

## 無電源小型通信端末による状況依存支援

西村 拓一† 伊藤日出男† 山本吉伸† 中島秀之†

†産業技術総合研究所 / 科学技術振興事業団 CREST

E-mail:taku@ni.aist.go.jp, <http://staff.aist.go.jp/takuichi.nishimura/>

‡北陸先端科学技術大学院大学

あらまし 「いつでも、どこでも、誰でも」情報にアクセスできる遍在 (ユビキタス) 型情報処理社会では、莫大な情報から「いま、ここで、私が」欲しい情報を簡便なインターフェースにて提供することが重要である。そこで、本稿では、適切な位置で適切な方向に端末を向けるだけで音声情報を取得する無電源小型通信端末 (Compact Battery-maintenance-free Information Terminal: CoBIT) を用いた情報支援システムを提案する。本環境側システムでは、端末の位置・方向計測、端末固有情報の読み書き、端末からの情報送受信、環境中のオブジェクトの認識や他の装置との情報の送受信を行うことで、状況依存情報提供を実現する。また、音の情報をダウンロードし、数種の合図をアップロードできる無電小型端末のプロトタイプを紹介する。環境側の装置は、端末の位置を推定しビーム光を送出するため、端末ごとに個別の情報支援が可能である。

キーワード ユビキタス, モバイルコンピューティング, ウェアラブル, 状況依存, 無電源

## A Compact Battery-maintenance-free Information Terminal (CoBIT) for Location-based Support Systems

Takuichi Nishimura, Hideo Itoh, Yoshinobu Yamamoto, and Hideyuki Nakashima  
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

E-mail:taku@ni.aist.go.jp

**Abstract** The target of ubiquitous computing environment is to support users to get necessary information and services in a situation-dependent form. In order to support users, We propose a location-based information support system by using Compact Battery-maintenance-free Information Terminal (CoBIT). A CoBIT can communicate with the environmental system and with the user by only the energy supply from the environmental system and the user. The environmental system has functions to detect the terminal position and direction, to read and write information proper to the terminal, to communicate with terminals, to recognize the objects in the environment communicating with other computers in order to realize situated support. In this report, we also show the prototype CoBIT that can get sound information and send a few signs. The system estimates the terminal position sending the sound information by a beam light, thus individually supporting the user.

**key words** ubiquitous computing, mobile computing, wearable computer, situated interface, battery-less

## 1 まえがき

最近、ネットワーク、計算機、携帯端末などの進歩により、「いつでも、どこでも、誰でも」情報にアクセスできる環境が実現されつつある。それと同時に、莫大な情報から「いま、ここで、私が」欲しい情報を迅速に提供することが重要となってきた [1]。このためには、ユーザの趣味や嗜好、生活パターンを把握し、さらに現時点の状態や意図を推定することが必要である。

我々は、ユーザの状態や意図を推定する上で、端末の位置や方向に依存した通信技術が重要であると考える。

GPS 付の携帯電話 [4] や PHS [3] を用いれば、位置に基づいたモバイルコンピューティング [2] が可能となる。また、複数箇所に微弱な FM 電波を発信する装置を設置し、FM 受信機を内蔵した端末が近づくことで、特定位置における情報を取得できるシステム [5] も提案されている。

一方、通信媒体として電波ではなく、指向性の強いビーム光を用いることも考えられる。ここで、ビーム光通信の利点と欠点を挙げる。

【利点 1】 ビーム光の方向を制御することで、空間中の特定の位置にある端末にのみ情報を提供できる。つまり、空間中の特定の位置に特定の方向を向けた端末に対してのみ情報を提供することができるため、秘匿通信、課金などが容易となる。

【利点 2】 ユーザは、端末の受光部の方向をスキャンすることで、情報源の方向を検出できる。これにより、道案内（「こちらには～があります」など）などが可能となる。

【欠点】 端末と光源との間が光学的に遮られると受信できない。

本稿では、ここで挙げた【欠点】を逆に利点と解釈する。つまり、ユーザは、情報が欲しいときには端末の受光部が光源を検出できるようにするものとする。

このようなビーム光の利点を生かした情報提供システムとして、端末を赤外光線へ向けボタンを押すことで音声情報を聞くことができるトーキングサイン [6][7] がすでに開発されている。しかし、トーキングサインは、FM 変調光から MP3 圧縮された音声を検出、メモリに保持し、音声再生時に MP3 を復調しているため、

回路駆動用の電源が必要であった。また、ユーザの合図などを環境装置が理解し、これに基づいて音声メッセージを返答するような、ユーザとのインタラクションは想定していない。

そこで、本稿では、環境やユーザが提供するエネルギーのみで、環境側の装置およびユーザとの情報の送受信を実現する小型通信端末 (Compact Battery-maintenance-free Information Terminal: CoBIT) を用いた位置に基づく情報支援システムを提案する。本環境側システムでは、端末の位置・方向計測、端末固有情報の読み書き、端末からの情報送受信、環境中のオブジェクトの認識や他の装置との情報の送受信を行うことで、状況依存情報提供を実現する。また、音の情報をダウンロードし、数種の合図をアップロードできる無電小型端末のプロトタイプを紹介する。環境側の装置は、端末の位置を推定しビーム光を送出するため、端末ごとに個別の情報支援が可能である。

本稿の構成は、2 節にて、無電源小型通信端末を用いた情報支援システムを提案し、3 節にて今回実装した端末を紹介する。4 節では、まとめと今後の課題を示す。

## 2 無電源小型通信端末を用いた情報支援システムの提案

### 2.1 システム概要

誰もが自然に利用できる通信端末として、無電源化つまりバッテリーのメンテナンスを一切不要とすることは、極めて重要である。少なくとも数年以上無電源で稼動することが、腕時計のように多くの層に浸透する条件とも言える。また、長時間持ち歩くことを考え、小型であることも重要である。

そこで、無電源かつ小型の通信端末を実現するために、以下の方針で開発した。

1. 環境やユーザが提供するエネルギーを最大限活用する。
2. 端末の使用エネルギーを抑制する。

このために、通信端末の使用エネルギーと実現手法を以下のように設定した。

【ダウンロード】

情報受信：環境の光エネルギーを光電変換素子で電気エネルギーへ

復調：環境の光エネルギーから得られた電力をそのまま、または、パッシブな同調回路で検波

情報提示：環境の光エネルギーから得られた電力でイヤホンによる音、振動子による振動、LEDによる光、電気刺激などとしてユーザへ伝達

#### 【アップロード】

情報取り込み：人体のエネルギー（音声、手の動き、皮膚の動きなど）を直接取り込む

変調：無し

情報発信：環境の光エネルギーを反射し、反射光の強度を音声や手の動き、皮膚の動きなどで変調

この他に数年単位で無電源で動作可能なRFタグを改良した超小型知的データキャリア [8] を用いて個人情報入手、履歴など書き込みを行う。また、指向性の不要な情報支援や光源から隠れても情報支援を受けたい場合のために、鉱石ラジオのような無電源電波受信回路も必要に応じて導入する。

このような基本方針により、次に述べる3種の情報支援が行える。まずは、図1のように、ある場所である方向を向いたときに見えるものについて、適切な情報を提供する。街角の大型モニタの方を向くとその映像に付随する音が聞こえたり、音楽の視聴のように、特定の範囲内に存在するユーザにのみ視聴を許すことも可能である。

また、ある場所である方向を向いたときに、適切な情報を提供するだけでなく、図2のようにユーザと簡単なやり取りも可能である。

さらに、上記二つの機能に加えて、図3のようにユーザの位置履歴を利用し、適切な情報を個別のユーザに提供する。

これらのシステムを実現する要素技術は、無電源ピンポイント通信技術、端末位置・方向検出技術、音声情報支援マルチエージェントである。

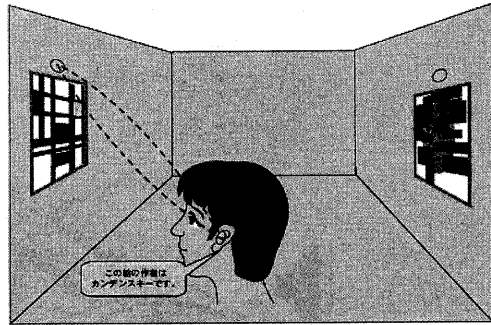


図1: 適切な位置・方向を向くと音声情報を受信

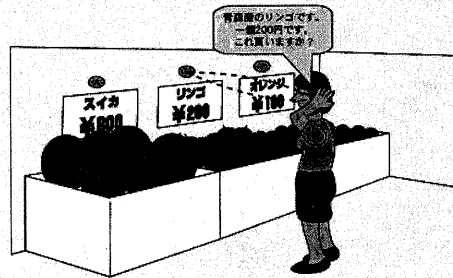


図2: 簡単な合図を送信可能

## 2.2 無電源ピンポイント通信

図4に無電源で情報のダウンロード及びアップロードを行い、かつ、環境側の装置からはビーム光で該当端末にのみ音声情報支援を行う「無電源ピンポイント通信」について図示した。

まず、音（音声や音楽、信号音）の無電源ダウンロード方法について述べる。環境側の装置からは、赤外光などの光の強度を音の波形をそのまま強度変調またはAM変調した光を放射する。端末では、太陽電池などの光電変換素子により電力を取り出す。この電力は、音の波形を元に変調されているため、強度変調の場合はそのまま、AM変調の場合は同調回路で検波を行う。この電力をイヤホンや振動子、LED、電気刺激などとしてユーザに提示する。また、変調周波数や光源の波長を変化させたり、光源の位

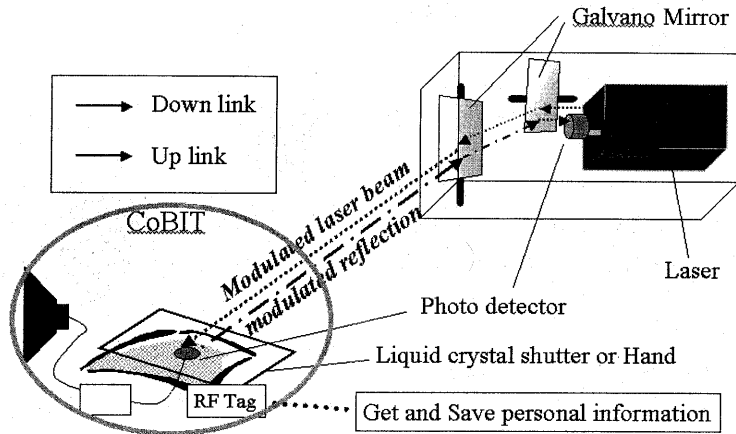


図 4: CoBIT

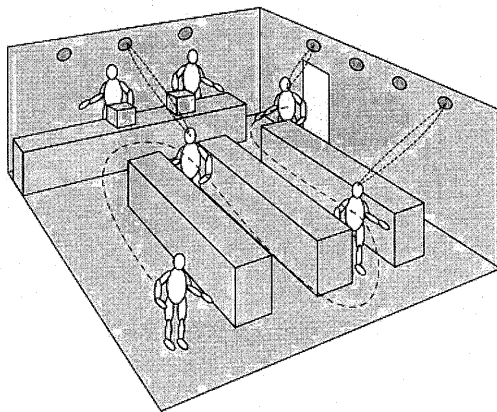


図 3: ユーザの位置や行為の履歴，環境の状態を用いた情報支援

置を工夫することで多チャンネル情報提供が可能である。

次に、アップロード方法について述べる。端末の表面は、コーナキューブのように光源方向に光を反射させるようにしておく。従って、環境装置から光が照射されると環境装置に強力な光が戻る。この光路上に透過率を変化させる物体を置けば、情報のアップロードが可能である。光路は、手で遮れば、例えば遮る回数やパターンで数種の合図を送ることができる。また、ユーザの発話音を光路上の薄い透明な箱に導き、黒

煙のような光を遮る粒子を封印しておけば、音声波形に応じた透過率変動が起きるため、音声そのものをアップロードできる。将来は、低消費電力の液晶シャッターを用いることも考えている。ちなみに、手で光路を遮る場合は、次節で述べるカメラによって数種の合図を認識することが可能である。

さらに、ピンポイント通信を実現するためには、光源をレーザーや超指向性LEDとし、2つの鏡を回転することで光線方向を制御するガルバノミラーを用いればよい。これにより、複数の端末に異なる情報を提供でき、秘匿性も向上する。

### 2.3 端末位置・方向検出

すでに、複数カメラによって反射板の3次元位置を測定するモーションキャプチャが実用化されている。端末の位置に関しては、この手法を用いることで推定可能である。端末の方向に関しては、反射板の形状を工夫し、カメラからの見え方によって推定する方法が考えられる。例えば、平面状の反射板では法線方向から45度以内でないと光線を反射できないため、複数のカメラで観察したときに、その輝度と観察できたカメラの位置関係から法線方向を推定することができる。

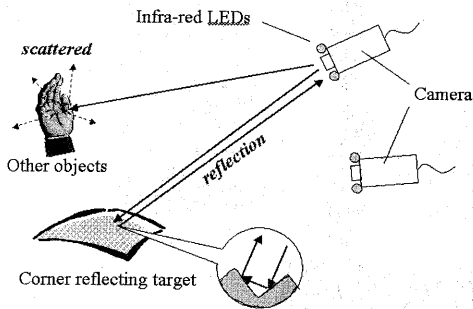


図 5: 複数カメラによる端末位置・方向推定

## 2.4 音声情報支援マルチエージェント

各ユーザへの最適な情報支援を行うためには、各ユーザの嗜好、行動履歴、合図を認識し、かつ環境に関する知識を用いる必要がある。このために、各ユーザごとにエージェントを張り付けさせ、各エージェント同士も情報共有することで知的な情報支援を実現する必要がある。

## 3 実装した無電源小型通信端末システム

図 6 に、今回開発した無電源小型通信端末を示した。市販のクリスタルイヤホンに太陽電池を接続し、反射板を貼り付けてある。

図 7 には、環境側の装置を示した。LED 光源を持つカメラを二つ用意し、このカメラにより端末の 3 次元位置を推定し、かつユーザの合図を認識した。今回は、「はい」で端末を一回手で隠す、「いいえ」では、端末を二回手で隠すこととした。さらに、指向性の強い赤外線 LED をガルバノミラー近傍に設置し、端末方向へ赤外線を照射した。

実験では、耳に端末を装着したユーザがある領域に入ると、「いらっしゃいませ」さらに、別の領域に近づくと「これは、青森産のりんごです。購入されますか?」と端末から音声がかえてくる。ここで、「はい」と合図すると「ありがとうございます」、「いいえ」と合図すると「またのお越しをお待ちしております」と話しかけられ、最後にカメラ視野から出て行くと「あ

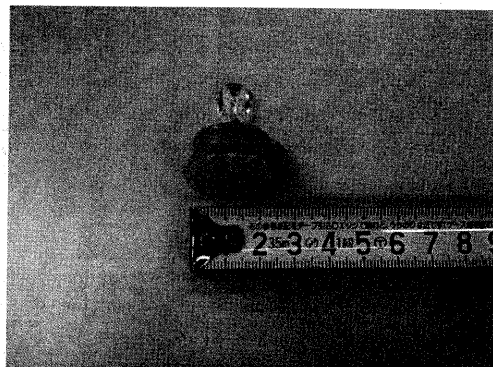


図 6: 開発した無電源小型通信端末  
クリスタルイヤホン、太陽電池、反射板他より構成される。

りがとうございました」とのメッセージがかえてくる。

## 4 まとめ

本稿では、環境やユーザが提供するエネルギーのみで、環境側の装置およびユーザとの情報の送受信を実現する小型通信端末 (Compact Battery-maintenance-free Information Terminal: CoBIT) を用いた位置に基づく情報支援システムを提案した。また、音の情報をダウンロードし、数種の合図をアップロードできる無電小型端末のプロトタイプを紹介した。

今後は、歩行者に対する情報支援 [9] を実現し、パブボード [10] のように他の情報提示装置との協調を行うことで計算機パワーの無い端末を最大限活用する予定である。

## 謝辞

本研究を行うにあたって次の方々より貴重な議論、ご協力を頂いた。ここで感謝の意を表します。(株) 東芝研究開発センター森下明氏、通信総合研究所矢入郁子氏、産総研宮田高志氏、野田五十樹氏、橋本政朋氏。

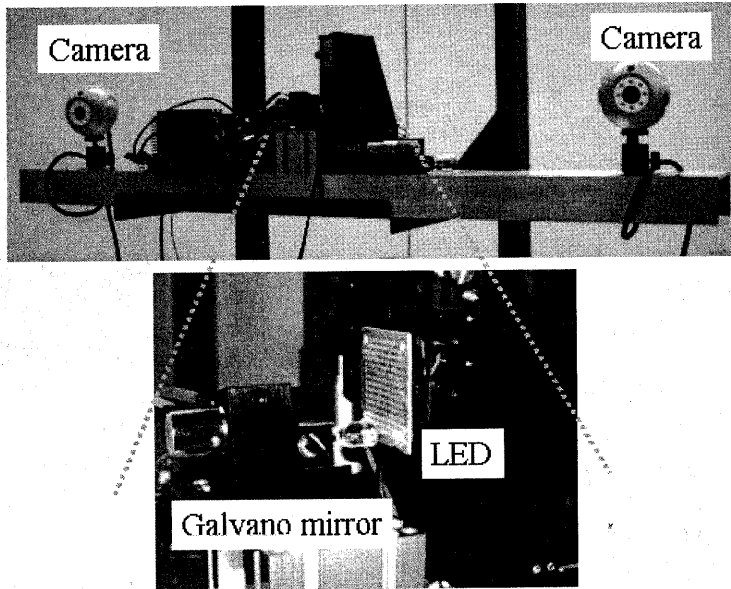


図 7: 開発した環境装置

赤外 LED 付カメラ, ガルバノミラー, 指向性赤外 LED 他より構成される。

## 参考文献

- [1] 中島 秀之, “マイボタンによる状況依存支援,” 人工知能学会誌, vol.16, No.6, pp.792-796(2001).
- [2] 島 健一, “位置情報流通のプラットフォーム,” 情報処理学会誌, Vol.42, No.4, pp.362-365, 2001.
- [3] 久保田 浩司, 前田 典彦, 菊池 保文, “歩行者ナビゲーションシステムの提案と評価,” 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1858-1865, 2001.
- [4] 判澤正人, 篠田陽理子, 曲谷一成, 築島謙次, 増本優, “DGPS を用いた視覚障害者用ナビゲーションシステムの開発,” 情報処理学会研究会, HI68-10, pp. 71-77, 1996.
- [5] 坊岡正之, 相良二郎, 赤澤康史, “微弱電波を用いた音声案内システムの開発,” 第11回リハビリ工学カンファレンス講演論文集, pp.237-238, 1996.
- [6] 畠山 卓朗, 伊藤 啓二, 白鳥 哲夫, 城口 光也, 久良知 國雄, 春日 正男, “音声歩行案内システム,” 情報処理学会研究会, HI82-7, pp.35-40, 1999.
- [7] 伊藤啓二, “ユニバーサルな聴覚サインー音声情報案内システムトーキングサインについて”, 人間生活工学, vol.2, No.4, pp.8-11, 2001.
- [8] 倉林大輔, 浅間 一, 嘉悦早人, 遠藤 勲, 新井民夫, “知的データキャリアを用いた誘導情報の自律的獲得による自律分散型ロボットの繰り返し搬送作業,” 日本機械学会論文集 (C 編), vol. 65, no. 640, pp. 4744-4749, 1999.
- [9] 矢入 (江口) 郁子, 猪木誠二, “高齢者・障害者の自立的移動を支援する Robotic Communication Terminals,” 人工知能学会誌, Vol.16, No.1, pp.139-142, 2001.
- [10] 山本吉伸, “パブボード: 理想のモバイル情報環境を目指して,” I P A 平成12年度未踏ソフトウェアプロジェクト成果論文集.