

氏 名	佐々木 平 さ さ き たいら
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 785 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 5 月 23 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	回路システムの解析ならびに構成に関するグラフ理論的研究

(主 査)

論文調査委員 教授 服部 嘉雄 教授 木 嶋 昭 教授 岡田 隆夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電気回路網、交通輸送網などの回路システムを無向連結グラフで表現し、それらの解析と構成に関する基礎的問題につき、グラフ理論的手法を用いて考察した結果をまとめたものである。論文は6つの章と付録とからなり、第1章の緒論は、内容梗概と各課題の背景に関する略述にあてている。

第2章では、グラフまたは回路システムの解析に関するひとつの基本的計算法として、たたみ込み算と称する方法を提示している。これは、枝の開放、短絡のくり返し操作を節点接続行列に関する展開式として表式化したものである。応用として、与えられたグラフに含まれる種々の部分グラフを有効に検出する方法を示しており、部分グラフとして、木、多木、サイクル、指定された成分数をもつ部分グラフなどの場合をとりあげている。

第3章は、前章に示された計算法を電気回路網と確率回路網の解析問題に応用したものである。前者に対しては、線形受動4端子網（相互誘導を含まず）の短絡アドミタンス行列を、多木積和の公式に則して同時に求める簡易計算法を提示している。後者の確率回路網とここで称しているものは、通信網、交通輸送網などの信頼度を考察するときのモデルとして、一般に、枝と節点がそれぞれ、ある導通確率と接続確率をもつような回路網をさしている。まず、多端子間導通確率、全節点結合確率、および分断故障確率につき考察を行い、つぎに、回路網の総合信頼度に関する一指標を提案してこれを系統存続確率とよび、その計算法を与えるとともに四国電気通信局管下の通信系統の一実例に対して計算結果を示している。

第4章は、電気回路網の構成素子値算定問題を取り扱ったものであり、結線構造が既知である線形受動回路網において、限られた個数の測定可能端子における電流、電圧の測定値から回路網素子値を算定して、故障箇所の標定に役立たせようとするものである。この場合、素子値変数による多端子網伝達アドミタンスの表現式を用いるため、多重線形型非線形代数方程式の解法が中心問題となっている。測定可能端子の個数と回路網トポロジーの如何によって一意解の存否が左右されるが、与えられた条件の回路網がいずれの場合に属するかを簡単に判別するための必要十分条件に関する考察が行われ、方程式に付随して作

成されるある整数行列の階数を検討することが重要な手がかりとなることを指摘している。また、解可能の場合、方程式を解くための具体的なアルゴリズムが与えられており、抵抗回路網に対する手法を述べた後、その応用として RLC 回路網の場合をとり扱っている。

第5章は、信頼度の大きい回路システムを構成するための方法について述べたものである。著者は、節点連結度に注目して極小構造なる概念を定義し、節点数が与えられたとき、最小の枝数により所定の連結度を達成するための構成法を提示している。そして、偶数個の節点をもつ場合に議論は限られているが、従来知られている Hakimi の方法に比べてそれは秀れており、かつシステムが大規模となる程良好な結果が得られることを、多くの実例によって実証している。また、この方法は、既設の回路システムの枝は動かさないうえ、順次新しい枝を補充してゆくような実際的な状況に当面した場合に、特に適切であることを指摘している。

第6章は、本論文によって得られた成果をまとめるとともに、今後に残された幾つかの課題に言及したものである。

論文審査の結果の要旨

電気回路網、交通輸送網、情報通信網などの回路システム（ネットワーク・システムと略同義）に関する幾何学的構造は、接続関係をもつ枝と節点の集合としてのグラフに帰着され、回路システムの諸特性の中には、このグラフ表現において既に決定づけられるものが多い。本論文は、無向グラフの立場から、電気回路網、確率回路網、およびグラフそのものに関する幾つかの解析、構成問題を考察した結果をまとめたものであり、その主な内容は次のようである。

(1) グラフまたは回路システムの解析に関する基本的計算法として、著者の工夫によるたたみ込み算を提示している。これは、枝の開放、短絡のくり返し操作を節点接続行列における代数演算に表式化したものであり、著者はこれを利用して、所与のグラフに含まれる特定部分グラフの検出問題を処理し、広い応用分野における解析に役立たせている。本法は、計算機利用に際し、誤差は少いが計算時間は大となる傾向のアルゴリズムであり、そのために著者は特に注意深く計算時間の具体的な評価を行っている。

(2) 通信網、交通輸送網などの信頼度を考察するときの最も基本的なモデルとして、一般に、枝と節点がそれぞれ、ある導通確率と接続確率をもつような、いわゆる確率回路網を考えることが適切であり、著者はこのような回路網に属する問題の解析にたたみ込み算を適用して成果を収めている。多端子間導通確率、全節点接続確率、分断故障確率の算定アルゴリズムを与え、特に回路網の総合信頼度に関する一指標として系統存続確率なるものを提案しているが、四国電気通信局管下の通信系統の実例に対してその計算結果を示していることは、今後、現場の実情に即したグラフ理論的信頼度評価技法の発展を促す端緒になると思われる。

(3) 結線構造が既知である電気回路網において、限られた個数の測定可能端子における電流、電圧の実測値を利用して回路網素子値を算定する問題は、暗箱としての装置の中に生じた故障箇所を標定しようとする場合に重要な問題となるが、著者は、線形受動の場合についてこの問題の基本的考察を行い、中心課題を電気回路網特有のトポロジーが介入する多重線形型非線形代数方程式の問題に帰着させている。著者

はまず、一意解の存否を判定する簡単な方法を提案し、幾多の計算実施結果に基づいて、その判定条件はこの場合の必要十分条件に該当するであろうと推察している。この推察は、回路網トポロジーに関連して理論的に興味深いものがある。また著者は、解法に関しても、抵抗回路網に対する詳細なアルゴリズムを提示した後、それを利用して RLC 回路網に対するアルゴリズムを完成している。

(4) 信頼度の大きい回路システムをグラフ理論的に構成する問題に関し、節点連結度に注目して極小構造なる概念を定義してその構成法を示している。それは、節点数が与えられたとき、最小の枝数により所定の連結度を達成するもので、議論は節点数が偶数の場合に限られているが、従来知られている Hakimi の方法に比べて秀れ、殊に大規模システムとなる程良い結果の得られることを、多くの実例につき信頼度の立場から検討することによって実証している。また、この構成法は、既設システムの枝は動かさずに新しく枝を追加してゆくプロセスを経ているので、改修補強をするときにも適切である点、Hakimi の方法より高く評価することができる。

以上、要するに本論文は、回路システムの幾つかの問題をグラフ理論的立場から考察して幾多の成果を取めたものであり、学術上、工学上貢献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価値あるものと認める。