OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	ネットワークの信頼度評価と設計問題に関する研究
Author(s)	小出, 武
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169383
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	小出(こいで) 武(たけし)
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 15420 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	**ネットワークの信頼度評価と設計問題に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 石井 博昭 （副査） 教授 八木 厚志　教授 川上 則雄　助教授 西島 国介 助教授 小松 雅治

論文内容の要旨

本論文は様々な現実問題のモデル化において現れるネットワークの中で、従来の研究より一般的である枝の故障確率が異なる場合を考え、ネットワーク信頼度評価問題、およびネットワーク設計問題に対する効率的な解法を提案している。本論文の内容構成は以下の8章からなっている。

第1章「緒論」では、研究の背景や意義、目的、および各章の概説を述べている。

第2章「グラフ理論と組合せ最適化問題」では、本論文を展開するために必要なグラフ理論の概念と、組合せ最適化問題に関する基本概念を説明している。

第3章「総合信頼度とその下界」では、本論文で扱うネットワークモデルを設定し、その妥当性について述べている。また本論文で扱うネットワーク信頼度である総合信頼度を求める問題の困難性について述べ、総合信頼度の下界を多項式時間で導出することの意義について述べている。最後に総合信頼度の下界を多項式時間で計算する主な既存手法を紹介している。

第4章「極大木によるエッジ・パッキング法」では、極大木によるエッジ・パッキングを構成して総合信頼度の下界を多項式時間で求める手法を提案し、その効率性を理論的に示している。更にこの手法に短絡除去、直列縮退、並列縮退という3つのグラフ変換を併用することによって導出する下界の精度が上がる傾向があり、この手法を枝故障確率が全て等しいネットワークに適用した場合、これまで最良と言われている手法と比較して十分に有効であることを数値実験により確認している。

第5章「直並列グラフによるエッジ・パッキング法の改良」では、エッジ・パッキングの要素を極大木から極大木を含むクラスである直並列グラフへと拡張した手法を提案している。第4章で提案した手法による下界と数値実験により比較して、直並列グラフへの拡張が下界の精度を上げることに大きく貢献することを示している。

第6章「有向ネットワーク信頼度によるアプローチ」では、対象となるネットワークを有向ネットワークに変換し、有向ネットワークの信頼度の下界を多項式時間で計算することにより、元のネットワークの総合信頼度の下界を多項式時間で計算する手法について述べている。有向ネットワークの信頼度の下界を計算する手法として、アサイクリックグラフを要素とするアーク・パッキングを利用する手法を提案し、数値実験によって第5章で提案したアルゴリズムと同程度の精度を持つ下界が導出できることを示している。

第7章「総合信頼度を考慮したネットワーク設計問題」では、総合信頼度を考慮したネットワーク設計問題の最適

解を探索する解法を提案している。提案する解法は枝の故障確率が各々異なっているネットワークにも適用可能という従来の解法にない長所を有している。

第8章「結論」では、本論文を総括し、これまでの成果と残された課題、今後の展開について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、枝の故障確率が枝ごとに異なるという従来の研究よりも現実に近いネットワークモデルを対象として、ネットワーク信頼度の中で最も基本的かつ重要である総合信頼度に関する問題を扱っており、総合信頼度の下界を多項式時間で導出する手法、および総合信頼度を考慮して最適なネットワーク構造を決定する問題に対する効率的な解法を開発している。この研究はネットワーク信頼度理論を現実問題に応用するための数理的基礎研究として位置づけることができる。得られた結果を要約すると以下の通りである。

(1) 枝の故障確率が異なるネットワークの総合信頼度の下界を多項式時間で導出する手法として、極大木や直並列グラフによるエッジ・パッキングを利用する手法を提案し、その効率性を理論的に示している。従来は解析が困難であるという理由から、枝の故障確率が異なる場合においてこのような試みはなされてこなかった。この結果は、より現実に近いネットワークモデルの信頼度を評価するための新たな知見を与えている。

(2) エッジ・パッキングとグラフ変換を併用する本論文の手法を枝故障確率が全て等しいネットワークに適用した場合、最良と言われている手法より精度の良い下界を導出する可能性がある。枝故障確率が全ての枝について等しいネットワークに対しては、エッジ・パッキングを利用する手法はあまり精度の良い下界を導出できないと認知されていたが、エッジ・パッキングを利用する手法に改良の余地があることを示したことは、この研究分野における常識を覆すという意味で非常に価値がある。

(3) 変換された有向ネットワークの信頼度を評価することにより、元の無向ネットワークの総合信頼度の下界を多項式時間で導出する方法について述べ、有向ネットワークの信頼度の下界を多項式時間で導出する手法を提案しており、この手法が非常に精度の良い下界を導出することを数値実験により示している。精度の良い下界を得るためには有向ネットワークの信頼度を利用するという新しく有効な手法を示したという点で、この結果は総合信頼度の下界に関する研究に新たな知見を与えている。

(4) 総合信頼度が一定水準以上となるネットワークのうち、構築コストが最小となる構造を探索する手法を提案している。採用候補となる枝の故障確率が各々異なっていても構わないという点が、従来の手法にない利点である。実際にネットワークの構造を決定する場合には、異なる構築コストと異なる故障確率を持つ枝を採用候補として考慮することが通常であり、この点から、この結果は現実のネットワーク設計に有効である。

以上のように、本論文は枝の故障確率が枝ごとに異なるという従来の研究よりも現実に近いネットワークモデルを対象として、総合信頼度評価に関して効率的な手法を開発している。この成果は、ネットワークの信頼度に関する研究をネットワーク設計問題などの現実問題へ応用するために大きく貢献すると考えられ、応用物理学、特に数理情報工学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。