

エージェント指向に基づいた物流 CIM センターの設計支援シミュレータの開発

旭川高専 ○大沼麻子 渡辺美知子 古川正志

要旨

物流 CIM システムにおいて、例えば遺伝的アルゴリズムに基づいた CIM 制御を適用するためには、実際の物流 CIM ハードウェアの性能とのマッチングが必要であるとの認識が生じた。本研究では、こうした制御方法とハードウェアのマッチングを図ることを目的とし、エージェントモデルに基づいた物流 CIM シミュレータの設計を報告する。

1. はじめに

物流 CIM システム¹⁾は、制御の視点から見ると多くの組み合わせ最適化を含むスケジューリングシステムである。これまでに、GA や EP による CIM システムのスケジューリングが行われてきたが、システムパラメータの調整のために実際のシステムを稼動する必要があった。しかしながら、実際にはこのような調整は CIM システムの設計段階で要求されるため、実際のシステムでの調整は不可能である。

そこで、コンピュータ上で CIM システムを正確にシミュレートすることができれば、このような問題に対し非常に有効である。一方で、CIM システムは個々のケースにおいて設備やレイアウトが異なり、それぞれのケースのために正確なシミュレータを作るのは大きな労力を必要とし、また非効率である。

本研究では個々の設備をエージェントとし、オブジェクト指向に基づいてモデル化を行い、設計や拡張を容易にした CIM シミュレータを設計し、制御方法とハードウェアのマッチングを図る方法を提案する。

2. エージェント指向による設計

エージェント²⁾とは、センサを通して環境を知覚し、自身の行動をそれから決定し、エフェクタを通して環境に対して行動するものと定義される。例えばベルトコンベアを一つのエージェントと見なした場合、「①自分の位置と荷物の情報を獲得し(センサ)、②どこに運ぶべきか判断し(行動決定)、③ベルトを駆動して荷物を搬送する(エフェクタ)」と表現可能である。

搬送オブジェクト及び被搬送オブジェクトは多数の種類があるが、機能を抽象化することにより、本研究の CIM シミュレータには搬送オブジェクトと被搬送オブジェクトの二種類のみが存在する。CIM シミュレータの中ではエージェントは個々に思考し、行動を起こす。このように表現することにより、搬送オブジェクトそれぞれが独自に判断・行動しながらも、全体の CIM システムの挙動を表現することが出来る(図 1)。

3. CIM シミュレータの設計

3.1 CIM システムのモデル化

CIM システムは、一般的にコンベア、自動倉庫などの設備の組み合わせによって構築される。個々の設備の挙動を正確にシミュレートすれば、CIM システム全体の実際的なシミュレートが可能となる。

本研究では、まずエージェント指向に基づき個々の被搬送物・搬送設備をモデル化・抽象化を行った上で、シミュレ上で具体化する。ついで、それらの実装にはオブジェクト指向によるプログラミング(C++言語を使用)を採用した。

本研究で実装した CIM シミュレータのクラス図³⁾を図 2 に示す。シミュレータは大きく搬送エージェント(Transfer)、被搬送物エージェント(Load)、描画エンジン(Draw)の 3 つのクラスからなる。

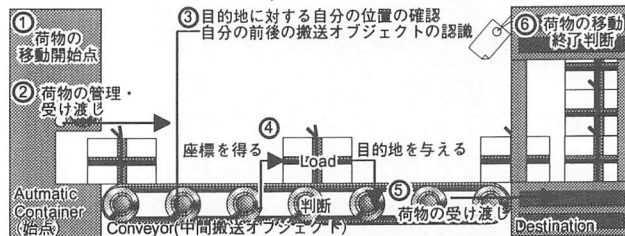


図 1 CIM システム挙動

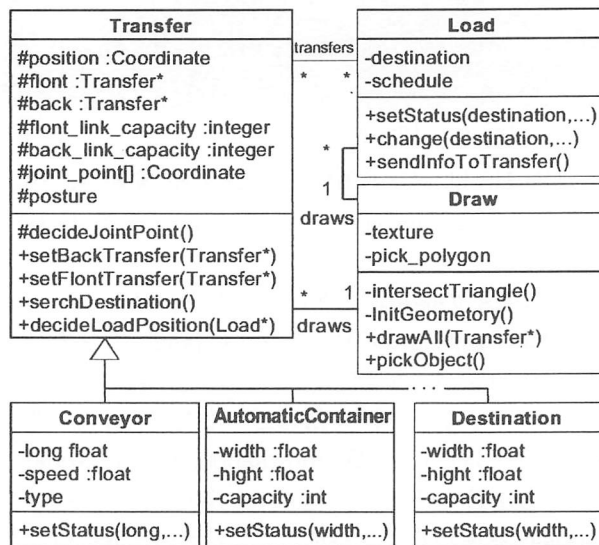


図 2 CIM シミュレータのクラス図

各クラスの機能を以下に示す。

Transfer : コンベアや自動倉庫、目的地といった搬送オブジェクトを抽象化したクラス

Load : 被搬送オブジェクトを表現したクラス。今後、被搬送オブジェクトが多様化する場合、抽象クラスとして具体的な被搬送クラスが派生する可能性もある。

Draw : DirectX を使用し、搬送オブジェクトなどを画面に描画するクラス

Conveyor, AutomaticContainer, Destination : Transfer から派生した搬送オブジェクトクラス。この 3 つの他にも、フローラック、AGV、ソートテーブル等のオブジェクトが派生する。

3.2 搬送設備のモデル化

本研究では、搬送設備(Transfer)の外見的な挙動のみに注目し、抽象化して実装を行うだけで十分な精度が得られるものとした。それを踏まえ搬送設備を抽象化した搬送エージェントとした結果、搬送設備を「被搬送エージェントの目的地の情報等を得、判断した結果それに座標を与えるもの」と定義した。

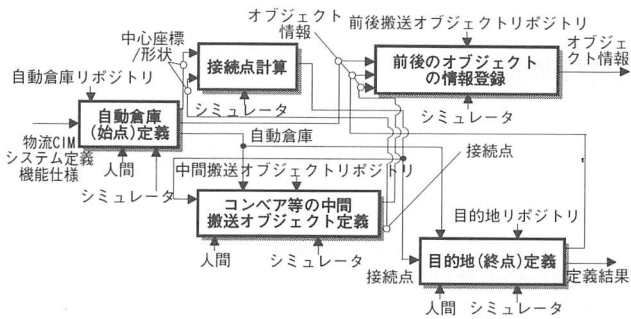


図3 オブジェクトレイアウト機能のプロセス

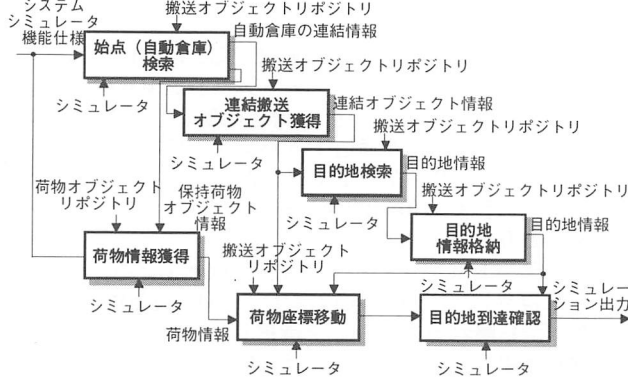


図4 シミュレーション機能のプロセス

3.3 被搬送物のモデル化

工場において被搬送物(Load)は自己の行き先と到着予定時刻などのスケジュール情報を持つ。その他に形状や重量などの情報も考えられるが、スケジューリングの観点から上記の二つにデータを限定してもシミュレーションの正確さに影響は無いと考えられる。

被搬送物(以下荷物)は、搬送オブジェクトに行き先、スケジュール情報を与え、代わりに座標を得る。搬送オブジェクトは荷物の要求に合った座標を計算し、荷物に出力する。

3.4 搬送オブジェクトレイアウト機能設計

CIM シミュレータの機能は、大きく分けて搬送オブジェクトレイアウト機能、シミュレータ機能に分けられる。オブジェクトレイアウト機能のプロセスを図3に示す。

プロセスは、以下のような流れになる。

- ① 始点(自動倉庫定義)定義
CIM システムは初めに自動倉庫から荷物が搬出するところから始まると考える。そのため、まず初めに自動倉庫の大きさ、座標の定義を行う。
- ② 接続点計算(格納)
自動倉庫と他の搬送オブジェクトとの接続点を計算する。この値を元に次の搬送オブジェクトの座標を決定する。
- ③ 中間搬送オブジェクトの定義
コンベアや AGV は始点と終点の間のみ存在するので、中間搬送オブジェクトとされる。ユーザに与えられた形状と、自分の直前に定義されたオブジェクトから得た接続点を利用し、定義する。
- ④ 接続点計算
自分に続く搬送オブジェクトとの接続点を計算する。
- ⑤ 前後のオブジェクトの情報登録
自分の前後の搬送オブジェクト情報を格納する。これによりオブジェクト同士が連結される。
- ⑥ ③～⑤を繰り返す。
- ⑦ 終点(目的地)定義
終点である目的地を定義する。

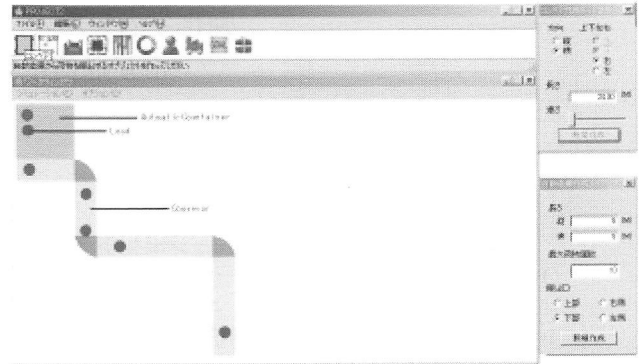


図5 CIM シミュレータの実装例

3.5 シミュレータ機能設計

シミュレータ機能のプロセスを図4に示す。

プロセスは、以下のような流れになる。

- ① 始点(自動倉庫)検索
自動倉庫は一つとは限らず、複数存在する可能性があるため搬送オブジェクトリポジトリの中から自動倉庫を検索、認識する。
- ② 連結搬送オブジェクト獲得
始点から連結している搬送オブジェクトを認識する。終点まで繰り返す。
- ③ 目的地検索
複数存在し得る目的地を搬送オブジェクトリポジトリの中から検索する。
- ④ 目的地情報格納
発見した目的地に続く搬送オブジェクトに、「自分はこの目的地のための搬送オブジェクトか」という情報を与え、これを始点まで繰り返す。これにより、目的地への道のりが枝分かれしていても対応可能である。
- ⑤ 荷物情報獲得
荷物オブジェクトリポジトリより、荷物の情報を得る。
- ⑥ 荷物座標移動
獲得した荷物情報に即した、荷物の座標移動を行う。
- ⑦ 目的地到達確認
荷物が目的地に到達したことを認識する。全ての荷物が目的地に到達した時点でシミュレーションを終了する。

4. 実装例

上記の設計に基づき、Windows 上で稼動する CIM シミュレータを実装した例を図5に示す。ユーザはそれぞれの搬送オブジェクトを選択し、詳細なパラメータを入力、配置、と繰り返し CIM システムを定義した。また、被搬送オブジェクトは自動倉庫のプロパティから定義が可能である。シミュレーションは CIM システム定義後、自動で行われる。

5. 終わりに

それぞれの搬送オブジェクトをエージェントとして表現し、カプセル化を行うことにより多様なレイアウトのシステムを表現することが容易なシミュレータを設計・実装し、シミュレータの設計方法とシミュレータ自身の有効性を検証した。

現在試作段階であるが、今後本格的な実装を行う。

参考文献

- 1)西浦他:流通 CIM 設計シミュレータの開発,1996年精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集,1996
- 2)廣田薫編著:知能工学概論,昭晃堂,1996
- 3)OMG:OMG Unified Modeling Language Specification,2000