

グループホームにおけるあたたかい介護のためのインタラクション

三浦元喜^{†1} 伊藤禎宣^{†2} 杉原太郎^{†1}
高塚亮三^{†1} 國藤進^{†1}

我々はグループホームにおける認知症をもつ高齢者が、より質の高い介護を受けられることを最終目的とし、グループホームにセンサ類を組み込むことにより介護者の気付きを支援するシステムを構築してきた。本発表では、そのなかでも特に RFID 技術を利用した足マットシステムの設計・構築・運用について言及する。そのうえで、グループホームという特殊な環境におけるシステムやインタラクションのあり方について議論する。

Interaction for Caregivers in Dementia Care Group Home

MOTOKI MIURA,^{†1} SADANORI ITOU,^{†2} TARO SUGIHARA,^{†1}
RYOZO TAKATSUKA^{†1} and SUSUMU KUNIFUJI^{†1}

In Japan, a group home becomes popular as a care service facility for elderly persons who suffer from dementia. The caregivers working in the group home must always pay attention to such persons. We have developed a flexible RFID (Radio Frequency Identification) antenna mat system to assist caregivers in a group home. In this article, we present the design, implementation of the system, and lessons learned from an operation. Besides, we argue that the interactions among caregivers, elderly persons with dementia, and the system.

1. はじめに

日本は先進国のなかでも急速に高齢化が進んでいる国の1つである。推計によると、2055年には平均寿命が男性で83歳、女性で90歳になるといわれている¹⁾。また高齢化に伴って、認知症をもつ高齢者数の割合も、現在のおよそ200万人(人口の約1.5%)からさらに増加することが予想される。認知症をもつ高齢者に対する介護の必要性が高まるにつれて、認知症高齢者対応型のグループホームが増加してきた。認知症高齢者対応型のグループホーム(以下、認知症対応グループホーム)は比較的小規模な介護老人福祉施設であり、普段の家庭に近い環境のなかで、できる家事を分担しながら生活を行うことで、認知症の急激な進行を抑えられるという利点がある。また認知症対応グ

ループホームは小規模であることから、入居者個人の特性や性格にあわせてきめ細やかな介護を行えるという利点がある。しかし小規模であるかわりに介護士の人数が少なく、特に夜間は介護士一人が6~9名の入居者に対応する必要があるなど、精神的にも肉体的にも高負担となっている。

グループホームにおける介護者を支援し、その結果として介護の質を向上させることを目的として、我々は介護者の負担を計算機およびセンサ技術を活用して軽減することを試みてきた。そのなかでも、特に個々の入居者を識別できることがきめ細やかな介護の支援につながると考え、我々はRFID(Radio Frequency Identification)技術を用いたセンサシステムを構築した。本稿では、我々が構築したセンサとそれを用いたシステムの設計方針、想定する利用法、適用範囲について言及したのち、実際のグループホームにおけるシステム導入と運用の状況について報告する。

2. アウェアグループホームにおけるRFIDマットシステムの位置付け

我々が属する研究グループでは、上記の考え方に基づくスマートグループホームを「アウェアグループホーム」と名付け、ユビキタスセンサ技術を活用した介護

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
^{†2} 東京農工大学 大学院工学研究部 情報工学専攻 ユビキタス&ユニバーサル情報環境専修
Course of Ubiquitous and Universal Information Environment, Department of Computer and Information Sciences, Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

支援のシステムとアプリケーションを研究開発してきた。カメラによる見守りを支援するシステムについては中川ら²⁾が構築・運用を行った結果、状況確認が行いやすくなったことで適切な介護行動につながったと報告している。また金井ら³⁾は、大学内のグループホームを想定した実験設備(アウェアリウム: AwareRium)において3次元位置計測を可能とする超音波センサやアクティブRFIDリーダ、および感圧センサ等を組み込み、実験と検証を行ってきた。

中川らのシステムは、介護者の目がゆきとどく場所を拡張するという点では有効であるが、介護者が主体的にモニタに意識を向けて状況を読み取る必要がある点は改善が必要であると考えられる。そのためシステム側である程度の状況を認識できることが望ましい。その手段として先進的なセンサを導入することはグループホームを拡張する手段として有効ではある。しかし実際のグループホームは一般の住宅を改造して運用されている場合もあり、その場合には上記のセンサを事後導入するのは障壁となる。

高塚ら⁴⁾は、介護における人間中心のケア(Person-centered Care)の重要性を指摘している。人間中心のケアにおいては、入居者個人の内的世界を理解すべく深く思いを馳せ、物語を書き綴りながら個別的な感情を推論していくことが求められると谈及している。そのため我々は、人間中心のケアを推し進めていくうえで、入居者個人に着目することが必要であると考え、個人識別可能としながらも、事後導入を可能とするRFID足マットシステムを構築した。

3. RFID足マットシステム

3.1 方針と設計

前章で述べたように、個人を識別しつつ、行動の状況を介護者にフィードバックできることがシステムの必須要件である。その上で、事後導入のしやすさや、運用のしやすさを考慮し、我々はスリッパにパッシブRFIDタグを埋め込み、環境側にRFIDリーダを設ける方式を採用した。

パッシブRFIDは、アクティブRFIDに比べ、アンテナから認識できる距離に制限がある。そのため神田ら⁵⁾は、科学館における来場者の移動軌跡を取得する方式としてアクティブRFIDを用いている。ただしグループホームにおいては長期的な運用を考慮する必要があり、電源交換が必要なデバイスは介護者に余計な負担をかけてしまう恐れがある。そのため我々はパッシブRFIDを採用した。また入居者の服へのデバイス装着は電源交換と同様、介護者の負担となるた

め、入居者が普段使用しているスリッパにタグを埋め込み、それを床に置いたRFIDマットアンテナとリーダによって読み取る方式とした。

グループホームは共同生活のため、共用スペースにおいてはスリッパを履く機会が多い。スリッパは各入居者が自分の所有物としての感覚を持ち管理するため、失くしてしまう状況はほとんどない。また色や柄で区別できる場合には、他者のスリッパと混同して使用することもまれである。パッシブ型のRFIDタグは薄型のシート状やカードタイプのもを用いれば、スリッパ内部に埋め込んでも違和感はほとんどない。また万が一紛失しても、パッシブRFIDタグの価格は安価であるためあまり問題にはならない。前述したようにパッシブRFIDは電源不要で半永久的に使えるため、スリッパを使用している限りにおいてメンテナンス不要であることもグループホームでの利用において好都合である。

上記の方式によって、スリッパを履いた入居者がRFIDマットアンテナが置いてある場所に入ったときと離れたときの時刻が、スリッパを所有する入居者に紐付けて取得できる。複数枚のマットを並べて配置すれば、どの方向に移動しているかといった情報も読み取ることができる。

3.2 期待する効果

本システムにより期待されるメリットとして、以下の3つがあげられる。

- (1) [個に応じた通知] 入居者によって認知症の進行度合いは様々であるため、介護者は入居者に応じた対応を行っている。本システムを用いると、介護者は入居者個人に応じた通知を受けとることができる。そのため意識的に状況を把握する回数を減らすことができ、精神的なゆとりを入居者個人の理解に向けることが可能となる。
- (2) [生活リズムの把握] 入居者の生活リズムは様々である。本システムを用いると、入居者別に時間毎の行動量を記録できる。介護者は個々の入居者の生活リズムを詳細に把握することができ、介護における意思決定に反映することができる。
- (3) [長期的な変遷] 介護者は日々の介護に注力しているため、長期的な入居者の変化には気づきにくい。本システムで記録した行動量を過去の時点と比較することにより、これまで気づきにくかった点が発見できる可能性がある。

3.3 構成

RFIDアンテナマットについては、既存の住宅にも簡単に置くことができるよう、なるべく薄いことが望

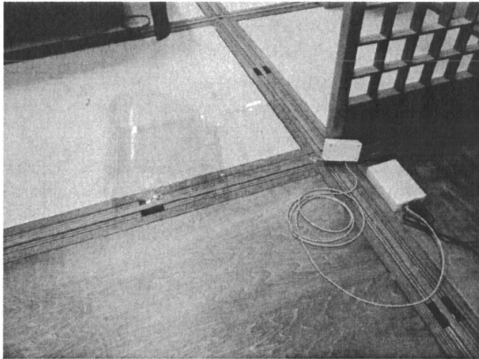


図 1 薄型アンテナシートとアンテナ調整回路、リーダ装置

ましい。そのためプラスチック板と銅線を用いて構成した(図1)。置き場所に応じて3種類のサイズ(300mm × 400mm, 300mm × 650mm, 300mm × 1200mm)を用意した。サイズの違いは、アンテナ横に付属するアンテナ調整回路(90mm × 50mm × 26mm)が吸収している。RFIDリーダ装置(125mm × 80mm × 32mm)はソーバル株式会社のHHPAモジュール^{*1}、電源供給回路、LANモジュール(XPort^{*2})から構成されている。HHPAモジュールは、ISO15693-2規格のタグを読み取ることができ、送信出力は1Wである。

リーダ装置と制御PCはLANで接続されており、制御PC側から問い合わせを行うと、リーダ装置は現在読み取っているタグのIDを返答する。制御PC側のソフトウェア(データロガー、図2)は、Javaによって構築した。データロガーは起動するとリーダ装置に接続し、1秒に約4~5回の頻度でポーリングを行い、得られたタグIDとリーダのIDをデータベース(MySQL)に記録する。またデータロガーはリーダIDとタグID(利用者ID)を条件としたアラームが登録されているときに通知を行う。通知の方式としては、音声合成による「〇〇さん(スリッパの所有者)が台所(リーダアンテナの場所)にいます」や「〇〇さんが台所から出ました」といった音声出力^{*3}や、指定したメロディを鳴らす方法を用意している。アラームは、ある時間帯(例えば夜間)のみ有効とする設定も可能である。これにより、個に応じた通知を実現する。

またデータロガーは10分毎に、累積活動量をデータベースに記録する。累積活動量は、リーダが読み取っ



図 2 データロガー

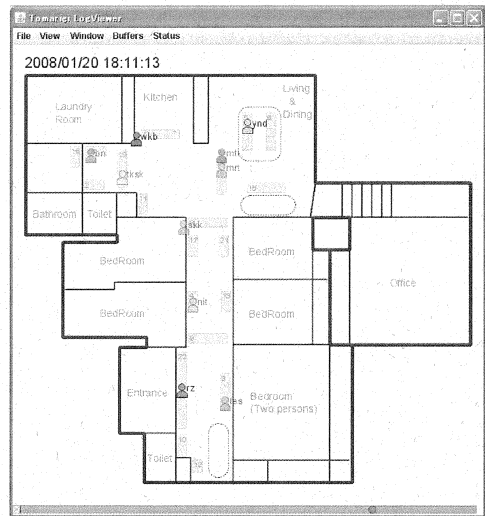


図 3 グループホームとまり木の見取図

た回数、および通過したリーダアンテナ間の距離の合計である。累積活動量は、[生活リズムの把握]および[長期的な変遷]を示す際に用いる。

データロガーは介護者による利用を想定し、表形式で設定の確認や登録が行えるようにした。図2左上から時計回りに、メインウィンドウ、ユーザの一覧、スリッパの一覧、マットの一覧を表しており、介護者はマット/スリッパ/ユーザの編集をそれぞれの一覧画面から行うことができる。またスリッパのユーザへの割り当てはスリッパをユーザの行にドロップすることで行う。アラームの追加はマットとユーザを選択したう

*1 <http://www.sobal.co.jp/rfid/rfid-hhpa.html>
 *2 http://www.lantronix.jp/products/ds_xport.shtml
 *3 実装にあたり、Galatea Project が提供している擬人化音声対話エージェントツールキット Galatea Toolkit の音声合成ソフトウェアを使用した。

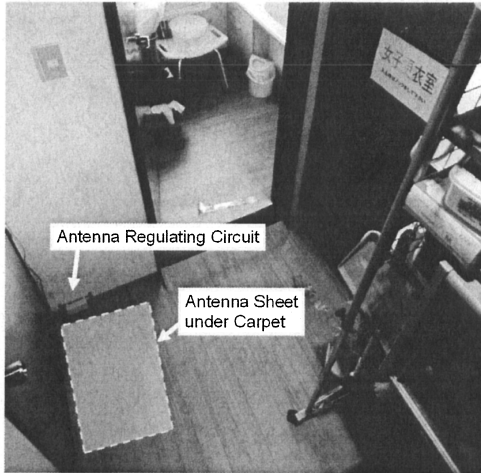


図 4 リーダアンテナ設置の様子 (トイレ前)



図 5 廊下へのアンテナ設置 (RFID リーダ装置の壁面への取付け前)

えでボタンを押すと、アラーム一覧 (別画面) に表示される。

3.4 設置と運用

我々は石川県能美市にあるグループホーム「とまり木」にシステムを設置して運用を行った。「とまり木」は民家を改造した平屋のグループホームであり、玄関からつながる廊下、和室 5 部屋とリビングダイニング、キッチン、風呂、脱衣所、トイレ 2 箇所および事務室を備えている。間取りについては図 3 に示している。

マットの設置場所については、入居者の移動を記録できることと、かつプライバシーの問題を考慮し、個室以外の共用スペースとした。また転倒事故の危険を減らすため、マットアンテナをすべて樹脂製のフローリングカーペットによって覆った。各アンテナの設置場所は図 3 の間取り図に示している。

図 4 にリーダアンテナ設置の様子を示す。アンテナ

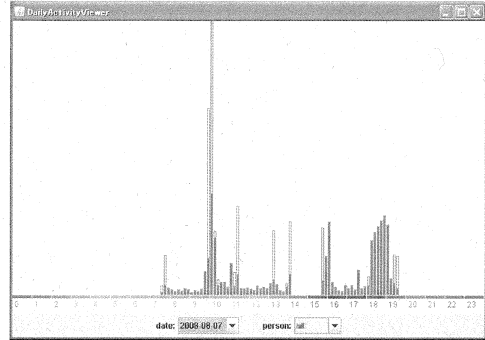


図 6 入居者 A の生活リズム

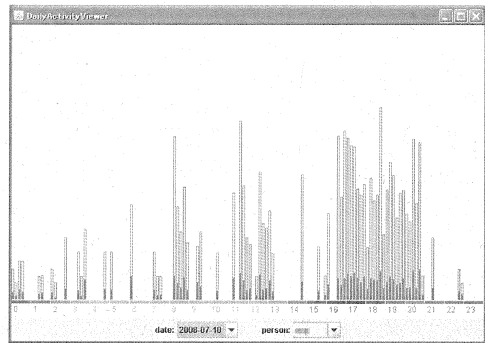


図 7 入居者 B の生活リズム

調整回路は壁付近に固定し、リーダ装置は天井付近に設置している。また図 5 に廊下へ設置した様子を示す。

5 名の入居者と 7 名の介護者/職員には、RFID タグが埋め込まれたスリッパを使用してもらった。他人のスリッパと混ざることのないよう、似た色や模様のスリッパは避けた。

3.5 運用から得られた知見と議論

我々は 2008 年 1 月から運用を開始し、一日あたりおよそ 4000 イベントを取得している。スリッパは視覚的に区別しやすくしているため、取り違えることはほとんど起きていない。

運用から以下のようなことが明らかとなった。

- (1) マットについては、トイレの前や廊下など頻繁に通る場所や、玄関など介護者ニーズの高い場所に限定すれば枚数を減らすことが可能である。
- (2) グループホーム入居者は一般的に、歩幅を大きくして歩くことがないため、マットの検知前に通過してしまうことはまれである。
- (3) 床の素材や、床下に埋め込まれている金属管などにより、リーダアンテナの性能が落ちることがある。

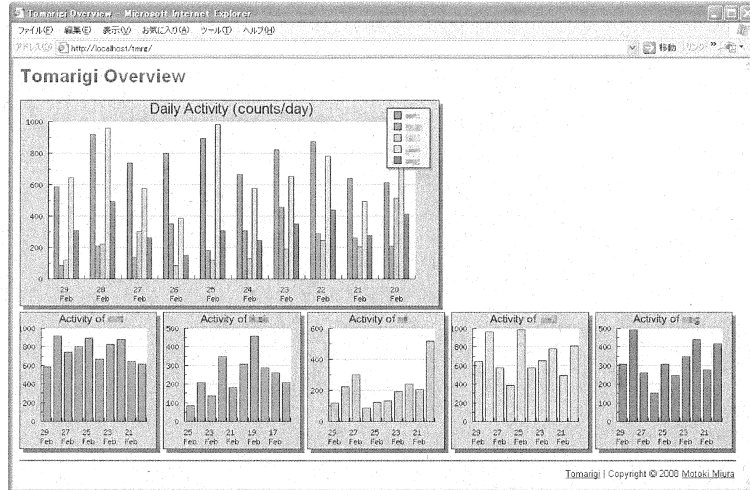


図 8 長期的な活動の推移を示すグラフ

(4) スリッパは入居者が毎日使うものであり、また足を引きずるようにして歩くため、早い人は約3ヶ月毎に交換が必要である。スリッパ交換に伴うタグ登録作業がしやすいシステムにすることが必要である。

生活リズムの把握については、ログを図6のような1日毎のグラフ(横軸は1日における時間帯(0時~23時)、縦軸は移動量およびタグ読み取り回数)で表すことにより、個人の生活パターンの特徴が顕著に表れた。入居者A(図6)は比較的規則正しい生活をしているが入居者B(図7)は夜間の行動が多くみられ、このことから睡眠が十分ではない可能性があるため、介護者の配慮が必要である。また長期的な変遷については、図8のようなグラフによって、入居者全体の変化と、個別の変化をそれぞれ把握することができるようにしている。

これまでの実験では、介護者への音声や効果音による通知をおこなっていないが、今後は介護者が直接状況を通知することにより、状況把握にどのような影響を与えるかを検討していく予定である。音による通知を行ううえで、データロガーを起動している制御PCの音声をスピーカによって拡大出力するのが直接的ではあるが、音量をあまり大きくすることは入居者にとっても望ましくない。そこで介護者にはスピーカを装備した小型ラジオ(Sony ICF-R553V)を携帯してもらい、FMトランスミッタ(Telstar TR-10RDX)によって制御PCからの音声を無線伝送することにより、介護者がグループホーム内のどこにいても音声による状況把握が可能となる仕組みを検討している。ラ

ジオによる通知を行う場合、音声による個人名の読み上げ通知は第三者への情報漏えいの危険があるため、別名を用いたり、入居者別の効果音によって代用する等の工夫が必要になるが、長期にわたる運用やトラブル時の対応を考慮すると一般に普及している技術を利用することのメリットは大きいと考えている。

4. 関連研究

生活の中心である「家」を情報技術で拡張し、生活を豊かにするという試みは古くから行われてきた。The Aware Home Research Initiative⁶⁾はアウェアホーム構築を通じて、上記の分野で先駆的な研究を行っている。アウェアホームをはじめとして、RFID技術を用いてセンサーネットワークや実世界拡張ハウスを構築することは研究では一般的に行われており、老人福祉施設における研究事例⁷⁾もある。個別のシステムとしては、認知症や目の不自由な方のための手押し歩行器*iWalker*⁸⁾がある。歩行器にはエンコーダとデジタルコンパス、およびRFIDタグリーダとアンテナが搭載されており、床に埋め込まれたRFIDタグを拾うことによって位置誤差を修正しながら道案内を行う。

KawsarらはSentient Artifacts⁹⁾を提案している。Sentient Artifactsとは、センサーが埋め込まれた日用品という意味であり、歯ブラシや鏡、椅子などにセンサーを埋め込むことによって生活を豊かにすることを想定している。Fogartyらは、マイクロホンによって水道管や排水管を流れる水の音を記録し送信するデバイスを構築し、水の使用状況から日々の生活パターンを推測するというシステムを構築し、実験を行って

いる¹⁰⁾。

Chen らは、高齢者施設においてビデオと音声で記録し、それを用いて社会的なインタラクションパターンや、その問題点を抽出する試みを行っている¹¹⁾。彼らは社会的なインタラクションやイベントの抽出に焦点をあて、ビデオから個人を識別する技術を利用している。De Silva らは、感圧式マットセンサからのパターンを利用して、生活における活動記録を作成したり要約したりするユビキタスホーム環境を構築している¹²⁾。このアプローチは過去のできごとを閲覧したり、記憶を呼び戻したりする点で類似しているが、基本的に核家族のような少人数が暮らす家を想定しており、人数が増えた場合には個々の利用者を識別できない。

その他では、記憶補助の観点から、認知症高齢者の QoL(Quality of Life) を向上させるための研究が行われている。Hawkey らは反復質問行動に関する介護者と入居者へのインタビューを行い、その結果をまとめている¹³⁾。MAPS システム (memory aiding prompting system)¹⁴⁾ は認知症の人が行いたいことの手順を忘れたときに、ハンドヘルドデバイス上の視覚的なシナリオ提示によって補助を行うシステムである。この枠組みを拡張し、分散協調型で支援する仕組みを取り入れた研究も行われている¹⁵⁾。The Guide Me project¹⁶⁾ は同様に GPS 携帯電話に似た機能を持つハンドヘルドデバイスを用いて、困ったことが起きたときに連絡ができるシステムである。これらはある程度自立して生活ができる軽度の認知症患者について、外出先での活動を支援・補助するものである。我々は室内での認知症高齢者の行動記録を通じ、介護者の労力が軽減され、最終的に介護の質が高まり「その人らしさ」を重視したケアが実践されやすいグループホーム環境の実現を目指している。

5. まとめと今後の課題

グループホームにおける介護者の負担を軽減するための、RFID 足マットシステムとその運用について述べた。これまでの運用から、生活リズムや活動量の変化に基づく気付きが生まれ、入居者の理解が促進する可能性があることがわかった。グループホームにおいては介護者は入居者の状況理解や安全保持について非常に気を配りながら対応している。今後ルールに基づく音声通知を行うことにより、これらの状況理解や安全保持に関して、介護者の精神的、肉体的な負担をどの程度軽減できるかを検証していく。また介護者が気づきにくい“ゆるやかな行動量の変化”や、行動パターンの変化から入居者に対する理解が進むことで、介護

行動にどう影響するのかが追っていく必要があると考えている。本システムを用いて介護者を支援することにより、入居者が受ける介護サービスの質が向上し、最終的にグループホームの入居者と介護者の関係が深まることで「あたたかいインタラクション」につながることが期待される。

謝 辞

RFID 技術に関してはソーバル株式会社の協力を得ました。ここに感謝の意を表します。本研究の一部は文部科学省知的クラスター創成事業石川ハイテク・センシング・クラスターにおける「アウェアホーム実現のためのアウェア技術の開発研究」プロジェクトの一环として行われたものです。

参 考 文 献

- 1) 共生社会政策統括官：高齢社会白書，内閣府 (2007)。
- 2) 中川健一，杉原太郎，小柴 等，高塚亮三，加藤直孝，國藤 進：実社会指向アプローチによる認知症高齢者のための協調型介護支援システムの研究開発，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.1, pp.2-10 (2008)。
- 3) Kanai, H., Nakada, T., Turuma, G. and Kuni-fuji, S.: An aware-environment enhanced group home: AwareRium, *International Workshop on Smart Home (IWSH2006) in conjunction with International Conference on Hybrid Information Technology* (2006)。
- 4) Takatsuka, R. and Fujinami, T.: Aware Group Home: Person-Centered Care as Creative Problem Solving, *Proceedings of 9th International Conference on Knowledge-Based and Engineering Systems (KES2005)*, pp.451-457 (2005)。
- 5) 神田崇之，塩見昌裕，野村竜也，石黒 浩，萩田紀博：RFID を用いた科学館来館者の移動軌跡の分析，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.5, pp.1727-1742 (2008)。
- 6) Kidd, C.D., Orr, R.J., Abowd, G.D., Atkeson, C.G., Essa, I.A., MacIntyre, B., Mynatt, E., Starner, T. E. and Newstetter, W.: The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research, *Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild'99)* (1999)。
- 7) Ho, L., Moh, M., Walker, Z., Hamada, T. and Su, C.-F.: A Prototype on RFID and Sensor Networks for Elder Healthcare: Progress Report, *Proceeding of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Experimental approaches to wireless network design and analysis*, pp. 70-75 (2005)。

- 8) Kutiyawala, A., Kulyukin, V. and LoPresti, E.: A Rollator-Mounted Wayfinding System for the Elderly: A Smart World Perspective, *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility Assets '06 (Poster session)*, pp.245–246 (2006).
- 9) Kawsar, F., Fujinami, K. and Nakajima, T.: Augmenting Everyday Life with Sentient Artefacts, *Proceedings of a joint sOc-EUSAI Conference (Smart Objects & Ambient Intelligence)*, pp.141–146 (2005).
- 10) Fogarty, J., Au, C. and Hudson, S.E.: Sensing from the Basement: A Feasibility Study of Unobtrusive and Low-Cost Home Activity Recognition, *Proceedings of UIST '06*, pp.91–100 (2006).
- 11) Chen, D., Yang, J., Malkin, R. and Wactlar, H.D.: Detecting Social Interactions of the Elderly in a Nursing Home Environment, *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, Vol.3, No.1, pp. 1–22 (2007).
- 12) de Silva, G. C., Oh, B., Yamasaki, T. and Aizawa, K.: Experience Retrieval in a Ubiquitous Home, *ACM Multimedia Workshop on Continuous Archival of Personal Experience 2005 (CARPE2005)*, November, pp.35–44 (2005).
- 13) Hawkey, K., Inkpen, K. M., Rockwood, K., McAllister, M. and Slonim, J.: Requirements Gathering with Alzheimer's Patients and Caregivers, *Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pp.142–149 (2005).
- 14) Carmien, S.: End User Programming and Context Responsiveness in Handheld Prompting Systems for Persons with Cognitive Disabilities and Caregivers, *CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp.1252–1255 (2005).
- 15) Carmien, S., Gorman, A., DePaula, R. and Kintsch, A.: Increasing Workplace Independence for People with Cognitive Disabilities by Leveraging Distributed Cognition among Caregivers and Clients, *Proceedings of CSCW*, pp. 95–104 (2003).
- 16) Loh, J., Schietecat, T., Kwok, T. F., Lindeboom, L. and Joore, P.: Technology Applied to Address Difficulties of Alzheimer Patients and Their Partners, *Proceedings of the conference on Dutch directions in HCI*, pp.18–21 (2004).