

Title	アルゴリズムの効率化 : -特にグラフの列挙問題-に関する研究
Author(s)	築山, 修治
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2262
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	筑山修治
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3928 号
学位授与の日付	昭和 52 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 電子工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	アルゴリズムの効率化——特にグラフの列挙問題——に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 尾崎 弘 (副査) 教授 児玉 慎三 教授 角所 収 教授 寺田 浩詔

論文内容の要旨

本論文は、アルゴリズムの効率化という観点から、グラフの列挙問題を考察したものである。

第 1 章緒論では、本研究の意義およびこの分野での研究の現状について述べ、本研究によって得られた諸成果を概説している。

第 2 章では、次章以後で述べるアルゴリズムの効率の良さ（複雑度）を評価する方式について述べている。まず、計算機モデル RAM の概略を述べ、アルゴリズムの複雑度をその RAM プログラムを用いて定義している。さらに、以下で述べるアルゴリズムの複雑度を評価するには、入力規模を示す変数と出力の規模を示す変数の二つを用いる必要があることを示している。

第 3 章では、有向グラフにおけるサイクルの列挙問題について考察し、新しいアルゴリズムを提案している。まず、従来のアルゴリズムについて概観し、より効率的なアルゴリズムを見出すための一つの接近法として、探索範囲の削減が挙げられることを示している。次に、それを効果的に行うために、与えられた有向グラフに対して、depth-first search の技法で一つの森を生成し、その森を用いてサイクルの特徴付けを行っている。ここで提案しているアルゴリズムは、従来のアルゴリズムの中の最良のものと同じ、 $O((|V| + |E|) \cdot (|\mathcal{C}| + 1))$ の時間複雑度と $O(|V| + |E|)$ のスペース複雑度を持っているが、従来のものが $O((|V| + |E|) \cdot (|\mathcal{C}| + 1))$ の演算時間を要したいくつかの例に対して、このアルゴリズムは $O(\sum_{C \in \mathcal{C}} |C| + |V| + |E|)$ の演算時間ですむ。

ただし、 V 、 E 、および \mathcal{C} はそれぞれ有向グラフの頂点、辺、およびサイクルの集合であり、各サイクル $C \in \mathcal{C}$ は頂点の系列で出力されるものとしている。

第 4 章では、無向グラフにおける極大独立頂点集合の列挙問題について考案し、新しいアルゴリズム

ムを提案している。まず、従来のアルゴリズムについて概観し、極大独立頂点集合を列挙する際には、極大でないものや重複したものを生成しないようにする効率的な判定手法が必要なことを示している。次に、そのような手法を導くために、与えられた無向グラフ G に対して、 G の部分グラフ $G(W_{i-1})$ とそれから生成される G の部分グラフ $G(W_i)$ を考え、この $G(W_i)$ のすべての極大独立頂点集合を $G(W_{i-1})$ のそれらから見出す問題を考察している。ここで提案しているアルゴリズムは $O(|V| \cdot |E| \cdot |M| + |V| + |E|)$ の時間複雑度と $O(|V| + |E|)$ のスペース複雑度を持っており、これらの複雑度は従来のアルゴリズムでは得られなかったものである。ただし、 V 、 E 、および M はそれぞれ無向グラフの頂点、辺、および極大独立頂点集合の集合である。

第5章結論では、本研究全般にわたり、その結果の意義と残された問題点についてまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文に取り上げている問題と、その研究成果を要約すると次のようである。

第一には、有向グラフにおけるすべてのサイクルの列挙問題を取り上げている。この問題に対するアルゴリズムは、これまで多数の著者によって考察されており、比較的効率の良いものも提案されている。本文では、これら従来のアルゴリズムの長所・短所を比較検討し、これらを一層効率良くするための手法の一つに、探索範囲の削減という問題があることを示している。さらに、それを効果的に行う手順について考察している。このような考察は従来にない新しいものであり、これに基づいて提案されているアルゴリズムは演算時間において従来のものより効率が良く、より実用的なものである。この列挙問題は、フィードバックシステムのシグナルフローグラフ的解析など、応用範囲も広いため、本文に示されたような効率的なアルゴリズムは、実用上重要な意義を持っている。

第二には、無向グラフにおけるすべての極大独立頂点集合の列挙問題を取り上げている。この問題に対しても、これまでに多くのアルゴリズムが提案されているが、それらのいずれもあまり効率的ではなく、実用的とは言えない。本文では、これら従来のアルゴリズムを概観した後、重複した列挙や無駄な列挙（あとで無用として取除く）を防ぐ効果的な手法について考察している。そのため、本文で提案されたアルゴリズムは、従来にも見られた部分グラフの系列を用いたものであるにもかかわらず、その実行に必要な演算時間やメモリスペースの理論的上限は従来のどれよりも少なく、より効率的なものとなっている。この種の列挙問題は、計算機援用設計の各分野にしばしば現われる問題の一つであり、このような効率的なアルゴリズムは実用上重要な意義を持っている。

以上のように、本論文はアルゴリズムの効率化、特にグラフの列挙問題においてかなりの研究成果をあげており、電子工学および情報工学に寄与するところが大きい。よって博士論文として価値あるものと認める。