

## Beleidsbrief Taxitellingen

Looptijd project april 2019 – oktober 2019

In het Taxitellingen project is onderzocht wat de mogelijkheden zijn van beeldherkenning algoritmes om betrouwbare tellingen te doen over aantallen taxi's en/of passagiers op taxistandplaatsen. Er zijn plannen om steeds meer taxistandplaatsen te verschonen en de gemeente Amsterdam vraagt zich af hoe de laadinfrastructuur in de stad het groeiende aantal schone taxi's kan bedienen op de taxistandplaatsen. Het automatiseren van tellingen op laadplekken en taxistandplaatsen met behulp van beeldherkenning algoritmes kan een belangrijke rol spelen bij het beantwoorden van deze beleidsvraag.

### Aanpak

De uitgewerkte vraagstelling voor het gebruik beeldherkenning was tweeledig:

1. In hoeverre worden de taxistandplaatsen gebruikt om passagiers af te zetten of op te pikken?
2. Is de laadinfra op een taxistandplaats juist gedimensioneerd?
3. Kunnen deze gegevens worden verkregen met beeldherkenning zonder privacy issues?

Op twee plekken in Amsterdam is gedurende een aantal weken data verzameld. Op een laadplek met vier snellaadplekken is tweemaal een week aan data verzameld. Er is gekeken naar het gebruik van een viertal laadplekken en of (en hoeveel) wachtende taxi's kunnen worden gedetecteerd als alle plekken bezet zijn. Op een taxistandplaats is eenmalig een week aan data verzameld om de doorloop van taxi's te onderzoeken en een inschatting te maken van het aantal ingestapte personen.

Er is een herkenningsalgoritme getraind op deze data die taxi's herkent en in de gewenste context situaties telt. Daarbij worden identificatie technieken gebruikt (voertuig, personen, kentekenkleur) en tracking technieken van objecten over locatie specifieke subframes (omgeving laadplek, omgeving taxistandplaats). Bij beide casussen zijn soortgelijke algoritmes en technieken gebruikt, om op deze manier te kunnen onderzoeken hoe groot de overdraagbaarheid tussen verschillende casussen is.

### Uitkomsten

Uit het project zijn de volgende inzichten gekomen.

- **Casus Snellaadplek:** Op de snellaadplek kon een goede indicatie worden gegeven van drukke momenten over de tijd heen en het gebruik van de vier laadplekken. De tellingen en het bepalen van het type auto (taxi/niet taxi) door het algoritme werken betrouwbaar. Er zijn ook momenten geïdentificeerd waarop taxi's aanwezig zijn die later verplaatsen naar een laadplek (deze hebben dus gewacht). Voor taxi's die aanwezig zijn en weggaan zonder te laden is het complex om te bepalen of een auto heeft gewacht om te gaan laden of dat deze om een andere reden geparkeerd stond. Technisch bleek het algoritme moeite te hebben om in de nacht de kleur van de kentekens te kunnen aflezen (identificatie taxi's). De praktijksituatie in een stedelijke omgeving was goed gecontroleerd, zonder veel versturende factoren, op enkele foutgeparkeerde bussen na die het beeld blokkeerden.
- **Casus Taxistandplaats:** Op de standplaats is de doorloop van het aantal taxi's bepaald en is gepoogd een inschatting te doen van het aantal instappende passagiers. De doorlooptijden (verblijfstijd op de taxiplaats) waren met de herkenningsalgoritmes goed te bepalen. Daarmee kan het gebruik van de taxistandplaats worden geïdentificeerd. De geselecteerde

taxistandplaats was een zeer drukke plek met veel voorbijgangers. Het algoritme analyseert het looppatroon van mensen in de omgeving van de taxi, en probeert te identificeren welke mensen uit beeld verdwijnen in de directe omgeving van de taxi (in de veronderstelling dat ze dan zijn ingestapt). Door de drukte in de looppatronen van voorbijgangers op deze plek bleek het niet mogelijk om betrouwbaar te bepalen hoeveel passagiers er instappen. Chauffeurs die buiten de taxi staan en langslowende personen werden regelmatig geïdentificeerd als instappende passagiers. Een instapbeweging is goed te herkennen als een auto in een gecontroleerde omgeving staat, maar in een complexe stadsomgeving met veel beweging en een breed camera-perspectief is deze techniek niet bruikbaar.

- **Privacy by design:** Om de privacy risico's zoveel mogelijk te kunnen uitsluiten is daarnaast als belangrijke toetsing van de toepasbaarheid in de praktijk gekeken naar hoe snel het ontwikkelde algoritme beelden kan analyseren. Met een algoritme dat een beeld snel kan analyseren zouden alle analyses op locatie kunnen worden uitgevoerd. Dit zou betekenen dat er geen beelden hoeven worden opgeslagen of over het internet te worden verstuurd, maar alleen de uiteindelijke tellingen. Uit de resultaten bij beide casussen blijkt dat het doen van de relatief eenvoudige tellingen in op locatie zou kunnen worden uitgevoerd met relatief goedkope hardware. Wel blijkt dat bij het bepalen van extra context in een complexe stadsomgeving de complexiteit van het algoritme snel toeneemt en daarmee ook de tijd die het algoritme nodig heeft om een beeld te analyseren. Ook de betrouwbaarheid neemt daarbij steeds verder af.

## Conclusie

Voor het analyseren van taxistandplaatsen in een complexe stadsomgeving is geautomatiseerde beeldherkenning bruikbaar binnen de algemene privacy voorwaarden. Objectherkenning en tellingen van (interactie) situaties zijn algemeen bekend en ook toepasbaar op taxistandplaatsen. Contextduiding (wachtende taxi's, instappende passagiers) is omgeving specifiek met extra training mogelijk, maar vraagt locatie specifieke inrichting en training van het algoritme. Complexe stedelijke omgevingen (drukke, licht, weersomstandigheden) verstoren de betrouwbaarheid. Bij een overzichtelijke casus, waarbij onverwachte gebeurtenissen zeldzaam zijn kan de huidige state-of-the-art goed en betrouwbaar toegepast worden.

## Aanbevelingen

De conclusies zijn voor verschillende kennisgebruikers relevant als deze willen werken met beeldherkenning algoritmes.

- Algoritmes om relevante informatie uit (camera) beelden te halen worden steeds bruikbaar. Advies bij toepassen van beeldherkenning algoritmes is om de beleidsvraag zo klein en concreet mogelijk te maken. Des te meer informatie er uit het beeld moet worden gehaald met een algoritme, des te moeilijker wordt het om een betrouwbare manier de juiste informatie uit het beeld te halen.
- Privacy waarborging is een niet te onderschatten onderdeel van dit type technische toepassingen. In beeldmateriaal van stadsomgevingen kan veel privacygevoelig materiaal zitten. Voorbeelden zijn kentekens, personen die zichtbaar in beeld zijn of huizen waarbij een voordeur of raam zichtbaar is op een deel van het beeld. Het is maatwerk voor iedere

casus welke informatievoorziening naar bewoners en voorbijgangers nodig is om toestemming te krijgen om op een locatie een camera te kunnen plaatsen. Het is een vereiste om bij iedere toepassing van dit soort algoritmes goed te kijken naar deze risico's. Door de hoek van waaruit een camera kijkt te veranderen kunnen soms al risico's worden geminimaliseerd, bijvoorbeeld als daardoor geen panden zichtbaar op beeld staan. In een verwerkersovereenkomst moet daarnaast duidelijk worden beschreven wat het doel is van de data verzameling, hoe het wordt opgeslagen en wie er allemaal bij de data kan komen.

- De betrouwbaarheid van algoritmes kan veranderen afhankelijk van de omstandigheden. Des te meer mogelijk onverwachte omstandigheden, des te sneller kan een algoritme in de war raken en verkeerde conclusies trekken. Denkbare omstandigheden zijn sneeuwval, hevige regen of verschillende lichtomstandigheden, maar er kunnen zich ook omstandigheden voordoen die alleen voor een specifieke casus gelden. Het is dan ook belangrijk om zelfs als het op termijn mogelijk is om alle berekeningen op locatie te doen en er geen privacygevoelige data meer hoeft te worden opgeslagen er steekproefsgewijs nog wel gekeken zal moeten worden of het algoritme in alle situaties en omstandigheden tot een juiste classificatie komt. Het is onmogelijk om in de ontwikkel fase van het algoritme al deze situaties af te vangen. Dit blijft nog een uitdaging bij de analyse van complexe standsomgevingen.

### **Team**

Hogeschool van Amsterdam

Nanda Piersma

Maarten Groen

Tom Otten

Laura Rijlaarsdam

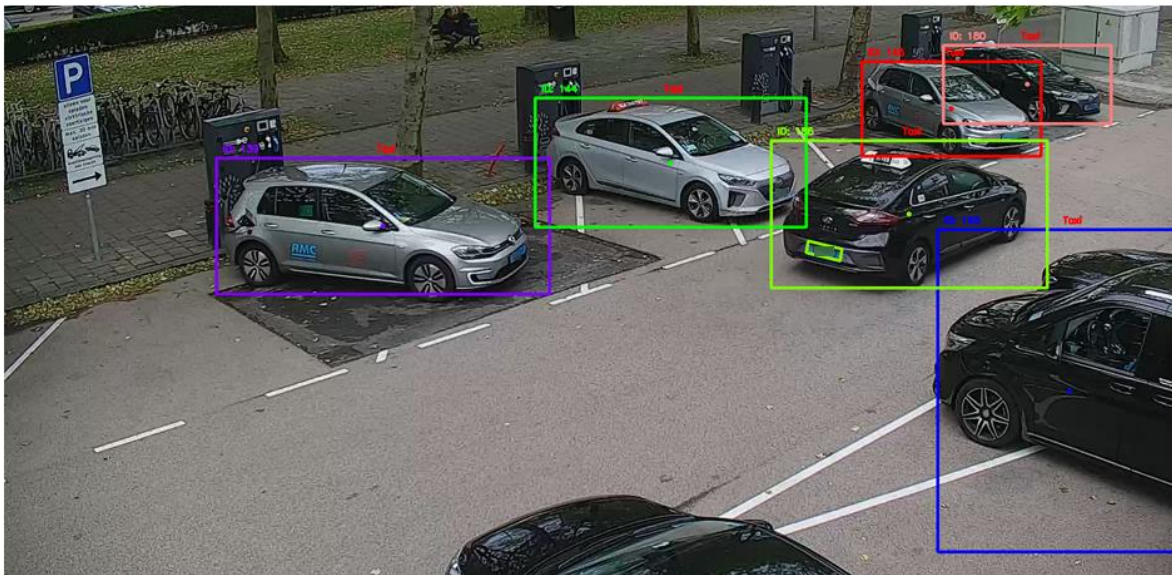
### **Betrokken organisaties**

- Gemeente Amsterdam
- Connection Systems

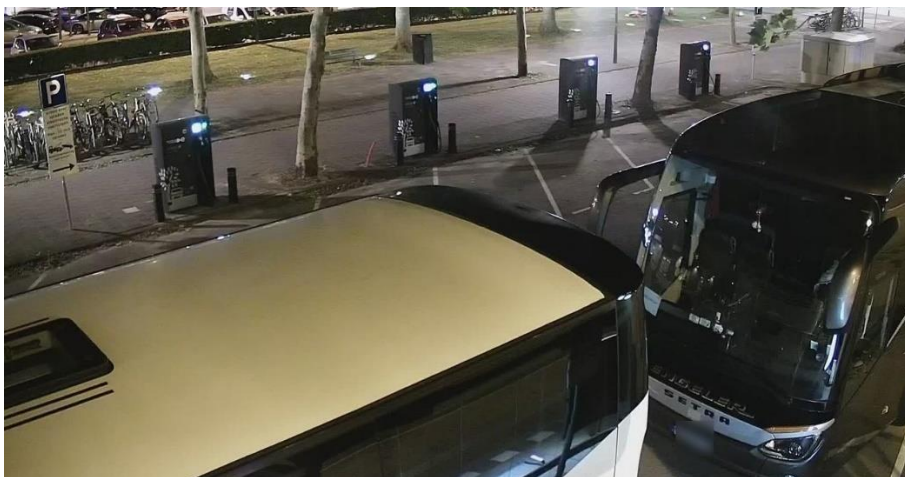
### **Output**

- Presentatie beleidsadviseurs Gemeente Amsterdam
- Publicatie ERCIM News
- Uitgebreide (technische) resultaten op te vragen

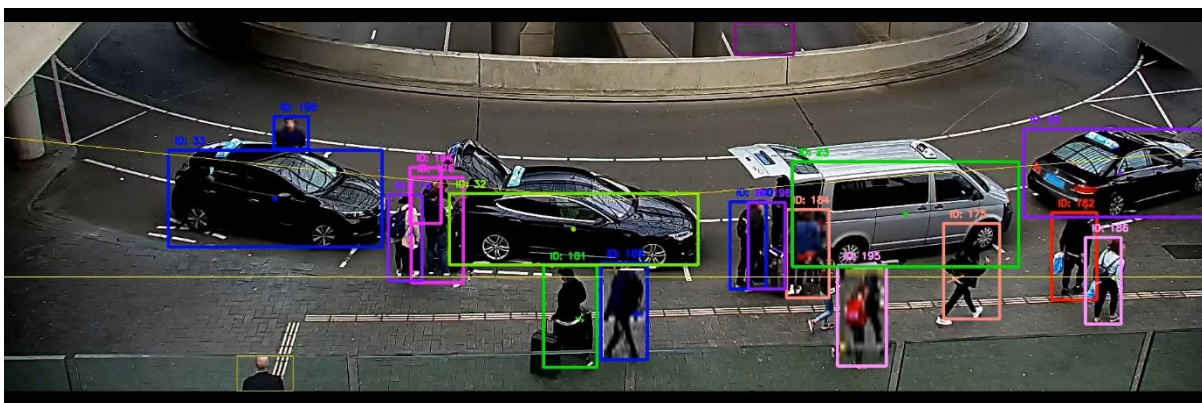
Beeldmateriaal



Figuur 1: Visualisatie van gevonden objecten in beeld door algoritme bij de snellaadplek.



Figuur 2: Voorbeeld van onverwachte blokkade van beeld bij snellaadplek.



Figuur 3: Visualisatie van gevonden objecten in beeld door algoritme bij de taxistandplaats.