



Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC (www.nioc.nl) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website www.nioc.nl ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op www.nioc2025.nl voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden_nieuwsbrief

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga kennisbank@nioc.nl.

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

De toepassing van een draadloze sensornetwerk in de zorg - een gezamenlijk onderzoek door wo en hbo-studenten



Ben Kröse

Christian Gibson, Hogeschool van Amsterdam
Ben Kröse, Hogeschool van Amsterdam en
Universiteit van Amsterdam
Bart Naus, Hogeschool van Amsterdam
Wijnand Paling, Hogeschool van Amsterdam
Tim van Kasteren, Universiteit van Amsterdam

Samenvatting

Het CAREnet project is een activiteit van het lectoraat 'Digital Life' van het Instituut voor Information Engineering in Almere en wordt uitgevoerd onder de gezamenlijke paraplu van de UvA en de HvA. De opzet is om de woonomgeving van bejaarden en hulpbehoevenden te monitoren met behulp van een sensornetwerk. Het eerste deelproject, dat in juni 2007 afliep, beperkt zich tot het selecteren van de hardware en het installeren van het netwerk. Dit traject van het project is gericht op verwerven van de nodige technische knowhow en het onderzoeken van de mogelijkheden om informatie te creëren uit de signalen die door het netwerk geleverd worden. Het einddoel is tenslotte om dagelijkse activiteiten van huisbewoners (zgn. activities of daily life-ADL's) te herkennen uit combinaties van sensorsignalen en om patronen in deze activiteiten vast te leggen.

Keywords:

sensoren, draadloze netwerk, smart homes, zorg, monitoren, ambient intelligence, aging in place, activities of daily life.



Aula van de Universiteit van Amsterdam

Inleiding

Gedurende de afgelopen decennia is kunstmatige intelligentie verhuisd van de mainframe, via de personal computer, tot de computerchip waarmee steeds meer huishoudsapparatuur tegenwoordig wordt uitgerust. De toename van de implementatie van intelligentie in consumentenapparatuur leidt ook tot een nieuwe rol voor ICT technologie in de samenleving. Wij constateren dat ICT niet slechts benut wordt als tool voor de informatieverwerking maar dat het ook zelf een consumentenproduct aan het worden is.

Binnen het bedrijfsleven heeft ICT al decennia lang een onmisbare bijdrage geleverd tot het ordenen en het beheersen van grote hoeveelheden gegevens. Aanvankelijk lag de grootste behoefte aan het vastleggen van transacties.

Gedurende de laatste jaren is er echter steeds meer belangstelling geworden voor intelligente systemen, die waardevolle informatie kunnen produceren uit de ontstane gegevensverzamelingen. Patroonherkenning en datamining hebben bijv. geleid tot knowledge discovery (KDD).

Deze laatste ontwikkeling is kenmerkend geweest voor de 90'er jaren. Pas tegen het einde van de vorige eeuw is echter de toename van ICT-technologie in consumentenapparatuur goed doorgedrongen. Digitale fotografie, laptops, PDA's, GPS voertuignavigatie- en volgsystemen, intelligente telefoons e.d. zijn tegenwoordig vrijwel onmisbare onderdelen van onze dagelijkse leven geworden. Deze technologische vooruitgang in de apparatuur is ook gepaard gegaan met de voortschrij-

dende ontwikkeling van draadloze netwerktechnologie. De laatste jaren spreken we ook wel van 'Ambient Intelligence'.

Er zijn talrijke mogelijkheden voor toepassing van deze nieuwe technologie. Er bestaat zelfs tegenwoordig een patent (VS patentnr. 6199239) voor een tandenborstel, voorzien van een intelligente muzieklip, die gebruikers hiernert om hun tanden te poetsen.

Onderzoekers van het Instituut voor Information Engineering in Almere (IIE) menen echter dat er ook nuttiger toepassingen van ambient intelligence denkbaar zijn. Zij ervaren het gebrekkige overdragen van kennis vanuit het hogesonderwijs naar het MKB als een rem op de produktontwikkeling. De kenniskring van het IIE wil daarom verandering hierin zien te brengen door een bundeling van krachten. (Kröse, 2004).

Studenten van de UvA en de HvA werken in dit kader gezamenlijk om toepassingen van ICT technologie in de zorgsector nader te onderzoeken en om hun bevindingen onder de aandacht te brengen van bedrijven en andere organisaties die de technologie zouden kunnen exploiteren.

Een van deze projecten is het CAREnet project, gericht op de toepassing van draadloze sensornetwerken in een zorgomgeving. Het eerste traject wordt in deze paper beschreven. Een belangrijke motivatie voor het project is de wens om in bescheiden mate een bijdrage te kunnen leveren aan het beteugelen van de voorziene stijging van zorgkosten.

In sectie 2 beschrijven wij de achtergrond van het onderzoeksproject. Wij laten in het kort zien hoe de kosten in de zorgsector gedurende de afgelopen jaren zijn gestegen. Wij geven ook aan hoe wij denken de zorgtaken te kunnen ondersteunen door het monitoren van activiteiten of daily living in een zorgomgeving. In sectie 3 beschrijven wij het testnetwerk dat hbo-studenten Naus en Paling hebben ontworpen en in een academisch verpleeghuis hebben geïnstalleerd. In sectie 4 presenteren wij de resultaten van dit eerste traject van het onderzoek.

De kosten van de vergrijzing

Met het oog op het beteugelen van de stijgende zorgkosten heeft één van de kenniskringleden van het IIE in september 2006 contact gezocht met de Vivium zorggroep. Naast thuiszorg en dagactiviteiten exploiteert Vivium een 11-tal zorginstellingen in de regio Gooi-noord en de noordelijke Vechtstreek.

Wij zijn in overleg getreden met één van deze instellingen - het academische verpleeghuis, Naarderheem. Met directeur Marco Wisse is er gekozen om in eerste instantie een experimenteel sensornetwerk te ontwerpen en installeren in de psychogeriatrische afdeling. De projectnaam CARE werd gekozen. De acronym staat voor: 'Context Awareness in Residences for Elders'.

De centrale onderzoeksvraag luidde: *'How can autonomous sensor network systems be used to identify and monitor activities of daily living in ways which will be supportive to care workers?'*

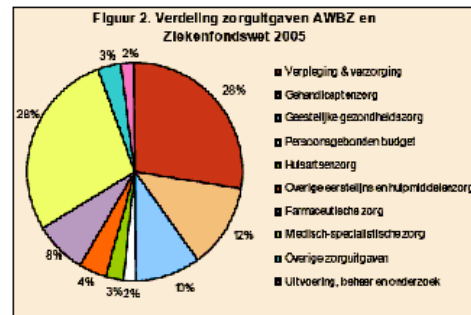
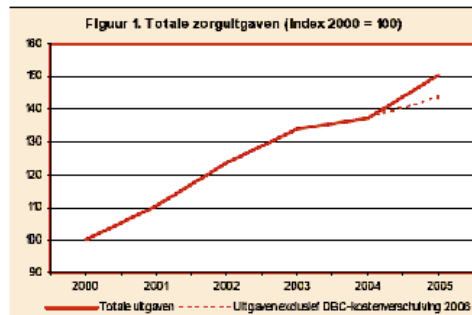
Van deze hoofdvraag kunnen wij gelijk de vraag stellen wat wij onder 'supportive' verstaan. Het project ging, met name, om het beperken van de verwachte toename in zorgkosten, die door de bevolkingsvergroeiing voor de deur staat.

Een belangrijk deel van deze vergrijzingskosten zal vermoedelijk ontstaan door de kosten van nieuwe bedden in verzorghuizen en verpleeg-

huizen, die nodig worden door de toename van het aantal hulpbehoevende ouderen. Iedere uur minder die medewerkers moeten besteden aan het monitoren van activiteiten van patiënten in de verzorghuizen en verpleeghuizen is winst. Een sensornetwerk zou hier dienst kunnen doen door bijvoorbeeld beweging van dwalende geriatrische patiënten te signaleren. Wanneer dit netwerk ook in staat zou zijn urgentiesituaties op te sporen

Uitgaven 1 = € 1 mln.							Mutatie in %	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	'04-'05	'00-'05
Preventie en gezondheidsbevordering	293,8	323,4	344,2	178,1	182,8	183,6	0,4	-9,0
Huisartsenzorg	768,8	815,4	959,0	1.048,5	1.043,0	1.053,4	1,0	6,5
Paramedische zorg	449,8	498,7	532,4	560,4	256,5	291,6	13,7	-8,3
Mondzorg	330,2	355,1	419,5	429,9	295,2	312,4	5,8	-1,1
Verloskundige zorg	69,4	79,8	89,3	87,6	83,7	84,1	0,4	3,9
Kraamzorg	161,3	178,0	196,0	208,0	195,2	187,7	-3,8	3,1
Ziekenvervoer	268,7	296,9	345,4	362,2	328,3	339,0	3,3	4,8
Medisch specialistische zorg *	7.082,7	7.838,9	8.807,5	9.226,6	9.753,5	11.836,9	21,4	10,8
Farmaceutische zorg	2.418,6	2.678,6	2.893,6	3.077,0	3.007,9	3.179,4	5,7	5,6
Hulpmiddelenzorg	560,3	610,0	701,6	778,0	794,3	832,4	4,8	8,2
Initiatiefruimte	8,3	19,3	44,7	56,8	71,3	101,7	42,7	
Internationale zorg	152,7	184,5	203,4	278,0	301,4	391,2	29,8	20,7
Geestelijke gezondheidszorg	2.679,9	2.833,3	3.187,9	3.478,8	3.771,0	4.022,2	6,7	8,5
Verpleging en verzorging	8.067,9	8.856,8	9.904,6	10.927,7	11.242,0	11.427,8	1,7	7,2
Gehandicaptenzorg	3.254,2	3.574,5	4.127,9	4.559,8	4.836,4	5.136,5	6,2	9,6
Persoonsgebonden budget	160,3	249,0	413,5	653,2	721,7	859,3	19,1	39,9
Uitvoering, beheer & onderzoek	606,2	699,7	692,1	727,3	767,7	827,0	7,7	6,4
Overige diverse uitgaven	265,6	304,0	257,0	265,8	256,8	409,5	59,5	9,0
Totale uitgaven	27.598,8	30.395,8	31.119,6	36.303,9	37.908,6	41.476,4	9,3	8,3
Totale uitgaven excl. DBC kosten 2006	27.598,8	29.395,8	29.119,6	26.303,9	27.908,6	29.675,4	4,3	7,5

*NB: betreft alle medisch specialistische zorg in ziekenhuizen en andere curatieve zorginstellingen



[1] Zorgkosten berekening van CvZ

en signaleren is de ondersteunende waarde evident. Dit is dan ook in eerste instantie de betekenis van 'supportive' in onze kernvraag.

Eén andere belangrijke winstpost moet echter gezocht worden in het zorgen dat ouderen langer zelfstandig kunnen blijven. In de literatuur is hier veel over geschreven onder het samenvattende begrip 'Aging in Place' (Lawler, 2001).

Aging in Place is een doel dat velen - vooral de ouderen zelf - voor ogen hebben. Degenen die de ervaring al kennen van het plaatsen van een ouder, die niet meer adequaat voor zichzelf kan zorgen, in een verzorghuis, weten hoe traumatisch dit kan verlopen.

Hoe dringend zal de verwachte stijging van zorgkosten worden voor de samenleving? Het antwoord hierop kan in één woord gegeven worden: dramatisch!

De zorgkosten zijn nl. in een tijdsbestek van slechts vijf jaar met maar liefst 50 procent gestegen. Dat blijkt uit berekeningen van het College voor Zorgverzekeringen (CvZ) [1]. De kosten voor de Ziekenfondswet en de Algemene Wet Bijzondere Ziektekosten (AWBZ) stegen in de periode 2000-2005 van 27,6 miljard naar 41,5 miljard euro. Dit komt neer op een gemiddelde stijging per jaar van 8,5 procent.

Deze kostenstijging is echter achter de rug. Zullen de kosten zo blijven stijgen? Dat zit er dik in. Over slechts twee jaar tijd (2009) in Nederland zullen de 40-plussers in een meerderheid zijn. Het aantal economisch

actieven zal blijven dalen. Deze demografisch trends zijn duidelijk in kaart gebracht (Page et al. 2004). De vergrijzing zal over ruim dertig jaar haar hoogtepunt bereiken. Tussen nu en 2038 zal het aantal 65-plussers toenemen van 2,4 naar 4,3 miljoen. Een kwart van de 17 miljoen Nederlanders is dan 65 jaar of ouder. In dit kader zoeken wij naar mogelijkheden om 'Aging in Place' te kunnen prolongeren.

Bestaand onderzoek

De mogelijkheden om Aging in Place te kunnen prolongeren door middel van het monitoren van ouderen met behulp van een sensor



Aula van de Universiteit van Amsterdam

netwerk zijn al onderzocht (Wilson, 2005). Zijn benadering hield in het monitoren van zogenaamde 'activities of daily life' (ADL's). Deze activiteiten zijn in kaart gebracht (Katz, 1963). Tegenwoordig is het meten van deze activiteiten een belangrijke controle-instrument geworden in de verpleegkunde. Wilson tabuleert de activiteiten [2] in rangorde van:

- ♦ belangrijkheid,
- ♦ moeilijkheidsgraad van het monitoren en
- ♦ de tien meest bruikbare activiteiten

² Wilson's rangschikking van ADL's

Very Important to Know	Moeilijkheidsgraad om te monitoren	Top Tien
Falling 99%	Taking medication 11%	Taking medication
Taking medication 93%	Eating/nutrition 10%	Falling
Eating/nutrition 84%	Falling 10%	Eating/nutrition
Toileting 82%	Socializing 9%	Toileting
Bathing 80%	Getting out of bed 7%	Getting out of bed
Getting out of bed 78%	Cooking 4%	Bathing
Grooming/hygiene 74%	Toileting 4%	Cooking
Dressing 68%	Bathing 3%	Socializing
Cooking 61%	Grooming/hygiene 3%	Grooming/hygiene
Leaving the house 56%	Dressing 3%	Dressing

Het monitoren van ADL's

Wij denken in de woonomgeving van hulp-behoevenden de ADL's te kunnen monitoren met behulp van een draadloos sensornetwerk. Teneinde de kosten te beperken en uit privacy-overweging is gekozen om het netwerkopstelling in dit traject te beperken tot eenvoudige (reedswitch) sensoren. Met deze sensoren is het mogelijk om het openen en sluiten van deuren, kasten en vensters te detecteren. In principe moeten ook lichtsluissensoren in

het geplande netwerk een rol kunnen spelen om bewegingen te detecteren, maar deze zijn nog niet in dit traject getest. Cameratoezicht is door ons uitgesloten. Wij menen dat cameratoezicht in een privéwoonomgeving een onacceptabele intrusie in het dagelijkse leven vormt. Bovendien is de state of the art van het analyseren van beelden door autonome systemen onvoldoende ontwikkeld om praktisch toepasbaar te zijn voor onze doelen.

Afwijkingen in het patroon van dagelijkse activiteiten kunnen eventuele aanwijzing zijn van een achteruitgang in de fysieke of cognitieve toestand van de bewoner. Indien het mogelijk wordt om een combinatie van eenvoudige sensorimpulsen te koppelen aan een bepaalde ADL dan kan een sensornetwerk een effectieve tool zijn voor het monitoren. Vanaf januari t/m juni 2007 hebben IIE studenten Naus en Paling gewerkt aan het eerste traject van het onderzoek. Tijdens deze

periode hebben zij mogelijkheden onderzocht van het samenstellen van een draadloos sensornetwerk.

Het testnetwerk

Een van de eerste activiteiten die Naus en Paling moesten ondernemen betrof de hardwareselectie. Het concept behelst een draadloos sensornetwerk bestaande uit intelligente nodes waaraan één of meerdere sensoren verbonden kunnen worden.

Eén probleem dat zich meteen voordoet in dit concept is het feit dat intelligente circuits en draadloze verbindingen stroom nodig hebben. Het verbinden van de afzonderlijke nodes aan een stroomvoorziening is een praktisch probleem. Hoe meer intelligentie er aanwezig is en hoe meer draadloze verbindingen er in het netwerk zijn, hoe problematischer de installatie wordt. Er is daarom gezocht naar netwerknodes die zich met de lowpower Zigbee protocol in de firmware worden geprogrammeerd.

De studenten hebben producten van verschillende fabrikanten onderzocht. Al gauw bleek dat de Zigbee protocol nog niet echt volwassen is geworden. Meerdere netwerk hardware fabrikanten bieden een draadloze netwerk aan voorzien van een eigen versie van de Zigbee standaard. Bovendien bleken andere netwerkprotocols in ontwikkeling te zijn die een aanzienlijk geringer stroomverbruik vergen dan netwerken gebaseerd op de Zigbee standaarden.

Er is ten slotte een lijst van 14 criteria³ opgesteld om de selectie van de hardware te

bepalen. Aan de hand hiervan is er gekozen voor een Cirronet DM1810 mesh netwerk, dat met ondersteuning geleverd werd door Innovating uit Almere.

De batterijduur was o.a. een belangrijk criterium. Hoe meer intelligentie en hoe meer verbindingen men in het netwerk wil verwerken, hoe hoger het stroomverbruik. Aangezien het netwerk moest geïnstalleerd kunnen worden in een woonomgeving zou het nogal ingrijpend kunnen zijn om de individuele netwerknodes aan het stroomnet te verbinden. De nodes moesten daarom lokale stroom van kleine batterijtjes betrekken. Om stroomverbruik te beperken mochten de netwerknodes geen continu radiosignaal verzenden. Dit vereiste een protocol dat zorgt voor het wekken van de processor en het verzenden een signaal bij het ontvangen van een sensorimpuls.

Ofschoon het testnetwerk slechts uit enkele tientallen nodes zou worden samengesteld, moest dit ook als een prototype dienen van een veel grotere netwerk, bestaande uit enkele honderden nodes.

Om een dergelijke netwerk onderhoudbaar te maken moest de gemiddelde batterijduur lang genoeg zijn om frequente verwisseling van batterijen te voorkomen. Bovendien moest een netwerknode zelf kunnen signaleren zodra de batterijsterkte onder een bepaald niveau daalde.

Er is gekozen voor de DM1800 Cirronet meshnetwerk hardware van RFM. Het netwerk bestaat uit perifere nodes, router nodes en een gateway node.

Requirement	Omschrijving
1. Non destructive	De sensoren en de nodes moeten kunnen worden geïnstalleerd en verwijderd zonder schade achter te laten aan het object.
2. Non intrusive	De bewoners en verzorgers van Naarderheem mogen nooit hinder van het sensornetwerk ondervinden.
3. Aansluiten sensoren op nodes	<ul style="list-style-type: none"> • Elke sensor functioneert als een maak- of verbreek contact, binair 1 of 0. • De sensoren zullen met een kabel aan de node worden aangesloten. • Per node moeten er 2 digitale ingangen aanwezig zijn voor het aansluiten van de sensoren, ieder met een eigen SensorID.
4. Slim zenden	Om de batterijduur te verlengen moet een node alleen zenden bij een verandering van sensorimpuls. Ook moet er per sensor een vertraging instelbaar zijn.
5. Data die de nodes moeten verzenden.	Het pakketje dat de node verstuurd moet in ieder geval de volgende gegevens bevatten: <ul style="list-style-type: none"> • SensorID • Batterijsterkte (op aanvraag) • Type event; aan of uit, 1 of 0
6. Performance	Het signaal moet gemiddeld binnen 1 seconde van de sensor bij de gateway komen, pieken van 5 seconden maximaal.
7. Bereik	Elke node moet binnenshuis een bereik van minimaal 10 meter halen.
8. Batterijduur	De batterij van de node moet minimaal 1 jaar meegaan.
9. Redundant transport	Er mogen geen pakketjes verloren gaan tijdens de verzending van een node naar de gateway.
10. Interface gateway	De gateway moet worden voorzien van een interface om met het netwerk te kunnen communiceren.
11. Software gateway	Op de gateway moet software aanwezig zijn die de binnengekomen datastroom ontleedt, een tijdstempel toevoegt en wegschrijft.
12. Gegevens opslaan in database	De gegevens die op de gateway binnengekomen moeten worden opgeslagen in een database (SQL). Deze zijn: <ul style="list-style-type: none"> • SensorID • Type event • Tijd en datum event
13. Data beschikbaar in database.	De volgende gegevens zijn per SensorID beschikbaar in de database: <ul style="list-style-type: none"> • Locatie sensor • Type sensor / object waar sensor mee is verbonden.
14. Internetverbinding gateway	De gateway moet voorzien worden van een internet verbinding die niet afhankelijk is van locatie. Bijvoorbeeld via UMTS.

[3] Selectiecriteria voor sensornetwerk hardware

Desktest

Iedere node van het netwerk bestaat uit een centrale verwerkingseenheid met geheugen, I/O porten en draadloze zend/ontvang component. In de gekozen opstelling zijn de taken van de gateway node beperkt tot het registreren en opslaan van sensorimpulsen die over het netwerk ontvangen worden. In een toekomstige situatie kan de gateway ook van enige mate van intelligentie worden voorzien. De gateway staat verbonden met een desktop computer voorzien van Windows Server 2003 SP2 software. De verbinding met de server vindt fysiek plaats met behulp van een onderbord voorzien van een USB-connector.

Voor het vastleggen van de sensorgegevens is er een applicatie geprogrammeerd in VB.NET 2005 welke de binnekomende sensorsignalen opslaat in een MySQL database. De applicatie communiceert met de RFM base-node door middel van de door RFM geleverde API. De applicatie vangt alle sensor signalen op en schrijft deze met een tijdstempel weg in de database. De database is zo geconfigureerd dat deze van buitenaf toegankelijk is zodat er van elke locatie direct toegang tot alle/real-time data kan worden verkregen via het internet. Om het systeem te kunnen installeren op meerdere locaties werd de internetverbinding

gerealiseerd met behulp van een HSDPA USB-modem. De snelheid van HSDPA komt ongeveer overeen met een kabel- of een ADSL-verbinding. In feite is HSDPA een nieuwe versie van de bestaande UMTS standaard. Over deze verbinding werd een VPN tunnel opgezet teneinde de gateway toegankelijk te maken voor onderzoekers op andere locaties, die de sensorsignalen willen opvangen en verwerken.

Live test

Nadat wij erin geslaagd zijn om het desktest netwerk werkend te krijgen hebben wij deze in een live omgeving in het verpleeghuis geïnstalleerd. Het probleem van de stroomvoorziening van de nodes is al genoemd. In de live opstelling bleek dat de individuele nodes een zendbereik van ca. 60 meter behaalde binnen het gebouw. Hierdoor is het mogelijk geworden om een sterconfiguratie te gebruiken, waarbij iedere node in directe verbinding stond met de gateway node. Het stroomverbruik van deze configuratie zal minder zijn geweest dan in een standaard meshconfiguratie waarin de signalen over enkele tussenodes worden doorgegeven voordat zij de gateway bereiken.

Conclusies

Dit eerste traject heeft nog geen antwoord kunnen leveren op de vraag hoe draadloze sensornetwerken kunnen worden benut om de taken van zorgmedewerkers te ondersteunen. Het laat ons echter wel zien dat het mogelijk is om met een sensornetwerk de bewegingen en overige activiteiten in een zorgomgeving te kunnen monitoren. Het laat

ook zien dat de praktische problemen zoals het stroomverbruik van de netwerknodes en het bereik van het netwerk met de gekozen RFM protocol hanteerbaar zijn. De overbruggingsafstand tussen de draadloze nodes binnen een normaal gebouw is groot genoeg om een sternetwerkopstelling te gebruiken, hetgeen minder signaalverkeer en minder stroomverbruik zou moeten vergen dan een mesh netwerk configuratie. De onderzoekers concluderen dat met dit eerste traject er voldoende basis is gelegd om een vervolgetraject in een aanleunwoning bij het verpleegcomplex voort te zetten.

Referenties

- B.J.A. Kröse**, Digital life: de toegevoegde waarde van ICT in onze leefomgeving. Intreerede Hogeschool van Amsterdam. april 2005 (HUwww.digitallifecentre.nl/publicatiesUH).
- K. Lawler**, Ageing in Place. Joint Center for Housing Studies, Harvard University, oktober 2001 (HUhttp://www.jchs.harvard.edu/publications/seniors/lawler_w01-13.pdfUH).
- Page, Jacobs et al. Vergrijzing. Uitgave VWK, 2004 (HUhttp://www.kvab.be/downloads/Standpunten2.pdfUH).
- D.H. Wilson**, Assistive Intelligent Environments for Automatic Health Monitoring, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, september 2005 (HUhttp://www.cs.cmu.edu/~dwilson/papers/thesis.pdfUH).
- Sidney Katz, Amasa B. Ford, Roland W. Moskowitz, Beverly A. Jackson and Marjorie W. Jaffe**, Studies of Illness in the Aged, Journal of the American Medical Association, September 1963.