

# マーカを利用した間取り図自動作成システムの提案

山本 眞也<sup>1,a)</sup> 柴田 直樹<sup>2,b)</sup>

**概要**：掃除ロボットの普及をはじめとして、ユビキタスコンピューティングやセンサネットワークなどの分野において、自律移動ノードが一般的なものとなった。このような自律移動ノードの効率的な移動経路探索アルゴリズムでは、ノード自身の位置推定や対象空間の間取り図が重要となる。そこで、本研究では、再利用しやすい構造的な間取り図データの自動生成手法を提案する。本デモンストレーションでは、提案手法を用いた間取り図の自動生成の実演を行う。

## 1. はじめに

近年、掃除ロボットの普及をはじめとして、ユビキタスコンピューティングやセンサネットワークなどの分野において、自律移動ノードが一般的なものとなった。このような自律移動ノードにおいて、移動する前にあらかじめ効率的な移動経路を探索するアルゴリズムを用いる場合、ノードが現在地からどのように移動し目的を達成するか、また、そのためにはどのような経路が存在し、どの経路を選択するかを探索し決定するうえで、自身の位置推定や対象空間の間取り図が非常に重要な要素となる。近年では、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)[1]と呼ばれる手法によって、自律移動ノードの位置推定や環境地図情報の生成が可能となったが、三次元的な膨大な特徴点を用いた地図であるため、環境の変化に弱く、また、再利用もしにくい。そこで、どんなアルゴリズムにも再利用しやすいようなシンプルで構造的な間取り図を生成するシステムが望まれている。

また、災害時にレスキュー隊が屋内で救助活動をする際に、間取り図が存在しない場合には、手探りでの救助活動を余儀なくさせることが問題である。このとき、人間が利用しやすいJISで定められた間取り図を自動生成するシステムによって定期的の間取り図を更新し、最新の間取り図を玄関口などの所定の位置に設置されたフラッシュメモリなどのストレージに蓄えておければ、非常に有用であると考えられる。

そこで、本研究では、自律移動アルゴリズムの経路探索

に利用しやすい、かつ、JISで定められた人間にとって見慣れたシンプルで構造的な間取り図を生成するためのシステムを提案する。

## 2. 関連研究

近年、LG エレクトロニクス社製 HOM-BOT や Dyson 社製 Dyson 360 Eye などの掃除ロボットをはじめとする自律移動ノードの制御アルゴリズムにおいて、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)[1]と呼ばれる手法が用いられている。この手法は、レーザレンジスキャナやカメラなどの情報を用いて環境地図の作成とそれにとまうノード自身の位置推定を並列して行う手法である。この手法の多くは、ノードに搭載されたカメラの映像を定期的に解析し、特徴点を抽出し、その特徴点と画像情報を重ね合わせるにより地図情報を生成する。この手法では、地図情報が整理されておらず、他の自律ノードや別アルゴリズムで再利用することはあまり考慮されていない。しかし、ノードの効率的な移動アルゴリズムを実装する生成する際には、利用しやすいシンプルで構造的なデータが有用であると考えられる。

## 3. 提案手法

提案手法では、間取り図を自動生成するために、対象環境には著者らが提案している GPGPUMarkerTracker [2], [3] のマーカを一定間隔ごとに壁に貼り付ける。また、ウェブカメラとミニ PC を搭載し、そのミニ PC 上で GPGPUMarkerTracker を改良した提案システムを動作させた掃除ロボットなどの定期的に動作する移動ノードを用いる。壁に貼り付けるマーカの設置間隔は、利用するウェブカメラの画角と解像度に依存するが、隣接する2つのマーカを同時に検出することができるのであれば、設置間隔は

<sup>1</sup> 山陽小野田市立山口東京理科大学  
Tokyo University of Science, Yamaguchi  
<sup>2</sup> 奈良先端科学技術大学院大学  
Nara Institute of Science and Technology  
<sup>a)</sup> shiny-ya@rs.tusy.ac.jp  
<sup>b)</sup> n-sibata@is.naist.jp

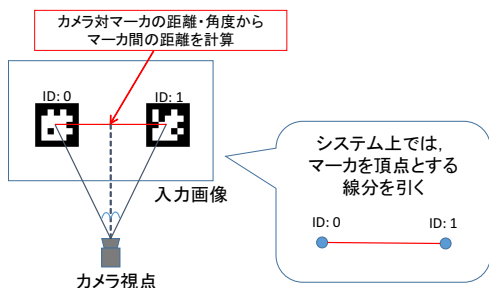


図 1 マーカ検出による線分の生成

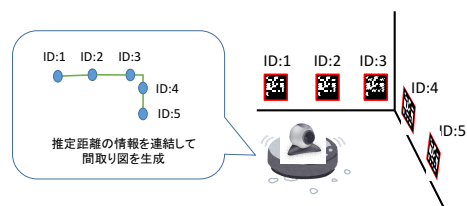


図 2 線分の連結による間取り図の生成

自由であり均等でなくともよい。

提案システムでは、図 1 のように、移動ノードに搭載されたウェブカメラの入力映像から壁に貼り付けられた 2 つのマーカを同時に検出したとき、ウェブカメラの画角とマーカの相対距離・角度を計算し、実寸と相似な線分を生成する。このとき、2 つのマーカの相対角度が直角であった場合には、その情報を付加することにより対象空間における内縁部の隅として扱う。これを繰り返し、同じマーカ ID を持つ頂点を同一の頂点とみなし線分を連結することにより、図 2 のように間取り図を生成することができる。間取り図には、ドアやコンセントなどをあらわすための建築製図通則 (JIS A 0150) で定められた記号が存在する。そこで、間取り図における内壁をあらわすマーカを通常マーカとし、建築製図通則に基づく記号を特定のマーカパターンに登録したものを特殊マーカとする。この記号を用いる場合には、通常マーカの直上に特殊マーカを貼り付け、システムが特殊マーカを検出したとき、その直下にある通常マーカによってシステム上に登録された ID に特殊マーカ番号を紐付けることで、その位置に建築製図通則に基づく記号を間取り図に書き込む (図 3)。このように生成された間取り図は、頂点と線分、若干の記号図からなり、構造的かつベクタ画像などに変換することも容易な再利用しやすいデータとなる。

上記の通常マーカと特殊マーカの GPGPUMarkerTracker のマーカパターン上における振り分けは以下のように行う。まず、GPGPUMarkerTracker でマーカに埋め込むことのできる 12 bit のうち、1bit 目を通常マーカと特殊マーカの判別に用いる。2-12bit 目は通常マーカと特殊マーカで利

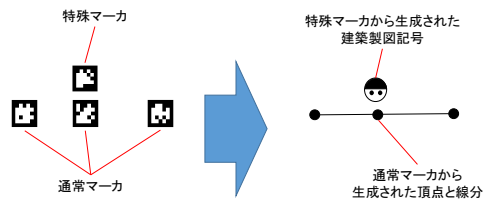


図 3 特殊マーカを用いた例

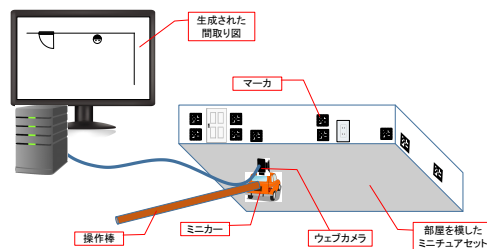


図 4 デモの様子

用方法が異なるため別々に説明する。

**通常マーカ** 通常マーカでは、残りの 2-12bit を ID として用いる。このとき、マーカを 1m 毎に配置すると総延長で約 2km の内壁をあつかうことができる。

**特殊マーカ** 特殊マーカでは、2 bit 目を建築製図通則にしたがう記号かどうかの判定に用いる。3-4bit 目は長さを持つマーカの両端をあらわすマーカとして用いる。例として、ドアの記号をあらわす場合には、蝶番側を 01, ドアノブ側を 10 とし、コンセントのような位置だけであらわすことのできる記号は 00, それ以外の例外パターンには 11 を用いる。5-12bit 目には、それぞれの記号のパターンを登録するために用い、256 パターンの記号を登録できる。

#### 4. デモンストレーション

本デモでは、図 4 のように部屋を模したミニチュアセットを用意し、それに対応したマーカを貼り付ける。また、移動ノードを模したミニカーにウェブカメラを設置し、棒によってミニチュアセット内を自由に移動させることができるようにする。これによってミニカーに搭載されたウェブカメラで、マーカを撮影し、間取り図が自動生成される様子を実演する。

#### 参考文献

- [1] H. Durrant-Whyte, T. Bailey : “Simultaneous localization and mapping: part I,” IEEE Robotics and Automation Magazine, vol. 13 (2), pp 99-108, 2006.
- [2] Shibata, N., Yamamoto, S.: “GPGPU-Assisted Subpixel Tracking Method for Fiducial Markers,” Journal of Information Processing, Vol.55, No.1, pp.19-28, (January 2014).
- [3] GPGPU Marker Tracker:  
<http://ito-lab.naist.jp/~n-sibata/software/gpumarkertracker/>