

## 子供の目的地推定機能を用いた子供見守り支援システム

藤田 茂<sup>†</sup> 今野 将<sup>\*</sup> 小田原 亨<sup>\*</sup> 内海 哲史<sup>\*</sup>  
渡邊 悠介<sup>†</sup> 富岡 健治<sup>†</sup> 菅原 研次<sup>†</sup> 白鳥 則郎<sup>\*</sup>

**概要** 近年、子供の登下校時等をねらった事件が多発していることから、子供の見守り支援が社会的に注目されている。このため、ICTを利用した様々な子供の見守り支援システムが企業や研究機関で提案・開発されている。しかしながら、既存の子供見守り支援システムの多くは、主に子供の位置情報のみを利用しているため、子供のコンテキストを考慮した高度な見守りはできていない。そのため、子供見守り支援システムを利用している保護者が、子供の目的地を把握することができず、危険性や安全性を正確に把握することが難しいという問題が生じていた。本稿では、子供のコンテキスト情報や地域情報から子供の目的地を推定する機能を提案する。本機能により、保護者が子供の危険性や安全性をより正確に把握することが可能になる。

### Watch Over System for Commuting Children using Function of Estimating Destination

Shigeru FUJITA<sup>†</sup> Susumu KONNO<sup>\*</sup> Toru ODAWARA<sup>\*</sup> Satoshi UTSUMI<sup>\*</sup>  
Yuusuke WATANABE<sup>†</sup> Kenji TOMIOKA<sup>†</sup> Kenji SUGAWARA<sup>†</sup> Norio SHIRATORI<sup>\*</sup>

**Abstract** Nowadays, social event involves children and so there is an obvious need for a support system to watch them. To serve this purpose, some support systems are developed based on current information and communication technology. It is difficult for the current support systems to watch a child properly by considering the context of the child, because the current systems can only use place as the context of a child. So parents have difficulty in observing if the child is safe or not. In this paper, we propose a new watch over system for the children that can reflect the context of the children using function of estimating destination. This enables the parents to make an accurate observation on their children and can confirm about their safety.

#### 1 はじめに

近年、子供が被害に遭う事件の増加により、子供の安全に対する意識が高まっている。これに伴い、子供の現在位置をGPSやRFIDタグ等を利用して取得し、子供の行動を見守る、子供の見守り支援システムの研究開発が多く、研究機関や企業で行われている [1] [2] [3] [4]。

現状の子供の見守り支援システムでは、保護者が子供の行動するエリアを予め設定し、設定されたエリアから子供が離れた場合に安全な状態ではないと判断し、保護者に対して警告メッセージが発生する

機能を持っている。

しかしながら現在の方法では、子供の位置情報のみから子供の状態を判断するため、決められたエリアから少し外れた場合でも、警告メッセージが発生する。そのため、子供が危険な状態でない場合でも保護者に対し警告メッセージを通知するため、保護者にとって不要な警告メッセージが多発している。

また、通知される警告メッセージからは、設定されたエリアから外れた情報しか得ることはできないため、子供がどのような状況にあるのかを確認することができない。そのため、不要な警告メッセージが多発することで、保護者にとって無用の心配を招く結果となっている [5]。

一方で、子供に毎日決まったエリアから外れないように言うことは簡単であるが、現実には予期せぬ

<sup>†</sup>千葉工業大学 情報科学部, Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology.

<sup>\*</sup>東北大学情報科学研究科/電気通信研究所, Graduate School of Information Sciences / Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University.

道路工事のために決まった経路を通ることができないことや、子供が友人宅へ向かう場合などがあるため、予め決められた経路だけを利用する前提は現実的でない。

そこで我々は、共生コンピューティング [6] の概念に基づき、個人の特性や環境情報などを取り扱うエージェントを、子供一人一人に割り当てることで子供の状況に合わせる、柔軟な子供見守り支援システムを提案している [7] [8] [9]。

共生コンピューティングとは、デジタル空間と現実社会の落差の解消をするためのコンピューティングである。情報に関して特に量的に日々豊かになっているデジタル空間に対して、現実空間の多数の人は、デジタル空間の恩恵を十分には受けていない落差が存在している。これは、主として、デジタル空間側に人や社会について理解する仕組みが存在しないため、現実空間で必要な支援を提供できていないことに起因している。

本稿では、共生コンピューティングの概念を用いて、子供一人一人に対応したエージェントを割り当て、子供の位置情報や周囲のコンテキスト情報から子供の目的地を推定する機能を提案する。そして、推定した目的地から子供の安全度を算出し、安全であると判断されれば警告メッセージの抑制を行う。このとき、子供が異常な状態であると判断されれば、推定した行動の理由を警告メッセージに付加することで、警告メッセージを受けた保護者は、子供の状態を確認することが可能となる。本提案機能によって、保護者が決めたエリアから逸脱して行動することが多い子供でも、子供の実際の行動範囲や周囲の環境を考慮した、子供の見守り支援システムを構成することが可能となる。

## 2 子供見守り支援システム

既存の子供見守り支援システムの例として、加藤電機のイルカーナ [2] と、アイティフォーのお守りキッズ [3] について説明し、我々が提案している子供見守り支援システムの概要と設計について述べる。

## 2.1 既存の子供見守り支援システム

### 2.1.1 イルカーナ

イルカーナの主な機能は、“子供の位置情報提供機能”と“端末のスイッチ作動による緊急通報機能”の2つである。この2つの機能は、ほとんどの子供の見守り支援システムで実現している基本的な機能である。このシステムの問題点は、緊急通報が子供が端末のスイッチを作動したときのみに行われることである。すなわち手動式であるため、子供が端末のスイッチを押せない状況においては、子供が危険な状態であっても通報できないといった問題があり、また子供がスイッチを誤操作してしまうといったケースがある。

### 2.1.2 お守りキッズ

お守りキッズの主な機能は、“特定の場所などへ到着したときの自動通知”と“設定領域逸脱時や長時間滞留時等の自動警告”の2つである。この2つの機能により、子供の行動に異常があるか判定し、保護者へ自動通報することが可能となる。このシステムでは、子供の行動が正常であっても異常であると判定し、不適切な警告が発生してしまうことが多い。その主な理由は、設定領域や滞留時間などの異常判定基準が静的に設定されており、子供の周囲環境や状況、すなわちコンテキストに応じて通知を行うことができないためである。

## 2.2 子供見守り支援システムの概要

既存の子供見守り支援システムの主な例として、加藤電機のイルカーナと、アイティフォーのお守りキッズがあげられる。しかし、これらのシステムには、保護者が子供の危険・安全を正確に判断することが困難であるという問題点がある。これは、システムの出す警告が子供の持つ端末のスイッチに依存していたり、子供の位置情報のみで行動の正常・異常を判断するため、誤報・誤判定が発生する場合があるからである。さらには、保護者に提供される情報が位置情報や周辺地図のみで、保護者はこれら簡素な情報から子供の状況を把握するしなければならぬためである。

そこで本研究では、誤報・誤判定を削減し、保護者に対して子供の詳細な状況を提供するために、共

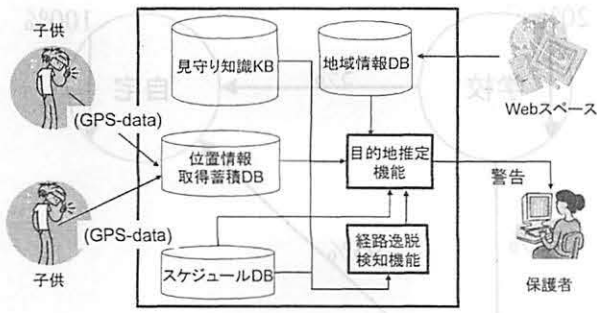


図 1: 子供見守り支援システム概要

生コンピューティングの概念に基づき図 1 に示す子供見守り支援システムを提案している

地域情報 DB は、Web スペースから交通情報や学校行事情報などのイベント情報や、地域住民間の交友関係や家族関係などの情報を取得し蓄積する機能である。

見守り知識 KB は、経路逸脱機能や目的地推定機能などで用いる見守りに関する知識（社会知）を蓄積する機能である。

スケジュール DB は、経路逸脱機能や目的地推定機能などで用いる子供や学校のスケジュールを蓄積する機能である。

位置情報取得蓄積 DB は、経路逸脱機能や目的地推定機能などで用いる子供の位置情報を取得し蓄積する機能である。

現在、地域情報 DB、見守り知識 KB、スケジュール DB、位置情報取得蓄積 DB の情報を安全に蓄積し管理するための基盤として、我々は RUIS (Regional Ubiquitous Information System) という地域情報基盤を提案し、研究開発をすすめている。RUIS の詳細は [7] を参照していただきたい。これら地域情報取得機能が取得し蓄積した情報は、経路逸脱検知や目的地推定の際に用いられる。

経路逸脱検知機能は、子供が本来利用すべき道路（通学路など）から逸脱し、他の道を利用していることを検知する機能である。類似する機能は既存システムである [2] や [3] でも実現されているが、これらは経路逸脱の許容範囲の設定が静的であるため、結果として誤報・誤判定が多くなるという問題点がある。対して、本研究で提案する機能では、各 DB/KB や目的地推定機能と連携し、逸脱経路の許容範囲を子供毎に設定し動的に調整することで誤報・誤判定を削減している。本機能の詳細については [8] を参照していただきたい。

目的地推定機能は、子供の位置情報と周辺状況（場所、周囲の人との関係）から子供の目的地を推定する機能である。また、推定された目的地から子供の現在の安全度を算出する。本機能を用いることにより、子供が経路から逸脱した場合に送信される警告メッセージに、推定される子供の目的地、安全度の情報を付加することにより、保護者が子供の状況を把握する際の支援を行うことが可能となる。

本研究では、これらの機能をマルチエージェント技術を用いて実現する。また、本稿では、特に目的地推定機能に焦点をあて、その設計と試作システムを用いた実験について述べる。

## 2.3 目的地推定機能の仕様

従来の子供見守り支援システムのような、子供が経路から逸脱した場合に子供の位置情報のみを送信するシステムでは、保護者は子供がどうして経路から逸脱したのか把握することができず不安になる。そこで、保護者が子供の状況を把握するための支援情報として、本研究では位置情報や地域情報から子供の目的地を推定する。そして推定した目的地から安全度を算出して、その情報を警告メッセージに付加して保護者に送信する。

本研究では、子供の目的地を推定するために、以下の 5 つの情報を用いる。

- 近くにいる人との交友関係情報：子供と周辺住民の関係を示すものであり，“近所の人”，“家族”，“友人”，“同級生・同窓生” など
- 近くに存在する施設情報：子供の周辺にある施設に関する情報であり，“学校”，“自宅”，“公園”，“塾”，“娯楽施設” など
- 現在時刻：現在の時刻
- 移動速度：子供の移動速度
- 過去の行動履歴：子供が過去にとった行動の履歴

目的地推定機能では、上記の 5 つの情報を用いて子供の目的地を推定するエージェントが存在する。これらエージェントはソーシャルウェアの概念に基づく「社会知」と呼ばれる知識を持っている。社会知とは、これまでの社会の生活において構築され共有されてきた一般的な知識のことである [10]。また、

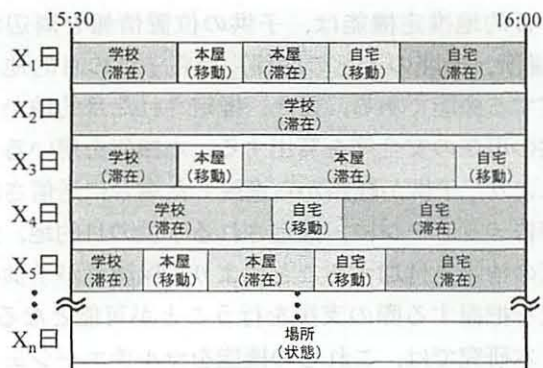


図 2: 子供が1人で書店に寄る場合の行動履歴 (15:30～16:00)

本稿における社会知とは、ある状況下の子供の目的地を推定し安全度を算出する知識と定義する。

例えば、交友関係情報として「子供 A の近くに子供 B がいて二人の関係は友人である」、施設情報として「子供 A の近くには子供 B の自宅がある」、現在時刻として「月曜日の 16:00」、移動速度として「時速 4km」、行動履歴として「先週の月曜日は子供 B の自宅で遊んだ」という情報があった場合、目的地推定を行うエージェントは社会知を用いて子供 A の目的地を「子供 B と一緒に子供 B の自宅へ向かっている」と判断する。

### 3 子供の目的地推定機能の設計

#### 3.1 子供の行動モデル

子供に限らず人間の行動は個々によって異なる。そのため、地域情報や位置情報のみでは、子供の正確な目的地を推定することはできない。そこで、本研究では子供の登下校時における見守りに目的を特化して子供の行動モデル設計を行うことで子供の目的地の推定を行った。本システムでは子供の行動モデルを、行動履歴から生成される確率つき状態遷移モデルとした。

子供の行動履歴は図 2 のように 1 日毎に集計される。そしてこの行動履歴を  $n$  日分集計し、分単位における行動状態の確率として図 3 のように確率つき状態遷移モデルとして表現する。図 3 の場合の子供の行動確率は、子供が 15:30～16:00 に学校にいる場合、20%の確率で“滞在”，5%の確率で“自宅へ”，75%の確率で“書店”に行くことと表現されていることになる。

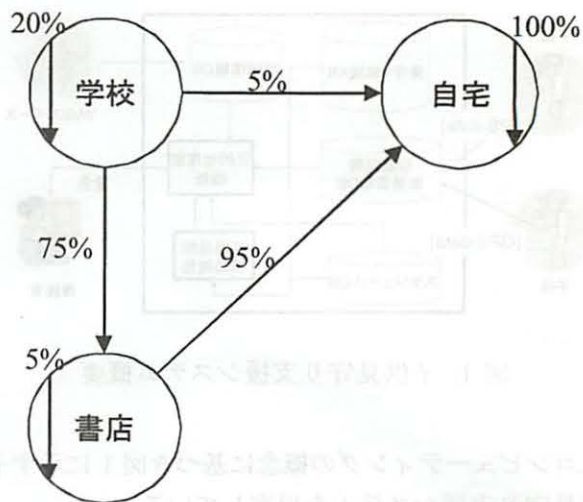


図 3: 15:30～16:00 における子供の行動モデル

#### 3.2 子供の目的地推定アルゴリズムの設計

子供の目的地を推定するエージェントの目的地推定の流れを下記に示す。

1. 位置情報，現在時刻，移動速度から現在の状態（移動中，滞在中など）を判別
2. 位置情報と交友関係情報を用いて，近くにいる人との関係を判別
3. 位置情報と施設情報を用いて，近くにある施設の関係性を判別
4. 1～3 の結果と行動モデルを用いて子供の目的地を推定する
5. 4 で推定した目的地におけるイベント情報がある場合は各 DB/KB から取得する
6. 1～5 で取得した情報から目的地を推定する。

例えば、図 3 に示す行動モデルを持つ子供 A が、15:40 に学校から時速 4km で移動中で近くに同級生の友人 B がいる場合、行動モデルと各情報から子供 A の目的地は「書店」と推定される。

### 4 システム開発と実験

提案した目的地推定機能の検証をするために、仙台市一番町地区において実験を行った。なお、子供の位置情報を取得する端末として HP iPAQ hx4700

(Windows Mobile 2003) に PHS と GPS レシーバを用いた。また、目的地推定機能などの子供見守り支援システムの各機能は ADIPS/DASH エージェントフレームワーク [11] [12] を用いて実現し、地域情報などを格納する DB/KB はサーバ上に PostgreSQL にて構築した。

本実験のシナリオは以下のとおりである。

シナリオ 1 子供 A, 子供 B 共に学校からそれぞれの自宅へ決められた通学路で帰る。

シナリオ 2 子供 A は子供 B 共に学校から子供 B の自宅へ向う。

シナリオ 1 は、問題が全く発生しないシナリオである。このシナリオ中、目的地推定機能は子供 A, 子供 B ともに「自宅へ向かう」と目的地を推定していることを確認した。

シナリオ 2 は、従来のシステムであれば、子供 A の保護者に対して警告メッセージが送信されるケースである。本システムでは、目的地推定機能が子供 A の目的地を「子供 B と子供 B の自宅へ移動中」と推定し、その旨を子供 A の保護者への警告メールに付加して送信したことを確認した。

## 5 おわりに

本稿では、保護者が子供の状況把握をより容易にするために、子供の位置情報や行動履歴から子供の目的地を推定する機能を提案し、推定した目的地を保護者に伝える、柔軟な子供見守り支援システムの試作と実験を行った。

提案したシステムを使用することで、保護者に対する警告メッセージに子供の目的地を付加することが可能となり、子供の状態が把握しやすくなると期待できる。

今後、子供や地域住民のモデルの詳細設計や、地域情報 DB や経路逸脱検知機能の詳細設計を行った上で、目的地推定機能の再設計を行う必要がある。また、子供の人数を増やしたうえでの実験を行い、本システムのスケーラビリティに関する評価を行っていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤 (A)(19200005), 科学研究費補助金 若手

(B)(18700071) の支援により行われた。

## 参考文献

- [1] 総務省: ユビキタスネット技術を用いた子どもの安全確保システムに関する事例 (2006). [http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060330\\_3.a.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060330_3.a.html).
- [2] 加藤電機: イルカーナ (2006). <http://www.kato-denki.com/personalsecurity/irukana/>.
- [3] 株式会社アイティフォー: お守りキッズ (2006). <http://omamori-kids.jp/index.html>.
- [4] Ma, J., Apduhan, B. O. and Barolli, L.: Ubikids - A Ubiquitous Smart Hyperspace for Kids Care, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 191-196 (2004).
- [5] 経済産業省近畿経済産業局: IC タグを活用した児童生徒の安心安全確保システム構築事業 調査報告書 (2006). <http://www.kansai.meti.go.jp/2-7it/ic.tag/ic.tag.html>.
- [6] 白鳥則郎, 菅原研次, 菅沼拓夫, 藤田茂, 小出和秀: Symbiotic Computing - ポスト・ユビキタス情報環境へ向けて -, 情報処理学会誌, Vol. 47, No. 8, pp. 811-816 (2006).
- [7] Konno, S., Koide, K., Fujita, S., Kinoshita, T., Sugawara, K. and Shiratori, N.: RUIS: Development of Regional Ubiquitous Information System and its Applications: Towards a Universal Ubiquitous Information Society, LNCS 4159: Proceedings of Ubiquitous Intelligence and Computing, pp. 200-208 (2006).
- [8] 渡邊悠介, 富岡健治, 藤田茂, 菅原研次, 今野将: 共生コンピューティングの概念に基づく子供の見守り支援システム, 信学技報 AI2006-76, pp. 65-68 (2007).
- [9] 小田原亨, 内海哲史, 小出和秀, 白鳥則郎: 地域情報を活用した子供の見守り支援システム, 情報処理学会研究報告 DPS-131, pp. 79-84 (2007).

- [10] 木下哲男, 今野将, 北形元, 打矢隆弘, 原英樹:  
ソーシャルウェア, 情報処理学会誌, Vol. 47,  
No. 8, pp. 817-824 (2006).
- [11] Fujita, S., Hara, H., Sugawara, K., Ki-  
noshita, T. and Shiratori, N.: Agent-based  
Design Model of Adaptive Distributed Sys-  
tems, *Journal of Applied Intelligence*, Vol. 9,  
No. 1, pp. 57-70 (1998).
- [12] *DASH - Distributed Agent System based  
on Hybrid architecture.* [Online]. Available:  
<http://www.agent-town.com/dash>.