

|              |                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 時間，資源の制約を持つビジネスプロセスの形式検証                                                          |
| Author(s)    | 綿引，健二                                                                             |
| Citation     |                                                                                   |
| Issue Date   | 2014-03                                                                           |
| Type         | Thesis or Dissertation                                                            |
| Text version | ETD                                                                               |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/12103">http://hdl.handle.net/10119/12103</a> |
| Rights       |                                                                                   |
| Description  | Supervisor: 平石 邦彦, 情報科学研究科, 博士                                                    |

|               |                           |               |     |
|---------------|---------------------------|---------------|-----|
| 氏 名           | 綿 引 健 二                   |               |     |
| 学 位 の 種 類     | 博士(情報科学)                  |               |     |
| 学 位 記 番 号     | 博情第 299 号                 |               |     |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 26 年 3 月 24 日          |               |     |
| 論 文 題 目       | 時間, 資源の制約を持つビジネスプロセスの形式検証 |               |     |
| 論 文 審 査 委 員   | 主査 平石 邦彦                  | 北陸先端科学技術大学院大学 | 教授  |
|               | 二木 厚吉                     | 同             | 教授  |
|               | 青木 利晃                     | 同             | 准教授 |
|               | 緒方 和博                     | 同             | 准教授 |
|               | 石川 冬樹                     | 国立情報学研究所      | 准教授 |
|               | 宮本 俊幸                     | 大阪大学          | 准教授 |

## 論文の内容の要旨

The correctness of business process models is critical for IT system development. The properties of business processes need to be analyzed when they are designed. In particular, business processes usually have various constraints on time and resources, which may cause serious problems like bottlenecks and deadlocks. In this paper, we propose an approach based on the model checking technique for verifying business process models with temporal and resource constraints. First, we extend Business Process Model and Notation (BPMN) to handle these constraints. Then, we provide a mapping of the business process models described with this extended BPMN onto timed automata that can be verified by the UPPAAL model checker. This approach helps to eliminate various problems with time and resources in the early phase of development, and enables the quality assurance of business process models.

## 論文審査の結果の要旨

企業情報システムの開発において、ビジネスプロセスのモデル化は非常に重要であり、設計の初期段階においてプロセスの正しさや妥当性を十分に検討しておく必要がある。特に、時間や資源に関する性質はボトルネック問題のようなビジネスプロセスの典型的問題に深く関連しているため、プロセスのふるまいを網羅的に分析する必要がある。本論文では、ビジネスプロセスの正しさを形式検証技術を用いて網羅的に検証する手法を提案している。具体的成果は以下の通りである。

ビジネスプロセスの標準記法である BPMN(Business Process Model and Notation)に対

して、時間および資源に関する制約条件を記述できるようにした拡張 BPMN 構文を提案した。これにより、タスクの最小／最大実行時間、および、アクティビティが使用する資源の種類と利用数をユーザーが指定することが可能になる。

つぎに、拡張 BPMN 構文から時間オートマトンへ変換するための変換ルールを与えた。このルールを用いることで、BPMN の各構成要素を対応する時間オートマトンに自動的に変換することが可能になる。これは将来的な手法のツール化につながるものである。変換規則は 1 対 1 の単純なマッピングだけではなく、同時実行数などにより変換後の時間オートマトンの構造が変化するものを含んでいる。BPMN のセマンティクスは現状では自然言語によって与えられるのみであるが、セマンティクスが厳密に定義された時間オートマトンへの変換規則を与えることは、BPMN のセマンティクスを時間オートマトンにより定義したことにもなる。時間オートマトンに変換されたビジネスプロセスの正しさは、最終的にモデル検査器 UPPAAL により検証される。

例題として、提案手法を看護・介護施設における看護ワークフローの検証に適用している。その結果、規定時間内に全作業が安全に終了するために必要な看護師数を求めるなど、手法の有効性を確認することができた。特に、資源数が足りなくなる状況はごくまれにしか起こらない状況であることが反例の解析で明らかになるなど、ライフクリティカルな状況における網羅的検査の重要性が認識できた。他方、モデルのインスタンス数や資源数に対する計算時間の爆発的増加の問題など、実用化に向けては解決すべき問題も残されている。

以上、本論文はビジネスプロセスの検証という企業情報システムの開発において重要な問題に取り組んだものであり、得られた成果は学術的に貢献するところが大きく、さらに安心・安全な情報システムの構築にも有用である。よって、博士（情報科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。