

製造工程を対象にした シミュレーション・システム (I)

2H-2

- シミュレーション・システムの概要 -

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

*梅田 茂樹 吉川 博文

1. はじめに.

今日の製造業は、製品の多様化、複雑化といった市場の要求に対応するために、生産システムそのものが、高度化、多機能化している。このような環境のなかで、製造システム自身の設計を行い、かつその運営をよりよいものに改善していく必要がある。筆者らは、その様な問題解決のための道具として、製造システムを対象にしたシミュレーション・システムのプロトタイプを開発中である[1-3]。本稿では、その設計思想と概要について報告する。

2. シミュレーション・システムに対する要求

2.1 モデリング機能

一般に、シミュレーション言語を対象とするモデルを作成することをモデリングという。モデリングはシミュレーション言語を用いて行なわれることが多い。シミュレーション言語で現実のシステムを記述するには、現実のシステムを構成する要素(機械、バッファ、仕掛品)を抽象化されたシミュレーション言語でのモデル(GPSSでいえば、Queue, Transactionなど)に翻訳することになる。通常、この過程で最も時間を要し、モデル作成者の知識と経験が大きく作用する。

効率的にこの作業を行うためには、生産システムの設計に通じているモデル作成者にとってなじみやすいモデル記述仕様になっている必要がある。

2.2 データのリンク

シミュレーションの目的は、計算機で数値的な仮想実験を行い、その結果を適切にフィードバックすることにある。これにより、より良い代替案を検討したり、システムの構築に先立っての事前評価が可能になるからである。その際、評価システムとのリンクが不可欠になる。

又、シミュレーションモデルを作成するにあたっては、多くのパラメータを推定しなければならず、このためにもデータを必要とする。従って、シミュレーションシステムには、そのフロント・エンド、リア・エンド共に、他のシステム(データベースシステム等)とのリンクが必要になる。

2.3 ユーザー・インターフェイス

ユーザー・インターフェイスには、モデル作成パラメータ入力を簡単にするためのフロントエンド・インターフェイスと、シミュレーション結果の解析提示するためのリアエンド・インターフェイスの二つがある。PC上でアイコン等を利用したグラフィックス入力を可能にしたものや、シミュレーション結果をグラフィックス等で効果的に表示するもの等がある。[4]

リアエンド・インターフェイスは、解析結果を要約して、ユーザーに提示する点で重要である。一般にシミュレーションは膨大なデータを出力するが、そのなかで最も重要なメッセージを圧縮してわかりやすくユーザーに提供する機能が必要とされる。

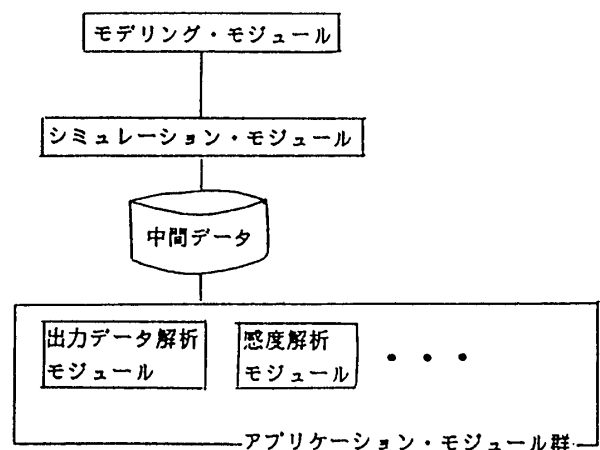


図1. シミュレーション・システムの構成

3. プロトタイプ・システムの概要

3.1 システムの構成

シミュレーション・システムは、モデリング・モジュール、シミュレーション・モジュール、及び解析モジュールの3つの階層からなる(図1)。ユーザーは、モデリング・ディスクリプターと呼ばれる記述子によって、モデリングを行う。モデリング・ディスクリプターには、生産システムの構成要素、シミュレーションの実行条件、データ解析パラメータの指定等を記述する。

シミュレーション・モジュールでは、シミュレーションを実行し、中間データを生成する。このデータは、アプリケーション・モジュール群と呼ばれるデータ解析モジュールの入力となる。

Simulation System for Manufacturing (I)

*Umeda Shigeki, Yoshikawa Hirofumi

IBM Japan, Tokyo Research Laboratory

解析モジュールでは稼働率、生産高等のシステム性能評価を行うルーチン、感度分析を行いシステムパラメーターの特性を解析するルーチン等のルーチン群からなる。シミュレーション・モジュールと解析モジュールとは、独立したシステム構成になっており、必要に応じて解析モジュールが稼働する形式になっている。解析モジュールを独立させることにより、必要に応じてデータベースとのリンク、解析ルーチンの追加が容易になる。

3.2 モデリング・ディスクリプター

シミュレーションモデルを構成する標準的なモデル記述子をモデリング・ディスクリプターという。筆者らのシステムは、生産システムをネットワークと捉え、モデリング・ディスクリプターは、その構成要素（ノード、アーク等）を記述するための枠組みである。CELL, TRANS, OPERATORと呼ばれる各々のディスクリプターは、固有のフレーム形式で表現される。

ネットワークのノードをCELLと呼ぶ。CELLには、製品の加工組立を行うPRODUCTION CELL、原材料の搬入を行うSOURCE CELL、完成製品の搬出を行うSINK CELLの3つがある。各々、生産工程、ベンダー（前工程）、納入先に対応する。シミュレーションは、多品種少量生産をもその対象にしている。従って、同一工程（CELL）における複数の作業の定義、それに付随する段取りの手順、及びTOOLの必要の有無、故障時間と修復時間等が記述できる。

ネットワークのアークをTRANSと呼ぶ。TRANSは、搬送系を表現するためのモデリング・ディスクリプターである。基本的に二つのCELLを連結するための要素である。運搬を行う具体的な道具としてCARTがある。

その他、複数のWORK CELLで、機械操作、段取り作業、機械の修復作業を行うOPERATORを定義できる。

3.3 『押し出し型』、『引き取り型』のシミュレーション

押し出し型の生産指示方式とは、各工程がスケジューラーから直接指示された生産計画に基づき、生産活動を行い、仕掛品を順次次工程に『押し出して』いく方法をいう。一方、引き取り型の生産指示方式とは、原則的に後工程が前工程から仕掛品を『引き取る』方式である。この方式では、工程間バッファーに、ある程度の量の仕掛品を予め用意しておく。各工程が前工程から仕掛在庫を『引き取る』という形で前工程へと連鎖していく。この時、引き取り情報を伝達するのが『かんばん』である。この両者をシミュレーションするために、TRANS(搬送系)にPUSH型、PULL型の二つの型を定義する。

PUSH型のTRANSで定義されたCARTは通常上流側に待期し、搬送される仕掛品が溜まった時に、これを搭載して下流に向かう。逆に、PULL型のシステムで定義されたCARTは、通常下流側に待期し、仕掛品在庫量が一定量まで減少してきた時に空のまま上流に取りに向かう。さらに、PULL型のTRANSは仕掛品搭載時に、必要に応じて上流側のCELLにJOBを依頼する事ができる。

TRANSの型とPRODUCTION CELLのJOB定義を組合せるとMRP方式、かんばん方式、及びその混合方式のシミュレーションが可能になる。

3.4 出力データ解析とリアエンド・インターフェイス

離散型シミュレーションには、有限型と定常型の二つがある。前者は、あるシミュレーション時間内に於けるシステムの時間的推移を観察するものであり、後者は、充分長い時間シミュレーションを実行した後に定常状態になった時のシステムの評価を目的にしている。シミュレーションのデータ解析法としてリプリケーション法、バッチミーン法、再生成法などがある。

筆者らのシステムでは、有限型、定常型の双方のシミュレーションに適用可能にするために、リプリケーション法を採用している。リプリケーション法は、与えられた初期値のもとで、乱数の系列を変えた条件で数回のシミュレーションを行い、そのデータを収集して統計的に解析・評価する方法である。

リアエンド・インターフェイスとして、各CELLにおける生産高、仕掛在庫の時間推移を示すグラフィックス表示ルーチンを提供している。

4. おわりに

製造システムのためのシミュレーションシステムについて、その概要を紹介し特徴について述べた。当システムの特徴は、シミュレーションモデルのなかに、押し型、引き型の概念を導入したことである。この試みは、本システム独自の考え方であり、その適用範囲も広いと考えている。

5. 参考文献

- [1] 梅田、吉川 生産システムシミュレーションに関する研究 (I), (II) 1989年度日本OR学会春季研究発表会、(1989)
- [2] 梅田、生産システムの設計・運営とシミュレーション、I Eレビュー、Vol.30, No.2 (1989)
- [3] 梅田、吉川 生産指示方式を考慮した生産システムのシミュレーション、日本シミュレーション学会第8回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス (1989)
- [4] Gorden, R., F., MacNair, E., Higher Level Modeling in RESQ-ME, IBM Res. Report, RC13554, (1988)