

DATAVERKEER EXPLODEERT DOOR DRAADLOZE TOEPASSINGEN

# Spectrumschaarste

De vijfde generatie mobiele telefonie zal nog meer beslag leggen op het beschikbare elektromagnetische spectrum, dat nu al overvol is. Nieuwe draadloze toepassingen als het internet der dingen, *connected cars* en drones zullen de druk in de toekomst nog verder opvoeren. Het inzetten van gereserveerde frequenties die amper worden gebruikt, moet uitkomst bieden. En binnenshuis is dataverspreiding via licht een optie. tekst ir. Jan Kees van der Veen

Het mobiele dataverkeer explodeert. Tussen 2010 en 2015 nam het in volume met een factor 24 toe; richting 2020 komt daar naar verwachting nog eens een factor 20 bij. Videostreaming neemt het leeuwendeel voor zijn rekening: in 2013 was dat al 66 % van het dataverkeer, en dat percentage blijft stijgen. Maar er gebeurt meer. Het internet der dingen zal in 2020 vijftig miljard sensoren omvatten die draadloos signalen uitzenden. Ook auto's zullen met elkaar gaan communiceren (*connected cars*) en op eigen gezag contact zoeken met een servicecenter of met de fabrikant. Verder zal het besturen van drones en het overseinen van videosignalen vanuit de onbemande vliegtuigen naar de grond toenemen. De bandbreedtehonger van mobiel internet is onverzadigbaar.

De vierde generatie mobiele telefonie, 4G, is net zo'n beetje uitgerold in Nederland en biedt datasnelheden van 100 Mbit/s, mogelijk zelfs tot 1G bit/s in de toekomst. De volgende generatie, 5G, is aangekondigd. Dit zou weer een significante sprong voorwaarts moe-

ring van voertuigen. De eisen zijn op papier gezet, maar het is nog volstrekt onduidelijk hoe 5G technisch is te realiseren.

In het Center for Wireless Technology van de TU Eindhoven hebben wetenschappers van verschillende

## 'Het is nog volstrekt onduidelijk hoe 5G technisch is te realiseren'

ten betekenen, met datasnelheden tot 10 Gbits/s, een sterke verlaging van energieverbruik en een *latency* (vertraging tussen zender en ontvanger) van minder dan één milliseconde. Dat laatste is van belang voor realtime toepassingen, zoals de op afstand bestu-

disciplines de handen ineengeslagen om concepten voor 5G te ontwikkelen. Het onderzoeksinstituut is op twee fronten bezig, zegt prof.dr.ir. Sonia Heemstra de Groot, specialist Ultra-High Data Rate. 'Allereerst kijken we naar nieuwe technieken voor het

De toekomst met het mobiele netwerk 5G.



illustratie Europese Commissie

mobiele dataverkeer via het cellulair netwerk. Dit netwerk wordt commercieel geëxploiteerd door de mobiele operators, met gelicenseerde zendfrequenties, en heeft een hoge betrouwbaarheid.

Cellulaire telefonie opereert tot nu toe tussen de 800 en 2600 MHz. De voorgaande en huidige generatie mobiele telefonie (1G tot en met 4G) zaten allemaal in dat gebied met technologieën als GSM, UMTS en LTE, maar voor 5G met zijn sterk toegenomen bandbreedte-eisen

## ‘Geen starre verkaveling van frequenties meer, maar vraaggestuurd gebruik op basis van tijd en plaats zou mooi zijn’

wordt het lastig. Het is een optie om naar hogere draaggolffrequenties te gaan, bijvoorbeeld 60 GHz, maar daar kleven veel nadelen aan. Het maakt de bandbreedte weliswaar flink groter, maar het bereik van de antennes neemt sterk af. Bij zeer hoge frequenties kunnen signalen niet meer door muren heen en ook niet meer ‘om een hoekje’; *line of sight* is dan vereist. Dat is een grote beperking. Het netwerk van zendmasten in het land zou ook veel fijnmaziger moeten worden om iedereen te bereiken en dat vereist enorme investeringen.

Technici zijn het erover eens dat een combinatie van nieuwe technologieën nodig zal zijn om 5G mogelijk te maken: een heterogeen net-

werk van macrocellen (kleinere bandbreedte, groot bereik) en picocellen (grote bandbreedte, klein bereik); het gebruik van zowel gelicenseerde als niet-gelicenseerde frequenties; directe apparaat-naar-apparaat-communicatie zonder tussenkomst van een basisstation bij afstanden kleiner dan 50 m; en Multiple Input Multiple Output (MIMO) waarbij elk apparaat over meerdere zend- en ontvangantennes beschikt.

Heemstra de Groot noemt nog een zeer veelbelovende optie: ‘Er is zeker nog ruimte in het elektromagnetisch spectrum, alleen die is versnipperd en deels ontoegankelijk: veel frequenties zijn gereserveerd, voor bijvoorbeeld militaire toepassingen, maar worden in feite amper gebruikt. Het zou mooi zijn als je die capaciteit kan benutten. Daarvoor is het concept *cognitive radio* bedacht: je houdt in een centrale database bij welke delen van het spectrum waar en wanneer beschikbaar zijn, en wijst die dynamisch toe aan toepassingen die om capaciteit vragen. Geen starre verkaveling van frequenties meer, maar vraaggestuurd spectrumgebruik op basis van tijd en plaats. Als er geen bussen rijden mag het andere verkeer de busbaan op, maar zodra de bus eraan komt moet iedereen er weer af.’

De technieken voor cognitive radio zijn rijp, het is alleen de vraag of de telecomgemeenschap er aan wil. Voor de mobiele providers betekent



het dat ze gebruik gaan maken van niet-gelicenseerde delen van het spectrum. Dat ze geen enorme bedragen meer hoeven neer te tellen voor licenties is plezierig, maar daar staat tegenover dat ze ook minder grip hebben op de betrouwbaarheid van hun netwerk. Het is daarom begrijpelijk dat ze aarzelen. De komende paar jaar moeten er keuzes worden gemaakt, want 5G zou volgens de laatste berichten in 2022 operationeel moeten zijn.

### Binnenshuis

Het tweede front waarop het Center for Wireless Technology werkt, zijn draadloze systemen voor binnen, met wifi als bekendste voorbeeld. 'Wifi maakt gebruik van licentievrije ISM-banden (Industrial-Scientific-Medical) in het spectrum', vertelt Heemstra de Groot. 'Met het eisenpakket van 5G gaat ook wifi tegen zijn grenzen aan lopen. Wij onderzoeken nieuwe methoden om internetdata binnenshuis te distribueren, bijvoorbeeld met licht.'

Wifi is het werkpaard voor draadloos internet binnenshuis. Het wordt steeds sneller – datarates van honderden Mbits per seconde zijn mogelijk – en is op steeds meer plaatsen beschikbaar, waaronder treinen, cafés, winkelcentra, stations en luchthavens. Van het internetverkeer loopt 80 % via thuisnetwerken en hotspots. Wifi werkt vol-

gens het *best effort*-principe: als meer gebruikers zich bij een wifipunt melden, moeten ze bandbreedte delen en stijgt de kans dat ze elkaar hinderen. Verder weg van het wifipunt, zeker met muren ertussen, wordt het signaal snel zwakker, wat is te bestrijden met *range extenders*. Met de komst van 5G met zijn veel hogere datarates dreigt wifi een zwakke schakel te worden. Daarom kijkt COBRA, het onderzoeksinstituut voor fotonische technieken aan de TU Eindhoven, naar draadloze thuisnetwerken op basis van licht.

Licht is ideaal voor datatransport, er zijn enorm hoge datasnelheden mee te halen. In glasvezel bijvoorbeeld is met infrarood licht (golflengte 1300-1600 nm) meer dan 43 THz bandbreedte beschikbaar. Veel Nederlandse huishoudens zijn al gekoppeld aan een glasvezelnet, dus tot aan de meterkast is het dataverkeer al optisch. Waarom dan niet in huis? Prof.ir. Ton Koonen, specialist in optische communicatie bij COBRA, is optimistisch: 'De komst van ledverlichting biedt leuke mogelijkheden. In tegenstelling tot gloeilampen, die te traag zijn, is ledlicht te moduleren met hoogfrequente signalen. Het menselijk oog ziet die modulatie niet, maar een fotodiode in een smartphone, laptop of pc kan het oppikken. Hoogleraar Harald Haas van de University of Edinburgh heeft in een TED-talk al eens gedemonstreerd hoe je via een bureaulamp videosignalen kunt oversturen. De bandbreedte van deze Visual Light Communication wordt voornamelijk beperkt door de led, die eigenlijk voor verlichting is bedoeld. De techniek is veilig; hij is ook bruikbaar in vliegtuigen en operatiekamers.'

Dat klinkt goed, maar COBRA is al weer een stap verder. Een ledlamp straalt alle kanten uit: het lichtvermogen neemt kwadratisch af met de afstand en het elektrisch vermogen dat in de fotodiode wordt

## 'Ook wifi gaat tegen zijn grenzen aan lopen'

opgewekt zelfs met de vierde macht. Op een afstand van 2 à 3 m begint het storingsvrij overseinen van breedbandige signalen problematisch te worden. In Eindhoven hebben ze een beter idee. Koonen: 'Met een gerichte bundel vanaf het plafond, een *pencil beam*, zijn grotere afstanden wel gemakkelijk te overbruggen. Wij willen dat doen met infrarood licht, golflengte 1500 nm, met minder dan 10 mW vermogen, wat ongevaarlijk is voor het oog als iemand er per ongeluk in kijkt. Het idee is om signalen vanaf de meterkast via lichtgeleidende plastic vezels in huis te verspreiden. Die zijn goedkoop en kun je door de buizen trekken waar de draden van de netvoeding doorheen gaan, want die bijten elkaar niet. Plastic vezel heeft slechtere transmissie-eigenschappen dan glasvezel, maar voor korte afstanden binnenshuis is dat geen enkel probleem.' |