

/technologie

Met GPS in de juiste richting

Vrijwel elke smartphone heeft tegenwoordig GPS en in de auto kun je niet meer zonder navigatie. In tien jaar tijd is plaatsbepaling per satelliet een massaproduct geworden. En ondertussen wordt er al weer hard gewerkt aan een nieuwe GPS-generatie.

De opkomst

Iedereen gebruikt de term GPS als verzamelnaam voor navigatie en plaatsbepaling per satelliet. GPS is echter een merknaam voor het Amerikaanse systeem. Er zijn dus ook systemen vanuit andere continenten zoals Glonass (Russisch) en Galileo (Europa). De algemene term is Global Navigation Satellite System (GNSS). De ontwikkeling van het Amerikaanse GPS is in 1967 begonnen als militaire toepassing. Elf jaar later ging de eerste satelliet de lucht in. De Golfoorlog van 1990 was het eerste conflict waar GPS grootschalig werd gebruikt. Pas in 1995 is GPS officieel beschikbaar gekomen voor civiele navigatie. Het leger gaf echter niet de hoogste nauwkeurigheid vrij. Ze stoorden het civiele signaal, waardoor de nauwkeurigheid beperkt bleef tot honderd meter. Om niet van het Amerikaanse GPS afhankelijk te zijn, besloot Europa een eigen systeem te bouwen: Galileo. Amerika keek met argusogen naar deze ontwikkelingen. De frequentiebanden van Galileo waren zo dicht naast die van GPS gekozen, dat de VS niet ongestraft Galileo kon storen: ze zouden dan ook hun eigen GPS storen.

Uiteindelijk koos Europa een andere frequentieband. En Amerika zette in 2000 het stoorsignaal uit, om concurrentie van Galileo buiten de deur te houden. Van honderd meter ging de nauwkeurigheid naar vijftien meter, waarmee GPS in beeld kwam voor civiele navigatie. Bovendien waren PDA's toen net krachtig genoeg om navigatiesoftware te draaien. En er kwam kaartmateriaal beschikbaar voor PDA's. Dit samenspel van factoren maakte een persoonlijk navigatieapparaat haalbaar. En daarmee was TomTom geboren.

Anno 2010 is de toekomst van Galileo nog steeds onzeker. Er zijn meer politieke dan technische ontwikkelingen. Toch is Galileo al heel belangrijk geweest om de Amerikanen scherp te houden. Die blijven nieuwe dingen verzinnen om Galileo voor te blijven. Mocht Galileo nooit realiteit worden, dan hoeft dat technisch geen probleem te zijn. Strategisch is dat wel riskant: Europa heeft dan geen eigen systeem en is dan blijvend afhankelijk van andere mogendheden zoals Rusland, China, India en natuurlijk Amerika.

Hoe werkt satellietnavigatie?

Een GNSS-satelliet is geen spionagesatelliet die iemand continu volgt. Het is net andersom; de gebruiker volgt de satellieten en zo berekent hij zijn positie. Plaatsbepaling met satellieten werkt volgens een meetkundig principe; als je drie vaste punten in de ruimte kent en je kent de afstanden tot die drie punten, dan kun je uitrekenen waar jijzelf staat. Een GNSS-ontvanger kan uit een satelliet signaal berekenen wat de positie is van de satelliet en wat zijn afstand is tot de satelliet. Als hij van drie satellieten de positie en afstand kent, kan hij zijn eigen positie op aarde berekenen.

Een satelliet stuurt continu berichten, met informatie over zijn omloopbaan. Een satellietbaan is bij benadering elliptisch, waarbij enkele parameters interessant zijn; het nulpunt van de omloopbaan (positie op tijdstip nul), zijn snelheid en de afmetingen van zijn baan (een ellips, dus de parameters korte as en lange as; a en b). Omdat de baaninformatie niet exact is wordt de baaninformatie door een grondstation om de paar uur gecorrigeerd. De satelliet krijgt van het grondstation dan een nieuwe set parameters om te versturen. De ontvanger, bijvoorbeeld de smartphone of een in-car



applicatie, doet twee dingen met het satelliet signaal. Hij verwerkt de informatie over de baan om de satellietpositie te berekenen en hij meet heel nauwkeurig de aankomsttijd van het signaal. In het bericht staat op welk tijdstip het is verzonden. Het verschil tussen die twee tijdstippen is de looptijd van het signaal en daaruit kan de ontvanger de afstand berekenen tot de satelliet.

Om op deze manier de afstand te bepalen, is een nauwkeurige tijdsmeting onontbeerlijk. Elke satelliet is daarom uitgerust met een atoomklok. De klok in een simpele GNSS-ontvanger is niet nauwkeurig genoeg. Daarom heb je voor die nauwkeurige tijdsmeting een vierde satelliet nodig. De klok in de ontvanger wordt gesynchroniseerd met de atoomklokken van de vier satellieten. Dat levert vier wiskundige vergelijkingen op met vier onbekenden: tijd + XYZ-coördinaten, die wiskundig door de GNSS-ontvanger op te lossen zijn.



>>de gebruiker volgt de satellieten, niet omgekeerd

Satellieten voor navigatie hangen niet geostationair. Ze vliegen over de aarde, elk in een eigen baan. De ontvanger ziet dus telkens andere satellieten voorbij komen. De ontvanger moet ten minste vier satellieten kunnen ontvangen om de locatie te kunnen berekenen. Het systeem moet de banen van de satellieten dus zo plannen, dat er overal ter wereld steeds ten minste vier ruim boven de horizon uitkomen.





Steeds beter signaal

Hoewel GNSS-systemen na tien jaar volledig zijn ingeburgerd, gaat de ontwikkeling gewoon door. De nauwkeurigheid van vijftien meter kan nu al een factor vijf omhoog met een differentiële GNSS. Die gebruikt naast satelliet signalen ook een (ingekocht) signaal van een grondstation. Een dergelijk apparaat is echter duurder en heeft een abonnement nodig voor de extra signalen. Civiele toepassingen gebruiken nu maar één frequentieband, rond de 1500 MHz. In de toekomst komt daar een lagere frequentieband bij (de L5-band), waarop met meer vermogen mag worden gezonden. Daarop komen extra signalen, voor een hogere nauwkeurigheid en andere diensten (weliswaar tegen betaling). Het basissignaal is en blijft vrij te gebruiken.

Meer data, meer signalen en meer frequenties gaan GNSS-systemen een stuk nauwkeuriger maken. Daarmee kunnen we beter navigeren. En er komen nieuwe toepassingen in beeld, zoals ontvangst binnenshuis. We zullen echter moeten wachten tot er voldoende satellieten zijn die diensten op de L5-band bieden. Wijzigingen in het GNSS-systeem kosten tijd. Je kunt niet even alle satellieten omlaag halen. Dus komen de verbeteringen in nieuwe satellieten. Satellieten hebben een levensduur van tien tot vijftien jaar. Ze draaien mee totdat ze kapot gaan, pas dan gaat er een nieuwe omhoog. De vervangings satellieten staan al klaar. Pas als die voorraad op is, wordt er een nieuwe generatie satellieten gemaakt.

Een snelle aanpassing in het systeem is daarom niet mogelijk. Tegen 2018 zal het huidige Amerikaanse GPS-systeem volledig vervangen zijn door moderne satellieten. De verwachting is ook dat dan het Galileo-systeem volledig operationeel zal zijn.

Eigen R&D

De meeste bedrijven die GNSS-functionaliteit in hun applicatie willen inbouwen, kopen daarvoor een standaard GPS-module. Er zijn maar een paar fabrikanten ter wereld die deze plaatsbepalingchips maken. Het zijn chips met een beperkte functionaliteit waar de gebruiker zelf niets meer aan kan veranderen. Zo geven de meeste standaard GPS-modulen één keer per seconde de positie door. Maar om te sturen en regelen op je positie, wil je misschien wel tien of honderd keer per seconde je positie. Dat wordt niet standaard verkocht, of je komt in hele dure systemen terecht.

Technolution wil deze flexibiliteit en heeft daarom een eigen GNSS-ontvanger gebouwd. Niet om als zodanig op de markt te brengen, maar om kennis en ervaring op te doen en de extra mogelijkheden van de nieuwe generatie satellieten te kunnen uitproberen en de signalen van de verschillende GNSS-systemen te combineren. Dit eigen ontwerp ontvangt de basissignalen op L1-, L2- en L5-banden, die toegepast worden in Glonass, GPS, EGNOS en Galileo. De ontvanger kan meerdere frequenties tegelijk binnenhalen. De signalen worden gedigitaliseerd en gaan dan naar een FPGA,



waarin de GNSS-ontvanger is gebouwd. Als ontwikkelaar kun je nu doen wat je wilt: uitrekenen waar je bent, metingen doen en experimenteren. Overal in het traject kun je signalen aftappen en kijken wat er gebeurt. De optimalisaties die je voor een bepaalde toepassing wilt, bijvoorbeeld hogere betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en snelheid, kun je zelf maken. Je kunt GNSS met sensoren combineren. In dit ontwerp kan dat bij binnenkomst van de signalen. En niet, zoals bij kant-en-klaar modules, pas wanneer de ontvanger zijn positie doorgeeft. Wij gaan bijvoorbeeld met deze ontvanger de beschikbaarheid van het Wide Area Augmentation System (WAAS) signaal van de EGNOS-satelliet onderzoeken.

>>nieuwe innovaties realiseren met GNSS

Met andere woorden, onze GNSS-ontvanger creëert mogelijkheden om nieuwe innovaties te realiseren met GNSS. Het is bijvoorbeeld onderscheidend bij huidige toepassingen zoals intelligente snelheidsaanpassing, waarbij afwijkingen in de te hanteren snelheid tot een minimum beperkt worden en onterechte ingrepen worden voorkomen. Maar ook navigatie binnen gebouwen, nauwkeurigere positionering op de weg voor betaald rijden en betere begeleiding van de bestuurder bij het navigeren, worden mogelijk door de betere ontvangst in de L5-band.



Projecties: WGS84

Om (nauwkeurig) je positie te kunnen bepalen met satellieten, heb je ook een goed kaartstelsel nodig. Geen probleem zou je denken, er worden immers al eeuwen landkaarten gemaakt. Maar daarbij werden verschillende systemen door elkaar gebruikt. Dat heeft ook te maken met hoe kaarten vroeger tot stand kwamen: met landmeetkunde, waarbij iedereen zijn eigen lokale kaartstelsel hanteerde, met een eigen nulpunt. Landkaarten hadden hun eigen stelsel, zeekaarten weer een ander eigen stelsel. Voor GPS heb je een wereldwijde standaard voor kaartprojecties (*) nodig. Die kwam er pas in 1984 met WGS84 (World Geodetic System 1984). Pas met WGS84 kun je over de hele wereld met één kaartstelsel je positie eenduidig weergeven.



(*) Een kaartprojectie is een manier om een fysieke locatie te vertalen naar een plek op een landkaart.