

氏 名	藤 田 志 郎 ふじ た し ろう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 798 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 7 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	Studies on Three-Valued Threshold Logic (三値しきい値論理に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教授 三 根 久 教授 長谷川利治 教授 奥川光太郎

論 文 内 容 の 要 旨

最近, 3 値論理に関する研究は, 3 値演算システム, フェイル・セーフ論理システム, 非同期論理回路などのデジタルシステムの研究と関連してとくに重要視されている。現在までに数多くの 3 値論理系が提案されているが, その中で 3 値しきい値論理系はしきい値論理素子だけで関数的に完全系をなしているため, 2 値論理の場合と同様に重要な意義をもっており, 未解決の興味ある問題が残されている。

本論文は, 3 値しきい値論理においてもっとも基本的で重要な問題である 3 値しきい値素子による論理回路の構成法に関して筆者が行った研究成果をまとめたものであり, 緒論, および 5 章と結論からなっている。

第 1 章は緒論であり, 3 値論理の研究の背景を明らかにし, 3 値論理の必要性和意義を示すとともに, 本研究の概要を述べている。

第 2 章は, まず 3 値論理系についての従来の研究の概要を述べている。つぎに 3 値モジュラー系における標準形について議論し, 後半では 3 値論理における自己双対性, 自己反双対性を定義し, それらの 3 値モジュラー表現を与えるとともに, 3 値論理関数のモジュラー表現における簡単化の手法を与えている。

第 3 章では, 3 値しきい値関数の定義を重みベクトルとしきい値ベクトルによって行い, しきい値関数に関して成立する性質をいくつかの定理として与えている。つぎに整数分離系が存在することを証明するとともに, 与えられた関数のユネイト性を判定する方法を示している。さらに, 3 値論理関数の双対関数の定義を与え, 双対関数の必要十分条件を明らかにしている。

第 4 章は, 3 値しきい値関数に関する判定と実現法について述べたものである。与えられた論理関数がただ一つのしきい値関数で実現されることは望ましい。デジタルシステムを表わす 3 値論理関数がしきい値関数であるかどうかを判定する一つの方法は, 重みを未知数とする一組の 1 次不等式を直接解くことである。本論文においては, 重み間の差, すなわち増分重みを導入して, これらの 1 次不等式を増分重みに関する不等式に変換して解き, 得られた増分重みから重みの値を決定する方法を提案している。

まず、本方法に必要な基本的な定理を与え、簡単化のための記号法を示し、ついで、2値の場合の拡張として判定の手法を与え、最後に数値例を示している。この手法は数学的に簡単であるため、適用が容易であり、少ない変数の場合に有効であるが、変数が多い場合には繁雑となる。

そこで、第5章においては、前章で与えた手法とは別の方法を論じている。まず、3値しきい値関数の特性パラメータの諸性質を明らかにしている。さらに、特性パラメータと重みの間に存在する関係について調べ、判定に必要な条件を求めている。つぎに、増分重み間の差、すなわち高階増分重みを導入し、これを用いて重みを決定する方法を提案し、3値しきい値関数の判定手法を改良している。最後に、この手法の適用例を述べ、本方法の有用性を確かめている。

これらの方法により、与えられた論理関数がしきい値関数であると判定できた場合には、それと同時に重みとしきい値が決定されるので、判定法は実現法ともなっている。

第6章では、与えられた3値論理関数がしきい値関数でない場合、与えられた関数をしきい値論理素子による回路網として実現する方法を述べている。3値しきい値素子をいくつか用いて3値論理関数を実現することは、3値しきい値素子(3値しきい値関数)の合成関数として与えられた関数を表わすことになる。本章の前半では、まず変数の分割と論理関数の分解に関する基礎的性質を解明している。つぎに、分解行列の概念を導入し、分解行列の列多重度を調べることによって、単純分解の可能性と実現性を明らかにしている。さらに、組合せ禁止項をもつ場合の単純分解について解析している。これらの議論をもとにして、与えられた論理関数を最小数の3値しきい値素子の合成で実現する方法を提案している。最後に、例によってこの手法の適用方法とその有用性を明らかにしている。

第7章は結論であって、以上の研究結果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

情報処理あるいは情報伝送においては2値論理にもとづく方式が数多く考えられているが、最近では3値論理の有用性が漸次認められている。その中で、与えられた論理関数をしきい値論理素子を用いて構成する3値論理系が有望視されている。

本論文は3値モジュラー系および3値しきい値論理に関して筆者が行った研究をまとめたものであって、得られた主な成果は次の通りである。

(1) 3値モジュラー系に関する性質の解明

まず、3を法とする加法、乗法を用いた3値論理系、すなわちモジュラー系における論理関数の表現の標準形と基本公式を誘導している。ついで、2値論理における自己双対性、自己反双対性の概念を拡張し、3値論理における自己双対性、自己反双対性の定義を与え、これらの関係を満す関数の組のすべてを求め、それらの3値モジュラー表現を決定している。さらに、3値モジュラー表現に対する基本公式と3値論理関数の凶表による表現を利用することによって、3値モジュラー表現の簡単化の手法を与えているが、これは2値の場合の拡張となっている。

(2) 3値しきい値関数の判定と実現法の確立

与えられた3値論理関数がただ一つのしきい値論理素子で実現できれば効率的であるが、そのためには

与えられた関数がしきい値関数であるかどうかを判定し、その重みとしきい値を決定することが必要である。そこで、本論文では重みベクトルとしきい値ベクトルによるしきい値関数の定義を導入し、その一般的性質を調べ、かつ、つねに整数分離系が存在することを明らかにしている。つぎに、ここで得られた性質をもとにしてしきい値関数判定のための2方法を提案している。第1の方法は、重み間の差、すなわち増分重みを導入し、重みを決定する1次不等式を増分重みを未知数とする不等式に変換し、これを解くことによって増分重みを求め、ついで重みを決定するものであって、少ない変数の場合にはとくに有効な手法となっている。

第2の方法は、3値しきい値関数の特性パラメータと、増分重み間の差（すなわち高階増分重み）に着目し、特性パラメータと高階増分重みの間に存在する種々の関係を調べ、これらの関係を利用することによって、組織的な判定法を確立したものであり、多変数の場合に効果的であることを明らかにしている。ここで得られた判定法は論理関数がしきい値関数であるための実現法ともなっている。

(3) 3値しきい値回路網の構成

論理関数がしきい値関数でない場合、いくつかの3値しきい値素子で構成できることが望まれている。そこで、変数を重複を許していくつかの組に分割し、関数を分解することによりしきい値素子数が最小の回路網として実現する方法を与えている。この方法は2値の場合の拡張となっている。

以上要するに、本論文は3値モジュラー系および3値しきい値関数の諸性質を解明するとともに、3値論理関数をしきい値論理素子で実現する方法を与えたものであって、学術上、實際上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価値あるものと認める。