

2023年 2月 9日

東京工芸大学
学 長 殿

審査員主査	東本崇仁
審査委員	上倉一人
審査委員	片上大輔
審査委員	姜有宣
審査委員	平嶋宗
審査委員	赤倉貴子
審査委員	



学位論文及び最終試験結果報告書

論文提出者氏名	古池謙人	学位及び専攻分野の名称	博士（工学）
学籍番号 ※課程博士	2085001	専 攻	電子情報工学 専 攻
論文題目	情報構造指向アプローチに基づく知的学習支援システムの汎化を指向した多角的発展に関する研究		

	学位論文／最終試験	評 価
審査結果	学 位 論 文	合格
	最 終 試 験	合格

※ 審査結果の評価は、「合格」または「不合格」で記入。

論文審査要旨（課程博士）

報告番号	*甲第	号	論文提出者氏名	古池謙人
			職名	氏名
	審査員主査		准教授	東本 崇仁
	審査委員		教授	上倉 一人
	審査委員		教授	片上 大輔
	審査委員		教授	姜 有宣
	審査委員		教授（広島大学）	平嶋 宗
	審査委員		教授（東京理科大学）	赤倉 貴子
	審査委員			



*教務課で記入

論文審査要旨（2000字程度）

本論文では、「情報構造指向アプローチに基づく知的学習支援システムの汎化を指向した多角的発展に関する研究」と題し、人工知能技術を用いて適応的な支援を実現する知的学習支援システム（Intelligent Tutoring System: ITS）の汎用性を高める手法の実現について多角的に検討している。本論文は、5部編成で次の10章から構成されている。

第I部では、研究の背景と本論文の目的および構成について記述している。まず、1章ではITSの重要性について触れ、学習者に対して適応的な挙動をITSが生成するためには、ITSの構成要素である領域知識モデル、学習者モデル、教授モデルのうち、特に領域知識モデルを情報構造指向アプローチに基づいて設計することが重要であると述べている。続く2章では、情報構造指向アプローチに基づくITSを開発するうえで、現状で示されている知見では適応できる対象領域が限定されていること（課題1）や、領域知識モデルがほかのITSに再利用できないこと（課題2）、教授意図に沿った領域知識モデルの変更に制限があること（課題3）を課題として指摘し、これらの3つの課題に対する本論文のアプローチを述べている。

第II部では、課題1に対し、従来研究の対象領域と比較してより未知な対象領域、すなわち未成熟かつ複雑な対象領域を対象とした領域知識モデル構築法に関する知見を創出することを目的とした研究について述べている。具体的には、プログラミング領域を対象とし、3章では新たな教授モデルの提案とその教授モデルを備えた学習支援システムの開発および評価に関する研究、4章ではプログラミングの問題解決過程を考察することによる問題解決過程モデルの提案・評価に関する研究、5章では学習者モデルの提案とその学習者モデルの実装および評価に関する研究について述べている。

論文提出者氏名

古池 謙人

論文審査要旨 (続き)

これにより、情報構造指向アプローチに基づいた領域知識モデルをプログラミング領域で構築しうることを、一連の研究を通して確認し、未知領域において領域知識モデルを構築する方法の知見を示している。

第 III 部冒頭では、学習対象の緻密な分析を必要とする領域知識モデル構築において、情報構造指向アプローチの適用範囲を拡大した第 II 部の貢献のみでは未だに ITS の一つあたりの開発コストが高いことを指摘している。また、さらに、領域知識モデルを再利用できることの重要性についても述べている。よって第 III 部では、課題 2 に対し、既存の領域知識モデルを再利用可能かつドメイン独立な教授モデルを実現し、モデルの再利用法および再利用可能なモデルについての知見を得ることを目的とした研究について述べている。具体的には、6 章にて Learning-by-teaching を対象とした領域独立な教授モデルの提案とその教授モデルを用いた ITS 開発のケーススタディ・評価に関する研究、7 章にてその教授モデルに対する感情的側面の支援可能性を検証するためのロボットの目の色と発言の組み合わせを用いた感情操作に関する研究について述べている。これらの成果から、情報構造指向アプローチに基づく既存領域知識モデルを、感情的支援を含むかたちで他の教授モデルに再利用する方法に関する知見を示している。

第 IV 部冒頭では、第 III 部で示した既存の領域知識モデルを再利用する手法を用いるためには再利用する領域知識モデルがあらかじめ完全に要件と一致している必要があることを指摘している。また、さらに、領域知識モデルを拡張できることの重要性についても述べている。よって第 IV 部では、課題 3 に対し、既存の領域知識モデルにおける学習対象の高次化を伴う拡張法に対する知見の創出を目的とした研究について述べている。具体的には、8 章にて学習者のメタ認知活動を促すメタ認知駆動学習を支援するための領域知識を既存領域知識モデルに拡張する方法の提案および提案手法を用いた ITS の開発・評価に関する研究について述べている。これにより、情報構造指向アプローチに基づく既存領域知識モデルに対して高次化に伴う拡張を加える方法に関する知見を事例的に示している。

第 V 部では、9 章にて本論文の貢献と限界についてまとめ、10 章にて近年の関連研究を改めて踏まえながら、結論と今後の課題について述べている。

これらの成果は、査読付学術論文 7 編 (和文 6 編・英文 1 編) として発表された。

以上の内容を要約すると、本論文では、ITS の汎用性を高める方法論の提供を多角的に行っている。具体的には、情報構造指向アプローチに基づく ITS が、プログラミング等のより未成熟かつ複雑な領域においても構築でき、構築した領域知識モデルが一定の情報を持っていれば他の教授活動に再利用可能であり、さらに状況に応じて領域知識モデルの複雑化だけでなく、高次化に伴う拡張・変更が可能であることを事例的に示すと同時に、これらを実現するための方法論に関する知見を示唆したといえる。これらの成果は、人工知能および知的学習支援システムや知識工学研究の分野において有用である。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値があるものと認められる。

最終試験の結果の要旨（課程博士）

報告番号	*甲第 号	論文提出者氏名	古池 謙人
		職 名	氏 名
	審査員主査	准教授	東本 崇仁
	審査委員	教授	上倉 一人
	審査委員	教授	片上 大輔
	審査委員	教授	姜 有宣
	審査委員	教授（広島大学）	平嶋 宗
	審査委員	教授（東京理科大学）	赤倉 貴子
	審査委員		

審査の結果の要旨（300字程度）

2023年1月16日に予備審査会を開催した。提出論文に関する口頭発表と詳細な質疑応答を通じて、論文内容ならびに専門分野に関する学識を確認した。その結果、審査委員会の設置の条件を十分満たしている事を確認した。

2023年2月1日に公聴会を開催し、同日、最終審査会において、本提出論文「情報構造指向アプローチに基づく知的学習支援システムの汎化を指向した多角的発展に関する研究」の審査、学力確認のための諮問を実施した。研究内容に対して、知識の表現方法や関連研究との位置づけ、本研究において得られた知見の制限や汎用性の範囲などについて質問され、論文提出者から適切な答えが示された。

また、外国語の能力に関しては、筆頭著者として、査読付き英語論文1件、国際会議7件（うちワークショップ3件）あり、本研究の遂行にあたり必要な国際論文を読解していることなどから、相当する学力があるものと判断した。

以上の結果より、これまでに得られた業績、論文提出者の学識、提出論文の内容とも、博士（工学）の学位を受けるに十分なものであると審査員全員が認め、全員一致で最終試験を合格と判定した。