

Advies automatisering verkeerslichten

Student 1: Berry Hijwegen

Student 2: Selene Blok

Datum: 30/05/2021

Versie: 1

Context

Huidige situatie

Verkeerspunten werken door middel van lussen. Deze lussen zijn in de weg verwerkt. Deze lussen meten wanneer er auto's wachten voor een verkeerslicht en wanneer er dus aanvraag is voor een bepaald verkeerslicht. Voor de fietspaden werkt dit uiteraard door middel van het drukken op een knop, of eenzelfde systeem als voor auto's. De volgorde van de verkeerslichten wordt in de huidige situatie vaak gedaan op basis van een vaste volgorde (mits er een aanvraag is bij het betreffende verkeerslicht).

Ook zijn er slimme oplossingen. Zo wordt er gewerkt met de "groene golf". Hierbij kunnen auto's bij een bepaalde snelheid doorrijden bij meerdere kruispunten. Een voorbeeld hiervan is het systeem Toptrac van Vialis, dit wordt gebruikt in Amersfoort: *"TopTrac biedt de mogelijkheid om verkeersregelininstallaties dynamisch te coördineren. Toptrac komt het best tot zijn recht in netwerken met doorgaande wegen en/of drukke ontsluitingswegen. Daar optimaliseert het de doorstroming, met een reductie van de CO2-uitstoot tot gevolg. Aangetoond is dat een Toptrac-regeling een gemiddelde besparing van 8,8 % CO2-emissie mogelijk maakt ten opzichte van een standaard verkeersafhankelijke regeling. De aanschaf van het systeem levert de gemeente Amersfoort straks dus niet alleen een betere doorstroming op, maar het systeem zal tevens bijdrage aan een vermindering van de milieubelasting."*

Gewenste situatie

In de gewenste situatie wordt de volgorde van de verkeerslichten geoptimaliseerd door middel van een Reinforcement Learning Model. Hierbij zal er een verkeersbeheer systeem ingericht moeten worden wat het model controleert en waar nodig het beheer overneemt en terugvalt op de huidige situatie.

Het doel van het gebruik van Reinforcement Learning is om de doorstroom voor zoveel mogelijk weggebruikers te verbeteren. Hierbij is belangrijk dat de weggebruikers keuzes blijven houden, zo moet er geen negatief gevolg zijn voor bijvoorbeeld fietsers, dit kan er namelijk toe leiden dat zij de auto sneller pakken en dat is ongewenst.

Tijdens de pilot raden wij aan om een clustergrootte van 1-5 opeenvolgende kruispunten te gebruiken om zo het model te testen en te valideren. Tijdens de live deployment raden wij aan om langzaam het gebied rond de pilot op te schalen zodat kinderziekten tijdig verholpen kunnen worden.

Voordelen

1. Een hogere doorstroom en betere diversiteit van vervoersmiddelen door het slim beheren van het verkeer binnen de cluster.
2. Een ander aspect waar men op zou kunnen focussen is het verlagen van de emissies door bijvoorbeeld drukke straten vaker voorrang te geven. Waardoor vervoersmiddelen op deze wegen minder vaak tot stilstand hoeven te komen

Nadelen

1. Als je het model meerdere keren hertraint is er een kans dat het model significant slechter of beter presteert. Dit komt doordat, tijdens het trainen het model een waarde wil maximaliseren of minimaliseren maar niet altijd hetzelfde startpunt heeft. Wij ondervinden dit als nadeel omdat dit een stukje zekerheid weghaalt bij het retrainen.
2. Een model neemt de vooroordelen over van de data scientist dus er moet goed onderzocht worden wat bedoelt wordt met “de doorstroom verbeteren” en hoe men dat het best kan bereiken. Ook zullen edge cases hierbij meegenomen moeten worden, verkeerslichten in een drukke straat in de stad hebben wellicht andere eisen dan verkeerslichten bij een oprit naar de snelweg.
3. Een voorspellend model neemt een deel van de zekerheid van het huidige systeem weg, en neemt mogelijk meer risico dan het huidige systeem, de voorspelbaarheid is lager bij de nieuwe situatie.

Ethisch aspect

Er zal onderzocht moeten worden of het beheersysteem wat nu gebruikt wordt ook inzetbaar is als controle + beheersysteem voor het model. Als dit niet het geval is zal er tijdens de pilot en de uitvoerfase mogelijk meer ongevallen plaatsvinden dan in de huidige situatie. Er zal tijdens de ontwikkelingsfase onderzocht moeten worden hoe groot dit risico is en mogelijk zal een simulatie gebouwd moeten worden om deze risico's te verhelpen in het lab voordat we dit verkeerssysteem in gebruik nemen. Verder zal er samen met verkeersmanagement experts, data scientists en stedenbouwkundigen weging gegeven moeten worden aan de verschillende typen van vervoer. Dit houdt in dat er bepaald zal moeten worden welke vervoerstypen geprioriteerd worden en welke variabelen belangrijk zijn voor het model.

Praktisch aspect

Er zal onderzocht moeten worden of de data van doorstroming nu al beschikbaar is en of de verkeerslichten vanuit een centraal punt te besturen zijn. Als de verkeerslichten nu namelijk in individuele groepjes werken zal er eerst een centraal systeem gemaakt moeten worden om deze verschillende systemen bij elkaar te brengen. Zo kunnen clusters gecreëerd worden van verschillende kruispunten, zodat de verschillende kruispunten rekening met elkaar kunnen houden en om te voorkomen dat een positief effect bij een kruispunt een negatief effect heeft bij een ander kruispunt. Ook zal onderzocht moeten worden wat de directe en indirecte kosten van zo'n model implementeren zijn. Indirecte kosten zijn bijvoorbeeld het centraliseren van het beheer van verkeerslichten. Onder directe kosten vallen bijvoorbeeld de ontwikkeling van het model, de exploratiefase en het beheer van het model.

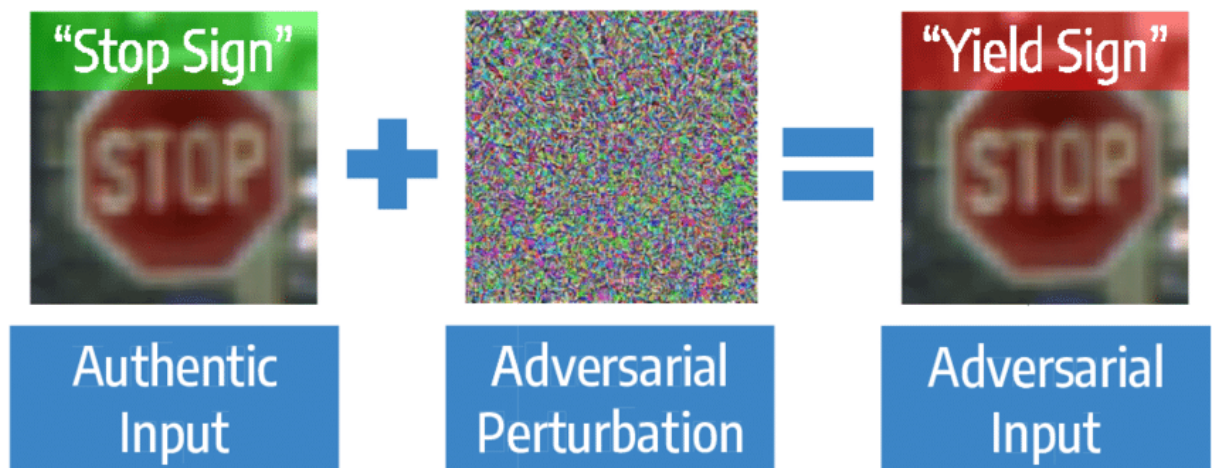
Planning

1. Onderzoeksfase
 - 1.1. Onderzoeken aan welke eisen het model moet voldoen
 - 1.2. Ter beschikking stellen van de data van de verkeerslichten in het cluster
 - 1.3. Ter beschikking stellen van een centraal beheersysteem van de verkeerslichten in het cluster
2. Ontwikkelingsfase
 - 2.1. Het maken van een model op basis van de eerder onderzochte eisen
 - 2.2. Het beschikbaar stellen van het model aan het centrale beheersysteem
3. Pilot
 - 3.1. Onderzoeken of het model aan de gestelde eisen voldoet
4. Uitrolfase
 - 4.1. Het implementeren van het model over het gehele verkeersnetwerk binnen Utrecht
5. Onderhoudsfase
 - 5.1. Het onderhouden en verbeteren van het model op basis van nieuwe inzichten en/of variabelen

Er is geen tijd schatting gemaakt aangezien dit erg afhangt van punt 1.2 en punt 1.3. Ook ligt het er natuurlijk aan hoeveel mensen hieraan zouden werken en hoeveel prioriteit er wordt gegeven voor dit product.

Risicoanalyse

1. Wat is het onderliggende doel van de doorstroom verbeteren? Hebben we het hier over het verbeteren van doorstroom van auto's, fietsen, ov of allemaal? Als er alleen wordt gefocust op een methode van vervoer loopt de doorstroom juist terug. Dit komt omdat mensen die anders de fiets of het OV nemen nu juist de auto gaan nemen. Zie hiervoor bijvoorbeeld het wegennet in de Verenigde Staten. Men focust hier erg op de doorstroom van auto's waardoor het gebruik van fietsen afneemt omdat het gevaarlijk is om te fietsen. Ook neemt het gebruik van het OV af aangezien bussen en trams vast komen te zitten in dezelfde file's als auto's. Ofwel het focussen op één methode van vervoer leidt tot een slechtere doorstroom. Daarom is het belangrijk om je af te vragen hoe je de doorstroom wilt verbeteren. Geef je OV verkeer voorrang? Krijgen fietsers ook voordeel van de nieuwe verkeers clusters? Nemen we in acht hoeveel mensen gemiddeld in een auto zitten?
2. Machine learning netwerken zien de wereld niet hetzelfde als wij het zien. Dit kan ervoor zorgen dat bepaalde inputs leiden tot onverwachte outputs. Zie hieronder een voorbeeld van een machine learning netwerk dat getraind is op foto's die in de war raakt door (voor ons) onzichtbare noise.



Om deze reden adviseren wij om de output van het model door een verkeersbeheer systeem te halen om zo de veiligheid te garanderen. Stel dat het model zecht: zet alle verkeerslichten op de kruising op groen. Dan valideert het verkeersbeheer systeem dit en zegt: dat is onveilig, ik neem het beheer over. Stel dat het model zecht: zet alle parallelle banen op groen. Dan zegt het beheersysteem: dat ziet er veilig uit, ik zet alle parallelle -banen op groen. Het beheersysteem garandeert hierbij dus de veiligheid en speelt dingen

van het model door als ze goed zijn, en als ze fout zijn neemt het beheersysteem zelf een keuze.

3. Ook zal men moeten nadenken over de veiligheid van systemen die aan elkaar gekoppeld zijn. Als stoplichten in kleine groepjes werken is er bij een cyberaanval een kleinere kans dat meerdere stoplichten tegelijk gehackt worden. Als dit allemaal door een centraal systeem bestuurd wordt is dit een groter risico.

Conclusie

Ik mis in de conclusie nog een hoop aspecten. De conclusie leest niet echt op zichzelf

Uit dit advies concluderen wij dat een reinforcement learning model veel voordelen kan hebben waaronder emissievermindering, een efficiënter verkeersbeheer en een hogere diversiteit van vervoersmiddelen. De implementatie van dit model zou echter ook risico's met zich meebrengen waaronder een vergrote impact van cyberaanvallen, verhoogde kosten door de implementatie en onderhoud van zowel het model als het verkeersbeheer systeem en als laatste zijn de risico's van het model nog niet duidelijk bekend in vergelijking met het huidige verkeersbeheer systeem. Wij raden daarom aan om eerst een kleinschalige pilot uit te voeren om te valideren dat het model correct werkt. Om dit project te realiseren raden wij aan om vooraf te onderzoeken waar de data van het verkeersbeheer zich bevindt. Ook raden wij aan om te onderzoeken of het huidige systeem als centraal beheerspunt kan dienen.

Bronnen

- ⬡ Not Just Bikes. (2020, 27 juli). Why the Dutch Wait Less at Traffic Lights. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=knbVWXzL4-4>
- ⬡ Not Just Bikes. (2020a, maart 9). Do Your Buses Get Stuck in Traffic? Traffic solutions & the Downs-Thomson Paradox. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=RQY6WGOoYis>
- ⬡ CMF Clearinghouse. (z.d.). Safety Evaluation of Protected Left-Turn Phasing and Leading Pedestrian Intervals on Pedestrian Safety. <http://www.cmfclearinghouse.org/>.
Geraadpleegd op 30 mei 2021, van
<http://www.cmfclearinghouse.org/detail.cfm?facid=9918>
- ⬡ CMF Clearinghouse. (z.d.-b). Safety Evaluation of Protected Left-Turn Phasing and Leading Pedestrian Intervals on Pedestrian Safety Details.
<http://www.cmfclearinghouse.org/>. Geraadpleegd op 30 mei 2021, van
http://www.cmfclearinghouse.org/study_detail.cfm?stid=559
- ⬡ VETAG / VECOM / SICS | SSS Techniek. (z.d.). <http://www.ssstechniek.nl/>. Geraadpleegd op 30 mei 2021, [van http://www.ssstechniek.nl/vetag-vecom-sics/](http://www.ssstechniek.nl/vetag-vecom-sics/)
- ⬡ Amersfoort kiest voor Groene Golf op doorstroomroutes - Vialis. (2021, 1 juni).
Geraadpleegd op 4 juni 2021.
<https://www.vialis.nl/nl/nieuws/detail/amersfoort-kiest-voor-groene-golf-op-doorstroomroutes>