

アンテナの自動切換え技術を用いた

人や物の位置・属性に基づいたユビキタスサービス開発環境

一澤 泰平† 土佐 雅人† 甘泉 瑞応† 石山 晶一††† 程 子学††

†会津大学コンピュータ理工学研究科

††会津大学コンピュータ理工学部

†††福島県立清陵情報高等学校

E-mail : { m5081222, m5081229, d8051203, t1139002, z-cheng }@u-aizu.ac.jp

概要: 本稿では、実世界とコンピューティング環境を連携させるためのシステムとして、センサネットワークと自動認識技術の連携によるユビキタスサービス開発環境を提案する。特に利用者の位置と属性を関連づけた把握を目的としたユビキタスタイルの構築と開発者が実際にユビキタスサービスを開発・提供する場合の負担を軽減するための実空間状況把握システムを提案する。

In order to provide a user ubiquitous services adapted to his/her situations, a ubiquitous environment is developed. A situation is dependent on position and attributes a user, and the relations between the user and other users or physical objects in the real world. In our environment, ubiquitous tiles are developed to grasp the attributes and positions of a user, and a system is developed for users to define a service on various situations, and for the system to detect whether a situation is happen and to provide the corresponding services when the situations happen.

1 はじめに

近年、ハードウェア技術の発達によりデバイスの性能向上と小型化が進み、ユビキタスコンピューティングの分野が飛躍的に成長を遂げた。その結果、利便性や実効性に優れた、実世界とコンピューティング環境がシームレスに連携する支援サービスが可能になった。

しかし、このようなサービスを提供する場合には、これまでのデバイスをユーザが意図的に利用する支援とは異なり「実空間の状況」特に人や物の位置や属性に応じたサービスを提供する必要がある。そのために、個体(人やモノ)の位置と属性をどのように取得するのかという課題がある。

あらゆる状況を取得するには、様々なセンサを環境内に設置する必要がある、大きなコストが必要となる。また、センサの信号から、実空

間の状況を抽出する手法も考える必要がある。

本研究の目的は、ユビキタス環境を利用するアプリケーションの開発を支援する開発環境を構築する事である。これまでの実世界における支援は、人の属性を考慮しない画一的な支援や、意識的に支援を要求する必要がある。また、属性に応じる支援を行うが、位置情報の取得の手段が特殊であったり、複雑であったりするという点で、必ずしも使いやすさは十分ではなかった。特に、個体の位置情報と属性情報と関連づけ、一括して取得するための有効手段がまだ十分ではない。本研究では、人や物などの位置・属性情報を的確にリンクさせ、より容易に個体と個体間の状況を取得し、その状況に応じるサービスの開発と提供環境を構築する。

本環境は、センサネットワークとしてのユビキタスタイル、状況の把握・管理としての

状況アウェアユビキタス環境から構成される。ユビキタスタイルとはセンサとRFIDのアンテナの設置において、床に注目したモジュールである。状況を判断する上で最も重要となる人間から一番距離の近い床を利用することにより、様々なRF-ID Reader/Writer(以下RF-ID R/W)を利用することができる。また、設置やレイアウトの変更が容易であり、状況に応じた柔軟な環境の設計が可能となる。

また、RF-ID R/Wの自動切換え技術を用いる事により、デバイスを減らしコストの軽減を目指した。これらの開発環境の評価を兼ねて、危険回避のアプリケーションを構築する。

2 モデルと先行研究

2.1 モデル

次にセンサとRF-ID R/Wを用いたセンサネットワークと状況アウェアユビキタス環境のモデルについて述べる。

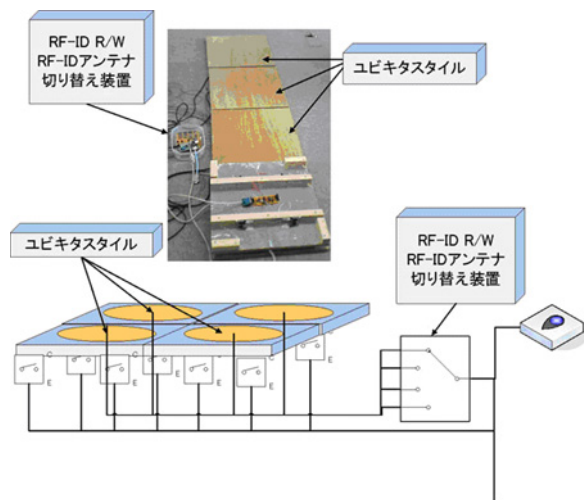


図1 センサネットワークモデル

図1にセンサネットワーク層の概観と概要を示す。センサネットワーク層は、ユビキタスタイル・RF-ID R/W・RF-IDアンテナ切り替え装置からなり、ユビキタスタイル・RF-ID R/W・RF-IDアンテナ切り替え装置が相互に通信を行うことで動作する。また、各装置から取得したデータは、マイクロコンピュータ(以下マイコン)を通じて位置と属性情報として状況アウェアユビキタス環境へ送信される。

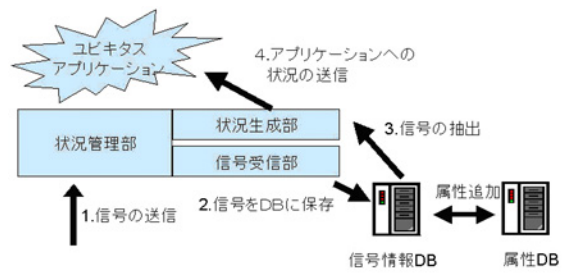


図2 状況アウェアユビキタス環境

図2は状況アウェアユビキタス環境のモデルを示す。センサネットワークから受信した信号を元に、状況を生成するプログラムと信号データベースで構成され、RFIDの信号から属性を引き当てる属性管理データベースを持つ。属性とは人や物等の個体の情報である。

2.2 先行研究

	状況の把握	人・物の位置・属性の把握	構築の難易度
[1]けいはんな	○	△	×
[2]乳幼児事故防止	○	○	×
[3]インタラクション自動抽出	○	×	×
本研究	○	○	○

表1 先行研究の比較

NICT けいはんな情報通信融合研究センターが開発したユビキタスホームでは、アクティブ方RF-IDシステムと床センサを利用し、誰がどの部屋にいるという認識が可能である[1]。しかし、同じ部屋に複数人がいる場合、各ユーザの位置や関係の把握が困難である。

本村らが開発した乳幼児事故防止のための知識データベースと事故予測モデルでは、すべての人・物に超音波センサを設置することで、位置・場所の情報などを取得が可能である[2]。しかし、一つ一つの人・物に対して、センサを付着することは難しく、また、超音波センサなどで取得した情報を他のアプリケーションで利用する事は考慮されていない。

高橋らが開発した複数センサを利用したインタラクションパターンの自動抽出では、複数の

センサを利用して取得したユーザの注視状況や移動情報、発話状況を元にして、インタラクションの要素を抽出する研究である[3]。インタラクションを複数の抽象度に分ける事により、このシステムは即時性や、分析可能性などの異なる要求に柔軟に応じることができる。しかし、状況に応じたサービスの定義や、開発を支援するシステムとしては十分ではない。

本研究はこれらの、位置認識・物体把握・支援をするシステムの開発をサポート・支援する環境を構築する手間などが低減されている。

3 状況把握基盤

3.1 基本的な考え方

個体の位置や属性を取得する為の手段として、地面に敷くだけでユビキタス環境を構築できるユビキタスタイルと、タイルから送られる情報を元に実空間の状況を導出する状況ウェアユビキタス環境について述べる。

3.2 ユビキタスタイル

ユビキタスタイルとは、実世界とコンピュータを連携させるためのセンサーネットワークデバイスの一実装例である。このユビキタスタイルは、通常のタイルと同じように床に設置し、利用する事が可能である。

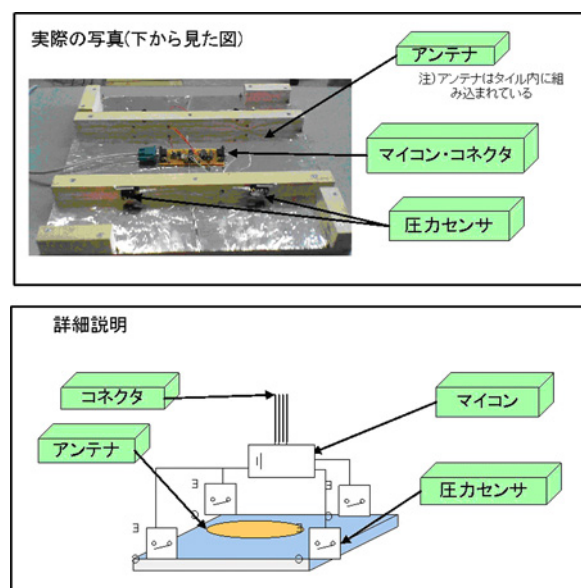


図 3 ユビキタスタイル

このユビキタスタイル (以下タイル) は、図 3 のような構造となっている。タイルには、圧力センサ、RF-ID 用アンテナ(以下アンテナ)、マイコンが設定されており、位置・物体の認識・データ送信を担当している。また、このタイルを連携接続させることによって、人や物がどこにあり、どのような状態なのか、などの状況を把握するためのデータを取得する。さらにこのタイル群には、RF-ID R/W と制御用のマイコンが1つずつ設置されており、タイルから取得されたデータはこのマイコンを通じてネットワークにデータとして送信される。通常、このRF-ID R/W とアンテナは1対1の関係で存在するが、不要なデバイス・情報を減らすという観点から、RF-ID R/W とアンテナをM対N (M<N) で接続することにした。そのために、圧力センサとRFIDリーダが取得した情報を相互に利用することによって、検知の信頼性を向上することを目指した。具体的には、以下のように優先度を用いて圧力センサとRF-ID R/W の連携を行う。

RFID R/W の動作を優先度順に記述する。

- 圧力センサの反応はあるがRF-ID R/W のデータを取得できていないもの。
- すでにRF-ID R/W のデータを取得しているが、複数の人間が存在する可能性があり、履歴が正しく保持できないもの。
- 以前は圧力センサの反応があったのだが、まだRFID R/W からデータを取得していないもの。

以上のような順番でRF-ID R/W を各タイルに接続することによって、より少ないRF-ID R/W で有効な情報を取得することに努めた。

3.3 状況ウェアユビキタス環境

状況ウェアユビキタス環境がセンサネットワークの信号から状況を生成する流れを図 4 にて示す

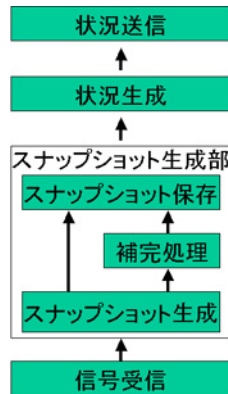


図 4 状況ウェアユビキタス環境の処理

1) 信号受信

センサネットワークが送信する信号 S_i は時刻(time)、発生源のタイルを表す位置(x, y)、信号の種類(type)、データ(data)を含む。種類としては圧力センサ、RFID R/W、温度・光量センサなどがある。データには、圧力センサならば0,1、RFID R/Wならばタグのデータが入る。信号(S_i)は $S_i = (x, y), (type, data), time$ によって表し、また信号群は $S = \{S_1, \dots, S_i, \dots, S_n\}$ によって表される。

2) スナップショット生成

スナップショットは1つ以上の信号からなり、個体の特徴を表現する情報と、環境(温度や照度)等の信号情報を持つ信号群の事を指す。スナップショットは $F_h \subseteq S$ で表す。特徴とは「人の属性」や「タバコのニコチン」などといった情報であったり、あるタイル $\langle x, y \rangle$ の圧力センサの行動信号であったりする。つまり、本研究では圧力センサ($S_{圧力}$)、又はRFIDリーダ($S_{リーダ}$)の信号を特徴信号として定義する。圧力センサも特徴とした理由は、タイルは圧力センサの反応をきっかけにRFIDアンテナを動作させタグの情報を読み取るため、特徴の起因時間を圧力センサとする方が有用である。また特徴をRFIDリーダだけで取得するよりも確実になるよう、前後のスナップショットのデータを用いた補完処理を行う為である。

3) 補完処理

2)において圧力センサを特徴信号として受け取る場合、それに続くRFIDリーダの読み取りに失敗する可能性がある。その場合、補完処理として、信号の位置 $S(x_i, y_i)$ と時間情報 $S(time_i)$ を利用して、補完対象の情報 $S(i)$ を抽出する。補完は時間情報が連続し、又、位置が同じ、もしくは隣接していたものを対象とする。つまり、補完対象 $S(i)$ の時間 $S(time_i)$ と時間的に連続している特徴信号 $S(time_{i-1})$ が存在しており、 $S(time_{i-1})$ における位置情報 (x_i, y_i) と $S(i)$ の位置情報 (x'_i, y'_i) が $x_{i-1} \leq x'_i \leq x_i + 1$ と $y_{i-1} \leq y'_i \leq y_i + 1$ という条件で成り立つ場合、特徴信号 $S(time_{i-1})$ が含まれるスナップショットのデータを補完対象として追加する。

4) スナップショット保存

2)と3)の処理を経過した後、 F_h が個体の属性情報を持っていた場合はスナップショットとして、XML形式に変換され保存される。ある人間の状況は次のようになる。

```
<スナップショット FID="000121">
  <属性>2EB34AB</属性>
  <信号><照度>1.0</照度></信号>
  <位置情報>10,10</位置情報>
</スナップショット>
```

属性タグは属性データベースと紐付けされ、年齢や名前、障害や大人・子供の区別等、様々な属性に変換される。

5) 状況の生成

状況(Sit)は1枚以上のスナップショットから生成され、個体間の関係を表す。定義には次のようなXMLのルールを用いる。

```
<状況名>
  <距離...属性>
    <物体識別子></物体識別子>
  </距離...属性>
</状況名>
```

例として、3歳以下の子供とニコチンという

属性を含むタバコのスナップショットの隣接状況を「子供とタバコ隣接」として定義する。

<子供とタバコ隣接>

<隣接>

<子供><年齢>0-3<年齢></子供>

<タバコ/>

</隣接>

</子供とタバコ隣接>

6) 状況送信

生成された状況は、アプリケーションに XML として送信される。アプリケーションは受信した状況に基づいてサービスを提供する。

4 実装

1) ユビキタスタイル

本論文においては、以下のような構成でユビキタスタイルを実装している。

	通信方法	種類
(1)	RS232c 1bit digital	圧力センサ, RF-ID R/W
(2)	RS232c	PIC16F819
(3)	4bit digital	
(4)	10BASE-T	H8/3069

表 2 ユビキタスタイルの実装

センサ(1)として RF-ID R/W と圧力センサ、ユビキタスタイルの制御用マイコン(2)として Microchip 社の PIC16F819、各タイルに存在するアンテナと RF-ID R/W の接続を切り替えるリレー回路(3)としてサンヨー工業の S-105DTA、さらにタイル群から送られる情報の集約・管理を行い、基盤層へデータを送信するマイコン(4)には、ルネサス社の H8/3069 に 10BASE-T のイーサネット機能を持ったチップが実装されている秋月電子通商のネットワークマイコンボードを採用した。

2) 状況アウェアユビキタ環境

実装は Microsoft 社の C#を用いた。環境の中から、環境情報部とスナップショットの生成状況確認の実装を紹介する。

A) 環境設定部

センサネットワークのセンサ群の情報を設定する。情報としては位置情報、センサや RFID タグの種類がある。

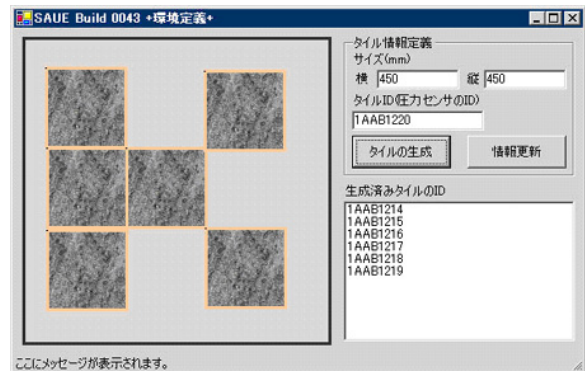


図 5 環境設定部

B) スナップショット確認部



図 6 スナップショット確認部

図 6 は、実世界のセンサ情報から生成されたスナップショットを表示する GUI である。

5 応用アプリケーション

本研究では開発環境を用いたアプリケーションを C#を用いて開発した。支援する内容は「誤飲するものが部屋においてある場合、子供が入ると親へ警告のメールを送信する」とする。環境に存在する可能性がある個体は事前に属

性データベースに登録した。子供と誤飲する可能性がある物が隣接する「誤飲の可能性」という状況は次のように表す。物体とは全てのヒト・モノの属性を表す。

<誤飲の可能性>

<隣接>

<子供><年齢>0-3</年齢></子供>

<物体>

<大きさ>飲み込める</大きさ>

</物体>

</隣接>

</誤飲の可能性>

センサネットワークの信号に基づき、上記のような状況を受け取った場合、警告のメールを連絡先に向かって送信する。

6 実験とまとめ

6.1 実験

実験に使用した RF-ID R/W は 134.2kHz 帯のものを利用した。全ての RF-ID tag は人間の場合は足元、物の場合はタイルに隣接する部分に添付されている。

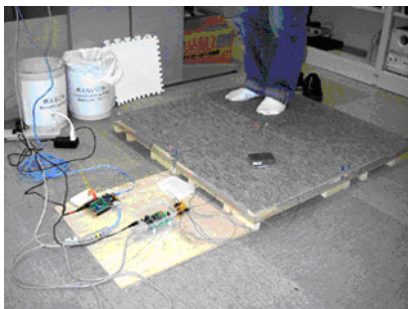


図7 実験の様子

実験では人が数秒間静止する状態は、個体の属性取得・スナップショット作成を行うことができ、状況に応じた警告のメールを送信する事に成功した。しかし、歩く速度がリーダの読み取りにかかる時間より速い場合(300ms 以内)は、属性の取得に失敗した。取得に失敗した場合、直前の取得が正常に行われていた場合は、補完処理によりスナップショットの生成が行われたのだが、遅い動作から早い動作が行われ

た場合は補完の関係として認識されず、補完が行われなかった。

6.2 まとめ

個体間の属性と位置を一括して把握できるユビキタスタイルと、センサの信号から状況を生成する基盤を開発した。これら基盤を利用する事により、状況に対応したユビキタサービスを容易に開発する事が可能になった。

現時点では、リーダの取得精度・速度や状況定義への支援などが不十分であるが、今後は本研究をベースに、様々な RFID タグ、アンテナ、センサの配置手法の考案、状況を判断するシステムの構築や、実際にアプリケーションの開発を支援するライブラリを充実したい。

謝辞:作成と実験に協力していただいた会津大学コンピュータ理工学部ネットワーク講座の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- [1]山本他:”床圧力センサによる位置追跡を利用したロボットの移動制御”, ロボティクスメカトロニクス講演会 2005, 2P1-N-050, 2005
- [2]本村 陽一,西田 佳史, 日常環境における支援技術のための行動理解-子どもの事故予防への応用を例にして-,人口知能学会誌,20 巻 5号,pp587-594,2005
- [3]高橋 昌史,伊藤 禎宣,角 康之,間瀬 健二,複数センサを利用したインタラクション・パターンの自動抽出,情報処理学会,ユビキタスコンピューティングシステム, 2 巻,pp213-218,2003
- [4]一澤 泰平, A Reliable System for Collecting Data on Users' Positions and Attributes by an RF-ID Antenna Switcher and Sensors,会津大学大学院修士論文 2006
- [5]土佐雅人, A Developer-Friendly Platform for Grasping Situations using RFIDs and Sensors in a Ubiquitous Environment,会津大学大学院修士論文 2006