

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
(Organizadores)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
(Organizadores)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



# Engenharias: criação e repasse de tecnologias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57    Engenharias: criação e repasse de tecnologias /  
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João  
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz  
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

### **CAPÍTULO 2..... 7**

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

### **CAPÍTULO 3..... 22**


ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

### **CAPÍTULO 4..... 41**

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

### **CAPÍTULO 5..... 55**

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

### **CAPÍTULO 6..... 63**

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSACÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem


Isabela Maciel Macedo  
Laís Carolina dos Santos Mota  
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

**CAPÍTULO 7..... 76**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO**


Aline Islia Almeida de Sousa  
Adeildo Cabral da Silva  
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

**CAPÍTULO 8..... 92**

**ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE <sup>226</sup>Ra E <sup>228</sup>Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS**

Aluísio de Souza Reis Júnior  
Geraldo Frederico Kastner  
Renata Dias Abreu Chaves  
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

**CAPÍTULO 9..... 99**

**ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K<sub>0</sub> NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO**


Wellington Ferrari da Silva  
Renata Priscila de Oliveira Paula  
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

**CAPÍTULO 10..... 108**

**DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS**

Renivan Costa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

**CAPÍTULO 11 ..... 126**

**DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNCTION ARCHITECTURE**

Márcio Mendonça  
Marta Rúbia Pereira dos Santos  
Fábio Rodrigo Milanez  
Wagner Fontes Godoy  
Marco Antônio Ferreira Finocchio  
Carlos Renato Alves de Oliveira  
Mario Suzuki Junior  
Ricardo Breganon


Francisco de Assis Scannavino Junior  
Lucas Botoni de Souza  
Michele Eliza Casagrande Rocha  
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

**CAPÍTULO 12..... 140**

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499


Marcos Fonseca Mendes  
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

**CAPÍTULO 13..... 155**

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Rafael Alex Vieira do Vale  
Idalmir de Souza Queiroz Júnior  
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

**CAPÍTULO 14..... 167**

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES


Eduardo Camargo Langrafe  
Cristiano Henrique Ferraz  
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

**CAPÍTULO 15..... 179**

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES

Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

**CAPÍTULO 16..... 195**

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira  
Alexandre Fernandes Santos  
Ariel Dov Ber Gandelman  
Eliandro Barbosa de Aguiar  
Heraldo José Lopes de Souza


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

**CAPÍTULO 17.....203**

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

**CAPÍTULO 18.....219**

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA


Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>


**CAPÍTULO 19.....234**

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

**CAPÍTULO 20.....242**

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram


Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

**CAPÍTULO 21.....256**


SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS





Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>270</b>
THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED $\text{Cu}_2\text{O}$ NANOPARTICLES	
Angela Alidia Bernal Cárdenas	
José Pedro Mansueto Serbena	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322">https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322</a>	
<b>CAPÍTULO 23.....</b>	<b>276</b>
GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE	
Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade	
Getúlio Kazue Akabane	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323">https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323</a>	
<b>CAPÍTULO 24.....</b>	<b>301</b>
CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL	
Ruth Matovelle Villamar	
Manuel Lecuona Lopez	
Adriana Gonzalez Hernández	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324">https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324</a>	
<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>314</b>
BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR	
Ronaldo Salvador Vasques	
Fabrício de Souza Fortunato	
Márcia Regina Paiva de Brito	
Natani Aparecida do Bem	
Elaine Regina Brito Maia	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325">https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>326</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>327</b>

# CAPÍTULO 11

## DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNTION ARCHITECTURE

Data de aceite: 01/03/2022

### **Márcio Mendonça**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica (PPGEM)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

### **Marta Rúbia Pereira dos Santos**

ETEC – Jacinto Ferreira de Sá  
Ourinhos – SP  
<http://lattes.cnpq.br/3003910168580444>

### **Fábio Rodrigo Milanez**

Faculdade da Indústria SENAI Londrina  
Londrina – PR  
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

### **Wagner Fontes Godoy**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/7337482631688459>

### **Marco Antônio Ferreira Finocchio**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8619727190271505>

### **Carlos Renato Alves de Oliveira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/6825913217364076>

### **Mario Suzuki Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Estudante de Engenharia Elétrica  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/1190228107571752>

### **Ricardo Breganon**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica (UTFPR)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/2441043775335349>

### **Francisco de Assis Scannavino Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

### **Lucas Botoni de Souza**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5938489268359300>

### **Michele Eliza Casagrande Rocha**

Universidade Norte do Paraná -Unopar  
Engenheira Projetista Elétrica  
Londrina - PR  
<http://lattes.cnpq/4411484670091641>

### **Vicente de Lima Górgora**

Faculdade da Indústria SENAI Londrina  
Londrina – PR

**ABSTRACT:** This work presents a cooperative architecture for autonomous agents based on Dynamic Fuzzy Cognitive Maps (D-FCM), an

evolution of Fuzzy Cognitive Maps (FCM), emphasizing that FCM is an evolution of Cognitive Maps. This architecture develops an autonomous navigation system for mobile terrestrial robots, including learning capability, self-adaptation skills, and behavior management. The navigation system developed adopts a multi-agent approach, based on Rodney Brooks' subsumption architecture, which allows for hierarchical decision-making, with actions and parallel processing. Reinforcement learning is used to automatically tune the system, allowing the D-FCM to be self-adaptive. A bioinspired strategy inspired by the behavior of ants is used for indirect communication between agents and simulated in a virtual environment, comparing it with another cooperation method based on navigation data. This work ends with a discussion of the results. Furthermore, it finally concludes and addresses future work.

**KEYWORDS:** Dynamic Cognitive Maps, Cooperative Autonomous Agents, Subsumption Architecture, Swarm Robotics, Multi-agent systems.

## DINÂMICA FUZZY COGNITIVA DE MAPAS TÉCNICA DE DESENVOLVIMENTO INSPIRADO NA OTIMIZAÇÃO DA COLÔNIA DE FORMIGA, ROBÓTICA DE ENXAME E ARQUITETURA SUBSUNÇÃO

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma arquitetura cooperativa para agentes autônomos baseada em mapas cognitivos difusos dinâmicos (D-FCM), uma evolução dos mapas cognitivos difusos (FCM), enfatizando que FCM é uma evolução dos Mapas Cognitivos. Esta arquitetura desenvolve um sistema de navegação autônomo para robôs terrestres móveis, incluindo capacidade de aprendizagem, habilidades de auto adaptação e gerenciamento de comportamento. O sistema de navegação desenvolvido adota uma abordagem multiagente, baseada na arquitetura de subsunção de Rodney Brooks, que permite hierarquicamente a tomada de decisões, com ações e processamento paralelo. O aprendizado por reforço é usado para sintonizar automaticamente o sistema, permitindo que o D-FCM seja auto adaptativo. Uma estratégia bioinspirada inspirada no comportamento de formigas é utilizada para comunicação indireta entre agentes e simulada em um ambiente virtual, comparando-a com outro método de cooperação baseado em dados de navegação. Este trabalho termina com uma discussão dos resultados. Além disso, finalmente conclui e endereça trabalhos futuros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapas Cognitivos Dinâmicos, Agentes de Navegação Cooperativos, Arquitetura de Subsunção, Robótica de enxame, Sistema Multiagentes.

## 1 | INTRODUCTION

Research in autonomous robotics, particularly collective robotics using biologically inspired systems by social insects (collective intelligence), is known in the literature. For example, works on swarm robotics using a group of robots inspired by insect colony behavior can be found in (Mohan and Ponnambalam, 2009).

The term "Swarm Intelligence" refers to sophisticated collective behavior that can emerge from the combination of many simple individuals, each operating autonomously (Sharkey, 2006). Thus, Swarm intelligence is "a property of systems of non-intelligent robots exhibiting collectively intelligent behavior".

In this work, mobile robots with exploration abilities share the information with other mobile robots, and the method used to share the information is inspired by the behavior of ants, implementing concepts of artificial pheromone.

Generally, Artificial Intelligence (AI) has application in various areas of knowledge such as neuro-biological, mathematics, and computer science. The research area of an intelligent system is aimed at developing computational methods that try to imitate or approximate the capacity of humans being to solve problems. These new methods attempt to emulate the ability of humans to cope with very complex processes based on inaccurate or approximate information. However, this information can be obtained from the specialist knowledge and / or operational data or behavior of an industrial system (Passino and Yurkovich, 1997).

There are studies in the literature that uses heuristic knowledge for modeling decision making in autonomous navigation through fuzzy systems; for example: Astudillo et al., 2006; Min et al., 2006; Mendonça, 2011).

Researches in autonomous robotics, in particular collective robotics using biological systems inspired by social insects (collective intelligence) are known in the literature (Bayindir and Sahin, 2007). Works about collective robots “Swarm Robotics” are listed as follows. Parker (2008) uses robots groups inspired by insect colony behavior to manage agents at their function’s execution exploration in environment. The application of techniques and/or concepts of collective robots are related to autonomous system and multi-agent systems. The theory of multi-agent systems is usually required to solve problems in dynamic and unpredictable environments. In such circumstances, a capacity to learn is particularly important for environment with rapid change (Wooldridge and Jennings, 1995). From autonomous agents’ theory, particularly cooperative autonomous agents, it should be emphasized the ability of autonomy of the agent, alone and/or in a group, i.e., the success in different settings without human intervention (Russel and Norvig, 1995).

A multiple agent’s control architecture for swarm robotics was developed in Vasile, Pavel and Buiu (2011), where a “man-swarm” interface was proposed. This architecture allows an operator to monitor and guide a swarm of robots to complete certain tasks through an agent by a GUI (graphical user interface). The robots are divided into local and social agents, where the local agents have the function to move, avoid obstacles and location. The control algorithm is implemented in the social agent based on an adapted version of PSO technique, a method developed by Kennedy, Eberhart and Shi (2001) to simulate behaviors of swarm, insect colonies and flocks of birds. The work of Mendonça et al. (2013) uses a DCN (Dynamic Cognitive Networks) for navigation and sharing memory path in unknown scenarios with explorer robots.

This paper discusses problems with sequential decisions in partially or totally unknown environment with multiple objectives. At this level of complexity, the proposed architecture presents learning, tuning and adaptation capacity, action management, and



finally, at the highest level of the D-FCM (Dynamic-Fuzzy Cognitive Maps) architecture.

Finally, a concept explored in this work is collective intelligence, in which the architecture uses the agent capacity of evolution. Evolution is conceptually different from learning because an agent can only evolve if it inherits knowledge from another agent, while learning the agent only needs himself (De Castro, 2007).

This paper is organized as follow: Section 2 presents a brief discussion of Fuzzy Cognitive Maps. Section 3 describes briefly the architecture of the D-FCM. Section 4 presents the simulated initial results. Section 5 shows the conclusions and finish the paper.

## 2 | FUZZY COGNITIVE MAPS

Cognitive maps were first presented by Axelrod (1976) in order to express the cause-effect relationships of the elements of an environment in binary values. Fuzzy cognitive maps have enjoyed a visible position in fuzzy modeling as graph-oriented models describing relationships among concepts (Pedrycs; Homenda, 2013). Fuzzy cognitive maps are fuzzy signed digraphs with feedbacks, and they can model the events, values, goals as a collection of concepts by forging a causal link between these concepts (Kosko, 1986).

As mentioned in (Papageorgiou and Salmeron, 2013), there is an enormous interest in FCMs and this interest on the part of researchers and industry is increasing, especially in the areas of control (Stylios and Groumpos, 1998; Stylios and Groumpos, 2004; Papageorgiou, Stylios and Groumpos, 2006), business (Lee and Ahn, 2009; Glykas, 2013), medicine (Papageorgiou, Roo and Huszka, 2012; Papageorgiou and Froelich, 2012; Douali et al., 2011), robotics (Motlagh et al., 2012a, 2012b), environmental science (Kok, 2009; Ramsey et al., 2012; Acampora and Loia, 2011) and information technology (Buyukozkan and Vardalolu, 2012; Lee and Lee, 2012).

In this work the D-FCM, one of the proposed evolutions of the FCM, is developed directly by experts' knowledge. In other words, the concepts and relationships between them are modeled by heuristic or empirical knowledge of experts.

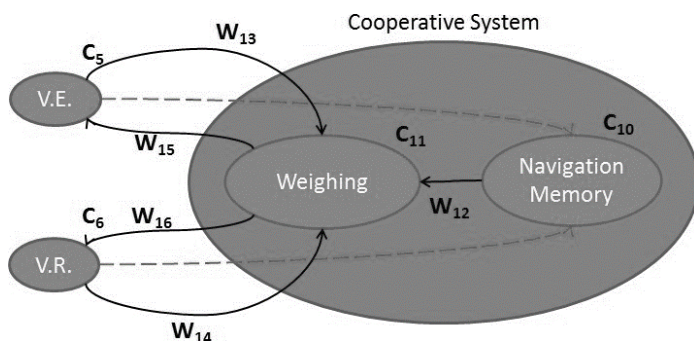


Figure 1 – Simplified D-FCM model for data processing in trajectory sharing strategy.

Figure 1 shows a simplified version of this trajectory-sharing strategy. Where the concepts V.E. and V.R. are related to the outputs turn left and turn right, respectively. The variables W13~16 represent the causal relationships between concepts.

For this method, two new concepts were implemented to the D-FCM, the Navigation Memory (C10) and Weighting (C11). The concept C10 saves the navigation data and shares them. It is noteworthy that there is no causality between the concepts C5/C6 and C10, represented by the red dotted line, that only acquire the data to be saved in the memory. The concept C11 treats and weighs the information from the outputs C5 and C6 with C10. After this treatment is done, C5 and C6 receive new values.

The second strategy is inspired in ant's colony communication for foraging, in which the ant releases a chemical (called pheromone) to demarcate the path traveled. Transmitting and receiving data implicitly on the path taken by the colony. In other words, the agent will travel through the environment and leave demarcations (pheromones) about his path taken in the environment, and other agent interpret that pheromone and use it to aid his decision making.

To implement this strategy, three new concepts were added to the D-FCM, the concept of Pheromone Release (C10), Weightings (C12) and Pheromone Detection (C11). In addition, two new concepts of selection are added, WS5 and WS6. The figure 2 shows a simplified model of this method. Where the concepts S.E., S.F. and S.D. are related to the left, frontal and right sensors, respectively. The black dotted lines imply in concept values that are used only to select the state of the D-FCM.

The C10 concept manages the pheromones to be released by the agent, if the selection criteria are met (WS5). The C11 concept is a new "input" variable for the D-FCM, similar to the input sensors, this concept detects the pheromones left by other agents. These pheromones are considered as secondary targets, not being necessary for the agent to capture it, however, helping in the decision-making process of the system, anticipating obstacle avoidance maneuvers or on capturing targets. A selection system between the concepts C11 and C12 will alter the causal relationship of W12, referring to its intensity, given by the selection rule WS6. The C12 concept is similar to the Weighting concept from the trajectory sharing strategy. This concept will weigh the information acquired by the outputs C5 and C6 and the information from the pheromone reading. C5 and C6 will receive new values after the treatment is done.

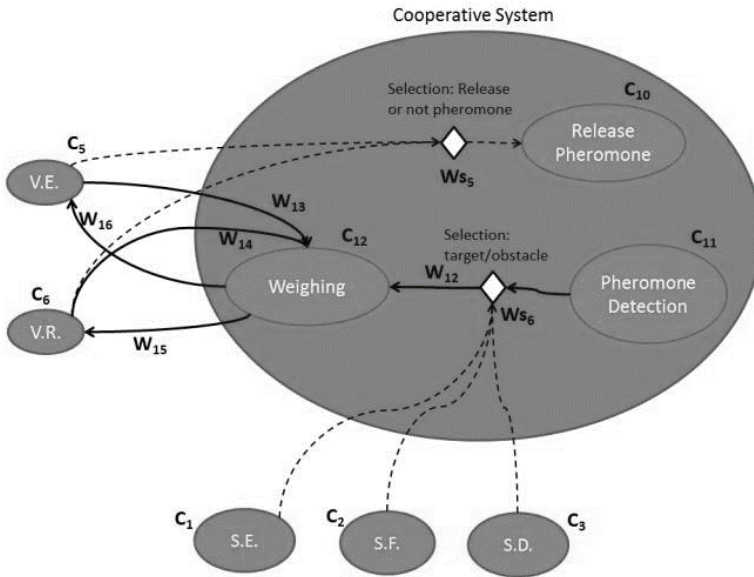


Figure 2 – Simplified D-FCM model for data processing in pheromone sharing strategy.

A counter is also inserted into WS5, specifically to assist when the state of release pheromone is triggered, giving it some periodicity. This counter will decrease in values that are directly related to the intensity of the outputs V.E. and V.R., in other words, the value subtracted from the counter will be higher when V.E. and V.R. are high, and lower when the V.E. and V.R. are low. For instance, some of the rules for the selection methods WS5 and WS6 are:

- (Ws5) **IF** (V.E. and V.R. are high **AND** counter is low) **OR** (counter is very low) **THEN** Pheromone Release is triggered.
- (Ws6) **IF** detected an obstacle **THEN** the weight W12 is medium.
- (Ws6) **IF** detected a target **THEN** the weight W12 is low.

Briefly, the cooperative system covers techniques or models for cooperative navigation. The strategy used for this work was inspired by Swarm Robotics. Therefore, the agent will use the experience from another agent as follow: the first agent passes and leaves a pheromone in the environment, or a data stored in a navigation memory, the next agents will use this “navigation experience” in their decision making.

In the test scenarios there are fixed, dynamic and unexpected (arise during the course) obstacles, as will be demonstrated in the next topic. Therefore, in a simplified form, the expectation of the Swarm Robotics concepts applied in the D-FCM architecture aims to increase the performance of a group of agents, performing tasks with higher level of complexity.

### 3 | RESULTS

A simulation environment with 2-D animation was developed to test and validate the proposed cooperation navigation system. In the simulation environment, the trail with three colors symbolizes the mobile robot. The light “+” signs represent the static and unexpected obstacles, the strong “\*” sign represents the dynamic obstacle and the “.” sign represent the pheromones left by the agent, they are represented by two colors, yellows for pheromones released by other agents and green for the ones release by the agent. The “Δ” represent the targets. In the simulation, a track or trail is used to show the trajectory of the dynamic obstacle.

The results are shown in the following figures. In these figures, the graph shows a scene in the plane XY with a starting point (15, 0) and end point (0, 205) of the robot trajectory. The graph also shows the dynamic path traversed by the agent. The flaws in the trajectory represent the speed ups, when the sensors don't detect any obstacles or targets, the robot accelerates. In all experiments was found that the robot reaches the destination point within a [-8, 8] range. Figure 3 shows the virtual environment used for the simulation.

In these experiments, an unexpected dynamic obstacle appears on the scenario when the robot is passing by the coordinates (6, 88), in this region there is a critical situation. The presence of dynamic obstacles increases the difficulty of the strategy employed by the controller Right after moving to divert the mobile obstacle, the agent faces a “wall” of obstacles created by the unexpected obstacles. Similarly, the mobile obstacle traverses a linear path between the points (-11, 86) and (3, 86), so that the mobile robot will need to decide on the action to be taken.

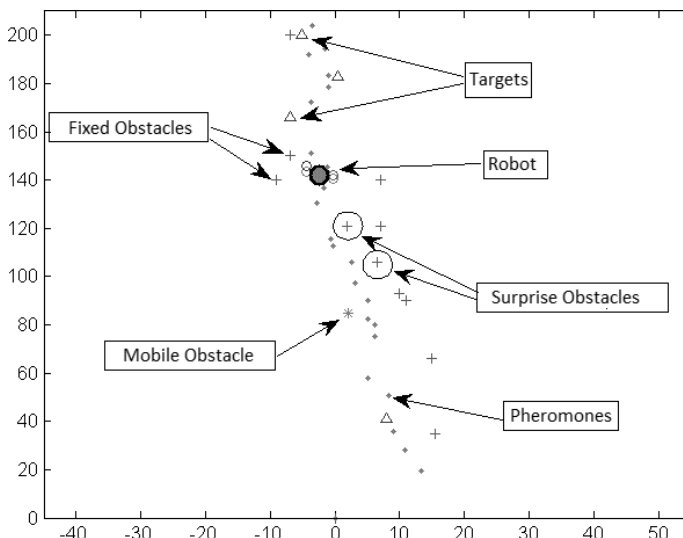


Figure 3 – Simulated Environment.

Figures 4, 5 and 6 show the navigation path using the first cooperation method, which the information stored in a memory about the path taken by previous agent. Figure 4 shows the simulation result of a first agent navigating through the unknown environment.

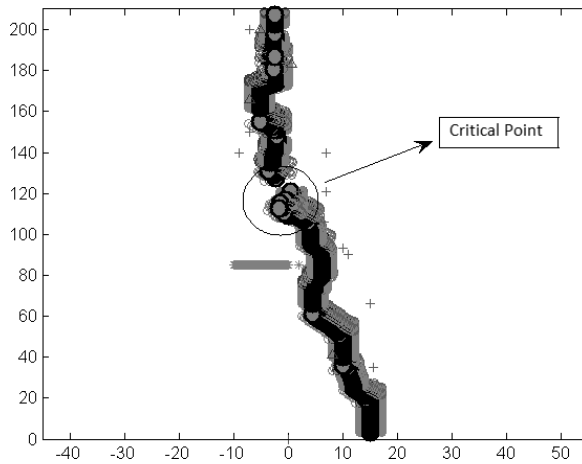


Figure 4 – First agent – D-FCM with trajectory sharing.

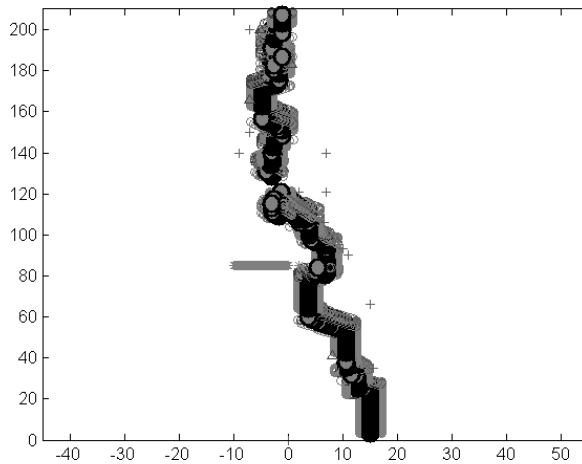


Figure 5 – Second agent – D-FCM with trajectory sharing.

There is a critical point near the point  $y=110$ , where the agent triggers the reverse state to divert the obstacle. The agent must also perform the reverse maneuver to divert the obstacle in figure 5 as well. Figure 6 shows the trajectory of the third agent. This agent is able to bypass the obstacles in the critical point ( $y=110$ ) without triggering the reverse state, but he does not reach the first target. It is noticed also that the trajectory of the agents is smoothed comparing the first and the third agent trajectories.

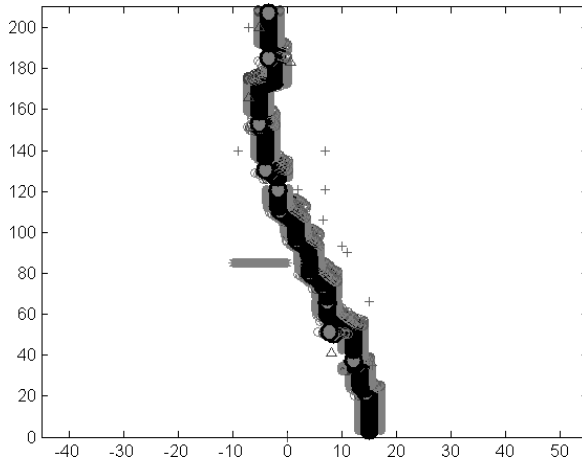


Figure 6 –Third agent – D-FCM with trajectory sharing.

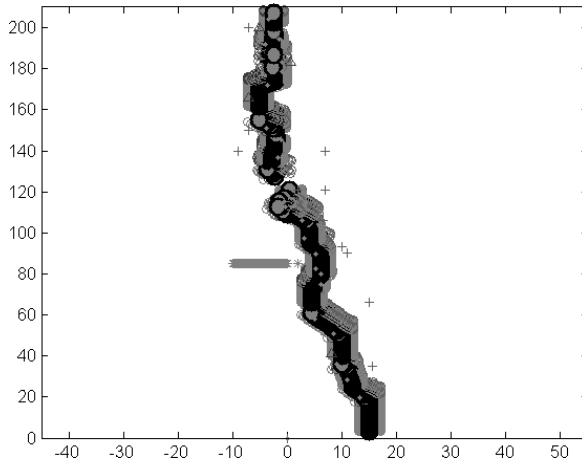


Figure 7 – First agent – D-FCM with Pheromone sharing.

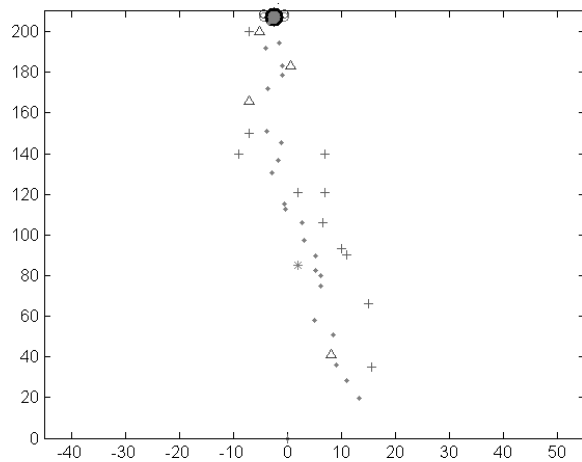


Figure 8 – First agent – D-FCM with Pheromone sharing - Trail of pheromone.

Figures 7, 9 and 11 show the results obtained by the cooperation method using pheromones. Figures 8, 10 and 12 shows the trail of pheromones left by the agent. The agents in the figure 4 and 7, being a first navigation, both agents don't have any shared information, so their trajectories are the same.

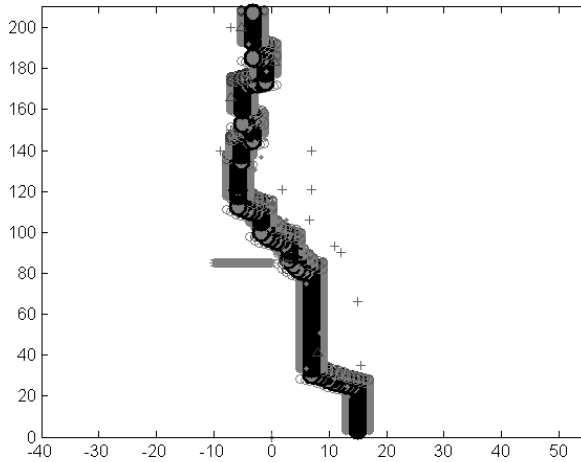


Figure 9 – Second agent – D-FCM with Pheromone sharing.

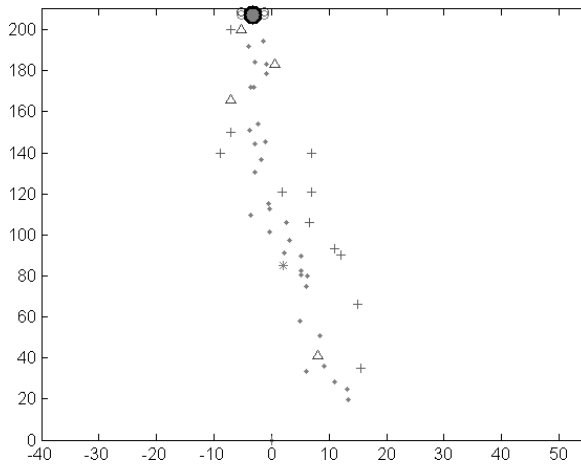


Figure 10 – Second agent – D-FCM with Pheromone sharing - Trail of pheromone.

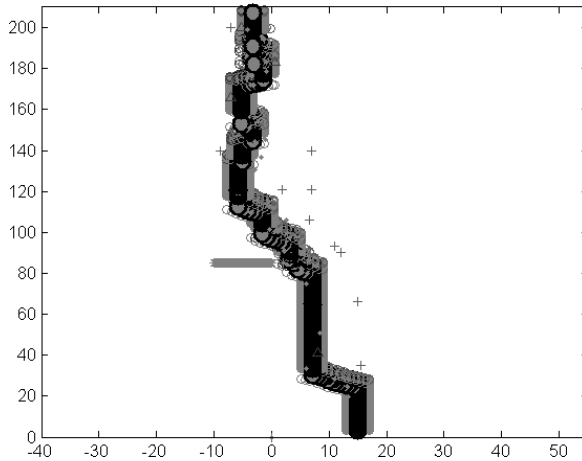


Figure 11 – Third – D-FCM with Pheromone sharing.

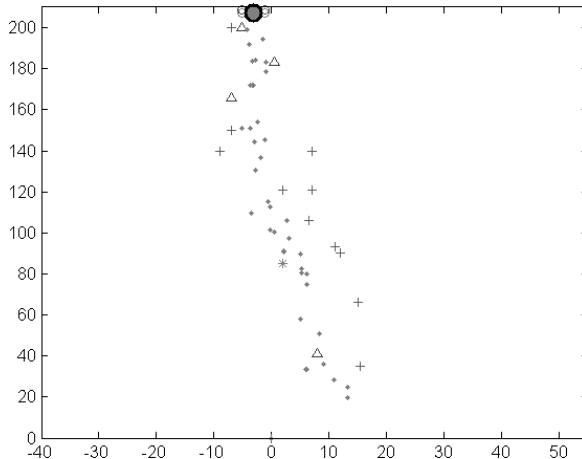


Figure 12 – Third agent – D-FCM with Pheromone sharing - Trail of pheromone.

## 4 | CONCLUSION

This paper presents an architecture for cooperative autonomous agents based on dynamic-fuzzy cognitive maps and inspired by concepts of Swarm Robotics. The subsumption architecture proposed allows decision-making in a dynamic environment, three different mapping layers that model different types of knowledge. These layers work together to contribute to the successful implementation of the strategy. Moreover, training methods are used for the calibration of offline models and experience sharing among agents. Finally, a reinforcement learning algorithm is also used for model tuning.

The results presented indicate that the D-FCM model demonstrated a capacity for learning, adaptation, and cooperation, allowing the agent to be rational, i.e., during the navigation, the inferences of specific sequences of actions allowed the agent to achieve its



goals (explore the environment, avoid obstacles and capture targets) with good performance.

Moreover, the capacity of the exploration group tends to be increased when there is a collaboration between team members. The purpose of this study was achieved by exploring an unknown environment only with sensor detection distance between objects without the use of a camera.

Further studies aim to improve the cooperative system, to allow the coexistence of multiple agents performing tasks in groups. New features should also be added, such as power management.

## REFERENCES

Acampora, G. and Loia, V. (2011). **On the Temporal Granularity in Fuzzy Cognitive Maps,** IEEE Transactions Fuzzy Systems, vol 19 no 6, pp. 1040-1057.

Astudillo, L.; Castillo, O.; Melin P.; Alanis, A.; So-ria, J. and Aguilar, L. T. (2006). **Intelligent Control of an Autonomous Mobile Robot using Type-2 Fuzzy Logic.** Engineering Letters, v. 13, n. 2.

Axelrod, R. (1976). **Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites.** Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

Bayindir, L. and Sahin, E. (2007). **A Review of Studies in Swarm Robotics. Kovan Research Lab.,** Dept. of Computer Eng. Middle East Technical University, Ankara–Turkey. In: Turk J Elec Engin, v. 15, n. 2.

Buyukozkan, G. and Vardaloglu, Z. (2012). **Analyzing Of CPFR Success Factors Using Fuzzy Cognitive Maps in Retail Industry.** Expert Systems with Applications, vol. 39 no. 12, pp.10438- 10455.

De Castro, L. N. (2007). **Fundamentals of Natural Computing: An overview. Physics of Life Reviews,** v. 4, p. 1-36.

Douali, N.; Papageorgiou, E. I.; Roo, J. De and Jaulent, M. C. (2011). **Case Based Fuzzy Cognitive Maps: New Method for Medical Reasoning: Comparison Study Between CBFCM/FCM.** IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), pp. 844–850.

Glykas, M. (2013). **Fuzzy Cognitive Strategic Maps in Business Process performance Measurement.** Expert Systems with Applications, vol. 40, no. 1, pp. 1–14.

Kok, K. (2009). **The Potential of Fuzzy Cognitive Maps for Semi-Quantitative Scenario Development, With an Example from Brazil.** Global Environmental Change, vol. 19 no. 1, pp. 122-133.

Kosko, B. (1986). **Fuzzy cognitive maps,** International Journal of Man-Machine Studies, vol. 24, pp. 65–75.

Lee, S. and Ahn, H. (2009). **Fuzzy Cognitive Map Based on Structural Equation Modeling for the Design of Controls in Business-to-Consumer Ecommerce Web-Based Systems.** Expert Systems with Applications, vol. 36 no. 7, pp. 10447-10460.

- Lee, K. C. and Lee, S. (2012). **A Causal Knowledge- Based Expert System for Planning an Internet-Based Stock Trading System**. Expert Systems with Applications, vol. 39 no. 10, 8626-8635.
- Malhotra, R. and Sarkar, A. (2005) **Development of a Fuzzy Logic Based Mobile Robot for Dynamic Obstacle Avoidance and Goal Acquisition in an Unstructured Environment**. Proceedings of the 2005 IEEE/ASME International Monterey, California, USA, p. 24-28.
- Mohan, Y.; Ponnambalam, S. G., (2009). **An extensive review of research in swarm robotics**, Nature & Biologically Inspired Computing, 2009. NaBIC 2009. World Congress on, vol., no., pp.140, 145, 9-11 Dec.
- Motlagh, O.; Tang, S. H.; Ismail, N. and Ramli, A. R. (2012a). **An Expert Fuzzy Cognitive Map for Reactive Navigation of Mobile Robots**. Fuzzy Sets and Systems, vol. 201, pp. 105–121
- Motlagh, O.; Tang, S. H.; Ramli, A. R. and Nakhaeinia, D. (2012b). **An FCM Modeling for Using a Priori Knowledge: Application Study in Modeling Quadruped Walking**. Neural Computing & Applications, vol. 21 no. 5, pp. 1007-1015.
- Mendonça, M. (2011). **Uma Contribuição ao Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes Utilizando Redes Cognitivas Dinâmicas**. Tese. Curitiba: UTFPR.
- Mendonça, M.; Chrun, I. R.; Arruda, L. V. R. and Neves J. F. (2013). **Arquitetura de Controle para Agentes Autônomos Cooperativos Através de Redes Cognitivas Dinâmicas**. In: O Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI), 2013, Fortaleza.
- Min, H.Q.; Hui J.X.; Lu Y-S. and Jiang Jz. (2006). **Probability Fuzzy Cognitive Map for Decision-making in Soccer Robotics**. Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT'06) 0-7695- 2748-5/06.
- Papageorgiou, E. I. and Salmeron, J. L. (2013). **Review of Fuzzy Cognitive Map research during the last decade**. Accepted for publication in IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 21 no. 1, pp. 66-79.
- Papageorgiou, E. I.; Stylios, C. and Groumpos, P. (2006). **Unsupervised Learning Techniques for Fine-Tuning Fuzzy Cognitive Map Causal Links**. International Journal of Human-Computer Studies, vol. 64, pp. 727–743.
- Papageorgiou, E. I.; Roo, J. D.; Huszka, C. and Colaert, D. (2012). **Formalization of treatment guidelines using Fuzzy Cognitive Mapping and semantic web tools**, Journal of Biomedical Informatics, vol. 45 no.1, pp. 45-60.
- Papageorgiou, E. I. and Froelich, W. (2012). **Application of Evolutionary Fuzzy Cognitive Maps for Prediction of Pulmonary Infections**. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 16 no. 1, pp. 143-149.
- Passino, M. K. and Yourkovich, S. (1997). **Fuzzy control**. Menlo Park: Addison-Wesley.
- Pedrycz, W. Homenda, W. (2013). **From Fuzzy Cognitive Maps to Granular Cognitive Maps**. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, vol. PP, no.99, pp.1, 1, 0
- Ramsey D. S. L.; et al. (2012). **An Approximate Bayesian Algorithm for Training Fuzzy Cognitive Map Models of Forest Responses to Deer Control in A New Zealand Adaptive Management Experiment**. Ecological Modelling, vol. 240, pp. 93-104.

Russell, S. J. and Norvig, P. (1995). **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Sharkey A. J. C., (2006) “**The Application of Swarm Intelligence to Collective Robots**” in **Advances in Applied Artificial Intelligence**, John Fulcher, Idea Group Publishing, 2006, pp. 157 - 185.

Stylios, C. D. and Groumpos, P. P. (2004). **Modeling Complex Systems Using Fuzzy Cognitive Maps**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, vol. 34 no. 1, pp. 155-162.

Stylios, C. D. and Groumpos, P. P. (1998). **The challenge of modelling supervisory systems using fuzzy cognitive maps**, Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 9, pp.339–345.

Vasile, C.; Pavel, A. and Buiu, C. (2011). **Integrating human swarm interaction in a distributed robotic control system**. Proceedings of the 2011 IEEE International Conference, p. 743-748.

Wooldridge, M.J. (2009). **An Introduction to Multi- agent Systems**. Chichester: WILLEY.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aerogeradores 219  
Agentes de navegação cooperativos 127  
Alpaca 242, 243, 244, 248, 255  
Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106  
Antena de Microfita 155, 158  
Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164  
Arquitetura de subsunção 127  
Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189  
Assinatura acústica 219, 228, 229, 230  
Automação distribuída 140, 142

### B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

### C

Capex 167, 168  
Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315  
Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296  
Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177  
Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75  
Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324  
Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91  
Controladores lógicos programáveis 140, 141  
Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287  
Cristais fonônicos 234, 236  
Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

### D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

### E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

## **F**

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

## **G**

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

## **I**

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

## **J**

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

## **L**

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

## **M**

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

## **N**

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

## **O**

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

## **P**

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

## **R**

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

## **S**

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

## **T**

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

## V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

📷 @atenaeditora

📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias





 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

