

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	IoTを用いた製造工程における状態管理フレームワークの研究
Title(English)	
著者(和文)	石塚康成
Author(English)	Yasunari Ishizuka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11647号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:出口 弘,三宅 美博,山村 雅幸,小野 功,石井 秀明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11647号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース：	情報工学 知能情報	系 コース
学生氏名：	石塚 康成	

申請学位 (専攻分野)：	博士 (工学)
指導教員 (主)：	出口 弘
指導教員 (副)：	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本研究は、「IoT を用いた製造工程における状態管理フレームワークの研究」と題し、製造工程で行われる工作機械による加工タスクの状態収集と可視化に着目し、製造現場の概念に基づく状態によるマネジメント支援を目的として、IoT を用いた新たな状態管理手法を提案する。

本論文は 6 章で構成される。各章の概要を、以下に示す。

第 1 章「序論」では、研究の背景を示す。工作機械からのデータを収集・可視化する既存技術では、機械直接的な情報から稼働監視やツールの予知保全などを行うものがほとんどであり、工作機械の情報を、現場の概念（ドメイン概念）に基づいて規定された状態として取収・可視化することは行われていない。そのような中、製造現場の人間の活動にも着目した「マネジメントの IoT 化」という概念が提唱されているが、機械稼働状況から製造現場で活動する人間にとって意味のある作業遂行状態として取得する方法は確立されていないことと、そのような状態が取得可能となったとき、これを実現する情報システムは現場の変化に追従可能かが未検証である点を課題と捉えている。そこから、本研究の目的と意義を示し、最後に本論文の構成を示している。

本研究の背景を示し、本研究の基礎とする「マネジメントの IoT 化」概念と、ドメイン概念の定義を示している。そこから、本研究の目的と意義を示し、最後に本論文の構成を示している。

第 2 章「状態管理手法」では、本研究で提案する状態管理手法を示している。工作機械の加工作業を製造工程における 1 つのタスクとみなし、そのタスクにおける作業遂行状況を把握するための状態を管理する手法について説明する。工作機械の加工作業には、加工準備や機械操作など作業者が行うものと、加工プログラムの実行により工作機械内部で自律的に行われる作業を区別し、前者を作業者タスク、後者を機械稼働タスクとして、異なるアプローチによって作業遂行状況となる状態を収集する方法について説明している。作業者タスクは、作業手順などから規定された状態を状態遷移によってその遂行状態を捕捉する手法としている。また、機械稼働タスクは、工作機械から取得する複数信号の組み合わせから規定された状態への状態変換によってその遂行状態を捕捉する手法としている。

第 3 章「状態管理フレームワーク」では、状態管理フレームワークの設計概念を示している。マネジメントに用いるための状態管理フレームワークとして 5 つの要件を定義し、局所的な導入と組み合わせ容易な構成とする上で、マイクロサービスとして構成されるソフトウェアコンポーネントによる、疎結合型の CPS モデルを示している。

第 4 章「実証モデルの構築と結果の検証」では、第 3 章で示した状態管理フレームワークの CPS モデルに準じ、実証モデルを構築し、実在工場での実証結果を提示している。実在工場での実証では、当該工場で切削加工を行う工作機械を対象として状態管理フレームワークを導入し、当該工場技術者が規定した状態定義に基づいてその状態を収集・可視化できることを検証している。

第 5 章「評価と考察」では、実在工場での実証によって収集された機械稼働タスクの状態情報をもとに、機械内部的な稼働状況との比較によって、本研究で提案する状態管理手法によって得られる状態が有用であることを主張している。具体的には、日本製造現場に導入される工作機械に一般的に接続される 3 色表示灯の点灯状況よりも、状態管理手法によって得られる状態の方が作業者の目的を含む意味のある情報であることを示し、実証によって可視化されたいくつかの工作機械の作業状況をもって多様な状態を含んでいることも明らかとしている。また、この状態は実証を行った工場の技術者が規定したものであり、マネジメントを行う主体の関係者自らが、その状態を規定し改変した事例をもって、状態管理フレームワークが現場の変化にも追従可能であることを示している。さらに、第 3 章で定義した状態管理フレームワークとして実現すべき要件の達成度についても論じている。

第 6 章「結論」では、本研究の成果と今後の課題について説明している。提案手法の実証によって得られた成果と明らかとなった課題について論じるとともに、実証によって当該工場に及ぼした変化についても示している。さらに、状態管理手法を含む状態管理フレームワークの実証環境以外の製造企業での応用可能性についても論じている。

本論文では、従来の製造業向け情報システムや先行研究に見られる稼働監視などの機械主体的な情報利活用ではなく、人間の製造活動をより詳細に捕捉するための新しい状態管理手法を用いた状態管理フレームワークによる実在工場での実証を通して、ドメイン概念に基づく状態管理の有用性を明らかとした。これは製造現場のイノベーション促進に寄与するものであり、本研究の基礎とする「マネジメントの IoT 化」という先行概念に対する実践事例として、この研究の進展にも大きく貢献するものである。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース：	情報工学	系
Department of, Graduate major in	知能情報	コース
学生氏名：	石塚 康成	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	出口 弘	
Academic Supervisor(main)		
指導教員 (副)：		
Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Manufacturing companies are making efforts to improve their business operations to enhance competitiveness. In conducting such activities, it is also essential to correctly grasp the progress of manufacturing processes. There is a manufacturing task in which an operation is performed using a machine tool in manufacturing processes. Existing technologies for acquiring and visualizing data from machine tools utilize the data for execution monitoring and maintenance of the machine tool. However, those technologies do not show a method to convert data of a machine tool into states defined based on the shop floor-specific concepts, acquiring and visualizing them. The author could not find a concept or framework to realize such a method.

Therefore, this study proposes a state management framework utilizing IoT (Internet of Things). The purpose of this study is to support to manage manufacturing tasks by using manufacturing tasks' states based on manufacturing site-specific concepts. The state management framework converts the internal execution states of a machine tool into states defined based on the shop floor-specific concepts and acquires and visualizes them as states of the manufacturing task.

This paper defines a new state management method and the state management framework that implements the method. It explains a method and results of demonstrating the state management framework using several machining tools in a real manufacturing factory. The discussion based on the results of the demonstration of the state management framework indicates usefulness the state management, which the state management framework provides.

The state management framework is an information system that can grasp manufacturing tasks' states by using the state management method that has never existed before.

It is expected that the state management framework can promote innovations that improve competitiveness through to correctly grasping progress in manufacturing processes by using the state management method.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).