

## E118

## 実行順序の追越を許した離散型生産システムの動作

(宮崎大工)○(正)高塚佳代子・(正)富田重幸

## 1. 緒言

本研究では、複数ジョブの同時処理を行う離散型生産システムの動作検証モデルを提案する。それを実現するための有力な方法として、実時間並行ソフトウェアの動作検証手法である「リアルタイムモデルチェック手法」が既に開発されている。しかし、混在する内部イベントと外部イベントの扱いに大きな制約があることや、複数のジョブの同時処理を表現できないなどの理由から離散型生産システムにそれをそのまま適用することはできない。

本研究では、このような固有の特徴を持つ離散型生産システムを対象に、その挙動モデル、及び、モデルチェック型の検証で必要となる“可能世界”の記述モデルを開発し、この種のシステムに適用可能な動作検証手法を開発した。更に、バッチプラントを対象に検証実験を行いその有効性を確認した。

## 2. 並列離散型生産システムの動作検証手法

本手法では、次の3つの事項を導入した。

## 2.1 外部イベントと内部イベントの対等な扱い

実時間並行システムでは「外部イベントによって引き起こされた一連のリアクションの最中に別の外部イベントが発生した時どうするか」という問題に対処するために「外部イベントに対する一連の内部リアクションが終了するまでは次の外部イベントは受け付けない」という方法を採っている。これは、外部イベントに対するリアクションに掛かる時間が外部イベント発生間隔に比べて十分短いソフトウェアの分野では許容できる仮定であるが、離散型生産システムでは妥当な仮定ではない。そこで本研究では「内部イベントと外部イベントは共に、それが実行されるか、或いは、実行期限が切れるまで有効とする」という自然な扱い方ができるように外部イベントを内部イベントと同列にイベントプールで一括管理するという方法を提案する。

## 2.2 ジョブの実行順序の追越の表現

バッチプラントなどの生産システムでは、複数のジョブが同時並行的に処理される。また、ジョブの実行順序の追越が発生する場合もあるが、従来の挙動表現モデルである「時間状態チャート」ではこれらを記述できない。そこで、本研究では、ジョブ間の追い越しをも表現できるように、時間状態チャートを拡張した。具体的にはトークンの位置によって「どのプロセスが実行中か」を示していた従来のモデルを拡張し、実行中のジョブ名をそのトークンに持たせることにより「どのジョブのためにそのプロセスが実行中であるのか」示せるようにした。このような拡張を施したモデルを「拡張時間

状態チャート」と呼ぶ。

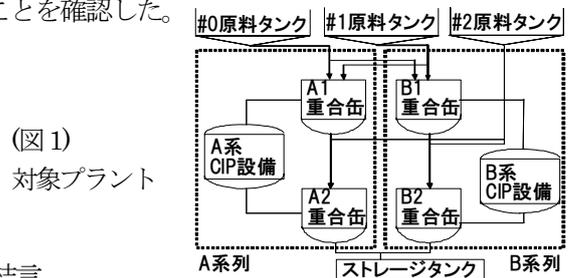
## 2.3 状態爆発の問題を考慮した可能世界の生成手順

モデルチェック手法では、挙動モデルから対象システムがとり得る全ての振る舞いを表わす可能世界(時間Kripke構造)を作成する必要がある。本研究では、時間Kripke構造の各ノードに、従来の状態名と併せてジョブ名も記述できるように拡張した(拡張時間Kripke構造)。またその拡張に併せて、挙動モデルから可能世界を生成するための方法の拡張を行った。更に、その生成の際に起こり得る組合せ論的爆発の問題を考慮して、その生成手続きをアルゴリズムの形で開発した。具体的には、従来のように線型不等式を用いて可能なパス分岐を網羅的に検出するのではなく、どの分岐を検証対象とするかをユーザが選択できるような記述方法を導入して、その記述内容を可能世界の生成手順の中に反映させられるような仕組みを考案した。

## 3. 検証実験

拡張時間Kripke構造生成システムを実装し、図1で示すようなバッチプラント2)を対象として、本提案手法の妥当性を検証するための検証実験を行なった。

A, Bの各系列は同等の機能を持つが、第1, 第2原料タンクから重合缶への同時供給や、洗浄設備CIPの同時使用はできない。その運用戦略としてここでは「常にA系列→B系列, 第1重合缶→第2重合缶の優先使用とする。」を採用した。また、各系列には所与のレシピを適用した。このプラントの挙動は8つの並行動作主体から成る拡張時間状態チャートとして記述される。そのモデルと予め発生させた生産要求のデータを入力データとして、可能世界生成システムを実行し、得られた結果をトレースして、拡張時間Kripke構造が正しく自動生成されていることを確認した。



(図1)  
対象プラント

## 4. 結言

複数のジョブの同時処理を行う離散型生産システムの動作検証モデルを提案し、バッチプラントを対象とした検証実験を通して本アプローチの有効性を確認した。

## 引用文献

- 1) 山根 智: 実時間並行ソフトウェアの仕様記述と検証, 情報処理学会誌 Vol. 35 No. 12 (1996)
- 2) 学振 PSE研究会 WS No. 22 研究報告書 (2002)