

一般ペトリネットの構造的性質を用いた強 L3/L2 活性構造の検知

Detection of Strictly L3/L2 Live Structures Using Structural Properties of General Petri Nets

芳澤 祐大 † Yuta Yoshizawa  
 和崎 克己 †† Katsumi Wasaki

1 はじめに

ペトリネットは、事象発生の並列性、非同期性、非決定性を有する離散事象システムの振る舞いを表す数学モデルである。ペトリネットの動的性質の1つに活性がある。活性には条件の厳しさによって活性レベルが定義されている [1][2]。本研究では強 L3-活性、強 L2-活性と呼ばれる活性レベルのトランジションが存在するために必要な構造の解析機能を設計する。

2 諸定義

2.1 活性

ペトリネットに対し、初期マーキングからどのマーキングに到達しようとして、ネット内の任意のトランジションをそのマーキングから何らかの発火系列を通して発火可能にするならば活性であると呼び、また活性条件を緩和した活性レベルが次のように定義されている。ここで  $L(M_0)$  は  $M_0$  から始まるすべての発火系列の集合、 $R(M_0)$  は  $M_0$  から到達可能なすべてのマーキングの集合を表す。また、 $L_k$ -活性であり、強  $L(k+1)$  活性でなければ、強  $L_k$ -活性と呼ぶ [1][2][3]。

- L1-活性 トランジションが  $L(M_0)$  のある発火系列において少なくとも1回発火可能。
- L2-活性 任意の正整数  $k$  に対し、トランジションが  $L(M_0)$  のある発火系列において、少なくとも  $k$  回は発火可能である。
- L3-活性 トランジションが  $L(M_0)$  のある発火系列において、無限回現れる。
- L4-活性 トランジションが  $R(M_0)$  のすべてのマーキングに対して L1-活性である。

2.2 構造的性質

ペトリネットの性質で、初期マーキングとは独立であるか、または、ある初期マーキングからの特定の発火系列の存在性と関連したものを構造的性質と呼ぶ。本研究に用いる構造的性質とその必要十分条件を下記に示す。ここで  $A$  は接続行列、 $x$  は発火回数ベクトル、 $y$  はトークンの重み付き総数和を表す [1][2]。

構造的有界性:

任意の有限な初期マーキング  $M_0$  に対して有界である。

$$\exists y > 0, Ay \leq 0$$

構造的準反復性:

いくつかのトランジションが無限に生起するような発火系列が存在する。

$$\exists x \geq 0 (x \neq 0), A^T x \geq 0$$

構造的準保存性:

任意の固定された初期マーキングについてトークンの重み付き総数が一定である。

$$\exists y \geq 0 (y \neq 0), Ay = 0$$

2.3 非巡回ワークフローネット

唯一のソースプレースとシンクプレースを持ち、全てのノードがソースプレースからシンクプレースへの有向道上に存在する正規ペトリネットをワークフローネットと呼び、そのうち有向閉路を持たないものを非巡回ワークフローネットと呼ぶ [4]。

3 強 L3/L2 活性構造の定義

強 L3-活性トランジションが存在するために必要な構造を強 L3 活性構造、強 L2-活性トランジションが存在するために必要な構造を強 L2 活性構造と呼ぶ。強 L3 活性構造・強 L2 活性構造を持つペトリネットを図1に示す。

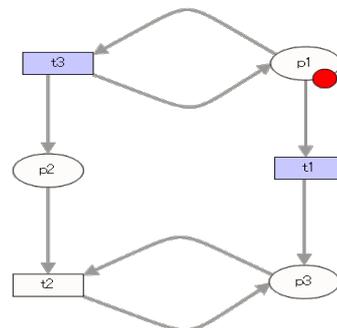


図1 強 L3 活性ペトリネットの例1

3.1 強 L3 活性構造

強 L3 活性構造は下記に示す2つの要素によって構成される。

- L3 閉路 ペトリネットの閉路のうち、閉路上のすべてのトランジションが反復性を持ち、その活性を奪う構造を持つ閉路。図1のネットにおいて、 $t_3, p_1$  で構成される閉路は反復性を持ち、その活性は  $t_1$  の発火によって奪われるため、L3 閉路となる。
- CircuitBreaker L3 閉路内のプレースを入力を持つ、L3 閉路内のトランジションの活性を奪うトランジション。図1のネットにおいて、 $t_1$  が該当する。

3.2 強 L2 活性構造

強 L2 活性構造は下記に示す2つの要素によって構成される。

- $k$ -プレース L3 閉路内のトランジションのみからトークンを無限に受け取る L3 閉路外のプレース。また、 $k$ -プレースからトークンを受け取り、 $k$ -プレースと

† 信州大学大学院総合理工学研究科, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University  
 †† 信州大学工学部電子情報システム工学科, Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University

