



hochschule mannheim

Generierung und Implementierung von zellulären Automaten für FPGAs unter Verwendung von Location Constraints

Ngọc Minh Nguyễn

Master-Thesis

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (M.Sc.)

Studiengang Informationstechnik

Fakultät für Informationstechnik

Hochschule Mannheim

30.04.2021

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Willenberg

Prof. Dr.-Ing. Kurt Ackermann

Nguyễn, Ngọc Minh:

Generierung und Implementierung von zellulären Automaten für FPGAs unter Verwendung von Location Constraints / Ngọc Minh Nguyễn. –

Master-Thesis, Mannheim: Hochschule Mannheim, 2021. 9 Seiten.

Nguyễn, Ngọc Minh:

Generation and implementation of cellular automata for FPGAs using location constraints / Ngọc Minh Nguyễn. –

Master Thesis, Mannheim: University of Applied Sciences Mannheim, 2021. 9 pages.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Arbeit veröffentlicht wird, d. h. dass die Arbeit elektronisch gespeichert, in andere Formate konvertiert, auf den Servern der Hochschule Mannheim öffentlich zugänglich gemacht und über das Internet verbreitet werden darf.

Mannheim, 30.04.2021

Ngọc Minh Nguyễn

Abstract

Generierung und Implementierung von zellulären Automaten für FPGAs unter Verwendung von Location Constraints

Jemand musste Josef K. verleumdet haben, denn ohne dass er etwas Böses getan hätte, wurde er eines Morgens verhaftet. Wie ein Hund! sagte er, es war, als sollte die Scham ihn überleben. Als Gregor Samsa eines Morgens aus unruhigen Träumen erwachte, fand er sich in seinem Bett zu einem ungeheueren Ungeziefer verwandelt. Und es war ihnen wie eine Bestätigung ihrer neuen Träume und guten Absichten, als am Ziele ihrer Fahrt die Tochter als erste sich erhob und ihren jungen Körper dehnte. Es ist ein eigentümlicher Apparat, sagte der Offizier zu dem Forschungsreisenden und überblickte mit einem gewissermaßen bewundernden Blick den ihm doch wohl bekannten Apparat. Sie hätten noch ins Boot springen können, aber der Reisende hob ein schweres, geknotetes Tau vom Boden, drohte ihnen damit und hielt sie dadurch von dem Sprunge ab. In den letzten Jahrzehnten ist das Interesse an Künstlern sehr zurückgegangen. Aber sie überwandten sich, umdrängten den Käfig und wollten sich gar nicht fortrühren.

Generation and implementation of cellular automata for FPGAs using location constraints

The European languages are members of the same family. Their separate existence is a myth. For science, music, sport, etc, Europe uses the same vocabulary. The languages only differ in their grammar, their pronunciation and their most common words. Everyone realizes why a new common language would be desirable: one could refuse to pay expensive translators. To achieve this, it would be necessary to have uniform grammar, pronunciation and more common words. If several languages coalesce, the grammar of the resulting language is more simple and regular than that of the individual languages. The new common language will be more simple and regular than the existing European languages. It will be as simple as Occidental; in fact, it will be Occidental. To an English person, it will seem like simplified English, as a skeptical Cambridge friend of mine told me what Occidental is.

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei meinem Betreuer Herrn Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Willenberg und Herrn Prof. Dr.-Ing. Kurt Ackermann, die mir stets mit wertvollen Tipps und Ratschlägen zur Seite standen und mir diese herausfordernde Thesis zugetraut haben.

Ein großer Dank geht ebenfalls an meine Freundin Sarah Nordt, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand, wenn ich wieder einmal in den Untiefen der deutschen Sprache verloren war.

Und zu guter Letzt möchte ich meinem Bruder Minh Khuê Nguyễn und meiner Mutter Thị Nguyệt Bùi danken, die mir das Studium ermöglichen, mich immer wieder unterstützen und motivieren, sowohl finanziell als auch moralisch.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	iii
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Zelluläre Automaten	1
1.2.1. Spielfeld	1
1.2.2. Zustände	1
1.2.3. Nachbarschaft	1
1.2.4. Schritte	1
1.2.5. Randbedingungen	1
1.2.6. Startkonfiguration	1
1.3. Game of Life	1
2. FPGA und Soc	2
2.1. Xilinx FPGA Architektur	2
2.1.1. Logikblöcke	2
2.1.2. Tiles	2
2.1.3. Sites	2
2.1.4. BEL	2
2.2. Xilinx Netlist	2
2.3. Xilinx Constraints	2
2.3.1. Relatively Place Macros	3
2.3.2. Macro Platzierung	3
2.4. Xilinx Primitives	3
2.4.1. FDRE	3
2.4.2. LUT6_5	3
2.4.3. CARRY4	3
3. Verwandte Arbeiten	4
4. Zelluläre Automaten in FPGA	5
4.1. Xilinx Hardwarespezifikation	5
4.2. Implementation einer GoL-Zelle	5
4.2.1. Erstes Design	5

4.2.2. Logik Minimierung	5
4.2.3. Ergebnis	6
4.3. Spielfeld Implementation	6
4.3.1. Festlegung benachbarten Zellen	6
4.3.2. Ergebnis	6
5. Prozessorsystem zur Datentransfer	7
5.1. Das CA Core Modul	7
5.2. GoL IP-Core	7
5.3. Blockdiagramm	7
5.4. Tcl-Skript zur Platzierung von GoL-Zellen	7
5.5. GoL-Modul Treiber Implementation	7
5.6. Ergebnis	7
6. Auswertung und Ergebnisse	8
6.1. Zedboard Auslastung	8
6.1.1. Timing	8
6.1.2. Ressourcen	8
6.2. Microblaze vs Zynq-7000	8
7. Fazit	9
Abkürzungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis	viii
Quellcodeverzeichnis	ix
Index	xi
A. Erster Anhang	xi
B. Zweiter Anhang	xii

Kapitel 1

Einleitung

1.1. Motivation

warum diese... ?

1.2. Zelluläre Automaten

was ist ZA...

1.2.1. Spielfeld

1.2.2. Zustände

1.2.3. Nachbarschaft

1.2.4. Schritte

1.2.5. Randbedingungen

1.2.6. Startkonfiguration

1.3. Game of Life

Kapitel 2

FPGA und Soc

was ist fpga...? und

wo ist der Vorteil FPGA zunutzen...?

2.1. Xilinx FPGA Architektur

2.1.1. Logikblöcke

2.1.2. Tiles

2.1.3. Sites

2.1.4. BEL

2.2. Xilinx Netlist

2.3. Xilinx Constraints

Was sind constraints...

2.3.1. Relatively Place Macros

2.3.2. Macro Platzierung

2.4. Xilinx Primitives

2.4.1. FDRE

2.4.2. LUT6_5

2.4.3. CARRY4

Kapitel 3

Verwandte Arbeiten

Automatic Generation of Cellular Automata on FPGA von Andre Costa Lima und Jo~ao Canas Ferreira.

Thesis Ziele.

Kapitel 4

Zelluläre Automaten in FPGA

Warum ist das eine gute Lösungsansatz ?

Ziel... (Ressourcen einsparen, kürzere Verdrahtung, da alle Zellen in Hardware Zellen untergebracht werden, ebenfalls liegen alle benachbarten Zellen physikalisch nebeneinander.)

4.1. Xilinx Hardwarespezifikation

Zedboard... Entwicklungssystem...

4.2. Implementation einer GoL-Zelle

4.2.1. Erstes Design

Das erste Design erläutern. Simple und Intuitiv wie in Software. Problem: Ressourcen verschwendung.

4.2.2. Logik Minimierung

Erläuterung warum und wie die Methodik zur Minimierung funktioniert. Kompaktheit durch das Einsetzen der Primitives.

4.2.3. Ergebnis

Synthese-Ergebnis zeigen. Ergebnis der Zelle-Testbench zeigen (Simulationsdatei).

4.3. Spielfeld Implementation

Die Idee das Spielfeld als Schieberegister.

4.3.1. Festlegung benachbarten Zellen

Durch das Schieben der Startkonfigurationsdaten müssen die Reihenfolgen der benachbarten Zellen neu festgelegt werden.

Vorher -> Nachher

4.3.2. Ergebnis

Synthese-Ergebnis Ergebnis der Spielfeld-Testbench zeigen.

Kapitel 5

Prozessorsystem zur Datentransfer

Das MicroBalze-System wird hier gewählt, (Gründe nennen)

5.1. Das CA Core Modul

FSM

5.2. GoL IP-Core

5.3. Blockdiagramm

5.4. Tcl-Skript zur Platzierung von GoL-Zellen

5.5. GoL-Modul Treiber Implementation

5.6. Ergebnis

Kapitel 6

Auswertung und Ergebnisse

6.1. Zedboard Auslastung

Vergleiche für ohne local constraints und mit local constraints

6.1.1. Timing

WNS... Für unterschiedliche Systemfrequenzen

6.1.2. Ressourcen

Für unterschiedliche WxH

6.2. Microblaze vs Zynq-7000

Vergleich uC und fpga

Kapitel 7

Fazit

Abkürzungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Listings

Anhang A

Erster Anhang

Hier ein Beispiel für einen Anhang. Der Anhang kann genauso in Kapitel und Unterkapitel unterteilt werden, wie die anderen Teile der Arbeit auch.

Anhang B

Zweiter Anhang

Hier noch ein Beispiel für einen Anhang.