

# ウェアラブル側センサとインフラ側センサの協調と そのイベント空間情報支援への応用

Cooperative Fusion of Wearable-side and Infrastructure-side Sensors and  
Its Application to Situation-based Event Information Service

蔵田武志\*1\*2  
Takeshi KURATA

興梠正克\*1  
Masakatsu KOUROGI

西田佳史\*1  
Yoshifumi NISHIDA

中村嘉志\*1  
Yoshiyuki NAKAMURA

西村拓一\*1  
Takuichi NISHIMURA

\*1産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

\*2ワシントン大学

University of Washington

This paper describes a wearable visual interface system in which wearable-side and infrastructure-side sensors are cooperatively fused. The system can estimate the position and the direction of the users with only wearable-side sensors such as self-contained sensors and a wearable camera. Moreover, it can obtain such information more reliably when infrastructure-side sensors are available. Hand gesture interface and Real world OCR allow the users to make full use of the system and to get various kinds of information linked to the real world easily. This paper also introduces the application to situation-based event information service.

## 1. ウェアラブルビジュアルインタフェース： Weavy

筆者らが開発中の "ウィービー (Weavy: Wearable Visual Interface)" [1] は、コンピュータビジョン (CV)、センサフュージョン、拡張現実 (AR) などの技術に基づいて実世界と仮想世界を融合する、ウェアラブルシステムに適したインタフェースである。Weavy の特徴の 1 つは、環境側に手を加えずにユーザ自身やその周囲のセンシングを可能にしているところである。

まず特徴的なのはパーソナルポジショニング機能である [3]。加速度・ジャイロ・磁気センサによるデッドレコニング、及び画像を用いた絶対位置・方位推定手法を組み合わせ、ユーザの位置・方位を獲得することができる。上記のセンサデータから歩行動作解析をし、どの方位にどれだけ歩いたかを積算するため、少ない計算資源、低遅延、高更新レートで結果が得られる。一方、慣性センサの性能の限界や地磁気の乱れなどにより誤差が徐々に蓄積するというデッドレコニング共通の問題点を持つため、撮影視点位置・方位情報を含む登録画像と入力画像との対応付けにより、絶対位置・方位の補正を実現している。ただし、この対応付けには比較的多くの計算資源が必要であり、登録画像が存在しないと結果が得られないといった欠点がある。Weavy のパーソナルポジショニング機能は、このような特性の異なるセンサ・手法をカルマンフィルタの枠組みで相補的に融合することで実現されている。

ハンドジェスチャインタフェースや実世界文字認識 (RWOCR) は、とっさに何かを指示する場合や簡単な操作で十分な場合にわざわざ入力デバイスを持つ必要がなく、また直感的に使えるという利点を持つ。Weavy では、インタフェースの使いやすさを削ぐ応答遅延の低減と、環境変化への適応を両立するために、機能分散型 (FD) ハンドトラッキ

ング手法 [4] が用いられている。また、画像中の文字らしい領域を文字認識の候補として抽出し [2]、それらの中から選択された領域に対して文字認識をすることで、キーボードなどを使わずに実世界中の文字情報を獲得することができる。

## 2. インディペンダブルでディペンダブルなセンサシステム

ユーザの状況に即した情報サービスを提供するために、位置と方位のセンシングは欠かせないものである。インディペンダブルで (自律性が高いため適用範囲が広く)、ディペンダブルな (信頼できる) センシングを実現するためには、環境側センサのない空間でも機能し、環境側センサが利用できる場合には、より高精度な位置・方位情報を取得できるような枠組みが必要となる。そのため、筆者らは、Weavy と環境側センサ、特に、ID-CoBIT [5] のように、赤外 LED タグを環境側の受光機で検出するタイプのセンサと、ワイヤレス超音波式タグと環境側受信機からなる 3 次元位置センサ、U3DTracker [6] との相補的な融合に取り組んでいる (図 1)。

まず、環境側センサが整備されていない場所では、前節で述べたパーソナルポジショニング機能のみでユーザの位置・方位を獲得する。画像の対応付けによる位置・方位補正では、対応付けに成功した登録画像の撮影位置を中心とする半径  $1m$  に、2 次元正規分布の約 90% が含まれるように位置の誤差共分散行列を設定し、カルマンフィルタにより位置情報を更新する。同様に、方位についても各軸  $\pm 4^\circ$  の範囲にほぼ誤差が収まっているとして誤差共分散行列の設定をしている。

ID-CoBIT や U3DTracker から得られるセンサデータは、その不確かさ及び分布の仕方は異なるものの、画像の対応付けで得られるデータと同様、カルマンフィルタの枠組みで扱うことが可能である [3]。JSAI2003 で使用予定の LED と受光機の組み合わせで LED が検出された場合、位置については、受光機前方の約  $2m^3$  の円錐内に位置しているという情報が得られる。方位については、受光機に正対した向きを中心に約  $\pm 30^\circ$

連絡先: 蔵田武志, 産業技術総合研究所知能システム研究  
部門, 305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2,  
kurata@ieee.org

以内のどこかを向いているという情報が得られる\*1。一方、超音波センサ（3×3の受信機セット）の場合、向きに関する有益な情報はあまり得られないが、受信機から2～3mまでの距離、約±30°の範囲において、10～100mmの誤差で超音波タグの3次元座標を得ることができる。

### 3. イベント空間情報支援への応用

JSIAI2003では、イベント空間情報支援のために、ID発信機搭載型CoBIT（名札タイプ）を参加者に貸し出し、展示物や展示会場に関してCoBITで音声情報サービスを提供すると共に、各参加者の位置履歴などに基づく統計情報（どの展示が人気があるかなど）サービスなどを提供するプロジェクトが企画されている。筆者らは、そのプロジェクトにより提供されるCoBIT環境に加えて、U3DTrackerのレーザーを会場内の一部に別途設置する。このようにヘテロなセンサ環境がホットスポット的に点在することは実社会においてもしばしば起こることである。また、イベント会場は設営や撤収が短期間で実施されるため、環境側センサを十分に設置することが困難なことも多い。ホットスポット的な環境側センサ間を自律型のウェアラブルセンサによりシームレスにつなぎ、より円滑に情報支援を実現できることは、本システムの利点の1つである。

図2は、Weavyと環境側センサ、データベースシステムとの協調により提供される会場ナビサービスとRWOCRサービスの例である。会場ナビサービスでは、AR表示と広域マップ表示により、ユーザの視点に即した直感的な情報提示と一覧性のよい周辺情報提示が可能である。また、RWOCRサービスでは、認識された会場内の文字情報をキーワードとして、関連情報を検索することができる。今後は、ウェアラブルシステムのコスト削減や、各センシング手法の精度向上、より実用的なインターフェース設計の検討が課題である。

謝辞 坂上勝彦 IIRG リーダ、大隈隆史氏、大藪崇宏氏に深く感謝します。

### 参考文献

- [1] Weavy, <http://www.is.aist.go.jp/weavy/>.
- [2] K. Jung, K. I. Kim, T. Kurata, M. Kourogi, and J. Han. Text scanner with text detection technology on image sequences. In *Proc. ICPR2002*, Vol. 3, pp. 473-476, 2002.
- [3] M. Kourogi and T. Kurata. A method of personal positioning based on sensor data fusion of wearable camera and self-contained sensors. In *In Proc. MFI2003*, 2003. (to appear).
- [4] T. Kurata, T. Kato, M. Kourogi, J. Keechul, and K. Endo. A functionally-distributed hand tracking method for wearable visual interfaces and its applications. In *Proc. MVA2002*, pp. 84-89, 2002.
- [5] 中村嘉志, 西村拓一, 伊藤日出男, 中島秀之. 位置に基づく個別情報支援のためのid出力無電源小型情報端末id-cobit. 情報処理学会研究報告, 2002-MBL-23, 2002-ITS-11, pp. 7-12, 2002.
- [6] 西田佳史, 相澤洋志, 堀俊夫, 柿倉正義. 超音波3次元タグを用いた人の日常活動の頑健な計測～冗長なセンサ情報に基づくロバスト位置推定～. 第20回日本ロボット学会創立20周年記念学術講演会予稿集, 3C18(1)-(4), 2002.

\*1 環境側に赤外カメラを用いる場合、位置・方位分解能は向上する

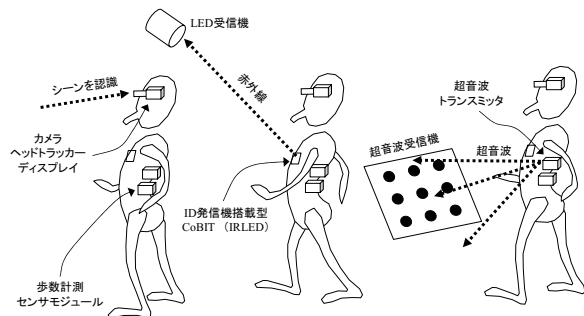


図1: インディペンダブルでディペンダブルなセンサ協調



図2: (上)AR表示 (中)広域マップ表示 (下)RWOCR