

機関番号：13302

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500112

研究課題名（和文）実空間における「モノ」への気づき支援プラットフォームの構築

研究課題名（英文）Research of a platform for supporting the awareness toward objects in the real world

研究代表者

金井 秀明（KANAI HIDEAKI）

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学教育研究センター・准教授

研究者番号：90282920

研究成果の概要（和文）：本研究では、オントロジを用いて「モノの意味記述」、「モノ間の関連情報（関連性、依存性、類似性など）」を表現する「モノデータベース」を整備する。同データベースを整備し、同一種類のモノだけでなく異種類間のモノに対して横断的にその実体及び意味情報をユーザに提示・提供するためのプラットフォームの構築した。具体的には、(a)モノの意味情報処理、(b)ユーザ特性の利用、(c)モノへの気づき提示、について研究を行った。

研究成果の概要（英文）：In this research, we have developed a platform for supporting the awareness toward “objects” in the real world. The platform consists of a position sensing unit, an awareness illumination unit, and application unit. In order to realize the platform, we have studied (a) Semantic information processing for objects, (b) Use of user models, and (c) Presentation of awareness toward objects. According to user studies of the platform, the platform can help users to be aware of objects in the real world.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：情報工学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：気づき支援，モノ，実世界，探し物，ユーザインタフェース，グループウェア

## 1. 研究開始当初の背景

現在、生活空間に様々な情報機器が偏在するユビキタス環境が急速に展開されている。ユビキタス環境において、環境に埋込まれたセンサを利用して人やモノの状態を観察し、状況（コンテキスト）に応じたサービスをユーザに提供する Intelligent Environments の研究が行われている。その研究項目としては、センサ技術、情報通信技術、コンテキス

ト・アウェアネス支援技術など様々な分野にわたる。

ユビキタス環境ではセンサ等の情報機器から得られる「大量の情報」、実空間内の「多種多量のモノ」や「モノに内在された情報（意味情報）」がある。ユーザがそれらの大量の情報やモノを把握し、そこから有用な情報や必要なモノ（実体）を見つけることは容易ではない。そのため、「ユーザの特性や状況に

応じた情報を提示・提供する」すなわちコンテキスト・ウェアネス支援が重要となる。本研究では、コンテキスト・ウェアネス支援のうち、「モノ」の「実体」と「意味情報」への気づき支援プラットフォームの研究を行う。

## 2. 研究の目的

本研究に関連して、これまで、「モノ」の「実体」と「意味情報」への気づき支援について、以下の研究を行ってきた。

- ・ 「モノの実体」に対する気づき支援として、「モノ位置検出手法とその応用としての捜しモノ支援」の研究を行い、ユビキタス環境下でモノの3次元位置をオクルージョンがある状態でも特定することが可能となった。
- ・ モノの意味情報への気づき支援として、「書棚での関連本への気づき支援」の研究を行い、ユーザが手にした本と関連する本をスポットライトで示すことが可能となった。
- ・ ユーザの特性・状況に応じた「モノの実体と意味情報」に対する気づき支援として、ユーザの立ち読み行動に基づく「読書支援」と、ユーザ特性に基づいた危険物の特定の特定及びその通知支援の研究を行った。

これらの研究では、対象としたモノの種類ごとに意味情報を定義しており、異種類のモノ間の意味記述がなされず、異種類間のモノや意味情報に対する気づき支援ができなかった。

上記の背景を踏まえ、本研究では、オントロジを用いて「モノの意味記述」、「モノ間の関連情報」（関連性、依存性、類似性などを表現する「モノデータベース」を整備する。同データベースを整備し、同一種類のモノだけでなく異種類間のモノに対して横断的にその実体及び意味情報をユーザに提示・提供するためのプラットフォームの構築を目指す。

## 3. 研究の方法

異種類間のモノに対して横断的にその実体及び意味情報をユーザに提示・提供するためプラットフォームの構築（図1：概念図）を行うために、以下の事項について研究を行う。

### (a)モノの意味情報処理

異種類のモノの意味情報を連結させ、1つの情報資源のように構成し、モノ間の関連情報（関連性、依存性、類似性など）を表現する「モノデータベース」を構築する。そのため、「モノの意味情報の形式化」と「異種類

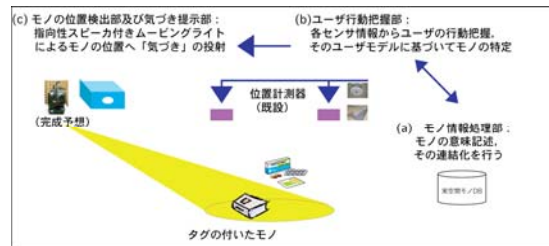


図1：プラットフォーム概念図

のモノ間での意味情報の連結化」の研究を行う。「モノ」の意味記述 (RDF と OWL) として、図書 (amazon のメタデータ)、高齢者にとって危険な日常生活品や食材情報を行う。特に、「モノ」の意味記述の相互運用性を考慮し、再度形式化する。Open Directory Project (ODP) 等の利用可能な「モノ」の概念記述やその taxonomic な階層構造を利用し、意味情報の連結化をする。つまり、オントロジマッピングを行い、「モノデータベース」を構築する。さらに、状況情報を含めた意味記述に拡張する。この拡張により、例えば「ヤカン」でお湯を沸かしている場合には、そのヤカンは熱くなるなど環境状況変化に伴う「モノ」の状態変化を扱うことが可能となる。ヤカンが熱くなると、手で触ることが危険であることをユーザに通知できる。

### (b)ユーザ特性の利用

利用者の特性を表現するユーザモデルに実空間の利用者の振舞 (行動履歴) の組込みを行う。センサ情報からユーザ特性を把握するため、ユーザモデルの構築を行う。ユーザモデルは、ユーザが探しているモノや情報を (a) で作成したモノデータベースから絞り込むために用いる。ユーザモデルとしては、ベイジアンネットを用いた人の本棚の前での立ち読み過程のモデル化した「読書時ユーザモデル」を他のモノを扱えるように拡張する。また、環境情報 (例えば、部屋の明るさや気温、湿度など) やユーザの状況情報 (例えば、身体状態など) を含めたモデルの拡張を行う。この拡張により、実空間の環境情報やユーザの状況情報を含めたユーザモデルの構築を行う。

### (c)モノへの気づき提示

(b) で特定されたモノやその情報の可視化・可聴化 (気づき提示) する手法の研究を行う。モノの可視化・可聴化 (気づき提示) を行う際には、「実空間の対象となるモノの位置情報」と「その存在をどのようにユーザに通知・気づかせるのか」 (気づき提示手法) が重要となる。特に、「光」や「音」の効果的な利用法を研究する。特に、「音」の照射には、超指向性スピーカシステム (既設) を利用する。指向性スピーカをムービングライ

トに設置し、スポットライト同様に、実空間で任意の場所に音を照射することが可能となる。

本研究では、項目(a)を中心に行う。項目(b)と(c)については、これまでの研究成果の拡張や精練をする。各部を統合し、「異種類間のモノに対して横断的にその実体及び意味情報をユーザに提示・提供するためのプラットフォーム」の構築を行う。その結果、「ユビキタス環境下に存在するモノの中からユーザにとって有用なモノを特定し、そのモノが内在する情報(意味情報)を、効果的に適切なタイミングでユーザに提示・提供する」というコンテキスト・アウェアネス支援の実現を目指す。

#### 4. 研究成果

本研究によって、図2に示す「気づき支援プラットフォーム」を北陸先端科学技術大学院大学の実験施設(図3)に構築した。

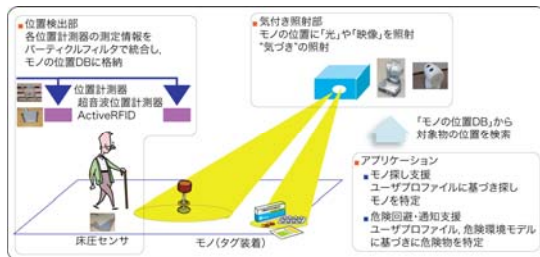


図2 気づき支援プラットフォームの構成

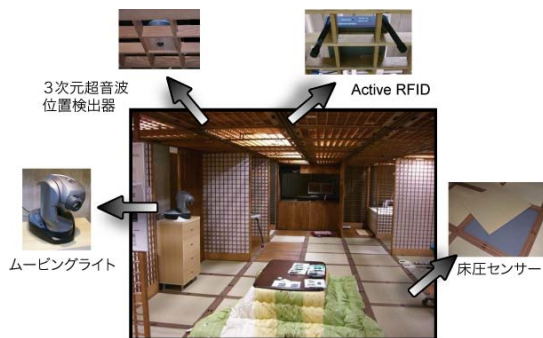


図3 実験施設

##### (1) プラットフォームについて

構築した気づき支援プラットフォームでは、実世界の実体の位置情報を利用した。そのため、ユーザと実物体の位置に応じた情報への気づきを支援した。その構成は、位置検出部、情報提示部として「気づき」を照射する気づき照射部、アプリケーション部からなる。

##### ① 位置検出部

位置計測器に、先の超音波3次元位置計測器とActiveRFIDシステムを使用し、透過的に高精度な位置計測を可能としている。2つ

の機器はそのタグの位置を計測する。パーティクルフィルタを用いて各計測値の値を統合的に処理し、透過的に高精度な位置計測実現している。検出されたモノの位置情報は、計測情報が入力される毎に更新され、位置データベースに格納される。

##### ② 気づき照射部

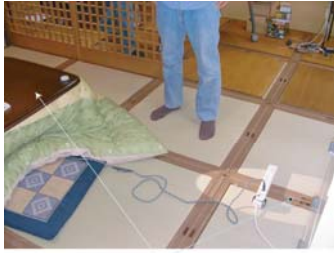
気づき照射装置(可動式ライトや可動式プロジェクタ)のパンとチルトを制御して、位置検出部で得られた位置に「気づき(光、音)の照射が行われる。特に、光による気づき照射装置のパンとチルトの制御量計算は、ロボットアームにおける手先から腕の角度や伸縮を求める逆運動学問題として扱う。その際、気づき照射装置のパンとチルトを2つの回転関節、照射する「気づき」を伸縮関節とみなして実現した。

##### ③ アプリケーション部

本研究では、「プラットフォーム上に、「モノ探し支援」と「危険回避・通知支援」のためのアプリケーションを構築した。アプリケーション毎に、照射する気づきの「内容」と「照射のトリガ(タイミング)」が異なる。特に、本研究では、「高齢者によって危険なモノや状況への気づき」というシナリオをもとに、危険回避・通知支援のアプリケーションを構築した。高齢者が僅かな段差や足元にあったモノに気づかず、つまずいて転倒するといったことがある。高齢者が日常生活を行うため、病棟のように予め危険因子を排除することは困難である。高齢者に事故を起こす危険因子を気付かせることで、事故予防を目指したものである。現在扱っている危険は、高齢者とグループホーム内のモノとの関係、特に位置関係によって生じる危険を扱う。

位置検出部で人とモノの3次元位置情報を取得する。危険予測部で、人やモノのプロファイル、位置情報から危険状況にあるかどうかの判定を行う。その判定には、事前にある事故事例を基に条件ルールとそれに伴う危険性を通知する手段を記述する(危険環境モデルと呼ぶ)。例えば、事故事例として「高齢者は、床上にある新聞紙を踏んで転倒する。」がある。それをルールとしては、「高齢者が床上に放置された新聞紙に近づいた場合、その危険物に気づきを照射する」となる。ここで、高齢者や新聞紙の記述には、Semantic Web技術のオントロジを用いたその概念やtaxonomicな階層構造の情報が含まれる(モノデータベースに格納される)。例えば、新聞紙と雑誌は紙類だとした場合、雑誌に対しても先ほどのルールが適用される。こうすることで、すべてのモノと人との危険関係を記述せずに済む。システムの実行例を図4に示す。同図では、利用者が電源コードに足を引っかける前に、気づき(ここでは、光)を照射した様子である。





距離とコンセントプラグに  
取り付けた超音波タグ

図4 システムの実行例

## (2) 各年度の成果について

### ① 2008年度の成果

本年度はプラットフォームを構築するための基礎技術について研究を行った。(a)モノの意味情報処理としては、小規模なモノデータベースの構築を行った。アイテムとしては、高齢者にとって危険な日常生活品や食材情報に関して、約100品目分構築した。そのデータベースの意味間の連結化機能の応用として、「レシピ推薦機能」を構築し、小規模ながらもモノデータベースの有用性を示した。そのことについて学会発表を2件行った。(b) ユーザ特性の利用および(c)モノへの気づき提示としては、ユーザモデルの改良、「音」による気づき支援の改良を行った。前者については、ユーザの冷蔵庫や戸棚の開閉情報といったユーザの環境情報(もしくは動作情報)を組み込んだ。後者については、改良したユーザモデルによってユーザの状況を推定し、その状況を代表する「効果音」を用いて、気づき支援システムを作成した。システムの実利用を考慮し、音による状況を伝える能力や環境音(例えば、テレビをつけた状態)の有無の影響などについて実験を行い、システムの有用性とその問題点を明らかにした。これらについて、雑誌および学会発表に各々1件行った。

### ② 2009年度の成果

2008年度までの成果をもとに、試作システムの構築を進めた。年度前半には、特に以下の「ユーザ特性の利用について」と「モノへの気づき提示」について研究を進めた。年度後半より各部を統合し、大学内の実験施設に試作システム構築を行う予定だったが、実験施設の3次元位置計測器が故障したため、試作システムの構築に遅れが出た。そのため、次年度前半に構築を終えた。

ユーザ特性の利用については、ベイジアンネットによるユーザモデルの構築を進めた。その際、実験施設での具体的な支援シナリオとして、「高齢者によって危険なモノや状況への気づき」というシナリオを対象とし、そのユーザモデルの構築を進めた。各高齢者の特性によって、危険なモノや状況が異なるため、それらを上位概念としてオントロジを利用して、計算機に表現した。

モノへの気づき提示については、大学内の実験施設に、3次元位置計測データと連動する形で光をコントロールする気づき支援システムの構築を行った。その際、より実生活環境を考慮し、計算機制御可能な複数のダウンライトを導入した。モノの意味情報処理については、高齢者によって危険な日常生活品や食材情報の充実を行った。食材情報を利用した「レシピ推論」について研究が進んだため、2件の学会発表を行った。

### ③ 2010年度の成果

今年度は、これまで研究を行ってきた「ユーザ特性の利用法」と「モノへの気づき提示手法」を統合したシステムの構築及びその評価を行った年度前半は、特に統合システムの構築を行い、後半にはその評価を行った。評価の結果、「被験者が任意の作業を行っているときに、その作業の邪魔をせず、かつ、的確に被験者に対し、的確にモノへの気づきを提示することが重要である」という知見を得られた。その知見に基づき、「作業への集中を阻害しない気づき支援手法」について研究を行い、その成果を発表した。モノの意味情報処理については、前年度に構築した「高齢者にとって危険な日常生活品や食材情報」のデータベースを統合システムのモノデータベースとして用いた。そのデータベース(特に、食材情報)を利用した「レシピ推論」について研究をコミュニケーション支援に適用し、その成果を国内及び国際学会にて、2件発表を行った。ユーザ特性の利用については、実験シナリオ(「高齢者によって危険なモノや状況への気づき」)について、前年度までに構築した危険物に関するオントロジの充実を行った。モノへの気づき提示については、大学内の実験施設に、3次元位置計測データと連動する形で、指向性スピーカを制御する気づき支援システムの構築を行った。前年度の実験施設での3次元位置計測器が故障への対応に伴い、「超指向性音響スピーカによる音による気づき支援」の部分については単独システムとして構築した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1件)

- ① Hideaki Kanai, A Support System for Context Awareness in a Group Home using Sound Cues, Methods of Information in Medicine, Vol. 47, No. 3, 198-202, 2008, Schatteuer Verlag (査読有)

[学会発表] (計 8件)

- ① Hideaki Kanai and Kei Kitahara, A Menu-Planning Support System to

- Facilitate Communication Among Neighbors, 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW2010), 2011. 3. 21, 中国 (査読有)
- ② 菊川真理子, 金井秀明, 作業の継続と振る舞いの矯正の両立を目的とした通知手法, 第18回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2010. 12. 2, 福島 (査読無)
- ③ 金井秀明, 北原圭, Let's Get Together: 食材持ち寄りによる近隣生活者コミュニケーション活性化支援, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02010) シンポジウム, 2010. 7. 7, 岐阜 (査読有)
- ④ Kei Kitahara, Hideaki Kanai, A Menu-planning Support System to Facilitate Face-to-Face Interactions, 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW2010), 2010. 2. 9, Georgia, USA (査読有)
- ⑤ 北原圭, 金井秀明, Let's Get Together: 食材共有による近隣者用献立作成支援システム, 第17回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2009. 12. 3, 神奈川 (査読無)
- ⑥ 北原圭, 金井秀明, 食材の持ち寄りによるコミュニケーション活性化支援システム, 情報処理学会第71回グループウェアとネットワークサービス研究会, 2009-GN-071 Vol. 2009, No. 33, pp. 13-18, 2009. 3. 18, 神奈川 (査読無)
- ⑦ 北原圭, 金井秀明, お裾分けに基づく近隣生活者用献立支援システム, FIT2008 第7回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第4分冊, pp. 289--290, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 2008. 9. 4, 神奈川 (査読無)
- ⑧ 金井秀明, 音によるグループホームにおける入居者の状況把握支援システム, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02008) シンポジウム, pp. 1323-1328, 2008. 7. 10, 北海道 (査読有)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

金井 秀明 (KANAI HIDEAKI)

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学教育研究センター・准教授

研究者番号: 90282920