

平成 25 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

坂部 研究室	氏 名	内 田 佑 作
卒業研究題目	ドビー織機における枠数最小の織方図の SAT ソルバを用いた発見法	
<p>ドビー織機では一連のたて糸を上下 2 つの層に分け、その間によこ糸を通すことで織物を製造する。このときにたて糸を上下に分けるのが綜統枠であり、より少ない枠数をもつ織機で製造することができるようになれば製造コストを抑えることができる。織物において糸の交差により作られる模様は、通常、たて糸本数、よこ糸本数で表される大きさをひとつの単位として、その繰り返しとなっている。その模様 1 単位あたりについて、糸の交差状態を表す織物組織図から、たて糸の綜統への通し方を示す綜統通図、綜統枠の運動順序を示す紋柱図を求めることができれば、織機でその模様が実現できたことになる。また、上述の 3 つの図は合わせて織方図と呼ばれる。そして、模様 1 単位あたりの実現における必要枠数の最小値を求める問題を綜統枠数最小化問題と呼ぶ。松浦らは、ドビー織機に必要な最小綜統枠数が織物組織図をブール行列として見たときのブール階数であるという事を示し、それを 2 部グラフの 2 部クリーク被覆問題へと変換できることを示した。そして、2 部クリーク被覆問題を集合被覆問題として定式化し、整数計画ソルバを用いて解くという実験を、織物組織 706 種類に対して行った。この実験では、706 種類中の 704 種類というほぼ全ての織物組織について最小綜統枠数が求めることができた。しかし、残る 2 種類については最小綜統枠数が求めることができなかった。</p> <p>本研究の目的は、SAT ソルバに基づく手法により綜統枠数最小化問題を解き、より多くの織物組織について最小枠数を求めること、また松浦らの手法と実験に基づいて比較することである。</p> <p>本研究では、綜統枠数最小化問題を充足可能性問題へと変換する手法を提案する。また、織物組織図をブール行列として表現したものを入力として充足可能性問題を作成し、ツールを用いて問題を解き、最小枠数と最小枠数での織方図をブール行列として表現したものの出力するプログラムを作成した。このプログラム中で問題を解く方法として、SAT ソルバによる方法と擬ブールソルバによる方法の 2 種類を用いた。SAT ソルバを用いる方法では、まず、必ず織方図を実現できる枠数をあたえて作成した充足可能性問題を解き、解くことができた場合は、与える枠数をデクリメントしてから再度問題を作成し、それを解くといった一連の動作を繰り返すことで解を求める。擬ブールソルバを用いる方法では、内部で SAT ソルバによって解を求め、それ以上の解を制限するような制約を追加しながら続けて解を求めていく事で、最適化問題的に解を求める。このプログラムを用いるにあたって、織物組織図をブール行列として表現した松浦らのファイル形式を、入力として扱いやすい形に拡張した。また、プログラムの出力の形式として、織方図をブール行列として表現し、織方図のたて糸数、よこ糸数、枠数などの情報を加えたファイル形式を設計した。織物組織図から充足可能性問題を作成する際、節の数を減らすために Tseitin 変換を用いた。</p> <p>松浦らが実験に用いた 706 種類の問題例について実験を行った結果、SAT ソルバを用いたプログラムでは、1 秒未満で 52 種類、1 秒以上 60 秒未満で 508 種類の問題例について織方図を求めることができた。また同様に擬ブールソルバを用いたプログラムでは、1 秒未満で 304 種類、1 秒以上 60 秒未満で 290 種類の問題例について織方図を求めることができた。松浦らの方法では、1 秒未満で 681 種類、1 秒以上 60 秒未満で 17 種類の問題例について最小枠数を発見していることから、本研究の手法は織方図全てを求められると言う利点はあるが、速度に関してはあまり有効でないことが分かった。</p>		