

Continuïteit in mobiele ontvangst van multimedia-content

Content uitzenden, distribueren en in de lucht houden

Gebruikersdiensten moeten eenvoudig zijn af te nemen. Dit geldt ook voor mobiele ontvangst van live multimediacontent over het internet. De auteurs belichten het technische en het businessperspectief.

Cristian Hesselman, Alfons Salden, Jack Verhoosel en Thijs Veugen

In de nabije toekomst stelt draadloos internet mobiele gebruikers in staat altijd en overal diensten af te nemen (Haardt, 2000). Per locatie bepaalt de gebruiker dan welke aanbieder van een dienst het geschiktst is. Voor live multimediacontent kan een serviceprovider bijvoorbeeld CNN Radio aanbieden via het 802.11-netwerk van Schiphol. Bij het verlaten van de aankomsthal valt het 802.11-netwerk echter weg en moet de mobiele gebruiker CNN Radio afnemen van een andere serviceprovider, bijvoorbeeld Vodafone Live, via Vodafone's landelijke GSM-netwerk. Voor een continue dienstverlening hebben mobiele gebruikers dus verschillende serviceproviders nodig als ze zich verplaatsen tussen connectivityproviders of netwerktechnologieën. Hierbij komt dat sommige diensten dezelfde content op verschillende kwaliteitsniveaus aanbieden. Het 802.11-netwerk van Schiphol (een hotspot) levert bijvoorbeeld CNN Radio op een hoger kwaliteitsniveau dan een landelijk GSM-netwerk.

Een oplossing voor continuïteit in ontvangst moet in ieder geval eenvoudig te gebruiken zijn (Kleinrock, 2003). Zo moeten gebruikers met

slechts een beperkt aantal providers een abonnement hoeven af te sluiten en moet de infrastructuur zoveel mogelijk onzichtbaar zijn voor de gebruiker. Dat laatste betekent dat de selectie en wisseling van provider, netwerk, of kwaliteitsniveau zoveel mogelijk zonder gebruikersinterventie moet verlopen.

Rollen

Een rollenmodel maakt de complexiteit van het distribueren van live multimediacontent begrijpelijk. In dit model komen drie veel voorkomende praktijksituaties terug (Hesselman, 2003). De eerste is de 'internetmanier' van content verspreiden, waarbij contentproviders (bijvoorbeeld cnn.com) hun content direct naar mobiele apparaten verspreiden. Content kan daarnaast worden verspreid via tussenliggende domeinen die content aggregeren van verschillende contentproviders en aanbieden (vergelijkbaar met een kabelbedrijf). Er zijn dan twee mogelijkheden: het tussenliggende domein is zowel aggregator als connectivityprovider, of het tussenliggende domein is alleen een aggregator. Figuur 1 toont een voorbeeld van de laatste categorie

Samenvatting

Bij distributie van live multimediacontent over het internet biedt de content-provider de inhoud aan. De connectivityprovider verzorgt de netwerkverbinding en de contentaggregator geeft het signaal door, in verschillende kwaliteiten.

Met zogenaamde *roaming* contracten krijgen mobiele gebruikers toegang tot een groter aantal providers dan bij wie ze een abonnement hebben.

waarbij providers live audiocontent in een hotspot verspreiden via tussenliggende contentaggregators. Beide aggregators bieden CNN Radio aan, de ene (stream-it.com) via hotspot.nl, de ander (media-forward.nl) via connect-you.nl.

Connectivity

De domeinen connect-you.nl en hotspot.nl hebben de rol van connectivityprovider. Een connectivityprovider stelt mobiele gebruikers in staat een netwerkverbinding te maken met het internet. Zo'n provider kan daarvoor een of meer netwerken in beheer hebben. In het voorbeeld beheert iedere connectivityprovider een netwerk: connect-you.nl beheert een UMTS-netwerk en hotspot.nl een 802.11-netwerk. Aan de hand van het type netwerk zijn verschillende typen providers te onderscheiden, bijvoorbeeld hotspot (802.11) en cellulaire (GSM, UMTS, GPRS) providers (Verhoosel, 2003).

In hotspots kunnen mobiele apparaten twee typen netwerken tegelijk gebruiken. Op punt A in figuur 1 kan Bobs mobiele apparaat bijvoorbeeld gebruikmaken van het 802.11-netwerk van hotspot.nl en van het UMTS-netwerk van connect-you.nl. Om daadwerkelijk met twee typen

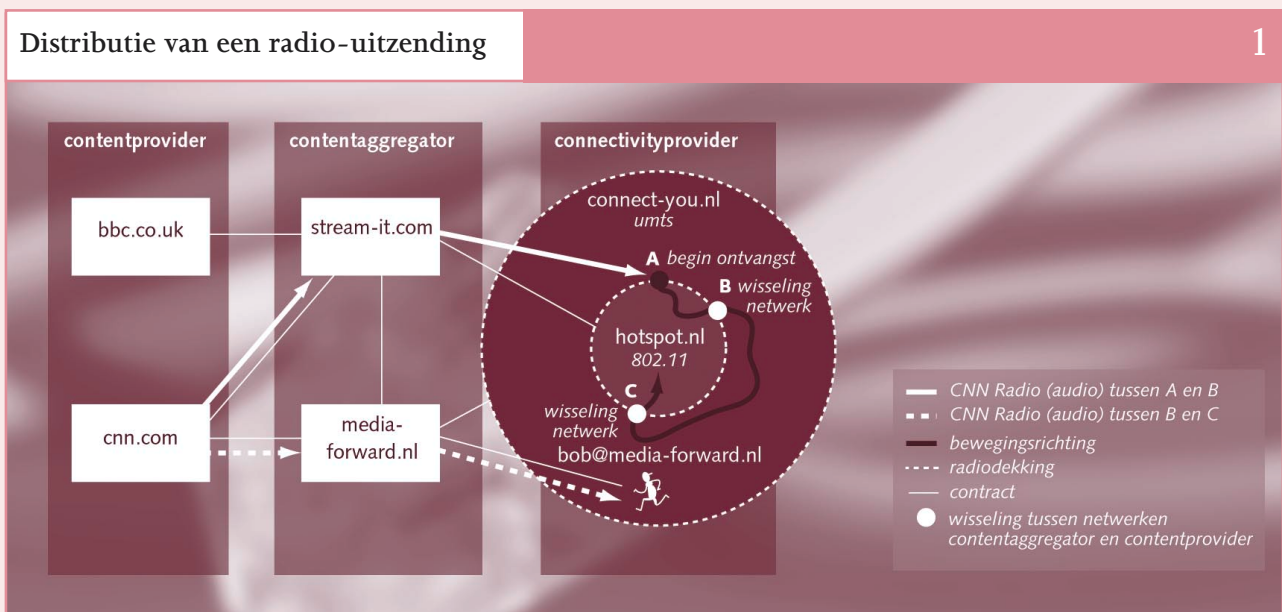
netwerken tegelijk een verbinding te maken moet het apparaat zijn uitgerust met twee netwerkinterfaces.

Content

De domeinen stream-it.com en media-forward.nl hebben de rol van contentaggregator. Contentaggregators ontvangen multimediacontent van contentproviders zoals cnn.com en verspreiden het vervolgens naar hun klanten. Contentproviders en -aggregators bieden content aan in de vorm van kanalen. Een contentprovider vormt de bron van een of meer kanalen. In het voorbeeld ontvangen de aggregators stream-it.com en media-forward.nl het kanaal CNN Radio van contentprovider cnn.com en verspreiden het naar gebruiker Bob. Aggregators en providers bieden kanalen aan op verschillende kwaliteitsniveaus, met verschillende netwerktechnologieën en verschillende gebruikersvoorkeuren. Een kwaliteitsniveau bepaalt onder andere de bandbreedte die beschikbaar moet zijn om het kanaal te ontvangen. Een contentaggregator biedt kwaliteitsniveaus aan die geschikt zijn voor draadloze verbindingen en mobiele apparaten. Aggregator stream-it.com kan CNN Radio bijvoorbeeld aanbieden op cd-kwali-

Distributie van een radio-uitzending

1





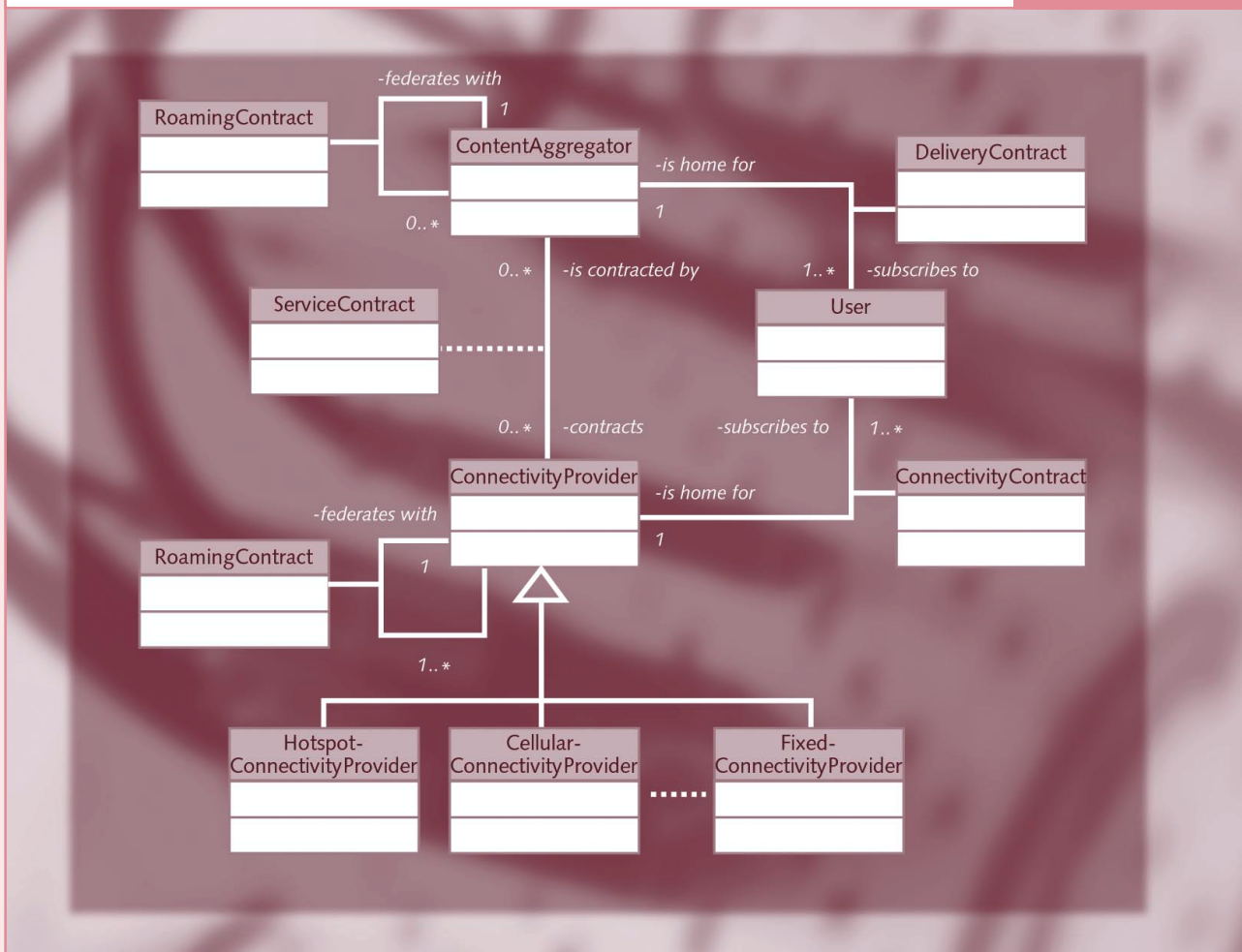
teit, FM-radiokwaliteit en AM-radiokwaliteit. De kwaliteitsniveaus die een contentprovider aanbiedt, zijn gewoonlijk niet geschikt voor draadloze verbindingen en mobiele apparaten (bijvoorbeeld op hdtv-kwaliteit voor televisieuitzendingen).

Aggregators

Anders dan contentproviders zijn contentaggregators ervoor bedoeld om mobiele apparaten te bedienen. Aggregators kunnen zo een value-added service leveren voor contentproviders. Aggregators kunnen bijvoorbeeld de kwaliteitsniveaus van een contentprovider uitbreiden met kwaliteitsniveaus voor draadloze verbindingen,

bijvoorbeeld door de bandbreedte te verlagen en het resultaat aan te bieden als een nieuw kwaliteitsniveau. Daarnaast kunnen aggregators omgaan met apparaten die zich tussen netwerken of aggregators verplaatsen. Ze sluiten daarvoor bijvoorbeeld roaming contracten af. Tot slot kunnen ze een brug vormen tussen delen van het internet waar point-to-multipoint communicatie (multicast) wordt ondersteund en delen waar alleen point-to-point communicatie (unicast) beschikbaar is. Point-to-multipoint communicatie is een natuurlijke match voor contentdistributiediensten omdat een stroom in één keer naar N gebruikers kan worden verstuurd. In een point-to-point omgeving moeten daarvoor N verbindingen worden opgezet. In sommige situaties betekent dit dat dezelfde stromen meerdere malen 'over de lijn' gaan. Juist in een draadloze omgeving moet dit worden voorkomen omdat de beschikbare bandbreedte daar schaars is. Een aggregator gebruikt een pool van mediaservers om kanalen te ontvangen van contentprovi-

Rollen en contracten ter ondersteuning van mobiliteit (UML-klassendiagram)



ders en ze af te leveren bij mobiele gebruikers. Een mobiel apparaat zal uiteindelijk een verbinding moeten maken met een van de servers in de pool om een kanaal te kunnen ontvangen.

Contracten

De rollen uit het model sluiten verschillende typen contracten af om de businessrelaties te formaliseren. In het UML-klassendiagram in figuur 2 staan de rollen afgebeeld en de contracten die zij afsluiten om overall multimediacontent te distribueren. Alle contracten hebben een financiële component waarin staat wie hoeveel voor wat betaalt.

Connectivity

Een gebruiker en een connectivityprovider sluiten een connectivitycontract af zodat de gebruiker een verbinding met het internet kan maken. Een connectivitycontract bepaalt tot welke netwerken van de connectivityprovider een gebruiker toegang heeft, wat de maximum bandbreedte hiervoor is en wat de kosten zijn. In figuur 1 heeft gebruiker Bob een contract met hotspot.nl. Een connectivitycontract heeft hier alleen betrekking op netwerkaspecten. Anders dan in GSM- en UMTS-netwerken (Markoulidakis, 1997) omvat het geen serviceaspecten.

Roaming contracten

Een gebruiker sluit gewoonlijk een connectivitycontract af met één provider. Om de gebruiker toegang te bieden tot andere providers moet deze *home* connectivityprovider *roaming* contracten afsluiten met *foreign* connectivityproviders (3GPP, 1999). Een roaming contract van dit type bepaalt bijvoorbeeld de maximale bandbreedte die een gebruiker van een *foreign* connectivityprovider krijgt. In figuur 1 kan het roaming contract tussen connect-you.nl en hotspot.nl bijvoorbeeld voorschrijven dat gebruikers van hotspot.nl op een laag bandbreedteniveau worden gezet als ze connect-you.nl willen gebruiken. Een gebruiker kan geen toegang krijgen tot een *foreign* connectivityprovider als zijn *home* connectivityprovider geen roaming contract met die connectivityprovider heeft afgesloten.

Delivery

Met een connectivitycontract kan een gebruiker een netwerkverbinding met het internet maken. Om multimedia content te kunnen ontvangen moet hij zich abonneren op een dienst die content verspreidt. Een gebruiker sluit daarvoor een

deliverycontract af met een aggregator. Een deliverycontract geeft aan tot welke kwaliteitsniveaus de gebruiker toegang heeft. In figuur 1 heeft Bob bijvoorbeeld een deliverycontract opgezet met media-forward.nl. Het contract zou bijvoorbeeld aan kunnen geven dat Bob gebruik mag maken van alle drie de kwaliteitsniveaus van media-forward.nl (cd-radio-, FM-radio- en AM-radiokwaliteit). Een connectivitycontract en een deliverycontract worden gewoonlijk gecombineerd tot één contract als een domein zowel een connectivityprovider als een contentaggregator is.

Service

In traditionele telecommunicatieomgevingen maken connectivityproviders vaak een sterke koppeling tussen netwerk- en servicetoeegang. In zulke gevallen sluit een connectivityprovider servicecontracten af met een aantal aggregators om multimedialkanalen aan zijn klanten aan te bieden. Een servicecontract zorgt ervoor dat de diensten van de betrokken aggregator lokaal worden voor de connectivityprovider. In figuur 1 zorgt het contract tussen hotspot.nl en stream-it.com er bijvoorbeeld voor dat de diensten van stream-it.com alleen te gebruiken zijn door gebruikers die via hotspot.nl een verbinding hebben met het internet.

Een servicecontract geeft bijvoorbeeld aan of de aggregator unicast of multicast moet gebruiken om kanalen af te leveren bij een connectivityprovider.

Roaming contracten tussen aggregators

Een gebruiker zoals Bob heeft gewoonlijk een deliverycontract met één aggregator, zijn *home* aggregator. Het kan ook voorkomen dat een gebruiker content wil ontvangen van een *foreign* aggregator. In figuur 1 kiest Bobs mobiele apparaat er op punt A bijvoorbeeld voor om CNN Radio via stream-it.com te ontvangen. Voor Bob is dit een *foreign* aggregator omdat hij een deliverycontract heeft afgesloten met media-forward.nl.

Om met dit soort situaties om te kunnen gaan moet een *home* aggregator *roaming* contracten afsluiten met een aantal *foreign* aggregators. Een roaming contract tussen aggregators is vergelijkbaar met een roaming contract tussen connectivityproviders. Het verschil is dat roaming contracten tussen aggregators op applicatieniveau werkzaam zijn (*services*) en die tussen connectivityproviders op netwerkniveau (*connectiviteit*). In omgevingen zoals GSM of UMTS worden deze

twee niveaus gewoonlijk gecombineerd in één type contract (Markoulidakis, 1997). Net als bij een roaming contract tussen connectivityproviders krijgt een gebruiker alleen toegang tot een foreign aggregator als zijn home aggregator hiermee een roaming contract heeft afgesloten. Een roaming contract tussen aggregator geeft aan welke kwaliteitsniveaus van een foreign aggregator beschikbaar zijn voor gebruikers van de home aggregator. Het roaming contract tussen stream-it.com en media-forward.nl in figuur 1 zou bijvoorbeeld kunnen bepalen dat gebruikers van media-forward.nl alleen de lagere kwaliteitsniveaus van stream-it.com mogen gebruiken. Een roaming contract beïnvloedt op deze manier direct de kwaliteitsniveaus waarmee een gebruiker als Bob een kanaal van een foreign aggregator kan ontvangen. Dit geldt ook voor roaming contracten tussen connectivityproviders. Die bepalen immers hoeveel bandbreedte een mobiel apparaat van een foreign connectivityprovider kan krijgen.

Ten slotte is het zo dat contentproviders en -aggregators contracten afsluiten over het distribueren van de content. De informatie in dit soort contracten geeft bijvoorbeeld aan of een aggregator de bandbreedte van de stromen van een contentprovider mag terugbrengen naar een lager niveau.

Ontvangst

Een mobiel apparaat kan een kanaal ontvangen via verschillende contentaggregators, connectivityproviders en netwerken. Op punt A in figuur 1 kan Bobs mobiele apparaat CNN Radio bijvoorbeeld ontvangen via stream-it.com en hotspot.nl (802.11) of via media-forward.nl en connect-you.nl (UMTS).

Om een kanaal te ontvangen moet een mobiel apparaat uit dit aanbod een kwaliteitsniveau, een connectivityprovider en een netwerk selecteren. Een aggregator voorziet iedere kwaliteitsniveau daartoe van extra informatie, zoals de prijs. De gebruiker definieert welke van de beschikbare kwaliteitsniveaus hij de beste vindt. Bob kan bijvoorbeeld een voorkeur hebben voor hoge kwaliteitsniveaus, terwijl een andere gebruiker liever voor het goedkoopste kwaliteitsniveau gaat.

Protocol

Een applicatieprotocol stelt een mobiel apparaat in staat zo'n keuze te maken (Hesselman, 2003), aan de hand van elektronisch opgeslagen gebruikersvoorkeuren. Automatische selectie van kwaliteitsniveaus verbergt de complexiteit van de

infrastructuur in termen van verschillende connectivityproviders, netwerken, contentaggregators, kwaliteitsniveaus en mediaservers voor de gebruiker en maakt de diensten eenvoudig in gebruik (Kleinrock, 2003).

Het protocol doet zijn werk als een gebruiker

» Een mobiel apparaat moet een kwaliteitsniveau, een connectivityprovider en een netwerk selecteren «

begint multimedia content te ontvangen (initiatie) en als de gebruiker zich van de ene connectivityprovider (of netwerk) naar de ander begeeft terwijl hij een bepaald kanaal ontvangt (roaming). Voordat een mobiel apparaat het protocol kan gebruiken moet het ontdekken welke aggregators hij op een bepaalde plaats kan gebruiken. Hiertoe kan een connectivityprovider een mobiel apparaat van deze informatie voorzien, zodra het apparaat een verbinding maakt met de connectivityprovider.

Het protocol kan worden geïmplementeerd met internetprotocollen zoals het Session Initiation Protocol (Hesselman, 2003). Voor een totale oplossing zijn ook nog andere protocollen nodig, bijvoorbeeld een netwerkprotocol als DHCP dat internetadressen kan uitdelen.

Initiatie

Tijdens initiatie stuurt het protocol een bericht naar iedere beschikbare aggregator om te bepalen welke kwaliteitsniveaus van een kanaal beschikbaar zijn. Op punt A in figuur 1 stuurt Bobs apparaat bijvoorbeeld een bericht naar stream-it.com en naar media-forward.nl om te kijken welke kwaliteitsniveaus van CNN Radio daar beschikbaar zijn. Een foreign aggregator (zoals stream-it.com) neemt daarop contact op met de home aggregator van de gebruiker om zijn identiteit te controleren. Tevens stelt de foreign aggregator vast op welke kwaliteitsniveaus de gebruiker is geabonneerd. In het voorbeeld is Bob geabonneerd op 'cd-radio', 'FM radio' en 'AM radio' niveaus van media-forward.nl. Een andere mogelijkheid is dat gebruikers over een certificaat beschikken (zie kader). Een foreign



aggregator hoeft in dat geval geen contact op te nemen met een home aggregator, maar kan de gebruiker direct via het certificaat authenticeren. De foreign aggregator combineert de informatie van de home aggregator met de informatie in het roaming contract dat hij met de home aggregator heeft afgesloten om te bepalen tot welke kwaliteitsniveaus de gebruiker toegang heeft. Aggregators versturen deze informatie vervolgens naar het mobiele apparaat.

Een mobiel apparaat verzamelt de reacties van de verschillende aggregators, bekijkt welke kwaliteitsniveaus hij kan gebruiken en kiest hieruit de beste. Het verstuurt hierover een bericht naar de betreffende aggregator. De aggregator stuurt een bevestiging terug en verstuurt het kanaal vanaf één van zijn mediaservers naar het mobiele apparaat. Op punt A van figuur 1 kiest Bobs mobiele apparaat bijvoorbeeld voor een kwali-

teitsniveau van CNN Radio dat wordt geleverd door stream-it.com. Bob ontvangt CNN Radio dan via het 802.11 netwerk van hotspot.nl.

Roaming

Als een gebruiker van connectivityprovider (of netwerk) wisselt, kan de verzameling beschikbare aggregators veranderen. Er komt bijvoorbeeld een aggregator bij die het kanaal dat de gebruiker ontvangt op een beter kwaliteitsniveau aanbiedt. Om dit te bepalen gebruikt het mobiele apparaat nagenoeg hetzelfde protocol als tijdens initiatie. Als een andere aggregator een beter kwaliteitsniveau aanbiedt, schakelt het mobiele apparaat daarop over. Op punt C in het voorbeeld komt stream-it.com weer in bereik van Bobs mobiele apparaat. Dit blijkt een beter kwaliteitsniveau van CNN Radio te leveren dan media-forward.nl, de aggregator die Bob na punt B gebruikte. Het mobiele apparaat schakelt daarom van zijn huidige aggregator media-forward.nl om naar stream-it.com. Het mobiele apparaat moet tegelijkertijd omschakelen van het UMTS-netwerk van connect-you.nl naar het 802.11-netwerk van hotspot.nl.

Certificatie serviceproviders

Voor een businesscase voor het verspreiden van live multimedia content naar mobiele gebruikers rond te krijgen moeten de verschillende partners elkaar vertrouwen. De gebruiker moet er van uit kunnen gaan dat hij de juiste programma's ontvangt, met het gewenste kwaliteitsniveau volgens zijn deliverycontract. De aggregator wil dat alleen de juiste (betalende) gebruikers toegang krijgen. De connectivityprovider wil alleen gebruikers met een connectivitycontract toelaten tot het internet. Daarnaast maakt deze provider afspraken met een aggregator in een servicecontract.

Een geschikte manier om dit vertrouwen te realiseren is het gebruik van certificaten op applicatieniveau. Via een *certification serviceprovider* kan elke partij en elke gebruiker een certificaat krijgen waarmee men zich kan authenticeren in het proces en waarmee contracten digitaal getekend kunnen worden. Ook kan dit de vertrouwensbasis zijn voor roaming: door middel van cross-certificatietechnieken kunnen aggregators aangeven dat ze elkaars certificaten vertrouwen (Veugen, 2002).

Het resultaat is dat het mobiele apparaat nu CNN Radio ontvangt van een mediaserver van stream-it.com via het 802.11 netwerk van hotspot.nl. Omdat een 802.11-netwerk gewoonlijk meer bandbreedte biedt dan een UMTS-netwerk, kan Bobs apparaat bijvoorbeeld een versie van CNN Radio van stream-it.com kiezen met een hogere kwaliteit dan de versie van media-forward.nl. Dit heeft tot gevolg dat Bob op punt C een kwaliteitsverandering waarneemt. Als deze verandering miniem is geeft dat Bob het gevoel van 'seamless roaming'.

Ten slotte

Er zijn nog veel punten van onderzoek, zowel op business als op technisch niveau. Op business-niveau is bijvoorbeeld nog weinig bekend over het dynamisch opzetten van roaming contracten en hoe dat technisch moet worden gerealiseerd. Een voorbeeld van een technisch punt van onderzoek is de specificatie, de opslag en het gebruik van de regels (policy's) die bepalen welke aggregator op een bepaald moment het beste kwaliteitsniveau levert.

Literatuur

- 3GPP (1999). Automatic Establishment of Roaming Relationships. Technical Report 22.971, version 3.1.1, April 1999.
- Haardt, M. & W. Mohr (2000). The Complete Solution for Third-Generation Wireless Communications: Two Modes on Air, One Winning Strategy. *IEEE Personal Communications*, December 2000, pp. 18-24.
- Hesselman, C., H. Eertink, I. Widya & E. Huizer (2003). A Mobility-aware Broadcasting Infrastructure for a Wireless Internet with Hotspots. *Proceedings of the first ACM International Workshop on Wireless Mobile Applications and Services on WLAN Hotspots (WMASH'03)*, San Diego, USA, September 2003.
- Kleinrock, L. (2003). An Internet Vision: the Invisible Global Infrastructure. *AdHoc Networks Journal*, Vol. 1, No. 1, pp. 3-11, July 2003.
- Markoulidakis, G., G. Lyberopoulos, D. Tsirkas & E. Sykas (1997). Inter-Operator Roaming Scenarios for Third Generation Mobile Telecommunication Systems. *Proceedings of the 2nd IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC'97)*, Alexandria, Egypt, July 1997.
- Verhoosel, J., R. Stap, & A. Salden (2003). A Generic Business Model for WLAN Hotspots – A Roaming Business Case in The Netherlands. *Proceedings of the first ACM International Workshop on Wireless Mobile Applications and Services on WLAN Hotspots (WMASH'03)*, San Diego, USA, September 2003.
- Veugen, P., e.a. (2002). Technische beveiligingsstudie Encryptie, PI Standaarden en studies in informatiebeveiliging, deel 1. Utrecht: Lemma.

Cristian Hesselman en Alfons Salden

zijn onderzoekers bij het Telematica Instituut.
E-mail: Cristian.Hesselman@telin.nl, Alfons.Salden@telin.nl.

Jack Verhoosel en Thijs Veugen

zijn onderzoekers bij TNO Telecom.
E-mail: verhoosel@fel.tno.nl, veugen@fel.tno.nl.

Dit artikel is tot stand gekomen binnen het project Mobile And Wireless (www.telin.nl/Middleware/MobileWireless/index.htm). Mobile And Wireless wordt uitgevoerd door onderzoekers van Telematica Instituut, TNO en TU Delft. De auteurs bedanken Roel Stap (TNO Telecom) voor zijn ideeën tijdens de conceptfase, en ook Henk Eertink (Telematica Instituut), Patrick Peters (ICT) en Ferdinand te Walvaart (Telematica Instituut) voor het reviewen van de draft versie van dit artikel.