

# 確率推論に基づく組織における位置情報推定システムの実現

大栗 和久 伊藤 孝行

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究センター

e-mail: {k-ooguri,itota}@jaist.ac.jp

## 1 はじめに

コンピュータ関連技術の進歩による作業の非同期化，作業環境の分散化，勤務形態の変化に伴い，組織のメンバーの状況をリアルタイムに知ることが重要になっている．組織内の位置情報をメンバー間で共有することができれば，相手の状況を配慮したコミュニケーションや，コラボレーションの方法を選択することが可能となり，組織活動をより効果的に支援できる．

位置情報の取得には一般的に GPS が利用されている [1]．しかし GPS は屋内では位置検出ができない問題点がある．Active Badge location system [2] のような屋内のための位置情報検出システムも開発されているが，位置情報のより正確な検出と，そのコストにはトレードオフが存在する．

本稿では取得した位置情報と共に，状況に応じて位置検出システムの過去の情報から構築した確率ネットワーク，経験的ルール，スケジュール，書き置き情報を基にした推定による情報を表示するシステムを提案する．本システムでは位置検出が困難な際にも連続的に位置情報を提示することを可能としている．また本研究では，メンバーの行動傾向の取得が比較的容易な組織として，大学院の研究室を対象とした．

本稿の構成は 2 章で本システムの概要を示す．3 章で実験と評価について示し，最後に 4 章でまとめる．

## 2 位置情報推定システム

### 2.1 位置情報の取得

図 1 にシステム構成を示す．本システムでは主に位置情報の取得と位置情報の推定を行う．以上の 2 つの情報が図 1 下のシステムの Web インターフェース上にメンバーごとで一つの四角内に表示される．四角の中の上部に位置情報，下部に推定情報が表示される．位置情報の履歴や，時間曜日における滞在確率の高い場所などの情報も，別ウィンドウに表示可能である．

位置情報の取得には ELPAS(Electro-Optical Systems) 社の EIRIS(ELPAS InfraRed Identification and

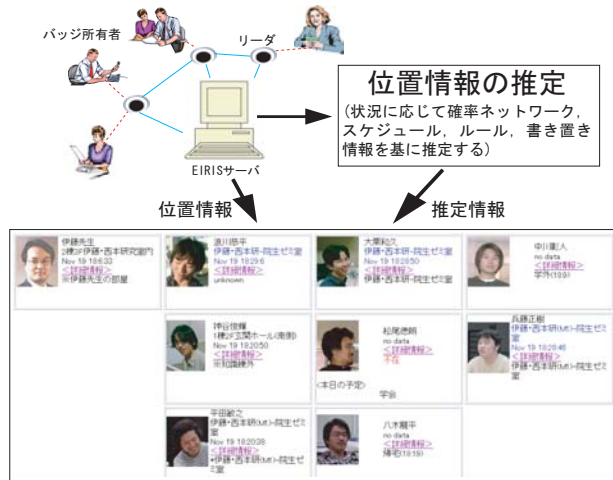


図 1: システム構成図

Search system) を利用している．EIRIS では，ユーザの持つバッジ (図 2(A)) と呼ばれる送信機から通常 4 秒毎に固有の ID を含んだ信号を拡散赤外線方式で発信し，リーダー (図 2(B)) と呼ばれる受信機で受信することによりユーザの位置を検出する．本大学院知識科学研究科棟には研究室，廊下等に約 120 個のリーダーが設置されている．



(A) バッジ (B) リーダ

図 2: EIRIS のバッジとリーダー

EIRIS を試用したところ，バッジを持っている人が蛍光灯の直下にあるときや，バッジとリーダーの間に障害物 (机，部屋の仕切りなど) があるときはバッジの出力が弱く，リーダーが受信できない．このとき情報の取得に通常の 4 秒を超えて，長い場合には 1 分程度まで間隔が生じ，その間データの取得ができない．そこで本システムでは通路など，行動が単純で予測できる場合は，取得データを補間する．例えば A から C へ至る通路で B を必ず通る場合は，B を補間する．

この他にも事前に入力したスケジュール (場所，時間，内容) やユーザが任意に自分の居場所を入力した

A Location Information System based on Probabilistic Reasoning in a Group

Kazuhisa OOGURI, Takayuki ITO

Center for Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology 1-1, Asahidai, Nomi, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-1292

情報(書き置き情報)を位置を推定するための情報として利用している。

## 2.2 位置情報の推定

位置情報の推定は、[1] 直前まで EIRIS のデータが取得(最新のデータが3分以内)できている場合、[2] 一定時間以上 EIRIS のデータが取得できていない場合、[3] 経験的ルールに基づく推定、[4] スケジュールに基づく推定、[5] 書き置き情報に基づく推定の場合で状況に応じて行う。

[1] では、図3左で示す確率ネットワークを用いて推定する。これには、直前に得られた2つの EIRIS データを利用する。2つのデータを利用する理由としては、そこからユーザが進もうとしている方向が分かるためである。また推定する際には曜日・時間も利用する。

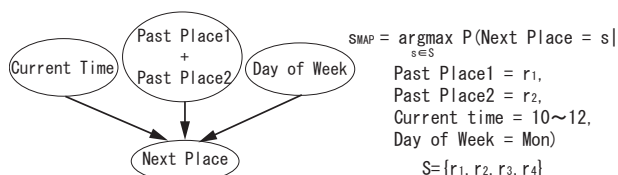


図3: 推定する上でのネットワークと計算例

確率ネットワークに基づく推定を具体的に説明する。例として直前の EIRIS 取得データが  $r_1$ 、その前が  $r_2$  である時に、次の場所が  $r_1, r_2, r_3, r_4$  であったとする。この時、Past Place1 が  $r_2$ 、Past Place2 が  $r_1$  として Next Place が  $r_1, r_2, r_3, r_4$  の場合で4つのネットワークを構築する。時間(Current Time)は2時間ごとに区切って用いている。例えば11時35分であれば10~12となる。曜日(Day of Week)は、月曜日であったとする。この場合に図3右の条件付き確率を計算し、最大値をとる  $s$  を推定の情報とする。

推定した結果が通路であればバッジ所有者は移動していると捉え、更に再帰的に計算を行い、目的地を推定する。例えば前述の推定の結果が  $r_4$ (通路)とする。次は Past Place1 を  $r_4$ 、Past Place2 を  $r_1$  として最終的に Next Place が部屋、学外に達するまで推定を行う。

[2] では場所に関する情報が全く無いため、過去の EIRIS のデータより、その曜日、時間の各場所の滞在確率を基にして推定する。[3] ではリーダが設置されていない場所(A)を推定するために行なうものである。仮に EIRIS の最新データが A に隣接するリーダであれば、A にいるというようなルールを事前に作成しておき、状況により適用する。[4] と [5] では状況(時間)により事前に入力された情報を基に推定する。

以上の推定を行なう優先順位は、 $5 > 4 > 1 > 2$  である。3は1,2の状況に応じて行う。

## 3 実験

本章では、位置情報の推定による情報の有用性を実験により示す。本実験はシステムを1ヶ月間移動しデータを集め、そしてある1日の中で2時間を選択し、その間システムを20秒間隔で更新した。すなわち20秒間隔で新たな推定を行った。そして推定された位置情報と被験者の実際の行動を比較した。比較項目は、[比較1] システム上の推定情報との比較、[比較2] 滞在確率による推定(位置検出が無い状況を仮定)のみとの比較の2つである。実験は3名の被験者に対して行い、結果を図4に示す。縦軸は精度、横軸は被験者を表す。

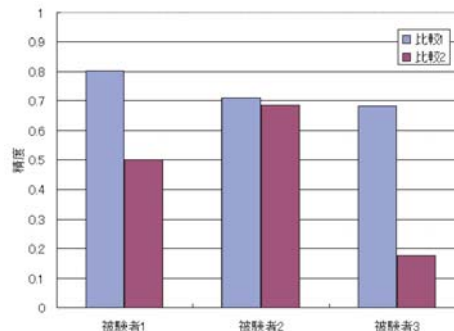


図4: 推定結果と行動の比較

比較1では被験者3名とも、比較的高い精度を示した。すなわち、本システムでは推定情報を表示することは有用であると考えられる。比較2は、リーダのある場所での滞在確率のみに基づく精度を示している。このため、状況に応じた推定を用いた比較1の時よりも精度が下がっている。被験者によりばらつきが生じているが、これは被験者が実験期間中にリーダの無い場所にいる割合(被験者1:0.287, 被験者2:0.271, 被験者3:0.792)が異なるためである。本実験により、本システムで示した位置情報の推定手法を用いることにより、位置情報検出の精度が改善されていることが分かる。

## 4 おわりに

本稿では、組織活動支援を目的とした位置情報推定システムを提案した。そして試用実験により、導入した確率ネットワークや経験的ルール等に基づく位置情報推定手法の有用性を示した。

## 参考文献

- [1] B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins, Global Positioning System: Theory and Practice, Springer Verlag, 2000.
- [2] R. Want, A. Hopper, V. Falcão and J. Gibbons, The Active Badge Location System, ACM Trans. on Information Systems Vol.10 No.1 pp.91-102, 1992.