

氏 名	どう ぞの ひろし 堂 園 浩
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 1185 号
学位授与の日付	平 成 3 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学位論文題目	オブジェクト指向型モデル記述とその定性シミュレーションに関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 得 丸 英 勝 教 授 沖 野 教 郎 教 授 片 山 徹

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は大規模プラントの故障シミュレーションや事象伝達シミュレーションを行うことを目的としてオブジェクト指向型モデル記述とその定性シミュレーションに関する研究を行ったものであり、5章からなっている。

第1章は序論であり、故障診断における故障シミュレーションの位置付けおよび定性シミュレーションの重要性について述べ、本研究の意義について述べている。

第2章は定性シミュレーションの1つの方法として、従来のプロダクションシステムに離散時間の記述を導入した拡張離散時間プロダクションシステムを開発し、その実行において時間 RETE アルゴリズムを導入し、また知識表現においてオブジェクト指向アプローチを導入したことについて述べている。

プロダクションシステムのルール内に、①各属性に与える条件に対して、条件生起時間と条件消滅時間を与えられる、②実行部に対して、条件部が成り立ってから実際に実行されるまでの時間を与えられる、という2つの機能を設けることにより、離散時間プロダクションシステムを構築した。

プロダクションシステムの認知-行動サイクルにおいて、最も時間を要するプロセスは照合プロセスである。この処理を効率的に行うため RETE アルゴリズムが導入された。このアルゴリズムでは条件部をネットワークにコンパイルしてマッチング処理を行っている。離散時間プロダクションシステムに対して構造的に異なった新しいネットワークを導入することにより照合プロセスの効率化を行った。

第3章ではオブジェクト指向アプローチに基づく定性ネットワークモデルについて述べている。プラントの故障解析等においては、物理系の記述において変数レベルでの記述が必要であり、かつ変数間の作用をモデル化する必要がある。このような場合、前章の手法は困難を伴う。そこで、プラントの構造から容易に導くことができる定性ネットワークをモデルとして用い、この定性ネットワーク上で定性シミュレーションを行うことを目的として、定性ネットワークモデルの構築について論じている。このモデルではプラントの状態変数をノードで、変数間の作用をアークで表している。ノードやアークには定性値を持たせ

ることがある。定性値としては0, +, -, ?の4種類でそれぞれ基準値あるいは0, 基準値より大あるいは+, 基準値より小あるいは-, 決定不能を表す。定性値の外に状態値とよぶ文字列情報を導入している。例えば, バルブ開度という変数が-であるとき閉じ過ぎを表すが, 完全に閉まった状態を close, 故障で固定している状態を stuck で表す等である。

大規模なシステムの場合, モデルを構築するには何等かの系統的手法が必須である。そこで, オブジェクト指向アプローチに基づく継承の手法により段階的にモデルを作成する枠組みについて論じている。

第4章では各部分毎に作成した定性ネットワークモデルを結合させて全体のモデルを構成することについて述べ, ついでこのネットワーク上で定性シミュレーションを行うアルゴリズムについて述べている。このアルゴリズムは de Kleer の定性シミュレーションを定性ネットワーク上で行うよう改良したものである。ここで値伝播は動的伝播と静的伝播に分けて処理することが可能としている。

また, 定性シミュレーションでは定性値間の物理的一貫性が保持されているかどうかが重要であるが, このアルゴリズムでは定性ネットワークの特徴を生かした一貫性のテストを行い, 効率を上げている。

第5章は結論であり, 全体のまとめを行っている。

## 論文審査の結果の要旨

プラントに故障が発生した場合に, その影響がシステムに伝達され各部にどのような症状が発生するかを計算機上で模擬することを故障シミュレーションという。故障シミュレーションは故障診断の知識ベースの作成に有用である。本論文は, 故障シミュレーションや一般的な事象伝達シミュレーションを柔軟に行うため, オブジェクト指向型モデル記述及び定性ネットワークモデルに基づく定性シミュレーションについて研究した結果をまとめたものであり, 得られた主な成果は次の通りである。

1. プロダクションシステムの条件部及び実行部に離散的ではあるが時間を含む形でルールを記述できるよう拡張し, 動的システムのシミュレーションを可能とした。ここで, 柔軟に定性モデルを作成できるようにするため, オブジェクト形式のルール記述を用い, 時間を含む場合でも, 継承関係に基づく階層的知識表現が可能であり, かつオブジェクト間のリンクとその通信機構によりオブジェクト間の関係を表現することが可能であるよう, ルール記述法に改良を加えている。また, シミュレーションの実行において一番時間がかかるマッチング処理を高速に行うアルゴリズムを開発している。

2. 量的観点を取り入れるため, 変数をノードとし, 変数間の関係を属性を持ったアークとするネットワークモデルを導入し, 定性シミュレーションのシステムを開発している。本システムでは, 変数間の物理作用に関する知識はシステムが持っており, またリンクに関して特別の記述を必要としないので, 記述の負担が小さい。本システムは量的観点を取り入れたとはいえ, 定性シミュレーションシステムであり, ネットワーク上での変数値の一貫性や変数値の伝播の妥当性が失われる可能性があるが, これを調べる規則を導入し, 実用性を高めている。

また, 実際の例についてシステムを作成し, その有用性を確かめている。

以上の成果により本論文は学術上, 實際上寄与するところが少なくなく, 工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成3年2月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。