

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年 3月31日

報告者	学科名	情報システム工学科	職名	准教授	氏名	横川 智教
研究課題	初学者を対象としたモデル検査ツールの導入支援環境の開発					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	横川 智教	情報システム工学科・准教授	形式的検証	VPL の設計および評価	
	分担者	早水 公二	フォーマルテック	モデル検査の実地運用	教育効果の評価実験	
研究実績の概要	分担者	阿萬 裕久	愛媛大学・特任教授	プログラム解析	インタフェースの改善	
	<p>形式的検証技術の一つであるモデル検査は、網羅的かつ自動化された証明を可能とする非常に強力な技術であり、ツールとしての実装も数多く公開されている。それに関わらず、産業界におけるモデル検査の利活用は十分に進んでいないのが現状である。形式的検証の普及が進まない大きな要因の一つは、厳密な検証を行うために必要な労力が極めて大きくなることにある。網羅的な検証でシステムの誤りを見つけるためにはシステムを正確にモデル化する必要があるが、モデル検査の知識がない技術者にとっては非常に負担が大きい。さらに、モデル記述言語は通常のプログラミング言語は文法・意味が大きく異なっており、学習の労力も大きくなる。</p> <p>本研究では、モデル検査の導入教育における初学者を対象として、ビジュアルプログラミングを用いたモデル作成を支援するインタフェースを開発する。本ツールでは検査用モデルの作成にビジュアルプログラミングを用いることで直感的かつ効率的なモデル作成を実現し、学習効率の向上を図る。ビジュアルプログラミングは画面上にオブジェクトを配置することでプログラミングを行う環境であり、プログラミング教育に広く用いられている。</p> <p>これまでに申請者らは、モデル検査ツール nuXmv の検査用モデルを作成するためのビジュアルプログラミング言語を設計し、グラフベースのプログラミング環境 Node-RED 上へと実装を行うとともに、初学者を対象としたインタフェースの改善等の機能拡張を進めてきた。</p> <p>本研究では、これらの成果を発展させて、初学者を対象としたモデル検査ツールの導入支援環境を実現する。今年度の実績として、モデル検査のためのビジュアルプログラミング言語の拡張および改善を行った。この成果は、国際会議 EAIS2022 のポスターセッションで発表している^[Toyota 2022]。</p> <p>[Toyota 2022] K. Toyota et al., "A Visual Modeling Environment for the nuXmv Model Checker Intended for Novice Users," in Proc. EAIS 2022, pp. 684-685, 2022.</p>					
	※ 次ページに続く					

また、初学者に対する教育効果の評価も併せて行った。情報工学部の学生を対象とした比較実験において nuXmv の入力言語である SMV 言語によって直接モデル化を行った場合と、開発した支援環境を利用した場合とを比較し、支援環境を利用することでモデル作成に要する時間を削減でき (表1)、さらに被験者を対象としたアンケートでは扱いやすさについても高い評価が得られた (表2)。

表 1: 解答時間の比較

		SMV 言語			支援環境			
		資料	問 1	問 2	資料	問 1	問 2	
1	A	7:51	15:27 (21:14)	17:37	G	7:58	17:58 (21:21)	14:51
	B	8:24	17:36 (22:13)	18:28	H	6:25	19:50 (23:57)	17:13
	C	6:36	20:44	10:32	I	5:54	19:23 (23:09)	11:42
	D	8:39	14:07	14:33	J	6:12	17:10	12:01
2	E	11:02	(25:00)	22:34	K	14:21	23:41 (25:00)	23:30
	F	13:29	(25:00)	24:15 (25:00)	L	11:57	21:32 (24:21)	22:08

表 2: アンケート結果

		SMV 言語		支援環境		
		分かりやすさ	扱いやすさ	分かりやすさ	扱いやすさ	
1	A	3	3	G	3	4
	B	2	4	H	3	4
	C	4	3	I	3	5
	D	4	5	J	4	4
2	E	3	3	K	2	3
	F	1	1	L	3	5

研究実績
の概要

成果資料目録

1. K. Toyota, T. Yokogawa, S. Amasaki, H. Aman and K. Arimoto, "A Visual Modeling Environment for the nuXmv Model Checker Intended for Novice Users," in 7th International Conference on Enterprise Architecture and Information Systems (EAIS 2022), pp. 684-685, Jul. 2022.