

空間データ管理による渋滞最後尾への追突防止システム

REAR-END COLLISION AVOIDANCE SYSTEM WITH SPATIAL DATA MANAGEMENT

金井 研二 西川 嘉人 辻 俊明 金子 裕良 阿部 茂
 Kenji Kanai Yoshihito Nishikawa Toshiaki Tsuji Yasuyoshi Kaneko Shigeru Abe

埼玉大学工学部
 Faculty of Engineering, Saitama University

1 はじめに

GPS搭載機器の普及や無線通信技術の発達により、車などの移動物体の位置情報を常時取得、管理することが可能になっている。本論文では車の位置情報を用いて交通渋滞最後尾への追突事故を防ぐシステムを検討した。

2 空間データ管理

位置情報の管理には空間データ管理構造の一つであるk-d tree[1]を用いる。k-d treeでは位置に基づいた範囲検索を高速に実行可能で、渋滞最後尾の検出、追突可能性のある後方車両の検索を行うことができる。

3 システム概要

広域に分布する大量の車両位置を空間データ管理サーバで管理する。車両は一定間隔 T_i 毎に位置情報を送信し、サーバは受信順に更新する。サーバは渋滞最後尾を検出すると、一定間隔 T_s 毎にそこに追突可能性のある後続車両へ警告 CW を出す。後続車両は、最後尾に追突するか再計算し、危険な場合は運転者に警告 DW を出す。位置情報の内容は車両ID、位置(x, y)、速度(v, θ)、情報送信時間 t である。停止距離 $D_s(v)$ と注意勧告判定距離 $D_a(v)$ は、追突防止処理に用いる速度の関数であり、以下に示す。

$$D_s(v) = v \times T_r + \frac{v^2}{2 \times 9.8 \times \mu} \quad (1)$$

$$D_a(v) = D_s(v) + v \times (T_c + T_p + T_i) \quad (2)$$

ここで、 T_r は人の反応時間、 μ は路面とタイヤの摩擦係数、 T_c は片道の通信時間、 T_p はサーバ演算時間である。追突防止処理の概要を図1と以下に示す。 $t_1 \sim t_4$ と車A、Bは図1に対応し、括弧内に処理を行う対象を示す。

- t_1 (車A) 車Aが停止し、車両情報をサーバに送信する。
- t_2 (サーバ) 車Aが渋滞最後尾なら、車Aの後方に範囲検索を行う。後方車Bを検出し、車Aと車Bの推定位置との車間距離 D を求める。 $D \leq D_a$ のとき t_3 へ、 $D > D_a$ のとき処理終了。
- t_3 (サーバ) 車Aの位置と注意信号を車Bへ送信。
- t_4 (車B) 信号が車Bに到達、 B_4 からの D を再計算し、車Bの D_s と比較 $D \leq D_s$ のとき警報を出す。

渋滞最後尾を検出する為に、停止車両付近に範囲検索を行う。後方に他車両がいなければ、渋滞最後尾である。

t_2 で後方車両を検出するための検索範囲は、対角線の長さが $D_a(2V_l)$ の長方形とする。ここで、 V_l は道路の制限速度である。

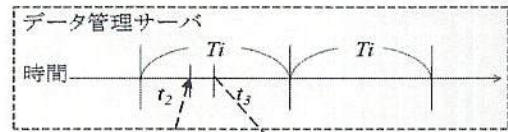


図1 追突防止処理の概要

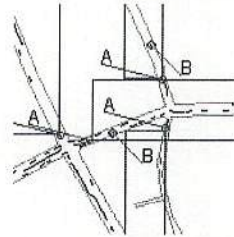


図2 システム画面

表1 CW, DW, CC の変化 (600s間の合計)

T_i	CW	DW	CC [$\times 10^3$]
0.5	375	101	425
1.0	664	99	211
2.0	1619	119	104
3.0	2360	121	69
5.0	3487	105	41

4 シミュレーション実験

交通シミュレーションシステム tiss-NET [2] のデータ(車両数 800 台、シミュレーション時間 600s、間隔 0.1s)を用いて、提案システムの検証を行った。(図2参照) 図中の "B" は、渋滞最後尾に追突可能性のある車両であり、"A" は最後尾車両、長方形は検索範囲である。 $V_l=11.1\text{m/s}(40\text{km/h})$, $T_c=0.1\text{s}$, $T_p=0.001\text{s}$, $T_r=0.7\text{s}$, $T_s=0.5\text{s}$, $\mu=0.5$ とする。 T_i を変化させたときの、CW, DW, 通信回数 CC を表1に示す。CW は T_i に比例し増加するが、DW は T_i にかかわらず、ほぼ一定となった。CC は T_i に反比例し減少した。車で再判断を行うことで、運転者への警告を大幅に削減した。

本来、tiss-NET のデータでは運転者への警告 DW は生じないはずだが、シミュレーションでは DW が発生した。これは、渋滞する車線の隣の車線を通る車両や、速度を落とさずに車線変更する車両で、DW が発生するためである。前者は、車線情報があれば削除可能である。後者の対策を検討する必要がある。

5 まとめ

本論文では、空間データ管理を用いた渋滞最後尾への追突防止システムを提案し、シミュレーションにより提案手法の有効性と今後の課題を示した。

参考文献

[1] J.L.Bentley, Commun.ACM189, pp.509-517, (1975)
 [2] 坂本ら, 土木計画学研究・論文集 No16, pp.845-854, (1999)
 [3] ISO15623, (1999)