

報告番号

* 甲第 1241 号

主論文の要旨

題名 整数計画問題の
組み合せ論的解法に
関する研究

氏名 今井 正治

主 論 文 の 要 旨

1/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

本論文は、整数計画問題の組み合せ論的解法に関する研究の結果をまとめたものである。本論文は、8つの章、参考文献および附録からなる。本論文の各章では、それぞれ、次のことがらについて述べる。

第1章では、初めに、1.1で組み合せ的最適化問題と整数計画法との関連について述べる。次に、1.2では、整数計画問題の一般的定式化とその中での0-1計画問題の占める位置について述べる。1.3では、整数計画問題の解法とその問題点、およびBranch-and-Bound法の重要性について述べる。1.4では、Branch-and-Bound法にもとづく整数計画問題の解法の構成上の問題点について述べる。さらに、1.5では、本論文の各章で取り扱うことがらについて概観する。

第2章では、Branch-and-Bound法にもとづく整数計画法のアルゴリズムを構成する上で重要ないくつかの問題点のうち、主として次の2点について考察する。

(1) 可能解の集合の分割方法

(2) 可能解の部分集合に対する目的関数の下界および

主論文の要旨

2/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

上界の評価方法

オ2章では、これらの問題点に対する方策を明らかにし、これらの方策にもとづいて、擬似ブール計画法のアルゴリズムを構成する。すなむち、オ2章の各節では、次のことがらを扱う。

まず、2.2では、以下で扱う擬似ブール計画問題の定式化を行なう。2.3では、目的関数の下界および上界を与えた目的関数および制約条件の特徴を用いて評価する方法を提案する。2.4では、部分問題の分割方法について述べる。2.5では、目的関数および制約条件の性質を用いて、部分問題を縮小する方法について述べる。さらに、2.6では、以上の考察および方策にもとづく、擬似ブール計画法のアルゴリズムを提案する。2.7では、このアルゴリズムを計算機の上に実現し、実験を通じてその効率を評価した結果について述べる。最後に、2.8では、この実験の結果から明らかにされた問題点について述べる。

オ3章では、ハッシュングの技法を用いた、ブール関数および擬似ブール関数の数式処理アルゴリズムを提案す

主論文の要旨

3/8

報告番号 氏名 今井 正治

る。さらに、これらの数式処理アルゴリズムを、擬似ブール計画法のアルゴリズムに適用することを試みる。これらの数式処理アルゴリズムは次の特長を持っている。まずオ1に、処理される数式の項数をmとして、数式の処理時間が $O(m)$ である。オ2に、ハッシュ関数として特別な形のものを採用することで、積項が单一の変数からなるか否かの判定が高速で行なえる。

オ3章では、初めに、3.2で、ブール関数および擬似ブール関数の、計算機内部での表現方法について述べる。3.3では、ハッシングの技法を用いた数式処理アルゴリズムと、線形探索にもとづく数式処理アルゴリズムを与える。さらに、3.4では、これらの数式処理アルゴリズムの計算時間の理論的解析を行なう。最後に、3.5では、これらの数式処理アルゴリズムを用いて実現された、2つの擬似ブール計画法の求解システムの効率の比較を行なった実験の結果について述べる。

オ4章では、擬似ブール計画法のアルゴリズムで用いられる評価関数の強力さとアルゴリズム全体の計算時間との関係について述べる。すなむち、まず、問題の分割

主論文の要旨

4/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

に用いられる変数の選択を行なうのに用いられる評価関数の強力を変化させ、アルゴリズム中の問題の分割回数と全体の計算時間の変化を調べる。次に、目的関数を構成する積項間の含意の関係を用いて、より厳密な目的関数の下界を与える手続きを用いた場合の、アルゴリズム中の問題の分割回数とアルゴリズム全体の計算時間の改善の程度を調べる。

第4章では、初めに、4.2で擬似ブール計画問題の定式化を行なう。次に、4.3では、含意の性質を用いた、目的関数の下界の評価方法を提案する。4.5では、擬似ブール計画法のアルゴリズムを記述する。さらに、4.6では、4.3および4.4で与えられた評価関数の強力さとアルゴリズム全体の計算時間との関係について考察する。4.7では、4.5で与えたアルゴリズムを実現し、評価関数の強力を変化させたときの、アルゴリズムによる問題分割の回数と、アルゴリズムの計算時間との変化を測定した結果について述べる。

第5章では、第2章および第4章で述べた擬似ブール計画法の汎用アルゴリズムを基礎とする、最小被覆問題

主論文の要旨

5/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

の効率的解法を明らかにする。オ5章では、まず、5.2で、最小被覆問題を擬似ブール計画問題として定式化する。次に、5.3では、制約条件の性質を用いて、目的関数のより厳密な下界を評価する手続きについて述べる。5.4では、制約条件中の各変数の出現回数を用いた、分割変数の選択手続きについて述べる。さらに、5.5では、5.3および5.4で与えられた手続きを用いて最小被覆問題を解くアルゴリズムを与える。最後に、5.6では、このアルゴリズムの効率を従来の解法の効率と比較するための実験の結果について述べる。

オ6章では、マルチプロセッサ・システムに適した、並列形 Branch-and-Bound アルゴリズム PDFA (Parallelized Depth-First Algorithm) を提案する。さらに、 k 一値をとる n 個の変数によつて記述される最適化問題を P 台の処理装置を持つマルチプロセッサ・システムで、PDFA を用いて解く場合について、次の 2 つの性質を明らかにする。

- (1) アルゴリズムを実現するために必要な記憶容量は $O(P \times k \times n)$ でよい。

主論文の要旨

6/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

(2) 処理装置の台数 P を適切にえらべば、システムの計算時間は、1台の処理装置で同じアルゴリズムを実行する場合の $1/P$ 以下になる。

第6章では、初めに、6.2で並列形 Branch-and-Bound アルゴリズムを実現するための、マルチプロセッサ・システムのモデルについて述べる。次に、6.3では、アルゴリズムの並列化の方針を示し、さらに、並列形アルゴリズム PDFA を記述する。6.4では、PDFA に関する、いくつかの性質を明らかにする。6.5では、PDFA の計算時間をシミュレーションによって調べた結果を示し、6.4での考察の結果との比較を行なう。最後に、6.6では、並列形の Branch-and-Bound アルゴリズムの実現上の問題点、および、残された問題点などについて述べる。

第7章では、Branch-and-Bound 法で用いられるサーチ関数の性質とその問題点を明らかにし、必要な記憶容量を自由に制御できる、2つのサーチ関数を新たに提案する。まず、7.2では、以下の議論で用いられる、いくつかの定義および記法を示す。次に、7.3では、Branch-and-Bound アルゴリズムを記述する。7.4では、従来用

主論文の要旨

7/8

報告番号	※甲第	号	氏名	今井 正治
------	-----	---	----	-------

いられてきたサーチ関数のいくつかの性質とそれらの問題点について述べる。7.5では、必要な記憶容量を自由に制御できる2つのサーチ関数を提案し、さらに、7.6.では、これらのサーチ関数の性質を明らかにする。最後に7.7では、これらのサーチ関数を用いた場合の、アルゴリズム中で処理される部分問題の個数およびアルゴリズムの計算時間を調べるために行った実験の結果について述べる。

第8章では、整数計画問題の組み合せ論的解法に関する研究分野で、今後の研究の方向として、特に重要なと思われる、以下の点について概観する。

- (1) 制約条件が、不等式および等式で与えられる最適化問題の効率的解法の構成に関する研究
- (2) 準最適解を求めるアルゴリズムに関する研究
- (3) 対象とする問題の性質に応じた、問題向きアルゴリズムの構成に関する研究
- (4) 並列形Branch-and-Boundアルゴリズムにおける、記憶装置に対するアクセスの競合の程度の解析とそれに対する対策に関する研究

主 論 文 の 要 旨

8/8

報告番号 ※甲第 号 氏名 今井 正治

(5) 人工知能の研究分野で取り扱われている、種々の組み合せ的問題に対する、Branch-and-Bound法の応用に関する研究

本論文が、今後の整数計画問題の解法に関する研究の一助となれば幸いである。

以上