

拡張ペトリネットモデルを利用したバッファの容量の表現

4 Q-4

金 群, 菅澤喜男, 瀬谷浩一郎
 日本大学

1. はじめに

ペトリネット (Petri Net) は、1962年 Petri 氏の博士論文で最初提出された。その後、研究が活発してきて、新しい概念を導入したいろいろな拡張ペトリネットを提案されている。その結果、ペトリネットのモデル化能力は一層強化された。

本論文では、同時進行並列システムの例として、2台のロボットを持つシステムの性能評価におけるそのシステムにあるバッファの容量に関する表現の方法について考察する。ここでは、拡張ペトリネットモデルとその部分概略到達可能グラフ (APRG: Abstracted Partial Reachability Graph) により、ペトリネット理論にマルコフ再生過程、待ち行列理論を用いられる方法を提案する。

2. 拡張ペトリネットモデル

2台のロボットを持つジョブ処理システムにおいて、2種類のジョブ A、B は平均 λ (ジョブ/秒) のポアソン到着過程に従って、容量 N のバッファに到着する。ジョブ預處理器において A、B を分類し、それぞれロボット 1 と 2 に送る。ジョブ A はロボット 1 により、ジョブ B はロボット 2 により処理される。処理されたジョブを出力する。また、ジョブは全体で平均 μ (ジョブ/秒) の処理速度とし、先着順で処理を受ける。

そのシステムを拡張ペトリネット^[1]で表現したモデルは図 1 となる。図 1 における各場所および各遷移の意味は下記の通りである。

P_1 : 入力ステーション	t_0 : ジョブの到着
P_0 : 出力ステーション	t_1 : ジョブの預処理が始まる
P_b : 容量 N のバッファ	t_2 : ジョブ A をロボット 1 に送る
P_1 : ジョブ A、B を分類し投入する	t_3 : ジョブ B をロボット 2 に送る
P_2 : ロボット 1 がジョブ A を処理する	t_4 : 処理されたジョブ A の出力
P_3 : ロボット 2 がジョブ B を処理する	t_5 : 処理されたジョブ B の出力

3. バッファ容量のとらえ方

図 1 で示したペトリネットモデルは各場所と遷移の間の静的な順序関係を記述したにすぎない。そこでマルコフ再生過程をモデルに適用するためには、一般的に、ペトリネットの到達可能グラフにおいて各遷移に発火時間分布を定義し導入する^[2]。本論文では、バッファの容量の表現を主な目的としているので、標準到達可能グラフを部分概略到達可能グラフ (APRG) に抽象して、マルコフ再生過程と待ち行列論の適用が可能となる (図 2 を参照)。

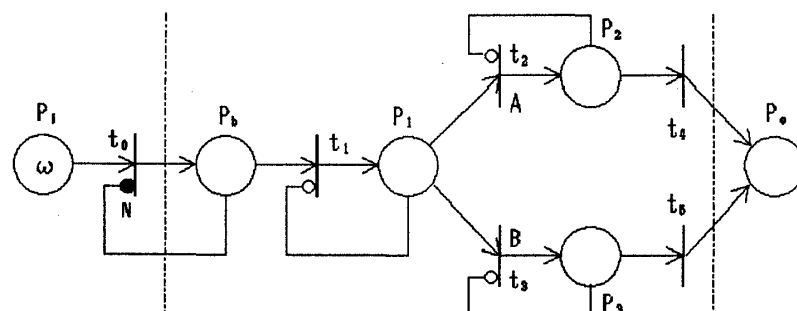


図1 バッファのあるロボットシステムの拡張ペトリネットモデル

ここで、遷移の発火により、ある状態（マーキング）から次の状態（マーキング）への状態推移は瞬間的に行われるものとする。また、発火時間は連続的な変数であるから、2つ以上の状態推移は同時に起こる確率がゼロとなる。つまり、2つ以上の遷移の発火は同時に起こり得ない。以上のように定義されたモデルには、マルコフ再生過程によりモデルされたシステムの確率的な挙動の解析がなされる。

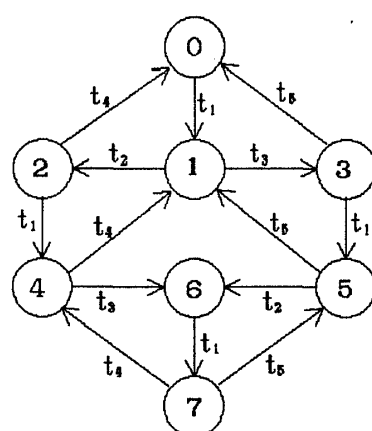
図1において場所 P_b はバッファを意味する。このバッファにおける待ち行列は $M/M/2(N+2)$ となる。つまり、到着時間分布がポアソン到着 (M)、サービス時間分布が指数分布 (M) に従って、窓口の数 (2台のロボット) が2で、処理中のジョブも含めた待ち行列の長さの制限が $N+2$ である。

4. おわりに

本論文では、拡張ペトリネットとその部分概略到達可能グラフの導入により、ペトリネット理論にマルコフ再生過程、待ち行列理論を適用した表現を試みた。

5. 参考文献

- [1] Jin, Sugawara, Seya, The Modeling of A Capacity System by An Extended Petri Net and Its Behavior Evaluation, 1989年電子情報通信学会秋季全国大会, A-55, 1-58(1989)
- [2] 菅澤, 村田, 倉林, マルコフ再生過程による非再生点を含むペトリネット表現されたシステムの確率的挙動解析, 信学論(A), J67-A, pp819-825(1984)
- [3] Osaki, Stochastic System Reliability Modeling, World Scientific(1985)



S_0 :	(0, 0, 0)
S_1 :	(1, 0, 0)
S_2 :	(0, 1, 0)
S_3 :	(0, 0, 1)
S_4 :	(1, 1, 0)
S_5 :	(1, 0, 1)
S_6 :	(0, 1, 1)
S_7 :	(1, 1, 1)

図2 状態推移図と対応するAPRG