

審査の結果の要旨

氏名 柴田 剛志

本論文は「形式文法の確率的一般性と応用に関する研究」と題し、形式文法の一つである単純文法の種々のサブクラスについて、生成規則に適用確率を与えた場合に生成しうる確率言語の集合を確率的一般性として捉え、種々の文法の確率的一般性相互間の包含関係と強化学習による効率的学習可能性について論じたもので、5章と付録からなる。

第1章は「序論」と題し、例から法則性を帰納的に学習する技術、わけても形式文法として表現した法則を学習する技術の意義と研究動向について論じ、本論文に述べる効率的な学習を可能とする枠組の理論的基礎を与える研究の位置づけについて論じている。

第2章は「準備」と題し、確率的文脈自由文法をマルコフ決定過程として捉える方法を示している。まずマルコフ決定過程と強化学習についての基本的な定義と定理を与え、文脈自由文法のサブクラスである単純文法のサブクラスとそれらの正例からの学習について、次いでマルコフ決定過程として捉えた確率文脈自由文法の性質について論じている。

第3章は「単純文法の確率的一般性と統合可能性」と題し、種々の確率文法間の関係について論じている。まず文法の確率的一般性を文法の生成規則に確率値を割当てた場合に生成しうる確率言語すべての集合と定義し、ある文法クラス X が文法クラス Y の範囲内で統合可能であることを、 X によって記述された複数の確率言語を包含する文法を Y によって記述できることと定義する。この定義に基づき、文脈自由文法のサブクラスである単純文法のさらにサブクラスで定義される種々の確率言語について、それらの統合可能性・不可能性について論じている。より具体的には、単純文法のさらにサブクラスである **Very Simple Grammar** がそれ自身の範囲内で統合可能であるのに対し、やはり単純文法のサブクラスである **Right-unique Simple Grammar** や単純文法自身はそれ自身の範囲内で統合可能ではないことを示している。また、**Right-unique Simple Grammar** をそれ自身の範囲内で統合可能になるように拡張した **Unifiable Simple Grammar** を構成し、**Right-unique Simple Grammar** を確率的一般性を失わない形で正例から学習可能であること及びその具体的方法を示している。

第4章は「決定過程化した文法と強化学習」と題し、決定過程化した文法の定義とそれについて成立する諸定理を与え、その下での強化学習の拡張方法と、学習の収束性を論じている。さらに、未知の文法について正例からの学習と取り入れながら強化学習する方法を示し、簡単な迷路問題の例の下に、実際に文法の学習や学習結果の統合、最適方策の学習を行なう方法について論じている。

第5章は「結論」と題し、本論文に述べた研究で得られた知見を総括し、その意義と今後の研究方向について論じている。

以上これを要するに、本論文ではコンピュータに知的な働きをさせる前提として重要である知識獲得の人手コストを低減するために、実例からの確率的な知識の獲得と利用を可能にする方式のひとつとして有力である文法の学習に関し、その基礎となる文法の統合可能性の枠組を提案、強化学習への応用を通して有効性を示しており、その成果は電子工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の論文として合格と認められる。