



Doctoral Thesis

From temporal logics to automata via alternation elimination

Author(s):

Dax, Christian N.

Publication Date:

2010

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006183969> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 19200

From Temporal Logics to Automata via Alternation Elimination

A dissertation submitted to
ETH ZURICH
for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
CHRISTIAN NIKOLAUS DAX
Dipl.-Inf., Ludwig-Maximilians-Universität München
born on December, 9th 1979
citizen of Germany

accepted on the recommendation of
Prof. David Basin, examiner
Prof. Kousha Etessami, co-examiner
Dr. Felix Klaedtke, co-examiner

2010

Abstract

The automata-based approach for automated verification of finite-state systems and recursive state machines, i.e., finite-state systems with subprograms that can be called recursively, requires efficient translations from specification languages like LTL, PSL, and NWTL to nondeterministic automata. Since formulas of those specification languages can directly be translated into alternating automata, it suffices to solve the problem of removing alternation.

In this thesis, we present a construction scheme that reduces alternation elimination to the problem of complementing so-called existential automata. Existential automata are nondeterministic automata that inspect only a single path in their inputs. The presented alternation-elimination constructions are instances of our scheme. We obtain these instances by revisiting state-of-the-art complementation constructions and by providing novel ones for restricted classes of 1-way and 2-way existential automata. With these instances at hand, we correct, simplify, improve, and generalize previously proposed translations from temporal logics to nondeterministic automata. From some instances we obtain novel translations.

Moreover, we extend various temporal logics with past operators and utilize our new alternation-elimination constructions to obtain translations to nondeterministic automata. For instance, we extend the IEEE standard PSL by past operators. We call this logic PPSL and show that the additional cost for translating PPSL formulas to nondeterministic automata is rather small whereas PPSL is exponentially more succinct than PSL.

Zusammenfassung

Beim automatenbasierten Ansatz für das automatische Verifizieren von endlichen Zustandssystemen und von so genannten endlichen rekursiven Zustandssystemen, was endliche Zustandssysteme mit zusätzlichen rekursiv aufrufbaren Unterprogramme sind, werden effiziente Übersetzungen von Spezifikations-sprachen wie LTL, PSL und NWTTL in nichtdeterministische Automaten benötigt. Da Formeln dieser Spezifikations-sprachen direkt in alternierende Automaten übersetzt werden können, reicht es das Problem der Alternierungselimination für alternierende Automaten zu lösen.

In dieser Arbeit stellen wir ein Konstruktionsschema vor, dass das Problem der Alternierungselimination auf das Problem der Komplementierung eines existentiellen Automaten reduziert. Ein existentieller Automat ist ein nichtdeterministischer Automat, der nur einen einzigen Pfad in der Eingabe betrachtet. Die vorgestellten Konstruktionen zur Alternierungselimination sind Instanzen des Schemas. Wir erhalten diese Instanzen, indem wir neuste Komplementierungskonstruktionen untersuchen und zudem neue Komplementierungskonstruktionen für Unterklassen von 1-wege und 2-wege Automaten einführen. Mit Hilfe dieser Instanzen korrigieren, vereinfachen, verbessern und generalisieren wir bereits bekannte Übersetzungen von temporalen Logiken in nichtdeterministische Automaten. Zudem erhalten wir aus einigen dieser Instanzen neue Übersetzungen.

Des weiteren erweitern wir verschiedene Logiken mit Vergangenheitsoperatoren und nutzen die vorgestellten Konstruktionen zur Alternierungselimination, um Übersetzungen in nichtdeterministische Automaten zu erhalten. Ein Beispiel ist der IEEE Standard PSL, den wir mit Vergangenheitsoperatoren erweitern. Für die neue Logik, die wir PPSL nennen, zeigen wir, dass die zusätzlichen Kosten für die Übersetzung in nichtdeterministische Automaten relativ klein sind. Im Gegensatz dazu steht, dass PPSL Eigenschaften exponentiell kürzer beschreiben kann als PSL.