

氏名	Park 朴	Mi 美	Rang 娘
授与学位	博士（工学）		
学位授与年月日	平成5年3月25日		
学位授与の根拠法規	学位規則第5条第1項		
研究科、専攻の名称	東北大学大学院工学研究科 （博士課程）情報工学専攻		
学位論文題目	通信システムの試験に関する研究		
指導教官	東北大学教授 野口 正一		
論文審査委員	東北大学教授 野口 正一	東北大学教授 白鳥 則郎	
	東北大学教授 佐藤 雅彦	東北大学助教授 富樫 敦	

論文内容要旨

信頼性が高く且つ効率的な情報通信システムを構成する上で、試験及び検証の研究は極めて重要である。同時にこの考え方はソフトウェアの生産性の向上にも大きな影響を与える。このため、試験に関する統一的な方法論の確立が課題となっているが、その最も重要な技術の一つである試験系列の生成法などについては現在十分な成果は得られていない。本論文は、試験系列の生成法について研究した成果をまとめたものであり、全編5章より成る。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、通信システムの試験に関して概括している。まず、通信システムのモデルと試験の概念について述べている。次に、試験の種別として適合性試験と相互接続試験について述べ、それぞれに関する試験の定義や方法論、試験系列の生成に関する基本的な概念及び従来手法について、詳細に論じている。

第3章では、2つのプロセスからなる通信システムの相互接続試験に関して、従来手法よりエラー検出能力が高い相互接続試験系列の生成ができる手法を提案している。

一般に、 n 個のプロセスが相互接続された環境において、個々のプロセスの動作を規定する仕様より従来の適合性試験に関する試験系列の生成法を用いて n 個の試験系列を個別に得ることができる。しかし、相互接続試験においては、 n 個の試験系列中に含まれるアクション間の相互の時間的

前後関係が非常に重要であり、この n 個の試験系列だけでは試験を行うことができない。そこで、相互接続試験においては、このような従来の適合性試験に関する試験系列の生成法とは異なる手法が必要である。本章では、上の n が $n = 2$ の場合について、相互接続試験における試験系列の生成手法を提案する。本手法では、双方向のチャンネルにより相互接続された2つのプロセスの動作を規定するプロトコル仕様を対象とする（図1）。

ここでは、仕様は有限状態機械により記述されるものとする。そして2つのプロセスとその間のチャンネルを合成したものを一つのシステムと見なし、そのシステム全体の振る舞いを調べることを相互接続試験と考える。また試験環境としては、2つの試験対象に対してそれぞれ上位レイヤ、下位レイヤの位置にテスト（それぞれ上位テスト、下位テストと呼ぶ）を置き、制御、観測する環境を想定する（図2）。本手法で得られる試験系列は、2つの試験対象の状態とその間のチャンネルの状態を合成したシステム状態の遷移を調べるための、2つの試験対象とそれぞれの上位テスト及び下位テストとの間の入出力の系列である。

本手法では、システム全体の振る舞いを示すシステム状態グラフを導入している。そして、2つの有限状態機械により記述されたプロトコル仕様よりシステム状態グラフを生成する手順をルールとして与えている（図3）。このルールによって得られるシステム状態グラフは、相互接続試験時に動作すべきシステム全体の振る舞いを表しており、ここには2つのプロセスのアクション間の相互の時間的前後関係が明確に表されている。

さらに、システム状態グラフ上において、状態の識別を行うことを基本とした試験系列を生成している。特に、相互接続試験における各プロセスの独立性を考慮し、個々のプロセスの状態の確認を行うような試験系列を生成する手法を与えている。このことにより、従来手法よりエラー検出能力が高い相互接続試験系列の生成ができることが示されている。

本手法を用いることによって、2つのプロセス

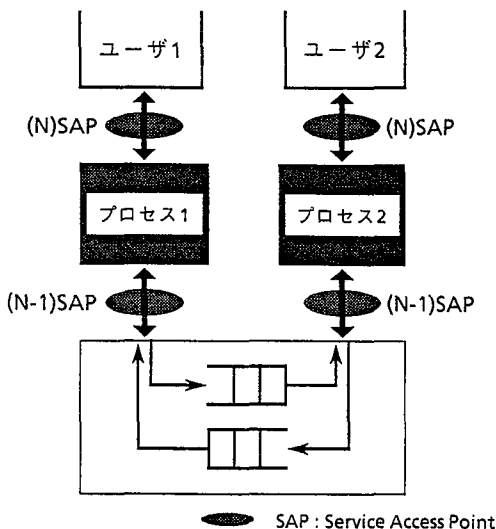


図1 被試験システムの環境のモデル

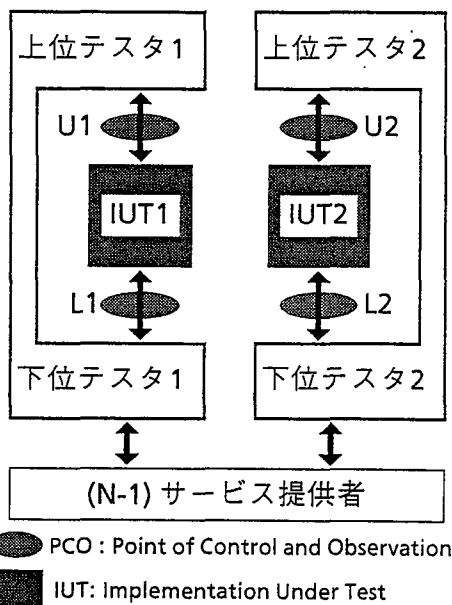


図2 相互接続性試験環境のモデル

からなる通信システムの相互接続試験における試験系列生成のコストの削減，試験の信頼性の向上などが期待される。

第4章では，第3章で示されている手法の拡張として， n プロセスからなる通信システムの場合を対象とした相互接続試験の試験系列を生成する手法を提案している。ここでは，特に多数のプロセスが並列に動作することができる相互接続試験の特徴を考慮した試験環境を提案している（図4）。そして，試験の実施時の時間を短縮することにより効率的な試験を行うことができるような試験系列を生成することをその特徴としている。

本手法では，まず，多数のプロセスの相互接続試験における試験時間を短縮するために，並列試験系列記述法 PTSN（Parallel Test Sequence Notation）を提案している。従来の TTCN（Tree and Tabular Combined Notation）等による記述法では，試験系列を1つの時間系列として表した。そのため，このような試験系列に基づく試験下においては，ある1つのプロセスで1つの試験イベントを制御／観測している時は，他の全てのプロセスに対する制御／観測は行われない。このことは，試験の実施時間の増大を招き，試験の効率化に影響を及ぼすという問題があった。これに対し，本章で提案している PTSN では，並列オペレータを用いて複数

のプロセスで並列に制御／観測動作が可能であることを陽に表現することができる。これにより，試験の実施時間が短縮され，試験の効率が向上することが示されている。

そして，この記述法に基づいた試験系列を生成する手法を提案している。本手法では，システム全体の動作を表すシステム状態グラフを n プロセスに拡張し，システム状態グラフ上において状態の識別を行うことを基本とした試験系列を生成している。特に相互接続試験の特徴である複数プロセスの独立性を考慮し，PTSN に基づいた試験系列の生成を行うことによって，並列動作を含む試験の実施が可能になっている。

最後に，本手法を用いた相互接続試験の効率について考察している。特に試験の費用に直接反映

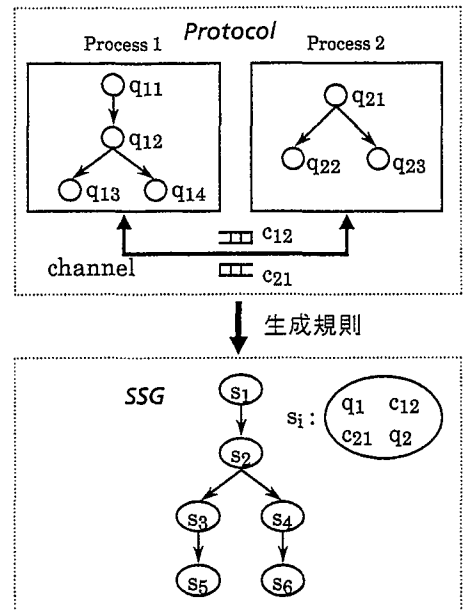


図3 システム状態グラフ (SSG) の生成

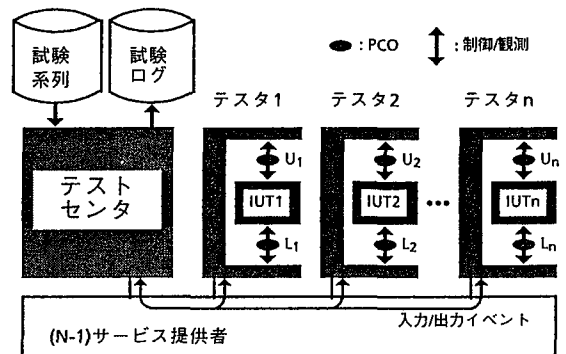


図4 相互接続性試験環境のモデル

される試験の実施時間について詳しく検討している。本手法を用いることによって、 n プロセスの相互接続試験の実施時間が短縮され、試験の効率が向上すること、さらに、大規模なシステムやより複雑な処理を行うシステムに対し特に本手法が有効であることが示されている。

本手法を用いることによって、 n プロセスの通信システムの相互接続試験のコストの削減、試験の信頼性の向上などが期待されている。

第5章は結論であり、研究のまとめ、今後の展望、課題について述べている。

以上、本論文は情報通信システムの設計の基本問題である試験に関する詳細な研究を行い、高度な情報通信システム構成のための基礎を与えるもので、情報通信工学、計算機工学の発展に寄与することが期待される。

審査結果の要旨

信頼性が高く且つ効率的な情報通信システムを構成する上で、その試験及び検証の研究は極めて重要である。同時にこの考え方はソフトウェアの生産性の向上にも大きな影響を与える。このため、試験に関する統一的な方法論の確立が課題となっているが、その中で重要な技術の一つである試験系列の生成法などについては現在十分な成果は得られていない。そこで、著者は試験系列の生成法について理論と実験の両面から研究した。本論文はその成果をまとめたものであり、全編5章より成る。

第1章は序論である。

第2章では、通信システムのモデルと試験の一般概念について考察し、試験の方法論、試験系列の生成に関する基本的な概念及び従来の手法について詳細に論じている。

第3章では、有限状態機械をモデルとする2つのプロセスからなる通信システムを対象とした相互接続試験に関する試験系列の生成法を提案している。ここでは、相互接続された2つのプロセスの動作を表す状態グラフを生成するアルゴリズム、及び状態グラフ上において状態の識別に基づいて試験系列を生成するアルゴリズムを与えている。本手法を用いることにより、エラー検出能力の高い試験系列が生成できることを示しており、通信システムの相互接続試験における試験系列生成の有効な手法として評価できる。

第4章では、第3章で構成された手法の拡張として、 n プロセスからなる通信システムを対象とした相互接続試験の試験系列を生成する手法を提案している。ここでは、特に多数のプロセスが並列に動作することができる相互接続試験の特徴を考慮した試験環境、及び、試験の並列動作を記述することができる並列試験系列記述法を提案している。また、試験の時間を短縮し効率的な試験を行うことができるような試験系列を生成するアルゴリズムを与えている。本手法を用いることにより、相互接続試験の実施時間が短縮され、試験の効率が向上すること、さらに、大規模なシステムやより複雑な処理を行うシステムに対し本手法が有効であることが示されている。これらは重要な成果である。

第5章は結論である。

以上要するに、本論文は情報通信システムの設計の基本問題である試験に関する詳細な研究を行い、高度な情報通信システム構成のための基礎を与えたもので、情報通信工学、計算機工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。