

高齢者・障害者の自立的移動を支援する Robotic Communication Terminals – 要素システムの開発と統合 Robotic Communication Terminals as a Mobility Support System for the Elderly and Disabled People – development and integration of the prototype systems

香山 健太郎*¹ 矢入 (江口) 郁子*¹ 猪木 誠二*¹
Kentaro KAYAMA Ikuko Eguchi YAIRI Seiji IGI

*¹独立行政法人 通信総合研究所
Communications Research Laboratory

Robotic Communication Terminals (RCT) Project aims at constructing comprehensive mobility support system for pedestrian especially for the elderly and disabled people. The RCT system consists of three types of terminals and one server: an “environment-embedded terminal”, a “user-carried mobile terminal”, a “user-carrying mobile terminal”, and a GIS server. The RCT project has built prototypes of these terminals and server. Moreover, we have been making researches into effective connection of these terminals, diversification of users, behaviors in using terminals, and so on. In this paper, we describe an overview and a concept of the RCT, a progress of the researches, and prospects of the project.

1. はじめに

人間にとって、移動とは自立的かつ快適に生活するための手段として不可欠な行動である。しかし、現在の社会環境では、視覚・聴覚・下肢駆動に障害を持つ高齢者・障害者の場合、移動に不可欠な認知・駆動・情報入手の3つの要素行動に問題が生じるため、自立的な移動が困難になっている。

そこで、我々は認知、駆動、および情報入手の3つの要素行動を包括的に支援するようなシステムとしてロボティック通信端末 (Robotic Communication Terminals, RCT) を開発している。これはまた、歩行者 ITS の現実世界を対象としたシステム構築の一例と位置づけることができる。

本論文では、近未来チャレンジのテーマとしてのRCTの説明を行い、RCTの研究の現在の進捗状況、これからの展開、および今後の課題について述べる。

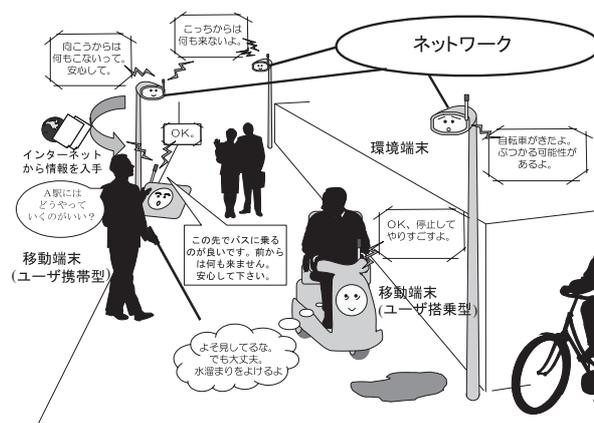


図 1: RCT による移動支援のイメージ

2. RCT と近未来チャレンジ

2.1 RCT のコンセプト

我々の提案する RCT は次のようなコンセプトのもとで進められている。

- 障害の有無・種類・程度において幅広い人々を対象とすること
- 移動に関する様々な問題に対し統一的な対策を提供すること
- 近い将来の実現を目指し、現実世界の状況に即したものであること

従来の障害者・高齢者の移動支援のための研究として、国内では、大阪大の白井研究室、奈良先端大の小笠原・松本研究室などで知的車椅子の研究が行われている [Kuno 03, Matsumoto 01]。また、山梨大の森研究室では、市街地で盲導犬のような役割を果たす歩行ガイドロボット (Robotic Travel

Aid, RoTA) を研究・開発している [森 03]。国外でも、TIDE を始め様々な障害者・高齢者支援のためのプロジェクトが存在する [Tzafestas 01]。

しかし、これらの研究では、移動の問題の一部にのみ注目し、また移動支援が必要な人々の一部しか対象としていない。また、上述した認知・駆動・情報入手の3つの要素行動を包括的に支援するようなシステムとはなっていない。

これに対し、RCT は、様々な種類の端末を用意し、それを有機的に結合することによって自立的移動の包括的な支援を目指している (図 1)。

2.2 近未来チャレンジ RCT

近未来チャレンジの趣旨は「5年以内に実現できること」、「社会への貢献」、「AIへの貢献」である。高齢者・障害者の自立的移動を支援する RCT では、以下の課題 1-3 の学術研究を行い、2005年度までにシステムの実用化の基礎を築くことを目標とし、チャレンジの募集を行ってきた。

課題 1 ユーザの多様性の適切な分類方法と、その分類に基づいた支援タスクおよび移動端末のハードウェアデザイン、

連絡先: 〒 239-0847 横須賀市光の丘 3-4 YRP1 番館,
TEL: (0468) 47-5097, {kayama,yairi,igi}@crl.go.jp

移動端末のソフトウェアのユーザへの適応方法

課題 2 環境端末・移動端末およびユーザ間の協調によって、移動支援タスクを状況やユーザの状態に合わせて実行するためのシステムアーキテクチャ

課題 3 実世界・ネットワーク上からの情報の取り込み・加工・蓄積、およびその情報の伝達方式

本プロジェクトは、2000 年度全国大会ニューチャレンジでの提案が採用され、2001 年度、2002 年度のチャレンジでサバイバルし、現在 4 年目である [矢入 01, 矢入 02a, 矢入 03]。

3. これまでの RCT

3.1 ユーザの多様性の検討

前節の課題 1 への対策として、高齢者・障害者の抱える移動の問題と身体機能の関係の調査を行っている。これは、ユーザの多様性の適切な分類方法と、その分類に基づいた支援タスク設定の基礎となるものである。具体的には、東京・大阪・京都の 3 大都市を中心とする約 3500 人からのアンケート回答の分析を行っている。

この分析の詳細は同セッションの発表 2B3-05 を参照されたい。

3.2 バリアフリーマップ (BFM)

ユーザの情報入手の補助のため、バリアフリー地図情報データベース (Barrier Free Map, BFM) を構築している (図 2)。そして、今年是小金井市版を一般リリースした。この小金井市版は 1/500 の縮尺で約 11 平方 km をカバーしている。なお、この小金井市の人口は約 11 万人である。

バリアフリーマップは従来の地図と比べて歩行者にとって有益な情報をより追求したものであり、車道のみならず、小道や歩道などの情報も記述されている。また、それぞれの道について、道幅・傾斜・段差の有無などが登録されているほか、様々なバリア・バリアフリー情報ともリンクされており、障害の種類・程度に応じて適切なルートを示唆してくれる。さらに、バリアフリーマップはインターネットに接続されており、一般のブラウザから様々な検索ができるほか、RCT の他の端末に様々な情報を提供できるようになっている。

本システムの詳細は同セッションの発表 2B3-07 を参照されたい。

3.3 ユーザ搭乗型移動端末 (ICW)

高齢者のためのユーザ搭乗型移動端末のプロトタイプとして、セニアカーを改造した Intelligent City Walker (ICW) を作成している (図 3)。

ICW は次のような機能を持っている。

- バリアフリーマップとの通信による経路探索
- 環境端末との通信による衝突警告情報取得
- ICW 搭載センサによる周囲の障害物認識
- 以上の情報を利用した半自律的障害物回避

ICW は原則としてユーザの操作によって動き、通常は自動運転は行わない。しかし、超音波センサ・赤外線センサ・カメラによって周囲の障害物を常に監視しており、衝突の危険があった場合のみユーザから制御を奪い、回避・停止などの行動を自動的に行う。また、ICW はネットワークを通じて環境端末群

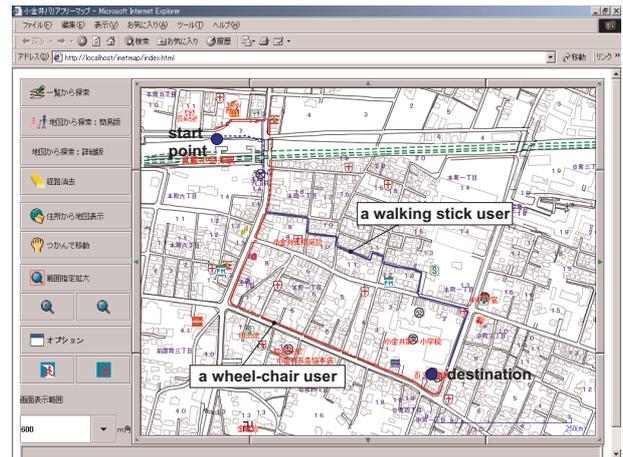


図 2: バリアフリー地図情報データベース検索画面

に自分の位置・速度を通知するようになっており、ICW が環境端末の監視範囲内に存在する場合は、環境端末が ICW に危険が近づいているかどうかを判定して危険がある場合には警告を送る。また、タッチパネルつき液晶モニターを通じて ICW からバリアフリーマップにアクセスすることが可能であり、ルート検索や新たな障害物情報の登録を行うことができる。

昨年度は、環境認識用に 3 眼ステレオカメラを導入し、周囲の段差地図を作成して超音波センサ・赤外線センサでは検出しにくい窪み等を回避する機能を追加した。また、ICW の運転を模したシミュレータを作成し (図 4)、それを用いてユーザがどのような状況でどのような運転行動を行うかという意図理解の研究を行っている。この詳細は別セッションの発表 2E2-02 を参照されたい。

3.4 ユーザ携帯型移動端末 (CoBIT)

ユーザ携帯型移動端末として、無電源小型通信端末 (Compact Battery-less Information Terminal: CoBIT) を利用している [矢入 02b, 西村 02]。CoBIT システムは、レーザーや超指向性 LED による信号を受け取り、受信器側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、受信器側では無電源で振動情報や音声情報を受け取



図 3: ユーザ搭乗型移動端末 Intelligent City Walker



図 4: ICW 運転シミュレータ

ることができる。現在、イヤホンタイプ、振動子タイプ、骨電動ヘッドホンタイプの受信器が製作されている。そのうち骨電動ヘッドホンタイプの受信器を図 5 に示す。

今年度は、新たなタイプの受信器の製作を行ったほか、本システムを用いて、実際に視覚障害者の屋外での誘導実験を行い、その有用性・装着性等の評価を行った。

本端末の詳細は同セッションの発表 2B3-03 を参照されたい。

3.5 環境端末 (EET)

環境端末システム (Environment-Embedded Terminal, EET) は、駅や道端などの地面から高さ数 m の位置に設置されたカメラ、そこから得られた画像から道路状況や動物体の軌跡等を求める認識システム、および各種移動端末との通信部からなる [Kayama 02a, Kayama 02b]。環境端末の処理画面を図 6 に示す。

環境端末は各種移動端末の座標を通信を介して取得し、環境端末が認識した動物体とユーザが衝突するかどうかを予測して適宜警告を送る機能を持っている。ここでは、両者の移動の軌道を扇形で予測し、それが重なりあえば衝突の危険ありと判定している。

本年度は、特にシステムを 24 時間口バストに動作することを目指して、様々な時刻・天候状況に応じた認識アルゴリズムを複数作成し、それを実際の様々な状況に適用させて認識率を徹底的に調査するなどの研究を行った。

本システムの詳細については、同セッションの発表 2B3-02 を参照されたい。

3.6 各端末間の連携

前節の課題 2 への対策として、上記の各端末を有機的に連携させるため、各端末の IP アドレスや物理的位置を管理し、通信の制御を行うシステムサーバを設置した。その概念図を図 7 に示す。

環境端末はセットアップと同時にシステムサーバに接続し、自分の IP アドレスと緯度・経度 (GPS 等から取得) を登録する。また、ICW や CoBIT 送信器は自分の IP アドレスと緯度・経度を定期的にシステムサーバに送信する。これに対し、システムサーバは近くに環境端末が存在するかどうかを判断し、その端末がある環境端末の監視エリア内に存在する場合



図 5: 無電源小型通信端末 (CoBIT):骨電動ヘッドホンタイプ

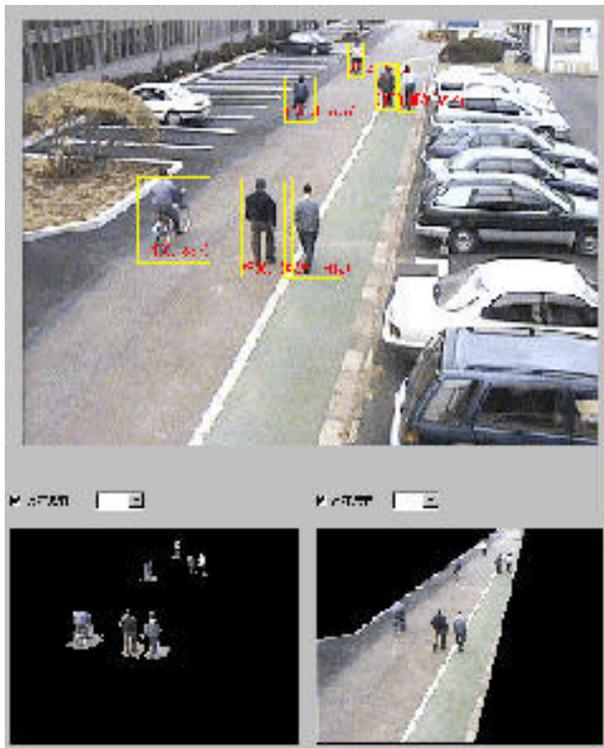


図 6: 環境端末画像処理画面

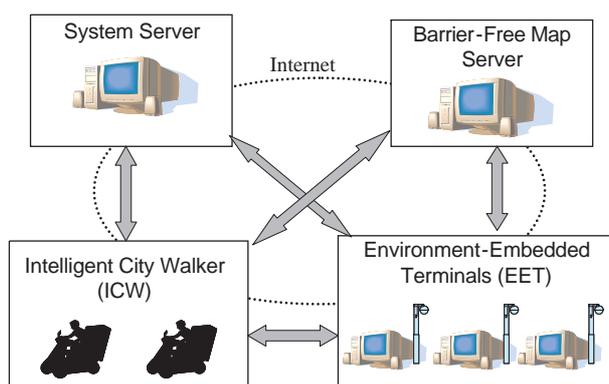


図 7: システムサーバ概念図

は、その環境端末の IP アドレスを返す。これにより、移動端末は環境端末から危険情報等を得ることが可能となる。

4. RCT 研究の新展開

4.1 地図情報と各種端末との能動的な連携

これまでのシステムでは、バリアフリーマップに搭載されている情報は人間があらかじめ作成し、各種端末はそこにアクセスして情報を引き出すだけ、という構成であった。しかし、歩行者に有用な情報を集めるためには、調査員が実地を踏破して詳細な調査票を作成する必要があり、かなりの労力が必要となる。

そこで、端末側で能動的に情報を集め、それをバリアフリーマップ側に提供していくようなシステムの構築を目指した研究を開始している。

4.2 高精度位置取得技術の利用

これまでのシステムでは、経路・領域情報、および注意喚起情報の作成と提供の方法を中心に研究を行ってきた。しかし、これらの情報はユーザの位置情報の精度に依存するため、この精度を上げることも非常に重要である。

位置情報取得については、GPS・スードライト・携帯電話や PHS の基地局・RFID タグを利用する方法など、様々な研究がなされている。これらの研究動向を調査し、より効果の高い技術を RCT に導入することを検討中である。

5. おわりに

本論文では、近未来チャレンジ RCT のコンセプトとこれまでの経緯、今までの成果および今後の展望について述べた。

RCT の各種端末・要素技術の研究が進むにつれ、各端末間をいかに有機的に連携させるかがますます重要になってきている。我々はこの一環としてシステムサーバを導入し、また各端末を地図作成のための情報収集機器としても用いるような研究を進めている。今後は、このような統合的研究のウェイトが高くなっていくであろう。

今後の課題としては、他にも、端末数がさらに増加した場合のネットワーク構築法、本システムを利用した場合のユーザの認知能力の変化の研究など、様々なものが考えられる。現在までに構築された RCT システムは各種研究の実世界を対象とした実践的なプラットフォームとしても有用であると考えられるので、様々な分野の研究者の参入を期待したい。

参考文献

- [Kuno 03] Kuno, Y., Shimada, N. and Shirai, Y.: Look where you're going, IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 10, No. 1, pp. 26–34 (2003).
- [Matsumoto 01] Matsumoto, Y., Ino, T. and Ogasawara, T.: Development of intelligent wheelchair system with face and gaze based interface, Proc. of 10th IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication (ROMAN 2001), pp. 262–267 (2001).
- [森 03] 森英雄: 歩行ガイドロボット実用化への道 – 視覚の役割 –, 情報処理学会研究報告, 2003-CVIM-136-9, pp. 59–66 (2003).
- [Tzafestas 01] Tzafestas, S. G.: Research on autonomous robotic wheelchairs in europe, IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 8, No. 1, pp. 4–6 (2001).
- [矢入 01] 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).
- [矢入 02a] 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(2), 人工知能学会誌, Vol. 17, No. 2, pp. 170–176 (2002).
- [矢入 03] 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(3), 人工知能学会誌, Vol. 18, No. 1, pp. 29–35 (2003).
- [矢入 02b] 矢入 (江口) 郁子, 西村拓一, 猪木誠二: 高齢者・障害者の自立的移動を支援する Robotic Communication Terminals - ユーザ携帯型移動端末の開発 -, 情報処理学会知的都市基盤研究会, 2002-ICII-3, pp.29–35 (2002).
- [西村 02] 西村拓一, 伊藤日出男, 山本吉伸, 中島秀之: 無電源小型通信端末を用いた位置に基づく情報支援システム, 人工知能学会全国大会, 1B4-04 (2002).
- [Kayama 02a] Kayama, K., Yairi, I. E., Igi, S. and Yoshimizu, H.: Road Observation System for Robotic Communication Terminals supporting Pedestrians, Proc. of IEEE Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems, pp. 347–352 (2002).
- [Kayama 02b] Kayama, K., Yairi, I. E., Igi, S. and Yoshimizu, H.: Road Observation System in Residential Areas for supporting Pedestrian, Proc. of Machine Vision Application, pp. 534–537 (2002).