

Het gebruik van C-ITS om de responstijd van ambulancezorg te verminderen in gesimuleerd stedelijk verkeer

Giel Oosterbos

Technische Universiteit Eindhoven ¹

Dujuan Yang

Technische Universiteit Eindhoven ²

Alex Donkers

Technische Universiteit Eindhoven ³

Themanummer CVS 2022

[De originele bijdrage voor het CVS](#)

¹ Technische Universiteit Eindhoven (voormalig werkgever): E: gieloosterbos3@gmail.com

² Technische Universiteit Eindhoven: E: d.yang@tue.nl

³ Technische Universiteit Eindhoven: E: a.j.a.donkers@tue.nl

1. Inleiding

In levensbedreigende medische situaties telt elke seconde waarin het slachtoffer moet wachten om geholpen te worden. Volgens een grootschalig Brits onderzoek kan het inkorten van de responstijd van hulpdiensten met een minuut, de overlevingskans in het geval van een hartaanval met maar liefst 19% verhogen (Turner, O’Keeffe, Dixon, Warren, & Nicholl, 2006). Daarom geldt in Nederland de norm dat hulpdiensten in 95% van de levensbedreigende noodoproepen binnen de 15 minuten ter plaatse moeten zijn (Milieu, Rijksinstituut voor Volksgezondheid (RIVM), 2011). Deze tijdsdruk zorgt ervoor dat ambulanciers zich onder verhoogde stress door het verkeer verplaatsen, met een hoger risico op ongelukken als gevolg. Zo vonden er in Nederland, in de jaren 2018 en 2019 samen, 165 verkeersongevallen plaats waarbij een prioriteitsvoertuig betrokken was (Instituut Fysieke Veiligheid, 2020). In een derde van deze gevallen negeerde het prioriteitsvoertuig een rood verkeerslicht.

De Europese Commissie hoopt dat een vergaande digitalisering van het verkeer hierin verandering kan brengen (European Commission, 2016). De introductie van geconnecteerd verkeer, waarin zogenaamde Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) informatie met elkaar uitwisselen, belooft de veiligheid en efficiëntie van het wegtransport significant te bevorderen. In Nederland heeft het Talking Traffic consortium de uitrol van intelligente verkeersregelinstanties in gang gezet en kunnen de eerste C-ITS applicaties al op grote schaal in de praktijk worden toegepast (Werkgroep Stappenplan iVRI, 2021).

In dit onderzoek worden twee C-ITS applicaties voorgesteld om de veiligheid en responstijd van hulpdiensten in stedelijk verkeer te bevorderen. De Traffic Signal Priority Service voorziet hulpdiensten van absolute voorrang bij verkeerslichten uitgerust met intelligente verkeersregelinstanties. De Vehicle Rerouting Service leidt andere voertuigen weg van de route van de hulpdiensten zodat deze minder vertraging ondervinden. Beide applicaties worden geëvalueerd in simulaties op het wegennetwerk van Eindhoven met de microscopische verkeerssimulator SUMO (Lopez, et al., 2018). De evaluatie wordt uitgevoerd op basis van de impact op de reistijden van zowel de hulpdiensten als de andere voertuigen.

2. Methode

In dit onderzoek worden twee C-ITS applicaties geëvalueerd in simulaties. Daarom moet er eerst een realistisch verkeersscenario opgesteld worden. Dan kunnen de C-ITS applicaties geïmplementeerd worden en kan hun impact op de responstijd van de hulpdiensten bepaald worden.

2.1 Scenario

De simulaties spelen zich af op het wegennetwerk van het stadscentrum van Eindhoven dat een straal van ongeveer 2 km heeft. De wegen en verkeerslichten werden vanuit OpenStreetMap naar het benodigde SUMO formaat geëxporteerd, zie Figuur 1 (OpenStreetMap contributors, 2021). De routes die voertuigen op dit wegennetwerk volgen, zijn gebaseerd op relatieve herkomst-bestemmingsmatrices die met een gratis proefversie van de TomTom webservices bepaald werden (TomTom N.V., 2022). Extern verkeer werd meegenomen en komt de simulatie binnen via de buitenste vakken van de herkomst-bestemmingsmatrix. Na een eerste simulatie werd het aantal ritten in de HB-matrix nog eens geschaald zodat het aantal voertuigen op specifieke locaties in het netwerk beter overeenkomt met absolute voertuigtellingen van de gemeente Eindhoven. Op deze wijze werd een realistisch verkeersscenario opgesteld voor een reguliere maandagavond tussen 19:00 en 23:00.

In het scenario krijgen de hulpdiensten elke vijf minuten een noodoproep binnen. Er vertrekt dan een ambulance vanuit de hub, aangeduid door de rode pijl in Figuur 1, naar een willekeurige locatie in het wegennetwerk. De simulatie is zo ingesteld dat ambulances de snelheidslimieten met een factor van 1,5 mogen overschrijden en een rood verkeerslicht kunnen negeren.



Figuur 1: Wegennetwerk van het stadscentrum van Eindhoven.

2.2 C-ITS Applicaties

De eerste C-ITS applicatie die getest wordt, is de Traffic Signal Priority Service (TSPS). Deze applicatie laat hulpdiensten toe om tijdig een prioriteitsverzoek naar de intelligente verkeersregelinstanties (iVRI) te versturen. De afstand waarop de ambulance dit verzoek verstuurt, wordt de TSP radius genoemd en is een parameter van de applicatie. Vervolgens zal de iVRI de verkeerslichten aan het kruispunt volgens het schema in Tabel 1 veranderen. Alle verkeerslichten in het wegennetwerk worden als iVRI's beschouwd.

Tabel 1: Transitie-schema van de verkeerslichten in de Traffic Signal Priority Service.

Volgorde	Verkeerslichten	Overgangsvoorwaarde
1	Actuatie programma	Ambulance binnen TSP radius
2	Allen geel	4 seconden
3	Ambulance groen - rest rood	Ambulance passeert kruispunt
4	Ambulance geel - rest rood	3 seconden
5	Allen rood	2 seconden

De tweede C-ITS applicatie is de Vehicle Rerouting Service (VRS). Door middel van de VRS delen hulpdiensten hun route met gewone weggebruikers zodat deze andere wegen kunnen kiezen en minder vertraging veroorzaken voor de hulpdiensten. Op het moment dat er een noodoproep binnenkomt, wordt meteen de route van de ambulance berekend. Vervolgens krijgen alle gewone voertuigen een update van kosten per wegsegment in het netwerk. De service zorgt ervoor dat de

virtuele kost van de wegsegmenten die overeenkomen met de route van de ambulance met een factor 4 verhoogd worden. Dit zorgt ervoor dat andere weggebruikers de route van de hulpdiensten zullen proberen te vermijden.

3. Resultaten

Om de impact van de C-ITS applicaties te kunnen evalueren, moeten er eerst benchmark reistijden voor de hulpdiensten en de andere voertuigen bepaald worden. In de benchmark simulaties worden dan ook geen C-ITS applicaties gebruikt. Elke configuratie wordt tien keer gesimuleerd om de randomness in het scenario in rekening te brengen, de gemiddelde resultaten worden in Tabel 2 getoond.

In de benchmark configuratie werken gemiddeld 12.681 voertuigen hun route af per uur. De gemiddelde lengte van de routes is ongeveer 2,6 km. De ambulance hebben een hogere snelheid dan de andere voertuigen doordat ze de snelheidslimiet met een factor 1,5 mogen overschrijden en rode lichten mogen negeren.

De Traffic Signal Priority Service werd met verschillende waarden voor de TSP radius getest. De optimale afstand voor het verzenden van het prioriteitsverzoek werd vastgesteld op 800 meter. Deze TSP radius zorgt ervoor dat de hulpdiensten geen wachtrijen meer ondervinden wanneer ze de verkeerslichten bereiken. In deze configuratie stijgt de snelheid van de ambulances met ongeveer 20% en daalt hun gemiddelde reistijd met 25 seconden. Door de minder efficiënte bediening van de verkeerslichten rijden de andere voertuigen gemiddeld 0,7% trager.

De Vehicle Rerouting Service zorgt ervoor dat de gemiddelde snelheid van de hulpdiensten tot 59 km/h stijgt, een toename van 23,7% in vergelijking met de benchmark simulaties. Het afleiden van de andere voertuigen naar wegen die niet overlappen met de route van de ambulance zorgt er echter ook voor dat deze voertuigen gemiddeld 13,8% trager rijden.

De twee C-ITS applicaties kunnen ook complementair gebruikt worden. De TSPS helpt de ambulances sneller voorbij de verkeerslichten, terwijl de VRS ervoor zorgt dat ze vlotter kunnen rijden op de wegen daartussen. Het combineren van de applicaties voert de snelheid van de ambulances verder op en kort hun gemiddelde reistijd in met 50 seconden. Met een daling van 14,4% in hun snelheid is de impact op de standaard voertuigen is echter zeer groot.

Tabel 2: De gemiddelde route statistieken van de ambulances en de andere voertuigen (AV), voor verschillende configuraties van de Traffic Signal Priority Service (TSPS) en de Vehicle Rerouting Service (VRS). De standaard deviatie is tussen haakjes aangegeven.

Configuratie	Route Lengte [m]	Totale Reistijd [h]	AV Reistijd [s]	Ambulance Reistijd [s]	AV Snelheid [km/h]	Ambulance Snelheid [km/h]
Benchmark	2.634(3)	3.934(6)	279,0(4)	210(12)	33,99(7)	47,7(7)
TSPS	2.635(3)	3.964(10)	281,2(7)	175(12)	33,74(7)	57(1)
VRS	2.549(3)	4.413(9)	313,1(6)	166(8)	29,31(3)	59(1)
Combinatie	2.550(4)	4.442(21)	315(2)	159(7)	29,1(1)	62,1(9)

4. Conclusie

Dit onderzoek toont aan dat C-ITS applicaties veelbelovend zijn om de responstijd van hulpdiensten te reduceren en hun veiligheid in het verkeer te verhogen. Uit de simulaties blijkt dat het tijdig prioriteren van ambulances bij verkeerslichten hun gemiddelde snelheid met ongeveer 20% kan doen toenemen. Dit komt overeen met een reductie van 30 seconden in de aanrijtijd voor noodgevallen in het centrum van Eindhoven. Het is echter ook van belang dat de invloed op andere weggebruikers wordt meegenomen in de analyse. Voor de Traffic Signal Priority Service is deze impact beperkt met een vertraging van 0,7% voor de andere voertuigen. Voor de Vehicle Rerouting Service, daarentegen, loopt dit op tot een vertraging van 13,8%. Beide applicaties zijn compatibel, maar door het grote negatieve effect van de VRS heeft ook de combinatie van de applicaties een zeer grote invloed op de verkeersdoorstroming.

Referenties

European Commission. (2016). A European strategy on cooperative intelligent transport systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility.

Instituut Fysieke Veiligheid. (2020). Ongevallenstatistiek voorrangsvoertuigen 2018-2019. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.

Lopez, P., Behrisch, M., Bieker-Walz, L., Erdmann, J., Flötteröd, Y.-P., Hilbrich, R., . . . Wiebner, E. (2018). Microscopic Traffic Simulation using SUMO. Maui: IEEE.

Milieu, Rijksinstituut voor Volksgezondheid (RIVM). (2011). Tijdsduren in de ambulancezorg analyse van spoedinzetten in 2009.

OpenStreetMap contributors. (2021). Planet dump. Retrieved from <https://planet.osm.org>

TomTom N.V. (2022). Move.tomtom. Retrieved from <https://move.tomtom.com>

Turner, J., O’Keeffe, C., Dixon, S., Warren, K., & Nicholl, J. (2006). The costs and benefits of changing ambulance service response time performance standards. Sheffield: University of Sheffield.

Werkgroep Stappenplan iVRI. (2021). Stappenplan iVRI 2.0 handreiking voor wegbeheerders.