



Title	高信頼度マルチキャストを実現するARQ方式の性能評価に関する研究
Author(s)	天木, 覚視
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43433
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	あま き さと み 天 木 寛 視
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 9 9 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	高信頼度マルチキャストを実現する ARQ 方式の性能評価に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 石井 博昭 (副査) 教 授 豊田 順一 教 授 伊東 一良 助教授 笠井 康弘 講 師 菅 誠一郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、複数の受信局に対するデータ伝送の信頼性を保証する ARQ 方式について、従来の性能解析結果よりも多くの環境に適用可能な性能解析結果を示し、その数値例を示して解析結果の有効性を明らかにした。本論文の構成を以下に示す。

第1章では、研究の背景と本論文の構成について述べた。

第2章では、本論文で対象とするマルチキャスト通信と誤り制御方式の基礎について概観した。

第3章では、2状態マルコフ過程でモデル化した非独立なパケット誤りを持つ放送型チャンネルにおけるマルチキャスト GBN-ARQ 方式のスループットを解析し評価した。まず、これまでに行われたマルチキャスト GBN-ARQ 方式の性能解析および評価における問題点について明らかにし、システムのモデルと解析仮定について述べた。続いて、性能解析の対象とするマルチキャスト GBN-ARQ 方式の動作について説明した。その上で、スループットの解析を行った。更に、解析結果に基づく数値結果を示し、結果に対する考察を行った。

第4章では、各チャンネルにおけるパケット誤りが互いに独立な2状態マルコフ過程に従って発生する、非独立なパケット誤りを持つ並列チャンネルにおけるマルチキャスト GBN-ARQ 方式のスループットを解析、評価した。ここで解析の対象としたのは、第3章で説明を行った基本的なマルチキャスト GBN-ARQ 方式である。解析モデルについて説明を行った後、スループット解析を行った。更に、解析結果に基づく数値結果を示し、結果に対する考察を行った。

第5章では、分布型ネットワークにおける受信局再送型およびルータ再送型のローカルリカバリーマルチキャスト ARQ 方式の性能を解析、評価した。まず、分布型ネットワークにおけるマルチキャスト通信の信頼性を保証する誤り制御方式とその性能評価に関する問題点を明らかにした。次に、既存のマルチキャスト選択再送 ARQ 方式の概要について説明した。そして、本章において解析の対象となる受信局再送型およびルータ再送型のローカルリカバリー方式の動作について説明した。続いて、解析モデルについて説明し、性能解析を行った。更に、解析結果の数値例を示し、結果に対する考察を行った。

第6章では、本研究の総括を行い、その成果や意義をまとめるとともに、今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

複数の受信局に付して同一の情報を同時に伝送することをマルチキャストという。マルチキャストにおいて、データ伝送の信頼性を要求する多くのアプリケーションが提案されていることから、マルチキャストのための誤り制御方式に大きな関心が寄せられている。マルチキャストのための誤り制御方式を実現するためには、その性能を評価することが必要不可欠である。更に、誤り制御方式の性能は、利用される環境によって大きく左右されるため、様々な環境で性能評価を行うことが非常に重要である。本論文は、高信頼度マルチキャストを実現する ARQ (Automatic Repeat reQuest) 方式について、従来の性能解析結果を適用できない環境において性能を解析し、評価することを目的としており、その主要な成果を要約すると次のようになる。

(1) 従来、独立なパケット誤り発生過程を想定して性能解析が行われてきたマルチキャスト GBN-ARQ (Go-Back-N ARQ) 方式について、2 状態マルコフ過程でモデル化した非独立なパケット誤りを持つ放送型チャンネルにおけるスループット解析を行っている。更に、解析結果に基づく数値例を示し、受信局数、信号が送信局と受信局の間を往復するのに必要な伝搬遅延、およびパケット誤り発生過程の性質がマルチキャスト GBN-ARQ 方式のスループット性能に与える影響を明らかにするなど、新たな知見を得ている。

(2) それぞれ独立に遷移を生ずる 2 状態マルコフ過程でモデル化された非独立なパケット誤りを持つ並列チャンネルにおけるマルチキャスト GBN-ARQ 方式のスループットを解析している。また、解析結果にもとづく数値結果を示し、マルチキャスト GBN-ARQ 方式のスループットが受信局数・ラウンドトリップ遅延、およびパケット誤り発生過程の性質によって受ける影響を明らかにするなど、従来の独立なパケット誤り発生過程を想定した性能解析結果では得られない新たな知見を得ている。

(3) 分布型ネットワークにおいて、ルータ再送型及び受信局再送型のローカルリカバリーを用いた選択再送型マルチキャスト ARQ 方式について、各リンクにおける負荷と、網内の負荷を調べることを目的として、全受信局がひとつのパケットを正しく受信するまでに必要となる、各リンクにおける平均パケット伝送回数の解析を行っている。この解析はこれまでに行われた解析とは異なり、任意のマルチキャストツリートポロジに対して、パケット損失が複数の受信局に与える影響の相互依存性を考慮して行っている。更に、解析結果を様々な状況に適用することによって、(i) ローカルリカバリー方式がグローバルリカバリー方式よりも伝送効率がよいこと、(ii) ルータ再送型が受信局再送型よりも送信ノードにおける処理負荷を効果的に分散すること、(iii) ルータ再送型の性能はルータからソース側につながるリンクのパケット損失率に、また、受信局再送型の性能は、受信局に接続するリンクのパケット損失率に大きく影響されること、(iv) 受信局再送型およびルータ再送型のそれぞれにおいてローカルに再送処理を行うリプライアおよびアクティブルータの位置がローカルリカバリー方式の性能に与える影響、そして、(v) リプライアの選択が受信局再送型の性能に与える影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は、非独立なパケット誤り発生過程を持つ放送型チャンネルにおけるマルチキャスト GBN-ARQ 方式、各チャンネルで互いに独立に非独立なパケット誤りを発生する並列チャンネルにおけるマルチキャスト GBN-ARQ 方式、ならびに、分布型ネットワークにおける受信局再送型およびルータ再送型のローカルリカバリーマルチキャスト ARQ 方式の性能の解析および評価を論じたものである。得られた解析および評価結果は、従来の性能解析結果を適用できない現実的な通信環境におけるものであり、応用物理学、特にコンピュータ工学及び通信網工学の発展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。