

# T-SHOW：実世界移動エージェントを用いた オブジェクトの所有権情報提示

T-SHOW: Technique of Showing Ownership Using an Agent Moving in Real World

植田 俊輔\*1 谷口 祐司\*1 大澤 博隆\*2 今井 倫太\*3  
Shunsuke Ueda Yuji Taniguchi Hirotaka Osawa Michita Imai

\*1慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

\*2独立行政法人科学技術振興機構 さきがけ領域「情報環境と人」

Japan Science and Technology Agency

\*3慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

Physical objects have various ownership depending on the situation. For users, the information of ownership is vague and difficult to understand. For example, the vagueness causes the situation that the outsider uses the object which he cannot use. In this paper, we propose T-SHOW; system that determines the ownership by voice interaction between users and an agent moving in real world and place datas using ultrasonic sensors, and shows the information to users by the agent. This system clears the information of ownership and can affect the user's behavior.

## 1. はじめに

実世界環境において、他人に使用されると困るオブジェクトや特定の範囲の人が使用しているオブジェクトなど、利用場面に応じて様々な所有権が発生するオブジェクトが存在する。こういったオブジェクトの所有権はオブジェクトを利用するユーザにとって曖昧で理解しづらいものである。例えば、他人に使われてしまったては困るオブジェクトを勝手に使われてしまうということはそのオブジェクトの所有権の曖昧さが原因でおこる事態であると考えられる。ユーザがオブジェクトの所有権に関する情報を事前に理解しているならばこういった事態を防ぐことができる。

所有権の曖昧さを解決する方法としてはオブジェクトにシールや名札を貼って誰のものであるかを明確にするという方法が考えられる。しかしそれらは提示できる情報量に限りがあるため、ユーザにとって十分な所有権情報が与えられるわけではない。また、ユーザによってはそれらの存在に気づかず所有権を無視した行動を引き起こす可能性がある。これらのことから名札やシールは所有権の曖昧さを解決する有効な策とはいえない。

本稿では、オブジェクトを利用するユーザと実世界移動エージェントとの音声対話によるオブジェクトの所有権判断および情報提示を行うシステム T-SHOW を提案する。ユーザとエージェントとの対話の内容および環境内の位置センサ情報を基にオブジェクトの利用場面に応じて適切な所有権を判断し、エージェントが発話を行うことにより所有権情報をユーザに提示する。ユーザとエージェントとの対話により所有権を判断して情報提示を行うことで、ユーザはオブジェクトの所有権の状態を理解することができ、所有権の曖昧さが解決される。

## 2. 背景

### 2.1 人間とロボットの共同作業における所有権問題

オブジェクトの所有権問題を扱った関連研究として矢向らによって考案された所有権遷移モデルがある [1]。矢向らのモデルにおいて、人間とロボットが近い将来同一環境で作業するといった場面が想定され、その際人間とロボットが共有するオブジェクトに関して所有権問題が発生すると考えられた。例えば人間とロボットが共に作業を行っていて、ロボットが使用したいと考えているオブジェクトを人間が不意に使用してしまうという事態が起こりうる。この事態は共有するオブジェクトの所有権が曖昧であるから起こることである。そこで人間にとって自然にロボットとオブジェクトの共有を行えるような所有権遷移モデルが考案された。

しかし、矢向らの研究ではオブジェクトの所有権情報を人間が知るためにはどのようにすればよいかを示されていなかったため、人間がロボットが使用したいと考えているオブジェクトを不意に使用してしまうといった問題の根本的な解決策とはならない。そこで本稿ではシステムで判断した所有権をどのようにして人間に知らせるかを主な解決課題とする。

### 2.2 ハードウェア

実世界を自由に移動するエージェントを室内空間に投影するデバイスとして我々の研究室では壁上メディア PROT を開発した [2]。PROT には回転鏡付きプロジェクタが備わっており、回転鏡に取り付けられたモータを制御することで映像を投影する位置を変えることができる。このことを利用して PROT は実世界を自由に移動するエージェントの投影を可能としている。また PROT には向きが可変な超指向性スピーカが備わっており、エージェントの投影場所に可聴音を変調した超音波を投射することでエージェントが発話しているかのようなコンテンツの作成を可能としている。PROT の概観を図 1 に示す。また本研究では山本らの研究で用いられた実世界移動エージェントを用いる [3]。エージェントの投影例を図 2 に示す。

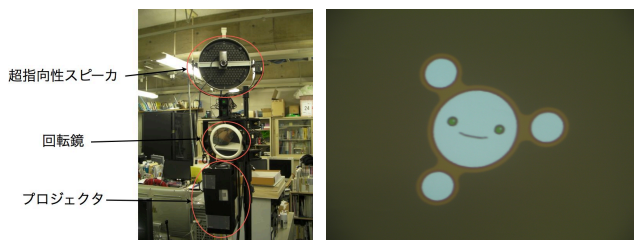


図 1: 壁上メディア PROT 概観 図 2: エージェント投影例

### 3. 提案システム

本稿では、実世界移動エージェントとユーザとの音声対話による所有権の判断および情報提示を行うシステム T-SHOW を提案する。T-SHOW では、ユーザとエージェントとの対話により所有権情報を提示することにより、オブジェクトが有していた所有権の曖昧さを解決することを目的としている。

#### 3.1 システム構成

T-SHOW のシステム構成を図 3 に示す。以下では T-SHOW に必要な各モジュールについて述べる。

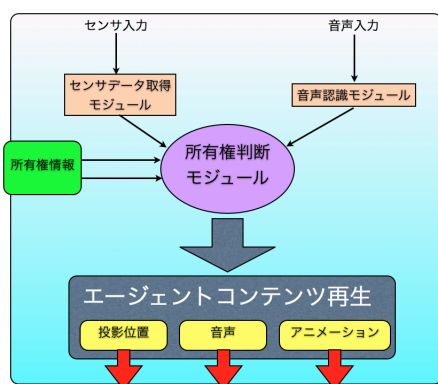


図 3: T-SHOW のシステム構成図

##### 3.1.1 音声認識モジュール

T-SHOW ではユーザとエージェントとが音声対話を行うので、ユーザの音声入力を認識するモジュールが必要となる。T-SHOW では音声認識ソフトウェアとして Julius を使用し、ユーザとエージェントが必要な対話を行えるような音声認識モジュールを作成した。

##### 3.1.2 センサデータ取得モジュール

ユーザがオブジェクトへ接近したことを認識するためにはユーザとオブジェクトとの位置関係を知る必要がある。そこで T-SHOW ではユーザおよびオブジェクトに超音波 3 次元タグ [4] を取り付け、お互いの位置関係を認識するモジュールを作成した。

##### 3.1.3 所有権判断モジュール

所有権判断モジュールでは、音声認識モジュール、センサデータ取得モジュールおよびシステムがあらかじめ理解している所有権情報の結果から 3.2 で定義するモデルに従って所有権を判断する。所有権判断を行った結果をエージェントコンテンツモジュールに渡す。

#### 3.1.4 エージェントコンテンツモジュール

エージェントコンテンツモジュールでは、所有権判断モジュールの結果に応じてエージェントコンテンツとしてエージェントの投影位置の変更、音声およびアニメーションの再生を行う。エージェントコンテンツを再生することによりユーザに所有権情報提示を行う。

### 3.2 所有権判断モデル

3.1.3 のモジュールにおける所有権判断モデルのフローチャートを図 4 に示す。以下では所有権判断を行う上で必要な要素について説明する。

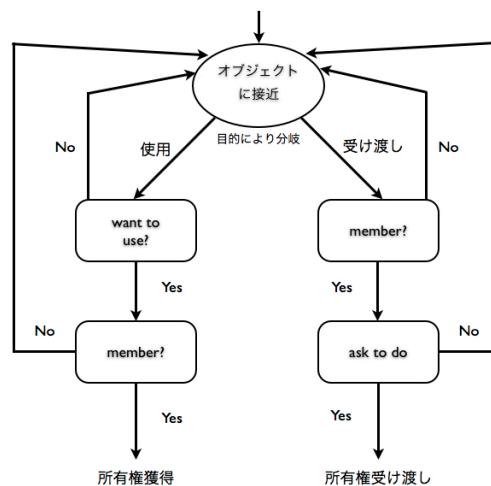


図 4: 所有権判断モデル

#### 3.2.1 前提条件

ユーザはオブジェクトを利用する時、必ずオブジェクトに接近する。このことから、オブジェクトの所有権を判断する際は前提条件としてユーザがオブジェクトに接近する必要がある。T-SHOW ではオブジェクトの利用を目的としたユーザがオブジェクトに接近してきたときのみ所有権の判断を行う。

#### 3.2.2 メンバ

オブジェクトを利用する際、利用してもよいユーザと利用してはいけないユーザが存在する。例えば、研究室の備品であるビデオカメラは研究室の人間が利用するのは問題ないが、外部の人間に利用されては困るものである。このように、オブジェクトの所有権が発生する可能性があるすべてのユーザをメンバと定義する。T-SHOW ではメンバ情報に応じて所有権を判断し、適切な所有権情報をユーザに提示する。

#### 3.2.3 オブジェクトの利用目的

T-SHOW ではユーザに対してオブジェクトの所有権判断を行う際、オブジェクトの利用目的によって判断の仕方が異なる。本モデルではユーザとエージェントとの対話内容からオブジェクトの利用目的を判断し、判断の仕方が分岐する。

ユーザがオブジェクトを使用する目的の場合、はじめにユーザがオブジェクトを使用する意思があるかをエージェントが確認し、使用したいと判断されるとエージェントがユーザがメンバに該当するかを確認する。ユーザのデータや対話の内容からメンバであると思なされるとユーザはオブジェクトの所有権を獲得する。

ユーザがオブジェクトの受け渡しを行うことを目的とする場合、はじめにユーザがメンバに該当するかエージェントが判断し、メンバであると見なされるとエージェントもしくはユーザがオブジェクトの受け渡しに関するお願いをする。お願いが了承されるとオブジェクトの受け渡しが行われ、同時に所有権の受け渡しが行われる。

### 3.2.4 所有権情報データベース

ユーザがオブジェクトの所有権が発生するか判断する際、システム内で既知である所有権に関するデータが必要となる。T-SHOW では人間およびオブジェクトに取り付けた超音波3次元タグのタグ情報を用いて、オブジェクト毎にメンバ情報を管理する。T-SHOW ではオブジェクトに接近したユーザのタグ情報からデータベースを参照して対話により所有権の判断を行う。

## 4. 動作例

本章ではいくつかの場面を設定し、実際に T-SHOW の動作を行った例を示す。ユーザには音声入力用として Bluetooth マイクを付けてもらいエージェントと対話を行ってもらった。以下のユーザとエージェントとの対話でユーザを U、エージェントを A と表記することにする。ユーザとエージェントとの対話の様子は以下の図 5 の通りである。また対話を行った室内環境の模式図は以下の図 6 の通りである。

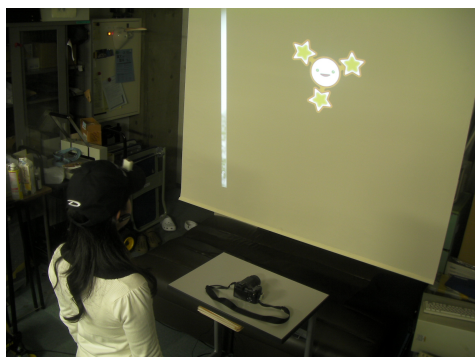


図 5: 対話の様子

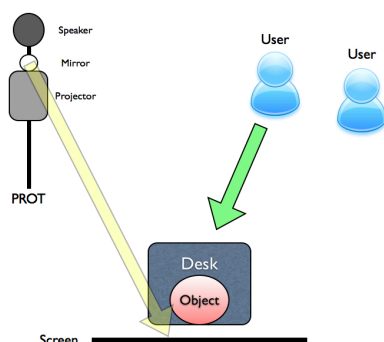


図 6: 室内模式図

### 4.1 所有権が静的に定められている場合

〇〇さんの携帯電話や△△さんの筆記用具といったようにオブジェクトの所有者があらかじめ決められているオブジェクトの場合、所有権は静的に定められているということにする。

この場合、エージェントはユーザに対し、所有者に利用許可をもらうようお願いする。対話は次の通りである。

- U これは誰のものですか？  
 A これは〇〇さんのものです。  
 U これを使ってもいいですか？  
 A 〇〇さんに使っていいか聞いてみてください。  
 U わかりました。

### 4.2 所有権が動的に移る場合

オブジェクトの所有権が明確に定まっていない場合、オブジェクトの所有権はメンバ内で動的に与えられる。エージェントはユーザに対してメンバであるかを確認し、メンバであることが確認されると所有権が与えられ、利用が許可される。対話は次の通りである。

- A このビデオカメラを使いたいのですか？  
 U はい。  
 A あなたは研究室の人ですか？  
 U はい。  
 A どうぞ使って下さい。

### 4.3 エージェントにオブジェクトを見張ってもらう場合

ここでは他のユーザに利用されたくないオブジェクトをエージェントに見張ってもらうという場面を考える。あるユーザ A が急用ができて作業中の共用マシンから離れなければならないが、A は用事が終わったらすぐ作業を再開したいと考えているためできれば他のユーザにマシンを使用されたくないと思っている。そこでエージェントをお願いしてマシンを見張ってもらうことにする。ユーザのお願いごとが了承されるとオブジェクトの所有権は一時的にエージェントが獲得することになる。この後別のユーザ B がマシンを利用したいと思って接近してくると、エージェントは B に対してマシンを使わないようお願いをする。ユーザとエージェントとの対話は以下の通りである。

- UA お願いがあるのですが。  
 A 何でしょうか？  
 UA このマシンを見張ってもらえますか？  
 A わかりました、見張っておきますよ。  
 UB これを使ってもいいですか？  
 A すいません、使わないでいただけますか？

### 4.4 エージェントを通じて他のユーザに頼み事をする場合

ここではあるユーザ A がエージェントを通じて他のユーザ B を頼み事をする場合を考える。A はあるオブジェクトを B

に他の場所へ移動してほしいと考えており、エージェントに対し B がオブジェクトのある場所へ来たなら別の部屋へ運んでもらうようお願いをする。エージェントが A のお願いを了承するとオブジェクトの所有権はエージェントへ一時的に移る。ここで B がオブジェクトのある場所へ来たならエージェントが先ほどの A からの頼み事を B に伝える。B が頼み事を了承するとオブジェクトの所有権はエージェントから B へと移る。すなわち、この場面ではエージェントを介してユーザ同士の所有権の受け渡しを行っていると考えることができる。ユーザとエージェントとの対話は次の通りである。

UA お願いがあるのですが、

A 何でしょうか？

UA これを他の部屋へ運ぶよう頼んでもらえますか？

A わかりました、頼んでおきましょう。

A すいません、ちょっと頼みたいことがあるのですが、

UB 何ですか？

A これを別の部屋へ運んでもらえますか？

UB わかりました。

ultrasonic tagging system for observing human activity”, Proc. of IROS-2003, pp. 758-791, 2003.

## 5. まとめと今後の課題

本稿では、ユーザとエージェントとの音声対話によるオブジェクトの所有権判断および情報提示を行うシステム T-SHOW を提案し、いくつかの動作例を示した。今後の課題としては、T-SHOW が適用可能な実世界環境を想定し、実際にフィールド実験を行い T-SHOW の有効性を検証していくことが挙げられる。また、ユーザはしばしば所有権を無視した行動をとる場合があるのでそういった場合にどのように対処するのかを検討する必要がある。

さらに、人間とロボットとの共同作業時に発生する所有権問題も T-SHOW を用いることで解決可能ではないかと考える。エージェントによる所有権判断および情報提示を行うことで人間に対してロボットが使いたいものを不意に使うことを防ぐといった効果が期待できる。このようなさらに高度な所有権問題を T-SHOW を用いて解決を目指す。

## 参考文献

- [1] Takahiro Yakoh, Yuichiro Anzai. "Physical Ownership and Task Reallocation for Multiple Robots with Heterogenous Goals", ICICIS '93, pp80-87, May 1993.
- [2] 佐原昭慶, 石井健太郎, 川島英之, 今井倫太. "壁上を移動可能な映像・音声の投射システム", 情報処理学会シンポジウムシリーズ vol.2006, No.4, pp231-232, 2006.
- [3] 山本友紀子, 石井健太郎, 今井倫太, 中臺一博. "CORON: 実世界移動型エージェント提示システム", インタラクシオン 2008, March 2008.
- [4] Yoshihumi Nishida, Hiroshi Aizawa, Toshio Hori, Nell H. Hoffman, Takeo Kanade, Masayoshi Kakihara. "3d