

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

## SINTEZA

proiectului de diplomă cu titlul:

DETECȚIA CODULUI NUMERIC PERSONAL FOLOSIND O SOLUȚIE HIBRIDĂ  
BAZATĂ PE REȚELE NEURONALEAutor: **Marius-Adrian STOICA**Coordonator: **Asist. Prof. Drd. Ing. Mircea Paul MUREȘAN****1. Cerințele temei:**

Implementarea unui sistem, care preia o imagine a cărții de identitate, localizează cele 13 cifre ale codului numeric personal, și clasifică fiecare cifră, folosind o rețea neuronală convoluțională. Cifrele sunt detectate, iar rezultatele convoluțiilor aplicate pe acestea sunt trimise la placa de dezvoltare Basys3, folosind protocolul de transmitere UART. Rețeaua neuronală artificială implementată pe placa FPGA primește atât rezultatele intermediare, cât și modelul rețelei, și clasifică fiecare cifră în parte.

Cerințele implică:

- Crearea unui program care să localizeze cifrele din CNP.
- Crearea unui program care să preia fiecare cifră din cele 13 ale CNP-ului, și să o clasifice, folosind o rețea neuronală convoluțională.
- Crearea unei aplicații desktop, cu o interfață grafică ușor de utilizat, intuitivă și rapidă cu un aspect comercial.
- Crearea unei baze de date pentru a stoca utilizatorii și datele despre aceștia (parole hash-uite), imaginile originale și cele procesate, un istoric al evenimentelor operate în aplicație.
- Crearea unei rețele neuronale artificiale pe placa FPGA, pentru a clasifica cele 13 cifre ale CNP-ului.
- Crearea unui program care să automatizeze aplicațiile desktop, cu scopul de a transmite input-ul rețelei neuronale artificiale și modelul acestei rețele la placa de dezvoltare Basys3.

**2. Soluții alese:**

A fost implementată o rețea neuronală artificială în VHDL. Input-ul și modelul rețelei sunt trimise de la calculator la placă, folosind protocolul UART. De asemenea, a fost creată o aplicație pentru automatizarea procesului de transmitere a input-ului și modelului rețelei, la placa de dezvoltare FPGA. Rețeaua neuronală artificială clasifică cifrele din CNP. Rezultatele clasificării, sunt afișate pe SSD. Această rețea neuronală artificială este parte a rețelei neuronale convoluționale, antrenată pe calculator, menită să clasifice cifrele din CNP. Cifrele din CNP sunt detectate folosind Optical Character Recognition.

De asemenea, a fost creată o aplicație desktop, menită să îmbunătățească experiența utilizatorului sistemului. Utilizatorul poate alege o imagine cu actul de identitate, pe care să o trimită spre procesare, pentru a detecta cifrele care formează CNP-ul. Informații privind utilizatorul, imaginile salvate de acesta sau istoricul evenimentelor din aplicația desktop, sunt stocate folosind o bază de date relațională.

### **3. Rezultate obținute:**

Cifrele care formează codul numeric personal sunt detectate. Rețeaua neuronală artificială clasifică cele 13 cifre ale CNP-ului. CNP-ul este afișat pe SSD. Cifrele sunt afișate în zecimal, câte 4 cifre deodată, fiind shiftate cu o poziție la stânga, la fiecare 2 secunde. De asemenea, există posibilitatea afișării celor 10 output-uri pentru fiecare din cele 13 cifre ale CNP-ului, folosind led-urile și un numărător. Aceste valori pot fi comparate cu cele obținute de rețeaua neuronală convoluțională.

### **4. Testări și verificări:**

Testarea rezultatelor rețelei neuronale artificiale s-a făcut în două moduri. În primul rând au fost testate rezultatele fiecărui output din cele 10 output-uri posibile, pentru fiecare cifră din CNP, din cele 13 cifre posibile. Așadar, un total de 130 de output-uri au fost salvate într-un array. Valorile acestor output-uri au fost afișate pe led-uri, folosind un counter, și comparate cu valorile prezise de rețeaua neuronală în Python. În al doilea rând, rezultatul clasificării a fost afișat pe SSD, putând fi comparat cu CNP-ul din imaginea cu actul de identitate. După ce a avut loc antrenarea rețelei neuronale convoluționale, s-a încercat o predicție pe baza imaginilor de test. De asemenea, a fost creat confusion matrix. Acesta relevă de câte ori au fost prezise corect valorile, reprezentând o posibilitate bună de testare.

### **5. Contribuții personale:**

Principalele contribuții aduse proiectului de licență au fost în ceea ce privește rețeaua neuronală artificială în VHDL. Protoculul de transmitere a datelor de la calculator la placă, reprezentarea numerelor pe 16 biți în fixed point, salvarea input-urilor și weights-urilor în memorii BRAM, clasificarea cifrelor care formează CNP-ul folosind un automat cu stări finite, implicit o abordare mai degrabă secvențială, decât concurentă, face ca aplicația VHDL să aibă o amprentă proprie.

### **6. Surse de documentare:**

Sursele de documentare, amintite și în bibliografia licenței, au fost documente electronice, sub forma articolelor de ziar de pe internet, documente pe internet, sub forma site-urilor generale, documente printate sub forma cărților editate, respectiv lucrări publicate în conferințe. Important de menționat este folosirea îndrumătorului de laborator al domnilor profesori Mihai Negru și Florin Oniga.

Data: 06.09.2021

Autor    Stoica Marius-Adrian

Coordonator    Asist. Prof. Drd. Ing. Mureșan Mircea  
Paul