

Automate Celulare in Procesarea Imaginilor

Detectori de Contururi bazati pe Automate Celulare



Alina ENESCU

Supervisor: Prof. Dr. Anca Andreica

Department of Computer Science
Babeş-Bolyai University

This dissertation is submitted for the degree of
Doctor of Philosophy
(*Computer Science*)

May 2022

Automate Celulare in Procesarea Imaginilor

Detectori de Contururi bazati pe Automate Celulare

Alina Enescu

Unul dintre cele mai importante procese de prelucrare a imaginilor este detectarea contururilor, care se rezuma la gasirea celui mai bun detector de contururi pentru un set de imagini. Scopul unui detector de contururi este de a cauta punctele care definesc conturul unui obiect sau a mai multor obiecte dintr-o imagine. Detectarea contururilor poate fi folosit ca un pas intr-un proces mai complex, cum ar fi detectarea unui obiect, recunoasterea unui obiect, localizarea unui obiect sau multe altele. Mai multe metode au fost propuse in literatura curenta, unele dintre acestea bazate pe automate celulare. Automatele celulare sunt modele de calcul paralel des utilizate pentru diferite procese de calcul. Aceste modele sunt potrivite pentru procesarea imaginilor deoarece maparea celulelor peste pixelii unei imagini este simpla si intuitiva.

In aceasta teza, propunem doua detectoare de contururi bazate pe automate celulare, impreuna cu variatiile lor. Prima metoda este un detector pentru imagini binare, implementat ca un optimizator al regulii de tranzitie al unui automat celular. Scopul acestui detector este de a gasi cea mai potrivita regula a automatului celular care detecteaza punctele de contur intr-o imagine binara. Asadar, metoda propusa evolueaza regula unui automat bidimensional cu ajutorul algoritmilor evolutivi. Pentru aceasta, doi algoritmi genetici sunt implementati, unul pentru a optimiza regula pentru a detecta punctele de contur, iar unul pentru a optimiza regula pentru a detecta punctele de fundal. Doua versiuni ale acestei metode sunt prezentate impreuna cu un studiu asupra capacitatii automatelor celulare de detecta contururi, urmat de o analiza a metodei propuse pe un set de test si, in cele din urma, o evaluare a capacitatii de generalizare pentru un set de imagini.

Cea de-a doua metoda este un detector pentru imagini gri. Scopul acestui detector este de gasi cea mai potrivita regula a automatului celular care detecteaza punctele de contur intr-o imagine gri. Asadar, metoda propusa evolueaza regula unui automat bidimensional cu ajutorul unui algoritm genetic. Trei versiuni ale metodei sunt prezentate: prima versiune foloseste un algoritm genetic pentru a gasi cea mai optima regula lineara in functie de ceilalti doi parametri care definesc regula de tranzitie a automatului, a doua versiune foloseste un algoritm genetic pentru a gasi cei trei parametri optimi care definesc regula automatului, iar a treia versiune cauta cei trei parametri optimi folosind un fitness nedusuper-

vizat. Capacitatea de a detecta contururi a automatelor celulare este evaluata, urmata de analiza metodei propuse pe un set de test si, in cele din urma, o evaluare a capacitatii de generalizare pentru un set de imagini.

Cuvinte cheie

automate celulare, detectare de contururi, algoritmi evolutivi, prelucrare de imagini, imagini alb-negru, imagini gri

Table of contents

List of figures	xiii
List of tables	xix
1 Introduction	1
1.1 Contributions	2
1.2 Structure of the thesis	4
2 Theoretical background	7
2.1 Cellular Automata	7
2.2 Optimization Problem	10
2.3 Performance metrics	13
2.4 Conclusions	15
3 Definition of Edge detection problem and current State of the art	17
3.1 Edge detection problem	17
3.2 State of the art	18
3.2.1 Simple Cellular Automata for Image Processing in Binary Images .	18
3.2.2 Optimal Cellular Automata for Image Processing in Binary Images	20
3.2.3 Gradient based Methods for Image Processing in Greyscale Images	22
3.2.4 Optimal Cellular Automata for Image Processing in Greyscale Images	23
3.3 Conclusions	31
4 New Proposed Cellular Automata based Edge Detectors for Binary Images	33
4.1 Cellular Automata Model	33
4.2 Evolved Cellular Automata	34
4.2.1 Fixed-CA-ED	36
4.2.2 Variable-CA-ED	36

4.3	Framework	37
4.4	Experiments and comparisons	39
4.4.1	Evaluating the capabilities of Cellular Automata to detect edges	39
4.4.2	Evaluation based on Testing Dataset	46
4.4.3	Evaluation based on Generalization	51
4.5	Conclusions	53
5	New Proposed Cellular Automata based Edge Detectors for Greyscale Images	57
5.1	Cellular Automata Model	57
5.1.1	Evolved Cellular Automata	58
5.1.2	SemiAdapt-CA-ED	58
5.1.3	FullAdapt-CA-ED	59
5.1.4	Unsup-CA-ED	60
5.2	Framework	62
5.3	Experiments and comparisons	63
5.3.1	Evaluating the capabilities of Cellular Automata to detect edges	63
5.3.2	Evaluation based on Testing Dataset	69
5.3.3	Evaluation based on Generalization	73
5.4	Conclusions	81
6	Conclusions and future directions	85
6.1	Conclusions	85
6.2	Future directions	87
	References	89
	Appendix A List of images	97