

Connected Cruise Control

Vaste grond onder de roze wolk van coöperatieve systemen

De beloftes zijn bekend: coöperatieve voertuig-wegkantsystemen zorgen voor betrouwbaardere reistijden, verhoogde verkeersveiligheid en verminderde emissies. Maar willen die beloftes ooit ingelost worden, dan is het niet voldoende om de boel technisch rond te krijgen. Een heldere en commercieel interessante *product- en servicedefinitie* is ten minste zo belangrijk. Met het concept Connected Cruise Control (CCC) is een belangrijke stap gezet op weg naar zo'n definitie.

In projecten als Smartway (Japan), IntelliDrive (Verenigde Staten), CVIS en Safespot (EU) zijn essentiële technologieën voor coöperatieve systemen beproefd. De technologieën zijn inmiddels verrijkt, beproefd en door de 'standaardisatiemolens' gehaald. Technisch gezien begint het er dus aardig op te lijken. De volgende vraag die beantwoord moet worden, is of voldoende helder is wat de eindgebruiker ermee kan en wat hij er wijzer van wordt. Anders gezegd, zijn de product- en servicedefinities commercieel interessant? Het High Tech Automotive Systems-innovatieprogramma, dat is overgegaan in AutomotiveNL, werkt al vanaf 2010 aan een systeem dat aan die eisen voldoet: *Connected Cruise Control* (CCC). Het CCC-project wordt uitgevoerd door een consortium bestaande uit TU Delft, TU/e, TU Twente, TNO, NOKIA, NXP, Technolution, Clifford, Rijkswaterstaat en SWOV.

Tijdig en adequaat anticiperen

CCC helpt de voertuigbestuurder bij het tijdig en adequaat anticiperen op de stroomafwaartse verkeersafwikkeling. Het geeft advies over de juiste snelheid, rijstrook en tussenafstand op basis van een voorspelling op rijstrookniveau van het verkeer stroomafwaarts. De bestuurder benut daardoor beter de vrije ruimte in het verkeer en op de weg én helpt om schokgolven te dempen. Daarmee positioneert CCC zich tussen de zogeheten *Advanced Driver Assistance*-systemen (ADAS) en de navigatiesystemen met real-time informatie. De verwachting is dat CCC tot 30% minder voertuigverliesuren leidt bij invoegingen.

Het CCC-systeem maakt gebruik van in-car- en wegwagentcomponenten, die onderling verbonden zijn met GPRS-communicatie. Het systeem is ontwikkeld en in december 2012 live getest op de A20 tussen Rotterdam en Gouda. Wat het CCC-project extra in-

teressant maakt, is dat er een product- annex servicedefinitie is opgesteld die gebruik maakt van bestaande of bijna marktrijpe technologieën. In het onderstaande bespreken we kort uit welke elementen die definitie bestaat en met welke factoren rekening is gehouden.

De opbouw van het individuele advies

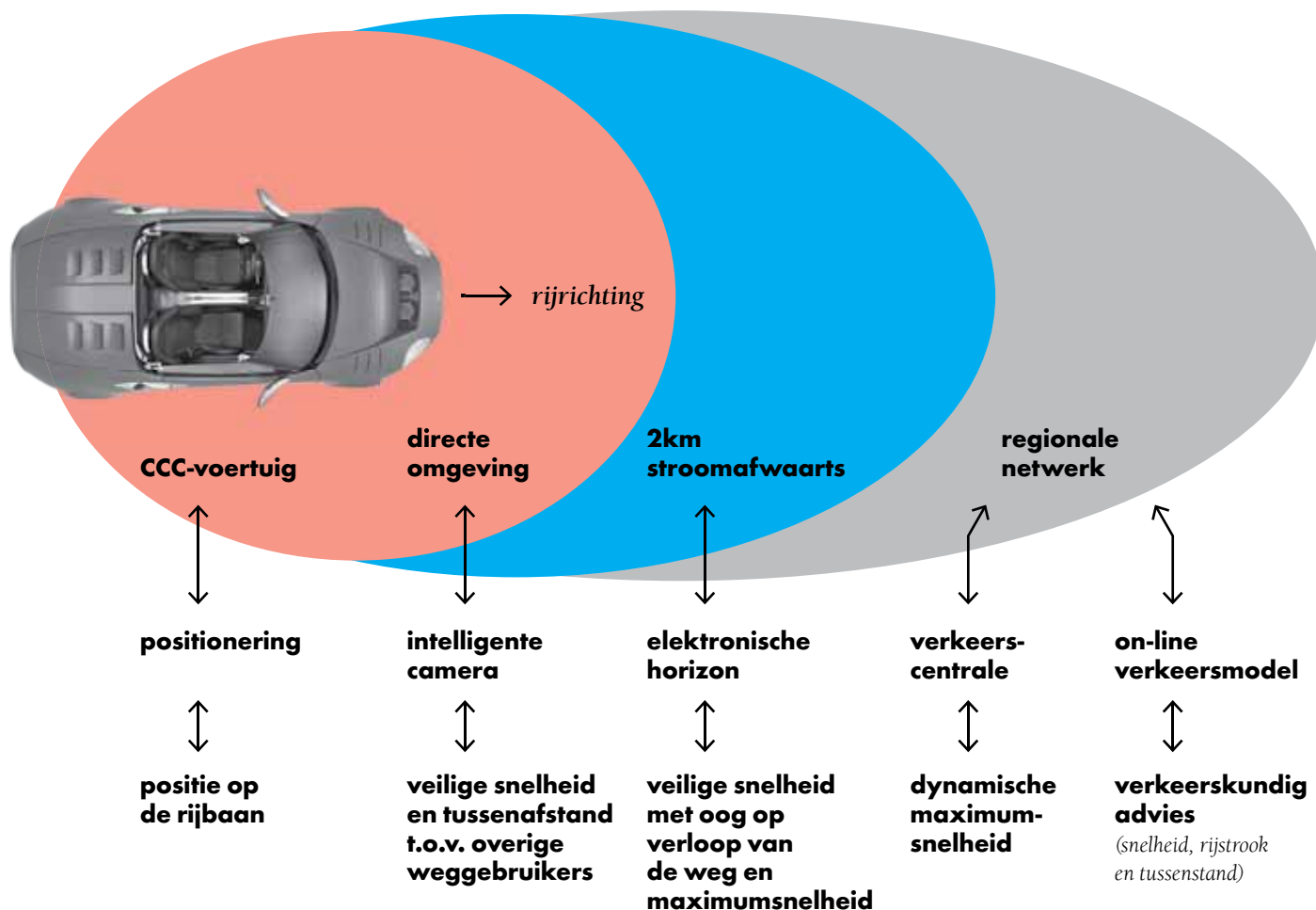
Het individuele advies aan de voertuigbestuurder volgt uit vier in elkaar grijpende informatielussen – zie ook de figuur op de bladzijde hiernaast. Allereerst is er het *CCC-voertuig* zelf, met informatie over zijn exacte positie en snelheid. Een intelligente camera houdt de weggebruikers *vóór het voertuig* in de gaten en bepaalt een veilige snelheid en tussenafstand tot deze weggebruikers. De *elektronische horizon* geeft een doorkijkje naar het verdere verloop van de weg: is er even verderop een scherpe bocht of wegvallende rijstrook, wat zijn de maximumsnelheden? Vanuit de *verkeerscentrale* worden de actuele, dynamische maximumsnelheden betrokken.

Op basis van al deze input genereert CCC een individueel advies voor de aan te houden snelheid, tussenafstand en rijstrook, reagerend op de stroomafwaartse verkeersafwikkeling. Omgekeerd levert het voertuig data over de eigen rit (floating car data) terug.

Het verkeerskundige advies

Op het moment dat er file ontstaat, is de weg meestal onderbenut. File ontstaat vaak op een drukke rijstrook, bijvoorbeeld als gevolg van een aantal rijstrookwisselingen, terwijl de andere rijstroken nog restcapaciteit hebben. Het is onmogelijk voor bestuurders hier tijdig op te anticiperen: wanneer zij door hebben dat er een file ontstaat, is het eigenlijk al te laat om bijvoorbeeld van rijstrook te wisselen. Maar CCC kan in veel situaties wél anticiperen. Het levert de bestuurder van tevoren informatie over het verhoogde risico op een file en adviseert een handeling om dit risico te verlagen. Ook als er al file is, is er met CCC winst te behalen. Dit heeft te maken met de zogenaamde capaciteitsval¹, ofwel het feit dat de door-

¹ Zie de tutorial 'Een introductie op de verkeersstroomtheorie' in NM Magazine 2012 #3, te downloaden op NM-Magazine.nl/download.



CCC → geïntegreerd, individueel advies (snelheid, tussenstand en rijstrook)

stroming uit de file lager is dan de maximale doorstroming van een weg. Dit komt deels doordat bestuurders in de file grotere hiaten accepteren aangezien men 'verderop toch weer moet remmen'. Uiteraard geldt dat niet voor het einde van de file, maar bestuurders kunnen dat niet voldoende waarnemen. CCC attendeert bestuurders op het einde van de file, zodat ze actiever achter het stuur zitten.

De mens als beslissende factor

De effectiviteit van CCC valt of staat met het opvolgen van het advies door de voertuigbestuurders: het systeem heeft alleen nut wanneer voertuigbestuurders het individuele advies herkennen, begrijpen en willen opvolgen. Het ontwerp van CCC is daarom gestoeld op 'human factors'-principes van bruikbaarheid en acceptatie. Deze principes zijn afgeleid uit gericht onderzoek, dat bestond uit: (1) een gebruikersonderzoek onder voertuigbestuurders naar de behoefte aan tactisch advies tijdens het rijden en (2) experimenten met het verstrekken van adviezen. Bij dit laatste is zowel geëxperimenteerd in de rijnsimulator als op de weg, waarbij steeds de cognitieve reactie en de gedragsreactie van de voertuigbestuurders zijn gemeten. Die onderzoeksresultaten geven een goed beeld van de mate waarin de bestuurders hun rijgedrag daadwerkelijk aan de verstrekte adviezen aanpassen.

Het coöperatieve karakter van CCC

CCC is een samenstel van op de markt verkrijgbare basistechnologieën. Samen vormen die een coöperatief systeem dat individuele adviezen genereert voor voertuigbestuurders. Er is een centraal deel en een in-car deel die via GPRS of UMTS met elkaar zijn verbonden – zie figuur 1. Het in-car deel bestaat uit een intelligente camera voor het schouwen van overige weggebruikers, een GPS-ontvanger voor positionering, een digitale kaart voor het uitzetten van de elektronische horizon, een GPRS/UMTS-communicatiemodule voor communicatie met het centrale deel, een 'host' waarop de applicatie draait die de opbouw van het individuele advies voor zijn rekening neemt, en een mens-machine-interface om het advies te tonen aan de bestuurder.

Het centrale deel, het 'CCC Service Centrum', is verbonden met verkeerscentrales, leveranciers van wegverkeersdata en met de CCC-voertuigen. In het centrale deel draait het verkeerskundige model dat verkeerskundige adviezen afleidt uit de actuele en voorspelde verkeerssituatie op de weg.

Een stap richting productontwikkeling

CCC is meer dan een onderzoeksproject en heeft nadrukkelijk als doel om te komen tot een beproefde productdefinitie. Volgens de lo-

gica van de consumentenelektronica vraagt een succesvol product om grote volumes en een acceptabele prijs. Om snel vanaf marktintroductie te kunnen doorgroeiën naar grote volumes, is binnen het ontwerp van CCC heel bewust gekozen voor bestaande, marktconforme technologieën. Zo is er mede op basis van een marktconsultatie voor gekozen om GPRS en UMTS te gebruiken voor de datacommunicatie tussen voertuigen en het CCC Service Centrum, in plaats van mobiele Wi-Fi (802.11p)-communicatie. GPRS, UMTS en ook GPS voor lokalisatie zijn gestandaardiseerd, al ruim beschikbaar en kennen een scherpe prijsstelling. Op termijn kan CCC worden aangevuld met mobiele Wi-Fi en daarmee voertuig-voertuig- en voertuig-infrastructuurcommunicatie. Dat vraagt echter om een nieuwe generatie voertuigen en wegwakstations.

Tot slot

Met CCC lijkt er eindelijk vaste grond te komen onder de mooie beloften van coöperatieve systemen. In de praktijkproeven van afgelopen december hebben we al kunnen vaststellen dat het systeem technisch werkt. Doordat veel aandacht is besteed aan de product- en servicedefinitie – met onderzoek naar bruikbaarheid en acceptatie en de bewuste keuze voor marktconforme technologieën – is CCC als een van de eerste coöperatieve systemen écht klaar voor de praktijk. Samen met applicatiebouwers voor smartphones en navigatiesystemen gaan we nu beginnen met de commerciële implementatie van Connected Cruise Control.

De auteurs

Aan dit artikel hebben de volgende auteurs gewerkt:
 prof. dr. ir. Bart van Arem (TU Delft), drs. Wouter Schakel (TU Delft),
 drs. Malte Risto (Universiteit Twente), ing. Paul van Koningsbruggen
 (Technolution), ing. Frans van Dingenen (NOKIA) en
 MSc.MBA Maurice Geraets (NXP).

De elektronische horizon als bindend middel

Om een individueel advies te kunnen geven dat rekening houdt met de stroomafwaartse verkeersafwikkeling, moet CCC een idee hebben van het vervolg van de weg. Wat valt er over de heuvel te zien, hoe is de situatie na de bocht, welke routekeuzeopties zijn er bij het aankomende kruispunt? De intelligente camera biedt relevante contextuele informatie als locatie-informatie over de rijstrook en rijbaan, maar 'kijkt' niet verder dan de zichtlijn voor het voertuig uit, vergelijkbaar met wat een oplettende bestuurder ziet. Om verder te kunnen kijken maakt CCC daarom gebruik van de zogeheten elektronische horizon. Uitgaande van de huidige voertuigpositie bouwt het systeem continu een nieuwe horizon op, gebaseerd op de digitale kaart waarover

het in-car systeem beschikt. De e-horizon focust op het meest waarschijnlijk pad dat het voertuig gaat volgen. Dit pad wordt aan de hand van de digitale kaart 'gescand' op bochten, wegversmallingen, kruisingen, woonerven enzovoort en mede op basis daarvan wordt het individuele advies van CCC bepaald. CCC kan zo werken als autonome module los van een navigator. Ingebouwd in de auto kan de CCC-module op termijn het advies via het autonetwerk beschikbaar maken in de vorm van optimaal getimed berichten naar de Vehicle Control Systems om de veiligheidsfunctionaliteit en de bestuurdersbeleving te verbeteren en brandstof te besparen. Op die wijze brengt CCC routenavigatie en ADAS samen.

