

Title	グラフ理論的手法によるシステム信頼度解析に関する研究
Author(s)	東山, 陽一
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3072898">https://doi.org/10.11501/3072898</a>
DOI	10.11501/3072898
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	ひがし 東	やま 山	よう 陽	いち 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)			
学位記番号	第 1 0 9 6 4 号			
学位授与年月日	平成 5 年 10 月 29 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当			
学位論文名	グラフ理論的手法によるシステム信頼度解析に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 白川 功			
	教授 児玉 慎三	教授 寺田 浩詔	教授 熊谷 貞俊	

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、システムの計画、構築、保守運用の各段階における基本的な問題の一つであるシステム信頼度の解析算法について考察し、それらに対する計算機実験結果から提案した算法の性能評価を行い、その有用性を論じたものである。

第 1 章では、本研究の目的ならびにその工学上の意義およびこの分野での研究の現状について述べ、本研究の新しい諸成果について概説している。

第 2 章では、ネットワークの指定された 2 頂点  $s, t$  間の信頼度 (ソース・ターミナル信頼度)、すなわちソース  $s$  からターミナル  $t$  に至る正常な枝だけから成るパスが少なくとも 1 つ存在する確率、を求める算法について考察している。パスを順次付加することにより  $s-t$  アサイクリックグラフを生成するパス付加法、グラフ理論的方法により互いに素な積項を求める木展開法、および頂点に重みを付加してパスの処理順序を変更する木展開法 (改良木展開法) を提案している。種々の実験結果から、得られる積項数および演算時間に関して、改良木展開法が最も優れた算法であることを示している。

第 3 章では、ネットワークのソースとそれ以外のすべての頂点間の信頼度 (ソース・全端子信頼度)、すなわちソースからソース以外のすべての頂点に至る正常な枝による経路が少なくとも一つ存在する確率、を求める算法について考察している。まず、枝の短絡、開放を基本とした木生成法を述べ、ブール演算することなく、木の総数に等しい積項数を持つ表現式を求める算法を示している。つぎに、アサイクリックなグラフの信頼度表現式の積項数がグラフの規模に関係なく 1 となることを利用したアサイクリックサブグラフ生成法、およびサイクルを含むグラフの強連結成分を 1 つの頂点に縮約して得られるグラフがアサイクリックグラフとなることを利用したセクショングラフ法について述べている。さらに、計算機実験による比較検討結果から、セクショングラフ法が最も優れた算法であることを示している。

第4章では、 $k$ -out-of- $n$  システムの信頼度について考察している。与えられたシステムにおいて、システムに含まれる  $n$  個の要素のうち、少なくとも  $k$  個の要素が正常（異常）ならば、システムが正常（異常）となるものを  $k$ -out-of- $n$ : $G$  ( $F$ ) システムという。正確なシステムの信頼度表現式導出に関して、第2章で提案した木展開法の応用を行っている。正確な信頼度を求めるいずれの算法も  $n$ ,  $k$  の増加に伴い計算時間が指数的に増大するため、近似信頼度を求める算法が必要となることは明らかである。そこで、与えられたシステムと等しい信頼度を持ち、かつ各要素の信頼確率が同一である擬似システムにおいて、 $k=1$ ,  $n$  の信頼確率から残りの信頼確率が直線近似によって推定できることを利用して、任意の  $k$  に関する近似信頼度を求める算法を提案し、計算機実験の結果から近似信頼度の計算限界を示している。

第5章では、本研究で得られた成果を要約し、今後に残された課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、システムの計画、構築、保守運用の各段階における基本的な問題の一つであるシステム信頼度の解析算法についてまとめたものであり、以下の成果を得ている。

- (1) ネットワークのソース・ターミナル信頼度問題に関して、演算時間がグラフに含まれるサイクル数にほとんど影響を受けないパス付加法、信頼度表現式が積項の和として得られる木展開法、および得られる積項数が木展開法よりもさらに削減できる改良木展開法を提案し、従来の算法および提案算法に対する計算機実験により、改良木展開法が最も優れた算法であることを示している。
- (2) ネットワークのソース・全端子信頼度問題に関して、木の生成と同時に信頼度表現式の積項が直接算出できる木生成法、表現式が積項形式で得られるアサイクリックサブグラフ法、および最もコンパクトな表現式を算出できるセクショングラフ法を提案し、従来の算法および提案算法に対する計算機実験により、セクショングラフ法が最も優れた算法であることを示している。
- (3)  $n$  個の要素から成るシステムにおいて、正常な要素が少なくとも  $k$  個存在するかどうかに関する正確な信頼度を求める算法を提案し、従来の算法および提案算法に対する計算機実験により、提案算法が最も優れた算法であることを示している。
- (4) このようなシステムの近似信頼度に関して、 $O(n)$  の近似計算法を提案し、従来の算法および提案算法に対する計算機実験により、提案した近似計算法が最も優れた算法であることを示している。

以上のように、本論文はシステムの信頼度解析算法に関する研究成果を記述したものであり、これらの分野に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。