

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300050

研究課題名(和文) サービスシステムの客観的分割表現と受給者の個人的特性の分離手法の構築

研究課題名(英文) A method for objective division of service systems and separation of service receiver's characteristics

研究代表者

原 辰徳 (Hara, Tatsunori)

東京大学・人工物工学研究センター・准教授

研究者番号：00546012

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,500,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者・分担者が過去に考案したサービスの表現手法における要素選定作業をより客観的・体系的にするため、(1)サービス提供プロセスの分割記述、(2)サービス機能の分割記述、および(3)機能と提供プロセスの接続を対象に取り組んだ。具体的には、条件分岐や同期などの構造が予め定義されたWorkflow PatternsをISM法を用いて階層化し、提供プロセスモデルの構成支援法を提案した。計算機へと実装し、評価実験を行った結果、提供プロセスモデルの構築に関する知識や経験に乏しい設計者に対する有効性が示された。特に多種多様な条件分岐を含む提供プロセスモデルの構築において効果的であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：It is difficult for non-experienced designers to divide and model complicated service delivery processes such as conditional branches and exception handlings while assuring the relationship to service functions. To solve this problem, we proposed a design support of constructing service delivery processes using a collection of structure patterns of processes called workflow patterns. We made the workflow patterns hierarchized by the ISM method so that designers can easily choose a pattern among them according to purpose. The proposed method was implemented on a CAD system for service, and its effectiveness was verified through an evaluation experiment. As a result, it was revealed that the proposed method is especially effective in the case of constructing processes including conditional branches.

研究分野：サービス工学

キーワード：サービス工学 設計工学 ビジネスプロセスモデリング 生産システム工学

1. 研究開始当初の背景

新たなグローバル競争力のあるサービスの創出支援には、サービスに対する科学的・工学的研究が強く求められている。応募者らはこれまでに要素分解を基本としてサービスを表現する手法を確立した。しかしながら、その要素選定作業は属人的であり、科学的客観性の導入が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、経験と勘に極度に依存しない体系的なサービスづくりを目指し、サービスシステムの客観的な分割表現と、特性の数値解析手法の開発を目標とする。具体的には、実世界から取得したサービス提供の VTR 画像を解析し、サービスシステムの客観的な分割表現と、個人特性の分類を行う。すなわち、(1)受給者視点によるサービス提供プロセスの分割表現、(2)顧客満足度評価のためのサービス機能の分割表現、および前述 2 項目における(3)受給者の立場から見たサービス特性の定量評価、(3)受給者の個人的特性の分離を実施する。

3. 研究の方法

本研究が目的とする客観的な提供プロセスの分割およびシミュレーションを実現するためには、その前提となるモデル化の妥当性が担保されていなければならない。

具体的には、(1)サービス提供プロセスの分割記述、(2)サービス機能の分割記述 および(3)サービスの機能と提供プロセス記述の接続に関する作業を要する。従来研究では、機能モデルと提供プロセスモデルの統合利用によるサービスの設計方法が提案されているものの、両者の対応付けのための具体的な方法や構成支援は存在していなかった。そのため、提供プロセスモデルの構築の巧拙は、設計者の知識や経験に強く依存してしまっている。仮に一方の機能モデルが事前に設計済み(固定化)されていたとしても、もう一方の提供プロセスの記述に慣れていない設計者にとっては、条件分岐、繰り返し、例外処理などを含むプロセスの複雑な構造を、各機能要素と対応づけた上で、どのように、またどの程度まで詳細に構成すれば良いかを理解することは容易ではない。

初年度の取り組みを踏まえて、当初の研究計画を変更し、一者が単独で行う業務フローを記述したパターン集「ワークフローパターン」を用いた提供プロセスの客観的なモデル化についての基礎研究、およびこれらを用いた機能モデルから提供プロセスへの構造展開支援を推し進め、その有効性を示すことに努めた。

(1)プロセスの構造パターンを利用した構成支援の手法

先に述べた問題を解決するため、本研究では、条件分岐や同期などのプロセスの構造が予め定義された Workflow Patterns を利用した

提供プロセスモデルの構成支援法を提案した。また、その構成支援法の中で、Workflow Patterns から設計者が目的に応じたテンプレートを選択可能になるよう、Workflow Patterns を ISM 法により階層化した。

以上の提案手法を Service Explorer と呼ぶサービス CAD システム上に実装し、(a)支援なしの提供プロセスモデルの構築、(b)Workflow Patterns を用いた提供プロセスモデルの構築、および(c)ISM 法により階層化した結果を利用した提供プロセスモデルの構築の 3 条件で評価実験を行なった。以下、その詳細について述べる。

Workflow Patterns を利用した構成支援

従来は、機能モデルにおける最下位機能から提供プロセスのアクティビティへと割り付けていた。しかしながら、この割り付けは知識や経験に乏しい設計者にとっては困難である。以上から本研究では、利用状況に合わせてタスクが組まれている Workflow Patterns のテンプレートを、機能からアクティビティへの割り付け段階で設計者に提示する。これにより、テンプレートが使用される状況を想定させ、設計者の知識や経験を補うことで従来よりも割り付けが容易になると考える。

Workflow Patterns への ISM 法の適用

Workflow Patterns のテンプレートを利用することはモデル間の繋がりや表記方法の観点から有効であると考えられる。しかしながら、単純なテンプレートから複雑なテンプレートまで含まれる Workflow Patterns から、設計者が利用する目的に合わせてテンプレートを選択することは難しい。さらに、Workflow Patterns は、様々な状況におけるビジネスプロセスを表現できるよう、今もなおテンプレートの拡充が行われている。そのため、テンプレートの今後の更なる増加に伴い、設計者自身による適切な選択はより一層難しくなることが想定される。対して、表 1 に示した 6 つのカテゴリは単にテンプレートの特徴を分類したものである。設計者による容易なテンプレート選択を可能にするためには、テンプレート間の関連性や設計の目的に応じた分類が必要である。

そこで本研究では、テンプレート間に存在する単純な関係性を元に、テンプレート群の関係を階層的に表現する。本研究では、Workflow Patterns のテンプレート群の構造を階層的に表現するにあたり、ISM (Interpretive Structural Modeling) 法を用いる。ISM 法の適用にあたり要素間の関係を定義する必要がある。Workflow Patterns のテンプレート間の影響関係として、派生関係と併用関係について明らかにした。関係行列の作成にあたり注意すべき点は、派生関係については、あるテンプレートがもう一方のテンプレートの派生となるため、関係行列において対称の要素は 1 とならないことである。一方、併用関係については、双方のテンプレートが利用され

るため、対称の要素が1となる。つまり、派生関係にあるテンプレート間については一方の有向を持ち、併用関係にあるテンプレート間については双方向の有向を持つ、つまり強連結の関係となる。以上の定義を元に Workflow Patterns のすべてのテンプレート間の影響関係を決定し、“0”(影響しない)、“1”(影響する)として関係行列を作成した。

作成した関係行列に基づき Workflow Pattern のテンプレート群の階層化を行ったことで、テンプレート群の関係を把握し易くなった。さらに本研究では、階層化の背後にあるテンプレート間の関係性を必要に応じて設計者に教示しながらテンプレート群を段階的に提示するという、対話形式の選択支援を提案する。

階層化の結果を利用した構成支援

本研究では、サービス CAD システムとして Service Explorer を用い、これまでに述べた提案手法の実装を行った。Service Explorer 上における支援の流れは、以下のステップで行なう。Step 1)から Step 5)により提供プロセスの構成を支援する。

- ・ Step 1) 初期状態：Sequence のテンプレートと質問の提示
- ・ Step 2) 選択したテンプレートと派生関係にあるテンプレートと質問の提示
- ・ Step 3) 使用するテンプレートのアクティビティ情報の入力
- ・ Step 4) 使用するテンプレートをプロセス上に割り付
- ・ Step 5) 直前に使用されたテンプレートと併用関係にあるテンプレートの提示

上記で提案した Workflow Patterns の階層化とその利用は、サービスの機能提供とその特性から演繹的に導いたものではなく、設計者による利用の観点から行ったものである。したがって、サービスに限らず、一般的なワークフローの設計支援にも有効であろう。その一方で、本研究の特徴である、サービスの機能設計からプロセス設計への展開においても有益な効果をもたらすと考えている。以下、その理由について述べる。

まず、Step2)で述べた様な機能モデルが明示されていない場合、個々の業務プロセスをどの程度まで詳細にモデル化すべきかについては、そもそものプロセスモデリングの大枠の目的にのみ依存する。その一方で、機能モデルを明示することは、受給者による評価の観点から、個々の機能をどの程度まで細かく考えれば良いか(どこまで評価されるか)を予め規定することを意味する。したがって、機能設計後のプロセス設計(機能とプロセスの統合設計)では、それを的確に反映することが求められる。したがって、本節で述べた提案により、個々の機能に視点を定めた上で、その機能の評価レベルを基準に、Workflow Patterns の階層を順次辿ることによって、そ

の機能仕様の実現に十分なプロセスの記述が容易になることが期待できる。

(2) 機能モデルの構築方法の精緻化

次に、これまで所与のものとしていた機能モデルについても、提供プロセスの分割記述や提供プロセスとの統合利用を見据えた形でその構築方法を精緻化した。具体的には、研究代表者・分担者らの既存成果に対して、吉川によるサービス工学研究(機能研究)の視点とマーケティング分野におけるサービスドミナントロジック研究の視点を統合することに取り組んだ。

4. 研究成果

(1) プロセスの構造パターンを利用した構成支援の評価実験

評価実験の概要

本提案手法の有効性を評価するために行った実験について述べる。評価実験の目的は、サービスの提供プロセスモデルの構成に際して、本研究で提案した構成支援手法のうち、「Workflow Patterns を使うことが有効であるか」、さらに「階層化することによってテンプレートの選択はし易くなるか」をそれぞれ検証することである。

実験参加者は、20代の男性12名で「提供プロセスモデルに関する知識や経験に乏しい設計者」を対象とした。

実験課題は、与えられたサービスの機能と業務スクリプトを元に、BPMNを用いて提供プロセスへの割り付けを行うことである。この目的の元、ビジネスプロセスモデリング分野での代表的な文献 Essential Business Process Modeling (邦訳：詳説 ビジネスプロセスモデリング)(Michael, 2005)に掲載されているワークフローパターンの適用例を参考に作成した。より具体的には、ワークフローパターンの適用例を提供プロセスモデルの模範解答とし、それを説明するサービスの機能と業務スクリプトを独自に準備することで実験課題を作成した。実験課題の例として、「請求の対応をする」には当該サービスで達成すべき機能を表しており、業務スクリプトには、業務の大まかな内容が文章で記されている。実験参加者は、これらの情報を元にして、BPMNを用いて提供プロセスモデルを記述する。

実験参加者は手元にある業務スクリプトとディスプレイ上に表示された機能を元に、ディスプレイ上の下部のスペースに提供プロセスモデルを割り付ける。

実験条件

支援のレベルに応じて、以下の3つの条件に分けて実験を実施する。具体的には、支援のレベルを

- A) 構成支援なし(実験参加者が全てを自力で行う)
- B) Workflow Patterns のテンプレート一覧を提示し、構成を支援

C) Workflow Patterns のテンプレートを ISM 法により階層化した結果を提示し、対話的に構成を支援

とし、12 名の実験参加者を各条件につき 4 人に振り分け、実験を行った。

振り分けに関しては、本実験の前に実験参加者 12 名に対して、条件 A で予備実験を行った。予備実験の結果を元に、実験条件間での実験参加者の偏りによる影響を無くすように上記の 3 条件への割り振りを行った。予備実験は問題数 5 問、本実験は問題数 10 問 (Q1 ~ Q10) で実施した。本実験においては、問題の試行順序による影響を無くすため、カウンターバランスが取れるように試行順序を決定した。

実験の評価基準について

本研究では、以下の 8 点を評価基準として実験の評価を行った。

作業の効率化

(1) 作業時間

プロセスの標準化

(2) タスクの使用数

(3) 一致したタスクの数

(4) 条件分岐の使用数

記法・文法

(5) 文法的な正しさ

プロセスの精緻化

(6) プロセスの可視化レベルでの一致

(7) プロセスの構造レベルでの一致

(8) プロセスの実行処理レベルでの一致

評価実験の結果

いずれの評価においても試行順序 Q1 ~ Q10 となるように整理した上で合算し、各評価基準について実験条件間で分散分析を行った。有意水準は 1% と 5% とした。実験条件間の分散分析の結果を表 3 に示す。実験条件間での分散分析の結果、「条件分岐の使用数」、「プロセスの構造レベルでの一致」、「プロセスの実行処理レベルでの一致」の 3 つの評価基準において有意差が認められた。しかしながら、分散分析の結果ではどの条件とどの条件の間に有意差が認められるかまでは示されない。そのため、どの条件とどの条件に有意差があるかを調べるために多重比較を行った。今回は

- ルービン検定により、等分散性が認められる
- 全条件間で比較する (条件 A・条件 B, 条件 B・条件 C, 条件 C・条件 A)
- 標本のサイズが条件間で等しい (実験参加者は各条件に 4 名)

の 3 つを考慮して多重比較には Bonferroni 法を適用した。ここでは、Bonferroni 法を用いた多重比較により有意差が認められた (4), (7), (8) の三つの評価基準について述べる。基準 (4) 条件分岐の使用数

実験参加者がプロセス上に割り付けた条件分岐の使用数を実験条件ごとにまとめ、その平均を算出した。縦軸はプロセス上に割り付けた条件分岐の数 (Q1 ~ Q10 の条件分岐の

使用数) である。模範解答の条件分岐の使用数は 10 であった。

条件分岐の使用数に対して一元配置による分散分析を行った結果、実験条件間での条件分岐の使用数の平均の差に有意差が認められた (有意水準 5%)。続いて、どの条件とどの条件に有意差があるかを調べるために多重比較を行ったところ、条件 A・条件 B, 条件 C・条件 A で有意差が認められ (有意水準 5%)、条件 B・条件 C では有意差が認められなかった。

すなわち、構成支援無し (条件 A) と構成支援有り (条件 B と条件 C) の違いが条件分岐の使用数の差に影響を与えることがわかった一方で、構成支援のレベルに応じた違い (条件 B と条件 C の違い) は認められないことが明らかになった。

基準 (7) プロセスの構造レベルでの一致

実験参加者が構築したプロセスと模範解答がプロセスの構造レベルで一致しているかどうかについて、それらが一致した数を実験条件ごとにまとめ、その平均を算出した。縦軸は一致した数 (Q1 ~ Q10 の一致した数) である。

一致した数に対して一元配置による分散分析を行った結果、実験条件間での、一致した数の総数の平均の差に有意差が認められた (有意水準 1%)。先に述べた (4) の時と同様に、どの条件とどの条件に有意差があるかを調べるために多重比較を行ったところ、すべての条件間において有意差が認められた (有意水準 1%)。

これより、条件 A から条件 C にかけて、より詳しい構成支援を実施することによって、プロセスの構造レベルでの正答度合いが高まっていくことが明らかになった。

基準 (8) プロセスの実行処理レベルでの一致

実験参加者が構築したプロセスと解答がプロセスの実行処理レベルで一致しているかどうかについて、それらが一致した数を実験条件ごとにまとめ、その平均を算出した。

一致した数に対して一元配置による分散分析を行った結果、実験条件間での、一致した数の総数の平均に有意差が認められた (有意水準 5%)。どの条件とどの条件に有意差があるかを調べるために多重比較を行ったところ、条件 A と B, 条件 C と A において有意差が認められ (有意水準 1%)、条件 B と C において有意差が認められなかった。

これより、構成支援無し (条件 A) と構成支援有り (条件 B と条件 C) の違いが、プロセスの実行処理レベルにおける一致した数に影響を与えることがわかった一方で、構成支援のレベルに応じた違い (条件 B と条件 C の違い) は認められないことが明らかになった。

結論

評価実験の結果、提供プロセスモデルの構築に関する知識や経験に乏しい設計者に対

して提案手法の有効性が示され、以下の結論が得られた。

- 条件分岐は、多種多様な派生形があるとともに、その使用方法が多様であるため、その巧拙は設計者の知識や経験に強く依存する。Workflow Patterns のテンプレートによる援用は、こうした条件分岐を含むべき提供プロセスモデルの構築において、特に効果的に働く
- Workflow Patterns を ISM 法により予め階層化しておき、それを設計者に段階的に提示していく構成支援によって、設計者の理解度が高まり、かつ使用目的・状況に合わせた利用が促される。一方、これはテンプレートの組み合わせを基本とした模範的・標準的なプロセスを構成する上で適している反面、より個別カスタマイズが必要な状況においては、Workflow Patterns のテンプレート一覧のみの提示と併用していくことが望ましい

本提案手法は、単一の機能から提供プロセスのアクティビティへの割り付けに対する支援であった。今後、単一機能から展開された部分の提供プロセスを束ね、提供プロセス全体を構築し、その整合性を担保する支援を検討する。

(2) 機能モデルの構築方法の精緻化

使用行為の観点から、研究代表者・研究分担者らのこれまでのサービス行為のモデルを精緻化した。より具体的には、提供者の提供プロセスおよび顧客の使用プロセスを経てサービスの機能がどのように変容をしていくかについて、潜在機能と顕在機能、交換価値と使用価値、機能と使用、価値提案と価値共創などの諸概念と整合を取ることで検討を進めていった。

これにより、提供プロセスの分割記述や提供プロセスとの統合利用を見据えた形で機能の構築方法を精緻化し、計算機上にモデル化することができた。今後は、より詳細な検討を行いながら、サービス CAD システムへの実装を行っていく。

今後、(1)(2)の成果を統合することで、本研究が当初より掲げていた、機能と提供プロセスの客観的要素選定とそれらの統合利用に基づいた、より体系的なサービス設計方法の構築を期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

三浦 渉尊, 嶋田敏, 緒方大樹, 太田順, 新井民夫, 原辰徳: プロセスの構造パターン集を用いたサービスの提供プロセスの構成支援, 日本機械学会論文集(設計, システム, 製造), Vol.80, No.819, pp. 1-20, 2014.

〔学会発表〕(計6件)

Wataru Miura, Satoshi Shimada, Taiki Ogata, Jun Ota, Tamio Arai and Tatsunori Hara: Support of describing service delivery processes in

consideration of service function models on service CAD system, Proceedings of the 1st International Conference on Serviceology, pp. 173-178, Tokyo, Japan, 2013.

三浦 渉尊, 嶋田敏, 緒方大樹, 太田順, 新井民夫, 原辰徳: サービスの機能とプロセスモデルの統合利用のための提供プロセスの記述支援, 2013 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 1017-1018, 2013.

三浦 渉尊, 嶋田敏, 緒方大樹, 太田順, 新井民夫, 原辰徳: サービス CAD システムにおける提供プロセスのインタラクティブな構成支援, 2013 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 693-694, 2013.

三浦 渉尊, 嶋田敏, 緒方大樹, 太田順, 新井民夫, 原辰徳: サービス CAD システムにおける提供プロセスの段階的な構成支援, 日本機械学会第 23 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, CD-ROM, 2013.

三浦 渉尊, 嶋田敏, 緒方大樹, 太田順, 新井民夫, 原辰徳: 構造パターン集を用いたサービス機能の提供プロセスの構成支援, 2014 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.403-404, 2014.

原辰徳, 太田順, 新井民夫: 人と人工物との相互作用による価値創成 ~ 使用行為を経た人工物の機能構成 ~, 横断型基幹科学技術研究団体連合 第 5 回横幹連合総合シンポジウム, 2014.

〔図書〕(計1件)

W. Miura, S. Shimada, T. Ogata, J. Ota, T. Arai and T. Hara: "Support of Describing Service Delivery Processes in Consideration of Service Function Models on Service CAD System," M. Mochimaru, K. Ueda, T. Takenaka (Eds.), Serviceology for Services - Selected papers of the 1st International Conference of Serviceology, pp. 243-251, 2014, Springer.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

原辰徳(TATSUNORI HARA)

東京大学・人工物工学研究センター・准教授
研究者番号: 00546012

(2)研究分担者

新井 民夫(TAMIO ARAI)

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号: 40111463