

内94-40

早稲田大学大学院理工学研究科

## 博士論文概要

### 論文題目

再配置形 ATM 交換方式の研究

申請者

金 東輝

Dongwhee KIM

電気工学専攻 情報通信網研究

1994年 12月

本論文では、ATM交換方式として再配置形ATMスイッチについて述べている。新しい再配置形セルフルーチングスイッチとその制御アルゴリズムとしてFast re-Arrangeable Nonblocking(FAN)スイッチとFANアルゴリズムを提案し、FANスイッチにFANアルゴリズムを適用すると非閉塞になることを論理的に証明すると共に、他の網との比較・検討を行い、その結果を整理する。

また、FANスイッチのマルチキャスト機能について説明し、その複写率を解析的な方法によって求める。それからFANスイッチの性能評価を行ない、その結果を整理した。最後に、ATM交換の即時式スイッチにおける呼幅輻率と時間幅輻率の関係、及び呼幅輻率とセルの廃棄率の関係を明確にする。以下に各章の概要を述べる。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的、および論文の構成と概要について記している。

第2章では、ATM交換方式の現状および特徴について述べる。既存技術の問題を比較・検討することにより、ATMが必要となった背景を説明する。そしてCCITTを中心として行なわれているB-ISDNの国際標準化活動の中で、ATM交換方式と密接な関係のある内容を簡単に説明する。また、ATM交換方式の特徴に基づいてATMスイッチに要求される機能をまとめ、今まで提案されているATMスイッチをスイッチの特徴および問題点を述べる。それから既存のATMスイッチをスイッチの内部構造に従って分類し、各方式の代表的なスイッチを紹介する。最後に、既存のスイッチが解決すべき諸般問題を明確にすることにより、本論文の方向づけを示す。

第3章では、第2章での結論に基づき、既存の再配置網とは全く異なる新しい再配置形セルフルーチングスイッチの構造とその制御アルゴリズムについて述べる。まず、再配置網が必要となってきた理由を説明するために、現在の再配置網に至るまでの経緯について述べる。そして現在使用されている再配置形セルフルーチング網の問題点をLoopingアルゴリズムを引合にして説明する。次に、今までの再配置網とは違って経路決定過程が制御プロセッサの制御に依存することなく、ルーティング過程と共に各々のスイッチャメントで行われる新しい同期式再配置網として、FANスイッチとその制御アルゴリズムであるFANアルゴリズムについて述べる。FANスイッチにFANアルゴリズムを適用すると非閉塞になることを論理的に証明すると共に、他の網との比較・検討を行い、その結果を整理する。

第4章では、第3章で提案したFANスイッチにマルチキャスト機能を付け加える方法について説明する。まず、従来のマルチキャストスイッチが抱えている問題点を構造的な観点から分析し、その解決課題について述べる。そして一般にマルチキャストスイッチが具備すべき機能について述べる。次に、マルチキャスト機能の実現法としてユニバーサルマルチキャスト(UNISM)方式を提案する。UNISM方式の原理および動作方式について述べ、実際に複写が行なわれる過程を連続複写、分散複写、バーチャル連続複写に分けて説明する。それからUNISM方式における複写率を解析的な方法によって求め、他方式の結果と比較・検討する。また、複写されたセルがルーティング網に入ってくると出線競合が避けられなくなるため、出線競合の解決策について論ずると共に出線競合の一

解決策を提示する。最後に、マルチキャストスイッチとしてのFANスイッチを既存のマルチキャストスイッチと比較・検討し、その結果を整理する。

第5章では、FANスイッチをマルチキャストスイッチとして扱い、その性能解析を行なう。まず、ATMスイッチの性能解析に基本となる内容を簡単に紹介し、それをベースにしてマルチキャストが行なわれるときの性能解析とFANスイッチにおける内部バッファ容量の解析を行なう。マルチキャストセルが要求する複写個数が幾何分布と一様分布に従うと仮定し、それぞれに対して複写アドレスがランダムの場合と同一の場合に分けてブロッキングレートを求める。更に、スイッチのブロッキングレートには呼ブロッキングレートと時間ブロッキングレートがあるため(この件については第6章参照)、各々のケースにおいて両ブロッキングレートを求める。各ブロッキングレートを解析的な方法により計算する。これらの評価は時間的な変動のないトラヒックを対象として行なっているに対して時間的な変動を伴うトラヒックについても性能評価を行なう。しかし、ATMはパケットモードなので入力トラヒックをスイッチの速度を表すようにモデル化することが難しいため、一般的なトラヒックに対して性能評価を行なうことは困難である。ここでは時間的に変動するトラヒックにおけるATMスイッチの性能評価方法の方向提示の一環として、マルチキャストセルがバーストで到着するという限られたトラヒックに対して性能評価を行なう。評価項目としてスイッチのブロッキングレートとブロッキングレートの平均を求め、ブロッキングレートの平均をベースにしてスイッチの速度を変更したときのブロッキングレートの推移を調べる。

一般にブロッキングレートというのは呼ブロッキングレートの指す意味で使われるなので、本論文では特別に明示しない限りブロッキングレートというのは呼ブロッキングレートを指す意味で使う。

第6章では、ATM交換におけるブロッキングレートの関係について述べる。一般に幅輻によって呼に対する所定の接続サービスが不可能となる確率を幅輻率といふが、これは2種類に大別される。一つは、任意の時点においてスイッチ網がふくそう状態にある確率、すなわちある時間内にふくそう状態にある時間の割合を示す時間ふくそう率(time congestion)である。もう一つは、ある呼が生起したとき、その呼がふくそう状態に合う確率、すなわち生起した呼全体のうちでふくそうに合う接続できない呼の割合を示す呼ふくそう率(call congestion)である。スイッチのうち、幅輻のために呼の接続が行なえないときには直ちに接続を拒絶する方式を即時式(loss system)といふ。拒絶された呼を損失呼(lost call)といふ。損失呼の割合を呼損率(probability of loss)といふ。回線交換の即時式スイッチの場合、呼ふくそう率と呼損率とは一致するし、呼の生起がランダムであれば呼ふくそう率と時間ふくそう率とは一致する。しかしATM交換においては入力トラヒックの条件が回線交換とは違うため、ふくそうの関係も違うと予想される。ここでは、 $N \times N$ 即時式ATMスイッチの内部速度をリンク速度のL倍にしたとき、なおかつ入力トラヒックがランダム生じる場合の廃棄率と呼ブロッキングレートとの関係、および呼ブロッキングレートと時間ブロッ

キングレートとの関係を明確にする。

第7章では本論文で得られた成果をまとめ、本論文で至らなかった問題を今後の課題として述べる。