

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	異種システムを共存させるゲートウェイを用いたシステムの継続的移行に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	豊内順一
Author(English)	Junichi Toyouchi
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11115号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:出口 弘,山村 雅幸,三宅 美博,小野 功,石井 秀明,吉川 厚,寺野 隆雄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11115号, Conferred date:2019/3/26, 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

専攻： Department of	知能システム科学	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（工学）
学生氏名： Student's Name	豊内 順一		指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	出口 弘	
			指導教員（副）： Academic Supervisor (sub)		

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本研究では、情報制御システムのアーキテクチャ、およびシステム内の機器・装置やソフトウェアの構成と接続関係の変更、および機能のテストなどを、システムを全停止することなく、現場の技術者が行える方式を提案する。具体的には、集中型の生産管理システムの機能の分散型システムでの実現、および集中型から分散型へのシステム移行とテストの方式を提案し、実システムへの適用と評価を行った。

本論文は 6 章から構成される。その概要は以下の通りである。

第 1 章「序論」では、企業を取りまく経営環境や市場が刻々と変化する状況で、企業が保有する情報制御システムは、変化へのより柔軟な対応と高いロバストネスの必要性を整理し、生産管理を事例として、集中型システム機能の分散型システムでの実現、および集中型から分散型へのシステム移行の方式を提案した。

第 2 章「情報制御システムの移行に関する課題と研究の位置づけ」では、本論文で対象とする分野の先行研究をまず調査した。その上で、本論文で対象とする、異なるアーキテクチャを持つシステムの共存と連携、システム間連携テスト、およびシステム機能の検証を行う技術の研究開発について、代表的なアプローチについて、それぞれの研究の目的や特徴、および課題を述べた。

第 3 章「異なるアーキテクチャを持つシステムの共存」では、異種システム間連携ゲートウェイにより、集中型アーキテクチャと自律分散型アーキテクチャのシステムを共存・連携させる手法を提案した。具体的には、自律分散システム技術の一環として開発された、情報システムと制御システムを相互接続するためのゲートウェイ機能の拡張を行った。提案方式では、集中型と自律分散型のアーキテクチャのシステム間でメッセージを交換する際に、相手のシステムのアーキテクチャの違いによって処理を変える必要がないよう、異種システム間連携ゲートウェイを設計した。その有効性を確認するため、実際のタイヤ生産ラインのタイヤ検査工程の制御システムにこれを適用した。結果として自律分散型の制御システムと異種システム間連携ゲートウェイを実装することで、集中型と自律分散型のアーキテクチャのシステムの共存・連携を実現した。

第 4 章「共存システムの継続的移行と統合テスト」では、第 3 章で提案した共存・連携手法に対して、共存状態での連携テストを行う手法を提案した。具体的には、集中型システムの一つの下位計算機を、自律分散型システムのサブシステムの一つへと移行させるとともに、自律分散システム技術の一環として開発された、オンラインテスト技術を拡張し、新たな共存状態での新しい自律分散型サブシステムの単体テスト、および既存の集中型制御サーバとの連携テストを行った。その上で集中型システムにおける、一つの下位計算機とその下位計算機が制御している機器群、装置群を段階的移行の一単位として扱う。この方式のもとに、異種システム共存の新たな共存状態での、新しい自律分散型サブシステムのオンライン連携テストを行った。提案方式の有効性を確認するために、これをタイヤ検査工程の制御システムに適用し、サブシステム単位での段階的移行、及び共存システムの稼働状態での連携テストを達成した。

第 5 章「システム機能を検証するテスト基準、及びテスト用データの容易な作成」では、集中型と自律分散型のシステムの共存状態、及び、自律分散型システムへすべて移行した状態で、制御対象の機器や装置が正常に動作するか、あるいは想定外の動作をしないかという、システムの機能を検証するための議論を展開した。その上でシステム機能検証のためのテスト用データを現場の技術者でも容易に作成できる手法を提案した。具体的には、モデル検証対象のシステムのモデル化と検査条件（カバレッジ）の定義を行い、フレームワークを用いて満たすべきテストケースを生成した。その上でモデル仕様記述言語によって、対象システムとその振舞い、およびテストケースに対応する検査条件を記述し、モデル検査ツールを用いて検査条件を満たす、テストデータの自動生成を行った。従来、モデル記述言語によるシステムの設計の意図や振る舞いの正しい記述や、モデル検査ツールの使いこなしは、経験が必要とし、技術者への依存性が高いものだったが、本論文では、一連の手順を体系化し、定義設計のガイドやフレームワークを提供することで、テストデータの生成までの作業の容易化を図れた。

第 6 章「結論と課題」では、本論文で得られた結果をまとめ、本論文の貢献について論じた。今後の課題としては、集中型から自律分散型というパターン以外のシステム移行での本提案手法の適用可能性と、実例として扱った製造ライン管理システム以外の適用可能性を挙げた。

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。

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。

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	知能システム科学	専攻
Department of		
学生氏名：	豊内 順一	
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)

To respond to changes in the requirements of the information and control system, it is necessary to rebuild the system with new functions and/or systems with a different architecture.

When reconstructing an information and control system in operation, the migration from the legacy system to the target system sometimes requires a wide-ranging and long-term system outage. The preliminary preparations such as a migration plan and rehearsal under the guidance of a system engineer (SE) who is an expert in system design and development are essential. Furthermore, the migration work and post-migration tests are also led by the SE, not on-site technicians.

In this paper, we aimed to facilitate flexible and easy “SE-less” migration from a legacy information and control system to a target one without stopping the entire system. Accordingly, this paper proposed a gradual system migration framework consisting of the following three steps: (1) coexistence method of a heterogeneous system, (2) a gradual migration procedure for shifting the legacy system to a system of a different architecture, and (3) online testing method for the coexistence system.

Specifically, we implemented a decentralized type system with the same function as the legacy centralized type production management system, and a method of system migration and test from centralized to distributed type.

The centralized type and autonomous decentralized type systems coexist based on the gateway function extended from the conventional autonomous decentralized system (ADS). Moreover, by extending the online test method of the ADS, the function of the new subsystem of ADS type and its cooperation with the existing part can be tested online.

And we also proposed a method to decide which kind of case is to be tested, the so-called test coverage, and procedures to create test data that fulfill the coverage in a realistic time range.

The proposed methods and procedures were applied to an actual system of a tire inspection process, and their effectiveness was confirmed.

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)