



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A Framework for Proximity-Based Federation of Smart Objects [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	JULIA, JEREMIE HENRI RAPHAEL
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11972号
Issue Date	2015-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59957
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Jeremie_Julia_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 ジュリア ジェレミー

審査担当者 主 査 教 授 湊 真一
 副 査 教 授 原口 誠
 副 査 教 授 有村 博紀

学位論文題名

A Framework for Proximity-Based Federation of Smart Objects
(スマート・オブジェクトの近接フェデレーションのためのフレームワーク)

近年, 近傍近接の無線通信機能と処理機能を持ち, 多様なコモディティに埋め込み可能な各種スマート・デバイスの普及により, これらのスマート・オブジェクトが相互に連携して形成する M2M (Machine to Machine) ネットワークや IoT (Internet of Things) に対する関心が高まっている. 一方で, これらのスマート・オブジェクトの近傍近接連携機能を用いた応用シナリオに関しては, 基本的には, 移動による位置の変化にかかわらず継続的に同一サービスの提供を保障するシナリオと, 移動先のコンテキストに応じて特定サービスとの連携を自動設定するシナリオとの 2 種類とこれらの組み合わせ以外の応用シナリオは未だ提案されていないのが現状である. この原因は, スマート・オブジェクトの近傍近接連携に関して, 2 者間の連携から複雑な連携ネットワークまでを記述可能な理論的計算モデルの欠落にあると Robin Milner 等は指摘している. この問題に関して, 2 者間の連携に関してはポート・マッチング・モデルを用い, 複雑な連携ネットワークに関しては, 触媒反応ネットワーク・モデルを用いて, これらの間を RNA 複製のレギュレーション機構に似せたグラフ書き換え機構で橋渡しを行うアイデアが 2010 年に田中譲によって提案されたが, その理論的な取り扱いと実現機構の正当性の保証に関しては未着手であった.

本研究では, 田中の構想をベースとして, ポート・マッチングの理論モデルを提案し, スマート・オブジェクトの近傍近接連携のグラフ書き換えモデルを精緻化し, 触媒反応ネットワーク・モデルを構成する各合成反応と分解反応を, レギュレーション機能付きの RNA 複製機構としてモデル化している. 複数の合成スマート・オブジェクトを入力とし, それらを連携合成して得られる新たな合成スマート・オブジェクトを出力とし, さらに, この反応の触媒の役目を果たす別の合成スマート・オブジェクトを, RNA を模した一次元の線形グラフでモデル化し, 連携を促すコンテキストも線形グラフでモデル化して, 2 重ストランド型のグラフの決定性書き換え規則集合を与えた. この規則集合が, 目的とする連携反応を, 連携途中でのエラーへの対処も含めて, 正しく実現することを理論的に証明している. 分解反応に関しても規則集合と正当性の証明を与えている.

これにより, 本研究が提案するモデルに基づいて, 各スマート・デバイスにそのデバイスのタイプに応じたタグの役目を果たすスマート・オブジェクトを付加し, 連携とこれに用いる触媒のタイプに応じたコンテキストをタグ・スマート・オブジェクトにより構築すれば, 所望の連携を自動的に行うフレームワークを簡便に実現することが可能になった. 本研究では, このフレームワークに基づいて, ハードウェアを用いた実証実験も行っている. 本研究における成果は以下の 3 点である.

1. スマート・オブジェクトの近傍近接連携の理論的基盤の構築.

2. 上記の理論的基盤の正当性の保証

3. この理論的基盤に基づく応用フレームワークの構築

本論文の構成は以下の通りである。第1章では、本研究の背景や動機、貢献について記している。第2章では、関連研究領域におけるこれまでの研究の流れと、それに対する本研究の位置づけを述べ、他の研究との比較を行っている。第3章では、ポート・マッチング・モデル、グラフ書き換えモデル、触媒反応ネットワーク・モデルを理論的に定義提案し、触媒反応ネットワーク・モデルにおける合成と分解の2種類の反応のグラフ書き換えモデルによる実現と、その規則集合を与えている。第4章では、この規則集合が決定性の規則からなっていることと、合成・分解反応の実現が正当に行えることの保証を与えている。さらに、本論文で正当性の保証を行う際に用いた前提条件の妥当性についての詳細な説明を述べ、最後に、実際にハードウェアを用いた実証実験の結果を示している。

これを要するに、著者は、近年ますます重要性を増すスマート・オブジェクトの近傍近接連携を用いた複雑な応用に対して、そのジェネリックなフレームワークの基盤となる理論的モデルとその正当性の保証に関して新知見を得たものであり、ユビキタス・コンピューティングならびに並列分散処理計算工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。