

Dette resumé er publiceret i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

www.trafikdage.dk/artikelarkiv



Videotracking som led i modellering af trængsel for cykeltrafik

Mads Paulsen, madsp@dtu.dk

DTU Management

Rasmus Albrink, rasmus@rawmobility.dk

RAW Mobility

Thomas Kjær Rasmussen, tkra@dtu.dk

DTU Management

Abstrakt

Cykeltrafikken i Danmark udgør en ganske betydelig andel af den samlede trafikmængde i Danmark - i særdeleshed i Hovedstadsområdet. På trods af dette har trængsel på cykelstier og modellering af denne hidtil ikke været af udpræget stor interesse. Med hjælp fra fremskridtet af nye videobaserede kilder til indsamling af data for cykeltrafik, er det imidlertid lykkedes at udvikle en model for cykeltrafik, der modellerer trængsel på cykelstier og de skift i rutevalg, som trængslen medfører. En storskalaimplementering for Hovedstadsområdet indikerer også, at trængsel-effekterne på cykelstier ikke bør ignoreres, idet et betydeligt skift i rutevalg ses som følge af trængslen i myldretiden.

Introduktion

Cyklen er et af de mest anvendte transportmidler i Danmark, og særligt i København udgør cykeltrafikken en ganske betydelig del af den samlede trafikmængde. Faktisk overstiger mængden af cykler endda mængden af biler på nogle strækninger, og den store mængde af cyklister resulterer i begyndende trængsel og øget rejsetid for cyklister på udvalgte strækninger. Da cykeltrafikken forventes at stige i fremtiden, både i Danmark men også i udlandet, er der et stort behov for at udvikle metoder der formår at give en realistisk repræsentation af trængsel på cykelstier. Dette gælder både i relation til hvordan vi indsamler data til at beskrive fænomener på cykelstier, samt hvordan trængsel modelleres.

Inden for de senere år er der sket store fremskridt inden for indsamling af data for bl.a. cykeltrafik. Nye software baseret på billedgenkendelse har gjort det muligt at indsamle store og detaljerede datamængder. Dette gøres ved at videofilme en strækning af cykeltrafik for derefter at processere den indsamlede video, hvorved hastigheder, accelerationer og positioner for hvert enkelt cyklist i trafikstrømmen kan beregnes. Sammenlignet med fx dataindsamling vha gps, giver det både mere detaljeret information, men også information om hele trafikstrømmen og ikke blot fra et begrænset udsnit heraf. Denne teknologi anvendes i Danmark af bl.a. RAW Mobility samt COWI A/S.

På modellsiden har ny forskning fra DTU (1) for nylig foreslået en metode til hvorledes man kan modellere cykeltrafik på realistisk vis og på en beregningsmæssigt effektiv måde. Det har muliggjort at modellere trængsel på cykelstier i stor skala med en metode skræddersyet cykeltrafik. Konsekvenserne af denne forskning og dens samspil med udviklingen på dataindsamlingsområdet vil blive belyst i dette udvidede resumé.

Videotracking

Videotracking og -analyse har gennemgået en helt enorm udvikling over de sidste 5 år. For 5 år siden blev "videotracking" foretaget manuelt med hjælp fra studentermedhjælpere. I dag kan alt tracking foretages maskinelt vha. neurale netværk og AI. De enkelte trafikanters position registreres 30 gange/sek., hvorved opløsningen og mængden af data bliver stor og ret præcis. Dette forhold muliggør helt nye og spændende analyser – eksempelvis kortlægning af rødkørsler i signalanlæg, detaljerede input til mikrosimuleringsmodeller, kortlægning af cyklisters adfærd, mm.

Der er mange fordele ved at anvende videoanalyse, som vist på Figur 1. Oplagt spares meget manual tid i forhold til en traditionel registrering, men også muligheden for at udvide analysen efterfølgende, hvis man havde overset noget i første omgang, samt til illustration og dokumentation.



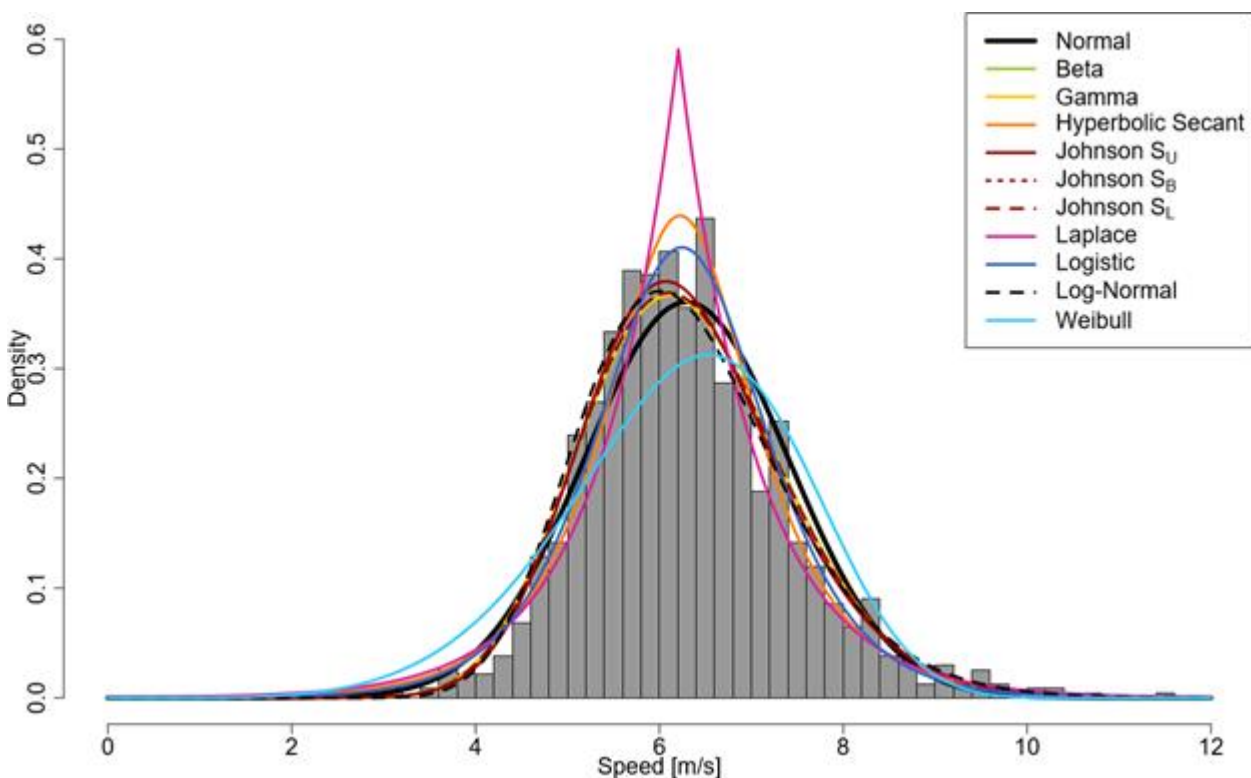
Figur 1: TV: Billede fra signalanlæg, hvor bilernes forsinkelse måles ved anvendelse af videoanalyse. TH: Billede fra Dr. Louises Bro i København, hvor cyklisternes færden er kortlagt og danner grundlag for validering af cykeltrængselsmodellen – data der vises er gap-time mellem passager af tællesnit B10, B15, B20 og B25.

Modellering af trængsel og rutevalg for cykeltrafik

For biltrafik er det i det store hele problemfrit at antage at alle ønsker at køre med den tilladte hastighed (alternativt så hurtigt som trafikken tillader det). En tilsvarende antagelse om at alle ønsker at køre med den samme hastighed er ikke så realistisk for cykeltrafik. Her er der ikke nogen åbenlys, global idealhastighed – den ønskede hastighed varierer fra person til person (hastighedsheterogenitet). Af samme årsag, og fordi cykler kræver ganske lidt plads i bredden, er overhalinger mere hyppigt forekommende for cykeltrafik end for biltrafik.

Disse to aspekter har været centrale i udviklingen af en metodik (1) til at modellere strækningsbaseret trængsel på cykelstier. Traditionelt set kan både overhalinger og hastighedsheterogenitet håndteres af såkaldte mikrosimuleringsmodeller såsom VISSIM. Men da disse kun kan anvendes for et afgrænset område, er de ikke ideelle når overordnede netværkseffekter og rutevalg over større områder også ønskes modelleret. Derfor har det været nødvendigt at udvikle en ny model, der udover at skulle kunne håndtere hastighedsheterogenitet og overhalinger ligeledes skal have en lav beregningskompleksitet således at den kan anvendes på stor-skala. Modellen baserer sig på, at hvert enkel cyklist har en individuel ønsket hastighed, og at cyklisten vil optimere sit valg af placering på cykelstien for at indfri denne ønskede hastighed, såfremt det er muligt. Dette betyder, at cyklister på realistisk vis også kan risikere at blive forsinket på steder, hvor mængden af øvrige cyklister ikke er stor (cyklister kan, såfremt der ikke er overhalingsmuligheder, blive fanget bag øvrige cyklister der ikke har så høj ønsket hastighed). Derudover har hver enkelt person en hastighedsafhængig idealafstand til den foranliggende cyklist, som ligeledes overholdes i modellen. Både fordelingen af den ønskede hastighed og den hastighedsspecifikke idealafstand er estimeret på baggrund af processeret videodata.

Et histogram over hastigheder fra cyklister, der ikke oplever trængsel, optaget en eftermiddag på Smallegade på Frederiksberg kan ses i Figur . Typisk vil sådanne fordelinger antages normalfordelt, men med den solide datamængde opsamlet fra videodata, kan normalfordelingen afvises med statistisk signifikans. En række alternative fordelinger viste sig derimod som værende plausible bud. Den såkaldte Johnson S_U -fordeling viste sig at være mest ideel, og derfor er de ønskede hastigheder trukket herfra i trængselsmodellen.



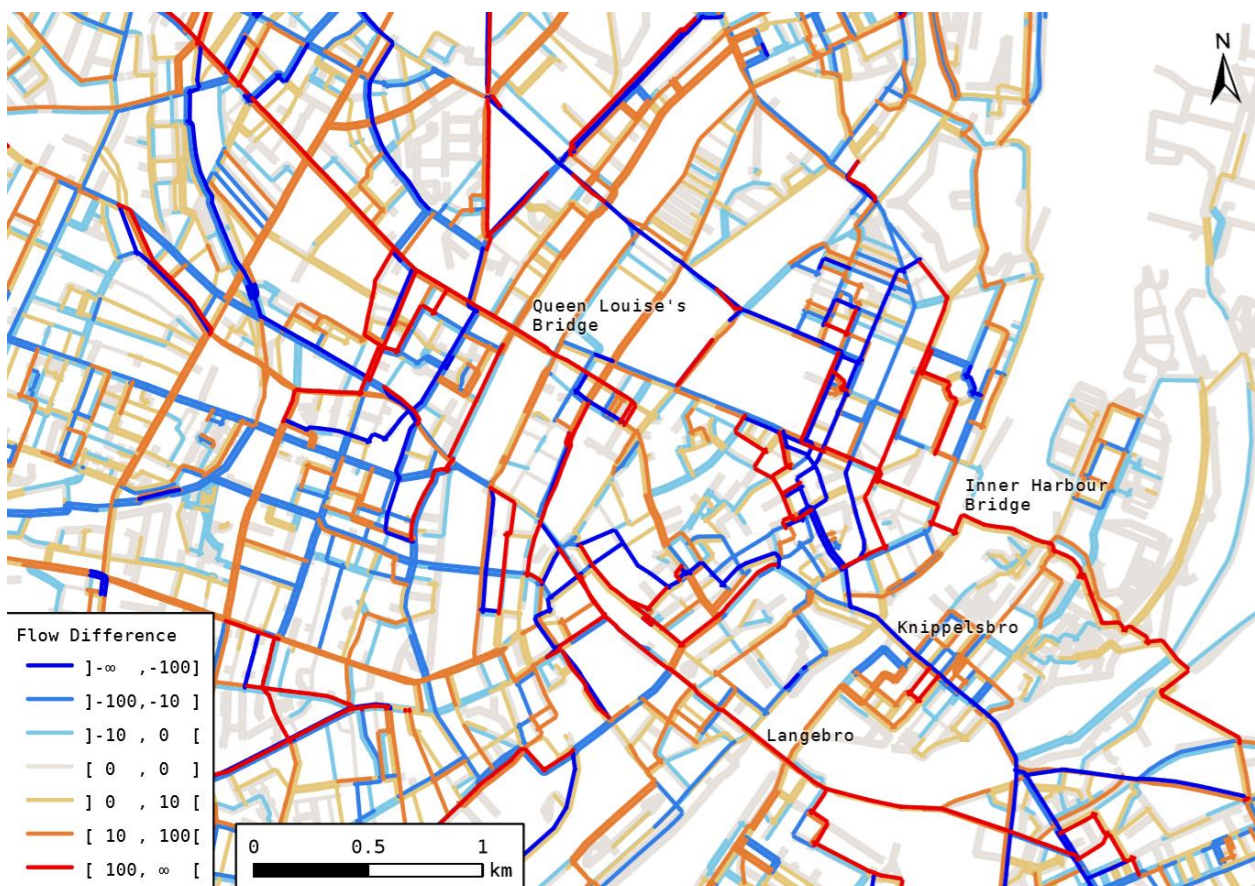
Figur 2: Hastighedsfordeling for cyklister på Smallegade, Frederiksberg

De nærmere detaljer omkring den opstillede teoretiske model til beregning af trængsel vil ikke blive introduceret i nærværende resumé, men kan i stedet findes i (1). Den resterende del af resuméet vil i stedet fokusere på nogle af de foreløbige resultater af modellens anvendelse.

Udvalgte resultater

Modellen har været anvendt til storskalamodellering af cykeltrafik for et helt døgn i et modelområde svarende til det gamle HT-område (2), dvs. områderne i og omkring Roskilde og Køge samt hele Region Hovedstaden eksklusiv Bornholm. Fordelt på 547.085 cyklister blev rutevalg for 1.082.958 ture modelleret iterativt under hensyntagen til at turene indbyrdes generede trængsel for hinanden. Modellen havde en gennemsnitlig beregningstid på 14 minutter per iteration, og med en tilfredsstillende konvergens efter 100 iterationer haves en total beregningstid på knapt et døgn på DTUs centrale High Performance Computer.

Figur 3 illustrerer at trængselsniveauet faktisk er af en størrelse, der gør at nogle cyklister ændrer deres rutevalg som følge af dette, og at det derfor er relevant at inkludere i rutevalgs- og netudlægningsammenhænge. Figuren beskriver antallet af cyklister der, i en morgenmyldretidstime fra 7-8, ifølge modellen til-/fravælger strækninger i forhold til en situation hvor der ikke tages hensyn til trængsel. Resultaterne fra modellen synes plausible, idet mange cyklister viger væk fra Torvegade (gaden med flest cykler per cykelstisbredde), mens fx bredde Nørrebrogade tiltrækker cyklister som følge af trængslen, da cykelstien her er bred nok til at kunne håndtere store trafikmængder.



Figur 2: Retningsbestemt differens i trafikmængde som følge af trængsel på cykelstier om morgenen fra kl. 7 til kl. 8.

Perspektiver

Arbejdet med den nye metode til modellering af strækningsbaseret trængsel på cykelstier har vist den store værdi af meget detaljeret information fra processeret data fra videotracking. Dette både i forhold til udvikling og efterfølgende kalibrering samt verificering af modellen. Kombineret med øget tilgængelighed af beregningskapacitet og de nye metodiske fremskridt, muliggør denne nye indsamlingsmetode således detaljeret og realistisk modellering af strækningsbaseret trængsel på cykelstier for store cases. Potentialet for sådant data er enormt, og begrænses naturligvis ikke til dets anvendelse i nærværende projekt. I relation til modellering af cykeltrafik, vil sådant videodata også udgøre en unik datakilde når effekterne af interaktioner mellem biler, busser, cyklister og fodgængere i kryds skal analyseres, herunder når der skal opstilles og kalibreres en metode til håndtering af dette og krydsforsinkelser på realistisk vis.

Referencer

1. Paulsen, M., T. K. Rasmussen, and O. A. Nielsen. Fast or Forced to Follow: A Speed-Heterogeneous Approach to Congested Multi-Lane Bicycle Traffic Simulation. Genindsendt til tidsskrift *Transportation Research Part B: Methodological* efter første review-runde.
2. Paulsen, M., and K. Nagel. Large-Scale Assignment of Congested Bicycle Traffic Using Speed Heterogeneous Agents. *Procedia Computer Science*. I trykken.