

ユビキタス環境 DB における利用者の概念を利用した行動支援手法

Action Support with Users' Concepts in Ubiquitous Environment Database

麦嶋 慎也[▼] 清水 隆司[◆]
富井 尚志[▲]

Shin'ya MUGISHIMA Ryushi SHIMIZU
Takashi TOMII

近年, RFID のような安価で大量に利用できるセンサ類を空間や物体に付加し, DB を用いて, その情報を共有・利用するようなユビキタス環境が現実味を帯びてきている。しかし, 物体や操作にはセンサでは取得が困難な空間固有の知識や常識, 他人が込めた意図といった, より概念的な要素が存在する。多人数で共同生活を行う場合, 人はこれらの概念的な要素に意識的・無意識的に影響を受けて行動を行っている。そこで本研究では, 空間や個人の概念, つまり, ある空間固有の「この状況では, この物体はこうあるべき」という状態や, 空間利用者が要求する「この物体はこうしておいてほしい」という状態をモデル化して DB に蓄積し, RFID などのセンサから得られる現実の状態を並列して蓄積することを考えた。そして, ひとつの物体の間で概念的な要素と現実の状態に乖離が生じた際, 乖離を修正する行動支援を実装し, オフィス形式の空間で生活実験を行い, 検証した。

Ubiquitous environments in which users can manage information of objects and actions became realistic because of rapid development of computer and sensor technologies. In those environments, users can get states of objects and their positions easily, although acquired spatial information is limited by sensors. But states and actions of users include conceptual elements such as knowledge and common senses in specific space and actions of other persons. In this paper, first we accumulated concepts of specific space and particular community into a database by proposed modeling method. In addition, we present the model that accumulates each object's real state acquired by sensors like RFID and conceptual state in parallel. Finally we propose action support to revise those differences when difference occurred between objects' states. Furthermore, we evaluate its feasibility by experiment of living.

1. はじめに

近年, 計算機やネットワーク, RFIDをはじめとしたセンサ類が安価となり, 日常の生活を取り巻く環境に埋め込んで容易に利用できるようになってきた。さらに, 総務省が掲げているu-Japan政策[1]のような政策的展開も含め, 生活空間内

から環境情報を取得するタイプの「ユビキタス環境」の発展が, 今後, より進むであろうと考えられる。

ユビキタス環境では空間の物体の位置や状態, 空間利用者の操作などをセンサデータとして取得する[2]ことが容易となり, 計算機を用いた日常行動の支援[3]が可能になる。また, これらの環境を複数人で利用し, 実際の日常生活の中でも有用なサービスを得られたことが報告されている[4]。さらに, これらをデータベース化し, 共通の常識や考えを持つ十数人~数十人規模の人が, 数千~数万の物体を扱って生活するような環境を構築することは, 近い将来のハードウェアで十分実現可能であるうえ, 有効であろうと予想される。

人間は複数人の社会空間の中で行動を行うとき, 意識的・無意識的に関わらず, その空間のルールや他の利用者の行動に影響を受ける。例えば, 禁煙の場所では煙草を吸うという行動は通常行わない。また, 他の利用者が明らかに使用中の物品を自分が必要だとしても, 後で利用するか代替物品を探すだろう。したがって, 複数人の空間コミュニティの中では, 空間のルールやお互いの行動の影響を考えて行動することが作業を効率よく進めていく上で重要である。しかしこれらの要素は概念的に存在するものであるため, 忘れてしまう, 気が付かない, 他者に明に示されない, といったことが生じやすい。また, センサで直接獲得できるものではない。これらの点について, 空間のルール(概念的な状況)と現実の状況が一致しない場合に利用者を喚起するような支援ができれば有用であると考えた。

そこで本研究では, 物体が本来あるべき状態, つまりルールに従った状態をデータベースに蓄積するモデルの導入を行う。あわせてユビキタス環境を利用して現実の状態を取得し, データベース化する。すなわち実空間内に存在する物体の状態をRFIDによって取得するとともに, 利用者が物体に対して持つ「こうであるつもり」「こうであるべき」という概念的な状態も, 現実の状態と並列してデータベースに蓄積できるようにする。本論文ではこのデータベースを用いて, 概念的な状態と現実の状態の乖離が生じたことを利用者に直接提示する行動支援を提案する。提案手法の応用事例としてオフィス環境に適用し, 十数名の利用者で日常生活実験を行った。この結果, 物品の状況管理だけでなく, ルールの周知や負担の分散化などの効果が得られた。

2. 背景

2.1 ユビキタス環境と研究課題

安価で高速な計算機や様々な空間センサが普及し, これらを用いて実現するユビキタス支援の研究[2][3][4]が数多く行われている。たとえば, Tagged World Project[5]では, 部屋内の様々な場所に配置されたRFIDタグと人が携帯するリーダによって人の行動を認識し, その意図を推定することが行われている。

一方, ユビキタス環境を日常的に運用することを考えると, 次の2点の課題が生じる。

(1) 取得される大量のセンサデータにより, その蓄積・管理が困難になる。

(2) 取得されたセンサデータを行動支援としてフィードバックするための効率的な枠組みが必要になる。

例えば(1)の問題に対してTinyDB[6]では必要な時だけセンサを動作させ, データ量の削減と共にセンサの電力のマネジメントまで行っている。また, MauveDB[7]ではセンサ網のデータの不完全性をDB内で隠ぺいする研究がなされている。

[▼] 非会員 横浜国立大学大学院環境情報研究学府情報メディア環境学専攻 d06hc041@ynu.ac.jp

[◆] 学生会員 横浜国立大学大学院環境情報研究学府情報メディア環境学専攻 d07hc023@ynu.ac.jp

[▲] 正会員 横浜国立大学大学院環境情報研究院 tommy@ynu.ac.jp

(2)の問題に関してTagged World Project[5]では人間の動作をノードとしたBayesian Networkを構築するような提案がなされている。

これらに対し、我々は次のような先行研究を行ってきた。まず(1)に対し、センサデータ、特にRFIDの反応の組み合わせをひとつのプリミティブとみなし、学習データから「開ける」「置く」「読む」といったような操作インデックスを取得するモデルを構築した[8]。また現実の状態や利用者の動作、物に関する知識をデータベース化し、複数のユーザーで共有することが可能であることを示した[9]。効果的なモデル化とインデックスを付与したデータベース化によって、宣言的なデータ利用や効率的な検索が実現可能となるため(2)を達成できる。このように、RFID等によって取得したセンサデータから実空間の物体の状態を取得し、それらを蓄積するユビキタス環境 DB を持つ「概念共有環境 CONSENT (Concept Sharing Environment)」を提案してきた[10]。

2.2 概念共有環境 CONSENT

本節では、概念共有環境 CONSENT (以下、単に CONSENT) について簡潔に説明する。

RFIDなどのセンサ類によって、利用者が意識することなく、日常的に発生する大量の行動データを取得することができるようになった。しかし物体の持っている意味や操作の意図などの概念的な要素はセンサでは取得できない。そこでセンサデータに加え、そのセンサデータが何を表しているのかという意味情報や、その空間を利用する上で意識的・無意識的に了解している概念を DB に蓄積し、さらに視覚的な支援のため VR による形状データを関連付ける。それらによって、意味を考慮した空間情報の活用や行動支援[9]が可能となる。

概念を共有し効率的に利用するためには、意味情報に加え、センサデータや形状データなどの「マルチメディアデータ」と、実空間に存在する事物を関連付けて管理するモデルが必要になる。そこで CONSENT では、1. 意味情報をオントロジによって明示的・体系的に記述する(意味層)、2. センサデータや形状データなどのマルチメディアデータをそのまま蓄積する(マルチメディアデータ層)、3. それらを関連付けた実体を蓄積する(存在エンティティ層)、の3種に分けて管理する基本モデルを導入した。最もプリミティブである要素は、オブジェクト(モノ)や操作(RFIDの検知)などの一つ一つの事物や事象の存在をエンティティとみなした「存在エンティティ」(Existing Entity, 以下 EE)である。EEは、現実世界における「モノ」(what), 「場所」(where), 「人」(who), 「時」(when), 「コト」(how)などを示すアトミックなエンティティである。

CONSENTの基本モデルを基にした論理スキーマを図1に示す。このモデルにより、空間に存在する情報やRFIDから得られた状態(EE)をデータベース化する。このデータベースを本論文ではユビキタス環境DBと呼ぶ。

3. 利用者の概念を用いた行動支援の設計

ユビキタス環境DBによる行動支援を行うことを考えたとき、実際の空間のルールに即した支援を行うためには、センサデータから得られた位置情報のみの利用では十分ではない。なぜなら、「こうであるつもり」「こうであるべき」という概念的な状態は確かに存在するが、忘れてしまう、気が付かない、他者に明に示されない、といったことが生じやすい。そこで本章では、概念的な状態の記述とルールによってその状態を生成するモデルを導入する。

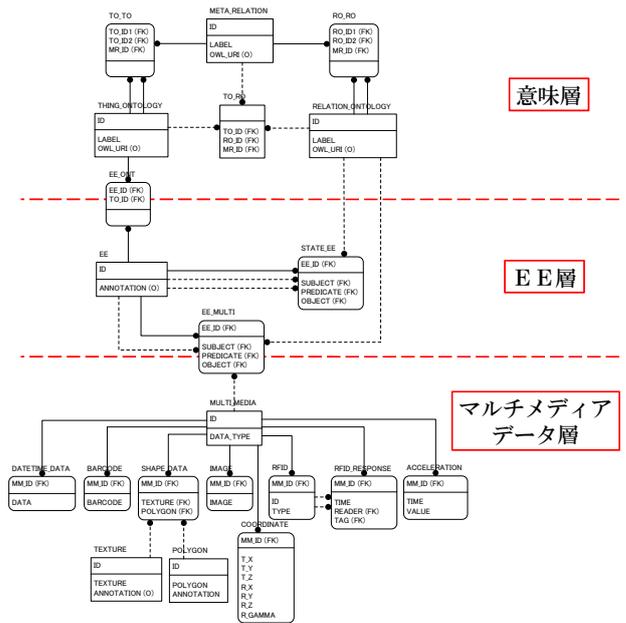


図1 ユビキタス環境DBスキーマ

Fig.1 The Schema for the Ubiquitous Environment DB

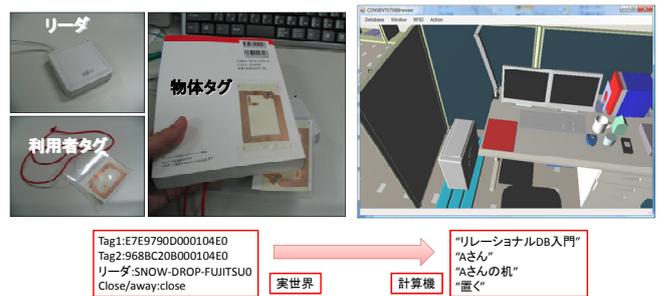


図2 現実状態の取得

Fig.2 The Acquisition of Real World State

3.1 状態の表現方法

実世界の物体の位置情報を取得する場合、物体にRFIDタグを付加し、領域にRFIDリーダを設置して、タグの検知データを獲得すればよい。本研究ではこれに加え、事物の位置関係、事象に込められた意味・意図がどのようになっているのかもあわせて「状態」として定義し、ユビキタス環境DBに蓄積する。以下に状態の定義を述べる。

●状態(State)

操作オントロジを実体化したEE(操作EE)と物体オントロジを実体化したEE(物体EE)又はマルチメディアデータ(MMデータ)を関係オントロジで記述された属性によって結合した組のエンティティを状態と呼ぶ。

具体的には「20時にC#の参考書がAさんの机の上に置かれた」という状態を記述する場合、物体EE「(12526)C#の参考書」と「(8923)Aさんの机」及びMMデータ「(552)2007/12/18 20:00:00」との間に、操作オントロジ「(3792)置く」の実体として操作EE「(25578)置く」を生成し、what, where, when, action(how)の組とする。この例は以下の組で表現される。
[action: (25578)置く, what: (12526)C#の参考書, where: (8923) Aさんの机, when: (552)2007/12/18 20:00:00]

ここで括弧に示した数値は便宜上、それぞれの要素に付したIDを表す。このようにRFIDタグ/リーダによって取得される物体同士の関係と、それに対応する状態を上記のように蓄積することで共有、利用を実現する(図2)。

3.2 現実状態と概念的状態

現実の状態と概念的に存在する状態をひとつの物体に対して並列に記述し、両者に乖離が発生していないか比較演算を行えるようにする。これらの状態を以下のように定義する。

●現実状態

現実状態は、実空間の物体に対して、センサから直接取得したデータによって記述される状態である。どの物体(what)に何をしたか(action)を最低限必要な属性とし、あとの属性は操作オントロジに記述されている範囲において自由に組み合わせることで表現できる。

●概念的状態

利用者のもつ意図や空間固有のルールから生成された、こうあるべきという状態、あるいはこうしている「つもり」を示す状態。どの物体(what)に何がしてあるべきか(action)を最低限必要な属性とし、あとの属性は操作オントロジに記述されている範囲において自由に組み合わせることで表現できる。

3.3 ルールによる概念的状態の生成

概念的状態はそもそも利用者の意識の中にある概念的な要素であるため、センサを利用して無意識のうちに取得することは難しい。そこで次の2種類の取得方法を導入する。

1. 利用者が手動で明示的に登録する(手動登録手法)
2. 特定条件下で自動的に生成する(自動登録手法)

1. は、人手を介して明示的に概念的状態を付加してもらうことが必要になる。このために、概念的状態付加のためのインターフェイス(UI)を実装した。手動登録手法のメリットは、個々の概念的状態を明示的に誤りなく登録できる点にある。一方、UIを工夫したとしても、毎回手動で付加していくのは利用者にとって大変な手間となる。そこで、この負担を軽減するため、「毎週水曜日にはx xにy yする」のような固定的な条件(if)とその場合の手続き(then)によって記述できるルールについて2.の方法で概念的状態を自動生成し登録する手法もあわせて導入する。自動登録手法のメリットは、複数の物体に対して一度に概念的状態を付加できる点や、同じ概念的状態が、条件を満たせば自動的に登録される点にある。一方、ルールをあらかじめ記述する手間があるが、この点については一度構築してしまえば利用者の負担は少ない。いずれにしても、手動で状態を登録する、あるいは、手動でルールを記述する、という負担が生じるため、登録者の負担を減らし、直感的に登録できるUIが必要である。

3.4 状態の整合と乖離、および注意喚起

ひとつの物体(what)に対して現実状態と概念的状態との比較演算を行い、操作(action)や場所(when)が一致している場合を本研究では、この物体の状態が整合していると呼ぶ。一方、異なる場合、乖離を起こしていると呼ぶ。

現実状態と概念的状態に乖離が発生しているとき、それを利用者へ注意喚起させるための仕組みと、利用者にとどのような乖離が発生しているのかを認識させるための仕組みが必要になる。利用者の負担を減らし、直感的に状態の乖離を認識させるためには、VRインタフェースによる視覚的な強調表示が効果的である。

「共用の参考書は使わないとき、必ず本棚にしまわなくてはならない」というルールに基づく整合・乖離の例を図3に

示す。また、本研究のアーキテクチャを図4に示す。概念的状態は、物体に対し電子的な付箋を貼っておくようなもので、付箋の内容(概念的な操作の状態)と現実状態との乖離が起こると利用者へ注意喚起される。

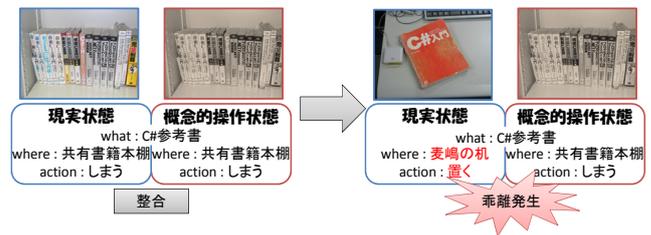


図3 状態の整合と乖離

Fig.3 Adjustment and Estrangement of States

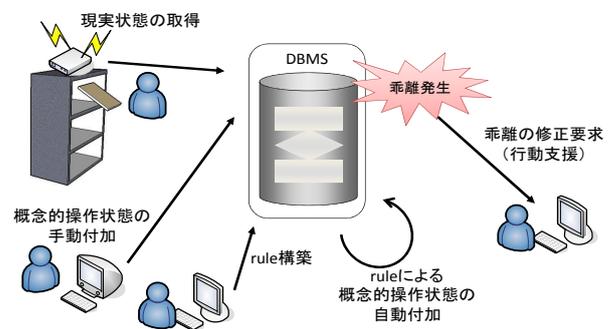


図4 システムの構成

Fig.4 Configuration of Proposed System

4. 利用者の概念を用いた行動支援の実装

3章で設計したモデルを CONSENT に実装した。本章ではその方法について述べる。

4.1 現実状態の取得

現実状態は図2に示したようにRFIDを利用して実際の利用者の操作(現実操作)から取得する。本来ならば全ての意味を持つ領域にリーダを配置すべきであるが、実装時に利用できるRFIDリーダの数に制限があったため、実験を最も効果的に遂行できる場所への設置にとどめた。このため、現実の場所の中には、「本来RFIDリーダを設置すべきであるが実際には設置できなかった場所」がある。そのため仮想空間を用いたUI上で、操作する物体をクリックすることで、リーダによる現実操作と同様のデータを取得しDBに登録できるようにした。5章で示す生活実験では、全ての領域にリーダがあるという仮定のもと、実際にはリーダが設置されていない領域についてはUIを用いて操作を挿入してもらった。蓄積されるデータは3.1節で示した状態の形式である。

4.2 概念的状態の取得

手動付加手法の場合、UIで概念的状態付加を行うことを明示的に宣言し、現実操作と同様に付加したい物体をクリックすることで図5のような操作パネルが現れる。whatとactionのほかに必要な情報を選択し登録する。ここで、現実状態と比較演算するための属性は現実状態と全く同じ属性が付加されるが、ルール固有の属性として、誰にやっておいてほしいか(who)、いつまでにやっておいてほしいか(TimeLimit)を追加することもできる。

これは、ひとつの物体(what)に複数の概念的状態が付加されるとそれらの間に矛盾が発生する可能性があるため、優先順位を決めるために必要な属性である。例えば本を机に置いておくべきという概念的状態と本棚にしまっておくべきという概念的状態が同時に優先度なく付加されると、例えば机に置いてあっても本棚にしまっていないので乖離が発生し続ける。そこでTimeLimitの早いほうが優先するように実装した。優先度については応用事例に合わせて別途考察が必要である。

自動付加手法の場合、UIでルールの実体(以下ruleと記述する)を作成することを宣言し、まずifの条件にあたる部分を作成する。今回作成した条件項目を表1に示す。条件は、応用事例ごとに様々な記述が考えられる。しかし、本研究の範囲で明らかにしたいのは状態の乖離の検出と整合の支援の実現性と有用性の検証であるため、条件項目の改善については今後の課題とした。次にthenの部分を作成するときは手動付加手法と類似の操作パネルが表示され、条件を満たしたときに、どのような概念的状態を付加すべきかを記述できる。VRを用いて直感的に選択できる点も同様である。

蓄積されるデータは、現実操作と区別するために概念的状態であることを示す属性が付けられる。

4.3 状態の乖離の提示と整合

状態の乖離を利用者に喚起するため、乖離が起きる操作が行われたとき、管理者が指定した間隔でモニタリングし乖離があったときに、「乖離を修正せよ」との命令が適切な利用者にポップアップ形式で提示される。ここで適切な利用者とは、誰にやっておいてほしいか(who)が記述されたルールの場合はその利用者に、誰が行ってもかまわない(指定のない)ルールの場合には当番制で長期的に見て負担が偏らないように振分ける。振分け方は単純にラウンドロビンとした。

喚起された利用者は図6のような状態の乖離を表示するUIを確認し、乖離がなくなるように実空間を整合する。このとき、まず利用者は図6(左ウィンドウ)で視覚的に乖離した物体の位置を確認する。矢印の根本が現実状態の位置、先が概念的状態に従った位置となっている。次に図6(右ウィンドウ)でどのような状態に整合すればよいかをテキストでも確認できるようにした。これにより利用者の行動に対して次のような効果が得られることが期待できる。

- (i) 普段利用者ごとに偏っている仕事を分散する。
 - (ii) 普段行っていなかった仕事を新たに行うようになる。
- (i)に関する定量的な評価式として分散をもとにした式を用いる。比較する対象である操作回数がそれぞれ異なるため、ひとりで全ての操作を行ってしまったら100、全員が同じ回数の操作を行ったら0になるように操作回数によらないように正規化を行い、運用実験の評価で用いる。

表1 条件項目

Table.1 Condition List

条件名	振舞い
Time(時刻)	指定の時刻になったとき
Date(日付)	指定の日付になったとき
Week(曜日)	指定の曜日になったとき
Times of action (操作回数)	指定の操作が指定回数行われたとき
Place(場所)	指定の領域に利用者が入ったとき
Entry(登録)	指定の物体オントロジを持つEEが実体化されたとき



図5 概念的状態登録UI

Fig.5 User Interface for Conceptual Action State

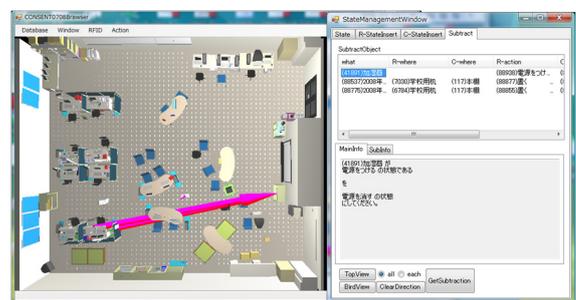


図6 状態乖離の提示

Fig.6 Estrangement Indication

5. 日常生活による評価実験

4章で実装したシステムの検証を行うために、オフィス(研究室)を対象とした日常生活実験を実施した。実験環境は以下の通りである。

対象空間面積：164m²

実験参加者数：12人

実験期間：2007/10/17～2008/2/15

サーバOS：Microsoft Windows Server 2003 (1台)

クライアントOS：Windows Vista Business (15台)

開発環境：Microsoft Visual Studio 2005

DBMS：Microsoft SQL Server 2005

RFID タグ：OMRON 社製 13.56MHz 帯 V207-D13P01

同 V207-D13P02 (約1,000枚)

RFID リーダ：FUJITSU 社製 F3972T130 (14台)

TI 社製 RI-STU-TRDC-02 (2台)

行動支援の効果を確認するため、実験を前半と後半に分けた。2007/12/9までの約2カ月間を前半とし、実装した行動支援は利用せずにデータの獲得だけを行った。具体的には、実験開始前と同様の生活を行ってもらい、その現実状態のみを登録した。後半では行動支援を行いながら日常生活実験を行った。この実験の目標は、行動支援システムの提示を受けて人が行動し、現実状態と概念的状態を整合させること、すなわち、空間をルールどおりの状況に保つことである。

5.1 蓄積された操作の検証

実験期間中に行われた現実操作の回数を、RFIDから取得した手間のかからない手法と、UIから取得した手間のかかる手

法に分けて、日ごとに並べたグラフを図7に示す。

実験初期の調整期間では操作そのものの取得が安定していないが、安定してからの特徴として、日曜日の操作回数は0であることが多いため、回数の谷と谷の間で1週間を示すことや、大きく回数が落ち込んでいる場所が年末年始の休暇だったことが見て取れた。この結果から、実際の生活データが取得できていることがわかる。

5.2 状態の乖離の提示と整合の成果

後半の実験では、ruleは表2に示す簡易なもの(R1~R8の8種類)を付加した。これを用いて行動支援を行い、実際に効果があったもの、すなわちシステムが利用者に状態の乖離を提示し、利用者が提示を参考に整合操作を行った回数を調べた。結果を図8に示す。この8つ程度の簡易なruleの適用環境でも、提案システムによって利用者に整合操作を行わせることができたことが示された。

また、具体的にR1「毎週火曜日、13:00になったらコーヒーメーカーの電源を入れる(コーヒーをいれる)」, R5「毎日12:00に南側窓を開ける(換気する)」という二つの例について履歴の検証を示す。

R1の例では実験前半ではコーヒーを入れる利用者が偏っていた状況から、仕事を平均的に分散することができているのがわかった。前半と後半の正規化分散値を求めるクエリを実行すると図9のように61.7から13.4まで低下していることが示された。0に近いほど仕事が分散されており、行動支援の効果がみられた。

R5の例では窓を開ける回数をカウントするクエリを実行すると、前半2回から後半39回まで増加していることが示された(図10)。前半ではほとんど行われていなかった操作が、後半では行われるようになり、効果が得られている。

以上から空間固有の概念とルールに基づく当番制の業務負担が均等化されるような利用者支援が実現できた。

5.3 行動支援の使用感に関する検証

実験参加者に使用感に関するアンケートを行い、その結果を検証した。なお、本アンケートは5.2節で使用したルールR1とR5についてそれぞれ行っている。また、アンケートは有効回答10名の結果を用いている。

まず、行動支援を行う前と後でルールの認知度と、そのルールに沿って行動をしていたかを、それぞれ5段階で回答してもらった。項目と数字の対応は次のとおりである。

(1) ルールの存在の認知度(横軸)

知らない -2~0~2 知っている

(2) その行動をどの程度していたか(縦軸)

していなかった -2~0~2 していた

この結果を図11および図12に示した。図11、図12ではプロットひとつが利用者ひとりの回答結果を示している。丸プロットから三角プロットへの移動によって提案システムの支援効果の傾向を表している。R1では行動支援前、ルールは認識されていたが、実行していた利用者は限定されており、支援後には全利用者に認識が徹底され、ほとんどの利用者が行うようになっていく傾向がわかった。R5では、ほとんどの利用者がルールの存在を認識していなかったため、行われていかなかった。また、行動支援後はR1と同様にほとんどの利用者で認識と実行がなされていることがわかった。

数値以外の評価として、利用者に対するヒアリングによれば、「当番として回ってくるのが2週間に一回程度なので特に面倒ではない」「行動支援前まで、ほとんど自分たち数人でやっていたが、全員でやるようになって負担が減った」「直

接人にやれというのは抵抗を感じるが、システム側で割り振ってくれるので良い」という意見や「今までやったことがなかった(コーヒーを入れる)操作の手順がわからなくて困った」などの意見が得られた。

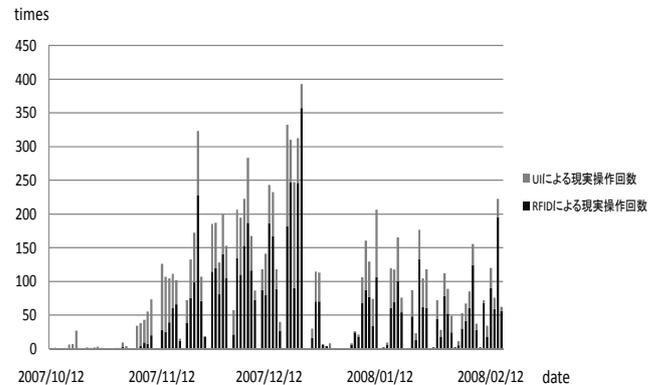


図7 実験中に蓄積された現実操作

Fig. 7 Accumulated Actions by the Experiment

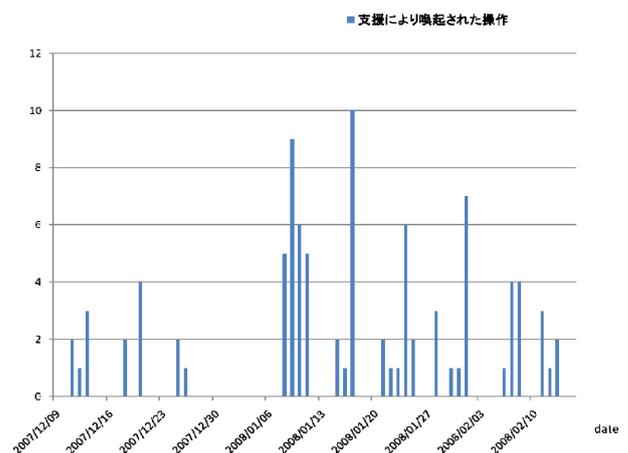


図8 行動支援が認められた操作

Fig. 8 Effective Actions of Action Support

表2 登録されたルール

Table. 2 Registered Rules

R1	火曜日 13時にコーヒーを入れる
R2	木曜日 13時にコーヒーを入れる
R3	火曜日 13:20に部屋の電気を切る
R4	木曜日 13:20に部屋の電気を切る
R5	12時に南側窓を開ける
R6	12時に北側窓を開ける
R7	12時に加湿器を入れる
R8	ゴミ箱が一杯になったら捨てに行く

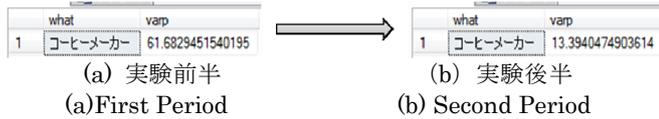


図 9 R1 の正規化された分散
Fig. 8 Normalized Variance of R1

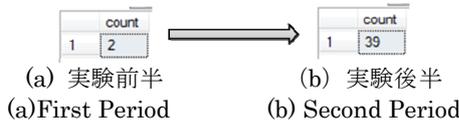


図 10 R5 の操作回数
Fig. 10 Times of Actions by R5

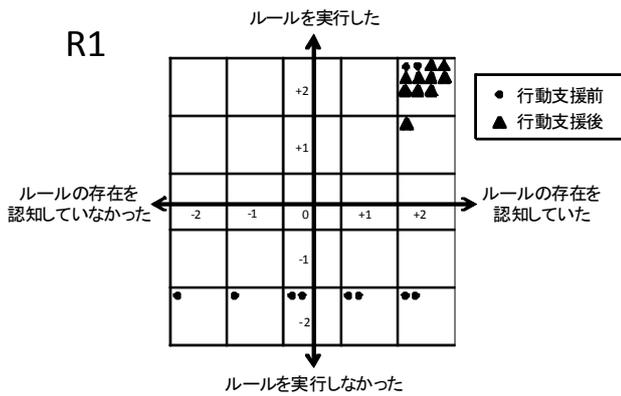


図 11 ルールの認知度と実効度 (R1)
Fig. 11 Recognition and Execution of Rule (R1)

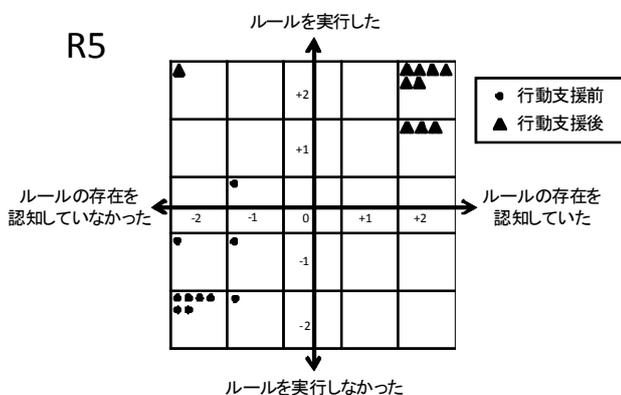


図 12 ルールの認知度と実効度 (R5)
Fig. 12 Recognition and Execution of Rule (R5)

6. まとめと今後の課題

本論文では人間が行動する際、影響を受ける要素である概念に注目し、ユビキタス環境 DB にルールを並列に蓄積するモデルの設計と実装を行い、生活実験によって検証した。

本質的な状態の蓄積と比較については大きな問題は見られなかったが、乖離を整合するための利用者への UI は改善が必要と考える。現在のシステムではデスクトップ型の計算機が必須であり、自由に移動しながら利用することができない。また、行動支援を要求された利用者の負担などを考慮していない。そのためモバイルや音、光などを用いた支援を今

後検討したい。また、今回使用感の検証を行ったが、評価対象となった人数が少なく、再現性や確度が弱い結果となっている。今後この点について対象人数を増やすなど、評価方法を検討して、確度の高い評価を行いたい。

【謝辞】

本研究の一部は横浜国立大学教育研究高度化経費の助成を受けて行った。

【文献】

- [1] 総務省, u-Japan 政策, http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/index.html
- [2] L. Bao and S. Intille: "Activity recognition from user-annotated acceleration data," in Proc. 2nd Int.Conf. Pervasive Computing, pp. 1-17. 2004.
- [3] M. Lamming and D. Bohm. SPECS: Another Approach to Human Context an Activity Sensing Research, Using Tiny Peer-to-Peer Wireless Computers. In Proceedings of UbiComp 2003: Ubiquitous Computing, 5th International Conference, pages 192-199, Oct. 2003.
- [4] 小林亮博, 上田博唯, 佐竹純二, 近間正樹, 木戸出正継, "家庭内ユビキタス環境における対話ロボットの実稼働実験と対話戦略の評価", 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.5, pp.2023-2031, May 2007.
- [5] Tagged World Project, <http://taggedworld.jp/>
- [6] Samuel Madden, Michael J. Franklin, Joseph M. Hellerstein and We Hong, "TinyDB: An Acquisitional Query Processing System for Sensor Networks" Proc. ACM Transactions on Database Systems, Vol.30, No.1, pp.122-173, March 2005.
- [7] Amol Deshpande, Samuel Madden, "MauveDB: supporting model-based user views in database systems". SIGMOD Conference 2006: 73-84
- [8] 猿田芳郎, 富井尚志, "加速度センサと RFID を用いたユビキタス環境での利用者コンテキスト推定手法", 日本データベース学会 Letters, Vol. 6, No. 3, pp. 13-16, 2007. 12.
- [9] 富井尚志, "マルチメディアデータベースに基づく高度コミュニティ空間の実現", 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.6, pp.511-517, 2006.6.
- [10] 渡邊優作, 佐々木貴司, 富井尚志, "クエリフィードバックによる意味情報推奨機構を有する成長型ユビキタス環境データベースの実装と評価" 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.48, No.SIG20 (TOD36), pp.1-13, 2007.12.

麦嶋 慎也 Shin'ya MUGISHIMA

2008 横浜国立大学大学院環境情報学府博士課程前期修了。在学中はユビキタス環境データベースシステムの研究・開発に従事。現在、東日本電信電話株式会社に勤務。

清水 隆司 Ryushi SHIMIZU

横浜国立大学大学院環境情報学府博士課程前期在学中。2007 横浜国立大学工学部電子情報工学科卒業。ユビキタス環境データベースシステムの研究・開発に従事。

富井 尚志 Takashi TOMII

横浜国立大学大学院環境情報研究院准教授。1999 横浜国立大学大学院工学研究科博士課程後期修了。博士(工学)。マルチメディアデータベース、時空間データベースの研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、映像情報メディア学会、日本データベース学会正会員。