

## フェロモンモデルを用いた創発型バリアフリーマップの設計と構築 Design and Implementation of Emergent Barrier-Free Maps Based on Pheromone Model

奥山 修平† 小西 修‡  
Shuhei Okuyama Osamu Konishi

### 1. はじめに

車椅子ユーザが安全・快適に外出するためには、目的地およびその周辺のバリアフリー情報（以下 BF 情報）を事前に知ることが重要である。近年、地方自治体を中心となって全国のバリアフリーマップ（Barrier-Free Maps: 以下 BFM）が web 上で公開されてきている。BFM は街の BF 情報を提供する web サービスであるが、調査のコストが膨大であることから情報が都市部に限定されたり新しい情報に更新する頻度が少ないという問題がある。

情報量を増やすとともに最新の情報を BFM が提供するためには、従来のサービス提供者が街を調査する方法でなく、マップを利用するユーザ自身が街の状況を報告していく方法が有効であると考えられる。阿部らはユーザの情報ニーズを満たすために、住民参加型の BFM システムの開発を行っている[1]。しかし、そうしたユーザ生成コンテンツは情報の正確さが保証されず、また調査するユーザの負担が大きいのとなってしまう。

そこで本論文では、詳しい調査をやめて情報を簡素化し、代わりにユーザがお勧めのバリアフリーな場所に投票するシステムを設計し、構築する。

本研究の目的は、各車椅子ユーザは自分の街のどこにバリアフリーな場所があるかわからないが、マップを介して他のユーザと間接的なコミュニケーションをとることによってあたかも街全体の BF 情報を知っているように外出できるようにするシステムを構築することである。

### 2. 提案システム

提案するシステムはユーザの投票制とし、人気のある場所は強調表示され、そうでない場所は地図から徐々に消えていくものとする。このシステムの手本としてアリのフェロモンコミュニケーションモデルを用いる。

アリは餌を巣に持ち帰るとき、フェロモン物質を地面にマーキングしながら帰ることで仲間に餌の在りかを伝えることができる。このコミュニケーション方法は Dorigo によって ACO (Ant Colony Optimization) としてモデル化され、組合せ最適化問題に対するメタヒューリスティクスとして様々な応用がなされている[2]。また、安藤らはフェロモンモデルを交通渋滞予測に適用し、他人同士が局所的な交通情報を共有するシステムを構築している[3]。

アリのフェロモンモデルの特徴は、①情報をシンプルな形にまとめる、②役に立たない情報を蒸発させる、③有用な情報を強化するということである。

このモデルはリーダーがいなく集団が協調して作業を進めるための創発型システムとして参考にすることができる。

これまでの BFM 研究では BF 情報の質を重視して量が得られ難いものが多くみられた。それに対してここでは質を抑え、量を重視するアプローチをとる。しかし生物の群知能のように量が集まれば全体としてはその質が上がっていくというシステムを目標とする。

### 2.1 システムの概要

提案システムの構成を図 1 に示す。システムはユーザ層、中間層、データ層の三層から成り、中間層のスーパーバイザープログラムが全てのデータ管理を行う。

本システムにおいてアリはユーザ、餌はバリアフリーな場所、フェロモンはユーザによる投稿情報、フェロモンを変化させる自然環境の役割がスーパーバイザーである。

フェロモンの送信はモバイル端末から行い、マップの閲覧は PC とモバイル端末の両方で可能とする。

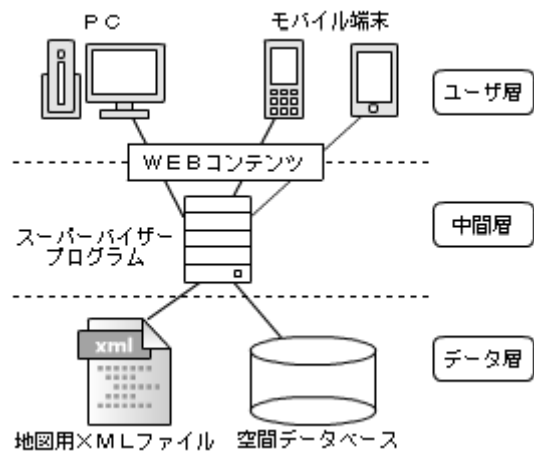


図1 システムの構成

### 2.2 フェロモンの定義

ユーザはその場所がバリアフリーだと思ったら、その場の位置情報を GPS により取得し、BF 情報と併せてサーバに送信する。ユーザから提供された情報はフェロモンとして空間データベースに格納され、地図用 XML ファイルが更新される。フェロモンに含まれる情報はメタ情報、ユーザ情報、場所情報であり、詳細を表 1 に示す。フェロモンはマップ上で半径  $r$  の円として送信された場所に描画され、各フェロモンは固有の蒸発率  $\rho$  に従って蒸発する。

表1 フェロモンのデータ構造

種類	内容
メタ情報	ID, 送信日, フェロモン半径, 蒸発率
ユーザ情報	ユーザ名, 年齢, 性別, 車椅子種類
場所情報	スポット名, 位置情報, カテゴリー, バリアフリー情報 (トイレ, 駐車場)

† 所属なし

‡ 公立はこだて未来大学

## 2.3 フェロモンモデルの適用

スーパーバイザはフェロモンに対して蒸発と強化を行う。

### ➤ 蒸発

新規フェロモンは初期半径 $r_0$ の円で描画され、時間の経過とともに次式により半径が縮小する。

$$r(t+1) = (1-\rho)r(t) \quad (1)$$

ここで $t$ は経過時間、 $\rho$ は蒸発率( $0 < \rho < 1$ )である。

### ➤ 強化

同じ場所にフェロモンが置かれた時、既にあったフェロモンが強化される。強化されたフェロモンは半径が $r_0$ に戻り、蒸発率 $\rho$ も小さくなるためマップ上で長期的に強調表示される。この蒸発と強化の機構により投票の効果を視覚的に表現することができる。

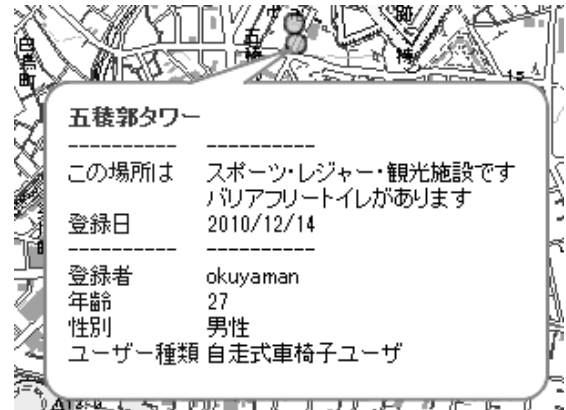


図3 フェロモン内容の表示例

## 3. 実験

### 3.1 プロトタイプシステム

プロトタイプとして PC サイトとモバイルサイトを作成した。

PC版でユーザが利用できる機能はマップの閲覧である。地図の描画に国土交通省が提供する電子国土 web システムを用いた。電子国土システムでは独自の XML 形式で記述したデータを日本地図に上乗せすることができ、ここではフェロモンを上乗せデータとして描画した。PC の web ブラウザからマップを閲覧した際のフェロモンの表示を図2と図3に示す。

モバイル版ではフェロモンの送信と受信が可能である。フェロモン送信時のユーザの負担軽減と情報の正確さを上げるため、場所情報の入力に Yahoo のローカルサーチ API を用いた。フェロモン送信時、ユーザが現在地の位置情報をスーパーバイザに送信すると Yahoo のサーバから周辺の施設情報が得られる。ユーザは適切な施設名を選択し、トイレと駐車場の有無を併せてシステムに送信することでフェロモンが空間データベースおよび BFM に追加される。これにより正確なスポット名と位置情報が得られ、GPS の測位精度が低い場合も正確な位置にフェロモンを置くことが可能である。

また、モバイル版では現在位置をシステムに送信することで周辺のフェロモン情報を検索することができる。すなわちモバイル端末はアリの鋭い嗅覚の役割を果たす。



図2 フェロモンで表現した BFM

### 3.2 実証実験

2010年12月から <http://happybf.com/> (みんなのバリアフリーマップ) にてプロトタイプを公開し、ユーザ参加型のマップ構築実験を行った。日本全国での利用が可能なシステムであるが、主に北海道函館市の障害者団体および福祉関係者に参加を呼びかけた。

実験の結果、2011年6月末まででユーザ登録者31人、フェロモンの送信数は117件であった。8件のスポットが強化され、83件が蒸発している。蒸発したフェロモンは地図上からは消えるが検索対象として一定期間保存することとした。本実験により蒸発と強化によってフェロモン数が増加しても人気のある場所がわかりやすい BFM が描画されることが確認できた。

## 4. まとめ

本稿ではユーザ参加で BFM を生成するための創発型システムを設計・構築し、実証実験により評価を行った。

その結果、フェロモンモデルを適用することで投稿情報の淘汰および強化が自律的に行われ、情報提供ユーザの負担が少なく、かつ見やすい BFM を生成することが確認できた。

本システムは BFM の利用時だけでなく作成時にもその場所に向かわせるものであるため、車椅子ユーザの外出を促す効果が高いことが期待できる。

今回のものはスポットを示すポイントデータのみを扱ったが、アリと同様に最適なルートを示すシステムへと拡張可能であると考えられる。今後はスマートフォンなど高性能なモバイル端末向けに目的地までの最適ルートを示すルートフェロモンの導入を目指していく。

### 参考文献

- [1] 阿部昭博, 狩野徹, 大信田康統, 小田島直樹, 宮井久男, "住民参加型アプローチによるユニバーサルデザイン活動支援システムの開発", 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 3, pp.753-764, 2005
- [2] Marco Dorigo, T. Stützle: Ant Colony Optimization. MIT Press, 2004
- [3] 安藤靖志, 深澤良彰, 増谷修, 佐々木宏, 岩崎弘利, 本位田真一, "フェロモンモデル: 交通渋滞予測への適用", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D1, No.9, pp. 1287-1298, 2005