

# uTopia Mapper: スポット光とカメラを用いた センサノードとモノの関連づけシステム

米澤拓郎<sup>1</sup> 榎原寛<sup>1</sup> 高汐一紀<sup>1,2</sup> 徳田英幸<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 <sup>2</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部

## 1 概要

近年、超小型センサノードが取り付けられたモノを利用し、人々の生活を支援するサービスを構築する研究が盛んである [1][2]。uTopia プロジェクトでは、日用品にセンサノードを取り付け、温度や照度等の環境情報取得能力を与え、家庭のユーザ自身が日常生活を支援するサービスを自由に構築できる基盤を研究している [3]。本稿ではセンサノードが取り付けられたモノを、スマート化されたモノと呼ぶ。

スマート化されたモノを扱うサービスは、センサノードの ID 情報を元に、モノに取り付けられたセンサノードから環境情報を取得する。そのため、予めモノとセンサノードの ID を関連づけておく必要がある。この関連づけ作業を本稿ではマッピングと呼ぶ。現状、マッピングは PC の知識を持ったサービス開発者により手動で行われている。将来、ユーザ自身が新たなモノをサービスの対象に加えたり、自らサービスを容易に構築したいという要求が生じると考えられる。この場合、ユーザ自身がマッピングを行う必要があるため、以下の問題点が生じる。

- センサノード ID の特定が困難: センサノードにはディスプレイがついていないため、直接センサノード ID を知ることができない。ユーザは専門のツールを使ったり、センサノードがネットワークに送信するセンサデータのパケットダンプを元に ID を推測する必要がある。
- 手作業で関連性を入力することによる負荷の増加: センサノード ID が得られた後、モノとセンサノード ID の関連性を手作業で入力する必要がある。センサノードをモノに付着する毎の作業は、ユーザにとって大きな負荷となる。

本稿ではこれらの問題を解決するために、uTopia Mapper を提案する。uTopia Mapper は、スポット光とカメラを利用してインタラクティブにセンサノード ID とモノのマッピングを行うシステムである。uTopia Mapper を利用することで、家庭内のユーザでも単純な作業でマッピングを行える。第 2 章で uTopia Mapper の詳細について述べ、第 3 章で uTopia Mapper を用いたサービス構築例を紹介する。第 4 章でまとめと今後の課題を述べる。

## 2 uTopia Mapper

本章では、uTopia Mapper におけるマッピング手法、設計と実装について述べる。

### 2.1 マッピング手法



図 1: uTopia Mapper におけるマッピング

uTopia Mapper におけるマッピングの様子を図 1 に示す。ユーザは、uTopia Mapper カメラを使用してマッピングを行う。uTopia Mapper カメラは LED スポットライトつきの USB カメラで、片手で操作できる。

マッピングの動作手順を図 2 に示す。まず、ユーザはスマート化したいモノにセンサノードを取り付ける。次に、モノとセンサノードに uTopia Mapper カメラのスポット光を 1~2 秒照射する。uTopia Mapper は光が照射されたセンサノードの ID を認識し、カメラで取得したモノの画像と関連づける。関連づけられたセンサノード ID とモノの画像を用い、ユーザはスマート化されたモノを利用した様々なサービスを利用、構築できる。

uTopia Mapper は、ユーザにセンサノード ID などの専門知識を要求しない。ユーザは、「スポット光で照射されたモノとセンサノードが結びつく」ということを意識するだけでよい。よって、直感的なインタラクションによる新しいマッピング手法と言える。

### 2.2 設計と実装

uTopia Mapper のシステム構成図を図 3 に示す。センサデータ解析部は、各センサノードから送信される照度センサの値を解析し、スポット光が照射されたセンサノードの ID を取得してマッピング部に渡す。画像解析部はカメラから逐一取得される画像データを解析し、モノにスポット光が照射されたか判断する。光が照射されていたモノの画像データはマッピング部に渡される。マッピング部は受け

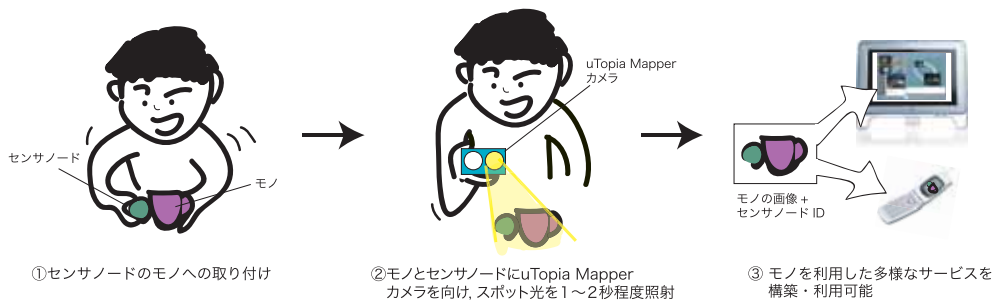


図 2: uTopia Mapper によるモノとセンサノードの関連づけ手順

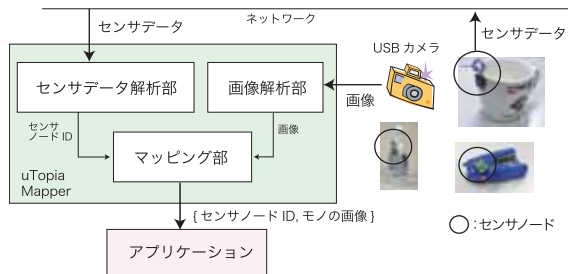


図 3: uTopia Mapper システム構成図

取ったセンサノード ID と画像データの生成時間を比較し、両方が同時刻に生成されたものかどうか判断する。条件に合致すればセンサノード ID と画像データを関連づけてアプリケーションに渡す。

実装には、センサノードとして Karlsruhe 大学で研究開発された  $\mu$ Part[4] を用いた。 $\mu$ Part は  $1\text{cm}^3$  の大きさの超小型無線センサーノードで、照度、温度、振動センサが搭載されている。uTopia Mapper カメラの構成部品として OPTOELECTRONICS 社製の LED ライトと CREATIVE 社製の Web カメラを使用した。uTopia Mapper の実装言語として J2SE5.0 を使用し、画像解析部には JMF を用いた。

### 3 スマート化されたモノを利用したサービス

本章では、uTopia Mapper を利用したサービス構築例を述べ、uTopia Mapper の有用性を示す。

- uTopia Mono Viewer:** uTopia Mono Viewer は、モノの現在の状況を視覚化するサービスである(図4)。モノが動いていればモノの画像が揺れ動いたり、光や温度の状況に応じてモノの画像が変化する。センサの種類によるソーティングも可能で、ユーザは直感的にモノの状況を認識できる。uTopia Mono Viewer を発展させることで、「あるモノの周辺温度が10 を超えたら、冷蔵庫にしまい忘れていたためユーザに音で通知する」といった、スマート化されたモノを利用したビジュアルプログラミング環境を構築できる。



図 4: uTopia Mono Viewer

- uTopia Burglar-Proof Mono Detector:** uTopia Burglar-Proof Mono Detector は、盗難された可能性があるモノをユーザに通知するサービスである。このサービスは盗難検知対象に登録されたモノからセンサ情報が得られなくなると、部屋の中からモノが持ち出されたと判断し、そのモノの画像をユーザの携帯端末等に送信して「盗まれた可能性がある」と通知する(図5)。



図 5: uTopia Burglar-Proof Mono Detector

## 4 まとめと今後の課題

本稿では uTopia Mapper を提案し、今まで面倒であったマッピングをインタラクティブに行えることを示した。また、uTopia Mapper を利用したサービス例を紹介し、その有用性を示した。uTopia Mapper により、モノとモノ、モノと人のインタラクションを用いた新たなサービスの構築が期待できる。今後は、uTopia Mapper カメラの改良、取得したモノの画像への意味情報付与手法、uTopia Mapper を利用した応用サービスの研究開発を行っていきたい。

### 謝辞

本研究は総務省「ユビキタスネットワーク制御・管理技術の研究開発 (ubila プロジェクト)」の一部として支援頂いた。

### 参考文献

- Michael Beigl, Hans-W. Gellersen and Albrecht Schmidt: MediaCups: Experience with Design and Use of Computer-Augmented Everyday Objects, *Computer Networks*, Vol. 35, No. 4, March 2001, Elsevier, pp 401-409
- Kaori Fujinami, Kanako Okada, Fahim Kawsar, and Tatsuo Nakajima: Living with Sentient Artefacts *7th International Conference on Ubiquitous Computing Video Proceedings (Ubicomp 05)*, 2005
- uTopia project: <http://www.ht.sfc.keio.ac.jp/utopia/>
- Michael Beigl, Christian Decker, Albert Krohn, Till Riedel, Tobias Zimmer:  $\mu$ Parts: Low Cost Sensor Networks at Scale *7th International Conference on Ubiquitous Computing Demonstration Proceedings (Ubicomp 05)*, 2005