

RIJSTROOKSIGNALISATIESYSTEEM ANTWERPEN: AUTOMATISCHE SNELHEIDSBEPERKINGEN OP BASIS VAN AID-METINGEN

PATRICK DEKNUDT

Departement Mobiliteit en Openbare Werken – afdeling Verkeerscentrum
JOS DECHAMPS

Departement Mobiliteit en Openbare Werken – afdeling Verkeerscentrum

Samenvatting

De voorbije jaren werd op het Antwerpse hoofdwegennet heel wat dynamische signalisatie geplaatst, ondermeer dynamische borden boven de rijstroken. Tezelfdertijd werden deze autosnelwegen ook voorzien van een hoge dichtheid aan camera-bewaking met Automatische IncidentDetectie (AID-) camera's. Het verkeerscentrum ontwikkelde een methode om de verkeersparameters die deze camera's genereren aan te wenden voor de aansturing van de rijstrooksignalisatie. Begin november '07 werd de koppeling tussen de AID-metingen en het RSS-systeem in operationele dienst genomen. Sindsdien wordt het systeem verder geoptimaliseerd en geautomatiseerd maar loopt ook onderzoek naar het gebruik van inductielussen en meer proactieve aansturingen.

Résumé

Ces dernières années, de nombreux équipements de signalisation dynamique, tels que des panneaux dynamiques au-dessus des voies, ont été installée sur le réseau routier principal d'Anvers. En même temps, ces autoroutes ont été pourvues d'une couverture très dense en caméras de surveillance avec détection automatique d'incidents (caméras DAI). Le centre de trafic a examiné dans quelle mesure les paramètres de la circulation peuvent être utiliser pour commander la signalisation par voie. Début Novembre '07, le lien entre les mesures DAI et la commande semi-automatiques des systèmes RSS a été rendu opérationnel. Depuis lors, le système a encore été optimisé et automatisé, mais l'usage des boucles à induction et de commandes plus proactives est également examiné..

1. Aanleiding

De voorbije jaren werd op het Antwerpse hoofdwegennet heel wat dynamische signalisatie geplaatst, ondermeer dynamische borden boven de rijstroken. Via deze rijstrooksignalisatie (RSS) kan aan dynamische verkeersgeleiding gedaan worden door rijstrookspecifieke beperkingen op te leggen i.f.v. de actuele verkeersstoestand. Het gaat hierbij zowel om snelheidsbeperkingen en –harmonisatie als het afkruisen van rijstroken n.a.v. incidenten, werken,... en het verdrrijven van het verkeer van de gehinderde rijstroken.

De R1 (beide rijrichtingen) en de toekomstige snelwegen E17, E19zuid, E34-E313 en E19noord werden met dergelijke rijstrooksignalisatie (RSS), in totaal een kleine 60km autosnelweg met 107 RSS-portalen, uitgerust¹.

Tezelfdertijd werden deze autosnelwegen ook voorzien van camera-bewaking met Automatische IncidentDetectie (AID-camera's). Dit zijn camera's die de verkeersafwikkeling real-time in beeld brengen, en tevens uitgerust zijn met een beeldverwerkingsmodule die op basis van beeldanalyse o.m. stilstaande voertuigen kan herkennen.

Het RijstrookSignalisatie Systeem (RSS) wordt centraal bediend vanuit het verkeerscentrum, grotendeels op basis van de beelden bekomen uit de AID-camera's die eveneens centraal in het verkeerscentrum beschikbaar zijn. Aangezien het op de betrokken snelwegen gaat om een 240-tal camerabeelden en bijna 420 aan te sturen RSS-borden in een complexe verkeerssituatie is het menselijk gezien voor een operator quasi onmogelijk om ten allen tijde elk bord van de correcte beeldstand te voorzien. Daarom werden en worden door het verkeerscentrum systemen ontwikkeld die de operator hierin ondersteunen.

2. RijstrookSignalisatie Systeem RSS

Van in den beginne heeft het verkeerscentrum geopteerd voor een centrale bediening van de RSS-borden, dit in tegenstelling tot gelijkaardige systemen in de ons omringende landen (bv. Nederland). Het uitgangspunt is hierbij steeds geweest dat de verkeerssituatie als een geheel moet bekeken en gestuurd worden, wat moeilijker te realiseren is met lokaal autonoom werkende installaties. Een globale aansturing dient dan ook centraal te gebeuren. Een eerste ontwikkeling was daarom een systeem dat de beeldstanden van de verschillende borden op elkaar afstemt, gebaseerd op verkeerskundige regels en logica. Dit systeem zorgt ervoor dat als er voor een RSS-bord een bepaald teken (afkruising, snelheidsbeperking, ...) wordt aangevraagd, de borden in de omgeving automatisch een aangepaste beeldstand krijgen, rekening houdend met een aantal verkeerskundige regels die o.m.:

- de snelheidsverschillen tussen rijstroken onderling beperken (max. 20km/u verschil)
- het aantal verschillende snelheidslimieten rijbaanbreed beperken

¹ Begin 2009 werd bijkomend de E313 wegvak Geel-Oost – Antwerpen (+/- 30km) in gebruik genomen.

- zorgen voor een graduele snelheidsafbouw in de rijrichting (in stappen van 20km/u)
- de snelheid in de rijrichting harmoniseren en egaliseren
- zorgen voor een correcte en logische verdrijving van het verkeer bij afkruisingen
- het openen en sluiten van busstroken (BOB) beheren
- ...

Dit om naar de weggebruiker toe een consistent geheel te vormen en al te fluctuerende beeldstanden (zowel in tijd als ruimte) te vermijden.

Dit systeem, de RSS-centrale, zorgt ervoor dat de operator zich kan concentreren op de correcte signalisatie op t.h.v. een incident (ongeval, filestaart,...) en dat de beeldstand op de RSS-borden in de omgeving automatisch wordt aangepast.

3. Optimalisatie AID-camera's

AID-camera's zijn, zoals hun naam doet vermoeden, in de eerste plaats incidentdetectie camera's. Dit houdt in dat ze, op basis van beeldverwerking, incidenten (onder de vorm van stilstaande voertuigen) detecteren. Indien een AID-camera een dergelijk incident detecteert, wordt het bijbehorende beeld dan ook onmiddellijk geprojecteerd op de videowall in de operatorzaal van het verkeerscentrum. De operatoren kunnen dan op basis van dit videobeeld een inschatting maken van dit incident (ongeval, ladingverlies, stilstaande wagens in file, ...) en de nodige actie (o.m. het aansturen van de rijstrooksignalisatie) ondernemen.

Naast incidentdetectie leveren deze camera's echter ook per rijstrook de snelheid waarmee voertuigen passeren alsmede de bezettingsgraad. Intensiteiten (aantal voertuigen) of voertuigklasse kunnen echter niet gemeten worden². Het Verkeerscentrum onderzocht daarom in hoeverre deze secundaire AID-metingen (snelheid en bezettingsgraad) kunnen gebruikt worden in de aansturing van de rijstrooksignalisatie.

Gezien de dichtheid aan AID-camera's op het Antwerpse hoofdwegennet, en bij gebrek aan meetinstrumenten in eenzelfde dichtheid, konden ze eventueel in aanmerking voor dergelijke operationele doeleinden.

Vergelijkbare systemen in de ons omringende landen om rijstrooksignalisatie aan te sturen, maken echter steeds gebruik van snelheden en intensiteiten, veelal bekomen uit inductielussen. Aangezien de beoogde AID-camera's geen voertuigen 'tellen', moest onderzocht worden of de combinatie snelheid – bezettingsgraad kon instaan voor dergelijke aansturing.

Daarnaast moest er rekening mee gehouden worden dat bij de gebruikte technologie (beeldverwerking) de verkeersparameters op een heel andere manier bekomen worden dan bv. De snelheden en bezettingsgraden uit inductielussen. Dit maakt dat de bekomen waarden niet steeds 100% vergelijkbaar zijn, waardoor elders reeds ontwikkelde algoritmes niet zonder meer toepasbaar zijn.

² Dit geldt voor het type AID-camera dat in de regio Antwerpen gebuikt wordt

In tegenstelling tot inductielussen worden de snelheden en bezettingsgraden door een AID-module gemeten over een lengte van typisch 15m lang (de snelheidszone genaamd).

Eveneens anders dan inductielussen 'zien' AID's geen individuele voertuigen. Ze volgen een wolk van bewegende punten over de snelheidszone en leiden hier een snelheid uit af. Als 2 voertuigen dicht achter elkaar rijden kan dit als 1 puntenwolk worden gezien.

Vervolgens worden de gemeten waarden nog eens afgevlakt door een voortschrijdend gemiddelde. Hierbij is niet de tijd het criterium maar wel het aantal puntenwolken dat men gevolgd heeft. Bij normaal verkeer komt dit overeen met een voortschrijdend gemiddelde over een periode van ongeveer 1 minuut (dit slechts als benadering gezien).

De gemeten snelheden en bezettingsgraden worden ook beïnvloed door de kijkhoek van de camera, welke een schuine hoek vormt met het wegdek. Hierdoor lijken voertuigen langer (geprojecteerd op het asfalt) dan ze in werkelijkheid zijn. Meer nog, ze schijnen te verlengen naarmate ze zich van verder van de camera bewegen.

Vervolgens worden de gemeten waarden nog eens afgevlakt door een voortschrijdend gemiddelde. Hierbij is niet de tijd het criterium maar wel het aantal puntenwolken dat men gevolgd heeft. Bij normaal verkeer komt dit overeen met een voortschrijdend gemiddelde over een periode van ongeveer 1 minuut (dit slechts als benadering gezien).

Tenslotte speelt ook de invloed van wissellende licht- en weersomstandigheden een niet onbelangrijke rol.

Bovendien kwamen we al snel tot de vaststelling dat de individuele uitregeling van elke beeldverwerkingsmodule (een AID heeft 64 instelbare parameters) een grote invloed heeft op de betrouwbaarheid van de gegenereerde meetdata.

Na intensief onderzoek, finetuning en simulatie zijn we er de voorbije jaren echter in geslaagd om de kwaliteit van de AID-metingen snelheid en bezettingsgraad (onder niet al te extreme omgevingsomstandigheden) voldoende hoog te krijgen. Het gaat hier om een 230-tal camera's met elk gemiddeld 5 rijstroken met metingen van snelheid en bezettingsgraad.

4. Koppeling AID-RSS

Parallel aan de fine-tuning van de AID-camera's werd gewerkt aan algoritmes die op basis van de gemeten snelheid en bezettingsgraad een aangepaste snelheidsbeperking bepalen. Dit was een grotendeels pragmatisch en iteratief proces, waarbij de gegenereerde snelheidsbeperkingen vergeleken werden met de visuele beoordeling van de bijbehorende beelden.

Door koppeling van deze metingen via het aldus bekomen algoritme aan het rijstrooksignaal systeem werd een (semi-) automatische snelheidssturing gerealiseerd, welke na intensieve fine-tuning en optimalisatie begin november '07 in operationele dienst genomen werd.

Dit systeem werkt in grote lijnen als volgt:

Elk rijstrooksignaalbord wordt gekoppeld aan één of meerdere AID-camera's (rijstrookniveau) direct stroomafwaarts. Het gaat hierbij om een 750tal rijstrookmetingen van

snelheid en bezettingsgraad. Elke 30 sec wordt, op basis van de meest recente metingen, een berekening gemaakt, waarbij het ontwikkelde algoritme uit een combinatie van snelheid en bezettingsgraad per RSS-bord bepaalt welk snelheidsregime dient gehanteerd. Per rijstrookmeting kan een (licht) afwijkend algoritme³ toegepast worden i.f.v. de specifieke plaatsomstandigheden (bocht, tunnel, ...)

Deze individuele snelheidsaanvragen worden vervolgens door de RSS-centrale verwerkt, rekening houdend met een aantal verkeerskundige regels en de beeldstand van de naburige RSS-borden (op hetzelfde portaal, maar ook de vorige en volgende portalen), zoals hoger beschreven.

De RSS-centrale berekent daarop voor elk van de meer dan 400 RSS-borden de gewenste beeldstand en vergelijkt deze met de huidige beeldstand.

In een eerste fase werden de wijzigingen t.o.v. de huidige beeldstand vervolgens aan de operator ter uitvoering gepresenteerd. In deze proeffase werd het systeem verder geoptimaliseerd zodat gaandeweg meer en meer aansturingen zonder menselijke tussenkomst konden gebeuren en bijgevolg ook de reactiesnelheid ervan kon opgedreven worden. Momenteel werkt het quasi volautomatisch en heeft de operator gaandeweg een eerder superviserende rol gekregen.

Deze werkwijze (aansturing van RSS-borden op basis van AID-snelheden en bezettingsgraden) en de centrale verwerking ervan wordt tot op heden nergens anders toegepast.

5. Verdere ontwikkelingen

De koppeling van AID-metingen aan het rijstrooksignalisatie systeem, zoals hierboven beschreven, zorgt voor dynamische snelheidsbeperkingen i.f.v. de actueel gemeten verkeerssituatie. Het gaat hierbij wel om reactieve dynamische snelheidsbeperkingen, in de zin dat de vertraging op de weg zich eerst moet voordoen alvorens de snelheidsbeperking wordt opgelegd. Op deze manier kunnen vertragingen en filestaarten beveiligd worden. Bijna alle systemen die op een dynamische manier snelheidsbeperkingen opleggen in de ons omringende landen, doen dit eveneens op een dergelijke reactieve manier.

Complexer zijn proactieve snelheidsbeperkingen. Deze moeten er immers voor zorgen dat de verkeersstroom gehomogeniseerd wordt, de kans op plotse snelheidsverschillen preventief doen afnemen zodat de reactieve snelheidsbeperkingen zich minder voordoen.

Ook andere beperkingen zoals het inhaalverbod vrachtwagens zouden i.f.v. de actuele verkeerstoestand dynamisch moeten kunnen worden opgelegd/opgeheven.

Anderzijds is het zo dat de door de optimalisatie van de AID-camera's de afgelopen jaren de metingen sterk verbeterd zijn, maar ook dat we tegen de limieten van de technologie beginnen aan te lopen. Het blijven immers camera's, onderhevig aan licht- en meteo-omstandigheden.

³ schematische weergave Algoritme in bijlage

Binnen het verkeerscentrum lopen daarom een aantal verbeterprojecten m.b.t. de automatische aansturing van de rijstrooksignalisatie, en dit op 3 fronten:

Enerzijds wordt gewerkt aan een optimalisatie van de gegevensstroom in de ganse ketting AID-RSS met het oog op het maximaal versnellen ervan zodanig dat het systeem alerter reageert. Voorts loopt onderzoek naar de bijkomende of vervangende inzet van inductielussen en diverse bruikbare algoritmes en regelstrategieën en tenslotte wordt ook onderzocht in hoeverre korte-termijnprognoses input kunnen leveren voor een proactieve sturing.

6. Bijlage: voorbeeld van AID-RSS-algoritme

Onderstaande figuur geeft schematisch aan op welke manier de AID-RSS algoritmes opgebouwd zijn. Er wordt gewerkt met bandbreedtes waarbij de diverse snelheids- en bezettingsgraadbanden elkaar overlappen zodanig dat het systeem alert kan reageren zonder nerveus te worden.

Per AID rijstrook wordt met een dergelijk algoritme gewerkt. De parameters (grenswaarden) van dit algoritme zijn per rijstrook ingesteld en kunnen daarmee afwijken, afhankelijk van de plaatsgesteldheid. Enkel de snelheidsbeperkingen '50' en '70' zijn momenteel geïmplementeerd.

