

5G-07 エージェント間協調によるロジスティクスシミュレーション

伊藤照明 力武真吾

徳島大学

1. はじめに

現在、特別なインフラストラクチャを利用する AGV による輸送は、従来の輸送に代わるものとして人口密度の高い都市や産業地帯で期待されている。このようなロジスティクスコントロールは、多数の AGV、半自動ターミナル、スケジュールに対する柔軟な対応等、設計が困難である。

本稿では、ロジスティクスにおける最も基本的な役割として、搬送する AGV、依頼を受ける Station、AGV の進路等を制御する Semaphore を考え、これらを非常にシンプルな機能を持つエージェントとして定義した。各エージェントを用い、ロジスティクスに対するマルチエージェントシステム構築法を提案し、複雑なプロトコル、学習機能等を用いずに、各エージェントによる自律的な協調を目指す。

2. システム構築法の提案

システムの全体図を Fig.1 に示す。

AGV agent は、ターミナルにおいて Station からタスクメモ(task memo)と名札(nametag)を受け取り出発、Semaphore まである一定距離(near point)に到達するとタスクメモを渡し、進路(direction)が記入されたタスクメモと通行許可(ticket)を受け取る。通過(pass point 到達)すると通行許可を返却、次の目標が目的地かどうか確認し、目的地なら到着後名札を渡しタスク終了、目的地でなければ引き続き行動する。

Station agent は、タスクの依頼を受ける場所(ターミナル)に存在し、タスクの内容に従い、AGV

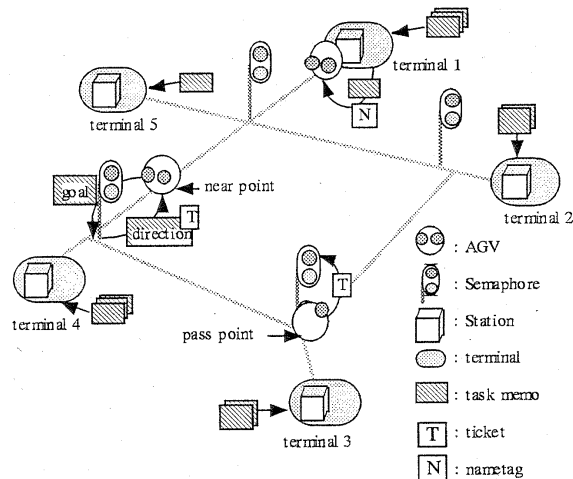


Fig. 1 System overview

に指示を出す。また、名札の受け渡しにより待機中の AGV の管理も行う。

Semaphore agent は、AGV の進路等の制御を受け持ち、Semaphore は各交差点 (Semaphore, ターミナル)間に設定された位置エネルギーを使用し、位置エネルギーの最も低い方向へ進路を取るように AGV に指示を出す。

3. AGV 進路決定に関するエネルギーの定義

AGV の進路決定に際し用いる位置エネルギーを以下の式(1)で定義する。

$$Pe_{ij} = E_{ij} + Ce_{ij} \quad \dots (1)$$

ただし、 i は現在交信している交差点、 j は i に隣接する交差点である。 E_{ij} は距離や方向といった地理的情報と交信中の AGV 情報によるエネルギーで、式(2)で定義する。 Ce_{ij} は AGV 交通情報に基づくエネルギー、式(3)で定義する。

$$E_{ij} = D_{ij} + Gd_j + Re_{ij} + Dr_{ij} + C_{ij} \quad \dots (2)$$

$$Ce_{ij} = Pa_{ij} + Na_{ij} \quad \dots (3)$$

例えば Fig.2 は AGV1 が a に向かっている状態の時、 ab 間、 ac 間、 af 間における位置エネルギー

を各々求め、最も低い進路を取るように Semaphore は AGV に指示する。ab 間の位置エネルギーを求める場合、式(2)中の D_{ab} は ab 間の距離に基づくエネルギー値、 G_{db} は b とゴールターミナル間の距離に基づくエネルギー値である。Re は通過した経路に基づくエネルギー値であり、ab, ae, af 間で前経路である ae 間以外はゼロとする。 Dr_{ab} は ab と bg の角度差に基づくエネルギー値、 C_{ab} は b に隣接する a 以外の交差点数に基づくエネルギー値である。また、式(3)中の Pa_{ab} は ab 間に存在する AGV 台数に基づくエネルギー値、 Na_b は bc, bd 間に存在する AGV 台数に基づくエネルギー値である。 E_{ij} により AGV は最短経路を進み、 Ce_{ij} の追加により Semaphore は AGV 交通情報に基づいた進路決定が可能となる。

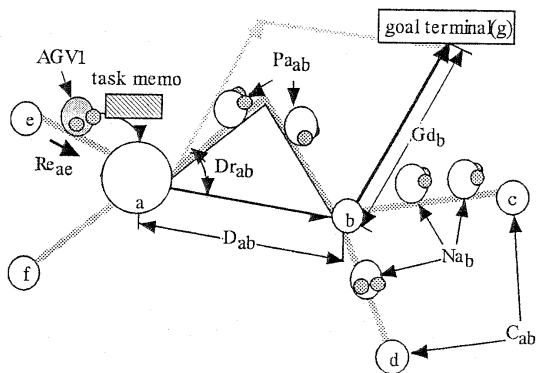


Fig.2 Items of potential energy

4. ロジスティックスシミュレーション

シミュレーションのため外部から各 Station agent に渡されるタスクを以下に示す搬送計画 1, 2 として準備した。

搬送計画 1 は、隣接するターミナルを目的地とする搬送計画である。例えば Fig.1 では、terminal 1 から出発する AGV の目的地は terminal 2 であり、terminal 5 では terminal 1 が目的地となる。

搬送計画 2 は、対角に位置するターミナルを目的地とする。これは、長距離移動のタスクを渡すために行った。例えば、terminal 1 から出発する

AGV の目的地は terminal 4 であり、terminal 3 では terminal 1 が目的地となる。

Table.1 は、本研究で提案するシステム構築法に基づいたシステムにおいて、位置エネルギーの計算時に E_{ij} のみ使用した最短経路でタスクを遂行するシミュレーション A と Ce_{ij} を加えたシミュレーション B の各々で計測した結果である。搬送計画 1, 2 各々について、搬送終了までに要する時間及び赤信号や前方 AGV による待機時間をまとめた。

搬送計画 1 は、A が良い結果となった。これは隣接ターミナル方向に他の AGV が多数存在するため、B では AGV が遠回りするためである。

搬送計画 2 は、待機時間、シミュレーション時間共に B が良い結果となった。これは前方 AGV, 進行方向の AGV 台数の情報によりエージェント間協調が行われたと考えられる。

Table 1. Result of simulation

delivery plan	simulation A		simulation B	
	waiting time	simulation time [sec]	waiting time	simulation time [sec]
1	25,270	176	23,707	192
2	72,410	323	50,530	271

5. まとめ

本研究で提案する三つのエージェントを基本としたシステム構築法は、各エージェントの役割が独立性を持ち、かつ分散的であるために拡張性がある。またエージェント間協調においても、前方 AGV や進行方向に存在する AGV 等の情報のみでの協調動作が可能だと考えられる。

参考文献

- [1] Verbraeck, A., Y.A.Saenen and E.C.Valentin, Logistic Modeling and Simulation for Automated Guided Vehicles, Proc.European Simulation Symposium and Exhibition, pp.514-519, (1998).