

|         |                                                                              |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名     | 室 章 治 郎                                                                      |
|         | むろ しょう じ ろう                                                                  |
| 学位の種類   | 工 学 博 士                                                                      |
| 学位記番号   | 工 博 第 662 号                                                                  |
| 学位授与の日付 | 昭 和 55 年 3 月 24 日                                                            |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当                                                      |
| 研究科・専攻  | 工 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻                                                        |
| 学位論文題目  | Studies on Finite Automata Having Cost Functions<br>(コスト関数をもつ有限オートマトンに関する研究) |

論文調査委員 (主 査) 教 授 長谷川利治 教 授 三 根 久 教 授 得 丸 英 勝

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は組合せ最適化問題の標準形である逐次決定過程をコスト関数をもつ有限オートマトンとみなすことによって記号系列の識別機械として定式化できることに着目し、コスト関数が加法的である場合、すなわち加法性過程を中心として識別機械の立場から研究し、その成果をまとめたものであって、緒論と結論を含め7章からなっている。

第1章は、緒論であり、逐次決定過程およびコスト関数をもつ有限オートマトンモデルについての従来の研究を概説し、本研究の位置づけと目的ならびにその概要が述べられている。

第2章では、本論文で論じられる逐次決定過程の各種のモデルの定義ならびに従来得られている結果の要約が与えられている。

第3章では、決定性有限オートマトンにおいて、加法性過程ならびに、加法性過程のコスト値およびしきい値を有理数に限定した有理加法性過程の受理集合を表現するために、正規表現を一般化し、正規表現中の各文字の使用回数についての情報を含んだ加法性過程表現という概念が導入されている。その結果、ある系列の集合が加法性過程または有理加法性過程によって受理されるための必要十分条件は、ある条件をみたし、その系列の集合を表現する加法性過程表現が存在することであるという表現定理が得られている。さらに、この表現定理は、第5、6章で論じられる非決定性モデルに対して拡張できることが示されている。

第4章では、決定性加法性過程および決定性有理加法性過程に加えて、加法性過程、有理加法性過程それぞれのしきい値が各最終状態ごとに異なり、しかも $\infty$ 、 $-\infty$ の値をとることが許される一般化加法性過程、一般化有理加法性過程、の4種のクラスについて受理集合が調べられ、その結果、これらの決定性の各モデルの受理能力が明らかにされているとともに、受理集合がつくるクラスの代表的な集合演算に関する閉包性が明確にされている。

第5章では、加法性過程、有理加法性過程それぞれを非決定性モデルに拡張した非決定性加法性過程、

非決定性有理加法性過程の2種のクラスの受理集合について検討されている。特に、両モデルの受理能力の相違、決定性モデルの場合との関係ならびに、受理集合がつくるクラスの代表的な集合演算に関する閉包性が明確にされている。

第6章では、非決定性加法性過程モデルで、第5章とは受理集合が基本的には異なるが、ある意味で双対な関係にあるといえるもう一種のモデルが、非決定性加法性過程および非決定性有理加法性過程に対応して、それぞれ双対非決定性加法性過程および双対非決定性有理加法性過程と名づけられ、その性質が明らかにされている。特に、双対非決定性加法性過程および双対非決定性有理加法性過程の受理能力が決定性、非決定性の各種モデルとの比較の下に論じられている。さらに、受理集合がつくるクラスの代表的な集合演算に関する閉包性が明確にされている。

第7章は結論であり、本論文の要約、主な結果に対する考察ならびに、識別機械としての逐次決定過程の種々の部分クラスに対して、その受理集合を求めるアルゴリズムに関する研究など、本研究の将来の発展への展望が与えられている。

## 論文審査の結果の要旨

有限個の可能性の中からある意味で最適な決定や選択を行う組合せ最適化問題の研究は近年その重要性をますます増大させて来ている。そのなかで、種々の組合せ最適化問題を統一的に取扱う必要があり、逐次決定過程は組合せ最適化問題を表現する標準形として考え出された。この逐次決定過程はコスト関数をもつ有限オートマトンとみなすことができ、組合せ最適化問題の一般的表現手段となるだけではなく、パターン認識などにおいての記号系列の識別機械として取扱うこともできる。また、逐次決定過程のなかでは、ことにコスト関数が加法的である加法性過程は重要なものであって、実際上にも、ナップサック問題、最短経路問題など加法性過程で表現できる重要かつ適用範囲の広い問題が多く存在している。

本論文は、従来十分には研究されていなかった加法性コスト関数をもつ有限オートマトンを識別機械の立場から研究を行ったものであり、新しく得られた主な成果を要約すると以下ようになる。

(1) 加法性過程および、そのコスト値ならびにしきい値を有理数に限定した有理加法性過程の受理集合を表現するために、正規表現を一般化し、正規表現中の各文字の使用回数についての情報を含んだ加法性過程表現という概念を導入し、与えられた系列の集合が加法性過程または有理加法性過程によって受理されるための必要十分条件を示す表現定理を導き、さらにこの表現定理が非決定性モデルに拡張できることを示した。

(2) 決定性加法性過程および決定性有理加法性過程に加えて、両種の過程のそれぞれのしきい値が各最終状態ごとに異なり、しかも $\infty$ 、 $-\infty$ の値をとることが許される一般化加法性過程、一般化有理加法性過程、の4種のクラスの受理集合について検討し、これらの決定性の各モデルの受理能力を明らかにするとともに、受理集合がつくるクラスの代表的な集合演算に関する閉包性を明確にした。

(3) 加法性過程、有理加法性過程それぞれを非決定性モデルに拡張した非決定性加法性過程、非決定性有理加法性過程の2種のモデルについて、加法性表現が両モデルの受理集合を特性づけるのに有用であることを示し、両モデルの受理能力の相違、決定性の場合との関係ならびに代表的な演算に関する閉包性を

明らかにした。

(4) 非決定性加法性過程モデルで、上記(3)で示した非決定性加法性過程および非決定性有理過程とは受理集合が基本的に異なるが、ある意味で双対な関係にあるものを、それぞれに対応して双対非決定性加法性過程および双対非決定性有理加法性過程と名づけ、その受理集合の性質を明らかにした。特に、この種の双対過程の受理能力を、決定性、非決定性の各種モデルとの比較の上で明らかにし、代表的な演算に関する閉包性を明らかにした。

以上要するに、本論文は、工学上よく現われる組合せ最適化問題および記号系列の識別機械を、有限オートマトンで表現したモデルで示し、その性質を解明するとともに、この種の問題をより一般的に、統一的に取扱うことを可能にしたものであって、学術上、實際上寄与するところが少くない。

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。