

Eén van de belangrijkste voordelen van digitale transmissie van audiovisueel materiaal is het efficiënte gebruik van bandbreedte.

De bandbreedte nodig om één kanaal analoog door te sturen is voldoende om 15 digitale televisiekkanalen te kunnen aanleveren.

Dit is mogelijk dankzij het gebruik van geavanceerde digitale audio- en videocompressietechnieken.

In de toekomst zullen digitaal beeld en geluid verstuurd worden over een steeds groeiend aantal verschillende kanalen naar een steeds bredere waaier van terminals.

Om elke gebruiker, ongeacht het gebruikte kanaal en de capaciteiten van zijn terminal, transparante toegang te geven tot het aangeboden multimediamateriaal zijn twee technologieën essentieel: schaalbare videocodering en een gestandaardiseerde beschrijving van de beperkingen van de kanalen en terminals, zoals die voorzien wordt in MPEG-21.

**Joeri BARBARIEN, Sam LEROUGE,
Steven TONDEUR en Rik VAN DE WALLE**



Bandbreedte: kwaliteit versus

Bij de meeste gezinnen kwam tot voor kort elke TV-uitzending de woonkamer binnen via analoge transmissie. Recent zijn echter zowel Belgacom als Telenet gestart met het aanbieden van digitale televisie. Eén van de belangrijkste voordelen van digitale transmissie ligt in zijn efficiëntie: de bandbreedte nodig om één televisiekanaal via analoge transmissie aan te bieden volstaat voor de digitale transmissie van ruwweg 15 televisiekkanalen zonder dat dit gepaard gaat met verlies van kwaliteit.

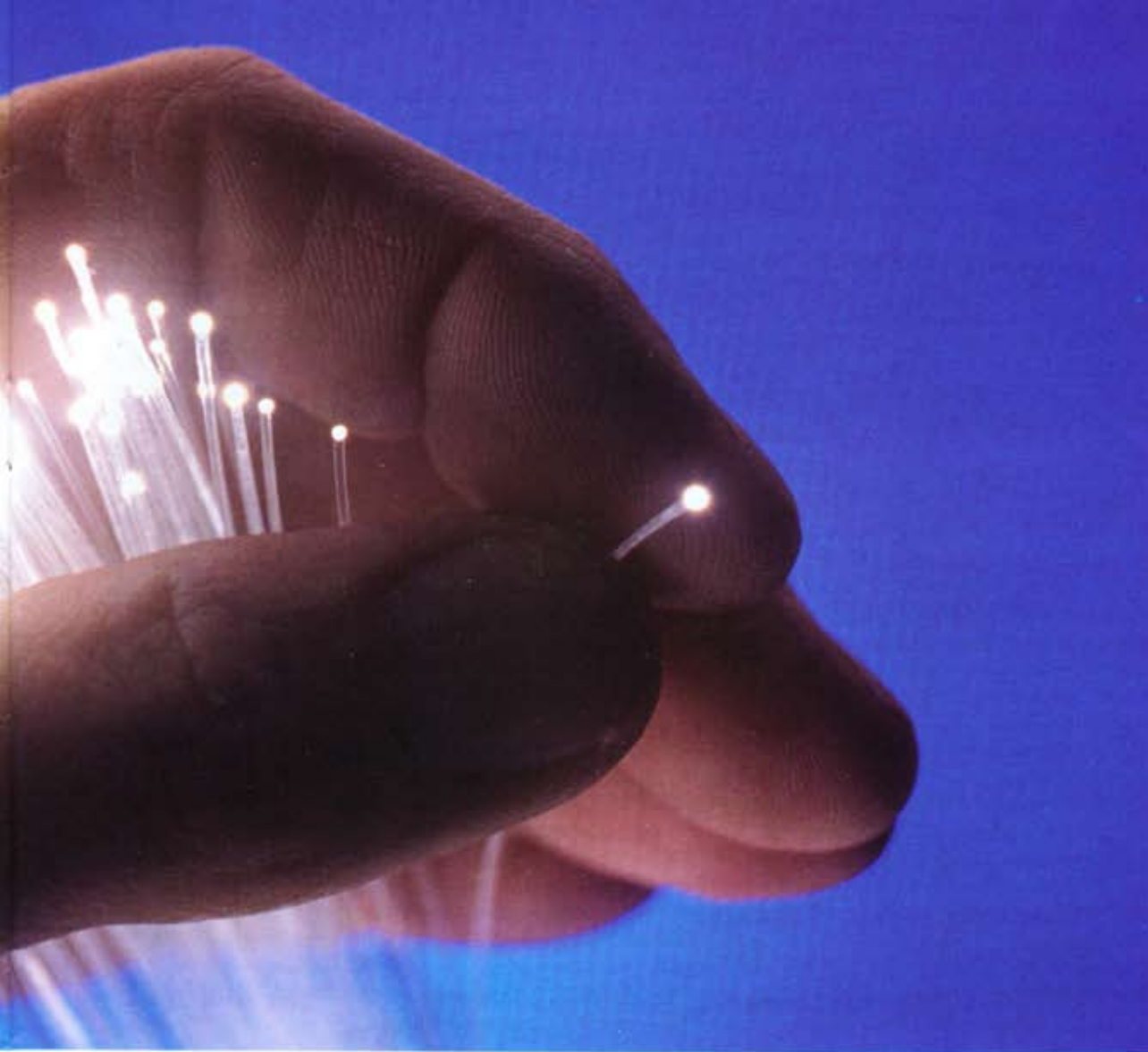
Om dit mogelijk te maken worden de digitale audio- en videosignalen gecomprimeerd doorgestuurd. Zonder compressie is het aantal bits dat nodig is om een audio- en videosignaal digitaal voor te stellen namelijk astronomisch hoog.

Audiovisueel materiaal in PAL-resolutie (televisieformaat), met een beeldsnelheid van 25 beelden per seconde en met geluid in CD-kwaliteit, vereist zonder compressie ongeveer 15 MB per seconde. Dit betekent dat er 7 DVD-schijfjes nodig zijn om een uurtje materiaal op te

slaan! Anderzijds past een film van 2 uur in dezelfde beeldkwaliteit met zowel 5.1-surround als stereogeluid (dikwijls zelfs in verschillende talen), ondertitels en extra's met behulp van compressie probleemloos op één enkel DVD-schijfje.

Compressie met en zonder verlies

Er bestaan twee soorten van compressie: *verliesloze* compressie, hetgeen betekent dat het oorspronkelijke signaal perfect kan gereconstrueerd worden uit de gecomprimeerde voorstelling, en *verlieshebbende* compressie. Door de hoge compressiegraad (de verhouding tussen het aantal bits in de ongecomprimeerde voorstelling en de gecomprimeerde voorstelling) die vereist is om praktische toepassingen van digitale audio en video mogelijk te maken komt alleen verlieshebbende compressie in aanmerking. Typisch bestaan de gebruikte compressietechnieken uit drie stappen. In de eerste



Ondanks de steeds toenemende capaciteit van transmissiekanalen, blijft compressie van audiovisueel materiaal essentieel om praktische toepassingen mogelijk te maken.

snelheid?

stap worden de overeenkomsten tussen de samples in het oorspronkelijke materiaal verwijderd om tot een voorstelling met minder redundantie te komen. Deze stap is meestal perfect inverteerbaar. De tweede stap, de kwantisatiestap zorgt ervoor dat de informatie die niet of nauwelijks waarneembaar is minder precies voorgesteld of zelfs helemaal weggelaten wordt. Deze stap introduceert verlies van informatie maar dit gaat meestal niet of nauwelijks ten koste van de uiteindelijke kwaliteit. In de laatste stap volgt de eigenlijke codering van de overgebleven informatie.

In de volgende paragrafen lichten we audio- en videocoderingstechnieken in meer detail toe.

Audiocodering

De typische opbouw van een audiocompressietechniek wordt getoond in *figuur 1*.

In de eerste stap worden de overeenkomsten tussen

de verschillende kanalen (interkanaalscorrelatie) en de overeenkomsten tussen naburige samples in elk kanaal verwijderd. Voor stereogeluid wordt de interkanaalscorrelatie meestal verwijderd door het linkse en rechtse kanaal te transformeren naar een midden- en een zijkanaal. Doordat het zijkanaal typisch zeer weinig informatie bevat, wordt een efficiëntere voorstelling bekomen.

Soortgelijke technieken kan men toepassen op geluid dat bestaat uit meer dan twee kanalen. Nadat de interkanaalscorrelatie verwijderd is, wordt het audiosignaal d.m.v. een filterbank in een groot aantal frequentiebanden opgedeeld. Ideaal komen deze banden overeen met de 'kritische frequentiebanden' die het menselijke oor kan onderscheiden. Om hieraan te voldoen wordt de filterbank bestuurd door een psycho-akoestisch model (*zie figuur 1*). De coëfficiënten van de frequentieontbinding zijn typisch minder met elkaar gecorreleerd dan de oorspronkelijke geluidssamples, waardoor ze een efficiëntere voorstelling van het signaal vormen.

Succesvolle standaarden voor video- en audiocodering

Door de jaren heen werden verschillende audio- en videocoderingstechnieken gestandaardiseerd. We geven hieronder een kort overzicht van de ISO/IEC MPEG audio- en videocoderingsstandaarden en de ITU-T H.26x videocoderingsstandaarden die momenteel het meest gebruikt worden in professionele applicaties.

- **MPEG-1**

MPEG-1, de eerste compressiestandaard van ISO/IEC, werd geïntroduceerd in 1992 en is specifiek gericht op de opslag van audiovisueel materiaal op CD-ROM. Als gevolg van zijn beperkte compressieprestaties wordt de in MPEG-1 gestandaardiseerde videocoderingstechniek momenteel bijna niet meer toegepast. De MPEG-1 audiocoderingsstandaard wordt echter nog veelvuldig gebruikt. Deze standaard beschrijft drie verschillende technieken (lagen genoemd) waarvan de complexiteit en prestaties variëren van laag naar hoog. Enkel mono- en stereogeluid worden ondersteund. De bekendste toepassing van MPEG-1 audio is het MP3-formaat, een uitgebreidere en licht gewijzigde vorm van MPEG-1 Laag III.

- **MPEG-2 of H.262**

De opvolger van MPEG-1, MPEG-2 werd ingevoerd in 1995 en heeft een veel breder toepassingsveld dan MPEG-1. MPEG-2 wordt onder andere gebruikt voor DVD-opslag en voor het aanbieden digitale televisie over satelliet, kabel/xDSL en draadloze kanalen (DVB). De in MPEG-2 gestandaardiseerde videocoderingstechniek is samen met ITU-T tot stand gekomen en is daardoor ook bekend als H.262. De techniek is gebaseerd op de discrete cosinus transformatie. Het belangrijkste verschil met de vorige standaard is de uitgebreidere en accuratere bewegingsgecompenseerde voorspelling. Dit draagt bij tot een significante verbetering van de codeerprestaties.

De MPEG-2 standaard bevatte aanvankelijk dezelfde audiocoderingstechnieken als MPEG-1. Alleen werd het aantal ondersteunde kanalen uitgebreid om applicaties zoals 5.1 surround geluid mogelijk te maken. In 1997 werd een geavanceerdere audiocoderingstechniek aan de standaard toegevoegd onder de naam MPEG-2 AAC (advanced audio coding). Dit algoritme levert betere prestaties dan de oorspronkelijk gestandaardiseerde methodes.

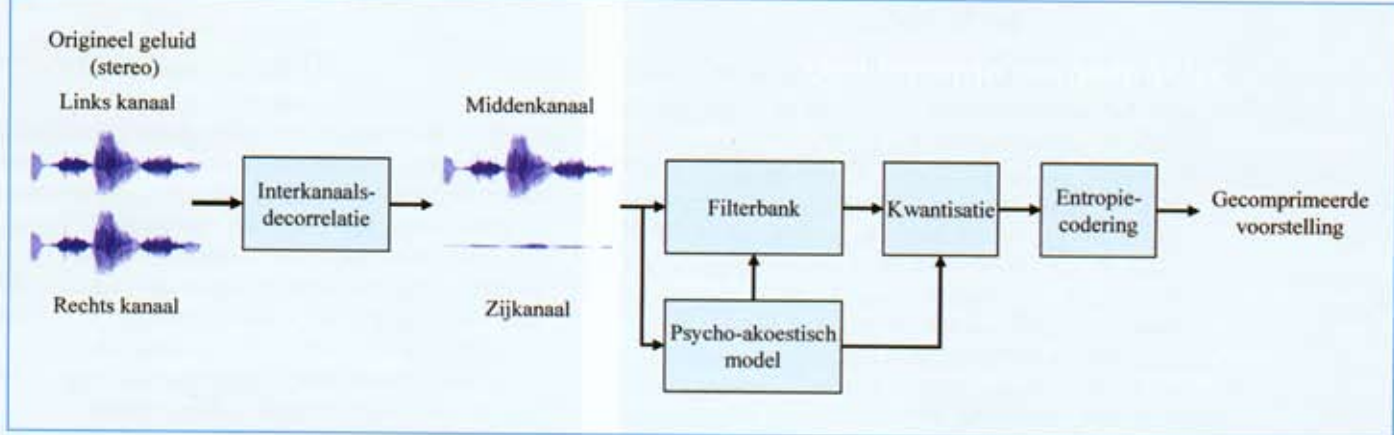
- **H.263**

ITU-T H.263 werd gestandaardiseerd in 1995. De standaard werd ontwikkeld met het oog op videoconferentie en videotelefonie over kanalen met zeer beperkte bandbreedte. De compressieprestaties zijn iets beter dan die van MPEG-2. H.263 wordt onder andere toegepast in de 3GPP en 3GPP2 standaarden voor het aanleveren van video naar mobiele devices over UMTS en GPRS kanalen.

- **MPEG-4 AVC of H.264**

De meest recente ISO/IEC compressiestandaard is MPEG-4 AVC, waar AVC staat voor "advanced video coding". Deze videocoderingsstandaard is een aanvulling van MPEG-4 (part 10). De standaard werd ontwikkeld samen met ITU-T, en is daardoor ook bekend als ITU-T H.264. Bij de aanzet van deze standaard werd slechts één doel vooropgesteld: een zo hoog mogelijke compressieprestaties.

Dankzij de geavanceerde codering van de transformatiecoëfficiënten en de zeer uitgebreide bewegingsgecompenseerde voorspellingmogelijkheden presteert MPEG-4 AVC tot tweemaal beter dan MPEG-2. Met andere woorden, om dezelfde kwaliteit te verkrijgen met MPEG-4 AVC als met MPEG-2 volstaat de helft van het door MPEG-2 gebruikte bitdebiet. Een nadeel van MPEG-4 AVC is zijn berekenings- en geheugencomplexiteit waardoor er hoge eisen aan de hardware gesteld worden om real-time decoding mogelijk te maken. Door zijn hoge compressieprestaties zal MPEG-4 AVC in de toekomst waarschijnlijk geleidelijk aan de rol van MPEG-2 als meest gebruikte MPEG standaard overnemen. Belgacom voorziet in zijn set-top boxes reeds ondersteuning voor AVC.



Figuur 1: Audiocodeertechnologie maakt gebruik van een psycho-akoestisch model.

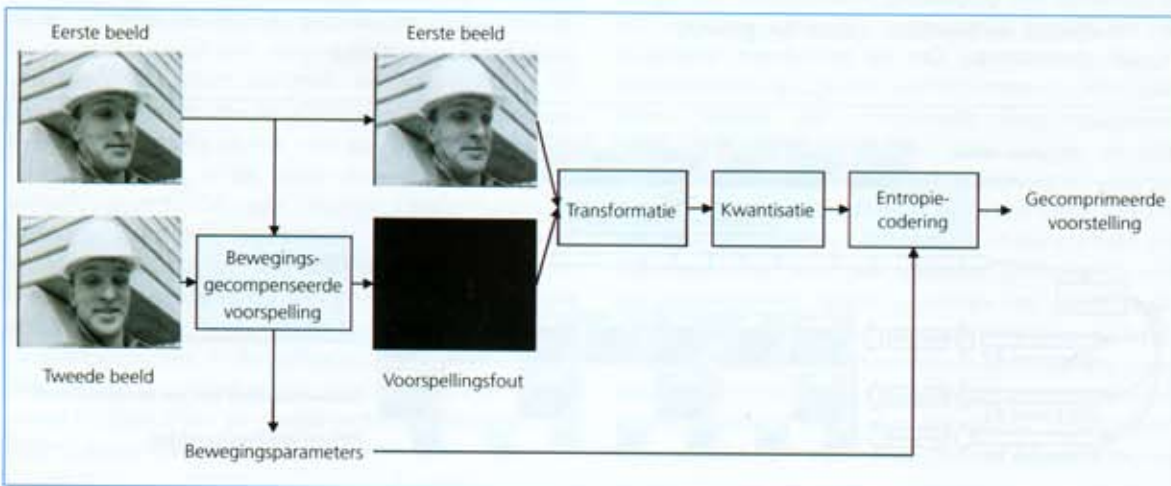
Auditieve en temporele maskering

In de kwantisatiestap wordt beslist hoe precies elk van de coëfficiënten in de frequentieontbinding moet voorgesteld worden om zoveel mogelijk informatie te verwijderen zonder de geluidskwaliteit aan te tasten. Ook deze stap maakt gebruik van een psycho-akoestisch model. Dit model houdt rekening met twee eigenschappen van het menselijke gehoor, namelijk auditieve maskering en temporele maskering. Auditieve maskering houdt in dat een zachte toon niet (of nauwelijks) wordt waargenomen als een luidere toon zich manifesteert in dezelfde of een naburige frequentieband. Deze zachte toon kan dus minder correct gecodeerd worden, of zelfs helemaal weggelaten worden zonder dat dit de finale reconstructiekwaliteit significant beïnvloedt. Temporele maskering berust op een gelijkaardig principe, maar speelt in het tijdsdomein. Een zacht geluid dat vlak voor of na een luid geluid komt zal hiervan niet (of nauwelijks) te onderscheiden zijn. Dankzij deze maskeereffecten kan bij het coderen van geluid een zekere vervorming getolereerd worden, wat toelaat om minder bits te gebruiken voor de representatie. In de laatste stap wordt de overgebleven informatie zo optimaal mogelijk gecodeerd. Dit gebeurt met behulp van entropiecodering, wat inhoudt dat coëfficiëntwaarden die statistisch gezien veel voorkomen met minder bits voorgesteld worden dan de coëfficiëntwaarden die een kleinere kans op voorkomen hebben.

Videocodering

Figuur 2 illustreert de typische architectuur van een videocompressiealgoritme.

In de eerste stap worden de overeenkomsten die er bestaan tussen naburige samples in elk beeld van de sequentie (spatiale correlatie) en de overeenkomsten tussen de opeenvolgende beelden (temporele correlatie) verwijderd. Om de temporele correlatie te verwijderen wordt bewegingsgecompenseerde voorspelling gebruikt (zie figuur 2). De sequenties worden opgedeeld in groepen van beelden die onafhankelijk van elkaar gecodeerd worden. Het eerste beeld uit elke groep wordt typisch onafhankelijk van de andere gecodeerd. In het eenvoudigste geval wordt elk ander beeld uit de groep voorspeld op basis het vorige beeld in de sequentie. De verschillen tussen opeenvolgende beelden in een sequentie worden meestal veroorzaakt door de beweging van de camera en/of de beweging van objecten in de videoscène. Deze beweging wordt benaderd door een bewegingsmodel waarvan de parameters voor elk paar van opeenvolgende beelden geschat worden. De voorspelling van elk beeld gebeurt op basis van het vorige beeld, het bewegingsmodel en de geschatte bewegingsparameters. In plaats van het oorspronkelijke beeld, worden de voorspellingsfout (het verschil tussen het oorspronkelijke beeld en de voorspelling) en de bewegingsparameters gecodeerd.



Figuur 2: Basisarchitectuur van een videocoder.

Beeldtransformatie

Na de bewegingsgecompenseerde voorspelling bestaan er in het eerste beeld uit elke groep en in elk van de voorspellingsfoutbeelden nog steeds spatiale correlaties tussen de pixelwaarden. Om dit te verhelpen wordt een beeldtransformatie uitgevoerd. Vaak gebruikte transformaties zijn de discrete cosinus transformatie (DCT) en de discrete wavelet-transformatie (DWT). Omdat de correlaties tussen de resulterende transformatiecoëfficiënten typisch veel kleiner zijn dan die tussen de oorspronkelijke pixelwaarden, kunnen ze met minder bits voorgesteld worden. Op deze manier wordt een voorstelling bekomen waaruit de temporele en spatiale correlaties zoveel mogelijk verwijderd zijn.

In de kwantisatiestap wordt de precisie waarmee de overblijvende informatie wordt voorgesteld aangepast, rekening houdend met de eigenschappen van het menselijk visueel systeem. De gevoeligheid van het menselijk visueel systeem neemt sterk af naarmate de spatiale frequentie van de beeldinhoud toeneemt. Met andere woorden, hoogfrequente beeldinhoud is minder zichtbaar met het menselijke oog en kan dus met minder precisie voorgesteld worden of zelfs helemaal weggelaten worden zonder significant kwaliteitsverlies. Doordat de beeldtransformaties een frequentieontbinding doorvoeren (gelijkaardig aan de Fourier transformatie) wordt het mogelijk om de transformatiecoëfficiënten, die de hoogfrequente beeldinhoud voorstellen, met een lagere precisie te coderen of zelfs helemaal niet te coderen.

In de finale stap wordt opnieuw entropiecodering toegepast op de gekwantiseerde coëfficiënten en de bewegingsparameters.

Schaalbare videocodering

De laatste jaren is de nood ontstaan om videomateriaal te versturen over communicatiekanalen met verschillende transmissiecapaciteit naar verschillende soorten terminals, van kleine, mobiele PDAs tot HDTV toestellen. Met klassieke videocoderingstechnieken moet in deze situatie het originele videomateriaal meerdere keren gecodeerd worden om te kunnen voldoen aan de beperkingen van de verschillende kanalen en terminals (resolutie, rekenkracht). Een gelijkaardig probleem stelt zich bij het van op afstand doorbladeren van grote archieven van digitaal videomateriaal. Om snel opzoekwerk mogelijk te

Transparante toegang

De internettechnologieën die de dag van vandaag gebruikt worden, volstaan niet om op een automatische manier complexe, schaalbare multimediapresentaties uit te wisselen en automatisch aan te passen. Het mogelijk maken van transparante toegang tot multimediapresentaties is één van de belangrijkste doelstellingen van MPEG-21, dat de volgende generatie geavanceerde multimediatoepassingen mogelijk moet maken. MPEG-21 laat toe om op een gestandaardiseerde manier zogenaamde "digital items" (het geheel van multimedia-inhoud, gerelateerde meta-

maken moet ook een versie van het materiaal beschikbaar zijn bij een lage resolutie en bitdebiet. Dit wil zeggen dat ook hier het materiaal meerdere keren moet gecodeerd worden wanneer klassieke videocoderingstechnieken worden gebruikt.

Om deze problemen op te lossen werden schaalbare videocoderingstechnieken geïntroduceerd. Het principe van schaalbare videocodering wordt geïllustreerd in *figuur 3*. Het bronmateriaal wordt slechts één keer gecodeerd, waarbij een zogenaamde ingebede bitstream wordt gecreëerd. Door bepaalde delen uit deze bitstream samen te nemen, kan een nieuwe bitstream gevormd worden die een gecomprimeerde voorstelling van het originele materiaal bevat met een lagere resolutie (resoluteschaalbaarheid), beeldsnelheid (aantal beelden per seconde) en/of bitdebiet (kwaliteitschaalbaarheid). Op deze wijze kan het videomateriaal aangepast worden aan de beperkingen van de verschillende kanalen en terminals zonder dat het oorspronkelijke materiaal meerdere malen moet gecodeerd worden (zie *figuur 3*).

Momenteel wordt door ISO/IEC een schaalbare versie van de MPEG-4 AVC codec gestandaardiseerd waarvan de compressieprestatie in de buurt komt van die van zijn niet-schaalbare tegenhanger, waardoor schaalbare videocodering in de toekomst waarschijnlijk aan populariteit zal winnen (MPEG-4 SVC). De onderhandeling van de gewenste schaalbaarheidsmodi wordt afgehandeld door de MPEG-21 standaard (zie kaderstuk). Een onderdeel van deze standaard, MPEG-21 digital item adaptation (DIA), laat server-client communicatie met betrekking tot de terminal-mogelijkheden, de netwerkcondities en de gebruikersdesiderata toe.

Figuur 3: Schaalbare videocodering.



multimedia via MPEG-21

data en de relaties tussen deze twee) te beschrijven en uniek te identificeren. De standaard voorziet ook mechanismen voor de beschrijving en het behoud van intellectuele rechten op deze digital items. Ten slotte maakt MPEG-21 de transparante toegang tot digital items (digital item adaptation) mogelijk waarbij de beperkingen van het onderliggende netwerk en de gebruikte terminals zichtbaar worden gemaakt voor de gebruiker. Dit is mogelijk dankzij een gestandaardiseerde beschrijving van deze beperkingen.

Kwaliteitsaspecten

Kwaliteit is iets waar iedereen naar wil streven. Maar wat is kwaliteit precies? Dit begrip is moeilijk te definiëren, maar in ieder geval kunnen we stellen dat kwaliteit samenvalt met voldoening, met de mate waarin iemand tevreden is over iets.

Zelden is het mogelijk om kwaliteit uit te drukken als één getal. Over het algemeen bestaat kwaliteit uit een aantal deelaspecten, en wanneer iemand een product globaal wil beoordelen, zal hij met al die deelaspecten rekening houden. Wanneer we bijvoorbeeld een nieuwe wagen willen aankopen, gaan we met verschillende aspecten rekening houden, die elk bijdragen tot de voldoening die het product ons zou kunnen leveren. Zo zullen we kijken naar de prijs, het verbruik, de kracht van de motor, de grootte van de wagen, enzovoort.

Toen we het hadden over schaalbare videocodering, vertelden we dat er verschillende types van schaalbaarheid bestonden. Elk van die types komt overeen met een deelaspect van videokwaliteit: de resolutie (het aantal pixels), de beeldsnelheid en de distorsie. Bij multimediapresentaties kunnen nog andere kwaliteitsaspecten een rol spelen: bij het geluid kan bijvoorbeeld het aantal kanalen (mono, stereo, surround) bijdragen tot de globale kwaliteit, of de hoeveelheid storing die in het signaal aanwezig is.

Wanneer we uit een aantal mogelijke producten willen kiezen die voor ons het interessantst zijn, moeten we niet enkel met die kwaliteitsaspecten rekening gaan houden, maar ook met de beperkingen die er opgelegd zijn. Bij de aankoop van een wagen zullen we ons wellicht een maximumbudget opleggen. Het kan ook zijn dat we voor de kracht van de motor een minimumvereiste hebben. Maar zelfs als we met alle beperkingen gaan rekening houden, is de keuze dikwijls nog altijd niet vanzelfsprekend. De verschillende kwaliteitsaspecten vertonen soms een tegenstrijdig gedrag: er is geen enkel product dat op alle vlakken het beste scoort. Om toch een keuze te kunnen maken, kunnen we niet anders dan afwegingen maken tussen de verschillende kwaliteitsaspecten. Bij de aankoop waar we het daarnet over hadden, zal de ene wagen misschien een krachtigere motor hebben, maar een hoger verbruik hebben dan de andere. Bovendien zal ook de prijs verschillend zijn.

Verklarende woordenlijst

- **ISO:** International Organisation for Standardisation, een belangrijke internationale standaardisatieorganisatie.
- **IEC:** International Electrotechnical Commission, een internationale standaardisatie-instantie in het veld van elektriciteit, elektronica en gerelateerde technologieën. ISO en IEC werken vaak nauw samen in dit veld.
- **MPEG:** Moving Pictures Experts Group, een gezamenlijke werkgroep van ISO en IEC belast met de standaardisatie van audio-, video- en multimediacoderingstechnieken. MPEG is verantwoordelijk voor de standaarden MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-4 AVC, MPEG-7 en MPEG-21.
- **ITU-T:** International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, het vroegere CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). Een internationale standaardisatie-instantie voor telecommunicatietechnologie, o.a. verantwoordelijk voor de videocoderingsstandaarden H.261, H.262, H.263 en H.264.
- **PDA:** Personal digital assistant, een klein draagbaar toestel dat computer-, telefonie-, fax- en netwerkfuncties combineert.
- **Set-top box:** Een toestel dat geplaatst wordt tussen de netwerk- of kabel aansluiting en een klassiek analog TV toestel om interactieve digitale televisie mogelijk te maken.
- **GPRS:** General Packet Radio Service, een uitbreiding op het bestaande GSM-netwerk die efficiënte mobiele datacommunicatie mogelijk maakt.
- **UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System, een nieuw systeem voor mobiele datacommunicatie dat gezien wordt als de opvolger voor GSM/GPRS. UMTS biedt een hogere verbindingssnelheid dan GPRS.
- **HDTV:** High Definition Television, televisie met een hogere resolutie en kwaliteit dan klassieke televisie.
- **DVB:** Digital Video Broadcast, een internationaal aanvaarde open standaard voor digitale televisie. Deze standaard maakt gebruik van MPEG-2.
- **Interkanaalscorrelatie:** Overeenkomsten tussen de verschillende kanalen in het geluid. Bijvoorbeeld bij stereogeluid, de overeenkomst tussen het linkse en rechtse kanaal.
- **Kwantisatiestap:** De stap in een verlieshebbend compressiealgoritme waarin de voorstellingsprecisie van de informatie die niet of nauwelijks kan waargenomen worden beperkt wordt.
- **Psycho-akoestisch model:** Mathematisch model van bepaalde eigenschappen van het menselijke gehoor. Zulke modellen worden gebruikt in de decorrelatiestap en de kwantisatiestap van verlieshebbende audiocoderingstechnieken.

Afweging tussen snelheid en kwaliteit

Wanneer we nu terugkeren naar het verhaal van schaalbare video, waarbij we verschillende kwaliteitsaspecten tegelijk kunnen laten variëren, stoten we op dezelfde problematiek. Ook hier zijn er beperkingen waarmee we rekening moeten houden. Bij het stromen van een videofragment over het internet zal er bijvoorbeeld een bovengrens zijn voor het bitdebiet gereserveerd voor dat videofragment. Hierdoor worden een aantal versies onmogelijk, maar heel wat alternatieven blijven geldig. Zo kan de keuze blijven bestaan tussen een fragment tegen hoge beeldsnelheid maar met veel zichtbare codeerfouten, en een fragment tegen een veel lagere beeldsnelheid, maar waarbij de codeerfouten beperkt blijven. Ook hier

wordt het nodig om een afweging te maken tussen verschillende kwaliteitsaspecten, meer bepaald tussen de beeldsnelheid en de mate waarin codeerfouten zichtbaar zijn. Het is best mogelijk dat een bepaalde gebruiker een groter belang zal hechten aan de beeldsnelheid, terwijl iemand anders vooral geen codeerfouten wil zien, zelfs als dat betekent dat het aantal beelden per seconde daardoor naar omlaag moet.

Het logische gevolg lijkt dan ook dat het zinvol is om aan een gebruiker te vragen welke versie van het schaalbare videofragment hij prefereert. Volgens ons is dat echter niet realistisch. Ten eerste mag je er niet vanuit gaan dat gebruikers voldoende technische kennis hebben om informatie zoals beeldsnelheid te interpreteren. Bovendien zullen gebruikers het niet aanvaarden dat dit soort vragen regelmatig terugkomt.

Selectie op basis van voorbeelden

Bij het Multimedia Lab van de Universiteit Gent kwam men zo op het idee om de voorkeuren van de gebruiker op het vlak van videokwaliteit te gaan leren op basis van enkele voorbeelden die ter beoordeling aan de gebruiker worden voorgelegd. Wanneer een gebruiker dan voor de allereerste keer zijn mediaspeler gebruikt, zou hij eerst enkele keuzes moeten maken uit een aantal versies van hetzelfde origineel. Op basis van die versies moet de mediaspeler dan trachten om een profiel op te bouwen van de voorkeuren van de gebruiker, en dat achteraf gaan gebruiken om de voor de gebruiker meest geschikte versie te selecteren. Experimenten bij het Multimedia Lab bevestigden dat verschillende gebruikers verschillende keuzes maken wat de kwaliteitsaspecten betreft. Bovendien konden de onderzoekers aantonen dat het mogelijk was om met een behoorlijke betrouwbaarheid deze keuzes te voorspellen op basis van gelijkaardige keuzes van dezelfde gebruiker in het verleden.

Besluit

Digitale transmissie van audiovisueel materiaal is vele malen efficiënter dan analoge transmissie dankzij het gebruik van geavanceerde digitale audio- en videocompressietechnieken. In de toekomst zullen digitaal beeld en geluid verstuurd worden over een steeds groeiend aantal verschillende kanalen (kabel, xDSL, GPRS, UMTS) naar een steeds bredere waaier van terminals (PC, PDA, set-top boxes, HDTV). Om voor elk kanaal en elke terminal transparante toegang tot het audiovisuele materiaal mogelijk te maken zijn twee technologieën essentieel: schaalbare videocodering en een gestandaardiseerde beschrijving van de beperkingen van de kanalen en terminals, zoals die voorzien wordt in MPEG-21.

Bij het gebruik van schaalbare videocodering moet men keuzes maken. Het videomateriaal kan immers op verschillende manieren aangepast worden aan de beperkingen van het kanaal en de terminal. Zowel de resolutie, kwaliteit als beeldsnelheid kan aangepast worden. De aanpak die de beste kwaliteit oplevert is gebruikersspecifiek waardoor het invoeren van gebruikersprofielen essentieel is voor optimale tevredenheid van de eindgebruiker.

Referentielijst

1. MPEG website: <http://www.chiariglione.org/mpeg/>
2. ITU-T website: <http://www.itu.int/ITU-T/>
3. M.-T. Sun and A. R. Reibman, Compressed Video over Networks, vol. 5, USA, Marcel Dekker, Inc., 2001.
4. E. G. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression, UK, Wiley, 2003.
5. M. Bosi and R. E. Goldberg, Introduction to digital audio coding standards, Nederland, Kluwer Academic Publishers, 2003.
6. Ian S. Burnett, Fernando Pereira, Rik Van de Walle, Rob Koenen, The MPEG-21 Book, UK, Wiley, verschijnt februari 2006
7. Jan Bormans, Jean Gelissen and Andrew Perkis, MPEG-21: The 21st century multimedia framework, IEEE Signal Processing Magazine, vol. 20, no. 2, pp 53-62, oktober 2003
8. Ian S. Burnett, Rik Van de Walle, Keith Hill, Jan Bormans and Fernando Pereira, MPEG-21: Goals and achievements, IEEE Multimedia, vol. 10, no. 4, pp 60-70 oktober 2003.

De auteurs

Joeri BARBARIEN behaalde het diploma van burgerlijk elektrotechnisch ingenieur aan de Vrije Universiteit Brussel (VUB) in 2000. In hetzelfde jaar werd zijn afstudeerwerk bekroond met de FWO BARCO-prijs. Sinds oktober 2000 verricht hij als IWT-doctoraatsbursaal onderzoek rond schaalbare videocodering in het Departement Elektronica en Informatica (ETRO) van de Vrije Universiteit Brussel. Momenteel coördineert hij verschillende projecten met betrekking tot videocodering in het Interdisciplinair Instituut voor BreedBandTechnologie (IBBT) en legt hij de laatste hand aan zijn doctoraatsonderzoek.

E-mail: jbarbari@etro.vub.ac.be

Sam LEROUGE behaalde zijn licentiaatsdiploma aan de Universiteit Gent in 2001. Nadien begon hij aan zijn doctoraatsonderzoek bij het Multimedia Lab, dat zich richtte op toepassingen voor schaalbare videocodering, negotiatie over multimediastromen en de weergavekwaliteit van videodata in beperkte omgevingen. Na het afronden van dit onderzoek behaalde hij eind 2005 zijn doctoraat. Sinds 2006 werkt hij voor de Regionale Media Maatschappij rond nieuwe media, digitale televisie en archivering.

E-mail: Sam.Lerouge@rmm.be

Steven TONDEUR behaalde zijn ingenieursdiploma in de elektrotechniek aan de Katholieke Universiteit Leuven in 2004. In 2005 verwerfde hij aan dezelfde instelling het diploma van Master in Artificial Intelligence. Sinds eind 2005 is hij als onderzoekingenieur verbonden aan de Vrije Universiteit Brussel.

E-mail: stondeur@etro.vub.ac.be

Rik VAN DE WALLE behaalde zijn ingenieursdiploma en doctoraat aan de Universiteit Gent, respectievelijk in 1994 en 1998. Na een verblijf als gastonderzoeker aan de University of Arizona keerde hij terug naar de Universiteit Gent, alwaar hij professor werd en hoofd van het Multimedia Lab. Zijn onderzoek richt zich op het distribueren, coderen en archiveren van multimediale inhoud, en interactieve, al dan niet mobiele multimedia-toepassingen.

E-mail: rik.vandewalle@UGent.be