

# 5G

Kevin Schuddinck<sup>1\*</sup>

## Samenvatting

De opmars van de smartphone en de mobiele connectiviteit veranderden onze manier van leven en werken zoals nooit tevoren.

Steeds meer gebruikers en een immer groeiend aantal toestellen (smartphones, tablets, smartwatches, beveiligingscamera's, auto's, etc.) hebben het verkeer op draadloze netwerken exponentieel doen toenemen. De huidige 4G technologie zal dus niet langer volstaan om al die dataconsumptie te dragen. Om het hoofd te bieden aan zo'n toename van toestellen en dataconsumptie worden nu al nieuwe technologieën ontwikkeld. Die technologieën noemt met de 5de generatie van mobiele netwerktechnologie. Er is echter nog geen publieke standaard voor 5G netwerken. De grote telecombedrijven zijn nu reeds wereldwijde standaarden voor 5G aan het ontwikkelen, maar geen van die standaarden is al vastgelegd. Wel staat vast dat 5G zal bouwen op de basis vastgelegd door 4G LTE. Het doel van deze bachelorproef is om zoveel mogelijk gegevens te verzamelen rond 3 nieuwe 5G technologieën, met name Massive MIMO (Massive Multiple Input Multiple Output), mmWave (millimeter wave) en LTE/WI-FI coexistence (Wireless Fidelity), deze te structureren en te analyseren om zo te komen tot een voorstel van een mogelijke standaard voor het gebruik van 5G. De resultaten van dit onderzoek zouden telecombedrijven en universiteiten in staat stellen hun R&D (research & development) budget gericht te spenderen en betere samenwerkingen aan te gaan met bepaalde producenten.

## Keywords

5G — publieke standaard

<sup>1</sup> Vakgroep Toegepaste Informatica, Valentyn Vaerwyckweg 1, 9000 Gent

\*Contact: kevin.schuddinck.v6468@student.hogent.be

## Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	State-of-the-art	1
3	Methode van aanpak	2
4	Verwachte resultaten	2
5	Verwachte conclusies	2
	Referenties	2

### 1. Introductie

De laatste jaren zijn we vertrouwd geraakt met 4G technologie, de huidige standaard voor mobiel internet. De "G" in 4G staat voor "generatie". 4G verbeterde heel wat van de 3G mogelijkheden zoals het zenden en ontvangen van berichten, het bellen en het surfen op het internet (waaronder ook het up- en downloaden van grote bestanden). De meest consistente variëteit van de 4G technologieën bleek LTE ("long term evolution"). In die zin werd LTE de standaard voor 4G.

Hoewel 4G LTE nog niet zo lang bestaat, is nu al gebleken dat 4G niet zal volstaan voor het exponentieel gebruik van draadloze internetconnectie. In de toekomst zullen niet enkel smartphones en tablets gebruik maken van een mobiele internetconnectie maar ook steeds meer huishoudelijke toestellen, beveiligingscamera's, auto's, smartwatches, etc. Zo zouden te-

gen 2020 een 20 biljoen toestellen geconnecteerd zijn met het internet. Ter vergelijking momenteel zijn er wereldwijd iets meer dan 6 biljoen geconnecteerde toestellen. Een toename van meer dan 300 percent.

Drie 5G technologieën zijn reeds in volle ontwikkeling, met name Massive MIMO[2,3,4], mmWave[1], LTE/WI-FI coexistence[5]. Zal, zoals bij 4G uiteindelijk LTE als de meest consistente variëteit naar voren kwam, ook bij de 5G technologieën een winnaar uit de bus vallen? Uitgebreid onderzoek en analyse van alle gegevens rond de drie vermelde 5G technologieën zou dit moeten kunnen uitwijzen.

### 2. State-of-the-art

Er zijn reeds vele papers en artikels gepubliceerd over onderzoek rond Massive MIMO[2,3,4], mmWave[1] en LTE/WI-FI coexistence[5]. De meeste hiervan zijn terug te vinden in de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Digital Library en op de website van Qualcomm Technologies Inc[6]. Verder is er ook nog een interessant boek dat in deze studie niet mag ontbreken "Millimeter Wave Wireless Communications"[1].

Dit onderzoek zou er uit bestaan het boek en de in 2015 of later gepubliceerde artikels, m.a.w. de meest recente, te analyseren en te vergelijken om te zien hoever deze technologieën in werkelijkheid staan (beginfase of verder), welke



reeds getest zijn en of er al reële toepassingen bestaan.

### 3. Methode van aanpak

De gebruikte onderzoeksmethode bestaat uit het opbouwen van een theoretische omkadering gevolgd door het eigenlijke onderzoek, m.a.w. zoveel mogelijk artikels en boeken te analyseren om dan alle relevante gegevens in een excel bestand in te voeren, te groeperen en in grafieken weer te geven. De te vergelijken gegevens zijn o.a. :

1. snelheid
2. capaciteit
3. reactiesnelheid
4. veiligheid
5. kostprijs
6. uitgevoerde testen (waar, wanneer, door wie)
7. voorziene datum van lancering (waar, wanneer, door wie)
8. eventuele bestaande toepassingen

### 4. Verwachte resultaten

Uit de verschillende grafieken zou moeten naar voren komen welke technologie het beste is op vlak van :

1. snelheid
2. capaciteit
3. reactiesnelheid
4. veiligheid
5. kostprijs

### 5. Verwachte conclusies

Uit een doorgevoerde analyse en uitgewerkte grafieken van de verschillende onderzoeksgegevens zou moeten blijken welke van de onderzochte 5G technologieën het verst staat qua ontwikkeling, testresultaten en kostenplaatje, m.a.w. welke van deze technologieën het meeste kans maakt om een standaard te worden van 5G technologie. Te verwachten valt dat de technologie die het meeste te bieden heeft qua snelheid, capaciteit en reactiesnelheid en die het minste kost het zal halen.

### Referenties

- [1] Theodore S. Rappaport, Robert W. Heath, Robert C. Daniels, James N. Murdock *Millimeter Wave Wireless Communications*. Sep. 18 2014

- [2] E. Björnson, E. G. Larsson, T. L. Marzetta *Massive MIMO: Ten Myths and One Critical Question*. IEEE Commun. Mag., Mar. 2015.
- [3] S. Yang, L. Hanzo *Fifty Years of MIMO Detection: The Road to Large-Scale MIMOs*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol.17, no. 4, pp. 1941 - 1988, Sep. 2015
- [4] Erik Luther (Senior Product Marketing Manager, RF and SDR) *5G Massive MIMO Testbed: From Theory to Reality*.
- [5] *IEEE Performance Evaluation of LTE and Wi-Fi Coexistence in Unlicensed Bands*. June 5 2013
- [6] Qualcomm Technologies, Inc. and/or its subsidiaries *Qualcomm Research demonstrates robust mmWave design for 5G*. Nov. 19 2015