

# LIP: ブログコンテンツを提示するロボットの行動生成システム

## Behavior Generation System for Robot Presenting Blog Contents

藤本 健太\*<sup>1</sup>  
Kenta Fujimoto

大隈 俊宏\*<sup>1</sup>  
Toshihiro Osumi

桑山 裕基\*<sup>1</sup>  
Yuki Kuwayama

野田 誠人\*<sup>1</sup>  
Masato Noda

大澤 博隆\*<sup>1</sup>  
Hirotaka Osawa

篠沢 一彦\*<sup>2</sup>  
Kazuhiko Shinozawa

今井 倫太\*<sup>1</sup>  
Michita Imai

\*<sup>1</sup>慶應義塾大学  
Keio University

\*<sup>2</sup>ATR 知能ロボティクス研究所  
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

We propose the system named LIP, that a compact robot " BlogRobot " introduces a weblog entry to users depending on their location. It is LIP that BlogRobot announces there is a weblog entry near around users, and it points at the object. For pointing, users can watch the object talked about at a weblog entry easier, and also can understand its entry better.

### 1. はじめに

我々は、携帯可能な小型のロボットである BlogRobot(図 1)を用いて、ブログで記載された場所を BlogRobot の指差しによってユーザに知らせるシステム LIP を設計した。

GPS などを用いて携帯端末から現在の位置情報の取得が人間単位でも容易になった現在、ユーザの周辺に関連する情報を提供するサービスが盛んに研究されている。犬童ら [1],[2] は、GPS 情報や ID タグ情報を端末から受信し、自身の映像データやコメント情報を蓄積したり、過去の他人の映像データを閲覧して他人の行動を追体験するシステムを設計している。糸野らは、場所によってユーザの求める情報は変化することを考慮している。[3] その上で、本屋やパソコンショップといった特定の場所ごとにどのようなコンテンツ情報が欲しいかをユーザや第三者に定義させ、ユーザのニーズに合った情報を提供するシステムを研究している。また、GPS 機能付きの携帯電話を用いたアプリケーションは実際に多くのもの世の中で利用されている。たとえば、株式会社トランスメディアが行っている mapii は、GPS とブログの連動サービスである。[4] 携帯端末上に簡易マップを表示し、マップに友人の現在地の位置情報や口コミ情報の表示が可能になっている。他にも端末のディスプレイに表示される地図や方向を頼りに周辺の目的地を探索可能なサービスが多く存在する。[5],[6]

以上の研究やサービスでは、一つの大きな特徴であり、また我々が問題視する点が存在する。それは、コンテンツ情報の提示が端末のディスプレイ上で処理されている点である。例えば、ユーザの周辺に存在する評判の料理店を紹介するシステムが存在するとする。ユーザはシステムが提示する情報を、ディスプレイ上に表示される文字や画像を見て反芻した後に実際にどこに提示された店があるかを探し始めるだろう。この時、2つの問題が生じる。一つはディスプレイを見るという無駄である。既存のシステムでは、ユーザが情報を取得するためにどうしてもいったんディスプレイ上に注意を注がなければならない



図 1: BlogRobot 概観

い。もう一つは、その後ディスプレイ上に表示される住所や地図を見ながらわざわざユーザが該当場所を探さなければならない点である。地図に対して自分はどこに存在し、どの方向を向いているのかという理解は不案内な場合や道路が複雑に入り組んでいる場合には至難である。

上のような不便が生じるのは、ユーザが現実世界と端末のディスプレイ上という2つを見なければならぬためである。そこで、BlogRobot の指差しを用いて解決を試みた。理由の一つは、ロボットによる提示を行わせたのは、ユーザがコンテンツ情報を取得する際、ロボットだけでなく周囲にも注意を向く事が出来、対象となる場所がどこにあるか探しやすくなると考えたからである。もう一つは、ディスプレイ内の矢印やCGエージェントが指し示すより、実体のあるロボットによる指差しのほうが理解しやすいという知見からである。[7]

BlogRobot には携帯端末 (PDA) が搭載されており、GPS 情報が受信可能である。本研究では、GPS 機能を用いてユーザの位置情報に応じたブログ記事をユーザに提示するシステム Location Information Pointing(LIP) を設計する。その際、

連絡先: 藤本健太

慶應義塾大学理工学部安西・今井研究室

〒 223-0061 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

TEL:045-560-1070

email:fujiken@ayu.ics.keio.ac.jp

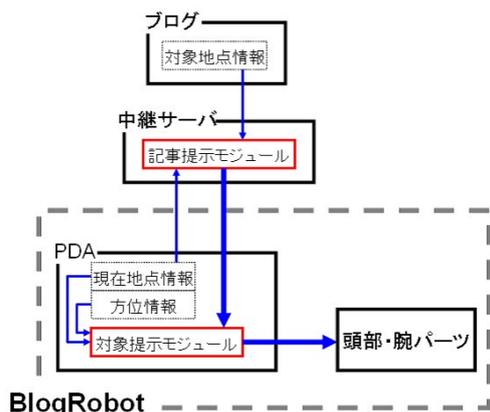


図 2: LIP のシステム構成

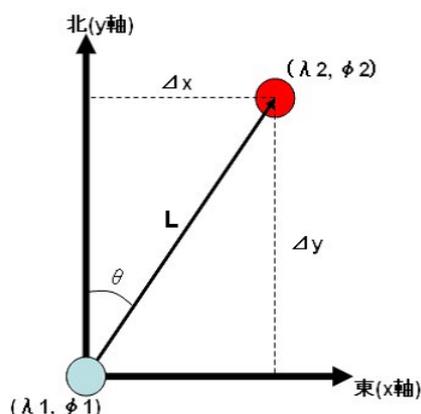


図 3: 緯度・経度におけるピタゴラスの定理

記事が何を対象にして書かれたものかをユーザに早い段階で理解させるために、対象を BlogRobot の指差して提示する手法を用いる。LIP は、以下の 2 つのモジュールで構成される。

1. 記事提示モジュール：ユーザの現在地と位置情報が付加されたブログ記事を取得し、2 点間の距離を計算する。距離が一定以下になった場合にユーザに記事の存在を知らせる。
2. 対象提示モジュール：ユーザに記事の存在を知らせた後、ユーザに注目すべき対象を BlogRobot の腕パーツによる指差して行わせる。

この 2 つのモジュールの実装を行い、LIP による BlogRobot の拡張を行う。

## 2. BlogRobot

図 1 の BlogRobot の構成について簡単に説明する。BlogRobot は、ロボット部とインターフェース部に分かれている。端末部には携帯端末 (PDA) が含まれており、Bluetooth 通信でロボット部の各パーツのサーボモータに命令を送っている。BlogRobot は専用のブログの記事をユーザに提供するロボットである。コンテンツ情報の取得も PDA からネットワークを介して行う。

## 3. LIP

LIP の構成 (図 2) について説明する。

### 3.1 記事提示モジュール

記事提示モジュールとは、ユーザの現在位置情報とブログ記事に付加された位置情報 (対象地点情報)<sup>\*1</sup> から 2 点間の距離を求め、距離が一定以下になれば、ユーザに記事の存在を知らせるモジュールである。

#### 3.1.1 距離の計算手法

記事提示モジュールはユーザの現在位置情報と対象地点情報から 2 点間の距離を求める必要がある。しかし、正確な距離を計測するためには複雑な式を用いなければならない。そこで、LIP の提示範囲は非常に狭い事を考慮し、地表を平面と見ることによってピタゴラスの定理を使って近似することが可能である (図

3)。地球の赤道半径を 6378137m、現在地情報、対象地点情報の経度・緯度 [rad] をそれぞれ  $(\lambda_1, \phi_1)$ 、 $(\lambda_2, \phi_2)$  とする。

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \quad (1)$$

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 \quad (2)$$

$$\Delta x = A\Delta\lambda\cos\phi_1 \quad (3)$$

$$\Delta y = A\Delta\phi \quad (4)$$

となり、求める距離 L は

$$L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (5)$$

ここで、緯度方向の変位  $\Delta y$  は地球を完全な球体だと仮定した時に、緯度の変化に対する円弧の長さで求まる。しかし、 $\Delta x$  は緯度によって緯線の長さが変動する。緯度  $\phi_1$  における緯線の半径は  $A\cos\phi_1$  なので式 (3) となる。

### 3.2 対象提示モジュール

記事提示モジュールによって、ユーザは記事を読むかどうかを選択する。読む選択をした場合、対象提示モジュールに移る。対象提示モジュールは、ロボットに対象地点の方向を指差しさせるモジュールである。対象提示モジュールでは、方位角、ロボット角、補正角という 3 つの角度を定義し、ロボットに指差しを行わせる。

- 方位角：ロボットから見て北から対象地点までの角度。現在地点と対象地点の緯度経度が分かれば近似で求まる。
- ロボット角：北からロボットの背中までの角度。磁気センサを用いて求める。
- 補正角：方位角とロボット角の差分の角度。補正角によって、初めてロボットは指をどこに差せば良いか把握できる。

#### 3.2.1 方位角の計算手法

方位角とは、BlogRobot から見て対象地点が北から何度の方向にあるかの度合いを指す (図 3)。方位角  $\theta$  は、対象提示モジュールの途中式を用いて以下の式で求まる。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta x}{\Delta y} \quad (6)$$

\*1 位置情報のブログ記事への付加は、写真データを利用している。写真データのヘッダには GPS 情報を格納する領域が存在する。

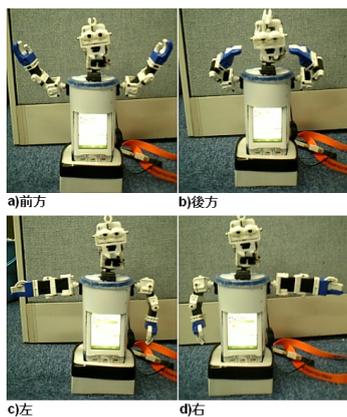


図 4: 4 種の方向別対象提示方法

### 3.3 指差し動作の生成

指差し動作は、ジェスチャと音声発話で構成され、ユーザが BlogRobot と向かいあっているという前提で下記のように生成される。

- 前方：両手を上に広げる「前を見て」(図 4.a)
- 後方：両手を顔に持っていく「後ろを見て」(図 4.b)
- 左：左手を使用「左見て」(図 4.c)
- 右：右手を使用「右見て」(図 4.d)

## 4. LIP の評価

実装した LIP の実装にどれくらいの誤差が出るか検証した。LIP では、記事提示モジュールと対象提示モジュールで構成されている。これらのモジュールはそれぞれ

- 記事提示モジュール：2 点間の距離を正しく算出しているか
- 対象提示モジュール；対象を正確に指差せるか

が重要であり、本研究の実装でどれくらいの誤差が生じるか検証した。

### 4.1 考えられる誤差要因

評価に入る前に、予想される誤差要因を挙げる。

1. GPS で取得した対象地点情報
2. GPS で取得した BlogRobot の現在地点情報
3. 地磁気センサによる方位情報
4. 近似距離計算
5. 近似方位角計算
6. BlogRobot の腕モータ

項目 1. と項目 2. は同一の要因なので対象地点の緯度・経度情報に正確なデータを用いた。「正確なデータ」として google マップを利用して取得した。今回は、評価として項目 2、3、4、5 の誤差を検証するため、2 つの実験を行った。

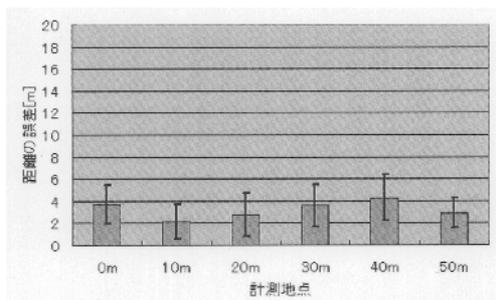


図 5: グラウンド上の距離計算の誤差

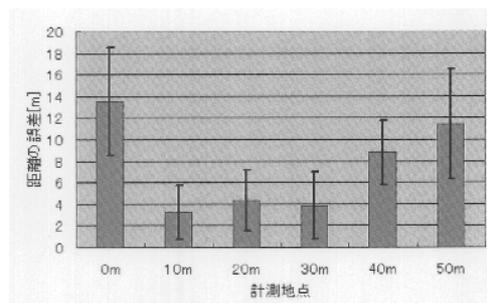


図 6: 校舎間の道での距離計算の誤差

### 4.2 実験 1 . 記事提示モジュールの検証

記事モジュール内の誤差を検証するために、対象地点は google マップを利用して正確な値を入力し、対象地点から 10m 間隔で 50m まで距離計算を行った。また、GPS の誤差を考慮し、見晴らしの良いグラウンドと遮蔽物の多い校舎間の道で実験を行った。天候は曇りだった。各計測地点で 300 個データを取り、各場所条件で計 1800 個データを取得した。距離計算式が妥当ならば、計測距離によって誤差に差は出ないと考えられる。結果として、図 5・図 6 の平均と標準偏差が求まった。

### 4.3 実験 2 . 対象提示モジュールの検証

実験 2 では、LIP による補正角が実際の角度とどれくらい誤差が生じるか検証した。実際の角度についても google マップから求めた。実験環境は、先ほど同様のグラウンドと校舎間の道の対象地点で行った。今回は、対象との距離が 10m、20m、30m、40m、50m の 5 箇所で行い、それぞれの地点で、対象地点に向かって BlogRobot が 0 度、90 度、180 度、270 度となる向きで各 10 回計測し、誤差の平均と標準偏差を求めた (図 7、図 8)。

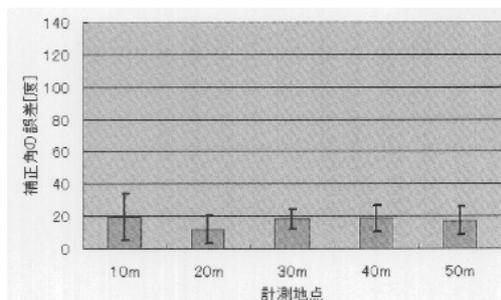


図 7: グラウンド上の補正角の誤差

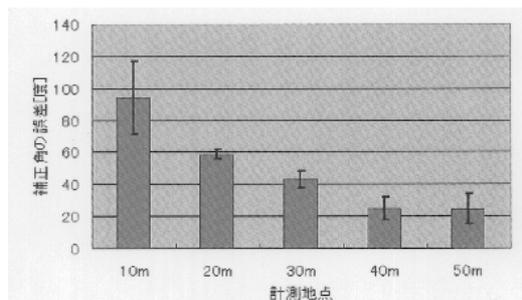


図 8: 校舎間の道での補正角の誤差

## 5. 考察

### 5.1 実験 1 . 記事提示モジュールの考察

まず、グラウンド上での結果を見る。誤差の平均は 2 ~ 4 メートルにおさまり、標準偏差も少量に抑えられている事が分かる。計測地点によって、誤差の大小の差はほとんど無いので、距離計算は十分に機能していると言える。

また、校舎間の道を見ると、0m と 50m の計測地点の誤差の平均・分散が共に大きいことが確認出来る。これは、該地点が他の地点より遮蔽物となる壁が高かったためと考えられる。

以上のことから、記事提示モジュールは、グラウンドのような見晴らしが良い場所では、十分な精度を誇るが、ビルなどの建造物が立ち並ぶ場所では、精度が悪くなる事が分かった。より精度を高めるためには、GPS 単体以外に緯度・経度情報が取得できる装置やサービスを取り入れる必要がある。しかし、LIP における記事提示モジュールは、あくまでユーザに記事を知らせるタイミングを計る機構である。そのため、LIP の対象提示モジュールの精度により重点を置かなければならない。

### 5.2 実験 2 . 対象提示モジュールの考察

補正角に至る過程で大きく 2 つの誤差要因が考えられる。一つは GPS の誤差であり、近い距離間ほど誤差のブレは激しくなることが図 8 から分かる。もう一つは、ロボット角を取得するために必要な磁気センサ自体の誤差である。今回用いたコンパスモジュール TDS01V の仕様書によると、最大 10 度の誤差まで生じる。しかし、見晴らしの良いところでは誤差は 20 度ほどに収まっており、校舎間の道でも 40 m 程度離れたら同程度の誤差に収まる。指差しによる物体認識の可能範囲がどの程度のものなのかについては今後考える必要があるが、20 度に収まれば、比較的大きな物体への指差しならば十分問題無いと考えられる。

## 6. 今後の課題・展望

### 6.1 高精度な緯度・経度情報の取得

今回、緯度・経度情報はすべて GPS のみによる測定で取得した。そのため、気象条件が悪かったり、屋内だと全く使えなくなってしまう。そこで、GPS 以外にも位置取得が可能な機構を BlogRobot に備えるべきである。屋内での位置情報の取得はユビキタスの分野で盛んである。株式会社 Koozyt の PlaceEngine は、近くの WiFi アクセスポイントから流れる電波を観測し、サーバ内の DB から位置情報を推定するシステムである。[8] 事前に DB に電測情報を登録する必要があるが、将来的にアクセスポイントの設置箇所が増えていけば、GPS では取得できない屋内の位置情報まで入手可能である。GPS と PlaceEngine のハイブリッド測位を実装すれば、より高精

度のデータが得られると考えられる。

### 6.2 指差しの評価

対象地点を正確に指差しするためには、補正角の誤差を少なくすることが必要である。しかし、それ以上にユーザに対象を正確に認識してもらえということが第一の達成目標であり、誤差が生じてユーザに対象地点を理解させれば良い。おそらく、対象地点に存在する物体の大きさによって誤差の許容量は変動する。しかし、具体的にどの程度の誤差までユーザが許容できるかについては、今後検証の必要がある。

## 7. 結論

本研究では、ブログコンテンツを提示する BlogRobot の行動生成システムとして LIP の設計・実装を行った。LIP の記事提示モジュールにより、ユーザの位置に近い、位置情報付きのブログ記事をユーザに提示することが可能となった。また、対象提示モジュールにより、記事が提示された際に対象を指差すことでユーザを対象を確認しやすくなった。

LIP の誤差検証の結果、記事提示モジュールに関しては、見晴らしの良い場所ならば十分に誤差が抑えられた。対象提示モジュールも 20m 以降で見晴らしの良い場所ならば十分に対象の認識が可能な誤差の範囲に収まった。

## 参考文献

- [1] 犬童 拓也, 清末 悌之, "モバイル端末を用いた実世界への情報付与システムの提案", 全国大会講演論文集, 53(3), pp.415-416, 1996.
- [2] 犬童 拓也, 清末 悌之, "モバイル端末を用いた実世界への情報付与システム Dejavu の提案", 情報処理学会研究報告, 96(120), pp.15-20, 1996.
- [3] 桑野 文洋, 本位田 真一, "モバイルアプリケーションのためのエージェントプラットフォーム MolFie", 電子情報通信学会論文誌, J86-B(3), pp.362-375, 2003.
- [4] 株式会社トランスメディア, "新感覚の SNS・コミュニティ・GPS 地図の無料携帯サイト『マッピー』", <http://mapii.jp/pc/>.
- [5] 株式会社ゼンリン, "地図 + ナビ", <http://www.zenrin-datacom.net/mobile/index.html>
- [6] 株式会社ナビタイムジャパン, "NAVITIME", <http://www.navitime.co.jp/>
- [7] Kazuhiko Shinozawa, Futoshi Naya, Junji Yamato, Kiyoshi Kogure, "Diferences in Efect of Robot and Screen Agent Recommendations on Human Decision-Making", Internatinal Journal of Human-Computer Studies, 162(2), pp.267-279, 2005.
- [8] 暦本 純一, 塩野崎 敦, 末吉 隆彦, 味八木 崇, "PlaceEngine : 実世界集合知に基づく WiFi 位置情報基盤", インターネットコンファレンス 2006, pp.99-104, 2006.