

平成 21 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	日 野 善 信
卒 業 研 究 題 目	基本対称関数を利用した SAT ソルバの実装と評価	
<p>本論文では、基本対称関数を利用した充足可能性判定ツール (SAT ソルバ) の拡張と高速化を図り、その有効性を評価する。</p> <p>論理式の充足可能性問題 (SAT 問題) は NP 完全であり、計算に大変時間が掛かることが知られている。この問題を短時間で解くことを目指し、最近では SAT ソルバと呼ばれるツールの開発が競って進められている。組み合わせ問題を SAT 問題に変換した後に SAT ソルバを利用して SAT 問題を解くと、直接組み合わせ問題を解くプログラムを作成して問題を解くよりも高速に解けることが多いからである。しかし、SAT ソルバを用いても解くのに非常に時間のかかる SAT 問題はまだまだ多く、SAT ソルバの更なる高速化が求められている。</p> <p>SAT ソルバの改良として、馬野らは、「n 個の変数のうち、k 個が真」という基本対称関数の問題が実用的な組み合わせ問題に数多く含まれていることと、これを CNF 論理式で表現すると論理式の大きさが非常に大きくなることに注目し、基本対称関数を短く表現する特殊な節 (以下 ES_k 節) を提案し、2 カウンタ方式の DPLL アルゴリズムを ES_k 節を含む場合に拡張した。また、$k = 1$ に対応した SAT ソルバを実装し、ES_1 節の導入が効果的であることを示している。しかし、$k = 1$ にしか対応していないため、$k > 1$ を導入した場合の有効性について検証が行われていない。そこで本論文では、馬野らが開発した SAT ソルバを $k > 1$ にも対応するように拡張し、これを評価する。</p> <p>$k > 1$ への拡張として、入力表現の変更、データ構造の変更、BCP 処理の拡張、影響グラフの処理の変更などを行った。また、効果の評価のために、ES_k 節を含む CNF 論理式を、ES_k 節の定義に従って CNF 論理式へ変換するプログラムを作成した。</p> <p>拡張した SAT ソルバの効果の評価には、2 値のコンピュータトモグラフィ問題 (CT 問題) を利用した。CT 問題とは、マス目と縦・横・斜め 2 方向の計 4 方向から各列中を見たときの色を塗られたマス目の数が与えられ、その制約を満たすような色の塗り方を導く問題である。CT 問題は、自然な方法によって ES_k 節が含まれる CNF 論理式で簡単に表現できることから利用した。実験では、まず始めに、CT 問題を ES_k 節が含まれる CNF 論理式で表現したものを、本研究で拡張した SAT ソルバを用いて解いた。次に、その論理式を変換プログラムを利用して CNF 論理式へ変換したものを、拡張前の SAT ソルバを用いて解いた。そして 2 つの解いた結果を比較して、拡張の効果を評価した。</p> <p>その結果、本研究で拡張した SAT ソルバを用いて ES_k 節を含んだ CNF 論理式を解いた場合と、拡張前の SAT ソルバで CNF 論理式を解いた場合では、前者のほうが短時間で問題が解くことができ、$k > 1$ への拡張が非常に有効であることが確かめられた。</p> <p>またこの他に、SAT ソルバの内部構造の変更や、無駄な処理の削除により、$k > 1$ の節を含まない場合にも、拡張前の SAT ソルバより若干の高速化に成功した。</p>		