

氏 名	保 坂 務
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	昭和52年10月12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36年3月 東北大学工学部通信工学科卒業
学 位 論 文 題 目	電子交換用論理装置の最適設計に関する研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 木村 正行 東北大学教授 佐藤利三郎 東北大学教授 星子 幸男 東北大学教授 野口 正一 東北大学教授 竹田 宏 東北大学助教授 阿部 健一

論 文 内 容 要 旨

1. 内容梗概

D10形電子交換機は十分な信頼性と、既存の交換機に対抗出来る経済性を有するように設計されている。本論文は筆者がD10形電子交換機の設計の過程を通じて行った電子交換用論理装置の最適設計に関する研究成果をまとめたもので、次の内容から成る。

前半では論理装置全体の信頼性と経済性の基礎をなす基本論理回路の設計について述べている。この設計では、信頼性を保証するための回路動作の制約条件のもとで、経済性の見地から回路の部品許容偏差を最適に配分する手法を与えている。

後半では、実装設計の経済性において重要な標準論理ゲートパッケージの搭載回路数及びパッケージ分割を決定する設計手法を与え、ついで本研究で開発された手法に基く各種論理装置の試

作研究について述べている。

2. 本研究の目的

現在、我国の電気通信網においては、従来のクロスバ形交換機に代ってD10形電子交換機が新しく導入されつつある。この交換機は約10年の開発期間を経て研究実用化され商用に供されたものであり、現在すでに稼働中のユニット数は約100に達し、今後も更に大量に導入されてゆく予定である。

D10形電子交換機は空間分割形電磁接点を使用した通話路系と、蓄積プログラム方式による制御系とから構成されている。制御系には、中央制御装置・一時記憶装置・半固定記憶装置等が含まれ、これらをまとめて本論文では論理装置とよぶ。

電子交換機の設計において最も考慮が払われた設計条件は次の通りである。

- (1) 公衆通信用機器の特殊性から24時間連続運転可能でなければならず、かつ長期間無調整で済む高い信頼性を要求されること。
- (2) 既存交換機に対抗しうる経済性を有すること。

前者(1)の条件から、系の2重化構成、各装置の所要信頼度、自動診断分解能目標、監視回路の必要性等の要求が定められる。又、後者の(2)については、電子回路の高速性を生かした処理能力向上度を考慮して、系の価格目標が定められ、各装置に配分される。

電子交換機の価格を構成する使用部品は大別して次の3種になる。

- (1) 電磁部品（通話路スイッチ、及び電磁リレー）
- (2) 記憶部品
- (3) 電子回路及び実装部品

この3種のうち電子回路及び実装部品費が全体の50%以上に達していて支配項である。

更にその内容を細分してみると、機能別には論理回路パッケージが55%を占め、部品別には半導体部品が60%、印刷配線基板が20%を占めている。従ってこのような主要項を経済化することが重要である。

上に述べた所論から、装置価格の主体をなす論理回路の経済化に関して、次の2点が重要と考えられる。

- (1) 個別部品論理回路においてはトランジスタ、ダイオード等の半導体部品価格が支配的である。しかし、長寿命と低故障率を要求される電子交換用部品は一般市販品と比べて高価になりやすく、経済性との両立をはからねばならない。従って、部品許容偏差の適切な配分が重要である。
- (2) パッケージングの工夫により、実装密度を上げて装置小形化をはかり、実装部品（特に印刷配線基板）の量を減少させねばならない。一般に搭載回路数を増せばパッケージの種類数は増

えるが、品種の増大は設計・製造・保守上の費用増加をまねくので、品種数をふやさぬ工夫が必要である。

論理装置のハードウェア設計は部品、基本論理回路、電子回路パッケージ、装置などいくつかの段階を踏んで行われる。集積回路の導入によりかなりの段階は統合されるが、個別部品を使用する場合には、まず部品設計者がトランジスタ、ダイオード、抵抗、コンデンサなどの回路素子を設計する。そして、部品の個々のパラメータの値を回路設計者に対して特性保証値として提供する。

回路設計者はこの部品特性値を用いて論理ゲートやフリップ・フロップなどの基本論理回路を設計する。その際、ゲートの入力数、出力分岐数、遅延時間、許容外部布線長などを特性保証値の形で論理設計者に提供する。

次に論理設計者はこれらの値を参照しながら、目的の論理仕様を満す装置を設計する。装置の実装設計については、まず適当な大きさの保守取替単位（印刷配線基板による電子回路パッケージ）に回路を分割収容する。また、電子回路パッケージ内の部品配置を決め、印刷配線の径路を定め、更に装置の裏面布線径路を決定する。製造された部品、基本論理回路、電子回路パッケージ、装置の有効な試験法を設計しておくことも必要である。

以上のような設計過程のいたるところで、設計の最適化の問題に遭遇する。大規模で複雑な論理装置を能率的に設計し、かつ得られた装置の経済性を達成するためには最適設計手法の確立をはかることはきわめて重要である。

本研究は前述した電子交換機の特質にもとづき、経済性達成のために最も重要な要素である基本電子回路の設計とパッケージング設計を主な対象として取り上げてその最適設計手法を導き、経済性と信頼性の点で優れた電子交換機の実用化に資することを目的としたものである。

本研究の成果の一部の最適化アルゴリズムは、他の一般の最適化問題にも適用しうるものである。

本研究は主として個別部品回路及び小規模集積回路を主体として行ったものであるが、得られた結果は一般的であり他への応用の基礎となるものである。

3. 本論文の内容

本論文は次の各章から成る。

まず第2章において、回路の動作条件の制約のもとで、回路の総価格を最小とするように各製品の検査規格を最適決定する方法を考察し理論化する。

更に第3章において、検査規格がとびとびの値のみをとる離散値最適化問題の場合にこれを拡張する。以上により、部品規格を合理的に決定する論拠が得られた。なお、第3章の最適化アル

ゴリズムは信頼度関数の最適化問題などに応用できることを述べる。

又、第4章において、論理設計が終了し、論理ゲート回路の使用分布が与えられたときに、パッケージに搭載する回路の最適構成を定める方法を検討する。

次に、第5章においては、個々の具体的機能回路における回路分割の判定基準の導出を行い、汎用性の高いゲート回路の提案などについて述べる。以上により、パッケージ品種類をあまり増やすことなく、実装密度を高くして、実装部品費を含めた価格の最小化を実現できるようにした。

更に第6章では記憶装置の入出力制御論理回路の設計法と、各種論理装置の試作結果を述べる。

4. 本研究の成果

本研究の主要な成果は次の通りである。〈〉内に関連する章節をしめす。

- (1) 個別部品基本論理回路の回路定数の公称値が与えられたときに、各部品の特性許容偏差を非線形計画法により最適決定する手法を与えたこと。〈第2章〉
- (2) 目的関数が正規分布の積であらわれるような整数値非線形最適化問題を解く簡単で有効なアルゴリズムを与えたこと。〈第3章, 3.4〉
- (3) 一般に確率の積であらわされる目的関数を離散値空間で最適化する簡単で有効なアルゴリズムを与えたこと。〈第3章, 3.6〉
- (4) 上記(3)にもとづき信頼度関数を最適化する冗長配分問題を解く有効な手法を導いたこと。〈第3章, 3.9〉
- (5) 装置内における論理ゲート回路の使用分布が与えられたときに、パッケージに搭載する回路の種類と数を定めるアルゴリズムを導いたこと。〈第4章〉
- (6) 論理装置における回路分割を具体的に考察し、汎用ゲート回路を提案して試作確認したこと。〈第5章, 5.2 ; 第6章, 6.5〉
- (7) レジスタ等の機能回路について端子制限条件のもとでの回路併合の判定基準を明らかにしたこと。〈第5章, 5.3〉
- (8) 記憶装置の入出力信号母線制御回路の諸方法の得失を明らかにしたこと。〈第6章, 6.4〉
- (9) 中央制御装置の試作研究を行い、小規模集積回路の導入を可能にしたこと。〈第6章, 6.5〉
- (10) 一時記憶装置及び半固定記憶装置の最終形を実用化したこと。〈第6章, 6.6〉

以上により各種の最適化問題に対して有効なアルゴリズムが得られ、電子交換用論理装置設計法の基礎を確立したものである。

本研究は大局用電子交換機の研究実用化過程で行われたものであり、成果の(1), (5), (6), (9)は

試作研究段階で、(7)、(8)、(10)は現用最終品の段階でそれぞれ実用に供されている。部品・装置のあらゆる細部にいたるまで厳しく最適性を追求して設計・試作の洗練を繰り返した結果、経済性と高信性を兼ね具えた現在のD10形交換機を実現することが出来たといえる。本研究の成果はD10形交換機の中央制御装置、一時記憶装置、半固定記憶装置等の設計に適用され、その実用化に寄与したものである。

審査結果の要旨

現在我国の電気通信網においては、従来のクロスバ形交換機に代わってD10形電子交換機が新しく導入されつつある。この交換機は高度の情報処理能力を持つばかりでなく充分な信頼性と既存の交換機に対抗できる経済性を有するように設計されている。

本論文は、著者がD10形電子交換機の研究開発において行った電子交換用論理装置の最適設計に関する研究成果をまとめたもので、全編7章よりなる。

第1章は序論であって、中央制御装置および記憶装置を主体とする電子交換用論理装置の特質と本研究の目的について述べている。

第2章では、電子交換用論理装置の基本論理回路の設計について述べている。まず、回路動作の信頼性を保証するための制約条件を導き、この制約条件のもとで回路価格を最小にする回路部品特性の許容偏差の最適値を定める設計手法を与えている。

第3章では、回路部品特性の検査規格の多くは離散値で与えられることから、前章の設計手法を部品特性の許容偏差が離散値のみをとる場合に拡張し、実際の設計において起り得る種々の場合に適用できる有用な設計手法を与えている。

第4章および第5章では、論理装置の実装設計について考察している。まず第4章では基本論理回路を用いて構成される各種のゲート回路の使用分布が与えられた場合、所要パッケージ枚数を最小にするという経済性の観点から、実装単位としてのパッケージに搭載すべき回路の種類とその個数を定める効率のよいアルゴリズムを与えている。また第5章では、各種の機能回路をパッケージに搭載するための回路の分離と併合の方法について考察し、高密度実装を実現するという観点から実装設計において起り得る種々の場合について分離と併合のいずれが有利かを判定する具体的な基準を導いている。

第6章では、電子交換用論理装置の試作結果を示し、前章までに述べた最適設計の基礎となる手法を適用することによって、目標とする信頼性と経済性を達成し得ることを実証している。

第7章は結論である。

以上要するに、本論文は数理計画法の手法を駆使して、信頼性と経済性の観点から電子交換用論理装置の最適設計の基礎となる種々の設計手法を開発するとともに、これらの手法を適用した電子交換用論理装置の設計法を確立したもので、通信工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。