

平成23年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

坂部 研究室	氏 名	東 野 惇 一 郎
卒業研究題目	非線形不等式形ループ不変式の未定係数の算出手法に関する研究	
<p>ループ不変式とは、プログラムの実行がループの先頭を通過するとき常に成立する論理式のことである。ループ不変式はプログラムの性質の検証に重要な役割を果たす。しかし、検証に利用できる意味のあるループ不変式を自動的に発見することは一般には困難である。そのため、ループ不変式の形を限定して、ループ不変式の自動的発見手法が研究されている。これまでに、ワイドニングと呼ばれる近似ヒューリスティックを用いる手法や論理式のテンプレートをを用いる手法などの様々な手法が提案されている。</p> <p>テンプレートをを用いる手法の一つとして、Fakas の補題に基づくものがある。この手法は、Fakas の補題に基づいて、テンプレートがループ不変式であることを表す論理式と等価な論理式を構成し、その論理式をテンプレートの未知係数に関する制約とみなし、制約を解くことによりループ不変式を生成する方法である。この手法の拡張として、関数呼び出しがあるプログラムのループ不変式の自動生成法が鈴木らによって提案されている。この手法では、Fakas の補題が適用できる範囲を拡張した拡張多項式補題を証明し、それを用いて関数呼び出し項を含む非線形不等式の形のテンプレートと関数の性質を表す等式集合から未知係数に関する制約を構成し、その解からループ不変式を生成する方法を与えている。</p> <p>本研究の目的は、鈴木らによって提案された手法における制約の解を求める手続きを具体化し、それを用いてループ不変式の生成を実験することにより、その手法を評価することである。</p> <p>本論文では、次のような制約の解法を用いる。与えられたテンプレートの未知係数に関する制約に存在限量子除去アルゴリズムを適用し、制約の変数を減少する。残った存在限量化された変数に0~5の値を代入して得られる制約の解をSMTソルバーにより求める。得られた解をテンプレートに代入して得られる拡張不等式がループ不変式になっていることを確認する。</p> <p>本論文の制約解法を実装し、ループプログラムの例題を用いて評価実験を行った。例題は、ループ内に代入文があり、その中に関数呼び出しを含むものと含まないものの二種類に分けられる。実験に用いた例題の多くについてはプログラム検証に利用されるような意味のあるループ不変式を得られることが分かった。また、関数呼び出しをもつプログラムの例題においても適切なループ不変式を得られることから、手法が有効であることが確認できた。また、意味のあるループ不変式が得られなかった例に関しても、入力するテンプレートを拡張することによって有効なループ不変式が得られるようになる例が存在することも確認した。</p>		