

氏名	山 本 英 雄 やま もと ひで お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 576 号
学位授与の日付	昭 和 48 年 1 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	フ ェ イ ル セ イ フ 交 番 論 理 系 お よ び 自 己 修 復 系 に よ る 高 信 頼 性 シ ス テ ム に 関 す る 研 究
論文調査委員	(主 査) 教 授 矢 島 脩 三 教 授 萩 原 宏 教 授 清 野 武

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、計算機などのシステムの信頼性を向上させるための基礎技術である冗長方式に関連して、フェイルセーフ交番論理系、および予備系に定期保守を行なう自己修復系による高信頼性システムに関して研究した結果をまとめたもので、2部8章よりなっている。

第I部はフェイルセーフ交番論理系についての理論であり5章よりなっている。

第1章は第I部の序論であり、第I部の研究に関連する諸研究を概観して本研究の背景と目的とを説明し、第2章以下の第I部各章の要点を述べ、第I部の記述に必要な若干の数学上の概念と用語を説明している。

第2章では、交番論理系を定式化し、それを物理的に実現する交番論理回路を定義し、自己双対回路によってそれが実現されることを述べている。

第3章では、まず、交番論理系のフェイルセーフ性を定義し、この定義に基づいてフェイルセーフ性が実現されるために交番論理系が満たすべき必要十分条件を示し、その一般の性質を論じている。つぎに、系の構成素子の単一故障を取りあげて、それに対するフェイルセーフ条件を明らかにし、任意の論理関数に対して、その構成素子の単一故障に関してフェイルセーフな交番論理系を構成できることを示している。さらに、素子の多重故障と非対称多重故障に関するフェイルセーフ性の実現条件を明らかにしている。

第4章は、フェイルセーフ交番論理系の応用として3つの問題を論じている。まず、交番論理系の順序回路への適用とそのフェイルセーフ実現の条件を明らかにし、つぎに、フェイルセーフな交番論理系の2重化によって一種の自己修復系が構成できることを論証し、最後に、交番論理系を実用する際に注意すべき冗長度と故障検出能力の評価について基本的な考察を行なっている。

第5章は第I部の結論であって第2章から第4章までに得た結果を要約して述べたものである。

第II部においては、複数個の同種ユニットよりなる動作システムと、その故障時に交換されるべき複数個の予備ユニットとからなる自己修復系の、その予備に一定の周期で点検修理を行なう場合の信頼度解析

の結果を示しており、第6章より第8章の3章よりなっている。

第6章は第II部の序論であり、第II部の研究の位置づけと目的を明らかにすると共に、本論の展開に必要な専門用語と概念を説明している。

第7章においては、まず、動作システム、予備のユニット数、各ユニットの故障率、保守の間隔、保守の所要時間をパラメータとして、対象とする自己修復系のモデルを規定している。ついで、このモデルにおいて保守を行わないとした場合の信頼度とMTTF（平均無故障動作時間）の表示を、以降の議論の準備として示している。つぎに、その結果を用いて定時保守下の信頼度の厳密な表式および保守間隔に較べて保守の所要時間が十分短いという条件のもとでその実用的な近似式を与え、その結果からMTTFの表式を得ている。これらの結果を使って、保守を行わない場合のMTTFに対する定時保守下のMTTFの伸び率を定義してその表式を得、この伸び率によって、このモデルの自己修復系の信頼性に対する定時保守の効果を明らかにしている。以上の議論はシステムの始動後最初のシステム故障に到るまでの過程を対象としたものであるが、最後に、定時保守をシステムの故障時にも適用するとして、その場合のモデルの稼働率の評価式を得ている。

第8章は第II部の結論であり、この研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

計算機などのシステムの信頼性を向上させる問題は、システムの大規模化の趨勢とも相まって極めて重要であり、システムの信頼性確保に対し種々の対策がとられ、さらに高い信頼性の確保のための研究が遂行されている。

本論文は高信頼性システムを実現するための基礎技術である冗長方式に関連する2つの問題を取りあげている。

その1は、新たに著者が提唱するフェイルセーフ交番論理系によるシステムの高信頼化の研究であり、その成果を要約すると次のとおりである。

1. 交番論理系とそのフェイルセーフ性を定式化して、フェイルセーフ性を実現するために交番論理系が満たすべき一般的条件を明らかにしている。
2. 素子の任意の単一故障に関してフェイルセーフな交番論理系を任意の論理関数に対して実現できることを具体的な構成法を示すことによって明らかにしている。
3. 素子の多重故障および非対称多重故障に対してフェイルセーフ交番論理系を構成できるための条件を明らかにし、その構成方法を示している。
4. 交番論理系を順序回路に適用する方法を示しそれをフェイルセーフ化する条件を明らかにしている。
5. フェイルセーフ交番論理系の2重化によって一種の自己修復系が構成できることを指摘している。

その2は、複数個の同種のユニットの直列システムである動作システムと、それらが故障したときそれらの交換さるべき複数個の予備ユニットを備えた自己修復系の一般的なモデルにおいて、その予備ユニットに一定の周期で点検保守を行なう場合の信頼度解析であり、本論文では、この問題に対し、主として待ち合せ理論を適用しその信頼度の解析を行っており、その主要な成果は次のとおりである。

1. 与えたモデルに対する信頼度の厳密な式を導いている。
2. 上記の式は複雑過ぎるので、保守に要する時間が保守間隔に対して十分小さいという実条件的な条件を課して、信頼度に関して実用的な近似式を導き、それに基づいて平均無故障動作時間 (MTTF) の表式を導いている。
3. 予備に対する保守をしない場合と、保守をする場合の MTTF の延び率を求め、種々の数値例を示している。
4. このモデルにおいて、システムの稼働率とその実用的な評価式とを与えている。

以上要するに、本論文は計算機などのシステムの信頼性を向上させるため、新たにフェイルセーフ交番論理回路を提案し検討するとともに、主として待ち合せ理論によって自己修復系の信頼度解析を行ない、高信頼性システムの設計および運用に関して有効な知見を得たものであり、学術上、實際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。