

電子商取引システムのペトリネットモデルと構造特性

*日本大学 菅澤喜男

1. はじめに

ネットワーク上での商取引である電子商取引 (Electronic Commerce: 以下 EC と記す) の活用が近年注目され、企業間のみならず、政府単位での開発・研究も盛んである。EC における標準仕様もまとなり、現在ではインターネットを通じた EC が主流となり、さらに活発化する兆しがある。本研究では EC をモデル化し、不変集合解析により構造特性を解析する。モデル化には、非同期・並列的な挙動をするシステムを表現・解析するのに有益なペトリネット (Petri Net: 以下 PN と記す) を用いる。

2. ペトリネットについて

PN は、システムにおける信号あるいは情報の流れを抽象化し、簡潔に表現できるモデルとして利用されている。PN の図形表現により、システム中の事象の順序関係と状態の推移を視覚的に把握することができる。PN は、システムにおける条件と対応づけられる場所 (place) (○印) の集合、システム中の事象に対応づけられる遷移 (transition) (|印) の集合及びそれらの条件と事象の関係を表す有効線分 (→印) で構成される。更に、位置に刻印 (●印)、つまりマーキングすることによりシステムのある状態を示す。

3. EC の PN モデル

図1は EC におけるユーザー、バーチャルショップ及びクレジット会社の関係を示したモデルである。ユーザーは、インターネット上のバーチャルショップで買い物をする際に注文書と支払書を暗号化して電子証明書を添付してバーチャルショップへ発信する。バーチャルショップでは注文書のみを復号化し、支払書をクレジット会社へ発信する。クレジット会社はユーザーの認証と決済処理を行い、その通知をバーチャルショップとユーザーに返信する。本研究では、2人のユーザー (User1, User2) が、異なる2つのバーチャルショップ (V-Shop1, V-Shop2) で買い物をした際の処理をモデル化した。各プレースとトランジションの説明は以下の通りである。

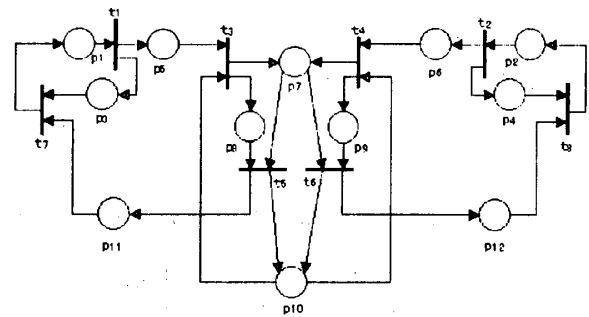


図 1. EC の PN モデル

- | | |
|--|---|
| P ₁ User1 が V-Shop1 へ注文書と支払書を送信準備中 | t ₁ User1 から注文書と支払書が V-Shop1 へ発信された。 |
| P ₂ User2 が V-Shop2 へ注文書と支払書を送信準備中 | t ₂ User2 から注文書と支払書が V-Shop2 へ発信された。 |
| P ₃ User1 は V-Shop1 及びカード会社からの応答を待機中。 | t ₃ V-Shop1 から与信 (支払書) が発信された。 |
| P ₄ User2 は V-Shop2 及びカード会社からの応答を待機中。 | t ₄ V-Shop2 から与信 (支払書) が発信された。 |
| P ₅ V-Shop1 は注文書をクレジット会社へ送る準備中。 | t ₅ 決済が終了したことが V-Shop1 へ通知され、代金が支払われた。 |
| P ₆ V-Shop2 は注文書をクレジット会社へ送る準備中。 | t ₆ 決済が終了したことが V-Shop2 へ通知され、代金が支払われた。 |
| P ₇ クレジット会社が決済処理中 (終了通知を送る準備中) | t ₇ User1 に商品が発送され、請求書が届いた。 |
| P ₈ V-Shop1 が決済処理の終了待ち状態。 | t ₈ User2 に商品が発送され、請求書が届いた。 |
| P ₉ V-Shop2 が決済処理の終了待ち状態。 | |
| P ₁₀ 排他制御の準備中。 | |
| P ₁₁ User1 への処理終了通知の準備中。 | |
| P ₁₂ User2 への処理終了通知の準備中。 | |

図2は、図1の到達可能木であり、モデルの動的変化、つまりシステムの挙動を把握する方法として用いる。

4. 構造特性

PN モデルの解析には、不変集合解析を用いる。PN の不変集合は、PN とは独立に PN の構造的な性質を解析するための手法である。不変集合にはP-不変集合とT-不変集合の2種類あり、PN の接続行列から計算することができる。接続行列とは、プレースとトランジションの接続状態を表した行列で、トランジションを基準に、トークンが入力される場合は-1、出力される場合は1となる。接続行列をNとしたとき、P-不変集合xはプレースに注目した集合であり、次の式(1)を満たす、成分が0または1で構成される非自明解の集合である。また、T-不変集合yはトランジションに注目した集合で、次の式(2)を満たす成分が0または1で構成される非自明解の集合である。

$$N \cdot x = 0 \quad (1)$$

$$N^T \cdot y = 0 \quad (2)$$

これらのx、yから発火系列を求めることにより、システム全体を通してPNモデルの動的な振る舞いを解析することができ、ネット構造の動的処理、並びにデッド・ロックやオーバフローなどが起こりうる可能性などを独立に調べることができる。

5. おわりに

本研究ではPNを用いてECをモデル化し、不変集合解析を行うことにより、その構造的な特性を解析した。構造特性を解析することにより、発火の際の系列を求めることができるので、ECのような非同期・並列的な構造を持つ複雑なシステム内で起こる事象・推移を構造的に把握し、的確に診断することができる。

参考文献

- 福島綾一 著「ループと伝送路を考慮した自立分散システムのモデル化と性能評価」システム/情報合同シンポジウム 講演論文集 1996年
- 電子商取引実証推進協議会(ECOM)ホームページ <http://www.ecom.or.jp/>
- Visa International Japan ホームページ <http://www.visa.co.jp/>

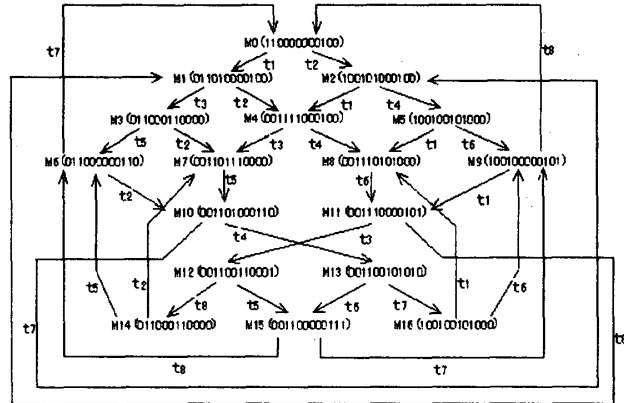


図 2. 図 1 の PN モデルの到達可能木