

Atena
Editora
Ano 2020

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

**ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora
Ano 2020

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

**ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)**

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores 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.

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 de Mato Grosso

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. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

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 – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª 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
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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 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 de Mato Grosso
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
Prof^a Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Prof^a 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. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a 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. Lilian 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. Me. 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
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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

Robótica: o virtual no mundo real

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
R666	Robótica [recurso eletrônico] : o virtual no mundo real / 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 978-65-5706-208-1 DOI 10.22533/at.ed.081202407 1. Automação. 2. Robótica. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 629.892
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 robótica é um ramo educacional e tecnológico que trabalha com sistemas compostos por partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados. A utilização de robôs tende cada vez mais a fazer parte das tarefas cotidianas. Atualmente a robótica está incorporada principalmente nos ambientes fabris e industriais, devido principalmente a questões relacionadas a redução de custos, o aumento de produtividade e a diminuição de problemas trabalhistas com funcionários, mas com tendência de crescimento significativo nos mais diversos ambientes. Este livro, se propõe a permitir que seus leitores venham a conhecer melhor o panorama da robótica, por meio do contato direto com alguns dos mais importantes trabalhos realizados neste ramo atualmente.

Dentro deste contexto, esta obra aborda aspectos importantes da robótica, tais como: a utilização da robótica como meio de aprimoramento dos conhecimentos obtidos na grade curricular, o desenvolvimento de um sistema que unifica um manipulador robótico (SCORBOT-ER 4u) com técnicas de visão computacional e redes, o desenvolvimento de uma ferramenta de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais na educação, o emprego do Deep Learning, especificamente a técnica de redes neurais artificiais convolutivas, para um sistema de navegação autônoma que recebe imagens do ambiente e define a direção de condução, o desenvolvimento de um protótipo em módulo de MDF (Medium Density Fiberboard) para ser instalado na estrutura da lixeira plástica sem a necessidade de qualquer modificação, a confecção de placas de circuito impresso usando materiais de baixo custo a partir de desenhos feitos com caneta de tinta permanente para que posteriormente possa ser feito processos de corrosões químicas para finalização das placas de circuito impresso, o desenvolvimento de sistema de automação residencial em escala reduzida, para ser utilizado nas áreas de ensino e pesquisa da domótica em escolas dos níveis médio e técnico, e o desenvolvimento de um protótipo de um boné com sensor de objetos utilizados por pessoas portadoras de deficiência visual.

Sendo assim, os trabalhos que compõem esta obra, formam uma rica coletânea de experimentos e vivências de seus autores, que permitem aos leitores analisar e discutir os relevantes assuntos específicos abordados. Espera-se que esta obra venha a ajudar diversos alunos e profissionais deste importante ramo educacional, a enfrentarem os mais diferentes desafios da atualidade. Por fim, agradeço aos autores, por suas relevantes contribuições, e desejo a todos os leitores, uma ótima leitura, repleta de novos e importantes conhecimentos.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA	
Luiza Moura Sá Teles Simone Carleti	
DOI 10.22533/at.ed.0812024071	
CAPÍTULO 2	7
DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLE INTELIGENTE PARA SELEÇÃO DE MANGAS APLICADA A UM PROTÓTIPO DE MANUFATURA ROBOTIZADA	
Fábio Silveira Silva Carine Ramos de Almeida Gottschall Denise Silva Lima João Erivando Soares Marques José Alberto Diaz Amado Cleia Santos Libarino Wilton Lacerda Silva Kenedy Marconi Geraldo dos Santos Elvio Prado da Silva Wesley de Almeida Souto Rodrigo Assis Bonfim João Batista Regis Pires	
DOI 10.22533/at.ed.0812024072	
CAPÍTULO 3	20
DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA APRENDIZAGEM DO SISTEMA BRAILLE	
Pedro Henrique Alves de Oliveira Luiz Antonio Marques Filho George João de Almeida Pereira Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.0812024073	
CAPÍTULO 4	33
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA ATRAVÉS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	
Elionai de Farias Borges José Alberto Diaz Amado João Erivando Soares Marques Adriano de Oliveira Rocha Sílvia Maria Nascimento Carvalho Cleia Santos Libarino Wilton Lacerda Silva Kenedy Marconi Geraldo dos Santos Elvio Prado da Silva Wesley de Almeida Souto Rodrigo Assis Bonfim João Batista Regis Pires	
DOI 10.22533/at.ed.0812024074	
CAPÍTULO 5	50
DESENVOLVIMENTO DE UMA LIXEIRA ELETRÔNICA PARA AS AULAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Giuliano Mantovi Silva Gustavo Pontes dos Santos Gean Lourenço da Silva	

Yan José de Oliveira Ribeiro
Luiz Antonio Marques Filho
DOI 10.22533/at.ed.0812024075

CAPÍTULO 6	61
DRAWING MACHINE - MONALISA	
Joao Matheus Bernardo Resende Marcus Paulo Soares Dantas Orivaldo Vieira De Santana Juinor	
DOI 10.22533/at.ed.0812024076	
CAPÍTULO 7	71
SMARTHOUSE - UMA MAQUETE RESIDENCIAL INTELIGENTE PARA O ENSINO DA DOMÓTICA	
João Moreno Vilas Boas Allyson Amilcar Angelus Freire Soares Juscilésio da Silva Gomes Guilherme Afonso Pillon de Carvalho Alves Pessoa André Anderson Silva de Queiroz João Pietro Ribeiro Peixôto	
DOI 10.22533/at.ed.0812024077	
CAPÍTULO 8	92
THIRDEYE	
Fernando Pinheiro dos Santos Guilherme Augusto Videira Marvin de Lima Oliveira Douglas Baptista de Godoy Daiani Mariano de Brito Camila Baleiro Okado Tamashiro	
DOI 10.22533/at.ed.0812024078	
SOBRE O ORGANIZADOR	96
ÍNDICE REMISSIVO	97

DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLE INTELIGENTE PARA SELEÇÃO DE MANGAS APLICADA A UM PROTÓTIPO DE MANUFATURA ROBOTIZADA

Data de aceite: 16/07/2020

Data de submissão: 28/04/2020

Fábio Silveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0551719039418739>

Carine Ramos de Almeida Gottschall

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6384174697962840>

Denise Silva Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3426351975913556>

João Erivando Soares Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista - Bahia

José Alberto Diaz Amado

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista - Bahia

Cleia Santos Libarino

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0168353916026552>

Wilton Lacerda Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7128501944536142>

Kenedy Marconi Geraldo dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8500221110577713>

Elvio Prado da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9848632321158495>

Wesley de Almeida Souto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6395093149666173>

Rodrigo Assis Bonfim

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6149703009736160>

João Batista Regis Pires

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9486402219864210>

RESUMO: Atualmente, uma das mais importantes aplicações da robótica está direcionada ao aperfeiçoamento de sistemas envolvendo braços robóticos. A interpretação dos dados de sensores e a geração de estratégias de movimentos inteligentes em tempo real constituem um dos atuais desafios no controle do movimento programado de dispositivos robóticos. Baseado nessa tendência, este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema que unifica um manipulador robótico (SCORBOT-ER 4u) com técnicas de visão computacional e redes. O sistema é capaz de fazer a seleção de mangas por níveis de maturação separando as frutas verdes da maduras e as maduras das que já estão em estágio avançado de maturação. Depois de conhecidas essas características, o braço robótico deverá capturar a manga. A posição final (posição em que a fruta será colocada) será definida por técnicas de inteligência artificial. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois além de identificar peças coloridas para validar a obtenção da coloração por imagem o sistema também permitiu a seleção da manga por estado de maturação a partir de padrões RGB, sem apresentar erros de identificação, comprovando seu alto grau de confiabilidade e validando o projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Automação, Inteligência Artificial, Braço Robótico, Visão Computacional, Seleção de Mangas.

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT CONTROL FOR MANGO MANAGEMENT APPLIED TO A ROBOTIZED MANUFACTURING PROTOTYPE

ABSTRACT: Currently, one of the most important applications of robotics is directed to the improvement of systems involving robotic arms. Interpretation of sensor data and generation of intelligent motion strategies in real time is one of the current challenges in controlling the programmed movement of robotic devices. Based on this trend, this work consists of the development of a system that unifies a robotic manipulator (SCORBOT-ER 4u) with computer vision and network techniques. The system is able to make the selection of mangoes by maturation levels separating the green fruits from the mature ones and the mature ones from those that are already at an advanced stage of maturation. Once these characteristics are known, the robotic arm should capture the sleeve. The final position (position in which the fruit will be placed) will be defined by artificial intelligence techniques. The results obtained were satisfactory, as well as to identify colored pieces are validate the obtaining of the coloration by image the system also allowed the selection of the sleeve by state of maturation from RGB standards, without presenting identification errors, proving its high degree of reliability And validating the project.

KEYWORDS: Automation, Artificial Intelligence, Robotic Arm, Computer Vision, Manhole Selection.

1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia é uma ferramenta que proporciona ao homem melhorias no seu cotidiano, tornando-se algo imprescindível ao passo que surgem novas necessidades e conseqüentemente a busca de novas técnicas para supri-las. Nas últimas décadas, o avanço da computação e da robótica possibilitou atividades outrora impossíveis e essa tecnologia tem favorecido as mais diversas áreas científicas. Na saúde, intervenções cirúrgicas, na astronomia, o robô Curiosity explorando o planeta Marte e na engenharia de produção, máquinas que exercem funções repetitivas de produção direta ou de controle de processos, estes são alguns exemplos de equipamentos inteligentes que realizam atividades perigosas, complexas ou até insalubres e em lugares onde a presença humana se torna difícil e arriscada.

Geralmente, o ombro é montado em uma base estática em vez de um corpo móvel. Este tipo de robô tem seis graus de liberdade, o que significa que ele pode se mover em seis direções diferentes. Já um braço humano tem sete graus de liberdade (D'abreu).

Algumas áreas da computação têm contribuído com a robótica auxiliando no seu avanço, tornando possível o aumento e a eficiência das aplicações. Dentre elas, pode-se citar o processamento de imagens, que consiste na captura das imagens e seu tratamento com o objetivo de melhorar a informação visual para interpretação humana ou melhorá-la para percepção/interpretação automática através de máquina.

Outra área é a visão computacional, que consiste na extração de informações de imagens, como por exemplo, localização de objetos e identificação de alterações no ambiente, fazendo o robô “enxergar” o ambiente de trabalho (Castro).

Em aplicações com manipuladores robóticos, (Centinkunt) diz que há necessidade de a máquina fazer uma inspeção do ambiente (por exemplo, utilizando sistema de visão) e decida a estratégia de movimento para cada eixo individual. A interpretação dos dados de sensores e a geração de estratégias de movimentos inteligentes em tempo real constituem um dos atuais desafios no controle do movimento programado de dispositivos robóticos (Amato).

Ainda contribuindo com a robótica tem-se a inteligência artificial, que permite que os robôs sejam capazes de comportamentos inteligentes usando dados adquiridos a partir de imagens, sons e outras fontes de informações (Shheibia). A inteligência artificial pode ser definida como a capacidade de um sistema ser racional, tomando assim decisões corretas com base nos dados que possui, ela é utilizada em diversas aplicações, dentre elas os sistemas especialistas, concebidos para atuar como consultores qualificados em uma determinada área do conhecimento (Augusteijn e Clemens)(Feliciano, Souza E Leta).

Percebendo as vantagens que essas técnicas aplicadas a um manipulador robótico podem trazer, este projeto apresenta um sistema que reconhece objetos com características pré-definidas e destina a eles uma posição estabelecida por técnicas de

inteligência artificial, especificamente Redes Neurais. O reconhecimento será pelo uso de sensores e visão computacional. Uma aplicação do projeto é na seleção de mangas para exportação, onde, através da visão computacional, o sistema poderá identificar se a manga está madura ou verde e se possui alguma área comprometida. A rede neural, já previamente configurada, seleciona essa fruta de acordo com seus parâmetros enviados pela visão computacional e toma a decisão de qual conjunto a manga pertence. O manipulador robótico captura a fruta já identificada e a coloca em uma caixa específica para exportação, consumo interno ou descarte.

O braço robótico utilizado neste trabalho é o Scrobot-Er 4u, com acionamentos elétricos e possui uma garra do tipo pinça. Para agregar visão computacional ao sistema, foi utilizada uma câmera do Raspberry Pi, que possibilita a visão da região por onde os objetos trafegam e com isso foi possível fazer o reconhecimento e realizar as ações necessárias.

2 | TRABALHO PROPOSTO

Este sistema de seleção de mangas é composto por duas partes hardware e software.

A parte mecânica do sistema é composta uma esteira, uma câmara de captura de imagens e um manipulador robótico para selecionar o objeto. A construção de protótipo permitiu a realização de testes e a validação do sistema.

Para realizar aquisição de dados foi utilizado o Raspberry Pi modelo B+, sua comunicação é feita utilizando o Matlab 2015b, pois ele é o último Matlab a possuir a arquitetura 32bit necessária para o controle do manipulador robótico.

O Raspberry Pi possui um sistema “tudo em um” (SoC) que inclui um processador Arm de 700Mhz, 512 MB de memória RAM, no modelo B, e um processador gráfico (GPU) VideoCore IV com conexão HDMI e RCA. O sistema de armazenamento é por meio de um cartão SD ou pendrive conectado à porta USB (Raspberry Pi).

Outra vantagem é sua câmera, a Pi câmera, que possui encaixe direto no Raspberry Pi além de ter uma alta resolução.

Neste projeto foi utilizada uma esteira que já estava disponível no instituto, foi necessária uma pequena reforma. Seu movimento é através do acionamento de um motor de para-brisa de carro de 12V tendo apenas uma velocidade.

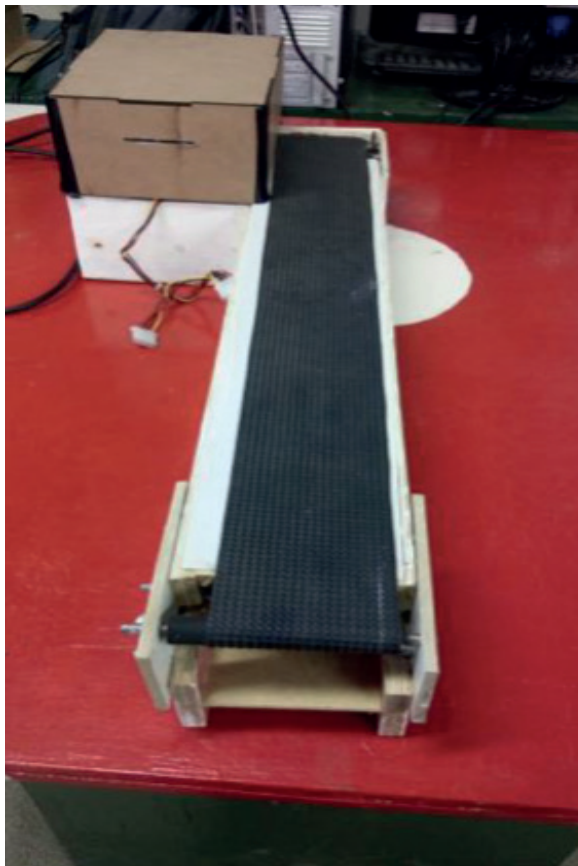


Figura 1 – Esteira utilizada

O controle de velocidade foi feito utilizando a técnica de PWM, levando sempre em consideração o tempo de processamento imagem do Raspberry, já que o objetivo é identificar as mangas que estão sendo transportados.

Para a captura de imagens é necessário um controle preciso na iluminação ou um grande sistema de tratamento de imagens para eliminar o efeito da má iluminação das informações obtidas na imagem.



Figura 2 – Câmara de seleção

Nesse projeto, a construção de uma câmara escura para a captura de imagens simplifica o tratamento da mesma otimizando o sistema.

Um fator importante a ser analisado foi o índice de reprodução de cor (IRC) que quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob uma determinada fonte de luz artificial.

A parte de software do sistema é composto por 4 blocos de código responsáveis por realizar tarefas distintas. A primeira parte do código é feita a captura da imagem, a segunda parte realiza o tratamento da imagem para obter os valores da coloração RGB da imagem, a terceira é a aplicação da rede neural para a separação dos conjuntos e a última parte para o controle do manipulador robótico.

A primeira parte do código é a inicialização do Raspberry Pi é a inicialização de sua câmera. Como a câmera do Raspberry possui um sistema de ajuste automático foi feita 10 capturas de imagens simultaneamente para ajustar a câmera com a iluminação e assim obter uma imagem ajustada.

A resolução da câmera escolhida foi a de 1024x768, pois para valores de resolução maiores era apenas dado zoom na câmera e não aumentava a qualidade.

Para o tratamento da imagem foi realizado um conjunto de passos para transformar a imagem em uma referência RGB numérica. Primeiramente foi retirado os componentes RGB da imagem gerando outras três imagens, posteriormente foi convertido os valores RGB correspondente de cada imagem para uma escala de cinza.

Além da filtragem foi realizado uma conversão para valores binários e seus valores RGB percentuais foram obtidos.

O perceptron é uma rede neural capaz de definir conjuntos. A rede utilizada é a perceptron de múltiplas camadas que permita que o projeto selecione o conjunto de amostra dentro de regiões no espaço podendo assim selecionar um grupo específico dentro de um conjunto não linear.

Com as porcentagens, a rede é capaz de selecionar a manga de acordo sua coloração e classificar em três tipos: Madura, verde e muito madura. Essas informações e passadas para o braço robótico.

Este projeto utilizou um braço robótico SCORBOT-ER 4u. Este braço robótico foi desenvolvido para simular um robô industrial, mas possui limitações em algumas funções, é utilizado apenas para pegar objetos de determinados tamanhos e sua aplicabilidade é vista principalmente para fins didáticos.

Após inicializar o robô foi realizado um mapeamento do seu posicionamento para definir os locais de depósito das mangas. Foi definido três posições padrões de movimento para cada saída da rede neural.

Após de definido o rotulo da fruta, o manipulador captura a fruta, deposita no local pré-definido e retorna na posição inicial pronta para pegar a próxima manga.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Após a montagem do sistema foi realizado testes para validação do conjunto. O primeiro teste foi para validar a detecção das cores vermelhas, verdes e azuis através da câmera do Raspberry Pi. Foram utilizadas peças com coloridas que possuíam o mesmo tamanho e foi passado através do sistema.

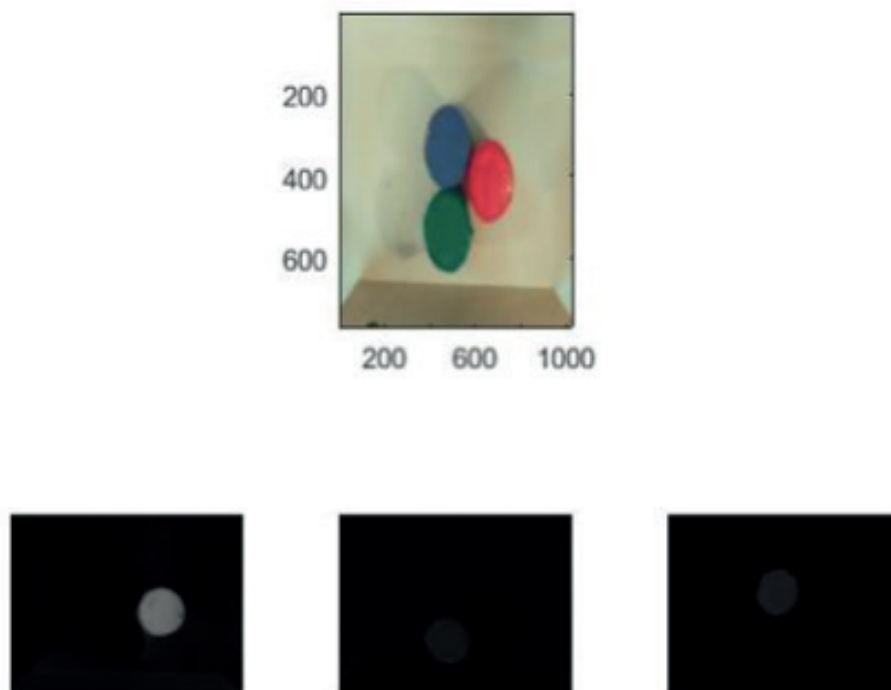


Figura 3 – Imagem das peças obtida através da câmera do Raspberry PI.

Após a validação da captura de imagens foi testada a relação entre quais peças estavam na imagem e a porcentagem de cores que ela identificava como pode ser vista na tabela 1.

Cores das peças	Porcentagem R	Porcentagem G	Porcentagem B
Vermelha e verde	51,95%	35,43%	12,60%
Verde e azul	0	43,21%	56,79%
Vermelha e azul	48,89%	0	51,11%
Todas as cores	32,93%	31,76%	35,30%

Tabela 1 – relação entre peças colocadas e as porcentagens das respectivas cores.

A tabela 1 deixa claro o problema de selecionar apenas duas cores, verde e vermelho, a cor azul auxilia na precisão do reconhecimento de cor, portanto as amostras utilizadas precisão ter as informações de todas as três cores para ser mais precisa.

Outro teste implementado foi à aplicação de uma rede neural para efetuar a seleção inteligente dos objetos. Como a aplicação final do projeto consiste em selecionar frutas por meio de sua coloração, um conjunto de cores foi associado a frutas maduras é um

conjunto de cores foi associado a frutas verdes. Para realizar teste, um conjunto de amostra arbitraria foi criada para treinar a rede neural e verificar sua taxa de acerto.

Teste de validação por porcentagem					
Porcentagem			Nº maduro	Nº verde	Total de tentativas
R	G	B			% Acerto
33	37	30	0	10	100
46	53	0	0	10	100
53	0	46	10	0	100
100	0	0	10	0	100
0	57	43	0	10	100
0	100	0	0	10	100
0	0	100	10	0	100
0	0	0	0	0	0
51	26	23	10	0	100
24	52	24	0	10	100
41	41	18	0	10	100

Tabela 2 – Número de acertos da identificação de cores da rede neural.

Após finalizar a validação com as peças foram realizados testes com as mangas. Foram utilizadas cinco mangas de dois tipos e com cinco estágios de maturação diferentes, desde muito verdes até muito maduras.

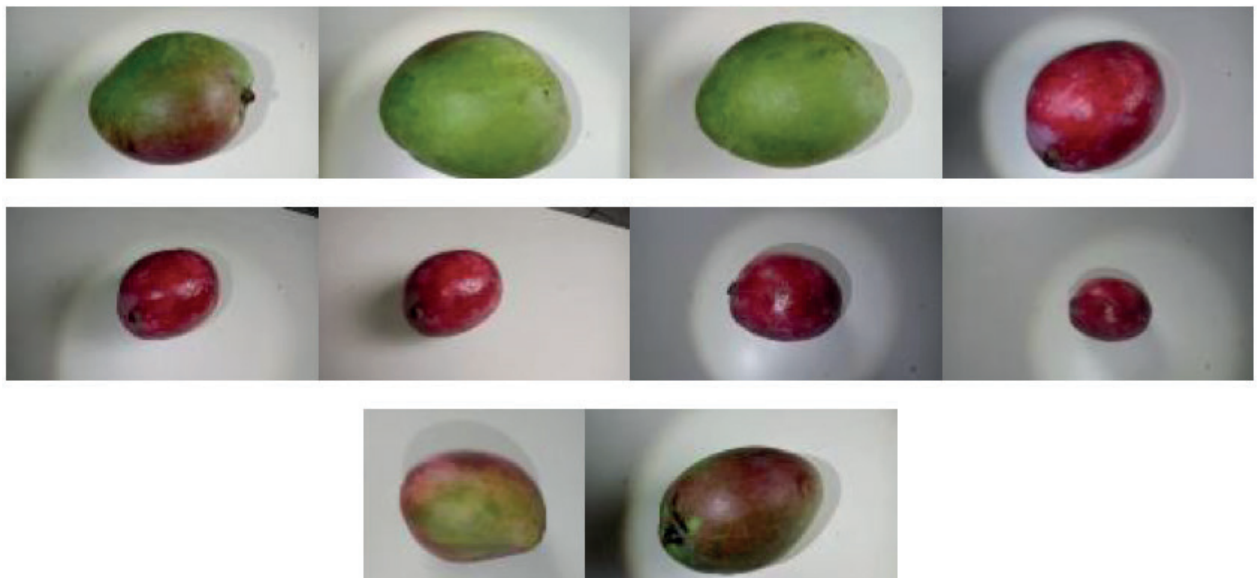


Figura 4 - Frutas utilizadas

Na figura 5 pode ser visto a forma que o sistema “enxerga” as frutas.

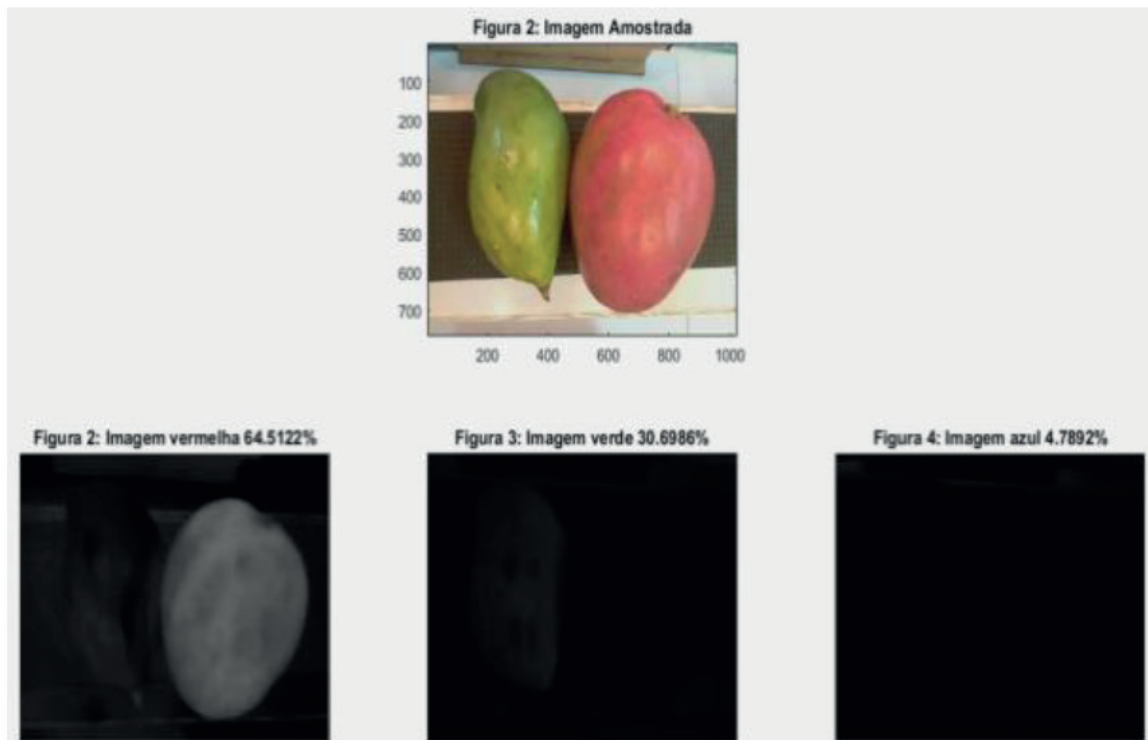


Figura 5 - Frutas vistas pelo sistema

Na figura 6 podemos ver várias imagens do todo o sistema montado.



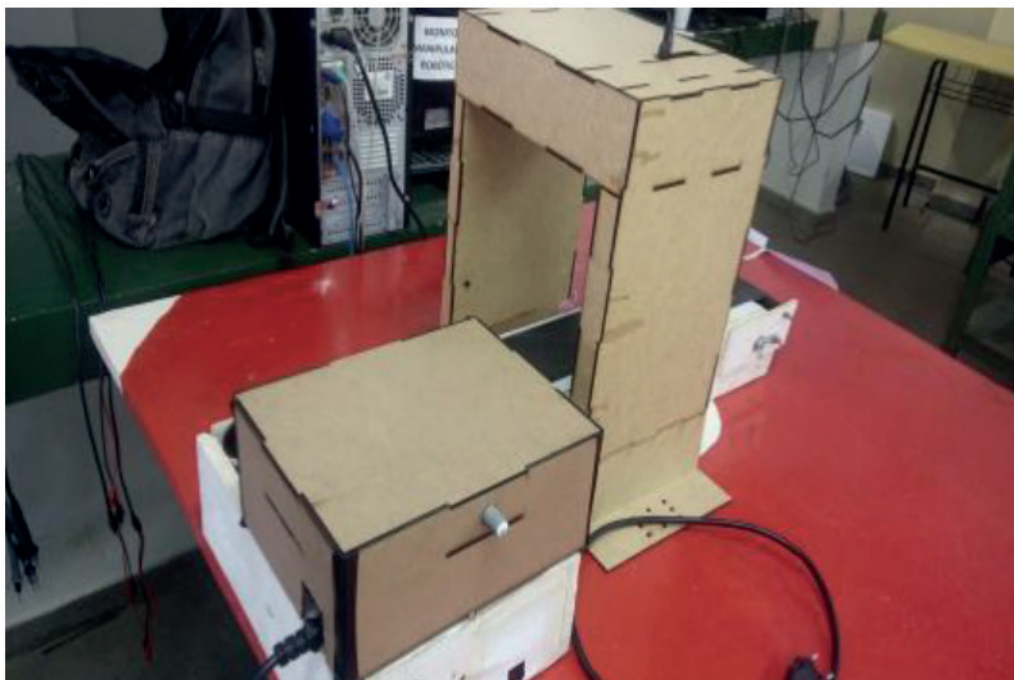


Figura 6 – Sistema completo de seleção de frutas

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O funcionamento do sistema é realizado em duas partes, primeiro é feito o treinamento da rede para receber a imagem das mangas. As imagens que o sistema utiliza para realizar o treinamento é de outras mangas que o estado de maturação já era conhecido.

A segunda parte é a aplicação da seleção em uma manga que, ao passar pelo sistema, o seu estado de maturação será definido. Ao realizar o treinamento as imagens das mangas conhecidas são processadas pela rede e é verificado a convergência do sistema para esses parâmetros. Após as frutas serem processadas, com a convergência do erro mostrado na figura 4, obteve-se o erro entre os valores dados na amostra e os valores de saída da rede.

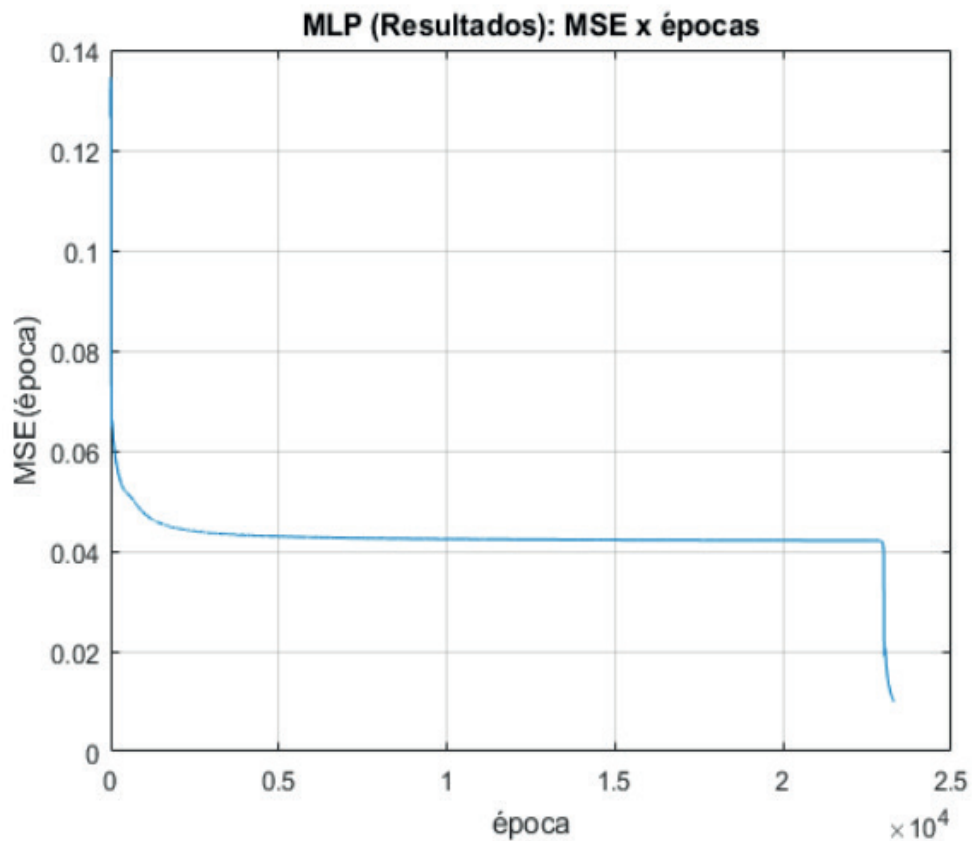


Figura 7 – Erro quadrático médio

Após a rede neural atingir sua convergência, o seu erro pode ser calculado em relação a cada amostra, fazendo assim uma conferência geral do sistema antes de efetuar sua primeira seleção. Na figura 8 podemos ver o erro entre o valor desejado de saída a saída da rede.

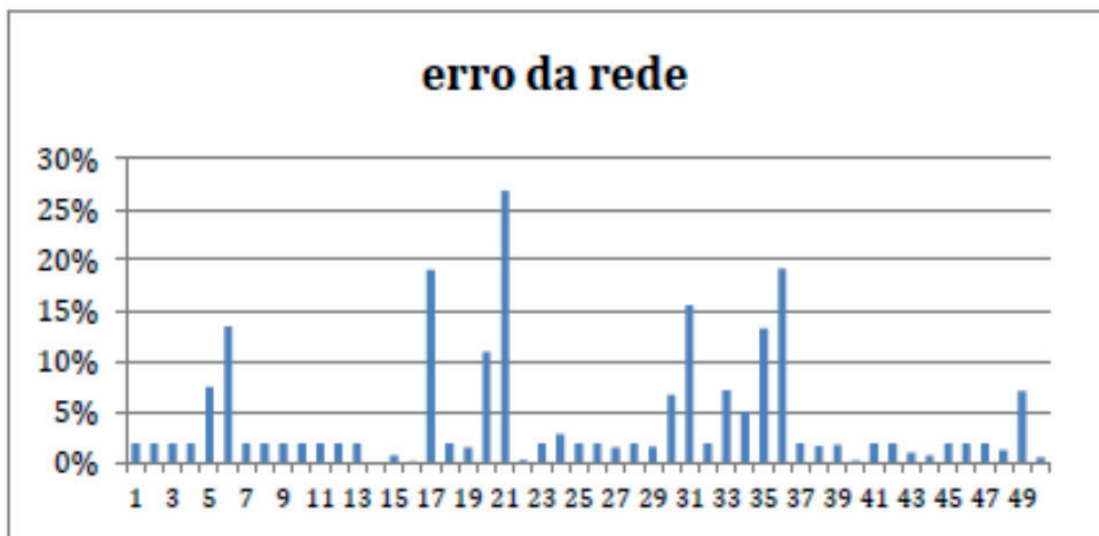


Figura 8 – Erro da rede neural sobre de seus valores de entrada.

Com esses valores foi possível verificar que o erro de 30% devido à proximidade dos valores de amostra e sua variação. Porém o sistema de seleção não apresentou erros no momento de selecionar a fruta.

Por fim temos a imagem de sua seleção, figura 9, onde pode ser vista todas as fases do processo. Em azul podemos ver os valores de calibração de coloração, que é necessário para definir os parâmetros básicos de seleção. Em verde as imagens das mangas que foram admitidas como verde, em vermelho as mangas que foram admitidas como maduras e em magenta as mangas admitidas como muito maduras.

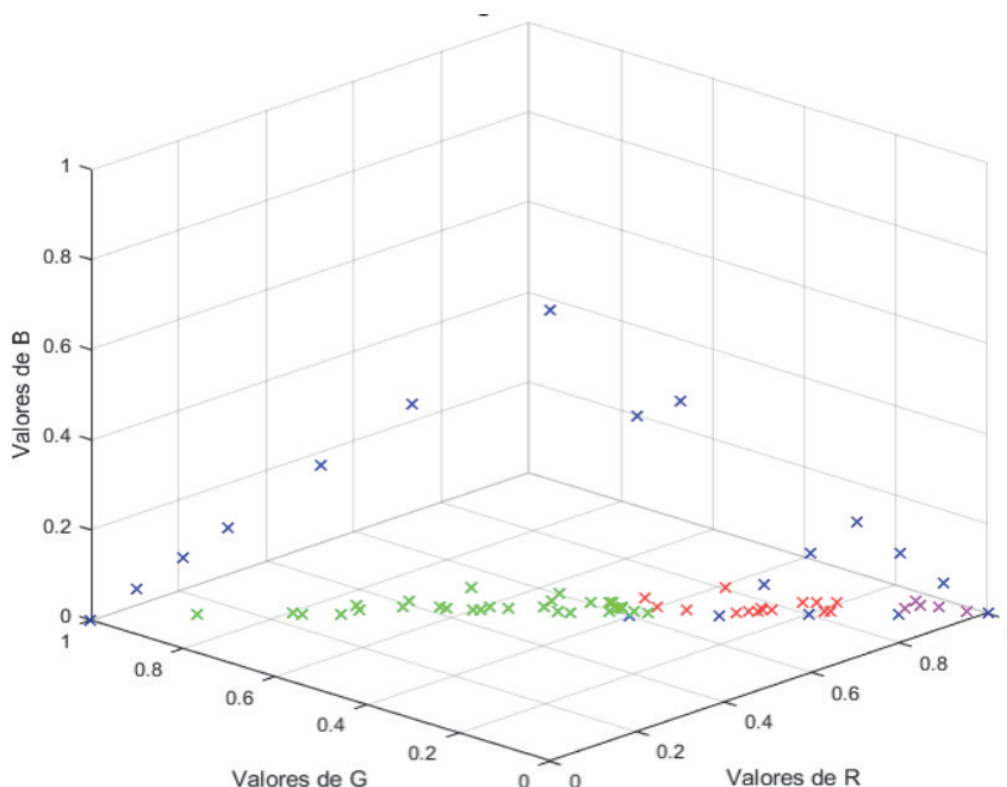


Figura 9 - Todos os dados utilizados para treinamento da seleção de peças e frutas.

5 | CONCLUSÕES

O projeto se mostrou eficaz no processo de seleção de mangas devido à precisão na obtenção de dados e na forma de processamento de informações utilizada.

A aplicação da rede neural perceptron de múltiplas camadas se mostrou superior a perceptron simples por separar em mais que dois conjuntos, muito maduro, maduro e verde, além de dar uma resposta mais precisa em relações às variações de saída e as variações de exigência da fruta.

Por utilizar um manipulador robótico semi-industrial, a precisão no seu movimento bem como o tempo de resposta faz com que não haja erros nesta parte do processo. Foi desenvolvida uma pequena cesta que consegui apanhar a manga sem ter problemas de

machucara fruta ou ter riscos dela cair.

Os próximos trabalhos podem utilizar outro método de obtenção de imagens sem utilizar as bibliotecas do Matlab, removendo assim o processamento do computador e embutido tudo dentro do sistema do Raspberry. Também é necessário a alteração das dimensões da esteira pois é necessário a adequação a esteira para selecionar frutas.

REFERÊNCIAS

AMATO, Francesco; COLACINO, Domenico; COSENTINO, Carlo; MEROLA, Alessio, **Robust and optimal tracking control for manipulator arm driven by pneumatic muscle actuators**, Mechatronics (ICM), 2013 IEEE International Conference on, vol., no.pp.827,834, Feb. 27 2013-March 1 2013.

AUGUSTEIJN, M. F.; CLEMENS, L. E. **A neural-network approach to the detection of texture boundaries**, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 9, no. 1, 1996, pp. 75-81.

BALLARD, Dana Harry, Computer Vision, Prentice-Hall, 1982. Bianchi, A.C., Reali-Costa, A.H. **O sistema de visão computacional do time de futebol**. Anais do Congresso Brasileiro de Automática – 2000.

CASTRO, Rafael da Silveira; BARTH, Jacson Miguel Olszanecki; FLORES, Jeferson Viera; SALTON, Aurelio Tergolina. **Modelagem e implementação de um sistema ball and plate controlado por servo-visão**. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE, 2013, Fortaleza. Pucrs - Grupo de Automação E Controle de Sistemas, Av. Ipiranga, 6681. Porto Alegre– Rs.

CENTINKUNT; Sabri. **Mecatrônica**. Rio de Janeiro: Ltc, 2008.

D'ABREU, João Vilhete Viegas. **Desenvolvimento de ambientes de aprendizagem baseados no uso de dispositivos robóticos**. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE99., 1999, Universidade Federal de Paraná – Ufpr, Curitiba – Pr. As novas linguagens da tecnologia na aprendizagem. Universidade estadual de campinas – unicamp núcleo de informática aplicada à educação - nied.

FELICIANO, F.F.; SOUZA, I. L.; LETA, F. R. **Visão Computacional Aplicada à Metrologia Dimensional Automatizada: Considerações sobre sua Exatidão**. ENGEVISTA, v.7, n.2, p.38-50, Dezembro 2005.

SHHEIBIA, Tarig Ali Abdurrahman El. **Controle de um Braço Robótico Utilizando Uma Abordagem de Agente Inteligente**. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Coordenação de Pós-Graduação em Informática, Campina Grande, PB, Julho de 2001. Dissertação de Mestrado.

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi**. Disponível em: < www.raspberrypi.org>. Acesso em: 22 de agosto de 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 43, 48, 66

Aplicativo 38, 71, 79, 80, 81, 82, 84, 89, 90

Aprendizado de Máquina 34

Aprendizado Profundo 34, 35

Aprendizagem 1, 2, 3, 19, 20, 25, 31, 48, 72, 74, 85, 88, 89

Arduino 20, 21, 26, 28, 29, 32, 54, 58, 63, 68, 70, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 84, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95

Automação 8, 19, 62, 71, 73, 74, 75, 76, 90, 91

B

Boné 92, 93

Braço Robótico 8, 10, 12, 19

Braille 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

C

Casa Inteligente 73, 74

Circuito Impresso 61, 63, 68

Circuitos Elétricos 59

Circuitos Eletrônicos 54, 59

Computador 19, 20, 25, 28, 29, 30, 31, 35, 68, 74

Comunicação Serial 29, 75

Conexão 3, 10, 47, 75, 84, 94

Construtivismo 1, 2

Controlador 54, 68

D

Deep Learning 34

Desenho 61, 62, 68, 69

Dispositivo 20, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 74, 79, 84, 90

Dispositivos Eletrônicos 21

Dispositivos Robóticos 8, 9, 19

Domótica 71, 72, 73, 74, 75, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

E

Educação 1, 2, 3, 6, 7, 19, 20, 21, 25, 31, 32, 33, 50, 60, 87, 92, 96

Educação Inclusiva 31

Ensino 1, 2, 3, 5, 6, 21, 71, 72, 74, 82, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94

Ensino-Aprendizagem 72, 85, 89

Equipamento 73, 92, 93

F

Firmware 68

H

Hardware 10, 62, 74, 75, 84

I

Implementação 19, 34, 35, 38, 43, 44, 47, 48, 59, 63, 76, 80

Inclusão Social 21

Inteligência Artificial 8, 9, 10, 34, 90

Internet 25, 29, 62, 64, 75, 76, 81, 84, 90

J

Jogos 40

L

LEGO 1, 2, 3, 5

Lixeira Eletrônica 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60

M

Manipulador Robótico 8, 9, 10, 12, 18

Meios de Comunicação 20, 21

Microcomputador 28, 74

Módulo Eletrônico 52

N

Navegação Autônoma 33, 34, 35, 36, 48

Novas Tecnologias 20, 21, 73, 88, 91

P

Plotter 62, 63, 64, 66, 68, 69

Programa 6, 28, 29, 30, 36, 40, 43, 95

Programação 2, 5, 30, 31, 40, 52, 54, 55, 58, 59, 62, 70, 71, 75, 78, 88, 92, 94, 95, 96

Protocolo 76, 77, 80, 81

Protótipo 7, 10, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 50, 52, 59, 89, 92, 93, 94, 95

Python 29, 38

R

Redes Neurais 10, 34, 35

Robô 1, 3, 4, 5, 9, 12, 38, 39, 40, 48

Robótica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 31, 33, 50, 52, 59, 60, 61, 62, 71, 75, 90, 92, 94, 95, 96

Robótica Educacional 1, 2, 4, 5, 6

S

Sensores 8, 9, 10, 59, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 84, 89

Simulação 40, 44, 48

Sistema 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 47, 48, 52, 53, 55, 69, 71, 74, 76, 79, 80, 81, 84, 89, 90

Sistemas Especialistas 9

Software 10, 12, 30, 61, 62, 68, 69, 74, 84, 91, 94, 96

T

Técnicas de Programação 59

Tecnologia 2, 3, 7, 9, 19, 20, 31, 32, 33, 43, 52, 62, 71, 72, 73, 81, 89, 90, 93, 96

Tecnologia Assistiva 93

Teste 13, 14, 68

Treinamento 16, 18, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

V

Visão Computacional 8, 9, 10, 19, 34, 35, 38

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 