

氏 名	安 藤 和 昭 あん どう かず あき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 91 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 9 月 28 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	計 数 型 微 分 解 析 機 の 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 近 藤 文 治 教 授 清 野 武 教 授 林 千 博

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は計数型微分解析機（以下 DDA と略称する）の使い方，演算誤差および試作についての研究を纏めたもので3篇14章よりなっている。

第1編は DDA の使用を容易にし，かつその用途を拡張することを目的として行なったものである。すなわち第1章では，演算回路を構成するに当って，基礎方程式として原方程式の両辺の微分を取ったものを採用する場合と，独立変数の微分を両辺に乘じたものを採用する場合の両者について検討を加え，いまままで一般的でなかった後者の方法が望ましいことを指摘している。特に DDA では解析が困難とされていた跳躍点を有する関数を含む微分方程式も，後者の方法によれば，初期値自動設定装置を附加すると解けることを明らかにしている。また微分方程式の代りに伝達関数を与えられた場合の演算回路の構成法や，折線関数発生法などを提案している。第2章では従来試行錯誤的に行なわれていたスケーリングの問題を，Gill の方法を拡張して，統一的行なう方法を創案し，Gill の方法の問題点である演算器の数が多くなると急速に複雑になること，および“手なおし”をする場合最初から計算をしない点について改良を加えている。第3章では DDA の応用演算例として第2種 Volterra 型および Fredholm 型積分方程式を解く方法を考案し，その結果を参照して，DDA として備えるべき附加装置について考察し，前述の自動初期値設定装置の有用性を明らかにしている。

第2編は DDA における演算誤差を理論的に解析し，これを最小にするための最適積分方式および回路構成法を論じたものである。DDA で発生する誤差は，トランケーション誤差と丸め誤差に大別できるが，第4章では，定数係数線形微分方程式を解く場合に発生するトランケーション誤差の一般的な評価法に関する理論を述べている。その方法は， z 変換を用い DDA の各演算要素の伝達関数を求め，これを利用して，原方程式の特性方程式の根が演算結果ではどのようにずれるかを評価する関係式を求めるという方法で，従来のように原方程式を解くことなしに，誤差の性質を論じることができる。さらに第5章では積分器だけで線形演算を行なう場合のトランケーション誤差を最小にするための積分器の伝達関数したがって

積分方式を求め、かつこれが数値解析における Adams の方法と一致することを示している。第6章ではこれをさらに拡張し、積分器の前に係数器がある場合の最適積分器およびフィードバック回路に係数器を有する場合の最適積分器について論じ、実際の問題を解くに当って、以上の3種の最適積分器をどのように使い分けるかという最適接続法について述べている。第7章では演算時に生じる多数の丸め作用をすべて無相関な擾乱でおきかえ、これと出力との関係を定める状態方程式を導き、その解を求めて丸め誤差の分散を評価する方法を与えている。つぎに第8章では非線形演算における演算誤差の性質を例題について明らかにし、トランケーション誤差および丸め誤差の評価を行なうと共に、非線形演算の最適接続の問題を論じ、非線形の場合には最適接続ができるためにはかなり強い制約のあることを指摘している。最後に第9章では以上の誤差の理論と実験値とを比較し、それらがよく一致することを示し、最適積分器および最適接続という考えが極めて有用であることを明らかにすると共に、最後に最適積分器の物理的意味に言及している。

第3編では第1編および第2編の考察に基づいて試作した直列型 DDA について述べている。すなわち第10章で試作機の仕様および構想の概要を述べ、従来のものに比べ、クロック周波数を当時としては非常に高い 1.57Mc に上げたり記憶装置としてコアメモリを使用するなどして極力演算時間を短縮したこと、自動初期値設定装置などの新しい附加装置を加え機能を拡大したこと、最適積分器の構想を入れたこと、などの特徴を挙げている。第11章では基本演算回路の論理設計および基本的な論理回路について述べ、第12章では記憶装置および演算部との結合方式について述べている。単に論理設計の面にとどまらず、回路的にも記憶装置としてのコアマトリックスの編組に特殊な工夫を加え、周辺部の単純化をはかったり、高速論理回路や駆動保護回路の開発、記憶装置と演算部との結合方式などに多数の工夫が見られる。第13章は制御部および出力装置に関するもので、クロック周波数が早いこと、プログラムをアナログ計算機と同様の容易さでパッチボードで行なえるようにすることなどのための工夫が種々織込まれている。最後に試作機によって解いたいくつかの例題を掲げて第14章としている。

論文審査の結果の要旨

この論文は、計数型微分解析機（以下 DDA と略称する）の (1) 使用法の簡易化をはかり、その用途を拡大すると共に、(2) 演算誤差について徹底的な考察を加え、その結果を利用して誤差を最小にするような演算方法を提案し、最後にこれらの結果に基づき、(3) 従来のものに見られない種々の新しい機能を有する試作機の開発について述べたものである。

まず (1) の項については、演算回路の構成原理に2通り考えられることを指摘し、従来一般的でないと考えられていた独立変数の微分を原方程式に乗じる方法の方が優れていることを示し、特に演算不能と考えられていた不連続関数を含む微分方程式も、この方法を利用しかつ自動初期値設定装置を附加すると解けるし、また積分方程式も同様にして解けることなどを明らかにしている。またスケーリングの問題についても Gill の方法を拡張して統一的な取扱いを可能にし、従来の試行錯誤的な方法に改良を加えている。さらに折線関数発生法について考究し、特にヒステリシスを含む場合も可能であることを示したのは注目すべきである。

つぎに上記(2)の項はこの論文の主体をなす部分であって、まず DDA の演算誤差をトランケーション誤差と丸め誤差の両者に分けて論じている。トランケーション誤差については、演算素子の伝達関数を定義することによって定数係数線形微分方程式を解く場合の誤差を、特性方程式の根に注目して、非常に一般的な方法で論じることを可能にし、具体例として積分方式を変えたときの誤差の模様を明らかにしている。さらにこの方法を利用して誤差を最小にするための最適積分器を論じ、積分器に対して係数器がどの位置に挿入されるかによって3種の最適積分器が必要であることを述べ、これらをどのように使い分けるかという問題、すなわち最適接続法について明確な指針を与えている。また丸め誤差の評価法として丸め作用を擾乱で置きかえ、擾乱と出力との関係を規定する状態方程式を導き、これを用いて丸め誤差の分散その他を求めている。また以上の結果を実験値と比較しよく一致することを確めている。元来 DDA の演算誤差を理論的に統一的に評価することは相当困難な問題であるが、これを巧みな方法で解決し、更にこれを利用して最適積分器の条件を求めるなど、所謂シンセシスの問題にまで適用できるようにしたことは注目に値する。また一般的な取扱いが困難であるが、例題によって非線形演算の誤差についても解析し、その性質を明らかにしている。

最後に以上の結果に基づいて、最適積分器や自動初期値設定装置など種々新しい機能をもった DDA を設計し、これを試作した結果について述べている。試作機はクロック周波数 1.57Mc、コアメモリー、直列型 DDA で、当時のこの種の計算機としては最高速度のものであって、そのため論理設計の面のみならず、回路的にも種々の工夫が施されており、多数の有益な資料を提供している。

以上要するにこの論文は DDA の使用法、演算誤差、設計、試作など極めて広い範囲に亘って、理論的に多数の新しい知見を加えると共に、実用的にも極めて有益な指針と資料を提供したものであって、学術上ならびに工業上寄与するところが多い。よってこの論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。