

## 平成 23 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

結縁 研究室	氏 名	澤 弘 也
卒業研究題目	時間システムに対する半順序簡約の適用について	
<p>並行システムをモデル検査する際に起こる状態爆発問題に対応するための手法の 1 つに半順序簡約 (Partial Order Reduction) がある。半順序簡約は、並行システムの性質に影響を与えないイベントの生起順を固定することにより、並行システムがプロパティを満たすかどうかの検証に十分な動作を保証しつつ、不要な状態空間の探索を避けるような遷移を選択する手法である。しかし、組込みシステム等の時間を扱う時間システムでは、時間の制約から暗黙の同期が起こるので、半順序簡約をそのまま適用することは出来ない。</p> <p>本研究では、Wang Yi らによって提案されている時間システムに半順序簡約を適用するための手法と、実時間システムにおけるコンポーネントモデルについて実際にシステムを構成し、モデル検査における実際の効果について考察する。時間システムに対する半順序簡約では、振舞いの性質に影響を与えないように、時間の同期をずらす必要がある。この目的のために、Wang Yi らは、時間システムに制約を加え、Local Time Semantics を提案している。この時間制約は、時間システムのクロック <math>x, y</math> について、<math>x \sim n</math> か <math>x - y \sim n</math> (<math>\sim \in \{\leq, &lt;, &gt;, \geq\}</math>, <math>n</math> は自然数) に限定する。</p> <p>Local Time Semantics は、コンポーネント内部で独立して時間を動かしても、その後システム全体の時間を合わせればシステムのプロパティチェックに影響が無いという意味論である。この意味論により、時間システムに半順序簡約を適用することが出来るようになる。</p> <p>コンポーネントモデルは、Timed Behavior とインターフェースから成る。Timed Behavior はデータの値や最終ロケーションを拡張した時間オートマトンである。インターフェースはデータポートとトリガーポートから成り、それぞれアウトポートとインポートポートの 2 種類がある。</p> <p>コンポーネントモデルで表した時間システムをモデル検査出来るツールとして UPPAAL PORT が開発された。UPPAAL PORT はコンポーネントモデルによる表現に基づいて半順序簡約を適用することが可能である。</p> <p>UPPAAL と UPPAAL PORT の双方で、同じ機能を持つシステムのモデル検査を状態数の少ないシステムと多いシステムでそれぞれ実行して、モデル検査終了までに経過した実行時間、探索状態数、構築状態数を計測した。実験の結果、状態数の少ない簡単な並行システムに関しては、UPPAAL による検査の方が実行時間は短く、探索状態数、構築状態数ともに少なかったが、状態数の多い複雑な並行システムに関しては、UPPAAL PORT による検査は実行時間が 2.007 秒であったので、UPPAAL による検査の 34.204 秒と比べて大幅に短かった。探索状態数、構築状態数のどちらも 84 であったので、UPPAAL による検査の 13305 と比べて大幅に少なかった。</p> <p>状態数の少ない並行システムにおいては、半順序簡約を適用する必要性が薄いので UPPAAL によるモデル検査の方が優位であったが、状態数が多い並行システムにおいては半順序簡約の効果が大きかった。</p> <p>コンポーネントモデルに基づいて設計すれば、現実的な規模を持つ時間システムに対してモデル検査が可能である。</p>		