

仮想環境システムを用いた行動計画の研究

3D-5

○内藤 宏久<sup>†</sup> 関口 実<sup>††</sup> 岡田 浩之<sup>††</sup> 渡部 信雄<sup>††</sup> 松尾 和洋<sup>††</sup>

<sup>†</sup>富士通研究所 情報社会科学研究所

<sup>††</sup> RWCP 新機能富士通研究室

1 はじめに

我々は、実環境での様々な情報を集め利用する装置の構築を目指している [1][2][3].

この装置の概要を図1に示す。この装置は、ユーザが命令を与えるとその命令を実現するために必要な情報を実環境とのインタラクションにより自律的に獲得し、自らが持つモデル（ここでは仮想環境と呼ぶ）の情報を更新しながら、目的の行動を実現する。我々はこの機能を自律学習成長機能と呼ぶ。

このような機能を実現するには、初めは正確ではない仮想環境においてもユーザが与えた命令に対する計画ができ、さらに実環境とのインタラクションにより仮想環境の情報を書き換えながら計画を再構成していく必要がある。

本稿では、仮想環境における行動計画の方法としてランドマークに基づく経路計画を提案する。また、実環境とのインタラクションを考慮した行動計画として、仮想環境と実環境の違いを発見しその違いを仮想環境に取り込む機能と、その結果を反映して行動する機能を説明する。

2 仮想環境システムを用いた行動計画

仮想環境システムでは、あらかじめユーザが実環境を簡単にモデリングし、仮想環境を作成する。そのため仮想環境は、距離情報が不正確であったり、存在する物質の情報がぬけていたりする。このような仮想環境において距離情報を用いて移動計画をするのは困難である。そこで本研究では、ランドマークを用いた行動計画を取り入れる。

また、仮想環境システムでは実環境とのインタラ

クションにより常に情報が変化する。そこで、このような情報を積極的に採り入れた行動計画手法が必要である。

以下ランドマークに基づく経路計画と仮想環境と実環境とのインタラクションによる行動計画の変更について述べる。

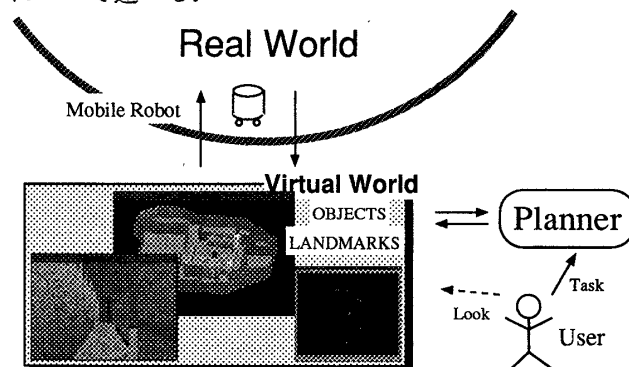


図1：仮想環境システム

3 ランドマークに基づく経路計画

3.1 ランドマークの取り扱い方法

ランドマークとは移動する時に目印とするような実環境に存在する建物あるいは情景などである。目標地点までの距離が正確にわからなくてもこのランドマークをつぎつぎとたどっていくことで目的のところまで到達することができる。

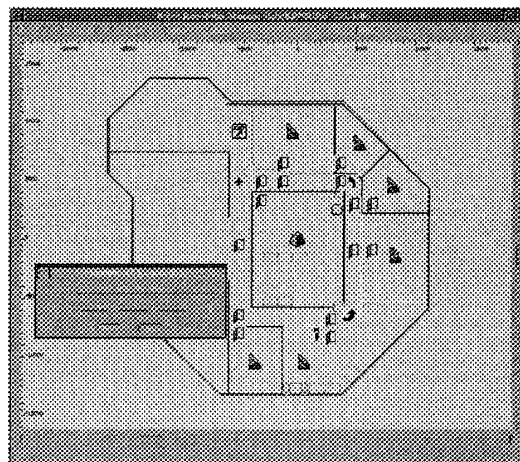


図2：ランドマーク情報

Research on Behavior Planning  
with Virtual World Support System

H.Naitou<sup>†</sup>M.Sekiguchi<sup>††</sup> H.Okada<sup>††</sup>

N.Watanabe<sup>††</sup> K.Matsuo<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Institute For Social Information Science

Fujitsu Laboratories Ltd.

<sup>††</sup>Novel Functions Fujitsu Laboratory,

Real World Computing Partnership

本研究で取り扱う環境はオフィスなどのある程度整備されている環境を想定している。そこで特徴的な場所の情報を表すものとして、廊下のコーナーやドア（部屋）の入口や出口などといったものをランドマークとして用いることにした。

図2は、オフィス環境におけるランドマーク情報を表した例である。

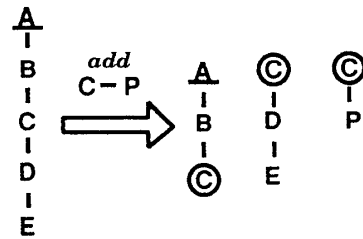


図5：ランドマークの追加

### 3.2 ランドマークを使った経路計画方法

ランドマークを記号として表現すると図3のように行けるランドマーク間を結ぶことができる。これを分岐点ごとに分けて保存し、初期ツアー群を作成する。ユーザが命令を与えると図4のようにツアー群の中から必要なツアーを組み合わせてプランの候補を作成する。そして、かかる時間や距離を考慮した評価関数より最適プランを選択する。

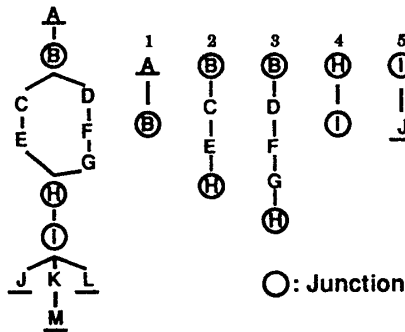


図3：ツアー情報

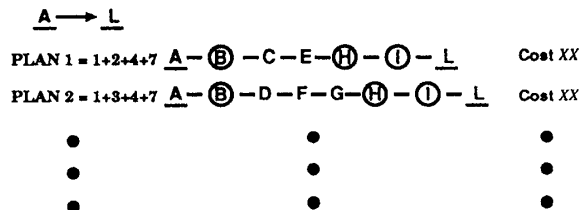


図4：プランの候補

## 4 仮想環境と実環境とのインタラクション

### 4.1 ランドマークの追加

仮想環境と実環境に違いが発見される場合には、新しく行ける方向の発見や障害物の発見などがある。このような場合にも、図5のように新しくランドマークを設置し、新ランドマークの追加に伴うツアーの再構成をすることにより対処する。

また、仮想環境において最初に設定した距離は正確ではないので、各ランドマーク間をロボットが移動すると、その時の実際に移動した距離・時間を計測しツアーのデータベースを書き換えていく。こうすることで、つぎに計画する時はこの最新のデータを基に再計画することになる。

### 4.2 実環境との違いの発見による修正

仮想環境に存在するものが実環境に存在しない場合、検出した位置にある物体（中心座標，半径から探す）を仮想環境のデータベースから取り除き，ルールに基づいてパス・ツアーを作成，再計画する。

仮想環境に存在しないものが実環境に存在する場合，検出した位置の中心座標・半径から新しい物体を作成し，再調査することでさらに細かく物体の情報を得る。既存のツアーで実行できないものがあれば，ツアーを変更する。

このようにして実環境とのインタラクションにより仮想環境を修正していき，ランドマークに基づく経路計画を行なうことで，自律学習成長機能が実現できる。

## 5 おわりに

本稿では，仮想環境システムを用いた行動計画の手法として，ランドマークを用いた行動計画の手法を示した。また，センサの違いを発見し仮想環境に反映する機能を示した。

これにより，仮想環境のように距離などが正確でない環境下においても行動計画をたてることができ，実環境とのインタラクションにより仮想環境が変化した場合にも対応できるようになった。

今後ロボットを使って実際に実験し，このシステムの有効性を確認する予定である。

### 参考文献

- [1] M.Sekiguchi et.al, *A Virtual World Simulator for Autonomous Mobile Robots*, RWC Technical Report(TR94001), pp.101~102, 1994
- [2] N.Watanabe et.al, *Behavior Planning with Virtual World System*, Proceedings of the '95 RWC Symposium, pp.9~10, 1995
- [3] 岡田 他, 並列分散型移動ロボットシミュレータ, 第13回日本ロボット学会学術講演会, pp.165~166, 1995