



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Rough Set Based Reasoning and Its Application to an Artificial Immune System                                                                    |
| Author(s)    | Felix-Acuna, Reynaldo                                                                                                                           |
| Citation     | 大阪大学, 2001, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/42423">https://hdl.handle.net/11094/42423</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|               |                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | ふえりくす あくにや、 れいなるど<br>Felix-Acuna, Reynaldo                                                                  |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                                   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 6 3 2 5 号                                                                                               |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成13年 3 月 23 日                                                                                              |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>基礎工学研究科システム人間系専攻                                                                            |
| 学 位 論 文 名     | Rough Set Based Reasoning and Its Application to an Artificial Immune System<br>(ラフ集合に基づく推論とその人工免疫システムへの応用) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 潮 俊光<br><br>(副査)<br>教 授 田村 坦之 教 授 藤井 隆雄                                                         |

### 論 文 内 容 の 要 旨

ラフ集合に基づく手法は、データマイニング、知識発見、機械学習、制御などの多くの実際的な応用分野に適用されている。ラフ集合論は、不完全なデータの取り扱いや、決定規則の集合を単純化するための冗長な属性の除去に有効である。決定規則は最小被覆から求められるので、最小被覆を効率よく求めることは重要な課題であり、いくつかのアプローチが提案されている。

本学位論文では、最小被覆を計算するときに用いる属性集合と識別可能行列を2値表現で符号化する手法を提案する。そして、2値表現された集合に対してビット演算を実行することにより最小被覆を求めるアルゴリズムを提案する。このアルゴリズムの実装では、計算機の記憶装置の有効利用を目的として、機械指向的なアプローチを取ることにより、属性のグループ間の並列処理が可能となる。識別可能行列の大きさは、冗長性を除去するために主要なパターンを識別することで、最小化を行う。集合の演算をビット操作で行うことによって、最小被覆の効率的な探索が可能となる。

さらに、ラフ集合を用いた人工免疫システムを提案する。本システムでは、近似的結合を行うために、ラフ集合論を用いる。本システムでは主に否定的選択アルゴリズムを用いる。これは、non-self の情報が少ない問題を解くのに適している。ラフ集合論は、データの不確かさを扱い、self および non-self クラスを記述するのに必要な規則の集合を得るために用いられる。いくつかの標準的なデータマイニングの例題に対して本システムを適用してルールの抽出を行い、従来の人工免疫システムよりも効率的にルールの抽出ができることを示した。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、ラフ集合論に基づく不完全データからの規則の抽出において最も計算量を必要とする極小被覆の計算を効率的に行うための発見的な手法の提案と、ラフ集合を用いて不確かさを明示的に表現したリンパ細胞を導入した人工免疫システムの提案を目的として行った研究成果をまとめたもので、5章からなる。

まず、ラフ集合論に基づく不完全データからデータを抽出するときに極小被覆の計算が必要となる。極小被覆の計算はNP困難な問題であり、発見的な方法の導入が重要である。識別可能行列を用いてデータを表現するときに、2

値表現を用いた効率的な表現方法を用いた。そして、2 値化された識別可能行列から識別可能パターンと呼ばれるビット列を導入することにより、極小被覆に必要な情報を保持したまま、データを圧縮する手法を提案している。例題を用いて、識別可能パターンによるデータ表現により元のデータ表現の数パーセントまで圧縮することを示している。さらに、ブール代数表現を用いた効率化についても考察している。また、以上の方法ではすべての極小被覆を求めることができるが、すべてを求めなくても良いときには遺伝アルゴリズムを用いた極小被覆探索法が有効であることを指摘している。

次に、人工免疫システムにおいてデータの不完全性を明示的に扱うために、リンパ細胞の表現にラフ集合を用いた新しい手法を提案している。提案手法では、リンパ細胞の数を少なくすることができ、実装が容易であるという利点がある。入力データにおける不確かさを明示的に扱うことが可能となり、より幅広い入力データを扱うことができ、初期データの数が少ない場合や、データそのものが不完全な場合にも適用できる。さらに、例題として代表的な分類問題を取り上げて、従来手法と提案手法の結果を比較することで、提案手法の有効性を確認している。

このように、本論文は、ラフ集合に基づくルール抽出を効率的に行うための発見的方法の提案とその人工免疫システムへの応用を通じて、データ解析の分野の発展に貢献をした。よって、博士（工学）の学位論文として価値があると認める。