

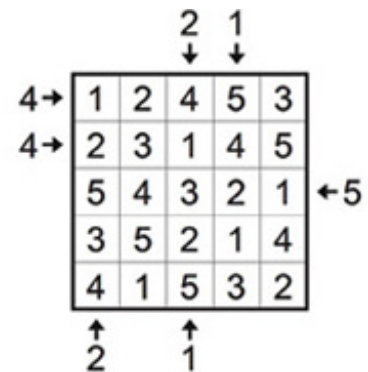
平成 25 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	中 村 陽 介
卒業研究題目	ビルディングパズルの SAT ソルバによる解法と 基本対称節の有効性	

論理式の充足可能性問題 (SAT 問題) とは、与えられた論理式を真にするような命題変数の割り当てが存在するかを判定する問題である。この問題は NP 完全であり解くために時間がかかる問題として知られているが、これを効率的に解くツールである SAT ソルバの開発や改良が進められており、実用的な時間で解ける問題も増えてきている。様々な問題において SAT 問題に変換して SAT ソルバで解くことにより元の問題の解を求めることができるが、通常 SAT ソルバは和積標準形 (CNF) の論理式が入力として必要である。実用上の問題の論理式の多くには n 個の変数を引数にとり、そのうちちょうど k 個が真のとき真を返す基本対称関数が含まれており、これを CNF に変換する際には非常に多くの節が必要となるため SAT ソルバが計算に時間がかかる一因となっている。

これに対し馬野らは入力可能な論理式の表現を基本対称節 (ES_k 節) を含む CNF (ES_k CNF) へ拡張した SAT ソルバである nanosat の実装を行った。 ES_k 節とは基本対称関数を導入した節のことであり「節中のリテラルのうち、ちょうど k 個が真のとき、かつそのときに限り真」と解釈する節である。 ES_1 節と通常の節を組み合わせることで論理式のサイズの削減などの利点があることが示されている。しかし先の研究では ES_1 節の効果についての検証がなされているが、2 以上の k に対する ES_k 節とそれを多数含む例については検証がされていない。

多数の ES_k CNF に変換可能であり ES_k 節の有効性の検証に有用だと思われる問題として本研究ではビルディングパズル (skyscrapers) を用いる。ビルディングパズルは正方形の盤面に規則に従い数字を埋めていくペンシルパズルの一つである。盤面内の数字を、そこに建ったビルの高さとして扱い解いていくのでビルディングパズルと呼ばれている。同じセルには 1 つしか建物はなく、また同じ行や同じ列には同じ高さの建物は存在しない。また盤面内の数字を盤面の左右上下の側面から垂直に見た際に見える建物の数がいくつかが盤面外にヒントとして与えられており、ここから盤面内の建物の大小を推論していく。このヒントと盤面内のビルが見えるという関係を ES_k 節で表すことで大幅に節の削減が可能であり、 ES_k 節の有効性の検証に有用と考えられる。



ビルディングパズル解答例

本研究ではまずビルディングパズルの SAT 問題へのエンコーディング方法を提案する。エンコーディング方法は論理結合子 ES_k を導入した論理式を介した CNF へのエンコーディングと、 ES_k 節を含む CNF へのエンコーディングの二種類を示す。ビルディングパズルをそれぞれの方法で SAT 問題にエンコードしたものを nanosat で解きそれぞれの計算時間を比較する実験を行うことで、 ES_k CNF へのエンコーディングがどれほど解を求める速さに有効かを検証する。