

## 平成27年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

関 研究室	氏 名	下野 拓弥
卒業研究題目	投射モデル計数における CNF の簡約化処理の効果	
<p>命題論理式を充足するような変数への真理値割り当てをモデルとよび、与えられた論理式のモデルの総数を求めることをモデル計数という。特に、指定された変数の部分集合（投射変数集合）への割り当ての違いのみを区別してモデルを数え上げることを投射モデル計数という。モデル計数問題は充足可能性問題 (SAT) の自然な拡張であり、理論的には計算量の大きい問題であることが知られている。SAT ソルバの高速化技術を利用した投射モデル計数ソルバがいくつか開発されているが、現在も計数の高速化が課題となっている。</p> <p>本研究では、SAT ソルバの前処理としてよく用いられている、入力となる CNF 論理式を単純化する処理を利用して、投射モデル計数の高速化を試みる。CNF の簡約化処理は、等価変換と充足可能性のみを保存する変換との2つに分類できる。等価変換はモデル数を保存するが、充足可能性保存変換は一般にモデル数を保存しない。しかし、投射モデル計数においては、充足可能性保存変換によって投射変数が削除されないのであれば投射モデル数は保存される。既存の CNF 簡約化処理ツールには指定した変数を処理の対象としない (変数の凍結) 機能が実装されている。この機能を利用することで、投射モデル数を保存したまま、等価変換と、投射変数以外を対象とした充足可能性保存変換を用いた簡約化が可能となる。しかし、投射モデル計数における簡約化処理の効果の評価は十分に行われていない。そこで、異なる計数手法が実装されている最新の2つの投射モデル計数ソルバ sharpClasp と sharpSATproj について、以上のような CNF 簡約化処理を前処理として利用することの有効性を評価した。簡約化処理には Coprocessor というツールを用い、そのツール中で実装されている5つの等価変換と3つの充足可能性保存変換、および変数の凍結機能を利用した。</p> <p>最初に簡約化処理を利用する場合と利用しない場合での実行時間を比較した。sharpClasp では実行時間の大きな改善が見られたが、sharpSATproj については、実行時間が改善する問題例もあったが、大きく悪化した問題例のほうが目立つ結果となった。sharpSATproj においては、簡約化処理によって変数や節の削減がほとんど起こらず変数や節の出現順序だけが変化する場合は、実行時間の改善はほとんどなく、悪化する場合が多かった。また、BVEと呼ばれる充足可能性保存変換によって3つ以上のリテラルを含む節の数が一定の割合以上増加する場合も、BVEを利用しない場合と比べて実行時間の悪化がみられた。そこで、簡約化処理による節数の変化に応じて、ソルバに入力する CNF 式の切り替えを行うようにして、その効果を評価した。具体的には、(1) BVE 以外の簡約化処理を行い、(2) その後 BVE を行う。(1) の簡約化処理によって節数が変化しなかった場合は簡約化処理を行う前の式をソルバにかける。そうでなければ、(1) と (2) の結果を比較して、3つ以上のリテラルを含む節の数が5%以上増加した場合は、BVE 以外の簡約化処理のみを行って得られた CNF 式を採用し、そうでなければ BVE も適用した結果の式を採用するようにした。このような切り替えによって、sharpSATproj に対しては切り替えを行ったものが簡約化処理を全く利用しない場合と比べて良い結果となった。一方で sharpClasp に対しては、単純に簡約化処理を行った結果と同程度の改善しか見られなかった。</p>		