

MD 木を用いた移動オブジェクト管理

Management of moving objects with MD-tree

西川 嘉人 金子 裕良 阿部 茂
 Yoshihito NISHIKAWA Yasuyoshi KANEKO Shigeru ABE
 埼玉大学 工学部
 Faculty of Engineering, Saitama University

1 はじめに

近年、移動体通信や GPS の普及に伴い時間によって位置の変化する物体（以下移動オブジェクト）の位置情報の入手が容易となり、膨大な移動オブジェクトデータの効率的な管理手法が研究されている[2][3]。移動オブジェクト管理には R 木や MD 木[1]のような多次元データ管理構造が用いられるが、オブジェクトの移動による頻繁なデータ更新への対応が問題となっている。

我々は各オブジェクトの最新の 3 個の位置データのみを MD 木で管理し、データ削除時にすぐには木構造を変化させないことでデータ更新時の処理量を低減する方法、さらにメモリ効率の低下を防ぐため、葉ノードのレベルでノードの統合を行う方法を考えた。MD 木と提案手法の計算機実験による比較結果を示す。

2 移動オブジェクト管理

自動車や人、海洋ブイなど様々な移動物体の移動を管理することは、効率化や調査の上で有用である。

移動オブジェクトデータとは、時間によって位置の変化するデータを指す。静止データと異なり移動オブジェクトには以下のような特徴がある。

- (1) 時間を扱う
- (2) 頻繁なデータ更新が生じる
- (3) 履歴情報が存在する

移動オブジェクト管理に関する研究は大きく二つに分類することができる。一つは TPR-tree[2]のように、未来予測を目的として最新情報のみを管理する手法であり、もう一つは過去状態へのアクセスを目的として任意期間全てのデータを蓄積・管理する手法[3]である。本研究では、前者の最新のデータを扱う手法に着目し、頻繁な更新に対して有効なデータ構造の構築を行う。

3 提案手法 (MD for Moving Object: MD-MO 木)

頻繁なデータ更新に強い多次元データ構造として、MD 木を拡張した MD-MO 木について述べる。MD 木は空間オブジェクト管理に用いられる平衡木で、R-tree 等に比べ、メモリ効率が高いことが特徴である。

MD-MO 木の挿入・検索機構は MD 木と同様である。MD 木と提案手法の主な相違点は削除時の木構造変化にある。MD 木はデータ削除時にノードの統合を行っていたが、提案手法ではすぐには木構造の変化をさせない。これによりデータ削除時の処理量と、データ挿入時のノード分割による負荷を低減できる。この構造を簡易 MD 木と呼ぶ。この考えは各移動オブジェクトの次の位置データは大きく変化しないことに基づいている。しかしこのままでは空ノードが生じてメモリ効率が低下するため、葉ノード内のデータが減少したときは兄弟ノードを統合させる。この作業は上位ノードには連鎖せず、葉ノードのレベルのみで行う。この構造を MD-MO 木とする。

もう一つの特徴は、移動オブジェクトの現在位置管理では未来予測が重要なため、各オブジェクトに最新の 3 個の

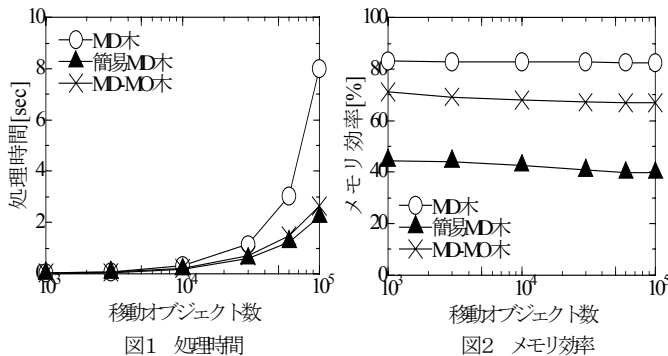
位置データを管理した。これにより移動方向予測が可能となり、方向変化・速度変化が視覚的に観測可能となる。

4 計算機実験

提案手法の有効性を示すために従来の MD-tree と比較実験を行った。その設定と実験結果を示す。

4.1 実験データ・設定 移動オブジェクトは管理領域内を出ないものとし、一定時間毎にデータが入手可能とした。毎回の移動距離は管理領域の 1%程度として乱数で発生させた。以上のような移動オブジェクトの数を変化させて従来の MD-tree と提案手法それぞれにおいて挿入・削除を行い、その処理時間とメモリ効率の変化を計算機実験によって確認した。管理データは全て移動オブジェクトとし、葉ノードのバケット容量は 20 とした。

4.2 実験結果 処理時間、メモリ効率の実験結果を図 1、図 2 に示す。処理時間については MD 木に比べ、簡易 MD 木と MD-MO 木はオブジェクト数が多いほど有効であるといえ、オブジェクト数 10 万では 1/3 程度の処理時間となる。削除時の処理に加えて、はじめから構造が準備されていることで、挿入時の処理が削減できた。メモリ効率は MD 木に比べ簡易 MD 木は悪化してしまうが、葉ノードの統合によって MD-MO 木では 15%程度の悪化に押さえることができた。MD-MO 木は MDtree に比べて分割領域の重なりが起こらないため、最近接検索時間を 15%程度短縮することができた。



5 むすび

MD 木を拡張し、移動オブジェクト管理に適した MD-MO 木を開発した。計算機実験により、MD-MO 木はメモリ効率が多少下がるものの、データ更新時の処理時間を大幅に短縮でき、検索時間も短くなることを示した。

【参考文献】

- [1]中村、阿部：「多次元データの平衡木による管理-MD 木の提案」、信学論(D)、J71-D、No.9、pp.1745-1752(1988)
- [2]Simonas Saltenis, Christian S. Jensen, Scott T. Leutenegger and Mario A. Lopez "Indexing the Positions of Continuously Moving Objects" ACM SIGMOD pp.331-342(2000)
- [3]出木原、中村「移動オブジェクトを管理する時空間データ構造」電学論(C)、Vol. 122-C、No.6、pp.1052-1059(2002)