

[招待講演] アドホックネットワーク技術を活用した 子どもの見守りシステムの研究開発

角田良明

広島市立大学情報科学部

E-mail: kakuda@ce.hiroshima-cu.ac.jp

概要

本稿では、学校の登下校時の子どもの見守りシステムに求められているものは何かを分析し、子どもの見守りシステムの在り方について提案している。更に、SCOPE-C の研究プロジェクトで推進している、アドホックネットワーク技術を活用した子どもの見守りシステムについて概説している。

Research and Development of the System for Tracking Children Using Ad Hoc Network Technologies

Yoshiaki Kakuda

Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

E-mail: kakuda@ce.hiroshima-cu.ac.jp

Abstract

This paper firstly analyses requirements for tracking children on the way to the school and their homes and next proposes a new concept of the system for tracking children, which cannot be realized by the current systems. Finally, this paper outlines the system for tracking children using ad hoc network technologies, which is being developed by our research project sponsored by the SCOPE-C program.

1. まえがき

奈良、栃木、広島で子どもが殺害されるといふ大変痛ましい事件が起こっており、このような事件が二度と起きないように子どもの安全確保の対策を講ずることは緊急の社会的課題である。全国では、小学校、教育委員会、警察を中心に子どもの安全確保のための対策が

打たれ、保護者、教員、退職者等による子どもの見守り活動が活発に行われている。しかしながら、犯罪者の増加、共働きの増加、共同住宅の増加等の社会環境の変化に伴い、人手で子どもを見守ることは限界に近づいている。そこで、人手だけでなくシステムも活用して子どもの安全を確保しようという試みが行われている。

子どもの安全確保システムで利用されている技術には、電子メール、ウェブ、GPS等のインターネットや携帯電話から、電子タグ、センサーネットワーク等のユビキタスネットワークまで多様である。これらの技術を利用した子どもの安全確保システムを開発し、更に、実証実験も行われている。例えば、ユビキタス街角見守りロボット社会実証実験(http://www.pref.osaka.jp/fumin/doc/houdou_siryuu1_08519.pdf)が今年2月から3月にかけて大阪市で行われている。このシステムを利用すれば、通学路上の決められた場所を通過した時刻と映像を保護者に伝達することができる。一方、行政においても、子どもの安全確保システムに関する調査検討ならびに研究開発を進めている。例えば、総務省では、今年3月末に「ユビキタスネットワーク技術を用いた子どもの安全確保システムの事例」(http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060330_3_a.html)をまとめている。また、総務省中国総合通信局では、ユビキタスネットワークを活用した子どもの安心・安全システムの在り方についての調査検討会を今年8月に開始し、子どもの見守りシステムの在り方について検討している。本調査検討会の詳細については、<http://www.cbt.go.jp/kenkyuu/kenkyuu13.html> をご覧下さい。

本稿では、まず、上述の調査検討会でのアンケート調査結果と議論の内容に基づき、子どもの見守りシステムに期待されている要望についてまとめる。次に、これらの要望に応えるための子どもの見守りシステムの在り方について提案する。最後に、我々が推進している、アドホックネットワーク技術を活用した子どもの見守りシステムの研究開発について概説する。

2. 子どもの見守りシステムに対する要望

ユビキタスネットワークを活用した子どもの安心・安全システムの在り方についての調査検討会では、子どもの見守りシステムに関する要望を分析するために、広島市内のある小学校の保護者および教員を対象にアンケートを取っている。回答数は382名であり、約7割を超える方々は子どもの見守りシステムに期待していることがわかっている。以降は、自由に記述された意見を著者が分析した結果である。

子どもは機械に頼らず、大人が見守ることが重要であるという意見が少なからずあった。以下の通りである。ここで、機械とは子どもの見守りシステムを構成する機器を表す。

(1) 大人が子どもを見守ることにより、挨拶に代表されるコミュニケーションの能力が育成され、子どもの見守り以上の教育効果が期待できる。

(2) 機械に頼らず、自分で考え自分で行動できる自立した子どもに育てたい。

(3) 機械にいつも監視されているのは子どもにプライバシーが無くなる。特に、高学年。

(4) 機械に頼りすぎると故障したときに困る。

(5) 機械では危険なときに駆けつけることができない。

子どもの見守りシステムでは、(1)および(2)は本質的に解決することはできない。(1)および(2)を解決するためには、子どもを地域で見守る環境づくりが欠かせない。しかしながら、犯罪者の増加、共働きの増加、集合住宅の増加等の社会環境の変化に伴い、子どもを地域の住民で見守ることは難しくなっている。従って、子どもの見守りシステムは、大人による子どもの見守りを補うものと位置づけられるが、その必要性は今後も増していくと考えられる。ところで、

(3)については主に低学年なら問題は無いと

考えられる。

(4)については、故障しない機械の開発を行う必要がある。

(5)については、駆けつける大人も子どもの見守りシステムの一部として参加してもらうという考え方もある。従って、(3)～(5)の意見に応えることは可能である。

子どもの見守りシステムそのものに対する意見としては、次のようなものがあった。

(a) システムの導入により、保護者、教員の負担が増えないでほしい。

(b) システムの導入により、経済的な負担が増えないでほしい。

(c) 登下校だけでなく帰宅後の外遊びにも利用したい。

(d) 簡単に操作できるようにしてほしい。

(e) 紛失しないような工夫がほしい。

(f) 無くしても個人情報が出ないようにしてほしい。

(g) 一人になったときにも見守れるようにしてほしい。

(h) 子どもの安否情報が悪用されないようにしてほしい。

上述の否定的な意見および肯定的な意見は、子どもをもつ保護者や子どもを教育する教員の切実な意見であり、真摯に耳を傾ける価値がある。従って、これらの意見にできるだけ応えることのできる、子どもの見守りシステムを開発することが肝要である。

3. 子どもの見守りシステムの実現

子どもの見守りシステムに対する要望に応える子どもの見守りシステムの在り方について述べる。2節の要望に応えるためには、これまでの子どもの見守りシステムのなかで活用されてきた、インターネット、携帯電話、電子タグ、センサーネットワーク等の技術に加え

て、アドホックネットワーク技術を活用した子どものシステムを提案する。アドホックネットワークは、ノードが移動するモバイルアドホックネットワークとノードが移動しないメッシュネットワークに分けることができる。まず、モバイルアドホックネットワークを活用することにより、子どもや見守り者で構成されるグループが離れずに移動している限り、グループメンバーの間で情報を共有することができる。次に、メッシュネットワークを活用することにより、グループに対して地域情報を簡便に提供することができる。従来の技術に加えて、このようなアドホックネットワーク技術を活かせば、これまでには実現できなかった子どもの見守りシステムが構築できると考えられる。

以降に、著者が考える子どもの見守りシステムの構成要素を示す。

- アドホックネットワークとタグを併用する。
- モバイルアドホックネットワークとメッシュネットワークを併用する。
- モバイルアドホックネットワークは子どもの安否情報等の送信に利用する。
- メッシュネットワークは不審者情報等の送信に利用する。
- 子どもの安否情報はモバイルアドホックネットワークの各グループで共有する。
- 子どもの安否情報等はプライバシー情報なのでセキュリティの高い携帯電話ネットワークを通して流し、学校および保護者に伝える。
- 不審者情報等はパブリック情報なのでメッシュネットワークを通して流し、学校および保護者に加えて、子どもおよび見守り者に伝える。
- モバイルアドホックネットワークは子どもだけでなく見守り者を含めて構成する。

- ・モバイルアドホックネットワークを構成する子どもや見守り者が携帯するものは、アドホック通信機能およびタグリーダ機能を有する携帯電話端末だけでなく、タグでもよい。
- ・携帯電話端末には子どもの見守りに不要な機能は搭載しない。
- ・メッシュネットワークはタグが設置された固定局で構成する。
- ・固定局に設置したタグには、位置情報やメッシュネットワークを通して流された不審者情報等を記憶し、携帯電話端末に送信する。

上述の要素を組み入れた子どもの見守りシステムのイメージ図を図1に示す。子どもと見守り者のグループがモバイルアドホックネットワークを構成するため、離れずにグループで

移動している限り、グループの見守り者は子どもの安否情報を常に把握することができる。予期されていない場所で子どもがグループを離れる等の異常状態が発生すれば、グループの見守り者は異常状態を即座に把握し、事件の芽を未然に摘み取ることができる。仮に事件が発生しても即座にその場所に駆けつけることができる。子どもの位置情報は街灯や電柱に設置されたタグから収集し、セキュリティの高い携帯電話ネットワークを経由して保護者や教員に伝達することができるため、保護者や教員は子どもがいつどこにいるかの移動状況を逐一知ることができる。不審者情報はメッシュネットワークを経由して子どもや見守り者および保護者にリアルタイムに伝達できるので、不審者の存在する場所を避けて子どもを移動させることもできる。

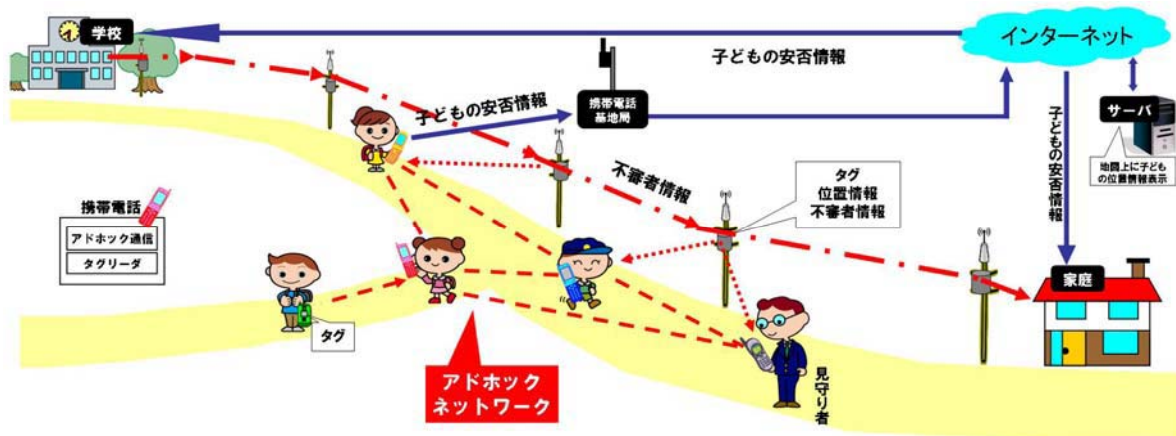


図1. 子どもの見守りシステムのイメージ図

4. アドホックネットワーク技術の活用

総務省情報通信研究開発推進制度地域情報通信技術振興型(SCOPE-C)研究開発として「モバイルアドホックネットワークにおけるスケーラブルグループメンバー確認技術[1]の研究開発」を平成17年度～平成19年度の予定で推進している。本研究開発には、広島市立大学、独立行政法人産業技術総合研究所情報技

術研究部門、KDDI(株)、中国電力(株)エネルギー総合研究所、中電技術コンサルタント(株)が参加し、研究プロジェクトを構成している。また、本研究開発に対してご意見を伺うために調査委員会を設立している。詳しくは、<http://www.pe.ce.hiroshima-cu.ac.jp/SCOPE-C/> をご覧下さい。

上述の研究プロジェクトでは、モバイルアド

ホックネットワークを活用してグループを構成し、グループメンバーの安否等の行動状況や状態を確認する技術を研究するとともに、アドホックネットワークを活用した子どもの見守りシステムの開発に応用している。

グループメンバー確認技術のベースになっている自律分散クラスタリング[2]について述べる。自律分散クラスタリングは、クラスタをクラスタ内のノードの数によって管理し、自律的にネットワークをクラスタ単位で階層化する手法である。クラスタの大きさを制限するために、あらかじめクラスタを構成するクラスタメンバー数の上限と下限を設定している。各クラスタにクラスタヘッドと呼ばれるノードが一つ存在し、クラスタヘッドを根とするツリーを形成することで、クラスタを管理している。クラスタメンバー数が上限を上回ればクラスタを二分割する。クラスタメンバー数が下限を下回れば隣接するクラスタの一つと結合する。

クラスタヘッドは **MEP** と呼ばれる制御パケットを定期的にクラスタ内のメンバーノードにブロードキャストする。**MEP** を受け取ったメンバーは **MAP** と呼ばれる制御パケットをクラスタヘッドに返信する。**MAP** の返信により、クラスタヘッドは自身のクラスタのクラスタメンバー数や隣接クラスタのクラスタメンバー数を把握することができる。

文献[3]において自律分散クラスタリングのフィールド実験による基本的評価を与えている。また、自律分散クラスタリングおよびそれに基づいたルーティングは、スケーラビリティがあり、モバイル端末の移動速度の変化に対する適応性が大きいことが示されている。従って、アドホックネットワークを活用した子どもの見守りシステムでは、グループ内の子どもの総数が多い場合や子どもの移動速度が多様な場合には、自律分散クラスタリングに基づいて

グループ内の子どもの安否情報を共有する予定である。

SCOPE-C の研究プロジェクトでは、下記の2つの基本的技術 (A)、(B) に基づいて、3節で提案した子どもの見守りシステムの実現を試みている。

(A) グループを構成する携帯端末同士でアドホックネットワークを構成することによりグループメンバーの存在情報を共有する。

(B) 携帯端末にタグリーダーの機能を持たせることにより、街角に設置したパッシブ型固定タグを読み取り、自らの位置情報を入手する。

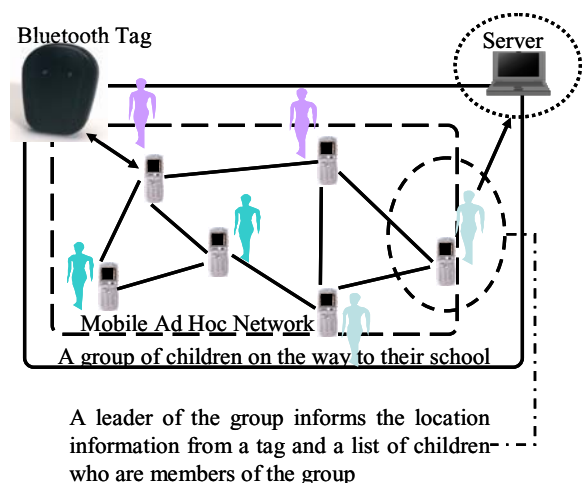


図 2. モバイルアドホックネットワークを活用した子ども見守りシステム

具体的には、携帯電話の Bluetooth 機能を利用してモバイルアドホックネットワーク [4],[5] を実装している。このようなアドホックネットワークを活用した子どもの見守りシステムを利用するシナリオは次の通りである。

登下校時の子どもに、Bluetooth が付いた携帯電話を持たせ、街灯や電柱に設置された Bluetooth タグを通過するたびに、そのタグの ID を読み込み、携帯電話からインターネット上に設置したサーバーにアップロードすることにより、通学路上での位置確認を行う。ここ

で、モバイルアドホックネットワークを用いる理由は、次の通りである。

(1) 複数の子どもが、同時にタグの近くを通った場合、一部の子どもがタグを読み損なう可能性がある。

(2) Bluetooth 付き携帯電話の位置等により、タグを読み損なう可能性がある。

モバイルアドホックネットワークで子どものグループを構成することにより、グループ内の子どもの中で子どもの安否情報を共有しているため、グループ内の少なくとも一人の子どもがタグと通信できれば、グループ内のすべての子どもの安否情報をサーバーに送ることが可能となる。また、他の子どもの陰になってタグが読めない可能性がある子どもについても、モバイルアドホックネットワークを利用して間接的に通信できるため、見落としを防止することが可能となる。図2に Bluetooth 携帯電話を利用したアドホックネットワークのイメージ図を示す。

5. まとめ

本稿では、子どもの見守りシステムに求められているものは何かを分析し、どのような子どもの見守りシステムを開発すべきかを示した。また、SCOPE-Cの研究プロジェクトで推進しているアドホックネットワーク技術を活用した子どもの見守りシステムを紹介した。アドホック通信機能とタグリーダ機能を有する Bluetooth 携帯電話端末は試作済みである。来年には、子どもの見守りシステムを開発し、広島市において実証実験を行う予定である。

謝辞

本稿の一部は、ユビキタスネットワークを活用した子どもの安心・安全システムの在り方についての調査検討会のアンケート調査結果や

議論を参考にして作成したものであり、本調査検討会の委員や関係者の皆様に感謝する。また、本研究開発は、総務省 SCOPE-C(052308002)の研究開発の一環として実施したものである。ここに記して謝意を表す。

文献

[1] 角田良明: "アドホックネットワークルーティング技術の研究動向とスケラブルグループメンバー確認技術の研究開発," 組込システムとネットワークに関するワークショップ ETNET2006 招待講演, 信学技報 CPSY2005-77, DC2005-97, 2006.

[2] Tomoyuki Ohta, Shinji Inoue and Yoshiaki Kakuda, "An adaptive multihop clustering scheme for highly mobile ad hoc networks," Proc. 6th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS2003), pp.293-300, 2003.

[3] 山下晋司, 小島英春, 大田知行, 角田良明: "アドホックネットワークテストベッドフレームワークにおける自律分散クラスタリングの実装と基本的評価," 電子情報通信学会ソサイエティ大会シンポジウム(アドホックネットワークのテストベッドと実証実験), BS-12-6, 2006.

[4] 伊藤篤, 大田知行, 角田良明: "携帯電話を利用したアドホックネットワーク," 電子情報通信学会ソサイエティ大会シンポジウム(アドホックネットワークのテストベッドと実証実験), BS-12-5, 2006.

[5] Hitomi Murakami, Atsushi Ito, Yu Watanabe, Takao Yabe, "Mobile phone based ad hoc network using built in Bluetooth for ubiquitous life," Proc. of 8th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS2007), submitted.