

## Tijdschrift van het NERG

Correspondentie-adres: postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Internet: [www.nerg.nl](http://www.nerg.nl), [secretariaat@nerg.nl](mailto:secretariaat@nerg.nl) Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

### DE VERENIGING NERG

Het NERG is een wetenschappelijke vereniging die zich ten doel stelt de kennis en het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie te bevorderen en de verbreiding en toepassing van die kennis te stimuleren.

### BESTUUR

Dr. A. van Otterlo - Voorzitter  
Dr. H. Ouibrahim - Vice-voorzitter  
Ir. D.H.H. van Meeteren - Secretaris (a.i.)  
Dr. ir. M.J. Bentum - Tijdschriftmanager  
Ing. J. Laarakkers - PR & Ledenwerving  
Dr. ir. T.C.W. Schenk -  
Programmamanager  
Ir. D.H.H. van Meeteren -  
Communicatie  
Ing. H. van der Weijden -  
Penningmeester  
Y. Krijbolder - Ledenadministrateur  
Dr. ir. R. Hekmat - Algemeen lid

### LIDMAATSCHAP

Voor het lidmaatschap wende men zich via het correspondentie-adres tot de secretaris of via de NERG website: <http://www.nerg.nl>. Het lidmaatschap van het NERG staat open voor hen, die aan een universiteit of hogeschool zijn afgestudeerd en die door hun kennis en ervaring bij kunnen dragen aan het NERG. De contributie wordt geheven per kalenderjaar en is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies.

De jaarlijkse contributie bedraagt voor gewone leden € 43,- en voor studentleden € 24,-. Bij automatische incasso wordt € 2,- korting verleend.

Gevorderde studenten aan een universiteit of hogeschool komen in aanmerking voor het studentlidmaatschap. In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester voor een gereduceerde contributie in aanmerking komen.

### HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt drie maal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie. Auteurs, die publicatie van hun onderzoek in het tijdschrift overwegen, wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de hoofdredacteur of een lid van de Tijdschriftcommissie.

Voor toestemming tot overnemen van (delen van) artikelen dient men zich te wenden tot de tijdschriftcommissie. Alle rechten berusten bij de auteur tenzij anders vermeld.

### TIJDSCHRIFTCOMMISSIE

Dr. ir. M.J. Bentum, voorzitter.  
ASTRON, Dwingeloo en Universiteit Twente, Enschede.  
E-mail: [bentum@astron.nl](mailto:bentum@astron.nl),  
[m.j.bentum@utwente.nl](mailto:m.j.bentum@utwente.nl)  
Ir. M. Arts, hoofdredacteur.  
ASTRON, Dwingeloo  
E-mail: [Arts@astron.nl](mailto:Arts@astron.nl)  
Dr. ir. H.J. Visser, redactielid.  
TNO, Postbus 6235,  
5600 HE Eindhoven,  
E-mail: [Visser@ieee.org](mailto:Visser@ieee.org)



## INHOUD

Van de redactie . . . . . 50  
*Anne van Otterlo*

NERG - KIVI NIRIA Congres  
Techniek draagt zorg voor  
gezondheid. . . . . 52

Majeure transitie in de zorg-  
sector: van fragmented disea-  
se-management naar integral  
health- management met inzet  
van transsectorale innovatie 55  
*Prof. Dr. Ir. Nico H.G. Baken  
(KPN/TUD)*

Improving Home Healthcare  
through the Use of Simple,  
Interoperable, Wireless Con-  
nectivity Solutions. . . . . 60  
*Jon T Adams, MSEE,*

Telemedicine provides new  
treatment possibilities in  
COPD care . . . . . 69  
*Monique Tabak, Msc  
Prof. Hermie J Hermens, PhD*

Onbegrensde geheugencapaci-  
teit! . . . . . 77  
*Ir. H.C. Bleijerveld*



Deze uitgave van het NERG  
wordt geheel verzorgd door:  
**Henk Visscher, Zutphen**

Advertenties: Henk Visscher  
tel: (0575) 542380  
E-mail: [henk.v@wx.nl](mailto:henk.v@wx.nl)  
ISSN 03743853

# Van de voorzitter

Anne van Otterlo

E-mail: [anne.van.otterlo@gmail.com](mailto:anne.van.otterlo@gmail.com)



Geachte lezer,

Dit tweede nummer van het Tijdschrift van het NERG in 2012 sluit aan bij het congres "Techniek draagt zorg voor gezondheid" dat op vrijdag 13 april in de middag aan de TU Delft plaats vond. Dit is alweer het derde congres dat het NERG samen met KIVI NIRIA afd. Telecom organiseert, na "De ingenieur terug in het maatschappelijk debat" in 2008 en "Het slimme leven" in 2010. In deze tijd van snelheid is er met een derde congres een traditie in gang gezet van congressen waarin inhoudelijke collega's (ingenieurs) de grotere thema's van deze tijd bespreken en het debat aangaan met vertegenwoordigers uit de politiek, het bedrijfsleven, en de wetenschap. Nieuw is dat het congres dit jaar wordt begeleid door een uitgave van het NERG-tijdschrift ten aanzien van hetzelfde thema. In dit nummer zijn bijdragen te vinden die, dieper dan op het congres mogelijk en gewenst is, op de techniek zelf ingaan.

De impact van radiotechnologie, elektronica, en ICT is inmiddels groot in alle sectoren van de Nederlandse samenleving. Voorbeelden zijn er te over. De energiesector adopteert ICT voor slimme energie netwerken waarin de energievraag

gestuurd wordt om aan te sluiten bij het variabele energie-aanbod van renewable energiebronnen. De efficiëntie van de transportsector wordt verhoogd door containers te tracken, door vrije stoelen in vliegtuigen en treinen met prijsmechanismen vol te krijgen, en is de sleutel voor alle "just-in-time supply chain" mechanismen waar de sector in uitblinkt. ICT is essentieel voor smart living concepten, voor een efficiënte interactie tussen overheid en burger, en ga zo maar door.

In de gezondheidszorg heeft radiotechnologie en elektronica behandelmethoden (bestralen) en diagnostische apparatuur (CT-scan, MRI) mogelijk gemaakt, maar is de inzet van ICT vooralsnog beperkt gebleven tot werkplekautomatisering. Het videoconsult wordt niet grootschalig ingevoerd, het Electronisch Patientendossier komt er niet (of toch weer wel), en remote monitoring van hartritme en bloedsuiker niveaus vindt niet of in kleine trials plaats. Toch lijkt ICT een van de noodzakelijke ingrediënten voor een verantwoordelijke omgang met de dubbele vergrijzing (van patient en zorgverlener). Op het congres werd duidelijk dat de gezondheidszorg aan het begin staat van een revolutie zoals andere sec-

toren reeds doorgemaakt hebben.

Interessant aan bovenstaande is dat het accent steeds vaker ligt op de ICT en toepassingen daarvan, minder op de daaraan ten grondslag liggende technologie en wetenschappelijk onderzoek daarnaar. De innovatie op voor het NERG relevante gebieden vindt grotendeels plaats in de sectoren waarin zij worden toegepast. Dezelfde trend is waarneembaar aan de technische universiteiten waar bredere opleidingen ontstaan en klassiekere gebieden als electrotechniek en telecom gedwongen worden zich meer op de sectoren te richten. Al met al verschuift de focus van de hardere wetenschappelijke kant naar de toegepaste kant.

Deze trend heeft te maken met globalisering van wetenschappelijk onderzoek en met de verschuiving naar een diensteneconomie. Deze trend heeft ook zijn weerslag op het NERG als vereniging. De statutaire NERG-doelstelling "de kennis van en wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie te bevorderen, en de verbreiding en toepassing van die kennis te stimuleren" is gedeeltelijk ingehaald door de internationale tijd-

schriften en de nationale en internationale onderzoekfinanciering.

Het NERG-bestuur staat voor de uitdaging het NERG in deze ontwikkelingen te laten meegaan, en de vraag te beantwoorden welke vorm het beste hierbij aansluit. Wellicht is het NERG over 5 jaar een actieve discussiegroep op LinkedIn, Facebook of Google+. Het NERG-bestuur staat

open voor eenieder die in deze ideeën heeft en actief mee wil werken deze vorm te geven. Voor nu hopen wij met het recente congres een zinvolle bijdrage te hebben geleverd aan het debat over de toekomst van de zorg in Nederland en de rol die technologie daarin speelt.

Wij hopen U op thema-avonden weer te zien. En voor dit tijd-

schrift wensen wij U veel leesplezier!

Namens het NERG-bestuur,

Anne van Otterlo  
Voorzitter

Eventuele reacties graag naar  
[anne.van.otterlo@gmail.com](mailto:anne.van.otterlo@gmail.com)



# Verslag NERG - KIVI NIRIA Congres Techniek draagt zorg voor gezondheid

*De kosten voor de gezondheidszorg rijzen de pan uit. De toenemende aandacht voor de hoge kosten stelt preventie in een ander daglicht. Voorkómen is niet alleen beter dan genezen, mogelijk is het ook goedkoper. Wat als we onze aandacht verleggen van het verlenen van zorg naar het optimaliseren van het welzijn van de gezonde mens? "Welzijn" kan hier letterlijk worden genomen: gezond zijn en gezond blijven. Een kanteling van "Disease Management naar Health Management". Hoe zou de gezondheidszorg eruit zien als we deze verschuiving ver- gaand doorvoeren?*

Rond dit thema hebben NERG en KIVI-NIRIA een congres georganiseerd onder de titel 'Techniek draagt zorg voor gezondheid' op 13 april 2012. In dit verslag een korte terugblik op een zeer geslaagd congres met meer dan 100 deelnemers.

Moderator van het congres, Stefan Weijers, start het congres. In een interactieve vragensessie worden de twee werelden van techniek en zorg benadrukt. Ze hebben elkaar nodig om in de toekomst de problematiek van de zorg het hoofd te bieden. Er is sprake van twee culturen, die van de ingenieurs en die van de zorg. Hoe komen deze bij

elkaar? Te weinig communiceren en te nauw bezig in de eigen wereld is vaak een oorzaak van een blokkade van de inzet van ICT in de zorg. Een goed voorbeeld van het doorbreken van deze blokkade is Medical Delta ([www.medicaldelta.nl](http://www.medicaldelta.nl)), een consortium van techniek en medische wetenschap (TU Delft, Erasmus Medisch Centrum, Erasmus Universiteit Rotterdam, Universiteit Leiden en Leiden Medisch Centrum).

Vervolgens gaat Atje Kuiken, PvdA Tweede Kamerfractielid en woordvoerder van de eerste lijns zorg, verder met het de koppeling van zorgpreventie en de politiek. De toenemende vergrijzing en het verminderen van het aanbod van zorg maakt slimme innovatie en preventie noodzakelijk in plaats van de huidige kabinetsstrategie en marktwerking. Er is duidelijk een rol weggelegd voor de techniek. Maar innovatie vraagt wel om investeringen. Zorgverleners zijn echter terughoudend voor invoering van techniek. Een goed voorbeeld is de invoering van het Elektronisch Patiëntendossier (EPD). Door goede, slimme samenwerking via het EPD kan werk uit handen genomen worden, en dat is goed omdat we te



© Tijmen Pardijs



maken hebben met een toenemend gebrek aan handen aan het bed. Maar de invoering is te langzaam, o.a. door eilandjescultuur.

Gerrit Krediet (arts & hoofd ICT St. Antonius Ziekenhuis) gaat verder met de ontwikkelingen in administratievoorzieningen. Het EPD is een open standaard, is deelbaar en is mediumonafhankelijk. De eigenaar van het dossier is de patiënt zelf. Dit is wettelijk geregeld. De arts is beheerder.

Lucas Venneman (zorgconsultant en bestuurder) vervolgt met een voordracht over innovatie en implementatie in zorgmarkten. Hij vergelijkt de zorg als voetbal met 16 miljoen experts in Nederland. Zorg zelf is individueel. Zorg is een economische activiteit en moet niet gezien worden als enkel kosten. Een voorbeeld wordt gegeven van de samenwerking tussen Siemens Healthcare en het Hagaziekenhuis in Den Haag. Door de intensieve

samenwerking ontstaat er betere zorg voor patiënten met de meest moderne apparatuur. Hiertoe hebben Siemens en het ziekenhuis een uniek technologisch partnerschap gesloten voor de duur van vijftien jaar. Als resultaat beschikt het ziekenhuis altijd over de modernste apparatuur. Dit betekent een verdere verbetering van de patiëntenzorg, diagnostiek en kostenbeheersing. Het PGB (PersoonsGebondenBudget) is volgens Venneman is sleutel voor kostenbeheersing. Techniek helpt hierbij.

Lucien Engelen (directeur Radboud REshape & Innovation Center) stelt dat in 2025 de patiënt in de "lead" is. De arts transformeert dan van "God to Guide". Engelen noemt dit 'Participatory'. De zorgvraag stijgt door de vergrijzing en door onze verwachtingen rond gezondheid en ziekte. Mensen gaan zelf op zoek naar informatie via internet en zijn beter in staat in gesprek te gaan met hun arts.



Nieuwe technologieën en werkwijzen in de zorg bieden nieuwe behandelmogelijkheden, maar zijn soms ook kostbaar. De zorg moet dus in hoog tempo veranderen, en de verschillende partijen in de zorg dus ook. Wat is ieder rol, op weg naar zorg 2.0?

Nico Baken (visionair bij KPN en hoogleraar TU Delft) gaat verder (na een pauze) met het onderwerp van inkomen en zorg en de rol van ICT. Elders in dit tijdschrift een uitgebreid artikel over de voordracht.

Stefan Weijers poneert twee stellingen waarop het publiek mag reageren met rode (tegen) en groene (voor) kaarten. Er ontstaat een levendige en interactieve discussie over deze stellingen, zowel vanuit het publiek als van de kant van de sprekers. De eerste stelling gaat over de mogelijke overbodigheid van artsen in een toekomstscenario van de

gezondheidszorg. Meninge n lopen uiteen, maar het merendeel van de deelnemers is toch van mening dat artsen ook in de toekomst nodig zullen zijn, maar meer naast de patiënt dan meedenkend met de patiënt. De tweede stelling luidt: "In het huidige zorgstelsel is efficiëntie uit den boze." Een aantal aanwezigen uit het publiek is sterk van mening dat deze stelling juist is omdat het huidige zorgstelsel geen incentives heeft om efficiënt te zijn. In de discussie die er vervolgens ontstaat word steeds duidelijker dat het systeem van gezondheidszorg wel degelijk naar efficiëntie streeft en ook efficiënte doelstellingen heeft. Echter de snelheid van efficiëntieverhogingen in de gezondheidszorg is heel laag. Politiek en vooral techniek kunnen in het verbeteren hiervan een belangrijke rol spelen.

We kunnen terug kijken op een uitstekend congres.



# Majeure transitie in de zorgsector: van fragmented disease-management naar integral health- management met inzet van transsectorale innovatie

Prof. Dr. Ir. Nico H.G. Baken (KPN/TUD)

Een HELP-bijdrage<sup>1</sup> van Prof. Dr. Ir. Nico H.G. Baken (KPN/TUD) aan het Zorgcongres van KIVI/Niria en NERG op 13 april 2012.

## De parabel van het flatgebouw

Een laagje platgetrapte sneeuw. Je ziet het bijna niet, maar het kan spekglad zijn. Dat ondervindt ook mevrouw Van Dijk. Ze glijdt uit en breekt haar been. Vijf weken gips. Na een paar weken mag ze een beetje gaan lopen met een paar krukken. Niet ernstig, wel lastig, want ze woont alleen. Hoe moet ze nu haar zaakjes buitenshuis regelen? Internet kan wel wát oplossen, zoals het bezorgen van boodschappen, maar niet alles. Ze moet bijvoorbeeld voor controle naar het ziekenhuis. Een taxi kan ze wel bellen, maar dat is duur. Het zou handig zijn als iemand haar even kan brengen en ophalen. Boven mevrouw Van Dijk woont Hans. Hij is bij een reorganisatie zijn baan kwijtgeraakt. Hij is zijn dagen zoet met solliciteren en een beetje voor de tv zitten. In de flat heeft hij niet veel contacten.



1 zie [www.helplifestyle.nl](http://www.helplifestyle.nl)

Een auto bezit hij niet meer, want hij kon vroeger fietsend naar zijn werk en zijn netwerk van vrienden en familie ligt grotendeels in de stad. Op drie hoog wonen Lizet en Kerem. Zij hebben allebei een drukke baan. En allebei een auto. Kerem gebruikt de zijne niet dagelijks, maar alleen voor afspraken op grotere afstand. En die heeft hij maar weinig.

Hans heeft tijd, maar geen auto. Kerem heeft een auto, maar geen tijd. Mevrouw Van Dijk heeft een probleem. Alle drie hebben ze ook nog eens boodschappen nodig uit de supermarkt vlak bij het ziekenhuis. Je hoeft geen professor te zijn om in te zien dat hier individu overstijgende kansen liggen! Als Hans met de auto van Kerem mevrouw Van Dijk naar het ziekenhuis kan brengen, is dat voor Hans en Kerem een kleine moeite en voor mevrouw Van Dijk een groot plezier. Je moet het alleen even bedenken en de vraag en aanbod puzzelstukjes van verschillende individuen te combineren. En durven vragen natuurlijk, of durven voorstellen. Dat moeten we weer leren!

## Transsectoraal denken

De parabel van het flatgebouw laat zien dat wij mensen allemaal op onze eigen vierkante centimeter ploeteren. Als we voorbij onze eigen muren kijken, zouden we een heel stuk verder kunnen komen. Dan zouden we kansen zien. Dit geldt voor het microniveau, het flatgebouw, voor het mesoniveau van de wijk met de bewoners en kleine bedrijven, maar ook voor het macroniveau op (inter)nationale schaal. Voor alle sectoren, alle sub-sectoren, alle geledingen van de samenleving. Als we schotten weghalen, kunnen we dingen integraal aanpakken. Dit principe heet *transsectoraal denken*: het overstijgen van sectoren om oplossingen voor problemen te bedenken.

## Twee voorbeelden

### Value Case Terugdringen van zorgkosten leidt tot hogere zorgkosten

Mevrouw Willems van 75 die elke dag twee uur met haar hond wandelt, krijgt een aanrijding en breekt een heup. Ze is verder gezond, dus grote kans dat ze na behandeling goed en snel herstelt. Maar mevrouw Jongejans van 75 met diabetes en reuma die bij een val haar heup breekt, zal lang niet zo snel herstellen, als ze al herstelt. Niet zozeer vanwege de breuk, maar vanwege de invloed van de andere aandoeningen op haar mogelijkheden tot herstel. Alleen al de bewegingsbeperking door reuma maakt revalideren veel lastiger. Toch valt de heupbreuk van mevrouw Willems in dezelfde Diagnose Behandel Combinatie (DBC) als die van mevrouw Jongejans. De behandeling van de andere aandoeningen van mevrouw Jongejans hoort thuis in andere DBC's. In aanmerking genomen dat 40% van de chronisch zieken meerdere aandoeningen heeft, gaat het om een grote groep mensen die met verschillende DBC's te maken hebben. Van hen is 20% verantwoordelijk voor 80% van de kosten. Voor patiënten met co-morbiditeit werken specialisten naast elkaar, niet met elkaar. Deze gefragmenteerde zorg heeft misschien als voordeel dat per specialisme meer kennis is opgedaan, maar er zijn ook grote nadelen. Die verkokering leidt tot hogere kosten, terwijl DBC's nou juist bedoeld waren om efficiënter te werken en kosten te besparen. Ook staat gefragmenteerde zorg haaks op zorg met de patiënt als uitgangspunt. Zorg waarbij de patiënt centraal staat, is integrale zorg met een goede analyse als startpunt, gevolgd door doeltreffende behandeling op basis van samenwerking tussen de behandelaren. Dit voorkomt ook onnodige behandelingen. En misschien nog wel het belangrijkste: het is voor de patiënt duidelijker en prettiger.

### Business Case Preferente middelen, hoe ver ga je?

Meneer Vos is 43. Al jaren lijdt hij aan nierinsufficiëntie. Hij is dolblij als hij opgeroepen wordt voor een niertransplantatie. Als de operatie achter de

rug is, moet meneer Vos verschillende medicijnen gebruiken om infecties en afstoting van de nieuwe nier te voorkomen. Een van de middelen die wordt voorgeschreven, is niet het medicijn dat de apotheker van de zorgverzekeraar mag verstrekken. Dus geeft de apotheker een goedkoper middel dat dezelfde werkzame stof bevat. Het gevolg hiervan is dat de nier wordt afgestoten vanwege de werking van de hulpstoffen, met als resultaat dat meneer Vos voor de rest van zijn leven aangewezen is op dialyse. Had de apotheker als zorgprofessional dit kunnen voorkomen? Heeft een zorgverzekeraar het laatste woord middels het preferentiebeleid? Hoe bouw je een samenwerking op met meerwaarde?

### De sectorale schotten verklaard

Als hoogleraar telecommunicatie aan de TU Delft en senior strateeg bij KPN, voerde ik de term 'transsectorale innovatie' in, een voorloper van 'holarchische innovatie'. Over het ontstaan en het neerhalen van schotten kunnen we het volgende constateren: "Zodra de mens zo'n 11.000 jaar geleden het bos uit kwam om het era van de mens als jager-verzamelaar achter zich te laten om het landbouwtijdperk binnen te wandelen en zich te vestigen, is hij gaan delegeren, het begin van arbeidsdeling. Of chiquer: outsourcen. Tijdens de industriële revolutie versnelde het proces van arbeidsdeling. In feite komt het neer op een steeds verder gaande functionele decompositie van maatschappelijke en economische taken. Er zijn voor alle taken specialismen ontstaan. De auto waar je in rijdt, heb je niet zelf gebouwd. De wegen waarover je rijdt, heb je al helemaal niet zelf aangelegd. Dat decomponeren leverde ons een geweldige efficiency en groei op. De welvaart steeg tot ongekende hoogte. Het heeft uiteindelijk geleid tot een *global economy*. Maar we zijn er ook iets door kwijtgeraakt. De mens is het gevoel voor het geheel verloren<sup>2</sup>, is weggeraakt van 'holisme'.

De kolommen en specialismen daarbinnen die we zelf hebben gecreëerd, zijn over-efficiënt geworden, en daardoor niet meer efficiënt. De menselijke maat is verdwenen. Elke kolom is een zwaar instituut geworden waarin we taken hebben

2 De kern hier is tweeledig. Ten eerste is met het outsourcen van onze vraag naar producten en diensten naar derden (die zich geleidelijk hebben geïnstitutionaliseerd in bedrijven en die weer in sectoren), zijn ook een deel van onze waarden mee uitbesteed ... je kunt een arts wel vragen om door zijn vaardigheden jouw weer beter te maken, maar je kan en mag hem niet verantwoordelijk maken voor de waarde van jouw eigen gezondheid! Ten tweede hebben we, in tegenstelling met wat in ons lichaam tijdens de evolutie van primeval slime tot homo sapiens wel is gebeurd, niet een ragfijn zenuwstelsel over de door de functionele decompositie ontstane geledingen van onze samenleving ontwikkeld; dit werkt intransparantie en asymmetrische informatie voorziening in de hand met alle gevolgen die we nu in de crisis zien.



weggeorganiseerd. Iedere kolom probeert ook koste wat kost zijn eigen continuïteit te bewaken; dat geldt ook voor de specialisten zelf (denk aan medisch specialisten: na tien jaar opleiding tot nier-chirurg wordt een niersteenvergruizer uit het ziekenhuis geweerd: "Dat is broodroof!"). Er is geen herkenning van het grotere geheel, terwijl de handelwijze in één kolom grote gevolgen kan hebben voor de hele mensheid. Kijk maar naar de bankencrisis! Het ideaal van iedereen komt in feite neer op één ding: zo goed mogelijk kunnen leven. Daaraan liggen drie elementen ten grondslag. De eerste twee zijn de economie die onze welvaart bepaalt en de maatschappij die ons welzijn garandeert. Om die welvaart en dat welzijn te kunnen continueren, is duurzaamheid nodig, het derde element. Maar dat is niet genoeg. De drie P's zoals we die altijd kenden als er werd gesproken over duurzame ontwikkeling - People, Planet, Profit - kregen er in 2001 van Ad van Luyn, bisschop van Rotterdam, niet voor niets een vierde bij: Pneuma, ofwel zingeving, bezieling, spiritualiteit. Door die vierde waarde mee te nemen, wordt verantwoord handelen net zo belangrijk voor het evenwicht tussen de elementen onderling. Dit is noodzakelijk als we de fundamentele waarden crisis van dit moment, een existentiële crisis die gaat over ons 'zijn', te lijf willen gaan. De financiële crisis, de ecologische crisis en de sociale crisis zijn 'slechts' manifestaties van de meervoudige crisis die we nu ervaren en voelen in ons wezen. Inmiddels is wel duidelijk dat de mens het hardst z'n best heeft gedaan voor de economie, voor groei, het lijkt langzaam wel een obsessie (zie hier ook Prof Tim Jackson en zijn *Wealth without Growth*). Dat is ten koste gegaan van het welzijn en de duurzaamheid. Dat breekt ons in allerlei domeinen op. De problemen, of liever de hedendaagse uitdagingen van de mensheid snijden dwars door de instituties heen die we zelf hebben opgericht, dwars ook door alle sectoren. We kennen nu een tijd van dehumanisering van transacties, van dehumanisering van de samenleving, zoals Arnold Heertje het noemt. De mens is volledig vervreemd van zijn werk, van het doel ervan, van de productie, door de lange business-ketens met aan het einde daar van 'de eindgebruiker'. Kijk bijvoorbeeld naar de postbode. De ooit zo gerespecteerde en gewaardeerde man aan de deur met een doel, een sociale functie in de buurt en een bestaansrecht, is ontslagen en vervangen door een inwisselbare en onherkenbare figuur met een tijdelijk contract en een stappen-teller: inhumain! En wat een gemiste kansen voor

de buurt van de toekomst. De specialisering is duidelijk te ver doorgesloten. Daar moeten we iets aan doen. De explosie van de decompositie - die arbeidsdeling - heeft ertoe geleid dat datgene wat aanvankelijk goed werkte, nu niet meer functioneert. We hebben van de *division of labour* een *multiplication of labour* gemaakt. In de zorg speelt het ook. Binnen deze sector, en dan ook nog binnen elk specialisme, heb je al tientallen loketten. Maar als je een ziekte hebt, wil je niet al die loketjes af hoeven te gaan en zelf de holistische diagnose componeren. Je wilt graag dat iemand je helpt en jou **integrale zorg** verleent. Dat je niet al die specialisten hoeft te bellen, maar dat je in een **empathische dialoog** het gevoel krijgt dat men om je geeft en weet wat je nodig hebt. In de bouw speelt het ook. Bij een nieuwbouwwoning of een 'make-over' van jouw woning wil je niet een stapeltje blauwdrukken ontvangen voor de systemen voor elektra, gas, ICT, water en veiligheid, maar een *integraal value sensitive design*. In dit design zijn *de-functional and non-functional requirements*, de uitkomsten van de empathische dialoog geïntegreerd. Daarmee gaan het comfort en de intelligentie omhoog en de kosten naar beneden, en liefst in een oplossing die ook nog duurzaam is. **Dit speelt in alle sectoren, en de kwesties en oplossingen zijn isomorf, i.e. van gelijke vorm.** Het gevoel voor integraliteit zijn we kwijt. Schaalvergroting leidt tot een grotere kloof tussen vraag en aanbod. De fragmentatie aan de aanbodkant is een struikelblok geworden in plaats van ondersteuning en kan niet beantwoorden aan integrale functionele en niet-functionele, de harde en de zachte wensen van de eindgebruiker aan de andere kant van de kloof. Het trieste is dat de mens aan beide zijden van de kloof staat: als eindgebruiker en privépersoon aan de vraagkant en als werknemer aan de aanbodkant.

Iedereen weet dat het in de zorg niet echt handig en goed gaat. Bijna al onze ziekenhuizen hebben bijvoorbeeld hun eigen processen. Ook liggen er grote en complexe vraagstukken, die sectoroverschrijdend zijn. Denk aan de vergrijzing, het elektronisch patiëntendossier, het toenemende aantal, vooral jonge, mensen met obesitas of met diabetes, het stijgende aantal chronisch zieken. Deze problemen raken niet alleen de zorg. Ze bevatten aspecten van economische en sociale aard en roepen ook vraagtekens over duurzaamheid op. Ik heb het voorrecht om in verschillende sectoren de enorme overeenkomsten te zien: isomorfismen, gelijkvormigheden. Problemen zoals in de zorg

spelen ook in andere sectoren. Juist omdat die kwesties boven de sector zorg uitstijgen, liggen de oplossingen ook niet binnen de sector alleen. Om ze aan te pakken, is samenwerking met andere sectoren noodzakelijk. Alleen zijn de netwerken, de hoogwaardige, kwalitatieve relaties tussen de sectoren, nog niet ontwikkeld. En om die te vormen, is bereidheid nodig. Bereidheid om elkaar te vertrouwen, de empathische dialogen aan te gaan. Hierin schuilt de vierde P: het herkennen van de morele waarde in het productieproces. Die bereidheid is te bereiken als we het **prisoner's dilemma** weten op te heffen. We zitten gevangen in een situatie waarvan de uitkomst voor alle partijen alleen maar slecht kan uitpakken, omdat we niet bereid zijn om te communiceren. Het prisoner's dilemma is dat van twee gevangen die samen een misdaad hebben begaan. Ze worden opgesloten in aparte cellen en mogen elkaar niet spreken. Ze hebben de keus tussen bekennen of zwijgen. Als de één bekent en de ander blijft zwijgen, wordt degene die heeft bekend vrijgelaten en wordt de ander veroordeeld tot 20 jaar cel. Bekennen ze allebei, dan krijgen ze allebei vijf jaar. Blijven ze allebei zwijgen, dan worden ze allebei vrijgesproken wegens gebrek aan bewijs. Hoe lost dit zich op? Omdat geen van beiden weten wat de ander gaat doen, zullen ze allebei kiezen voor bekennen. Want door te zwijgen nemen ze allebei het risico dat de ander bekent en dat ze zelf 20 jaar krijgen. Als ze hadden overlegd, hadden ze kunnen afspreken dat ze allebei zouden zwijgen, dan waren ze allebei vrijgesproken. Door open kaart te spelen, is iedereen beter af. Dit ziet een observator die boven de twee gevangen **uitstijgt**, maar de twee gevangen blijven gevangen als (eigen)belanghebbende actoren in het spel onder dit niveau. Hoe werkt dat, kijken naar andere sectoren? Een voorbeeld is een applicatie voor het bestellen van een taxi. Op je mobiel kun je zien waar taxi's binnen een straal van één, drie of

vijf kilometer zich bevinden en welke rating ze hebben: hoe gaan ze met hun tarief om en bieden ze een goede service? Je kiest er een uit en maakt de rit. Bij aankomst kun je de chauffeur opnieuw raten. De klant wordt nu speler in het spel, de vervoersdienst, en beweegt kwalijke elementen uit het spel; het lijkt een beetje op ons lichaam waar kwalijke elementen worden opgemerkt en uit het systeem worden verwijderd. Is er hier een isomorfisme met de zorgsector denkbaar? Een voorbeeld uit de zorg. Een mevrouw die hartpatiënt is, wordt via een onderhuidse chip gemonitord in een health-callcenter. Daar zien ze meteen dat er iets misgaat met haar. De vrouw in het callcenter belt een ambulance, waar het EPD aan boord is en al verbindingen worden geconfigureerd met de juiste specialisten. Tegelijkertijd worden verschillende mensen gewaarschuwd, ook thuis. De chauffeur weet precies naar welk ziekenhuis hij toe moet. Daar worden al voorbereidingen getroffen en kan er vervolgens heel snel ingegrepen worden. Dit is een voorbeeld van een zorgvuldige coöperatie tussen de ICT- en de zorgsector. Hoe mooi en nodig deze opties ook zijn, toch zullen we moeten constateren dat er nog meer nodig is: de stap van *disease-management* naar *pro-active health management*. De verschillende sectoren kunnen ontzettend veel voor elkaar betekenen en we móeten samen optrekken om in de zorg dingen te verbeteren. Er zijn enorm veel combinaties en verbindingen mogelijk.

We hebben geconstateerd dat de zorgsector in Nederland en de evolutie daarvan noch robuust, noch veerkrachtig is en ook de performance laat veel te wensen over. Oorzaken: meritocratie, Taylorisme en doorgesloten marktwerking (zie Bart Berden, *De Bittere Vergelding*). Die verstoren de juiste waarden van de drie systeemp parameters: bereidheid tot delen, interconnectiviteit en diversiteit van het complexe 'zorg-holarchie' (een term door mij ingevoerd op basis van mijn holonen-theorie). De kosten van de zorg zijn met 6 tot 10% exponentieel gegroeid sinds de jaren zestig. Een modaal gezin betaalt nu bijna 300 euro aan de zorgverzekeraar, en de totale zorgkosten zijn in 2011 de 70 miljard gepasseerd. Wat tot nu toe geleverd wordt is *disease management*, dat, zoals we constateerden, haaks staat op *health management*, en dus niet een vitale samenleving. En juist dat dient de **zingeving**, i.e. **Pneuma**, van de sector te zijn: gezondheidszorg. De mens heeft in de loop van de tijd, met zijn zorgvraag aan derden, ook deels zijn



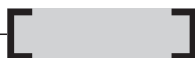
waarde gezondheid uitbesteed aan experts die zijn geïnstitutionaliseerd in de zorgsector. In lijn met de holon-theorie verwachten we isomorfe patronen in andere sectoren, zowel in de uitdagingen als in de oplossingsrichtingen. En ja, dat herkennen we direct. Denk aan de energiesector. Hier hebben we de waarde van onze energiehuishouding uitbesteed en we krijgen voor exponentieel stijgende kosten centraal gegenereerde energie op basis van fossiele brandstoffen over grote afstanden naar onze huizen gesleept. Dat gaan we omdraaien! In de zorgsector komt de patiënt niet alleen centraal te staan, maar gaat hij ook nog deel uitmaken van zijn behandelteam. Vertaald naar energie betekent dit een decentrale en duurzame energieproductiesector. Kortom, de consument wordt *prosumer* die zijn kernwaarden weer insourcet. Loop alle andere sectoren maar eens na en bestudeer de consequenties. Als we niet(s) ondernemen in deze oplossingsrichting, is dat rampzalig voor het modale gezin en tast het de performance, de veerkracht en robuustheid van onze samenleving en omgeving onomkeerbaar aan. Het is niet alleen een morele verplichting om hier iets aan te doen, maar inmiddels ook een noodzaak uit eigenbelang voor overheid, bedrijfsleven en wetenschap. Met deze analyse is de oplossing nabij, niet voor één sector, maar voor alle sectoren en transsectoraal daar overheen:

1. de zingeving per sector en over sectoren op orde brengen,
2. een transitie per sector en over sectoren op gang brengen.

Het is realistisch om sectorgewijs te starten, beginnend met de sectoren zorg en energie. Een logische formule is om dit op te starten vanuit een aantal bedrijven. De transitie kan op micro- (werknemer), meso- (bedrijf) en uiteindelijk macroniveau (nationaal) worden waargemaakt en onderbouwd met een value-case waarin economische, sociale en ecologische waarden gewogen worden meegenomen vanuit een visie, inzicht in de sector met zingeving. Dit genereert:

1. een revival in de sector door fundamenteel innovatieve businessactiviteiten,
2. een broodnodig herstel van de balans in de vaste kosten van sectoren,
3. een verbetering van de reputatie van de betrokken (actoren in de) sectoren,
4. een samenwerking intra- en transsectoraal met consequenties voor de sector-holarchie,
5. een herstel in de balans tussen People, Planet, Profit én Pneuma (zingeving).

Mijn voorstel zou zijn dat een aantal bedrijven, een plan opstellen. In samenwerking met KPN en de stichting HELP is TNO reeds bezig met het definiëren en uitschrijven van het concept *value case* voor de zorgsector en wordt met Lumina Learning gewerkt aan een virtuele röntgenfoto van het menselijk lichaam, zijn geest en "ziel". Siemens (Cees Smaling), de Rabobank (Michel van Schaik) en KPN (Monique Philippens) hebben inmiddels al heel bijzondere zorgprogramma's. Het in staat zijn om, met als input de virtuele röntgenfoto, een zorg value-case op te stellen, bijvoorbeeld om al je personeel de transitie van disease- naar health-management te laten maken, genereert al business. Na de besluitvorming op mesoniveau, i.e. het bedrijfsniveau, start een nieuwe "zorgindustrie" op macroniveau, die de zorg en haar volle omgeving gaat raken. Denk alleen al aan de hoeveelheid data die gegenereerd gaat worden en de innovaties die daaruit kunnen voortkomen door *data mining* en vervolgens *medical evidence*. Precies zo kunnen programma's worden gestart voor de energiesector en uiteindelijk in en over alle sectoren: een paradigmatische transitie is ingezet. Voor communicatie en als "cool" acceleratieplatform kan TEDxAmsterdam 2012, 2013 gebruikt worden, gezien de rol die bedrijven en universiteiten daarin zullen gaan spelen. Dat voor wat de concrete acties op korte termijn betreft. Daarnaast pleit ik voor een onderzoeksinstituut of -afdeling die het transsectorale en holarchische theoretisch kader uitwerkt en instrumenten (o.a. value case, *gamification* van de transsectorale innovatie) voor het nieuwe holarchische denken uitwerkt.



# Improving Home Healthcare through the Use of Simple, Interoperable, Wireless Connectivity Solutions

Jon T Adams, MSEE,  
Member IEEE, HIMSS, ATA Freescale Semiconductor



## Abstract

US Government statistics indicate that more than 45% of the population suffers from at least one chronic disease and about 67% of the US population is overweight or obese [1]. Cost to deal with these conditions is a significant part of the estimated \$2.5T that the US will spend in 2010 on health care [2]. While personal responsibility is a critical component of any successful approach to maintaining or improving one's health, regular interaction with the care provider is essential to improve outcomes through measuring treatment, exercise and drug regimen compliance, and overall health status. For many, regular visits to the care provider for therapy are impractical, costly, or difficult. Thus, home-based healthcare and wellness monitoring are warranted. At home, maximizing mobility is important, as well as maintaining placement of devices in typical locations (e.g., weighing scale in bathroom, blood pressure monitor in bedroom or office, glucometer in bathroom or kitchen). The distributed devices connect to an in-home central aggregator, which then links to the care provider. Necessary enablers include secure, reliable and robust standards-based wireless communications like Bluetooth, Wi-Fi and ZigBee technologies, and the capability to provide whole-home coverage with extended battery life. Crucial for the successful growth of a home healthcare ecosystem is multivendor interoperability, based on interoperable health data semantics, as are being currently developed within the IEEE 11073 group. We examine the options and challenges for achieving widespread interoperability and interconnectedness required to support a robust home-health monitoring and healthcare infrastructure.

## Introduction

Chronic disease management is becoming an increasing burden, not only on an already extended healthcare system, but also for individuals and their families. Management of obesity, congestive heart failure (CHF), chronic obstructive pulmonary disease (COPD), diabetes mellitus, stroke, macular degeneration, and dementia, to name a few, present enormous financial, emotional, logistical and familial challenges.

The Department of Health and Human Services reports that chronic diseases, normally those experienced by an aging population, are on the rise. The U.S. Census Bureau estimates that the population of Americans aged 65 and older will increase by more than a factor of two between 2010 and 2050 [3]. Diseases that afflict the elderly and for whom chronic disease management remains an important aspect of continuing care in the home, assisted living and long-term nursing care facilities, have increased significantly. Figure 1 illustrates the age-adjusted causes of death over the course of the past 50 years. Astonishingly, the cause of death related to Alzheimer's form of dementia alone has grown by greater than two orders of magnitude in this time frame. It is our contention that in order to manage diseases of the elderly more effectively, it is necessary to bring a portion of the care into the home, in order to enable holistic management of these diseases across the spectrum of care. Monitoring via remote data collection from medical devices as well as telehealth or teleconsultation services can be brought to bear to assist in these situations.

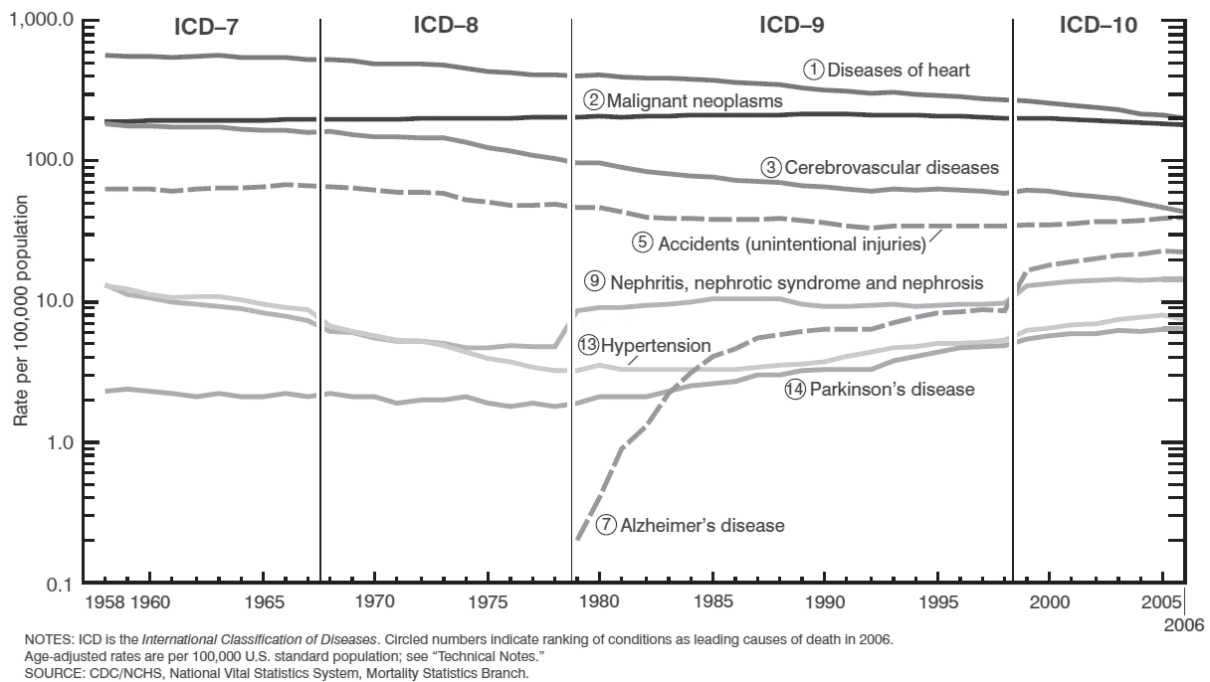


Figure 1: Age-adjusted death rates for leading causes of death (US 1958-2006). [4]

A significant portion of the effort to reduce healthcare costs revolves around the concept of telemedicine or, more generally, telehealth, where activities and measurements once specific to the professional care facility are allowed to occur in the patient's personal environment. Telehealth services have the potential to reduce the total load on the care provider's facilities and the amount of hands-on effort required from medical professionals. As well, telehealth has the capacity to reduce the burden on the patient to travel to the care provider, by allowing that patient to remain in their own setting.

Telehealth has a long-term, maintenance or preventative focus, and may include regular, remote collection and delivery to the care provider of physiological data including weight, non-invasive blood pressure, body temperature, heart rate, and blood glucose, as well as medication compliance. There is a growing number of devices available in the marketplace, from a multiplicity of manufacturers, to support basic telehealth activities related to these measurements of physiological data. A traditional telehealth service is phone-based consultancy, with interaction between the health care provider and the patient via scheduled telephone conversations. In more advanced implementations, there are likely data messages or even video conferences for face-to-face patient/caregiver consultation. Telepsychiatry and psychological consults can be supported in this way [5]. As well, telehealth encompasses delivery of routine services like education, medication reminders, and other

functions that may be related to the success of treatment regimens.

Connectivity is a vital part of any successful program that puts responsibility and flexibility in the hands of the patient and the patient's family. Even the simple act of using a weighing scale regularly to monitor the success of a weight reduction program may have limited efficacy if data are not collected and analyzed, are collected in error, or if the patient is not supervised properly during data collection. With an unconnected weighing scale, the patient needs to record manually the reading collected from the scale on a regular basis. Without connectivity, that weight reading might be noted mentally by the person, and perhaps transferred to paper or to a spreadsheet on a computer, if the person is organized. With connectivity, that data can flow directly to an aggregator and display device, which might compare historic data and show weight trends in a digestible graphical format. With connectivity, data might also then flow to the care provider and to the Electronic Health Record (EHR) and/or Personal Health Record (PHR), where it can be reviewed by a licensed clinician and serve to reveal trends in key vital parameters so necessary for clinical decision making.

### Wireless Technologies a Critical Mechanism for Delivering Telehealth

Many current telehealth and telemedicine systems use legacy Plain Old Telephone Service (POTS). However, the availability of POTS is no longer a given. According to AT&T [6], less than 20% of

Americans rely exclusively on POTS for voice service, approximately 25% of households have abandoned POTS altogether, and another 700,000 lines are being cut every month.

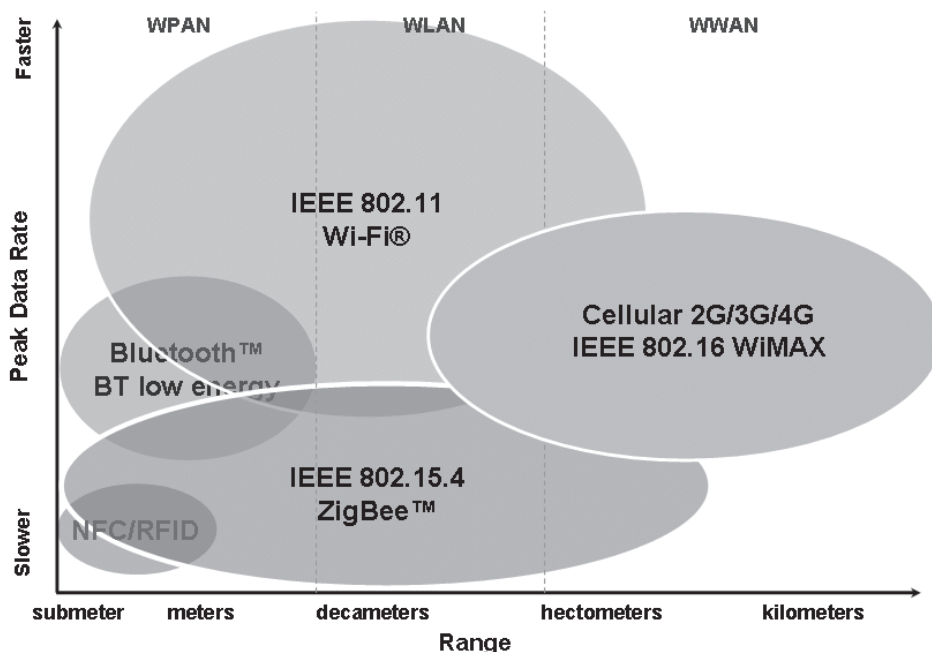
In principal, the link from the care provider to the client/patient could rely strictly upon the near-ubiquitous cellular telephone. There are several issues that currently make that challenging. Cellular handset manufacturer and cellular carrier have control over the potential services that a handset or the cellular network may deliver. This can create non-technical challenges to realizing the desired functionality. Most handsets are still closed-system devices, with only newer smartphones beginning to show the ability to go beyond the carriers' generally narrow focus. While the distance from the cellular tower to the handset can be many kilometers, it depends strongly on items often outside the user's control, including the network configuration, indoor versus outdoor use, population density, geography, and even political boundaries.

Another approach, based upon the observation that many personal health care devices will likely remain in or around the residence, is to employ any broadband connectivity that may be delivered to the residence from an internet service provider (ISP) via fiber, cable, digital subscriber line (DSL) or fixed broadband wireless. From the ISP's point of presence (POP) in the residence, whether that is the set top box, POTS modem, cable modem, broad-

band modem, wireless access point, or other device, it is far more practical to connect personal health care devices, via an appropriate short-range wireless technology, directly to the nearby POP, which is probably less than 50 meters distant.

Wired connectivity using existing technologies in the home for personal health care devices appears increasingly impractical. In the residence, the Universal Serial Bus (USB) specification describes the most common form of wired communications today. USB has a maximum single cable length of 5 meters, and due to its architecture, requires a host device such as a personal computer (PC). Given the types of devices that might be encountered in the home environment, its unlikely that the patient will choose to put all devices next to the PC. In any event, the PC is not necessarily the ideal aggregation device, due to software and hardware variation, malware infection, and its state of maintenance and usage. To the patient, the weighing scale belongs in the bathroom; the blood pressure monitor perhaps at the desk; the glucometer in the kitchen. Wired communications, without significant infrastructure cost, is unlikely in the home. In order to provide for the proper degree of oversight and insight into patient condition, consistent and reliable data access are necessary. This type of access will also need to be secure and assured in terms of delivery, especially for near-real-time patient monitoring of certain ailments.

Figure 2: Standards-Based Wireless Technologies.



Short-range wireless connectivity presents the most practical method of interconnecting health care devices inside the home. In order for wireless to be good enough, the wireless connectivity must be robust, reliable, physical-placement resilient, battery-power-efficient and cost-effective. From the residence back to a care provider, both wired and wireless communications are practical. Mobility for the patient is important; it may be limited to the environment of the home, or may include work and social environments as well. Secure, assured wireless communication is the only practical solution.

Standards-based wireless technologies have become commonplace in the commercial space over the past 10 years. These technologies are generally grouped as to physical extent of radio coverage, from many kilometers down to less than a meter. See Figure 2.

#### **Wireless Wide Area Network (WWAN)**

Other parallel terms used in the industry include Wireless Regional Area Network (WRAN), or Wireless Metropolitan Area Network (WMAN). Cellular telephony is the most common technology for delivering wide-area mobile connectivity worldwide. Cellular is a general term for a variety of standards-based technologies including GSM (general worldwide deployment except Japan and Korea), CDMA (mostly US, Japan and Korea), and UMTS (worldwide). Cellular is the most common and widely available wireless technology in the world today, from the largest cities to many of its smallest villages. Annual volumes range well over 1 billion devices. The IEEE 802.16 standard, developed under the auspices of the Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) global standards association, and supported by the WiMAX Forum industry alliance, is a more recent entrant into the WWAN space with global deployment increasing rapidly.

All WWAN technologies can support data services, some far better than another. Available bandwidth for data services varies from low-rate (5 to 10 kilobits per second, or kbps) to several Mbps, depending to a great extent on technology, but also on network buildout, range from the access point or cell tower, and geographic obstacles like trees, structures and hills. Connectivity for WWAN devices is often satisfactory outside of structures, but can be quickly compromised when inside a

residence or office building [7], especially as the distance from the infrastructure POP to the device increases (as is common in suburban or rural areas). Typical building materials used in residential or commercial construction can represent significant barriers to wireless communications [8]. Within the building, several-order-of-magnitude variations in performance are possible due to non-line-of-sight propagation and decimetric changes in device antenna position and orientation [9], often evidenced as spotty, unreliable connectivity. While the client devices are generally cellular handsets, other increasingly common devices include data modems and modules that might be incorporated into devices like notebook or netbook computers. Security mechanisms for WWAN connectivity are well-understood and robust. The power requirements for maintaining a WWAN connection generally mean that the client device must be regularly recharged or running on mains power.

#### **Wireless Local Area Network (WLAN)**

WLAN range between devices or between an infrastructure access point and the client device is up to several hundred meters, depending on environment. In-building performance is very dependent on data rates desired, building construction and construction materials. Desired average data rates can span over eight orders of magnitude from 100 Mbps (streaming video, file transfers) to much less than 1 bps (simple battery-operated sensors). The most common, standards-based technology in this space is the IEEE 802.11 standard, with hundreds of millions of devices sold annually, for mid-to-high rate communications including data, voice and video. The Wi-Fi Alliance manages IEEE 802.11 interoperability and certification programs. For low-data-rate and long-battery-lived devices, the IEEE 802.15.4 standard has become the technology of choice with over 50 million devices sold to date with rapid growth. The ZigBee Alliance provides the application profile development, interoperability and certification for IEEE 802.15.4 devices.

Wi-Fi technology is rapidly becoming ubiquitous in both residential and commercial environments. It is the wireless communications backbone of an increasing percentage of hospitals, used for connectivity to care providers' notebook and tablet computers, PDAs and smartphones, Workstations On Wheels, and for Voice over Wi-Fi devices. Within the home, Wi-Fi is the de-facto wireless

method for providing local area network connectivity for electronic mail, web surfing, voice and video over Internet, and file sharing. Security mechanisms have been dramatically improved over the past 5 years, and if employed, allow a very robust and secure communications environment.

Atop IEEE 802.15.4, the ZigBee Alliance has applied common networking, certification, security, and applications profile mechanisms which have enabled multiple industries to employ it for energy management, home control and building automation, in applications like light switches, mains load controls, heating, ventilation and air conditioning (HVAC) equipment, electric meters, and remote controls for TV and other consumer electronics products. An analysis of the utility of IEEE 802.15.4 for medical sensors suggests that coin cell lifetimes of 10 to 15 years are practical for devices that require intermittent, low-data-rate asymmetric communications [10]. The basic IEEE 802.15.4 security mechanism is Advanced Encryption Standard (AES) 128-bit encryption; ZigBee's security suite, vetted by multiple industries, includes network-, link- and application-level encryption and key distribution mechanisms, making it a strong choice for transport of sensitive health care information.

More recently, ZigBee technology has been adopted by the open Continua Health Alliance [11] for their upcoming Low Power Local Area Network (LP-LAN) standard. ZigBee wireless enables the development of Continua-compliant devices requiring low-rate, intermittent wireless connectivity, without significantly impacting battery life. For instance, a weighing scale that runs for several years on a pair of alkaline AA cells would see little change in overall battery life using ZigBee to communicate readings a couple times a day.

#### **Wireless Personal Area Network (WPAN)**

WPANs encompasses the so-called personal sphere of interaction, with ranges up to 10 meters. Typical standards focused on this space include Bluetooth and ZigBee. Bluetooth is the second-most prolific wireless technology sold today, in over 60% of all new handsets, with volumes around 1 billion units per year. Bluetooth was developed in the 1990s by the Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) and has become the technology of choice for enabling hands-free use of cellular handsets.

Bluetooth was originally designed for medium-data-rate, low-latency voice communications and moderate data transfer between battery-operated devices, but the advances of Wi-Fi in data rate and performance have kept likely 95% of all Bluetooth devices relegated to the headset/handset space. Range is generally 10 meters or less, with several meters most practical. Bluetooth has been adopted in a number of personal and professional health care devices; there's even a professional stethoscope that uses Bluetooth connectivity. Continua selected Bluetooth in its initial guidelines release in 2007.

Recent enhancements to the Bluetooth spec include the option for higher data rate connectivity in last year's release of Bluetooth 3.0, and Bluetooth low energy (Bluetooth LE) slated for Bluetooth 4.0, available later this year. Bluetooth LE promises a substantive improvement in battery life, over standard Bluetooth, for low-data rate devices. This could mean months to a year of battery life for small, intermittently connected devices. There are continuing efforts underway to resolve the issue of connectivity from personal health care devices to the Bluetooth connectivity in cellular handsets. It is not so much a technical issue as it is a business and political challenge, as knowledgeable industry experts suggest that handset vendors and wireless carriers perceive a risk of FDA regulation [12].

#### **Wireless Very Short-Range Connectivity**

There are a number of standard approaches to wireless communication in the sub-meter range, including Radio Frequency Identification (RFID) and Near-Field Communications (NFC), which in some cases have maximum operating ranges of as little as 20 centimeters. RFID and NFC have already been put to good use in the retail, payment, and authentication/security spaces. Hospitals see RFID/NFC as a viable method to identify and track drugs, log equipment in and out of sterilization or storage facilities, and track patients and goods. There is potential for the use of near-field technologies in the home, with some medication dispensing systems that feature drug doses in RFID-tagged packaging, though the use of the technology for this purpose is only now emerging.



## Interoperability at Higher Levels

Within the IEEE, interoperability is defined as "the ability of two or more systems or components to exchange information and to use the information that has been exchanged". In the domain of connected health devices, this problem has to be solved on three principal levels: At the lower layers, a standardized transport technology enabling basic connectivity has to be developed. In the upper layers, application profiles have to be developed which define what capabilities of the transport technology have to be used to best support the requirements of the telehealth domain. Finally, at the application level common data models and formats need to be developed, which represent an abstract unique mapping of the real world entities. As shown in the previous sections, a significant amount of problems on the lower layers has been solved already and mature standards are available, however more work at levels closer to the application has been needed.

### IEEE 11073 Personal Health Device Standard

A solution to this last gap of application layer interoperability has been developed as the family of International Standards Organization (ISO)/IEEE 11073 Personal Health Device (PHD) communication standards [13]. These define a common framework for making an abstract model for personal health data available in transport-independent transfer syntax to establish logical connections between personal telehealth sensors or devices and in-home compute engines (e.g. cell phones, personal health appliances or set-top boxes).

Besides general requirements like patient and user safety of medical devices, minimal user interaction and unambiguous association between devices, the protocol suite is optimized to personal telehealth usage requirements. Personal telehealth sensors are often battery-powered, which mandates the need for very low computational complexity and low power consumption. For wireless devices the latter requirement not only suggests minimizing transmit power, but also reducing transmission time by minimizing protocol overhead.

As a result, the encoding and parsing of protocol data units using ISO/IEEE 11073 PHD is very efficient due to the concept of precoded messages (message templates can be filled in memory in which only the actual updated values must be copied). A guiding principle for the development

of ISO/IEEE 11073 PHD has also been to place the greater computational burden on aggregators, which have typically richer capabilities in terms of memory and CPU power, rather than the sensor/device side. Aggregators often use larger batteries or are even mains powered.

Another distinct feature is a mechanism to reduce message overhead for very simple telehealth devices having a static configuration. By negotiating virtually all static context information once in a so-called configuration phase, only the dynamic information is transmitted in a device's measurement report. The term static here refers to information that does not change from measurement to measurement and which is usually exploited for parsing (e.g. attributes denoting the unit of a measurement value, or attributes describing the type of measurement). This mechanism reduces message overhead significantly and hence, results in less time spent for transmission and thus a reduction of transmit power consumption, improving battery life.

The architecture of ISO/IEEE 11073 PHD is based on an object-oriented system management paradigm, defined in ISO/IEEE 11073-20601, which represents a generic optimized exchange protocol. An object-oriented data model, the domain information model (DIM) is used to specify objects, attributes, and data types for describing physiological data. The standardized nomenclature comprises a set of numeric codes that identify every item that is communicated between systems. A service model defines access to the data objects of the devices. A communication model manages the connection state machine for message exchange. Interoperability for each device type is enabled by properly constraining the generic DIM. Guidelines for this are defined in specialization documents for various telehealth devices (see Table 1). The list of devices in the -104zz series is expected to expand in the future.

The ISO/IEEE 11073 PHD family of standards has been adopted by Continua and is leveraged by its design guidelines to enable a consistent, interoperable data layer concept across the different Continua interfaces.

Part	Title	Status
00103	Health Informatics — Personal health device communication — Technical Report — Overview	D
10404	Health Informatics — Personal health device communication — Device Specialization — Pulse oximeter	P
10406	...— Basic ECG (1 to 3-lead)	D
10407	...— Blood pressure monitor	P
10408	...— Thermometer	P
10413	...— Respiration rate monitor	D
10415	...— Weighing scale	P
10417	...— Glucose meter	P
10418	...— International normalized ratio (INR) monitor	D
10419	...— Insulin pump	D
10420	...— Body composition analyzer	D
10421	...— Peak expiratory flow monitor	D
10441	...— Cardiovascular fitness and activity monitor	P
10442	...— Strength fitness equipment	P
10443	...— Physical activity monitor	D
10471	...— Independent living activity hub	P
10472	...— Medication monitor	P
20601	Health Informatics — Personal health device communication — Application profile — Optimized exchange protocol	P

Table 1: The ISO/IEEE 11073 Personal health device communication series of standards (Status: P = published, D = in draft).

## Industry Efforts

The Continua Health Alliance is the leading industry association [14] for the advancement of personal telehealth, including devices for the home. Its mission, to establish an ecosystem of interoperable personal health systems to better manage health and wellness, has attracted to date around 250 member companies that include payers, health care providers, medical device manufacturers, information technology companies, software and middleware vendors, and silicon systems manufacturers.

Continua aims to enable end-to-end system interoperability, from device to the care provider and the EHR. Their approach is to leverage and integrate existing standards for all layers of the communications stack and for all parts of the overall system between the patient and provider, including communications service providers and records systems. For Continua, a major focus is on personal healthcare devices like weighing scales, blood pressure monitors, pulse-oximeters, heart-rate monitors, and wellness functions like motion and activity monitors.

Lack of interoperability is a significant technical barrier that restrains the growth of the personal telehealth market. The approach taken by Continua is the development of design guidelines to support interoperable sensors, platforms and services, and a logo and certification program to signify the promise of interoperability to the customer. These high-level guidelines lay the groundwork for the development and deployment of personal health care and wellness devices for home, group care environments, and ultimately professional clinical facilities. Continua is not a Standards Development Organization (SDO); instead, it works with SDOs like the IEEE, Health Level 7 (HL7), ISO, American Telemedicine Association (ATA), European Telecommunications Standards Institute (ETSI), and others, to optimize existing standards to support Continua's vision of interoperable personal health care and wellness devices and systems. There are three primary foci: Health and Wellness, Disease Management, and Aging Independence. There are strong commonalities between these three spaces in personal health

device type, data acuity, and perceived market value for adoption.

In addition to technical barriers, Continua addresses other barriers as well, to encourage the growth of the personal telehealth market. On the regulatory side, current safety regulations are not adapted yet to facilitate the creation of multi-vendor solutions. As a consequence, Continua is working with regulatory agencies to safely and effectively manage diverse vendor solutions. On the financial side, the economic value of personal telehealth has still proven difficult to demonstrate in a scientifically sound manner, which restrains the adjustment of reimbursement models that support personal telehealth. To overcome this, Continua is working with leaders in the healthcare industry to develop new ways of addressing the costs of providing personal telehealth systems, such as new reimbursement models and co-pay solutions.

Striving for interoperability requires making choices. From the connectivity standards discussed above Continua has selected those that best match the requirements of the different system interfaces and use cases addressed. As a result Bluetooth and USB have been selected by Continua for its wireless and wired PAN interface and ZigBee for its upcoming LP-LAN interface. This solves the data transport problem; however, interoperability is needed on all levels of the communication stack. The efforts of the IEEE 11073 group are proving important to addressing the upper layer semantics challenges by establishing a common language for applicable medical devices.

## Conclusion

The past few years have seen a growing recognition of the soaring costs of health care for the US population and a need to take bold steps to better manage those costs by increasing the patient's responsibility and autonomy. Payers, care providers, device manufacturers, software and middleware vendors, information technology suppliers, and silicon device manufacturers have organized efforts via industry alliances and standards development organizations to solve the challenge of developing simple and interoperable home health care devices. Standards-based, cost-effective wireless technologies can provide the wireless connectivity necessary to enable whole-home coverage for simple medical devices. IEEE 11073 offers

high-level, semantic interoperability between these devices and care provider information management systems. Groups like Continua, driven by broad and influential constituencies, demonstrated first success over a year ago when the first products implementing the Continua guidelines were certified. There is now high potential to establish ecosystems for achieving widespread interoperability and interconnectedness required to support a robust home-health monitoring and healthcare infrastructure, that will allow the patient using these personal health care devices to live their life with greater autonomy.

## References

- [1] 2008 Almanac of Chronic Disease. Available at: [www.fightchronicdisease.org](http://www.fightchronicdisease.org). Accessed March 10, 2010.
- [2] National Health Expenditure Projections 2009-2019. Available at: <http://www.cms.hhs.gov/NationalHealthExpendData/downloads/proj2009.pdf>. Accessed March 15, 2010.
- [3] Source: Population Division, U.S. Census Bureau. Table 12: "Projections of the population by Age and Sex for the United States: 2010 to 2050 (NP2008-T12). August 14, 2008
- [4] Heron MP, Hoyert DL, Murphy SL, Xu JQ, Kochanek KD, Tejada-Vera B. Deaths: Final data for 2006. National vital statistics reports; Vol. 57, No.14. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. 2009. Figure 6, page 9.
- [5] Tuerk P, Yoder M, Ruggiero K, Gros D, Aciemo R. A Pilot Study of Prolonged Exposure Therapy for Posttraumatic Stress Disorder Delivered via Telehealth Technology. *Journal of Traumatic Stress*. 2010; 23:1; pp116-123
- [6] Comments of AT&T Inc. on the Transition from the Legacy Circuit-Switched Network to Broadband. Available at: <http://fjallfoss.fcc.gov/ecfs/document/view?id=7020354032>. Accessed March 10, 2010.
- [7] Davidson A, Hill C. Measurement of Building Penetration into Medium Buildings at 900 and 1500 MHz. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 1997; Vol. 46, No. 1.

- [8] Ata O. In-Building Penetration Loss Modeling and Measurement in Suburban Urban and Dense Urban Morphologies. Paper presented at: Wireless Telecommunications Symposium 2009; April 24, 2009; Prague, Czech Republic.
- [9] Andersen JB, Rappaport TS, Yoshida S. Propagation Measurements and Models for Wireless Communications Channels. IEEE Communications Magazine. January 1995
- [10] Timmons N, Scanlon W. Analysis of the Performance of IEEE 802.15.4 for Medical Sensor Body Area Networking. Presented at: 30th Annual International IEEE EMBS Conference. August 20-24, 2008. Vancouver, British Columbia, Canada.
- [11] ZigBee Selected by Continua Health Alliance for Next Generation Guidelines. Available at: [www.zigbee.org/imwp/download.asp?ContentID=16015](http://www.zigbee.org/imwp/download.asp?ContentID=16015). Accessed March 10, 2010.
- [12] Thompson B. FDA may regulate certain mobile phones, accessories. Available at: [mobihealthnews.com/3177/fda-may-regulate-certain-mobile-phones-accessories](http://mobihealthnews.com/3177/fda-may-regulate-certain-mobile-phones-accessories). Accessed March 5, 2010.
- [13] Schmitt L, Falck T, Wartena F, Simons D. Novel ISO/IEEE 11073 Standards for Personal Telehealth Systems Interoperability. 2007 Joint Workshop on High Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Device Plug-and-Play Interoperability. 2007; pp. 146-148.
- [14] Wartena F, Muskens J, Schmitt L. Continua: The Impact of a Personal Telehealth Ecosystem. Paper presented at: International Conference on eHealth, Telemedicine and Social Medicine 2009; February 1-7, 2009; Cancun, Mexico.

## Author

Primary Author (and the one who will respond to reprint requests)

Jon T Adams, MSEE, Member IEEE, HIMSS, ATA  
Freescale Semiconductor  
Director, Wireless Technology and Strategy  
2100 E Elliot Rd MD EL542, Tempe,  
Arizona 85254 USA  
+1 480-628-6686 [jta@freescale.com](mailto:jta@freescale.com)  
Vice-Technical Chair, ZigBee Health Care

## Co-Authors

Lars Schmitt, PhD  
Philips Research Europe  
Senior Scientist  
Chair, LAN Working Group, Continua Health  
Alliance  
[lars.schmitt@philips.com](mailto:lars.schmitt@philips.com)

John Zaleski, PhD, CPHIMS  
Nuvon, Inc.  
Vice President of Clinical Applications & CTO  
[jzaleski@nuvon.com](mailto:jzaleski@nuvon.com)



# Telemedicine provides new treatment possibilities in COPD care

Monique Tabak, Msc  
Prof. Hermie J Hermens, PhD  
E-mail: m.tabak@rrd.nl



## Abstract

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a chronic, progressive lung disease. COPD has a high impact on quality of life, large social consequences, a progressive course and it cannot be cured. Physiotherapy, increasing physical participation in daily activities, and early detection and treatment of exacerbations are important elements in current COPD disease management. Home-exercise programmes and self-management of exacerbations are effective new treatment methods. When these programmes are offered as a telemedicine application, they could contribute to a reduction in labour and costs.

This paper describes a number of telemedicine applications designed for implementation in COPD care:

- 1) remote monitoring of physical activity and symptoms;
- 2) coaching and feedback in daily life to gain an active lifestyle;
- 3) a web portal for online exercising, self-management of exacerbations and communication between professionals and patient and;
- 4) serious gaming. For each application we share the motivation, design, and (future) evaluations with the target group: COPD patients.

The designed applications are in general positively received by patients and professionals and seem to be able to improve the patient's well-being. Further development and further scaling of these technologies in everyday care would be an important next step.

## Introduction

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a respiratory disease characterised by the progressive development of airflow limitation in the lungs,

mostly caused by cigarette smoking.[1] COPD has a progressive course especially in patients who continue to smoke and it influences quality of life drastically, causing primarily shortness of breath (dyspnoea) and lacking physical exertion capabilities. [1,2] Patients enter a downward spiral of dyspnoea, leading to inactivity, and subsequently to physical deconditioning. This vicious circle results in a loss of independence for the patient, and may be accelerated by acute exacerbations,[3] which is a worsening in the patient's baseline symptoms - dyspnoea, cough and/or sputum - beyond day-to-day variability, for which hospitalisation is often needed. Acute exacerbations occur one to three times per year in severe COPD patients and impair respiratory, physical, social and emotional functioning both acutely and longitudinally.[4]

Treatment can slow the progress of the disease and aims to reduce risk factors, prevent disease progression and manage exacerbations. The therapeutic approach involves both pharmacological and non-pharmacological treatment, but especially the maintenance of an active life style and physical condition are major targets.[1] Within the whole disease management programme the COPD patient is involved with several different health care workers, ranging from nurse practitioners to dieticians. The treatment of COPD is complicated due to the fact that it is a systemic disease: the strongly diminished physical condition is often complicated with several comorbidities.[1]

The provided care is felt to be suboptimal. Patients differ in e.g. symptoms and co-morbidities, which asks for personalised treatment. Providing face-to-face care to stimulate patients in regaining activity levels is difficult as care professionals lack insight in the patient's condition and well-being. Moreover, it will become more difficult and costly as the number of COPD patients is still rising.[5]

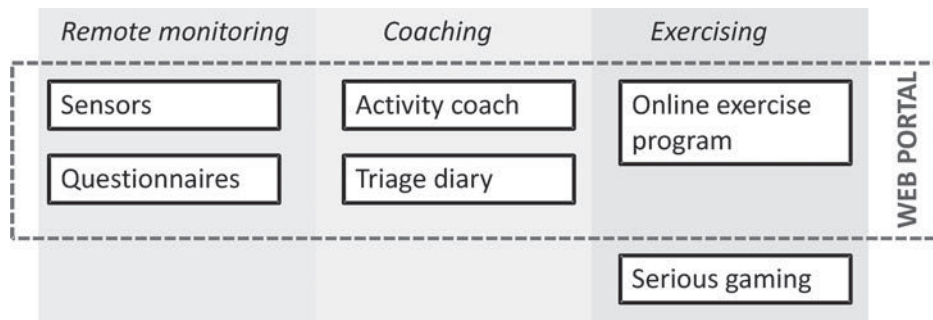


Figure 1: overview of telemedicine applications that are discussed, subdivided in 3 main categories: remote monitoring, coaching and exercising.

Consequently, the burden of COPD on healthcare resources and costs increases, which argues for the need to find inventive ways to care for these patients. Information and communication technology (ICT) can play a crucial role, and as such telemedicine and telemedicine applications have been growing dramatically.[6,7]

With this in mind, we developed a number of telemedicine solutions that aim to address these problems by improving insight in the patients' health status, improving self-management of the patient, provide them with the support they need to develop and maintain an active lifestyle, reduce risk factors or worsening of disease, and directed towards behaviour change. The aim of this paper is to describe these solutions: remote monitoring, coaching and feedback, online exercising, self-management of exacerbations, and gaming, in the context of current COPD care (Figure 1). For each solution we share the motivation, design, results of evaluations with the target population and (future) implementation possibilities.

### Remote monitoring

Insight in the daily behaviour of COPD patients is critically important for successfully improving

quality of life in this population. Remote monitoring provides the possibility to gain insight in the activity and symptom behaviour of COPD patients; both in an objective (i.e. sensors) and subjective manner (i.e. questionnaires).

Triaxial accelerometer measurements are thought to be the most accurate and sensitive for detecting physical activity. At Roessingh Research and Development (RRD), we currently use the ProMove-3D wireless sensor (Inertia Technology, Figure 2), a highly-miniaturised inertial sensor node that can capture, process and communicate wireless full 3D motion and orientation information. The sensor operates as a long-term activity monitoring device, with the integral of the modulus of bodily acceleration - the IMA value - as output measure for physical activity. The IMA value correlates with the signal energy over the three axes, which is a good measure for the intensity of the measured motion.[8,9] The node communicates wirelessly with a smartphone (HTC Desire (S)) by Bluetooth, and is worn on the patient's hip by means of a clip holder. Not alone activity can be monitored in daily life, but this can be extended with oxygen saturation and pulse rate, measured by pulseoximeters. In healthy individuals, SpO<sub>2</sub> (saturation of peripheral oxygen) should be >95%. However, in COPD patients this value is often much lower, especially during exercise. Therefore, saturation is monitored for safety reasons: to notice if a patient is desaturating, and to determine the need for supplemental oxygen therapy in more severe cases. In addition, pulse oximeters estimate heart rate, which can be monitored for safety or for determining and maintaining optimal training intensities. At RRD, we currently use the Nonin WristOx<sub>2</sub> 3150, which is worn around the wrist and connected through a secure wireless Bluetooth 2.0 connection. SpO<sub>2</sub> (in %) and heart rate (in bpm) are automatically displayed on the smartphone when the patient starts wearing the sensor.

Figure 2: ProMove-3D wireless sensor (Inertia Technology).



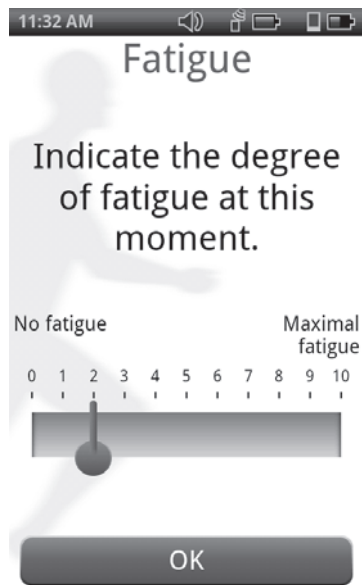


Figure 3: Example of a VAS question about patient's fatigue.

Remote monitoring can also be employed to retrieve specific information from the patient, which cannot be obtained by sensors. The smartphone is used to monitor symptom behaviour of the patient, by asking questions at fixed time intervals during the day about dyspnoea and fatigue levels using Visual Analogue Scales (VAS), see Figure 3. This is not limited by, and almost all types of questionnaires can be applied in a digital setting on a smartphone.

We performed monitoring studies to investigate this daily behaviour of COPD patients, which shows that COPD patients have a sedentary lifestyle and a specific daily activity pattern, which is less distributed compared to healthy individuals.[10] Furthermore, it shows that physical activity was mainly related to symptom levels at waking. In current COPD care, this detailed information about the activity and symptom behaviour in daily life is not known, and professionals have to take patient's word for it. Therefore, using remote monitoring in COPD care can provide useful additional information about the patient's physical condition and well-being in daily life, making timely intervention possible.

### Coaching and feedback

For patients with COPD remaining physically active is important to prevent physical deconditioning, but also to reduce the risk of hospital (re)admission,[11,12] to increase life expectancy, [13] as well as slowing the rate of decline in lung

function.[14] In conventional treatment the professional provides direct feedback to the patient to stimulate them in regaining activity levels. In telemedicine treatment the challenge is to replace some or all of this face-to-face feedback by technology-provided feedback to enable behaviour change. This is a staged and dynamic process and it is important that patients should first gain awareness about their behaviour. With this in mind, we developed a telemedicine solution - the activity coach - to improve activity behaviour and stop the vicious circle in COPD.

The development of the activity coach comes a long way, the first version being developed and tested in 2006, in patients with chronic low back pain.[15] Following an iterative user-centred design approach, the 2011 version is now finished, and can be specifically adapted to several target groups. The activity coach visualises the activity behaviour of the individual patient, and provides continuous and time-related feedback to promote an active lifestyle in daily life. The aim is that patients become aware of their amount of daily physical activity and their daily activity pattern, and can improve their physical activity behaviour. The system consists of a smartphone (HTC Desire (S)) and an activity sensor (ProMove-3D). The smartphone shows the measured activity cumulatively in a graph, together with the cumulative activity the patients should aim for: the reference activity line (see Figure 4). The reference activity is based on the baseline measurement of the patient. Patients are asked to try to follow the reference line displayed. In addition, the patients automatically receive feedback text messages, for awareness and extra motivation. These messages are based on the difference between the measured activity and the reference line and always consist of 1) a short summary of activity behaviour and 2) an advice to how to improve the activity behaviour (see Figure 4).

Our research showed that this intervention can indeed improve the activity behaviour of patients with COPD: they tend to be more active and balance activities more equally over the day.[16] The creation of a smart, autonomous coach that can determine the ideal contents and timing of the feedback messages for each individual patient is the current focus of our research in this area.[17]

Providing feedback to the patient about this physical activity behaviour is important to stimulate self-management. Therefore, the activity coach can



Figure 4: The activity coach running on a HTC Desire (Android 2.2), with on the left: continuous feedback in the form of the activity graph displaying the measured activity (blue) and reference activity (green). The status panel shows the deviation from the reference line. On the right an example of a feedback text message is shown.

be applied without or with supervision of a care professional. Examples include: as a follow-up treatment after a rehabilitation programme, or as an addition to regular physiotherapy sessions. Another possibility is to connect the activity coach with an online web portal, showing the measured activity levels, where both professionals and patients can log on to for monitoring the progress made.

### Web portal

In order to monitor the patient's health status and progress by both patient and professionals, we designed a web portal where all applications are displayed in an organised way. The web portal's goal is to show monitored parameters and/or exercise programmes and its progress to the patient and/or professional, but it can also be used for gathering new data (e.g. diaries).

### Triage diary: self-management of exacerbations

Patients are able to identify warning signs and symptoms of exacerbations, but often they do not report an exacerbation to their medical doctor, which can delay treatment and recovery. The majority of all costs are related to the treatment of acute exacerbations.[5] Self-treatment of exacerbations might make timely treatment of exacerbations possible, which could accelerate recovery and reduce

the risk of hospitalisation, thereby potentially reducing their severity and associated costs. Within the COPDdotCOM project ([www.copd-dotcom.nl](http://www.copd-dotcom.nl)) an online decision-support system was developed for self-management of exacerbations: a triage diary. Every day, patients are asked to fill in the diary on a web portal. This diary consists of one question: *Did you have more complaints than usual in the past 24 hours?* (Figure 5) When patients experienced no deterioration of any of the symptoms, they could answer NO. In case of YES, they had to answer 9 more questions whether the level of each symptom was normal, slightly increased or clearly increased.[18] A decision-support system automatically forms an advice to start medication in case of an exacerbation. Before using this diary, patients have to attend two self-management sessions given by a nurse practitioner, to learn completing the daily diary. Patients are also educated in early

Figure 5: triage diary "Did you have more complaints than usual in the past 24 hours?"





recognition of exacerbations and in starting standardised treatment in case of an exacerbation. Previous research that used the paper version of this diary, showed that self-management of exacerbations incorporated in a self-management programme leads to less exacerbation days and lower costs.[18]

### Online exercise programme

Increasing exercise tolerance is among the most important goals of COPD treatment and physical therapy is used to achieve that goal, sometimes as a part of lung rehabilitation. These rehabilitation programmes prove to be effective, but are labour-intensive and their beneficial effects often deteriorate quickly.[19] By transferring part of the physiotherapeutic exercises to the home environment, without constant supervision, the need for healthcare professionals can be lowered. Moreover, it would enable more disease self-management of COPD patients, which in turn can improve health status, reduce hospitalisations and improve health-related quality of life.[20] Within the CoCo project, our web-based home exercise programme was developed to improve exercise capacity and muscle strength in patients with COPD. It is a clinical exercise protocol applied

in a telemedicine setting by means of a web portal. The web portal contains an exercise book with a description and video of all training exercises. Based on the history of the patient and disease severity, the patient's physiotherapist composes a personal exercise programme from these exercises on the web portal. The patient will use the personal exercise programme as a guideline and compliance with the exercises is monitored. The physical therapist will bear the responsibility to determine training intensity for all exercises. In this manner we can guarantee an optimal training for each individual COPD patient.

This online exercise programme can be used as an addition to the rehabilitation or physiotherapeutic programme, or as partial replacement, thereby possibly reducing costs.

### CoCo treatment programme

Previous studies already showed that exercise programmes at home can improve both short-term and long-term exercise tolerance.[21] Currently, we are investigating our web-based home exercise programme in the regular treatment of the local hospital (Medisch Spectrum Twente, Enschede) and associated physiotherapy practices. In this implementation research, the exercise programme

Figure 6: Online exercise programme on the web portal.

U bent ingelogd als: mevr. C. de Vries – patiënt – [ [uitloggen](#) ]

**Oefenschema's**

Bekijk wekschema

Selecteer een datum en dagdeel om deze te bekijken. De gekleurde dagdelen zijn dagdelen met een oefenschema.

09/01/2012 - 15/01/2012

	ma 09	di 10	wo 11	do 12	vr 13	za 14	zo 15
ochtend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
middag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
avond	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Oefenschema van zaterdagmiddag 14 januari 2012**

De oefeningen die dit dagdeel gedaan worden, zijn aangegeven met een gele achtergrond. Oefeningen die niet gedaan worden, hebben een oranje achtergrond.

- Ademhalingstechnieken
  - PLB (Pursed lips breathing)
  - Ademhaling voelen - Stand
- Thoraxmobilisatie
  - Draaien van de romp
- Ontspanning
- Functionele oefeningen
- Conditie

is extended to a complete programme called 'CoCo' (ConditionCoach). CoCo supports the treatment of COPD patients through active self-management and promotion of an active lifestyle. The healthcare professional can supervise from a distance.

The CoCo application is a technology-supported care service for self-management of COPD exacerbations and for promotion of an active lifestyle. The application consists of three modules: 1) activity monitoring and feedback, 2) online exercise programme (Figure 6) and 3) self-management of exacerbations by a triage diary. In addition, CoCo has a telemonitoring module for the patient and the involved professionals for monitoring the health status and progress of the patient, adjustment of the exercise programme, and where the patient can contact a healthcare professional.

To justify the implementation of the CoCo application in the regular treatment programme (on the long term) and to allow further scaling, evaluation of the deployment of the CoCo application is important. In a randomised controlled trial, we are currently investigating the use of the application, the application satisfaction, satisfaction of care and quality of care. The secondary aim of this study is to explore the clinical changes on the health status of the patient by the CoCo application in the regular treatment. Research showed that integrated care programmes with an interdisciplinary approach and emphasis on self-management maximise long-term patient outcome. [22,23] We therefore expect that the deployment of the application will have at least similar effects on the patient's health (compared to the regular treatment programme without using CoCo). The first results are expected late 2012.

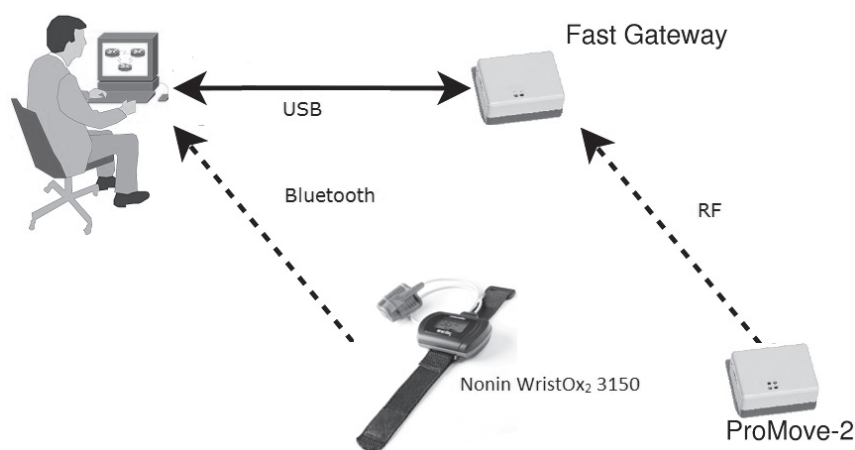
### Serious gaming

Serious gaming, i.e. using games for other purposes than entertainment, is gradually finding its way to rehabilitation programmes. The advantage for games in rehabilitation is the fact that the game provides a variation or addition to the regular therapy, which can have a positive effect on motivation.

Within the IS-ACTIVE project ([www.is-active.eu](http://www.is-active.eu)) the Orange Submarine game was developed. The game has one level, in which an orange submarine moves at a constant speed across an underwater landscape with hills at regular intervals. Air bubbles appear and continue to do so in a certain wave pattern. This pattern can be adapted to the exercise the patient has to perform. The goal of the game is to catch as many air bubbles by directing the submarine through them. The score is displayed in the upper right corner of the screen, together with pulse rate and oxygen saturation levels in real-time during game play. Thresholds for heart rate and saturation could be entered before game play and when the patient crosses these thresholds, the game stops and displays a warning message.

An accelerometer (ProMove-2 node, Inertia Technology) is used to control the orange submarine in the game. By moving the accelerometer up or down, the orange submarine moves in the corresponding direction. The node transmits data at 250 kbps through a 2.4 GHz wireless radio to the gateway, which in turn is connected through USB 2.0 to a computer. Oxygen saturation and heart rate are measured by the Nonin WristOx<sub>2</sub> 3150, which was worn around the wrist and connected to the computer through a secure wireless Bluetooth 2.0 connection. The accelerometer and pulseoximeter

Figure 7: Left: COPD patient performing exercise with the game, right: Schematic drawing of the pulse oximeter and the accelerometer connected to the computer.



are integrated in a dumbbell (see figure) for upper extremities exercises, or the node can be attached to the hip while the saturation is measured by a finger-clip sensor. The setup is shown schematically in Figure 7.

We tested the usability of the game with COPD patients, performing a squatting exercise, where the node was attached to the patient's hip. The game was positively received by the patients, and could provide a new fun way for performing physiotherapeutic exercises, either at home or as part of the regular treatment.

## Conclusions

The telemedicine applications we designed aim to solve current issues in COPD care and support its disease management. This involves the increase of self-management of the patient by self-treatment of exacerbations, coaching in daily life to improve activity behaviour, and exercising by gaming or an online exercise programme. In order to gain more insight in the patients well being, activity behaviour and symptoms can be monitored, by sensors or a triage diary. To improve communication, this and other relevant medical data is shared between the involved care professionals and the patient.

The designed applications show positive results in patient outcome and are in general positively received by patients and professionals. We therefore believe that our systems are promising by making healthcare more qualitative, efficient, effective and less costly, which is important for patients, healthcare professionals and healthcare insurance companies. Further scaling of these technologies in everyday care would be an important next step.

## References

1. Global Initiative for Chronic Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. <http://www.goldcopd.com>. Date last updated: December, 2009. Date last accessed: January, 2011.
2. Cooper CB. Airflow obstruction and exercise. *Respir Med* 2009; 103: 325-34
3. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M and Gosselink R. Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest* 2006; 129: 536-44
4. Spruit MA. Enhanced physiotherapy management of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis* 2005; 2: 117-9
5. Hoogendoorn EJI, Feenstra TL and Rutten-van Mólken MPMH. Inventarisatie van het gebruik en de kosten van zorg voor astma en COPD in Nederland. 2004, RIVM: Bilthoven.
6. Meystre S. The current state of telemonitoring: a comment on the literature. *Telemed J E Health* 2005; 11: 63-9
7. Pare G, Jaana M and Sicotte C. Systematic review of home telemonitoring for chronic diseases: the evidence base. *J Am Med Inform Assoc* 2007; 14: 269-77
8. Bouten CV, Verboeket-van de Venne WP, Westerterp KR, Verduin M and Janssen JD. Daily physical activity assessment: comparison between movement registration and doubly labeled water. *J Appl Physiol* 1996; 81: 1019-26
9. Bosch S, Marin-Perianu M, Marin-Perianu RS, Havinga PJM and Hermens HJ. Keep on moving! Activity monitoring and stimulation using wireless sensor networks. . In: Smart sensing and context: 4th European conference, EuroSSC, Guildford, United Kingdom, pp. 11-23, Lecture notes in computer science 5741. Springer Verlag. ISSN 0302-9743 2009;
10. Tabak M, Vollenbroek-Hutten MMR, van der Valk PDLPM, van der Palen JAM, Tönis TM and Hermens HJ, How do COPD patients distribute their daily activities?, in 2nd International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement, ICAMPAM 2011: Glasgow, United Kingdom.
11. Garcia-Aymerich J, Farrero E, Felez MA, Izquierdo J, Marrades RM and Anto JM. Risk factors of readmission to hospital for a COPD exacerbation: a prospective study. *Thorax* 2003; 58: 100-5
12. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P and Anto JM. Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population based cohort study. *Thorax* 2006; 61: 772-8
13. Yohannes AM, Baldwin RC and Connolly M. Mortality predictors in disabling chronic obstructive pulmonary disease in old age. *Age Ageing* 2002; 31: 137-40
14. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P and Anto JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive

- pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175: 458-63
15. van Weering MG, Vollenbroek-Hutten MM, Tonis TM and Hermens HJ. Daily physical activities in chronic lower back pain patients assessed with accelerometry. *Eur J Pain* 2008;
  16. Tabak M, Vollenbroek-Hutten MMR, van der Valk PDLPM, van der Palen JAM and Hermens HJ. Can we change the activity behaviour of patients with COPD using a telemedicine feedback intervention? *Eur respir J suppl* 2011; 38(Suppl.55): 545s
  17. op den Akker H, Moualed LS, Jones VM and Hermens HJ, A self-learning personalized feedback agent for motivating physical activity, in Proceedings of ISABEL 2011: the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, ISBN 978-1-4503-0913-4. 2011: Barcelona, Spain.
  18. Effing T, Kerstjens H, van der Valk P, Zielhuis G and van der Palen J. (Cost)-effectiveness of self-treatment of exacerbations on the severity of exacerbations in patients with COPD: the COPE II study. *Thorax* 2009; 64: 956-62
  19. Tjep BL. Disease Management of COPD With Pulmonary Rehabilitation. *Chest* 1997; 112: 1630-1656
  20. Bourbeau J & van der Palen J. Promoting effective self-management programmes to improve COPD. *Eur Respir J* 2009; 33: 461-3
  21. Effing T, Zielhuis G, Kerstjens H, van der Valk P and van der Palen J. Community based physiotherapeutic exercise in COPD self-management: a randomised controlled trial. *Respir Med* 2011; 105: 418-26
  22. Adams SG, Smith PK, Allan PF, Anzueto A, Pugh JA and Cornell JE. Systematic review of the chronic care model in chronic obstructive pulmonary disease prevention and management. *Arch Intern Med* 2007; 167: 551-61
  23. Braman SS & Lee DW. Primary care management of chronic obstructive pulmonary disease: an integrated goal-directed approach. *Curr Opin Pulm Med* 2010; 16: 83-8

### Authors

Monique Tabak, MSc <sup>1,2</sup>

Prof. Hermie J Hermens, PhD <sup>1,2</sup>

1 Roessingh Research and Development, Enschede, the Netherlands

2 Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, University of Twente, Enschede, the Netherlands

### Correspondence:

Monique Tabak,  
Roessingh Research and Development,  
Roessinghsbleekweg 33b,  
7522AH Enschede,  
The Netherlands  
E-mail: m.tabak@rrd.nl



# Onbegrensde geheugencapaciteit!

Ir. H.C. Bleijerveld

Onlangs kwam in het algemene nieuws dat het IBM gelukt is om digitale geheugens te maken die per cel uit slechts twaalf atomen bestaan.

Dat deed me onmiddellijk denken aan de stelling van Moore. Gordon Moore voorspelde in 1965 dat de geheugencapaciteit van geïntegreerde schakelingen (IC's) elke twee jaar zou verdubbelen. En dat doet me weer denken aan het sprookje over een schaakbord met op de velden 1, 2, 4, ..,  $2^{63}$  graankorrels.

Moore's voorspelling is tot nu toe redelijk uitgekomen: in de beginjaren zeventig was de capaciteit van "modale" geheugens zo'n 1024 bits per chip. Thans, veertig jaar later, is dat in de grootteorde van gigabytes (1 byte = 8 bits). Volgens Moore zou dat moeten zijn:  $1024 \times 2^{20} \text{ bit} = 2^{30} \text{ bit} = 2^{27} \text{ byte} \approx 0.13 \text{ GB}$ . Klopt aardig.

Velen menen dat de wet van Moore niet tot in het oneindige stand kan houden, want ooit zullen geheugenontwikkelaars vastlopen op de atoomafmetingen. Uit het bovenstaande volgt dat IBM deze fundamentele grens al aardig dicht nadert.

Qua toegankelijkheid zijn er twee soorten geheugens:

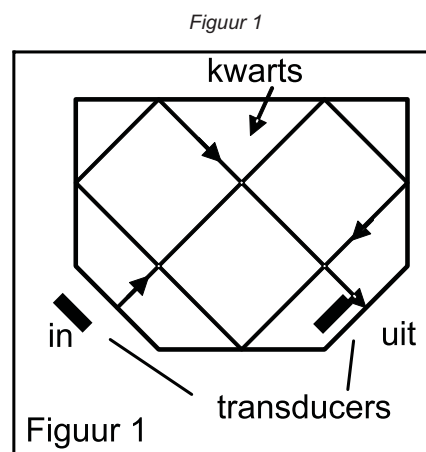
- RAM, afkorting van Random Access Memory. Willekeurige geheugencellen zijn elk moment toegankelijk. Elke geheugencel heeft zijn fysieke plaats.
- "Looptijdgeheugen", onder technici beter bekend als delay line memory. Zo'n geheugen heeft een in- en een uitgang. De uitgang is een vertraagde versie van de ingang. De vertragingstijd noemen we T. Een looptijdgeheugen bevat dus de informatie die de afgelopen tijd T op de ingang is aangeboden. De gebruiker slaat naar keuze nieuwe informatie in het geheugen op, of bewaart reeds opgeslagen informatie voor

langere tijd, door in- en uitgang van het looptijdgeheugen met elkaar door te verbinden.

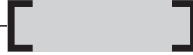
Elke analoge kleurentelevisie bevat een mechanisch looptijdgeheugen van 64  $\mu\text{sec}$ , op ingenieuze wijze gerealiseerd met kwarts en twee 'transducers' die een elektrisch in een mechanisch signaal omzetten en andersom. Figuur 1.

Fysieke eigenschappen van het gebruikte medium in een looptijdgeheugen beperken de geheugencapaciteit. Zo'n beperkende eigenschap is de maximale snelheid waarmee het medium signaalveranderingen kan bijhouden. Die snelheid kunnen we uitdrukken in het maximum aantal mogelijke onafhankelijke signaalwaarden per seconde dat nauw verwant is met de bandbreedte.

Genoemde beperking is niet aan de orde bij gebruik van vacuüm als medium, want de bandbreedte van vacuüm is oneindig groot. Een klein "stukje vacuüm" kan oneindig veel informatie bevatten!! Door in figuur 1 kwarts te vervangen door vacuüm en door gebruik van transducers die elektrische spanning in elektromagnetische golven omzetten en andersom, is de genoemde beperking opgeheven.



**Conclusie:** De afmetingen van atomen vormen geen fundamentele beperking voor de geheugen-capaciteit van looptijdgeheugens.



## Commentaar op "Onbegrensde geheugencapaciteit!" door ir.H.C. Bleijerveld

De auteur noemt 2 soorten geheugens, te weten het RAM-geheugen en het looptijdgeheugen. Het RAM-geheugen is natuurlijk een stuk praktischer voor toepassingen. Het woord zegt het al, het is willekeurig toegankelijk. Het looptijdgeheugen is dat niet, maar moet wachten tot de verlangde informatie langs komt. Bovendien, als het wordt uitgelezen, is de informatie geheel of gedeeltelijk uit het geheugen verdwenen. Kortom, geen erg aantrekkelijk en ruim toepasbaar geheugensysteem.

De opmerking van de auteur, dat in een televisie een looptijdgeheugen zit van 64  $\mu\text{sec}$ . is juist, maar gebeurt natuurlijk al lang niet meer met behulp van een kwartsblok, maar met een digitaal circuit.

Dan nu "des poedels kern": heeft "een klein stukje vacuüm" een oneindige geheugencapaciteit?

Dat is maar de vraag. Het hangt er maar van af hoe je er tegen aan kijkt. Het stukje vacuüm zelf wordt gekenmerkt door "niets", d.w.z. er zijn geen materiële beperkingen. Maar de informatie moet er wel ingebracht worden. De auteur merkt terecht op, dat je de informatie in het medium kunt krijgen door middel van transducers die de informatie omzetten in elektromagnetische golven en omgekeerd. Om verder het stukje vacuüm ruimtelijk beperkt te houden en de uitgang dicht bij de ingang terug te brengen, moet de em-golf worden gespiegeld, of anderszins van richting worden veranderd. Dat zal in het algemeen alleen kunnen door een bepaalde interactie met materialen. Ziedaar de beperkingen. Ten eerste zullen die transducers en spiegels van een bepaald materiaal gemaakt zijn, bijvoorbeeld halfgeleidend materiaal, wat zijn atomaire beperking geeft zoals door de auteur geschetst in zijn

inleiding. En de spiegels zullen verliezen veroorzaken, wat het aantal spiegelingen beperkt. Maar er is een nog fundamenteeler probleem. Wil je in de gegeven configuratie het geheugen groter maken, dan staan er twee wegen open:

- 1) de looptijd  $T$  groter maken;
- 2) de frequentie van de draaggolf verhogen.

Ad 1)

De looptijd vergroten betekent een beperking op twee manieren. Ten eerste wordt het device ruimtelijk oneindig groot of je moet oneindig aantal keren spiegelen (oneindig verlies), en ten tweede bestaat dan de kans dat je oneindig lang moet wachten tot de gewenste informatie langskomt. Beperkingen dus en geen oneindig groot geheugen.

Ad 2)

Bij een gegeven, vaste looptijd  $T$  kun je de geheugencapaciteit opvoeren door de frequentie van de draaggolf te verhogen. Bij een vaste  $T$  moet bij verhoging van de capaciteit de modulatiesnelheid omhoog, tenzij je nog ruimte hebt om over te gaan op efficiëntere modulatie, maar daar kun je ook niet tot in het oneindige mee doorgaan. Maar modulatiesnelheid opvoeren, betekent automatisch een groter beslag op het frequentiedomein. Dit is nodig om te voldoen aan de onzekerheidsrelatie, die zegt dat het product van "duur" in tijd-en frequentiedomein van een signaal niet kleiner kan zijn dan een bepaalde waarde. D.w.z. bij een vaste, eindige looptijd is de geheugencapaciteit beperkt, ervan uitgaande dat je de frequentie niet eindeloos kunt opvoeren.

De conclusie: "De afmetingen van atomen vormen geen fundamentele beperkingen voor de geheugencapaciteit van looptijdgeheugens" vind ik dus, op basis van wat hierboven is gezegd, nogal een bonte uitspraak. Dat zou alleen maar gelden als je alleen maar kijkt naar het stukje vacuüm en voorbijgaat aan de atomaire interactie die de em-golven

noodzakelijk moeten hebben met de materialen van de transducers en de spiegels. Ook de modulatie zorgt voor beperking.

Wim van Etten  
8 april 2012



# Europe's Premier Microwave, RF, Wireless and Radar Event



**EUROPEAN  
MICROWAVE  
WEEK**  
RAI Amsterdam  
28 October – 2 November 2012  
[www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)

*Space for Microwaves*

## THE EXHIBITION (29th – 31st October 2012)

Pivotal to the week is the European Microwave Exhibition, which offers YOU the opportunity to see, first hand, the latest technological developments from global leaders in microwave technology, complemented by demonstrations and industrial workshops. Registration to the Exhibition is FREE!

**VISITORS** - Register as an Exhibition Visitor online at [www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)

- Entrance to the Exhibition is FREE

## THE CONFERENCES

Don't miss Europe's premier microwave conference event. The 2012 week consists of three conferences and associated workshops:

- European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC)  
29th - 30th October 2012
- European Microwave Conference (EuMC)  
29th October - 1st November 2012
- European Radar Conference (EuRAD)  
31st October - 2nd November 2012
- Plus, Workshops and Short Courses (From 28th October 2012)

**DELEGATES** - Register for the conference online at [www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)

## CONFERENCE PRICES

There are TWO different rates available for the EuMW conferences:

- ADVANCE DISCOUNTED RATE – for all registrations made online before 27th September
- STANDARD RATE – for all registrations made online after 27th September and onsite

For complete conference pricing please visit [www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)  
Online registration is open now, up to and during the event until 2nd November 2012.



**EuMA**  
European Microwave Association

Official Publication:  
**Microwave  
Journal**

Organised by:  
**h horizon  
house**

Supported by:  
**IET**  
The Institution of  
Engineering and Technology

Co-sponsored by:  
**MTT-S**

Co-sponsored by:  
**IEEE**

**EuRAD**  
2012

The 9th European Radar Conference

Co-sponsored by:



**42<sup>ND</sup> EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 2012**

The 42nd European Microwave Conference

Co-sponsored by:



**EuMIC**  
2012

The 7th European Microwave Integrated Circuits Conference

Co-sponsored by:



Register Online now as a delegate or visitor at

**[www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)**