

氏 名	はつ どり しん み 服 部 進 實
授 与 学 位	工 学 博 士
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 58 年 12 月 14 日
学 位 授 与 の 根 拠 法 規	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 39 年 3 月 東北大学工学部電子工学科卒業
学 位 論 文 題 目	非実時間通信処理機能を有する音声メッセージ交換 システムの研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 野口 正一 東北大学教授 佐藤利三郎 東北大学教授 重井 芳治 東北大学助教授 長沢 庸二

論 文 内 容 要 旨

1 章 序 論

コンピュータの蓄積プログラム技術とLSI等の半導体技術の進歩は、通信網のデジタル化、特にデジタル電子交換機の実用化を現実のものとしつつある。かようなデジタル技術は、すべての信号がある約束されたアルゴリズムに従っていることから、蓄積プログラム技術と融合することにより、各種多彩な処理が、容易に実現し得る可能性を秘めている。

一方、複雑多様化するオフィス業務の効率化を目的としたオフィスオートメーション(OA)が進展しつつあり、かようなOA環境下において、デジタル電子交換システムは、オフィス通信網の中核として、その役割を期待されており、マンマシンインタフェースの高度化を含めた通信フィーチャ(通信サービス)の拡大展開の方向に進むものと思われる。

本論文では、かような背景のもとに、デジタル電子交換機のこれらの優れた特徴を生かしつつ、オフィス通信網のノードに蓄積処理機能を導入し、機能高度化したマンマシンインタフェースを有する通信処理端末と、コマンド体系により有機的に結合させた音声メッセージ交換システムを提示し、通信分野の拡大を図ることを目的としている。

そのため、音声メールシステムを主体とした通信処理フィーチャについて、これを利用する加入者の立場より、マンマシンインタフェースおよびそれをサポートするコマンド体系やプロトコル構造を明確にし、これを基にシステムアーキテクチャ、ソフトウェア構成について検討する。さらに

メールボックス通信系を中心としたトラヒック解析方法，設計方法について，数値解析，シミュレーションにより明らかにする。同時に該音声メッセージ交換システムについて開発試作を行い，処理能力，蓄積処理効率等の評価を行い，かようなシステムの開発設計手法を確立する。

2 章 非実時間処理形電話交換システム

従来より開発が行われているディジタル電子交換システムは，口頭による意志伝達に関する重要な役割を演じており，これは加入者の意志伝達内容を実時間ベースで集配信するといった回線交換接続に基づくものである。

一方，OA環境下では，これらの機能だけでは，オフィス通信網の核としての役割は果し得ず，以下に示す新しい機能条件を満たすことが必要となってきた。

(1) 適用領域の拡張

各種通信処理機能の追加変更，適用通信容量の変動に対し，基本方式を変えることなく対応できること。また，音声，文章，画像等のマルチメディア情報を扱えること等が要求される。

(2) 時間的，空間的機能拡張

通信する相手が話中，不在時でも通信目的を果せること，また，通信する相手を端末または電話番号単位から，個人または氏名，所属組織単位に指定選択できること等の機能要求がある。

(3) 通信処理フィーチャの拡大展開

各種通信処理フィーチャを容易に展開しうるマンマシンインタフェースおよび通信端末に対する要求が生じている。

3 章 非実時間通信処理機能を有する音声メッセージ交換システム

前章のOA環境下の要求条件を満たす新しい交換システムとして既存のディジタル回線交換機能によるメッセージ集配信機能を生かした上で，音声メッセージの蓄積処理機能を融合させた非実時間通信処理システムの基本的考え方，およびシステム構成方法について提示する。

該システムのアーキテクチャおよびソフトウェア構成については，音声メールシステムを中心とした各種通信フィーチャを加入者が利用する時のマンマシンインタフェースをもとに，その構成要因を抽出する。すなわち

(1) コマンド体系およびプロトコル構造

音声メールシステムにおいて，音声メッセージを編集作成，集配信，格納検索処理するコマンド体系，これらのサービスシーケンスをサポートするプロトコル構造，加入者メッセージ管理情報に関するユーザプログラマビリティ等について，そのマンマシンインタフェースとメールボックス通信系とを有機的に結合する新しい交換システム体系を構成する要因として考察する。

(2) メッセージ通信端末方式

前述のマンマシンインタフェースの機能向上を実現するメッセージ通信端末として，可視，可聴機能でサポートされた音声，文章同時通信機能，会話処理による操作機能，コマンド信号

処理機能等が重要であることを明らかにする。

(3) 分散処理交換システム (図-1)

プロトコル階層上、物理回線の接続処理を行う回線交換系を中心に、共通システムバスに標準インタフェースで接続する分散モジュールを構成し、これらをビルディングブロック構成で積み上げる完全分散方式の交換アーキテクチャを提示する。処理プロセッサを含む分散処理交換システムを構成する上でソフトウェア構造の簡略化、および、プロセッサ間通信による処理能力低下が大きな問題となるが、これらを解決する方法として入出力処理をファームウェア化したバーチャルスイッチングシステム、オルタナティブロジカルチャネルによる効率的なマルチプロセッシングシステム等のアーキテクチャが有効であることを明らかにする。

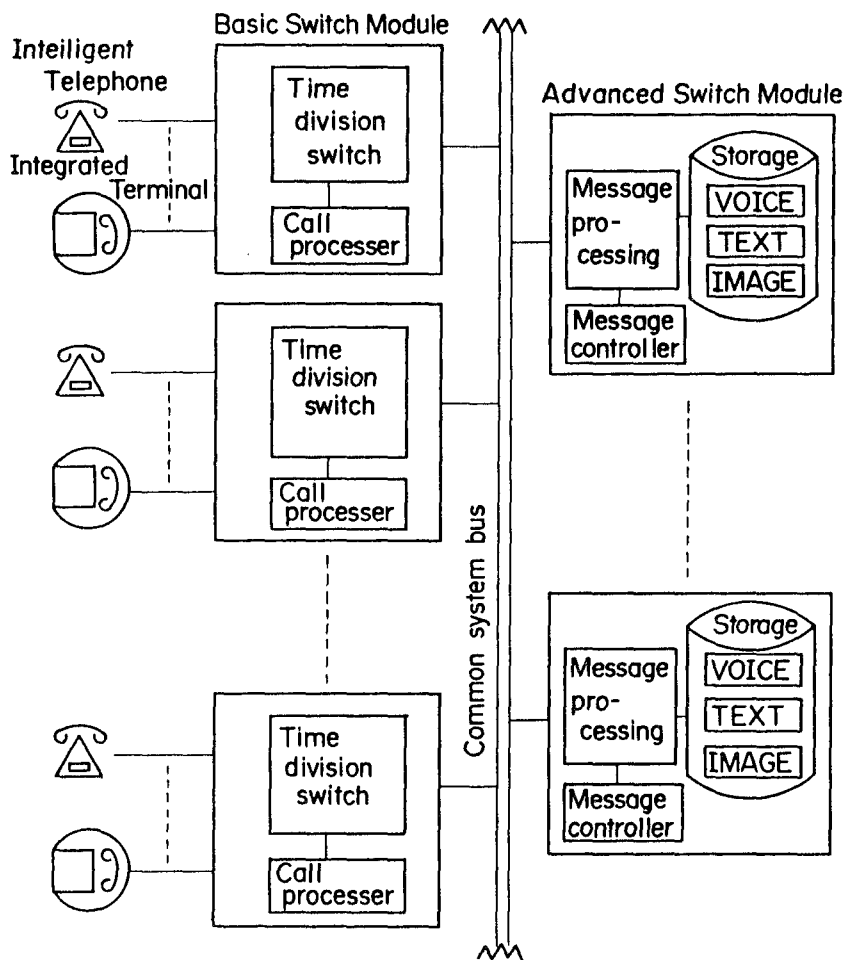


Fig-1 Configuration of message switching system

(4) マルチメディア蓄積ファイルシステム

音声、文章、画像情報を階層的に蓄積処理する多重メッセージ構造による蓄積ファイルシステムのアーキテクチャを示す。

とくに、実時間連続性を必要とし、情報量の大きい音声情報については、パケット化、無音除去技術を用いて効率的に蓄積する方法、および、メッセージ管理情報を加入者データベース化するメッセージ集中管理方式等について述べる。

4 章 音声メッセージ交換システムの蓄積系トラヒック解析方法

音声メッセージ交換システムの設備容量を具体的に設計するためには、蓄積ファイル容量、メッセージを書込み、また読出しするアクセス回線容量、プロセッサ処理能力、転送バッファ容量等の把握が必要である。

そこで、本章では、音声メッセージ交換システムのメールボックス通信系を中心としたトラヒック設計を行うための基礎となる解析モデルの構築、それによる解析方法、解析モデルの妥当性、解析方法の正当性、およびこれから得られるトラヒック特性について解明する。

(1) 蓄積系のトラヒック解析要因 (図-2)

N 個の加入者のうち、 $N \times a_0$ アーランの生起呼が着信加入者の話中状態に遭遇する比率は、加入者呼率 a_0 に相当するので $N \times a_0^2$ アーランの呼量が蓄積系に話中呼として生起するものとする。

一方、加入者が端末設置場所より離席する不在現象を、 N 個の端末のうち、加入者が呼出し応答しない端末の割合 δ_0 として定義する。したがって、着信加入者の不在状態により蓄積系に生起する呼量は $N \times a_0 \times \delta_0$ アーランであると考ええる。

蓄積ファイルを同時にアクセス可能なアクセス回線が、最大 S_L 個設置され、呼損率 B_L で閉塞される。蓄積ファイルでは平均通話時間に相当するメッセージ情報量で規格化したメッセージが最大 S_F 個収容でき、呼損率 B_F で閉塞を受ける。

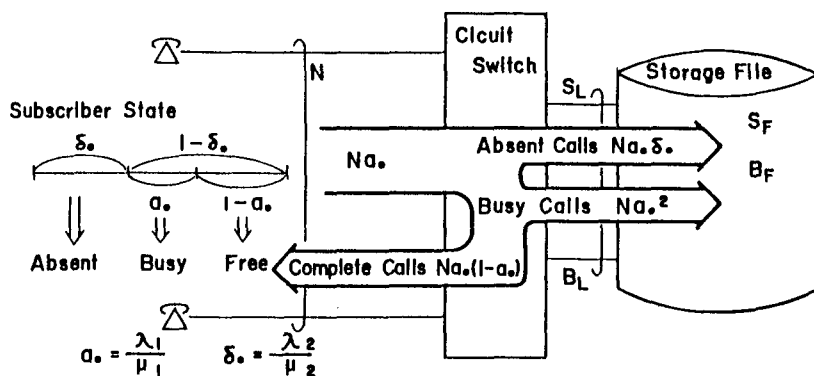


Fig-2 Traffic parameters of message switching system

かように加入者不在率 (δ_0) 話中率 (a_0) より不在呼量, 話中呼量を定義し, アクセス回線呼損率 (B_L) 蓄積ファイル呼損率 (B_F) を与えた時の蓄積系ファイル容量 (S_F) アクセス回線容量 (S_L) を導出するためのトラヒック解析要因を明らかにする。

(2) 蓄積系のトラヒック解析モデル (図-3)

蓄積系内の音声メッセージの流れは

- ① 発信加入者端末と蓄積系内ワークエリアをアクセス回線経由で接続したメッセージ書込状態 (WRITE)
- ② アクセス回線を解放し, 着信加入者メールボックスに投函し滞留させているメッセージ滞留状態 (STORE)
- ③ 着信加入者と蓄積系内の送出バッファをアクセス回線経由で接続したメッセージ読出状態 (READ)

の各フェーズに分割できる。

この点に着目し, 蓄積系のトラヒック解析モデルとしてはメッセージ書込状態 $Q_1(i, j)$ は, 不在呼が i 個, 話中呼が j 個, それぞれ生起率 λ_A, λ_B , 終了率 ξ_A, ξ_B で加わる出線数が S_1 , 呼損率 B_1 , 待合室 O の $M/M/S_1(0)$ モデルであり, 同様に滞留状態は $M/M/S_2(0)$, 読出状態は $M/M/S_3(0)$ となり, これらが直列に接続された多段ネットワークモデルにモデル化しうることを明らかにする。

着信加入者にメッセージを自動送達する呼転送アルゴリズムでは, 着信加入者の不在または話中状態に遭遇すると, メッセージは蓄積系に残留し, 送達可能になるまでベルヌイ試行を繰り返すモデルとして解明する。

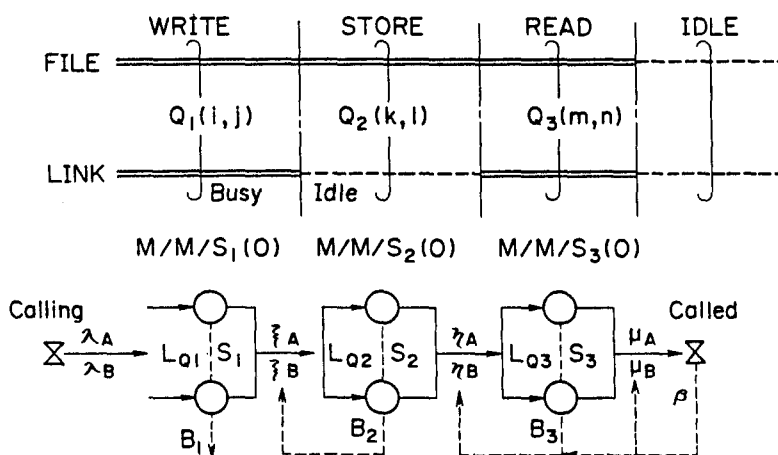


Fig-3 Traffic analysis model of message switching system

(3) トラヒック解析方法

3段直列ネットワークモデルによる全域状態方程式の解を求めることは, 一般的に解析が複

難になることからM/M形のポアソン過程を前提に局所平衡条件を仮定する解法を明らかにする。

すなわち各段個別分離ネットワークモデルとして、各段毎に局所平衡方程式を解くことにより、状態確率を求め、この結果を次段に反映させる段階的個別分離解析方法について示す。

(4) 個別分離モデルの妥当性

回線系より蓄積系に生起する不在呼、話中呼のランダム性についてシミュレーション検証を行い、呼の生起間隔が互いに独立で、平均値が生起率の逆数の指数分布となることを明らかにする。

各段呼損系の出力呼に関するポアソン過程について、シミュレーションを行い、呼損率とピアソン χ^2 値との関係を検証し呼損率が小さければ、信頼度95%でポアソン分布が成立することを示す。

ベルヌイ試行残留呼により補正された各段出力分布のポアソン過程について理論解析し、その移行分布が呼の移行不能状態となる割合（例えば β ）で終了率を補正した指数分布となることを解明する。

(5) 解析方法の正当性およびトラヒック特性評価

蓄積系全体のシステムシミュレータを作成し、ある特定のケースについて、シミュレーション結果と数値解析結果と照合評価し、解析方法の正当性を確認する。

蓄積系のトラヒック特性は、不在呼の蓄積系内滞留時間により大きな影響を受けること等を明らかにする。

5 章 回線系と蓄積系の総合システムに関するトラヒック解析評価およびその設計方法

本章では、回線系と蓄積系相互のトラヒック的影響について解析し、総合システムの設計方法を明らかにする。

(1) 回線系 → 蓄積系

回線系のリンク使用状態が蓄積系のファイル呼損率に与える影響について状態推移確率が回線系、蓄積系各々の状態数に相互に依存する非独立形函数となる場合について、状態方程式の表現方法とその解法を示しながら、トラヒック特性を明らかにする。

(2) 蓄積系 → 回線系

蓄積系から着信加入者に、発信加入者より預ったメッセージを送達する時に、着信加入者の不在または話中状態に遭遇するとベルヌイ試行を行うが、これにより生ずる呼数増巾現象は、回線系プロセッサの処理負荷を急激に増加させる。

そこで、この現象を解明し、その制御アルゴリズムと制御効果について解析する。

(3) 総合システムの設計方法

回線系と蓄積系を含む総合システムに関し、その設計パラメータ、設計要因を整理し、設備容量の設計方法を明らかにする。

6 章 音声メッセージ交換機の試作評価

前述のアーキテクチャとソフトウェア構成方法に基づき開発試作を行った音声メッセージ交換機の概要を明示する。

さらに本試作結果に基づき、分散処理方式と集中処理方式の処理能力、経済性に関する比較評価、および蓄積処理方式のサービス性能、音声処理効率等の評価を行った結果を述べる。

本論文で検討した、メッセージ通信端末、分散処理交換システム、蓄積ファイルシステム等の構成は、通信処理フィーチャの拡大展開に対し、極めて有効な方式であることが、定量的に把握できた。

また、ディスプレイ表示機能とキー操作をソフトウェア結合させた音声メッセージ処理端末（メーラホン）を試作し、これを用いた操作手順、マンマシンインタフェースの具体的な構成例について論じ、その有効性を示す。

7 章 結 論

音声メッセージ交換システムについて、そのアーキテクチャ、ソフトウェア構成方法、解析設計方法、トラヒック特性評価等を試作結果を含めて考察した。

その結果、本交換システムは、通信網のノード点に蓄積処理機能を導入し、マンマシンインタフェースを向上させた通信端末と有機的に結合させることにより、音声情報を主体としたオフィスメールの作成、編集、集配信、格納、検索等のフィーチャを総合的に管理するオフィス通信網へ拡張展開しうるものであり、今後の技術動向にかなう交換システムであることを確認した。また同時に、かようなシステムの開発設計手法を確立することができた。

最後に、本研究全体を総括する意味で、各章で明らかになった論点を要約して再度列挙する。

審 査 結 果 の 要 旨

電話交換システムは音声による最も基本的な情報の伝達システムである。しかしながら、急速に多様化し、複雑化してきた情報社会では情報の伝達手段として従来の電話交換システムでは十分に機能することができなくなってきた。これに対処するには音声情報とともに文書情報、画像、図形情報等を統一的に伝送、処理できる新しい情報交換システムの構築が不可欠のものとなる。本論文はこの立場に立って今後の社会の要求に応えることのできる新しい交換システム構成のための設計法についてまとめたもので、全編7章よりなる。

第1章は序論であり、本論文の背景と目的について述べている。

第2章では、今後の新しい交換システムに要求される機能について考察し、従来のデジタル電子交換システムとの関連から新しく拡張すべき通信機能、マンマシンインターフェースの機能と通信処理の問題等を論じている。

第3章では、新しい交換システムの構成方法について考察し、既存システムの実時間ベースのメッセージ集配機能を生かし、新たに非実時間通信機能をこれに融合させるメッセージ交換システムの構成方法を提案している。特に高機能マンマシンインターフェースを有するメールボックス通信処理を実現する方法について研究し、このためのコマンド体系、システムアーキテクチャ、ソフトウェアの構成法について詳細に論じている。又本システムの交換方式としてワンマシンアーキテクチャによる分散処理交換方式が有効であることを示している。これは興味ある結果である。

第4章では、本交換システムを設計する上で重要なシステムパラメータの決定問題を理論的に考察している。まず、加入者状態により不在呼、話中呼の新たなトラヒック要因を導入し、メッセージの書込み、滞留、読み出しの各段階を3段直列ネットワークでモデル化し、理論解析を行っている。この結果与えられた種々の条件のもとで交換システムにおける基本設計パラメータである蓄積系のファイル容量、アクセス回線容量を導出することができる。又、理論解析の結果をシミュレーションの結果と照合検証し、理論解析の正当性を示している。

第5章では、回線系と蓄積系とを相互に結合し、メッセージ交換システム設計の方法論を与えている。

第6章では、前章までのシステム構成方法、設計方法に基づいて開発試作された音声メッセージ交換システムについて述べ、これを用いて分散／集中方式の経済性、処理能力の比較および総合システムの評価を行い、本論文による設計法の有効性を示している。

第7章は、結論である。

以上要するに、本論文は今後の新しい交換システムを設計するための方法論を理論的及び実際の立場から研究し、新たな設計法を与えたもので通信工学、情報工学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。