

移動機械の行動記録に関する研究

3 A-6

山田孝治 横井浩史 嘉数侑昇

北海道大学

1. はじめに

ロボットのナビゲーションにおける動的環境認識と状況判断は大きな課題である。現在、センサフュージョンといったマルチセンサ情報に基づく知的制御がその研究の中心となりつつある。ここでは移動機械の行動記録に関して、波動場における記憶項目の相互作用による自己組織化と活性競合による想起を計算機シミュレーションにより考察する。本研究における問題点は変化する状況に適合するさまざまな属性を持った記録をいかに利用するかである。波動場はその構成要素をポテンシャル場の重ね合わせにより定義され、要素間の複雑な相互作用を表現でき、センサフュージョンにおけるひとつの情報処理モデルを実現している[1][2]。記録項目は方向、距離、速度といった属性をおのこのポテンシャル場で定義し、移動機械の行動によりその大きさを決定する。記録の再生段階では、個々の属性項目間の競合により状況に応じて機械の行動状態の決定を行っていく。

2. 移動機械

ここでは物理空間上の移動機械を考え、ある初期位置 $O(x_0, y_0)$ から目標位置 $T(x_T, y_T)$ まで移動した際に、その状況を記録できるものとする。この状況とは、位置、移動方向、速度といった移動機械の状態値や移動環境であり、記録属性と名付ける。移動機械はさまざまな記録属性を参照することにより、以前の移動記録を再現できる。

3. 波動場 (VPF) モデル

波動場(Vibrating Potential Field, VPF)モデルでは、その構成要素となるユニットおよび扱う情報を、固有のポテンシャル関数および出力波動関数で表現し、それらの重ね合わせにより構成されるひとつの波動

場を考える。ユニットはその場における特定の波動を観測することで他のユニットとの情報交換を行う。以下ではVPFモデルの基本式を記述する。まずVPFは、ユニットの特徴を表す固有波動 ψ および χ 上に張られたポテンシャル関数により構成される。波動場 H を環境を表す変数として、

$$H(\mathbf{r}, \mathbf{n}) = \sum_i \left\{ \sum_j h_{ij}(\mathbf{r}, \mathbf{n}) \psi_{ij}(\mathbf{v}) + \sum_k w_{ik}(\mathbf{r}, \mathbf{n}) \chi_{ik}(\mathbf{v}) + \sum_m g_{im} \phi_i(\mathbf{v}) \phi_m(\mathbf{v}) \right\} \quad (1)$$

ここで h_{ij} : ユニットのポテンシャル関数,
 w_{ij} : ユニットの場への出力波動関数,
 \mathbf{r} : 位置ベクトル, \mathbf{n} : 方向ベクトル,
 ψ, χ : 固有波動, ϕ : ユニット間通信波動。

ユニットの動作はラグランジュの運動方程式により運動量 p , 角運動量 q が求められる。

ユニット近傍ではユニット内外のエネルギーを観測し、目的関数をエントロピー増加量を最小化するような熱力学的挙動をあたえることでユニット群の行動が決定される。詳細は文献[1]~[5]に譲る。

4. 波動場想起モデル

移動記録は記録項目とその間の関係からなり、記録項目は離散的にユニットで表わされ、固有のポテンシャル関数と波動関数を持たせる (図1)

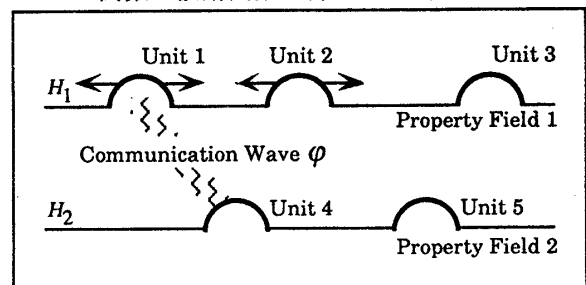


図1 波動場とユニット (1次元)

ここでは移動機械の移動環境および状況をそれぞれポテンシャルで定義する。例えば移動機械の位置情報に関して時間に対する変分をそのままポテンシ

ル場とする(図2)。

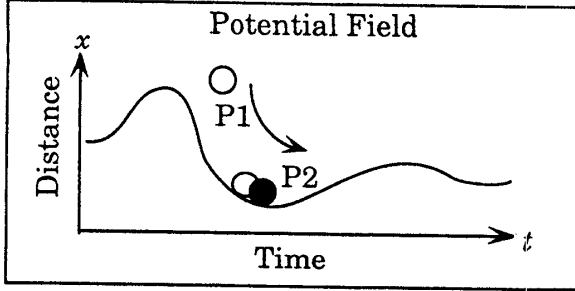


図2 ポテンシャル場

想起は波動場上における移動機械を表わすユニットの力学的挙動(図2, P1からP2)として現われる。

5. 計算機実験

2次元座標上を動く移動機械について座標 (x, y) および目標点 (x_T, y_T) の記録にしたがって初期位置 (x_0, y_0) からの再生移動を観察する。

座標: $0 \leq x, y \leq 100$, 始点 $O(0, 0)$, 目標点 $T(100, 100)$, 再生始点 $O'(30, 80)$ とした。

基本となる移動経路を図3に示す。左上O点を始点として目標点T点まで進む。

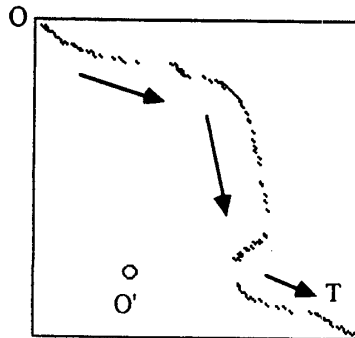


図3 移動記録

再生移動として点O'を始点とした際の移動の様子を図4に示す。このとき、移動経路を辿ることを想起したので、始点まで戻っている。図5はこのときの各座標すなわち記録属性に関する想起と記録の変化量を示している。また、

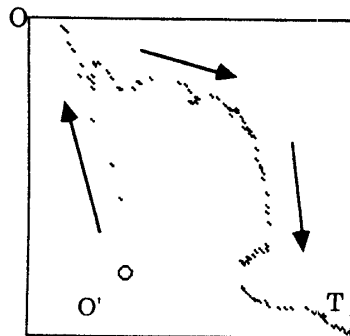


図4 再生移動1

図6は目標点への距離を表わしている。図4, 5, 6から、異なる始点から始まる再生に関して移動経路を始めから辿ることに成功していることがわかる。

図7は移動経路を辿ることよりも目標点に近づく条件を強くした結果である。

今回の実験ではふたつの属性を利用したのみだが、速度、方向、地形といった情報も利用できる。すな

わち、移動機械のセンシング可能な状態値をそれぞれポテンシャルで表現することができれば、重ね合せにより、波動場モデルにより各状態間の関係の相互作用をモデル化でき、準安定な状態を探索しうることがわかる。

6. おわりに

波動場モデルの相互作用を利用することにより、移動機械の記録情報に関する想起を行った。

今後、波動情報の保持が問題となる。

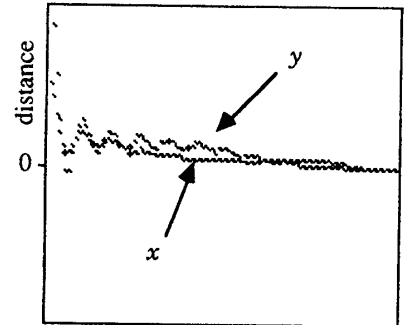


図5 座標別変位

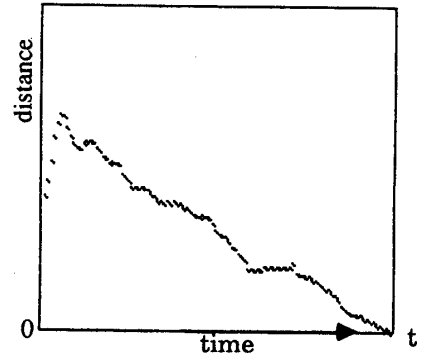


図6 目標からの距離

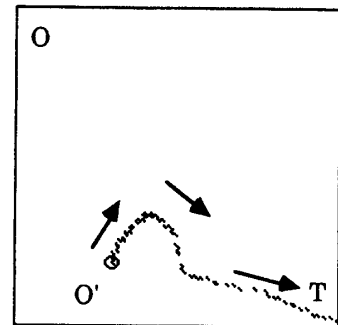


図7 再生移動2

参考文献

[1]横井, 嘉数: 波動場を用いた情報処理に関する基礎研究(多重波動場モデルの構築), 日本機械学会論文誌C, (1993), (掲載予定).
 [2]横井, 嘉数: 生命体モデル構築に関する基礎研究—波動場に於ける情報交換—, 信学技法, NLP92-31 pp1-8. (1991).
 [3]山田, 横井, 嘉数: 波動場における知識表現と想起システムに関する基礎研究, 日本機械学会ROBOMEC'92講演論文集, Vol. B, pp.7-10 (1992).
 [4]山田, 横井, 嘉数: 波動場における離散化記憶項目の想起, 信学秋全大, 6-93, (1992).
 [5]離散化記憶項目の構造形成—波動場モデルによるアプローチ—情報処理学会第45回全国大会論文集, 2-61, (1992)