



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

# **Sistem de simulare paralelă a rețelelor neuronale artificiale**

**Masterand:**

**Sidorcenco Serghei**

**Conducător:**

**lect.univ. Cărbune Viorel**

**Chișinău – 2019**

## ADNOTARE

**La teza de masterat: „Sistem de simulare paralelă a rețelelor neuronale artificiale”,  
elaborată Sidorcenco Serghei, Chișinău, 2019**

**Cuvinte cheie:** limbaj de programare, sistem, aplicație, produs soft, paralelă, rețea neuronală artificială.

Lucrarea de față are drept scop proiectarea și implementarea unui sistem de simulare paralelă a rețelelor neuronale artificiale care efectuează prelucrarea datelor într-o perioadă de timp cât mai rapidă.

Proiectul vizează implementarea unui sistem care să efectueze analiza datelor de intrare și generarea datelor de ieșire. Aceasta are ca scop de a prelucra detele primite în perioada cât mai rapidă, în dependență de posibilitașile pe care le posedă calculatorul îndeosebi placa video.

**Tehnologiile utilizate sunt:** CUDA De asemenea în cadrul proiectului a fost folosit mediul de dezvoltare Microsoft Visual Studio 2013 care este utilizat pentru redactarea și compilarea a codului.

**Memoriul explicativ conține** Introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie cu 22 titluri, dintre care 63 pagini text de bază, 36 figuri, 9 formule.

**Capitolul 1:** definește cadrul elaborării lucrării, baza de cunoștințe necesară pentru elaborarea serviciul, cu descrierea generală a utilitășilor ce urmează a fi implementate.

**Capitolul 2:** definește descrierea succintă a tehnologiilor utilizate și caracteristicile acestora.

**Capitolul 3:** descrie structura generală a sistemului, arhitectura proiectului, arhitectura de funcționare a sistemului elaborat.

## ANNOTATION

**On the master's thesis: „ System of parallel simulation of artificial neural networks”,**

**elaborated by Sidorcenco Serghei, Chişinău, 2019.**

**Keywords:** programming language, system, application, software, parallel, artificial neural network.

The present paper aims to design and implement a system of parallel simulation of artificial neural networks that performs data processing in the fastest period of time.

The project aims to implement a system that performs input data analysis and output data generation. It aims to process the data received during the fastest period, depending on the possibilities that the computer has, in particular the video card.

**The technologies used are:** CUDA, also used within the project was the Microsoft Visual Studio 2013 development environment which is used for compiling and compiling the code.

**The report contains** Introduction, 3 chapters, conclusions, bibliography with 22 titles, of which 63 basic text pages, 36 figures, 9 formulas.

**Chapter 1:** defines the framework of the elaboration of the work, the knowledge base necessary for the elaboration of the service, with the general description of the utilities to be implemented.

**Chapter 2:** defines a brief description of the technologies used and their characteristics.

**Chapter 3:** describes the general structure of the system, the project architecture, the functioning architecture of the elaborated system.

# CUPRINS

INTRODUCERE .....	8
1. EVOLUȚIA CALCULULUI PARALEL .....	9
1.1 Rețele Neuronale Artificiale .....	19
1.2 Metode de simulare a rețelelor neuronale artificiale.....	26
1.3 Domeniile de utilizare a rețelelor neuronale artificiale .....	32
2. DESCRIEREA SOFT-ULUI UTILIZAT .....	34
2.1 Mediu de programare Microsoft Visual Studio.....	37
2.2 Descrierea framework-ului Cuda.....	40
3. IMPLEMENTAREA SISTEMULUI DE SIMULARE PARALELĂ A REȚELELOR NEURONALE ARTIFICIALE.....	50
3.1 Descrierea cazurilor de utilizare .....	51
3.2 Elaborarea schemei de secvență a algoritmului de simulare paralelă a RNA .....	52
3.3 Elaborarea schemei bloc a algoritmului de simulare paralelă a RNA.....	53
3.4 Testarea aplicației pentru simulare paralelă a RNA .....	58
CONCLUZIE.....	60
BIBLIOGRAFII .....	61

## INTRODUCERE

Performanțele și capabilitățile remarcabile pe care ființa umană le manifestă în diferitele arii de activitate, în particular de la performanțele creierului uman, diferite domenii teoretice, tehnice și aplicative au încercat și încearcă să atingă performanțe similare prin „copierea” diferitelor sisteme și funcții ale organismului uman și nu numai. Creierul uman este o structură paralelă de procesare și stocare a informației compusă din aproximativ 10 miliarde de neuroni interconectați ( $10^{10}$ ). Se estimează că în medie în creierul uman sunt aproximativ 60 de trilioane de conexiuni neuronale. Toate acestea permit ca informația pe care o primește omul să fie prelucrată într-o perioadă de timp rapidă. În prezent fiecare calculator, telefon execută multe funcții într-o perioadă de timp foarte mică, acest fapt este datorat rețelelor neuronale artificiale, inteligența artificială o putem observa sub mai multe forme, în viața umană. Aceasta există în magazinele online și e folosită ca să facă recomandări pentru noile cumpărături în bază de achizițiile anterioare. E unul dintre motoarele inteligente din spatele unor platforme cum ar fi Siri și Alexa. Inteligența artificială analizează și recunoaște cine sau ce apare într-o fotografie, detectează spamul sau fraudele cu carduri bancare. Iată câteva exemple dintre cele mai importante aplicații pentru inteligența artificială, careva din acestea fiind deja comune în tehnologia de astăzi: în medicină, industria militară, finanțe, educație, recunoaștere facială, recunoaștere vocală, procesarea limbajului natural, manipulare foto și video, creativitate artificială (scriere, compoziție muzicală etc.) recunoașterea scrisului de mână, data mining, realitatea virtuală procesarea imaginilor.[13] Pentru ca aplicația să aibă un succes în domeniul care este destinat, aceasta trebuie să prelucreze mai multe date în paralel pentru a micșora timpul de așteptare. În fiecare an companiile lideri pe piață propun noile generații de calculatoare, smartphone, diferite electrocasnice care progresează în calculul paralel pentru ca fiecare să-și dorească ca aceste să fie la el, pentru a ușura utilizarea cu acestea și în același timp micșorând perioada de așteptare a procesării datelor. Pentru ca timpul de așteptare să fie mai mic e nevoie ca device-ul să aibă o un processor cu mai multe nuclee, memorie mare pentru stocare a datelor de diferit volum și ca acesta să nu se întâlnească cu probleme de procesare e nevoie de calculul vectorial. Vectorii sunt niște spații în memorie, în care putem păstra anumite valori.[14]

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Rețele Neuronale Artificiale, articol științific [online], citat [03.11.2019]  
[http://www.etc.tuiasi.ro/cin/Courses/Epiom/Course/Curs\\_Rtizrt123XuAsdr/Capitol%20RNA.pdf](http://www.etc.tuiasi.ro/cin/Courses/Epiom/Course/Curs_Rtizrt123XuAsdr/Capitol%20RNA.pdf)
- [2] MogaStefanMiha, *Rețele neuronale artificiale*: articol științific [online], citat [03.11.2019]  
[https://www.mihaimoga.com/freeware/MogaStefanMihai\\_1100\\_ReferatStiintific.pdf](https://www.mihaimoga.com/freeware/MogaStefanMihai_1100_ReferatStiintific.pdf)
- [3] Adrian Runceanu, Mihaela Runceanu, *Notiuni de programare în C++*: Editura Academica Brâncuși Din Târgul Jiu 2012, ISBN 978-973-144-550-2, articol științific [online], citat [03.11.2019]
- [4] Marius Ududec, *Elemente de baza ale limbajului de programare C++*: articol științific [online], citat [04.11.2019]  
[https://ru.scribd.com/upload-document?archive\\_doc=314603786&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://ru.scribd.com/upload-document?archive_doc=314603786&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)
- [5] Wikipedia, C++: articol [online], citat [04.11.2019]  
<https://ro.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- [6] Dominiq Bitza, *Introducere in Limbajul de Programare C++*: articol științific [online], citat [04.11.2019]  
[https://ru.scribd.com/upload-document?archive\\_doc=331512146&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://ru.scribd.com/upload-document?archive_doc=331512146&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)
- [7] *Programare orientata pe obiect*: articol științific [online], citat [05.11.2019]  
<https://www.math.uaic.ro/~mapetrii/POO/depozit/Curs7.pdf>
- [8] Kris Jamsa, Lars Klander, Editura Teora 1999, ISBN 973-601-911-X, *Totul despre C și C++*: articol științific [online], citat [15.11.2019]  
[https://ru.scribd.com/upload-document?archive\\_doc=350428639&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://ru.scribd.com/upload-document?archive_doc=350428639&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)
- [9] Wikipedia, CUDA: articol [online], citat [15.11.2019]  
<https://ro.wikipedia.org/wiki/CUDA>

- [10] Emil, Nvidia Cuda [online], citat [15.11.2019]  
<http://ghid-it.blogspot.com/2011/06/nvidia-cuda-la-ce-trebuie.html>
- [11] *Algoritmi metaeuristici*: documentație [online], citat [15.11.2019]  
[https://users.info.uvt.ro/~dzah\\_arie/am2016/curs/curs12/am2016\\_slides12\\_RN.pdf](https://users.info.uvt.ro/~dzah_arie/am2016/curs/curs12/am2016_slides12_RN.pdf)
- [12] Ing. Daniela Danciu, *Probleme calitative în dinamica rețelelor neuronale* : articol științific [online], citat [15.11.2019]  
<http://www.automation.ucv.ro/Romana/membri/Daniela%20Danciu/DDRezumat.pdf>
- [13] *Ineteenta Artificiala*: documentație [online], citat [17.11.2019]  
<https://gotech.world/inteligenta-artificiala-definitie-tipuri-de-ai-cum-invata-si-ce-aplicatii-are/>
- [14] *Informatica C/C++*: documentație [online], citat [17.11.2019]  
<https://informaticasalaoruandra.weebly.com/vectori.html>
- [15] Cosmina Ivan, Editura UTPRESS Cluj-Napoca 2019, *CUDA-programare masiv paralelă folosind procesoare grafice, Tehnologii și Aplicații în Calculul Paralel și Distribuit*: , ISBN 978-606-737-390-5 articol științific [online], citat [18.11.2019]
- [16] *Calculul paralel*: documentație [online], citat [18.11.2019]  
<https://biblioteca.regielive.ro/referate/calculatoare/calcul-paralel-22574.html>
- [17] Wikipedia, *Modele de proramare paralele*: articol [online], citat [20.11.2019]  
[https://ro.wikipedia.org/wiki/Modele\\_de\\_programare\\_paralele%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/Modele_de_programare_paralele%C4%83)
- [18] Wikipedia, *Pipeline*: articol [online], citat [20.11.2019]  
<https://ro.wikipedia.org/wiki/Pipeline>
- [19] *Procesare Multi-Core*: articol științific [online], citat [20.11.2019]  
[https://ru.scribd.com/upload-document?archive\\_doc=74247597&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://ru.scribd.com/upload-document?archive_doc=74247597&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)
- [20] Elena Nechita, Mihai Talmaciu, Cerasela Crișan, *Algoritmi paraleli și distribuiți*: articol științific [online], citat [20.11.2019]  
<http://cadredidactice.ub.ro/simonavarlan/files/2012/02/curs-par-dis-completat.pdf>
- [21] *Perceptronul. Reguli de învățare*: articol științific [online], citat [20.11.2019]  
[http://shannon.etc.upt.ro/laboratoare/or/or\\_laborator.pdf](http://shannon.etc.upt.ro/laboratoare/or/or_laborator.pdf)

[22] Mihai Preda, *Modelul Hopfield*: articol științific [online], citat [21.11.2019]

<https://ru.scribd.com/upload->

[document?archive\\_doc=97273158&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archi%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%22%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://ru.scribd.com/document?archive_doc=97273158&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archi%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%22%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)