

氏 名	岩 田 純 蔵
	いわ た じゅん ぞう
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 50 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 6 月 22 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	アナログ計算機の演算方式に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 近 藤 文 治 教 授 清 野 武 教 授 萩 原 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電子管式アナログ計算機（以下アナコンと略称）の機能を拡大するため、種々の新しい演算方式を提案し、その基礎理論を確立し、実際の装置によって、これらの方式の実用性を確かめたもので、緒言および本文5章よりなっている。

まず緒言においては、本研究の目的を述べ、さらに著者の提案せる新しい演算方式の概要を説明し、本研究の意義を明らかにしている。

第1章はアナコンの自動演算に関する研究をまとめたものである。著者の研究は、固有値問題、境界値問題のように多数回の試行を必要とする演算あるいはパラメータの計画的変更など、個々には簡単な操作であっても多くの手数を必要とする場合に有効なシステムの開発に関するものであって、低速度のアナコンを主演算回路とし、これをあらかじめ定めたプログラムに基づいてディジタル計算機と同様自動的に演算を行なうようにしたものである。このため、従来のアナコンに判断要素、記憶要素、制御要素を附加し、パッチボード方式およびパンチドテープ方式の自動プログラム装置を試作している。さらに前の演算結果によってつぎの演算が定まる閉回路自動演算方式の典型的な演算である試行演算の収束性について理論的な検討を加え、個々に行なわれていた各種の試行方法について統一的な見解を与えている。また、試作装置による多数の応用例を示して理論結果を確かめると共に、自動演算装置としては、上述の2方式の併用が望ましいことを明らかにしている。

第2章では、繰返しアナコンと低速度アナコンを連結し、繰返しアナコンのパラメータを低速度アナコンで制御する方法について述べている。その基本的な考え方は第1章に述べた方法の一部と全く同様であるが、主演算機として繰返しアナコンを使用するため、収束時間が極わめて短いことが特徴である。この方式によって試行演算を行なう場合には、結合に用いているサンプリング・ホールド回路および低速度アナコンの動特性が収束速度に影響することを明らかにし、その収束性について理論的に詳細な吟味を加えている。さらに本方式の応用例として境界値問題、極値問題、3タイムスケール方式による梁の解析な

どについて述べている。

第3章は、例えば偏微分方程式を解く場合や、極わめて複雑な系を解析する場合のように、必要な演算器の台数が著しく増大する場合の対策について述べている。まず偏微分方程式を階差方程式になおして解く場合、階差のステップの大きさすなわち分割数と誤差の関係について検討を加え、さらに区分数の増大に伴う演算器の数の増加を防ぐため、一区分の演算回路と、磁気テープ記憶装置を組合わせて、分割数に応じて時分割多重化して使用し、境界条件を満足するまで繰返し使用する方法を実用化し、この場合の演算精度を誤差および収束速度の点から理論的に詳細な検討を行ない、その結果に基づき、誤差や収束速度を改善するためにいくつかの提案を行なっている。しかしこのような改良を行なっても、なおこの方法の有効な場合は制限されることを明らかにしている。つぎに、時分割多重化演算方式による演算器台数の減少の方法として、例えば非線形要素のように回路構成が複雑な要素の部分だけを、高速切替えによる時分割多重化方式によって演算する方法を吟味し、誤差を少なくする新しい方法を提案している。すなわち従来知られていた方法に理論的な検討を加え、解の精度に最も大きな影響を与えるのは位相誤差であることを指摘し、等価的な遅れを計算し、これを用いて従来の方法では、演算周期に比して予想以上に早い切替え周期で時分割演算を繰返す必要があることを見出し、この対策として位相誤差を全く伴わない3種の補償法を提案し、その有効なことを理論的ならびに実験的に明らかにしている。さらにハイブリッド演算の代表的な1形式であるアナコンとディジタル計算機を並列に同時に演算させる場合は、上述の時分割演算と同一に取扱えることを利用して、ハイブリッド演算方式に検討を加え、上と同様に等価な遅れを計算し、ハイブリッド演算の適切な計算分担に有益な指針を与えると共に、上記の3種の補償方法の有効なことを確かめている。その結果従来の方法に比して切替え周期をはるかに長くすることを可能にし、経済的な理由から解析が困難であった多くの問題に対して解決の端緒を与えている。

第4章は、特殊問題に対する演算法の研究である。取扱っている問題は梁の振動解析と代数方程式の求根法の2つである。まず前者は、これを固有値問題として解く場合、解に含まれる発散成分により生じる大きな誤差、および、固有値問題であることに基づく諸問題について理論的並びに実験的に検討を加え、いくつかの対策をえ、これを考慮した自動プログラム装置を試作して、従来困難とされていた変形断面の梁の8節程度までなら、比較的容易に解析できるようにしている。一方後者については求根の精度および安定性について考察し、誤差の一般式を求めかつ実験によりその妥当性を確かめている。また方程式の演算回路の実践的な安定化の方法を与えると共に、非線形代数方程式の求根の安定条件を求めている。さらにこれらの応用として電力負荷経済配分計算機について検討を加え、負荷配分の新しい調整法を提案している。

第5章は結論であって、以上の結果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

電子管式アナログ計算機（以下アナコンと略称）は開発されてから既に相当年月が経ち、用途も非常に広がってきたが、それに伴ない、アナコンに要求される演算機能も益々高級になりつつある。本研究は、こうした要求に応え、種々の新しい演算方式を開発しアナコンの用途拡大をはかるために行なわれた

ものである。

まず低速度アナコンを主演算機とし、これに適当な判断要素、記憶要素、制御要素を附加し、ディジタル計算機におけると同様に、パッチボードおよびパンチテープに予めプログラムされた演算を、順次自動的に行なわせるような自動プログラム装置を開発している。さらにこの装置を利用して行なう典型的演算方式である試行演算の収束性について詳細な検討を加え、アナコン用の自動プログラム装置としてはパッチボードとパンチテープを併用する方式の優れていることを指摘している。この研究はアナコンの自動演算のさきがけをなすもので、しかも今日の世界各国の自動演算装置は本研究のそれと類似のものであり、本研究の成果は高く評価されてよい。

つぎに繰返しアナコンと低速度アナコンを連結し、繰返しアナコンのパラメータを低速度アナコンで制御する方法およびその具体的装置について述べている。基本的な考え方は上述の自動プログラム装置の一部と全く同様であるが、この場合は、パラメータ制御用の低速度アナコンの動特性が収束性に影響することを明らかにしその使用法について詳細な検討を行なっている。この方式はいわば2タイムスケール演算とも称すべきもので、演算の方式そのものは新しいものではないが、アナコンの特徴を活かした新しい応用の面を拓いた点において甚だ興味深いものがある。

さらにアナコンの用途を拡大する一つの大きな障害として、偏微分方程式を階差方程式として解く場合のように計算精度を向上するため、分割数を増大すると、必要な演算器の台数が著しく増大し、経済的に不可能になるという問題がある。これを解決する方法として、一分割区間に対する演算回路を用意し、これに磁気テープのようなアナログ記憶素子を組合わせて時分割多重化して使用する方式がある。著者はこの種の実用化装置について理論的ならびに実験的に検討を加え、誤差を最小にする分割数が存在することを明らかにし誤差を軽減するためいくつかの対策を提案している。しかしなおこの方法の適用には限界のあることを指摘しこの種装置の使用法について有益な指針を与えている。また非線形要素のように複雑な部分だけを時分割で多重化する方法にも検討を加えている。すなわち従来の方法が、時分割演算に伴う位相誤差のため、主演算周期に対して極わめて早い繰返しで、時分割演算を行なわねばならぬのに比して、著者が提案した補償法によれば、全く位相誤差がなく、非常に遅い繰返しでも充分高い精度がえられる。さらにこの応用としてディジタル計算機とアナコンを組合わせたハイブリッド計算法について吟味し、著者の方法の有効性を確かめると共に、両計算機の計算分担区分についても興味ある結論をえている。

最後に特殊問題として、梁の振動を固有値問題として解く方法および代数方程式の求根法について理論的ならびに実験的に詳細な研究を行なっている。特に前者は発散成分のため大きな誤差を生じ解析が困難とされていたが、著者は特殊な自動プログラム装置を試作し、比較的簡単に解をえることを可能ならしめている。また後者については計算の収束性や演算回路の安定性について詳細な吟味を加え、この種の計算法について多くの示唆を与えている。

これを要するに本研究は、アナコンの機能を拡大して用途を広げるために各種の新しい演算方式を開発し、その実用化を図ると共に、その使用法について種々有益な指針を与えたものであって、工業上、学術上寄与するところが多く、本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。