

平成 25 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

結縁・寺内 研究室	氏 名	荒 川 洸
卒業研究題目	時間オートマトンに基づく LEGO mindstorms EV3 制御プログラムの生成	
<p>本研究は、LEGO mindstorms EV3 制御プログラムの設計仕様を基に UPPAAL を用いて記述した時間オートマトンに基づく動作のモデルから、C 言語のプログラムを系統的に生成する手法を提案する。提案する手法ではまず、EV3 制御プログラムの設計仕様から UPPAAL を用いて時間オートマトンに基づくモデルを作成する。時間オートマトンとはクロック変数という単位時間ごとに増加する変数によって有限オートマトンに時間の制約を与えるための拡張を行ったものであり、状態に滞在できる時間制約を表すインバリエント、遷移が可能となる時間制約を表すガード、他のモデルと遷移を同期するためのアクション名、クロック変数の値をゼロに戻すアップデートを記述できる。UPPAAL とは時間オートマトンを拡張したモデルの記述、シミュレーション、検査を行うツールである。モデルの仕様を時間に関する表現が可能である時相論理式で記述し、UPPAAL で検査することにより、コーディング後のデバッグの手間を省き、かつ人の目で発見することが困難なバグの除去を行える。システムの追加や変更をする場合にも、モデルに変更を適用することで容易に行える。また、モデルの状態や遷移のコメントに、動作させるモーターのポート番号やスピード、センサーの種類などを明記する。ある状態や遷移で実行したい C 言語プログラムもコメントに記述する。これによりモデル作成者以外がモデルを見ても動作が明確になり、モデルに沿ったプログラムの生成を行える。</p> <p>C プログラムの生成は以下のように行う。まず、各状態に ID を割り当てる。次に、プログラムに switch 文を生成し、switch 文内に各状態の ID に対応したラベルを持つ case 句を生成する。現在の状態 ID を記憶するための変数を用意し、これを switch 文の条件式とする。case 句内には、その case 句に対応する状態のインバリエントを満たしていることをチェックする if 文、コメントに記述されたモーターとセンサーの動作やプログラム、その状態を始点とする遷移のガードと同期条件を満たすかをチェックする if 文を生成し、ガードと同期条件から生成した if 文内に変数のアップデート、遷移処理を生成する。モデル内にシステムが複数ある場合は、各システムごとに switch 文を生成する。これらの switch 文全体を無限ループさせることで同じ case 句を何度もチェックして時間の経過を待ち、ガードや同期条件を満たす遷移を見つけたら、状態を記憶している変数に遷移先の ID を代入することによりモデルの動作を表現する。また、UPPAAL の XML ファイルをパースしてモデルの情報を取り出し、必要な情報を抽出してプログラムを自動生成をする。</p> <p>実際に EV3 のロボットを作成し、システムを設計してモデルの開発を行い、モデルを本研究で作成したプログラム自動生成ツールに入力してプログラムを生成した。まず、モデルが満たすべき仕様を時相論理式で記述し、UPPAAL で検査をすることでモデルの間違いを発見できた。モデルの間違いを修正した後に、モデルからプログラムを生成し、コンパイルして EV3 上で動作させたところ、モーターが期待した通りの動作をしなかった。この動作の仕様を UPPAAL で検査したところ、設計に間違いがあることが発見できた。そこで、モーターの可動範囲に制約を加えることを考え、制約を加えたモーターの動作をモデル化し、モーターを動作させるシステムのモデルと同期させた。このモデルを検査したところ仕様を満たすことが確認できたので、実際にモーターがモデル通りに動作するように変更を施した。ハードウェアに関するモデルを取り除いてプログラムを生成し、再び EV3 上で動作させたところ、期待した通りの動作が確認できた。</p>		