

鉄道利用における複数無線デバイスを活用した 遺失物探索システムの設計

半澤 修[†] 清水 博文[†] 金花 賢一郎[‡] 牧村 和慶[‡]
齊藤 裕樹[§] 戸辺 義人[§]

東京電機大学 工学部 [†]情報通信工学科 [‡]情報メディア学科
東京電機大学大学院 工学研究科 [§]情報メディア学専攻

1. はじめに

近年、近距離無線技術の向上で、携帯電話やPDA等に代表される小型携帯端末が普及している。また、RFIDの研究・開発が進み、物を識別・管理する自動認識技術も進展し、RFIDを利用したユビキタスサービスが実現されつつある。我々は、これら小型携帯端末およびRFIDを利用し、実世界に存在する人や物を結びつけることで、個人の所有物を自動的に識別・管理し、遺失時に探索を行うシステム、CRUISE/rを提案する。さらに我々はこのシステムをより効果的にするためMobile IPv6の技術を用い、遺失物の多い鉄道利用における移動透過性を考慮した設計を行う。

2. 遺失物探索の課題と目的

現在、鉄道利用における遺失物の探索・発見には、鉄道会社の仲介が不可欠である。遺失物の探索・発見の問題は手間がかかり、多数の人を介して行われる点である。移動体である列車は、その位置を特定するのが困難であり、列車内で遺失した場合には拾得までに多くの時間を要する。また、所有物を遺失したことに気付かないということも多い。本研究では、これらの課題を解決するために、鉄道利用における遺失物を自動的に検出、探索、発見することにより、遺失物探索を効率かつ正確に支援することを目的とする。

3. CRUISE/rの設計

3.1 概要

複数のRFIDタグを付加した所有物を人が保持する小型携帯端末によって識別・管理することとする。遺失時には駅および列車内に複数設置される無線通信デバイスと小型携帯端末が連携し遺失物を探索するシステムとしてCRUISE/rを設計する。以下にCRUISE/rの設計指針を示す。

- 所有物の自動認識、識別・管理
- 遺失した場所の限定的探索
- 探索時の他人の協力
- 移動体通信における移動透過性の実現

3.2 構成

CRUISE/rを構成するデバイスの定義を述べる。図1に構成図を示す。

- POB(Personal Objects)
ユーザの所有物にアクティブ型のRFIDタグを付加したデバイス。
- PPAD(Personal POB Assisting Devices)
ユーザが所持する小型無線通信端末であり、RFIDリーダを搭載する。また基本的な通信機能としてIEEE 802.11bを用いる。
- OIM(Operating Information Maintainers)
IEEE 802.11bを搭載したデバイスで、列車や駅構内に複数台設置する。図1では、OIMとしてSmart Furniture[2]を仮定する。

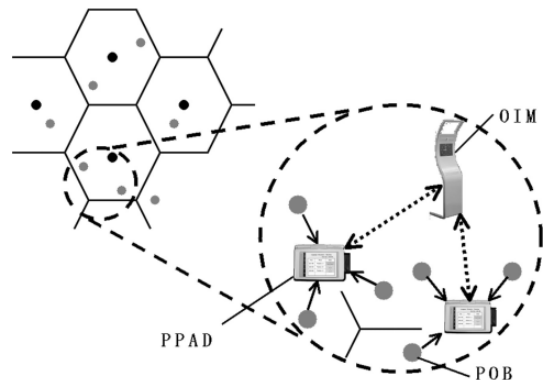


図1：CRUISE/rを構成するデバイス

3.3 遺失検知

個人が所有するPPADは、RFIDリーダによりPOBのタグ情報を定期的に受信し、所有物の有無を判断する。さらにPPADユーザがOIMの無線交信範囲内に入ると、その場所の情報を受信する。PPADはこれらのタグ情報、時間情報、位置情報をデータベース化することにより、限定的な場所と所有物の有無を判断する。PPADとPOBのリンクが切断した場合、各状態を移行し遺失物と判断されOIMに遺失物探索メッセージを送信する。PPADは各POBを以下の状態のいずれかであるとして管理する。

CRUISE/r : Searching System Using Wireless Devices

[†]Osamu Hanzawa

[†]Hirobumi Shimizu

[‡]Ken'ichro Kanehana

[‡]Kazunori Makimura

[§]Hiroki Saito

[§]Yoshito Tobe

Department of Information and Communication Engineering,
Tokyo Denki University(†)

Graduate School of Information System and Multimedia
Design, Tokyo Denki University(‡)

Department of Information and Media Engineering, Tokyo
Denki University(§)

- **Carried**
PPAD と POB が正常に交信している状態であり、所持品を遺失していない状態。
- **Unbound**
POB からの応答がなく、リンクが切断された直後から完全に切断したと判断されるまでの状態。
- **Lost**
Unbound 状態を移行し、POB とのリンクが完全に切断されたと判断した状態。この状態のときに OIM へ遺失物探索メッセージを送信する。

3.4 遺失物の探索および発見のプロセス

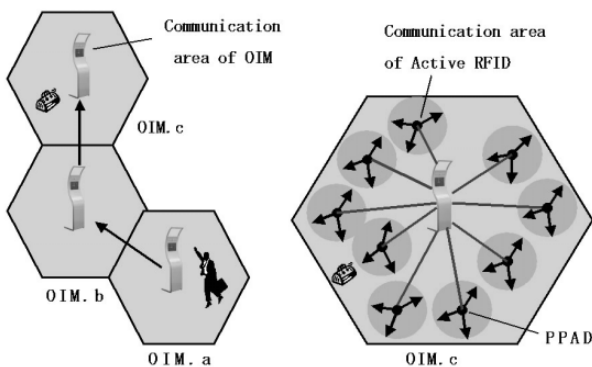


図 2：探索手順 図 3：遺失した場所での動作

探索手順を図 2 に示す。PPAD 保持者が OIM.c の領域で POB を遺失し、OIM.a の領域でその遺失に気づく。PPAD 保持者がいる近隣の OIM.a に無線通信によって遺失物探索メッセージを送信する。また遺失物情報には、遺失した場所、時間、タグ情報が含まれる。メッセージを受信した OIM.a はその遺失物情報より遺失した場所の OIM.c へメッセージを転送し、OIM.c は自身の無線交信範囲内にいる全ての PPAD へ遺失物情報を送信する。探索メッセージを受信した OIM.c を図 3 に示す。無線交信範囲内にいる他人が保持する PPAD と OIM の無線 LAN による 1 ホップのアドホックネットワークを形成する。PPAD は搭載された RFID リーダによって、周囲にある POB のタグ情報を読み取り、遺失した POB のタグ情報と一致するものを検出する。その遺失情報は OIM を経由して遺失者の PPAD まで返信される。

3.5 列車での遺失物探索

移動体である列車との通信は Mobile IPv6[3]を用いる。Mobile IP は移動を支援する技術の一つであり、移動により起こる IP アドレスの変更を隠蔽する移動透過性と通信相手ノードが移動ノードの IP アドレスを一意に識別できる常時発呼可能性を保証する。図 4 より、列車(MN)は高速で移動するために IP アドレスが変化する。このとき移動リンク先より CoA(Care of Address)を取得し、

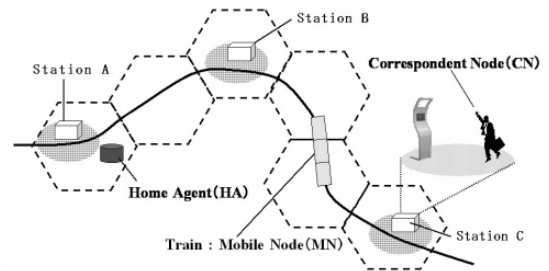


図 4：Mobile IPv6 の利用例

駅サーバ(HA)へ、その CoA を通知する。駅サーバは列車への遺失物探索を PPAD ユーザ(CN)から受けると、その列車宛の packets を代理受信し、列車の CoA に向けて転送する。これにより移動体である列車での遺失物探索も可能となる。

4. 関連研究

Smart-Its [1]は小型のセンサを様々な物に埋め込み無線で協調動作しユビキタス環境を実現するためのデバイスである。Smart-Its 同様 CRUISE/r も複数の無線デバイスを使用し、それらを協調動作することでアプリケーションを実現するが CRUISE/r では複数の無線デバイスを使用することに特徴がある。

また、モバイルアドホックネットワークの一つで人の動きを用い、交信範囲内の全てのノードに packets を送受信し、マルチホップで転送することで宛先まで到達させる Epidemic routing[4]がある。CRUISE/r では OIM の交信範囲内で 1 ホップのアドホックネットワークを形成し、1つの OIM 交信範囲内の全ノードに packets を送信することにより、ネットワークのリソース消費を抑えることができる。

5. まとめ

本稿では、複数の無線デバイスを活用することにより鉄道利用における遺失物探索を効率的に支援することのできるシステムを提案した。今後は、遺失物が想定された場所になく、紛失した時の動作と遺失物周辺に人の通行がなかった場合の動作の検討を行う。

参考文献

- [1] L.E. Holmquist, F. Mattern, B. Schiele, P. Alahuhta, M. Beigl, and H. W. Gellersen, "Smart-its friends: a technique for users to easily establish connections between smart artefacts," UBICOMP 2001.
- [2] M. Ito, A. Iwaya, M. Saito, K. Nakanishi, K. Matsumiya, J. Nakazawa, N. Nishio, K. Takashio, and H. Tokuda, "Smart furniture: improvising ubiquitous hot-spot environment," IEEE 3rd Int. Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC), 2003.
- [3] C. Perkins and D. B. Johnson, "Mobility Support in IPv6," Proc. of ACM MOBICOM, pp. 27 - 37, 1996.
- [4] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic routing for partially-connected ad hoc networks," Technical Report, Duke University, 2000.