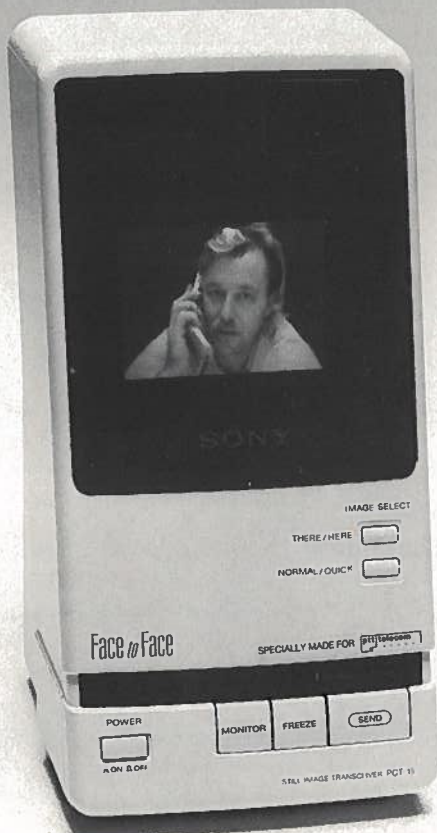


Themanummer **Audiovisuele
Communicatie**

Studieblad

6

45e JAARGANG
JUNI 1990



Studieblad

Uitgave

PTT Telecom (voorheen
AbvaKabo en CFO)

Hoofdredacteur

drs. Y.M. van der Veen

Redactie

E. J. Boessenkool,
P. J. Boomgaard,
ing. N. Herwig,
ing. B. Kieboom,
J. M. de Rijk
A. Welling

Secretariaat

mw. F. Stulp-Huttema
tel. 050-853732

Correspondentie-adres

PTT Telecom Opleidings-
centrum, Postbus 13000,
9700 EA Groningen
Telefax 050-140990; telex
77053; Memocom NPS 1452

Abonnement

f 18,— per jaar. Voor niet-
PTT-ers f 90,— per jaar.
Verschijnt maandelijks

Vormgeving

Studio Dorèl, Groningen

Druk

Ten Brink, Meppel

Fotografie

Fotodienst PTT-RNL

© PTT Telecom

*Overname van (gedeelten van)
artikelen alleen na vooraf
verkregen toestemming van de
redactie en met uitdrukkelijke
bronvermelding: auteur, titel,
Studieblad PTT Telecom en
aflevering*
ISSN 0165 8913

Pagina 257 **De beeldtelefoon: katalysator van
audiovisuele diensten**

Ben Schuurink en Ronald Plompen

Pagina 265 **Ontwikkelen voor gebruikers**

Cees Baaijen

Pagina 276 **Onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen:
theorie en simulaties**

Roel ter Horst en Dolf Schinkel

Pagina 287 **Kwaliteitsverbetering van
beeldtelefoniebeelden**

Paul Nooij en Gerard Ranft

Pagina 293 **Internationale samenwerking**

Wim Hubers, Arian Koster en Arthur van Rooijen

Pagina 301 **Een beeldtelefoon voor slechthorenden**

T. Schouman en H. Frowein

Pagina 309 **Studieblad Kort**



Basiskennis



Projecten/Achtergrondinformatie



Onderzoek & Ontwikkeling

Bij de omslagfoto

Eind 1989 ging PTT Telecom in de Primafoonwinkels van start met de verkoop van de Viewphone. Met de Viewphone is via het gewone telefoonnet niet alleen geluid, maar zijn ook zwart-wit beelden over te zenden. Het gaat daarbij om stilstaande beelden. Het gesprek moet voor het overzenden van het beeld tijdelijk worden onderbroken. De ISDN-beeldtelefoon die in dit themanummer van PTT Telecom Studieblad centraal staat, zal veel uitgebreider mogelijkheden kennen: onder andere bewegende kleurenbeelden en beelden die lipsynchroon met het geluid zijn te ontvangen. N.B. Op de ISDN-beeldtelefoon zal nog wel een aantal jaren moeten worden gewacht, de Viewphone is nu al verkrijgbaar.

De jaren negentig zullen in het teken staan van het digitale aansluitpunt op het telecommunicatienet. In de tweede helft van 1991 zal het veelbesproken ISDN (Integrated Services Digital Network) in de vier grote steden Amsterdam, Den Haag, Rotterdam (nu nog een pilot) en Utrecht beschikbaar komen. In 1993 moet dat aantal zijn uitgebreid naar 25 steden, waarna in 1995 sprake kan zijn van een landelijke dekking.

Voorals het gaat om het introduceren van nieuwe producten en diensten, biedt ISDN enorme perspectieven. Zo opent ISDN bijvoorbeeld de mogelijkheid tot audiovisueel communiceren: (bewegende) kleurenbeelden worden daarbij geïntegreerd met geluid, tekst en data.

Binnen PTT Research Neher Laboratorium (RNL) wordt door de projectgroep Visual Communication Research (VCR) momenteel intensief onderzoek gedaan naar wat er met deze audiovisuele communicatie straks allemaal zal kunnen. Dit themanummer 'Audiovisuele communicatie' geeft hiervan een representatief beeld. De twaalf auteurs die aan dit nummer van PTT Telecom Studieblad hun medewerking hebben verleend, zijn dan ook allen werkzaam binnen de hierboven genoemde projectgroep VCR.

- De grote gangmaker voor de audiovisuele communicatie zal ongetwijfeld de beeldtelefoon zijn. Dit toestel staat daarom centraal in dit themanummer. Andere interessante toepassingen komen in deze aflevering van het Studieblad slechts kort aan de orde. Enkele daarvan willen we hier toch noemen: systemen voor bewaking en beveiliging, videovergaderen en CD-interactive. In het artikel *De beeldtelefoon: katalysator van audiovisuele diensten* zal op een en ander nader worden ingegaan, waarbij tevens aandacht wordt besteed aan het referentiemodel dat de opbouw van audiovisuele systemen beschrijft.

In de vijf artikelen die hierop volgen komen de diverse aspecten van de beeldtelefonie aan de orde.

- In *Ontwikkelen voor gebruikers* wordt de markt verkend die er straks voor de beeldtelefoon zal ontstaan. Vragen als 'Wat willen gebruikers precies?', 'Welke gebruikersgroepen zijn er te onderscheiden?' en 'Wat zijn de praktische eisen waaraan de beeldtelefoon moet voldoen?' komen hierbij aan bod.

Op basis van deze bevindingen schetst het artikel vervolgens een beeld van de prototypes die kunnen worden ontwikkeld.

- Omdat in de beeldtelefoon zowel de videocamera als de beeldbuis analoge componenten zijn, dient het signaal naar en van het netwerk (ISDN) eerst van analoog naar digitaal en vervolgens weer van digitaal naar analoog te worden omgezet. Deze digitaal/analoo omzettingen zijn echter een klein probleem vergeleken met de vele bewerkingen die nodig zijn om het beeld via het B-kanaal te kunnen transporteren. Voor het transport van het oorspronkelijke videosignaal zou namelijk een kanaalcapaciteit van 166 Mbit/s nodig zijn, in ISDN is slechts een capaciteit van 64 kbit/s beschikbaar. Methoden van datacompressie en datareductie zorgen ervoor dat de benodigde reductie wordt bereikt. Hoe dat precies in z'n werk gaat, wordt uitgelegd in het artikel *Onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen: theorie en simulaties*.
- Als gevolg van de geweldige datareductie blijken zich in het ontvangen beeld een aantal hinderlijke verstoringen voor te doen. Wijzigen van de standaard zou een oplossing kunnen betekenen, echter dat zou de compatibiliteit van de beeldtelefoon in gevaar brengen. Daarom is gezocht naar aanvullende filtertechnieken die de beeldkwaliteit althans voor het oog kunnen verbeteren. In *Kwaliteitsverbetering van beeldtelefoniebeelden* wordt van het onderzoek hiernaar verslag gedaan.
- Al het onderzoek zelf doen, is voor PTT een onmogelijke zaak. De investeringen in mensen en kapitaal die daarvoor nodig zijn, zijn voor een enkel bedrijf of door één PTT niet op te brengen. Internationale samenwerking is dus de boodschap. Voor het ontwikkelen van de beeldtelefoon heeft PTT samen met vier andere Europese landen hiervoor het project IMAGIN opgezet. In *Internationale samenwerking* meer over de ervaringen met dit project.
- In het artikel *Een beeldtelefoon voor slechthorenden* wordt ten slotte een concrete uitwerking gegeven van hoe de beeldtelefoon er in de praktijk uit zal komen te zien. Speciaal voor de doelgroep oudere slechthorenden ontwikkelde PTT Research een toestel dat volgend jaar aan een praktijkproef wordt onderworpen. Het maatschappelijk belang van telecommunicatie zal met deze proef naar verwachting nogmaals worden onderstreept.



Ben Schuurink en
Ronald Plompen

De jaren negentig zullen in het teken komen te staan van het digitale aansluitpunt op het telecommunicatienet. Op grote schaal zullen abonnees van een dergelijke aansluiting worden voorzien. Dit biedt enorme perspectieven als het gaat om de ontwikkeling van nieuwe produkten en diensten. Tevens opent ISDN de mogelijkheid om op een andere manier met elkaar te gaan telecommuniceren, namelijk met (bewegend) beeld en geluid. De grote gangmaker voor deze audiovisuele communicatie zal de beeldtelefoon zijn. Momenteel wordt daarom druk gewerkt aan het ontwikkelen van beeldtelefoons die in de wensen en behoeften van de klant voorzien.

Audiovisuele communicatie zal in de komende decennia een belangrijke verandering teweeg brengen in onze wijze van telecommuniceren. Het vermogen om informatie in ons op te nemen, kan hierdoor beter worden benut. De non-verbale communicatie door middel van beelden geeft een extra emotionele dimensie aan de communicatie tussen twee of meer mensen. Gehoorgestoorden kunnen met behulp van visuele communicatie eenvoudiger met elkaar telecommuniceren (liplezen). Doven zullen met de beeldtelefoon voor het eerst op een natuurlijke manier met elkaar op afstand kunnen communiceren (gebarentaal).

Voor zakelijke gebruikers introduceert de audiovisuele communicatie interessante mogelijkheden om tot besparingen op projectkosten te komen omdat overleg efficiënter en meer direct kan plaatsvinden. In de automobiellindustrie zijn bijvoorbeeld grote tijdbesparingen gerealiseerd door in de ontwerpfasen van een nieuw model audiovisuele communicatie toe te passen.

Maar er zijn meer gebieden waar het inzetten van audiovisuele communicatie belangrijk kan zijn. Wat bijvoorbeeld te denken van toepassingen voor de registratie van bezoekers, de archivering van objecten en beelden of voor de bewaking van gebouwen.

PTT Research

Audiovisuele communicatie integreert beeld, geluid, tekst en

data met als doel de gebruiker zo goed mogelijk te laten communiceren.

Door de Visual Communications Research (VCR) groep van PTT Research zijn inmiddels een aantal audiovisuele diensten en produkten ontwikkeld, die ruwweg in drie categorieën zijn onder te verdelen:

- beeldtelefonie,
- videovergaderen,
- spin-off produkten.

Beeldtelefonie. De beeldtelefoon is een teleservice waarin geluid en bewegende kleurenbeelden zijn samengevoegd. Met een beeldtelefoon is het mogelijk om mensen tegelijkertijd te horen en te zien praten. De oorspronkelijke beeldinformatie van een videocamera moet hiertoe weliswaar met een factor 500 tot 2400 worden teruggebracht. Toch is het mogelijk om met deze gereduceerde informatie vloeiende bewegingen adequaat te representeren ¹.

¹ Op het hoe en waarom van deze informatiereductie wordt verderop in dit artikel onder het kopje 'De codec' nader ingegaan.

Videovergaderen. Videovergaderen is een dienst die al geruime tijd door PTT Telecom geleverd wordt. Het is een service waarbij twee of meer geografisch gespreide groepen met beeld, geluid en faciliteiten (telefax e.d.) vergaderen.

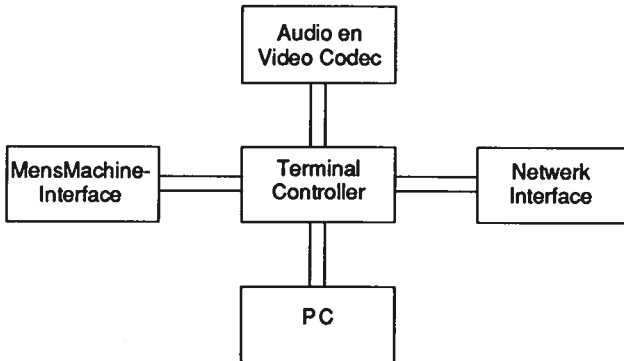
Spin-off produkten. Het onderzoek naar audiovisuele systemen resulteerde ook in een aantal bijprodukten waaronder een fotografisch registratie- en controlesysteem. Dit toegangssysteem (FRESCO) maakt het mogelijk om iemands persoonlijke gegevens samen met een pasfoto op te slaan. Bij binnenkomst van een gebouw controleert een camera in 3 seconden of het bij een bepaald identiteitsnummer behorende beeld overeenkomt met het actuele beeld van degene die binnenkomt. Indien gewenst kan het systeem ook worden gebruikt voor bewaking op afstand.

Een ander produkt is de zogenaamde opslag van bewegende beelden, denk hierbij aan Compact Disk Interactive (CDI) waarbij bewegende beelden op CD worden opgeslagen.

Door beeld toe te voegen aan bestaande produkten zullen in de toekomst vanzelfsprekend nog heel wat meer applicaties gevonden gaan worden.

Referentiemodel

Voor de opbouw van audiovisuele systemen wordt gebruik gemaakt van een referentiemodel dat uit vijf bouwstenen bestaat. Dit model is in afbeelding 1 weergegeven en bestaat uit: mens-machine interface, terminal controller, video- en audio-codec, netwerk-interface en personal computer (PC).



Afb. 1

Audiovisueel referentiemodel

In het model werkt de mens-machine interface als intermediair tussen de gebruiker en het systeem. De interactie van het systeem met het netwerk (zonder tussenkomst van de gebruiker) wordt de netwerk-interface genoemd. Wil men het beeld vervolgens over een 64 kbit/s kanaal kunnen versturen, dan is een audio- en videocodec noodzakelijk. Het laatste onderdeel van het referentiemodel, de personal computer, is niet noodzakelijk maar is bedoeld om de integratie met verschillende telematicadiensten en -services mogelijk te maken.

Mens-machine interface

De mens-machine interface communiceert met de gebruiker. Deze interface neemt onder andere voor zijn rekening:

- de signalerings- en controlesignalen vanuit het netwerk: is de lijn bezet, wachten op een verbinding, wel of niet versturen van beeld/geluid/data etc.,
- terminalparameters: beeldgrootte, helderheid, functie-toetsen,
- zichtbaar en hoorbaar maken van de signalering: oproeptoon e.d. ².

² Een meer uitgebreide behandeling is te vinden in het artikel *Een beeldtelefoon voor slechthorenden*, elders in dit nummer van PTT Telecom Studieblad.

³ Zie ook het hierna volgende artikel *Ontwikkelen voor gebruikers*.

Netwerk-interface

De netwerk-interface verzorgt de koppeling van het systeem (bijv. de beeldtelefoon) met het telecommunicatienetwerk ³. Het bestaande twee-aderig koperdraadtelefoonnet, de normale analoge telefoonaansluiting dus, is ook goed bruikbaar voor bijvoorbeeld het ISDN-net. Als de koperdraden niet te ver van de digitale centrale af liggen (minder dan 2 tot 5 km) dan kan hierover een 64 kbit/s digitaal signaal worden getransporteerd.

Met de basisaansluiting van het ISDN zal de gebruiker twee 64 kbit/s kanalen en een 16 kbit/s signaleringskanaal (2B+D) tot zijn beschikking hebben. Met teleservices zal de flexibiliteit van het ISDN-netwerk volledig kunnen worden benut. De consument heeft wat de aansluiting betreft keuze uit een 1B-oplossing waarbij audio, data en video in één kanaal worden overgedragen (zie afb. 2a), een 2B-oplossing (zie afb. 2b) waarbij het eerste kanaal wordt gebruikt voor audio en data en het tweede kanaal voor video en als laatste (zie afb. 2c) de 2B⁺-oplossing waarbij de twee B-kanalen gezien worden als één 128 kbit/s-kanaal met 112 kbit/s voor video ⁴.

Afb. 2a

1B Video, Audio (A) en Data (D) in één B-kanaal



Afb. 2b

2B Video in één B-kanaal, Audio (A) en Data (D) in het andere B-kanaal



Afb. 2c

2B⁺ Video, Audio (A) en Data (D) in één B-kanaal en daarnaast een extra B-kanaal voor video.



Terminal controller

De terminal controller vormt het elektronisch hart van de beeldtelefoon. Alle signalen komen hierop binnen. De signalerings- en controlesignalen worden door de terminal controller verwerkt en vervolgens doorgestuurd naar één van de andere eenheden waaruit het systeem is opgebouwd.

De codec

Om beelden via een 64 kbit/s netwerk te kunnen versturen en ontvangen, zal datareductie moeten worden toegepast. Het signaal dat door de camera wordt afgegeven bevat namelijk aanzienlijk meer informatie dan via het telecommunicatienet (ISDN) verstuurd kan worden. Voor de beeldtelefoon wordt daarbij gebruik gemaakt van een universele codeermethode die door CCITT is vastgelegd ⁵.

Dankzij deze standaard zal de informatie van de beeldtelefoon ook uitwisselbaar zijn met videoconferencing. Voor het uiteindelijke welslagen van de audiovisuele dienst is deze uitwisselbaarheid (compatibiliteit) van groot belang ⁶.

PC als bouwsteen

De PC biedt momenteel al de mogelijkheid tot verregaande integratie van tekst en beeld. Hiervoor is een slechts geringe uitbreiding van de PC voldoende. Het ligt dus voor de hand om de PC ook te gebruiken als bouwsteen voor audiovisuele systemen.

In het basissysteem kan de PC natuurlijk achterwege blijven. Audiovisuele basissystemen omvatten immers alleen die componenten die 'gewone' gebruikers nodig hebben: te weten terminal controller, voorzieningen voor geluid en bewegend beeld en elementaire bedienings- en indicatiefaciliteiten.

Al naar gelang de behoefte is deze basisvoorziening in een later stadium uit te breiden met behulp van een PC. Op die manier zal de audiovisuele communicatie aan specifieke vragen van klanten kunnen worden aangepast. Denk hierbij aan (stilstaande) beeldoverdracht van hoge kwaliteit en aan interactieve hulpmiddelen zoals cursor-besturing.

Multifunctionaliteit

In het ISDN worden verschillende vormen van (audiovisuele) communicatie in één netwerk samengebracht. Op de werkplek of in de huiskamer wordt dit zichtbaar door de multifunctionele terminal. Multifunctionaliteit heeft voor de gebruiker een aantal voordelen.

- In plaats van een aantal terminals (PC, telefoon, beeldtelefoon, telefax etc.) hoeft de gebruiker straks nog maar één

⁴ Deze mogelijkheden zijn natuurlijk ook aanwezig op andere 64 kbit/s-netwerken. De koppeling tussen de twee kanalen is dan echter wat moeilijker. Eén basis ISDN-aansluiting kent namelijk twee B-kanalen, terwijl bij andere 64 kbit/s-netwerken speciaal een tweetal aansluitingen gelegd moet worden. Bovendien verloopt het opbouwen van de verbinding bij ISDN over het D-kanaal, terwijl de signalering bij niet-ISDN over het algemeen via hetzelfde kanaal moet lopen waarover ook de spraak, data en video gaan.

⁵ In de CCITT-aanbeveling 'Video Codec For Audiovisual Services At px64 kbit/s' (H.261).

⁶ Een meer uitvoerige uitleg van de werking van de codec is te vinden in artikel 3 *Onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen: theorie en simulaties* en artikel 4 *Kwaliteitsverbetering van beeldtelefoniebeelden*.

terminal aan te schaffen. Behalve lagere kosten levert dit ook ruimtewinst op.

- Gebruikers kunnen op elke (werk)plek die met een multifunctionele terminal is uitgerust altijd van alle diensten gebruik maken.

Waarom standaardisatie

Wanneer we een telefoongesprek voeren staan we er nauwelijks bij stil dat we vrijwel alle plaatsen ter wereld kunnen bereiken. Om zover te komen is in het verleden heel wat standaardisatiewerk verricht.

Voor de audiovisuele diensten speelt zich op het moment eenzelfde proces af. Zoals eerder vermeld zal de introductie van digitale, geschakelde 64 kbit/s-netwerken de invoering van onder andere de beeldtelefoonservice mogelijk maken. Met name de op handen zijnde wereldwijde invoering van het ISDN draagt ertoe bij dat mondiaal (CCITT) en binnen Europa (ETSI) talrijke activiteiten gaande zijn om de beeldtelefoonservice in te voeren.

Wat is er nodig

Basisvereiste voor de invoering van een beeldtelefoondienst is de aanwezigheid van een technisch goede infrastructuur: het ISDN. Afhankelijk van de mogelijkheden van het nieuwe net zullen mensen echter bepalen of ze aan een dergelijke digitale aansluiting al dan niet behoefte hebben. De toepassingen zijn dus maatgevend voor het succes van ISDN en niet de techniek. Meerwaarde bij uitstek is, hoe kan het anders, de mogelijkheid tot audiovisueel communiceren.

Voor een goede beeldtelefoonservice is het vanzelfsprekend nodig dat voldoende abonnees een toestel op het netwerk hebben aangesloten. In het begin zal het bezit van audiovisuele telecommunicatie-apparatuur evenwel tot de zeldzaamheden behoren: toestellen zullen niet alleen schaars, maar bovendien duur zijn. We hebben hier dan ook te maken met een typisch startprobleem⁷.

Niet alleen de netwerkexploitant maar ook de terminalfabrikant zal met dit startprobleem te kampen krijgen. Om goedkope beeldtelefoons te kunnen maken moeten massaproductiemiddelen worden toegepast. De fabrikant gaat echter pas

⁷ Een vergelijkbaar probleem deed zich voor met de introductie van de CD en van de CD-speler: geen spelers geen plaatjes, geen plaatjes geen spelers.

over tot massaproductie indien hij er zeker van is zijn produkt in grote aantallen te kunnen slijten. Het publiek dat de beeldtelefoons moet kopen en gebruiken, gaat dit echter pas doen wanneer er voldoende gebruikers zijn met een beeldtelefoon. Om deze spiraal te doorbreken zal een gebruikersproef moeten worden opgezet waarbij een flink aantal abonnees de beschikking krijgt over een beeldtelefoon.

Hoe ziet de toekomst eruit

Audiovisuele diensten maken een totaal nieuwe manier van communiceren mogelijk. Hierdoor ontstaat tevens een nieuwe markt voor randapparatuur. Vanwege het sterk vernieuwende karakter van audiovisuele communicatie is het moeilijk om nu al precies aan te geven welke toepassingen allemaal bedacht zullen worden. In ieder geval kunnen de volgende nieuwe applicaties ontstaan:

- advisering op afstand; het is veel sneller mogelijk om een expert op een persoonlijke manier ergens bij te betrekken ⁸,
- interactieve tele-educatie; instructies geven met behulp van audiovisuele middelen,
- bewaking op afstand; met het op grote schaal digitaliseren van beelden komt beveiliging op afstand van objecten e.d. plotseling binnen bereik van grote groepen ⁹,
- liplezen en/of gebarentaal; doven en slechthorenden kunnen eindelijk op een veel natuurlijker manier communiceren dan door het typen van teksten op een teksttelefoon,
- consultancy (gezondheidszorg e.d.); vooral in de gezondheidszorg kan dit uitgroeien tot een aanzienlijk hulpmiddel,
- videovergaderen; het videovergadersysteem is niet alleen een medium om de reistijd te beperken, maar het is tevens een medium waarmee direct overleg of indirecte gegevensoverdracht mogelijk is,
- thuiswerker; de audiovisuele terminal stelt de werknemer beter in staat om thuis te werken.

'Technology push'

Er mag rustig worden gesteld dat in de wereld van de audiovisuele diensten de nadruk tot nu toe vooral op het technisch vlak ligt. Alleen voor specifieke groepen zoals doven en slechthorenden is er sprake van een 'technology pull'. Nu het

⁸ Bijvoorbeeld: een accountmanager van PTT Telecom is op bezoek bij een klant. Deze wil een speciale aanpassing van de beeldtelefoon gerealiseerd zien. De accountmanager heeft op dit gespecialiseerde gebied onvoldoende kennis paraat, maar met de beeldtelefoon kan er direct een expert worden ingeschakeld. Er hoeft dus geen nieuwe afspraak te worden gemaakt, waarbij de expert aanwezig kan zijn. De tijd die men anders kwijt zou zijn aan reizen, kan nu efficiënter gebruikt worden.

⁹ Een juwelier kan via het ISDN inbellen. Op deze wijze kan hij zijn zaak op afstand bewaken. Bewegingssensoren kunnen een automatische melding mogelijk maken.

technisch allemaal mogelijk is, komen er ook andere problemen om de hoek kijken. Wat zijn de maatschappelijke gevolgen? Zijn we er klaar voor? Willen we dit allemaal wel? De talloze extra's die een gebruiker met dit medium onder handbereik krijgt, laten voor de toekomst in ieder geval één ding onverlet: 'Laat eens wat van je horen en zien!'

Literatuur

- P.P. 't Hoen, *Vanaf eind 1991 ISDN in vier grote steden. Op weg naar één netwerkdienst*, Telecommagazine nr. 3 april 1989, blz 34 – 36.
- Peter Pernsteiner en Ingolf Schartel, *Breitbandgeräte Videokonferenz mit dem PC*, Funkschau 7/1989, blz 44 – 46.
- Dirk H. Ringenoldus, *Scala van nieuwe diensten rond tv-vergaderen. Zegetocht moet dit jaar beginnen*. Telecommagazine nr. 6 augustus 1989, blz 28 – 31.
- R. Verwerda, *Eén terminal voor alle diensten*, Telecommagazine nr. 3 april 1989, blz 39 – 42.
- W.A.M. Sniijders, *Video(r)evolutie*. Elektrotechniek Elektronica 3/1987, blz 5 – 33.
- PTT RNL, *Introductie van visuele communicatie in de komende jaren*, Kabelvisie 7/1989, blz 241 – 242.
- Op weg naar huis, het kantoor van morgen*, Telescope 3/1989, blz 18 – 23.
- Tj.M. Schuringa, *De Europese samenwerking op telecommunicatiegebied*, De Ingenieur 4/1988, blz 44 – 49.
- R. Plompen; Y. Hatori e.a., *Motion video coding in CCITT SG XV – The video source coding*, Proc. IEEE, Globecom 1988, blz 997 – 1004.
- Ronald Plompen, *Motion Video Coding for Visual Telephony*, PTT Research Neher Laboratorium 1989, Proefschrift Delft ISBN 90-72125-21-5.



Cees Baaijen

Uitsluitend technische kennis is onvoldoende basis om een nieuw produkt of een nieuwe dienst op te ontwikkelen. Zelfs belangrijker dan de technologische aspecten zijn zaken als gebruikersvriendelijkheid, prijs/prestatieverhouding, voldoen aan de marktvraag, betaalbaarheid etc. Allemaal zaken waarin de klant maatgevend is. Voor wat betreft de ontwikkeling van een ISDN-beeldtelefoon, schetst dit artikel de mogelijkheden die er op de markt voor een dergelijk toestel naar verwachting zullen zijn. Tevens wordt aangegeven aan welke gebruikerseisen tenminste moet worden voldaan.

Het Nederlandse telecommunicatienet wordt momenteel in snel tempo gedigitaliseerd. Al in de nabije toekomst betekent dit dat alle klanten van PTT Telecom over de vele gebruiksmogelijkheden en -voordelen van een digitale infrastructuur kunnen beschikken. In eerste instantie dient daarbij gedacht te worden aan het zogenaamde Integrated Services Digital Network (ISDN). Dit netwerk ontsluit voor iedere abonnee twee transparante kanalen van 64 kilobit per seconde (kbit/s), waarin zijn te integreren:

- spraak (het huidige telefoonverkeer),
- data (bewaking, besturing op afstand, electronic banking),
- tekst (file transfer, videotex),
- video.

Visuele communicatie

De behoefte aan telecommunicatie neemt nog steeds toe. Naast spraak is er een toenemende vraag naar gegevenstransport (data, tekst) en groeit ook de markt voor visuele communicatie. Bij dit laatste valt niet alleen te denken aan zakelijke toepassingen als videovergaderen, maar bijvoorbeeld ook aan de groep gehoorgestoorden voor wie visuele communicatie vaak de enige spontane vorm van gedachtenuitwisseling is. In dit nummer van PTT Telecom Studieblad zal aan deze groep in een apart artikel aandacht worden besteed.

Voor het in een geïntegreerd telecommunicatienetwerk overdragen van beelden gaan de gedachten met name in de richting van:

- stilstaande beelden, al dan niet in omroepkwaliteit,

- slowscan beelden voor bewaking op afstand,
- bewegende beelden.

Betreft het bewegende beelden dan is het ontwikkelen van een beeldtelefoondienst één van de mogelijkheden. Bij beeldtelefonie vindt er een gelijktijdige overdracht plaats van (kleuren)beelden en spraak.

Om de mogelijkheden tot het invoeren van een beeldtelefoon-service te kunnen onderzoeken, is het nodig om eerst een aantal technische en praktische randvoorwaarden na te gaan. Men kan zich bijvoorbeeld afvragen of het technisch mogelijk is een aantrekkelijk produkt te lanceren dat bij de potentiële gebruikers een gretig onthaal zal vinden. Een haalbaarheids-onderzoek kan aantonen of de tijd rijp is voor de daadwerkelijke invoering.

Produkt-idee

In bijna elke westerse woning zijn tegenwoordig wel een 'gewone' telefoon en een televisietoestel aanwezig. Gecombineerd gebruik van beide apparaten voor beeldtelefonie kan echter op praktische problemen stuiten. (Wat te doen als de telefoon gaat tijdens een belangrijke Europacup wedstrijd?). Ook in een bedrijfssituatie kan een dergelijk gecombineerd gebruik van de beeldtelefoondienst met reeds aanwezige beeldschermssystemen bezwaarlijk zijn. Het lijkt dus wenselijk een specifiek randapparaat te ontwerpen.

Dit ontwerp vereist gedegen marktonderzoek, het aanslaan van een nieuwe dienst hangt immers voor een groot deel af van de acceptatie van het randapparaat. Sommige eisen die aan zo'n nieuw apparaat moeten worden gesteld, liggen nogal voor de hand.

- De bediening is eenvoudig.
- De te verrichten handelingen hebben een logische volgorde.
- Bedieningsfouten mogen niet onherroepelijk of desastreus zijn, maar moeten gemakkelijk gecorrigeerd kunnen worden.
- Naar keuze dient zowel met als zonder beeldverbinding gecommuniceerd te kunnen worden.
- De privacy is te allen tijde gewaarborgd. De gebruiker heeft dus voortdurend de mogelijkheid om een beeldverbinding

al dan niet te accepteren of om deze gedurende de conversatie uit te schakelen.

- Er moeten ook verbindingen met 'gewone' telefoonabonnees kunnen worden opgebouwd.

Gebruikersmarkten

Voordat tot invoering van een nieuwe dienst kan worden besloten, is het belangrijk onderzoek te verrichten naar de mogelijke gebruikersmarkten. Voor de beeldtelefoon is die gebruikersmarkt globaal in twee hoofdgroepen op te delen:

- de particuliere of consumentenmarkt,
- de zakelijke markt.

Consumentenmarkt. Nemen we de consumentenmarkt onder de loupe, dan kan deze worden onderverdeeld in een aantal deelgebieden.

- De statusmarkt. Er is een bevolkingsgroep die vanwege het prestige een uniek apparaat in bezit wenst te hebben. Deze groep hecht grote waarde aan status.
- De techniekmarkt. Vele 'oudere jongeren' met een middelbaar technische opleiding halen graag technische hoogstandjes in huis.
- De vermaakmarkt. Anderen geven gemakkelijk geld uit aan 'hebbedingetjes', aan artikelen om zich mee te vermaken.
- De thuismarkt. De thuismarkt wordt ten slotte gevormd door het meer behoudende deel van de bevolking. Zij zijn pas over de streep te trekken als men ervan overtuigd is geen 'kat in de zak' te kopen.

Zakelijke markt. De zakelijke markt is op te splitsen naar de grootte van bedrijven.

- Het midden- en kleinbedrijf.
- De groot-zakelijke markt.
- De multinational.

Modelontwerp

Bij het modelontwerp moet allereerst rekening worden gehouden met de beoogde doelgroep. Het invoeren van een nieuw produkt verloopt pas succesvol als onder andere de prijs/prestatieverhouding in evenwicht is. Het eerdergenoem-

de haalbaarheidsonderzoek moet uitwijzen welk bedrag men denkt te besteden aan zo'n nieuw en vooralsnog vrij uniek produkt.

In dit verband heeft de beeldtelefoon als belangrijk nadeel dat voor het gebruik ervan tenminste twee exemplaren nodig zijn: één voor de oproeper (degene die belt) en één voor de opgeroepene (degene die gebeld wordt). Vooral in de aanloopfase zal het maar weinig voorkomen dat men een gesprekspartner weet te vinden met wie men een audio-visuele teleconversatie kan voeren.

Het lijkt dan ook aantrekkelijker om een *multifunctionele terminal* te ontwerpen. Met een dergelijke terminal kan men bijvoorbeeld:

- elektronisch betalen (Girotel),
- tele winkelen (postorderbedrijven, supermarkten),
- telefaxen,
- databanken raadplegen (Viditel, Videotex),
- telefoneren,
- beeldtelefoneren.

Introductie op grote schaal van een dergelijke complexe terminal lijkt op dit moment in de consumentenmarkt echter (nog) niet haalbaar.

De telefoon is van oudsher voornamelijk een sociaal medium. Invoering van een telefoonvervangend apparaat vereist daarom maximale acceptatie. Deze kan alleen maar bereikt worden door een optimale gebruikersvriendelijkheid.

Voor het grootste deel van de bevolking zal een multifunctionele terminal (voorlopig) niet in een behoefte voorzien. De terminal kent te veel mogelijkheden waarop de doorsnee consument niet zit te wachten. De hierdoor opgeworpen drempel zullen velen (aanvankelijk) niet willen nemen.

Twee prototypes

Bovenstaande beschouwing rechtvaardigt de parallele ontwikkeling van een tweetal prototypes:

- één voor de particuliere markt,
- één voor de zakelijke markt.

De particuliere markt. Zoals eerder is vermeld kan de consumentenmarkt worden onderverdeeld in de status-, de

techniek-, de vermaak- en de thuismarkt. Elk van deze deelgebieden eist 'zijn eigen' toestel op.

Het STATUS toestel straalt degelijkheid uit. Voorkomen moet worden dat het er 'kitscherig' uitziet. De vormgeving vraagt dus bijzondere aandacht: het toestel moet dezelfde uitstraling hebben als bijvoorbeeld een design meubel en bovendien is het bescheiden van afmeting.

Het toestel wordt bij voorkeur vervaardigd uit natuurlijke materialen en heeft een rustige geometrische opbouw met duidelijk verzorgde details. Het toestel dient zonder op te vallen toch duidelijk aanwezig te zijn. De kleurstelling is rustig.

Een TECHNIEK toestel moet daarentegen opvallend zijn en voorzien van vele (al dan niet onnodige) 'toeters en bellen'. Het toestel kent de laatste technische snufjes en bezit veel signaleringen, bij voorkeur in de vorm van knipperende LED's. Een drukke belettering met veel logo's completeert het geheel en geeft het een zo ingewikkeld mogelijk uiterlijk.

De maatvoering mag niet te klein worden gekozen, de opbouw is bij voorkeur modulair en de kleurstelling opvallend en met veel contrasten.

Voor de VERMAAKMARKT moet het produkt een 'hebbedingetje' vormen. Het moet in het interieur opvallen doch het mag er niet in overheersen. Een aantal 'toeters en bellen' is toegestaan, maar elk daarvan moet – dit in tegenstelling tot het techniek toestel – wel een duidelijke functie hebben.

Voor de vermaakmarkt moet de uitvoering klein, degelijk en robuust zijn. Het toestel zal vaak verplaatst worden of meegevoerd naar andere ruimten. In deze deelmarkt zal de beeldtelefoon veel gebruikt worden voor:

- het bellen van koopnummers,
- het oproepen van spelletjes (Videotex),
- het bellen van vrienden en kennissen.

In de THUISMARKT heeft alleen een zeer functioneel toestel kansen (men wil waar voor z'n geld). Uiterlijk mag het apparaat nauwelijks opvallen. Het is derhalve rustig van opbouw, klein van afmeting en voert een neutrale of behoudende kleurstelling. De terminal moet bij voorkeur in het interieur passen.

De beeldtelefoon dient hier het sociale karakter van telecommunicatie te onderstrepen. In de conversatie met familie en vrienden in den vreemde zal het toestel zeker in een behoefte voorzien.

De zakelijke markt. In de zakelijke markt hoort een randapparaat de relatie met de omgeving niet te verstoren. Het toestel past dus bij de inrichting, valt niet extreem op, maar is wel duidelijk aanwezig (statusverhoging).

Dit is te bereiken door voor een modern uiterlijk, een rustige modellering en een selectieve kleurstelling te kiezen. De opbouw van het geheel dient beslist helder te zijn. Teksten en opschriften worden alleen aangebracht waar dat strikt nodig is. In het ontwerp spelen ergonomische aspecten een overheersende rol.

Een beeldtelefoon terminal kan het aanzien van een bedrijf verhogen. Soms is het echter minder wenselijk om in een kantooromgeving 'nog weer een beeldschermstelsel' in te voeren. In dat geval moet de beeldtelefoon in bijvoorbeeld een Personal Computer zijn te integreren en komen we vanzelf uit op een MULTIFUNCTIONELE terminal.

Het werk van een MANAGER bestaat vooral uit het leggen van contacten, conversatie en regelen. Andere werkzaamheden (tekstverwerken, telefaxen) laat hij aan zijn medewerkers over. Hij zal dan ook weinig behoefte hebben aan een terminal met vele mogelijkheden. Het doel van een beeldtelefoon is in deze situatie voornamelijk communicatiegericht. Het apparaat moet eventueel strategisch inzetbaar zijn. De bediening is bovenal eenvoudig. Hulpmiddelen (verkort kiezen, telefoonboek, agenda) kunnen het gebruikerscomfort verhogen.

Ontvangstruimten, directiekamers en dergelijke vereisen een PRESTIGIEUS toestel. Hier moet het status en prestige uitstralen, de bedrijfsidentiteit versterken. In deze omgeving kan de terminal het niet stellen zonder een zeer representatief voorkomen. In z'n totaliteit gaat het om een kwalitatief en professioneel hoogstandje.

Technische uitrusting

Een beeldtelefoon heeft naast de voor telefonie gebruikelijke spraakfaciliteiten, tevens de mogelijkheid om beelden over te dragen. Zoals elders in dit nummer van PTT Telecom Studieblad uiteen is gezet, wordt de inhoud van het beeldsignaal sterk gereduceerd om transport over een relatief smalbandig 'telefoonkanaal' mogelijk te maken. In de eindapparatuur van de ontvanger wordt het oorspronkelijke beeld zo goed mogelijk uit de overgebrachte data gereconstrueerd.

Beeldschermgrootte. Omdat niet alle beeldinformatie kan worden overgestuurd, treedt onvermijdelijk een degradatie van de beeldkwaliteit op. Deze degradatie legt beperkingen op aan de te kiezen beeldschermafmeting. Immers hoe groter het beeldscherm is, des te duidelijker de degradatie te zien zal zijn.

Ook de kijkafstand is bepalend voor de afmetingen van het scherm. Anders dan bij TV (omroep) wordt de maximale afstand tussen gebruiker en beeldbuis in sterke mate bepaald door de bediening van het toestel en de bekabeling tussen de diverse onderdelen van het apparaat.

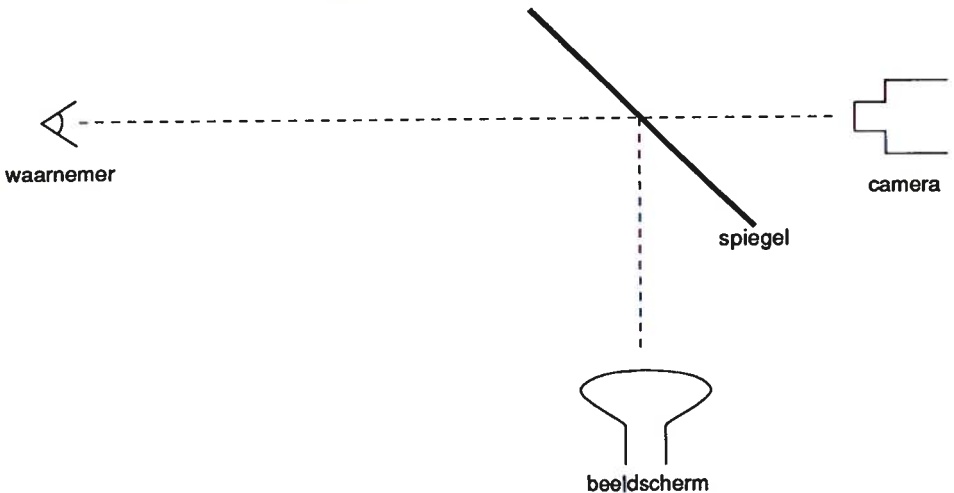
Zijn alle onderdelen van de beeldtelefoon (camera, beeldscherm, bedientoestel) in één behuizing ondergebracht, dan moet het toestel onder handbereik staan. Wordt vervolgens – zoals bij TV (omroep) gebruikelijk is – een kijkafstand van 5-6 keer de beeldschermdiagonaal aangehouden, dan komt men bij deze uitvoering (met een geringe afstand tussen kijker en toestel) uit op een beeldscherm van ongeveer 8 cm hoog en 10 cm breed.

Bij een meerdelige terminal (de videocomponenten zijn in een aparte behuizing ondergebracht) is de vrijheid van opstelling groter. Het bedientoestel met spreek- en hoorinrichting staat onder handbereik; de video-eenheid kan wat verder weg worden geplaatst. De afmeting van het beeldscherm kan in deze situatie wat groter worden gekozen.

Camera-opstelling. In een normale gespreksituatie is het gebruikelijk dat de gesprekspartners elkaar in de ogen kijken. Bij beeldtelefonie moet dit oogcontact zo goed mogelijk gehandhaafd blijven.

Tijdens het beeldtelefoongesprek kijkt de gebruiker via het beeldscherm naar zijn gesprekspartner. In doorsnee zijn de ogen daarbij iets boven het midden van het scherm gericht. Om optimaal oogcontact te verkrijgen moet de camera van de beeldtelefoon dan op dezelfde plaats, dus ongeveer in het midden van het beeldscherm, staan opgesteld.

Technisch is het (nog) niet mogelijk om op deze plaats een camera niet-storend op te nemen. Wel kan een camera schijnbaar achter het beeldscherm worden geplaatst. Dit is te bereiken door het ontvangen beeld op een spiegel te projecteren (zie afbeelding). Het beeldscherm wordt hiertoe in het horizontale vlak geplaatst, de camera in het verticale vlak. Tussen de camera en het beeldscherm plaatst men een 'half doorlatende spiegel'. De gebruiker ziet in de spiegel het geprojecteerde beeld. De camera 'kijkt door de spiegel' naar de gebruiker.



¹ Volledigheidshalve zij vermeld dat de camera en het beeldscherm ten opzichte van elkaar ook gespiegeld mogen zijn. De gebruiker kijkt dan 'door de spiegel' naar het beeldscherm terwijl de camera het op de spiegel geprojecteerde beeld opneemt.

Een uitvoering als deze legt sterke beperkingen op aan de modellering van de terminal. Er is vrij veel 'loze' ruimte nodig die evenredig toeneemt met de afmetingen van het beeldscherm. Bovendien stelt deze uitvoering hoge eisen aan de kwaliteit van de te gebruiken videocomponenten. Omdat de spiegel halfdoorlatend is wordt tenslotte maar circa 50% van de intensiteit van het oorspronkelijke beeld gereflecteerd. Het door de camera ontvangen licht is ook slechts 50% van de werkelijk aanwezige lichthoeveelheid ¹.

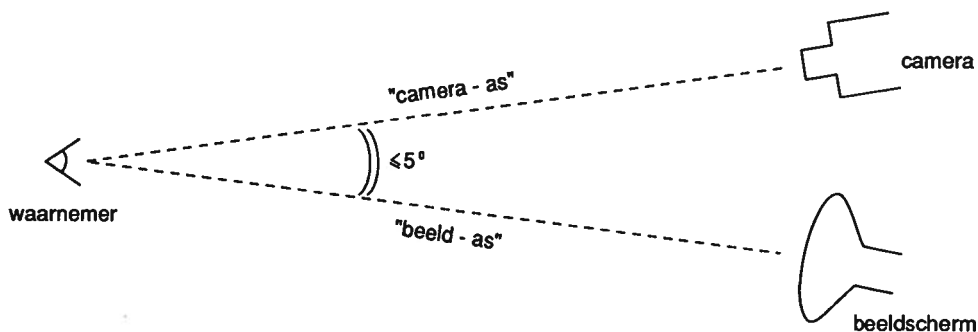
Wordt de camera naast het beeldscherm opgesteld dan is optimaal oogcontact niet haalbaar. Er zijn vier opstellingen mogelijk met elk hun specifieke effect op de gesprekspartner:

- *links of rechts* van het beeldscherm: de indruk wordt gewekt dat de gesprekspartner zijn ogen afwendt,
- *boven* het beeldscherm: de gesprekspartner slaat de ogen neer,
- *onder* het beeldscherm: de gesprekspartner lijkt naar boven te kijken.

Laatstgenoemde opstelling heeft nog als extra nadeel dat bij een tafeltoestel het zicht al snel aan de camera ontnomen zal worden door op de tafel staande attributen (stapel papier, kopje etc.).

Uitgebreide onderzoeken hebben aangetoond dat, als van de projectie-opstelling wordt afgezien, de camera het best aan de bovenzijde van het beeldscherm kan worden geplaatst.

Een relatief goed oogcontact blijft behouden als de hoek tussen de 'beeld-as' en de 'camera-as' (zie afbeelding) niet groter is dan 5 graden.



Overige technische uitrusting. Naar verwachting gaan moderne telefooncentrales boodschappen verzenden waarmee bijvoorbeeld de oproeper aan de opgeroepene bekend kan worden gemaakt. Ook meldingen van technische aard kunnen aan de gebruiker worden doorgegeven. Sommige moderne telefoontoestellen zijn hiervoor reeds uitgerust met een tekstdisplay. Het lijkt niet wenselijk om ook de beeldtelefoon van zo'n apart display te voorzien maar om beide functies in één scherm te integreren.

De gebruiker van een beeldtelefoon zal zich binnen het vangbereik van de camera moeten opstellen. Om dit te controleren dient de gebruiker het beeld van de eigen camera zichtbaar te kunnen maken. Deze 'eigen beeld' functie kan op twee manieren worden uitgevoerd.

- Met een extra beeldscherm. De gebruiker heeft de mogelijkheid het verzonden beeld continu te controleren. Deze uitvoering is zeer gebruikersvriendelijk. Een nadeel is dat in de terminal een extra beeldscherm moet worden opgenomen. Een 'window' reserveren binnen het reeds aanwezige beeldscherm is gezien de beperkte afmeting af te raden.
- Een 'eigen beeld' toets. Bij bediening van deze toets wordt het inkomende beeld vervangen door het beeld dat wordt verzonden. De gebruiker kan het uitgezonden beeld dan naar believen controleren.

Uit privacy-overwegingen moet ook een 'onderdrukkingsfunctie' worden opgenomen. Deze functie onderdrukt zowel het uitgaande audiosignaal als het uitgaande videosignaal (te vergelijken met de 'ruggespraaktoets' bij de huidige telefoon-toestellen).

Het kan aantrekkelijk zijn de camera met een zoommogelijkheid uit te rusten. De gebruiker is dan in staat om de beeldvulling van het te verzenden beeld te beïnvloeden. Een camera met zoom-lens is echter belangrijk groter dan één met vaste lens. Omwille van de compactheid van de terminal is gekozen voor een vaste lens². Op normale gebruiksafstand bestrijkt deze camera het hoofd en de schouders van de gebruiker.

Aan de wensen van potentiële gebruikers kan verder tegemoet worden gekomen door de terminal van extra aansluitingen te voorzien. Men kan hierbij bijvoorbeeld denken aan in- en uitgangen voor:

- externe camera,
- externe monitor,
- registrerende apparatuur,
- automatische beantwoording.

Prototype

Zijn de voorgaande overwegingen voldoende uitgekristalliseerd, dan kan de stap tot het vervaardigen van een prototype

² Met uitzondering van speciale uitvoeringen zoals de elders in dit nummer behandelde beeldtelefoon voor slechthorenden.

worden gezet. Het is altijd verstandig om voorafgaand aan de seriematige produktie eerst een prototype te maken. Prototypes geven namelijk zo'n goede indruk van het eindprodukt dat hiermee gebruikersproeven kunnen worden gedaan. Ook deskundigen kunnen op basis van het prototype nog een finaal oordeel vellen over het produkt. Gekozen oplossingen kunnen vervolgens probleemloos worden bijgeschaafd of zelfs totaal worden aangepast. Tijdens de massaproduktie is het aanbrengen van zulke wijzigingen meestal een kostbare zaak.

Daarnaast kunnen gebruikersproeven natuurlijk het inzicht verscherpen in de mate van acceptatie van het nieuwe medium. Enquêteren zonder dat de mensen het nieuwe apparaat eerst zelf hebben kunnen bedienen, legt een zware druk op het voorstellingsvermogen van aspirant-gebruikers.

Om praktische en economische redenen wordt een prototype bij voorkeur uit normaal gangbare onderdelen opgebouwd. Alleen de modellering is speciaal voor de opdracht vervaardigd. Zou ook de volledige technische inhoud speciaal voor het prototype moeten worden gemaakt, dan legt dat een te groot beslag op het budget.

Eindprodukt

Nadat alle op- en aanmerkingen met betrekking tot het prototype op een rijtje zijn gezet, kan besloten worden tot seriematige produktie. Marktverwachtingen, prijs/prestatieverhouding en de technische mogelijkheden van het eindprodukt zijn onder andere aspecten die in de besluitvorming worden meegenomen.



Onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen: theorie en simulaties

Het signaal van een videocamera bevat vaak veel meer informatie dan via het beschikbare kanaal, bijvoorbeeld een ISDN B-kanaal, kan worden overgedragen. Door de projectgroep Visual Communications Research (VCR) van PTT Research Neher Laboratorium wordt onderzoek verricht naar de meest efficiënte rekenmodellen (algoritmen) voor het coderen en decoderen van videosignalen. Onder efficiënt wordt hier verstaan: optimaal gebruik maken van een gegeven transmissiecapaciteit, bijvoorbeeld 64 kbit/s, waardoor uiteindelijk een zo hoog mogelijke beeldkwaliteit kan worden overgedragen. Hierbij wordt er vanzelfsprekend rekening mee gehouden dat de rekenschema's straks in betaalbare consumentenapparatuur gerealiseerd moeten kunnen worden.

Roel ter Horst en
Dolf Schinkel

In dit artikel wordt ingegaan op het hoe en waarom van de broncodering van videosignalen. Aangegeven wordt hoe binnen PTT Research het onderzoek daarnaar verloopt. Simulaties maken een belangrijk onderdeel van dat onderzoek uit. Zonder simulaties zou de beeldkwaliteit van een prototype immers pas na de realisatie te beoordelen zijn en niet al in de ontwerpfasen. En uiteraard geldt vervolgens hetzelfde voor de seriematig geproduceerde toestellen, maar dan met wel heel kostbare gevolgen.

Broncodering

Twee grootheden kunnen door de ontwerper van een overdrachtssysteem als gegeven worden beschouwd: de capaciteit van het transportkanaal en de hoeveelheid informatie die door de bron wordt afgegeven. In geval van de beeldtelefoon is deze bron de camera die een videosignaal afgeeft en is het kanaal een 64 kbit/s ISDN-kanaal.

De capaciteit van het kanaal en de hoeveelheid informatie van de bron dienen op elkaar te zijn afgestemd. Het is nu eenmaal onmogelijk een hoeveelheid informatie onvervormd over een kanaal te transporteren, als dat kanaal over onvoldoende capaciteit beschikt¹. Broncodering kan men dus definiëren als het

¹ C.E. Shannon, *A mathematical theory of communication*, Bell System technical journal, 3/1948 pp. 379-423.

aanpassen van de hoeveelheid informatie van het bronsignaal aan de kanaalcapaciteit.

Om de hoeveelheid informatie van het bronsignaal te kunnen beperken, is het allereerst van belang te weten of er niet meer gegevens worden overgedragen dan hetgeen strikt noodzakelijk is. Luidt het antwoord op deze vraag 'ja', dan spreekt men van overtollige informatie (redundantie). Door middel van datacompressietechnieken tracht men het overtollige zoveel mogelijk te verwijderen.

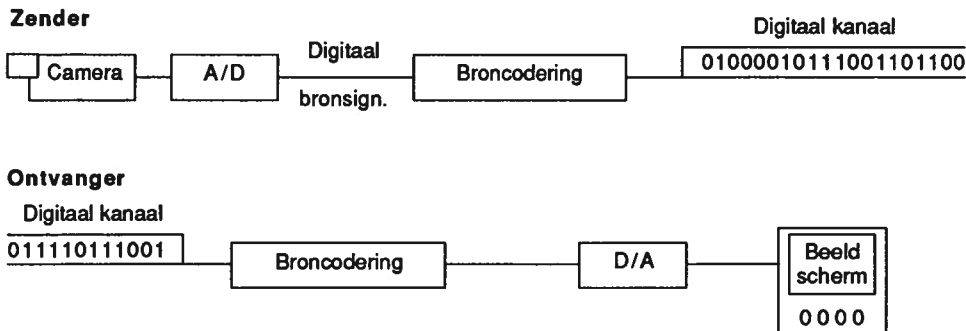
Is de resterende hoeveelheid informatie dan nog te groot, dan blijft niets anders over dan een zekere mate van vervorming in de overdracht te accepteren. Met behulp van datareductietechnieken probeert men het karakter van die vervorming echter zodanig in de hand te houden dat de vervorming wordt verhuld en ogenschijnlijk niet opvalt.

De bronsignalen

Als bronsignaal wordt uitgegaan van digitale videosignalen. In digitale vorm kunnen bewerkingen voor broncodering namelijk efficiënt verwezenlijkt worden. Videocamera's leveren echter een analoog signaal, terwijl ook het beeldscherm een analoog signaal vereist. Daarom wordt gebruik gemaakt van analoog/digitaal (A/D) en digitaal/analoog (D/A) omzeters.

Afbeelding 1 geeft een opzet van de transmissieketen. Voor het getekende digitale kanaal wordt foutloze overdracht aangenomen (in de praktijk wordt dit via kanaalcodering nagestreefd).

Afb. 1
Transmissieketen van een digitaal videosignaal



Waaruit bestaat dat digitale videosignaal? Bij bewegend beeld worden per seconde een aantal beelden overgestuurd. Bij de Europese TV-omroepen bedraagt dit aantal bijvoorbeeld 25. Elk beeld is daarbij opgebouwd uit een aantal beeldlijnen. Elke beeldlijn bestaat weer uit een aantal beeldpunten. Elk van die beeldpunten heeft een bepaalde helderheid en een bepaalde kleur.

Hoe groter het aantal beeldlijnen en beeldpunten is, des te fijner zijn de details die worden overgedragen. Hoe fijner de details, des te scherper is het beeld. De fijnheid waarmee details kunnen worden overgedragen wordt *spatiële resolutie* genoemd.

Worden per seconde meer beeldjes verstuurd, dan kunnen snellere bewegingen worden overgedragen zonder dat de beweging schokkerig wordt. In dit geval spreken we van een toename in *temporele resolutie*.

Bij digitale video worden zowel de helderheid als de kleur van een beeldpunt met een getal gerepresenteerd. Uit onderzoek is gebleken dat de mens maximaal ca. 200 helderheidsniveaus kan onderscheiden, dus zou men de getallen 0, 1, 2.... 200 kunnen kiezen om de helderheidsnivo's mee aan te duiden. Aangezien deze getallen binair verwerkt worden, zijn per getal 8 bits nodig voor de helderheid van een beeldpunt. Ook voor de kleur blijkt 8 bits per beeldpunt voldoende te zijn. Bij digitale video worden per beeldpunt doorgaans dus 16 bits geproduceerd². De bitrate voor een videosignaal, het totaal aantal bits per seconde, volgt dan uit:

$$B_n = B_p * P_l * L_f * F_r.$$

Met:

B_n = Bitrate

B_p = aantal bits per beeldpunt

P_l = aantal beeldpunten per beeldlijn

L_f = aantal beeldlijnen per beeld

F_r = aantal beelden per seconde

In tabel 1 staan enkele belangrijke beeldformaten met de bijbehorende geproduceerde bitrates vermeld.

In de praktijk is echter meer nodig: er moet bijvoorbeeld aan de ontvanger worden medegedeeld waar een beeld of een

² CCIR Recommendation 601, *Encoding parameters of digital television for studios.*

beeldlijn begint. Bij de TV-omroep in Europa worden per beeld bijvoorbeeld 625 lijnen overgezonden, terwijl slechts 576 van die lijnen daadwerkelijk voor beeld worden gebruikt.

Type video	Bits per beeldpunt	Beeldpunten per beeldlijn	Beeldlijnen per beeld	Beelden per s	Bits per s
HDTV	16	1920	1152	50	1770×10^6
TV Europa	16	720	576	25	166×10^6
TV-USA Japan	16	720	480	30	166×10^6
CIF	12	360	288	30	37×10^6

In de tabel staat CIF voor 'Common Intermediate Format'. Dit is het formaat dat voor de nieuwe beeldtelefoon en videovergaderapparatuur wordt gebruikt.

CIF is wereldwijd gestandaardiseerd ³. Het heeft precies de helft van het aantal beeldpunten en beeldlijnen van de Europese TV-standaard, terwijl het aantal beelden per seconde overeenkomt met dat van Japan en Noord-Amerika. Voor de kleur zijn per beeldpunt gemiddeld minder bits beschikbaar.

³ Dit in tegenstelling tot de TV-formaten waarvoor wereldwijde standaardisatie ontbreekt. Ook voor het toekomstige HDTV (High Definition Television) is er nog geen wereldwijde standaard.

Videokanalen

In dit kader beschouwen we alleen digitale kanalen. Transport over analoge kanalen is met gebruik van D/A en A/D omzeters in principe natuurlijk ook mogelijk.

De bitrates van de kanalen die in aanmerking worden genomen zijn:

voor HDTV ca. : 140×10^6 per seconde of hoger,
 voor TV ca. : $17-34 \times 10^6$ bits per seconde,
 voor CIF : 64×10^3 bits per seconde (beeldtelefoon)
 1920×10^3 bits per seconde (video vergaderen).

De hoeveelheid informatie die de videobron afgeeft in bits, is daarbij steeds vele malen groter dan de capaciteit van het beoogde kanaal. Een aantal bewerkingen voor datacompressie en datareductie is dus onontkoombaar, de principes daarvan

worden hieronder uitgelegd.

Zowel voor wat betreft de helderheid als voor wat betreft de kleur worden deze bewerkingen uitgevoerd. Wel vindt de bewerking van helderheid en kleur gescheiden van elkaar plaats. Onderstaande uitleg is toegespitst op de reductie en de compressie van de helderheid, voor kleur gelden overeenkomstige bewerkingen.

Vermindering van de redundantie: datacompressie

Het komt heel vaak voor dat in een beeld de naburige pixels (beeldpunten) ongeveer dezelfde helderheid hebben; in de wang van een mens bijvoorbeeld of in een homogene achtergrond (zie foto 1).

Foto 1

Voorbeeld van een videfoon scene.



Ook komt het vaak voor dat in opeenvolgende beelden een pixel vrijwel dezelfde waarden heeft. Als het ingangsbeeld niet verandert zijn de waarden in de opeenvolgende beelden in principe gelijk. Als gevolg van cameraruis treden ook bij stilstaande beelden in de praktijk echter kleine verschillen op.

In het bronsgaaf wordt van iedere pixel in het beeld de helderheid afzonderlijk aangegeven. Deze techniek wordt *Puls Code Modulatie* (PCM) genoemd: elke puls (dat is hier dus een pixel) wordt afzonderlijk behandeld. Voor iedere pixel wordt een even lang codewoord gebruikt, namelijk 8 bits. Dit is een *Gelijke Lengte Codering* (Fixed Length Coding, FLC). FLC is

hier een redelijk goede methode want elk helderheidsniveau komt statistisch gezien ongeveer even vaak voor.

Stel dat we nu in plaats van de pixels zelf de verschillen gaan coderen tussen de naburige pixels in het beeld. Of dat voor opeenvolgende beelden de verschillen worden gecodeerd van hetzelfde pixel. We gebruiken de naburige pixels in het beeld of het pixel in het voorgaande beeld dan als een voorspelling (predictie) van het huidige pixel. Deze techniek wordt *Differentiële Puls Code Modulatie* (DPCM) genoemd. Kleine helderheidsverschillen komen in dit geval natuurlijk veel vaker voor dan grote.

Passen we vervolgens gelijke lengte codering toe, dan zouden we voor het helderheidsverschil per pixel 9 bits nodig hebben.

Gemiddeld zijn er per pixel echter minder bits nodig, wanneer we voor de veel voorkomende, geringe helderheidsverschillen kortere codewoorden gebruiken en voor de grotere helderheidsverschillen langere. Deze techniek wordt *Variabele Lengte Codering* (VLC) genoemd. Een codewoord van 1 bit kan daarbij bijvoorbeeld worden gebruikt om aan te geven dat er geen verschil is.

Iets dergelijks wordt onder andere in de telegrafie toegepast bij de morse-code: voor de veel voorkomende letter 'e' wordt slechts 1 teken, namelijk een punt gebruikt. Voor minder voorkomende letters wordt van langere morse-codes gebruik gemaakt. Zou voor elke letter een gelijke codewoordlengte worden gekozen, dan waren er gemiddeld meer tekens (punten of strepen) nodig om hetzelfde bericht over te kunnen zenden.

Bij datacompressie verandert er niets aan de kwaliteit van het beeld, het verschil tussen origineel en gecodeerd beeld is dus nihil. Gecodeerde beelden kunnen door de decoder daarom weer exact hetzelfde worden gereconstrueerd.

Datareductie

Als datacompressie alléén onvoldoende is om het bronsignaal aan de kanaalcapaciteit aan te passen, dan is het nodig om daarnaast ook datareductie toe te passen. In tegenstelling tot datacompressie, valt het oorspronkelijk signaal daarna niet meer volledig te reconstrueren.

Van twee datareductietechnieken wordt vaak gebruik gemaakt.

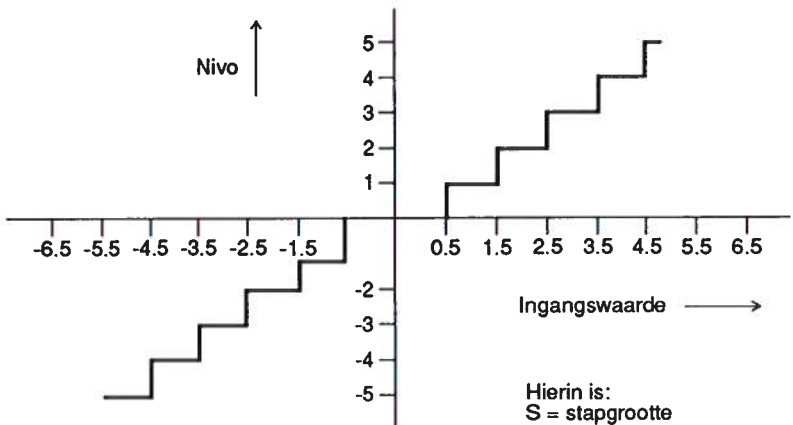
- *Verlaging van de resolutie.* Als we de spatiële resolutie (fijnheid) verlagen hoeven er in principe minder afzonderlijke beeldpunten te worden overgezonden. Bij de verschillende bronformaten (HDTV, TV, CIF) gebeurt dit in feite voor het hele beeld. Het is echter slimmer om de encoder het te verzenden beeld per gebiedje te laten analyseren en de resolutie alleen te verlagen als er in zo'n gebiedje weinig details of weinig scherpe helderheidsovergangen voorkomen. Op deze manier ontstaat minder vervorming.

Ook de temporele resolutie kan per gebiedje worden verlaagd. Gebiedjes in opeenvolgende beelden die nagenoeg niet veranderd zijn worden niet opnieuw overgezonden.

- *Kwantisatie.* Zoals eerder vermeld willen we in het bronsignaal ruim 200 verschillende helderheidsniveaus kunnen aanduiden. Bij PCM hebben we dan 8 bits per niveau nodig, bij DPCM gemiddeld minder. Een verdere besparing is mogelijk door minder verschillende helderheidsniveaus toe te laten. Deze techniek heet kwantisatie. Elk helderheidsniveau wordt daarbij afgebeeld op het dichtstbijzijnde nog toegelaten helderheidsniveau. De afwijking tussen het oorspronkelijke en gekwantiseerde helderheidsniveau wordt de kwantisatiefout genoemd (zie afb. 2).

Per niveau zijn nu gemiddeld minder bits nodig, maar de kwantisatiefouten kunnen zichtbaar worden.

Figuur 2
Uniforme kwantisatie
karakteristiek.



Voorbeeld: alle ingangswaarden tussen de beslissingsniveaus 2.5 en 3.5 worden afgebeeld op het representatieniveau 3 en krijgen dus de waarde 3. De kwantisatiefout is dan maximaal 0.5.

In het voorgaande is het helderheidsniveau van een pixel de ingangswaarde, maar vanzelfsprekend kan kwantisatie ook op de andere variabelen worden toegepast.

Uitwerking van een hybride codeerschema

Worden tegelijkertijd verschillende datacompressie- en data-reductietechnieken toegepast, dan spreken we van een hybride codeerschema. In het hybride codeerschema wordt elk beeld eerst opgeslagen in een beeldgeheugen (frame memory, FM). Het beeld wordt vervolgens onderverdeeld in zogenaamde macroblokken van 16 x 16 beeldpunten. Elk van deze blokken wordt daarna ten behoeve van reductie en compressie in afzonderlijke blokken van 8 x 8 pixels verwerkt (in de verdiepingstof meer over het hybride codeerschema).

Beoordeling van de beeldkwaliteit

Besproken werd dat vervorming optreedt indien de hoeveelheid aangeboden informatie en de capaciteit van een transmissiemedium niet op elkaar zijn afgestemd. Genoemde vervorming uit zich in een afname van de beeldkwaliteit. Een belangrijk doel van de simulaties is om de vervorming en de beeldkwaliteit die bij de verschillende beeldcodeeralgoritmes (rekenmodellen) optreden nader vast te stellen.

Helaas is de beeldkwaliteit niet objectief te meten. Wel kan de vervorming worden gemeten, bijvoorbeeld in de vorm van een signaal-ruisverhouding.

De ruis wordt hier dan veroorzaakt door de datareductie. Een signaal-ruisverhouding zegt echter niet alles over de beeldkwaliteit. Objectieve beoordelingscriteria worden daarom meestal alleen gebruikt voor het onderling vergelijken van de methodes. Ook hiermee moet echter voorzichtigheid betracht worden, want het getal is in dit geval een potentiële valkuil voor de ontwerper.

Subjectieve beoordeling is dan ook een belangrijke vorm om

de beeldkwaliteit te beoordelen. In het internationale standaardisatiewerk worden gestandaardiseerde testsequenties van beelden gebruikt, die dan volgens de verschillende voorstellen algoritmisch worden gecodeerd. Speciale beoordelingsteams vergelijken de verschillende resultaten volgens een van te voren vastgestelde procedure. Hiervoor worden speciale beoordelingsstudio's ingericht.

Foto 2
Voorbeeld van vervorming bij
grote datareductie.



De foto geeft een voorbeeld van de vervorming die bij een te grote datareductie kan optreden.

Waarvoor wordt het onderzoek gedaan

Het belangrijkste doel van het onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen is te laten zien welke beeldkwaliteit en welke toepassingsmogelijkheden er voor een gegeven transmissiekanaal mogelijk zijn en welk codeeralgoritme daarvoor het aantrekkelijkst is.

Met de uitkomsten van dit onderzoek kan de hardwareontwikkeling van start gaan en kunnen nieuwe diensten gedefinieerd worden.

De prototypes komen tot stand in een nauwe samenwerking van simulatie- en hardwarespecialisten. Het verder ontwikkelen tot een op de markt verkrijgbaar produkt (engineering) zal vervolgens buiten PTT Research plaats gaan vinden.

Ook tijdens die verdere ontwikkeling van de video-codec vindt ondersteuning met simulaties plaats. Leveren elemen-

ten uit de codeeralgoritmen bijvoorbeeld praktische bezwaren op, dan zullen alternatieven worden onderzocht.

Samenwerking

Internationale standaardisatie is van groot belang. Een belangrijk deel van het onderzoek bij PTT Research is er daarom op gericht bij te dragen aan de standaardisatie van beeldcodeeralgoritmen.

De mede dankzij PTT Research tot stand gekomen CCITT standaard is reeds genoemd. In het verlengde hiervan worden op dit moment binnen het ISO nog bijdragen geleverd aan de standaardisatie voor het opslaan van bewegende beelden bij een bitrate van 1,15 Mbit/s – 6 Mbit/s. Dit ten behoeve van een nieuwe generatie beeldplaat: de CD-interactive.

Die standaard voor CD-interactive is grotendeels gebaseerd op de hiervoor genoemde CCITT standaard en is ermee compatibel. Dankzij deze inspanning kan er dus wereldwijd een nieuwe toepassing aan de video-codec worden toegevoegd en mogelijk geeft dit tevens impulsen tot het versneld ontwikkelen van betaalbare CD-interactive apparatuur.

Gekoppeld aan de ontwikkeling van de beeldtelefoon krijgt bovendien de standaardisatie van digitale TV- en HDTV-signalen de nodige aandacht.

Lijst van afkortingen

- ATM Asynchronous Transfer mode
- A/D Analoog/Digitaal conversie
- CCITT International Telegraph and Telephone Consultative Committee
- CCIR International Radio Consultative Committee
- CD Compact Disk
- CIF Common Intermediate Format
- D/A Digitaal/Analoog conversie
- DPCM Differentiële Puls Code Modulatie
- HDTV High Definition Television
- ISDN Integrated Services Digital Network
- ISO International Standards Organisation
- PCM Puls Code Modulatie

Hybride codeerschema (verdiepingsstof)

Een blok van 8 x 8 beeldpunten wordt allereerst vergeleken met een predictieblok, dat wordt geleverd door middel van een differentiële pulscode modulatielus (DPCM-lus). Deze DPCM-lus werkt in het temporele domein, d.w.z. dat de predictie voor het huidige blok uit het voorgaande beeld wordt gehaald en dus niet uit naburige pixels van het huidige beeld.

Hiertoe is in de lus een tweede beeldgeheugen geplaatst dat het laatst gedecodeerde beeld bevat. Om ruis en hoge spatiële frequenties te verwijderen omdat die anders in de lus zouden blij-

ven circuleren, wordt elk predictieblok eerst gefilterd voordat het van het actuele blok wordt afgetrokken. Het verschil tussen het actuele blok en het predictieblok wordt de predictiefout genoemd.

Met deze DPCM-lus is een grote datacompressie mogelijk, omdat de predictiefout over het algemeen klein is.

Om de predictiefout verder te reduceren wordt bovendien nog bewegingscompensatie (motion compensation, MC) toegepast. Met deze techniek wordt in het beeldgeheugen in een bepaalde omgeving van het blok gezocht naar een zo goed mogelijk predictieblok.

De plaats van dit blok ten opzichte van de coördinaten van het originele blok moet nu worden overgezonden, hetgeen extra bits kost. Maar omdat de predictiefout kleiner wordt, biedt deze bewerking toch een extra datacompressie. Door een bewegingsschatter (displacement estimator, DE) kan de verplaatsingsvector d worden geschat. Per macroblok van 16×16 pixels wordt die verplaatsingsvector geschat. Meestal is dit een zeer rekenintensieve bewerking.

Is de predictie zonder bewegingscompensatie zo goed dat de predictiefout nul of vrijwel nul is, dan hoeft de ontvanger alleen maar te weten dat het blok onveranderd is gebleven. Deze techniek wordt voorwaardelijke vervanging (conditional replenishment) genoemd. Zolang er geen zichtbare verandering optreedt, is er voor dit blok in feite dus alleen maar sprake van een verlaging van de temporele resolutie en dus van datareductie.

Het komt ook voor dat alleen de verplaatsingsvector van een blok maar overgezonden hoeft te worden, waarna de predictiefout weer nul of vrijwel nul is.

Is de predictiefout zichtbaar, dan moet deze echter overgezonden worden. In principe zouden we nu binnen elk blok weer een vorm van DPCM kunnen toepassen, het bleek efficiënter om gebruik te maken van een transformatiecodering T . Bij transformatiecodering wordt van elk blok een frekwentiespectrum berekend. In het hybride schema wordt daarvoor een bepaald type transformatie gebruikt, de zogenaamde Discrete Cosinus Transformatie (DCT), met blokgrrootte 8×8 . Elk predictiefoutblok wordt hiertoe verder onderverdeeld in blokken van 8×8 pixels. De transformatie is een bewerking die resulteert in een gelijk aantal coëfficiënten (dus 8×8). Elk van deze coëfficiënten duidt aan in hoeverre de bijbehorende 'frekwentie' in het predictiefoutblok aanwezig is. Uit deze 8×8 coëfficiënten kan dan weer het oorspronkelijke predictiefoutblok verkregen worden door een inverse transformatie. Deze is eveneens opgenomen in de DPCM-lus van de encoder en de decoder.

Het blijkt efficiënt te zijn om in plaats van de pixels de coëfficiënten over te sturen, omdat voor de coëfficiënten een effectievere variabele lengte codering mogelijk is. Bovendien biedt het berekende frequentiespectrum de mogelijkheid om op eenvoudige wijze de spatiële resolutie per blok, dus lokaal, te variëren, wat een datareductie mogelijk maakt zonder al te veel zichtbare vervorming.

Door middel van de kwantisator (Q) vindt een datareductie van de coëfficiënten plaats: elk signaalniveau van de coëfficiënten wordt daarbij afgebeeld op het dichtstbijzijnde representatieniveau. In het codeerschema wordt een voor alle coëfficiënten uniforme kwantisator toegepast. De stapgrootte S van de uniforme kwantisator wordt bepaald aan de hand van de bezettingsgraad van de buffer (BF) die zich tussen de variabele lengtecodering (VLC) en de transmissielijn bevindt. De gekwantiseerde coëfficiënten worden met behulp van een variabele lengte codering (VLC) gecodeerd, waardoor een grote datacompressie wordt bereikt. De codewoorden uit de VLC worden samengevoegd met de codewoorden voor de bewegingsvectoren, de codewoorden voor de kwantisatiestapgrootte en diverse stuurinformatie in de multiplexer (MUX). De resulterende bitstream heeft geen constante bitrate, terwijl de tot nu toe beschouwde kanalen een constante bitrate hebben. Hierom vindt buffering plaats. Als de buffer vol raakt, wordt de stapgrootte van de kwantisator vergroot, waardoor vaker lagere niveaus optreden en minder bits geproduceerd worden.

Ook in de opbouw van de decoder zien we de predictielus terug. Het gereconstrueerde predictiefoutblok en het predictieblok worden hierin opgeteld en leveren zo het te reconstrueren blok. Deze blokken worden vervolgens omgezet naar beeldlijnen die door het beeldscherm kunnen worden verwerkt.

Het filter is eveneens in de decoderlus opgenomen, omdat dan aan ontvangzijde dezelfde reconstructie wordt verkregen als aan de zenzijde.



Paul Nooij en
Gerard Ranft

Bij PTT Research zit men niet stil als het erom gaat de kwaliteit van de ISDN-beeldtelefoon te vervolmaken. Zonder de compatibiliteit met de standaard in gevaar te brengen, bieden aanvullende filtertechnieken mogelijkheden om de beeldkwaliteit te verbeteren.

Verstoringen ten gevolge van het codeerproces – noodzakelijk om het oorspronkelijke videosignaal van 166 Mbit/s terug te brengen naar 64 kbit/s – zijn met deze filtertechnieken aanzienlijk terug te brengen.

Voor het menselijk oog zal de beeldkwaliteit daarmee toenemen. Dit is met name van belang omdat het succes van het ISDN en van de audiovisuele dienst daarbinnen, grotendeels wordt bepaald door de kwaliteit van de toepassingen en de daarbij horende randapparatuur.

De introductie van het ISDN (Integrated Services Digital Network) en de vooruitgang in de techniek om videosignalen terug te brengen tot 64 kbit/s, geeft PTT Telecom de mogelijkheid om straks een nieuwe dienst te introduceren: de beeldtelefoon.

In een wereldwijd geldende standaard is vastgelegd hoe het videosignaal gecodeerd dient te worden. Het beeld dat hiermee ontstaat is echter niet vrij van smetten. Door achter de video-codec¹ gebruik te maken van nabewerkingsfilters, kan de subjectieve beeldkwaliteit verder worden geperfectioneerd.

Eigen ontwikkelingen PTT Research

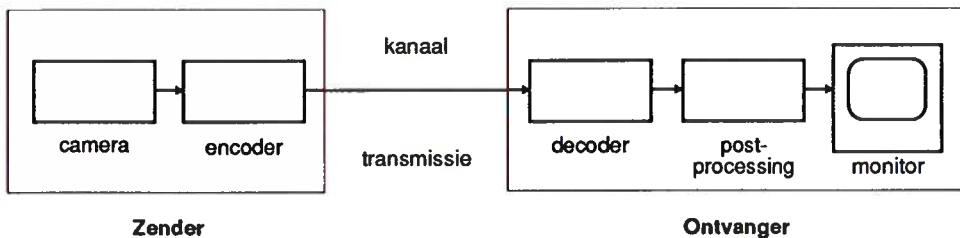
Op het Neher laboratorium is gezocht naar mogelijkheden om de beeldkwaliteit van de ISDN-beeldtelefoon te verbeteren. Als gevolg van de sterke datareductie treden bij beeldtelefonie namelijk duidelijk waarneembare verstoringen in het beeld op. Het is ook nogal wat, om de 166 Mbit/s van de videocamera terug te moeten brengen tot 64 kbit/s.

Vanwege de standaardisatie van het codeeralgoritme is het niet mogelijk om in het codeerproces zelf veranderingen aan te brengen. De compatibiliteit met door anderen ontwikkelde beeldtelefoons zou daarmee namelijk ernstig gevaar lopen.

Toch blijven er nog een aantal mogelijkheden over waarmee een behoorlijke kwaliteitsverbetering van het beeld haalbaar is: pre- en postprocessing.

¹ Het woord 'codec' is een samentrekking van encoder en decoder.

Afb. 1
 Blokschema zender en ontvanger
 met postprocessing



Bij *preprocessing* worden de camerabeelden eerst voorberekt en aangepast aan het codeerproces voordat zij aan de encoder van de zender worden aangeboden.

Bij *postprocessing* worden beelden na de decodering aan de ontvangzijde nabewerkt, dus voordat zij aan de monitor worden aangeboden (afb. 1). In dit artikel wordt op deze postprocessing nader ingegaan.

² Een uitgebreide behandeling van het codeerproces is te vinden in het voorgaande artikel *Onderzoek naar beeldcodeeralgoritmen: theorie en simulaties*.

³ De standaard CCITT H.261 beschrijft naast het te gebruiken codeeralgoritme (rekenmodel) ook het beeldformaat en de beeldfrequentie, waarbij:

- beeldfrequenties afgeleiden zijn van 30 Hz,
- beeldformaat bestaat uit 288 lijnen met 352 beeldelementen.

Het voor de videocodering gebruikte algoritme is het zogenaamde 'hybride DPCM' algoritme. Dit vormt de basis van H.261. (In de verdiepingstof van het voorgaande artikel wordt hierop nader ingegaan.).

Voordat de postprocessing aan de orde komt, wordt echter eerst nog een samenvatting gegeven van het videocodeerproces ². Bij deze korte behandeling van het codeerproces komen met name die onderdelen aan de orde die verantwoordelijk zijn voor de verstoringen in het beeld en waarop de postprocessor ingrijpt.

Bij de beschrijving van de postprocessor wordt begonnen met de basisprincipes, waarna de implementatie wordt bekeken. Conclusies en toekomstige ontwikkelingen besluiten het artikel.

Randvoorwaarden codeerproces

De beeldtelefoondienst is gebaseerd op de wereldwijd geldende standaard H.261 ³. Met behoud van een hoge kwaliteit is het daarmee technisch mogelijk om bewegende kleurenbeelden over kanalen van 64 kbit/s tot 2 Mbit/s te versturen. Zowel de videocodec in de beeldtelefoon als de codec van het videovergadersysteem valt onder deze standaard. Compatibiliteit van videovergaders en beeldtelefonie is hiermee gegarandeerd.

Alvorens tot de codering kan worden overgegaan, dient het beeld echter eerst te worden opgedeeld in blokken van 8 x 8 beeldelementen (pixels). Deze blokken worden opgeslagen in het beeldgeheugen, waarna de nieuwe beelden steeds vergele-

ken kunnen worden met de beelden in het geheugen. Alleen als er tussen deze beide blokken afwijkingen bestaan, wordt in het actuele beeld daar waar dat echt nodig is gebruik gemaakt van nieuwe informatie. Het in blokken opgedeelde beeld waarnaar de gebruiker zit te kijken bestaat dus slechts voor een klein deel uit actuele informatie, het merendeel is afkomstig uit het geheugen.

Met name aan de randen van de blokken ontstaan bij lage transmissiesnelheden (64 kbit/s beeldtelefonie) zichtbare beeldvervormingen. Vooral indien er aan de randen bewegingen plaatsvinden, doen zich hinderlijke verstoringen (mosquito's) voor ⁴.

Het is de taak van postprocessing om al deze verstoringen zo goed mogelijk te onderdrukken zonder dat door de filtering belangrijke contouren in het beeld worden aangetast.

Eisen voor postprocessing

Bij de keuze voor het ontwerp van de postprocessor is van een aantal criteria uitgegaan.

Subjectief een verbetering en geen detail-verlies. Belangrijk is het behoud van de natuurlijke aanblik. Bij een al te rigoreus filterproces verdwijnen niet alleen de verstoringen ten gevolge van het codeerproces, maar ook verdwijnen er details in het beeld. Bijvoorbeeld kleine oneffenheden in het beeld van een gezicht worden verwijderd.

Geen extra bits voor stuurinformatie. Het codeeralgoritme (H.261) en ook de bijbehorende transmissiestructuur (H.221) biedt geen extra ruimte voor stuurinformatie ten behoeve van postprocessing. Postprocessing valt immers niet onder de standaard.

Realiseerbaar. Het hier toegepaste filterprincipe is door middel van computersimulaties verder ontwikkeld en aangepast ten behoeve van toepassing in beeldtelefonie. Vervolgens is dit rekenmodel geoptimaliseerd en vereenvoudigd zodat een en ander voor real-time applicatie geschikt is. Om de postprocessing-unit inpasbaar te maken in bestaande of nog in ontwikkeling zijnde beeldtelefoons, moeten de omvang en kosten van het ontwerp beperkt blijven.

⁴ Andere vervormingen ontstaan doordat de blokgrenzen niet vloeiend in elkaar overgaan (blocking) en als gevolg van hoogfrequent componenten (kwantisatieuis).

Beperkte extra geïntroduceerde tijdvertraging. Het verwerken van beelden door de video-encoder en -decoder kost tijd. Hierbij komt nog de doorlooptijd voor postprocessing. Deze totale vertragingstijd mag niet dusdanig groot worden (meer dan een kwart seconde) dat de gebruiker het merkt en een conversatie erdoor wordt gehinderd.

Filterprincipe

In het algemeen bestaan er twee typen filters; filters die verhullen of maskeren en filters die reconstrueren. Bij het eerste type worden verstoringen als gevolg van het codeerproces verminderd door filters die alleen laagfrequente componenten doorlaten. Hierdoor wordt wél over het gehele beeld de resolutie verlaagd en dus ontstaat er detail-verlies.

Een tweede type filter tracht het originele beeld te reconstrueren. Dit is een dusdanig rekenintensief proces dat het voorlopig niet economisch verantwoord te realiseren is.

Er moest dus voor filters van het eerste type worden gekozen, waarbij de eigenschappen van het filter gelukkig te verbeteren bleken te zijn. Uiteindelijk kan het detail-verlies daardoor toch tot een minimum worden beperkt.

Implementatie

Een postprocessing-filter is niet eenvoudig te realiseren vanwege de complexiteit en de hoge verwerkingssnelheden. Het onderzoek wees uit dat door te kiezen voor een modulaire opzet en het gebruik van meerdere soorten snelle, programmeerbare componenten, realisering desondanks mogelijk is.

Een van de moeilijkste beslissingen die vervolgens in de uitwerking van het hardware-ontwerp moet worden genomen is: 'welke flexibiliteit dient het ontwerp te hebben?'

Het lijkt eenvoudig om deze vraag te beantwoorden: 'zo flexibel mogelijk'. Echter, de consequenties van een zeer flexibel ontwerp zijn zeer hoge kosten! Om een goede graad van flexibiliteit te bereiken zijn een aantal benaderingen mogelijk.

Software-benadering. Software lijkt ideaal. Groot probleem hierbij is echter de snelheidsbeperking bij gebruik van gangbare processoren.

Uitgaande van full CIF-beeldformaat met een beeldfrequentie

tie van 15 Hz èn van filtering in zowel horizontale als verticale richting, is voor de postprocessor een rekencapaciteit van naar schatting minstens 100 MIPS (Miljoen Instructies Per Seconde) nodig ⁵.

Programmeerbare hardware-benadering. Programmeerbare hardware is iets minder flexibel, maar heeft als groot voordeel dat het vele malen sneller kan werken dan software. Bovendien is parallel werken gemakkelijk uit te voeren wat een positieve invloed op de totale verwerkingssnelheid heeft. Overigens wordt de functionaliteit van programmeerbare hardware ook in software vastgelegd.

Hardware-benadering. Hardware is star en kan niet of nauwelijks gewijzigd worden. De snelheid is bijzonder hoog. In de praktijk is het gebruik van enkel hardware niet aan te raden, omdat wijzigingen dan bijzonder ingrijpend zijn. Daarnaast zou de omvang van het filter bij een keuze voor uitsluitend hardware zodanig toenemen dat een bureau te klein is om de print op te leggen. Alleen bij produktie van zeer grote aantallen beeldtelefoons biedt de huidige techniek mogelijkheden om de afmeting van de printplaat terug te brengen ⁶.

Keuze van de componenten

Bij het bepalen van de keuze van de componenten is flexibiliteit om de volgende redenen van groot belang:

Printontwerp. Een hardware-ontwerpfout heeft desastreuze gevolgen voor een printontwerp omdat de print dan gewijzigd moet worden. Dit kost veel tijd en geld. Een groot voordeel van programmeerbare hardware is de mogelijkheid om de functie te wijzigen. Veranderingen in de print kunnen daarmee overbodig worden.

Interfaces. Ook in relatie tot de interfaces kan gezegd worden dat het bij een verandering in de specificatie vaak niet nodig is om de print te wijzigen. De functionele wijziging kan in de programmeerbare elementen plaatsvinden.

Voor het postprocessing-filter is daarom gekozen voor het gebruik van programmeerbare hardware, omdat daarmee de

⁵ Ook een oplossing met transputers is onderzocht, maar leverde een dusdanig aantal transputers (ongeveer honderd!) op, dat deze oplossing praktisch en financieel niet haalbaar is.

⁶ Door namelijk gebruik te maken van gate arrays, asics of full custom chips. In ieder geval kan dit alleen als geen enkele wijziging meer nodig is!

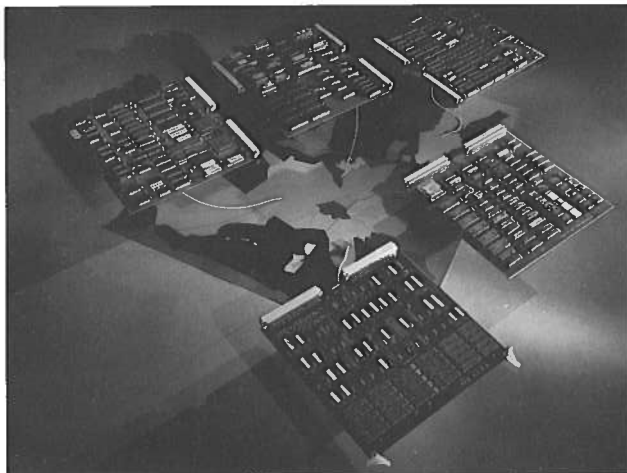
beste balans tussen verwerkingssnelheid en flexibiliteit valt te bereiken.

Conclusies en toekomstige ontwikkelingen

Computersimulaties hebben aangetoond dat postprocessing een voor het oog duidelijk waarneembare verbetering van de beeldkwaliteit geeft. Verstoringen in het beeld zijn duidelijk verminderd terwijl de details nauwelijks zijn aangetast.

De totale omvang van het filter is nu nog 3 printplaten. Deze platen zijn voorzien van componenten met een hoge complexiteit. Met de ontwikkeling speciaal voor postprocessing van ASIC's (Applied Specific Integrated Circuits) kan die omvang gereduceerd gaan worden tot 1 printplaat.

Foto 1
IMAGIN een gezamenlijke
inspanning van vijf partners



Internationale samenwerking

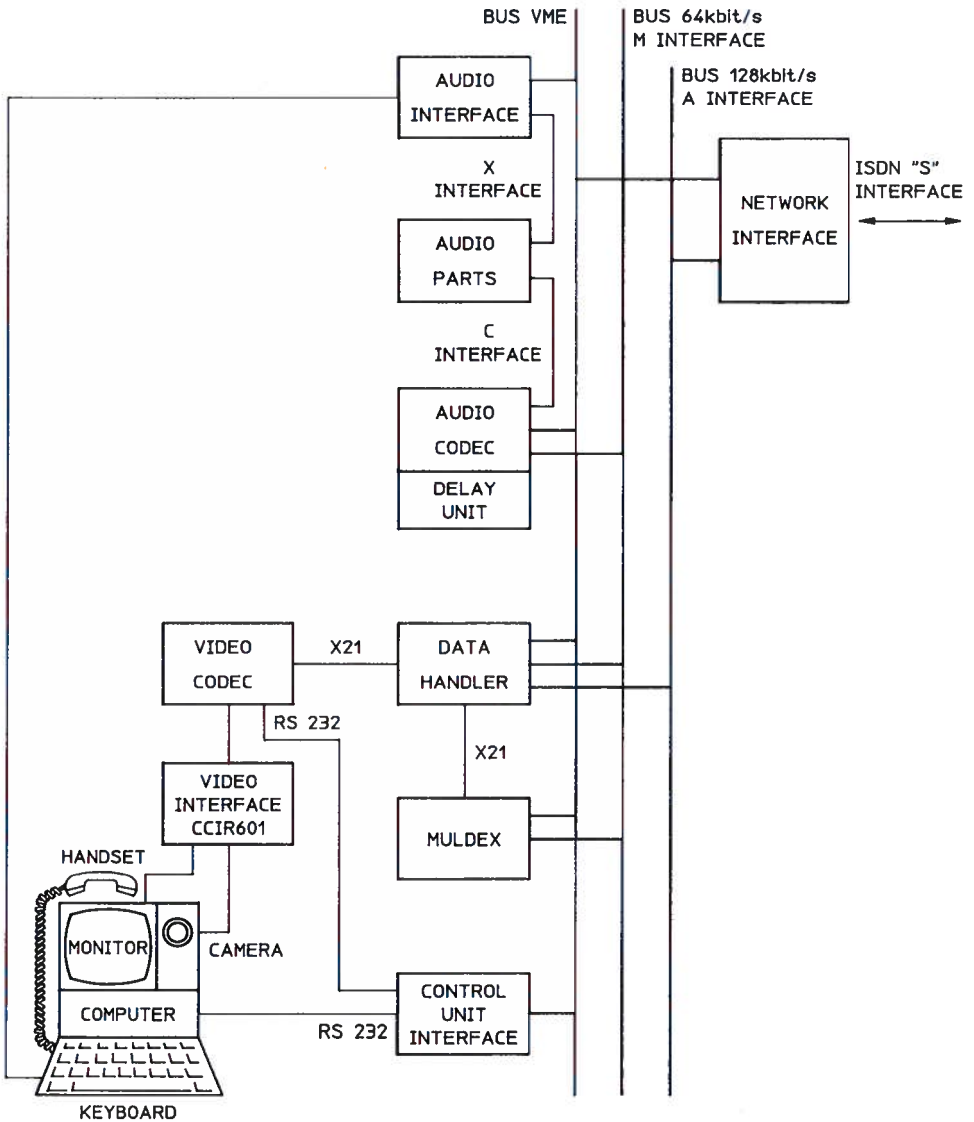
Wim Hubers,
Arian Koster en
Arthur van Rooijen

In de telecommunicatiewereld zijn gigantische bedragen gemoeid met de ontwikkeling van nieuwe produkten en diensten. De benodigde investeringen in onderzoek en ontwikkeling zijn voor één bedrijf of door één PTT dan ook nauwelijks op te brengen, samenwerking is dus het parool. Het in het kader van ISDN ontwikkelen van een audiovisuele dienst vormt hierop geen uitzondering. Daarom heeft PTT Research zich samen met partners uit Frankrijk, Italië, Duitsland en Zweden verenigd in het samenwerkingsproject IMAGIN. In dit artikel wordt een kort overzicht gegeven van de ervaringen die zijn opgedaan bij het gezamenlijk ontwerpen van hardware voor de videocodec, de testaspecten en de organisatorische kant van het werk.

Doel van het internationale samenwerkingsproject IMAGIN is een compleet systeem voor beeldtelefonie te ontwikkelen. Behalve uit de beeldtelefoonterminal (desktop) bestaat zo'n systeem nog uit een audio- en videocodec en uit de netwerkin-terface (zie afbeelding 1).

De videocodec voldoet uiteraard aan de wereldwijde standaard H.261 van CCITT. In deze standaard is de methode van comprimeren vastgelegd.

Zoals ook al in de andere artikelen is uitgelegd, moet het digitale videosignaal ten behoeve van beeldtelefonie flink worden bewerkt. In de aanbeveling H.261 is daarvoor het rekenmodel (algoritme) vastgelegd. De digitale video-informatie wordt



Afb. 1
Compleet systeem voor
beeldtelefonie

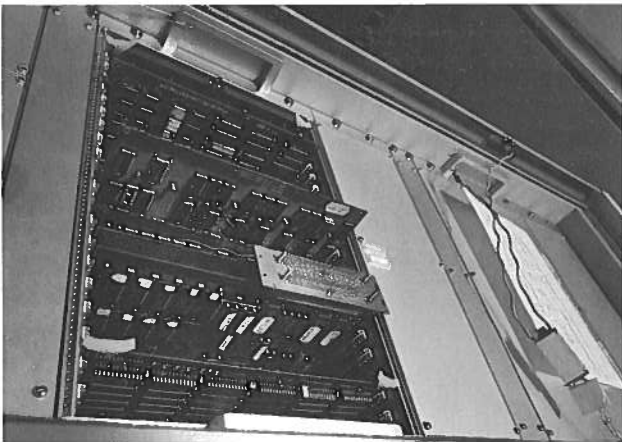
hiermee zodanig bewerkt, dat transport van digitale video over het B-kanaal in ISDN mogelijk wordt. De reductiefactor bedraagt tenminste 500.

Om het oorspronkelijke videosignaal te kunnen transporteren zou een kanaalcapaciteit van 166 Mbit/s nodig zijn, terwijl in ISDN het uitgangspunt een capaciteit van 64 kbit/s is. In het hierna volgende zal worden ingegaan op de eisen die de signaalbewerking aan de hardware-implementatie stelt.

Hardware voor het codeeralgoritme

Om het ontwerp van de videocodec op z'n werking te testen, is het in principe mogelijk om gebruik te maken van een computer. Het aantal bewerkingen per seconde is in een videocodec echter dermate groot dat een bijzonder snelle en uiterst kostbare computer (denk hierbij aan een supercomputer) noodzakelijk is om de bewerkingen real-time uit te kunnen voeren ¹.

Hoewel het codeerproces een complex geheel is, bestaat het grootste deel van het rekenwerk uit veelvuldig herhaalde, eenvoudige operaties. Dat maakt het aantrekkelijk om de bewerkingen door speciale hardware uit te laten voeren. Voor de meer complexe operaties verdient een computer de voorkeur. In het IMAGIN-project is voor een tussenvorm gekozen: voor het nabootsen van het ontwerp van de videocodec wordt een computer gebruikt die een aantal snelle hardware-units bestuurt (zie foto 2). Sommige van deze hardware-units maken gebruik van zogenaamde DSP's (Digitale Signaalprocessors). Dit zijn microprocessors die geoptimaliseerd zijn voor dit soort rekenwerk: optellen, vermenigvuldigen, etc.



¹ Bij gebruik van meer gangbare, maar nog altijd kostbare, computers is voor het bewerken van 10 seconden van het oorspronkelijke beeld al gauw een hele nacht nodig. In het artikel *Kwaliteitsverbetering van beeldtelefoniebeelden* is reeds ingegaan op de problematiek van het softwarematig, dus door een computer aansturen van de voor beeldtelefonie noodzakelijke signaalbewerkingen. Geconstateerd werd daarbij dat een processor van tenminste 100 MIPS nodig is om alle berekeningen binnen de gestelde tijd uit te voeren.

Foto 2
Een deel van de video-encoder

De moderne hardware-benadering is echter minder star dan men uit het voorgaande zou vermoeden. Er zijn diverse elektronische componenten op de markt gekomen waarvan de functie door de gebruiker te programmeren is. Deze componenten hebben voor een groot deel de klassieke digitale poort-

schakelingen verdrongen. We constateren dat de grens tussen hardware en software aan het vervagen is.

Een interessante mogelijkheid van deze 'User Programmable Logic' is dat de gebruiker de werking van een bestaande schakeling soms kan wijzigen zonder de bedrading te veranderen. Hij hoeft enkel één of meer programmeerbare componenten te voorzien van een nieuwe 'vulling'.

Ten slotte dient nog opgemerkt te worden dat de codec een relatief groot geheugen nodig heeft, dat bovendien snel toegankelijk moet zijn. Dit geheugen wordt onder andere gebruikt om een beeld in op te slaan. Later kan men dit beeld dan van het volgende beeld aftrekken. De snelheidseisen zijn daarbij hoger dan die aan een PC gesteld worden, met name vanwege de grote hoeveelheid data die door het systeem wordt gevoerd. Dit is een belangrijke kostenfactor.

Vanwege de hoeveelheid data is de videocodec opgebouwd uit snelle logische componenten. Daarmee worden problemen geïntroduceerd die betrekking hebben op hoogfrequentverschijnselen. Snelle componenten veroorzaken namelijk meer storing dan langzame ². Bovendien zijn ze gevoeliger voor kortstondige storingen.

Doordat de stoorsignalen zo kort duren, is het vaak moeilijk de oorzaak van een systeemfout op te sporen. De oplossing voor deze verschijnselen is een zorgvuldig ontwerp van de lay-out van de gedrukte bedrading. Maar het is misschien nog wel belangrijker een zekere discipline te betrachten bij het ontwerpen.

Tevens is het van belang om tevoren goede 'worst-case' berekeningen uit te voeren voor het gedrag van een schakeling.

Het ontwerpproces

Belangrijkste aspect van het ontwerpen is de specificatie. De ontwerper vraagt zich af 'Wat moet dit blok (uit de codec) precies kunnen doen?' Vervolgens wordt nagedacht over het hoe, met andere woorden er wordt van een top-down ontwerpstrategie gebruik gemaakt.

In geval van het IMAGIN-project is het werk verdeeld over vijf teams. Elk team zorgt voor een deel van het algoritme. Dit bleek nodig omdat de middelen van elke partner afzonderlijk ontoereikend waren om al het werk te doen. Ook binnen PTT Research zijn de taken verdeeld, omdat de complexiteit van

² Aan deze EMC-problematiek is reeds uitgebreid aandacht besteed in een vorig themanummer Elektromagnetische Compatibiliteit, PTT Telecom Studieblad, december 1989.

het werk zo groot is dat dit nauwelijks door één persoon is te overzien.

In overleg met de IMAGIN-partners is de specificatie uitgevoerd. Van elk blok is de exacte werking vastgelegd (wat doet het blok), evenals het communicatieprotocol van elk blok met zijn omgeving. Daarmee wordt de ontwerper gevrijwaard van veel details omtrent de implementatie van de andere functies. Gezien de toch al hoge ontwikkelkosten is het aantrekkelijk om een zo groot mogelijk deel van de hardware van de industrie te betrekken.

Dé strategie voor het ontwerp van een complex geheel is: structuur aanbrengen. Elk blok uit het schema wordt stapsgewijs verder gedetailleerd (vervangen door een blokschema), net zo lang tot de hardware-implementatie van elk blok voor de hand liggend is. De ontwerper tracht consequent in functies in plaats van in componenten te denken. Dit vereist een zekere vaardigheid in abstract denken.

Componentkeuze en dergelijke worden zo lang mogelijk uitgesteld. Als het ontwerp stagneert gaat men een stap terug en brengt een andere verfijning aan. De voordelen van deze aanpak zijn groot. Het ontwerp wordt vanzelf hiërarchisch opgebouwd, men behoudt een goed overzicht en er ontstaat een natuurlijke verdeling in modulen. Deze modulen kunnen als de zaak goed is aangepakt afzonderlijk getest worden. Nadeel is dat er soms geen optimale oplossing wordt gevonden voor de omvang van de realisatie.

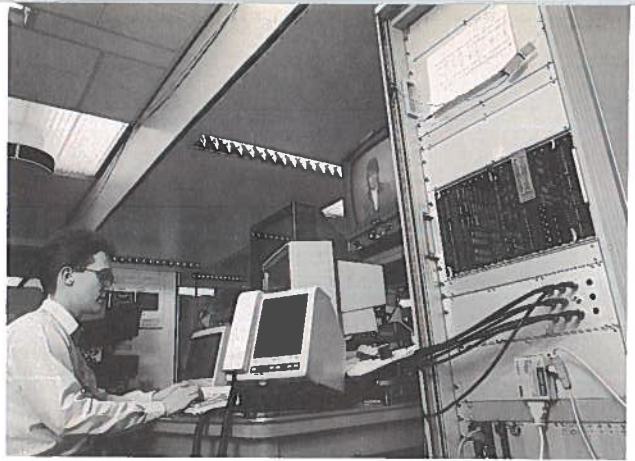
Het testen

Er is een systeem gekocht waarmee het testen van de ontwikkelde videosystemen aanzienlijk kan worden geautomatiseerd (zie foto 3). Gecreëerde en real-time testpatronen kunnen worden aangeboden en de resultaten kunnen op schijf worden gezet of worden vergeleken met simulaties.

Het is de overtuiging van de schrijvers dat de inspanning om een ontwerp te testen dramatisch toeneemt met de complexiteit. Dit betekent dat het verstandig is met kleine modules te werken die zoveel mogelijk onafhankelijk kunnen worden getest. Dit geldt zowel voor het opsporen van ontwerpfouten als van materiaaldefecten.

Tijdens het project is gebleken dat het absoluut niet overdre-

Foto 3
De testomgeving



ven is om speciaal voor testdoeleinden bepaalde schakelingen aan een ontwerp toe te voegen. Dit is vooral het geval bij het ontwerpen van een chip. 'Treedt er een materiaalfout op, is die dan met redelijke inspanning op te sporen?' 'En wat als de fout sporadisch optreedt?' Sommige chip-fabrikanten gaan zelfs zo ver dat ze extra schakelingen integreren die de functie van defecte delen van een chip kunnen overnemen. Men spreekt wel van het toevoegen van redundante systeemdelen. Het is meestal verstandig om die redundantie op een zo hoog mogelijk abstractieniveau toe te voegen, dus op systeemniveau in plaats van op componentniveau.

Een ander aspect is de eenvoud. Het komt vaak voor dat een ontwerper de afweging moet maken tussen efficiëntie en eenvoud. Mede uit een oogpunt van testbaarheid en betrouwbaarheid is het vaak geoorloofd een inefficiënte maar eenvoudige oplossing te verkiezen boven een efficiënte, maar ingewikkelde oplossing. Verder kan de ontwerp- en testtijd een belangrijke kostenfactor vormen, die pleit voor eenvoud.

Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan die van wezenlijk belang zijn bij het opzetten en uitvoeren van een project als IMAGIN.

Op het eerste gezicht lijken sommige aanbevelingen misschien open deuren. Deze punten zijn hier toch opgenomen omdat uit de praktijk blijkt dat ze niet zo vanzelfsprekend zijn als ze soms lijken. Overigens mag de lezer er niet vanuit gaan dat de hieronder gegeven punten een complete lijst vormen. Een groot aantal aspecten van een goede ontwikkelomgeving en van de hardware zijn in het voorgaande al genoemd. Hieronder zal alleen concluderend op deze punten worden ingegaan.

Bij het opstarten van een project als het onderhavige is het van belang dat de volgende punten in acht worden genomen:

- het management moet zich niet met technisch inhoudelijke zaken bezighouden,
- technici moeten in staat zijn hun argumenten adequaat naar het management te vertalen,
- managementzaken en -beslissingen moeten door het management genomen worden, waarbij het van belang is dat de argumenten van de technici in overweging worden genomen,
- technici en managers moeten gescheiden overleg voeren, tenzij een directe interactie tussen management en technici noodzakelijk is,
- de planning van het project moet door managers en technici samen gemaakt worden,
- juridische zaken mogen niet uit het oog worden verloren.

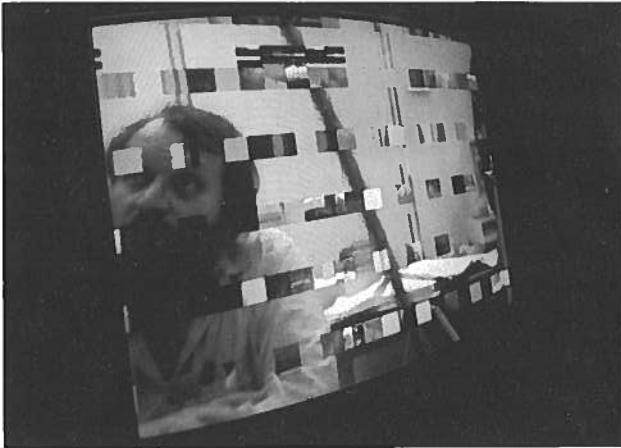


Foto 4
Real time test

Zodra het voorwerk voor een project is verricht en het startsein werkelijk is gegeven, moet men beginnen met het voorbereiden van de ontwerpfase. Daarvoor zijn onderstaande punten van belang:

- er moet een gemeenschappelijke ontwikkelomgeving worden gekozen en door alle partners worden die units aangeschaft die interactie met die omgeving hebben,
- er moet een gerichte componentkeuze worden gemaakt,
- er moet voor een hoge programmeertaal worden gekozen,

- er worden zoveel mogelijk standaard industrieproducten gebruikt; vaak kost het minder ontwerpinspanning om het nog te maken ontwerp aan een industrieproduct aan te passen, dan dit zelf te ontwerpen,
- definieer een geschikte communicatiestructuur voor de interactie tussen de units en voor die tussen de units en hun omgeving.

Tijdens het ontwerpproces zijn er een aantal zaken die in de gaten moeten worden gehouden, naast alle dingen waar een ontwerper toch al rekening mee dient te houden:

- ontwerp de communicatiehardware gemeenschappelijk,
- bespreek de ontwerpen met alle ontwerpers voordat implementatie plaatsvindt; zorg er hierbij voor dat iedereen meedenkt over de ontwerpen van een ander,
- overleg over de te gebruiken componenten,
- verlies nooit de testbaarheid van het ontwerp uit het oog, zeker niet als de complexiteit van het ontwerp groot is.

Voor de implementatie is het raadzaam afstand te nemen tot het ontwerp. Laat dit ook eens door derden bekijken en maak een keuze uit de implementatiemethoden of -technieken.

Tijdens bovenstaande fasen van het project is het aanbevelenswaardig om ook de punten van de andere fasen in gedachten te houden. Tevens moeten de technici en het management erop letten dat geen van de groepen een achterstand oploopt.

Met deze bijdrage aan PTT Telecom Studieblad hebben de auteurs gepoogd hun ervaringen en bevindingen uit het IMAGIN-project in een voor ieder leesbare manier uiteen te zetten.

De aanbevelingen zijn door ons zelf niet volledig opgevolgd; toen wij begonnen bestond er immers niet zo'n lijst. Achteraf redenerend zijn wij tot deze lijst gekomen. Aan een groot aantal van de punten hebben wij ons gehouden, maar er zijn daarentegen ook zaken geweest die we eerder hadden willen weten.

Wat bij een dergelijk internationaal project natuurlijk een grote hulp had kunnen zijn is communicatie via de beeldtelefoon. Maar u begrijpt, dat hulpmiddel was voor ons nog niet beschikbaar.



T. Schouman en
H. Frowein

Naar het zich laat aanzien, zal Nederland in de komende jaren worden geconfronteerd met een verdere vergrijzing van de bevolking. Eén van de gevolgen hiervan is dat het aantal gehoorgestoorden zal toenemen. Momenteel kent ongeveer 4% van de bevolking problemen met het horen, maar omdat gehoorgestoordheid toeneemt met de leeftijd zal dit percentage in de toekomst vrijwel zeker hoger liggen. Momenteel voorziet PTT Telecom al in een aantal hulpmiddelen voor doven en slechthorenden; zo zijn er onder andere de teksttelefoon, het luidsprekend toestel en de oproepflitsers. Beeldtelefonie met bewegend beeld zal deze groep echter nieuwe levensverruimende mogelijkheden kunnen bieden.

Voor slechthorenden die slechts met grote moeite kunnen telefoneren, wordt de verstaanbaarheid verbeterd als men de mondbewegingen, de gelaatsuitdrukking en de gebaren van een spreker kan zien. Voor doven die eigenlijk alleen gebruik kunnen maken van visuele communicatie (gebarentaal), biedt de beeldtelefoon voor het eerst de mogelijkheid om op natuurlijke wijze via de telefoon te communiceren.

Om de beeldtelefonie voor gehoorgestoorden geschikt en toegankelijk te maken, participeert PTT Research in een Europees samenwerkingsproject dat gesubsidieerd wordt door de EG. Binnen dit project richt de Nederlandse bijdrage zich op het ontwikkelen van 64 kbit/s beeldtelefonie voor slechthorenden en dan met name voor ouderen.

Onderzoek

Om de geschiktheid en meerwaarde van 64 kbit/s beeldtelefonie voor het liplezen vast te kunnen stellen, heeft PTT Research samen met het laboratorium voor Experimentele Audiologie hiernaar onderzoek gedaan. De meesten van de bij het onderzoek betrokken oudere slechthorenden wisten zelf niet of ze konden liplezen, omdat men er nooit in getraind was. Niettemin wees het onderzoek uit dat de verstaanbaarheid van een telefoongesprek (45% bij alleen geluid) aanzienlijk verbeterde bij het gelijktijdig aanbieden van beeld en geluid (70-75%). Hiermee is de potentiële meerwaarde van 64 kbit/s beeldkwaliteit voor deze groep vast komen te staan.

Terminal-ontwerp

Als tweede stap in het project moest een beeldtelefoon worden ontworpen, die met name voor de groep oudere slechthorenden geschikt diende te zijn. Een zestal uitgangspunten en doelstellingen werd ten behoeve van deze beeldtelefoon geformuleerd.

- Het ontwerp moet uitgaan van het referentiemodel zoals dat is beschreven in het openingsartikel *De beeldtelefoon: katalysator van audiovisuele diensten*.
- Het ontwerp dient compatibel te zijn met andere op de infrastructuur aangesloten gewone telefoons en beeldtelefoons ¹.
- Binnen de mogelijkheden van de standaard ² wordt de optimalisering van de beeldweergave specifiek gericht op de diverse aspecten van de gebruikersgroep.
- De netwerkinterface is in eerste instantie gebaseerd op aansluiting op het toekomstig ISDN-net. Omdat gedurende de experimentele periode aansluitingen hiervoor op de diverse proeflokaties nog niet aanwezig zijn, is gekozen voor een configuratie die eveneens compatibel is met twee 64 kbit/s verbindingen via X.21 interfaces.
- In verband met de flexibiliteit wordt als besturingseenheid een PC toegepast. Dit biedt de mogelijkheid bedienings- en communicatieprotocollen op eenvoudige wijze te veranderen, mocht dit tijdens de veldproef wenselijk blijken.
- Bijzondere faciliteiten. Alle reeds bestaande hulpmiddelen voor slechthorenden zijn gebaseerd op uitbreidingen van het bestaande standaard-telefoontoestel. Deze hulpmiddelen maken gebruik van magnetische strooivelden en van op de lijn aanwezige analoge spraak- en signaleringssignalen. Reeds bestaande hulpmiddelen zijn daardoor niet zonder meer toe te passen in dit op een digitaal net gebaseerde concept ³.

Hoewel er naar gestreefd is het ontwerp van de experimentele beeldtelefoon zo min mogelijk te laten afwijken van de beeldtelefoon voor de goedgevoelende consument, moet rekening worden gehouden met een aantal extra aansluitmogelijkheden voor het gebruik van optionele hulpmiddelen.

¹ Dit houdt in dat voor alleen spraak gebruik wordt gemaakt van de G.711 aanbeveling en voor spraak + beeld van de CCITT G.722 en H.261 gestandaardiseerde coderingen.

² CCITT aanbeveling H.261

³ Bij de toekomstige digitale telefoon en dus ook bij de beeldtelefoon bestaat het inkomende lijnsignaal uit een digitale bitstream. De aanwezigheid van een oproepsignaal, kiestoon e.d. wordt bepaald door het al of niet aanwezig zijn van een bepaald bit op een bepaalde plaats in het frame van de ontvangen signaleringsbitstream.

Voorzieningen met betrekking tot de signalering

Om de slechthorende te laten weten dat er iemand belt, moeten speciale voorzieningen worden getroffen. Eveneens zijn er voorzieningen nodig wanneer de slechthorende zelf wil bellen, bijvoorbeeld omdat men de bezettoon niet kan horen.

Deze voorzieningen bestaan uit:

- een aansluiting voor een flitslamp die een indicatie geeft gedurende een inkomende oproep,
- een LCD display waarop naast de ingetoetste cijfers ook de kiestoon, congestietoon, bezettoon en oproeptoon zichtbaar zijn ⁴.

Hoewel hier gekozen is voor een display op de bedieningseenheid, zal in een volgend ontwikkelingsstadium gebruik worden gemaakt van teksten op het beeldscherm ⁵.

Voorzieningen met betrekking tot het beeld

In een aantal experimentele vooronderzoeken is in samenwerking met de Rijksuniversiteit Utrecht het meest geschikte beeldformaat bepaald. Tevens is voor deze specifieke gebruikersgroep vastgesteld wat de optimale verhouding is van de beeldfrequentie ten opzichte van de beeldresolutie.

Daarnaast moet het voor de gebruiker mogelijk zijn om zelf de compositie te bepalen van het over te zenden beeld. Naast de gebruikelijke beeldvulling 'hoofd en schouder' moet afhankelijk van de manier van communiceren ook kunnen worden gekozen voor meer 'close up' ingeval van liplezen, of voor de zogenaamde 'torso afbeelding' wanneer gebruik wordt gemaakt van gebarentaal.

Verder moet de mogelijkheid aanwezig zijn om (niet te klein geschreven) teksten of tekeningen over te zenden door deze voor de camera te positioneren.

Voorzieningen met betrekking tot de spraak

Daar de potentieel grootste gebruikersgroep bestaat uit bejaarde slechthorenden en dus uit mensen die vaak nog wel iets kunnen horen, is het van belang te weten wat voor hen een optimaal haalbare geluidskwaliteit is. Toepassing van de breedband spraakcodering ⁶ waarmee frequenties van 50 tot 7100 Hz worden overgedragen (in plaats van de voor telefonie ge-

⁴ In een evenredige puls/pauze verhouding worden de tonen als een toontrein zichtbaar gemaakt.

⁵ Door toepassing van de H.221 frame-structuur, aanbevolen in CCITT.

⁶ CCITT aanbeveling G.722

bruikelijke 300 tot 3400 Hz), blijkt hieraan een belangrijke bijdrage te kunnen leveren.

Aansluiting voor externe luidspreker

De hierboven genoemde bandverbreding resulteert vooral in het lage tonen gebied in een belangrijke verbetering. Met behulp van een extra luidspreker en een instelbare equalizer kan de frequentiekaracteristiek nog beter aan de individuele behoefte worden aangepast.

Een nadeel van de luidsprekende mode is evenwel dat er een zogenaamde voice-switch moet worden toegepast om rondzingen te voorkomen. Dit houdt in dat er op dat moment alleen simplex-verkeer mogelijk is: enkel de zender of enkel de ontvanger kan actief zijn.

Aansluitmogelijkheid voor ringleidingversterker

Via een ringleiding kunnen de ontvangen spraak- en signaalingstonen in plaats van met een luidspreker ook met een gehoorapparaat worden beluisterd. Praktisch alle gehoorapparaten zijn daartoe voorzien van een 'T' stand. Door middel van een ingebouwde ontvangspoel kan hiermee alle op de ringleiding aangesloten apparatuur op het gehoorapparaat binnen komen.

Een voordeel hiervan is dat de voice-switch buiten werking gesteld kan worden omdat het gevaar van rondzingen niet aanwezig is. Wel kan de gebruiker in luidsprekende stand (met de hoorn op de haak) een gesprek voeren door gebruik te maken van de in de bedieningseenheid aanwezige microfoon. Het gehoorapparaat vervangt de externe luidspreker ⁷.

Vormgeving

Wat de vormgeving betreft zijn de ergonomische aspecten in het ontwerp belangrijker dan de esthetische. De uiteindelijke vormgeving en afmetingen worden voornamelijk bepaald door de essentiële componenten waaruit het apparaat is opgebouwd: beeldscherm, camera, bedieningseenheid. Een aantal eigenschappen waaraan de terminal moet voldoen, wordt echter ook bepaald door de plaats van de componenten (zoals die van de camera) en door het al dan niet in één behuizing onder-

⁷ Een tweede voordeel van het gebruik van het gehoorapparaat in de luidsprekende mode is het vermijden van hinderlijke spraakecho's. Deze ontstaan als gevolg van een in het spraakkanaal aangebrachte vertraging van ongeveer 0,3 s in combinatie met de akoestische overspraak aan de andere zijde van de verbinding. De aangebrachte vertraging is noodzakelijk voor het verkrijgen van lipsynchroniteit. Het beeldcodeerproces vereist namelijk 0,3 s meer tijd dan het coderen van de spraak.

brengen van alle componenten ⁸.

In eerste instantie is in het ontwerp van de beeldtelefoon voor slechthorenden uitgegaan van de eisen waaraan elk van de afzonderlijke componenten moet voldoen. Daarna is een afweging gemaakt omtrent de optimale plaats en de beste combinatie van de componenten, teneinde een eenvoudig te bedienen en zo gebruikersvriendelijk mogelijk apparaat te verkrijgen.

Het beeldscherm

Eerdere onderzoeken op dit gebied hebben uitgewezen dat voor ouderen de beeldschermdiagonaal minimaal 15 cm en maximaal 30 cm mag bedragen ⁸; niet te klein in verband met het gezichtsvermogen van de doelgroep en niet te groot in verband met de bij 64 kbit/s maximaal haalbare resolutie.

Eveneens is uit eerdere onderzoeken gebleken dat de voorkeur wordt gegeven aan kleur boven zwart/wit. De relatief kleine verbetering in resolutie bij zwart/wit weegt niet op tegen de extra informatie die een kleurenbeeld biedt.

Een eventuele keuze tussen Liquid Crystal Display (LCD) en een Kathode Straal Buis (KSB) kwam te vervallen wegens het op dit moment nog niet beschikbaar zijn van kleuren LCD's van voldoende grote afmeting.

Bovengenoemde factoren hebben in het ontwerp geleid tot de keuze van een 25 cm KSB kleurenmonitor.

De camera

Lichtgevoeligheid. Om de noodzaak van aanvullende lichtbronnen zoveel mogelijk te vermijden en om een zo groot mogelijke scherptediepte te kunnen bereiken, geldt hier 'hoe lichtgevoeliger hoe beter'. De huidige ontwikkelingen op het gebied van kleuren videocamera's (chipcamera's) komen aan deze eisen tegemoet en voorzien al in gevoeligheden van 5 lux. Voor een optimale beeldkwaliteit blijft echter een belichting van 300 lux. aanbevolen.

Keuze van de lens. Om de gebruiker in staat te stellen vanuit een vaste positie zelf de beeldvulling te bepalen, is een op afstand instelbare zoomlens noodzakelijk. Deze maakt het de gebruiker mogelijk om – afhankelijk van de gewenste manier van communiceren – in te kunnen zoomen voor spraakafzien (liplezen) of om uit te zoomen voor gebarentaal (torso-

⁸ Zie hiervoor ook het tweede artikel in dit nummer van het Studieblad: *Ontwikkelen voor gebruikers.*



afbeelding). In verband met de torso-afbeelding is een lens met een kleine brandpuntafstand noodzakelijk, een zogenaamde groothoek-zoomlens.

Diafragma-instelling. Om zoveel mogelijk onafhankelijk te zijn van de omgevingsbelichting is gekozen voor een automatische instelling van het diafragma (auto-iris).

Focusering. Hoewel de afstand tussen gebruiker en camera binnen een zekere marge wordt gedicteerd door de afmeting van het beeldscherm (in dit geval een afstand tussen 70 en 135 cm) kan voor de scherpstelling van het beeld een vaste waarde van 100 cm worden aangenomen.

Voor toepassingen als het overbrengen van tekst, tekeningen e.d. is voorzien in een optionele automatische scherpstelling (gebruik als zogenaamde document-camera).

Plaats van de camera

De plaats van de camera is uitermate belangrijk in verband met het oogcontact. Het is namelijk gewenst dat men de partner waarmee wordt gecommuniceerd in de ogen kijkt. Hieraan kan alleen worden voldaan als de camera recht achter de projectie van het ontvangen beeld wordt geplaatst. Aangezien bij deze oplossing concessies nodig zijn aan de beeldkwaliteit en aan de afmeting van het beeldscherm, is er in het ontwerp van de beeldtelefoon voor ouderen voor gekozen om de camera zo dicht mogelijk boven het midden van de monitor te plaatsen. Er wordt voldaan aan de voorwaarde dat vanuit het oog van de waarnemer de hoek naar $1/3$ van de schermhoogte en naar het midden van de cameraleens niet groter mag zijn dan 7 graden ⁹.

Definitieve uitvoering

Bovengenoemde voorwaarden hebben geresulteerd in de configuratie zoals op de foto is weergegeven.

Eén unit bestaat uit een monitor met ingebouwde camera en luidspreker en is voorzien van aansluitmogelijkheden voor ringleiding en oproepflitser. De losse bedieningseenheid met handset en kiesmatrix is voorzien van een LCD display, een ingebouwde microfoon en een aantal functietoetsen.

⁹ Zie hiervoor ook het tweede artikel in dit nummer van het Studieblad: *Ontwikkelen voor gebruikers.*

Benaming toets	Functie
'eigen beeld'	toets ter controle van de opbouw van het beeld dat overgezonden wordt.
'beeld'	toets voor het oproepen van een beeldverbinding door de oproeper of voor het beantwoorden van een beeldoproep door de opgeroepene.
'eigen beeld groter' 'eigen beeld kleiner'	zoomfunctie van de eigen camera.
'pauze'	het tijdens de sessie tijdelijk onderbreken van beeld en geluid.
'luidspreker'	bepaalt de keuze 'Handset' of 'Luidsprekend'

Verder onderzoek

De praktische bruikbaarheid van het hierboven beschreven prototype zal in samenwerking met de Rijksuniversiteit Utrecht in een interactieve gebruikersproef worden getoetst. Uit de resultaten van deze proef zal zijn af te leiden in hoeverre de ontwikkelde apparatuur en de toegepaste bedieningsprotocollen voldoen. Op basis van de resultaten van deze proef kunnen de ontwikkelde apparatuur en de toegepaste bedieningsprotocollen zonodig verder worden verbeterd.

Pilot-project

Eind 1991 zal op het ISDN-net in Rotterdam een pilot worden gerealiseerd, waarbij 64 kbit/s beeldtelefonie wordt geïmplementeerd in de gemeentelijke dienstverlening aan ouderen en gehorgestoorden.

Kleinvermogensregeling

Zendapparatuur waarvan het uitgestraald zendvermogen zeer gering is (kleinvermogenszenders), is in Nederland in het kader van de kleinvermogensregeling vrijgesteld van de verplichting van een zendmachtiging.

Wat betekent de kleinvermogensregeling?

Onder deze algemene term vallen zenders die voor diverse doeleinden gebruikt kunnen worden, zoals draadloze microfoons, radiografisch bestuurd speelgoed, alarmering en telemetrie. Het uitgestraalde vermogen van deze zenders zal meestal niet groter zijn dan 10 milliwatt en deze zenders werken op speciaal daarvoor aangewezen frequenties.

Op grond van artikel 17 van de Wet op de telecommunicatievoorzieningen moet men een machtiging van de minister van Verkeer en Waterstaat hebben voor de aanleg, het aanwezig hebben en het gebruik van zendapparatuur. Deze verplichting geldt echter niet voor zenders waarvan het zendvermogen erg gering is en die van een toegelaten type zijn. Uitgangspunt hierbij is dat de zendapparatuur door zijn toepassing en technische constructie geen of vrijwel geen storing veroorzaakt in andere apparatuur. Dat wil zeggen dat de apparatuur moet zijn toegelaten door de Hoofddirectie Telecommunicatie en Post. Verder moet op de apparatuur een keurmerk zijn aangebracht.

Hoewel er geen volledige opsomming valt te geven zijn hier enige voorbeelden van de meest voorkomende zenders met de daarbij behorende functies vermeld.

Telemetrie-zender. Het uitzenden van signalen met gegevens over metingen en procescontrole.

Alarmeringszender. Het uitzenden van alarmsignalen met de opzet personen te waarschuwen die handelend moeten optreden bij de bescherming van mensenlevens of materiële belangen.

Radiografisch bestuurd speelgoed. Het uitzenden

van signalen voor het besturen en bedienen van speelgoed met uitzondering van vliegende voorwerpen.

Afstandbesturingszender. Het uitzenden van signalen met de bedoeling het op afstand besturen of bedienen van installaties, apparaten of voorwerpen, met uitzondering van speelgoed en modellen.

Draadloze microfoon. Het uitzenden van eenzijdige signalen voor het overbrengen van audiosignalen in de 37-38 MHz-band.

Oproepinrichtingsapparatuur. Het uitzenden van signalen om personen op te roepen of te waarschuwen.

Omdat het zendvermogen van deze zendapparatuur gering is, is ze vrijgesteld van de vereiste van een machtiging. De kans dat deze zenders storingen in andere apparatuur zullen veroorzaken is erg klein.

Voorwaarde is wel dat de zendapparatuur overeenkomstig de instructie van de fabrikant wordt gebruikt. Verkeerd omgaan met de zendapparatuur zal tot gevolg kunnen hebben dat andere gebruikers ernstige storing ondervinden. Wijzigingen mogen om deze redenen niet in de zendapparatuur worden aangebracht. Indien de kleinvermogenszenders voldoen aan de wettelijk gestelde eisen en voorzien zijn van een keurmerk, mogen deze in Nederland vrij verhandeld worden. Het keurmerk is zichtbaar aan de buitenzijde van elke zender aangebracht. Door het aanbrengen van het keurmerk is duidelijk een onderscheid te maken tussen zenders die voldoen aan de wettelijke eisen en illegale zenders.

De zendapparatuur wordt gekeurd door keuringsinstituten die door de minister van Verkeer en Waterstaat zijn erkend. Met ingang van 1 oktober 1989 zijn voorlopig twee keuringsinstituten erkend die de bovengenoemde keuringen mogen verrichten en wel:

- NKT Postbus 30605, 2500 GP 's-Gravenhage
- AKZO Postbus 15, 9822 ZG Niekerk.

(Bron: *hdtp-nieuwsbrief*, nr. 9, februari 1990)

De Wet op de telecommunicatievoorzieningen ten aanzien van satellietcommunicatie

De Wet op de telecommunicatievoorzieningen (WTV, Stb. 1988 nr. 520) bepaalt dat de houder van de concessie (Koninklijke PTT Nederland NV) met uitsluiting van anderen gerechtigd is de telecommunicatie-infrastructuur aan te leggen, in stand te houden en te exploiteren (art. 3, lid 1). Dat geldt dus ook voor grondstations; ze zijn onderdeel van deze infrastructuur. Anderen dan de houder van de concessie zijn slechts gerechtigd grondstations aan te leggen, in stand te houden, te (doen) gebruiken of te (doen) exploiteren voor zover dit bij of krachtens hoofdstuk III van de WTV is toegestaan (art. 3, lid 4).

In hoofdstuk III gaat het over 'telecommunicatie-inrichtingen van bijzondere aard of beperkte omvang'.

Ten aanzien van satellietcommunicatie kan men twee hoofdgroepen onderscheiden:

1 vast opgestelde zend- en/of ontvanginrichtingen;

2 mobiele zend- en/of ontvanginrichtingen.

Hieronder volgt volledigheidshalve een uitwerking van de verschillende wetsartikelen die van toepassing zijn.

Vast opgestelde zend- en/of ontvanginrichtingen

Binnen de hoofdgroep vast opgestelde zend- en/of ontvanginrichtingen kan men vier categorieën onderscheiden.

Grondstations bestemd voor het zenden of gecombineerd zenden en ontvangen van gegevens naar en van satellieten. Deze vallen onder het regime van art. 18 van de Wet. Dat betekent dat voor een grondstation uit deze categorie in eerste instantie aan PTT Nederland NV (in de praktijk zal dat (een onderdeel van) PTT Telecom BV zijn) een offerte moet worden ge-

vraagd. Indien blijkt dat PTT niet binnen een redelijke termijn en tegen redelijke voorwaarden een gelijkwaardige voorziening ter beschikking stelt, kan men een machtigingsaanvraag indienen bij de HDTP. HDTP zal dan beoordelen of een doelmatige verzorging van de telecommunicatie in het algemeen maatschappelijk en economisch belang zich tegen het verlenen van de machtiging verzet.

Ontvangststations uitsluitend bestemd voor de ontvangst van programma's voor eigen gebruik. Het gebruik van dit soort stations is in principe niet beperkt. Er gelden slechts de algemene ontstoringseisen volgens art. 30 van de WTV.

Ontvangststations die bestemd zijn voor de ontvangst van programma's ten behoeve van de verspreiding daarvan naar derden. Deze maken deel uit van een draadomroepinrichting. De bepalingen van de artikelen 21 en 22 van de WTV zijn hierop van toepassing.

Ontvangststations die niet uitsluitend zijn bestemd voor de ontvangst van programma's. Hierop zijn de bepalingen van artikel 19 van toepassing.

Mobiele zend- en/of ontvanginrichtingen

In tegenstelling tot de vast opgestelde zend- en/of ontvanginrichtingen zijn mobiele zend- en/of ontvanginrichtingen niet bestemd voor het 'tussen vaste punten tot stand brengen van één of meer verbindingen welke dienen voor telecommunicatie die, geheel of gedeeltelijk, openbare grond overschrijdt'. De bepalingen van art. 18 zijn dus niet van toepassing, zodat voor mobiele zend- en/of ontvanginrichtingen het regime van art. 17 van de WTV geldt.

Dit houdt in dat het verboden is radio-elektrische zendinginrichtingen aan te leggen, aanwezig te hebben of te gebruiken, tenzij met machtiging van de Minister van Verkeer en Waterstaat (art. 17, lid 1). Volledigheidshalve zij opgemerkt dat een eventuele machtiging slechts geldig is op Nederlands grondgebied.

(Bron: *hdtv-nieuwsbrief*)

Elektromagnetische compatibiliteit

Richtlijn van de Europese Raad van Ministers van 3 mei 1989 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgeving van de Lid-staten inzake elektromagnetische compatibiliteit (EMC).

Het vrije verkeer van goederen is een van de voornaamste vereisten om één Europese markt te creëren.

Lid-staten van de Gemeenschap onderwerpen handel en industrie aan een groot aantal per Lid-staat verschillende verplichtingen op het gebied van elektrische veiligheid, consumentenbescherming, enzovoort. Hoewel deze verplichtingen goed te rechtvaardigen zijn kunnen ze resulteren in technische handelsbelemmeringen.

Op 7 mei 1985 besloot de Raad van Ministers tot een 'Nieuwe Aanpak' voor technische harmonisatie en standaardisatie, waarmee wordt beoogd aan deze handelsbelemmeringen een einde te maken. Richtlijnen volgens de 'Nieuwe Aanpak' bevatten in algemene termen uiteengezette 'Wezenlijke Vereisten', waaraan producten moeten voldoen voordat ze in de EG-staten en dus ook in Nederland mogen worden verkocht. Het voldoen aan Europese Standards zal voor handel en industrie veelal de aangewezen weg zijn om aan te tonen dat aan de wezenlijke vereisten wordt voldaan.

De richtlijnen bevatten eveneens aanwijzingen voor de wijze waarop de overeenstemming met de wezenlijke vereisten moet worden aange-toond. Producten die in overeenstemming zijn met de wezenlijke vereisten moeten voorzien worden van het EG-merkteken. In dit artikel wordt in het kort ingegaan op de gevolgen van de implementatie van de EG-richtlijn voor elektromagnetische compatibiliteit (EMC) in Nederland.

Alle apparaten, die elektromagnetische storing kunnen veroorzaken of waarvan de werking

door deze storingen kan worden aangetast, vallen onder de richtlijn. Het begrip 'apparaat' moet ruim worden opgevat: 'alle elektrische en elektronische apparaten alsmede uitrusting en installaties die elektrische en/of elektronische componenten bevatten'. Ook het begrip 'elektromagnetische storing' is ruim: 'elektromagnetisch verschijnsel dat problemen in de werking van een inrichting, apparaat of systeem kan veroorzaken. Een elektromagnetische storing kan een elektromagnetische ruis, een ongewenst signaal of een wijziging in het voortplantingsmilieu zelf zijn'. Alle elektromagnetische fenomenen en het gehele frequentiespectrum worden hieronder begrepen.

Niet onder de richtlijn vallen apparaten die reeds onder andere richtlijnen vallen waarin EMC-aspecten worden geregeld. Zo valt de ontsteking van motorvoertuigen onder richtlijn 72/245/EEG. Ook is er een richtlijn op komst voor sommige medische apparaten. De uitzondering omvat alleen de in deze aparte richtlijnen genoemde EMC-fenomenen. Andere fenomenen (bijvoorbeeld immuniteit van auto-elektronica) zullen, zolang die niet in een andere richtlijn zijn geregeld, blijven vallen onder de EMC-richtlijn.

Ook niet onder de richtlijn valt radio-apparatuur van radio-zendamateurs behalve als de apparatuur in de handel verkrijgbaar is.

De richtlijn is dus van belang voor alle fabrikanten, importeurs, handelaren en installateurs die zich met fabricage, verkoop en installatie van elektrische en elektronische apparaten en systemen bezighouden.

De apparatuur moet aan twee beschermingseisen voldoen:

- a de opwekking van elektromagnetische storingen moet beperkt blijven tot een zodanig niveau dat radio- en telecommunicatie-apparatuur en andere apparaten overeenkomstig hun bestemming kunnen functioneren,
- b de apparaten moeten een passend niveau van intrinsieke ongevoeligheid bezitten voor elektromagnetische storingen zodat zij overeen-

komstig hun bestemming kunnen functioneren.

Kortom: apparaten mogen andere apparaten niet storen en moeten bovendien goed blijven werken wanneer ze blootgesteld worden aan bepaalde vormen van elektrische energie.

De richtlijn treedt in werking op 1 januari 1992 en geldt vanaf dat moment voor alle op de markt te brengen apparaten. Apparaten die op die datum al in gebruik zijn hoeven uiteraard niet aan de zelfcertificatie-verplichting van de richtlijn te voldoen. Indien Europese normen ontbreken mogen voor de betreffende producten nationale regelgevingen tot uiterlijk 31 december 1992 worden gecontinueerd.

Lid-staten mogen speciale maatregelen nemen met betrekking tot het op één bepaalde plaats in gebruik nemen en hebben van een apparaat, teneinde een te verwachten of bestaand probleem in verband met elektromagnetische compatibiliteit te verhelpen; speciale maatregelen mogen ook worden genomen ter bescherming van openbare telecommunicatie-netten of ter bescherming van om veiligheidsredenen in gebruik zijnde zend- of ontvangstations.

De Europese Commissie moet van dergelijke maatregelen op de hoogte worden gesteld waarna, bij erkenning door de Commissie, publicatie volgt in het publikatieblad van de EG.

De Europese Commissie heeft het Europese Elektrotechnische Normalisatie Comité (CENELEC) verzocht om een normenstelsel voort te brengen voor toepassing onder de EMC-richtlijn. Nederland neemt aan het CENELEC-werk deel via het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC).

De Lid-staten moeten voor 1 juli 1991 de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen vaststellen en bekendmaken die nodig zijn om aan de richtlijn te voldoen. De Europese Commissie moet hiervan op de hoogte gesteld worden. In Nederland wordt elektromagnetische compati-

biliteit geregeld in de Wet op de telecommunicatievoorzieningen (WTV). Deze wet en de op de wet gebaseerde besluiten zullen worden aangepast.

De volledige tekst van de EMC-richtlijn is verkrijgbaar bij de Staatsuitgeverij (telefoon 070-3789639) te 's-Gravenhage onder nr L139/19, richtlijn 89/336/EEG d.d. 23 mei 1989.

(Bron: *hdtv-nieuwsbrief* 1990/11)

PTT Telecom en Landbouwuniversiteit Wageningen starten FDDI-project

PTT Telecom en de Wageningse Landbouwuniversiteit hebben een contract ondertekend voor het eerste grootschalige FDDI-project (Fiber Distributed Data Interface) in Nederland. Het contract voorziet in de aanleg van een glasvezelnetwerk op basis van de FDDI-standaard voor de Landbouwuniversiteit. De FDDI-standaard stelt gebruikers van lokale netwerken in staat grote hoeveelheden gegevens met een snelheid van 100 Mbit/s uit te wisselen.

In de eerste fase, die in mei werd afgerond, heeft het netwerk een totale lengte van vijf kilometer. Vijf gebouwen werden met elkaar verbonden: onder meer het Rekencentrum en het nieuwe Bestuursgebouw. De Landbouwuniversiteit beoogt met het netwerk een verbetering van de ontsluiting en uitwisseling van onderzoeksresultaten, en de ontwikkeling van interne informatie- en berichtendiensten. PTT Telecom wil in deze periode een concept ontwikkelen voor het beheer van het netwerk.

(Bron: *Telecombrief* 10 (1990) 8 (27 april), p. 86-87)

Geen standaard voor High Definition TV op plenaire CCIR-vergadering

Van de vierjaarlijkse plenaire bijeenkomst van televisie-autoriteiten (CCIR), die voor de periode 21 mei tot 1 juni op het programma stond, hoeven geen spectaculaire resultaten te worden verwacht. De kaarten zijn reeds geschud. Bestond vier jaar geleden in Dubrovnik nog de gedachte om in 1990 een wereldwijde productie-, transmissie- en ontvangststandaard voor HDTV te kunnen aankondigen, inmiddels is die hoop vervlogen. De politiek en de economische belangen zijn sterker gebleken dan de wens te beschikken over een overkoepelende HDTV-standaard.

De beslissing over de transmissie- en ontvangststandaard is reeds gevallen. Gezien de verschillende tv-systemen in Europa (625 lijnen, 50 Hz) en die in Japan en de VS (525 lijnen, 60 Hz) zijn rivaliserende transmissie- en ontvangststandaards ontwikkeld. Japan gaat zijn eigen weg met een standaard die met helemaal niets compatibel is (1125 lijnen, 60 Hz). Europa heeft in Eureka-verband gekozen voor 1250 lijnen en 50 Hz. In de VS strijden Japanse, Europees/Amerikaanse en puur Amerikaanse consortia nog om de vraag wie de Amerikaanse standaard mag leveren. De Japanse variant lijkt uitgesloten. Thomson, NBC Sarnoff en Philips strijden met Zenith en AT&T en Sarnoff om de hoofdprijs, maar voor 1993 zal er geen beslissing vallen.

Nieuwe studieperiode tot 1994. In maart is in Atlanta tijdens een bijeenkomst van de CCIR-werkgroep die zich met HDTV bezighoudt, al besloten opnieuw een studieperiode van vier jaar in te stellen. In die periode moet verder overleg plaatsvinden over de productiestandaard, de enige standaard waar nog geen beslissing over is gevallen. Ingewijden tonen zich optimistisch over de kans dat men eruit komt, waarbij het standpunt van de Amerikaanse

film- en tv-industrie als belangrijkste software-producenten ter wereld cruciaal is. Een productiestandaard is voor alle partijen van belang, omdat anders de vertaalslag naar transmissie en ontvangst van HDTV-programma's een hele moeilijke (en dure) wordt. In Düsseldorf zal door de verzamelde ambtenaren dus alleen maar worden bekrachtigd, wat al lang is afgesproken.

Een herhaling van het 'drama van Dubrovnik' uit 1986, toen Europa ternauwernood kon voorkomen dat de Japanse standaard tot wereldstandaard werd verheven, valt dus niet te verwachten.

(Bron: *Telecombrief* 10 (1990) 8 (27 april), p. 95-96)

Netwerk voor goederenvervoer

Samenwerkingsverband Europese PTT's. De PTT's van Nederland, West-Duitsland en Frankrijk gaan gezamenlijk een Europees netwerk opzetten voor berichtenverkeer ten behoeve van goederenvervoer. Daartoe hebben de drie betrokken partijen – PTT Telecom, Deutsche Bundespost Telekom en France Telecom – op 14 maart een Memorandum of Understanding ondertekend.

Voor de realisatie is een afzonderlijke organisatie opgericht, EUNET genaamd.

Deze moet de diensten gaan beheren die in het netwerk, dat ook wel bediend is onder de niet-officiële naam Transponet, worden geboden. Het is de bedoeling om op basis van Edifact vervoersdocumenten, transportcontracten en leveringsinformatie automatisch te verwerken en te verzenden.

Bij het opzetten van het netwerk is ook de onderneming GSITT (GSI Transport Tourisme) betrokken, een gedeeltelijke dochter van France Telecom.

GSITT is gespecialiseerd in EDI-toepassingen voor internationaal transport en toerisme. Samen met PTT Telecom zal dit bedrijf de exper-

tise voor het opzetten van het netwerk inbrengen.

Berichten. Ofschoon nadere details nog bekend moeten worden gemaakt, ligt al wel vast dat eind dit jaar in Frankrijk de eerste proef van start zal gaan. In 1991 volgen Nederland en West-Duitsland waarna het net verder over Europa zal worden uitgebreid.

De PTT's zullen hun bestaande infrastructuren gebruiken, waarbij ook het van Computer Sciences Corporation overgenomen Infonet kan worden ingeschakeld.

Om de Edifact-norm te kunnen gebruiken, moet een aantal berichten aan de standaard worden toegevoegd. Momenteel zijn deze berichten in ontwikkeling. Uitgangspunt daarbij vormt het IFTMFR, International Forwarding and Transport Message Framework, dat nu nog de status 1 van voorlopige norm heeft. De op basis van IFTMFR te ontwerpen deelberichten moeten het mogelijk maken om de beoogde diensten te kunnen leveren.

Voor de Nederlandse vervoerders kunnen baat hebben bij het netwerk. Zij verzorgen meer dan een kwart van alle internationale transporten in Europa. Verder kunnen EDI-projecten als die van de Rotterdamse haven, Intis, en Cargonaut (Schiphol) het net gebruiken voor onderlinge koppeling.

(Bron: *EDI Monitor* 1 (1990) 1 (26 april), p. 2.)

Fors inkomstenverlies nationale PTT's bij negeren EDI-uitdaging

Het marktonderzoeksbureau BIS Mackintosh houdt de nationale PTT's in West-Europa voor dat, als zij niet inspringen op de uitdaging die EDI (Electronic Data/Document Interchange) heet, zij tegen het einde van deze eeuw wel eens fors aan inkomsten zouden moeten inboeten. BIS Mackintosh heeft becijferd dat jaarlijks meer dan twintig miljard orders en facturen cir-

culeren in de EG- en Efta-landen. Zouden al deze documenten elektronisch worden verstuurd, dan zouden de nationale PTT's een verlies aan inkomsten lijden van zo'n \$ 7,5 miljard. Andere documenttypen dan orders en facturen zijn in dit bedrag niet inbegrepen.

Het is voor het eerst dat de invloed van EDI op de inkomsten van nationale PTT's is nagegaan. Door de opkomst van algemeen gebruikte EDI-toepassingen was dat mogelijk. Een woordvoerder van BIS Mackintosh benadrukte echter dat EDI niet van de ene op de andere dag een dergelijke invloed zal hebben. Maar tegen het einde van deze eeuw geniet EDI wel de voorkeur voor het transport van documenten, aldus de zegsman. De keuze is aan de PTT's.

(Bron: *Telecombrief* 10 (1990) 8 (27 april), p. 86-87)

Drukke week voor PTT Telecom

Onderteking diverse contracten. De afgelopen week heeft PTT Telecom drie contracten ondertekend, waarvan één betrekking heeft op de realisatie van een netwerk dat bestaat uit glasvezelkabel en communicatie-apparatuur op basis van de FDDI-standaard. Het contract dat afgesloten werd met de Landbouwniversiteit te Wageningen zal de Universiteit een netwerk met een totale lengte van 5 kilometer opleveren en vijf gebouwen verbinden, waaronder het Computechnion (rekencentrum) en het nieuwe Bestuursgebouw.

Het netwerk heeft als belangrijk kenmerk de hoge overdrachtsnelheid van 100 megabits per seconde en is het eerste in Nederland waarbij de FDDI-standaard op grote schaal wordt toegepast. De standaard gaat uit van het token-passing principe. De apparatuur wordt voorzien van een optical bypass. De Universiteit is van mening dat men met de aanschaf inspeelt op de behoeften van de toekomst en ziet voordelen in de verbetering van de ontsluiting en uitwisseling van onderzoeksresultaten. De PTT

zal het project gebruiken voor het opzetten van een concept voor het netwerkbeheer.

Het tweede contract werd door de PTT gesloten met Nokia voor de levering van apparatuur voor het zogeheten Nationaal Bundelnet (NBN) ten behoeve van bedrijfscommunicatie via de mobilofoon. In het net zal gebruik worden gemaakt van de 'trunking'-techniek. Hierdoor zal het computergestuurde netwerk per gesprek een exclusief kanaal ter beschikking kunnen stellen, zodat storingen als gevolg van een toenemend mobilofoongebruik enerzijds en een schaarste aan frequenties anderzijds, tot het verleden behoren. Naast een verbetering van de kwaliteit zal het nieuwe netwerk ook mogelijkheden bieden voor datacommunicatie.

De gebruikskosten van het net zullen volgens PTT Telecom niet veel hoger komen te liggen dan die van het huidige net en in ieder geval aanzienlijk lager uitvallen dan de kosten van de autotelefoon. Het net zal in fasen worden opgebouwd. De bouw van de eerste fase, voor de regio's Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht, start dit najaar. Dit gedeelte zal in het voorjaar van 1991 in dienst worden gesteld. Het gaat hier om zeventuizend aansluitingen. Uiteindelijk verwacht de PTT dat in 1993 meer dan dertigduizend abonnees in heel Nederland bediend moeten worden.

Het laatste contract dat de PTT onlangs tekende betreft een minderheidsdeelneming in het Rotterdamse bedrijf Medimatica. Het gaat hierbij om de ontwikkeling en de exploitatie van Lifeline, een gezamenlijk ontwikkeld communicatienetwerk voor de gezondheidszorg.

Medimatica stelt dat momenteel circa 3.500 medici gebruik maken van het netwerk, dat daarmee het grootste communicatienetwerk in deze sector zijn zou.

Van belang voor internationale gebruikers van de Memocom-mailbox van PTT Telecom is de aankondiging dat de toegankelijkheid van de brievenbus vanuit het buitenland verbeterd is. Voorheen hadden gebruikers twee mogelijkheden om Memocom vanuit het buitenland te bereiken. Enerzijds kon gebruik worden gemaakt

van een dure internationale telefoonverbinding en anderzijds van een netwerk van het Amerikaanse bedrijf Infonet. Met de laatste mogelijkheid werden weliswaar hoge kosten omzeild maar het gebruiksgemak ervan liet te wensen over.

Door nieuwe afspraken met Infonet is het voortaan mogelijk de nadelen van dit netwerk te ondervangen en kan de gebruiker Memocom vanuit het buitenland bereiken via een lokaal buitenlands telefoonnummer. Bovendien krijgen men in het vervolg één rekening voor het gebruik van Memocom en geen aparte rekening meer van Infonet. Een ander voordeel is de mogelijkheid tot het gebruik van één software pakket voor alle landen. Voorheen hadden gebruikers voor veel landen steeds verschillende software nodig. De nieuwe dienst is reeds operationeel vanuit Australië, België, Brazilië, Canada, Frankrijk, Groot-Brittannië, Hongkong, Italië, Japan, Mexico, Scandinavië, Spanje, Verenigde Staten, West-Duitsland, Zuid-Afrika en Zwitserland.

(Bron: *Computable* 23 (1990) 18 (4 mei), p.25)

Viditel maakt informatie bereikbaar via Videotex Nederland

Vanaf 1 juni 1990 worden informatiebestanden in Viditel, de openbare videotexdienst van PTT Telecom, geleidelijk toegankelijk via het netwerk van Videotex Nederland. PTT Telecom en Videotex Nederland NV, die dit zijn overeengekomen, willen hiermee videotex in Nederland verder stimuleren. Zij vinden dat hiermee het starten van nieuwe videotexdiensten voor informatieleveranciers zeer aantrekkelijk wordt.

Het gaat hierbij om informatie waarvoor geen identificatie van de gebruiker noodzakelijk is. Een groot deel van het informatie-aanbod in Viditel wordt hierdoor beter bereikbaar voor een breder publiek, met name particuliere consu-

menten. Nu nog zijn de Viditel-bestanden uitsluitend voor abonnees toegankelijk via een eigen netwerk en dient de gebruiker zich bij alle raadplegingen vooraf te identificeren.

PTT Telecom gaat verder een breed pakket videotextdiensten ontwikkelen en exploiteren. Binnen dit dienstenpakket zal PTT Telecom onder meer een aantal zogeheten hostcomputers in exploitatie nemen. In deze computers vindt de opslag en verwerking van gegevens van de informatieleveranciers plaats.

Vanaf 1 juni komt via Videotex Nederland onder meer een aantal informatiebestanden van het Parlementair Documentatie Centrum van de Rijksuniversiteit Leiden ter beschikking. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om informatie over subsidies en over belastingen en om informatie voor startende ondernemers. Deze informatie, en in de toekomst ook andere, soortgelijke informatie, zal via Videotex Nederland, worden aangeboden onder de naam Viditel Select. Daarmee komt een uitgebreid bestand via een speciaal ontwikkelde zoekmethode op gebruikersvriendelijke wijze beschikbaar voor met name ondernemers.

Vanaf augustus wordt de nieuwe mogelijkheid om diensten aan te sluiten op het netwerk van Videotex Nederland ook geboden aan alle andere informatieleveranciers van Viditel.

Dan kunnen Viditel-informatieleveranciers onder eigen naam eventueel ook rechtstreeks informatie via Videotex Nederland aanbieden. Daarbij kunnen zij gebruik maken van de verrekeningsmogelijkheden van Videotex Nederland. PTT Telecom kan in zo'n constructie de volledige realisatie en het beheer voor haar rekening nemen.

Viditel bestaat al sinds 1980. Het informatieaanbod bevat meer dan 200.000 pagina's. Daarnaast zijn circa 35 externe computers van informatieleveranciers aan Viditel gekoppeld en via een gateway (Vidipoort) voor Viditel-abonnees toegankelijk.

De ruim 25.000 vooral zakelijke abonnees ge-

bruiken de PTT-dienst nu meer dan 20.000 maal per dag (40 miljoen minuten per jaar) voor elektronische uitwisseling van informatie. Viditel is hiermee de veruit meest gebruikte videotextdienst in Nederland.

(Bron: persbericht PTT Telecom 1990/52)

PTT Telecom levert speciale telefooncentrale aan NS

Op woensdag 16 mei 1990 heeft de officiële overdracht plaatsgevonden van een speciale, digitale telefooncentrale die PTT Telecom heeft geleverd aan de NV Nederlandse Spoorwegen, ten behoeve van haar hoofdkantoor. Deze centrale is de eerste in een reeks van maximaal tachtig telefooncentrales die de NS wil plaatsen in het kader van een omvangrijk telecommunicatieproject van de NS, 'Telecom 95'. NS en PTT Telecom tekenden op het moment van de overdracht van de centrale, ook een mantelovereenkomst voor verdere levering van centrales in de komende jaren.

De 'op maat gesneden' versie van de Vox 6200-telefooncentrale is voorzien van speciale, voor de NS aangebrachte, faciliteiten, zoals spoorwegsignalering, een eigen nummerplan en een eigen routingsschema voor het verkeer tussen de aansluitingen en de drie lokaties waar de systeemdelen van de centrale staan opgesteld. Dat laatste maakt het mogelijk, dat bij een eventuele storing nog altijd communicatie mogelijk blijft.

De telefooncentrale heeft een capaciteit van 4000 aansluitingen, 120 digitale netlijnen en 215 koppelingen in 19 nationale en 2 internationale richtingen. De drie lokaties van de centrale zijn onderling door glasvezelkabel met elkaar verbonden. Overigens kan door een speciale techniek zonder problemen worden gecommuniceerd met andere, nog niet digitale, telecommunicatiesystemen bij de NS.

De NV Nederlandse Spoorwegen heeft een omvangrijk programma voor kwalitatieve en kwantitatieve verbetering van haar dienstverlening. Belangrijk onderdeel daarvan is de verbetering van de eigen communicatiemogelijkheden. Voor dat laatste heeft NS een vijfjarig project, 'Telecom 95' geheten, waarin is vastgelegd dat vrijwel het gehele communicatienetwerk van NS zal worden vernieuwd en vervangen door een digitaal, ISDN-voorbereid netwerk, waarin spraak-, data- en tekstverkeer zijn geïntegreerd. Van het tachtigtal bedrijfstelecommunicatiecentrales dat daarvan deel zal gaan uitmaken, zal in elk geval een aantal door PTT Telecom worden geleverd.

(Bron: persbericht PTT Telecom 1990/53)

Aan de communicatievoorzieningen bij NS zal in PTT Telecom Studieblad uitgebreid aandacht worden besteed in de vorm van een meerdelige reeks die in het volgende nummer van start gaat.

PTT Telecom plaatst in vier jaar 12.000 nieuwe openbare telefoons

PTT Telecom wil het aanbod van openbare telefoons in Nederland flink vergroten. Daartoe worden tot 1995 jaarlijks zo'n 3000 kaarttelefoons geplaatst op bestaande en nieuwe punten. Om de acceptatie van de bijbehorende telefoonkaart te vergroten, zal de PTT jaarlijks enkele speciale series uitgeven rond een bepaald thema. Op 20 april jl. presenteerde de PTT haar eerste serie met als thema Van Gogh.

Op dit moment telt Nederland een kleine 7000 openbare telefoons, voornamelijk in cellen. Dat betekent één openbare telefoon per 2400 inwoners en dat is weinig vergeleken met de ons omringende landen. België kent een 'celdichtheid' van één op 700. De geringe celdichtheid en het feit dat cellen regelmatig buiten gebruik zijn door vandalisme, maken de openbare telefoon weinig populair.

Een eigen onderzoek van de PTT toont aan dat maar liefst 58 procent van het publiek nooit een openbare telefoon gebruikt.

Het betrekkelijk geringe gebruik en de hoge onderhoudskosten maken het openbare telefoonnet tot een verliespost voor de PTT.

PTT Telecom wil deze vicieuze cirkel nu doorbreken door de celdichtheid te vergroten. PTT Telecom meent dat deze investering verantwoord is omdat, nu de markt voor particuliere aansluitingen aardig verzadigd is, toenemende belangstelling ontstaat voor 'onderweg' communiceren; vergelijk de opmars van de autotelefoon. Verder kunnen de onderhoudskosten binnen de perken worden gehouden door de uitbreiding vooral te zoeken in kaarttelefoons.

Kaarttelefoons. In 1986 introduceerde de PTT de kaarttelefoon in Nederland. Inmiddels zijn er daar 700 van. PTT Telecom is erg tevreden over dit nieuwe type, want de bedrijfszekerheid ligt 50% hoger dan die van de bekende munttelefoons. In de plannen van de PTT wordt een groot aantal munttelefoons door kaarttelefoons vervangen.

Het totale vervangings- en uitbreidingsprogramma van de PTT omvat 3000 toestellen per jaar, gedurende vier jaar. Een groot deel daarvan wordt in cellen geplaatst, maar de PTT bestudeert ook nieuwe vormen, zoals de combinatie met wachthuisjes van het openbare vervoer.

Telefoonkaart. Op de telefoonkaart is een strip aangebracht waarop de waarde is aangegeven. De strip wordt door het telefoontoestel optisch gelezen.

Na afloop van het gesprek wordt de restwaarde van de kaart gemarkeerd. Het systeem biedt enkele interessante extra mogelijkheden, zoals de Telecard. Een bedrijf heeft daarvoor een speciale rekening lopen bij de PTT en de gesprekken die met de Telecard worden gevoerd, worden van deze rekening afgeschreven.

Een andere mogelijkheid is het gebruik van een credit-card, zoals nu beperkt op Schiphol moge-

lijk is. Alle kaarttelefoons kunnen voor het gebruik als credit-card worden aangepast, maar de PTT Telecom wacht daarmee tot de credit-card in Nederland gemeengoed is geworden.

(Bron: *Telecombrief* 10 (1990) 8 (27 april), p. 86-87.)

Boekbespreking

Titel: The VANS Handbook
 ed. by Charles Chang and David Hitchcock
 London : Blenheim Online Publications, 1989
 XII, 300 p., bijlagen, figuren, grafieken, tabellen
 2e druk : 1989
 ISBN 0-863532

In dit handboek voor Value Added Network Services (VANS) wordt een uitgebreid overzicht gegeven van ontwikkelingen, ondernemingen en diensten inzake VANS.

Aan de orde komen:

- de ontwikkeling van de gewone telefoondienst (Plain Old Telephone Service ofwel POTS) naar VANS,
- definitie van het begrip VANS: diensten (netwerkdiensten) die waarde toevoegen aan fundamentele telecommunicatienetten teneinde een meer kosteneffectieve dienst te creëren; soorten VANS, ontwikkeling EDI, groei van de markt in het Verenigd Koninkrijk,
- Third Party Networks ofwel Managed Data Network Services (MDNS); ingegaan wordt op de situatie in het Verenigd Koninkrijk: economische achtergronden, deregulering, aantal werkstations in Europa, ontwerp van een MDNS, netwerkmanagement, connectivity, standaarden, internationale verbindingen, scenario's voor het gebruik van MDNS; ook de selectie van een MDNS komt aan de orde,
- elektronische berichtensystemen: situatie in het Verenigd Koninkrijk (groei, telex gateway, informatie gateways, gebruik, toekomst), het

- opzetten van een elektronische berichtendienst,
- Electronic Data Interchange (EDI): deregulering, standaarden, Tradenet, toekomstige ontwikkeling, keuze van een leverancier, richtlijnen voor de uitwisseling van gegevens m.b.t. facturen en boekhoudkundige informatie,
- elektronisch betalen en andere financiële diensten: EFT bij corporate treasury management en de rol van VANS in de financiële wereld,
- overige VANS: toekomstige ontwikkelingen (o.a. elektronische berichtendiensten, EDI, online transaction processing (OLTP) en elektronische informatiediensten),
- draadloze datadistributie (data broadcasting, BBC Datacast).

Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een Directory Section, waarin een aantal leveranciers met hun produkten/diensten beschreven worden. Deze informatie is sterk op het Verenigd Koninkrijk gericht.

De bijlagen geven onder meer een alfabetische index van bedrijven met namen van de aangeboden VANS en een aanduiding van het type VANS. Daarnaast een soortgelijke index op VANS met de namen van de bedrijven die ze leveren en een aanduiding van het type VANS.

(Deze boekbespreking is samengesteld door Genevieve Geppart, BIDATA technische documentatie.)

HOEVEEL TELECOMMUNICATIE GAAT ER IN DE TOEKOMST?

Als je stilstaat bij de mogelijkheden op het gebied van telecommunicatie, word je duizelig. Toch begint Nederland er al een beetje aan te wennen.

Vrijwel gedachteloos bellen we naar Australië, verzenden we per fax of telex berichten over de hele wereld en kunnen onze kinderen nog het snelst overweg met de personal computer.

En de ontwikkelingen gaan door. Zo zullen teleshopping en telebanking binnenkort net zo gang-

baar zijn als het uitschrijven van een cheque.

PTT Telecom is in feite de architect en bouwmeester van deze ontwikkelingen. Door bijvoorbeeld satellieten boven de aarde te hangen en ultramoderne glasvezelnetten aan te leggen.

Veel jonge mensen werken daar graag aan mee. Vrouwen en mannen die soms even het gevoel krijgen de wereld in hun handen te hebben. Wie een tikje van die overmoedigheid bezit belt voor meer informatie:

kort net zo gang- **VOOR TELECOMMUNICATIE IS ER DE PTT.** 06-0550.



ptt telecom
■■■■

2tudieplatz