

GreenFlow: Reducering af brændsstofforbrug ved hastighedstilpasning til trafiklys

Karsten Jakobsen og Sabrine Mouritsen

Kandidatstuderende i datalogi ved Aalborg Universitet

28. januar 2013

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

Demonstration

Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

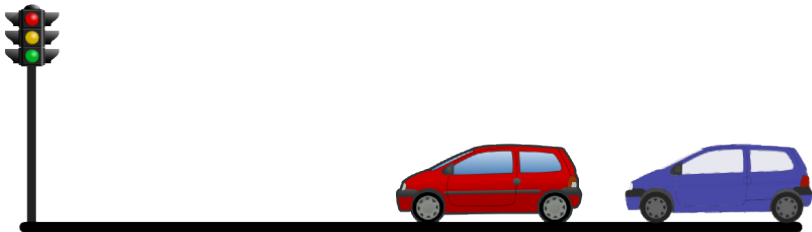
Analyse

Demonstration

Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Kan man med **information** om trafiksignaler og evt. trængsel
spare brændstof for den enkelte bil
uden **nævneværdig negativ påvirkning** af anden trafik
samt **øge det generelle trafikflow**?



Problemstilling

Miljøvenlig køreadfærd

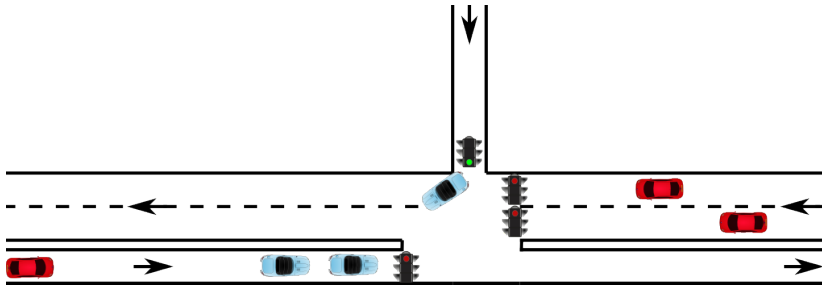
- ▶ Minimere acceleration
- ▶ Undgå fuld stop

Trafiklys er en forhindring

- ▶ Tilpasse bilers hastighed til trafiklysene

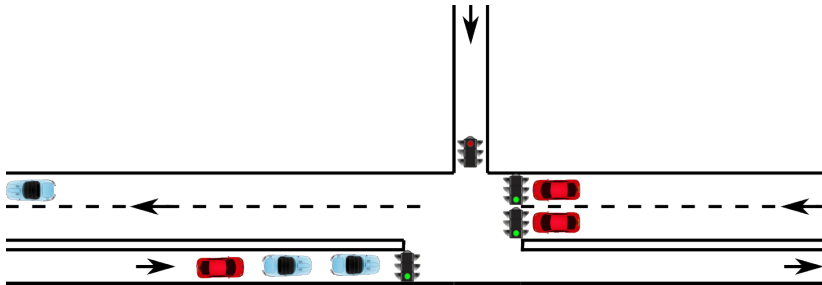
Hastighedstilpasning

- ▶ Et tænkt lyskryds
- ▶ Blå biler: uden GreenFlow
- ▶ Røde biler: med GreenFlow



Hastighedstilpasning

- ▶ Et tænkt lyskryds
- ▶ Blå biler: uden GreenFlow
- ▶ Røde biler: med GreenFlow



Vision



Metode

Potentiale fra første bil

- ▶ Ingen kommunikation mellem biler
- ▶ Aflæsning af trafiklys signalopsætning

Fordele

- ▶ Ingen ombygning af eksisterende lys
- ▶ Fuld udbytte ved lav penetrationsrate
- ▶ Få investeringsudgifter

Ulemper

- ▶ Kræver biler løbende kan aflæse trafiksignaler
- ▶ Påvirkning af øvrig trafik?
- ▶ Hastighedsbegrænsinger?

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

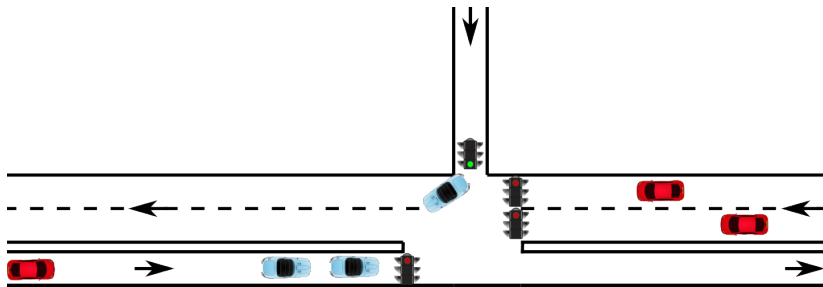
Demonstration

Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Modellen

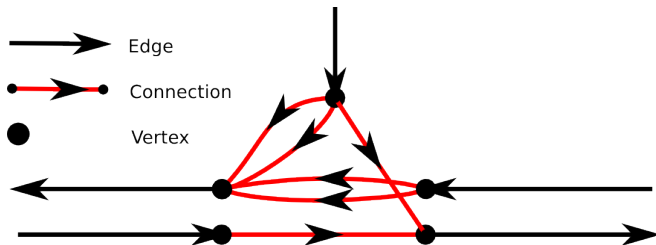
- ▶ Biler
- ▶ Faser (fx. $\langle (green, 30), (yellow, 4), (red, 30), (yellow, 2) \rangle$)
- ▶ Kort (orienteret graf med kanter, knuder og forbindelser)
- ▶ Kryds (samling af forbindelser)
- ▶ Ruter (sekvens af kanter forbundet med forbindelser)



Kort

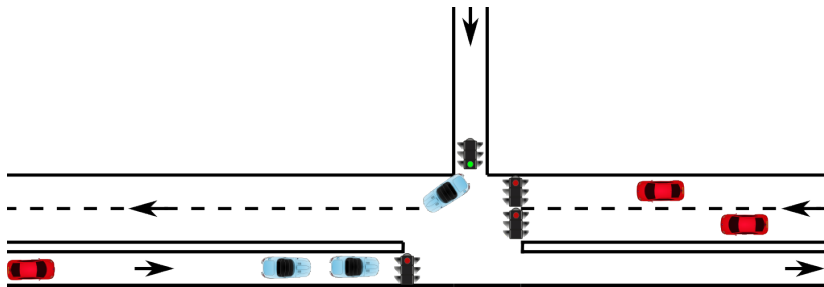
Bruger SUMO's model

- ▶ Orienteret kanter mellem to knuder
 - ▶ Tilknyttet fartgrænse og antal baner
- ▶ Orienteret forbindelser:
 - ▶ Art kanter med tilknyttet fase
 - ▶ Angiver tilladte forbindelser mellem kanters baner



Modellen

- ▶ Biler
- ▶ Faser (fx. $\langle (green, 30), (yellow, 4), (red, 30), (yellow, 2) \rangle$)
- ▶ Kort (orienteret graf med kanter, knuder og forbindelser)
- ▶ Kryds (samling af forbindelser)
- ▶ Ruter (sekvens af kanter forbundet med forbindelser)



Udregn anbefalet hastighed

Procedure

- ▶ 1. Udregn afstand til næste trafiklys
- ▶ 2. Udregn grønne tidsrum
- ▶ 3. Find signal, der kan nås
- ▶ 4. Udregn og tilpas hastighed

Udregn afstand til næste trafiklys

Måles som euklidisk afstand mellem bilen og næste trafik lys.

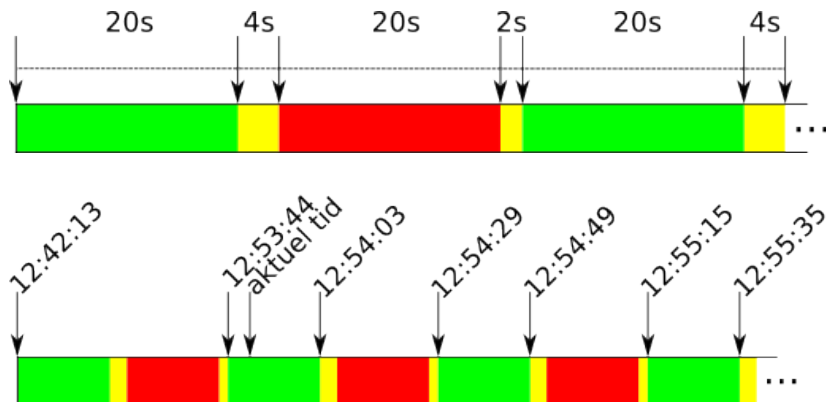
- Der tages ikke højde for blokerende biler

Afstanden er ∞ hvis der ikke er flere trafiklys på ruten

Hvis afstanden er for stor, returneres fartgrænsen



Udregn grønne tidsrum



Find signal, der kan nås

Langsomste hastighed regnes som afstand over tid

$$\frac{d}{t_r} \leq v_{max}$$

Tager ikke højde for accelerationstiden

- ▶ I forvejen mange ukendte faktorer
- ▶ Genberegner hvert sekund
- ▶ Grænsetilfælde hvor et grønt signal godt kunne nås



Udregn hastighed og tilpas hastighed

Anbefalet hastighed regnes som afstand over tid

$$v = \frac{d}{t_g}$$

Tilpas hastighed til øvre og nedre grænse

- ▶ Altid under fartgrænsen
- ▶ Antager man ikke kan køre under 15 km/t



Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

Demonstration

Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Kompleksitet

Tidskompleksitet

- ▶ $O(|p| \cdot circ_{future})$

Hvor $|p|$ er antallet af indstillinger i et omløb og $circ_{future}$ er antallet af omløb vi ønsker at beregne ud i fremtiden.

Netværksforbrug med én opdatering i sekundet

- ▶ $O(|p| \cdot circ_{future}) \cdot 2 \cdot size_of(integer)$
- ▶ 84 bytes/s, ca. 5 kilobytes per minut
 - ▶ Da $|p| \cdot circ_{future}$ sjældent er større en 10

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

Demonstration

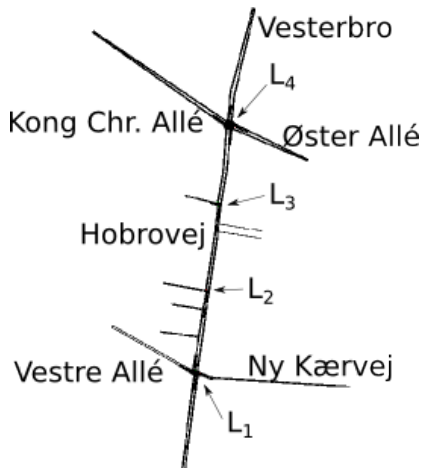
Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Simulatorer

Implementationen

- ▶ Dimensioner fra OpenStreetMap
- ▶ SUMO: Mikrosimulator
- ▶ Benytter "car-following-model"
- ▶ Standardkørsel: Kører efter hastighedsgrænsen når muligt
- ▶ Interfaced med TraCI
- ▶ GreenFlow skrevet i Python



Demonstration

1. Alle kører efter simulatorens standardkørsel
2. Alle kører med GreenFlow
 - ▶ Viser virkningen bedst

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

Demonstration

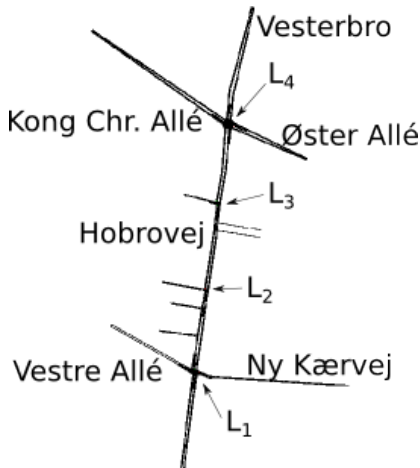
Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

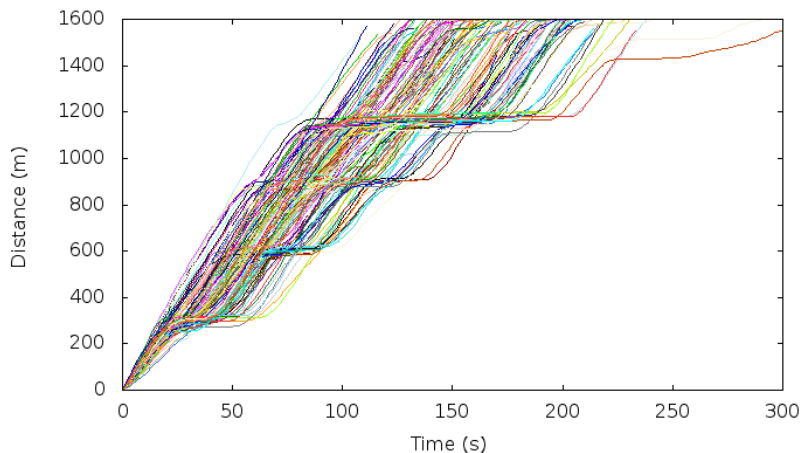
Testopsætning

Simulering af Hobrovej

- ▶ Fokus på nordgående retning af Hobrovej
- ▶ Trængsel baseret på GPS målinger og lokalt kendskab
- ▶ Trafiksignaler baseret på 100 sekunders omløbstid
- ▶ Simulatorens brændstofsudregninger (HBEFA-baseret)

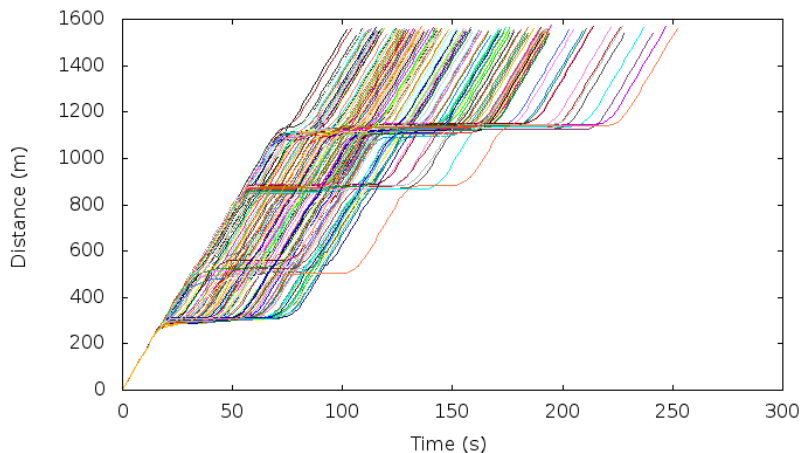


Afstand - GPS målinger



158 biler kørt i hverdage mellem 10:00 og 14:00

Afstand - Simuleret standardkørsel



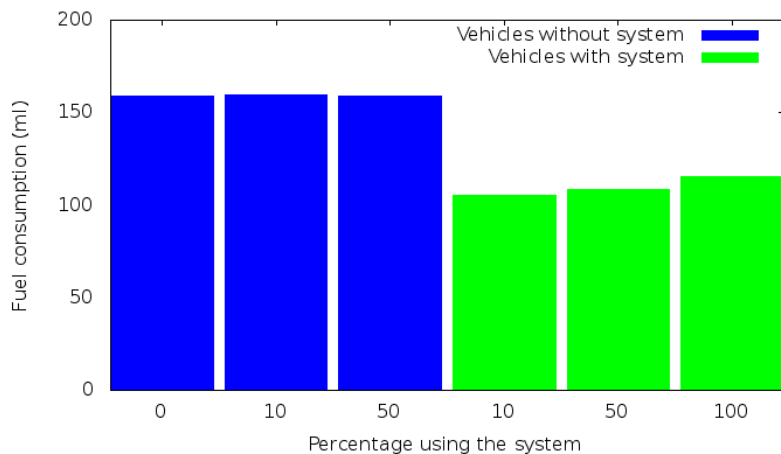
158 biler simuleret uden systemet

Validering af simulatoren

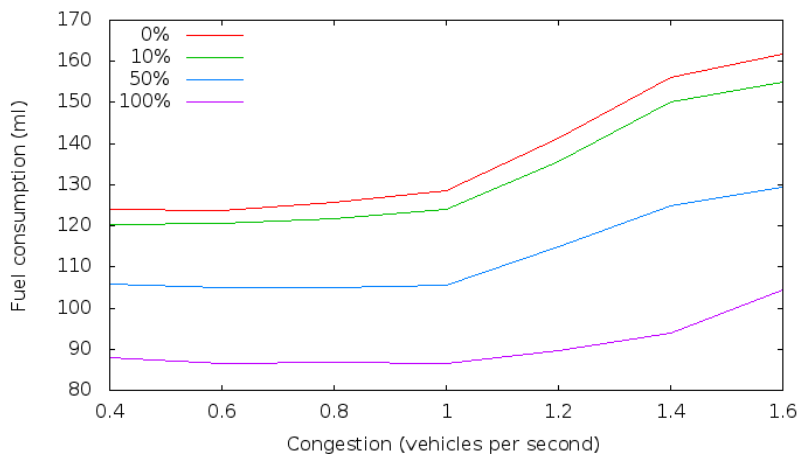
- ▶ SUMO med et trængselsniveau på 0.8 køretøjer per sekund
- ▶ GPS data er samlet fra tidsrummet mellem kl 10 og 14 på hverdage

	SUMO		GPS	
	Værdi	σ	Værdi	σ
gns. hastighed (km/h)	37.45	7.86	35.03	6.28
gns. ventetid (s)	66.90	33.97	70.35	33.07
gns. antal stop	1.91	0.66	1.80	1.08

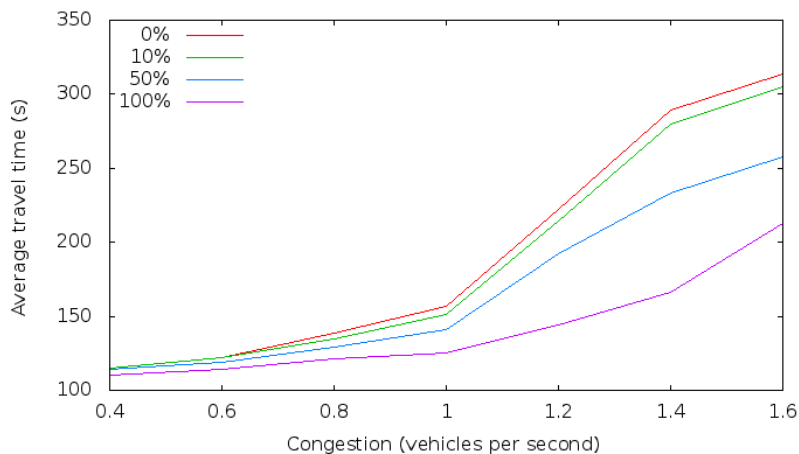
Brændsstofforbrug - Sammenligning



Gennemsnitlig brændstofforbrug for alle biler



Gennemsnitlig rejsetid for alle biler



Resultater

Procent brugere af GreenFlow	Med/Uden GreenFlow	Brændstof		Tid	
		<i>ml</i>	Forskel	<i>s</i>	Forskel
0%	Uden	125.8	0%	139	0%
10%	Med	88.7	29.5%	136	2.5%
	Uden	125.3	0.4%	135	2.9%
50%	Med	88.1	30.0%	131	5.8%
	Uden	121.8	3.2%	127	8.6%
100%	Med	86.8	31.0%	121	12.9%

Forskelen er beregnet i forhold til 0 % brugere af GreenFlow

Oversigt

Introduktion

Udregn anbefalet hastighed

Analyse

Demonstration

Evaluering

Konklusion og fremtidigt arbejde

Konklusion

- ▶ Brugere får en betydelig reduktion af brændstofsforbrug
 - ▶ Stort set uafhængig af antallet af brugere
 - ▶ Bilister, der ikke bruger GreenFlow, ser også en lille besparelse
- ▶ Bedre samlet trafik flow
 - ▶ Biler bevæger sig samlet set hurtigere gennem netværket
 - ▶ Effekt stiger ved højere trængsel

Fremtidigt arbejde

- ▶ Modellen
 - ▶ Tidstyret lyssignaler med spoler til periodeforlængelse
 - ▶ Adaptive lyssignaler
- ▶ Smartphone app
 - ▶ Realtidsbehandling af lyssignalerne
 - ▶ Test af systemet i praktisk