

Nauwkeurig navigeren met lokale plaatsbepalingssystemen

Zelfrijdend zonder brokken

Op een bewoond stuk campus van de TU Delft testen onderzoekers een landgebaseerd alternatief voor gps. Dat moet autonoom rijden betrouwbaarder maken. De eerste resultaten zijn bemoedigend. 'Misschien wel een wereldprimeur.'

Met een slakkengangetje rijdt de bestelwagen van Christian Tiberius, universitair hoofddocent *geoscience and remote sensing* aan de TU Delft, heen en weer door een van de straten van The Green Village, een regelluw dorpje op de campus van de TU Delft. Hier staan bewoonde huizen die dienst doen voor verschillende experimenten, bijvoorbeeld op het vlak van huisautomatisering

(domotica) en binnenhuisklimaat. Nu gaat het om iets totaal anders. Op een zonovergoten septembermiddag testte Tiberius hier samen met TU-collega Gerard Jansen, twee promovendi en een postdoc voor het eerst hun vinding: een lokaal plaatsbepalingssysteem dat onafhankelijk van satellieten werkt. Een toekomstige autobestuurder ziet hierdoor in zijn navigatiesysteem

Testrit met het nieuwe alternatief voor satellietnavigatie.
FOTO: AMANDA VERDONK



de precieze locatie waar hij zich op dat moment bevindt met een afwijking van hooguit tien centimeter.

Het team hijst een opstelling met een antenne en twee prisma's op het dak van de auto. Die prisma's staan in verbinding met twee tachymeters op een driepotig onderstel. Ze vergelijken de positiemetingen door de tachymeters met de positie van de ontvangers. Als die positie overeenkomt, is het experiment geslaagd. De ontvanger in de auto staat in verbinding met zes zenders die aan lantaarnpalen zijn bevestigd.

Tiberius neemt plaats achter het stuur en houdt zijn arm uit het raam om de stroomkabel van de apparatuur te begeleiden. Achterin de auto kijkt postdoc Cherif Diouf met de laptop of er data binnenkomen van de zenders. Op straat controleert promovendus Han Dun de afstand tussen de tachymeters en de prisma's. Regelmatig steekt hij zijn duim op; de metingen gaan goed.

De proef is het eindresultaat van een vijfjarig project waaraan ook commerciële partners deelnamen, zoals telecombedrijf KPN en bodemonderzoeker Fugro. 'Een grote doorbraak en misschien wel een wereldprimeur', aldus een zichtbaar trotse Tiberius. De opstelling hangt, letterlijk, met touwtjes aan elkaar. Zoals de gele glasvezeldraad die over het terrein loopt en de zenders met elkaar verbindt. Andere losse componenten zijn in opbergdozen van de bouwmarkt geplaatst en met ducttape aan elkaar vastgemaakt.

Storende reflectie

Als het aan de onderzoekers ligt, is de technologie over enkele jaren in miniatuurformaat terug te vinden in nieuwe auto's met een autopilotfunctie. Voor de positiebepaling zijn auto's nu afhankelijk van het *global positioning system* (gps) dat gebruikmaakt van satelliet signalen. Maar de techniek, die in de jaren zestig werd ontwikkeld voor militaire doeleinden, is eigenlijk niet nauwkeurig genoeg voor autonavigatie. Vooral in stedelijke gebieden, met hoogbouw en tunnels, zit de navigatie er soms honderden meters naast. Daar is sprake van reflectie, waardoor ook indirecte signalen door de gps-ontvanger worden opgevangen.

Software in navigatiesystemen is dan nodig om die fouten te corrigeren, en in moderne auto's gebeurt dat vaak ook met camera's en lidar (*light detection and ranging*). Maar bij mistig weer of een wegomlegging met gele, tijdelijke belijning, raken ook die systemen in de war. Bovendien is gps kwetsbaar voor sabotage. 'Als je mijn studenten een paar dagen de tijd geeft, hebben zij voor driehonderd euro een *jammer* gebouwd die gps in heel Noord- en Zuid-Holland kan platleggen', stelt Jansen, universitair hoofddocent *circuits and systems* van de TU Delft.

De Delftse onderzoekers bedachten als oplossing een landgebaseerd systeem, bestaande uit radiozenders die een breedbandsignaal uitzenden naar een ontvanger. Jansen: 'Breedband is nodig om het directe signaal te kunnen onderscheiden van de reflectie. Elk signaal heeft een eigen code en een eigen tijdsloot. Maar we



De zenders zijn voor de testrit vastgemaakt aan lantaarnpalen.
FOTO: AMANDA VERDONK

“
Vooral in stedelijke gebieden, met hoogbouw en tunnels, zit de navigatie er soms honderden meters naast
”

hebben de frequentie gelukkig niet continu nodig, slechts dertig milliseconde per seconde, oftewel drie procent van de tijd.' Daardoor zouden telecombedrijven de apparatuur in principe vrij eenvoudig in hun bestaande communicatie-infrastructuur kunnen integreren.

Glasvezel

Behalve voor breedband is een belangrijke rol weggelegd voor tijdsynchronisatieapparatuur genaamd *timing nodes*. Positiebepaling gebeurt namelijk door op minstens drie verschillende plekken de tijd te meten (voor een 3D-meting zijn zelfs vier plekken nodig). De mobiele ontvanger weet de positie van elke zender. Die zenders versturen regelmatig de tijd. De ontvanger kan vervolgens zijn eigen plaats bepalen aan de hand van de verschillen in de tijdmeldingen die hij ontvangt. En dat moet dan met een nauwkeurigheid van veel minder dan een nanoseconde. Zenders krijgen hun tijdmelding via die timing nodes die via glasvezel in verbinding staan met het metrologisch instituut VSL, even verderop in Delft, dat het atoomklok signaal uitzendt. De timing nodes zetten het optische signaal om in een elektrisch signaal dat naar de radiozenders aan de lantaarnpalen wordt gestuurd.

Bij eerdere testen, toen nog met een rijdend magazijnkarretje, zat de positiebepaling er zo'n dertig tot veertig centimeter naast. Voorlopige nieuwe resultaten laten al zien dat een nauwkeurigheid van tien tot twintig centimeter haalbaar is. Wat Tiberius betreft is de volgende stap om de apparatuur te gaan testen naast de snelweg. 'We hopen dat de automotive sector dit gaat oppakken. De vooruitzichten zijn in ieder geval positief.' ●