

無線LANを用いた運行制御システム*

須田 明義† 大川 善邦‡
 †日本大学大学院 工学研究科情報工学専攻 ‡日本大学工学部情報工学科

1. はじめに

限られた空間で同時に何台も電動車椅子を使用している時、電動車椅子を使用している人が、もっと便利で使いやすいと思えるものにするため、コンピュータ上で電動車椅子の制御シミュレーションプログラムをつくり、それを実際の電動車椅子のコンピュータに制御プログラムを搭載し移動できるようにするのが目的である。

2. 研究方法

制御プログラムの内容として、壁や他の電動車椅子とぶつからない安全な乗り物にし、ボタン1つで目的地まで自動で移動できるようにする。また、目的地まで最短な時間で移動でき、無線LANにより協調動作を実現する。

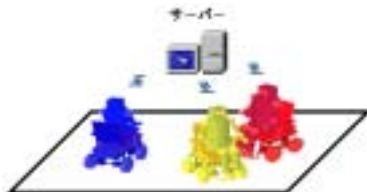


図1 制御システムの様子

3. システムの構成

システムの構造の概略を図2に示した。

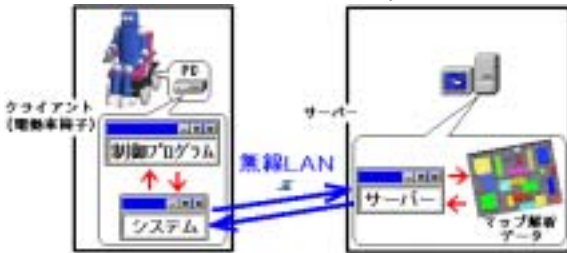


図2 システムの構造の概略

システムは2つの要素からなる。

- 中央管理システム(サーバー)
- 各々の車椅子に搭載するシステム

サーバーは、マップ(地理的なグラフ)の管理、優先順位の管理、全電動車椅子の位置情報と次に移動する場所の把握、各車椅子に対する大局的な移動命令と車椅子同士の衝突回避(譲り合いによる協調動作)、などを行う。

車椅子のシステムは、時々刻々の走行制御、目的地までの経路選択(経路選択による協調動作)、などを行う。

4. 中央管理システム(サーバー)のマップ解析

サーバーに置くマップデータは、次の要素からなる。

- 基本的な種類に分類したもの。
- 「」を元に、隣り合っている道はどれか関連付けたグラフデータとコスト。

は図3の基本的な道(7種類)に分類し、マップに当てはめていく。解析した例が、図4である。

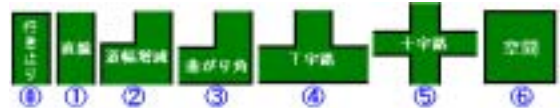


図3 道路の基本的な種類

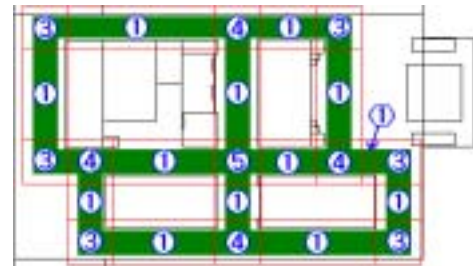


図4 田の字のマップ解析例1

は図5のようなグラフとコストに解析し、最終的には数値データとして、サーバーに置く。

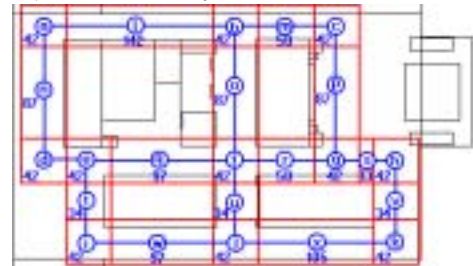


図5 田の字のマップ解析例2

5. 協調動作

5 a. サーバーの「譲り合いによる協調動作」

電動車椅子同士が、お互いに相手のせいで「STOP」している場合の協調動作は次のように行う。例として、T字路でお互いに「STOP」してしまった時を説明する。

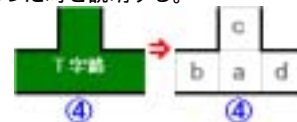


図6 「T字路」の範囲分け



図7 「T字路」での協調動作の例

まずT字路をさらに細かく範囲分けする。(図6)
 [1] 2台の車椅子は、サーバーに自分が「STOP」したという情報と現在地、移動方向を知らせる。(図7-1)

*The control system of wheelchairs using wireless LAN.

†Akiyoshi Suda (g13618@cc.ce.nihon-u.ac.jp)

‡Yoshikuni Okawa

§College of Engineering, Nihon University

[2]サーバーは「c」の位置には他の電動車椅子がないので、優先順位の低い に一時的に「c」の位置に移動するように、命令を出す。 は「c」の位置に移動し、経路選択し直す。(図7-2)

[3]サーバーに現在地を送る。 の移動方向「d」に車椅子がいなくなったので が移動する。 は移動可能な状態だが、「a」に がいるので移動はできない。(図7-3)

[4] の車椅子が「a」の位置からでたので、 は移動することができる。これによりスムーズにすれ違いができる。(図7-4)

5b. 電動車椅子の「経路選択による協調動作」

電動車椅子同士の距離が離れている場合は、経路選択により協調動作を実現する。自分以外の電動車椅子が 停止しているか、動いているかの2種類に分け、重みを与える。

停止している電動車椅子がいる場合



図8 停止している電動車椅子がいる場合の経路選択

図8の例で説明することにする。図は、 が「i」から「c」に移動したい時のグラフである。ダイクストラ法によりコスト(図中の数字)の面から経路選択すると、「i-t-e-q-f-r-g-p-c」と経路が決まる。しかし、実際には「f」に の車椅子が停止しているので通ることはできない。そこで、停止している車椅子がいる場所には「重み」を与える。すると、図8のように「i-t-e-d-n-a-l-b-m-c」と回避する経路が選択されるようになる。

動いている電動車椅子がいる場合

動いている電動車椅子がいる場合の経路選択は、「標準ルート」「待ちルート」「予測ルート」の中で、コストの最も低いものとする。最適経路が選ばれる。

図9は、 が「o」から「x」、 が「w」から「r」に同時に移動したい時のグラフで、優先順位は > となっている。 は既に経路が決まっており、 を決める方法を説明する。

図中の矢印は経路選択により決まった、移動予定の方向矢印で、数字は予測重みを表している。同じ矢印の向きに他の車椅子が通る場合は「0」であるが、それ以外の場合でその場所を通過する時にはその数値が加算される。(図での例は -200-50-35-20-10-0としてある。)

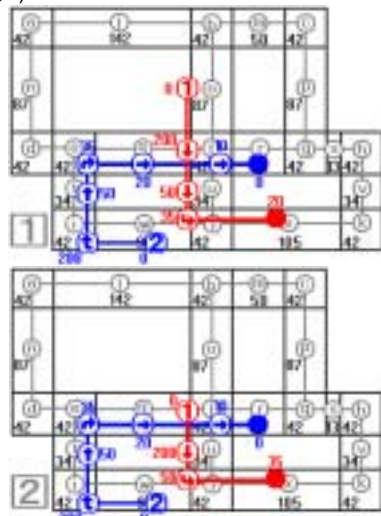


図9 動いている電動車椅子がいる場合の経路選択

①	ルート	標準コスト	追加コスト	合計
標準ルート		265	35+50+200	= 560
		467	35	= 502
		404	200	= 604
待ちルート		265	①が通過するまでの118 87+42+34+42	= 470
		467	①が通過するまでの118 87+42+34+42	= 672
		404	0	= 404
②	ルート	標準コスト	追加コスト	合計
標準ルート		265	50+200	= 515
		467	50	= 517
		404	0	= 404

表1 経路選択のコスト表

標準ルート ダイクストラ法により選択された経路に、自分より優先順位の高い車椅子の予測重みを加えたものである(表1の[1])。(例での最小コスト: 502 w-j-x-k-v-h-s-q-r)

待ちルート ダイクストラ法により選択された経路に、自分より優先順位の高い電動車椅子が、目の前を通り過ぎるまで待っている分のコストを加えたものである(表1の[1])。

(例での最小コスト: 470 w-j-u-f-r)

予測ルート 自分はそのままで、優先順位の高い電動車椅子の場所は次に移動するであろう場所に移動させ(図)、この状態でダイクストラ法により選択された経路に、自分より優先順位の高い車椅子の予測重みを加えたものである(表1の[2])。

(例での最小コスト: 404 w-i-t-e-q-f-r)

結果として図9の場合の の電動車椅子の最適なルートは、「w-i-t-e-q-f-r」の経路でコストが404となる。(表1)

6. 結果

シミュレーションプログラム上で、電動車椅子 は「c」と「i」をループ、 は「a」と「k」をループなど、お互いの経路がクロスする命令を入力し、同時に動かしてみた。協調動作なしで実行させると、2台とも衝突してそのまま動かなくなってしまう事が多くあったが、協調動作ありの場合には、1台は停止してももう1台が別の経路をたどるので、2台とも停止する様子は見られなかった。これにより、協調動作ができていないことが確かめられる。

7. 今後の課題

現在は、どのように協調動作させるかのアルゴリズム(譲り合い協調動作と経路選択協調動作)と、シミュレーションプログラムの一部が完成した。シミュレーションプログラムには、まだ「停止している電動車椅子がいる場合の経路選択」しかできておらず、協調動作はできるが、無駄な動きが多かった。また3台以上だと3台とも停止してしまう場合があった。今後は、1車線以外でも協調動作が出来るようにし、色々なマップでの動作を確立する。そして、実際の電動車椅子のコンピュータに搭載し、動かしてみても協調動作ができ、スムーズに移動することができるか調べるのが課題である。

参考文献

- [1] 協調プログラミング例題集: 中島秀之・松原 仁・本位田真一、共立出版
- [2] 算法通論[第2版]: 森口繁一・伊理正夫、工学社
- [3] Direct8.0 3Dアクションゲームプログラミング: 登 大遊、工学社
- [4] 3Dネットワークゲームプログラミングガイド: インフィニティ、秀和システム
- [5] はじめてのVisual C++ 6.0: 山地秀美、技術評論社