

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică
Departamentul Ingineria Software și Automatică
Programul de master Tehnologii Informaționale

Admis la susținere
Șef departament ISA:
conf. univ., dr. I. Fiodorov

„____” _____ **2022**

Controlul proceselor industriale în baza algoritmilor din inteligenta artificială

Control of industrial processes based on the artificial intelligence algorithms

Teză de master

Student: **Dubac Serghei,**
gr.TI-201M

Conducător: **Cojuhari Irina**
conf. univ., dr.

Consultant: **Cojocaru Svetlana**
asist. univ., mag.

Chișinău, 2022

ADNOTARE

Teza de master cu titlul “Controlul proceselor industriale în baza algoritmilor din inteligența artificială” elaborată de studentul grupei TI-201M, Dubac Serghei, Universitatea Tehnică a Moldovei. Acest proiect este alcătuită din patru capitole, introducere, concluzii, bibliografie, treizeci și două de figuri.

Cuvintele-cheie: *procesul industrial, sistem automat de reglare, element de reglare, logica fuzzy, rețele neuronale, algoritm genetic, regulator PID.*

Obiectivul principal al tezei de master a fost sinteza algoritmilor de reglare la modele de obiecte complexe în baza algoritmilor din inteligența artificială. Au fost studiate diferite tipuri de algoritmi de reglare și modul lor de implementare. Subdomeniile principale din inteligența artificială care a-u fost analizate în proiectul dat reprezintă logica fuzzy, algoritmul genetic, rețelele neuronale, în baza cărora a fost efectuată sinteza regulatorului PID pentru controlul proceselor industriale.

Pachetul de programe care a fost utilizat pentru simularea sistemelor automate și verificarea rezultatelor obținute a fost pachetul de programe MATLAB Simulink.

În capitolul 1 a fost efectuată analiza a subdomeniilor din inteligența artificială și anume din punctul de vedere aplicabilității algoritmilor dați în conducerea sistemelor automate.

În capitolul doi, s-a proiectat regulatorul fuzzy PID și rezultatele obținute au fost simulate și verificate în pachetul de programe MATLAB Simulink, în capitolul trei a fost efectuată sinteza reglatoarelor PI, PD și PID în baza algoritmului genetic, care a permis de a obține performanțe destul de bune a sistemelor automate. În capitolul patru a fost propus de a implementa rețele neuronale în controlul proceselor industriale, unde regulatorul a fost proiectat în baza rețelelor neuronale în pachetul de programe MATLAB Simulink.

ABSTRACT

Master's thesis entitled "Control of industrial processes based on the artificial intelligence algorithms" developed by the student of the TI-201M group, Dubac Serghei, Technical University of Moldova. This project consists of four chapters, introduction, conclusions, bibliography, thirty-two figures.

Keywords: *industrial process, automatic control system, control object, fuzzy logic, neural networks, genetic algorithm, PID controller.*

The main objective of the thesis was the research and synthesis of the control algorithms, based on the artificial intelligence algorithms. Different types of controllers have been studied and their mode of implementation. The main subdomains of artificial intelligence that were analyzed in this project were fuzzy logic, genetic algorithm, neural networks, based on which the synthesis of the PID controller for the control of the industrial processes was performed.

The software on which the simulation of the controllers was performed is Matlab Simulink, an application that allows a manipulation and study of the operation of the controllers.

In the 1st Chapter, an analysis was made of the subdomains of artificial intelligence, that can be used in the synthesis of the control algorithms. In the chapter two, the fuzzy PID controller was designed and the obtained results were verified in the MATLAB Simulink. The chapter three represents the synthesis of PI, PD and PID controllers based on the genetic algorithm, that permitted to obtain so good performance of the automatic control system. Chapter four proposes the implementation of neural networks in the control of industrial processes and the neural controller was designed in the MATLAB Simulink.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1 ALGORITMI DIN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN CONDUCEREA SISTEMELOR AUTOMATE	9
1.1 Logica fuzzy.....	11
1.2 Algoritmi genetici	15
1.3 Rețele neuronale.....	18
1.4 Problema propusă spre soluționare	22
2 PROIECTAREA REGULATORULUI FUZZY	25
2.1 Descrierea elementelor regulatorului fuzzy	27
2.2 Proiectarea regulatorului PID fuzzy.....	30
3 SINTEZA REGULATORULUI PID ÎN BAZA ALGORITMULUI GENETIC	35
3.1 Acordarea regulatorului PI,PD și PID în baza algoritmului genetic.....	39
4 SINTEZA ALGORITMULUI PID ÎN BAZA REȚELELOR NEURONALE	49
4.1 Sinteza regulatorului în baza rețelelor neuronale.....	51
4.2 Modelul motorului DC.....	55
4.2.1 Conducerea motorului DC în baza rețelelor neuronale	57
CONCLUZII	62
BIBLIOGRAFIE	63

INTRODUCERE

În prezentul actual lumea este împânzită de tehnologiile moderne, care pe zi ce trece devin un element de ne înlocuit pentru fiecare din noi. Acest factor a dus la o dezvoltare armonioasă și rapidă a tehnologiilor, dând și un impuls la elaborarea unor noi sisteme, procese, algoritmi în domeniul inteligenței artificiale.

Inteligența artificială (IA) nu reprezintă altceva decât o imitare a inteligenței umane create pentru a efectua diferite acțiuni, activități și care se auto completează pe sine în baza informațiilor pe care le colectează din mediul înconjurător. Inteligența artificială mai mult se aplică la realizare a anumitor funcționalități și procedee. IA oferă sistemelor tehnice să perceapă mediul în care funcționează, să analizeze această percepție și să găsească soluții la probleme, acționând pentru a atinge un anumit obiectiv. IA are proprietatea de a se adapta într-o oarecare măsură, comportamentul său, efectuând o analiză a acțiunilor sale anterioare și funcționând în mod autonom.

Inteligența artificială reprezintă capacitatea calculatoarelor sau a mașinilor de a efectua atribuții și sarcini asociate în mod obișnuit cu inteligența umană. Un alt aspect al inteligenței artificiale ar fi că IA este o mașină ce se comportă într-un mod care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om.

Având o analiză generală despre IA, se poate spune că pentru un om simplu care necunoscând structura sistemului bazat pe IA, modul de funcționare IA semnifică nu altceva decât un instrument pentru efectuarea diferitor sarcini practice din oricare domeniu. Pentru un inginer, care are la bază cunoștințe despre ceea ce reprezintă în sine un sistem cu IA, inteligența artificială s-ar clasifica ca o nouă ființă ce gindește și se învață din propriile greșeli precum omul în baza unor algoritmi, și care peste un oarecare timp își poate întrece creatorul.

În teza de master se propune de a efectua o analiză și cercetare a algoritmilor din inteligența artificială și anume a subdomeniilor precum logica fuzzy, algoritmul genetic și rețele neuronale, care sunt utilizate pentru proiectarea algoritmilor de conducere pentru sisteme automate. De a înțelege modul lor de funcționare, în ce domenii se poate de implementat și cum de efectuat acest lucru, de a ajunge la o concluzie bine determinată în ceea ce privește inteligența artificială, de a se expune diferite probleme legate de inteligența artificială și soluții de rezolvare a lor. De asemenea se propune ca scop de efectuat o analiză comparativă a subdomeniilor din inteligența artificială, analizându-le pe fiecare în parte.

BIBLIOGRAFIE

1. UTCLUJ: *Sisteme de reglare automată*. Universitatea Tehnică din Cluj, ©2011 [citată 11.10.2021].
Disponibil: <http://users.utcluj.ro/~cteodor/cursurjai1>.
2. SLIDESHARE: *Rețele neuronale*, ©2017 [citată 08.09.2021].
Disponibil: <https://www.slideshare.net/FlorinLeon/retele-neuronale-i>.
3. UTCLUJ: *Algoritmi genetici*, ©2010 [citată 15.09.2021].
Disponibil: http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/tice/15_AlgoritmiGenetici.pdf.
4. WORDPRESS: *Algoritmi genetici*, ©2014 [citată 15.09.2021].
Disponibil: <https://infoctam.files.wordpress.com/2014/01/algoritmi-genetici-vol-i.pdf>.
5. SCRIBD: *Logica Fuzzy*. SCRIBD, ©2011 [citată 22.09.2021].
Disponibil: <https://www.scribd.com/doc/51122152/Logica-Fuzzy>.
6. GOTECH: *Inteligența Artificială*, ©2018 [citată 26.09.2021].
Disponibil: <https://gotech.world/inteligena-artificiala-definitie-tipuri-de-ai-cum-invata-si-ce-aplicatii-are/>.
7. JURNALDIGITAL: *Inteligența Artificială*, ©2020 [citată 27.09.2021].
Disponibil: <https://www.jurnaldedigitalmarketing.com/tehnologie/inteligena-artificiala/>.
8. Irina Cojuhari, Ion Fiodorov, Bartolomeu Izvoreanu, Dumitru Moraru. *Tuning of the PID Controller to the System with Maximum Stability Degree using Genetic Algorithm*, In: proceedings of the 15th International Conference on Development and Application Systems, Suceava, Romania, May 21-23, 2020.