

駅構内カメラを用いた位置検知とコンテキスト アウェアリングによる情報配信システムの実現

森 薫[†] 関子 泰三[†] 川田 弘明^{††} 角田 史記^{†††} 清木 康^{††}

[†] 慶應義塾大学政策・メディア研究科 〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤 5322

^{††} 慶應義塾大学環境情報学部 〒252-0011 神奈川県藤沢市遠藤 5322

^{†††} 東日本旅客鉄道株式会社フロンティアサービス研究所 〒331-0823 埼玉県さいたま市北
区日進町 2-0

E-mail: †{kmori,tz,t02282hk,kiyoki}@sfc.keio.ac.jp, ††f-tsunoda@jreast.co.jp

あらまし 本稿では、駅構内に設置された監視カメラをセンシングデバイスとして活用し、既に駅構内に存在しているデバイス(監視カメラ)によるコンテキストアウェアリングと、データベースから利用者への情報配信の実現方式を示す。本システムの特徴は、これまでセキュリティ用途のみに利用されてきた監視カメラを、ナビゲーションなどの多様なアプリケーションを提供するデバイスとして活用し、さらに、本システム上にコンテキストアウェアアプリケーションとしての情報配信を実現する点にある。ここでは、利用者は赤外線を発信する携帯端末を持ち、その赤外線信号を構内カメラが認識し、利用者の位置情報、移動方向を抽出する。抽出された利用者の情報とコンテンツの関連性を動的に計量することによって、利用者の状況に応じたコンテンツを生成・発信する。鉄道利用シーンにおけるナビゲーションコンテンツの提供を対象とした実験結果を示し、本システムの実現可能性について検証を行う。

キーワード 位置検知, 情報配信, 構内カメラ, 赤外線

An Information Dissemination System with Context Awaiting by Using Monitoring Camera

Kaoru MORI[†], Taizo ZUSHI[†], Hiroaki KAWATA^{††}, Fuminori TSUNODA^{†††}, and
Yasushi KIYOKI^{††}

[†] Graduate School of Media and Governance, Keio University Endoh 5322, Fujisawa,
Kanagawa, 252-0811

^{††} Faculty of Environmental Information, Keio University Endoh 5322, Fujisawa,
Kanagawa, 252-0811

^{†††} Japan Railway East, Frontier Service Laboratory Nisshin-cho 2-0, Kita, Saitama,
331-0823

E-mail: †{kmori,tz,t02282hk,kiyoki}@sfc.keio.ac.jp, ††f-tsunoda@jreast.co.jp

Abstract In this paper, we present an information dissemination method with context awaiting by using monitoring cameras in station environments. The feature of this method is to utilize legacy monitoring cameras for detecting user's location and direction. Moreover, this method enables to construct information dissemination systems with context awaiting. Monitoring cameras recognize infrared ray emitted from a user's mobile information terminal and detect the user's context by image processing. The user can receive relevant navigation contents depending on his/her context. This paper shows implementation of an experimental system to verify feasibility in railway scenes.

Key words Position Detection, Information Dissemination, Surveillance Camera, Infrared Ray

1. はじめに

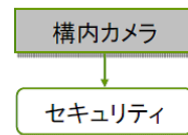
モバイル情報端末、無線コンピュータネットワーク、GPSをはじめとする位置検知技術などの新しい計算機システム環境の出現によって、我々の社会における情報供給・情報獲得の可能性が拡大している。また、位置検知技術の進歩と普及に伴って、利用者の時間的・空間的状况に応じた情報配信技術が注目されている。このような情報システム環境を対象として、様々な応用分野の実現が試みられている。本稿では、これらの情報システム環境に関連する重要な対象として、防犯・危機管理を目的として設置されている駅構内の監視カメラをセンシングデバイスとして活用し、既に駅構内に存在しているデバイス(監視カメラ)によるコンテキストウェアリングと、データベースから利用者への情報配信の実現方式を示す。

著者らは、これまで、モバイル計算機、無線技術を用いたユビキタス環境において、利用者の時空間的状况、および、利用者の意図に応じて、それらのデータベース群を自動的にアクセスし、それらを対象としたデータベース検索、統合を動的に実行し、獲得されたデータ群を動的に利用者へ提供、発信する鉄道利用シーン対応アクティブ・マルチデータベースシステムの基本設計および実験システムの実現を行ってきた[10]。

ユーザが時空間的に移動するモバイルコンピューティング環境において、ユーザの状況や意図に応じた適切な情報の提供を目的とし、多数の異種データベース群の検索、連結、および、マルチデータベース環境における能動的な情報配信を実現するためには、ユーザの状況や意図と、対象となるデータベース群のデータとの間の関連性計量機能群を実現し、状況・意図の変化に応じた適切な情報を提供する機構を実現することが重要である[4][5][6][7]。モバイルコンピューティング環境においては、ユーザの状況、および、意図(興味)が時空間的に変化するため、恒常的にユーザが有する静的な状況、興味に加えて、時空間的に変化する状況、興味に応じた異種データベース間連結、および、情報配信を実現した。

本稿において示す情報配信システムはこれらの技術要素を用いて、ユビキタス環境を対象としたアプリケーションの基盤となる利用者の時空間的状况の取得機能を、利用者の持つデバイスが発する赤外線信号を監視カメラの映像を解析し、その結果から得られた利用者の時空間的状况に応じた情報を配信す

単一目的
の利用



複数目的
の利用

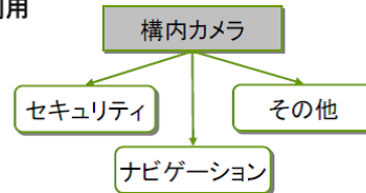


図1 構内カメラの高度利用

るものである。

本稿では、駅構内に設置された監視カメラをセンシングデバイスとして活用し、既に駅構内に存在しているデバイス(監視カメラ)によるコンテキストウェアリングと、データベースから利用者への情報配信を実現する。本システムの特徴は、これまでセキュリティ用途のみに利用されてきた監視カメラを、ナビゲーションなどの多様なアプリケーションを提供するデバイスとして活用し、さらに、本システム上にコンテキストウェアアプリケーションとしての情報配信を実現する点にある。

ここでは、利用者は赤外線を発信する携帯端末を持ち、情報を要求する操作をすると、携帯端末の赤外線LEDが点灯する。その赤外線信号を構内カメラが認識し、映像を解析することによって、利用者の位置情報、移動方向、移動速度を抽出する。抽出された利用者の情報とコンテンツの関連性を動的に計量することによって、利用者の状況に応じたコンテンツを生成・発信する。

本方式の特徴は、駅構内に設置された監視カメラの高度利用を実現する点にある(図1)。監視カメラの利用用途は、駅環境のセキュリティの向上を目的としている。本方式では、駅構内の監視カメラを利用者のナビゲーションに利用するという点において、既存の環境を用いて新しい情報獲得を提供することが可能となる。

2. 実現方式

ここでは、利用者が持つ携帯端末から発せられた赤外線信号を構内カメラが捕捉して利用者の位置情報、移動方向を抽出し、抽出された利用者の情報と

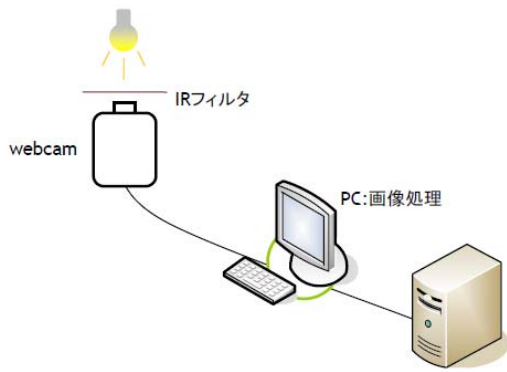


図 2 赤外線デバイスを用いた利用者の位置・移動方向の認識

コンテンツの関連性を動的に計量することによって、利用者の状況に応じたコンテンツを生成・発信する実現方式について述べる。

利用者の持つ端末から発せられた赤外線信号を補足して位置情報を検知し、利用者の位置・移動方向に応じた情報配信を行う実現方式を示す。本方式の概要を図 2 に示す。

2.1 データ構造

駅構内における利用者の位置情報を認識するために、構内カメラによって赤外線の光を検知する。構内カメラによって検知された赤外線は、二次元画像上の座標として認識される。

本方式においては、以下のデータ構造に基づいてサーバに送信される。

$$cid, timestamp, x, y, x_diff, y_diff$$

2.2 基本操作群

- 利用者の位置・移動方向を判別する基本操作
- 利用者の位置・移動方向とコンテンツの関連性を計量する基本操作

利用者の位置・移動方向を判別する基本操作は、構内カメラより上記の形式の利用者データがサーバへ送信され、サーバ上でこれらのデータから利用者の位置・移動方向を判別する操作である。

まず、構内カメラから最初のデータを受信すると、利用者のアクションのスタートと見なす。さらに、利用者のデータを連続的に受信し、ある一定の時間に n データが送信されなければ、それまでに蓄積した一連のデータを 1 つのアクションと解釈する。利用者の 1 つのアクションから x 方向への移動 x_{move} 、 y 方向への移動 y_{move} は以下の式によって求める。

$$x_{move} = \sum_{i=0}^N diffx_i$$

$$y_{move} = \sum_{i=0}^N diffy_i$$

利用者の位置・移動方向とコンテンツの関連性を計量する基本操作によって、ユーザの置かれている時間的、空間的状況やユーザの意図と、コンテンツの関連性を計量する。システムは関連性の高い情報を、配信する情報として選択することが可能となる。

本方式では、時空間的に推移するモバイルコンピューティング環境上のユーザを対象として、時空間的状況に応じた情報の配信を実現するために、以下の関連性計量機能群を、モバイル環境を対象として設計・実現した。これらのうち、空間的関連性計量機能、時間的関連性計量機能、同一性計量機能に関しては、その詳細が文献 [5] [6] において示されている。

2.3 実行手順

本方式における利用者の位置・移動方向に応じた情報配信は、次の手順により実行される。

- (Step.1) 利用者が赤外線信号を発する
- (Step.2) 駅構内に設置されたカメラが赤外線信号を検知し、利用者の空間内での座標データをサーバに送信する
- (Step.3) サーバにおいて、受信データから利用者の位置・移動方向を判定する
- (Step.4) 利用者の位置・移動方向に応じたナビゲーションコンテンツを利用者の持つモバイルデバイスに配信する

2.4 実現環境

第 2.2 節で述べたカメラによる利用者の位置検知と情報配信システムの実現環境を示す。

本方式の実現システムとして、次の 3 システムにより構成されるシステムを構築した。

- 情報配信サーバ
- カメラノード
- クライアントシステム

それぞれの詳細を以下に示す。

2.4.1 情報配信サーバ

ここではサーバ処理機能を含むサーバアーキテクチャについて示す。監視カメラの通信に関しては TCP/IP を用いた。監視カメラは利用者の赤外線信号を検知し、検知したデータを 2.1 節で示したデータ形式で送信する。サーバ側では、監視カメラから送信されるデータに対してスレッドを生成し、その

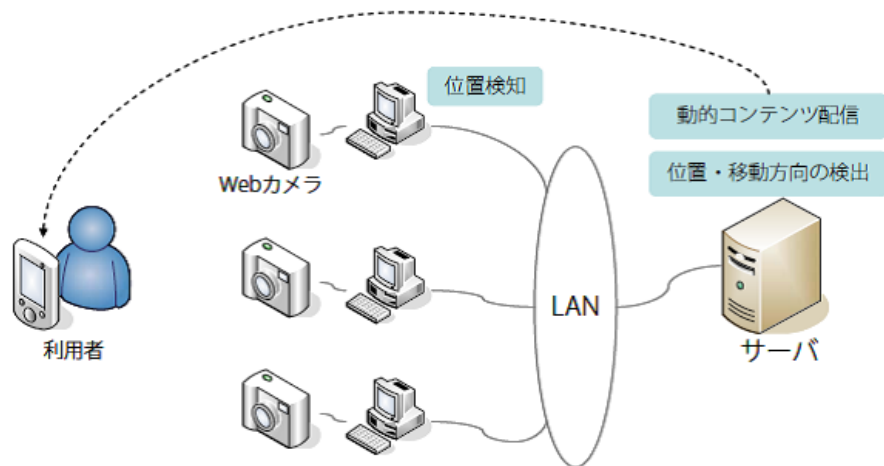


図3 カメラデバイスによる利用者の認識と情報配信

スレッドが利用者アクション検出機能へ渡す。

利用者アクション検出機能では、利用者が赤外線信号を発したときの1アクションを2.2節で示した方式で検出して管理する。1つのアクションが検出されると、利用者の位置・移動方向検出機能に渡される。

利用者のアクションは、利用者の位置・移動方向検出機能によって、ナビゲーションコンテンツのための位置と移動方向が検出される。位置と移動方向の検出方法は2.4.2節において示す。検出された位置と移動方向は、ナビゲーションコンテンツのパラメータとして渡される。

2.4.2 カメラノード

カメラノードは赤外線フィルタを装着したカメラによる映像情報を処理により、位置検出を行う。赤外線は人間の目には認識できない波長の光であるが、一般的なカメラは赤外線の光を捉えることが可能である。

赤外線フィルタ付きのカメラから得られる画像を処理することによって、赤外線の発信位置を鮮明に得ることが可能である。位置検出を行う手法として、本実装では赤外線と判定された位置の点群 p_i の平均値を計算する。平均値によって計算される位置 (x, y) は次のように計算することができる。

$$x = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}$$

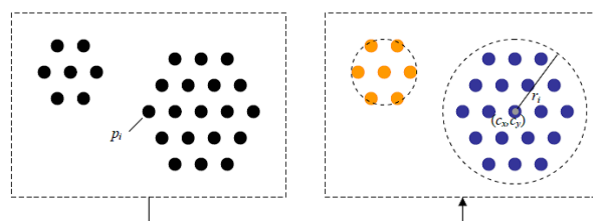


図4 グループの生成

しかし、平均値による位置 (x, y) では、ノイズや複数の赤外線の領域への対応が難しい。このため、ここでは赤外線を発する複数の領域を判定することにより、グループごとに位置を計算する。

グループごとに中心となる座標 (cx_i, cy_i) と半径 r_i の計算を行い、半径の最も大きなグループの選択を行う。グループの検出は以下の処理を繰り返す。

(1) 点群 p_i からグループが割り当てられていない1つの点を選択する。また、初期のグループの半径 r_i を設定する。点が得られなければ処理を終了する。

(2) 選ばれた点より半径 r_i に存在する点を近傍の点をグループに対応付ける。点が無ければ処理を終了する。

(3) 半径 r_i の長さを伸ばし、2の処理を行う。

また、差分の位置である (dx, dy) は次のように計算される。 x_{prev} と y_{prev} は、それぞれ (x, y) の前のフレームの位置である。

$$dx = x_{prev} - x$$

$$dy = y_{prev} - y$$



図 5 クライアントシステム

2.4.3 クライアントシステム

利用者が持つ赤外線を発する情報端末を PDA 上の Flash アプリケーションとして構築した。

クライアントシステムは定期的にサーバと通信することによって、ナビゲーション情報を受信する。取得するデータ構造は、ActionScript 2.0 で定義されている LoadVar クラスで取得可能な形式となっている。

3. 実 装

本実験では、利用者の発する赤外線信号を検知し、利用者の状況に応じた情報配信を行う本方式の実現可能性を示す。実験環境として、以下のシステムから構成される環境を構築した。サーバシステムの実装は Fedora Core Linux 上で行い、カメラノードは Windows XP 上で DirectShow ライブラリを用いた。また、クライアントシステムには PDA(HP iPAQ hx2490b Pocket PC)を用いた。

- 情報配信サーバ
- カメラノード
- クライアントシステム

それぞれのシステムは駅構内を想定して構築した。

4. 実 験

ここではシステムの実現可能性を検証するための評価実験について述べる。

ここでは、駅構内を対象とした評価実験の方法について述べる。本方式の実現可能性を示すために、次の 4 つの実験を行った。

実験 1: 利用者がプラットフォームを移動しているとき、自分の指定席がわからない利用者が赤外線信号を発する。

実験 2: 実験 1 と逆方向に利用者がプラットフォーム

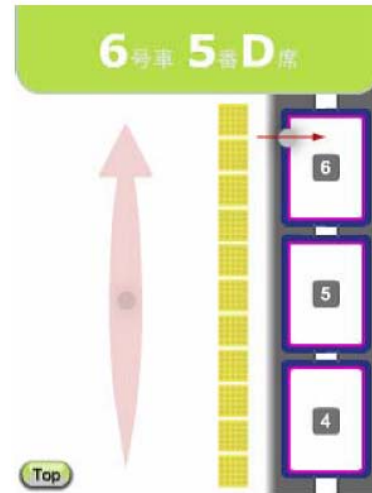


図 6 実験結果 1(プラットフォーム上で利用者が適切な方向に移動中)

を移動しているとき、自分の指定席がわからない利用者が赤外線信号を発する。

実験 3: 利用者が駅構内において設備情報がわからないときに、赤外線信号を発する。

実験 4: 利用者が駅構内において路線情報がわからないときに、赤外線信号を発する。

上記の実験を行い、カメラが利用者の状況を認識し、利用者に通知した情報を示す。

4.1 結果と考察

第 1 に、利用者の移動方向に応じた情報を配信可能であることを確認した。実験 1 の結果を図 6、実験 2 の結果を図 7 に示す。実験 1 においてはプラットフォームを目的地に向かって適切に移動している利用者が発する赤外線信号を認識したときに情報配信が行われ、実験 2 では不適切な方向に移動している利用者に対して情報配信を行う。

プラットフォームにおける情報配信において、利用者が目的の地点と逆方向に移動している際には、自分の向かっている方向が適切でないことを表示する。これにより、利用者は自分の移動方向を修正することが可能となる。

第 2 に、異なるユーザの意図に対応した情報を配信可能であることが確認された。実験 3 の結果を図 8、実験 4 の結果を図 9 に示す。

上記の結果により、利用者の移動方向によって、利用者へ配信される情報が異なることが確認された。また、利用者の意図によって、利用者に配信されることが確認された。以上により、利用者が持つ携帯端末から発せられた赤外線信号を構内カメラが認識

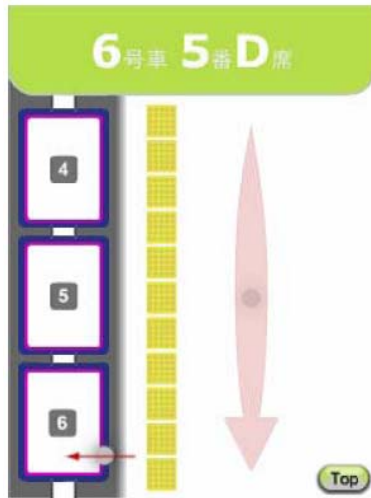


図7 実験結果 2(プラットフォーム上を利用者が不適切な方向に移動中)



図9 実験結果 4(駅構内において路線情報がわからない利用者への情報提供)

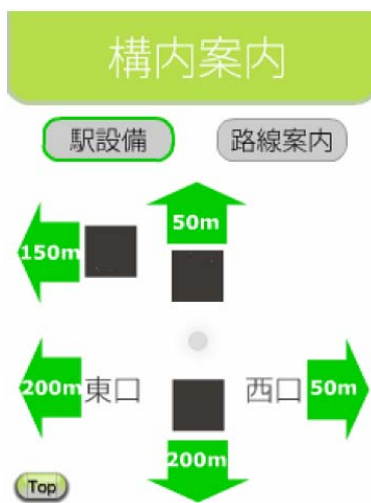


図8 実験結果 3(駅構内において設備情報がわからない利用者への情報提供)

して利用者の位置情報、移動方向を抽出し、抽出された利用者の情報とコンテンツの関連性を動的に計量することによる情報配信方式の実現可能性を示すことができた。

5. 結 論

本稿では、駅構内に設置された監視カメラをセンシングデバイスとして活用し、既に駅構内に存在しているデバイス(監視カメラ)によるコンテキストウェアリングと、それによって得られた利用者の状況に応じたデータベースからの情報配信を実現した。本システムの特徴は、これまでセキュリティ用途のみに利用されてきた監視カメラを、ナビゲーション

などの多様なアプリケーションを提供するデバイスとして適用し、さらに、本システム上にコンテキストウェアアプリケーションとしての情報配信を実現した点にある。

今後の課題として、多様なサービスを本方式上に搭載可能とするフレームワークの設計が挙げられる。また、駅構内における多数の利用者を対象としたときのスケーラビリティの検証、利用者のプライバシーを管理するための専用機構などを実現する予定である。

謝 辞

本研究の推進にあたり、多くの貴重な御助言を頂いた東日本旅客鉄道株式会社フロンティアサービス研究所鈴木勤氏に感謝の意を表します。

文 献

- [1] Allen, J.F.: "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals", *Communications of the ACM*, No. 26, pp. 832-843 (1983).
- [2] Bright, M.W., Hurson, A.R. and Pakzad, S.: "A Taxonomy and Current Issues in Multidatabase Systems", *Computer*, Vol.25, No.3, pp.50-60 (1992).
- [3] Egenhofer, M. and Franzosa, R.: "Point-Set Topological Spatial Relations," *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol.5, No.2, pp.161-174. (1991)
- [4] 細川 宜秀, 石橋 直樹, 八代 夕紀子, 清木 康: "マルチデータベース環境における時間的・空間的関連性評価によるデータ結合方式", *情報処理学会論文誌: データベース*, Vol.40, No.SIG 8(TOD4), pp.95-111 (1999).
- [5] Ishibashi, N., Hosokawa, Y. and Kiyoki, Y.: "A Spatial and Temporal Data Integration Method for Heterogeneous Database Environments", *IASTED International Conference on*

- APPLIED INFORMATICS (AI 2001), pp.323–330. (2001)
- [6] 石橋 直樹, 細川 宜秀, 清木 康: “時空間的文脈に応じた動的関連性計量機構を有する異種データベース間結合方式”, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.43, No.SIG2(TOD13), pp.128–145. (2002)
 - [7] Kiyoki, Y., Hosokawa, Y. and Ishibashi, N.: “A Metadatabase System Architecture for Integrating Heterogeneous Databases with Temporal and Spatial Operations”, Advanced Database Research and Development Series Vol. 10, Advances in Multimedia and Databases for the New Century, A Swiss/Japanese Perspective, pp.158–165, World Scientific Publishing. (2000)
 - [8] Kurabayashi, S., Ishibashi, N. and Kiyoki, Y.: “A Multidatabase System Architecture for Integrating Heterogeneous Databases with Meta-Level Active Rule Primitives”, Proceedings of the 20th IASTED International Conference on APPLIED INFORMATICS (AI2002), Feb. 2002.
 - [9] Kurabayashi, S. and Kiyoki, Y. “A Meta-Level Active Multidatabase System Architecture for Heterogeneous Information Resources,” Information Modelling and Knowledge Bases (IOS Press), Vol. 15, June 2003.
 - [10] 森 薫, 倉林 修一, 石橋 直樹, 清木 康: “モバイルコンピューティング環境におけるユーザ情報の動的計量による能動型情報配信方式”, 電子情報通信学会第15回データ工学ワークショップ (DEWS2004) 論文集, (March, 2004)
 - [11] Murase, T., Tsukamoto, M., and Nishio, S.: Active Database System for Mobile Computing Environment, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E81-D, No.5, pp.427-433 (1998)
 - [12] 柴田 史久, 上甲 貴広, 馬場口 登, 北橋 忠宏: “屋内向け歩行者ナビゲーションシステムにおけるユーザの状況を考慮した目的地推論手法”, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.43, No.12, pp.3809–3817. (2002)
 - [13] 垂水 浩幸, 土屋 岳紀, 一井 公雄, 生沢 義則, 糸瀬 敬太: “高度戦略的地域別情報配信を行うモバイル情報システム”, 情報処理学会研究報告: 2003-GN-47-4, pp.19–4. (2003)
 - [14] 寺田努, 塚本昌彦, 西尾章治郎: アクティブデータベースを用いた地理情報システム, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.11, pp.3103-3113 (2000)