



# DE KEUS VAN INGENIEUR TEUS

ir. Teus van der Plaats

## IMPACT VAN ZELFRIJDENDE AUTO'S OP DEFENSIE

Ik ben de laatste 2 jaar sterk gefascineerd door het fenomeen zelfrijdende auto. In feite is dit een specifieke robot die zich razendsnel ontwikkelt. Zo snel, dat onlangs een professor in innovatie aan een universiteit in de USA verklaarde dat hij de ontwikkeling veel te conservatief had ingeschat. Hij dacht dat 2020 het jaar van de zelfrijdende auto zou worden, maar schreef dat hij zich schromelijk had vergist, want in oktober 2017 was het zover in Phoenix. De eerste taxiservice ter wereld met zelfrijdende auto's was een feit.

Ik begin met wat definities en ga dan in op de actuele status, waarna ik mijn fantasie kort de vrije loop zal laten en een beetje zal filosoferen over de gigantische impact die dit fenomeen kan hebben op het militaire bedrijf in het algemeen, maar ook op de Verbindingsdienst.

### Definities en standaarden

Algemeen is de 5-level indeling van zelfrijdende auto's geaccepteerd. Level 0 is de auto waarin het gros van de mensen rijdt, een auto waarin je alles zelf moet doen: sturen, remmen, parkeren enz. In een Level 1 en 2 auto zijn al enige zaken geautomatiseerd, als inparkeren, waarschuwingen met piepjes, snelheidsovertredingen enz.

Level 2/3 is een auto zoals er al een aantal verkocht worden in de duurdere prijsklassen. Bijvoorbeeld de nieuwste Volvo CX90 heeft *adaptive* cruise control, *lane assist*, inparkeren, noodstop voor plotseling invoegende auto's en volgens de reclame ook voor plotseling overstekende

kinderen. Bij deze auto is en blijft de bestuurder volledig aansprakelijk voor alle handelingen. Mensen die dergelijke auto's bezitten ervaren een meer relaxed rijden, maar onderkennen ook het gevaar dat de aandacht verslapt en je toch plotseling moet ingrijpen. Een Level 4 auto is in principe in staat om volledig zelfstandig te rijden in alle verkeerssituaties.

Er zit in deze auto's wel een stuur, maar de bestuurder kan er voor kiezen om alles automatisch of alles zelf te doen. Een level 5 zelfrijdende auto heeft geen stuur meer. Het is een cabine met zitplaatsen en de auto wordt volledig door de computer bestuurd.

Op communicatiegebied zijn er een aantal belangrijke standaarden gedefinieerd. Allereerst de al enige jaren geldende standaard 802.11P een soort wifi standaard die *Vehicle to Vehicle* communicatie mogelijk maakt in een speciale band in het 5Ghz gebied. Gezien de propagatie-eigenschappen van 5Ghz is er hier in feite alleen sprake van direct zicht communicatie. De auto's moeten elkaar zien om te kunnen communiceren. Het bereik is hierdoor beperkt, hoewel er wel een soort *relay mode* is gespecificeerd, waardoor het bereik wordt vergroot. De FCC heeft recent vastgesteld dat deze standaard in de USA nog maar door een zeer beperkt aantal auto's wordt ondersteund. Men vroeg zich zelfs af of de frequentieband niet moest worden ontnomen aan de automobielsector en ingezet zou moeten worden voor 5G ontwikkelingen. De belangrijkste standaarden op communicatiegebied zijn de V2X protocollen. Het gaat hierbij om de *Vehicle to Vehicle*, de *Vehicle to Pedestrian*, de *Vehicle to Infrastructure*, en de *Vehicle to Network* protocollen.



Afgelopen zomer zijn deze definitief geratificeerd door de 3rd Generation Partnership Project (3GPP) en nu hebben de fabrikanten van chipsets (Qualcomm, Intel, NXP, Samsung, enz.) de tijd om deze protocollen te implementeren in chipsets die gebruikt kunnen worden in auto's, maar ook in bijvoorbeeld smartphones. Qualcomm kondigde enkele maanden geleden aan dat deze chipsets voorjaar 2018 commercieel beschikbaar zouden komen en enkele weken geleden meldde Qualcomm proeven met de mobiele operators AT&T en Verizon in de USA om deze chipsets al dit jaar te gaan testen in hun 4G-netwerken.

Deze productieve implementatie gebeurt in release 14 van de 3 GPP. Op dit moment draaien de meeste 4G-netwerken met release 13 en de verwachting is dat de release 14 soft-

gelijk worden afgewikkeld om de *delay* te minimaliseren. Immers, een auto die met 130 km per uur rijdt en een tegenligger die met dezelfde snelheid op je af komt heeft letterlijk geen tijd te verliezen en moet binnen enkele milliseconden handelen/bijsturen.

In 5G, dat geïmplementeerd wordt met release 15 van de 3GPP (ca. 1 tot 1,5 jaar later dan release 14) voorziet men daarom ook de implementatie van zogenaamde 'liter datacenters'. Deze worden gemonteerd in de masten van de 4G/5G netwerken of op de glasvezelringen die een cluster masten met elkaar verbinden, omdat *delay* (<1ms) een allesbepalend ontwerpcriterium wordt voor steeds meer toepassingen. Liter slaat op de omvang van de elektronica, die niet te groot mag zijn vanwege de windbelasting in de masten.

### Waymo, onderdeel van Google

Een zeer belangrijke partij heb ik nog niet genoemd: Waymo, de speciale afdeling die onder de Google-moeder Alphabet opereert. Google is al bijna 8 jaar intensief bezig met zelfrijdende auto's. Tussen de regels door is te lezen dat Waymo op dit moment een flinke voorsprong heeft op de rest van de wereld. De CEO van Waymo, John Krafcik, verklaarde het 'misdadig' te vinden dat autofabrikanten level 3 auto's op de markt brengen. – Dit doen overigens bijna alle grote autofabrikanten (bijv. Volvo, BMW, Mercedes). – De redenatie van Google is dat het misdadig is te verlangen dat een chauffeur weer op gaat letten na een signaal van de auto. Uit eigen onderzoek van Google (met proefpersonen) is men al 5 jaar geleden tot de conclusie gekomen dat de zelfrijdende auto een alles of niets scenario



ware volgend jaar beschikbaar komt, waarbij de meest vooruitstrevende operators deze software eind 2018 -begin 2019 kunnen implementeren in hun productieve 4G-netwerken.

Op dat zelfde tijdstip zullen ook de eerste chipsets in productie gaan in de dan beschikbare high end smartphones.

Je moet dan denken aan de Samsung 10 of 11 of de Iphone 11 of 12.

De zelfrijdende auto's kunnen direct met elkaar communiceren via het 802.11P protocol of via het V2V protocol dat loopt via de masten van de mobiele operators. Qualcomm implementeert alle standaarden in een chipset. Omdat dit *low latency* protocollen moeten zijn, zal er geen interventie meer zijn van de centrale netwerk core's maar zal alle V2X communicatie zo decentraal mo-

### Sensoren van de zelfrijdende auto

De grootste concurrentieslag is op dit moment gaande in de productontwikkeling van goedkope sensoren voor deze auto's. Onze (nog eigen) NXP is hierin een belangrijke speler. Vele partijen zien hier een grote toekomst. Zo nam Intel voor 15 miljard dollar het Israëlische Mobile Eye over en wil Qualcomm NXP overnemen voor 35 miljard dollar.

Waarop Qualcomm bij het schrijven van deze column zelf een overnamebod heeft van 130 miljard dollar van Broadcom. Mobile Eye heeft zo ongeveer alle grote autofabrikanten als klant voor de levering van sensoren die in auto's worden ingebouwd. Deze overnames bewijzen dat er iets heel groots staat te gebeuren.

moet hebben. Of je bent chauffeur en volledig verantwoordelijk of de auto is volledig zelfrijdend en je hebt geen verantwoordelijkheid meer als chauffeur. Ca. 4 jaar geleden is Google vervolgens tot de conclusie gekomen dat alle toen bestaande sensoren (van o.a. Mobile Eye, Delfi, NVIDIA, Bosch, NXP) niet goed genoeg waren voor de level 5 auto en men heeft toen strategisch besloten alles zelf te gaan maken.

Het gaat hierbij met name om de combinatie van veel rekenkracht, radar, video en nog veel meer sensoren, de zogenaamde LIDAR systemen.

Men wil zowel het operating system als de hogere hardware en softwarelagen beheersen en niet afhankelijk zijn van toeleveranciers omdat dat de ontwikke-





“Google heeft  
daarnaast ook  
1 miljard dollar  
geïnvesteerd  
in Lyft, de grote  
concurrent van  
Uber in de USA.”



ling te veel vertraagt. Na deze besluiten is Google begonnen met de volledige ontwikkeling, van de grond af aan, van alle benodigde sensoren.

### Actuele status Level 4/5 auto's

Het beste overzicht van de actuele status wordt verkregen op de site van de State of California. Deze staat verleent vergunningen aan leveranciers van zelfrijdende auto's om testen op de openbare weg te doen. Enige maanden geleden waren er 35 vergunningen verstrekt aan firma's die met testen bezig zijn, hieronder nagenoeg alle grote autofabrikanten en toeleveranciers van sensoren.

Elke vergunninghouder is verplicht elke maand de vorderingen openbaar te rapporteren en aan te geven welke (bijna) ongelukken er zijn gebeurd in de afgelopen maand. Dit noemt men *Disengagements* (= ingrepen door de testrijder). Hieruit is op te maken hoe ver de verschillende leveranciers daadwerkelijk zijn. Op dit moment is mijn conclusie dat bijvoorbeeld Google al zeer ver is, in de orde van omgerekend ca. 1 ingreep (die een ongeluk voorkwam) op ca. 200.000 km.

De eerstvolgende was BMW, die een factor 5 slechter was dan Google. Alle andere zijn veel minder ver, althans als je de website van de staat California moet geloven. Men is hier overigens in de publicaties niet echt helder over. Volgens de CEO van Waymo rijdt Google ca. 1 miljoen miles in 3 maanden met hun testauto's op de weg en in dezelfde tijd meer dan 1 miljard miles gesimuleerd in de computers van Google.

Momenteel overtreffen de verbeteringen in de software uit voorvallen die uit de simulaties komen, veruit de verbeteringen die uit de fysieke autoritten met de testauto's komen. Dus simulatie is ook hier heel belangrijk. In oktober 2017 is Waymo begonnen met een taxiservice in Phoenix met 300 auto's, die men samen met Fiat Chrysler heeft geprepareerd. Deze rijden vooralsnog in een beperkt geografisch gebied, maar binnen enkele maanden wil men een gebied gaan berijden zo groot als *The greater London area*. Google heeft daarnaast ook 1 miljard dollar geïnvesteerd in Lyft, de grote concurrent van Uber in de USA. Eind oktober werd de Amerikaanse pers uitgenodigd op de testsite van Google, een



ca. 50 hectare grote voormalige luchtmachtbasis, die men voor 30 jaar gehuurd heeft van de USAF. Daar maakt men overigens ook de LOOM ballonnen voor internetcommunicatie en daar is dus ook de testdrive voor zelfsturende auto's.

### Grootste uitdagingen voor de level 5 auto

Alles overziende zie ik op dit moment een paar dingen, die nog geregeld moeten worden voordat de massaproductie kan starten. Allereerst moeten de sensoren absoluut veilig en betrouwbaar zijn. Hiertoe heeft men o.a. afgelopen zomer getest in Death Valley en de sensoren aan de meest extreme hitte blootgesteld. Daarnaast worden er proeven genomen in poolgebieden om te kijken of er bij grote kou geen problemen optreden met de Lidar systemen.

Deze winter begint men ook met testen in Detroit, op gewone wegen zodat ook in minder zonnige gebieden met ijs en sneeuw getest kan worden. Verder moeten de eerder genoemde V2X protocollen live geïmplementeerd worden in de 4G-netwerken voordat grootschalige uitrol plaatsvindt. Op zich kan zo'n auto volledig autonoom zonder netwerk rijden, maar de veiligheid wordt aanzienlijk groter als er ook een permanente netwerkverbinding is. Qua wetgeving is men in Californië al heel ver. Men is aan de derde of vierde revisie bezig van de wetgeving. E.e.a. is een zeer transpa-

rant proces, dat ik al een keer live via internet gevolgd heb. Werkelijk alle partijen hebben dan inspraak: de diabetici, de blinden, de steden, politie, de ouderen, de autofabrikanten, verzekeringen, enz. Iedereen praat mee en de overheid brengt steeds nieuwe wetsversies uit.

Zo komt er bijvoorbeeld in de Californische wet te staan dat een politieagent een stopteken moet kunnen geven aan een zelfrijdende auto en deze moet dan langs de weg gaan staan. En er komt ook een live verbinding met een *control center* zodat 7x 24 uur altijd teruggevallen kan worden op een ervaren rijder, ergens in het land, die kan ingrijpen in de auto. Verder komt er een stopknop waarmee de passagier kan besluiten te stoppen. De auto moet dan de eerstvolgende veilige parkeerplek zoeken. De verzekering van zo'n auto wordt opgetrokken van 1 naar 5 miljoen dollar per gebeurtenis, hoewel men er van overtuigd is dat er veel minder ongelukken gaan gebeuren. De verzekering is dan niet meer op naam van de gebruiker, maar van de fabrikant van de auto.

Een andere belangrijke actie op dit moment is het goedkoper maken van de rekenkracht en sensoren. Deze waren een tijdje terug samen nog duurder dan de gehele auto. Zo heeft bijvoorbeeld NVIDIA in zijn sensoren een 8 Teraflops supercomputer gemonteerd om genoeg rekenkracht te hebben om honderden processen simultaan te verwerken.

Hiertoe heeft Google een samenwerking gesloten met Intel zodat men in massaproductie de sensoren goedkoop kan maken.

### Business model : Google gaat zelf geen auto's maken

Mijn waarneming is dat Waymo dus ver voorloopt op de rest en de vraag is dan welk business model men gaat hanteren. Zeker is dat Google zelf geen auto's gaat maken. Er duiken steeds meer verhalen op die erop duiden dat men een soort Androidmodel gaat hanteren.



**“De auto wordt gemaakt door de ‘gewone’ autofabrikanten die een licentie kunnen nemen.”**

Iedereen kan een licentie krijgen op de sensorproductie en de software. Google heeft het dan ook over de zelfrijdende chauffeur i.p.v. de zelfrijdende auto. De auto wordt gemaakt door de ‘gewone’ autofabrikanten die een licentie kunnen nemen. Er zijn in de pers inmiddels al veel namen verschenen van fabrikanten die met Waymo in zee willen gaan. De grote angst van met name de Duitse autoindustrie is dat men de boot gaat missen. Zelfs Angela Merkel heeft hier al opmerkingen over gemaakt. Bob Lutz de voormalige *Head of product management* van General motors schreef



hierover onlangs een mooie column met de titel *Kiss the good times goodbye*. Hierin schetst hij een beeld dat na honderden jaren paarden met koetsen en 120 jaar auto's met chauffeur, nu de tijd aanbreekt met auto's zonder chauffeur. De huidige autofabrikanten zullen collectief hetzelfde lot ondergaan als de handsetleveranciers van het Android operating system.

Een *rat race to the bottom* en enorme concurrentie, terwijl de intelligentie in de software zit. Hij schetst een beeld waarbij de meeste autodealers binnen 5 tot 10 jaar het loodje leggen, garages alleen nog oldtimers onderhouden en waarbij de snelle Mercedesen, BMW's en Audi's niet meer mogen rijden omdat iedereen even hard rijdt en snelheidsduivels niet meer getolereerd zullen worden. Hij schat in dat over 10 tot 15 jaar



de eerste steden gaan besluiten alle niet zelfrijdende auto's uit de stadscentra te weren. Alles wijst ook hier in Nederland in die richting. Een bekend feit is dat een garage met meerdere dealerschappen met verkoop van vele honderden nieuwe auto's per jaar zeer moeilijk te verkopen is. Volgens Bob Lutz heeft de gemiddelde dealer nog 5 jaar om te handelen, dan is het over. Het wordt steeds duidelijker dat Google bezig is een nieuw Android-achtig platform te creëren, maar dan als hart van de zelfrijdende auto. Er lijkt zich voor de gewone autofabrikanten een bij it-ers bekend zwartgallig Blackberry-scenario te voltrekken.

### Impact op het militaire bedrijf

Een bekende ontwikkeling die ik steeds in de afgelopen 40 jaar in de praktijk zag is dat alles wat in de 'maatschappij'

gebeurt, vroeg of laat ook binnen defensie enorme gevolgen zal hebben. Of het nu e-mail, telefoon, drone's, uc, mobile enz. is, alles komt ook binnen bij defensie en wordt er vroeg of laat gebruikt.

### Verbindingsdienst

Allereerst is de impact op communicatie en dus de Verbindingsdienst groot. Als we kijken naar de V2X protocollen die in release 14 3GPP worden gestandaardiseerd kan een mapping gemaakt worden op het militaire optreden. LTE/4G/5G en de randapparatuur worden de mainstream netwerktechnieken van de Verbindingsdienst. Mits er een 4G en straks een 5G-netwerk aanwezig is, kan het *Vehicle to Pedestrian* protocol gebruikt worden voor de communicatie tussen een voertuig en de uitgestegen militair. Het *Vehicle to Vehicle* protocol voor de onderlinge communicatie tussen voertuigen in een patrouille, en het *Vehicle to Infrastructure* protocol zie ik toegepast worden tussen voertuigen en militaire gevechtsrobots. Tenslotte zie ik het *Vehicle to Network* toegepast worden in de C2-commandostructuren.

Omdat de chipsets straks heel goedkoop worden en in veel smartphones standaard aanwezig zullen zijn, dringen ze ongetwijfeld door in door militairen te gebruiken apparatuur. Met name de security aspecten vergen volgens mij nog veel onderzoek, omdat het de vraag is of bij de ontwikkeling zware security-eisen zijn gesteld. De aanwezigheid van militaire 4G-netwerken in alle voorkomende inzetscenario's is hierbij cruciaal. Verder zal er specifieke software ontwikkeld moeten worden die gebruik maakt van deze protocollen. Voor de Verbindingsdienst betekent dit volledig nieuwe protocollen en de introductie van de opvolger van IP-netwerken, die inmiddels ook weer ruim 30 jaar oud zijn en toe zijn aan vervanging.

### Militaire zelfrijdende robots

Als die V2X protocollen geïmplementeerd worden komt de zelfrijdende auto/robot/drone/geschut/... zonder chauffeur om de hoek kijken. Er kunnen patrouilles gedaan worden met meer voertuigen dan personen, dus de FTE-inzet kan omlaag, maar er moet wel een centraal commandocentrum zijn dat continu in verbinding staat met deze robots. Ook daar liggen vele (communicatie) uitdagingen op de loer, want de inzetscenario's zullen volledig anders zijn dan thans. EOV bescherming en *jamming* worden hierbij steeds belangrijker. Er zijn uiteraard ook grote gevaren aan, want een gehackte militaire rijdende/schietende vechtrobot zonder verbinding met het commandocentrum zou kunnen ontaarden in een dodelijke vechtmachine voor de eigen troepen. De ultieme *friendly fire* nachtmerrie.

Kortom, zo kunnen we nog wel een aantal andere toepassingen verzinnen. Het is duidelijk dat we aan de vooravond staan van zeer grote veranderingen in de techniek, maatschappij en dus ook in de militaire inzet. De zelfrijdende auto/chauffeur is er daar één van en deze wordt zeer snel realiteit.