Osaka University Knowledge Archive

Title	離散事象制御系のネットモデルによる解析に関する研究
Author(s)	辻, 孝吉
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/635
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【19】

氏名・(本籍)	辻　孝吉（つじ　こうきち）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 7725 号
学位授与の日付	昭和62年3月26日
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**離散事象制御系のネットモデルによる解析に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 児玉 慎三 教授 西原 浩　教授 塙 輝雄　教授 角所 収 教授 寺田 浩詔　教授 浜口 智尋　教授 裏 克己

論文内容の要旨

本論文は，これまで体系的な取扱が困難とされていた離散事象制御系を対象として，ネットモデルに基づいてその動作解析を理論的に考察したものである。特に，実用上重要なクラスのシステムについてそのライブ性の必要十分条件の考察を行い，離散事象制御系の設計理論の一つの基礎を与えている。

第1章では，本研究に関連する従来の研究の概要ならびに問題点を示し，本研究の目的と意義を述べている。

第2章では，ペトリネットのサブクラスであり，並列処理などを表現するモデルとして応用上有用であるマークグラフに，制御枝と呼ばれる枝を付加した拡張マークグラフを提案し，その解析を行っている。特に，ライブであるための必要十分条件をネット構造と初期マーキングに関する条件として導出している。更に，本章で導いた定理を用いれば，マルチタスクシステムなどの場合，シミュレーションすることなしに実行不可能なタスクを容易に発見することができることを示している。

第3章では，階層的設計方法における問題を考察している。すなわち，ペトリネットモデルのトランジションをそのトランジションが表す動作を詳細表現した他のペトリネットで逐次置き換えるというトップダウン形式のシステム表現を考え，詳細化前のペトリネットが持つ有界性，安全性及びライブ性等の諸性質が詳細化後のペトリネットにおいても完全に保存される詳細化規則を導出している。特に，複数のトランジションを同時に詳細化する場合について考察している。そして，このように階層表現することによって，大規模離散事象システムの設計・動作検証の高効率化が図れることを示している。

第4章では，並行離散事象制御系としてのシーケンス制御系のモデル化と動作検証を行っている。特に，シーケンス制御系の制御部のモデル化について，従来慣用されている展開接続図や論理図のペトリ

ネットへの自動変換を可能とする変換規則を提案している。また，不必要な動作の停止などが起きないように正しく設計された展開接続図のペトリネットモデルが有界でありかつライブであることを示している。また，ペトリネットがライブであるための必要十分条件を用いれば，設計者が見落としがちな意味のない素子も容易に検出できることを示している。

第5章では，本研究によって得られた結果を総括して述べている。

論文の審査結果の要旨

並行離散事象システムをペトリネットでモデル化することは，仕様記述からシステム設計，システム制御に至るまでの全過程を統一的に取り扱うことを可能にし，離散事象制御系の設計理論の体系化に有力な手法を与えるものである。離散事象制御系の解析における基本問題には，初期状態から目標の状態への到達可能性の問題および制御フローや資源配置などにおけるデッドロックの検証問題がある。ペトリネットにおいてこれらの基本問題は，それぞれ可到達性問題およびライブ性問題として定式化される。これらの問題は互いに等価であり，決定可能であることは知られているが，実用上有効な検証アルゴリズムは極く限られたクラスのペトリネットについて得られているだけである。

本論文は，複合シーケンス制御系をモデル化するペトリネットのクラスについてそのライブ性を中心とする理論的考察を行っており，その主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) ペトリネットのサブクラスである拡張マークグラフのライブ性に関して理論的考察を行っている。並列処理などのモデルとして応用上有用であるマークグラフにおいて，可到達性やライブ性に関する必要十分条件が得られているが，マークグラフでは競合性をモデル化することはできない。そこで，マークグラフに制御枝と呼ばれる枝を付加することによりモデル化能力を高めた拡張マークグラフを提案し，若干の仮定の下で，ライブであるための必要十分条件を導出している。得られている条件はネット構造と初期マーキングで表現されており，適用しやすく実用的な条件である。

(2) ペトリネットモデルによる階層的設計について理論的考察を行っている。すなわち，トランジションをそのトランジションが表す動作を詳細にした他のペトリネットで逐次置き換えるという，階層的なシステム表現を考え，詳細化前のペトリネットが持つ有界性及びライブ性等の諸性質が詳細化後のペトリネットにおいても保存されることを保証する条件を，代置ネットの構造と初期トークンの配置により明らかにしている。特に，実問題における適用に際して必要な複数トランジションの詳細化問題を考察している。これにより逐次詳細化されるシステムのライブ性，有界性などの性質が，元のシステムの性質と代置ネットの性質を調べることにより容易に検証することができ，階層表現による効率的な解析を可能としている。

(3) 実システムのモデル化と動作検証の具体的な対象として，シーケンス制御系を取上げ，シーケンス制御系の階層的モデルを構築するための第一段階として，その最下位レベルの構成単位である制御部のモデル化を考え　いる。まず，プログラマブルコントローラのプログラムの際に用いられる展開接

続図や論理図のペトリネットへの自動変換を可能とする変換規則を提案している。このモデルは，従来提案されていたモデルに比べ，もとのシステムにおいて存在しない競合はモデルにおいても生起しない，モデルの規模が小さい，変更・保守およびモジュール化・階層化が容易である，などの特徴を有している。また，デッドロックが起こらないように正しく設計された展開接続図のペトリネットモデルが有界かつライブであることを示している。この性質を用いれば，設計者が見落としがちな冗長な素子の検出が容易である。更に，システムの一部の検証だけが必要な場合やネットモデルをより小規模で実現する場合に有用であるネットモデルの縮約規則も導いている。

以上のように本論文は，並行・非同期動作を特徴とする離散事象制御系を対象として，そのモデル化や動作検証および解析，特に，ライブ性に関する必要十分条件の考察を行っており，導かれている結果は離散事象制御系の階層設計におけるいくつかの重要な理論的基礎を与え，制御工学に寄与するところが大きい。よって，本論文は，博士論文として価値あるものと認める。