

印付け追跡法による移動目標探索

3U-7

石井 啓 吉田 智一 中西 正和

慶應義塾大学理工学部数理科学科

1. はじめに

問題解決の過程で目標が移動し、その目標を追跡する問題があり、移動目標探索アルゴリズム(MTS)というアルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムは完全ではあるが[1]、問題空間が複雑になるにつれ、急速に劣化する。これを改善するために袋小路を回避する印付け法と追跡法の二種の概念を導入した改善策を提案し、これを評価する。

2. 移動目標探索(MTS)の問題の定義

問題空間 状態を節点とする連結グラフとする。

問題解決器 目標と交互に動作する。目標の動作を制御することはできないが、目標の最新の状態を常に知ることが出来る。状態を x で表す。

目標 時々移動しないので問題解決器の方が速い。状態を y で表す。

推定距離 $h(x, y)$ で表される。

問題解決器は $h(x, y)$ の初期値を計算するために推定距離が実際の距離を上回らない推定関数を持つ。問題解決器と目標が同じ状態に位置したとき、アルゴリズムの実行は完了する。

2.1 石田のMTSアルゴリズム

問題解決器はアルゴリズムが完了するまで各イベントに応じて以下の処理を繰り返す。

1. 問題解決器が移動する場合

- $h(x, y)$ を x に隣接するすべての x' に関して計算する。

- 以下のように $h(x, y)$ を更新する。

$$h(x, y) \leftarrow \max \left\{ \begin{array}{l} h(x, y) \\ \min_{x'} \{h(x', y) + 1\} \end{array} \right\}$$

- 最小の $h(x', y)$ を持つ x' に移動する。すなわちそのような x' を改めて x とする。もし最小のものが複数個あれば、そのなかでランダムに選択する。

2. 目標が移動する場合

- 目標の新しい位置 y' に対して $h(x, y')$ を計算する。

- 以下のように $h(x, y)$ を更新する。

$$h(x, y) \leftarrow \max \left\{ \begin{array}{l} h(x, y) \\ h(x, y') - 1 \end{array} \right\}$$

- 目標を再設定する。すなわち、 y' を改めて y とする。

2.2 石田の改善法

MTSは問題空間が複雑になると急速に性能が劣化する。常に目標の動作に対して反動的であるからである。

2.2.1 石田の改善法

この問題点を改善する方法として、石田は以下の二つのアルゴリズムを提案した。

目標に対するコミットメント 目標の移動を無視し、推定凹部を埋める作業に専念する。つまり推定距離が一時的に縮まるからといってその目標に追従しないようにする。

判断に際しての熟考 むやみに動かず、冷静に推定凹部の脱出口を求める。Real-Time探索を止め、Off-line探索を行なう。この間目標の移動は無視する。

この二つの方法により、不確実な状況下で性能が大きく向上することが確かめられている。

Marking and Chasing for Moving Target Search
Kei ISHII
Tomokazu YOSHIDA
Masakazu NAKANISHI
Department of Science and Technology, Keio University
3-14-1 Hiyoshi, kohoku-ku, yokohama, kanagawa 223,
Japan

3. 本研究の手法

行き止まりを回避するものと目標の移動経路を追跡していくという二つのアルゴリズムを合わせたものが本研究の印付け追跡法である。

3.1 印付け追跡法

アルゴリズムを以下に示す。

1. 問題解決器が移動する場合

- 目標の最初の位置に到達していない時
目標の最初の位置を目標として印付け法による MTS を実装する。
- x が目標の最初の位置に到達した後
目標の移動した履歴から今問題解決器のいる場所の次に行くべき方向を決定する。

2. 目標が移動する場合

目標の移動した履歴に新たに座標を加える。

ここで印付け法のアルゴリズムとは一本道になっているような場所に一度訪れたらその場所を記憶しておき、目標がそこにいない限り近寄らないようにするものである。

4. 結果

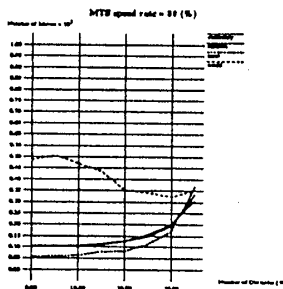


図 1: コミットメント (doc=10) を導入した MTS の性能

コミットメントを導入した MTS と印付け追跡法を導入した MTS との性能を比較した。実験環境としては目標の動作を、MTS で迎えにいく、MTS で逃げる、ランダム、一定、の四種類のモードで行ない、目標の速度を問題解決器の 80% とし、障害物の割合を変化させて行なった。値は実験を 100 回行った平均である。

障害物の割合が多い 35% の時の値は印付け追跡法

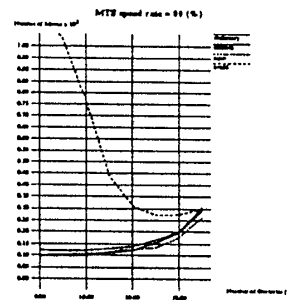


図 2: 印付け追跡法を導入した MTS の性能

を導入した MTS の方が目標に到達するまでの移動回数が少ない。これは問題空間が複雑な時は目標は凹部に入り込んでしまい、あまり効果的でない動作をしているので、このような時は目標の最初にいた位置を目指してそれから追跡した方が効率が良い。しかし印付け追跡法において唯一性能が悪いのは、障害物の少ない空間で目標が逃げる時である。これは目標の最初にいた位置に到達した時には目標はすでに遠くに逃げてしまい、目標の移動経路を追跡しても目標の動作に無駄がないため、単純に目標の移動経路を踏襲することになってしまうためである。改善する方法としては目標の位置が最初の位置よりある程度離れてしまった時は、目標の最初の位置を目指すのではなく、その時目標のいる位置に変えるようにするなどすれば良い、と考えられる。

また今回印付けした場所は一本道の形状のごく単純なものしか付けていないので、この印付けによる効果は従来の MTS より少し性能が良い程度のものである。

今後は以上の二点を改良しさらに性能を改善させたい。

参考文献

- [1] 石田 亨. 移動目標探索アルゴリズムとその性能改善. 人工知能学会誌, Vol.8, No.6, pp.760-768 (Nov.1993).
- [2] 石田 亨, 桑原 和宏. 分散人工知能 (1): 協調問題解決. 人工知能学会誌, Vol.7, No.6, pp.945-953 (Nov. 1992)