

# 確率ペトリネットによる飲食店のワークフローのモデル化と解析

メディア情報コース ゲンビェトキエン 指導教員：太田 淳

## 1 はじめに

近年、飲食店では、ランチなどの時間に混雑の激しい店舗が多いと考えられる。その混雑状況を解析するために、ワークフローをサポートするシステムが必要である。ワークフローは業務に関わる人や物などの流れを表したものである。

飲食店のワークフローをモデル化するために、離散状態を持つシステムを解析するのに有効なツールであるペトリネットを使って研究を行う。

## 2 確率ペトリネット

確率的な挙動を示すシステムを表現するペトリネットに一般化確率ペトリネットがある。確率ペトリネットは各トランジションに、トランジションの発火が可能になったときから発火するまでの遅延を表す指数分布確率を関連づけたペトリネットで、指数分布に従う発火遅延をもつ時間トランジションと、発火遅延が 0 である即時発火トランジションからなる。いくつかのトランジションが、同時に発火可能となった場合には、最も短い遅延をもつトランジションが発火する。[1]

## 3 飲食店のワークフローのモデル化

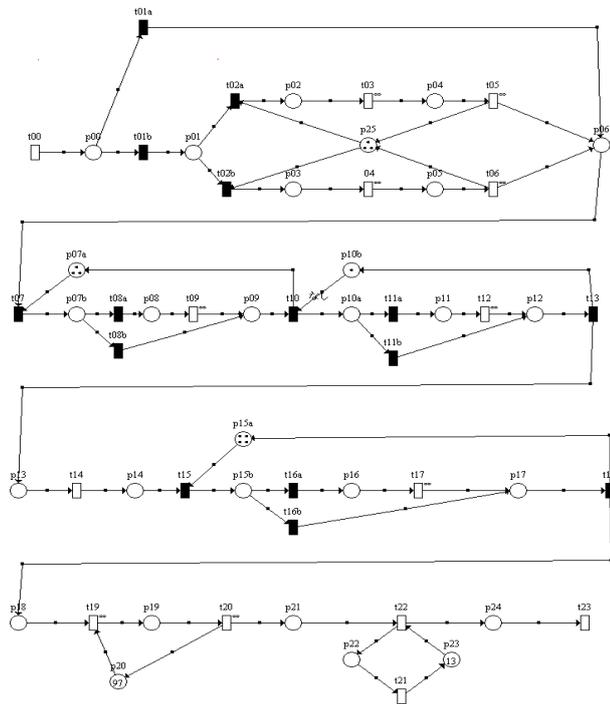


図 1：飲食店ワークフローのモデル

飲食店の一つの事例としてうどん屋を取り上げる。ペトリネットワークフローのモデルを作成するには、店の協力を依頼し、客の流れを観測や商品の売上データなどをいただいた。一般確率ペトリネットを編集し、解析するためのツールの一つである DaNAMiCS で図 1 に示したモデルを作成し、シミュレーションを行った。

DaNAMiCS におけるシミュレーションでは、トランジ

ションの発火回数（イタレーション）を入力して、トランジションを発火させ、プレースごとのトークンの滞留値や単位時間当たりのトランジションを通過したトークンの数などを得る。

## 4 結果と考察

まず、イタレーションを変化する場合は、イタレーションを増やすとともに、計算時間が増加していくことが確認できた。さらに、イタレーションが小さければ、トークンの滞留値とトランジションの通過したトークン数の誤差が大きく変化するが、イタレーションが大きければ大きいほど、その誤差がゼロに近づく。そのために、最低でもシミュレーションのイタレーション回数は 40000 以上を設定する必要があることが分かった。

表 1：プレースの滞留値の比較

	単位時間 入店者数 t00	半額商品 選択率 t02a	その他商 品選択率 t02b	平均行 列人数 p01
半額の日	0.057	0.72	0.28	6.84
通常日	0.057	0.15	0.85	7.75

また、うどん屋での特定商品半額の日と通常の日とのシミュレーションの比較を行う。ピークの 1 時間に当たりのうどん屋の平均入店客数は 205 人である。すなわち、1 秒に当たり入店客数 (t00) は 0.057 人である。半額の商品と他の商品の分岐率 (t02a と t02b) は通常の日と半額の日に応じて設定し、シミュレーションを 20 回実行した結果の p01 の平均トークン滞留値を示す。待ち行列は半額の日の方が少し小さいことが分かった。その結果で、通常の日より混雑状況が少しでも改善できていると言える。

## 5 まとめと今後の課題

本研究の結果より DaNAMiCS によるシミュレーションは非常に高速に計算を行えることができる。さらに、うどん屋のデータを収集し、システムのワークフローのモデル化し、シミュレーションを行ったことで、店のどこ場所で客が混んでいるかを確認でき、特定商品半額のサービスでの利点があることが明らかになった。しかし、データの収集が少ないため、正確な平均値が得られないと考える。また、状態空間爆発を検討できず、DaNAMiCS の Stead state で検証を行うことができなかった。今後の課題としては、厳密に遅延時間を得るためにデータ収集数を増やし、状態爆発を起こさないようにワークフローのモデル化を縮小を行うこと、流体化プログラムなどの方法で、シミュレーションすることなどが考えられる。

## 参考文献

- [1] 村田忠夫、「アルゴリズムシリーズ5 ペトリネットの解析と応用」、近代科学社、1992
- [2] 松浦麻未、「確率ペトリネットによる二店舗を持つ食堂の顧客行動の解析」、愛知県立大学卒業論文、2011