Title	通信プロトコルの等価性及びエラーリカバリ性の検証とプログラムへの変換に関する研究
Author(s)	二宮, 清
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3052208
DOI	10.11501/3052208
rights	
Note	

【48】

氏名・（本籍）	二宮（にのみや） 清（きよし）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第9379号
学位授与の日付	平成2年10月18日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	通信プロトコルの等価性及びエラーリカバリ性の検証とプログラムへの変換に関する研究
論文審査委員	（主査）教授 谷口 健一 （副査）教授 嵩 忠雄　教授 都倉 信樹　教授 宮原 秀夫 教授 藤井 護

論文内容の要旨

本論文は，通信処理に関する研究のうち，プロトコルマシンの等価性及びエラーリカバリ性の検証と通信プロトコルの代数的仕様からプログラムへの変換に関する研究を3章にまとめたものである。

緒論及び各章の第1節では，研究の現状，その工学上の意義，本研究の新しい成果について概説している。また，各章の最後の節及び全体の結論では，本研究で得られた主な結果と，今後に残された問題点について述べている。

第1章では，プロトコルマシンを，任意の整数値を保持する有限個のレジスタをもち，演算として整数の加減算，等号・不等号判定，AND，OR，NOTを用いるオートマトンとしてモデル化し，その等価性を定義している。一般にこのモデルの等価性は判定不能である。本論文では二つのプロトコルマシンM1，M2の状態やレジスタ値の間の関係を表わす述語Ψを検証者が指定し，「M1，M2が常にΨをみたし，かつ，Ψをみたす状態やレジスタ値に対しては次の入力に対する出力が等しいか」ということを調べる方法を提案する。第1章の前半では，述語Ψのクラスを定め，それらが成り立つための判定可能な十分条件を与え，後半では，その判定手続きをプログラム化して，SDLC手順を実現する二つのマシン例に対して適用し，等価性の証明において本論文の手法が有効であることを確かめた。

第2章では，第1章でモデル化した2つのプロトコルマシンが，エラーリカバリ性をもつことを保証するための自動検証法について述べている。一般に，プロトコルマシン間で通信を行っている際に，マシンダウンや回線障害等が発生して異常な状況に陥ってもいつかは正常な状況に復帰することをエラーリカバリ性と呼ぶが，本論文ではプロトコルマシン対がエラーリカバリ性をもつことを整数線形計画問題の解の非

存在性の証明に帰着して機械的に証明する為の方法を提案した。また，その証明手続きをプログラム化し，それを用いてハイレベル手順を実現するプロトコルマシン対のエラーリカバリ性を検証することによりその手法の有効性を示した。

第３章では，通信プロトコルの代数的仕様から，手続き型プログラムへの変換について述べている。まず，変換法の正しさに関する議論が厳密に行えるよう，変換法を形式的に記述した。また，この変換法に従ってプロトコルの代数的仕様をＣ言語プログラムに変換するコンパイラを作成した。本コンパイラでは，レジスタ値の待避の個数が少なくなるような代入文の実行順を選択する等の最適化も行っている。ＯＳＩセションプロトコルの代数的仕様を入力例として生成されたプログラムを動作させた結果，人手で作成されたプログラムと同等の効率をもつプログラムを生成できることが確認された。

論文審査の結果の要旨

計算機間通信の多様化・複雑化と共に，通信の手順を規定する通信プロトコルの設計やプログラム作成のための技法の開発はますます重要な課題になってきた。本論文は通信プロトコルの仕様の正しさの証明とプログラムの自動生成に関する研究を扱ったものである。

本論文の第１章では，まず，通信プロトコルを表現するプロトコルマシンを導入し，二つのプロトコルマシンＭ１，Ｍ２の等価性を定義している。この等価性は一般に決定不能である。そこで，本論文では，検証者がＭ１，Ｍ２の間で成立すると思われる不変式を予測し，それが不変式であり，かつ，そのもとで等価な動作を行うかどうかを機械的に調べる方法を提案している。その判定法をプログラム化して，ＳＤＬＣ手順の２次局を表すプロトコルマシンの等価性を検証し，その手法の有効性を実証している。

第２章では，互いに通信を行う二つのプロトコルマシンの対に対し，回線障害等が生じてもデータ再送の手順が意図通り働き，いつかは正常な送受信状況に復帰するか，あるいは，オペレータ通告状態に入るかというエラーリカバリ性を定義し，その自動証明の方法を提案している。又，それをプログラム化し，ＨＤＬＣ手順の１次局と２次局を表すプロトコルマシン対に対して検証を行い，その手法が有効であることを確かめている。

第３章では，通信プロトコルの代数的仕様から手続き型プログラムへの変換法の形式的記述を与えている。又，その変換法に基づいたコンパイラを作成し，ＯＳＩセションプロトコルの代数的仕様に対し，得られた目的プログラムの実行効率が人手によるものと同等であることを確認している。

以上のように，本研究は，通信プロトコルの自動検証及びプログラムの自動生成に関して新しい方法を提案し，それらの手法が有効であることを実用プロトコルを用いて実証したという点で，この分野の研究及び技術の発展に寄与するところが大きく，工学博士学位論文として価値あるものと認める。