



TRAFFYKING

SIMULATION AND OPTIMISATION OF TRAFFIC LIGHT
CONTROLLED INTERSECTION

SIMULATION AND OPTIMISATION

VORARLBERG UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
MASTER'S IN MECHATRONICS

SUBMITTED TO

PROF. (FH) DR. VOLLBRECHT HANS-JOACHIM

HANDED IN BY

JAN WENGER, EMRAH ÖZTÜRK, NICOLAI SCHWARTZE

DORNBIRN, 19.10.2019

Contents

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Task Description | 1 |
| 2 | Experiment Setup | 2 |
| 2.1 | Simulation Scenarios | 2 |
| 2.2 | Algorithms | 2 |
| 2.2.1 | Self Constructed Solution | 2 |
| 2.2.2 | NSGA-II | 2 |
| 2.2.3 | Conjugate Gradient Descent | 2 |
| | Appendices | 3 |
| A | Task Description (<i>german</i>) | 4 |

1 Task Description

This project is about simulating and optimising a circulative traffic light control. The simulation is done with SUMO which stands for Simulation of Urban MObility. SUMO provides an API that allows external programs to cast and controll a simulation. These control structures, simulation evaluation as well as the optimisation algorithms are programmed in Python 3.7.

The project includes the following tasks:

- create infrastructure to call simulation and alter simulation parametes in SUMO
- construct three different traffic load scenarios
- three different optimisation algorithms
 - NSGA2
 - Conjugate Gradinet Descent
 - self constructed solution
- description and evaluation of the results
- precise technical report to ensure repeatability

The simulation returns three parameters:

- overall waitingtime calculated as the sum of the waiting time of all cars
- overall number of stops calculated as the sum of the stops by all cars
- fairness in waitingtime calculated as the variance of the waitingtimes

We are looking for a solution that minimises all of these parameters.

All of the considered traffic load scenarios are stable. This means, that the waiting line does not grow arbitrarily larg.

2 Experiment Setup

2.1 Simulation Scenarios

2.2 Algorithms

2.2.1 Self Constructed Solution

2.2.2 NSGA-II

2.2.3 Conjugate Gradient Descent

Appendices

A Task Description (*german*)

Projektbeschreibung

„multikriterielle Optimierung eines umlaufbasierten, ampelgesteuerten Strassenverkehrsnetzes mit Hilfe evolutionärer Algorithmen“

In diesem Projekt soll untersucht werden, wie mit Hilfe evolutionärer Algorithmen eine umlaufbasierte Ampelsteuerung optimiert werden kann. Zu optimierende Kriterien sollen sein:

- Wartezeit
- Anzahl Stopps
- Fairness

Damit handelt es sich also um ein multikriterielles Optimierungsproblem. Zur Optimierung soll dabei (Vorgabe) einmal der bekannte evolutionäre Algorithmus NSGA-II [1], und im Vergleich dazu ein „unikriterieller“ evolutionärer oder genetischer Algorithmus Ihrer Wahl gewählt werden. Letzterer soll die drei obigen Kriterien linear in einer eindimensionalen Zielfunktion optimieren.

Projektziel ist dabei grundsätzlich die Analyse des Optimierungsproblem es zum vertieften Verständnis von umlaufbasierten Ampelregelungen und deren Optimierung durch evolutionäre Algorithmen. Es sollen also synthetische Verkehrsszenarien, nicht reale, definiert und untersucht werden, unter Verfolgung dieses Projektzieles. Zur Bewertung der Leistung der untersuchten beiden Algorithmen soll deshalb auch immer eine manuell (nach „gesundem Menschenverstand“) definierte Vergleichsampelregelung erstellt und bewertet werden.

Folgende Einschränkungen grenzen den Untersuchungsgegenstand ein:

- nur (einheitliche) PKWs, keine Lastwagen, Busse, Anhänger, Motorräder oder Fahrräder
- kein Linksabbiegen bei Gegenverkehr
- nur beampelte Verkehrszusammenflüsse
- nur umlaufbasierte Ampelregelungen
- nur stabile Verkehrsflüsse
- Quellverkehr in das betrachtete System hinein ohne Platoons, reine Exponentialverteilungen der Zwischenankunftszeiten
- kein Fussgängerverkehr
- kein Überholen
- kein adaptives Routing der Verkehrsteilnehmer

Technologische Vorgaben:

- Simulation mit SUMO

Vorgehen:

Grundsätzlich sollten Sie von einfachen zu komplexeren Verkehrsszenarien fortschreiten. Beginnen Sie zum Beispiel mit einer einzigen Kreuzung. Dort können Sie manuell recht einfach eine ordentliche Ampelsteuerung implementieren, da man sich die Auswirkungen verschiedener Umlaufzeiten und Phasen unter verschiedenen Lastszenarien auf die drei obigen Optimierungskriterien noch relativ leicht überlegen kann, unter Berücksichtigung der in der LV vorgestellten Verkehrstheorie. Die evolutionären Algorithmen kann man dann auch entsprechend einfach analysieren.

Dann könnten Sie, mit den gewonnenen Erkenntnissen und einer ersten Implementierung der IT-Infrastruktur (Simulator, Optimierungsalgorithmus, Schnittstelle zwischen beiden, Datensammlung

und Auswertung), zu einer etwas komplexeren Struktur mit mehreren Kreuzungen übergehen (z.B. drei Kreuzungen in Serie). Hier könnte das Hauptziel die Realisierung und die Analyse der Auswirkung einer „grünen Welle“ auf die Optimierungskriterien sein. Zunächst etwa ein Fluss nur in eine Richtung, dann in beide, mit verschiedenen Lastszenarien des die Hauptrichtung querenden Verkehrs etc.

Schliesslich könnten Sie zu einem komplexen Netzwerk (vereinfacht können wir reguläre Gitter wählen) fortschreiten, mit mehreren Verkehrsachsen (mehrere „grüne Wellen“?). Mindestens ein 2x3 (3x3?) Kreuzungsnetz. Auch hier zunächst einmal einen einfachen Fluss (nur geradeaus über die Kreuzungen fahren, Einbahnstrassen) untersuchen, dann Flüsse mit Gegenverkehr, mit Abbiegewahrscheinlichkeiten. Verschiedene Lastszenarien (Haupt- und Nebenverkehrsflüsse) könnten folgen.

Sie sollten bei allen Komplexitätsstufen möglichst drei verschiedene Belastungsstufen wählen: eine leichte (nachts), eine mittlere, und eine hohe. Letztere etwa bei 80%, siehe LV zur Verkehrstheorie. Die Fahrzeugquellen des Verkehrsnetzes sollten mit Zufahrtsraten versehen werden, die nach dem MaxFlow-Algorithmus zu berechnen sind, wie in der LV noch erklärt wird.

Beim Fortschreiten in den Komplexitätsstufen sollte das Verhalten der untersuchten Algorithmen zunehmend klar werden, und damit eine zunehmend rationalere Einstellung der Parameter des jeweiligen Algorithmus.

Bei allem ist auf gute Visualisierung der Ergebnisse zu achten, und vor allem auf Reproduzierbarkeit.