

Intelligent mobiel netwerk houdt zichzelf topfit

Geautomatiseerd beheer van toekomstige mobiele netwerken zal nog slechts een minimale betrokkenheid van mensen vergen: self-organisation is het nieuwe toverwoord.

Door Hans van den Berg, Ljupčo Jorgušeski en Remco Litjens

Toegangsnetworken voor mobiele communicatie worden steeds complexer. De planning en optimalisering ervan worden navenant steeds ingewikkelder en vormen vanwege hun arbeidsintensieve karakter een steeds grotere kostenpost.

Hét mobieltje bestaat niet meer, althans niet meer in de vorm van het eenvoudige praatapparaat dat eind vorige eeuw de wereld veroverde. Nieuwe toepassingen waarvoor hoogwaardige verbindingen nodig zijn, nemen snel toe, zowel in diversiteit als in gebruik. Teneinde deze verscheidenheid aan diensten en applicaties efficiënt en met de juiste kwaliteit af te handelen, worden geavanceerde netwerktechnologieën ontwikkeld. Planning, optimalisatie en beheer van deze complexe netwerken vergen een enorme inspanning. De Yankee Group becijferde twee jaar geleden al dat 'operations' een grote kostenpost vormt bij het leveren van mobiele communicatiediensten.

Beheerkosten omlaag

De concurrentie op de telecommunicatiemarkt is enorm. Wie de beste waar levert tegen de laagste prijs, wint de meeste klanten. Operators en leveranciers doen er dan ook alles aan om de kosten zo laag mogelijk te houden. Dat

doel willen ze bereiken door zoveel mogelijk intelligentie in de toegangsnetworken te stoppen, waardoor deze zelforganiserend worden en nauwelijks nog dure mankracht vergen. *Self-organisation* maakt het mogelijk dat de netwerken autonoom kunnen werken en zichzelf automatisch configureren, optimaliseren en herstellen. Dat zal gunstig uitpakken voor OPEX, CAPEX en QoS: de operational en de capital expenditure worden aanzienlijk gereduceerd en een verbeterde quality of service van communicatiediensten wordt mogelijk. Bij het ontwerpen van methoden voor self-organisation zijn technologische ontwikkelingen en marktontwikkelingen sturend.

De introductie van nieuwe technologieën maakt de complexiteit van de radio-toegangsnetworken steeds groter, door een veelheid van instelbare parameters die vaak op een ingewikkelde manier met elkaar samenhangen. Die complexiteit is nodig om zo efficiënt mogelijk gebruik te kunnen maken van de beschikbare middelen én om allerlei nieuwe diensten met hoge kwaliteitseisen flexibel te kunnen invoeren. Het maakt het netwerkbeheer evenwel erg lastig en arbeidsintensief. De komst van nieuwe hoogfrequentietechnieken maakt de zaak nog ingewikkelder, omdat voor voldoende dekking veel meer sites en cellen nodig zijn. Bovendien compliceert het naast elkaar bestaan van heterogene toegangsnetworken de beheertaak.

Tot nu toe worden belangrijke operationele taken, zoals netwerkplanning en

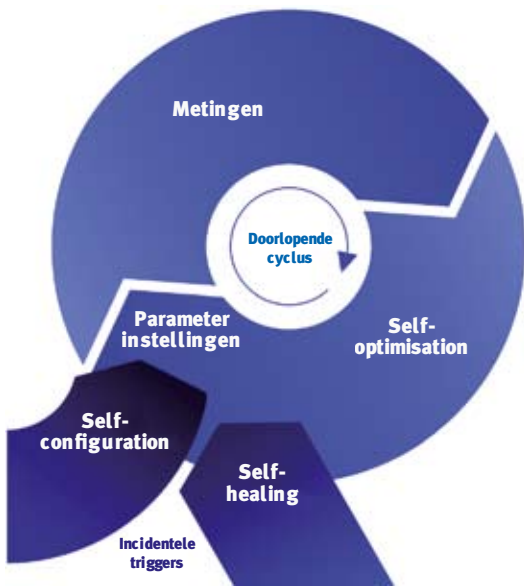
-optimalisering, grotendeels gescheiden van elkaar uitgevoerd. De methoden die hiervoor worden gebruikt, schieten echter tekort als het gaat om toekomstvast netwerkbeheer. De modellen voor netwerkplanning zijn te gesimplificeerd, gebruikte performance-indicatoren zijn slechts van beperkt belang voor de kwaliteitsperceptie van de eindgebruikers en diverse tijdrovende experimenten hebben slechts een beperkte operationele waarde. De huidige aanpak is zeer arbeidsintensief en leidt tot onvoldoende benutting van de netwerken, waardoor OPEX en CAPEX onnodig hoog zijn.

Naast nieuwe technologieën dwingen ook marktontwikkelingen tot een andere aanpak. Het toenemende gebruik van mobiele communicatie, de grotere diversiteit aan diensten en toepassingen, de hogere kwaliteitseisen en de behoefte aan een kortere time-to-market van innovatieve diensten, dwingen netwerkexploitanten uit concurrentieoverwegingen de kosten te reduceren en het beheer anders en vooral goedkoper aan te pakken.

Self-organisation

Het beheer van toekomstige mobiele netwerken zal nog slechts een minimale betrokkenheid van mensen vergen, door de inzet van verschillende componenten van self-organisation. Zo zullen basisstations, via plug and play, aan het netwerk worden toegevoegd en zullen ze zichzelf configureren: *self-configuration*. Eenmaal actief, zullen basisstations voortdurend hun operationele algoritmen en parameters aanpassen als veranderingen optreden in netwerk-, verkeers- en kanaalcondities. Er is sprake van *self-optimisation*. Door automatische optimalisering kan zo efficiënt mogelijk de vereiste dienstkwaliteit worden geleverd. En als een basisstation uitvalt, worden de nabeli-

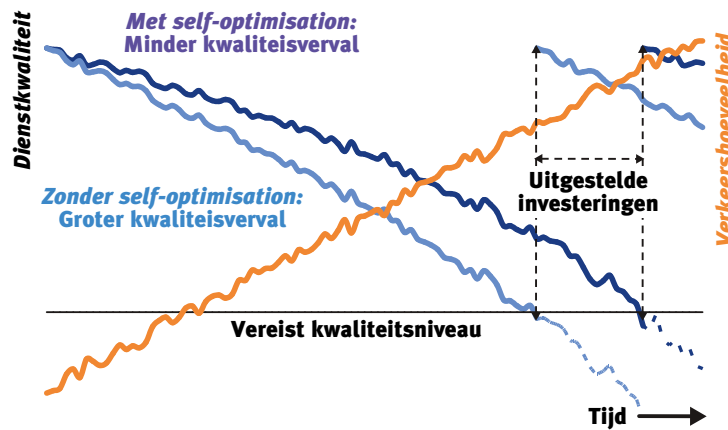
Hans van den Berg (j.l.vandenberg@tno.nl),
Ljupčo Jorgušeski (ljupco.jorguseski@tno.nl) en
Remco Litjens (remco.litjens@tno.nl), respectievelijk
senior research fellow, consultant en senior scientist, TNO
Informatie- en Communicatietechnologie.



Figuur 1. De verschillende componenten van self-organisation.

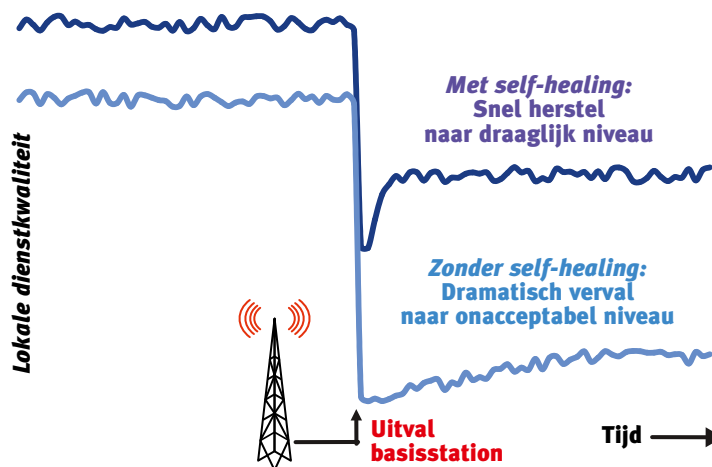
ge gevolgen voor de dienstkwaliteit zoveel mogelijk beperkt door aanpassing van de parameters van basisstations in omliggende cellen: *self-healing* noemen we dit. Menselijk handelen is alleen bij uitzondering nodig, bijvoorbeeld bij het plaatsen van nieuwe basisstations. Het operationele proces in een *self-organising* mobiel netwerk is weergegeven in figuur 1. Laten we uitgaan van een volledig geconfigureerd en operationeel radiotoegangsnetwerk en, enigszins arbitrair, starten in de 'Metingen'-fase. In deze fase worden allerlei gegevens verzameld over geleverde dienstkwaliteit, verkeer, mobiliteit en kanaaleigenschappen. De meetresultaten worden verwerkt tot informatie die in de 'Self-optimisation'-fase door intelligente algoritmen wordt gebruikt voor een optimale instelling van allerlei radioparameters, bijvoorbeeld voor capaciteitstoeiwijzing, zendrichting van antennes, instelling van zendvermogens en buurlijsten. Als blijkt dat de beoogde dienstkwaliteit niet meer kan worden gehaald en capaciteitsuitbreiding onvermijdelijk is, worden tijdig *triggers* afgegeven met suggesties voor menselijk ingrijpen, zoals het bijplaatsen van een basisstation, of het uitbreiden van bepaalde hardware-elementen. Figuur 2 illustreert de winst die er met behulp van self-optimisation behaald kan worden ten opzichte van de huidige 'handmatige' aanpak, naast de primair beoogde OPEX-reductie. Enerzijds is dat de hogere dienstkwaliteit die door het continue optimaliseringspro-

ces kan worden gerealiseerd. Anderzijds leidt een grotere efficiëntie ertoe dat investeringen ten behoeve van uitbreidingen van de netwerkcapaciteit langer kunnen worden uitgesteld: de CAPEX-reductie. De 'Self-configuration'-fase wordt getriggerd door incidentele gebeurtenissen met een intentioneel karakter, zoals het toevoegen van een nieuw basisstation, of de introductie van een nieuwe dienst of netwerkfunctionaliteit. Dergelijke uitbreidingen vereisen doorgaans initiële of aangepaste instellingen van verschillende radioparameters of algoritmen voor capaciteitstoeiwijzing, bijvoorbeeld pilot-vermogens en buurlijsten. Er worden dan eerst 'redelijke' parameterinstellingen bepaald, die vervolgens worden aangeboden aan het continue self-optimisation-proces, waar zij automatisch worden geoptimaliseerd.



Figuur 2. Impact van Self-optimisation.

Self-organisation verlaagt OPEX en CAPEX, en verbetert QoS



Figuur 3. De impact van Self-healing.

De 'Self-healing'-fase tenslotte, figuur 3, wordt getriggered door incidentele gebeurtenissen met een niet-intentioneel karakter. Voorbeelden zijn softwarestoringen en het uitvallen van basisstations door problemen met de energievoorziening. Parameters en algoritmen in omliggende cellen worden dan automatisch aangepast, waardoor de nadelige gevolgen voor netwerkcapaciteit en dekkingsgraad beperkt blijven. Als de storing is verholpen, wordt dit automatisch ontdekt en past het netwerk zichzelf weer aan.

De mate van self-organisation bepaalt welke taken er overblijven voor de netwerkbeheerder. In de ideale situatie hoeft hij het self-organisation-proces alleen nog maar te 'voeden' met een aantal

beleidsaspecten, zoals de gewenste dienstkwaliteit en kosten. De self-organisation-methoden zorgen er dan voor dat de gewenste balans wordt gehandhaafd en de netwerkbeheerder tijdig wordt geïnformeerd over noodzakelijke netwerkuitbreidingen in de vorm van onder andere nieuwe basisstations, channel boards of krachtiger zenders.

Uitdagingen

Alvorens self-organisation te kunnen toepassen in operationele netwerken, moeten methoden worden ontwikkeld die effectief, maar vooral ook betrouwbaar zijn. De exploitant geeft namelijk de directe controle over zijn mobiele netwerk grotendeels op en

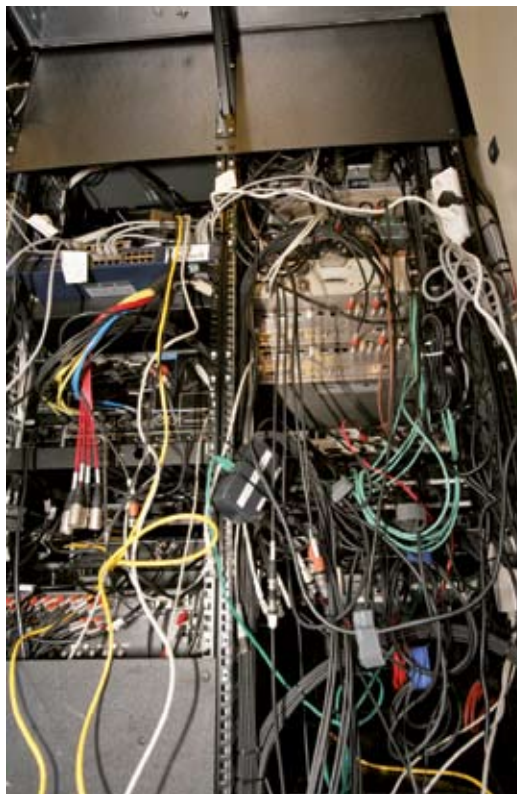
Operators stoppen zoveel mogelijk intelligentie in toegangsnetwerken

laat geautomatiseerde procedures potentieel ingrijpende maatregelen nemen.

De uitdagingen bij de ontwikkeling van methoden voor self-optimisation liggen primair op het vlak van de meet- en regeltechniek. Er moet onder andere diepgaand theoretisch onderzoek worden gedaan naar de risico's van geautomatiseerd afstemmen van parameters en algoritmen die een mobiel toegangsnet op verschillende tijdschalen besturen. Onvoldoende inzicht in de enorme onderlinge afhankelijkheden van de vele parameters en algoritmen kan leiden tot oscillaties van de geleverde kwaliteit, in plaats van een constant en optimaal kwaliteitsniveau. Een belangrijke uitdaging voor de onderzoekers is dan ook om dit soort ongewenste effecten te vermijden. Hierbij is het essentieel om keuzes omtrent de tijdschaal waarop en onderlinge timing waarmee verschillende parameters en algoritmen mogen worden bijgesteld, te onderzoeken.

Onderzoekers moeten zich tevens realiseren dat de netwerkqualiteit vertraagd reageert op aanpassing van de radioparameters. Het is namelijk niet altijd duidelijk of een waargenomen kwaliteitseffect alleen het gevolg is van een parameterbijstelling of wellicht (mede) wordt veroorzaakt door natuurlijke variaties van bijvoorbeeld verkeers-, mobiliteits- of propagatiekarakteristieken. Dergelijke 'verstoringen' moeten uit de observaties worden gefilterd om een correcte feedbacklus te kunnen maken tussen observatie en parameteroptimalisering. Bij de ontwikkeling van methoden voor self-healing moet vooral aandacht worden besteed aan detectie- en reactiesnelheid en aan de mate waarin ontstane dekkings- en kwaliteitsproblemen kunnen worden verzacht. Voor self-configuration moet de aandacht vooral uitgaan naar een geschikte keuze van initiële, niet per se optimale, parameterinstellingen. Deze keuze moet worden gemaakt op grond van beperkte meetinformatie, omdat het basisstation of de nieuwe functionaliteit nog niet operationeel is. De metingen van onder andere verkeers-, kwaliteits- en kanaalaspecten dienen als ondersteuning voor de verschillende componenten van self-organisation. Hierbij geldt als uitdaging om de juiste dosering van bruikbare meetge-

gevens te bepalen, deze op een efficiënte wijze te vergaren, via geschikte signaalringsprotocollen en te verwerken tot betrouwbare informatie voor de methoden van self-organisation.



Menselijk handelen is alleen bij uitzondering nodig

SOCRATES

Verschillende organisaties ontplooiën activiteiten op het gebied van self-organisation van mobiele toegangsnetwerken.

3rd Generation Partnership Project (3GPP) is verantwoordelijk voor de standaardisatie van de Long Term Evolution (LTE)-technologie, de opvolger van UMTS/HSPA. Sinds medio 2007 maakt self-organisation deel uit van dit standaardisatieproces, waarbij men zich concentreert op de invloed van self-organisation op architectuur, protocollen en metingen.

Next Generation Mobile Networks (NGMN) is een lobbygroep van netwerkexploitanten. De groep zet zich in om bepaalde ontwikkelingen bij de netwerkfa-

brikanten af te dwingen, te sturen of in ieder geval nauwgezet te volgen, onder andere op het gebied van self-organisation. Inmiddels hebben verschillende interactieve workshops plaatsgevonden, waarin enkele belangrijke netwerkfabrikanten hun visie, ontwikkelingen en plannen op dit gebied hebben gepresenteerd.

Naast deze industriële forums zijn er verschillende onderzoeksprojecten die zich richten op self-organisation. Dergelijk onderzoek wordt bijvoorbeeld verricht als directe ondersteuning van de standaardisatieactiviteiten van 3GPP. Daarnaast worden methoden en algoritmen ontwikkeld om de verschillende componenten van self-organisation vorm te geven, iets waarmee 3GPP en NGMN zich niet primair bezighouden. Een voorbeeld is het onlangs gestarte project *Self-Optimisation and self-ConfiguRATION in wirelEss networkS* (SOCRATES), een driejarig samenwerkingsproject van enkele leveranciers, consultancy- en onderzoeksinstellingen en een netwerkexploitant. Dit project wordt gecoördineerd door TNO en gesubsidieerd in het Zevende Kaderprogramma van de Europese Unie. De belangrijkste doelstellingen van het project zijn de ontwikkeling, evaluatie en demonstratie van methoden en algoritmen voor self-configuration, self-optimisation en self-healing. Tegelijkertijd wordt de invloed van deze ontwikkelingen op de standaardisatie, netwerkplanning, netwerkoptimalisering en dienstverlening onderzocht. ■

Conclusie

Self-organisation van mobiele toegangsnetwerken is nodig en onvermijdelijk om mobiele communicatie betaalbaar en beheersbaar te houden. Er is echter nog een lange weg te gaan om de huidige netwerken om te vormen tot netwerken die zichzelf optimaal instellen en zelf herstellen van storingen. We voorzien een geleidelijke invoering, waarbij de overgang in stappen wordt uitgevoerd en de impact van elke stap goed wordt bestudeerd. Alleen dan blijven de effecten van eventuele kinderziekten beperkt en zal het vertrouwen van de operators om de 'macht' uit handen te geven groeien.