

Slimme auto's voorkomen straks zelf verkeersproblemen



Carlo van de Weijer

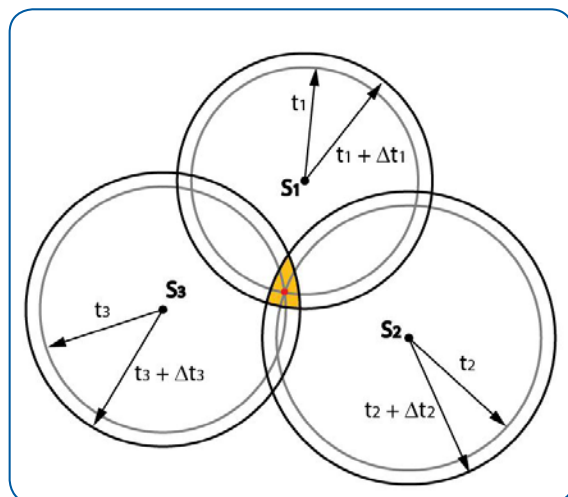
Een groot deel van de medewerkers van TomTom heeft wiskunde gestudeerd. Die kleine kastjes in je auto zitten dan ook bomvol met wiskunde. Hoe kom je het snelst van A naar B? Hoe vermijd je een file? Langs welke route sta je het minst te wachten voor rood? Carlo van de Weijer, vice-president Traffic Solutions van TomTom, vertelt wat er nodig is om deze vragen te beantwoorden.

Om een route te kunnen plannen, moet je drie dingen weten: waar ben je (plaatsbepaling), welke wegen zijn er (kaarten) en langs welke van die wegen kun je het beste naar je bestemming gaan (routeplanning)? Bij het beantwoorden van deze vragen komt veel wiskunde kijken.

Signalen uit de ruimte

“Voor de plaatsbepaling maken we gebruik van tweëndertig GPS-satellieten (Global Positioning System)”, vertelt Carlo van de Weijer. “Elke satelliet zendt met vaste tussenposen bliepjes uit. Zo'n bliepje bevat allerlei informatie, zoals de tijd waarop hij is uitgezonden en de positie van de satelliet. Op aarde vangt een ontvanger in je TomTom deze bliepjes op. Die gaat na hoe lang een bliepje onderweg is geweest en berekent de afstand tussen de ontvanger en de satelliet.”

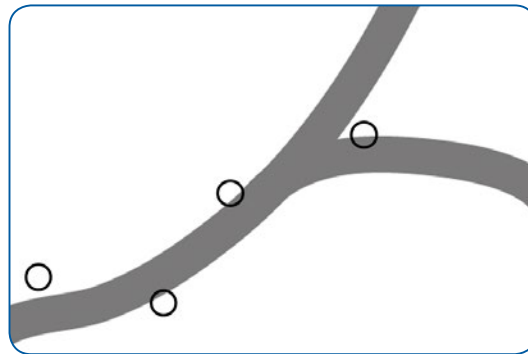
Als je de bliepjes van één satelliet opvangt, weet je dat je ergens op een bol zit met r =de berekende afstand en de satelliet als middelpunt. Of, omdat je op aarde bent, dat je ergens op een cirkel zit waarvan de punten een afstand r verwijderd zijn van de satelliet. Met de informatie van twee satellieten kun je dit terugbrengen tot twee mogelijke plaatsen op het aardoppervlak en met de informatie van drie satellieten blijft er nog één mogelijke plaats over voor je positie. Met vier satellieten kun je ook nog de hoogte bepalen, mocht je je niet op het aardoppervlak bevinden. Omdat het tijdstip van een bliepsignaal nooit 100% exact is, zit er een zekere onnauwkeurigheid in de bepaalde positie. Navigatiesystemen verhogen de nauwkeurigheid door signalen van zoveel mogelijk satellieten te gebruiken. De ontvanger in je auto 'ziet' er acht tot negen tegelijkertijd. Hiermee kun je een positie tot op 10 meter nauwkeurig bepalen.



Door kleine variaties in de tijdsignalen van satelliet S1, S2 en S3, kun je de positie niet 100% nauwkeurig bepalen. Je kunt wel met zekerheid zeggen dat de positie zich binnen het oranje gebied bevindt. Om uit de communicatie met de satellieten voldoende nauwkeurigheid te bereiken, heb je overigens ook Einsteins relativiteitstheorie nodig.

Op of naast de weg?

Als tweede heb je een digitale kaart nodig. Hiervoor wordt het ronde aardoppervlak omgezet naar een plat vlak. Dit levert de nodige problemen op die met wiskunde worden opgelost. De bekende Mercatorprojectie is daar een voorbeeld van. De berekende posities van de auto worden op de digitale kaart geprojecteerd. Dit heet *map matching*. Je krijg dan bijvoorbeeld:

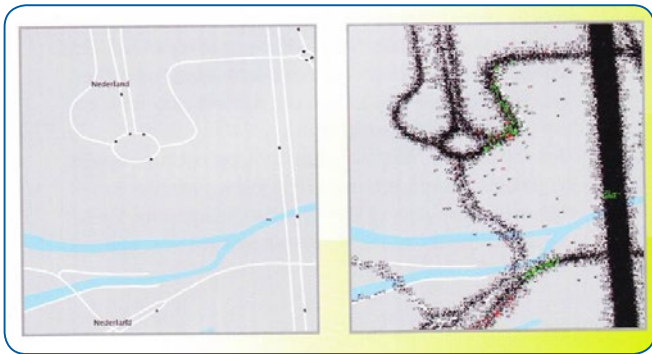


De gemeten posities worden op de kaart geprojecteerd (grijs: de weg, zwart: de bepaalde posities)

Door de onnauwkeurigheid van 10 meter liggen de meetpunten vaak net naast de weg. Het systeem moet dan inschatten of je op of naast de weg rijdt, of je de (snel)weg nog volgt of dat je een afslag hebt genomen. Hier heeft het systeem aanvullende informatie nodig. Die haalt hij bijvoorbeeld uit de snelheid waarmee je rijdt, uit de informatie van een ingebouwde gyroscoop, of, als hiervoor sensoren zijn ingebouwd, uit het verschil in snelheid tussen het linker- en rechterwiel. Met deze extra informatie kun je tot 1 meter nauwkeurig bepalen waar je bent. Als de meetpunten steeds net naast de weg liggen, gaat het systeem 'nadenken' en zal concluderen dat je niet op de hoofdweg rijdt, maar op de ventweg vlak ernaast.

Zelflerende kaarten

Voor een goede route heb je actuele kaarten nodig. Ons wegennet verandert voortdurend en het is kostbaar om steeds te gaan controleren of alles nog klopt. Met slimme technieken is dat ook niet nodig. De autogebruikers zorgen samen dat de digitale kaarten up-to-date blijven. Als je inlogt om een nieuwe kaart te laden, worden de gegevens uit je TomTom anoniem geregistreerd. Meer dan tachtig miljoen TomTom-systemen leveren per dag miljarden meetgegevens op die centraal worden geanalyseerd. Als er ineens heel veel auto's door een weiland rijden, mag je concluderen dat daar een nieuwe weg is aangelegd. Veranderde wachttijden bij kruisingen zijn een aanwijzing dat een weg een voorrangsweg is geworden. En als de maximumsnelheid is aangepast van 80 naar 60 km/uur, dan zie je dat meteen.



Links de bekende verkeerssituatie, rechts de door TomToms doorgegeven posities. Op basis van deze gegevens zal het systeem de conclusie trekken dat er een nieuwe brug is aangelegd en wordt de digitale kaart bijgewerkt.

“Als je 1% van de auto's uit de file haalt, neemt de file met 5 tot 10% af.”

Zo'n zes miljoen TomTom-navigatiesystemen hebben via een modem elke paar minuten contact met de centrale servers van TomTom. Het navigatiesysteem stuurt telkens zo'n 120 posities door en krijgt actuele verkeersinformatie terug. Centraal worden dus elke twee minuten bliksemsnel miljoenen gegevens geanalyseerd. Staat een auto stil omdat hij pech heeft of vanwege een opstopping? Rijdt een auto langzaam vanwege een file of is het een invalideauto met een maximum snelheid? Wanneer is het een file? Wiskundige algoritmes geven het antwoord. Als er een file is vastgesteld dan krijgt de automobilist een advies voor een alternatieve route. Opvolgen van het advies blijkt nuttig voor iedereen. “Als je 1% van de auto's uit de file haalt, neemt de file met 5 tot 10% af”, vertelt Van de Weijer.

De algoritmes om routes te plannen worden steeds intelligenter. Je kunt kiezen voor de snelste route, de kortste route, de veiligste route, de meest economische route, de meest toeristische route enzovoort. Door historische gegevens bij te houden, leert het systeem. Zo leert hij dat een weg elke dinsdag is afgesloten vanwege een markt en dat je in de buurt van scholen rond half negen en half vier langzaam moet rijden. En een zandweg met kuilen is niet de handigste keuze als de kortste route wordt gevraagd. Door de timing van stoplichten te analyseren, kunnen toekomstige systemen zelfs inschatten hoelang je voor rood komt te staan. Het systeem loodst je dan langs de efficiëntste route.

Straks nog rijbewijs nodig?

Naast zijn functie bij TomTom is Carlo van de Weijer directeur van 'Smart Mobility' van de Technische Universiteit in Eindhoven. Onder deze paraplu onderzoeken medewerkers van de verschillende TU/e-faculteiten hoe wij ons in de toekomst duurzamer, veiliger en efficiënter kunnen verplaatsen. Dit resulteert bijvoorbeeld in intelligente auto's die hun rijgedrag op elkaar afstemmen waardoor er minder files ontstaan. “Ons hele verkeerssignaleringssysteem wordt daarmee overbodig”, aldus Van de Weijer. Er zijn zelfs al auto's die het stuur van je overnemen. De techniek om dat veilig en comfortabel te laten gebeuren is, opnieuw, grotendeels gebaseerd op wiskunde. Op het gebied van vervoer staat er in de toekomst dus nog veel te gebeuren, inclusief een groeiende rol voor wiskunde.



Lesmateriaal dat op dit onderwerp aansluit is bijvoorbeeld de NLT-module 'Plaatsbepaling en navigatie' voor 4 havo. U vindt deze module op http://betavak-nlt.nl/lesmateriaal/modules/gecertificeerde_havo_modules/modules/00043.