

歩行動作解析に基づくパーソナルポジショニングを備えたウェアラブル拡張現実システム

興梠 正克[†] 蔵田 武志^{†‡}

[†] 産業技術総合研究所 知能システム研究部門

[‡] ワシントン大学

〒 305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第 2

E-mail: m.kouroggi@aist.go.jp, kurata@ieee.org

あらまし 本論文では、歩行動作解析に基づくパーソナルポジショニング機能を備えたウェアラブル拡張現実 (AR) システムについて述べる。本システムの利用者は腰部に慣性センサ群とウェアラブルカメラ、頭部に慣性ヘッドトラッカーとウェアラブルディスプレイを装着し、広範囲な屋内・屋外環境を自由に歩き回ることができる。

キーワード パーソナルポジショニング, 歩行動作解析, デッドレコニング, センサフュージョン, ウェアラブル AR

A Wearable Augmented Reality System with Personal Positioning based on Walking Locomotion Analysis

Masakatsu Kouroggi[†] Takeshi Kurata^{†‡}

[†] Intelligent Systems Institute,

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

[‡] University of Washington

Tsukuba Central 2, 1-1-1 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-8568, Japan

E-mail: m.kouroggi@aist.go.jp, kurata@ieee.org

Abstract In this paper, we present a wearable Augmented Reality (AR) system with personal positioning based on walking locomotion analysis that allows a user to freely move around indoors and outdoors. The user is equipped with self-contained sensors, a wearable camera, an inertial head tracker and display.

Keywords personal positioning, pedometry, dead-reckoning, sensor fusion, wearable AR

1 パーソナルポジショニング

本研究では、非常に広範囲な環境を歩き回ることができ、位置・方位に適したサービスを受けることができるウェアラブル拡張現実 (AR) システムの開発を目指している [1]。環境側の外部センサ等に依存することなく、自律的な動作を可能とするため、人間の相対的な移動を歩行動作の解析によって推定し、そのほかのいくつかの絶対位置推定手法をカルマンフィルタの枠組を用いて統合するアプローチを取る [4]。

まず第一に、歩行動作によって引き起こされる運動を解析し、その相対移動の検出、計測を可能とするため、加速度センサと角速度センサ (ジャイロセンサ)、地磁気センサ (各 3 軸) を利用者の腰部に取り付ける。最新の MEMS 技術のおかげで、これらのセンサは小型化され、安価になっており、小型の携帯電話に収納可能なサイズへと集積化されている。

人間の運動に関する臨床研究から、歩行中の人間の重心位置 (概ね腰部の中央部に位置する) の運動とそこに印加される力のパターンは、個人差によらずほぼ一意に定まることが

知られている [3]。したがって、加速度ベクトルと角速度ベクトルの時系列データの解析によって人間の歩行動作の検出と計測が可能である。

次に、絶対位置と頭部方位をそれぞれ推定するため、ウェアラブルカメラと慣性ヘッドトラッカーを頭部に取り付ける。さらに、環境中の数箇所において事前に撮影された画像群を撮影位置・方位と結びつけてデータベースとして格納する。ウェアラブルカメラから得られる画像はデータベース中の画像とフレーム間の画像間位置合わせ手法 [2] に基づいて照合する。位置合わせによる照合が成功した場合、利用者の絶対位置と頭部の絶対方位が取得される。

2 システム

筆者らは、パーソナルポジショニングを基本機能に備え、さらに位置と視線方位に応じて注釈情報が提示される拡張現実 (AR) 機能を備えたウェアラブルシステムを構築した。

本研究では、加速度センサとジャイロセンサ、地磁気セン

サ(各3軸)を単一のパッケージに統合したセンサモジュールが使われている。各センサのデータはタイムスタンプ付でシリアルポートへ出力される。これは利用者の腰部に装着される。また、頭部に装着する慣性ヘッドトラッカーには InterSense 社の InterTrax² を、ウェアラブルディスプレイには MicroOptical 社の SV-6 を用いている。

図1には、前述のハードウェアから成る本システムのアーキテクチャのダイアグラムを示す。本システムの処理(データ取得,処理,結果生成)はすべてウェアラブルPC(Pentium-M 900MHz)上のソフトウェアによって実行されている。画像群データベース及び注釈情報,地図はインフラ側のデータベースサーバに格納されており,無線ネットワーク(IEEE802.11bに準拠)を介して必要な情報が取り出される。無線ネットワークが利用できない場合,ウェアラブル側にキャッシュされている情報に基づいて動作可能となるように設計されている。

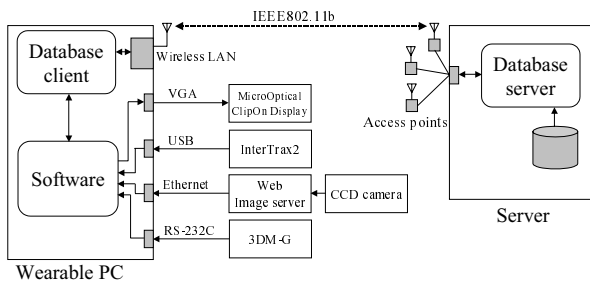


図 1: 本システムのダイアグラム

3 デモンストレーション

大規模展示場の一つである東京ビッグサイトの展示ホール内を本システムを装着して歩き回ったとき(始点と終点は同一である)の軌跡の推定結果と各時点で本システムが出力した画面を図2に示す(国際ロボット展 2003 において, 2003年11月19日~22日)。本システムの出力画面には二つのモードがあり,一つは画面内に視線方位と位置に応じて,対象物体への注釈情報(画像)が重畳表示され,画面右下には現在地のマップとそのマップ上への注釈情報(文字と画像)が表示される AR 画面モードである。もう一つのモードにおいては,全画面内に現在地と視線方位,その周辺マップが表示され,そのマップ上にはその位置に対応した注釈情報が表示される(図2においては 9min25sec の画像である)。なお,各画面の下にはその時刻情報が示されている。本実験は連続して10分間にわたって行われ,歩行距離は約350mであるが,推定された終点はほぼ始点と一致しており,また,AR画面における注釈情報の提示位置も概ね正しく,本システムの有効性を示している。なお,本結果は慣性センサ群の出力のみに基づいて得られており,画像による位置・方位の補正は行われていない。

図3には,MR-EXPO展(2003年10月9日~12日,コ

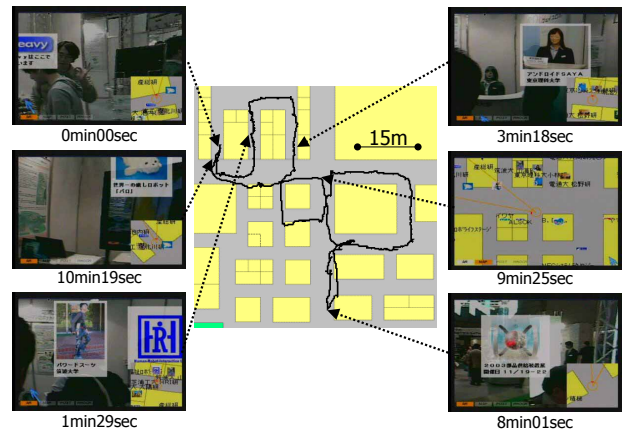


図 2: 軌跡の推定結果と AR 表示画面

クヨホール,東京都品川区)において行われた本システムによる実演(屋外展示)での出力画面の一例を示す。注釈情報を画面上で概ね正しい位置に提示できたことを確認した。



図 3: 屋外環境における注釈情報の提示

本実演では,デモンストレータが本ウェアラブルシステムを装着し,会場内を歩き回り,その出力画像を無線ネットワークを介して伝送し,大画面ディスプレイに表示するほか,会場の参加者にも本システムを着用体験していただく予定である。

謝辞:本研究をサポートいただいた,坂上勝彦知的インターフェイスグループリーダーに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Weavy: *Wearable Visual Interfaces*, <http://www.is.aist.go.jp/weavy/>
- [2] M. Kourogi, T. Kurata and K. Sakaue, "A Panorama-based Method of Personal Positioning and Orientation and Its Real-time Applications for Wearable Computers," in *Proc. ISWC2001*, pp. 107-114, 2001.
- [3] Murray MP, "Gait as a total pattern of movement," in *American Journal of Physiological Medicine*, pp. 290-333, 1967.
- [4] M. Kourogi and T. Kurata, "Personal Positioning based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera," in *Proc. ISMAR03*, pp. 103-112, 2003.