

複数センサによる移動ターゲット Tracking 手法の提案と評価*

Proposal and Evaluation of Moving Target Tracking Scheme with multiple Sensors

植田 啓文¹ 塚本 和也¹ 田村 瞳¹ 川原 憲治¹ 尾家 祐二¹ 須田 達也²
Hirofumi Ueda Kazuya Tsukamoto Hitomi Tamura Kenji Kawahara Yuji Oie Tatsuya Suda

九州工業大学 情報工学部 電子情報工学科¹
Dept. of Computer Science and Electronics, Kyushu Institute of Technology
カリフォルニア大学 アーバイン校 情報・コンピュータ学部²
Information and Computer Science University of California, Irvine

1 まえがき

センサネットワークは一般に低性能なセンサにより構成されるため、常に複数のセンサでターゲットを監視する必要がある。更にターゲットの移動時には、ターゲット周辺の環境が動的に変化するため、移動に応じて監視センサを変更し、センシングを継続する必要がある [1]。

本研究では、まず複数センサによるターゲット Tracking アルゴリズムを提案し、それを移動時に適用した場合の性能、問題点をシミュレーション実験により調査する。その後、改善手法を検討しその有効性を確認する。

2 提案アルゴリズム

2.1 センサ能力・状態・配置

本研究では、低性能センサを仮定するため、センシングはターゲットの存在確認、通信はブロードキャストのみとする。また、各センサは、Active, Listen, Sleep 状態間を一定期間で遷移する。Active 状態はセンシング及び他のセンサとのメッセージ送受信、Listen 状態ではメッセージの受信が可能である。また、Sleep 状態は通信、センシング共に不可能とし、各状態滞在期間をそれぞれ 4 秒、2 秒、4 秒と固定する。センシング範囲の半径 R_s を 10[m]、通信範囲の半径 R_c を 20[m] とする。図 1 のようにセンサを配置し、シミュレーションを行った。

2.2 複数センサ (M 個) によるターゲット Tracking アルゴリズム

1. センサは Active 期間中、センシング範囲内のターゲットの有無を常に監視する。ターゲット発見時は ALERT メッセージを送信し、Active 状態を維持する。
2. ALERT メッセージを受信した各センサは、Active 状態に遷移し、ターゲット検知可能か判断する。検知できない場合は Listen 状態に遷移するが、検知できる場合は受信メッセージ (ALERT/DETECT) の合計数によって以下の動作をする。
 - (a) M 個未満: 平均 0.5 秒のランダム遅延時間後に DETECT メッセージを送信し、状態を維持。
 - (b) M 個以上: メッセージを送信せず Listen 状態に遷移。

2.3 シミュレーション結果

図 2 にターゲットの移動速度を変化させた際の Tracking 確率の変化を示す。ここで Tracking 確率は、シミュ

*本研究の一部は、日本学術振興会 科学研究費補助金 (課題番号 17-6551, 15200005)、総務省、NSF(ANI-0083074, ANI-9903427, ANI-0508506)、及び DARPA(MDA972-99-1-0007)、AFOSR(MURI F49620-00-1-0330) California MICRO and CoRe programs、日立、日立アメリカ、日立 CRL、日立 SDL、DENSO IT Lab、DENSO International America LA Lab、NICT、NTT ドコモ、Novell の支援を受けている。ここに記して謝意を表す。

レーション時間に対するターゲットを M 個のセンサで捕捉可能な時間の割合である。図より、移動速度が速くなる程、Tracking 確率は急激に減少する事がわかる。そこで、速度に対する Tracking 確率改善手法を検討した。

3 改善手法の提案及び評価

3.1 改善手法の概要

現在の手法では、図 1 の斜線部内の ALERT を受信可能なセンサはターゲットを検知できないため、Listen 状態に遷移する。そのため、ターゲット周辺の Active センサが M 個に決定された後、ターゲットがそれらのセンシング範囲外へ出た際には、ターゲットをセンシングできない期間が発生する。これを解決するには、斜線部内のセンサを予め Active 状態に維持しておく必要がある。そこで、確率 P に従い斜線部内のセンサを Active 状態に維持する機構をアルゴリズムに加えた。

3.2 改善手法の評価

ターゲットの移動速度を秒速 3m とし、 P を変化させた場合の Tracking 確率を図 3 に示す。図より、 P が高いほど Tracking 確率は向上し、 $P = 1$ で最大となる。そこで、 $P = 1$ とし、2.3 節の結果と比較したものを図 4 に示す。図より、速度による Tracking 確率の減少が抑えられ改善手法の効果が確認できる。

4 まとめ

複数センサによる移動ターゲット Tracking アルゴリズムを提案しその有効性を示した。今後は消費電力を考えた Active 維持確率決定手法について検討する。

参考文献

- [1] J. Aslam et. al., "Tracking a Moving Object with a Binary Sensor Network," SenSys'03, Nov. 2003.

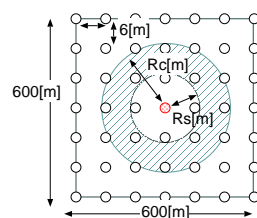


図 1 シミュレーションエリア

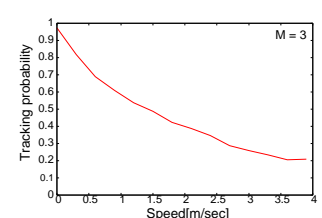


図 2 移動速度の影響

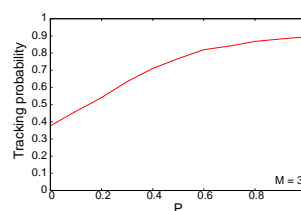


図 3 Active 維持確率 P の影響

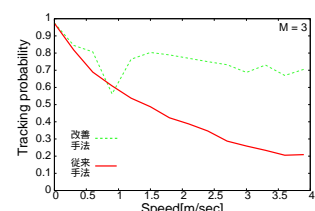


図 4 従来手法と改善手法の比較