

Title	グループホーム介護支援のためのRFID マットシステムの構築
Author(s)	三浦, 元喜; 伊藤, 禎宣; 國藤, 進
Citation	第五回知識創造支援システムシンポジウム報告書: 16-23
Issue Date	2008-03-14
Type	Conference Paper
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/4415">http://hdl.handle.net/10119/4415</a>
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第五回知識創造支援システムシンポジウム, 主催: 日本創造学会, 北陸先端科学技術大学院大学, 共催: 石川県産業創出支援機構文部科学省知的クラスター創成事業金沢地域「アウェアホームのためのアウェア技術の開発研究」, 開催: 平成20年2月21日~23日, 報告書発行: 平成20年3月14日

# グループホーム介護支援のための RFID マットシステムの構築

## Development of RFID Mat System for Dementia Care in Group Home

三浦 元喜<sup>†</sup>

Motoki Miura<sup>†</sup>

伊藤 禎宣<sup>‡</sup>

Sadanori Ito<sup>†</sup>

國藤 進<sup>†</sup>

Susumu Kunifuji<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 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

{miuramo, kuni}@jaist.ac.jp

<sup>‡</sup> 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

sito@cc.tuat.ac.jp

### Abstract

We have developed a system with a flexible RFID (Radio Frequency Identification) antenna mat to assist caregivers in a group home. In Japan, a group home is a type of home-based care service for elderly persons who suffer from dementia. The caregivers working in the group home must always pay attention to such persons. Since the level of dependency of each elderly person is different, the caregivers must check whether the person requires support or not. However, the checking demands extra efforts on part of the caregivers in addition to the support tasks. To simplify this task, we introduce a system consisting of RFID antenna sheet sensors and RFID tags embedded in slippers of the elderly persons. The system can assist the caregivers to monitor the activities of the persons with dementia by specifying whether the person passed through the sheet on the corridor. It not only helps the caregivers to understand such persons by reviewing their activities but also keeps them informed about the person's ongoing activities.

## 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、平成20年現在、日本の認知症高齢者数はおよそ200万人であり、日本の人口の約1.5%、65歳以上の高齢者人口に占める割合は約7%である。認知症高齢者介護の必要性が高まるにつれて、グループホームと呼ばれる施設が増加してきた。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、普段の家庭生活に近い環境のなかで、できる家事を分担しながら認知症の進行を抑えられるという利点がある。グループホームはその小規模性により、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。しかし同時に、小規模であることにより介護士の人数が少ない。特に夜間は介護士一人で6~9名の入居者に対応する必要があるなど、負担が多くなりがちである。

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考えている。個々の入居者の活動を識別す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 設計方針

我々が属する研究グループでは、ユビキタスセンサ技術を活用した介護支援のシステムとアプリケーションを研究開発してきている。これまでに、グループホームを想定した実験設備 (AwareRium : AwareRium) を大学内に構築し、そこに数々のセンサを組み込んで実験と検証を行っている [1]。AwareRiumの中には、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、および感圧センサなどが天井や床に組み込まれており、タグを持った入居者やタグが取り付けられた物体の位置を検出したり、行動を記録することができるようになっている。

これらの先進的なセンサはグループホームを拡張する手段として有効ではあるが、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。また床感圧センサ単体を用いた場合、入居者の位置および行動の推測は行えるが、行動を行っている入居者個人を特定することは困難である。

上記で述べた各種センサを補完すること、特に入居者個人を識別可能としながらも、導入における障壁を減らし、事後導入を可能とすることを目的として、我々は RFID マットシステムを設計した。

### 2.1 システムに求められる要件

本節では、我々のセンサシステムに求められる要件について述べる。

1. 装着の違和感を避けるため、システムを運用する上では、入居者の体や衣服にデバイスを取り付けずに済むことが望ましい。特に電源が必要なデバイスは、バッテリー交換を行う介護者に余計な負担をかけるため、避けるべきである。
2. 既存のグループホームにも導入できるようにするため、グループホームの建物自体に大幅な改良を必要としないこと。

上記の要件を考慮し、我々は入居者の活動を記録する目的のために薄型 RFID アンテナシートとスリッパを用いることにした。もし RFID リーダアンテナの厚さを十分薄くすることができれば、部屋や廊下を加工することなく、簡単に設置することができる。うえ、リーダアンテナの場所を移動する必要がある場合にも簡単に位置を変更できるというメリットがある。個人を識別するための RFID タグは、電源のいらぬパッシブ型をスリッパに埋め込むことにする。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、失くしてしまうことはほとんどない。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であり、スリッパ内部に埋め込んで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。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。

## 2.2 グループホームにおける個人識別のメリットと想定する利用法

入居者個人の活動から、特性や性格を鑑みすることは、その人らしさを重視した介護にとって重要である。介護士は常に、入居者の能力や個性を意識しながら入居者に接し、介助を行っている。特に以下のような場面において、入居者個人の特性や個性を意識することが重要となる。

1. 夜間、入居者がトイレを利用する回数は一般に比べて多い。介護者は、自分一人で用を足せない入居者に対応するため、トイレを利用する入居者が介助を必要とする方がそうでない方かを確認する必要があった。特に夜間は介護者が1人であることも多いため、負担が大きい。
2. 入居者は、10分に1回歯磨きをするといった、ある動作を頻繁に繰り返す行動がたまにみられることがある。歯磨きそのものは適当な回数であれば健康的な生活に必要であり、問題はない。しかし、動作の頻度が高すぎる場合には問題となる場合がある。介護者も多忙であるため、このような行為がどの程度継続しているかを観察し、状況を把握し続けることは難しい。
3. 入居者の気分が高揚しているときに、通常とは異なった行動が表れることがある。例えば、入居者が廊下を通常よりも速足で通過した場合には、入居者がなにか気になることが頭に浮かび、急いで外に出かけようとしている可能性がある。こうした普段の行動との違いを介護者が気づくことは難しい。
4. 基本的に、介護者は介護記録として、排泄の回数や行動量などのデータをノートやレポートに記載する必要がある。こうした記録を作成する上で、我々のマットシステムは基礎的なデータを提示することができると考えられる。

上記 4. の記録とも関係するが、介護者が交代するときには、担当していた時間における状況や特記事項についての引き継ぎや申し送りを行っている。我々のマットシステムはこうした介護者間のコミュニケーションについても、客観的なデータを提示することができると考えられる。



図1 アンテナシート (初期プロトタイプ。銅箔テープを用いて作成)



図2 スリッパとRFIDタグ

## 3 構築と運用

### 3.1 プロトタイプ

図1に、我々が構築したプロトタイプのアンテナシートを示す。アンテナのサイズは長辺900mm、短辺450mmであり、厚さは約2mmである。プロトタイプのアンテナサイズは、脱衣所や洗面台前に置かれるフロアマットのサイズを考慮して決定した。ア

アンテナの素材は銅箔テープで、フェルトシートに直接貼り付けて作成した。プロトタイプは、(株)ウェルキャットの短波帯 RFID リーダ (EFG-400-01<sup>\*1</sup>) を用いて構築し、動作テストなどを行った。この設定では、アンテナシートから約 10cm の高さまでの水平なタグを認識することができる。一般に高齢者の歩幅は狭いため、この程度のアンテナシートの幅や読み取り可能範囲でも十分に対応できる。また歩く速度もゆっくりであるため、タグ読み取りに必要な時間も確保できる。

入居者のスリッパには、RFID タグ (OMRON V720SD13P01) を底面に貼り着けるか、または中に埋め込む (図 2 参照)。長期的な運用を行う場合には、摩耗による不具合を防ぐため中敷の下などに埋め込むことが望ましい。

複数のマットデータを記録するため、データロガーアプリケーション (図 3) を構築した。データロガーアプリケーションはリーダー一覧を読み取り、[Reader Waitmsec] で設定されたミリ秒 (デフォルトでは 100 ミリ秒) 毎に、各リーダーに読み取りリクエストを発行する。リーダーがタグを認識した場合には、タグ ID がレスポンスとして返される。前回のレスポンスに含まれていなかった新しいタグ ID が返された場合、“enter” イベントを発行する。また、前回までのレスポンスに含まれていたタグが含まれなかった場合、タグがそのリーダーの読み取り可能範囲から離れたとみなし “leave” イベントを発行する。同じリーダーにおいて “leave” イベントから再度 “enter” イベントが発生するまでの時間が、設定したタイムアウト秒 (デフォルトでは 3 秒) 以下であれば、そのリーダーが継続してタグを認識していたこととし、不要なログ記録を防ぐ。タイムアウト秒を越えても “enter” イベントが発生しなかった場合や、別のリーダーにおいて同じタグ ID の “enter” イベントが発生した場合には、(1) リーダの ID、(2) タグ ID、(3) “enter” の時刻、(4) “leave” の時刻、(5) タグがリーダーの読み取り範囲に存在した時間 ((4)-(3)、ミリ秒)、(6) (5) の時間に対して、タイムアウト秒以内の一時離脱を除いた、タグ

が継続的に認識されていた時間の割合  $p$  ( $0 < p \leq 1$ ) を MySQL のテーブルに挿入する。

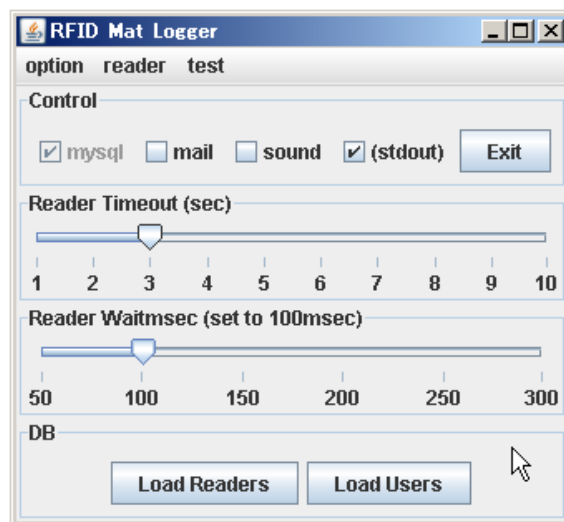


図 3 データロガーアプリケーション

図 4 に、ログ閲覧システムの外観を示す。ログ閲覧システムでは、過去の時刻における入居者の位置を間取り図を模した画面上に個別に表示することができる。マップ下に表示されているスライダを用いて、時刻を選択したり、順再生、逆再生、高速再生が行える。これにより、介護者がある入居者にかかりっきりになっていたときの周りの状況をあとで確認したり、業務引き継ぎを行う際の説明を補完することができる。

実際のグループホームでは、介護者は多忙であり常に動いているため、ディスプレイを注視して入居者の行動を見守る機会は少ない。そのため画面情報による状況通知は、一覧性が求められる場合を除くとあまり効果がないと考えられる。そのため、我々は音声による状況通知機能をデータロガーアプリケーションに追加した。現在の実装では、タグ検出時とタイムアウト時に、それぞれ「さん (スリッパの所有者) が台所 (リーダーアンテナの場所) にいます」「さんが台所から出ました」といった、シンプルな音声メッセージをデータロガー PC から出力する。この機能により、たとえば深夜において、介護者が休

<sup>\*1</sup> <http://www.welcat.co.jp/products/rfid/efg40001/>



憩しているときにも介護者の状況を把握することができる。また入居者によって音声出力を切り替えたり、頻度情報（たとえばトイレの回数）を通知するようなカスタマイズを行ったりすることで、より有効な情報提示が可能になると考えられる。実装にあたっては、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ている。

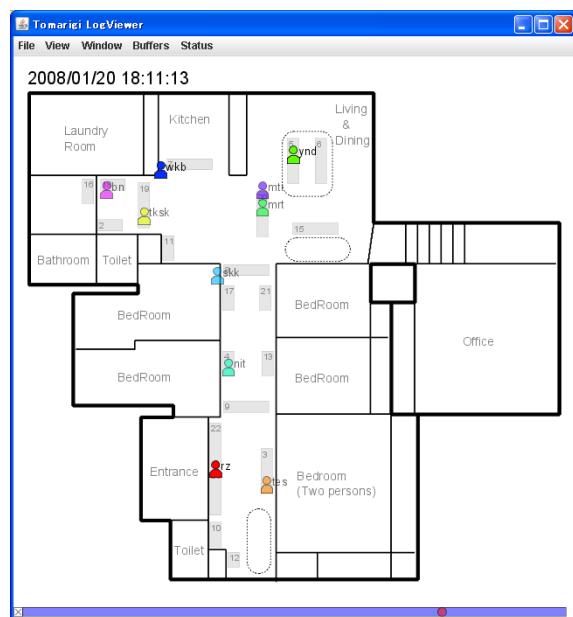


図4 ログ閲覧システム

### 3.2 設置と運用

我々はシステムの有効性検証を目的として、実際に運営されている石川県能美市のグループホーム“とまり木”の協力を得てシステムを設置させていただいた。まず設置場所については、入居者の移動などを記録でき、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。

また実際のグループホームへの導入にあたっては、入居者の転倒事故を引き起こさないようにする必要があった。高齢者は足をあまり持ちあげることができないため、どうしても足を引きずって歩くことが多い。そこで転倒事故の危険を減らすためには、入居者が移動する動線上の床について段差を無くするとともに、床素材の摩擦係数の違いを軽減する必要が

ある。よって通常のカーペットやフロアマットをむやみに置くことは望ましくない。そこで我々は、樹脂製のフローリングカーペットによって、廊下や台所、居間などの共用スペースをすべて覆い隠すことにより、上記の問題を解決した。図5に、リーダアンテナ設置の様子を示す。また図6に、廊下への設置の様子を示す。グループホームとまり木には、全部で21個のリーダアンテナを設置した。各アンテナの設置場所については、図4の見取図に示している。点線で示された部分は、居間の中央にあるのがテーブル、居間の下と、廊下のつきあたりにあるのがソファである。



図5 リーダアンテナ設置の様子(トイレ前、図4における2番のリーダに対応)



図6 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)

グループホームへの導入にあたっては、多数のアンテナを短時間で構成する必要があったため、銅箔テープではなく図7に示す銅線とプラスチック板から構成されたアンテナとした。様々な場所に置けるよう、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)によって吸収した。RFIDリーダ装置(図8, 125mm×80mm×32mm)は、ソバル株式会社が開発した HHPA モジュール<sup>\*2</sup>、電源供給回路、LAN モジュール(XPort<sup>\*3</sup>)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。



図7 量産型アンテナシートとアンテナ調整回路、リーダ装置

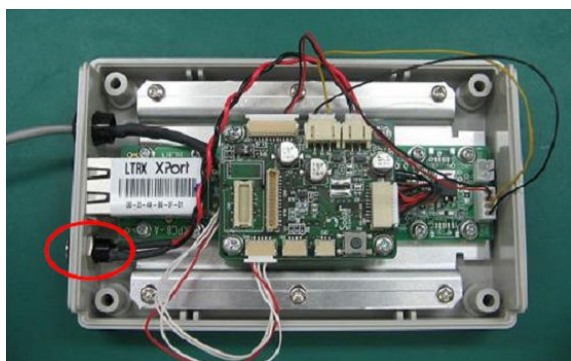


図8 RFIDリーダ装置の内部

全てのリーダ装置は有線 LAN で接続され、1台のデータロガー PC によってログ収集を行っている。ソフトウェアは 3.1 で述べたデータロガーアプリケーションを使用し、100msec の読み取り間隔と 3 秒のタイムアウトで動作させている。ただし、現時点では、ログ収集を目的としているため、音声による状況通知機能やログ閲覧システムは無効としている。

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準備の段階で避けて運用している。

### 3.3 ログ収集状況

2008 年の 1 月からログ収集を開始し、現在 1 日あたり約 4000 個のデータが格納されている。現時点ではまだ長期的な視点からの分析は行えていないが、各スリッパがリーダに読み取られた回数(図9)を見ると、入居者が居間のテーブル周辺(リーダ番号5および6)またはソファ(15)に長く滞在している実態をデータから読み取ることができる。

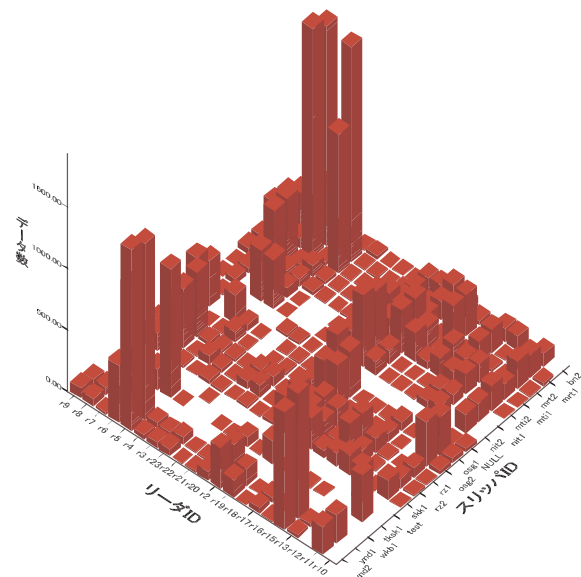


図9 各スリッパがリーダに読み取られた回数

<sup>\*2</sup> <http://www.sobal.co.jp/rfid/rfid-hhpa.html>

<sup>\*3</sup> <http://www.lantronix.jp/products/ds.xport.shtml>

## 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 Initiative [2] 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 [3] 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 [4] 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 Artifacts [5] 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 [6]。

Chen らは、高齢者施設においてビデオと音声を記録し、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 [7]。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 [8]。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 [9]。MAPS システム (memory aiding prompting system) [10] 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 [11]。The Guide Me project [12] 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を記録するシステムを通じ、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 マット型アンテナシステムとその運用について述べた。現在も実際のグループホームにおいて 21 台のリーダを設置し、ログを収集している。

今後の課題としては、音声による情報提示など、収集したログデータを活用したサービスを順次提供し、その効果を検証することや、収集したログデータから入居者の特徴や行動パターンを抽出し、介護者が気づきにくい“ゆるやかな変化”を発見することなどが挙げられる。また“とまり木”では、6 台のカメラによる映像記録も行っている。リーダのログを映像記録と関連付けることにより、グループホーム内のできごとやイベントをダイジェストで参照できるようにすることも考えられる。これらは前に述べた位置情報の即時提供による短期的な利点に加え、介護士の教育研修などの長期的な視点からの利点にもつながると考えられる。



## 謝辞

マットシステムにおける RFID 技術はソーバル株式会社に提供していただきました。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」プロジェクトの一環として行われたものです。

## 参考文献

- [1] Hideaki Kanai, Toyohisa Nakada, Goshi Turuma, and Susumu Kunifuji. An aware-environment enhanced group home: AwareRium. In *International Workshop on Smart Home (IWSH2006) in conjunction with International Conference on Hybrid Information Technology*, 2006.
- [2] Cory D. Kidd, Robert J. Orr, Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Irfan A. Essa, Blair MacIntyre, Elizabeth Mynatt, Thad E. Starner, and Wendy Newstetter. The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research. In *Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild'99)*, October 1999.
- [3] Loc Ho, Melody Moh, Zachary Walker, Takeo Hamada, and Ching-Fong Su. A Prototype on RFID and Sensor Networks for Elder Healthcare: Progress Report. In *Proceeding of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Experimental approaches to wireless network design and analysis*, pages 70–75, August 2005.
- [4] Aliasgar Kutiyawala, Vladimir Kulyukin, and Edmund LoPresti. A Rollator-Mounted Wayfinding System for the Elderly: A Smart World Perspective. In *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility Assets '06 (Poster session)*, pages 245–246, October 2006.
- [5] Fahim Kawsar, Kaori Fujinami, and Tatsuo Nakajima. Augmenting Everyday Life with Sentient Artefacts. In *Proceedings of a joint sOc-EUSAI Conference (Smart Objects & Ambient Intelligence)*, pages 141–146, October 2005.
- [6] James Fogarty, Carolyn Au, and Scott E. Hudson. Sensing from the Basement: A Feasibility Study of Unobtrusive and Low-Cost Home Activity Recognition. In *Proceedings of UIST '06*, pages 91–100, October 2006.
- [7] Datong Chen, Jie Yang, Robert Malkin, and Howard D. Wactlar. Detecting Social Interactions of the Elderly in a Nursing Home Environment. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, 3(1):1–22, February 2007.
- [8] Gamhewage C. de Silva, Byoungjun Oh, Toshihiko Yamasaki, and Kiyoharu Aizawa. Experience Retrieval in a Ubiquitous Home. In *ACM Multimedia Workshop on Continuous Archival of Personal Experience 2005 (CARPE2005)*, pages 35–44, November, 2005.
- [9] Kirstie Hawkey, Kori M. Inkpen, Kenneth Rockwood, Michael McAllister, and Jacob Slonim. Requirements Gathering with Alzheimer's Patients and Caregivers. In *Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 142–149, October 2005.
- [10] Stefan Carmien. End User Programming and Context Responsiveness in Handheld Prompting Systems for Persons with Cognitive Disabilities and Caregivers. In *CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1252–1255, April 2005.
- [11] Stefan Carmien, Andrew Gorman, Rogerio DePaula, and Anja Kintsch. Increasing Workplace Independence for People with Cognitive Disabilities by Leveraging Distributed Cognition among Caregivers and Clients. In *Proceedings of CSCW*, pages 95–104, November 2003.
- [12] Janice Loh, Tomas Schietecat, Tsun Fai Kwok, Lucas Lindeboom, and Peter Joore. Technology Applied to Address Difficulties of Alzheimer Patients and Their Partners. In *Proceedings of the conference on Dutch directions in HCI*, pages 18–21, June 2004.