

SECCOMP

SEMANA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (UFT)
CÂMPUS DE PALMAS (TO)

**XI SECCOMP - SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO: TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS E SEUS
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS**

17 A 19 DE OUTUBRO DE 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

XI SECCOMP - SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO: TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS E SEUS IMPACTOS
SOCIOECONÔMICOS

ANAIS

PALMAS (TO)

2018

FICHA TÉCNICA

EVENTO

XI SECCOMP - Semana Acadêmica do Curso de Ciência da Computação: tecnologias computacionais e seus impactos socioeconômicos

DATA DO EVENTO

17 a 19 de Outubro de 2018

LOCAL DO EVENTO

Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus Universitário de Palmas

COORDENAÇÃO

Prof. Me. Tiago da Silva Almeida

COMISSÃO ORGANIZADORA

Prof. Dr. Ary Henrique Moraes de Oliveira (UFT)

Prof. Dr. Edeilson Milhomem Silva (UFT)

Prof. Dr. Eduardo Ferreira Ribeiro (UFT)

Discente Felipe Reis Macedo Barbosa (UFT)

Prof. Me. Ivo Sócrates Moraes de Oliveira (IFTO)

Discente Jonatha Oliveira Reis Varjão (UFT)

Discente Kleyson Moraes de Sousa (UFT)

Discente Lorraine Patiele Pereira Bispo (UFT)

Discente Paulo Sérgio Atavila Junior (UFT)

Prof. Dr. Rafael Lima de Carvalho (UFT)

Prof. Me. Tiago da Silva Almeida (UFT)

Prof. Me. Thiago Magalhães de Brito Rodrigues (UFT)

Prof. Dr. Warley Gramacho da Silva (UFT)

COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof. Dr. Ary Henrique Moraes de Oliveira (UFT)

Prof. Dr. Edeilson Milhomem Silva (UFT)

Prof. Dr. Eduardo Ferreira Ribeiro (UFT)

Prof. Dr. Marcelo Leineker Costa (UFT)

Prof. Dr. Rafael Lima de Carvalho (UFT)

Prof. Me. Tiago da Silva Almeida (UFT)

Prof. Dr. Warley Gramacho da Silva (UFT)

Prof. Dr. Wosley da Costa Arruda (UFT)

REALIZAÇÃO

Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Curso de Ciência da Computação

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Palmas

004

S471s *Semana Acadêmica do Curso de Ciência da Computação (11. : 2018 : Palmas, TO)*
Semana Acadêmica do Curso de Ciência da Computação : Tecnologias computacionais e seus impactos sócio econômicos / coordenação geral de Tiago da Silva Almeida. – Palmas, TO : UFT, 2019.
116 p.

Anais da 11 Semana Acadêmica do Curso de Ciência da Computação:
Tecnologias computacionais e seus impactos sócio econômicos

17 a 19 de outubro de 2018.
ISBN 978-85-5659-028-2

1. Startup. 2. Redes sociais. 3. Artigos científicos. 4. Graduação. I. Almeida, Tiago da Silva. II. Fundação Universidade Federal do Tocantins.

Bibliotecário: Marcos Felipe Gonçalves Maia
CRB-2 / 1.445

Todos os Direitos Reservados – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código penal.

APRESENTAÇÃO

A Semana Acadêmica do curso de Ciência da Computação (SECCOMP) da Universidade Federal do Tocantins, atualmente encontra-se em sua décima primeira edição. O encontro é parte integrante e indispensável na complementação e formação acadêmica dos alunos. O evento tem o intuito de promover, disseminar e relacionar o ensino, pesquisa e extensão entre os alunos de graduação. O público alvo do evento são os alunos de graduação dos cursos de computação de nível superior e tecnológico, bem como aficionados, entusiastas, profissionais e / ou amadores em computação e tecnologia. Outro ponto importante foi à opção de acompanhar a temática da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), por considerarmos um instrumento vital na disseminação, divulgação e evidencição da tecnologia no país. O tema da SNCT 2018 será Ciência para a Redução das Desigualdades. O tema está relacionado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estipulados pela Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente o de número 10 – Redução das Desigualdades. E como tema local será Tecnologias Computacionais e seus Impactos Socioeconômicos. Com o intuito de aumentar o impacto do evento no estado do Tocantins, esse ano ainda contará com a exposição de painéis de trabalhos na área de computação. O objetivo é aumentar participação de pesquisadores do estado e fomentar o desenvolvimento tecnológico e inovações na área de computação de modo a trazer soluções inteligentes para os problemas regionais.

SUMÁRIO

1	SUPPORT VECTOR MACHINES PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE EM FRUTOS	9
2	PLANT MAP PALMAS: APLICATIVO EM PLATAFORMA MÓVEL PARA LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES FRUTÍFERAS MEDICINAIS E ORNAMENTAIS NA ÁREA URBANA DE PALMAS - TO	15
3	GERENCIAMENTO DE TRANSDUTORES PARA IRRIGAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO BASEADO EM INTERNET DAS COISAS	20
4	AVALIAÇÃO DA REDE NEURAL SEM PESO WIZARD NA BASE DE DADOS MNIST	26
5	UTILIZAÇÃO DO ALGORITMO DE OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULA (PSO) APLICADO À SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS	31
6	SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS VIA OTIMIZAÇÃO DE ENXAME POR COMPETIÇÃO (CSO)	36
7	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AG BÁSICO E NSGA-II USANDO FUNÇÃO DE RASTRIGIN	41
8	AVALIAÇÃO DOS ALGORITMOS A* E GENÉTICO NA RESOLUÇÃO DO 8 PUZZLE	46
9	OTIMIZAÇÃO DE HIPERPARÂMETROS DO ALGORITMO CART VIA ALGORITMOS GENÉTICOS	51
10	DATAGUARDIAN - SISTEMA PARA AUXÍLIO DE CONSELHOS TUTELARES NO REGISTRO E TRATAMENTO DE INFORMAÇÕES	56
11	AS ABORDAGENS DA BITCOIN E BLOCKCHAIN EM ARTIGOS ACADÊMICOS	63

12	SENSORES ELETROQUÍMICOS NA DETECÇÃO DO GÁS AMÔNIA	69
13	UMA ANÁLISE DOS ALGORITMOS DE BUSACKER E GOWEN E DE FORD E FULKERSON PARA PROBLEMAS DE FLUXO DE CUSTO MÍNIMO	74
14	SISTEMATIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS ESL COM ENFOQUE EM SYSTEMC	80
15	RASTREAMENTO URBANO DE TRANSPORTE INTEGRADO	86
16	DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA ALFAGEBRA E AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO DOS ACADÊMICOS DA DISCIPLINA DE ÁLGEBRA LINEAR	91
17	O ALGORITMO DE PONTO PROXIMAL PARA MINIMIZAÇÃO DE FUNÇÕES CONVEXAS DE UMA VARIÁVEL REAL A VALORES REAIS	95
18	FERRAMENTA PARA GERENCIAMENTO DA XI SECCOMP .	100
19	RECONSTRUÇÃO DE ÁRVORE FILOGENÉTICA USANDO O MÉTODO DE NEIGHBOR-JOINING	105
20	UMA VISÃO GERAL SOBRE AS DEFINIÇÕES, ABORDAGENS, APLICAÇÕES E DESAFIOS DA ANÁLISE DE SENTIMENTOS . . .	110



Support Vector Machines para classificação de qualidade em frutos

Jonatha Oliveira Reis Varjão¹, Warley Gramacho da Silva¹

¹ Curso de Ciência da Computação - Universidade Federal do Tocantins
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Palmas, Tocantins, Brasil.

{jonathavarjao, wgramacho}@uft.edu.br

Resumo. *O processo de seleção de frutos em larga escala ainda é feito de forma manual, o que acarreta em grandes erros na seleção. Neste sentido, foi proposto uma aplicação utilizando visão computacional para automatizar esta tarefa, tornando mais rápida e eficaz. Conceitos de processamento de imagem e machine learning foram usados no desenvolvimento desta aplicação que acarretou em uma taxa de 95% de acerto durante a etapa de classificação da qualidade dos frutos.*

1. Introdução

Atualmente o processo de seleção de frutas é, normalmente, feito de forma manual, com base em padronizações estipuladas por instituições especializadas e legislações. Esse processo de seleção induz o problema da atribuição de qualidade aos frutos, que, mesmo de acordo com padronizações legais, tem certo grau de subjetividade. Outro agravante é a possibilidade de ocorrer um engano na classificação de um fruto por parte da pessoa encarregada do trabalho, uma vez que, de acordo com Francis (1980) a visão humana pode ser facilmente enganada quanto à percepção de detalhes.

Nesse contexto, um método mais avançado e preciso para o monitoramento da qualidade dos frutos é necessário. Uma das técnicas que tem sido estudada na área agrícola é a visão computacional, cujo escopo é promover a classificação dos frutos analisados (Brosnan e Sun, 2004).

O sistema de visão computacional utiliza um equipamento ótico como um sensor ou uma câmera e um sistema de processamento (Rodrigues e Filho, 2013). A captura da imagem é seguida de um processo de análise que depende do problema em questão. Em geral são utilizados algoritmos para segmentação e extração de características e regiões de interesse, de forma que, definidas essas regiões, seja possível a classificação da imagem de acordo com critérios adotados previamente. É possível então, de acordo com o julgamento humano, estabelecer classes bem definidas de objetos e características a serem identificados nas imagens analisadas.

2. Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo geral a classificação de defeitos, presentes a partir da segmentação das imagens obtidas, em frutas comercializadas na cidade de Palmas-TO. A classificação será de acordo com sua qualidade, usando técnicas de visão computacional e aprendizado de máquina



2.1. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos pode-se citar:

- Analisar os frutos de modo a observar defeitos externos.
- Utilizar de sistemas baseados na textura das cores de imagens para segmentação de regiões de interesse.
- Com a segmentação feita, utilizar sistema baseado em Support Vector Machines para classificação das imagens, baseada em seu grau de deterioramento.
- Aplicar testes para veracidade do sistema.
- Identificar a qualidade dos frutos comercializados nos principais supermercados e feiras livres da região de Palmas-TO utilizando o sistema.
- Ao fim do trabalho disponibilizar o código, afim de objetivo didático à comunidade.

3. Material e Métodos

3.1. Desenvolvimento do Sistema

O sistema de classificação depende de algumas etapas bem definidas. A aquisição da imagem constitui a etapa inicial no processo de classificação. Em seguida, um pré-processamento será executado de forma a preparar a imagem e os objetos para a fase final. Por fim, serão utilizados algoritmos responsáveis pela extração de características e segmentação dos objetos a serem classificados (Jain, 2010) (Arbelaez, Pablo e Maire, 2011) (Deng e Manjunath, 2001). Tais objetos serão considerados na classificação para o reconhecimento de defeitos.

3.2. Aquisição de Imagens

As imagens analisadas foram obtidas da base de dados da COFILAB (COFILAB, 2014) onde respeitam um padrão, as imagens precisam ter um fundo uniforme e distinguível da fruta.

3.3. Processamento de Imagens

O estudo iniciou com um único algoritmo de segmentação (Deng e Manjunath, 2001), mas depois de reuniões decidimos abordar diferentes técnicas de segmentação, para metrificar as diferenças na hora da classificação. Tais técnicas são agrupadas em classes, cada uma contendo seu ramos individuais de estudos (Wang, 2010). As técnicas escolhidas foram:

- Segmentação por Clusterização utilizando o K-means;
- Segmentação por Crescimento de Região utilizando o JSEG;

3.4. Segmentação

O processo consiste no uso inicial de um algoritmo para extrair o fruto do fundo da imagem, com o objetivo de diminuir a imagem e melhorar a segmentação, como o fundo mantém uma uniformidade essa tarefa foi automatizada em toda a base de dados, visto na figura 7.



Figura 1. Imagem Original 1200x800 pixels.



Figura 2. Imagem Extraída 669x667 pixels.

Figura 3. Resultados obtidos com a extração do fruto na imagem.

3.4.1. Segmentação por Clusterização

O algoritmo escolhido foi o K-means, que está entre os algoritmos mais usados para clusterização. Inicialmente desenvolvido por J. MacQueen (1967), e aperfeiçoado por J.A Hartigan M.A Wong (1979) e Stuart P. Lloyd (Lloyd, 1982) o k-means necessita de um conjunto inicial de centroides denominado K, geralmente a disposição inicial dos centroides são escolhidas aleatoriamente.

Nos testes apresentados observamos que não há muita diferença na segmentação das imagens usando $K = 4, 5$ ou 6 (Dubey e Jalal, 2014). Logo a escolha inicial foi de 4 clusters, visto na figura 7.

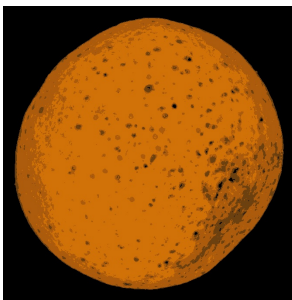


Figura 4. Imagem segmentada usando 4 clusters

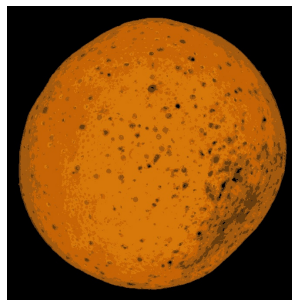


Figura 5. Imagem segmentada usando 5 clusters.

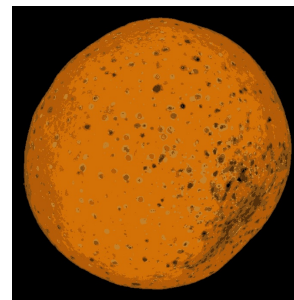


Figura 6. Imagem segmentada usando 6 clusters.

Figura 7. Resultados obtidos com a segmentação por clusterização.

3.4.2. Segmentação por Crescimento de Região

O método de segmentação com este algoritmo passa por dois estágios principais, a quantização do espaço de cores (processo de redução de número de cores distintas em uma determinada imagem) onde cada pixel será rotulado pela sua correspondente classe, criado um mapa de classes da imagem e a segmentação espacial responsável por pegar o mapa das classes e aplicar o crescimento de região (Lulio, 2013).

A segmentação utilizando o JSEG foi feita utilizando o software elaborado por Deng e Manjunath (2001). A entrada do software consiste da imagem e a sua extensão, o nome do arquivo de saída, o tamanho da imagem, limiar de quantização e o fator de escalas.



Figura 8. Imagem segmentada usando fator de escalas 10.



Figura 9. Imagem segmentada usando fator de escalas padrão.

Figura 10. Diferença entre fatores de escalas.

3.5. Preparação dos Dados

As imagens das bases de dados foram todas segmentadas utilizando os algoritmos propostos, para a base de dados Orange Scale, laranja infectada, foram 125 imagens. A base Orange, laranja não infectada, foram 210 imagens.

Com a segmentação preparada foi proposto um método pra reduzir as dimensões dos dados das imagens com o objetivo de treinar a SVM.

3.5.1. Definindo o Vetor de Características

Utilizando o espaço de cor RGB as imagens estão dispostas a $(2^8)^3 = 16.777.216$ possibilidades de cor, levando em conta uma imagem utilizando 8 bits, e o espaço RGB contendo 3 matrizes representando o RED – vermelho, GREEN – verde e BLUE – azul.

A heurística inicial foi utilizar um redução desse vetor de características ao invés de utilizar todas as cores da imagem, logo foi usado uma divisão por 4 desse espaço, as imagens contendo áreas podres destoaram mais no marrom.

4. Resultados e Discussão

A técnica de amostragens dos dados foi a utilização do cross-fold validation utilizando 10 folds pra obtenção da métrica do resultado final. Na fase treinamento foram usadas 254 fotos da base, sendo 65% composta da base de laranjas com boa qualidade e 35% da base contendo laranjas ruins, previamente julgadas, proporções parecidas foram utilizadas na fase dos testes, visto na figura 11. O método de classificação obteve um taxa de 95% de acerto.

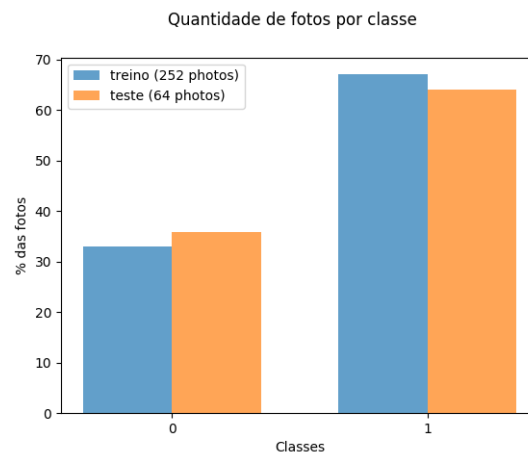


Figura 11. Classe 0: Laranja ruim, Classe 1: Laranja boa

5. Conclusões

Neste trabalho abordamos a classificação das imagens utilizando Support Vector Machines. Os resultados alcançados ficaram na margem dos 95% de precisão e um tempo de treinamento hábil para aplicações cuja o tempo e precisão são vitais para seu funcionamento.

Ainda há como melhorar, com o estudo das funções do kernel e parâmetros do Support Vector Machines pode-se melhorar ainda mais este resultado.

Referências

- (2014). Cofilab. Image Database - 'Orages infested with scale'.
- Arbelaez, P., Maire, M., Fowlkes, C., and Malik, J. (2011). Contour detection and hierarchical image segmentation. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 33(5):898–916.
- Blasco, J., Aleixos, N., and Molto, E. (2007). Computer vision detection of peel defects in citrus by means of a region oriented segmentation algorithm. *Journal of Food Engineering*, 81(3):535–543.
- Cortes, C. and Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3):273–297.
- Deng, Y. and Manjunath, B. (2001). Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 23(8):800–810.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2006). *Digital Image Processing (3rd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond k-means. *Pattern recognition letters*, 31(8):651–666.
- Kodagali, J. A. and Balaji, S. (2012). Computer vision and image analysis based techniques for automatic characterization of fruits-a review. *International Journal of Computer Applications*, 50(6).



- Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in pcm. *IEEE transactions on information theory*, 28(2):129–137.
- Lulio, L. C., Belini, V. L., Tronco, M. L., and Porto, A. J. V. (2013). Jseg algorithm and statistical image segmentation techniques for quantization of fruits.
- Wang, Y.-H. (2010). Tutorial: Image segmentation. *National Taiwan University, Taipei*, pages 1–36.
- Zhang, Y., Xiong, Z., Mao, J., and Ou, L. (2006). The study of parallel k-means algorithm. In *Intelligent Control and Automation, 2006. WCICA 2006. The Sixth World Congress on*, volume 2, pages 5868–5871. IEEE.



Plant Map Palmas: Aplicativo Em Plataforma Móvel Para Localização Das Árvores Frutíferas, Medicinais e Ornamentais Na Área Urbana De Palmas – TO

Danilo O. De Queiroz¹, Dr. Renato T. Pinheiro¹

¹Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas –
Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Palmas – TO - Brasil

danilocuft@gmail.com, renaxas@hotmail.com

Resumo: *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo móvel como uma solução para viabilizar a descrição e a localização georreferenciada das árvores frutíferas, medicinais e ornamentais na cidade de Palmas, capital do Tocantins. O crescimento da tecnologia é notório em nosso dia a dia, vemos ao nosso redor novidades tecnológicas todo ano, e até o momento são escassos os sistemas informatizados que auxiliam na localização e utilização de plantas, principalmente sistemas utilizando os recursos da internet. Com o aplicativo pretende-se aproximar as pessoas ao meio natural urbano e elevar a importância da preservação das árvores com o despertar dos benefícios que elas trazem ao ser humano.*

Abstract: *This work presents the development of a mobile application as a solution to make feasible the description and georeferenced location of fruit, medicinal and ornamental trees in the city of Palmas, capital of Tocantins. The growth of technology is notorious in our day to day, we see around us technological novelties every year, and so far are few computerized systems that help in the localization and use of plants, especially systems using the resources of the Internet. The application aims to bring people closer to the urban natural environment and raise the importance of preserving trees with the awakening of the benefits they bring to the human being.*

1. Introdução

A urbanização causa uma série de impactos nos ambientes naturais sendo considerada uma das principais fontes de destruição. O crescimento urbano é desordenado, causa impactos no meio ambiente, gera inúmeros problemas físico-estruturais, sociais e econômicos (CHAVES, 2011). O verde urbano tem sido pensado e planejado como parte da rede estruturante urbana, que promove múltiplos bens e serviços ambientais para a população (FERREIRA, 2010). É de extrema relevância aproximar a população urbana deste bem natural, orientando o cidadão dos diversos bens e serviços ambientais por elas prestados, que podem causar efeitos diretos na saúde e economia do cidadão.

A computação móvel é uma das áreas que mais crescem, com seus dispositivos e aplicativos inovadores. Segundo Campos (2018) o smartphone, um dos dispositivos móveis mais presentes na atualidade, se consolida como o principal meio de acesso à internet no Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2016), 92,1% dos domicílios brasileiros acessaram a internet por meio do telefone smartphone. Santos (2018) apresenta outros fenômenos que justificam esse crescimento, como: as novas plataformas móveis e suas diferentes versões.



Até o momento são escassos os sistemas informatizados que auxiliam na localização e seleção de plantas arbóreas, principalmente sistemas utilizando os recursos da internet (ALVES, 2016). Muitas espécies de árvores úteis ao ser humano ainda necessitam de auxílio para a sua identificação e localização, o que pode justificar a falta de aplicativos deste segmento no mercado, além da árdua mão de obra para realizar o cadastro detalhado. A cidade de Palmas-TO, possui mais de 200 espécies de árvores catalogadas em sua área urbana e mais de 30 mil registros de árvores identificadas e georreferenciadas. O presente trabalho apresenta um dispositivo digital móvel, de fácil manipulação e amplo acesso pela população, o qual auxilia na localização, identificação e uso dessas espécies arbóreas que compõe a flora urbana. Este dispositivo apresenta-se ainda como uma alternativa inovadora para a valoração e uso sustentável da flora regional, contribuindo significativamente para sua conservação.

1.1. Importância da Arborização Urbana

O objetivo principal das árvores nas ruas mudou de um papel estético para os de serviços ambientais como: a redução da poluição, do impacto das águas pluviais, do consumo energia e a melhoria da qualidade do ar (SEAMANS, 2013). Os benefícios fornecidos pelas árvores no meio urbano podem ser classificados como: ambientais, econômicos ou sociais (MULLANEYAND and LUCKE, 2015). O Quadro 1 apresenta os principais benefícios relacionados à arborização urbana, no geral e do ponto de vista ornamental, para alimentação e medicinal.

Quadro 1: Benefícios das árvores por categorias: geral, ornamental, frutíferas e medicinais.

Em geral	Humanizam a cidade melhorando a qualidade de vida; Reduz a poluição sonora; Produz oxigênio e absorve o gás carbônico; Diminui a temperatura do ambiente; Climatiza e umidifica o ar; Faz sombra (filtro solar natural); Filtra a poluição no ar, aromatizando a cidade; Preserva a biodiversidade, abrigando e alimentando os animais; Absorve água da chuva e reduz as enchentes; Evita erosões do solo; Protege a nascente do rio;
Ornamental	Embeleza o ambiente, atrai o turismo e diminui o cinza urbano;
Frutífera	Produz alimento saudável (sem agrotóxico) para a população (possíveis de comercialização); Alimenta a fauna em geral (espécies polinizadoras e dispersoras de sementes); Importante para manutenção da cultura local/regional (gastronomia);
Medicinal	Produz medicamento natural (sem manipulação) como: Antioxidante, Anti-inflamatório, Antidepressivo, Desintoxicante, Analgésico, entre outros;

1.2. Aplicativos de Seleção de Espécies Arbóreas

Atualmente no universo de smartphones é grande a diferença entre os modelos disponíveis no mercado, com diversos sistemas operacionais, as vezes customizados, telas de diversos tamanhos, componentes de hardwares com capacidades distintas.

Diante disso é fundamental a utilização de frameworks, ferramentas facilitadoras no desenvolvimento de sistemas, e o desenvolvimento de aplicativos híbridos, estes foram crescendo e tomando espaço no meio do desenvolvimento de dispositivos móveis. Murarolli (2015) explica que o desenvolvimento híbrido ganha tempo pela capacidade de atender a diversas plataformas, enquanto que o projeto nativo é exigido um projeto para cada sistema operacional, o que aumenta o custo na manutenção (Quadro 2).

Quadro 2: Diferença entre aplicativos móveis nativos e híbridos.

Aplicativo Nativo	<ul style="list-style-type: none"> • Funciona bem para ferramentas de baixo nível do dispositivo, como: o envio de mensagens SMS, realizações de chamada e até mesmo acesso à câmera; • Maior acessibilidade às APIs necessárias para conseguir informações de sensores e alterar configurações do sistema; • O preço para a execução do projeto de um app nativo é maior e necessita de mais tempo para o desenvolvimento;
Aplicativo Híbrido	<ul style="list-style-type: none"> • Fáceis de serem migrados para outras plataformas, pois diversos frameworks possibilitam a criação multiplataforma, logo é possível alcançar um número maior de usuários; • A tecnologia por trás dos frameworks de aplicativos híbridos melhora a cada dia, reduzindo a sua diferença entre os apps nativos;

2. Resultados Preliminares

As espécies catalogadas na área urbana de Palmas-TO foram classificadas em três categorias: frutíferas, medicinais e ornamentais. Com o aplicativo os usuários poderão ter acesso a este patrimônio natural rico e diverso, tornando-se mais envolvidas ao meio natural urbano e consciente da importância da preservação das árvores e os benefícios que elas trazem ao ser humano. O aplicativo objetiva ser um instrumento de baixo custo e fácil acesso com a abrangência do público em geral.

Seu funcionamento é simples e intuitivo. A tela principal (Figura 1) apresenta o mapa da cidade com a localização do usuário, permitindo que o usuário pesquise quais são as árvores próximas a ele, podendo ainda selecionar a categoria (frutíferas, medicinal e ornamental), espécie e o raio de abrangência ao seu redor. Ao clicar no ícone da árvore desejada é apresentada uma série de informações sobre aquela espécie como: nome científico e popular, origem, distribuição, importância geral e importância como espécie frutífera, ornamental e/ou medicinal. Caso o usuário queira ter acesso a árvore selecionada na tela será fornecida (em linhas tracejadas) uma rota para o usuário seguir até a árvore.

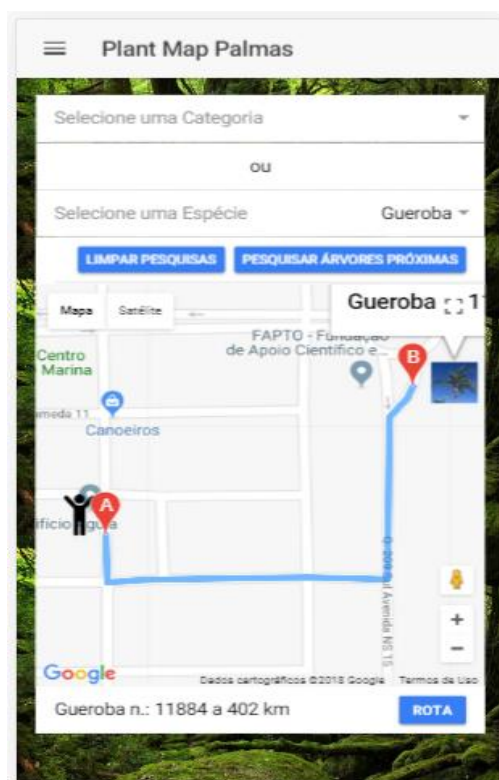


Figura 1: Tela do aplicativo Plant Map Palmas mostrando a posição do usuário e a rota para ter acesso à árvore selecionada.

O aplicativo apresenta diversas outras funcionalidades como: no menu “Cartilhas e Manuais”, onde encontra-se temas diversos relacionados às árvores, suas utilidades e curiosidades. O aplicativo permite ainda, entrar em contato com os administradores para torna-se parceiro, colaborador, informar alguma falha ou dar sugestões.

3. Discussão e Trabalhos Futuros

A idealização do desenvolvimento deste aplicativo para dispositivos móveis foi concebida após uma frustrada busca nas principais lojas de aplicativos móveis. Neste sentido, além de construir um aplicativo que possibilite a geolocalização das árvores frutíferas, ornamentais e medicinais de Palmas-TO, buscou-se complementar a informação por meio de um banco de dados com publicações, cartilhas e manuais sobre o tema. Desta maneira o aplicativo aqui apresentado também fomenta o uso sustentado do meio ambiente urbano.

A luta pela preservação do meio ambiente deve ser contínua e por tempo indeterminado, conscientizar a população da importância e benefícios que as árvores e plantas trazem ao homem, principalmente nos centros urbanos cada vez mais desprovidos de verde. O aplicativo proposto trás isso por meio da inovação e tecnologia.

Neste, a abordagem de desenvolvimento de aplicativos híbridos é uma alternativa bastante eficiente, possibilita abranger a maior parte dos dispositivos móveis e a população, além de diminuir o custeio do desenvolvimento do software, uma vez que uma única condificação contemplam multiplataformas. É possível afirmar que,



diante deste cenário, o aplicativo desenvolvido vai ao encontro de uma proposta de inserção de uma tecnologia que tem grande potencial de aplicação em campo. Pelo fato de não haver soluções similares no atual estado da arte, o aplicativo é inovador e inédito.

4. Conclusão

O uso de tecnologias contemporâneas, de fácil acesso e baixo custo quando integradas a outras áreas do conhecimento como a ambiental, podem trazer soluções de baixo custo e grande abrangência, exercendo um importante papel na preservação dos recursos naturais. Desta maneira, este aplicativo pretende conscientizar a população sobre a importância e diversidade de usos da biodiversidade, mesmo em ambientes urbanizados, cada vez mais degradados e cinza.

References

ALVES, Charles Jefferson Rodrigues. Aplicativo em Plataforma Móvel para Orientar o Plantio de Árvores nas Calçadas da Área Urbana de Palmas-TO. 2016. Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas: Universidade Federal do Tocantins. 2016.

CAMPOS, Ana Cristina . IBGE: celular se consolida como o principal meio de acesso à internet no Brasil: No ano passado, 92,1% dos domicílios brasileiros acessaram a internet. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-12/ibge-celular-se-consolida-como-o-principal-meio-de-acesso-internet-no-brasil>>. Acesso em: 08 maio 2018.

CHAVES, S. T. Estudo de caso – A cidade de Juiz de Fora MG: Sua Centralidade e Problemas Socioeconômicos. Revista GEOMAE, 2(1), 155-170, 2011. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/150/pdf_33> Acesso em: 12 dez 2017.

IBGE. Celular consolida como o principal meio de acesso à internet. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-12/ibge-celular-se-consolida-como-o-principal-meio-de-acesso-internet-no-brasil>> Acesso em: 08 maio 2018.

FERREIRA, J. C. Estrutura ecológica e corredores verdes – Estratégias territoriais para um futuro urbano sustentável. In: 4º Congresso Luso Brasileiro para Planejamento Urbano Regional, Integrado Sustentável. Faro, 6 out., 2010.

MULLANEY, J. and LUCKE, T. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, pp. 157–166, 2015.

MURAROLLI, Priscila Ligabó; GIROTTI, Marcio Tadeu. Inovações Tecnológicas nas Perspectivas Computacionais. 1. ed. São Paulo: Biblioteca24horas, 2015. 162 p.

SANTOS, R. Sandro. Aplicativos Móveis um Negócio Rentável: Tudo sobre como ganhar muito dinheiro criando Apps. [S.l.]: SStrader, 2018. 151 p.

SEAMANS, Georgia Silvera. Mainstreaming the environmental benefits of street trees. *Urban Forestry and Urban Greening*, pp. 2–11, 2013.



Gerenciamento de transdutores para irrigação em agricultura de precisão baseado em internet das coisas

Tiago da Silva Almeida¹, Murillo Vinícius Dourado Bastos¹, Lucas Beraldo Roledo¹

¹Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14
Plano Diretor Norte – 77001-090 – Palmas – TO – Brasil

{tiagoalmeida,murillobastos,beraldo}@uft.edu.br

Abstract. *The objective of this paper is the creation of a micro controlled system for management of transducers on watering for precision agriculture. The system shall send the watering data to a web-based server for processing. Therefore, there will be the junction of two expanding areas, the internet of things and precision agriculture. The agriculture is a huge interesting area considering the agriculture of the state of Tocantins characteristics. In simulated environment tests, the system worked properly in irrigation control.*

Resumo. *O objetivo deste artigo é a criação de um sistema microcontrolado para gerenciamento de transdutores em irrigação para agricultura de precisão. O sistema deverá enviar os dados de irrigação para processamento em um servidor web embarcado. Portanto, haverá a junção de duas áreas em grande expansão, internet das coisas e agricultura de precisão. A agricultura é de grande interesse tendo em vista a característica agrícola do estado do Tocantins. Nos testes em ambiente simulado o sistema funcionou adequadamente no controle da irrigação.*

1. Introdução

Atualmente, estamos vivenciando uma fase de popularização de projetos que envolvem algum tipo de automação eletrônica. Isso é possível devido ao baixo custo para integração de circuitos em um único encapsulamento, também chamados de *System-on-Chip* (SoC), trazendo simplicidade para a construção de sistemas automatizados. Além disso, uma nova área de pesquisa surgiu, a Internet das Coisas (IoT), junto com muitas facilidades de desenvolvimento para Web.

O IoT é um mercado emergente que irá gerar US\$14.4 trilhões em valores [Lee e Lee 2015]. De uma perspectiva industrial, quatro setores industriais geram mais que a metade desse valor. Esses quatro setores incluem o setor de produção em 27%; comércio de varejo em 11%; serviços de informação em 9% e finanças e seguros também com 9%. Outros setores como o atacado, saúde e educação ficam para trás com variações entre 1% e 7% [Lee e Lee 2015]. Esses dados mostram um grande crescimento e popularização da área de IoT.

A agricultura de precisão pode ser caracterizada como a presença temporal e espacial de equipamentos e sensores que auxiliem no monitoramento do campo em relação à presença de fertilizantes, pesticidas ou irrigação [Lozoya et al. 2016],[Abouzar et al. 2016], [Zhou et al. 2016], [Yin et al. 2013]. Através

dela, temos a capacidade de controlar com precisão o uso de recursos e obter informações detalhadas sobre o estado do ambiente, ações que além de reduzir a degradação do meio ambiente também aumentam o lucro do produtor, seja pelo aumento da produção ou pela precisão no uso de insumos.

Diante desse cenário, esse trabalho apresenta um sistema de gerenciamento de irrigação para a agricultura. O sistema é composto por módulos na plantação e por um servidor de aplicação desenvolvido por meio da pilha MEAN (composto pelos *frameworks* MongoDB, ExpressJS, AngularJS e Node.js, respectivamente) [Poulter et al. 2015]. O servidor é responsável por centralizar as informações dos módulos de sensores em uma plantação para controle da irrigação automática. Os módulos são responsáveis pelo sensoriamento e atuação para irrigação. Como as mais variadas culturas precisam de irrigação e possuem demandas diferentes de água, a solução proposta utiliza-se de perfis de irrigação para culturas diferentes.

2. Metodologia

Além dos módulos servidor e aplicação web desenvolvidos neste trabalho, o projeto inclui um módulo sensor e um módulo atuador, visualmente representados na Figura 1.

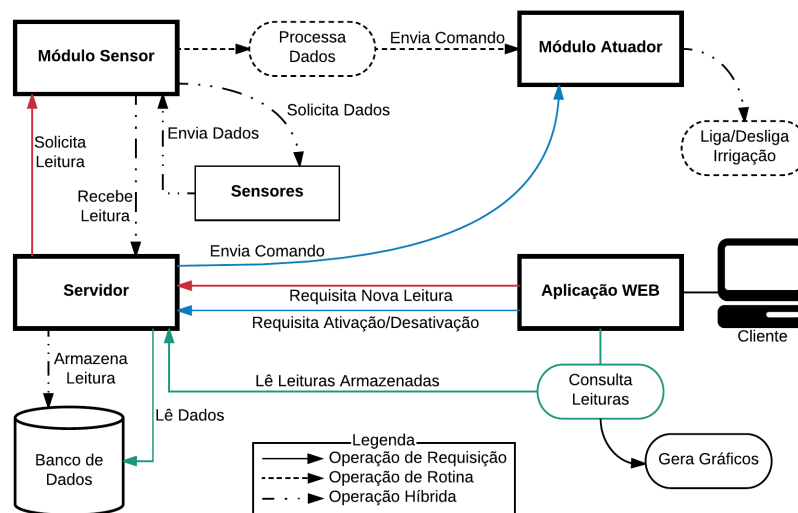


Figura 1. Visão geral da interação dos módulos do sistema de irrigação.

O módulo sensor é o responsável por coletar os dados que circularão pelo sistema e processá-los. Desta forma, é realizada a leitura de todos os sensores conectados ao nó em um intervalo programado, e as informações obtidas são ao mesmo tempo processadas para identificar a necessidade de irrigação e enviadas ao servidor pela internet para serem armazenadas.

O módulo atuador, ao receber as instruções do módulo de sensores, é responsável por ligar e desligar os irrigadores no campo. Essa instrução só ocorre após processamento dos dados colhidos no módulo sensor, onde é verificada a umidade atual do solo para determinar a necessidade de água na plantação, possibilitando o gerenciamento e racionalização dos recursos hídricos.



O módulo servidor é o centro do sistema, sendo responsável pela persistência dos dados e por estabelecer a conexão entre o cliente e os módulos em campo. Ao receber os dados dos nós sensores, as informações são armazenadas no banco de dados do servidor. O servidor deve, então, ser capaz de retornar as consultas do usuário ao banco de dados e transmitir as requisições feitas pelo usuário.

Dentre os circuitos possíveis, o ESP8266 [Systems 2017] se destaca por ser um SoC que ocupa um espaço mínimo, tem funcionalidades Wireless 802.11 embutidas, possui uma antena padrão e possui baixo consumo de energia que pode ser reduzido ainda mais utilizando-se de rotinas e funções pré-programadas no próprio circuito.

Foi adotada a seguinte separação e nomenclatura a fim de facilitar a organização e identificação dos módulos: o μ Clima, responsável pela leitura dos dados do ambiente e tomada de decisão em relação à irrigação e o μ Irrigação que, como o próprio nome sugere, realizará a ativação/desativação do sistema hidráulico permitindo a precisa irrigação da área.

A relação de sensores e seus parâmetros a serem trabalhados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos de sensores e parâmetros de trabalho

Tipo do Sensor	Tempo de detecção	Corrente	Tensão	Precisão	Faixa de leitura
Temperatura do ar	< 5 s	200 μ A a 500 mA	3 a 5 V	$\pm 2^\circ$ C	0° a 50°C
Umidade do ar	< 5 s	200 μ A a 500 mA	3 a 5 V	$\pm 5,0\%$ UR	20% a 90% UR
Temperatura do solo	750 ms	<1,5 mA	3 a 5,5 V	$\pm 0,5^\circ$ C	-55°C a +125°C
Umidade do solo	-	<0,4 mA	3,3 a 5,5 V	-	-
Luminosidade LDR	120 ms	<75 mA	3 a 5 V	-	10 a 1000 LUX
Umidade da Folha	-	<100 mA	3,3 a 5 V	-	-
Fluxo de água	-	<15 mA	3,5 a 24V	$\pm 10\%$	1 a 30L/Min

Os atuadores se fazem necessário no momento em que alguma intervenção deve ser feita no solo para controle da umidade do solo.

Os atuadores utilizados para a execução do projeto são:

- Válvula Solenoide;
- Relês.

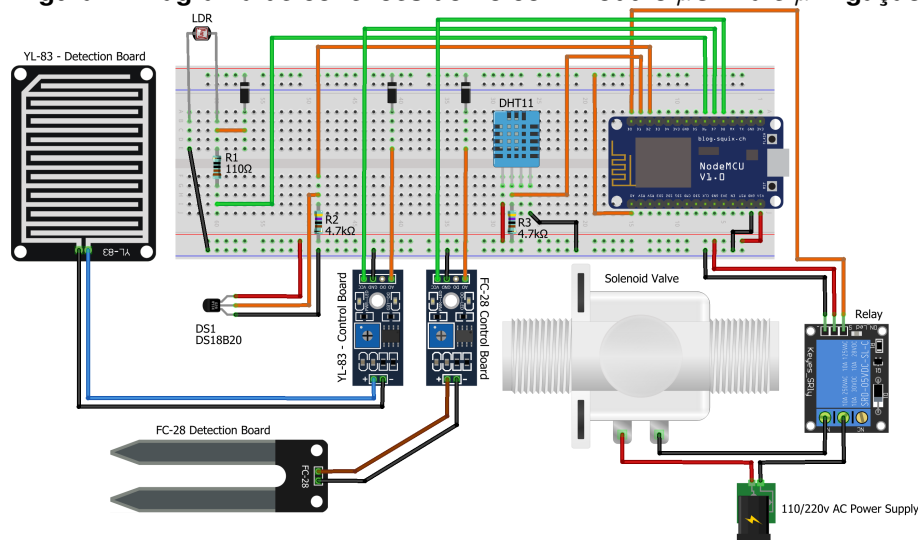
A implementação física (Figura 2) foi feita de modo a utilizar da melhor forma possível os pinos disponíveis no ESP8266. Tal medida foi tomada para que os dois módulos fossem complementares, permitindo a fusão dos dois e resultando no nó com módulo μ Clima e μ Irrigação tornando mais flexível a customização da projeto.

No layout da física do módulo μ Irrigação, o pino D0, por padrão, é pino de ativação do relé para acionamento da válvula solenoide. A válvula solenoide possui alimentação externa de 110 / 220 V de corrente alternada.

A aplicação desenvolvida permite ao cliente acesso e visualização dos dados do servidor e também interagir com os dispositivos em campo. No entanto a conexão com o *broker*¹ do CloudMQTT [CloudMQTT 2018] existe apenas no lado servidor, sendo

¹O MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) é um protocolo de rede desenvolvido com base na pilha TCP/IP. Ele permite a implementação em hardware de dispositivo altamente restringido e em redes de largura da banda limitada e de alta latência [Yuan 2018].

Figura 2. Diagrama de conexões do nó com módulo μ Clima e μ Irrigação



necessário transmitir ao servidor as requisições feitas pelo usuário para que então elas possam ser publicadas em seus respectivos tópicos.

3. Resultados

Para os testes do servidor como solução para um sistema de irrigação automático, foi simulado o funcionamento do sistema como um todo utilizando o servidor de aplicação no Intel Edison [Intel 2018] e um módulo ESP8266 sensor/atuador com sensores inseridos em um vaso com uma porção de terra preta, ambos conectados na internet em ambiente controlado.

Para isso permitiu-se ao módulo ESP8266 executar sua rotina de coleta de dados e envio de leitura para o servidor ao longo do dia 01 de novembro de 2017 (iniciado às 5h00 e finalizado às 23h30). Neste processo ocorre o inverso das requisições do usuário, agora é o módulo ESP8266 que publica mensagens no tópico de leituras do CloudMQTT que repassa esses dados ao nosso servidor assinante.

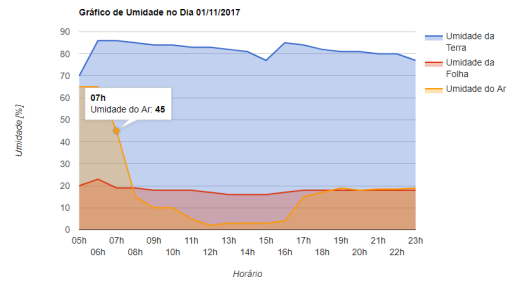
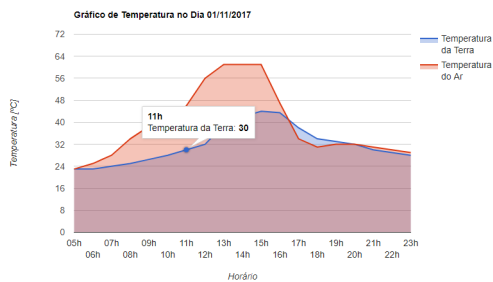
Na Figuras 3(a) e 3(b) temos, respectivamente, um panorama geral da variação de temperatura e umidade na região do módulo sensor e na Figura 3(c) a variação de luminosidade, todas obtidas em ambiente controlado quando foram realizados os testes de coleta de dados.

4. Conclusões

O controle hídrico usado na irrigação foi escolhido por ser um dos problemas mais graves e fundamentais da agricultura moderna. O sistema proposto foi dividido em dois módulos, um para sensoriamento e outro para acionamento da irrigação.

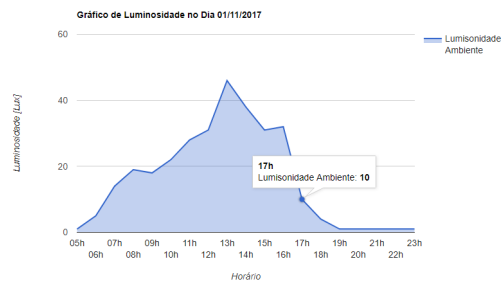
No módulo de sensoriamento usou-se vários tipos de sensores, os quais nem todos seriam efetivamente necessários para o controle automático da irrigação. Assim, o sistema fornece informações sobre o clima para a tomada de decisão pelo produtor.

Ao mesmo tempo, todas as informações são enviadas para internet, o que facilita a recuperação das informações, posteriormente, para reuso, compartilhamento e tratamento.



(a) Gráfico de leituras de Temperatura do servidor.

(b) Gráfico de leituras de Umidade do servidor.



(c) Gráfico de leituras de Luminosidade do servidor.

Figura 3. Gráficos de leituras dos sensores.

A partir do servidor, é possível o desenvolvimento de aplicativos móveis e/ou híbridos para a manipulação dos dados.

Os testes foram realizados em um ambiente controlado sem a presença de plantas, entretanto, o seu funcionamento pôde ser observado e se demonstrou totalmente adequado, o que permite concluir que o modelo de sistema proposto pode ser empregado sem dificuldades de configuração em culturas e escalas diferentes.

Referências

- Abouzar, P., Michelson, D. G., e Hamdi, M. (2016). Rssi-based distributed self-localization for wireless sensor networks used in precision agriculture. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 15(10):6638–6650.
- CloudMQTT (2018). Documentation getting started. <https://www.cloudmqtt.com/docs.html>.
- Intel (2018). Hardware guide - intel® edison compute module. http://download.intel.com/support/edison/sb/edisonmodule_hg_331189004.pdf.
- Lee, I. e Lee, K. (2015). The internet of things (iot): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4):431 – 440.
- Lozoya, C., Aguilar, A., e Mendoza, C. (2016). Service oriented design approach for a precision agriculture datalogger. *IEEE Latin America Transactions*, 14(4):1683–1688.



- Poulter, A. J., Johnston, S. J., e Cox, S. J. (2015). Using the mean stack to implement a restful service for an internet of things application. *IEEE World Forum on Internet of Things*.
- Systems, E. (2017). Esp8266 datasheet. http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf.
- Yin, S., Liu, L., Zhou, R., Sun, Z., e Wei, S. (2013). Design of wireless multi-media sensor network for precision agriculture. *China Communications*, 10(2):71–88.
- Yuan, M. (2018). Conhecendo o mqtt.
- Zhou, L., Chen, N., Chen, Z., e Xing, C. (2016). Roscc: An efficient remote sensing observation-sharing method based on cloud computing for soil moisture mapping in precision agriculture. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(12):5588–5598.



Avaliação da rede neural sem peso WISARD na base de dados MNIST

Suayder Milhomem, Tiago Almeida
Warley Gramacho e Rafael Lima

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal do Tocantins (UFT)

{suayder, tiagoalmeida, wgramacho, rafael.lima}@uft.edu.br

Resumo. Ao avaliar algoritmos de aprendizado de máquina, geralmente se utiliza de benchmarks com bases de dados conhecidas. A MNIST é uma base de dados que apresenta uma sequência definida de imagens com seus rótulos conhecidos. Na sua página oficial, há uma lista dos algoritmos de classificação avaliados e com as taxas de erros divulgadas. Este artigo apresenta a avaliação de uma implementação da rede neural sem peso WISARD, a qual ainda não está presente no site da MNIST. O melhor resultado dentre as configurações investigadas atingiu 9,69% de erros, usando-se apenas 10% das imagens disponíveis para treinamento.

1. Introdução

Com o aumento da tecnologia suportada por linguagens de programação de alto nível, aliadas a hardwares cada vez mais potentes, os algoritmos de aprendizado de máquina (AM) estão cada vez mais em evidência [Gama et al. 2011]. A tarefa de aprender de exemplos rotulados (aprendizado supervisionado) no intuito de inferir classes não vistas é conhecida como classificação. Esta, por sua vez, compõe uma das principais tarefas na área de aprendizado de máquina.

Em 1981, Wilkie, Stonham e Aleksander [Aleksander and Morton 1995] propuseram uma rede neural sem peso baseada em memória RAM, chamada WISARD. A WISARD foi implementada em hardware tendo sua primeira aplicação prática para reconhecimento de cédulas para o governo inglês. Ao contrário da MLP, que precisa de várias iterações com os dados de treinamento para convergirem seus pesos, os modelos sem peso em geral fazem uso de um conceito chamado *one-shot training*. Neste modelo, o treinamento ocorre apenas em uma iteração para cada exemplo rotulado de dados.

Convencionalmente, para se avaliar algoritmos de AM utiliza-se benchmarks públicos de maneira que outros pesquisadores possam comparar novos algoritmos sem ter que re-implementar as soluções pretéritas. A *Modified National Institute of Standards and Technology database (MNIST database)* é uma base de dados de dígitos escritos à mão. Esta base de dados contém cerca de 60 mil imagens de treinamento e 10 mil imagens de teste.

No site oficial¹ da MNIST existe uma lista de algoritmos de classificação já testados. Ao lado de cada uma destes algoritmos, está exposta a porcentagem de erros de

¹<http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>

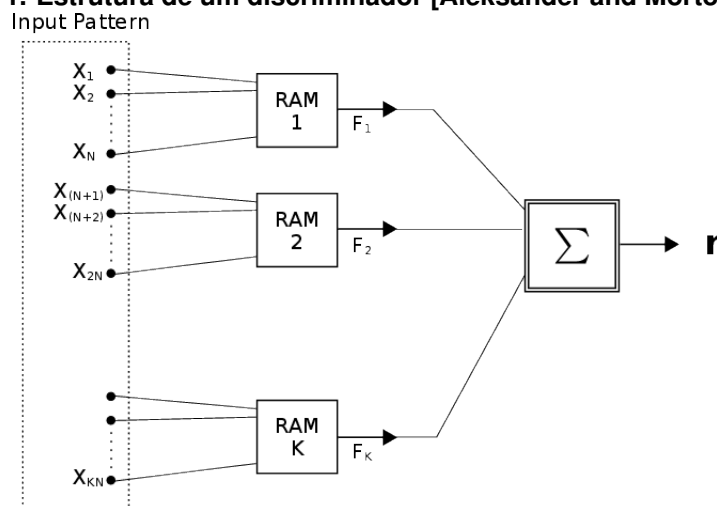
classificação de cada técnica. O algoritmo com melhor desempenho registrado², em termos de minimização da taxa de erro, foi uma rede convolucional com aprendizado profundo proposta em [Schmidhuber 2012] com 0.23% de erro. Na lista de algoritmos de classificação avaliados na base de dados MNIST não consta um teste com a rede neural sem peso WISARD. Este artigo, portanto, apresenta o desempenho deste modelo de rede sem peso aplicado ao problema de reconhecimento de dígitos MNIST.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta a estrutura da rede WiSARD e seus hiperparâmetros. Em seguida, a seção 3 apresenta mais detalhes sobre a base de dados MNIST. Por conseguinte, a seção 4 apresenta a metodologia e as ferramentas utilizadas para realização dos testes, que são apresentados seguidamente na seção 5. Por fim, as conclusões do presente estudo são emitidas na seção 6.

2. Rede Neural Sem Peso WISARD

De acordo com [Aleksander et al. 2009], a WISARD é uma máquina de reconhecimento de padrões baseada em princípios neurais (planejada para ser transformada em hardware). O primeiro protótipo surgiu em 1981, sendo produzida comercialmente em 1984. O princípio deste tipo de rede se baseia na similaridade das propriedades neurais apresentada no neurônio baseado em RAM (*Random Access Memory*). Os principais componentes deste dispositivo são um decodificador de endereços, um grupo de registradores de memória, um registrador com os dados de entrada e um registrador para os dados de saída.

Figura 1. Estrutura de um discriminador [Aleksander and Morton 1995].



A mais simples rede baseada em RAM com propriedades de generalização é chamada de *discriminador*. Este consiste de uma camada de K RAMs com N entradas e assim cada RAM armazena 2^N palavras de um bit, e a única camada recebe um padrão binário de $K.N$ bits. Assume-se que todas as células de memória são inicializadas com 0. O treinamento consiste em apresentar os padrões de entrada (binários) e armazenar um valor desejado (por exemplo 1) nos locais de memória endereçados pelo padrão apresentado. Cada RAM, então, armazena parte do padrão apresentado. Ao se apresentar

²Até a escrita deste artigo.

um padrão para teste, o discriminador apresenta como saída o número de RAMs (r) que foram ativadas (continham parte do padrão treinado). A figura 1 ilustra a ideia discutida.

A WISARD consiste de um sistema multi-discriminador onde cada um de seus discriminadores são treinados para uma classe diferente, implementado em hardware e voltado para o reconhecimento de imagens (extensível para qualquer padrão binário). Para realizar a classificação, uma entrada é apresentada à rede que a envia para todos os seus discriminadores. Então, infere-se como padrão de saída àquele discriminador que apresentar a maior quantidade de RAMs ativadas.

3. A base de dados MNIST

MNIST é um conjunto de dados de dígitos manuscritos amplamente usado para benchmark em aprendizado supervisionado. Na tarefa de representação de dígitos manuscritos, que para o computador se torna algo mais complexo do que para o ser humano, a base de dados possui a característica de que todas as imagens possuem traços contínuos de dígitos escritos por caneta.

Este conjunto de dados é dividido em 60.000 exemplos para treinamento e 10.000 exemplos para teste, que é uma quantidade de dados maior que do NIST³, os dados do MNIST são normalizados em imagens de tamanho fixo, com o dígito posicionado de forma centralizada (conforme pode ser visto na Figura 2).

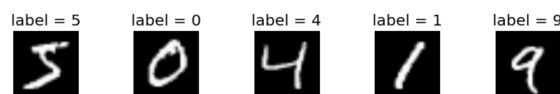


Figura 2. Exemplo de alguns dígitos da base MNIST.

Por fim, vale ressaltar que por padrão os dados são armazenado em um formato próprio com informações em tons de cinza. Para utilizá-los é preciso decodificá-los transformando-os em formato de imagem. Cada imagem decodificada possui o tamanho padrão de 28x28 pixels.

4. Metodologia

Pelo exposto na seção (wisard), cada discriminador é reponsável por uma classe. No caso da base de dados em questão, a WISARD implementada possui 10 discriminadores, cada um representando o conhecimento de um dígito a ser reconhecido.

As imagens foram pre-processadas para transformar em uma matriz binária. Desta matriz, os dados são amostrados por um mapeamento aleatório que liga os bits de entrada às entradas dos neurônios da rede (respeitando esta máscara de números aleatórios). Há dois parâmetros que podem então definir os testes: a) o número de entradas de cada RAM (bits de cada RAM) e a b) quantidade de imagens utilizadas no treinamento. Para o item a), procurou-se variar entre 9 e 20 bits por RAM. Em relação ao item b), optou-se por começar treinando com 4000 imagens até o quantitativo de 16000, com um incremento de 1000. E de 20 mil a 60 mil, variando-se de 5 em 5 mil.

³A base de dados binária original. site: <https://www.nist.gov/srd/nist-special-database-19>

A linguagem de programação escolhida para codificação foi Python versão 3.6.5, conjuntamente com os pacotes `numpy` e `matplotlib` para plotagem dos dados.

Para que haja um comparativo com as soluções publicadas no site do MNIST, decidiu-se por reportar a porcentagem de imagens erroneamente classificadas em relação aos 10000 exemplos de teste.

5. Resultados

A Figura 3 apresenta um gráfico de contorno com os resultados retornados pela classificação da WISARD implementada, onde, o eixo x é a representação do número bits por RAM, enquanto que no eixo y apresenta-se a quantidade de imagens usadas no treinamento. Pode-se perceber na Figura 3 a ocorrência de *overtrain* conforme a quantidade de exemplos para treinamento aumentou. Outro efeito percebido foi que a taxa de erro tende a diminuir, diante do aumento da quantidade de bits por RAM.

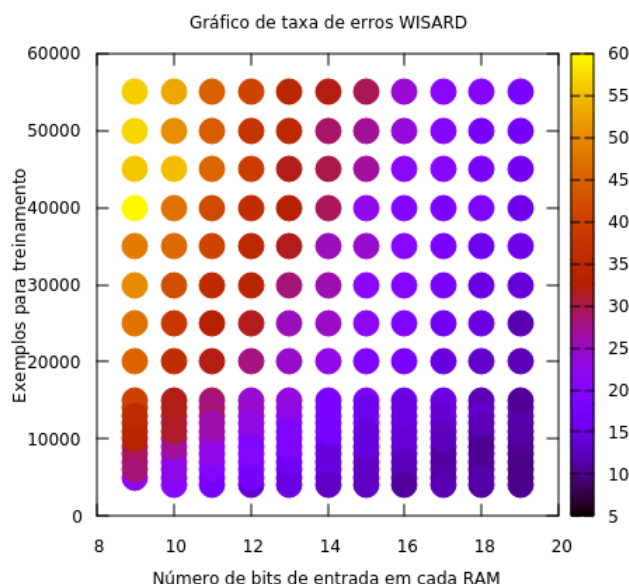


Figura 3. Resumo dos resultados com todos os testes realizados.

A Tabela 1 apresenta as 8 (oito) melhores configurações, dentre as avaliadas, ordenadas pela menor taxa de erros na etapa de classificação. Pelo exposto, pode-se perceber que a melhor taxa de erro encontrada foi registrada na configuração usando-se 19 bits de entrada para cada RAM e 6000 dados de treinamento.

Conforme mencionado na introdução deste trabalho, o melhor resultado já registrado no site oficial da MNIST foi o de uma rede convolucional com aprendizado profundo proposta em [Schmidhuber 2012] com 0.23% de erro. Apesar da WISARD, nas condições avaliadas, ter atingido uma taxa bem mais alta, é importante colocar que sua implementação e velocidade são características atrativas, principalmente se a solução for embarcada. Por fim, outras arquiteturas usando a WISARD podem ser feitas, como a proposta por Dawwd [Dawwd and Al-Saegh 2015], em que ele treina três discriminado-



Bits por RAM	#exemplos de treinamento	Taxa de Erro(%)
19	6000	9.69
19	5000	9.8
19	7000	9.94
19	8000	10.19
19	9000	10.21
19	4000	10.23
18	9000	10.34
18	6000	10.48

Tabela 1. Os 8 melhores resultados retornados pela implementação apresentada.

res por classe e soma a quantidade de RAMs disparadas para decidir que classe inferir no momento do teste.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou a avaliação de uma implementação da rede neural WISARD na base de dados de dígitos digitalizados MNIST. A melhor configuração apresentou um resultado de 9,69% de erro, necessitando para isso apenas de 10% do total de exemplos para treinamento. Apesar do desempenho de classificação ficar ainda relativamente distante de modelos complexos (como redes convolucionais com aprendizado profundo) a WISARD possui características atrativas como baixo processamento tanto para treinamento quanto para classificação. Futuramente, pretende-se investigar a implementação de outras arquiteturas de redes sem peso, combinando-as com algoritmos de pre-processamento das imagens de entrada.

Referências

- Aleksander, I., Gregorio, M. D., França, F. M. G., Lima, P. M. V., and Morton, H. (2009). A brief introduction to weightless neural systems. In *ESANN*.
- Aleksander, I. and Morton, H. (1995). *An introduction to Neural Computing*. Thomson Computer Press, Berkshire House, London, UK, second edition edition.
- Dawwd, S. A. and Al-Saegh, A. (2015). Ram-based neural network parallel implementation on a reconfigurable platform and its application for handwritten digits recognition. *AL Rafdain Engineering Journal*, 23(2):167–178.
- Gama, J., Faceli, K., Lorena, A., and De Carvalho, A. (2011). *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina*. Grupo Gen - LTC.
- Schmidhuber, J. (2012). Multi-column deep neural networks for image classification. In *Proceedings of the 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, CVPR '12, pages 3642–3649, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.



Utilização do Algoritmo de Otimização por Enxame de Partícula (PSO) Aplicado à Seleção de Características

Kleyson Morais¹, Felipe Reis¹,
Ary H. M. de Oliveira¹ e Rafael Lima¹

¹Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Palmas - Tocantins

{kleysonb, felipereis.m.b, aryhenrique, rafael.lima}@uft.edu.br

Resumo. *A pesquisa por métodos de seleção de características tem se mostrado cada vez mais presente em aplicações de aprendizado de máquina, principalmente naquelas onde o número de atributos disponíveis está na faixa de centenas ou até mesmo milhares. Matematicamente, a seleção de características é formulada como um problema de otimização combinatória. Em geral, abordar problemas deste tipo de maneira a encontrar a solução exata nem sempre é viável. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar técnicas de otimização guiadas por métodos de seleção de característica.*

1. Introdução

Para reduzir o número de características a serem utilizados em um algoritmo, com um mínimo de perda de informação, pode-se utilizar métodos de redução de dimensionalidade. Há, basicamente, duas abordagens para isso: a extração de características e a seleção de características. A primeira realiza uma série de combinações e/ou transformações das características existentes para gerarem outras novas. A segunda consiste na utilização de métodos e técnicas para selecionar um subconjunto otimizado de características, segundo algum critério pré-estabelecido. No caso dos exemplos citados, para os dados de expressão gênica, esse subconjunto seria composto apenas pelos genes considerados mais relevantes, reduzindo consideravelmente a dimensionalidade. Já para a categorização de textos, poderia ser um subconjunto que excluísse as palavras consideradas irrelevantes para o *bag-of-words*, permitindo assim também, uma diminuição da dimensionalidade.

Dessa forma, os métodos de seleção de características atuam buscando distinguir um subconjunto de características que possa representar satisfatoriamente os dados de entrada enquanto minimiza os efeitos do ruído ou características irrelevantes e ainda fornecer bons resultados de predição [Chandrashekar and Sahin 2014].

[Blum and Langley 1997] dividiram o aprendizado de máquinas em duas subtarefas: decidir quais características usar para descrever o conceito e decidir como combinar essas características. Segundo o mesmo, a seleção de características relevantes e a eliminação de irrelevantes, é um dos problemas centrais na aprendizagem de máquina, e muitos algoritmos de predição incorporam alguma forma de tratamento para abordá-la.

Com isso, os métodos de Seleção de Características (SC) estão entre os mais empregados, quando o objetivo é a redução da dimensionalidade. Sendo que, o princípio

base, que rege a SC segundo [Souza 2005] é, “dado um conjunto de n características, selecionar um subconjunto de tamanho k tal que o erro de classificação tenha a maior redução possível em relação ao conjunto completo”.

2. Principais Conceitos

Com a necessidade de selecionar características, dentro de um conjunto de possibilidades, o conceito de seleção passou a ser entendido como um problema de busca. Assim, toda combinação possível de características, estaria no espaço da busca. Considere o exemplo apresentado na figura 1, onde um grafo é gerado com todas as possibilidades para quatro características/atributos. Os círculos com cores claras representam atributos não selecionados e os círculos com cores escuras são atributos selecionados.

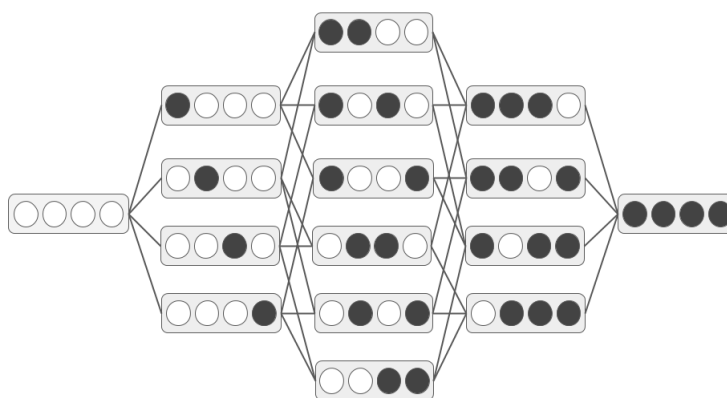


Figura 1. Representação do Mecanismo de Busca. Adaptada de [Blum and Langley 1997]

Percebe-se com isso, que algumas estratégias devem ser levadas em consideração para que haja uma seleção de características. [Blum and Langley 1997] apresentaram alguns dos principais conceitos para trabalhar com a busca de subconjuntos. São eles: ponto(s) de partida da busca e geração dos subconjuntos, estratégia da busca, estratégia de avaliação e o critério de parada.

2.1. Wrappers

A ideia básica desta abordagem é simples: os métodos *wrappers* são considerados como uma caixa preta. Visto que, não é de interesse do método saber qual algoritmo de AM e qual o critério avaliador das características estão sendo aplicados, contanto que, dada uma entrada de um subconjunto de características ao algoritmo de AM (encapsulado), haja o retorno de um classificador referente ao subconjunto aplicado, esse classificador será usado para avaliação das características presentes no subconjunto utilizado e, finalmente, um valor de avaliação será gerado [Kohavi and John 1997].

2.2. Naive Bayes (Classificador)

O algoritmo de classificação bayesiana, é uma técnica estatística (probabilidade condicional), fundamentada no teorema de Thomas Bayes [Joyce 2003]. Segundo o teorema, é possível encontrar a probabilidade de um certo evento ocorrer, dada a probabilidade de um



outro evento que já ocorreu [Camilo and Silva 2009]. Formalmente, dada uma instância $A = \{a_1, a_2 \dots a_n\}$, em que deseja-se prever sua classe, o teorema é definido como:

$$P(\text{classe}|A) = \frac{P(A|\text{classe}) \cdot P(\text{classe})}{P(A)} \quad (1)$$

Como $A = \{a_1, a_2 \dots a_n\}$, tem-se:

$$P(\text{classe}|a_1 \dots a_n) = \frac{P(a_1 \dots a_n|\text{classe}) \cdot P(\text{classe})}{P(a_1 \dots a_n)} \quad (2)$$

Para calcular a classe mais provável da nova instância, calcula-se a probabilidade de todas as possíveis classes e, no fim, escolhe-se a classe com a maior probabilidade como rótulo da nova instância.

2.3. Otimização por Enxame de Partículas (PSO)

O algoritmo PSO, trabalha com o conceito que cada candidato a solução do problema corresponde a uma posição no espaço de busca [Medeiros 2005]. Cada candidato a solução, chamado de partícula, possui em sua estrutura um valor, que é avaliado individualmente para cada partícula e que indica a correspondência da partícula como solução do problema, e uma velocidade levando em conta a melhor posição da partícula e a melhor posição do grupo. Assim, ao longo do tempo o grupo acaba alcançando o alimento. Matematicamente, esse processo pode ser definido como:

$$v_i^{t+1} = v_i^t + R_1^t \alpha_1 (\hat{g}^t - x_i^t) + R_2^t \alpha_2 (\hat{x}_i^t - x_i^t) \quad (3)$$

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad (4)$$

Onde v_i^t é a velocidade da partícula i na iteração t . x_i^t é a posição da partícula i na iteração t . \hat{x}_i^t é a melhor posição por onde a partícula já esteve. \hat{g}^t é a melhor posição entre todas as posições onde as partículas da população já estiveram. R_1^t e R_2^t são coeficientes de aceleração que ajustam como as partículas irão acelerar em direção a nova posição. α_1 e α_2 são escalares escolhidos randomicamente a cada iteração, sendo responsáveis pela capacidade de exploração das partículas.

3. Estrutura Geral

O classificador Naive Bayes é um modelo pouco complexo de construir e particularmente útil para grandes volumes de dados. O modelo trabalha com a probabilidade de determinado evento ocorrer, dado a probabilidade de um outro evento já ocorrido.

Após um processo de pesquisa do PSO, um subconjunto de atributos é selecionado. A classificação do Naive Bayes é usada como a função de adequação para avaliar os subconjuntos de características. Depois de várias gerações de evoluções a partícula com a maior precisão de classificação é selecionada. [Li et al. 2014], chamaram este trabalho do PSO com o Naive Bayes de PSO-NB.

A codificação do PSO-NB, foi realizada com o auxílio da biblioteca scikit-learn [Pedregosa et al. 2011] para Python. Sobre a avaliação do desempenho do classificador gerado, foi utilizado a técnica de mineração de dados denominada de *Holdout* e a métrica de desempenho acurácia.

4. Resultados Parciais e Discussões

Para analisar o algoritmos abordados, foram utilizadas quatro bases de dados que contêm apenas atributos numéricos, são elas: *Wine*, *Sonar*, *Breast-Cancer* e *Ionosphere*, extraídas de *UCI Repository of Machine Learning Databases*¹.

Os experimentos foram realizados utilizando um enxame de 10 partículas, com 1000 gerações. O tamanho da partícula é igual o total de atributos de cada base de dados e a representação adotada é a binária.

PSO-NB

A redução de características utilizando o PSO-NB pode ser visualizada no gráfico da figura 2. A média de redução de dimensionalidade ficou por volta de 41.5%.

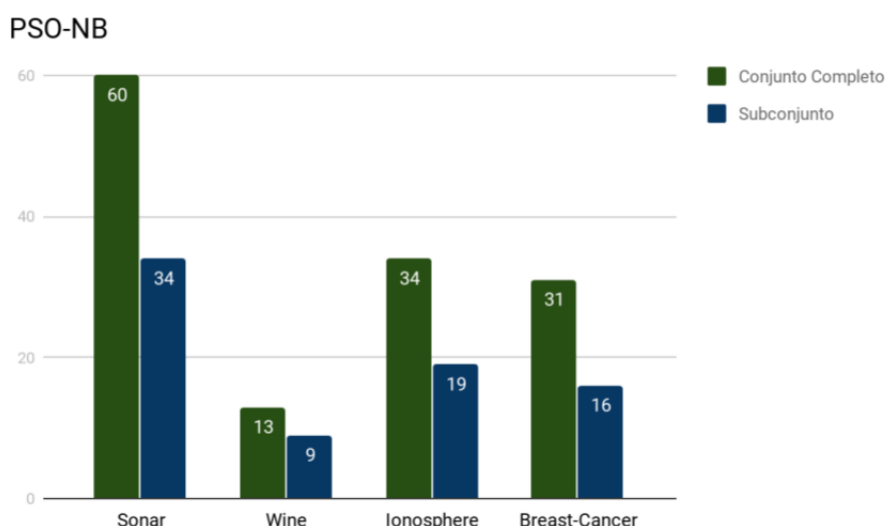


Figura 2. Redução de características com o PSO-NB.

Os resultados apresentados pelo PSO-NB foram bastantes interessantes. Como pode ser observado na tabela 1. A coluna referente ao conjunto completo é a verificação da acurácia utilizando o Naive Bayes para a base de dados completa (antes do PSO-NB). Note que todas as bases apresentaram um ganho significativo na taxa de predição após a utilização do algoritmo. Vale mencionar também que, mesmo utilizando o PSO com o Naive Bayes, a acurácia da Árvore Aleatória também apresentou significativo ganho.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento do presente trabalho, até o momento, possibilitou uma investigação de como o algoritmo de otimização por enxame de partículas atua na seleção de características sendo guiado por métodos *wrappers*. Com os experimentos realizados e os

¹<http://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>



Tabela 1. Algoritmo PSO-NB

Base de Dados	Conjunto Completo	Naive Bayes	Floresta Aleatória
Sonar	77.7%	90.4%	84.1%
Wine	100.0%	100.0%	98.1%
Ionosphere	89.6%	94.3%	96.2%
Breast-cancer	78.3%	97.0%	97.6%

resultados obtidos, é possível afirmar que, as técnicas de seleção de características proporcionam a construção de classificadores com um desempenho, em grande parte das vezes, superior em relação ao conjunto de características original. De forma que, o trabalho em questão, pode ser reproduzido com a utilização de bases de dados muito mais expressivas, com centenas ou até mesmo milhares de características existentes.

Referências

- Blum, A. L. and Langley, P. (1997). Selection of relevant features and examples in machine learning. *Artificial intelligence*, 97(1-2):245–271.
- Camilo, C. O. and Silva, J. C. d. (2009). Mineração de dados: Conceitos, tarefas, métodos e ferramentas. *Universidade Federal de Goiás (UFG)*, pages 1–29.
- Chandrashekar, G. and Sahin, F. (2014). A survey on feature selection methods. *Computers & Electrical Engineering*, 40(1):16–28.
- Joyce, J. (2003). Bayes' theorem.
- Kohavi, R. and John, G. H. (1997). Wrappers for feature subset selection. *Artificial intelligence*, 97(1-2):273–324.
- Li, J., Ding, L., and Li, B. (2014). A novel naive bayes classification algorithm based on particle swarm optimization. *The Open Automation and Control Systems Journal*, 6(1).
- Medeiros, J. (2005). Enxame de partículas como ferramenta de otimização em problemas complexos de engenharia nuclear. *Universidade Federal do Rio de Janeiro*.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., and Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12:2825–2830.
- Souza, B. F. d. (2005). *Seleção de características em SVMs aplicadas a dados de expressão gênica*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.



Seleção de Características via Otimização de Enxame por Competição (CSO)

Kleyson Morais¹, Felipe Reis¹,
Alexandre Rossini¹ e Rafael Lima¹

¹Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Palmas - Tocantins

{kleysonb, felipereis.m.b, arossini, rafael.lima}@uft.edu.br

***Resumo.** Intuitivamente, o senso comum acredita que quanto mais características disponíveis são utilizadas para a construção do classificador de indução, mais precisa e representativa será a expressão obtida do fenômeno abordado. No entanto, a prática sugere que trabalhar com uma quantidade reduzida de característica pode ser benéfico em diversos aspectos [Souza 2005]. Este estudo apresentará testes realizados em algumas bases de dados que sustentam esta posição.*

1. Introdução

No trabalho de [Kohavi and John 1997] sobre seleção de características, os autores apontam que principal problema da seleção de características é o de encontrar um subconjunto das características originais de um determinado conjunto de dados, de modo que um algoritmo de predição que é executado sob estes dados contenha apenas as características que gerem um classificador com a melhor taxa de avaliação possível. Reforçam também, que a seleção de características escolhe um conjunto de características existentes e não cria novas, ou seja, não há construção de características, mas sim exclusão de características irrelevantes.

Assim, este trabalho tem como finalidade investigar a utilização do método de busca de otimização de enxame por competição aplicado à técnicas de seleção de características. Sendo guiado pelo classificador Floresta Aleatória.

2. Principais Conceitos

Há várias definições divergentes na literatura de SC que buscam conceituar o que torna uma variável "relevante". O motivo dessa variedade é que geralmente depende da questão: "relevante para o quê?". O consenso, no entanto, é que diferentes definições podem ser mais apropriadas dependendo dos objetivos. Nessa perspectiva, a forma como os subconjuntos gerados serão avaliados é de extrema importância, visto que, optar por uma métrica inconsistente com o modelo de dados, pode levar à geração de um subconjunto aquém do esperado. [Motoda and Liu 2002] destacaram duas categorias de critérios de avaliação.

1. **Independente.** Os critérios independentes tentam avaliar o quão importante é uma característica ou um subconjunto de características, sem necessariamente aplicar algum algoritmo de aprendizagem de máquina na implementação. Geralmente verificando algum grau de similaridade entre as características, como por exemplo, o quão uniformes são duas características.



2. **Dependente.** Os critérios dependentes utilizam algoritmos de aprendizagem como estratégia de avaliação, assim cada vez que um novo subconjunto é gerado, ele é testado no algoritmo escolhido para que haja um mérito de avaliação em relação ao subconjunto de proposto.

2.1. Floresta Aleatória (*Random Forest*)

O algoritmo de floresta aleatória, ou *Random Forest*, foi proposto por [Breiman 2001] e trata-se de um classificador que faz uso de um conjunto de árvores de decisão construídas no momento de treinamento do método. Em outras palavras, uma floresta aleatória consiste em uma coleção de preditores de árvores, cada uma capaz de produzir uma resposta classificadora.

A resposta de cada árvore depende de um conjunto de características escolhidas de forma aleatória e com a mesma distribuição para todas as árvores na floresta, que é um subconjunto do conjunto de dados original. O tamanho ótimo do subconjunto de variáveis preditoras é dado por $\log_2(M + 1)$ onde M é o número de características [Breiman 2001].

Selecionar subconjuntos é uma abordagem de divisão e conquista usada para melhorar o desempenho. A principal abstração das florestas aleatórias está na criação de “aprendizes fracos”, que são as árvores individuais. A junção do conhecimento adquirido de várias árvores permite que haja um “aprendiz forte”, que no caso é a floresta. Assim, cada aprendiz fraco é utilizado para determinar a classe de uma instância, por meio de um mecanismo de votação. Cada árvore dá uma classificação, ou um voto para uma classe. A instância então, será classificada com a classe que recebeu o maior número de votos entre todas as árvores da floresta [Diniz et al. 2013].

2.2. Otimização de Enxame por Competição (CSO)

O CSO, foi proposto por [Cheng and Jin 2015] com o intuito de trabalhar com eficiência para otimização de larga escala [Gu et al. 2018]. No CSO, as partículas aprendem de competidores aleatoriamente selecionados. Em cada iteração, o enxame é aleatoriamente dividido em dois grupos e são realizadas competições em pares entre as partículas de cada grupo. Depois de cada competição, a partícula vencedora é passada diretamente para a próxima iteração, enquanto a perdedora irá atualizar sua posição e velocidade aprendendo com a partícula vencedora (Figura 2.2).

Matematicamente, essa proposta foi definida como [Gu et al. 2018]:

$$v_i^{t+1} = R_1^t v_i^t + R_2^t (x_w^t - x_i^t) + \Theta R_3^t (\bar{x}^t - x_i^t) \quad (1)$$

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad (2)$$

Onde, t é o contador de iteração, R_1^t , R_2^t e R_3^t são três valores gerados aleatoriamente no domínio de $[0, 1]$, x_w^t e x_i^t representam as posições da partícula vencedora e da perdedora, respectivamente, \bar{x}^t denota a posição média do enxame atual na iteração t , e Θ controla a influência de \bar{x}^t [Gu et al. 2018].

Formalmente, na resolução do problema de otimização trabalhada pelo CSO, um enxame S^t que contenha m partículas é inicializado aleatoriamente e iterativamente atualizado, onde m é o tamanho do enxame e t é o índice de geração [Cheng and Jin 2015].

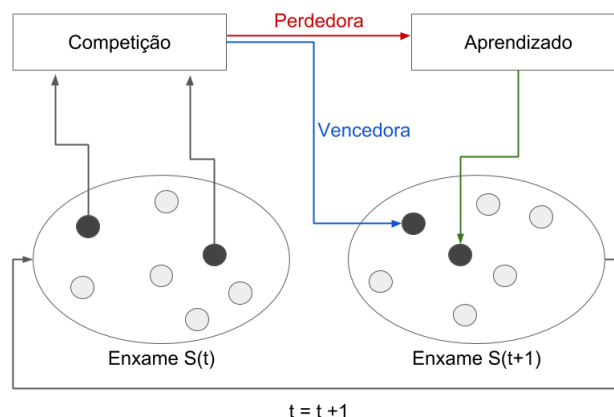


Figura 1. Modelo de aprendizagem das partículas no CSO. Figura adaptada [Cheng and Jin 2015].

Cada partícula possui uma posição n -dimensional, $x_i^t = \langle x_{i_1}^t, x_{i_2}^t, \dots, x_{i_n}^t \rangle$, representando uma possível solução para o problema, e um vetor de velocidade n -dimensional, $v_i^t = \langle v_{i_1}^t, v_{i_2}^t, \dots, v_{i_n}^t \rangle$. Em cada geração, as partículas p_i^t são alocadas aleatoriamente em pares $m/2$ (considerando um número par de partículas), e depois, uma competição é feita entre as duas partículas de cada par. Como resultado de cada competição, a partícula que possuir uma melhor aptidão, denominada de vencedora, será passada diretamente para a próxima geração do enxame, S^{t+1} , enquanto que a partícula perdedora, atualiza sua posição e velocidade aprendendo com a vencedora. Depois de realizada a aprendizagem, por parte da partícula perdedora, a mesma é passada para a próxima geração do enxame, S^{t+1} [Cheng and Jin 2015]. Em outras palavras, para um tamanho de enxame de m , $m/2$ competições ocorrem para que todas as m partículas participem da competição, para que a posição e a velocidade de $m/2$ partículas sejam atualizadas.

3. Estrutura Geral

O algoritmo de floresta aleatória (*Random Forest*) é conhecido por gerar preditores bastante eficientes. Este modelo elege a classe mais frequente entre as escolhas individuais de cada árvore. A seleção de características (do classificador) é feita no instante da construção do modelo de classificação.

[Idris et al. 2012] utilizaram uma estratégia semelhante para criar um sistema de previsão da taxa *churn* (desistência de um cliente a continuar utilizando algum serviço) em telecomunicações. Eles utilizaram o PSO para geração dos subconjuntos e avaliaram com a árvore aleatória. Os resultados apresentados pelos mesmos, demonstraram que os subconjuntos encontrados aumentaram a taxa de precisão do classificador.

A implementação do classificador é baseada no método *Bagging* [Breiman 2001]. Onde, para cada árvore gerada é utilizado um conjunto de treinamento diferente, composto por n instâncias de treinamento escolhidas aleatoriamente. A biblioteca para Python scikit-learn [Pedregosa et al. 2011] forneceu a implementação deste método, para a avaliação do desempenho do preditor construído foi utilizado a acurácia.

4. Resultados Parciais e Discussões

Para analisar o algoritmos abordados, foram utilizadas quatro bases de dados que contêm apenas atributos numéricos, são elas: *Wine*, *Sonar*, *Breast-Cancer* e *Ionosphere*, extraídas de *UCI Repository of Machine Learning Databases*¹.

Os experimentos foram realizados utilizando um enxame de 10 partículas, com 1000 gerações. O tamanho da partícula é igual o total de atributos de cada base de dados e a representação adotada é a binária.

4.1. CSO-RF

Os resultados da redução de dimensionalidade após a aplicação do método CSO-RF pode ser visto na figura 2. A média de remoção de características foi de 50,78%.

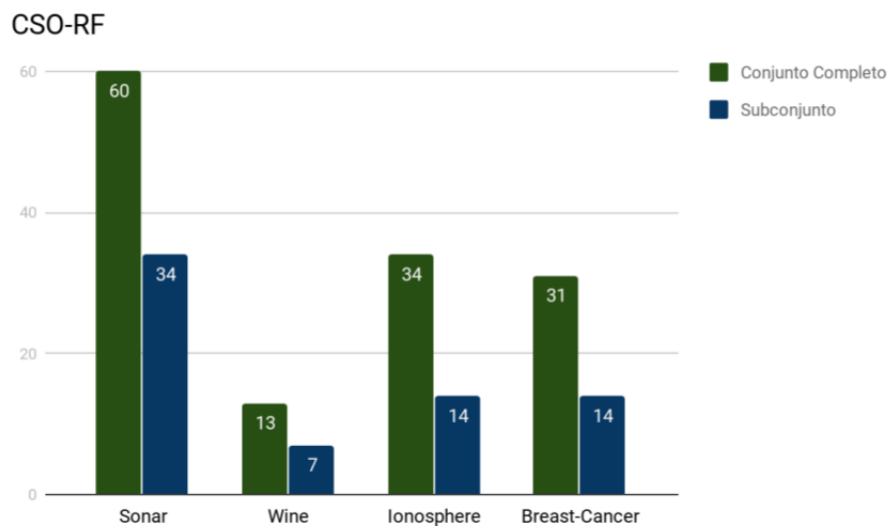


Figura 2. Redução de características com o CSO-NB.

Na tabela 1 estão descritos os resultados adquiridos a partir da execução do CSO-RF. A taxa do conjunto completo mencionada está em relação a acurácia aplicada à Floresta Aleatória. Veja que alguns dos resultados antes de aplicar o CSO-RF já possuíam uma acurácia relativamente alta, mesmo com isso, após a aplicação do algoritmo ainda houve ganho, tanto para os testes com Floresta Aleatória, quanto para o Naive Bayes.

Base de Dados	Tabela 1. Algoritmo CSO-RF		Naive Bayes
	Conjunto Completo	Floresta Aleatória	
Sonar	74,6%	92%	74,1%
Wine	96,2%	100%	98,1%
Ionosphere	94,3%	98,1%	76,4%
Breast-cancer	96,4%	99,4%	49,12%

¹<http://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>



5. Considerações Finais

O desenvolvimento do presente trabalho, até o momento, possibilitou uma investigação de como o algoritmo de otimização de enxame por competição atua na seleção de características sendo guiado por um classificador. Com os experimentos realizados e os resultados obtidos, é possível afirmar que, as técnicas de seleção de características proporcionam a construção de classificadores com um desempenho, em grande parte das vezes, superior em relação ao conjunto de características original. De forma que, o trabalho em questão, pode ser reproduzido com a utilização de bases de dados muito mais expressivas, com centenas ou até mesmo milhares de características existentes.

Referências

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1):5–32.
- Cheng, R. and Jin, Y. (2015). A competitive swarm optimizer for large scale optimization. *IEEE transactions on cybernetics*, 45(2):191–204.
- Diniz, F. A., Neto, F. M. M., Júnior, F. d. C. L., and Fontes, L. M. O. (2013). Redface: um sistema de reconhecimento facial baseado em técnicas de análise de componentes principais e autofaces. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 5(1):42–54.
- Gu, S., Cheng, R., and Jin, Y. (2018). Feature selection for high-dimensional classification using a competitive swarm optimizer. *Soft Computing*, 22(3):811–822.
- Idris, A., Rizwan, M., and Khan, A. (2012). Churn prediction in telecom using random forest and pso based data balancing in combination with various feature selection strategies. *Computers & Electrical Engineering*, 38(6):1808–1819.
- Kohavi, R. and John, G. H. (1997). Wrappers for feature subset selection. *Artificial intelligence*, 97(1-2):273–324.
- Motoda, H. and Liu, H. (2002). Feature selection, extraction and construction. *Communication of IICM (Institute of Information and Computing Machinery, Taiwan) Vol*, 5:67–72.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., and Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12:2825–2830.
- Souza, B. F. d. (2005). *Seleção de características em SVMs aplicadas a dados de expressão gênica*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.



Análise comparativa entre AG básico e NSGA-II usando função de *Rastrigin*

**Mateus Rosario¹, Matheus Almeida¹,
Wosley Arruda¹ e Rafael Lima¹**

¹Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Palmas - Tocantins

{mateus.rosario, matheus.almeida}@uft.edu.br

{wosleyarruda, rafael.lima}@uft.edu.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma análise comparativa entre duas implementações de algoritmos genéticos (AG). A primeira, chamada de AG básico, remete ao algoritmo genético binário padrão enquanto a segunda implementação diz respeito ao algoritmo genético NSGA-II, publicado mais recentemente. Para efeitos de comparação, foi utilizada a função de Rastrigin, que possui um mínimo global e muitos mínimos locais (vales). Os algoritmos foram executados 100 (cem) vezes. Pelo experimento, foi observado que em média, o NSGA-II chega à solução global com 50% a menos de gerações do que o AG básico.*

1. Introdução

De acordo com [Luke 2013], metaheurísticas são métodos que fazem parte de uma área chamada otimização estocástica. Algoritmos desta área empregam algum grau de aleatoriedade para encontrar uma solução otimizada. A classe de Algoritmos Genéticos é uma metaheurística que se utiliza de procedimentos de seleção natural e mutação inspirados na natureza para evoluir suas soluções de geração em geração. Neste processo de evolução, esperançosamente obtém-se, então, um caminho para a solução otimizada.

O Algoritmo genético foi desenvolvido por John Holland [Holland 1975] e seus colegas da Universidade de Michigan. Tinha como objetivo dois estágios, sendo, abstrair e explicar de forma rigorosa o processo adaptativo de um sistema natural, projetar um software de Inteligência Artificial que simulasse o sistema natural. De acordo com [Goldberg 2007], os AGs podem ser classificados da seguinte forma:

- Os AGs que trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros, não com os próprios parâmetros;
- Os AGs que buscam por uma população de pontos, não um único ponto.
- Os AGs que usa a informação de avaliações, não informações derivadas ou auxiliares.
- Os AGs que usam regras probabilísticas e não regras determinísticas.

O algoritmo genético passou por atualizações, sendo propostos novas adequações no intuito de aumentar a robustez e em geral, tentando minimizar o processo de busca de soluções ótimas. Este trabalho tem por objetivo comparar uma versão do algoritmo



genético básico e uma versão propsta mais recentemente chamado *Non-dominated Sorting Genetic Algoritmo II* (NSGA-II). Como meio de comparação, optou-se por utilizar a função de *Rastrigin* (vide seção 4) pois possui vários ótimos locais e um ótimo global.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o que foi definido aqui como algoritmo genético básico, elucidando seus operadores e representação da população. Em seguida, na Seção 3, o algoritmo NSGA-II é apresentado, mostrando as principais mudanças propostas por este algoritmo. Na Seção 4 são apresentadas as ferramentas, métricas e a função objetivo utilizada para as comparações. Por conseguinte, na Seção 6 são apresentados os resultados dos testes implementados.

2. Algoritmo Genético Básico

O AG é um algoritmo bastante conhecido, porém possui muitas variações. Entretanto, pode-se considerar que um algoritmo genético básico incluirá os seguintes passos :

1. Geração de população
2. Avaliação dos indivíduos
3. Seleção dos indivíduos para a etapa dos operadores
4. Aplica-se os operadores (combinação e mutação)
5. Produção de uma nova geração de indivíduos interessantes ao problema
6. Caso o critério de parada não seja satisfeito, retorne ao item 2.

Desta forma, define-se o algoritmo genético básico, para fins de discussão, o AG que tenha as seguintes propriedades:

- Usa a representação binária para seus indivíduos;
- O operador de seleção é por torneio (puramente elitista)
- O cruzamento utilizado é o de dois pontos em ponto fixo (1/3) do tamanho do gene;
- Mutação sob probabilidade, onde um gene e escolhido aleatoriamente e troca-se seu valor.

Portanto, uma vez definido o algoritmo genético básico, a próxima seção explica o algoritmo NSGA-II.

3. Non-dominating Sorting Genetic Algorithm-II

O NSGA-II trabalha com conceito de dominância para problemas multiobjetivos. A dominância é uma relação que alguns indivíduos podem ter sobre outros. A mesma existe quando um indivíduo possui alguma de suas avaliações melhor que alguma de outro, porém, este não pode possuir nenhuma avaliação pior que a do outro (quando se trata de multi-objetivo).

O NSGA-II tem sua diferença em relação ao AG básico, nos operadores que utiliza para selecionar os indivíduos que sofrerão cruzamento e mutação. Estes operadores possuem três processos principais, sendo o primeiro, ordenar todos os indivíduos por dominância. Em seguida, os indivíduos não dominados por nenhum outro, serão separados para o primeiro “front 1”. Assim, aqueles que antes eram dominados por estes que foram separados, não são mais, e então os indivíduos não dominados atualmente são separados para o segundo “front 2”, e assim por diante até o enésimo “front n ”, onde todos os indivíduos estão em algum “front”.

Mas diferente de AG's totalmente elitistas, esta separação em “*fronts*” não é para escolher os melhores indivíduos, e sim para garantir que haverá bons indivíduos desta geração passando suas características para a próxima. Então, para de fato selecionar os indivíduos que serão escolhidos, é utilizado um operador que foi chamado de ‘*crowding-distance*’ [Deb et al. 2002] [Marinho 2009].

O ‘*crowding-distance*’ trabalha a partir da distancia (diferença) entre um indivíduo, e um ponto central entre os indivíduos do ‘*front*’. Assim, evita que os indivíduos acabem convergindo para mesma solução, ou seja, este operador garante diversidade na próxima geração. Assim, o NSGA-II procura por possibilidades diferentes e não limita a uma mesma região da área de pesquisa.

4. Metodologia

De posse do conhecimento dos algoritmos estudados, para avaliar seus respectivos desempenhos optou-se pela função de *Rastrigin* como *benchmark*. A escolha se deu em razão de ser uma função do tipo não convexa usada como um problema de teste de desempenho para algoritmos de otimização. Esta função, mostrada na equação 1, foi proposta inicialmente por *Rastrigin* [Rastrigin 1974] como uma função bidimensional. Ou seja, encontrar o mínimo global dessa função é considerado difícil pois ela possui vários mínimos locais onde os algoritmos de busca por gradiente poderiam ficar presos. A figura 1 mostra um plot da referida função.

$$f(x) = An - \sum_{i=1}^n [x_i^2 - A \cos(2\pi x_i)] \quad (1)$$

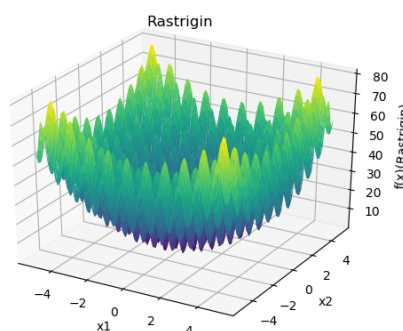


Figura 1. Função *rastrigin* com duas variáveis em 3d. Fonte : Gráfico gerado com a biblioteca *matplotlib*.

Nos testes executados, os genes são representados por strings de 48 bits. Por simplicidade, optou-se o tamanho do vetor bidimensional, ou seja, 24 bits para cada variável do espaço de busca. Estes 24 bits são amostrados para a faixa de valores de $\pm 5, 12$.

Com a finalidade de otimizar a manipulação dos códigos, foi escolhida a linguagem de programação *python* juntamente com as bibliotecas *numpy* e *matplotlib*

para geração dos gráficos. Além disso, recorreu-se ao framework para algoritmos evolutivos chamado *Distributed Evolutionary Algorithms in Python - DEAP*. A *DEAP* permite a rápida prototipação de algoritmos evolutivos em Python.

5. Resultados e Discussões

Nesta Seção serão apresentados os resultados obtidos a partir das simulações e execuções dos algoritmos descritos nas Seções 2 e 3. Os parâmetros de entrada dos algoritmos são: o limite de gerações, que foi estipulado no máximo 250 gerações para satisfazer o critério de parada, a população inicial que foi atribuída o valor de 100 indivíduos e o critério de parada foi utilizado o valor ≤ 0.001 .

Cada algoritmo foi executado por 100 vezes. Para efeitos de comparação, a média, desvio padrão e variância foram registrados para duas medidas observadas: a) o número de gerações até alcançar o critério de parada; e b) o valor da melhor solução alcançada pelos processos. A Figura 2 apresenta um resumo dos resultados.

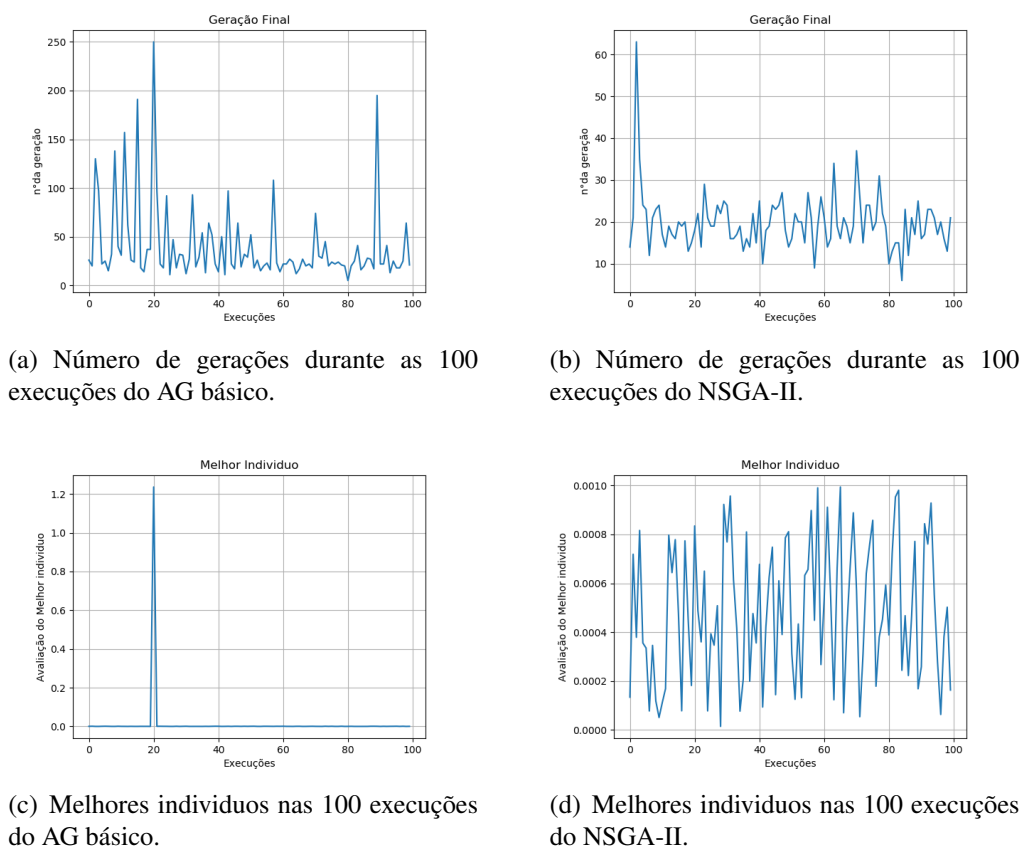


Figura 2. Resumo dos resultados alcançados.

As Figuras 2(a) e 2(b) mostram, respectivamente, o número de gerações utilizadas pelo GA básico e pelo NSGA-II. Pelo que se percebe nos gráficos, o GA básico gastou muito mais gerações para alcançar o critério de parada do que o NSGA-II. Estes dados refletem na média de gerações com uma variância muito maior no AG Básico do que no NSGA-II (conforme exibido na Tabela 1). Os melhores indivíduos nas 100 execuções



estão plotados nas figuras Figuras 2(c) e 2(d). Pela Tabela 1, percebe-se que em média o NSGA-II ficou muito mais próximo da solução global 0 (zero) com uma variância e desvio-padrão muito menor do que o GA básico.

Alg.	Número de gerações			Melhor solução		
	<i>média</i>	<i>var</i>	<i>d. padrão</i>	<i>média</i>	<i>var</i>	<i>d. padrão</i>
AG Básico	39.97	3.98	1.99	0.0127	1.38e-06	0.0011
NSGA-II	19.86	0.012	0.114	0.0004	1.01e-09	3.18e-05

Tabela 1. Apresentando a média entre as gerações finais e os melhores indivíduos das execuções.

6. Conclusão

Este artigo apresentou a avaliação de duas implementações de Algoritmos Genéticos, um algoritmo genético básico (definido na seção 2) e o NSGA-II (apresentado na seção 3). Para avaliar os dois algoritmos, foi utilizada a função de Rastringin, que possui vários ótimos locais e um ótimo global na posição 0 (zero) de todas as variáveis envolvidas na função. Embora o NSGA-II tenha sua base no AG básico e seus operadores tradicionais, cada uma destas implementações possuem diferenças em suas execuções, este possui um operador de seleção que consiste em espalhar a área de busca. Pelo exposto, foi possível perceber que o NSGA-II usou bem menos gerações para alcançar o critério de parada, aproximadamente metade do número de gerações do que o AG básico. Como trabalhos futuros, pretende-se avaliar os algoritmos em um conjunto maior de benchmarks.

Referências

- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., and Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: Nsga-ii. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2):182–197.
- Goldberg, D. E. (2007). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*, volume 1. the University of Michigan. 412 pages.
- Holland, J. (1975). A daptation i n n atural and a rtifi-c ial sy stems. the university of m ichigan p ress. *Ann Arbour*.
- Luke, S. (2013). *Essentials of Metaheuristics*. Lulu, second edition.
- Marinho, D. (2009). Uma aplicação do algoritmo genético multiobjetivo nsga ii para seleção de imagens de satélite de trechos de mata atlântica. *Universidade de Pernambuco-Departamento de Sistemas e Computação*, pages 10–22.
- Rastrigin, L. A. (1974). Systems of extremal control. *Nauka*.

Avaliação dos algoritmos A* e Genético na resolução do 8 Puzzle

Suayder Milhomem Costa¹, Thiago Castanheira Retes¹, Glenda Michele Botelho¹

¹Ciência da Computação - Universidade Federal do Tocantins (UFT)

suayder@uft.edu.br, thiagoretetes@uft.edu.br, glendabotelho@uft.edu.br

Resumo. Este trabalho apresenta uma resolução do problema 8 puzzle 3x3 através do algoritmo A* e do Algoritmo Genético, os quais são bastante utilizados e referenciados na literatura para resolução de problemas de busca. Foi feito um comparativo entre estes dois algoritmos considerando o desempenho e a qualidade da resposta, o que permitiu concluir qual o mais adequado para a aplicação proposta.

1. Introdução

O estudo de métodos heurísticos e meta-heurísticos para a computação faz-se necessário devido sua alta contribuição na resolução de problemas que envolvem busca. A palavra heurística se atrela ao significado de algo sem precedência, ou seja, a partir daí o objetivo é fazer descobertas. Em algoritmos a pesquisa por heurística é uma pesquisa realizada por meio da quantificação de proximidade a um determinado objetivo. Pearl [Pearl 1984] diz que elas representam estratégias que usam informações prontamente acessíveis para controlar processos de solução de problemas como, por exemplo, o 8 puzzle.

Russel[Russell and Norvig 2016] definiu o 8 *puzzle* como uma área dividida em uma grade 3 por 3. Em cada quadrado há um valor (normalmente numérico) de modo que cada bloco possa ser identificado de forma exclusiva e um desses quadrados corresponde a um espaço vazio, assim um ladrilho que fica ao lado do quadrado vazio da grade pode ser movido para o espaço vazio, deixando sua posição anterior vazia por sua vez. O objetivo do quebra-cabeça é obter uma configuração, normalmente ordenada, deslizando os blocos individuais pela grade, conforme descrito. A figura 1 ilustra o jogo visualmente e também mostra um exemplo de estado objetivo.

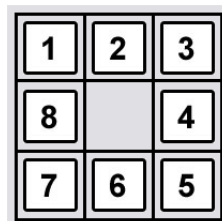


Figura 1. 8 puzzle.

Resolver o 8 *puzzle* é desafiador pois exige o estudo de um método que otimize o seu processamento e encontre a melhor solução. Dentre estes métodos foram escolhidos dois algoritmos para serem analisados, considerando o desempenho e a qualidade



de resposta. O primeiro, A* foi escolhido por ser um algoritmo que é comumente utilizado para problemas de encontrar o melhor caminho, que foi o seu propósito de criação [Hart et al. 1968]. Também foi escolhido Algoritmo Genético (AG) visto que, nos últimos anos, houve uma ampla interação entre os pesquisadores, os quais estudaram várias abordagens de AG e mostraram resultados relevantes [Mitchell 1998].

2. Metodologia

Nas subseções a seguir será apresentado a particularidade de funcionamento de cada algoritmo utilizado, bem como a modelagem para o problema *8 puzzle*.

2.1. Algoritmo A*

A* é um algoritmo de busca em grafos que pesquisa pelo melhor caminho de um dado nó até um nó objetivo. O processo de traçar um caminho eficientemente direcionado entre múltiplos nós bastante utilizado devido ao seu desempenho e precisão. Em cada iteração de sua *loop* principal, A* precisa determinar quais de seus caminhos parciais serão expandidos em um ou mais caminhos mais longos. Isso é feito com base em uma estimativa do custo (peso total) para chegar ao nó objetivo. Especificamente, A* seleciona o caminho que minimiza a seguinte equação:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

onde n é o último nó no caminho, $g(n)$ é o custo do caminho do nó inicial para n e $h(n)$ é uma heurística que estima o custo do caminho mais barato de n para o objetivo. A heurística é específica do problema. Para que o algoritmo encontre o caminho mais curto real, a função heurística deve ser admissível, o que significa que ela nunca superestima o custo real para chegar ao nó objetivo mais próximo.

A função $g(n)$ para o *8 puzzle* foi definida como o tamanho do caminho percorrido do nó inicial até o nó n , ou seja, a quantidade de movimentos que foram realizados. E a função $h(n)$ foi dada pela heurística de Manhattan [Shekhar et al. 2017], que consiste em calcular a distância entre dois pontos em uma grade com base em um caminho estritamente horizontal e/ou vertical, a escolha dá-se pelo fato desta ser uma heurística admissível [Russell and Norvig 2016] para o problema, ou seja, o custo estimado para atingir a meta não é maior do que o menor custo possível. A equação 2 calcula o valor da heurística para a grade 3x3, nesta equação zero é o valor objetivo.

$$h(n) = \sum_{i=1}^8 (|x_i(n) - \bar{x}_i| + |y_i(n) - \bar{y}_i|) \quad (2)$$

Na equação 2, $h(n)$ é a heurística de Manhattan do tabuleiro no estado atual n , $x_i(n)$ e $y_i(n)$ são as coordenadas x e y do ladrilho i no estado n e, por fim, \bar{x}_i e \bar{y}_i são respectivamente as coordenadas x e y do bloco i no estado objetivo.

2.2. Algoritmo Genético

Algoritmo Genético é uma técnica de otimização baseada em pesquisa fundamentada nos princípios da Genética e Seleção Natural [Goldberg and Holland 1988]. É frequentemente usado para encontrar soluções ótimas ou quase ótimas para problemas difíceis, que de

outra forma levariam uma vida inteira para serem resolvidos. É frequentemente usado para resolver problemas de otimização, em pesquisa e em aprendizado de máquina.

Em AGs, temos uma população de possíveis soluções para o problema em questão. Estas soluções sofrem recombinação e mutação (como na genética natural), produzindo novos filhos, e o processo é repetido ao longo de várias gerações. Cada indivíduo (ou solução candidata) recebe um valor de aptidão (com base em seu valor de função objetivo) e os indivíduos aptos têm maior chance de acasalar e produzir indivíduos mais “aptos”. Isto está de acordo com a Teoria Darwiniana da Sobrevivência do Mais Apto.

Um Algoritmo Genético parte do princípio que se dispõe de uma população inicial, a qual corresponde a um conjunto com várias soluções no espaço de busca do problema e cada solução desta corresponde a um cromossomo, o qual é uma estrutura de dados que armazena menores partes que quando somadas compõem a solução. A figura 2 ilustra o funcionamento de um algoritmo genético.

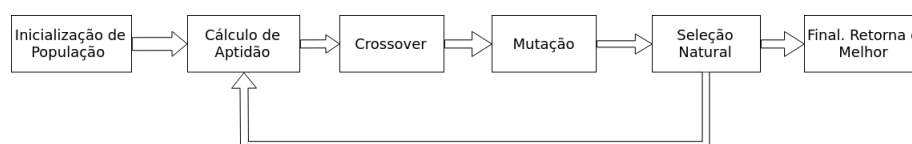


Figura 2. Diagrama de funcionamento de um AG.

A modelagem de um AG para o *8 puzzle* depende do fato de como se deseja obter a resposta, ou seja, pode-se considerar apenas a melhor resposta (a matriz com a melhor resposta encontrada pelo algoritmo) ou pode-se procurar pelo melhor caminho até chegar na resposta ou próximo a resposta, dentre outras. Para comparar com o algoritmo A* foi escolhido abordar o caminho até chegar na solução. Sendo assim, a modelagem do cromossomo é feita considerando que cada cromossomo é uma lista com os movimentos feitos pela solução correspondente. O *crossover* mistura os movimentos de dois cromossomos para poder obter um melhor. Na mutação, um indivíduo pode ter até três dos seus movimentos alterados, esta quantidade e os próprios movimentos são randomizados.

3. Resultados

Nos AG não há uma fórmula exata de como modelá-lo e implementá-lo. Com isso, os resultados dependem do problema a ser resolvido e dos parâmetros que devem ser escolhidos para os cálculos como, por exemplo, os parâmetros do cálculo do valor de aptidão são dependentes de como os cromossomos são modelados e de como deseja-se obter a resposta final do AG. Devido a isso, para o algoritmo genético foram feitos experimentos em busca de melhores valores. Os experimentos consideram a quantidade de indivíduos na população inicial, e o parâmetro de multiplicação do valor *fitness*, que terá a função de dar pesos a variáveis como o tamanho do cromossomo, que automaticamente influencia no caminho dado pela resposta.

As tabelas 1 e 2 representam, respectivamente, os resultados retornados pelo algoritmo genético com base na população iniciando em 50 e 100 indivíduos. Os resultados relacionam o tempo de resposta com o número de gerações necessárias para obter a resposta e a quantidade de movimentos que deveriam ser feitos pelo puzzle para chegar à resposta. Em cada tabela há uma enumeração na primeira coluna, que representa os 5 tabuleiros (figura 3) diferentes que foram testados com o algoritmo.



4	1	6
3	8	5
2	7	

Tabuleiro 1

8	6	2
	7	5
4	1	3

Tabuleiro 2

8	1	7
3	4	2
6		5

Tabuleiro 3

6		3
8	7	2
5	4	1

Tabuleiro 4

3		5
6	8	2
1	4	7

Tabuleiro 5

Figura 3. Tabuleiros utilizados nos experimentos.

Tabela 1. População inicial com 50 indivíduos.

Tabuleiro	Tempo (s)	Nº de Gerações	Qtd. de Movimentos
1	0.131889	141	1662
2	0.075144	90	1484
3	0.030239	22	961
4	1.59105	1917	347
5	0.107706	222	248

Tabela 2. População inicial com 100 indivíduos.

Tabuleiro	Tempo (s)	Nº de Gerações	Qtd. de Movimentos
1	0.33065	128	627
2	0.145571	54	783
3	0.1455	41	410
4	0.460822	180	229
5	0.062723	30	83

Tabela 3. Resultado A* para as mesmas matrizes.

Tabuleiro	Tempo (s)	Qtd. de Movimentos
1	0.228001	26
2	0.005001	20
3	0.013000	21
4	0.004000	16
5	0.000999	16

Quando visualizadas as tabelas que ilustram o resultado do algoritmo genético é possível observar a relação do quanto a escolha correta da quantidade de indivíduos na população inicial é importante, quanto maior este número menos gerações são necessárias para que o algoritmo chegue ao resultado, entretanto o algoritmo tende a levar mais tempo devido ao aumento de processamento computacional em cada geração. A tabela 3 mostra os resultados obtidos pelo algoritmo A*. O A*, por sua vez, sempre chega ao resultado pelo caminho mais rápido devido a heurística de Manhattan ser ótima para este problema. A figura 4 apresenta um gráfico que ilustra a relação da quantidade de movimentos dos dois algoritmos analisados. E a figura 5 ilustra o gráfico de comparação do tempo de execução de cada algoritmo para resolver o problema. Em ambos os algoritmos, de modo geral, vê-se melhor desempenho no A*, no algoritmo genético a quantidade de movimentos realizada para obter a solução é bem maior que a quantidade necessária para o A*, o qual também apresenta tempo de execução menor.

4. Conclusões

No trabalho apresentado foi feita uma análise dos algoritmos A* e Genético considerando o desempenho para resolver o δ puzzle. Os resultados mostram que o algoritmo genético não é adequado quando o foco é o caminho que deve ser percorrido para chegar ao objetivo, pois apresentou tempo de processamento muito maior quando comparado ao A*. O algoritmo A* apresentou performance bastante satisfatória e resultados ótimos para o

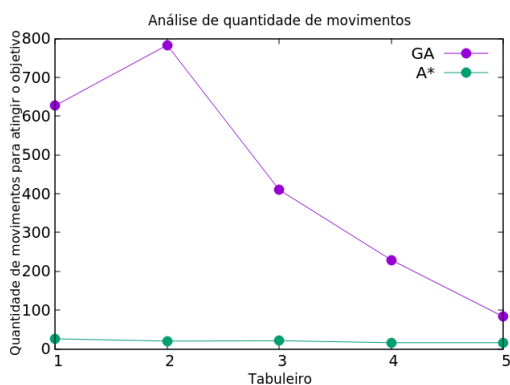


Figura 4. Comparação por quantidade de movimentos para atingir o objetivo em cada tabuleiro.

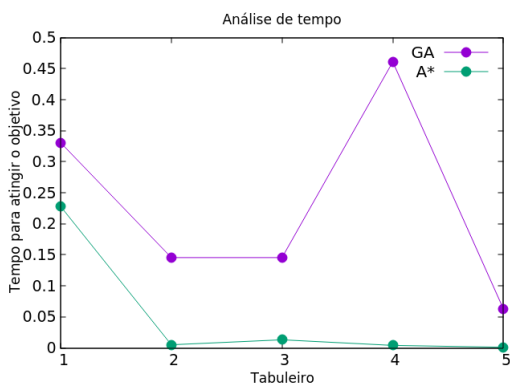


Figura 5. Comparação de tempo de resposta dos algoritmos em cada tabuleiro.

problema do 8 *puzzle*, isto é, o resultado entregue pelo A* corresponde sempre a menor quantidade de movimentos possíveis, visto que a heurística utilizada é ótima e, portanto, sempre apresentará o melhor resultado.

Referências

- Goldberg, D. E. and Holland, J. H. (1988). Genetic algorithms and machine learning. *Machine learning*, 3(2):95–99.
- Hart, P. E., Nilsson, N. J., and Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2):100–107.
- Mitchell, M. (1998). *An introduction to genetic algorithms*. MIT press.
- Pearl, J. (1984). *Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA.
- Russell, S. J. and Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia; Pearson Education Limited,.
- Shekhar, S., Xiong, H., and Zhou, X., editors (2017). *Manhattan Distance*, pages 1159–1159. Springer International Publishing, Cham.



Otimização de hiperparâmetros do algoritmo CART via Algoritmos Genéticos

Felipe Reis¹, Kleyson Morais¹
Glenda Botelho¹ e Rafael Lima¹

¹Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Palmas - Tocantins

{felipereis.m.b, kleysonb}@uft.edu.br

{glendabotelho, rafael.lima}@uft.edu.br

Resumo. *O presente trabalho apresenta a aplicação do algoritmo genético Fluid Genetic Algorithm para otimização de hiperparâmetros do algoritmo CART (árvore de decisão). Utilizou-se como função fitness os valores do tamanho final da árvore e a acurácia na tarefa de classificação. O algoritmo foi avaliado em quatro bases de dados da literatura e apresentou melhora em todos os casos apresentados.*

1. Introdução

Algoritmos de classificação em Aprendizado de Máquina, geralmente, possuem parâmetros cujos valores são encontrados empiricamente pelo desenvolvedor. Chamada de etapa de ajuste de parâmetros, esses valores influenciam diretamente no processo de aquisição, podendo gerar modelos diferentes [Rossi 2009]. Com isso, se faz necessário a aplicação de técnicas de otimização para encontrar parâmetros que potencializem a ação do algoritmo.

Neste artigo, optou-se por otimizar os parâmetros do algoritmo CART para criação de árvores de decisão. Esse algoritmo tem parâmetros que são configurados antes da fase de conhecimento da base de dados, com isso, a árvore gerada pode ser diferente de acordo com os valores adotados para o seus parâmetros. Diante disto, este trabalho tem como principal objetivo avaliar a aplicação do *Fluid Genetic Algorithm* (FGA) para otimização da etapa de configuração dos hiperparâmetros de algoritmos de árvore de decisão *Classification and Regression Trees* (CART).

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o algoritmo de otimização escolhido. As ferramentas utilizadas, os parâmetros que compõem o modelo do cromossomo, além das bases de dados para avaliação são discutidos na Seção 3. Os resultados são apresentados na Seção 4 e as conclusões reunidas na Seção 5.

2. Fluid Genetic Algorithm (FGA)

Neste artigo, [Jafari-Marandi and Smith 2017] apresentam um AG modificado e melhorado, denominado *Fluid Genetic Algorithm* - FGA. De acordo com os autores, em relação ao AG padrão, o FGA possui uma melhor taxa de sucesso, melhor controle de convergência e também pode ser aplicado a uma gama mais ampla de problemas, incluindo problemas multiobjetivo e multinível.



O algoritmo FGA possui duas grandes diferenças em relação ao AG padrão, a primeira diferença está na representação do cromossomo e indivíduos (sendo entidades diferentes no FGA), com isso os autores afirmam que, biologicamente, o FGA está mais próximo da realidade do que acontece no mundo genético, onde cada cromossomo pode ter muitos indivíduos diferentes associados a ele. Assim, no FGA um indivíduo é associado aleatoriamente a um cromossomo, atribuído pela função *born-an-individual*. A segunda diferença é que nessa nova proposta de AG não é necessário o operador mutação, pois, o algoritmo fornece uma diversidade populacional inteligente.

3. Metodologia

Como base do estudo, utilizou-se técnicas de inteligência artificial, tais como, aprendizado de máquina, computação evolucionária englobando algoritmos genéticos e algumas variações. Para desenvolvimento do trabalho foram selecionadas algumas ferramentas, descritas a seguir.

3.1. Ferramentas

Python é uma linguagem de programação poderosa, ele possui estruturas de dados eficientes de alto nível e uma abordagem simples, mas eficaz, para programação orientada a objetos. O interpretador Python e a extensa biblioteca padrão estão disponíveis gratuitamente em formato fonte ou binário para todas as principais plataformas no site da Web em Python¹, e podem ser distribuídos gratuitamente [Python Software Foundation 2018]. Todos os códigos desenvolvidos nesse trabalho foram realizados com a linguagem Python de programação.

scikit-learn é uma biblioteca de aprendizado de máquina de código aberto para a linguagem de programação Python, seu desenvolvimento é projetado para interagir com as bibliotecas Python numérica *NumPy* e científica *SciPy* [Sklearn 2018].

Como dito anteriormente, é uma biblioteca de ML poderosa, ela inclui vários algoritmos de classificação, regressão e agrupamento incluindo máquinas de vetores de suporte, *Random Forest*, *Gradient Boosting*, *k-means*, *Decision Tree*. Esta última classe de algoritmos foi adotada como algoritmo de classificação no desenvolvimento deste trabalho.

3.2. Desenvolvimento e avaliação

O propósito principal é utilizar o algoritmo genético FGA como estratégia de otimização dos hiperparâmetros do algoritmo CART. Com isso, como descrito sobre o FGA na seção 2, o algoritmo possui uma abordagem diferente dos AG's comuns, onde sua representação cromossomial e a atribuição da função *born-an-individual* são os pontos de mudança e requerem uma manipulação específica para as mesmas, assim, o FGA precisou ser adaptado.

Foi utilizado o cromossomo na representação binária, tendo o indivíduo discriminado entre os hiperparâmetros selecionados. O cromossomo ficou assim representado, (0 0 000000 00000000 00000000 000 0), onde campo de busca e cada parte do indivíduo serão descritos da seguinte maneira:

¹<https://www.python.org/>

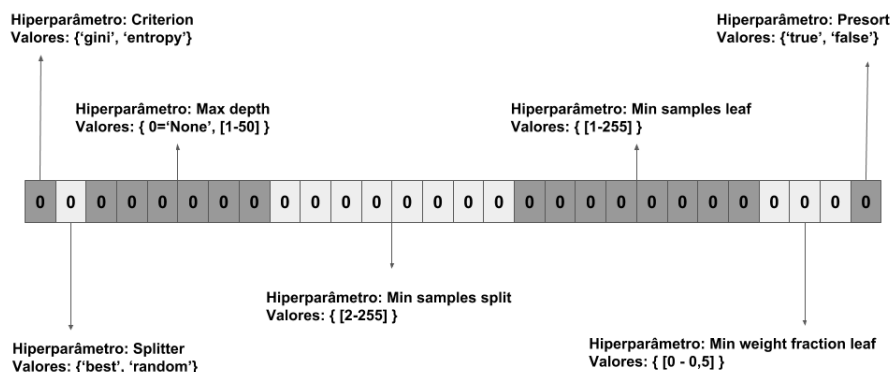


Figura 1. Detalhamento de cada gene do cromossomo, resultando na divisão dos hiperparâmetros

Quando utilizado um classificador, é possível medir e quantificar a taxa de acerto, essa medida é atribuída por uma métrica de avaliação. Além disso, um algoritmo de árvore decisão possibilita reduzir o tamanho da árvore final gerada. Nesse contexto, tendo como foco desse trabalho a configuração automática dos hiperparâmetros do algoritmo CART, depara-se com um problema de otimização multi-objetivo, onde é possível reduzir o tamanho da árvore final gerada e aumentar o resultado obtido na avaliação.

Com isso, para cálculo do *fitness* do algoritmo FGA, utilizando o tamanho da árvore e a acurácia obtida, é preciso diminuir o tamanho e aumentar a acurácia, assim, escolheu-se maximizar o valor obtido pelo tamanho, e a formula usada foi descrita pela seguinte equação:

$$fitness = \left(\frac{1}{tamanho} \right) + acurácia \quad (1)$$

Dessa forma, foi aplicado o algoritmo genético FGA ao algoritmo CART. A avaliação será feita comparando os resultados obtidos pela otimização em relação do uso do algoritmo CART com seus valores padrão.

4. Resultados e discussões

Utilizou-se o algoritmo FGA para otimizar da etapa de configuração de parâmetros do algoritmo de ML CART. Para realização dos testes e comparação dos resultados foi utilizado as bases de dados *Stell Plates*, *Wine*, *Breast Cancer* e *Iris*. Os parâmetros do FGA são os descritos na Tabela 1.

As Figuras 2 e 3, resumem os resultados obtidos utilizando o algoritmo FGA para configurar os parâmetros do algoritmo CART, aplicando-o nas 4 base de dados selecionadas. A abordagem adotada foi árvore de decisão, assim, é possível realizar otimização multiobjetivo, pois como fora dito anteriormente tem-se o foco de otimização, tanto do resultado obtido pela métrica de avaliação, quanto pelo tamanho da árvore gerada.

Tabela 1. Descrição dos parâmetros utilizados no desenvolvimento do algoritmo FGA

Variáveis	Valores
Taxa de aprendizado global : N_g	0.1
Taxa de aprendizado individual : N_i	0.1
Taxa de diversidade : N_{dr}	0
População Inicial	100

Durante a realização dos testes, verificou-se que o FGA estabiliza entre 40 e 50 gerações, com isso, adotou-se para o critério de parada o valor de 50 gerações. E como métrica de avaliação foi escolhido a acurácia.

A Figura 2 descreve a taxa de acerto do uso do FGA utilizando a métrica de avaliação acurácia. É possível notar que os resultados obtidos foram melhores, comparado com o algoritmo CART com seus valores padrões. Por exemplo, a base de dados Iris já possuía uma acurácia relativamente alta, porém, o FGA conseguiu melhorar essa avaliação.

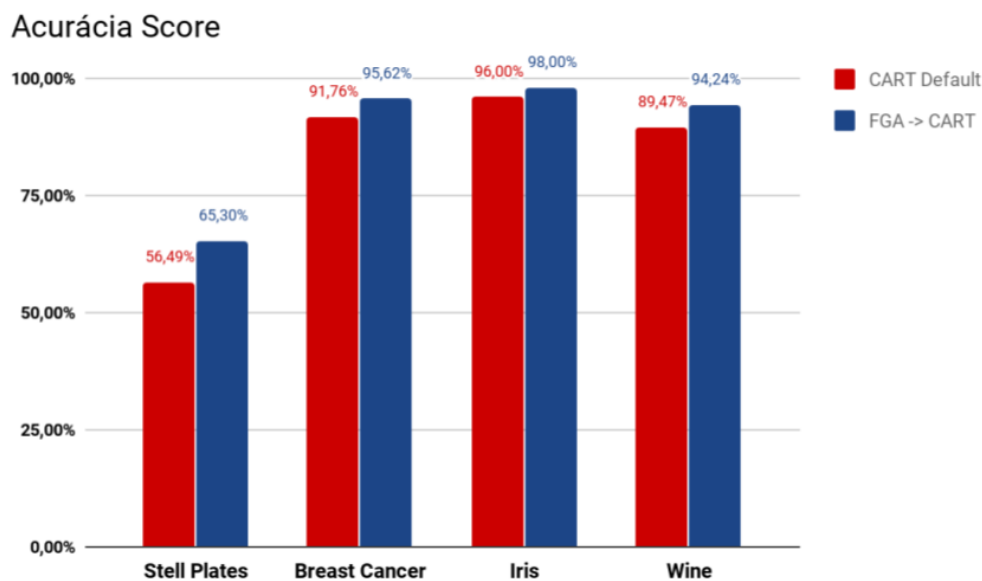


Figura 2. Comparação da métrica de avaliação Acurácia, entre os resultados obtidos pelo uso do algoritmo FGA e o algoritmo CART com seus valores *default*, aplicados nas 4 bases de dados selecionadas.

A Figura 3 descreve o tamanho da árvore final gerada. O uso do algoritmo FGA foi suficiente em todas as bases de dados, exceto com a *Wine*, onde obteve-se um tamanho final maior que o algoritmo executado com os valores padrões. É possível ressaltar que, a aplicação na base *Stell plates* foi bem significativa, onde o tamanho final foi reduzido de 603 para 27, obtendo um bom desempenho.

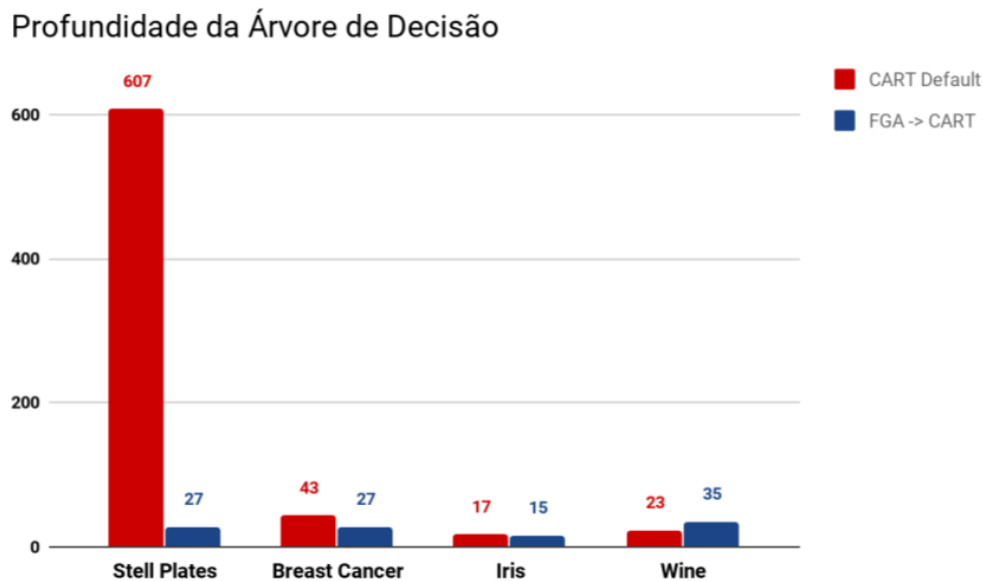


Figura 3. Comparação tamanho da árvore gerada, entre os resultados obtidos pelo uso do algoritmo FGA e o algoritmo CART com seus valores *default*, aplicado-os nas 4 base de dados selecionadas.

5. Conclusão

Este artigo abordou o problema de otimização de hiperparâmetros em um algoritmo de geração de árvore de decisão chamado CART. Como otimizador, foi escolhido o *Fluid Genetic Algorithm* o que permitiu melhoras significativas no tamanho e na acurácia, quando comparados com parâmetros padrão do algoritmo. A solução proposta foi avaliada em quatro bases de dados da literatura e os resultados se mostraram promissores. Como apontamentos futuros pretende-se investigar sobre hiperparâmetros otimizados empiricamente por especialistas e realizar uma comparação com os otimizados pelo processo aqui apresentado.

Referências

- Jafari-Marandi, R. and Smith, B. K. (2017). Fluid genetic algorithm (fga). *Journal of Computational Design and Engineering*, 4(2):158 – 167.
- Python Software Foundation, P. (2018). Python 3.6.5 documentation. <https://docs.python.org/3/>. Acessado: 2018-04-30.
- Rossi, A. L. D. (2009). *Ajuste de parâmetros de técnicas de classificação por algoritmos bioinspirados*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Sklearn (2018). Scikit learning documentation. <http://scikit-learn.org/stable/>. Acessado: 2018-04-30.



DATAGUARDIAN - Sistema para Auxílio de Conselhos Tutelares no Registro e Tratamento de Informações

Rodrigo Magalhães Dias da Silva¹, Ary Henrique M. Oliveira²

¹Câmpus Universitário de Palmas – Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14 – 77.001-090 – Palmas – TO – Brasil

yks@uft.edu.br, aryhenrique@uft.edu.br

Abstract. *This work looks to describes how the guidelines, concepts and characteristics of the "DATAGUARDIAN" web system, whose objective is to assist the Tutelary Counselors in their routine tasks, such as the collection and treatment of grievance made against the rights of children and adolescents. Its main motivation is computerize the advisory units, providing more efficiency and effectiveness in managing of the information obtained. The "DATAGUARDIAN" project is the proposal with the objective to prevent data duplication and discrepancy, ensure information security and increase productivity in Tutelary Councils.*

Resumo. *Este trabalho procura descrever as diretrizes, os conceitos e características do sistema web "DATAGUARDIAN", que tem como propósito auxiliar os Conselheiros Tutelares em suas tarefas rotineiras, como o recolhimento e tratamento de denúncias realizadas contra os direitos das crianças e adolescentes. Sua principal motivação é informatizar as unidades conselheiras, proporcionando mais eficiência e eficácia na obtenção e gerenciamento das informações obtidas. O projeto "DATAGUARDIAN" é a proposta com objetivo de impedir a duplicidade e discrepância dos dados, garantir a segurança das informações e aumentar a produtividade nos Conselhos Tutelares.*

1. Introdução

O Brasil é uma república federativa composta por 5.570 municípios [Brasil 2013], onde foram identificados 5.906 Conselhos Tutelares, de acordo com [Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República 2012]. A figura do Conselho Tutelar teve início no dia 13 de julho de 1990 juntamente ao Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), instituído pela Lei 8.069 [Presidência da República 1990]. Segundo o ECA [Digiácomo and de Amorim Digiácomo 2010] os Conselhos Tutelares são órgãos municipais destinados a zelar pelo cumprimento dos direitos da criança e do adolescente (artigos 131 a 140). Além disso, são entidades vitalícias, ou seja, uma vez criado não podem ser extintos. São autônomas em suas decisões, mas não possuem poder jurisdicional, isso é, não julga nem aplica medidas judiciais.

O Conselho Tutelar é composto por cinco membros eleitos pela comunidade para um mandato de quatro anos, cuja responsabilidade é garantir em conjunto, os direitos das crianças e adolescentes quando estes forem ameaçados ou violados pela sociedade, pelo Estado, pais, responsável ou em razão de sua própria conduta [Brasileirinho 2016]. O ECA também declara que, uma vez que tais direitos sejam violados ou ameaçados,

medidas protetivas devem ser aplicadas (Artigo 98). E nesse sentido, entra as atividades do Conselho Tutelar, que deve ser comunicado obrigatoriamente sempre que determinar caso de suspeita ou confirmação de maus-tratos. O seu agir, ocorre em sua grande maioria por meio de denúncias. Recebida a denúncia, esta deve ser apurada imediatamente, realizada no local da ocorrência. É recomendado que a incumbência seja realizada por pelo menos dois conselheiros, a fim de evitar entendimento distorcido ou parcial da situação. Constatada a veracidade de uma denúncia, e sendo ela totalmente ou parcialmente procedente, o Conselho Tutelar tem em suas mãos um caso, para estudo, encaminhamento e acompanhamento [Telefônica 2016].

A notificação dos casos de maus-tratos é essencial para o enfrentamento da violência, uma vez que possibilita a interrupção desta e desencadeia medidas de proteção [Deslandes et al. 2011]. Todavia, mesmo que o Artigo 13º do ECA preconize que quaisquer casos de suspeita ou confirmação de maus-tratos deva ser obrigatoriamente comunicados ao Conselho Tutelar, essa tarefa ainda é um desafio a ser alcançado [Dobke et al. 2010]. Muitos trabalhos que tem como objetivo efetuar tomadas de decisões acerca de maus-tratos contra crianças foram desenvolvidos em diversos países, inclusive o Brasil [de Kwaadsteniet et al. 2013], como é o caso do Sistema de Informação para Infância e Adolescência (SIPIA) [SIPIA 1998], que atende as demandas dos Conselhos Tutelares. O SIPIA tem como finalidade tratar as informações sobre a promoção e defesa dos direitos fundamentais previstos no ECA. Porém, este sistema não foi implantado em todos os Estados, como pode ser verificado na própria página do site¹. Por esta razão, este trabalho visa contribuir com o tema em âmbito nacional, enquanto campo de estudo e prática, concentrou-se no município de Palmas, Tocantins, onde encontram-se quatro unidades conselheiras.



Figura 1. Armários contendo as pastas com os casos registrados na Unidade Conselheira da Região Centro e Sul II.

No Conselho Tutelar de Palmas, os casos são organizados em pastas físicas, como pode ser visto na imagem 1, onde cada família é representada por uma pasta composta por seus atendimentos. De acordo com relatórios disponibilizados pela entidade, são mais de 2700 denúncias recebidas por ano, o que torna este trabalho bastante ineficiente, pois o mesmo é feito em folhas de papel escritos à mão, não garantindo nenhuma segurança para as informações e facilitando duplicidade e discrepância para os dados coletados. Problemas como esses, podem ser resolvidos utilizando uma ferramenta computacional que

¹http://www.sipia.gov.br/CT/?x=h*IIWBpL-NrFqpcDV4LbGg



auxilie no tratamento e gerenciamento de informações, o que motivou o desenvolvimento e implantação da aplicação “DATAGUARDIAN”, no município de Palmas. Um sistema web de apoio à gestão em direitos humanos de crianças e adolescentes.

2. Metodologia

Para a realização do desenvolvimento do sistema, uma série de etapas foi seguida, sendo a primeira delas, a coleta de dados. Esta etapa ocorreu em conjunto com os conselheiros tutelares, onde reuniões periódicas eram realizadas para se obter o máximo de informações relevantes e analisar os diversos relatórios que são gerados diariamente. Após a coleta dos dados, foi possível determinar a maioria dos requisitos necessários para a implementação do sistema, os quais foram separados em requisitos funcionais e não funcionais. Estes requisitos funcionais se referem as funcionalidades que o *software* deveria realizar, quanto ao outro, são funções que pertencem ao escopo do projeto. A partir destes requisitos, deu-se início a etapa de produção dos diagramas *Unified Modeling Language* (UML), que serviram como base para a criação do sistema.

Quando definido os requisitos e elaborado os diagramas, foi iniciada a implementação. Para a sua realização, foi fundamental a utilização de metodologias de desenvolvimento de *software*, sendo escolhida a Metodologia Ágil *Scrum*, que possui diversos benefícios, como por exemplo, sua adaptabilidade onde ele se mostra aberto a mudanças durante o processo de desenvolvimento e uma menor preocupação com documentação abrangente, resultando na implementação mais ágil e eficiente.

Depois de desenvolvido todo o sistema, o mesmo passou por uma bateria de testes, como teste de desempenho, segurança e usabilidade. O teste de usabilidade foi dividido em duas partes: avaliação baseada no especialista e avaliação baseada no usuário. A primeira se deu pela aplicação de um *checklist* composto de 44 questões, em conjunto com a avaliação heurística, ambas baseadas nos 10 princípios de Jacob Nielsen, reconhecido até hoje como o pai da usabilidade em sistemas interativos. Esta avaliação foi realizada por dois voluntários, onde teve como objetivo levantar métricas qualitativas de usabilidade. Já, a avaliação baseada no usuário, foi aplicado o questionário SUS (*System Usability Scale*), um questionário criado por Jhon Brook em 1986, que consiste de 10 afirmativas, com cinco possibilidades de respostas que variam em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa “Discordo Totalmente”, e 5 “Concordo Totalmente”. O questionário foi respondido por 25 Conselheiros Tutelares. O resultado dos testes mais relevantes serão demonstrados no próximo capítulo.

Foi considerado expor neste artigo o resultado final do sistema, o teste de segurança que tem como objetivo encontrar vulnerabilidades no sistema desenvolvido e o teste de usabilidade a fim de mensurar a facilidade de sua utilização, a satisfação do usuário e o grau de produtividade na interação humano-computador.

3. Resultados e Discussão

Para demonstrar o *software* desenvolvido, foi realizado a captura de algumas de suas telas. A imagem 2 representa a funcionalidade “Registro de Denúncia”, uma das principais funções da aplicação. Através desta, pode-se vincular à denúncia dados como, o agente violador, local e descrição da ocorrência e quais crianças e/ou adolescentes sofreram ameaça ou violação de direito.

Figura 2. Tela para Registro de Denúncia

Uma outra funcionalidade muito importante, é o “Cadastro de Pastas Antigas”, mostrado na imagem 3, onde o usuário importa para a base de dados, os casos já existentes no Conselho Tutelar, que encontram-se apenas em modo impresso.

Figura 3. Tela de Cadastro de Pastas Antigas

3.1. Teste de Segurança

O teste de segurança teve como foco os pontos onde a segurança tem uma maior probabilidade de ser comprometida. Para realizar este teste, utilizou-se a ferramenta de automação de *browsers* Selenium². Esta ferramenta possibilita criar simulações de casos de uso repetidas vezes em uma página *web*. A estratégia foi simular diversas tentativas de login no sistema, verificando o seu comportamento ao receber entradas com dados inválidos. Ocorreu também, um teste unitário no método de autenticação ao inserir estes dados, e conclui-se que durante todo o processo não houve falha.

Também foi realizado simulações de *SQL Injection* no formulário de *login* do sistema, o qual obteve ótimos resultados, visto que a aplicação não possui métodos

²Selenium: <http://www.seleniumhq.org/>

escritos com código puro de MySQL, mas sim, utiliza-se de *frameworks* para efetuar requisições à base de dados.

3.2. Teste de Usabilidade

Os dois especialistas que analisaram o sistema foram submetidos a responderem um questionário de 44 questões com três opções de resposta: sim, não e não se aplica. Através das respostas foi possível identificar em quais aspectos o sistema atende ou não quesitos de usabilidade. O gráfico 4 apresenta os resultados obtidos, demonstrando que para ambos avaliadores, o sistema alcançou ótimos resultados, recebendo “Sim” para a grande maioria das questões.

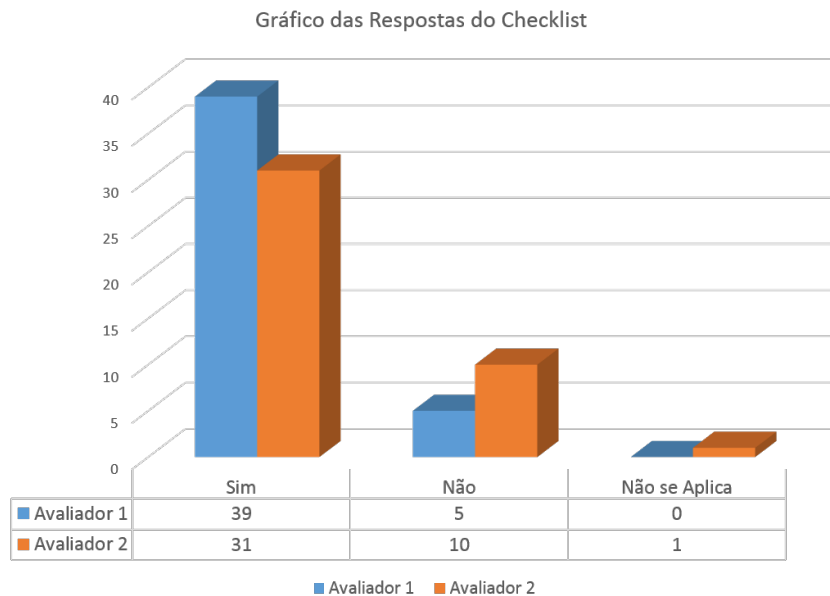


Figura 4. Gráfico gerado a partir das respostas do checklist de usabilidade.

Algumas ressalvas foram destacadas em relação à documentação, entretanto, as respostas demonstraram-se muito satisfatórias visto a quantidade de respostas positivas em relação as negativas.

A segunda parte da avaliação, foi inspecionar os diversos elementos da interface do sistema, onde o avaliador atribuiu a cada problema encontrado um valor identificando sua gravidade e sua localidade. Conforme o gráfico 5, o sistema “DATAGUARDIAN” obteve resultados satisfatórios quanto a avaliação, porém alguns elementos devem ser ajustados, em razão de terem recebido nota três no que diz respeito à gravidade do problema, mostrando que possui alta prioridade. Para um teste de usabilidade mais criterioso, seria necessário uma análise mais profunda e uma equipe especializada em IHC. Outro ponto importante, seria a utilização de laboratórios com ambientes controlados, para que todos os usuários pudessem efetuar os testes em condições semelhantes e sem a interferência do ambiente externo.

A segunda avaliação de usabilidade foi centralizada no usuário. Antes dos usuários responderem ao questionário SUS, os mesmos passaram por sessões de treinamento, e tiveram que realizar quatro tarefas pré-definidas (Registrar Denúncia, Cadastrar Crianças e Adolescentes, Registrar Atendimento e Cadastrar Casos Antigos).

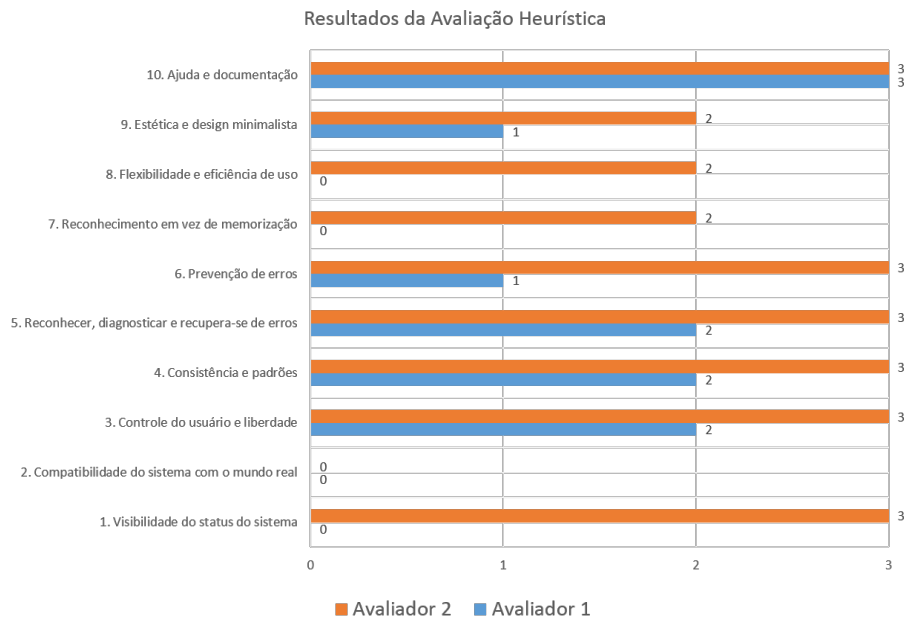


Figura 5. Gráfico gerado a partir das respostas da análise heurística.

Após todos os questionários terem sido respondidos, realizou-se o cálculo das pontuações. O gráfico 6 apresenta as pontuações obtidas separados por Unidade Concelheira para melhor interpretação. De fato, uns tiveram mais facilidade que outros, devido ao grau de afinidade com sistemas de computador.

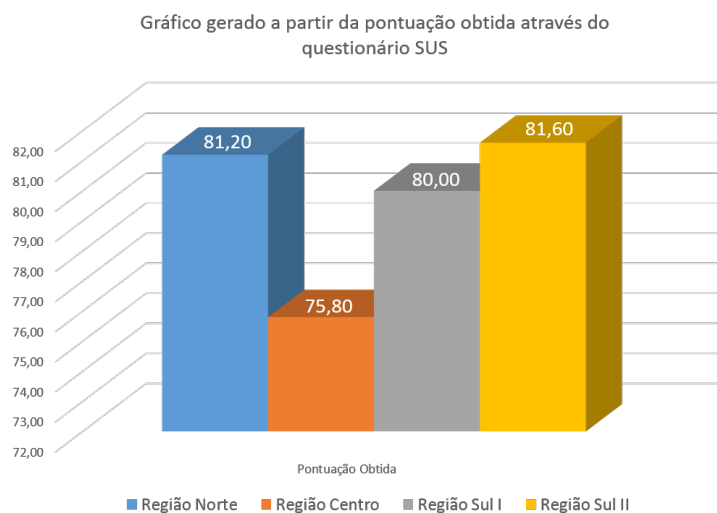


Figura 6. Gráfico gerado a partir da pontuação obtida através do questionário SUS.

Concluiu-se que o sistema foi satisfatório perante este teste, e que a prática e uso periódico trará benefícios ao Conselho Tutelar de Palmas, como também, através de sugestões dos usuários, o aprimoramento e desenvolvimento de novas funcionalidades.



4. Conclusão

O presente trabalho apresentou o estudo e desenvolvimento do sistema “DATAGUARDIAN”. O qual teve como finalidade o auxílio à gestão em direitos humanos de crianças e adolescentes, mais especificamente, o auxílio ao Conselho Tutelar da cidade de Palmas-TO. A partir da implantação do sistema, foi constatado que o mesmo provou-se ser de grande utilidade aos Conselheiros Tutelares, e tornaram a realização de suas atividades muito mais produtiva. Depois de implantado e realizado os treinamentos, deu-se início ao registro de informações. Em um período de 30 dias, cerca de 35 transferências de pastas para base de dados do sistema foram realizadas, mais de 50 crianças foram cadastradas e 7 novas denúncias foram registradas com suas devidas medidas protetivas aplicadas.

Referências

- Brasil, P. (2013). Cresce número de municípios no Brasil. <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/06/cresce-numero-de-municipios-no-brasil-em-2013>. Último acesso em 15/5/2018.
- Brasileirinho, O. (2016). Conselho tutelar – quando surgiu e para que serve. <https://www.obrasileirinho.com.br/denunciar-crime-contracrianca-e-facil-veja-como-conselho-tutelar-quando-surgiu-e-para-que-serve/>. Último acesso em 15/5/2018.
- de Kwaadsteniet, L., Bartelink, C., Witteman, C., ten Berge, I., and van Yperen, T. (2013). Improved decision making about suspected child maltreatment: Results of structuring the decision process.
- Deslandes, S., Mendes, C. H. F., de Souza Lima, J., and de Souza Campos, D. (2011). Indicadores das ações municipais para a notificação e o registro de casos de violência intrafamiliar e exploração sexual de crianças e adolescentes.
- Digiácomo, M. J. and de Amorim Digiácomo, I. (2010). Estatuto da criança e adolescente anotado e interpretado.
- Dobke, V. M., dos Santos, S. S., and Dell’Aglio, D. D. (2010). Abuso sexual intrafamiliar: da notificação ao depoimento no contexto processual-penal. 18(1).
- Presidência da República (1990). Lei 8.069/1990 (Lei Ordinária) 13/07/1990 01:00:00. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18069.htm. Último acesso em 15/5/2018.
- Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (2012). Cadastro nacional dos conselhos tutelares. <http://www.mdh.gov.br/assuntos/criancas-e-adolescentes/programas/fortalecimento-de-conselhos/cadastro-nacional-dos-conselhos-tutelares-1>. Último acesso em 15/05/2018.
- SIPIA (1998). Sobre o sipia. <http://www.sipia.gov.br/CT/?x=X4IJj1S4zj8PJJxADK2TNw>. Último acesso em 17/02/2017.
- Telefônica, F. (2016). O dia-a-dia do conselheiro tutelar. Último acesso em 17/05/2017.



AS ABORDAGENS DA BITCOIN E BLOCKCHAIN EM ARTIGOS ACADÊMICOS

Patrick Anderson Matias de Araújo¹

¹Acadêmico do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Tocantins. Trabalho apresentado à disciplina Computador e Sociedade, ministrada pelo Professor Doutor Patrick Letouzé Moreira, no segundo semestre de 2017.

patrick.araujo@mail.uft.edu.br

Resumo. *O presente artigo estabelece uma metodologia de consulta na plataforma de divulgação científica, SciELO sobre bitcoin e blockchain. O objetivo do trabalho é analisar a moeda virtual e a tecnologia blockchain. Foram encontrados quatro artigos na plataforma, o que favorecerá a análise de todos os trabalhos encontrados. Os objetivos dessa verificação são, no primeiro momento, verificar quais abordagens as ferramentas recebem em textos acadêmicos; e, em segundo, situar as ferramentas nas abordagens acadêmicas aqui no Brasil. Esses dois objetivos servirão para analisar de que maneira as ferramentas têm sido avaliadas pela comunidade acadêmico-científica e, assim, discutir possíveis justificativas para tais abordagens.*

1. Introdução

A palavra *bitcoin* é formada por dois termos: *bit* e *coin*, ambos de origem inglesa. Bit é um termo que, na Computação descreve a menor unidade de informação que pode ser armazenada. *Coin*, por sua vez, significa moeda.

Apresentada em 2008, a primeira moeda digital *bitcoin* cresceu tanto que uma unidade, atualmente, ultrapassa os US\$ 10.000¹. A moeda se diferencia de outras (das moedas físicas) por não estar ligada a um banco central e não possuir administrador. A sua criação também não possui autoria explícita. Acreditava-se que quem criou a unidade virtual se chamava Satoshi Nakamoto, por ser o nome de um usuário de um fórum online que introduziu a moeda nesse mesmo fórum. Satoshi Nakamoto, um engenheiro japonês que reside nos Estados Unidos, por sua vez, alega nunca ter criado a *bitcoin*.

As transações ocorrem através da tecnologia chamada *blockchain*, estima-se que cada transação leva em torno de 10 minutos para ser processada. Esse tempo se deve ao fato da *blockchain* ser uma rede de banco de dados onde as informações são armazenadas.

Sendo uma rede, ela é descentralizada e é atualizada toda vez que uma transação é realizada, por essa razão é que cada transação leva um tempo para ser efetuada. Esse processo se chama mineração, onde cada transação passa pelos mineradores – um usuário que mantém uma cópia do registro e recebe uma recompensa por ser integrante da rede - onde a operação vai ser validada e registrada.

¹ Valor obtido no dia 28 de novembro de 2017. Fonte: <<https://www.mercadobitcoin.com.br>>.



Por usar a tecnologia *blockchain* se torna muito difícil acontecer fraudes nas operações de *bitcoin*, visto que ao atacar certa informação é necessário que esse ataque ocorra em todos os mineradores o que se torna impossível por ser uma rede descentralizada. A organização dos dados dentro do *blockchain* é igual ao conceito de pilha. Pilha é uma Estrutura de Dados em que cada dado novo aponta para o seu antecessor. Muitos consideram a *blockchain* como uma tecnologia revolucionária.

Um dos exemplos da aplicação na *blockchain* atualmente é o uso de serviços de mensagens instantâneas nos *smartphones*. Esses serviços enviam a mensagem do usuário A para o usuário B sem intermediários. Muitos desses serviços possuem criptografia para impedir que os dados estejam sob ataque.

Muitos argumentam que diferentemente de moedas comuns que são controladas por governos a *bitcoin* não sofre por desvalorizações deliberadas. Por outro lado, também se fala que a popularização da *bitcoin* parece inviável tendo em vista que cada pessoa deve esperar 10 minutos para efetuar transações.

A sociedade, as intuições financeiras e governos não sabem como lidar com a realidade do *bitcoin* e da *blockchain*. O futuro parece incerto em relação ao *bitcoin* mas a aceitação do *blockchain* está sendo crescente por empresas e outras iniciativas.

Os textos utilizados nesse *paper* são: Análise dos benefícios sociais da bitcoin como moeda, The Digital Currency Challenge for the Regulatory Regime, A MIXED BLESSING: RESILIENCE IN THE ENTREPRENEURIAL SOCIO-TECHNICAL SYSTEM OF BITCOIN e A few South African cents worth on bitcoin.

O período anunciado no título desse *paper* diz respeito às ocorrências encontradas. De fato, esse período bianual resume a produção acadêmica sobre o assunto na atualidade. Ao chegarmos no limite final do ano de 2017, talvez as publicações periódicas guardem outros materiais a respeito.

2. Breve análise dos artigos encontrados

O primeiro texto disposto na plataforma, “A few South African cents worth on bitcoin”, de 2015, se configura como uma introdução do conceito de moedas virtuais no mercado financeiro. O cenário descrito é específico e desenha a situação de não utilização do *bitcoin*, já que o país, A África do Sul, não possui, à época, uma legislação que autorize essa utilização.

Do corpus encontrado, esse foi o único texto publicado em 2015. As demais ocorrências são de 2016. É interessante notar essa avaliação de uma moeda digital em um contexto de não legalidade porque o momento e cenário descritos desafiam a política local para o entendimento de utilização da tecnologia e, em certa medida, para o desenvolvimento de leis que o façam.

O texto se posiciona como elemento detonador dessas discussões que envolvem avanço tecnológico e mercado financeiro, além da alteração de alguns conceitos do Direito. Discutir a utilização da moeda virtual significará, na África do Sul, formular novas formas de atuação econômica. O artigo defende, então, que a utilização do



bitcoin, a mais comum dessas moedas virtuais, é positiva ao mercado financeiro sul-africano.

No fim, o texto serve como apelo para que uma legislação seja criada em torno da utilização das moedas virtuais. O texto se coloca, de maneira clara, como veículo de defesa da tecnologia.

O segundo trabalho, “The Digital Currency Challenge for the Regulatory Regime”, segue a linha de definição encontrada no primeiro texto. Assim, definir o que é uma moeda digital é o primeiro objetivo do artigo. Em seguida, os autores investigaram a funcionalidade da moeda. Em seguida, será preocupação do texto estabelecer a relação das moedas com o mercado financeiro virtual, apontado como ponto inicial nessa cadeia comercial. Por último, assim como o texto da África do Sul, o desafio do texto será tratar de uma ferramenta cuja legalidade não se encontra regulamentada.

Ao pensar nas vinculações institucionais dos dois autores, universidades do Chile e da Austrália, respectivamente, posso inferir que o problema da legalização, agora, foi expandido para mais dois continentes. Isso serve para uma conclusão de que, mesmo com o passar do tempo, a tecnologia continua desafiando os interessados numa escala global.

O texto aponta o **suposto** criador do *bitcoin*, Satoshi Nakamoto, como um programador talentoso. A sua invenção, descrita como maneira de ganhar de dinheiro de forma fácil, seria a prova da configuração de uma mente brilhante.

O contexto da internet facilita o desenvolvimento de moedas digitais. No entanto, mais uma vez, a dificuldade de definição desse recurso é apontada.

O texto aponta uma possibilidade comum quando se deseja definir a moeda digital. Essa possibilidade estaria ligada a uma ideia de combinação de palavras (ciber-moedas, *e-coin*, por exemplo). Essa construção liga a ideia de algo eletrônico com o dinheiro material em si.

A segunda movimentação do texto refere-se a uma abordagem mais técnica das moedas digitais. Aponta, assim como no primeiro texto, o caráter de avanço do *bitcoin* no mercado.

Por fim, trata dos papéis do Estado na regulação da utilização das moedas digitais. Esses desafios passam pela definição das melhores maneiras de um serviço utilizado, basicamente, na internet, cuja natureza dificulta tal utilização regulamentada. Outro aspecto que não fica de fora dessa discussão é a mudança do comportamento social quando a adoção de serviços mais virtuais começaria a dividir espaço com as alternativas mais físicas.

Mas o texto reconhece que é difícil falar de comportamento do consumidor. Porém, o escrito garante uma coisa: é difícil representar essa moeda virtual no cotidiano prático do consumidor. As representações materiais mais usuais do dinheiro, ouro, sal,



açúcar, trigo ou metais de toda a natureza, ainda desafiam o entendimento dessa moeda de materialidade volátil, de impressão e representação quase impossíveis.

Assim como o primeiro texto, esse artigo encerra defendendo o caráter inovação e praticidade das moedas digitais. O potencial econômico também é apontado.

A utilização das moedas necessita de novas relações econômicas e financeiras. As conclusões não alteram muito que se afirmou no primeiro texto, mas posso entender que o contexto de afirmação está ampliado. Agora, não só um país africano, mas um sul-americano e outro da Oceania definem, e defendem, a utilização das moedas, bem como a necessidade de se legislar esse potencial tecnológico.

O terceiro texto, “A mixed blessing: resilience in the entrepreneurial socio-technical system of bitcoin”, também de 2016, mais complexo que os dois primeiros, utiliza a teoria da Resiliência, a princípio da Psicologia, para investigar a utilização do *bitcoin* através de entrevistas com oito empreendedores de países europeus. Os autores, de universidades europeias, uma da Suécia e outra da Alemanha, ampliam, então, o raio de abrangência da moeda virtual porque agora o continente europeu foi inserido na discussão.

O texto está preocupado em responder as formas de atuação desses oito empreendedores diante da falência de uma grande empresa chamada Mt.Gox. A investigação buscará, por meio das entrevistas, as formas de recuperação apresentadas pelos profissionais. Nesse sentido, o texto não apresenta um interesse direto para esse *paper*.

Pela configuração do terceiro texto, passo ao quarto e último, de duas autoras brasileiras, intitulado, “Análise dos benefícios sociais da bitcoin como moeda”, também de 2016. Em seus objetivos, a verificação dos efeitos positivos da moeda está anunciada logo no título.

O texto aponta a relação entre tecnologia e Economia como possibilidade para solucionar problemas sociais. O Artigo sinaliza o método dedutivo (em que o raciocínio lógico é obtido via dedução) como base da metodologia. As fases da metodologia serão obtidas por meio da análise um corpus adquirido via pesquisa bibliográfica.

Assim como os dois primeiros textos, o artigo brasileiro aponta o desenvolvimento de inovações como base da qualidade de vida humana. Essas inovações envolvem técnicas agrícolas, comerciais e sociais, a exemplo do aprimoramento dos meios de transporte e de comunicação, por exemplo.

O dinheiro material aparece como uma das principais conquistas tecnológicas. O seu emprego, nesse sentido, pode ser visto como um grande avanço nas relações sociais. A sua condição de adaptação também aparece sinalizada no artigo. Essa condição se mostrou coerente, por exemplo, com o avanço da internet. Nesse caso, esse processo aparece mais destacado que nos outros dois textos.

Desse modo, o desenvolvimento de uma moeda virtual como a *bitcoin* desafia tais configurações quando exige a adaptação do mercado financeiro. O que não se



mostra diferente na história evolutiva das negociações econômicas. Mesmo assim, a moeda eletrônica mais conhecida não encontra, por outro lado, uma garantia de utilização em longo prazo.

O passo futuro será, segundo o texto, a sua regulação legal. Esse processo confirmará ou não a consolidação desse tipo de moeda.

Essa discussão deverá fazer parte das pautas de consumidores, operadores financeiros e legisladores no mundo todo. Outra grande conquista advinda de tais discussões será o impacto positivo de relações mais transparentes entre governos e governados.

Um avanço do texto brasileiro é o tratamento do *blockchain* como alternativa viável em meio a todo esse processo de utilização de moedas virtuais. Essa defesa não acontece de maneira mais detalhada nos outros três artigos. Trata-se, aqui, de um processo de registro de dados, tecnologia que visa à descentralização como medida de segurança. A disposição da informação em diversos servidores impede o ataque sistemático mais eficaz, o que o artigo das estudiosas brasileiras insinua nas suas considerações finais.

3. Considerações Finais

A leitura comparativa dos quatro textos e, mais especificamente, dos três artigos que tratam especificamente de moedas virtuais, aponta para um cenário de concordância com relação à utilização do *bitcoin* nos últimos dois anos. Trata-se da mais comum entre as disponíveis no mercado por conta da sua configuração e divulgação.

Sendo tratada como uma tecnologia inerente aos processos de sociabilização, a moeda material não poderia ficar de fora da revolução que a internet apresenta. Nessa configuração, o aparecimento das moedas virtuais segue essa evolução.

Em todos os textos lidos, os autores apontam que esse surgimento tecnológico impulsiona discussões no campo da Economia, Direito e Legislação estatal. No caso do texto brasileiro, encontro a defesa de que caminhamos, sim, para a legalização das moedas digitais. Somente a partir daí poderemos analisar se essa utilização se acentua ou não.

4. Referências

- Arias Acuna, G.; Sanchez Pullas, A.. “The Digital Currency Challenge for the Regulatory Regime”. Em *Rev. chil. derecho tecnol.*, Santiago, v. 5, n. 2, p. 173-209, dic. 2016. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchdt/v5n2/0719-2584-rchdt-5-02-00173.pdf>. Último acesso: Novembro, 2017.
- Boff, S. O., Ferreira. N. A.. “Análise dos benefícios sociais da bitcoin como moeda”. Em *Anu. Mex. Der. Inter*, México, v. 16, p. 499-523, dic. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/amdi/v16/1870-4654-amdi-16-00499.pdf>. Último acesso em Novembro, 2017.



Morisse, M.; Ingram, C.. “A MIXED BLESSING: RESILIENCE IN THE ENTREPRENEURIAL SOCIO-TECHNICAL SYSTEM OF BITCOIN”. JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag., São Paulo, v. 13, n. 1, p. 3-26, Apr. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jistm/v13n1/1807-1775-jistm-13-1-0003.pdf>. Último acesso: Novembro, 2017.

Nieman, A.. “A few South African cents worth on bitcoin”. PER, Potchefstroom , v. 18, n. 5, p. 1979-2010, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.org.za/pdf/pelj/v18n5/26.pdf>. Último acesso em: Novembro, 2017.



Sensores eletroquímicos na detecção do gás amônia

Jonatha Oliveira Reis Varjão¹, Tiago da Silva Almeida¹

¹ Curso de Ciência da Computação - Universidade Federal do Tocantins
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Palmas, Tocantins, Brasil.

{jonathavarjao,tiagoalmeida}@uft.edu.br

Resumo. *O monitoramento ambiental é umas das principais aplicações de sistemas de sensoriamento existentes. Pois, fatores ambientais podem representar riscos a saúde humana. Nesse sentido, esse projeto propõe um circuito microcontrolado para monitoramento de gás amônia. O sistema foi construído baseado na plataforma Arduino UNO R3 utilizando o sensor MQ-135. Para comparação dos resultados foi utilizado as medições com espectrofotômetro. Ao analisar as leituras percebe-se uma grande influência da calibragem e precisão do sensor, de modo que em concentrações muito baixas a margem de erro do sistema foi elevada, em torno de 20%. Entretanto, o custo do equipamento em relação aos equipamentos comerciais é muito grande e também constatou-se que a precisão pode ser aumentada.*

1. Introdução

Atualmente, os sistemas eletrônicos são de fácil implementação e utilização. Vivenciamos uma grande explosão e facilitação de automação eletrônica no cotidiano. Isso é graças ao barateamento no processo de fabricação e no desenvolvimento de ferramentas integradas e de fácil programação dos sistemas. São os chamados sistemas “*do it yourself*”, impulsionado pelos chamados “*makers*”. Isso corrobora com implementações tanto pessoais (residenciais) quanto industriais.

Logo, entre as várias aplicações possíveis, esse trabalho concentra-se no monitoramento ambiental. Já que, esse aspecto é fundamental para a manutenção da saúde e bem estar humanos. Especificamente no monitoramento de gás amônia (NH₃). Em temperatura ambiente a amônia é um gás sem coloração, tóxico e corrosivo na presença de umidade [Lorena 2018].

A amônia é muito utilizada na fabricação de refrigerantes, na preparação de fertilizantes está presente na ureia, tanto de animais quanto de humanos. A amônia também é utilizada para a extração de metais como cobre, níquel e molibdênio de seus respectivos minérios [Lorena 2018].

A amônia pode causar grande irritação na boca, garganta e estômago. Sua inalação pode causar dificuldades respiratórias, inflamação aguda do sistema respiratório [Lorena 2018]. Assim, é indispensável que sistemas automáticos possam fazer a detecção adequada do gás em caso de vazamentos. Nesse ponto é que o presente trabalho se encaixa, sendo um sistema microcontrolado para detecção de gás amônia.

Esse trabalho foi desenvolvido em parceria com a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), juntamente com a Professora Dra. Alessandra Silva Cristina Valentim. Se bem sucedido, o equipamento terá grande aplicabilidade prática para o curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Como trabalhos relacionados, pode-se citar o trabalho de [SILVA 2017], onde foi desenvolvido um protótipo para a detecção de amônia em granjas de frangos. O protótipo desenvolvido é bastante semelhante ao proposto neste trabalho, sendo baseado no Arduino e no sensor MQ-135.

No trabalho de [Widodo, Slamet et al. 2018] foi desenvolvida um protótipo para verificação da qualidade do ar em ambientes fechados, também com uma plataforma microcontrolado, na caso o microcontrolador ATmega8535 e o sensor MQ-135. Uma grande contribuição desse trabalho é a utilização de regras de inferência *fuzzy* para a tomada de decisão e sinais de alerta do sistema.

No trabalho de [Simić et al. 2016] foi desenvolvido um sistema com múltiplos sensores para monitoramento da qualidade do ar e da água, utilizando o microcontrolador ATmega128, o mesmo microcontrolador da plataforma Arduino UNO R3. Entre os sensores utilizados também está o sensor MQ-135.

2. Materiais e métodos

A principal contribuição desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema de baixo custo para detecção de gás amônia. Visto que, a maioria dos equipamentos comerciais tem um custo alto, em torno de R\$ 3.000,00 [AKSO 2018a], [AKSO 2018b].

No desenvolvimento da solução proposta foi utilizado um Arduino UNO R3, com custo em torno de R\$ 40,00; um display OLED (*Organic Light-Emitting Diode*), com custo em torno de R\$ 50,00; e um sensor de gás do tipo MQ-135, com custo em torno de R\$ 20,00.

A principal dificuldade na realização do circuito é a escolha do sensor apropriado. Optou-se por utilizar o sensor MQ-135 por seu baixo custo. O MQ-135 é um sensor de para detecção de gases tóxicos, os quais são: dióxido de carbono, benzeno, óxido nítrico, álcool e amônia [Waveshare 2018]. Por causa da ampla gama de detecção de gases aliado ao baixo custo, torna-se desafiador trabalhar com o MQ-135.

O problema principal é o ponto de calibração do sensor para uma determinada faixa de detecção de um gás. Outro problema é a influência da umidade e temperatura na detecção do gás. O trabalho de [Kalra et al. 2016] detalha essa influência e ainda demonstra a melhor forma de calibração do sensor para detecção de amônia e posterior conversão da leitura para ppm (partes por milhão), o qual é a unidade de medida mais adequada.

Como a Arduino UNO R3 possui um conversor A/D (Analógico para Digital) com resolução de 10 bits, isso permite uma precisão somente na faixa de 0 a $(2^{10} = 1024) - 1$, logo a saída é

$$V_{out} = \frac{\text{Valor analógico} \times 5}{1023} \quad (1)$$

A resistência do sensor (R_S) é definida como,

$$R_S = \left(\frac{V_{cc}}{V_{out}} - 1 \right) \times R_L = \left(\frac{1023}{\text{Valor analógico}} - 1 \right) \times R_L \quad (2)$$

onde a R_L é a resistência de carga. Dada as características de sensibilidade do sensor [Waveshare 2018], o valor em ppm pode ser obtido como,

$$\text{ppm} = a \times \left(\frac{R_S}{R_L} \right)^b \quad (3)$$

onde a é um fator escalar e b é um fator exponencial. R_S representa a o valor de leitura de sensor em várias concentrações de gases e R_O é a leitura de amônia em ar limpo, sem concentração de outros gases, assim, o valor da resistência R_O pode ser obtida como,

$$R_O = R_S \times \left(\frac{a}{\text{ppm}} \right)^{\frac{1}{b}} \quad (4)$$

O restante das configurações de calibração são obtidas diretamente de [Waveshare 2018] e [Kalra et al. 2016]. Ao final, foi desenvolvido o protótipo apresentado na Figura 1. Esse é o esquemático do protótipo feito utilizando o software Fritzing e representa somente uma orientação visual das conexões feitas no protótipo.

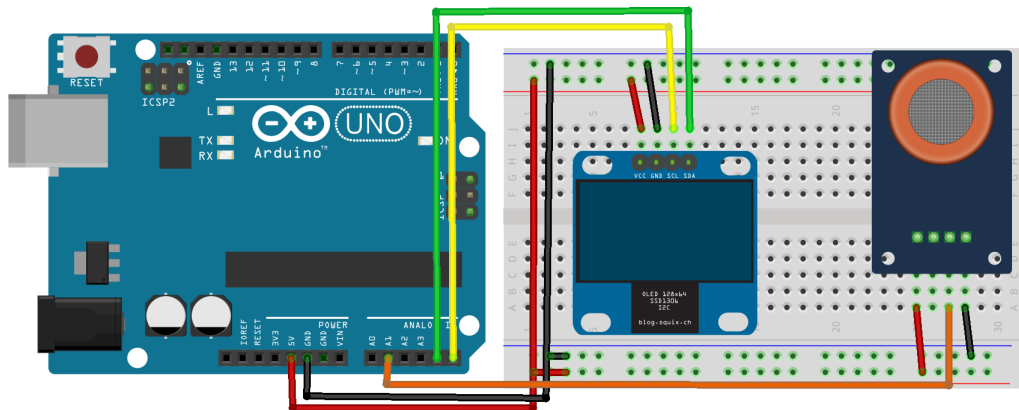
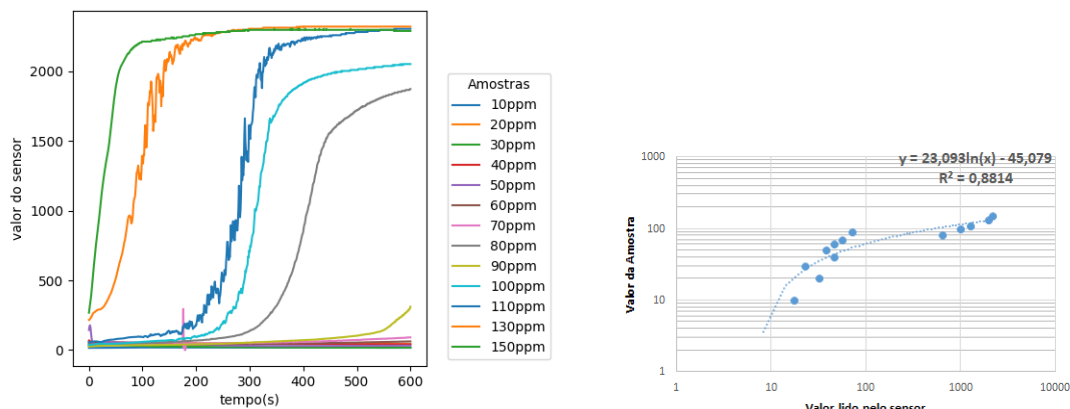


Figura 1. Circuito esquemático montado em protoboard contendo as ligações entre os componentes utilizados.

3. Resultados e discussão

Para realização da calibração e conseqüentemente os testes, são necessários ser conhecida a concentração do gás a ser analisado. Logo, foi utilizado um espectrofotômetro com várias concentrações conhecidas de amônia. A técnica de preparação da amostra e leitura no espectrofotômetro é a mesma apresentada no trabalho de [Dellagiustina 2000] e foi realizado no laboratório da UFRB.

Os resultados gerais são apresentados na Figura 2(a). Foram realizadas três amostras em água destilada para calibração do espectrofotômetro e posteriormente treze amostras de amônia com concentrações variando de 10 a 150 ppm, em escala de 10 em 10 e 20 em 20 nas duas últimas medições. A Figura 2(b) apresenta o erro obtido com o protótipo em todas as amostras.



(a) Gráficos das medições realizadas com valores de amônia variando de 10 ppm a 150 ppm. (b) Margem de erro apresentado pelo protótipo com as medições realizadas.

Figura 2. Resultados obtidos com o protótipo desenvolvido.

No gráfico da Figura 2 é possível observar que as leituras do sensor se mostraram bastante adequadas em baixas concentrações de amônia, em concentrações de 10 ppm a 70 ppm. Entretanto, de 80 a 150 ppm o erro foi muito alto, com leituras passando de 2000 ppm para as concentrações de 110, 130 e 150 ppm.

É possível que esse problema fosse alguma imperfeição na amostra realizada com o espectrofotômetro. Entretanto, descartamos essa possibilidade porque houve uma revisão do processo por dois especialistas diferentes.

4. Conclusão

Esse trabalho propõe a construção de um protótipo de baixo custo para detecção de amônia em gás. Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado a plataforma Arduino UNO R3 e o sensor MQ-135. Para realização dos testes foi utilizado um espectrofotômetro com níveis controlados de amônia e comparados com as leituras do sistema desenvolvido.

Os resultados mostraram que o sistema possui uma margem de erro aceitável para baixas concentrações de amônia. E em concentrações acima de 80 ppm o erro foi muito alto. Evidentemente, essas concentrações são muito tóxicas para humanos, o que não inviabiliza o sistema a princípio.

A possibilidade de erros no processo de medição controlado, por meio do espectrofotômetro, foi descartada pela revisão de professores especialistas na medição. Logo, o grande gargalo na solução proposto é o sensor MQ-135. A escolha desse sensor foi motivada por seu baixo custo. Entretanto, a temperatura e umidade ambiente, trazem muito ruído as leituras, tornando-as imprecisas, esse possivelmente é o fato gerador de um erro tão grande.

O tempo de calibração do sensor também é outro fator limitante para a sua utilização, de 24 a 48 horas. Como o processo de fabricação traz imperfeições, cada sensor deve ser calibrado com uma concentração conhecida. Outro fator limitante, é faixa de gases possíveis de leitura. Um sensor especializado e de custo mais alto seria mais ade-



quado. Até mesmo, porque em muitas aplicações práticas os valores de amônia liberados no ar, como por exemplo, o processo de decantação de chorume, a quantidade liberada é abaixo de 10 ppm, estando fora da faixa de detecção do sensor.

Contudo, antes de descartar completamente o sensor MQ-135 do projeto, é necessária uma análise mais detalhada do processo de calibração para detecção de erros que estejam despercebidos nos testes até o momento.

Referências

- AKSO (2018a). Detector de amônia - sp2nd nh3. https://loja.akso.com.br/produto/detector-de-amonia---sp2nd-nh3-252?dfw_tracker=27060-252&gclid=EAIaIQobChMIqauXxpbK3AIVSUwNCh26pgqnEAYYASABEgICLPD_BwE.
- AKSO (2018b). Detector de amônia pro. https://loja.akso.com.br/produto/detector-de-amonia-pro-549?dfw_tracker=27060-549&gclid=EAIaIQobChMIqauXxpbK3AIVSUwNCh26pgqnEAYYAiABEgLCePD_BwE.
- Dellagiustina, A. (2000). Determinação das concentrações de nitrogênio e fósforo dissolvidos em diferentes locais do rio itajaí-açu. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Kalra, V., Baweja, C., Simmarpreet, D., and Chopra, S. (2016). Influence of temperature and humidity on the output resistance ratio of mq-135 sensor. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 6(4):423 – 429.
- Lorena, S. (2018). Amônia. <https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/amonia/>.
- SILVA, H. P. D. (2017). Protótipo de monitoramento de amônia para uma granja universitária. Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, PR.
- Simić, M., Stojanović, G. M., Manjakkal, L., and Zaraska, K. (2016). Multi-sensor system for remote environmental (air and water) quality monitoring. In *2016 24th Telecommunications Forum (TELFOR)*, pages 1–4.
- Waveshare (2018). Technical data mq-135 gas sensor. https://img.filipeflop.com/files/download/Sensor_de_gas_MQ-135.pdf.
- Widodo, Slamet, Amin, M. Miftakul, and Sutrisman, Adi (2018). The design of the monitoring tools of clean air condition and dangerous gas co, co2 ch4 in chemical laboratory by using fuzzy logic based on microcontroller. *E3S Web Conf.*, 31:10008.



Uma Análise dos Algoritmos de Busacker e Gowen e de Ford e Fulkerson para Problemas de Fluxo de Custo Mínimo

Lorraine P. P. Bispo¹, Jonatha O. R. Varjão¹, George L. R. Brito¹

¹Universidade Federal do Tocantins - Câmpus de Palmas, TO, Brasil

{lorraine.patiele, jonathaoliveira, gbrito}@mail.uft.edu.br

Resumo. Com a finalidade de analisar os Problemas de Fluxo de Custo Mínimo e os algoritmos de resolução para tais problemas, iniciou-se um estudo pelos algoritmos de Ford e Fulkerson (1955) e de Busacker e Gowen (1960). Para tanto, além de uma aprofundada pesquisa bibliográfica foram utilizados testes com instâncias fictícias, geradas para validação dos modelos propostos, e na rede Ipê, rede de Internet dedicada à comunidade brasileira de ensino superior e pesquisa. A partir da análise de dados foi possível perceber os pontos fortes e as limitações dos algoritmos estudados. Os resultados obtidos com testes na rede Ipê apontam que o algoritmo de Busacker e Gowen tem um desempenho melhor que o de Ford e Fulkerson em relação ao custo em um caminho de fluxo máximo.

1. Introdução

Os Problemas de Fluxo de Custo Mínimo (PFCM), consistem em enviar recursos pela rede afim de atender uma demanda com o menor custo possível. Tal problema possui relevante importância entre os problemas de otimização em redes, pois ele abarca uma série de aplicações em diversas áreas. A computação, a telecomunicação, o transporte e a distribuição de energia são algumas destas áreas.

De forma geral os PFCM são modelados considerando um ou mais pontos, vértices ou nós, de origem do fluxo e ao menos um receptor para esse fluxo. Desta forma os PFCM são facilmente modelados em grafos onde podem ser aplicados algoritmos clássicos como o Algoritmo de Ford e Fulkerson ou o Algoritmo de Busacker e Gowen. E para compreender adequadamente os PFCM e os algoritmos citados é necessário revisar conceitos de grafos e de redes.

Um grafo é um par (V, A) em que V é um conjunto arbitrário e A é um subconjunto de formado por pares de V o $[e]$. Neste contexto, os elementos de V são chamados vértices ou nós e os de A são chamados arestas ou arcos desse modo um grafo G é representado pela equação 1.

$$G = (V, A) \quad (1)$$

É viável afirmar que o numero de vértices no grafo será denotado por $|V|$ e de arestas por $|A|$. A partir da compreensão do conceito acima mencionado, fica claro que um grafo é a representação apropriada para redes. Logo, é fácil constatar que "uma rede é um grafo com um ou mais valores associados a cada arco e algumas vezes ao nós"[m, a, p. 03] assim uma rede R é dada por:

$$R = (V, A, \alpha) \quad (2)$$



De modo que V continua a representar um conjunto de vértices e A um conjunto de aresta, mas é introduzido um terceiro conjunto α que define parâmetros associados aos elementos do conjunto A e/ou do conjunto V .

Os valores do conjunto α podem determinar capacidade de fluxo (mínimo e máximo), custo (distância, tempo, valor monetário) e fluxo corrente. Esses valores são então considerados para calcular nesta rede o caminho mínimo, o fluxo máximo, a árvore mínima (uma rede interna que considera apenas os arcos de menos custo para manter todos os nós da rede ainda conectados), a melhor rota e o custo mínimo. Estes problemas de otimização de redes podem ser solucionados por algoritmos como o Algoritmo de Ford e Fulkerson ou o Algoritmo de Busacker e Gowen que serão abordado mais a frente.

2. Problemas de Fluxo de Custo Mínimo

Os Problemas de Fluxo de Custo Mínimo (PFCM) possuem papel importante quando se aborda otimização em redes m [a]. Estes problemas são complexos e visam encontrar numa rede um conjunto de arestas que permita que um fluxo percorra o caminho formado por eles desde um ou mais nós de origem aos nós de destino de modo otimizado. Problema de Fluxo de Custo Mínimo é modelado matematicamente pela equação 3 r [e], se considerada uma rede em que $n = |V|$ e $m = |A|$ onde para cada arco $ij \in A$ á um custo c_{ij} e uma capacidade limitante $u_{ij} \geq 0$ associados.

$$\min \sum_{ij \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

Tendo em vista que para cada nó $i \in V$ á um valor b_i que representa a quantidade de recursos fluido pelo nó e x_{ij} é o fluxo que corre de um nó i a um nó j . Logo a equação acima (Eq. 3) é sujeita as seguintes restrições:

$$\sum_{j:ij \in A} x_{ij} - \sum_{j:ji \in A} x_{ji} = b_i \quad \forall i \in V \quad (4)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \text{ou} \quad l_{ij} \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \forall ij \in A \quad (5)$$

Importante atentar que l_{ij} seria um limite inferior associado a cada arco, em sua ausência o limite de capacidade mínima de fluxo é dado como zero.

O PFCM se ramifica ainda uma série de especializações, entre elas o Problema de Fluxo Máximo (PFM). Este por sua vez é um problema que tem por proposito maximizar o fluxo que circula numa rede de uma dado ponto a outro. O PFM consiste na equação 6 ainda sujeita as restrições da 4 e 5:

$$\max \sum_{ij \in A} x_{ij} \quad (6)$$

Além do Problema de Fluxo Máximo estão entre as especializações dos PFCM o Problema do Caminho mais Curto, o Problema de Atribuição, o Problema de Transporte, o Problema de Circulação, o Problemas de Fluxo de Custo Convexo, o Problemas de Fluxo Generalizado e o Problemas de Fluxo de Múltiplas Mercadorias.

É interessante, aliás, entender os PFCM através da ilustração de uma aplicação real que se enquadra no contexto. A rede Ipê que é uma infraestrutura de rede Internet dedicada à comunidade acadêmica brasileira, sua infraestrutura engloba 28 Pontos de Presença (PoPs) sendo um por estado, exceto em Pernambuco que apresenta dois. Cada trecho da rede apresenta uma capacidade distinta. Aliando a isso o fato de que as distâncias entre os PoPs dos diferentes estados podem ser uma espécie de custo, tem-se uma rede (Fig. 1) onde é possível aplicar tanto o algoritmo de Ford e Fulkerson, para ver a vazão de informação máxima entre dois pontos da rede, quanto o Algoritmo de Busacker e Gowen, para ver o custo de manutenção da rede por onde flui o máximo fluxo entre dois nós. Os algoritmos de resolução dos PFCM podem portanto auxiliar na gestão dessa e de diversas outras redes.

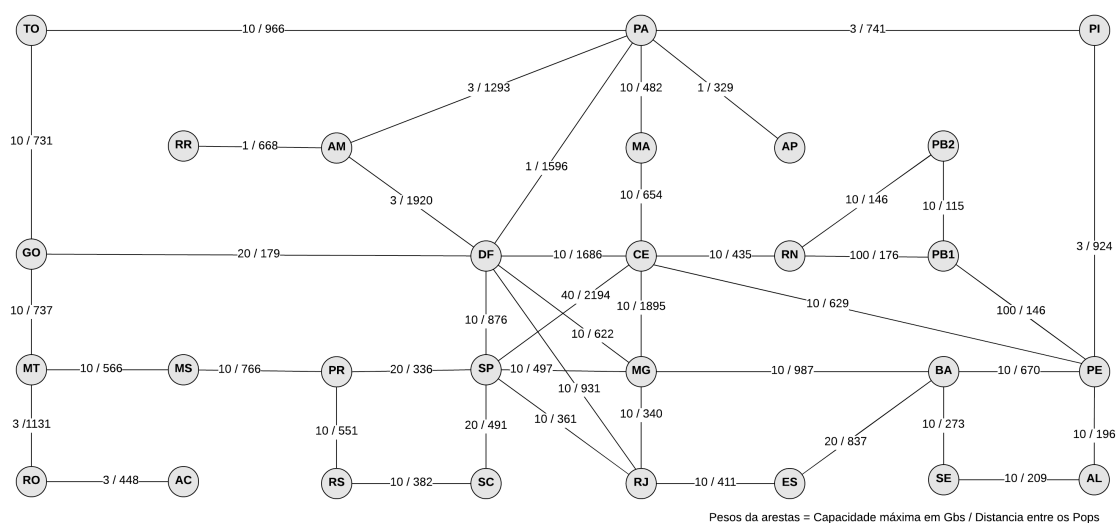


Figura 1. Grafo de representação da rede Ipê

Na representação da rede Ipê dada na Figura 1 cada arco possui dois valores associados. O primeiro valor representa a capacidade do arco dado em Gb/s e o segundo valor a distancia aproximada entre os Pops representados pelos nós. Ao considerar que, hipoteticamente, o valor de manutenção da rede é de um real para cada Gb/s por km do enlace anualmente, permite calcular facilmente o custo de manutenção do caminho de fluxo máximo entre dois Pops da rede Ipê com os algoritmos de Ford e Fulkerson e de Busacker e Gowen.

3. Algoritmos

3.1. Algoritmo de Ford e Fulkerson

O algoritmo de Ford e Fulkerson (1955) é um algoritmo que soluciona o problema de fluxo máximo que é uma especialização do PFCM. Este algoritmo realiza uma série de iterações onde ele encontra um caminho de aumento de fluxo e faz circular por tal caminho um fluxo que esgota o arco de menor capacidade do caminho e atualiza as capacidades dos arcos tal que $c^*_{ij} = c_{ij} - x_{ij}$. Quando não é mais possível encontrar um caminho de aumento de fluxo entre s e t o fluxo máximo foi alcançado.

O algoritmo de Ford e Fulkerson é um algoritmo que faz uso de rotulação para definir rotas de aumento de fluxo t [e]. Esse processo ocorre do seguinte modo:

- 1 Se existe um caminho de aumento de fluxo partindo do nó origem para uma nó qualquer j então ele será rotulado, ou seja, quando um arco utilizável incide em j ele será rotulado.
- 2 Sendo i um nó rotulado, um arco ij será utilizável se $x_{ij} < u_{ij}$, arco direto, ou se $x_{ji} > u_{ij}$, arco reverso.
- 3 Quando o nó de destino do fluxo for rotulado um caminho de aumento foi alcançado.

Como já apurado, o algoritmo de Ford e Fulkerson é aplicado a uma especificação do PFCM que é o PFM que é representado pela equação 6. Evidentemente terá desempenho satisfatório quando utilizado para solucionar aplicações onde o interesse é aumentar a vazão de fluxo na rede entre dois nós. Não é recomendado o uso desse algoritmo em redes de grande dimensão pois ele apresenta ordem de complexidade $O(n^4CU)$, onde $n = |V|$, $C = \text{arco de maior custo} \in A$ e $U = \max x_{ij}u_{ij} \forall [o]$.

Ao aplicar este algoritmo na rede Ipê (Fig. 1) foi retornado como resultado o caminho em destaque na figura 2 por onde flui um fluxo máximo de 70 Gb/s com custo de manutenção de R\$ 194.430,00 por ano do estado do Ceará para o estado de São Paulo

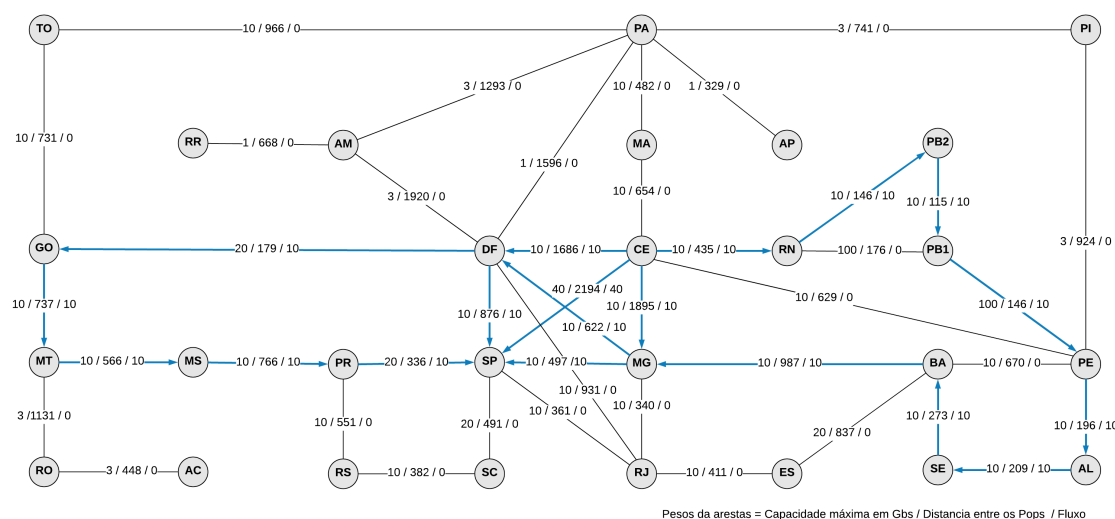


Figura 2. Caminho do fluxo máximo de Ceará para São Paulo na rede Ipê

3.2. Algoritmo de Busacker e Gowen

O Algoritmo de Busaker e Gowen (1960) é uma criação dos autores de mesmo nome que tinham como designação realizar um estudo de planejamento estratégico assistido por computador para o Exército dos EUA.

O algoritmo gera um grafo residual que serve de apoio na construção do caminho de custo mínimo. Acontecem uma série de iterações em que primeiramente o algoritmo busca por um caminho mínimo entre dois nós (origem e destino), não encontrando tal caminho o algoritmo para pois não há solução ou não há caminho de aumento de fluxo (a

variância de fluxo é nula ou negativa), caso contrario será alocado o fluxo máximo que o caminho suporta. O passo seguinte é verificar se o fluxo solicitado no destinatário corresponde ao solicitado ou ao fluxo máximo, correspondendo o algoritmo para a execução se tal condição não for atingida a rede residual é modificada em função do fluxo alocado em cada caminho encontrado e inicia-se uma nova execução.

Apesar de ser um algoritmo de fácil entendimento ele tem a desvantagem de a cada iteração precisar reconstruir o grafo residual duplicando as arestas $t[i]$. O Algoritmo de Busaker e Gowen é aplicado para solucionar algumas das diversas aplicações do PFCM mas foi originalmente proposto para solucionar aplicações relacionadas a logística do exército americano e por isso tem um bom desempenho com aplicações de transporte.

Ao aplicar este algoritmo na rede Ipê (Fig. 1) foi retornado como resultado o caminho em destaque na figura 3 por onde flui um fluxo máximo de 70 Gb/s com custo de manutenção de R\$ 192.220,00 por ano do estado do Ceará para o estado de São Paulo

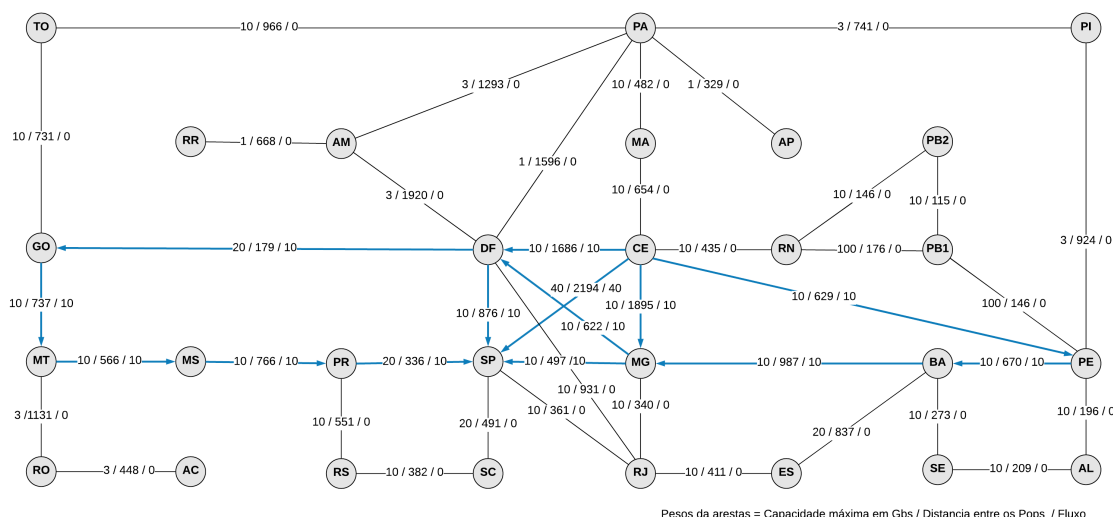


Figura 3. Caminho do fluxo máximo e custo mínimo de Ceará para São Paulo na rede Ipê

O Algoritmo de Busaker e Gowen tem complexidade $O(nmU)$, onde $n = |V|$, $m = |A|$ e $U = \max x_{ij} u_{ij} \forall [0]$. Logo, este não é uma dos melhores algoritmos para problemas de custo mínimo mas é um dos mais fáceis de compreender e implementar.

4. Conclusão

A análise da aplicação dos algoritmos na rede ipê culminou em resultados surpreendentes. Apesar de não ter a mesma função ambos algoritmos podem ser usados, por exemplo, para encontrar um fluxo máximo entre dois nós em uma rede, porém o algoritmo de Busacker e Gowen retornará um caminho de custo mínimo enquanto o algoritmo de Ford e Fulkerson não se preocupa em retornar um caminho de menor custo.

Esse comportamento é notado nas figuras 2 e 3 ao comparar os resultados obtidos na aplicação dos algoritmos na rede ipê, buscando fluxo máximo entre os estados do



ceará até são paulo. Os algoritmos testados apresentam um bom desempenho com redes pequenas, no entanto, para problemas de fluxo máximo e custo mínimo o estado da arte está no método simplex e suas variações.

Referências

- Campos, V. B. G. (2012). Algoritmos para resolução de problemas em redes. *IME*, disponível em <http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/apostilas/Apostila-Redes.pdf>, acessado em 27 de Julho de 2018.
- Derigs, U. (1988). *Programming in networks and graphs*. Springer.
- Feofiloff, P., Kohayakawa, Y., and Wakabayashi, Y. (2011). Uma introdução sucinta à teoria dos grafos.
- Hetland, M. L. (2014). *Python Algorithms: mastering basic algorithms in the Python Language*. Apress.
- Kovács, P. (2015). Minimum-cost flow algorithms: an experimental evaluation. *Optimization Methods and Software*, 30(1):94–127.
- Witenberg, J. P. (1999). *Métodos y modelos de investigación de operaciones*, volume 1. Editorial Limusa.



Sistematização das metodologias ESL com enfoque em SystemC

Tiago da Silva Almeida¹, Felipe Sousa Barbosa¹

¹Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14
Plano Diretor Norte – 77001-090 – Palmas – TO – Brasil

{tiagoalmeida, felipe.barbosa}@uft.edu.br

Resumo. *O presente trabalho visa construir um material de referência sobre as metodologias ESL para projetos de sistemas eletrônicos, tendo como enfoque a arquitetura do sistema. Já existem inúmeras metodologias e ferramentas presentes na literatura que propõem soluções de projeto ESL. Essa grande quantidade de material torna difícil a decisão de quais metodologias e ferramentas utilizar. O problema se torna ainda maior quando o assunto é a formação de novos projetistas. O SystemC é uma biblioteca do C++ padronizada pelo IEEE para projetos de hardware que permite inúmeros níveis de abstração do projeto por integrar funcionalidades de linguagens de alto nível e de linguagens de descrição de hardware tradicionais. Até o presente momento, esse trabalho apresenta uma discussão sobre as metodologias, o porquê do uso da TLM e da ESL, e os motivos do SystemC ser uma ferramenta adequada para suportar projetos que as utilizem.*

1. Introdução

O processo de produção de sistemas eletrônicos, assim como a produção de software para diferentes domínios, pode ser visto por inúmeros níveis de abstração. Esses níveis de abstração definem o nível de especificação do sistema dentro do projeto. No projeto de sistemas eletrônicos digitais, uma descrição possível, tendo em vista apenas o projeto de hardware para sistemas digitais, divide os níveis de abstração em três [Black et al. 2009]. Abaixo esses níveis são listados do mais alto nível de abstração ao mais baixo:

- **Arquitetural:** São componentes de alto nível, como processadores de propósito geral, hardware dedicado, memórias e etc., não possuindo informações específicas do seu funcionamento interno.
- **Comportamental:** Apresenta uma descrição de alto nível das operações executadas nos componentes da arquitetura, mas geralmente sem qualquer definição de tempo/ciclo dos componentes.
- **RTL:** ou nível de transferência de registradores, implica que o nível de abstração do sistema é visto como um fluxo de dados entre os registradores que os armazenam e as operações lógicas efetuadas sobre eles, podendo apresentar temporização por ciclo de clock.

Uma metodologia ESL consiste em construir uma descrição do sistema no nível mais alto de abstração, e iterativamente ir refinando tal descrição até que a mesma chegue ao produto final do projeto. Durante esse processo de refinamento do sistema é comum



certas funcionalidades serem implementadas em software, o que diminui o custo de produção, porém essa decisão também tem impacto sobre o desempenho e potência, o que a torna uma decisão difícil. Sendo assim, qualquer metodologia dita ESL, deve levar em consideração o projeto de software.

De fato, projetos de sistemas eletrônicos modernos quase sempre apresentam implementações em software. Classicamente o desenvolvimento do software acontecia apenas nas fases finais do projeto de hardware, o que geralmente estendia o projeto como um todo. Metodologias ESL também permitem o projeto de software mais cedo, o que além de gerar ganho de tempo no projeto, implica que recursos, tanto de hardware quanto de software, podem ser melhor otimizados para seu funcionamento conjunto [Black et al. 2009].

2. Metodologias de projeto

A **primeira escola**, segue uma linha de projeto assistido por computador. Nessa escola acredita-se que as decisões de projeto devem ser feitas por projetistas humanos que possuam boas práticas de projeto, acumuladas em anos de trabalho no próprio mercado. As principais ferramentas utilizadas nessa abordagem são:

- Editores gráficos;
- Ferramentas de simulação e verificação;
- Bases de dados.

Essa abordagem tende a ser *bottom-up*, assim construindo primeiro blocos menores que serão utilizados em estruturas de mais alto nível [Gajski e Kuhn 1983].

A **segunda escola**, segue uma linha de abordagem guiado por base de conhecimento. A ideia é construir uma base de dados formada por regras de projeto, que nada mais são do que o conhecimento de especialistas humanos em projeto de sistemas eletrônicos descrito na forma de regras. Essas regras descritas na base devem fazer a tomada de decisões do projeto, não abordando processos "mecânicos", como simulação e verificação. Essa base de dados pode ser constantemente incrementada e melhorada por especialistas que façam seu uso para apoio a decisões em seus projetos. Os sistemas que utilizam essas bases de dados são chamados de Sistemas Especialistas [Gajski e Kuhn 1983].

Por último, a **terceira escola** segue uma linha de pensamento baseada na síntese a nível de sistema (ESL). Essa abordagem é uma das mais comuns atualmente [Gerstlauer et al. 2009] [Meeus et al. 2012]. Em adição a tudo que já foi dito sobre ESL, a ideia é que o conhecimento de especialistas, principalmente no que tange a especificação, além de poder ser descrito como regras (segunda escola), ele também pode ser traduzido de forma automatizada em uma implementação do sistema, ou seja, a partir de uma descrição de auto nível do problema, a solução pode ser alcançada por meio de síntese automática.

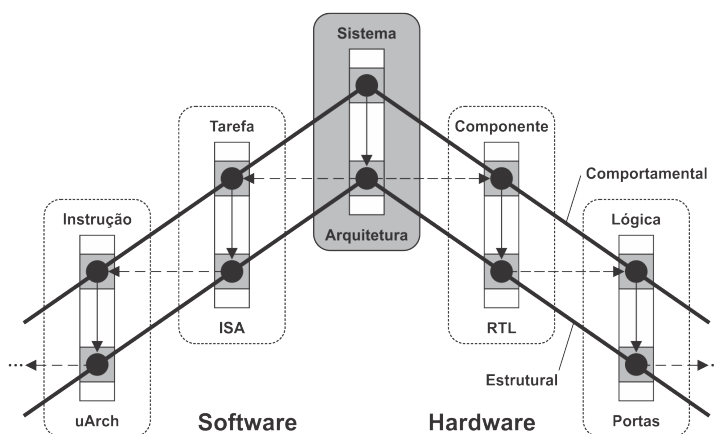
Apesar das vantagens da abordagem ESL, como identificaram [Gajski et al. 1992], existem inúmeros desafios para que ela seja eficiente, como: A definição de linguagens de descrição, modelos de projeto, algoritmos de síntese e ambientes para síntese iterativa onde os projetistas possam facilmente reduzir o espaço de busca pela solução.

2.1. Metodologia de telhado duplo e a separação entre hardware e software

O modelo de telhado duplo (*double roof*) é uma metodologia *top-down* para projetos de sistemas embarcados que pode ser vista como uma variante do diagrama Y, apresentando apenas os domínios de representação comportamental (telhado superior) e estrutural (telhado inferior) (Figura 1). Segundo [Teich 2000], esses dois domínios são suficientes para o entendimento do problema de síntese, foco principal das metodologias ESL.

Seguindo tais níveis como exemplo, o processo de desenvolvimento de um sistema embarcado complexo consiste de uma sequência de refinamentos dentro de um mesmo nível de abstração, adicionando informações estruturais a uma descrição comportamental, assim concebendo uma descrição estrutural de mesmo nível. Tais informações estruturais são na verdade informações sobre a implementação do sistema. Sendo assim, o comportamento do sistema é iterativamente refinado nos próximos níveis de abstração de mais baixo nível [Teich 2000].

Figura 1. Uma versão possível do Diagrama de telhado duplo

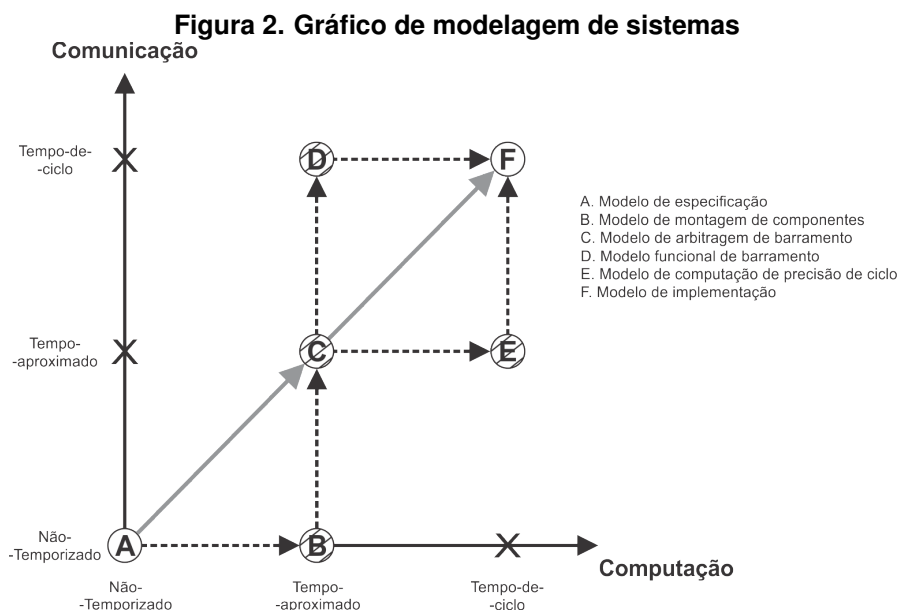


2.2. Modelagem a nível de transação

No artigo de [Cai e Gajski 2003], os autores fazem uma descrição resumida de seis modelos de especificação de projeto presentes em [Cai et al. 2003], sendo quatro desses modelos TLMs, e apresentam uma introdução ao uso dessas TLMs em diferentes domínios de projeto.

Dentro de um projeto com TLMs a comunicação entre os módulos de computação é feita por meio de chamadas de funções de interface a um canal de comunicação [Cai e Gajski 2003]. Dessa forma os detalhes de computação ficam totalmente separados dos detalhes de comunicação.

Tratando agora dos modelos na Figura 2, indicados por círculos, as quatro TLMs, indicadas por círculos rasurados, são modelos intermediários entre o modelo de especificação (nível de sistema) e o modelo de implementação (o nível de implementação de fato). Nesse cenário, uma ferramenta/metodologia de síntese ESL deve chegar ao modelo de implementação partindo do modelo de especificação. Abaixo é apresentada uma breve descrição de cada modelo. Ao observar a Figura 2 é possível perceber que existem três



modelos não especificados (dois sobre o eixo da comunicação e um no eixo da computação). Eles não são abordados no artigo original (e também não serão abordados neste trabalho) porque segundo [Cai e Gajski 2003], esses modelos são pouco utilizados.

Abstraindo um pouco as definições dadas acima sobre TLM, podemos imaginar um modelo de TLM como possibilitando o projeto conjunto de diferentes componentes em diferentes níveis de abstração. Isso não só possibilita o projeto paralelo de diferentes componentes de hardware com uma valoração total do sistema, como também possibilita o projeto de software mais cedo.

3. Nível de Sistema Eletrônico e Modelagem a Nível de Transação

As necessidades das metodologias ESL e da TLM são diferentes das providas por HDLs, como VHDL e Verilog, e de linguagens convencionais de desenvolvimento de software, como C/C++ e Java.

Além do crescimento na complexidade dos sistemas eletrônicos atuais, normalmente esses sistemas integram hardware e software de aplicação específica, o que pressupõem a necessidade do projeto conjunto desses dois componentes. Esse projeto é sujeito à prazos curtos de desenvolvimento, restrições de desempenho de tempo real e pressões por baixo consumo energético. Outra necessidade é a de verificação funcional de forma cuidadosa, a fim de garantir que o sistema esteja livre de falhas, e obviamente esteja de acordo com as especificações do sistema [Black et al. 2009].

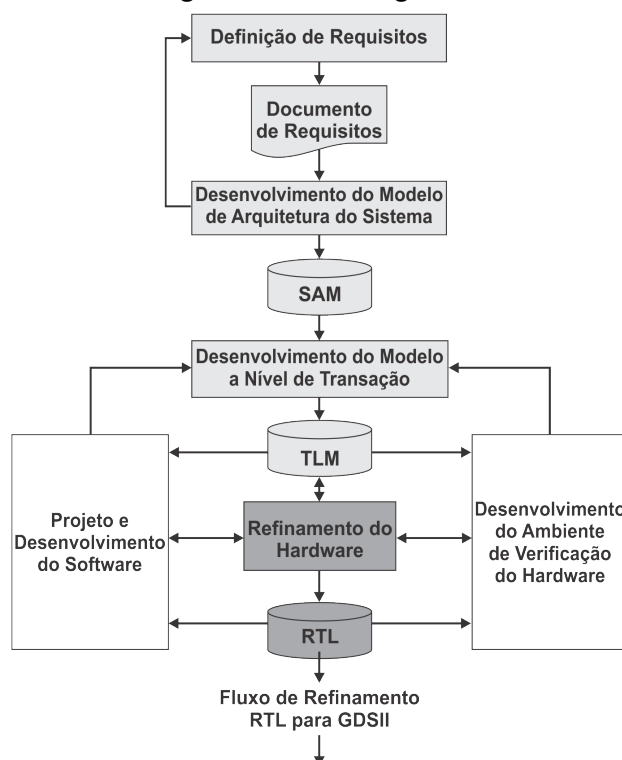
Um modelo TLM, por exemplo, possibilita que diferentes disciplinas do projeto, como hardware e software, trabalhem de forma paralela. Essa TLM ou protótipo virtual do sistema representa uma especificação comum entre os grupos de desenvolvimento.

3.1. Metodologia TLM

Na Figura 3, a primeira fase do fluxo de projeto é o levantamento de necessidades do sistema, ou definição do requerimento. Essa fase gera um documento de necessidades

do produto (*Product Requirements Document* ou PRD). Em seguida é determinada um modelo para a arquitetura do sistema (*System Architecture Model Development*). Em seguida é definida uma TLM para comunicação entre os componentes da arquitetura do sistema (tanto de hardware quanto de software). Depois de várias fases de refinamento dos modelos de hardware e do desenvolvimento do modelo de software que se adequa, é gerado um modelo RTL do sistema. Isso fecha o fluxo de desenvolvimento de alto nível do sistema, e após isso os modelos RTL podem continuar sendo refinados, pois representam uma modelagem do sistema de mais baixo nível.

Figura 3. Metodologia TLM



Vale ressaltar que a TLM produzida inicialmente é refinada constantemente a medida que necessário junto com o progresso do desenvolvimento do software e do desenvolvimento do ambiente de verificação do hardware.

Ainda de acordo com [Black et al. 2009], aplicando de maneira adequada uma linguagem e técnicas de projeto de forma ao longo de todo esse fluxo de desenvolvimento, a TLM pode ser refinada e reutilizada, assim servindo para inúmeras tarefas de grande importância.

Grande parte dessas necessidades/tarefas pre-supõem uma ferramenta/linguagem com abstrações de alto nível, para a modelagem do hardware e criação de componentes de software, como também a simulação de atividades concorrentes. Nesse sentido, o SystemC é um grande auxiliador pois, junto com seu *kernel* de simulação, as características do C/C++ e algumas abstrações de HDL atinge bem essas necessidades.



4. Considerações finais

Viu-se que a TLM é uma metodologia auxiliar a metodologias ESL, que possibilita por meio de interfaces de comunicação integrar componentes de diferentes granularidades, o que possibilita tanto uma valoração mais cedo do sistema de hardware como um todo quanto o projeto de software - usualmente o fim ciclo de vida do projeto.

Por fim foi discutido o uso do SystemC como ferramentas para apoiar projetos que utilizam ESL e TLM, chegando a conclusão de que ela é uma ferramenta que supre as necessidades das duas metodologias.

Referências

- Black, D. C., Donovan, J., Bunton, B., e Keist, A. (2009). *SystemC: From the Ground Up, Second Edition*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2nd edition.
- Cai, L. e Gajski, D. (2003). Transaction level modeling: An overview. In *Proceedings of the 1st IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis, CODES+ISSS '03*, pages 19–24, New York, NY, USA. ACM.
- Cai, L., Verma, S., e Gajski, D. (2003). Comparison of specc and systemc languages for system design. *Technical Report CECS-03-11*.
- Gajski, D. D., Dutt, N. D., Wu, A. C.-H., e Lin, S. Y.-L. (1992). *High-level Synthesis: Introduction to Chip and System Design*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA.
- Gajski, D. D. e Kuhn, R. H. (1983). Guest editors' introduction: New vlsi tools. *Computer*, 16(12):11–14.
- Gerstlauer, A., Haubelt, C., Pimentel, A. D., Stefanov, T. P., Gajski, D. D., e Teich, J. (2009). Electronic system-level synthesis methodologies. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 28(10):1517–1530.
- Meeus, W., Van Beeck, K., Goedemé, T., Meel, J., e Stroobandt, D. (2012). An overview of today's high-level synthesis tools. *Design Automation for Embedded Systems*, 16(3):31–51.
- Teich, J. (2000). Embedded system synthesis and optimization.



Rastreamento Urbano de Transporte Integrado

Leonardo Rezende Costa¹, Tiago da Silva Almeida¹

¹Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14
Plano Diretor Norte – 77001-090 – Palmas – TO – Brasil

leonardorecl@gmail.com, tiagoalmeida@uft.edu.br

Resumo. *Devido ao grande crescimento urbano, é indispensável que seja repensado o planejamento das cidades e em sua mobilidade. Assim, esse trabalho propõe a construção de um protótipo para coleta de dados sobre as rotas dos veículos de transporte coletivo urbano. Os estudos são ainda preliminares, mas se mostra bastante promissor. Com uma grande quantidade de dados sobre o tráfego dos veículos será possível avaliar rotas e modelos e / ou quantidade de veículos disponíveis para dar maior vazão ao fluxo de passageiros do transporte público. O protótipo proposto foi concebido com a plataforma Arduino, módulos de comunicação utilizando o padrão IEEE 802.15.4 e comunicação GPS e GSM. O protótipo proposto neste trabalho representa um dos módulos de coleta de dados, o módulo que fica localizado na estação de embarque e desembarque de passageiros.*

1. Introdução

De modo geral, o transporte público no Brasil é tido como ineficiente. Grande parte do descontentamento se dá pela má alocação da frota, que resulta em ônibus frequentemente lotados ou tempo excessivos de espera em terminais. Em cidades maiores, a dificuldade de se locomover piora com a intensidade do trânsito e, deste modo, a otimização operacional se torna necessária.

Do ano de 2015 para 2016, o tempo médio que o cidadão perde no trânsito aumentou 20 minutos na cidade de São Paulo - SP [Pena 2016]. Entre os usuários de transporte público, a quantidade em horas gastas com deslocamento todos os dias é de 3 horas e 11 minutos.

Assim, o objeto desse projeto é desenvolver uma solução baseada em IoT para gerenciamento de frota urbana, especificamente em transporte coletivo. Nosso objetivo é desenvolver um sistema de rastreamento e controle individual de cada veículo, com geolocalização, alimentar uma aplicação web com esses dados e também fornecer informações em tempo real aos usuários.

Os dados capturados dos veículos podem ser utilizados para tomada de decisão em relação a melhores rotas, gastos globais com o transporte, etc.. Um grande desafio, e foco do projeto, é a melhor tecnologia de troca de dados entre veículos e a aplicação Web, devido ao custo de equipamentos mais seguros e rápidos e a baixa qualidade da infraestrutura existente. Portanto, nossos esforços empenham-se no sistema de coleta e gestão de dados da frota veicular.

Destacamos ainda, que esse é um estudo preliminar sobre a melhor alternativa de construção do protótipo para coleta de dados. Dois módulos distintos são necessários: um



módulo no veículo para sua geolocalização e um módulo na estação. Esse trabalho tem o foco no módulo da estação. A Seção 2 aborda as tecnologias candidatas e estudadas para confecção dos módulos e o protótipo desenvolvido até o momento.

2. Metodologia

2.1. O padrão IEEE 802.15.4

A procura por tecnologias que buscam interligar pontos de acesso de comunicação se tornaram imprescindíveis nos dias atuais. Assim, é necessário um estudo sobre quais tecnologias estão disponíveis para estas operações de comunicação. De acordo com o IEEE, a comunicação sem fio está subdividida nos seguintes protocolos de comunicação: IEEE 802.11 - LAN sem fio (*Wireless LAN*), IEEE 802.15 - Wireless Personal Area Network (*Bluetooth*), IEEE 802.16 - *Broadband Wireless Access* (WiMAX) e IEEE 802.20 - *Mobile Broadband Wireless Access* (MobileFi) [Estremote 2017].

Inicialmente a rede deve ser configurada pelo dispositivo coordenador PAN (*Personal Area Network*) e os dispositivos deve associar-se com o PAN. Existem vários parâmetros importantes que são inicializados e armazenados no coordenador do PAN. Alguns são definidos em: comprimento do endereço (curto ou longo), capacidade de segurança e tipo de rede. Uma vez concluído o processo de inicialização, o coordenador PAN entra em modo de espera para receber pedidos de associação [Estremote 2017].

Um dado PAN pode ser configurado como um sinal de rede ativado ou como não ativado. Em um sinal de rede ativado, *frames* são utilizados para sincronizar dispositivos, identificar o coordenador PAN e estabelecer a necessária superestrutura dentro de uma rede. Esta estrutura ilustra a comunicação do arranjo global de muitos nós da rede, com o tempo de conclusão de cada mensagem (e os avisos opcionais associados). Uma vez que o superframe está dividido em sinais, o superframe inicia com um *beacon* (sinal) e é seguido de 16 intervalos (0-15) de tempos iguais, determinando assim o tempo do super *frame* [Estremote 2017].

Em uma rede com topologia estrela, apenas os dois primeiros tipos de transferência são utilizados. Estas transações ocorrem de maneira diferente para redes com sinal ativo (*Beacon-Enabled*) e para redes com sinal desativado (*Non-Beacon-Enabled*), apesar de sinais de quadros sempre serem necessários para a associação.

Um sinal de rede ativo é mais útil para situações em que duração da vida útil da bateria e dados periódicos são necessários. Quando o coordenador for conFigurado como uma rede de sinal ativado, o coordenador FFD (*Full Function Device*) envia sinais de transmissão em intervalos regulares. Os dispositivos de funções reduzidas RFDs (*Reduce Function Device*) (alimentação por bateria) podem, então, introduzir um baixa potência (sleep) depois de um sinal, e acordar um pouco antes do próximo sinal ocorrer, assim, conservar o tempo de vida da bateria [Estremote 2017].

2.2. Arduino UNO

O projeto Arduino é uma plataforma de hardware e software que facilita desenvolvimento de aplicações que utilizam microcontroladores. O Arduino foi criado com o objetivo de facilitar o aprendizado e possibilitar a prototipação e desenvolvimento de projetos com um custo relativamente baixo, além de não exigir um vasto conhecimento em eletrônica. Estes

foram sem dúvida os fatores primordiais para a popularização do Arduino em âmbito mundial, não somente entre os desenvolvedores mais experientes, mas também entre os entusiastas e iniciantes [Estremote 2017].

Muitos microcontroladores possuem memória reduzida e menor poder de processamento, característica da maioria dos sistemas embarcados. O Arduino Uno R3, por exemplo, possui as seguintes especificações:

- Microcontrolador: ATmega328;
- Portas Digitais: 14;
- Portas Analógicas: 6;
- Memória Flash: 32KB (0.5KB usado no bootloader);
- SRAM: 2KB;
- EEPROM: 1KB;
- Velocidade do Clock: 16MHz.

3. Sistema proposto

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizada plataforma microcontrolada explicada na Seção 2.2. Existem plataformas com diversos objetivos, tais como: placas de comunicação sem fio, sensor de proximidade, emissor de sinal infravermelho, módulo de geolocalização, leitor de cartão por radiofrequência etc.[Hintz 1992]. Cada um desses módulos tem sua maneira própria de funcionamento e é necessário testar e estudar cada um de maneira individual para melhor fazer uso de suas características.

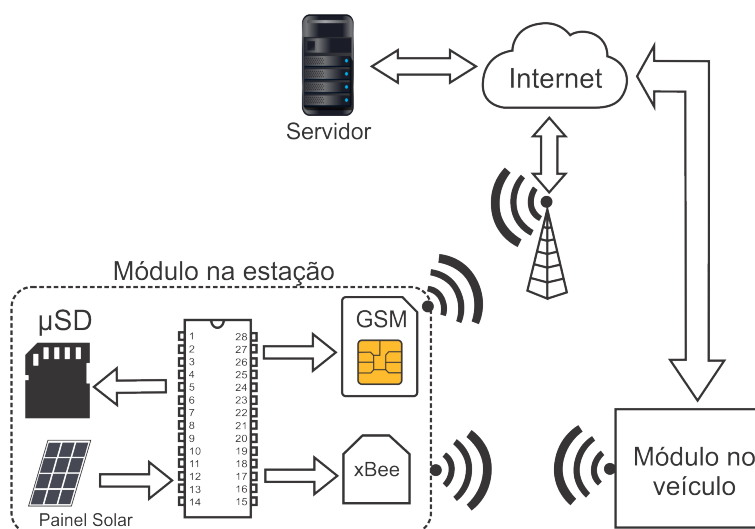


Figura 1. Fluxo de dados do projeto.

A Figura 1 representa o funcionamento do módulo da estação. O módulo da estação é composto por sub-módulos de:

- comunicação sem fio xBee [Inc. 2018], que recebe as informações enviadas pelo módulo do veículo;
- comunicação por rede sem fio de telefonia, que envia os dados colhidos até o servidor;
- alimentação por energia solar, que abastece o sistema;



- armazenamento, que grava temporariamente as informações em um cartão microSD;
- controle geral (microcontrolador), que é responsável por controlar os sub-módulos citados anteriormente.

Desse modo, toda vez que um veículo passa pela estação, o módulo recebe as informações do veículo, armazena temporariamente em um cartão microSD e envia através da rede móvel de telefonia para o servidor.

O sub-módulo de comunicação GSM tem foco na rede de dados fornecida pelas operadoras de celulares. O objetivo desse sub-módulo é somente enviar as informações do veículo para um servidor na internet. Essa comunicação é de vital importância para criação de uma base de dados robusta para explorar a análise de tráfego e utilização do transporte público em trabalhos futuros.

Em outro sub-módulo de comunicação será utilizada a comunicação baseado no padrão IEEE 802.15.4, popularmente conhecido com “ZigBee”. O padrão IEEE 802.15.4 funciona com altas frequências de operação, comparado à sinais mais comuns como rádio frequência, e baixa taxa de transferência de dados. Objetivo é fornecer protocolos seguros e redundantes para manter a integridade dos dados na comunicação. O sub-módulo de comunicação ZigBee será usado na comunicação com a estação ou ponto de ônibus e locais de maior fluxo. Como o sub-módulo GSM possuem latências altas de resposta devido a problemas de infraestrutura, o sub-módulo ZigBee fornece os dados ao módulo na estação e a estação reenvia e ajusta o sincronismo na linha, de modo a permitir que os dados no servidor sejam em tempo real.

Além dos sub-módulos de comunicação externa, o módulo da estação conta com um leitor de cartão de memória, que funcionará como *datalogger*, salvando as informações em caso de falha de comunicação ou outro tipo de falha.

4. Resultados

Nesse estudo, foi realizado um teste de comunicação entre dois Arduinos UNO R3, utilizando o módulo xBee. Como o foco deste estudo é somente o módulo de comunicação na estação, ainda não existe um módulo funcional no veículo para transmissão dos dados de maneira adequada. Em substituição aos dados provenientes do veículo, utilizou-se um sensor de temperatura e umidade, modelo DHT11.

Assim, a Figura 2 ilustra o resultado das medições do sensor em período de cinco horas (das 11:00 às 16:00). As leituras foram realizadas no campus de Palmas da UFT no dia 16 de agosto de 2018.

Nesses experimentos, o módulo A possui acoplado a ele o módulo xBee e o sensor DHT11, esse módulo transmite as leituras para o módulo B. O módulo B possui a recepção dos dados com outro módulo xBee e por meio da ethernet ele transmite os dados para um *broker*, utilizando o protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Com os dados recebidos no *broker* foi gerado o gráfico da Figura 2.

5. Conclusões

Até o momento foram realizados estudos sobre cada módulo que envolve o projeto. Este estudo demanda bastante tempo, pois é necessário ler a especificação de cada componente

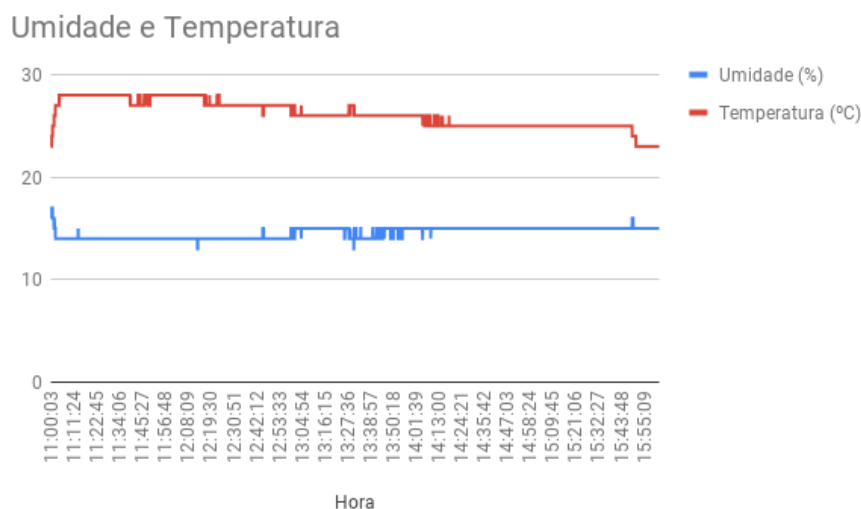


Figura 2. Análise da medição realizada durante um período de cinco horas para testar a comunicação entre os módulos.

e testar suas funcionalidades. Sendo assim, o primeiro módulo testado foi o de comunicação sem fio xBee: um tempo foi dedicado para instalação dos programas necessários para configuração e programação desse módulo específico. Depois, foi feito um projeto de teste para trocar informações entre dois circuitos através desse módulo.

O segundo componente foi o de comunicação por rede móvel de telefonia. Ele tem um microcontrolador um pouco mais robusto, com especificações técnicas mais avançadas e a leitura de seu manual demanda bastante tempo, principalmente se o objetivo é explorar o máximo das suas capacidades. A implementação prática dos testes ainda não aconteceu, pois é preciso de algumas outras ferramentas (como o próprio chip com plano de dados).

O próximo passo para o desenvolvimento do projeto é reunir os estudos de cada sub-módulo em um protótipo, que será a primeira versão do sistema implantado nas estações de espera.

Referências

- Estremote, M. A. (2017). *Gerenciamento de memória através da utilização de tabelas de dispersão em um módulo híbrido com suporte ao protocolo CAN (Controller Area NetWork) e ao padrão 802.15.4 ZigBee para comunicação de redes de sensores sem fio*. Doutorado em engenharia elétrica, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- Hintz, K. J. (1992). *Microcontrollers: Architecture, Implementation, and Programming*. McGraw-Hill Professional, 1st edition.
- Inc., D. I. (2018). Digi xbee/rf solutions. Acessado em: 11-03-2018.
- Lozoya, C., Aguilar, A., e Mendoza, C. (2016). Service oriented design approach for a precision agriculture datalogger. *IEEE Latin America Transactions*, 14(4):1683–1688.
- Pena, R. A. (2016). Problemas no transporte público. Acessado em: 11-03-2018.



Desenvolvimento da plataforma AlfaGebra e avaliação do aprendizado dos acadêmicos da disciplina de Álgebra Linear

Osmir Custódio Mariano¹, Jhonatan Sousa Santiago²,
Hellena Christina Fernandes Apolinário³, Edeilson Milhomem da Silva⁴

¹Ciência da Computação - Universidade Federal do Tocantins (UFT)

{osmirmariano, jhonatan, hellena}@uft.edu.br

edeilson.milhomem@gmail.com

Abstract. *The present work is part of the development of an AlfaGebra teaching and learning platform for the discipline of Linear Algebra and evaluation of students' learning through it, being composed of three modules. First, the more driven concepts, the solved exercises and the options for what you can do with what is best and what the system does to accomplish and show step by step resolution. The development of the platform addressed the techniques of text and software engineering and used the textit framework Scrum. Thus, with the development of the same, it was possible to identify, from the use of no analysis process, that it helped in the learning process of the students.*

Resumo. *O presente trabalho faz parte do desenvolvimento de uma plataforma de ensino e aprendizagem AlfaGebra para à disciplina de Álgebra Linear e avaliação do aprendizado dos discentes através da mesma, sendo composta por três módulos. Cada módulo apresenta conceitos teóricos, exercícios resolvidos e opção para que o usuário possa interagir com a plataforma e assim o sistema realiza os cálculos e mostra o passo a passo da resolução. O desenvolvimento da plataforma abordou as técnicas de engenharia de software e utilizou o framework Scrum. Destarte, com o desenvolvimento da mesma, foi possível identificar, a partir da utilização no decorrer dos estudos da disciplina, que ela auxiliou no processo de aprendizagem dos estudantes.*

1. Introdução

A importância da Álgebra Linear tem crescido nas últimas décadas, principalmente nos modelos matemáticos lineares que surgem em diversas áreas, como a economia, a aviação, a exploração petrolífera, os circuitos eletrônicos, a estatística, dentre várias outras, e comumente nestes modelos aparecem a resolução de Sistemas de Equações Lineares, a qual de acordo com [Leon 2011] “mais de 75% de todos os problemas matemáticos encontrados em aplicações científicas e industriais envolvem a resolução de um sistema linear em alguma etapa”(p. 1).

A Álgebra Linear constitui parte importante dos conteúdos matemáticos ensinados em cursos iniciais no âmbito da Universidade Federal do Tocantins. Para [Furtado 2010], a Álgebra Linear é vista como uma disciplina de fundamental importância para vários estudiosos, como matemáticos e cientistas que a utilizam como instrumento para resoluções de problemas. Dessarte, não é diferente que ela “constitui uma parte importante no



conteúdo matemático que é usado no início de um curso da área de exata" ([Dorier 1998], apud [Furtado 2010], 2010, p. 2).

Já para [Poole 2016] a Álgebra Linear apresenta muitos resultados interessantes, aplicações em outras disciplinas e em várias áreas da matemática. Assim, apresenta muitas faces, técnicas computacionais, conceitos e aplicações, tornando-se uma área de grande importância.

Na Universidade Federal do Tocantins, a disciplina de Álgebra Linear faz parte da estrutura curricular dos cursos das engenharias Civil, Elétrica, Alimentos e Biotecnológica e também Ciência da Computação e Matemática. A citada disciplina é considerada por muitos alunos como difícil, o que é perceptível pelos os altos índices de reprovações e evasões dos acadêmicos. E o desenvolvimento surgiu a partir da necessidade de um recurso tecnológico par auxiliar os acadêmicos no aprendizado. Desse modo, foi desenvolvida uma plataforma de ensino e aprendizagem, e a partir desta, foi feita uma avaliação de aprendizado em relação aos acadêmicos da disciplina de Álgebra Linear, com e sem a utilização da plataforma.

2. Metodologia

2.1. Desenvolvimento da plataforma

Para o desenvolvimento da plataforma a primeira etapa realizada foi a criação do documento de especificações de requisitos. Após, foi realizado a prototipagem das telas, a fim de criar os esboços do sistema para oferecer suporte para o desenvolvimento do sistema. Em seguida a codificação do código fonte foi realizada e ao fim da conclusão de cada módulo o mesmo era submetido a testes, a fim de encontrar falhas.

As ferramentas utilizadas para a construção do sistema são: linguagem de programação JavaScript, linguagem de marcação HTML 5 e CSS 3 como folha de estilo, e alguns *frameworks* para otimizar o desenvolvimento, como o *bootstrap* que é um *framework* de código aberto da Mark Otto e Jacob Thornton [Spurlock 2011], sendo um conjunto de ferramentas para agilizar o processo de desenvolvimento da interface e do *front-end* do sistema. A plataforma é totalmente web e *responsivo*, pode ser acessada por qualquer dispositivos.

2.2. Avaliação do aprendizado

A avaliação foi realizada em duas turmas de Álgebra Linear do curso de Ciência da Computação, uma correspondente ao período de 2017-1 e 2017-2, sendo que a turma de 2017-1 não utilizou o *software* no decorrer do período para seus estudos e a de 2017-2 utilizou no decorrer dos seus estudos. Entre ambas as turmas foi comparado o nível de aprendizado, a fim de identificar se o sistema auxiliou no aprendizado dos estudantes. É importante salientar que para as duas turmas o professor ministrante foi o mesmo, tornando por conseguinte um ponto de grande importância, pois a metodologia aplicada na turma que não utilizou o sistema foi a mesma aplicada na turma que utilizou, destacando o ponto que diferencia só no quesito de utilização do sistema.

Para a metodologia de avaliação foi aplicado a pesquisa-ação, que é um método de pesquisa em campo, ao qual os dados são coletados no local em que ocorrer o problema,

por meio de questionários e/ou entrevistas, mas a presente pesquisa em questão abordou a aplicação de questionários.

Para a realização desse objetivo foi aplicado o método de avaliação dos acadêmicos através de coletas de dados e como instrumentos de geração de dados foram aplicados questionários, sendo um para cada turma, a turma que não utilizou o sistema foi aplicado somente um questionário com perguntas objetivas de múltiplas escolhas e discursivas com foco em identificar o perfil dos estudantes. Para a turma que utilizou foram aplicados três questionários (um para cada módulo do sistema) com objetivo de identificar melhoras no aprendizado dos acadêmicos, com perguntas semelhantes a etapa anterior.

3. Resultados

3.1. Sistema AlfaGebra

O sistema em sua estrutura apresentam 3 (três) módulos sendo eles: sistemas de equações lineares, espaço vetorial e transformações lineares, a qual cada um deles apresentam recursos para estudos dos conceitos teóricos da Álgebra Linear e cálculo de expressões, onde nele são mostrados o passo a passo da resolução do problema, a seguir será demonstrado cada item desses.

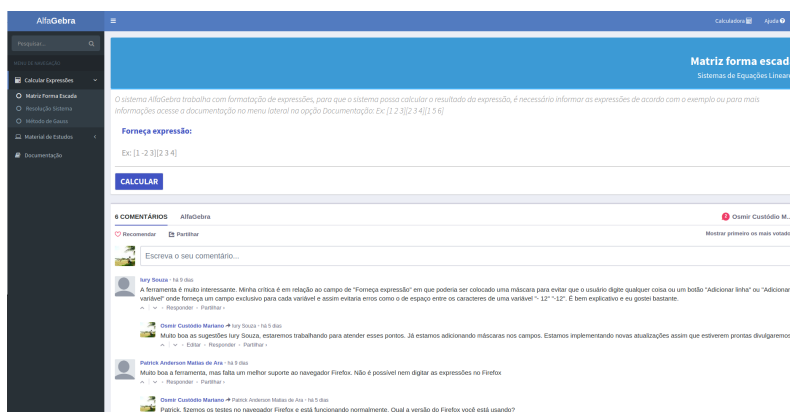
Figura 1. Tela inicial da plataforma



A figure 1 representa a estrutura da tela inicial do sistema, onde é através dela que o acadêmico consegue acessar todos os recursos da mesma, tais como os três módulos e é nele que apresentam descrições do que é a plataforma.

Em relação a cada módulo, a figure 2 refere-se a tela do módulo de sistemas de equações lineares, onde nele é dividido em dois itens, sendo o primeiro referente aos materiais de estudos, que neles apresentam exercícios resolvidos, material de estudos, definições, vídeos aulas e materiais complementares de principais instituições de ensino. Já no segundo item, é onde o estudante pode fornecer expressões para que o sistema possa realizar o processamento do cálculo e mostrar o passo a passo da resolução. Aos demais módulos, espaço vetorial e transformações lineares, eles apresentam a mesma estrutura do módulo de sistema de equações lineares com material de estudo e opção para entrar com expressões e calcular.

Figura 2. Tela módulo de sistemas de equações lineares



3.2. Avaliação do aprendizado

Em relação ao aprendizado foi possível identificar os aspectos referentes ao aprendizado e dificuldades dos estudantes a partir da aplicação do primeiro questionário junto a turma do período 2017-1, sendo que essa turma cursou a disciplina sem o uso do *software*. Diante da aplicação foi possível identificar que 40,90% dos alunos consideram a disciplina de Álgebra Linear com grau de dificuldade alto, 50% médio, 9,10% razoável e nenhum dos estudantes acha que é uma disciplina fácil. Outro aspecto importante é em relação ao número de evasões e reprovações da disciplina, sendo que em relação as evasões nos períodos 2015-2, 2016-1 e 2016-2 correspondia de 47,06% dos alunos, um dado que corresponde mais da metade de alunos dos três períodos.

Com a turma que utilizou o sistema, pode comprovar que plataforma auxiliou no aprendizado dos discentes da disciplina de Álgebra Linear, e esse dado pode ser comprovado pelo os dados coletados em cada módulo, sendo que no módulo de sistema de equações lineares 72,1% dos alunos relataram que o sistema ajudou no aprendizado, 92% no módulo de espaço vetorial comentaram que o sistema auxiliou no aprendizado e 100% no módulo de transformações lineares relataram que ajudou no aprendizado.

4. Conclusão

Portanto, a plataforma AlfaGebra contribuiu para o aprendizado dos estudantes, visto que a mesma apresenta recursos que complementaram o aprendizado dos estudantes, pois ela processa o cálculo de cada módulo e mostra o passo a passo da resolução, que é seu diferencial.

Referências

- Dorier, J.-L. (1998). État de l'art de la recherche en didactique - À propos de l'enseignement de l'algèbre linéaire. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18:191–230.
- Furtado, A. L. C. (2010). Dificuldade na aprendizagem de conceitos abstratos da álgebra linear: 2009-2010. dissertação de mestrado. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Leon, S. J. (2011). *Álgebra linear com aplicações*. LTC, Rio de Janeiro.
- Poole, D. (2016). *Álgebra Linear: uma introdução moderna*. Cengage Learning, 4 edition.
- Spurlock, J. (2011). *Bootstrap*. O'Reilly Media, Estados Unidos.



O Algoritmo de Ponto Proximal para Minimização de Funções Convexas de Uma Variável Real a Valores Reais

Herinson Barbosa Rodrigues¹, Rogério Azevedo Rocha²

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Palmas-TO

²Mestrando em Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói - RJ

herinson.br@gmail.com, azevedo@uft.edu.br

Resumo. Neste trabalho, apresentamos o algoritmo de ponto proximal para minimização de funções convexas de uma variável real a valores reais. Mais especificamente, apresentamos as principais propriedades das sequências geradas pelo algoritmo e testamos o algoritmo através de experimentos numéricos utilizando o software livre Octave.

1. Introdução

Dentre os algoritmos existentes na Programação não linear, destacamos o clássico algoritmo de ponto proximal (APP) para resolver problemas de otimização irrestrito

$$\text{MINIMIZE}\{f(x) \mid x \in \mathbb{R}^n\} \quad (1)$$

onde a função objetivo $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ é convexa e continuamente diferenciável. Este APP gera uma sequência $\{x^k\} \subset \mathbb{R}^n$ através do seguinte procedimento iterativo: dado um ponto inicial $x^0 \in \mathbb{R}^n$, então

$$x^{k+1} \in \operatorname{argmin}\{f(x) + \lambda_k \|x - x^k\|^2 : x \in \mathbb{R}^n\}, \quad (2)$$

onde λ_k é uma sequência de números reais positivos e $\|\cdot\|$ é a norma usual.

Este APP desenvolvido e estudado por Rockafellar (1976). Como divulgação deste APP no Brasil, destacamos o trabalho de Iusem (1995) que foi apresentado no 20º colóquio brasileiro de Matemática. Como recentes trabalhos envolvendo do APP, destacamos: Apolinário et al. (2015) e Rocha et al. (2017).

Destaca-se que este APP já surgiu aplicado a funções $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ e assim, para sua análise de convergência se faz necessário o conhecimento de conteúdos avançados como análise no \mathbb{R}^n e análise convexa, entre outros. Neste sentido, somente os acadêmicos a nível de mestrado e/ou doutorado que cursarem estas disciplinas possuem os pré-requisitos necessários para um desejável entendimento deste algoritmo.

Com base no exposto acima e com o objetivo de divulgar o APP entre os acadêmicos de diversos cursos de graduação, tais como, matemática, engenharias e ciência da computação, propomos um estudo completo deste APP, aplicado a funções $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, isto é, vamos considerar $n = 1$. Neste sentido, tem-se como pré-requisitos para um bom entendimento do algoritmo, o conhecimento de análise convexa em \mathbb{R} e análise real.



2. O algoritmo de ponto proximal em \mathbb{R}

Nesta seção, vamos apresentar e expor algumas propriedades do algoritmo de ponto proximal (APP), denotado por APP real, que resolve o problema de minimização irrestrita

$$\min \{f(x) \mid x \in \mathbb{R}\}, \quad (3)$$

onde $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ é uma função convexa e continuamente derivável.

O APP gera uma sequência $\{x^k\} \subset \mathbb{R}$ como segue:

APP real

1. Escolha $x^0 \in \mathbb{R}$.
2. Dado x^k , se $x^k \in \operatorname{argmin} \{f(x) \mid x \in \mathbb{R}\}$, então $x^{k+p} = x^k, \forall p \geq 1$.
3. Dado x^k , se $x^k \notin \operatorname{argmin} \{f(x) \mid x \in \mathbb{R}\}$, então, tome como próxima iterada, qualquer x^{k+1} tal que

$$x^{k+1} = \operatorname{argmin} \{f(x) + \lambda_k(x - x^k)^2 \mid x \in \mathbb{R}\}, \quad (4)$$

onde $0 < \lambda_k < \bar{\lambda}$, para algum $\bar{\lambda} > 0$.

Em seguida, enunciamos uma Proposição que nos informa que a sequência $\{x^k\}$ gerada pelo APP real é bem definida. A demonstração desta Proposição e de todas as outras dessa Seção, podem ser encontrada em Iusem (1995). Segue o resultado.

Proposição 2.1 *Seja $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ convexa e continuamente derivável. Suponha que o conjunto U de minimizadores de f sobre \mathbb{R} é não vazio. Então o APP real sempre gera uma única sequência.*

O próximo resultado nos fornece um critério de parada para o APP real.

Proposição 2.2 *Seja $\{x^k\}$ uma sequência gerada pelo APP real. Se $x^{k+1} = x^k$ então*

$$x^k \in \operatorname{argmin} \{f(x) \mid x \in \mathbb{R}\}.$$

Observação 2.1 *É importante observar que, devido aos erros de aproximação computacional, este critério de parada é quase impossível de ser atingido nos testes numéricos (conf. seção 3). Neste sentido, para os testes numéricos utilizaremos o critério de parada ($|x^{k+1} - x^k| \leq \text{tol}$) que é justificado pela Proposição 2.3 [item b)].*

Abaixo segue importantes propriedades das sequências geradas pelo APP real.

Proposição 2.3 *Seja $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ convexa e continuamente derivável. Se $\{x^k\}$ for uma sequência gerada pelo APP real, então:*

- a) $\{x^k\}$ é limitada;
- b) $\lim_{k \rightarrow \infty} (x^{k+1} - x^k) = 0$;
- c) $\{f(x^k)\}$ é não crescente e convergente.

Neste momento, estamos prontos para enunciar o resultado principal deste trabalho, ele nos informa que qualquer sequência $\{x^k\}$ gerada pelo APP real, converge para uma solução do problema (3).

Teorema 2.1 *Seja $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ convexa e continuamente derivável. Suponha que o conjunto U de minimizadores de f sobre \mathbb{R} é não vazio. Então qualquer sequência $\{x^k\}$ gerada pelo APP real converge para um ponto $x^* \in U$.*

3. Experimentos numéricos

Nesta seção, implementamos o APP real (seção 2). O nosso principal interesse é testar a convergência do APP real. O código-fonte foi escrito com o auxílio do software livre Octave e todos os experimentos numéricos foram executados utilizando um notebook com processador Intel Core i7 5500U, 8GB de RAM e sistema operacional Windows 10 64 bits. Testamos o APP real considerando três funções $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que possuem um único ponto de mínimo global e cujas leis de formação, gráficos e seus respectivos pontos de mínimos são descritos na tabela e figura abaixo.

Tabela 1. Funções teste para o APP real

Função	Ponto de mínimo
$f_1(x) = x^4 - 9x^3 + 31x^2 - 48x + 29$	2
$f_2(x) = -x/e^x$	1
$f_3(x) = x/(1 + x^2)$	-1

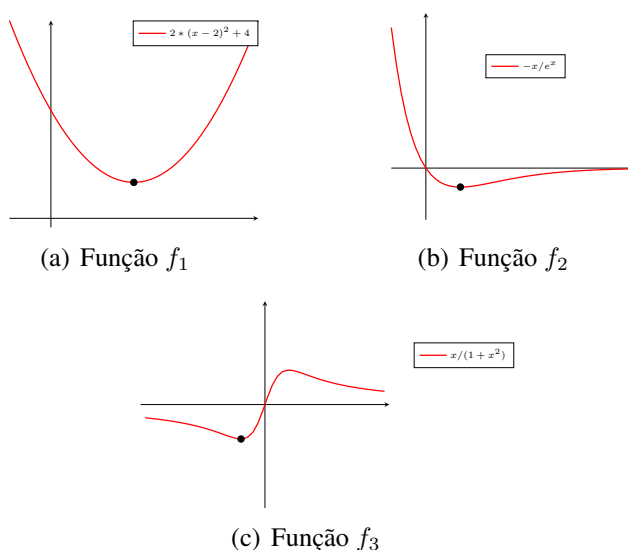


Figura 1. Gráficos das funções testes

Nas tabelas abaixo, tol denota a tolerância em relação ao critério de parada $|x^k - x^{k+1}| \leq tol$; λ_k é uma sequência de parâmetros reais satisfazendo $0 < \lambda_k < \bar{\lambda}$. Além disto, em 100 experimentos, com iterações iniciais escolhidas aleatoriamente, \bar{k} representa o número médio de iterações do APP real, \bar{T} representa o tempo médio de convergência, \bar{x}^k a média aritmética das soluções aproximadas obtidas e $|\bar{x}^k - x^*|$ a distância entre a solução mínimo global exato (x^*) e a média aritmética das soluções aproximadas.

Os resultados numéricos para as funções f_1 , f_2 e f_3 são demonstrados nas tabelas abaixo.



Tabela 2. Testes numéricos para $f_1(x) = x^4 - 9x^3 + 31x^2 - 48x + 29$

No.	tol	λ_k	\bar{k}	\bar{T}	\bar{x}_k	$ \bar{x}_k - x^* $
1	10^{-3}	$1 + 1/k$	12.77	0.0155383277	1.9998870878	0.0001129122
2	10^{-4}	$1 + 1/k$	16.33	0.0205769658	2.0000006092	0.0000006092
3	10^{-5}	$1 + 1/k$	19.98	0.0260537243	1.9999983445	0.0000016555
4	10^{-3}	$1/k$	6.82	0.0083272767	1.9999313711	0.0000686289
5	10^{-4}	$1/k$	8.17	0.0114696145	1.9999979519	0.0000020481
6	10^{-5}	$1/k$	9.21	0.0151207972	2.0000004529	0.0000004529
7	10^{-3}	1	11.64	0.0150487661	1.9998661842	0.0001338158
8	10^{-4}	1	14.77	0.0190531445	1.9999886244	$10^{-5}13756$
9	10^{-5}	1	17.83	0.0242376137	1.9999988578	0.0000011422
10	10^{-3}	$2 - 1/k$	15.38	0.0182235932	1.9998100032	0.0001899968
11	10^{-4}	$2 - 1/k$	21.50	0.0279188633	1.9999645410	0.0000354590
12	10^{-5}	$2 - 1/k$	26.91	0.0356755161	1.9999971947	0.0000028053

Tabela 3. Testes numéricos para $f_2(x) = -x/e^x$

No.	tol	λ_k	\bar{k}	\bar{T}	\bar{x}_k	$ \bar{x}_k - x^* $
1	10^{-3}	$1 + 1/k$	39.54	0.0147391129	1.0054561798	0.0054561798
2	10^{-4}	$1 + 1/k$	56.29	0.0245152712	1.0005311419	0.0005311419
3	10^{-5}	$1 + 1/k$	67.60	0.0338211274	1.0000501158	0.0000501158
4	10^{-3}	$1/k$	12.07	0.0053561139	1.0006011480	0.0006011480
5	10^{-4}	$1/k$	13.68	0.0064319849	1.0000470621	0.0000470621
6	10^{-5}	$1/k$	15.87	0.0080986309	1.0000034568	0.0000034568
7	10^{-3}	1	37.43	0.0158728194	1.0051425972	0.0051425972
8	10^{-4}	1	49.96	0.0233298469	1.0005108309	0.0005108309
9	10^{-5}	1	65.55	0.0300751972	1.0000490117	0.0000490117
10	10^{-3}	$2 - 1/k$	60.31	0.0227115870	1.0104120161	0.0104120161
11	10^{-4}	$2 - 1/k$	83.70	0.0339471507	1.0010403909	0.0010403909
12	10^{-5}	$2 - 1/k$	112.98	0.0493660355	1.0001060289	0.0001060289



Tabela 4. Testes numéricos para $f_3(x) = x/(1 + x^2)$

No.	tol	λ_k	\bar{k}	\bar{T}	\bar{x}_k	$ \bar{x}_k - x^* $
1	10^{-3}	$1 + 1/k$	21.99	0.0105577016	-0.9962839759	0.0037160241
2	10^{-4}	$1 + 1/k$	33.15	0.0179727459	-0.9996491517	0.0003508483
3	10^{-5}	$1 + 1/k$	42.93	0.0230763221	-0.9999632092	0.0000367908
4	10^{-3}	$1/k$	9.42	0.0048436260	-0.9996637392	0.0003362608
5	10^{-4}	$1/k$	11.29	0.0062542629	-0.9999589841	0.0000410159
6	10^{-5}	$1/k$	12.91	0.0079756856	-0.9999977567	0.0000022433
7	10^{-3}	1	19.79	0.0093966603	-0.9965583548	0.0034416452
8	10^{-4}	1	30.00	0.0157112122	-0.9996581210	0.0003418790
9	10^{-5}	1	40.38	0.0214852524	-0.9999638656	0.0000361344
10	10^{-3}	$2 - 1/k$	28.88	0.0128493166	-0.9929166213	0.0070833787
11	10^{-4}	$2 - 1/k$	47.80	0.0236166167	-0.9992612286	0.0007387714
12	10^{-5}	$2 - 1/k$	67.57	0.0360856295	-0.9999256445	0.0000743555

Observação 3.1 *Os resultados contidos nas tabelas acima confirmam a convergência do APP real para os pontos de mínimo global das respectivas funções.*

4. Conclusões

Neste trabalho, apresentamos o clássico algoritmo de ponto proximal (APP) para minimização de funções convexas $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, considerando $n = 1$. A restrição $n = 1$ permite que a análise de convergência do algoritmo seja acessível aos alunos de graduação dos cursos de matemática, engenharias e computação.

5. Referências

- Apolinário, H. C. F. (2015) Papa Quiroz, E. A. ; Oliveira, P. R. A scalarization proximal point method for quasiconvex multiobjective minimization. *Journal of Global Optimization* (Dordrecht. Online) 64, 79-96.
- Iusem, A.N. (1995) Métodos de Ponto Proximal em Otimização. 20º coloquio Brasileiro de Matemática, 24 a 28 de julho.
- Rocha, R.A.; Oliveira, P.R.; Gregório, R.M.; Michael, S. (2016) A Proximal Point Algorithm with Quasi-distance in Multi-objective Optimization. *Journal of Optimization Theory and Applications* (Dordrecht. Online) 171, 964-979.
- Rockafellar, R.T. (1976) Monotone operators and the proximal point algorithm. *SIAM Journal of Control and Optimization* 14 (5), 877-898.



Ferramenta para gerenciamento da XI SECCOMP

Paulo Atavila¹, Jonatha Varjão¹, Lorraine Patiele¹

¹ Curso de Ciência da Computação - Universidade Federal do Tocantins
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Palmas, Tocantins, Brasil.

{pauloatavila, jonathavarjao, lohpatiele}@uft.edu.br

Resumo. *Este artigo fornece uma visão geral de importantes questões de pesquisa na engenharia de software relacionadas ao desenvolvimento de aplicativos móveis. Entre tópicos estão as ferramentas e suas funcionalidades e design de interface de usuário. O aplicativo resolverá o problema de credenciamento, geração de relatórios e a gerência de pessoas e atividades das semanas acadêmicas do curso de ciência da computação da Universidade Federal do Tocantins.*

1. Introdução

Em edições anteriores, todo o controle do evento era feito através de listas e papéis, a escolha de desenvolver uma ferramenta que auxiliasse este processo se deu pela praticidade, facilidade e comodidade de realizar algumas tarefas necessárias durante a realização do evento e nos momentos que o sucedem, como a geração de um relatório para cada professor pertencente ao colegiado, que informe quais participantes estavam em uma determinada atração que ocorreu no horário de aula.

A partir da utilização de ferramentas computacionais, foi possível criar uma aplicação que pudesse gerenciar algumas tarefas da organização do evento XI SECCOMP (XI Semana Acadêmica do Curso de Ciência da Computação - UFT¹ câmpus de Palmas). Dentre as atividades gerenciáveis, podem ser listadas:

1. Cadastro de participantes, palestras, minicursos e outras atrações dentro do evento.
2. Validação da entrada e saída dos participantes nas atrações do evento.
3. Geração de relatórios de participação, bem como de contabilização de horas.
4. Controle dos voluntários e suas atribuições.

A aplicação conta com um módulo que contém todas as funcionalidades, que ficará a disposição da comissão organizadora e um módulo *mobile* para que os *staffs*² possam utilizá-lo para realizar algumas tarefas simples. As funcionalidades da aplicação serão descritas na seção seguinte.

2. Funcionalidades da ferramenta

Nesta seção está presente a descrição das principais funcionalidades que compõem a ferramenta, e que fazem dela um destaque no gerenciamento das atividades no evento. A tela inicial da aplicação pode ser visualizada na imagem 1.

2.1. Informações das atrações e geração de relatórios de presença

Nesta tela, imagem 2, é possível identificar todas as informações de qualquer atração, acompanhando-as em tempo real, ou informações já cadastradas. Nesta tela também é

¹Universidade Federal do Tocantins.

²Voluntários que participam da organização do evento.



Figura 1. Tela inicial da ferramenta, que oferece acesso as funcionalidades da aplicação.



Figura 2. Tela de informações das atrações.

possível gerar o relatório de presença dos alunos que participaram da atração, e ainda fazer a aplicação de filtros.

Esse relatório informa aos professores os alunos presentes e assim podem validar presença a eles em compensação da aula. Isso pode ser feito assim que a atração finalizar, agilizando este processo que era feito de forma manual apenas no fim do evento.

A geração do relatório é feito a partir da validação das entradas e saídas dos participantes da atração através do módulo *mobile* desta ferramenta, que utiliza um código QR único para cada participante, que está presente no crachá de identificação individual.

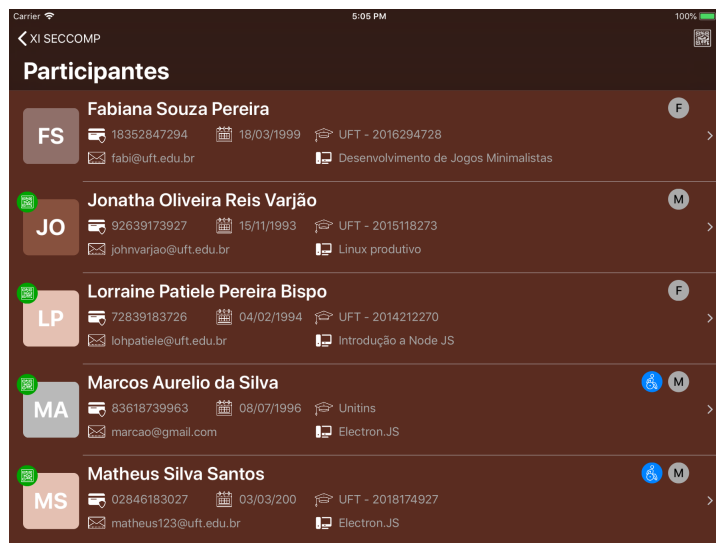


Figura 3. Tela de informações dos participantes.

2.2. Informações dos participantes

A imagem 2 representa a tela de participantes, onde podem ser visualizados todos os dados dos participantes que fizeram inscrição no evento, assim como se já realizaram o credenciamento, o código QR, qual minicurso estão inscritos, e etc. Além da visualização, é possível realizar também a edição dos dados, ajudando em possíveis problemas futuros, como a necessidade de geração de certificados extras para correção de informações.

2.3. Informações dos *staffs*



Figura 4. Tela de informações dos *staffs*.

A tela de *Staffs*, representada na imagem 4, possibilita a visualização das informações de todos os *staffs* e ainda o gerenciamento da escala de cada um, possibilitando a alteração dos dados a qualquer momento.

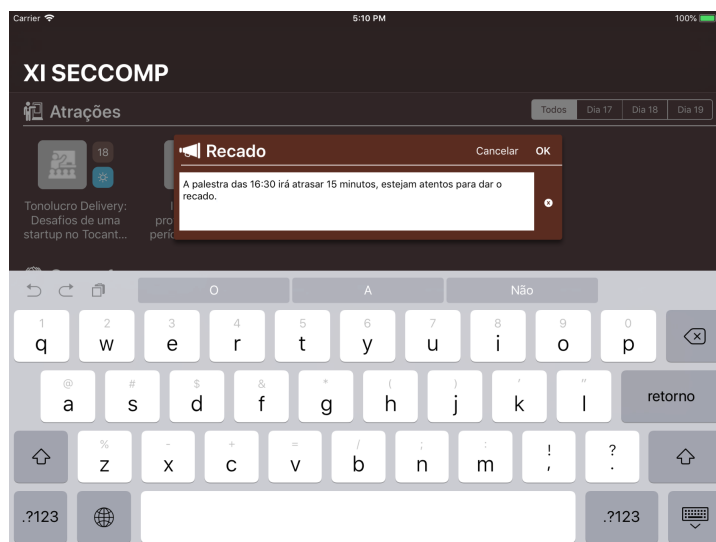


Figura 5. Tela de emissão de recados.

2.4. Emitir um recado

Este recurso, visualizado na imagem 5, possibilita o envio de um recado a todos os *staffs* em forma de notificação, que será recebida através do módulo *mobile* desta aplicação.

3. Desenvolvimento da aplicação

A aplicação computacional foi desenvolvida na linguagem de programação Swift, com diretrizes de tela específicas para o Apple iPadTM. O dispositivo foi escolhido pela facilidade no desenvolvimento do código pela equipe de desenvolvimento e pela disponibilidade de um exemplar para utilização durante o evento.

O banco de dados utilizado para armazenar as informações recolhidas pela aplicação foi um No SQL³, mais especificamente o banco de dados Firebase⁴. Esta escolha foi baseada pelo fato do armazenamento ser *online* e possuir um servidor próprio e que não demanda de configurações adicionais, pois a equipe de desenvolvimento também estava responsável por outras tarefas na organização do evento. A facilidade de interação entre o banco de dados e linguagem de programação Swift também foi levada em consideração, agilizando o tempo gasto com as configurações.

4. UML - Caso de uso

A relação entre as atividades realizadas na aplicação e os atores podem ser visualizadas através do diagrama de caso de uso, apresentado na imagem 6.

Os participantes, representados pelo ator 'Participante', não terão acesso a aplicação, sendo a participação deste apenas na atividade de validação de entrada e saída, mediada por um *staff* ou um membro da comissão, representados no diagrama pelos atores 'Staff' e 'Comissão', respectivamente.

³Banco de dados não relacional.

⁴www.firebaseio.com

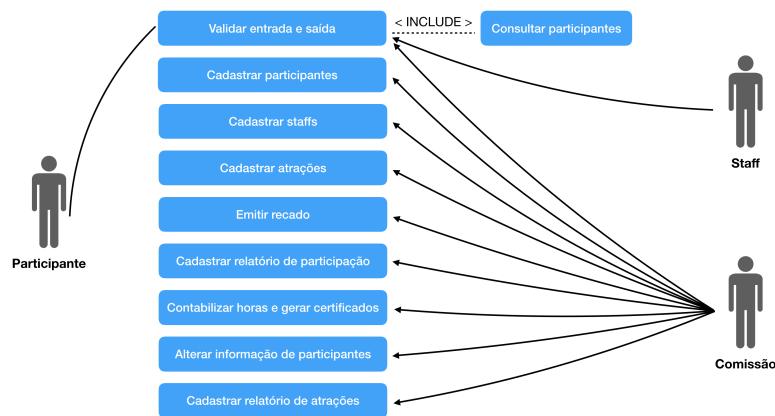


Figura 6. Diagrama de caso de uso.

As outras atividades não terão a participação dos *staffs* nem dos participantes, pois envolvem responsabilidades especificamente dos participantes da comissão do evento, como pode ser observado no diagrama.

5. Conclusão

Este artigo buscou propor uma solução aos problemas decorrentes da administração das semanas acadêmicas do curso de ciência da computação da Universidade Federal do Tocantins. A proposta foi o desenvolvimento de um aplicativo capaz de coordenar o credenciamento, geração de relatórios e a gerência de pessoas e atividades das semanas acadêmicas.

Com o levantamento de requisitos iniciais o aplicativo mostrou ser uma ferramenta robusta e capaz de sanar estas dificuldades.

Referências

- Charland, A. and Leroux, B. (2011). Mobile application development: web vs. native. *Queue*, 9(4):20.
- Itakura, F. and Vergilio, S. R. (2002). Towabe-uma ferramenta para avaliação de usabilidade em aplicações para web. *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pages 462–467.
- Microsoft (2016). Diagramas de caso de uso uml: diretrizes. <https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/dd409432.aspx>. Último acesso em 31/08/2018.
- Travassos, G. and Biolchini, J. (2007). Revisões sistemáticas aplicadas a engenharia de software. In *XXI SBES-Brazilian Symposium on Software Engineering*.
- Von Wangenheim, C. G., Kochanski, D., and Savi, R. (2009). Revisão sistemática sobre avaliação de jogos voltados para aprendizagem de engenharia de software no brasil. *FEES: Fórum de Educação em Engenharia de Software*.
- Wasserman, A. I. (2010). Software engineering issues for mobile application development. In *Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research*, pages 397–400. ACM.



Reconstrução de Árvore Filogenética usando o método de Neighbor-Joining

Ivo Pontes Araújo¹, Rafael da Costa Silva¹,

Wosley da Costa Arruda¹, Rafael Lima de Carvalho¹

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal do Tocantins (UFT)

77.001-090 – Palmas – TO – Brasil

ivopontes@uft.edu.br, rafaelcs@uft.edu.br,
warruda@uft.edu.br, rafaeluft@gmail.com

Abstract. *In phylogeny, one of its main goals is to try to reconstruct a phylogenetic tree from a set of sequences. The challenge is to be able to generate trees more efficiently, using a difference matrix.*

Resumo. *Em filogenia, um dos principais objetivos é tentar reconstruir uma árvore filogenética a partir de um conjunto de sequências. O desafio é conseguir gerar árvores com mais eficiência, a partir de uma matriz de diferenças.*

1. Introdução

A filogenia é a representação do histórico de ramificação das rotas de heranças dos organismos. Além disso, “o objetivo dos estudos filogenéticos é reconstruir vínculos genealógicos entre entidades biológicas, para estimar o grau da divergência entre os organismos e o tempo cronológico”[Graur and Li 2000].

Para [Viana 2007], “A construção de árvores filogenéticas auxilia a Biologia a explicar os possíveis relacionamentos entre as espécies atuais e a deduzir as histórias evolutivas das mesmas”. Elas também são chamadas de dendrograma.

A árvore filogenética é um grafo composto de nós e folhas, onde somente um ramo se conecta com dois nós adjacentes [Graur and Li 2000]. Além disso, os nós terminais (folhas), são chamados de Unidades Operacionais Taxonômicas, *Operational Taxonomic Units (OTUS)*.

Os OTUs podem ser espécies, genes ou organismos. Já os nós internos, são chamados de Unidades Hipotéticas Taxonômicas, *Hypotetical Taxonomic Units (HTUs)*, esses representam as unidades ancestrais.

O processo de reconstrução de árvores a partir de matrizes de distância tem duas partes, a primeira é realizar o cálculo da das distâncias genéticas, as quais os resultados são dispostos na forma de matriz e por fim é feita a reconstrução filogenética. A matriz de distância é uma matriz triangular superior ou inferior com diagonal nula, contendo as distâncias evolutivas entre as espécies de estudo.

Os métodos mais conhecidos de agrupamento para reconstrução filogenética são o UPGMA, o WPGMA e o Neighbor-Joining. Esses métodos são baseados em distância, ou seja, fazem comparações par-a-par, solução mais rápida computacionalmente [Zuben and Reis 2004b].



2. Objetivos

O Objetivo deste trabalho é desenvolver um algoritmo de reconstrução de árvores filogenéticas a partir do método Neighbor-Joining e analisar os resultados obtidos a partir das proteínas dos organismos: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces japonicus*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Candida albicans* e *Saccharomyces paradoxus*.

3. Metodologia

O método escolhido foi o Neighbor-Joining devido à sua eficácia, já que as distâncias das sequências são geradas seguindo o princípio da evolução mínima. Os métodos UPGMA, *Unweighted-Pair Group Method with Arithmetic Means* é o método que tem menos eficiência dentre os métodos citados no presente artigo, já que usa apenas uma média para calcular o agrupamento.

Já o WPGMA, *Weighted-Pair Group Method with Arithmetic Means*, tem mais eficiência do que o UPGMA por utilizar a correção das distâncias utilizando o modelo de Jukes-Cantor. Embora o WPGMA tenha mais eficácia que o UPGMA, ambos os métodos só produzem árvores corretas se todos os ramos estiverem a mesma distância da raiz [Zuben and Reis 2004b].

3.1. Método Neighbor-Joining

Neighbor-Joining(NJ) é um método de reconstrução de árvores filogenéticas sem raiz com base de uma matriz de distância [Zuben and Reis 2004a]. Este pressupõe que a matriz de distâncias já esteja pronta e não precise ser calculada.

O princípio do NJ é buscar pares de OTUs que minimizam o comprimento de cada ramo da árvore em cada iteração, árvore inicial com a forma de estrela [Saitou and Nei 1987]. O princípio de operação do Neighbor-Joining é sempre trabalhar com uma árvore estrela, logo uma árvore sem raiz, a cada iteração é realizada uma junção de dois nós da árvore, que são substituídos pelo seu ancestral comum.

Portanto a cada iteração, a árvore perde dois nós e ganha um, então é necessário calcular a distância deste novo nó em relação ao já presente na árvore [Zuben and Reis 2004a]. O método se encerra ao restarem somente dois nós na árvore e o número de iterações igual a $N-2$, onde N igual ao número de sequências analisadas.

Algorithm 1 Neighbor-Joining

```
1: procedure EXECUTE(labels, sequences)
2:   matrix  $\leftarrow$  normalizeMatrix(sequences)                                ▷ Normaliza as sequências
3:   d = generateDistanceMatrix()                                          ▷ Gera a matriz de distância
4:   while n > 2 do
5:     differenceMatrix()                                                  ▷ Obtém o tamanho da matriz de diferença
6:     stepOne()                                                            ▷ Soma todas as distâncias de uma sequência
7:     stepTwo()                                                            ▷ Calcula a matriz de distância
8:     stepThree()                                                         ▷ Seleciona o novo OTU
9:     stepFour()                                                         ▷ Calcula a distância do OTU
10:    stepFive()                                                         ▷ Calcula coluna do novo agrupamento
11:  end while
12: end procedure
```

No NJ em sua forma inicial de estrela, é necessário calcular as soma de todos os relacionamentos das OTUs. A fórmula utilizada no método *stepOne* é descrita na tabela

1 que é a soma de todas as diferenças entre as OTUs. O método *stepTwo* calcula o menor valor da matriz, então escolhe a o par para criar o novo nó que será a união das duas OTUs, um HTU.

O método *stepThree* cria o novo nó (HTU), que é a junção dos dois valores selecionados no método *stepTwo*. O método *stepFour* recalcula as distâncias das duas OTUs a partir do HTU, ou seja, a distância mínima entre as duas OTUs. E finalmente, no método *stepFive* é calculada a nova matriz de distância com os valores atualizados a partir do HTU gerado.

Método	Fórmula Utilizada
stepOne	$\sum_{k=1}^N d_{ik}$
stepTwo	$M_{ij} = d_{ij} - \frac{r_i+r_j}{N-2}$
stepFour	$V_{ui} = \frac{d_{ij}}{2} + \frac{r_i-r_j}{2N-4}$ $V_{ju} = d_{ij} - V_{iu}$
stepFive	$d_{ku} = \frac{d_{ik}+d_{jk}-d_{ij}}{2}$

Tabela 1. Fórmulas utilizadas no algoritmo

3.2. ETE Toolkit 3

ETE é um kit de ferramentas de programação com suporte à linguagem *Python* que auxilia o processo de manipulação, análise, visualização automatizadas de árvores filogenéticas. ETE fornece uma gama de opções de manipulação de árvores como recursos de anotação de nós e recursos especializados para lidar com árvores filogenéticas. Segue abaixo um exemplo de uso do ETE.

```

1 from ete3 import Tree
3 t = Tree(( '(Humano, Chimpanze), Rato), Peixe; ')
  t.render('arvore.png', w=500, units='px')

```

Algoritmo 1. Exemplo de uso do ETE para apresentação de árvores filogenéticas

A imagem abaixo, figura 1, apresenta a saída do Algoritmo 1. Uma árvore filogenética pronta foi utilizada como parâmetro para a ferramenta. Deve-se ressaltar que a árvore filogenética utilizada possui apenas caráter didático.

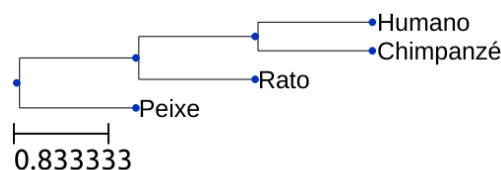


Figura 1. Árvore Filogenética gerada pelo Algoritmo 1

4. Resultados

No decorrer do trabalho apresentou-se o problema de reconstrução de árvores filogenéticas da área da bioinformática. Para a realização do teste do algoritmo desenvolvido, foram utilizadas seis sequências de fungos, citadas por [Wang et al. 2009].

Os fungos são *Saccharomyces cerevisiae* S288c que é utilizada para estudos bioquímicos no estudo de sequenciamento sistemático [Jaime Huerta-Cepas and Bork 1986]. *Schizosaccharomyces japonicus*, a levedura dimórfica [Niki and Hironori]. *Schizosaccharomyces pombe*, um dos eucariotos mais bem estudados [Fantes and Hoffman].

A *Candida albicans* SC5314, o patógeno fúngico humano mais comumente encontrado. [Jones et al. 2004]. *Candida albicans* WO-1 é um patógeno usado para analisar a genética da transição fenotípica reversível, branco-opaca [Chu 1992]. *Saccharomyces paradoxus* - é o parente conhecido mais próximo da conhecida *S. cerevisiae* e um organismo modelo atrativo para estudos genéticos e genômicos populacionais [Johnson et al. 2004].

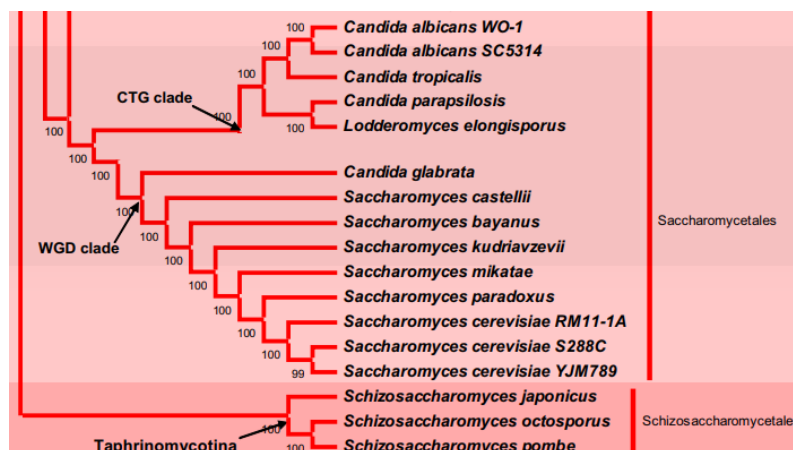


Figura 2. Parte da árvore de reconstrução filogenética de 82 fungos. (adaptado de [Wang et al. 2009])

Para a execução do algoritmo é necessário, como parâmetro, um arquivo em formato fasta que conterá as sequências sobre as quais será realizada a reconstrução filogenética das mesmas. O algoritmo foi implementado com o método de reconstrução de árvores filogenéticas Neighbor-Joining Tree, desenvolvido em Python, o qual apresentou um comportamento de execução muito similar ao produzido por [Wang et al. 2009], conforme a figura 3.

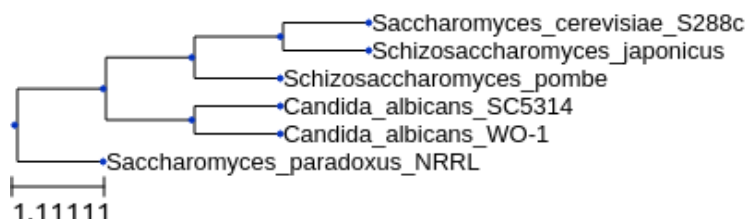


Figura 3. Reconstrução filogenética produzido pelo algoritmo implementado.



5. Conclusão

Neste trabalho, foi implementado o método de agrupamento Neighbor-Joining para a reconstrução de árvores filogenéticas. Durante o teste, foram usadas seis proteínas, citadas no trabalho de [Wang et al. 2009], a fim de comparar os resultados em seu trabalho com o estudo atual. Conforme mostrado nos resultados, o algoritmo desenvolvido apresentou um bom resultado em relação a árvore filogenética apresentada por [Wang et al. 2009].

Por meio destes resultados, nota-se a necessidade melhora no algoritmo, muito devido aos problemas relacionados a preenchimentos dos espaços, *gaps*. Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se tentar novas formas de preenchimento de *gaps* para gerar uma matriz de diferenças com resultados mais próximos.

Referências

- Chu, W. S., R. E. H. . M. P. T. (1992). Genetics of the white-opaque transition in candida albicans: demonstration of switching recessivity and mapping of switching genes. *Journal of Bacteriology*, 174:2951–2957.
- Fantes, P. and Hoffman, C. Uma breve história da pesquisa schizosaccharomyces pombe : uma perspectiva nos últimos 70 anos. *Genetics*, 203:621–629.
- Graur, D. and Li, W.-H. (2000). *Fundamentals of molecular evolution*. Sunderland - MA, 2nd edition.
- Jaime Huerta-Cepas, F. S. and Bork, P. (1986). *Genealogy of Principal Strains of the Yeast Genetic Stock Center*. *Genetics*, 113(1):35-43 edition.
- Johnson, L., Koufopanou, V., Goddard, M., Hetherington, R., Schäfer, S., and Burt, A. (2004). Genética populacional da levedura selvagem saccharomyces paradoxus. *Genetics*, 166:7329–7334.
- Jones, T., Federspiel, N., and Chibana, H. (2004). A sequência do genoma diploide de candida albicans. *Proceedings da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América*, 101:7329–7334.
- Niki and Hironori. Schizosaccharomyces japonicus: the fission yeast is a fusion of yeast and hyphae. *Yeast*, 31(3):83–90.
- Saitou, N. and Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4):406–425.
- Viana, G. (2007). Técnicas para construção de Árvores filogenéticas. *Universidade Federal do Ceará*.
- Wang, H., Xu, Z., Gao, L., and Hao, B. (2009). A fungal phylogeny based on 82 complete genomes using the composition vector method. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1):195.
- Zuben, F. and Reis, S. (2004a). *The Neighbor-Joining(NJ) Method. Uma Descrição passo-a-passo*. Campinas - SP.
- Zuben, F. and Reis, S. (2004b). *Princípios de Sistemática Molecular. Inferência Filogenética: Critério de distâncias*. Campinas - SP.



Uma visão geral sobre as definições, abordagens, aplicações e desafios da Análise de Sentimentos

Gabrielle Granja Aguiar Azevedo¹, Edeilson Milhomem da Silva¹

¹ Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal do Tocantins
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Palmas, Tocantins, Brasil.

{agag130, edeilson.milhomem}@uft.edu.br

***Abstract.** This paper describes the study area, called Sentiment Analysis, showing its relevance to the analysis of the large quantity of data, that currently exists, doing it classification in an automated way. This paper describes all sorts of approach which are used for the realization of Sentimental Analysis, such as it application and challenges.*

***Resumo.** Este artigo aborda a área de estudos denominada por Análise de Sentimentos, demonstrando sua relevância para a análise de grandes quantias de dados, que se tem nos dias de hoje, fazendo suas classificações de modo automatizado. O artigo informa ainda os tipos de abordagens que são usadas para a realização da Análise de Sentimentos, bem como suas aplicações, e desafios.*

1. Introdução

Antigamente, para as empresas realizarem a análise de opiniões sobre os seus produtos ou a sua imagem, era necessária uma coleta de informações. Para realizar esses dados, essas entidades precisavam pesquisar face a face, com pessoas andando de casa em casa, ou em grandes centros para fazer a entrevista com um pequeno espaço amostral. Com o avanço da tecnologia e o surgimento das redes sociais, atrelado ao fato de as pessoas normalmente exporem a sua opinião sobre qualquer assunto: produtos, pessoas, suas vidas pessoais, as pesquisas estão migrando do comum face a face para o virtual. A grande quantidade repentina de atividade na área de mineração de opinião e Análise de Sentimentos, que diz respeito ao tratamento computacional de opinião, sentimento e subjetividade no texto, ocorreu, pelo menos em parte, como uma resposta direta ao aumento do interesse em novos sistemas que tratam diretamente as opiniões como objetos valiosos [Pang e Lee, 2008].

O uso da Análise de sentimentos (AS) é um facilitador das pesquisas de opiniões, pois normalmente é realizada de forma não invasiva, visto que não é necessário abordar as pessoas, já que as opiniões se encontram expostas em meios sociais, de forma que qualquer pessoa interessada tenha acesso de forma rápida, conseguindo analisar, portanto, opiniões simultaneamente e de modo mais abrangente, considerando que o espaço amostral, se comparada com a pesquisa face a face é significantemente maior.

A Análise de Sentimentos é classicamente utilizada por: empresas (que querem entender a aceitação do seu produto, prever se um produto será aceito pelos consumidores, possível leque de compradores) ou analisar a aceitação de um político, por exemplo.

O presente trabalho tem como propósito, através de uma revisão bibliográfica, apresentar as definições, abordagens, aplicações e problemas encontrados na Análise de



Sentimentos, também chama de AS, bem como destacar a sua relevância para as áreas de análises de opiniões na sociedade e na economia.

2. Análise de Sentimentos

Com a instauração do capitalismo, atrelado diretamente ao crescimento de empresas e a necessidade destas de se reinventarem, para não desaparecerem do mercado, foi-se sofisticando cada vez mais as estratégias de marketing para cativar o público. Como os clientes atualmente têm personalidades, hábitos e gostos cada vez mais exigentes, as empresas precisam se adaptar rapidamente, descobrir a forma como seus produtos impactam a vida dos consumidores, e inclusive prever as suas vontades. Com o avanço tecnológico, e o fácil acesso das informações por toda a internet, desenvolveu-se uma área de estudos, denominada Análise de Sentimentos, área mais amplamente utilizada nas empresas, como aliada para melhor enfoque em suas propagandas.

A Análise de Sentimentos, também denominada por mineração de opiniões, é um campo de estudos responsável por analisar dados sobre as pessoas, tais quais: suas opiniões, avaliações, atitudes e emoções a respeito de produtos, serviços, organizações, indivíduos, problemas, eventos, tópicos e seus atributos [Liu, 2012].

Para realizar a Análise de Sentimentos, existem três abordagens utilizadas atualmente, sendo elas: aprendizado de máquina, abordagem léxica e uma abordagem híbrida, cada uma com sua particularidade.

2.1. Aprendizado de máquina

Na Análise de Sentimentos com o auxílio do aprendizado de máquina, uma inteligência artificial (IA) será a responsável por classificar as opiniões sobre algo ou alguém, em positivas, negativas, e alguns casos, neutras. Esta inteligência artificial pode ter três classificações: supervisionada, não supervisionada e semi-supervisionada.

Na abordagem supervisionada, que recebe esse nome pela necessidade de uma etapa de treinamento em que os dados já estejam rotulados, o procedimento realizado se divide em quatro etapas: 1 - obtenção dos dados rotulados, que serão, posteriormente, utilizados para os treinos e testes; 2 – definição das características que serão responsáveis pela distinção dos dados; 3 – treinamento da inteligência artificial; 4 – aplicação do modelo [Benevenuto, 2015]. A abordagem supervisionada, tem como vantagem sua alta precisão nas classificações, já que os dados são rotulados no treinamento. Entretanto, a necessidade de rotular grandes quantidades de dados, torna o processo longo, e em caso de compra de dados já rotulados, caro.

Já na abordagem não supervisionada, não há a fase treinamento, logo a inteligência artificial precisa agrupar os dados com seus semelhantes, o que é chamado de cluster, e dividir, por exemplo em dois clusters: positivo e negativo. Como nessa abordagem, a IA é a responsável por analisar e separar através de padrões, que devem ser reconhecidos de forma autônoma. Logo, normalmente suas classificações são menos precisas, e, portanto, menos utilizada do que a abordagem supervisionada, embora o seu processo seja mais rápido.

A abordagem semi-supervisionada aproveita-se de dados rotulados e não rotulados durante o seu treinamento, se encaixando, portanto, entre a análise supervisionada e não supervisionada, encontrando um equilíbrio entre as duas abordagens. Essa abordagem, é mais utilizada nos casos em que a obtenção dos dados rotulados seja muito cara, ou difíceis de serem encontrados, atrelado ao fato dos dados não rotulados serem mais baratos [Felix, 2016].



2.2. Abordagem Léxica

De acordo com Turney (2002), a abordagem léxica envolve o cálculo da orientação de um documento a partir da orientação semântica de palavras ou frases documento. Em outras palavras, para realizar a análise léxica, é necessário que se use, ou crie, um dicionário com palavras de teor negativo, positivo ou neutro, para saber se uma frase está reprovando, aprovando, ou sendo neutro em relação a avaliação de algo, ou alguém.

Para utilizar essa abordagem, primeiro faz-se uma lista de adjetivos, e os seus pesos são compiladas em um dicionário com sua respectiva Orientação Semântica (SO). Então, para qualquer texto, todos os seus adjetivos são extraídos, e tem o seu valor SO anotado, de acordo com as pontuações usadas no dicionário. Por fim, todas as pontuações SO são agregadas em uma única pontuação para o texto [Taboada, 2011].

É importante destacar que um dicionário léxico sozinho, não é capaz de fornecer classificações satisfatórias, e simplesmente realizar o somatório da pontuação das palavras de uma frase não apresenta um resultado que seja suficientemente bom. [Benevenuto, 2015]

2.3. Abordagem Híbrida

Visto que, a abordagem léxica não produz resultados satisfatórios, a supervisionada pode sair muito cara, a não supervisionada pode não produzir resultados tão bons assim, uma saída é a utilização da abordagem híbrida, que é a combinação da abordagem léxica, com algum outro método do aprendizado de máquinas.

Uma forma de utilizar a abordagem híbrida, é adicionar semântica ao conjunto de treinamento, nas análises supervisionadas. No caso das não supervisionadas, um dicionário de análise léxica, pode fornecer uma classificação prévia, consequentemente, aumentando a chance de sucesso de suas classificações.

De acordo com Bevenuto (2015), a análise de sentimentos que utiliza como base as abordagens léxicas, como no caso da abordagem híbrida, atualmente, é uma das estratégias mais eficientes, seja na sua capacidade de predição ou na utilização de recursos computacionais.

3. Áreas de Aplicação da Análise de Sentimentos

Inicialmente, a Análise de Sentimentos era de cunho político/econômico, e as análises eram puramente para a apuração da avaliação, investigando se a pessoa gostava de algo ou não. Entretanto, após a sofisticação que a AS adquiriu com o tempo, é utilizada, atualmente, com diversos fins em diferentes áreas. Como por exemplo, na área da saúde, que contribui para analisar a satisfação dos pacientes quanto a hospitais, médicos, atendimentos, reações adversas em tratamentos, e inclusive, ajudar no diagnóstico do paciente, pois na internet este pode ter feito queixas que por algum motivo, não se lembrou de dizer ao médico [Khan, 2015]. No estudo feito por Ravi (2015), ele destaca como mais relevantes, as seguintes aplicações da Análise de Sentimentos: previsão de taxa de mercado e FOREX, previsão de bilheteria, análise de negócios, sistemas de recomendação, inteligência de marketing e outras aplicações.

3.1. Previsão de taxa de mercado e FOREX

Há uma teoria econômica que descreve as condições para a “concorrência perfeita”, e o mercado que mais se aproxima dessa concorrência é o mercado de câmbio, também chamado de FOREX ou FX. Em um estudo feito por Nassitoussi (2015), ele apresentou uma proposta para prever movimentos direcionais em um Intraday no FX (ou seja,



dentro de uma mesma sessão regular de bolsa) com um par de moedas no mercado de câmbio, utilizando Análise de Sentimentos, e obteve uma precisão de 83.33%.

Já o estudo realizado por Li (2014) analisou a previsão de mercado em um Intraday, com auxílio de uma AS, fazendo comparações entre estoque, índice e nível de setor para fins de validação e teste. Nesse estudo, obteve-se uma precisão de 69.68%.

3.2. Previsão de bilheteria

Um estudo realizado por Du (2013), realizou a previsão de bilheteria baseado em microblogs, utilizando-se de dois recursos: contagem e conteúdo, com base nos recursos obtidos. Os recursos baseados em contagem, consideram vários valores, como a quantidade e qualidade dos usuários e alguns fatores com base no tempo. Quanto aos recursos baseados em conteúdo, rotularam os comentários em três categorias: benéfico, prejudicial e neutro.

Já Rui (2013) utilizou-se da Análise de Sentimentos no Twitter, para prever o sucesso de bilheteria de filmes. As variáveis explicativas utilizadas foram: a razão de tweets de intenção (%), razão de tweets positivos (%) e a razão de filmes negativos (%). O número de seguidores dos usuários avaliados, foram considerados como uma variável, que deve ser substituída pela influência pessoal do usuário no Twitter.

3.3. Análise de Negócios

No estudo realizado por Coussemont e Van den Poel (2009), eles consideraram as emoções expressas nos email de clientes e empresas, para incorporá-los à um modelo de previsão de rotatividade para um negócio de assinatura de jornais. Para a classificação de sentimento, fez-se a comparação entre três diferentes técnicas: Regressão Logística (RF), Máquina de Vetores de Suporte (SVM) e Florestas Aleatórias (RF) em que, a técnica que apresentou o melhor resultado foi a RF.

3.4. Sistemas de Recomendação

Li e Shiu (2012) desenvolveram um sistema de recomendação para publicidade social em microblogs, em que exploraram diversos recursos, como: estrutura de relacionamento, popularidade de conteúdo, atividade social, interações sociais, similaridade social, taxa de cliques, etc. Esses recursos foram utilizados para obtenção de uma lista de usuários para sancionar o estágio atual e mostrar o caminho adequado para a recomendação. Após esse processo, fez-se uma outra lista com os usuários alvos para quem os anúncios seriam exibidos.

3.5. Inteligência de Marketing

De acordo com Ravi (2015), a inteligência de mercado foi projetada para atender a quatro necessidades de gerentes de negócios: oportunidades e determinação de ameaças, conhecer os concorrentes, ajudar a antecipar as ações dos concorrentes e, auxiliar na tomada de decisões de marketing.

Li e Li (2013) organizaram uma estrutura para inteligência de mercado com a ajuda de diferentes tarefas, como detecção dos tópicos que estavam na moda,



classificação de opinião, avaliação de credibilidade e resumo numérico. Logo após, dividiram 4 tarefas, em que, a primeira tarefa foi atribuição de pontuação da tendência de um tópico. A segunda, foi realizada em duas fases: (a) classificação de subjetividade baseada em léxico autodesenvolvido e (b) classificação de sentimentos. A terceira tarefa, foi o cálculo da credibilidade com base na proporção seguidor-seguidor. E na quarta e última tarefa, o score semântico e o score de credibilidade foram agregadas na tarefa de resumo numérico.

3.6. Outras Aplicações

Fortuny (2012), utilizou a Análise de Sentimentos para analisar a aceitação do público quanto à jornais e seus artigos, em tempos de crise na Bélgica. Já Moreo (2012), criou um modelo linguístico modularizado de baixo custo para detecção de notícias, em que cada notícia teve cada uma de suas palavras polarizada, para classificação, e obteve, ao selecionar 500 notícias aleatórias, precisão de 89%.

4. Desafios da Análise de Sentimentos

Por lidar com o processamento de linguagem natural, muitas vezes, a Análise de Sentimentos esbarra em diversos problemas. De acordo com Abirami (2017), os principais problemas que a AS tem que enfrentar são:

- Deslocamento de Polarização: às vezes, uma palavra que é aparentemente positiva, se encontra em um contexto negativo e o analisador de sentimentos pode acabar polarizando a palavra de forma incorreta, como no exemplo: “Essa aula não é boa”, que se assemelha a frase “Essa aula é boa”, e pode ser a palavra *não*, pode ser polarizada de forma incorreta pelo analisador de sentimentos.
- Classificação Binária: o problema da classificação binária, ou seja, a polarização apenas em ‘positivo’ e ‘negativo’, ignorando o ‘neutro’, é que as classificações que seriam neutras contribuem erroneamente para o positivo ou negativo, diminuindo a precisão da Análise de Sentimentos.
- Problema de dispersão de dados: esse problema pode ser observado em sites que se utilizam de limitação de caracteres, observado principalmente em redes sociais e microblogs. Devido a essas limitações, as pessoas normalmente não conseguem expressar sua opinião de maneira clara, o que dificulta a classificação.
- Classificação errônea por ironia: a classificação muitas vezes é feita de maneira incorreta, quando as frases contêm ironia, pois embora em escrita a frase represente um contexto, o seu sentido é o oposto, o que impede que a classificação seja feita de forma correta.

5. Conclusão

Esse artigo apresentou os conceitos de Análise de Sentimentos, descrevendo suas abordagens, aplicações e problemas, e mostrando a sua relevância nos dias atuais, e como a sua atuação pode ser versátil, para resolução de diversos problemas, em diferentes âmbitos.



A AS se mostra como um grande facilitador de pesquisas de opinião, diminuindo o esforço humano necessário nas análises de opinião, conferindo maior rapidez, menor custo, e alcançando resultados satisfatórios.

References

- Abirami, A. M., Gayathri, V. (2017) "A Survey on Sentiment Analysis Methods and Approach." In: IEEE Eighth International Conference on Advanced Computing (ICoAC), Chennai, India.
- Benevenuto, F., Ribeiro, F., Araújo, M. (2015) "Métodos para análise de sentimentos em mídias sociais." <http://homepages.dcc.ufmg.br/~fabricio/download/webmedia-short-course.pdf>
- Coussement, K., Van den Poel, D. (2009) "Improving customer attrition prediction by integrating emotions from client/company interaction emails and evaluating multiple classifiers." In: Expert Systems with Applications, v. 36, n. 3, p. 6127-6134
- Du, J., Xu, H., Huang, X. (2013) "Box office prediction based on microblog." In: Expert Systems with Applications, v. 41, n. 4, part 2, p. 1680-1689.
- Felix, N., Hruschka, E. R., Coletta, L. F. S. (2016) "A Survey and Comparative Study of Tweet Sentiment Analysis via Semi-Supervised Learning", In: ACM Computing Surveys, [s.1], v. 49, n. 1, p. 1-26.
- Fortuny, E. J., Smedt, T. D., Martens, D., Daelemans, W. (2012) "Media coverage in times of political crisis: A text mining approach." In: Expert Systems with Applications, v. 39, n. 14, p. 1161-11622.
- Khan, T., Khalid, S. (2015) "Sentiment Analysis for Health Care." In: International Journal of Privacy and Health Information Management, v. 3, n. 2, p. 78-91.
- Li, X., Xie, H., Chen, L., Wang, J., Deng, X. (2014) "News impact on stock price return via sentiment analysis", In: Knowledge-Based Systems, v. 69, p. 14-23.
- Li, Y., Li T. (2013) "Deriving market intelligence from microblogs." In: Decision Support Systems, v. 55, n. 1, p. 206-217.
- Li, Y., Shiu, Y. (2012) "A diffusion mechanism for social advertising over microblogs." In: Decision Support Systems, v. 54, n. 1, p. 9-22.
- Liu, Bing (2012) "Sentiment Analysis", In: Morgan & Claypool Publishers, United States.
- Moreo, A., Romero, M., Castro, J. L., Zurita, J. M. (2012) 'Lexicon-based Comments-oriented News Sentiment Analyzer system." In: Expert Systems with Applications, v. 39, n. 10, p. 9166-9180.
- Nassirtoussi, A. K., Aghabozorgi, S., Wah, T. Y., Ngo, D. C. L. (2015) "Text Mining of News-Headlines for FOREX Market Prediction: A Multilayer Dimension Reduction Algorithm with Semantics & Sentiment, Expert Systems with Applications." In: Expert Systems with Applications, v. 42, n. 1, p. 306-324.
- Pang, B., Lee, W. (2008) "Opinion Mining and Sentiment Analysis. Foundations And Trends." In: Information Retrieval, v. 2, n. 12, p. 1-135.



- Ravi, K., Ravi, V. (2015) “A survey on opinion mining and sentiment analysis: tasks, approaches and applications” In: Knowledge-Based Systems, v. 89, p. 14-46.
- Rui, H., Liu, Y., Whinston, A. (2013) “Whose and what chatter matters? The effect of tweets on movie sales.” In: Decision Support Systems, v. 55, n. 4, p. 863-870.
- Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., Voll, K., Stede, M. (2011) “Lexicon-Based Methods for Sentiment Analysis.” In: Journal Computational Linguistics, v. 37, n.2, p. 267-307.
- Turney, Peter (2002) “Thumbs up or thumbs down? Semantic orientation applied to unsupervised classification of reviews.” In: Proceedings of 40th Meeting of the Association for Computational Linguistics, p. 417–424, Philadelphia, PA.