

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



**ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Tecnologias, métodos e teorias na engenharia de computação

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Karine de Lima Wisniewski
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T255 Tecnologias, métodos e teorias na engenharia de computação [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-361-3

DOI 10.22533/at.ed.613200409

1. Computação – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia.
I. Martins, Ernane Rosa.

CDD 004

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia de Computação é a área que estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Esta área tem a matemática e a computação como seus principais pilares. O foco está no desenvolvimento de soluções que envolvam tanto aspectos relacionados ao software quanto à elétrica/eletrônica. O objetivo é a aplicação das tecnologias de computação na solução de problemas de Engenharia. Os profissionais desta área são capazes de atuar principalmente na integração entre software e hardware, tais como: automação industrial e residencial, sistemas embarcados, sistemas paralelos e distribuídos, arquitetura de computadores, robótica, comunicação de dados e processamento digital de sinais.

Dentro deste contexto, esta obra aborda os mais diversos aspectos tecnológicos computacionais, tais como: desenvolvimento de um método de verificação biométrica de indivíduos; uma abordagem para encontrar evidências de fraude aplicando técnicas de mineração de dados a bancos de dados públicos das licitações do governo federal brasileiro; o desenvolvimento de um método computacional para a classificação automática de melanomas; a aplicação de algoritmos recentes de aprendizagem de máquina, denominados XGBoost e Isolation Forest, para predição de irregularidades no consumo de energia elétrica; um modelo de receptor 5-HT_{2C} humano que foi criado através de modelagem por homologia e estudos de acoplamento molecular com os ligantes ácido fólvico, paroxetina, citalopram e serotonina; a análise do uso do Controlador Lógico Programável (CLP), apresentando sua composição (estrutura, programação e linguagem Ladder), montagem, vantagens e desvantagens, exemplo de tipos e fabricantes; uma sugestão de melhoria das etapas de análise de negócios e engenharia de requisitos, por meio do uso de conceitos viáveis de metodologias ágeis; a construção de um aplicativo, denominado QEnade, para a disponibilização de questões do ENADE para os estudantes; uma síntese conceitual do PC voltada para âmbito educacional referente à educação básica brasileira; um sistema de localização híbrido capaz de usar diferentes tecnologias para fornecer a localização interna e externa de robôs ou de outros dispositivos móveis; um sistema de sumarização multidocumento de artigos de notícias escritos em português do Brasil; o emprego de duas técnicas de aprendizado de máquinas para prever se parte do público infantojuvenil da cidade de Monte Carmelo está suscetível a algum risco ou situação constrangedora nas redes sociais; a identificação das principais tecnologias que estão sendo utilizadas no contexto de Transformação Digital no cenário mundial; os elementos utilizados na construção de um sistema computacional, sem custo financeiro para a instituição e de fácil compreensão para o usuário, que utiliza os conhecimentos estatísticos para realizar a descrição, a apresentação e análise dos dados coletados; uma discussão acerca da confiabilidade das informações disseminadas na internet, para

entender os riscos e a importância da avaliação dos conteúdos encontrados no ambiente virtual; uma proposta de estratégia para a navegação de robôs semiautônomos baseada apenas em informações locais, obtidas pelos sensores instalados no robô e um planejador probabilístico que gera caminhos a serem seguidos localmente por ele, garantindo assim o desvio de obstáculos.

Sendo assim, esta obra é significativa por ser composta por uma gama de trabalhos pertinentes, que permitem aos seus leitores, analisar e discutir diversos assuntos importantes desta área. Por fim, desejamos aos autores, nossos mais sinceros agradecimentos pelas significativas contribuições, e aos nossos leitores, desejamos uma proveitosa leitura, repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOMETRIA PERIOCLAR USANDO TECNOLOGIA SMART APLICADA EM VISÃO DE ROBÔS

Victor Fagundes Stein Rosa
Alceu de Souza Britto Júnior
Dierone César Foltran Júnior
Ariangelo Hauer Dias

DOI 10.22533/at.ed.6132004091

CAPÍTULO 2..... 8

BRAZILIAN GOVERNMENT PROCUREMENTS: AN APPROACH TO FIND FRAUD TRACES IN COMPANIES RELATIONSHIPS

Rebeca Andrade Baldomir
Gustavo Cordeiro Galvão Van Erven
Célia Ghedini Ralha

DOI 10.22533/at.ed.6132004092

CAPÍTULO 3..... 20

CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE MELANOMAS USANDO DICIONÁRIOS VISUAIS PARA APOIO AO DIAGNÓSTICO CLÍNICO

Renata Francelino de Souza
Glauco Vitor Pedrosa

DOI 10.22533/at.ed.6132004093

CAPÍTULO 4..... 30

EMPLOYING GRADIENT BOOSTING AND ANOMALY DETECTION FOR PREDICTION OF FRAUDS IN ENERGY CONSUMPTION

Ricardo Nascimento dos Santos
Sami Yamouni
Beatriz Albiero
Estevão Uyrá
Ramon Vilarino
Juliano Andrade Silva
Tales Fonte Boa Souza
Renato Vicente

DOI 10.22533/at.ed.6132004094

CAPÍTULO 5..... 42

IN SILICO STUDY OF THE INTERACTION BETWEEN HUMAN 5-HT_{2C} RECEPTOR AND ANTIDEPRESSANT DRUG CANDIDATES

Rômulo Oliveira Barros
Jhonatan Matheus Sousa Costa
Wildrimak de Souza Pereira
Diego da Silva Mendes
Fábio Luis Cardoso Costa Júnior
Ricardo Martins Ramos

DOI 10.22533/at.ed.6132004095

CAPÍTULO 6	50
MODELO PARA DETERMINAR PERFIS DE DESEMPENHO ACADÊMICO NA UNNE COM MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS	
Julio César Acosta David Luis La Red Martínez	
DOI 10.22533/at.ed.6132004096	
CAPÍTULO 7	59
O USO DO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)	
Viviane Alencar Marques Araújo do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.6132004097	
CAPÍTULO 8	72
PRÁTICAS ÁGEIS NA ELICITAÇÃO DE REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EM UMA COOPERATIVA DE SAÚDE	
Mariangela Catelani Souza Bruno Cardoso Maciel José Alexandre Ducatti Paulo Sérgio Gaudêncio Mauro Leonardo Mendes de Souza Lygia Aparecida das Graças Gonçalves Corrêa Elizângela Cristina Begido Caldeira Bruna Grassetti Fonseca Patrícia Cristina de Oliveira Brito Cecconi Ana Paula Garrido de Queiroga Humberto Cecconi Carlos Alípio Caldeira	
DOI 10.22533/at.ed.6132004098	
CAPÍTULO 9	86
QENADE: APLICATIVO MÓVEL PARA PREPARAÇÃO DE ESTUDANTES PARA O ENADE	
Helder Guimarães Aragão	
DOI 10.22533/at.ed.6132004099	
CAPÍTULO 10	93
SÍNTESE DOS CONCEITOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL VOLTADA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA	
Nayara Poliana Massa	
DOI 10.22533/at.ed.61320040910	
CAPÍTULO 11	109
SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO HÍBRIDO BASEADO EM NUVEM PARA AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	
Raul de Queiroz Mendes Roberto Santos Inoue Tatiana de Figueiredo Pereira Alves Taveira Pazelli Rafael Vidal Aroca	
DOI 10.22533/at.ed.61320040911	

CAPÍTULO 12.....	131
SUMARIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE ARTIGOS DE NOTÍCIAS EM PORTUGUÊS USANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA E REGRESSÃO	
Hilário Tomaz Alves de Oliveira Laerth Bruno de Brito Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.61320040912	
CAPÍTULO 13.....	144
TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA APLICADAS NA PREVISÃO DE VULNERABILIDADES QUANTO AO USO DA INTERNET PELO PÚBLICO INFANTOJUVENIL	
Franciele Cristina Espanhol Ferreira Alves Fernanda Maria da Cunha Santos	
DOI 10.22533/at.ed.61320040913	
CAPÍTULO 14.....	156
TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL	
Rejane Maria da Costa Figueiredo Leonardo Sagmeister de Melo John Lenon Cardoso Gardenghi Ricardo Ajax Dias Kosloski	
DOI 10.22533/at.ed.61320040914	
CAPÍTULO 15.....	173
UM SISTEMA ESTATÍSTICO PARA APOIO AO ACOMPANHAMENTO DE DESEMPENHO ACADÊMICO	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo Francisco Wilcley Lacerda de Lima Rennan Rodrigues Isídio Teles Francisca Alves de Souza Cícero Carlos Felix de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.61320040915	
CAPÍTULO 16.....	186
UMA DISCUSSÃO ACERCA DA INTERNET: DESAFIOS PARA CONFIABILIDADE DA INFORMAÇÃO	
Breno Meirelles Costa Brito Passos Eli Shuab Carvalho Lima Bruno Soares Galdino Lívia Santos Lima Lemos	
DOI 10.22533/at.ed.61320040916	
CAPÍTULO 17.....	196
UMA ESTRATÉGIA PARA NAVEGAÇÃO DE ROBÔS DE SERVIÇO SEMIAUTÔNOMOS USANDO INFORMAÇÃO LOCAL E PLANEJADORES PROBABILÍSTICOS	
Elias José de Rezende Freitas Guilherme Augusto Silva Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.61320040917	

SOBRE O ORGANIZADOR.....	210
ÍNDICE REMISSIVO.....	211

UMA ESTRATÉGIA PARA NAVEGAÇÃO DE ROBÔS DE SERVIÇO SEMIAUTÔNOMOS USANDO INFORMAÇÃO LOCAL E PLANEJADORES PROBABILÍSTICOS

Data de aceite: 27/08/2020

Data de submissão: 03/08/2020

Elias José de Rezende Freitas

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais
Itabirito – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4716860363006932>

Guilherme Augusto Silva Pereira

West Virginia University
Morgantown – West Virginia – EUA
<http://lattes.cnpq.br/1726523803257092>

RESUMO: Este trabalho propõe uma estratégia para a navegação de robôs semiautônomos baseada apenas em informações locais, obtidas pelos sensores instalados no robô e um planejador probabilístico que gera caminhos a serem seguidos localmente por ele, garantindo assim o desvio de obstáculos. A missão que o robô deve cumprir é definida pelo usuário por meio de uma sequência de comandos simples, como siga em frente e vire à direita, sendo esse comando codificado por campos vetoriais artificiais, que são utilizados pelo funcional de custo a ser otimizado pelo planejador. Os resultados obtidos demonstram que os robôs foram capazes de executar a missão definida pelo usuário, desviando eficientemente e de forma planejada de obstáculos estáticos e, para algumas situações bem definidas, dinâmicos, incluindo pessoas se locomovendo no ambiente durante a missão.

PALAVRAS-CHAVE: Robôs de serviço; Navegação; Desvio de obstáculos;

Planejadores probabilísticos.

SEMIAUTONOMISTS USING LOCAL INFORMATION AND PROBABILISTIC PLANNERS

ABSTRACT: This paper proposes a strategy for navigation of semi-autonomous service robots based on local information obtained by the sensors installed on the robot and on a probabilistic planner, which calculates paths to be followed locally by the robot, thus ensuring obstacle avoidance. The robot's mission is defined by a user through a sequence of simple commands, such as “go ahead” and “turn right”. These commands are encoded by artificial vector fields, which are used by the cost functional to be optimized by the planner. The results show that the robots were able to perform the user-defined mission efficiently, avoiding static obstacles and, for some well-defined situations, also dynamic obstacles, including people moving in the environment during the mission.

KEYWORDS: Service robots; Navigation; Obstacle avoidance; Probabilistic planners.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a utilização de robôs têm crescido cada vez mais no mercado mundial. Eles já fazem parte da sociedade, estão presentes nas indústrias, nas ruas e dentro das casas (Dayoub, Morris e Corke, 2015). Dentre os vários robôs, existem aqueles que são destinados para fins

não-industriais, chamados de robôs de serviço.

Muitos desses robôs são ainda semiautônomos, por dependerem ou interagirem de alguma maneira com o ser humano. Alguns exemplos de robôs de serviço semiautônomos são: as cadeiras de rodas inteligentes (Simpson, LoPresti e Cooper, 2008), os robôs que devem seguir pessoas (Müller et al., 2008), os guias de museus (Dayoub, Morris e Corke, 2015) e robôs exploradores espaciais (Goldberg, Maimone e Matthies, 2002). Esses robôs se diferem dos demais robôs em pelo menos três aspectos: (i) eles não precisam conhecer o mapa global do ambiente em que se deslocam; (ii) eles não precisam conhecer o objetivo ou alvo final; e (iii) eles não precisam se localizar globalmente no ambiente. Contudo, esses robôs ainda devem ser capazes de cumprir a missão desejada pelo usuário de maneira segura, não colidindo com obstáculos (objetos, outros robôs, pessoas). O grande desafio é garantir isso em um ambiente desconhecido e dinâmico.

Para motivar este trabalho, considere a situação em que um robô, por exemplo, uma cadeira de rodas inteligente, entra em um prédio pela primeira vez, tendo que levar um usuário até uma determinada sala. Nessa situação, não se tem informações a priori do local (ambiente desconhecido), existem pessoas se movimentando (ambiente dinâmico) e, pelo fato de se ter um ambiente interno, não há sinal de GPS para facilitar a localização do robô. Assim, o conhecimento do usuário do local ou uma indicação fornecida por outra pessoa (um porteiro, por exemplo) deveria fornecer as informações necessárias para que robô autonomamente chegasse até a sala. Seria interessante que essas informações fossem fornecidas de maneira similar às orientações comumente dadas pelas pessoas, como: siga o corredor até o final, vire à direita e entre pela terceira porta. Repare que uma pessoa teria facilidade para seguir tais comandos, mesmo em um ambiente desconhecido e sem nenhuma localização global.

Assim, este trabalho visa apresentar e avaliar uma estratégia de navegação que permita que o robô haja como um ser humano e seja capaz de seguir instruções simples, mesmo sem que ele tenha uma localização global e o mapa do ambiente. Para tanto, o robô se baseará nos dados de detecção, por exemplo, de corredores, de interseções e de portas, obtidos com seus sensores.

A principal contribuição deste trabalho é então o desenvolvimento de uma estratégia de navegação a ser aplicada, principalmente, aos robôs de serviço semiautônomos.

Essa estratégia destaca-se das demais pelas seguintes características: (i) Mapeamento local: não há necessidade do conhecimento do mapa do ambiente; (ii) Replanejamento a cada intervalo de tempo de planejamento: com base no mapa local fornecido e a cada intervalo de planejamento, um planejador de movimento irá fornecer um caminho completo a ser seguido localmente pelo robô, garantindo que o robô desvie de obstáculos existentes no ambiente e cumpra a tarefa estabelecida por um usuário de forma planejada; (iii) Tarefas codificadas por meio de um campo vetorial artificial: o campo vetorial especificado para uma tarefa, por exemplo, “siga pelo corredor”, é incorporado diretamente

ao planejador de movimento, permitindo adicionar um comportamento ou uma regra social à navegação do robô; (iv) Criação de referenciais de curta duração: a cada intervalo de planejamento um novo referencial é criado e válido apenas nesse curto intervalo de tempo, de forma que apenas a odometria relativa ao novo referencial seja suficiente para que o robô siga o caminho fornecido pelo planejador, evitando as incertezas da odometria.

A próxima seção apresenta uma revisão bibliográfica sobre estratégias de navegação. A Seção 3 é dedicada a descrever a metodologia proposta em detalhes. A Seção 4 mostra a configuração experimental usada para validar a estratégia deste trabalho e a Seção 5 apresenta os resultados experimentais que ilustram o trabalho, utilizando robôs reais. Finalmente, conclusões e trabalhos futuros são discutidos na Seção 6.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que um robô possa se locomover em um ambiente é necessário combinar métodos de localização e/ou de mapeamento e/ou de planejamento de movimento. Existem uma grande variedade de métodos (Choset et al., 2005) e a maneira na qual eles são combinados define uma determinada estratégia de navegação capaz de executar a missão designada ao robô e capaz de atender às restrições impostas tanto pelo ambiente, seja ele conhecido, parcialmente conhecido ou desconhecido, quanto pelo robô (Alves et al., 2011). Com o intuito de facilitar a compreensão dessas combinações, pode-se agrupar as estratégias de navegação em pelo menos três grupos: (i) Navegação local reativa, (ii) Navegação global com o conhecimento a priori do mapa do ambiente e (iii) Navegação local com mapeamento.

A navegação local reativa é baseada em uma arquitetura reativa de hardware e de software, introduzida no final da década de 80, que busca permitir uma resposta mais rápida às mudanças do ambiente (Brooks 1986). Dessa forma, o robô reage instantaneamente à presença de obstáculos recém detectados sem se preocupar com as consequências de sua reação. Os principais benefícios que facilitam a sua utilização em robôs semiautônomos, principalmente, daqueles que são comandados diretamente por seres humanos (Chik et al., 2016) (Baklouti, Amor e Jallouli, 2017), é o fato de serem muito eficientes e não necessitarem de localização global nem de modelos complexos para os obstáculos e para o ambiente. No entanto, uma desvantagem é que nessa estratégia não é levado em consideração o estado futuro do robô, já que não há um planejamento de movimento, podendo levar o robô a condições indesejadas, fazendo-o parar constantemente ou seguir trajetórias muito longas.

Já a navegação global com o conhecimento a priori de um mapa tem sido a mais utilizada, pois a maioria dos trabalhos assumem que o ambiente em que o robô será inserido é pré-definido, sendo possível obter um mapa prévio desse ambiente. Nessa estratégia, métodos de planejamento de movimento, como os métodos probabilísticos (Karaman et al., 2011), são utilizados para deliberar o movimento, de tal forma que os obstáculos estáticos

considerados no modelo serão evitados no cumprimento de sua missão. Exemplo desse tipo de estratégia pode ser encontrado em robôs que navegam em museus (Burgard et al. 1999) (Thrun et al. 1999), em escritórios (Marder-Eppstein et al., 2010) e em prédios (Araujo, Caminhas e Pereira, 2015). Para a obtenção do mapa desses locais, alguns trabalhos utilizam, em uma etapa anterior à navegação, as técnicas de Localização e Mapeamento Simultâneos (SLAM) (Dayoub, Morris e Corke, 2015) (Schwesinger et al., 2016) (Araujo, Caminhas e Pereira, 2015). Note que nem sempre é possível e simples para alguns robôs semiautônomos realizar esse procedimento, como, por exemplo, uma cadeira de roda inteligente se locomovendo em um ambiente interno desconhecido (Baklouti, Amor e Jallouli, 2017).

Por último, a navegação local com mapeamento é uma estratégia que a partir de um mapa obtido em tempo de execução permite que um planejador de movimento forneça caminhos a serem seguidos localmente e que são válidos no campo de visão dos sensores. Essa estratégia é encontrada, principalmente, em robôs exploradores (Stückler et al., 2015), sendo também considerada neste trabalho. O mapeamento dessa estratégia pode ser sem memória, se utilizar diretamente os dados dos sensores, ou com memória se durante a navegação o mapa é construído, usando, por exemplo, técnicas de SLAM. Esse tipo de estratégia combina tanto características reativas, já que não possui um mapa prévio do ambiente, quanto características deliberativas, por realizar um constante replanejamento local, levando em consideração obstáculos em um horizonte futuro.

3 | METODOLOGIA

A metodologia proposta neste trabalho foi estruturada conforme a arquitetura apresentada na Figura 1, considerando que a missão definida pelo usuário pode ser dividida em uma sequência de comandos simples, como virar à esquerda, virar à direita, seguir em frente e retornar.

Em síntese, esses comandos simples podem ser codificados por meio de um campo vetorial que será inserido no cálculo de um funcional de custo utilizado por um planejador de movimento.

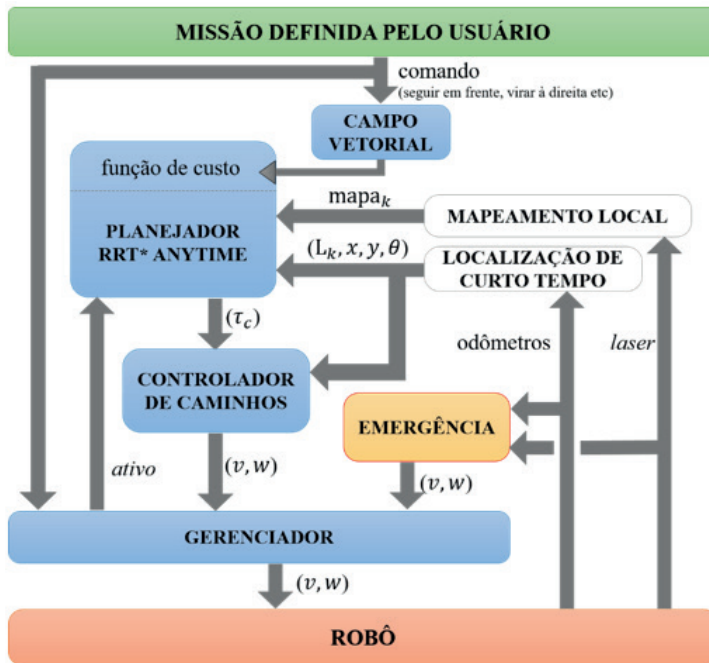


Figura 1 – Arquitetura de navegação proposta neste trabalho.

O caminho τ_c fornecido pelo planejador é utilizado por um controlador de caminho que calculará as devidas velocidades (v, ω) que o robô deve alcançar para seguir o caminho desejado. O Gerenciador da missão é o responsável por enviar as velocidades calculadas para o robô, além de ser capaz de executar alguns dos comandos simples mencionados anteriormente, e de parar o robô em caso de emergência.

Note que o planejador de movimento se baseia em um mapa local (mapa_k), obtido em tempo de execução a partir dos dados de um sensor à laser, e na localização do robô (x, y, θ) , ambos representados no mesmo referencial L_k , válido por um curto intervalo de tempo pré-determinado. Sendo assim, pode-se classificar essa estratégia de navegação como uma navegação local com mapeamento sem memória.

De forma a clarear a sequência de execução da estratégia deste trabalho, é apresentado o Algoritmo 1. Considera-se que o tempo possa ser discretizado em intervalos t_k , para $k = 1, 2, \dots$, onde o período $\Delta t = t_k - t_{k-1}$ é correspondente ao tempo de cálculo do planejador escolhido (tempo de planejamento t_s). Note que uma sequência de referenciais locais L_k será gerada na execução desse algoritmo, sendo que a cada período de planejamento um referencial local é usado como referencial fixo (linha 6 do Algoritmo 1).

Algoritmo 1: Estratégia de Navegação.

```
1  $k = 0$  ;  $v = 0.0$  ;  $\omega = 0.0$  ;  $\mathbf{v}_r = (v, \omega)$  ;  $\tau_0 \leftarrow \emptyset$  ;  $t_s =$  tempo de
   planejamento desejado ;
2  $L_0 =$  GeraReferencial();
3  $\text{mapa}_0 =$  ObtemMapa( $L_0$ );
4  $k \leftarrow k + 1$ ;
5 Enquanto ativo faça
6    $L_k =$  GeraReferencial();
7    $\tau_c =$  TransformaCaminho( $\tau_{k-1}, L_k$ );
8    $\text{mapa}_k =$  TransformaMapa( $\text{mapa}_{k-1}, L_k$ );
9    $\mathbf{o}_c =$  Integra( $\tau_c, \mathbf{p}_r, t_s, \mathbf{v}_r$ );
10  Faça em paralelo enquanto  $t \leq t_s$ :
11     $\tau_s =$  Planeja( $\text{mapa}_k, \mathbf{o}_c, t_s$ );
12     $\mathbf{v}_r =$  SegueCaminho( $\tau_c$ );
13  fim-paralelo
14   $\tau_k =$  ConcatenaCaminho( $\tau_c, \tau_s, \mathbf{p}_r, \mathbf{o}_c$ );
15   $\text{mapa}_k =$  ObtemMapa( $L_k$ );
16   $k \leftarrow k + 1$ ;
17 fim-enquanto
```

O laço de execução é realizado enquanto um sinal de ativo enviado pelo módulo gerenciador for verdadeiro. Os primeiros procedimentos do laço são gerar um novo referencial $\{L_k\}$ e em sequência transformar o caminho fornecido pelo planejador (τ_{k-1}) e o mapa local gerado a partir dos dados dos sensores (mapa_{k-1}), ambos obtidos em relação ao referencial $\{L_{k-1}\}$, para o novo referencial $\{L_k\}$ (linhas 7 e 8).

Após essa transformação, cujo tempo de cálculo é muito pequeno em relação a t_s e pode ser desprezado, uma nova instância do planejador é lançada (linha 11). Como parâmetros, esse planejador utiliza o mapa local que acaba de ser transformado para $\{L_k\}$ (linha 8) e o ponto de origem do novo caminho, \mathbf{o}_c . Pode-se estranhar a ausência de um ponto alvo como entrada do planejador. De fato, como um robô semiautônomo nem sempre conhece seu destino, caso esse ponto seja necessário para o planejador em questão, ele pode ser escolhido arbitrariamente e sem perda de generalidade como um ponto à frente do robô e no limite do campo de visão de seus sensores.

O ponto de origem, \mathbf{o}_c , é obtido integrando-se (ou simulando-se) o caminho anterior (calculado em relação a $\{L_{k-1}\}$ e transformado para $\{L_k\}$), durante um tempo t_s a partir da posição real do robô, \mathbf{p}_r , representada no referencial atual (linha 9). Para essa integração é considerada a velocidade média do robô, \mathbf{v}_r . A ideia de se escolher um ponto do caminho anterior como sendo o início do próximo caminho é manter a continuidade do caminho do robô. Com essa escolha, também se evita situações de caminhos pertencentes a classes homotópicas diferentes.

Observe que essa estratégia define um trecho do caminho anterior (entre a posição atual do robô \mathbf{p}_r e \mathbf{o}_c) a ser seguido enquanto o novo caminho é calculado. Esse trecho do caminho é chamado na literatura de caminho comprometido (*committed path*) (Karaman et al. 2011).

Enquanto é solucionado o novo problema de planejamento (linha 11), durante o intervalo t_s , um Controlador de caminhos fornece os devidos comandos de velocidade para manter o robô seguindo o caminho comprometido (linha 12). Repare que esse caminho já está no referencial $\{L_k\}$, não havendo necessidade do Controlador de caminhos transformá-lo, utilizando apenas como realimentação a posição e orientação do robô em relação ao referencial atual ($\{L_k\}$). Passado o tempo previsto de planejamento t_s , quando o planejador retorna o novo caminho, o caminho comprometido ainda não seguido pelo robô é concatenado com o caminho recém calculado (linha 14), um novo mapa com as últimas informações dos sensores é obtido (linha 15) e o processo se repete fazendo a transformação do novo caminho e do novo mapa para o recém criado referencial $\{L_{k+1}\}$.

É interessante ressaltar que, para que todo esse processo funcione adequadamente, sempre é necessário conhecer a transformação entre o referencial anterior e o referencial atual. Como t_s é, normalmente, um tempo muito pequeno (na ordem de 1s a 2s), uma boa odometria é geralmente suficiente para calcular as transformações de coordenadas necessárias com baixa incerteza, como poderá ser visto na Seção 5.

4 | IMPLEMENTAÇÃO

A estratégia proposta foi implementada em C++ e em Python, utilizando o ROS (Quigley et al., 2009) juntamente com a biblioteca OMPL (Şucan, Moll e Kavraki, 2012). A simulação foi realizada no StageROS e testada em dois robôs semiautônomos, vistos na Figura 2: (i) robô de serviço MARIA (*Manipulator Robot for Interaction and Assistance*) e (ii) uma cadeira de rodas em desenvolvimento no laboratório CORO/UFMG.

Os experimentos realizados exploram a aplicação na qual o robô navega em um ambiente desconhecido, não possuindo o mapa do ambiente. O cenário escolhido foi um prédio constituído de longos corredores de largura de 2,35 m, os quais havia alguns pilares que o estreitavam, continha alguns móveis e/ou objetos de decoração, mas que era essencialmente vazio, exceto pela presença de pessoas. Para testar o funcionamento da estratégia deste trabalho, foram também acrescentados outros obstáculos.

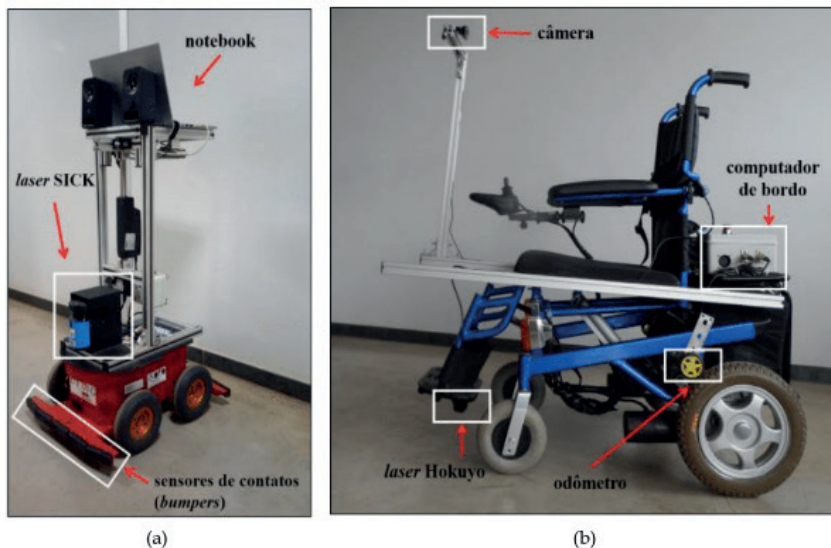


Figura 2 – Robôs de serviço semiautônomos utilizados nos experimentos reais. (a) Robô de serviço MARIA. (b) Cadeira de rodas inteligente em desenvolvimento no laboratório CORO.

5 | RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados de alguns dos experimentos realizados com o robô de serviço MARIA e com uma cadeira de rodas inteligente, sendo utilizado os mesmos parâmetros das simulações descritas em (Pereira e Freitas, 2020).

Primeiramente, o seguinte experimento foi realizado utilizando o robô MARIA: um usuário definiu a seguinte sequência de comandos: siga, vire à direita. Esses comandos foram repeditos onze vezes, de tal maneira que o robô completasse três voltas no ambiente.

A Figura 3(a) apresenta a odometria coletada durante a execução desse experimento, cujo vídeo completo pode ser encontrado em: https://youtu.be/loS_TxmtQMI. O robô foi capaz de desviar dos obstáculos existentes no ambiente, incluindo alguns cones que foram acrescentados para dificultar o cumprimento da missão.

Após a execução do experimento, observou-se que o robô terminou sua missão muito próximo do ponto de partida, o que não pôde ser observado pela odometria do robô, que apresenta um erro de integração razoavelmente grande. Mesmo com esse erro, o robô obteve sucesso na sua missão, evidenciando a importância dos referenciais de curta duração propostos na metodologia. Nesse experimento, cada referencial foi válido por apenas 1,0s, durante o qual a odometria apresenta resultados bons.

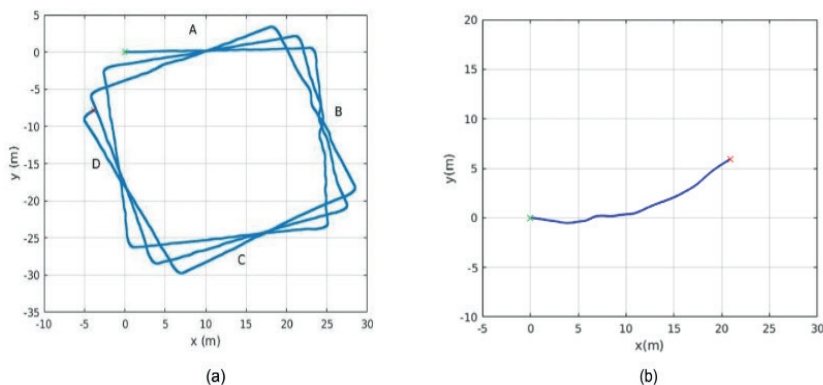


Figura 3 – Odometria coletada dos robôs: (a) MARIA durante a execução de três voltas (aprox. 300m) em um ambiente composto por quatro corredores identificados por A,B,C,D. No corredor B foram colocados obstáculos fixos (cones) no caminho do robô. (b) Cadeira de rodas inteligente ao percorrer o corredor A (aprox. 25m). Os robôs iniciam sua trajetória no ponto em verde (corredor A), finalizando no ponto em vermelho.

De forma muito similar, o segundo experimento foi realizado com a cadeira de rodas inteligente, sendo que o comando fornecido pelo usuário foi apenas siga. Dessa forma, a cadeira percorreu o corredor inteiro, mantendo-se próxima a parede à sua direita, até encontrar a primeira interseção com outro corredor. Durante esse trajeto, ela desviou com sucesso dos obstáculos estáticos presentes no ambiente. A Figura 3(b) mostra os dados da odometria durante a missão. Observe que o erro acumulado da odometria é muito maior que o do robô MARIA, chegando a quase 5m no eixo y ao fim do corredor. Novamente, mesmo com esse erro, a missão não foi comprometida devido aos referenciais de curta duração.

Para estimar como a incerteza da localização fornecida pela odometria desses robôs variou durante os experimentos, tomou-se como valor médio a própria odometria do robô e propagou-se as incertezas associadas às velocidades linear e angular dos robôs, obtidas experimentalmente, utilizando apenas a etapa de previsão do Filtro de Kalman Estendido (EKF).

Nas Figuras 4(a) e 5(a) são mostradas elipses para dois desvios padrão, o que representa um grau de confiança de aproximadamente 95 %. Observe que as áreas das elipses crescem a partir da posição inicial do robô, significando que há um aumento gradativo da incerteza da localização do robô. Esse aumento ao passar do tempo pode ser visualizado nas Figuras 4(b) e Figura 5(b). Apesar dessa incerteza sempre crescente, para a metodologia proposta, apenas a incerteza durante o tempo de planejamento t_s é, de fato, percebida pelo sistema. Como a única localização usada é relativa a um referencial criado recentemente, o erro acumulado é limitado a um valor muito pequeno, conforme mostrado nas Figuras 4(c) e 5(c), em que praticamente não se nota o crescimento das áreas das elipses e de maneira similar nas Figuras 4(d) e 5(d).

Com o intuito de também avaliar o comportamento do sistema na presença de obstáculos dinâmicos, uma pessoa moveu-se em direção ao robô, enquanto esse executava o comando siga. O robô MARIA foi configurado para uma $v_{\max} = 0,9$ m/s e o tempo de planejamento foi reduzido para $t_s = 0,45$ s. A redução do tempo de planejamento foi necessária para garantir o desvio de uma pessoa andando em uma velocidade normal de aproximadamente 1,0m/s.

Também esse experimento foi realizado utilizando a cadeira de rodas, porém dada a dificuldade de se controlar a velocidade dessa cadeira com um tempo de resposta pequeno, seja pela sua dinâmica seja pelo fato de não ser possível acionar diretamente os motores da mesma, foi configurada uma velocidade menor, $v_{\max} = 0,3$ m/s, e a pessoa caminhou com uma velocidade em torno de 0,25 m/s. Repetiu-se dez vezes esse experimento e em todos os testes os robôs foram capazes de desviar da pessoa. O vídeo completo pode ser visto em <https://youtu.be/DONxBJJ5OT8> (robô MARIA) e em <https://youtu.be/DilcPul18kc> (cadeira de rodas inteligente).

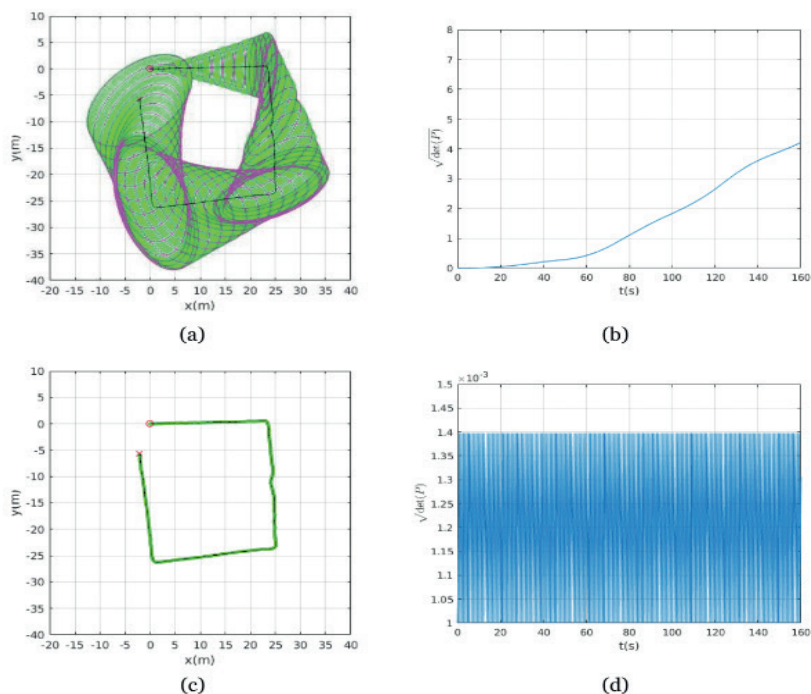


Figura 4 – Estimativa da covariância da odometria durante a primeira volta da missão, utilizando o robô MARIA. Em (a) é apresentada a estimativa da incerteza da posição do robô, representada pelas elipses, usando dois desvios padrão, ao longo dos dados da odometria em preto. Em (b) é apresentado a variação da estimativa total da incerteza de localização em relação ao tempo. Em (c) e (d) é ilustrado como a estratégia de navegação proposta neste trabalho percebe a incerteza de localização para um tempo de planejamento = 1,0s.

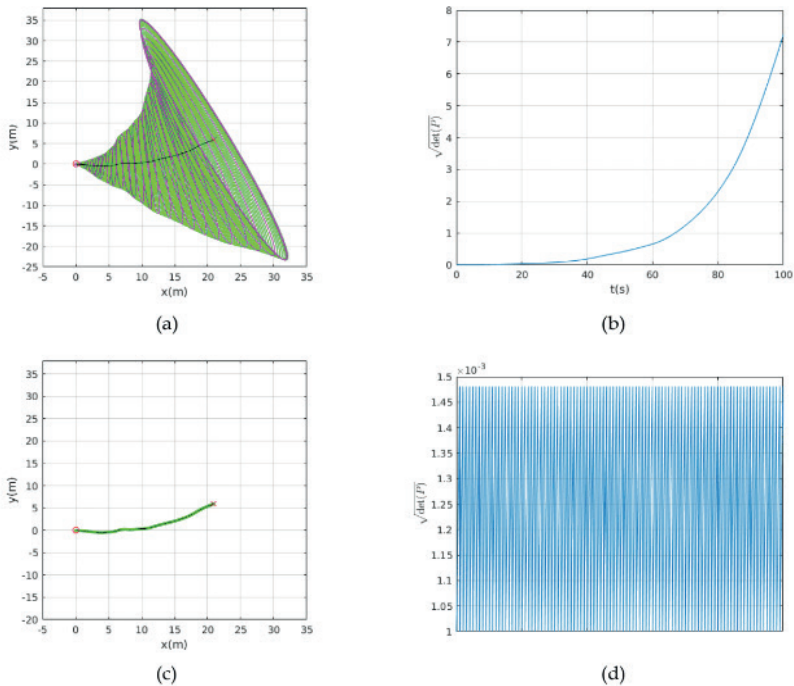


Figura 5 – Estimativa da covariância da odometria durante a navegação da cadeira de rodas inteligente por um corredor. Em (a) é apresentada a estimativa da incerteza da posição da cadeira de rodas, representada pelas elipses, usando dois desvios padrão, ao longo dos dados da odometria em preto. Em (b) é apresentado a variação da estimativa total da incerteza de localização em relação ao tempo. Em (c) e (d) é ilustrado como a estratégia de navegação proposta neste trabalho percebe a incerteza de localização para um tempo de planejamento $t_s = 1,0$ s.

6 | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho propôs-se uma estratégia de navegação para robôs de serviço semiautônomos baseada em um planejador probabilístico que não requer a localização global do robô. Essa estratégia é destinada, principalmente, aos robôs que devem navegar com segurança, mas não possuem o mapa do ambiente nem um sistema de localização global. A ideia básica da estratégia é manter um referencial local válido somente durante o tempo necessário para que o robô siga parte do último caminho fornecido pelo planejador enquanto é computado um novo caminho que considere possíveis mudanças no espaço de trabalho do robô. Após o novo caminho ser calculado, um novo referencial é definido e o caminho é transformado para o novo referencial. O princípio da estratégia é válido já que esses dois referenciais, o anterior e o atual, estão muito próximos e, portanto, é possível definir uma transformação de coordenadas entre eles usando apenas a odometria.

Como o nosso método foi projetado para ser usado em robôs semiautônomos, foi

proposta a codificação de comandos simples do usuário por meio de campos vetoriais. Isso permitiu o uso de trabalhos anteriores que integram planejadores ótimos e campos de vetoriais para determinar o planejador de movimento utilizado neste trabalho, como apresentado em (Pereira, Choudhury e Scherer, 2016). Por meio dos experimentos realizados, verificou-se que o robô foi capaz de cumprir a missão dada pelo usuário, seguindo o mais próximo possível o campo vetorial e evitando obstáculos desconhecidos de forma planejada.

Analisando o algoritmo proposto, observou-se que um robô que executa essa estratégia é capaz de evitar obstáculos estáticos e, dependendo da relação entre a velocidade do robô, a velocidade do obstáculo e o tempo de planejamento, é também capaz de evitar obstáculos dinâmicos, incluindo pessoas, como mostrado em nossos experimentos. Portanto, trabalhos futuros pretendem aumentar a eficiência dos planejadores, por meio, por exemplo, da implementação de algumas funções em GPU ou em outro hardware dedicado. A previsão do movimento do obstáculo também é algo que poderia aprimorar este trabalho.

Uma desvantagem de nossa abordagem, que não foi crítica para nossos experimentos, mas que seria relevante se o robô pudesse se mover mais rápido, é a ausência de restrições diferenciais e/ou restrições dinâmicas no problema de otimização. Isso significa que o planejador atual pode encontrar um caminho que não pode ser seguido pelo robô, a menos que ele reduza drasticamente sua velocidade ou, até mesmo, tenha que parar. Além disso, sem restrições dinâmicas, a metodologia pode ser inviável para o uso em cadeiras de rodas inteligentes, um dos robôs semiautônomos mais comuns, já que o usuário poderia sofrer acelerações bruscas durante o movimento do robô. Uma possível solução seria utilizar um planejador de trajetória ao invés de um planejador de caminhos ou, como uma aproximação, utilizar os caminhos de Dubins para estender a árvore gerada pelo RRT*, como mostrado em (Karaman e Frazzoli, 2010).

REFERÊNCIAS

ALVES, S. F. R. et al. **Conceptual bases of robot navigation modeling, control and applications**. In: BARRERA, A. (Ed.). *Advances in Robot Navigation*. Rijeka: InTech, 2011. cap. 1.

ARAUJO, A. R.; CAMINHAS, D. D.; PEREIRA, G. A. **An architecture for navigation of service robots in human-populated office-like environments**. *IFAC-PapersOnLine*, v. 48, n. 19, p. 189 – 194, 2015. ISSN 2405-8963.

BAKLOUTI, E.; AMOR, N. B.; JALLOULI, M. **Reactive control architecture for mobile robot autonomous navigation**. *Robotics and Autonomous Systems*, v.89,p.9–14, 2017.

BROOKS, R. **A robust layered control system for a mobile robot**. *IEEE Journal on Robotics and Automation*, IEEE, v. 2, n. 1, p. 14–23, 1986.

BURGARD, W. et al. **Experiences with an interactive museum tour-guide robot**. *Artificial*

Intelligence, v. 114, n. 1-2, p. 3–55, 1999.

CHIK, S. et al. **A review of social-aware navigation frameworks for service robot in dynamic human environments.** *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, v. 8, n. 11, p. 41–50, 2016. ISSN 2180-1843.

CHOSSET, H. et al. **Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations** (*Intelligent Robotics and Autonomous Agents series*). Cambridge: The MIT Press, 2005. ISBN 978-0262033275.

CORKE, P. **Robotics, Vision and Control.** Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011. ISBN 978-3642201431. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-3-642-20144-8>>.

DAYOUB, F.; MORRIS, T.; CORKE, P. **Rubbing shoulders with mobile service robots.** *IEEE Access*, v. 3, p. 333–342, 2015.

OLDBERG, S.; MAIMONE, M.; MATTHIES, L. **Stereo vision and rover navigation software for planetary exploration.** In: IEEE. *Proceedings of the IEEE Aerospace Conference*. 2002. v. 5, p. 2025–2036.

KARAMAN, S.; FRAZZOLI, E. **Optimal kinodynamic motion planning using incremental sampling-based methods.** In: IEEE. *Decision and Control (CDC), 2010 49th IEEE Conference on*. [S.l.], 2010. p. 7681–7687.

KARAMAN, S.; FRAZZOLI, E. **Sampling-based algorithms for optimal motion planning.** *The International Journal of Robotics Research*, Sage Publications, v. 30, n. 7, p. 846–894, 2011.

KARAMAN, S. et al. **Anytime motion planning using the RRT*.** In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*. IEEE, 2011. p. 1478–1483. 2011.

MARDER-EPPSTEIN, E. et al. **The office marathon: Robust navigation in an indoor office environment.** In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*. IEEE, 2010. p. 300–307.

MÜLLER, J. et al. **Socially inspired motion planning for mobile robots in populated environments.** In: *Proceedings of the International Conference on Cognitive Systems*. Springer, 2008. p. 85–90.

PEREIRA, G. A.; FREITAS, E. J. **Navigation of semi-autonomous service robots using local information and anytime motion planners.** *Robotica*, Cambridge University Press, p. 1–19.

PEREIRA, G. A. S.; CHOUDHURY, S.; SCHERER, S. **Kinodynamic Motion Planning on Vector Fields using RRT*.** Pittsburgh, PA, July 2016.

QUIGLEY, M. et al. **ROS: an open-source robot operating system.** In: *ICRA Workshop on Open Source Software*. [S.l.: s.n.], 2009.

SCHWESINGER, D. et al. **A smart wheelchair ecosystem for autonomous navigation in urban environments.** *Autonomous Robots*, Springer Nature, v. 41, n. 3, p. 519–538, 2016.

SIMPSON, R. C.; LOPRESTI, E. F.; COOPER, R. A. **How many people would benefit from a smart wheelchair?** *Journal of rehabilitation research and development*, REHABILITATION RESEARCH & DEVELOPMENT SERVICE, v. 45, n. 1, p. 53, 2008.

STÜCKLER, J. et al. NimbRo explorer: **Semiautonomous exploration and mobile manipulation in rough terrain.** *Journal of Field Robotics*, v. 33, n. 4, p. 411–430, 2015.

ŞUCAN, I. A.; MOLL, M.; KAVRAKI, L. E. **The Open Motion Planning Library.** *IEEE Robotics & Automation Magazine*, v. 19, n. 4, p. 72–82, 2012.

THRUN, S. et al. **MINERVA: a second-generation museum tour guide robot.** In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. IEEE, 1999. v. 3, p. 1999–2005.

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>. Personal homepage: <https://ernanemartins.wordpress.com/>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise de negócios 72, 73, 74, 79
Análise estatística 173, 174, 180, 181, 182, 183
Aplicativo 4, 86, 87, 88, 89, 91, 114, 117, 118, 125, 127, 128, 188
Aprendizado de máquinas 20, 144
Árvore de decisão 27, 144, 147, 151, 152, 153
Automação 59, 60, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 97, 129

B

Bag-of-features 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29
Beacons Bluetooth 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117
Bluetooth 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 128, 129, 130

C

Ciberespaço 186, 187, 189, 190, 192
Ciência da computação 8, 70, 93, 94, 96, 106, 210
Controlador Lógico Programável 59, 60, 61, 63, 70, 71

D

Data warehouse 50, 51, 54, 184
Desenvolvimento de software 72, 73, 74, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 179
Dispositivos móveis 1, 4, 6, 88, 92, 109, 110, 112, 113, 114, 127, 128

E

ENADE 86, 87, 89, 90, 91, 92
Engenharia de requisitos 72, 73, 74, 79
Extreme programming 75, 77, 82, 84

F

Fake news 186, 187, 188, 189, 192, 193, 194

H

Hardware 60, 64, 198, 207

I

Inteligência artificial 143, 146, 154, 168, 183
Internet 18, 88, 94, 97, 101, 144, 145, 146, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 168, 169, 170, 171, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195

K

Kanban 73, 75, 77, 78, 82, 83, 84

k-means 24, 27

L

Ladder 59, 60, 61, 64, 66, 67, 68, 70

M

Manutenção 62, 69, 84, 118

Memória 60, 64, 65, 66, 179, 184, 199, 200

Metodologias ágeis 72, 73, 74, 78, 79, 157

Mineração de dados 8, 50, 155

MultiLayer perceptron 27, 28

P

Pensamento computacional 93, 94, 95, 96, 97, 101, 102, 105, 106, 107, 108

Programação 5, 59, 60, 62, 64, 66, 67, 70, 71, 77, 93, 94, 95, 98, 99, 102, 105, 107, 108, 131, 132, 133, 135, 142, 151, 175, 177, 178, 179, 184, 210

Programação linear 131, 132, 133, 142

R

Redes sociais 104, 132, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 188, 189, 190, 193, 194

Região periocular 1, 2, 4, 5, 7

Regressão 27, 31, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 152, 175

Robôs 1, 109, 110, 111, 113, 128, 145, 196, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 206, 207

S

Scratch 93, 94, 95, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107

Scrum 73, 75, 76, 77, 84

Semiautônomos 196, 197, 198, 199, 202, 203, 206, 207

Servidor 1, 4, 5, 6, 112, 114, 117, 121, 127, 178

Sistema de localização híbrido 109, 113, 114, 124, 128

Sistema em nuvem 109, 113, 114, 119

Sistema web 173

Smartphone 113, 114, 116, 117, 118, 121, 125, 126, 127, 150

Software 44, 45, 46, 57, 58, 60, 64, 66, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 93, 94, 95, 106, 149, 161, 171, 176, 177, 178, 179, 184, 185, 198, 208, 210

Sumarização 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 142, 143

T

Tecnologia 1, 42, 59, 62, 63, 70, 71, 72, 87, 88, 94, 95, 97, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 145, 153, 157, 158, 160, 166, 168, 169, 173, 184, 196, 210

Tecnologias digitais 156, 158, 166

Tecnologias disruptivas 156, 157, 158, 160, 161, 163, 166, 169, 170

Transformação digital 156, 157, 158, 159, 160, 163, 169, 170

V

Variância local 1, 2, 3, 5, 6

Visão computacional 5, 20, 22, 23, 28, 29, 145

W

Web service 114, 116, 118, 124

X

XGBoost 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020