

平成 20 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	長 坂 哲
卒業研究題目	SAT ソルバを用いたお絵かきロジックの問題作成 支援ツールの設計と実装	
<p>お絵かきロジックの問題は、与えられた $n \times m$ のサイズのマス、ならびに、$n + m$ 個の数列からなる制約の対である。マスの要素であるセルのそれぞれに白または黒の状態がある。制約を満たすマスの状態が存在するとき、それを解という。お絵かきロジックの問題は、その解に一意性を要求される。</p> <p>充足可能性問題判定ツール (SAT ソルバ) とは、和積標準形 (CNF) の論理式が全体で真となる変数の真理値の割り当てが存在するかを判定するツールであり、近年、高速化が進んでいる。現在、さまざまな問題を SAT ソルバを利用して解く手法が提案されており、実際に、お絵かきロジックの問題を解くツールが実装されている。</p> <p>本研究の目的は次の通りである。(1): お絵かきロジックは解の美しさが評価の一つであることから、任意のデジタル画像 (写真やイラストなど) から問題を作成する機能を持つ問題作成支援ツールを構築する。(2): お絵かきロジックの問題作成支援に SAT ソルバが有効であるかを検証する。これらの目的を達成するため、SAT ソルバを利用して解の存在とその一意性を判定するツールである LogicSolver を用いて、お絵かきロジックの問題作成支援ツール LogicProblemMaker (LPM) の設計と実装を行う。</p> <p>まず、LPM の設計を考えるためにいくつかの予備実験を行い、その結果として次の 3 つのことが判明した。1 つ目は、市販の問題の解析から、黒の割合が 40% から 60% の状態にすることが美しい解を持つ条件の一つになるということ。2 つ目は、黒の割合が 70% 以上になるように無作為に作成した問題は大きな確率で解が一意になるようなこと。3 つ目は、市販のお絵かきロジックの問題に記載されている難易度と LogicSolver が生成する CNF の変数の数とクローズの数の間の関係性を調べたが、それらには特に関係性がみられなかったため、難易度の調節には別の方法で行う必要があること。これらの他に、他の支援ツールの機能の調査をした結果から、LPM を以下の方針で設計した。(a): 任意のデジタル画像を入力し、指定したサイズと閾値で二値画像を作成して解を生成する。(b): マスのサイズとその白と黒の割り当てをすべて設定して、解を作成する。(c): (a)、あるいは、(b) によって作成した解が美しい解になるように、また、その解を持つ問題が一意性を持つようにユーザーがセルの状態を変更して解を作成する。(d): (c) によって作成した解を持つ問題を生成する。(e): 推想法は人が解くときに用いる手法の一つであり、一意性を持つ問題をこの手法で解いたとき、解を見つけることができない場合があることを利用して、難易度を大まかに求める。これらをもとに、LPM を Visual C++ の開発環境で実装した。LPM は GUI アプリケーションであるため、ディスプレイを見ながらのマウス操作で問題作成を支援する。</p> <p>LPM を実際に使用することによって、一意性を持つお絵かきロジックの問題を手軽に短時間で作成できることが確認された。これにより、SAT ソルバが有効であることを示している。他の支援ツールと比較したところ、他のほとんどの支援ツールは任意の画像を入力して問題を作成できる機能と、一意性を判定する機能がないことから、LPM が有効であることを示している。</p>		