

# 大量のRFIDデータを扱う概念共有環境 CONSENT の運用による実用性の評価

清水 隆司<sup>†</sup> 古賀 浩史<sup>††</sup> 富井 尚志<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻

<sup>††</sup> 横浜国立大学工学部電子情報工学科

<sup>†††</sup> 横浜国立大学大学院環境情報研究院

〒 240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

E-mail: †{d07hc023,b0544055,tommy}@ynu.ac.jp

あらまし ユビキタス環境において行動支援を行うことを考えたとき、センサから取得可能な物体の位置や状態だけから支援を行うのは限定的であるため、より有意な情報を取得することが重要となってくる。また行動支援に用いるデータを集める際には、できるだけ利用者に負担をかけないことも重要である。本研究では有意な情報として、空間固有の知識や常識、他の人間の行動といった空間の概念を扱うことを考えた。そこで、空間や個人の概念をモデル化してDBに蓄積する。さらに本研究では大量にRFIDタグを埋め込んだ環境を構築し、利用者はセンサを意識せずに、自然に生活するだけで、行動支援を受けることができるようにした。そしてこの大量にデータの生成される環境において、運用可能性と行動支援の効果を検証した。

キーワード ユビキタスコンピューティング、時空間DB、RFID

## Evaluation of the practical utility by operational experiment of *Concept Sharing Environment* handling a large quantity of RFID data

Ryushi SHIMIZU<sup>†</sup>, Hiroshi KOGA<sup>††</sup>, and Takashi TOMII<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> Department of Information Media and Environment Sciences, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

<sup>††</sup> Division of Electrical and Computer Engineering, Yokohama National University

<sup>†††</sup> Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501 Japan

E-mail: †{d07hc023,b0544055,tommy}@ynu.ac.jp

**Abstract** There are some important information that sensors can not acquire. When we make an action in a space where more than a few people live, we are always affected by the rules or other people's actions. We proposed the CONSENT(Concept Sharing Environment) that could share information above as a previous work. In this paper, we built an environment in which thousands of RFID tags are embedded, and evaluated practical utility of this system by operational experiment. To put it concretely, we evaluate feasibility of this system by investigating how much data it can handle. And also we evaluate usability of this system by implementing some applications and investigating if users' thoughts are shared.

**Key words** Ubiquitous Computing, Spatial-temporal DB, RFID

### 1. はじめに

近年、安価で高性能な計算機やネットワークが容易に利用できるようになってきた。さらにRFIDのような実空間情報を容易に取得できるセンサ類の技術的進歩がめざましく、安価であ

るため環境にセンサをばらまくことが現実的になってきた。また、総務省が掲げている u-Japan 政策 [1] といった政策的展開により、生活空間内から環境情報を取得するような「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環境に大量のセンサを埋め込み、常に大

量のデータを集めることも可能となる。しかしただ大量にデータを集めていても、集めることが利用者の負担になり、集めたデータが利用者支援に用いることができない意味のないデータでは、有用ではない。そこで、空間利用者の行動支援を行うことを考えたとき、

- (1) (データの取得) 行動支援に用いるデータを集める際には、できるだけ利用者に負担をかけない。
  - (2) (データの蓄積) センサから取得可能な物体の位置や状態だけから支援を行うのは限定的であるため、より有意な情報を蓄積する。
  - (3) (データの利用) センサから取得した大量のデータを利用者が必要に応じて検索できるモデルをもつ。
- といったことが重要になってくる。

(1) について、本研究では環境に RFID タグを大量に埋め込み、利用者にウェアラブルセンサを身に付けることを考えた。具体的には、利用者に無線リーダと無線加速度をつけ、1つの物体に1枚以上の RFID タグを貼ることでタグの貼ってある箇所を意識して触れる必要のない環境を構築した。これにより利用者はコンピュータを意識せずに、自然に生活するだけで、行動支援を受けることができると考えた。RFID と加速度センサを用いて、行動データを取得する方法は文献 [2] でよい成果を得ている。そのために RFID と加速度センサを用いているが、方針としてはあらゆるセンサを用いて多くのデータを用いる環境を想定している。

また (2) について、有意な情報として、空間固有の概念を扱うことを考えた。人間は行動するとき、物体の状態だけでなく、その空間固有の知識や常識、他の人間の行動といった、より概念的なものに意識的・無意識的に影響を受けていると考えられる。そのため、センサで取得できないこれらの概念的な情報を共有できれば有用と考えた。そこで先行研究では、これらのことを実現するために設計及び実装を行ってきた [3]。その方法は、RFID などのセンサから取得される現実の状態と、空間や個人概念、つまり、ある空間固有の「その物体があるべき状態」や「このようにしておいてほしい状態」を DB 内に並列して蓄積するモデルを構築する。そして、ふたつの状態の間に乖離が生じた際、乖離を修正する操作要求をすることで、空間や利用者概念を利用した行動支援を実現した。

さらに (3) について、本研究の提案するシステムで取得するデータを、有意な三段階のデータに分類し、定義した。このデータの分類を基にして設計を行い、行動支援を実装した。

そしてこの大量にデータの生成される環境において、運用が現実的であるか、実証実験を行い評価した。また実用的なシナリオを考え、それに沿ったアプリケーションを実装し、有意な情報を取得できているか検証した。

## 2. 背景

### 2.1 ユビキタス環境

計算機や様々なセンサ類の技術的発達、そして普及により、ユビキタス支援の研究が盛んに行われている [4] [5]。たとえば、文献 [6] では、加速度や音、気圧などの様々なセンサを人に身

に着け、行動認識を行い、生活データの収集が行われている。また、Tagged World [7] [8] 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。一方でユビキタス環境を日常的に運用することを考えると、大量のセンサデータが生成されるため、これらのデータを効率的に蓄積・管理することが必要となる。TinyDB [9] ではセンサノード間のデータ転送量の削減を行うことで、効率的なデータ管理を実現している。また MauveDB [10] ではセンサノード間によってデータの不完全性を補完することが行われている。これらに対し、我々は先行研究として 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 [11]。このユビキタス DB は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、効率的な蓄積・管理を実現している。そしてさらに、現実の状態や利用者の意図、物に関する知識をデータベース化することで、複数の利用者でそれらの情報の共有が可能である [12]。

### 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。

#### 2.2.1 基本モデル

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 [12] が可能となる。

そこで概念の共有を可能とし、大量に発生するデータを効率的に蓄積・利用するために、CONSENT では以下の3種に分けて管理する基本モデルを導入した。

- (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)

実在のオブジェクトには RFID タグや RFID リーダを取り付け、それらの ID やセンサ値をマルチメディアデータ層に蓄積し、DB 内の存在エンティティに対応付ける。タグや RFID リーダの ID はオブジェクトの存在エンティティに相当し、そこから得られるセンサ値は操作の存在エンティティに相当する。これにより、現実状態の取得を実現できる。CONSENT の論理スキームを図 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とが可能となる。

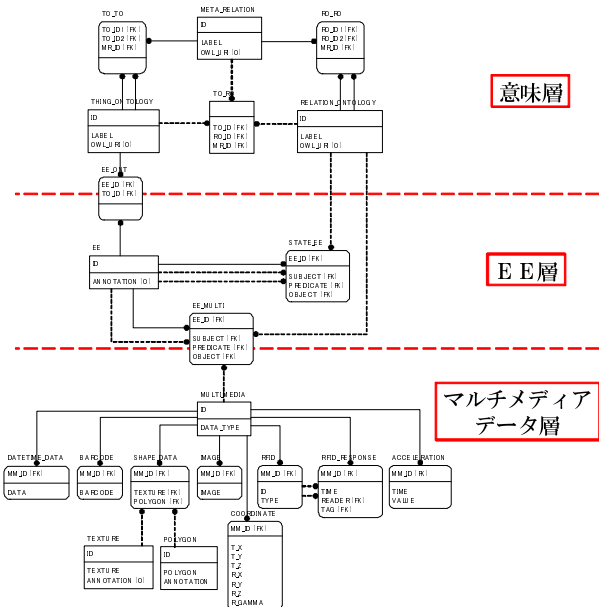


図 1 ユビキタス環境 DB スキーマ

Fig. 1 The Schema for the Ubiquitous Environment DB

### 2.2.2 大量に情報を扱う上での課題

ユビキタス空間にはセンサで取得されるデータだけでなく、実際には空間に存在するルールや人の操作の意図といったあらゆる情報が大量に存在している。本節では、これらの大量の情報を扱う上で生じる問題点を述べる。

#### (1) 生活環境の維持

複数の利用者が存在する空間では、空間固有の知識や常識、他の人間の行動といった概念的な要素があり、人が行動する際には意識的・無意識的に影響を受けていると考えられる。円滑に効率よく生活や仕事をできる環境を維持するには、空間に存在する概念は重要である。しかし実際に生活する環境には多くの空間固有の概念が存在している。そのため、ほとんどの概念は情報が多くて把握できない、忘れてしまう、他者に明に示されない、といったことがあるために生活環境はうまく維持できていない。その例として以下のようなものが挙げられる。

- 保存期間の管理

消費期限や保障期間のあるものはたくさんあるが、複数の人の物が多く存在しているためにすべての期限を常に意識するのは困難である。

- 共有物品の管理

複数の人で共有している物体は、人で行き来するために状態を把握するのは困難である。

- 仕事の管理

定期的な掃除や会議の準備といった全員に共通の仕事も特定の人ばかりが行い、負担が偏っていることの把握が困難である。

- 環境の管理

部屋の温度などは温度センサでデータを取得したとしても、人それぞれが快適に感じているか把握が困難である。

効率よく仕事ができる環境を維持するためには、これらの例のような把握が困難な概念情報を共有できる仕組みが必要で

ある。

### (2) クライアント・サーバモデルでの実現性

大量の情報が氾濫している現在、P2P [13] などのアーキテクチャが目玉されている。しかし近年の計算機、ネットワーク技術の発達により、クライアント・サーバ (C/S) はサーバに負荷が集中するというボトルネックがあるにもかかわらず現在でも多くのシステムに導入されている。一方でセンサが大量に存在するユビキタス環境では常時大量のデータが生成される。したがって、C/S でシステムを構築した場合にはサーバへのアクセス集中というボトルネックはより大きな問題になると考えられる。そして本研究で提案している COSENT においても、大量にデータが生成されることが想定され、C/S で構築した場合には行動支援に支障をきたすことも考えられる。そのため C/S で構築した場合でも運用可能であるか、検証する必要がある。

## 3. 有意なデータ取得の設計

本章では 2.2.2 節で示した問題点について、解決するために行った設計を述べる。

### 3.1 行動支援の設計

人は複数人の社会空間の中で行動を行うとき、その空間のルールや他の利用者の行動に影響を受ける。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、COSENT では以下の 2 つの状態を定義した。

#### (1) 現実状態

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。すべての物体に 1 枚以上の RFID タグを貼り、利用者が RFID リーダと加速度センサを身につけることで「2007/12/18 20:00:00(552) に A(20) さんによって C# の参考書 (12526) が机 (8923) に置かれた (25578)」という状態を取得する。

#### (2) 概念的な操作状態

利用者のもつ意図や空間固有のルールから生成された、「こうであるつもり」「こうであるべき」という状態。利用者が手動で明示的に登録する、あるいは特定条件下で自動的に生成する。自動的に生成する場合は「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) によって記述する。

この 2 つの状態を並列してデータベースに蓄積し、概念的な操作状態と現実状態の乖離が生じたことを利用者に直接提示することで行動支援を可能とする。

### 3.2 データの分類

大量にセンサデータを取得できたとしても、ユーザが必要に応じて行う検索に耐えられるモデルを持たなければ、効率的なデータの利用ができない。そこで、取得されるデータを 3 段階に分けて、定義する。

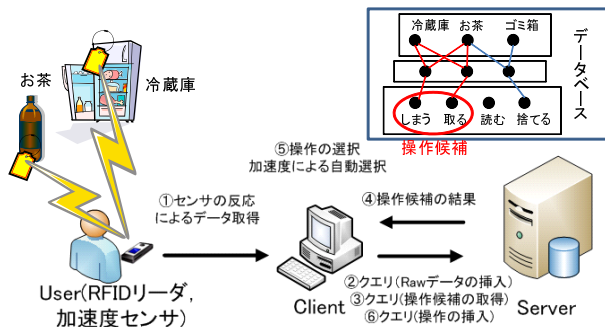


図 2 システムの構成

Fig. 2 Configuration of Proposed System

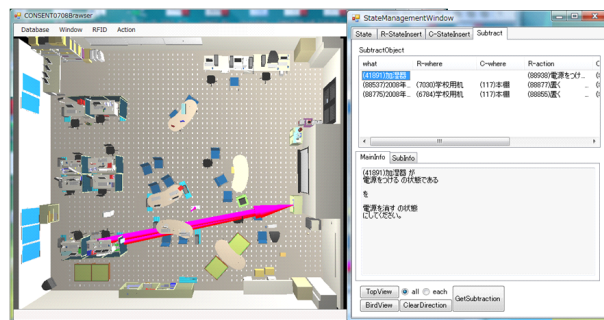


図 3 状態乖離の提示

Fig. 3 Estrangement Indication

- i Raw Data(センサデータ)
  - センサで取得される生データ
  - 位置情報登録や移動履歴に利用できる [14]
- ii Action Data(センサデータ + 操作情報)
  - 行われた操作のデータ
  - 操作履歴から過去の状態検索や行動パターンの抽出が可能 [15] [16]
- iii Conceptual Action Data(センサデータ + 操作情報 + 概念)
  - ルールに従って行われた操作のデータ
  - 概念の共有や支援による仕事の負担分散が可能 [3]

この分類は下のデータであるほど、有意であることを示している。本研究では、これらのデータを取得する中で 3.1 節で述べた行動支援によって、iii のデータを増やし、利用者間で空間の概念を共有できたことを示す。

### 3.3 システムの設計

センサが反応してからの処理の流れを図 2 のように設計した。まずセンサがタグと反応すると、その度に ①～④までは必ず行われる。④ではあらかじめデータベースに記述しておいた可能な操作から候補の操作を取得する。図では、「お茶」と「冷蔵庫」が反応し、その組み合わせによりデータベースから「しまう」「取り出す」といった操作候補を取得する。このとき候補の操作がなければ、センサデータのみ挿入する。候補がある場合は候補の中から選択し挿入する。選択方法は加速度センサによって行動推定を行い、自動で選択する。このときの行動推定手法は先行研究である文献 [2] を基にした。このシステムによりできる限り意味のあるデータを取得することを目標とする。

## 4. 概念を用いた行動支援の実装

本章では 3. 章で設計したモデルに基づいて実装を行った。

### 4.1 行動支援の実装

2.2.2 で述べた環境の維持は現実状態と概念的状態を並列的に蓄積することで可能となる。現実状態はセンサにより、利用者が意識することなく生活しているだけで取ることができる。しかし、概念的状態は概念そのものなのでセンサでは取得できない。従って利用者が明示的に入力、あるいはなんらかの固定条件 (if) をトリガーにして自動的にその場合の手続き (then) を入力するようなルールを設定する。今回は表 1 に示した条件を実装し、環境の維持を試みる。

2つの状態に乖離が発生した場合、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、指定された人あるいは指定のない場合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。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。

喚起された利用者は図 3 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。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。これらの仕組みにより、複数の利用者が生活する中で負担が偏ることなく環境の維持を可能にすることを旨とする。

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
Week(曜日)	指定の曜日になったとき
Place(場所)	指定の場所に存在したとき
Term(期間)	指定の期間存在したとき
Action(操作)	指定の操作が行われたとき
Count(個数)	物体が指定の個数になったとき

### 4.2 ユビキタス環境の構築

利用者が生活する中で行動データを取得することを考えたとき、利用者に負担をかけずに意識することなく取得できることが重要である。そこで、利用者には無線 RFID リーダと無線加速度センサを身につけ、RFID タグを 1 つの物体に 1 枚以上、頻りに行動する場所には 100 枚を超える枚数を貼り付けた。これによりあらゆる箇所にタグが貼ってあるため、利用者はタグの貼っている箇所を意識して触れる必要はなく、自然に生活できると考えた。さらに行動データの取りこぼしが減るという利点もある。本研究の実験では、RFID と加速度センサにより生活データを集めるが、RFID に限らず様々なセンサにより、さらに多種のデータを取得できることが望ましい。

また図 2 に従ってシステムを実装した。各利用者は Bluetooth



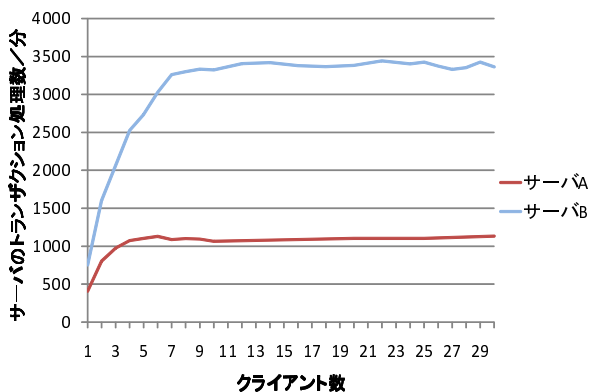


図 4 サーバの負荷実験

Fig. 4 Measurement of server load

により接続されたホストにセンサデータを送る．そして各ホストからデータベースサーバにデータを入出力する一般的なクライアント・サーバモデルで構築した．図からもセンサの反応の度にサーバへのアクセスを数回必要とする．CONSENT では利用者間の意思疎通が困難な数十人程度の規模の空間を想定しているが，タグがばらまかれた空間を数十人が行動すると大量のデータが発生し，サーバにアクセスが集中することが考えられる．そのため，予備実験としてシングルサーバ環境での同時実行性について検証した（図 4）．サーバは以下の 2 種類に対して検証した．

- サーバ A
  - － CPU : Intel Xeon 3.40GHz Dual-Core
  - － メモリ : 4GB
  - － OS : Windows Server 2008
  - － DBMS : Microsoft SQL Server 2005
- サーバ B
  - － CPU : Intel Core2 Quad Q9550 2.83GHz
  - － メモリ : 8GB
  - － OS : Windows Server 2008
  - － DBMS : Microsoft SQL Server 2008

1 トランザクションは図 2 の ②～⑥ までを指す．そしてプログラムにより，1 分間の間各クライアントから同時にトランザクションが発生するように制御した．クライアント数を増やしていき，1 分間にサーバの処理することできたトランザクション数を計測した．この結果，性能のあまりよくないサーバにおいて 30 人が同時に行動を行っていても，1 人当たり 1 分間に 30 回以上の動作が可能であった．日常生活の中で全員が毎分 30 回も動作することは考えにくい．従って現在のハードウェアを用いたシングルサーバ環境に提案システムの実装を行っても，日常生活であれば運用が現実的であると考えた．しかし，実際は日常ではどれほどの行動が行われるか定かではない．そこで最も単純なアーキテクチャであるシングルサーバ環境において，日常生活での運用実験をすることで検証する．

## 5. 運用実験と考察

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：164m<sup>2</sup>

実験参加者数：11 人

実験期間：2008/12/08～2009/01/24

サーバ：1 台

- ・ CPU : Intel Xeon 3.40GHz Dual-Core
- ・ メモリ : 4GB
- ・ OS : Windows Server 2008
- ・ DBMS : Microsoft SQL Server 2005

クライアント：15 台

RFID タグ：OMRON 社製 13.56MHz 帯 V207-D13P01

同 V207-D13P02 （合計約 4200 枚）

RFID リーダ：FUJITSU 社製 F3972T130 (14 台)

Welcat 社製 WIT-120-T(1 台)WIT-150-T(2 台)

本研究の概念を利用した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ることにした．2008/12/08～2008/12/28 までを前半とし，実装した行動支援は利用せず，実験開始前と同じ生活を行ってもらい，その現実状態を登録した．2009/01/04～2009/01/24 の後半では行動支援を行いながら日常生活実験を行った．ここでの行動支援とは，4.1 節で述べたように，現実状態と概念的状態の 2 つの状態が乖離したら，整合するように利用者に喚起することである．

### 5.1 行動支援の評価

本節では，実際に空間に存在している概念を記述し，生活する中で行動支援の効果を検証する．

運用を行った空間では次のような日常の流れがあった．朝一番早く来た人が蛍光灯の電源をつける．12 時に換気のために窓を開ける．13 時に会議のための準備を行う．会議後は会議に用いた論文資料やコップなどを元の位置にしまい，コーヒーマーカーやプロジェクタなどの電源を消す．その後は人それぞれ様々な行動をとるが，参考書や雑誌などの共有物品などが利用者間で頻繁に行き来をするので，片付けをすることがある．そして一番最後に部屋を出る人が蛍光灯を消す．

このように日常的に行われることを中心に忘れてしまったり，気付かなかったりするような空間のルールを 24 個付加した．各ルールには対象の物体がいくつもあるため，インスタンスレベルでは 1232 個のルールを付けた．そのいくつかのルールの例を表 2 に示した．またこの生活実験の実験風景を図 5 に示した．

図 6 では，取得した日々のデータを種類別に累積し示した．2008/12/29～2009/01/03 までは冬休みのために，すべてのデータにおいて，取得量に変化は見られない．また，Raw Data，Action Data は実験期間の間一定の増加をし続けている．そんな中 Conceptual Action Data は行動支援導入後に桁が変わるほど増加している．これは行動支援導入前は空間固有のルールを把握していないか，利用者間で意思疎通がとれておらず，なかなかルールに基づいた行動が起きていないと考えられる．

しかし、行動支援が導入されるようになってから徐々に空間のルールを把握し、それに基づいた行動が行われるようになった。2009/01/20では、特に全員に部屋を片付けるように概念的な操作を加えたために、状態を整合する多くの行動が行われた。

また表3には、この運用実験の間に取得された Conceptual Action Data の一部を多い順に上位10個示した。最も多い「家電の電源を消す」という操作は、行動支援導入前から少し行われていた。しかし、その家電は主に「コーヒーマーカー」に対してしか行われていなかったが、導入後は「加湿器」「エアコン」「レンジ」というようにルールを記述した多数の家電に対して行われるようになった。また「食品を屑入れに捨てる」という操作は、表2にも記述したように「冷蔵庫にある食品で一週間たったモノ」に対して行われる操作であり、把握が困難ということもあり導入前にはあまり見られなかった。しかし導入後には予想していたよりも多くの食品が放置されており、古い食品を捨てる操作が多く取得できた。さらに、共有物品を元の位置に戻す操作や部屋の換気などの環境の維持のための操作も導入前には見られなかったが、支援により明確に利用者に提示されるために一定の頻度で行われるようになった。従って行動支援により、環境を改善する行動が頻繁に行われるようになり、有用性を示せた。

その一方で、課題として「掃除機で床掃除をする」といった手間の大きい操作は、導入後もあまり行われないうことがわかった。これは喚起された行動の手間が大きいと利用者に判断されたために放置されたことが原因として考えられる。本研究の目的は、空間利用者に行動を強制し管理することではなく、空間のルールの認識を促進して、効率よく生活や仕事ができる環境を維持することにある。従って手間の大きい仕事の喚起に関しては、過去の効率の良かった行動を提示して、手間を削減する手法などによって解決することが望ましいと考えられる。

図7では、実際の空間があらかじめ記述した空間のルールに従って維持されているかを検証した。つまり、空間の物体が「あるべき状態」「あってほしい状態」に維持されていることを確かめた。縦軸は「乖離発生数 - 整合数」を示している。乖離発生数とは物体が「あるべき状態」ではない状態になった数、整合数は乖離した物体を「あるべき状態」に直した数である。従って、乖離発生数から整合数を引いた数が小さいほど、空間のルールに従って維持されていることを表す。行動支援導入前は、乖離が発生しても利用者は把握できず、放置されている。しかし、導入後はどの物体が乖離しているかが支援により明確になるため、整合数が増え、図のような結果になったと考えられる。つまり行動支援により空間のルールに従って維持されていることがわかった。

## 5.2 実証実験に関する評価

十数人の利用者が同じ空間で生活している場合、複数人が同時に行動することはよくある。この場合サーバにアクセスが集中し、運用に支障をきたすことも考えられる。そこで実際に11人に日常生活の範囲内で、頻繁に行動を行わせ、多くの行動データが発生する状況を作り出した。そして、図8に毎分処理される種類別のデータを累積して示した。Boundaryは4.2

表2 登録されたルール

Table 2 Registered Rules

12時に窓を開ける
火曜日17時に掃除機で床掃除をする
木曜日13時にプロジェクトの電源をつける
参考書が書棚から取り出されたら元の書棚にしまう
コップ・グラスを箱から取り出したら元の箱にしまう
共有の食品がごみ箱に捨てられたら補充する
冷蔵庫にある食品が一週間たったらゴミ箱に捨てる
うちわを全部動かしたら冷房をつける

表3 行われた有意な操作

Table 3 Important Action

行われた有意な操作	回数
家電の電源を消す	49
食品を屑入れに捨てる	36
窓を閉める	18
空間状況把握を開始する	18
書籍を書だなにしまう	12
粘着テープを学校用机に置く	6
ファイルをテーブルに置く	5
物体を屋外に持っていく	5
家電を電源をつける	4
エコバッグをテーブルに置く	3

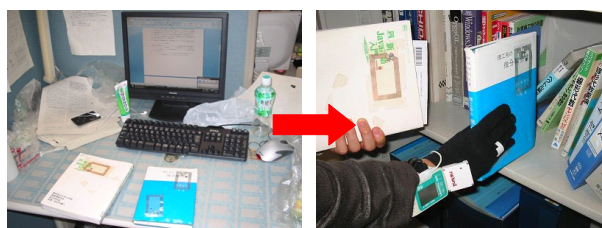


図5 実験風景

Fig. 5 Scene of Experiment

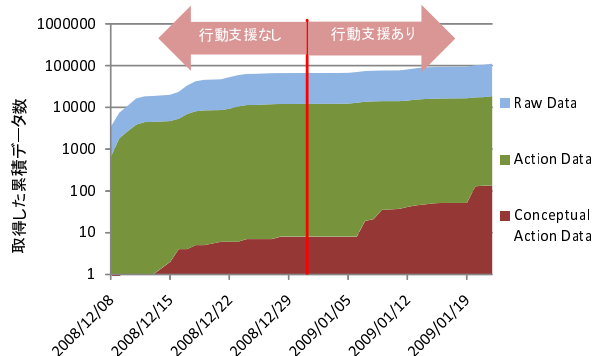


図6 日常行動の蓄積

Fig. 6 Accumulated Actions

節で行った負荷実験のサーバAの処理限界を指す。トランザクション数は取得されたデータ数を表している。この図から、大量のRaw Dataが取得できていることがわかる。しかしこ

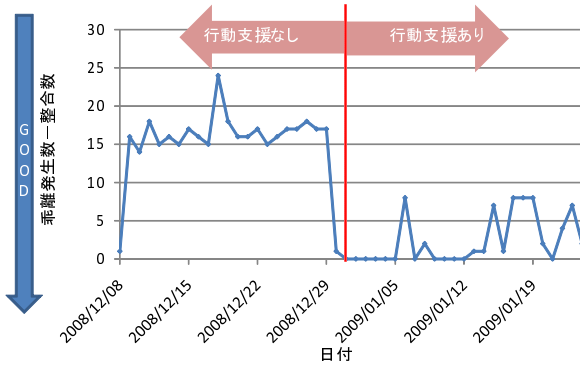


図 7 環境の維持

Fig. 7 Maintenance of environment

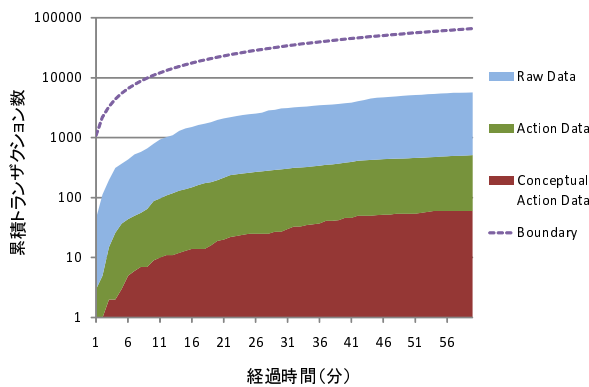


図 8 日常生活での負荷実験

Fig. 8 Measurement of server load in a daily life

れほど大量のデータが発生していても、行動支援の効果を示す Conceptual Action Data もしっかりと取得されている。またすべてのデータ量を合計してもサーバの処理限界の下に納まっていることから、現在のハードウェアで C/S の CONSENT を構築した場合でも、十分に行動支援を受けることが可能であることがわかった。

## 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を用いた行動支援を生活実験をする中で、有用性の検証をした。また RFID タグが大量に存在するユビキタス空間を構築し、その実用性について評価した。

運用が現実的であることがわかったため、今後は長期的な運用をすることで発生しうる課題に対して実証実験が必要である。具体的には長期的に運用することで蓄積されるデータは膨大になるため、このデータ量を扱うことが現実的かどうかの評価を行いたいと考えている。

## 謝 辞

本研究は平成 19 年度・平成 20 年度横浜国立大学教育研究高度化経費および平成 20 年度横浜国立大学大学院環境情報研究院共同研究プロジェクト経費の助成を受けて行った。

- [1] 総務省, u-Japan 政策, [http://www.soumu.go.jp/menu\\_02/ict/u-japan/index.html](http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/index.html)
- [2] 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.
- [3] 麦嶋慎也, 清水隆司, 富井尚志, “ 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 ”, 日本データベース学会論文誌, Vol.7, No.1, pp.221-226, 2008.6
- [4] L. Bao and S. Intille: “ Activity recognition from user-annotated acceleration data ”, in Proc. 2nd Int. Conf. Pervasive Computing, pp. 1-17. 2004.
- [5] 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.
- [6] Lester, J. Choudhury, T., & Borriello, G., “ A practical approach to recognizing physical activities. ” Proc Pervasive '06, (2006), 1-16
- [7] Tagged World Project, <http://taggedworld.jp/>
- [8] 楓仁志, 山原裕之, 野口豊司, 島田幸廣, 島川博光, 接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法, 情報処理学会論文誌, Vol.48, pp.1479-1490, No.3, 2007.
- [9] 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.
- [10] Amol Deshpande, Samuel Madden, “ MauveDB: supporting model-based user views in database systems ”. SIGMOD Conference 2006: 73-84
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 総務省, “ P 2 ネットワークの在り方に関する作業部会報告書 ”, [http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070629\\_11.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070629_11.html)
- [14] 山下啓太, 富井尚志, “ DB によって管理された電子タグ付き空間での位置情報タグの登録・維持支援手法 ”, 情報科学技術フォーラム (FIT2008) 講演論文集, D-018, pp.83-86, 2008.9
- [15] 小川悌知, 賀来健一, 渡邊文隆, 佐渡山英史, 富井尚志. 概念共有環境 consent における行動パターンの取得. 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会主催第 17 回データ工学ワークショップ (DEWS2006), Proc. of Data Engineering Workshop, DEWS2006 4B-i9, mar 2006.
- [16] 河村愛, 富井尚志, “ オフィス環境におけるセンサ付き家電製品のセンサデータを利用した行動内容改善支援モデルの提案 ”, 電子情報通信学会技術研究報告書, Vol.108, No.93, DE2008-18, pp.97-102, 2008.6