

# 効率的な業務分析のためのサービスオペレーション推定システムの開発 に向けて

加藤 狩夢<sup>†</sup> 天目 隆平<sup>††</sup> 牧田 孝嗣<sup>††</sup> 蔵田 武志<sup>†,††</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

<sup>††</sup> 産業技術総合研究所 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1

E-mail: †s1230187@u.tsukuba.ac.jp, ††{r-tenmoku,k.makita,t.kurata}@aist.go.jp

あらまし サービス業において従業員のサービスオペレーション (SO) を把握することは、品質管理の面から重要な意味を持つ。そのため、私たちはサービスオペレーションを推定するシステムを開発した。このシステムは従業員の行動データ、業務データから教師あり学習を用いて識別器を構築し、推定を行う。しかし、このシステムには SO の並列性、階層性の考慮や推定時の教師データ作成コスト等の課題が残されている。本研究では、それらの問題に取り組みながら、SO に関して現場を可視化することで、サービスプロセスの効率的な分析の実現を目指す。

キーワード 業務分析, サービスオペレーション, 機械学習

## Towards developing a service operation estimation system for efficient service-process analysis

Karimu KATO<sup>†</sup>, Ryuhei TENMOKU<sup>††</sup>, Koji MAKITA<sup>††</sup>, and Takeshi KURATA<sup>†,††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Systems and Information Engineering, Tsukuba University Tennoudai 1-1-1,  
Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

<sup>††</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Umezono 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki,  
305-8568 Japan

E-mail: †s1230187@u.tsukuba.ac.jp, ††{r-tenmoku,k.makita,t.kurata}@aist.go.jp

**Abstract** In service industries there is a strong demand for improving the service processes by checking the service operations (SOs) of their employees more quantitatively. Therefore we have developed the Service-Operation Estimation (SOE) system. This system can estimate types of service operations of employees from their behavior data (position, orientation, action, and voice activity detection), work-related data (shift data, operational schedule), and accounting data (POS data). In the previous SOE system, SO classifiers are constructed using a supervised learning methods. However the system has the following problems; Expensive learning cost of SOE for launching and the inability to represent parallel and hierarchical operations. In this study, we aim at realizing efficient service-process analysis by visualizing service fields in terms of SOs while dealing with the problems mentioned above.

**Key words** Service-process analysis, Service operation, Machine learning

### 1. はじめに

サービス産業は日本経済の約7割 (GDPベース、雇用ベースとも) を占める重要産業であり、近年、特に少子化・高齢化等の社会構造変化や、企業の業務効率化のためのアウトソーシング等によりサービス需要は拡大しており、製造業と並んで日本の経済成長の牽引役となることが期待される [1]。しかし、変化の激しい市場への対応、生産性の向上を含めたサービス品質の向上は重要な課題となっている。

サービス品質の向上は、業務改善を繰り返し行う事によって実現される。それは最適設計ループ [1] と呼ばれ、大規模なサービス現場での、科学的・工学的手法を改善に適用することを推奨している。このループを適用することで、従来の勘と経験を頼りに業務改善を行うよりもサービス品質向上効果は高くなる。このループの観測・分析を行う手法として、サービスオペレーション推定 (SOE) と呼ばれる手法が開発された [2]。

## 2. 従来のサービスオペレーション推定手法と業務分析

従来のサービスオペレーション推定 [2] では、教師あり学習に基づいて推定が行われ業務分析に用いられる。SOE を用いた業務分析では、観測によって得られたデータから特徴量を抽出し、機械学習を行う事で、作業員の業務内容 (サービスオペレーション: SO) を推定する。推定結果から、分析担当者が業務内容を把握して問題発見を行う。

### 2.1 特徴量抽出

得られるデータは 2 種類に大別することができる。1 つ目が従業員の勤務中の行動データであり、従業員に取り付けたセンサを用いて、従業員の位置、方位、動作、VAD (Voice Activity Detection) を取得している。2 つ目が現場固有の業務データであり、業務スケジュール、シフトデータ、POS データ等が含まれている。

### 2.2 学習データの作成

我々は業務状況を可視化し、SO の正解値をタイムラインに付与することもできるソフト「業務分析支援ツール」を開発している [3]。このソフトは各種データの時刻同期を行い、同じ時刻に起こった内容を同時に表示することができる。SO の正解値を付与する際は、このソフトを用いて業務データ、カメラデータ、音声データから分析担当者が、従業員の業務内容を把握してタイムラインに追加していく。

### 2.3 学習データを用いた識別器の作成

従来手法 [2] では、学習アルゴリズムに AdaBoost [4] を用いている。AdaBoost は、弱識別器と呼ばれる単純な識別器の 2 値出力に重みをつけて足し合わせ、その結果、強識別器を作成するアルゴリズムである。そして、SO 毎に生成した識別器の尤度を比較することで多値判別を行う。

### 2.4 従来手法の課題

従来手法 [2] には 2 つの課題が存在する。1 つ目が正解値を付与するのにかかる作業量である。教師あり学習において、正解値付与にかかる人的コストの高さは古くから課題とされてきた [5]。業務分析支援ツールによって正解値付与の負荷を軽減しているが、未だコストは大きい場合が多い。

正解値付与を行った分析担当者からは疲労が蓄積する等の意見が得られた。マイクの音声は早送りすると SO の判断が難しいため通常再生で SO を付与しなければならない。そのため、従業員が業務を行っている 1 日あたり数時間分の音声を通常再生で聞き取る作業が必要となっている。また、企業によって用いる設備が変わるため、同名の SO でも各企業によってその特徴は異なっている。そのため、観測対象の企業が変わるごとに学習データを作る必要が出てくる。以上の事から、正解値付与にかかる人的コストの軽減と、業務分析の立ち上げにかかるコストの軽減が課題として挙げられる。

2 つ目が、SO の並列性・階層性を識別できていない点である。従来手法では、最も尤度が高い SO を推定結果としていたため、並列性・階層性を識別することができなかった。

## 3. サービスオペレーション推定システム

上記の課題を解決するためのシステムを提案する。このシステムは従来のシステムと異なり、推定手法が SO の並列性・階層性を表現可能で、追加学習が可能な推定手法を用いる。追加学習は、立ち上げコストの軽減に有効であり、少ない学習データで学習を行い、段階的に新しい学習データを増やすことが可能になる。しかし、追加学習をシステムに取り入れただけでは、正解値付与にかかる人的コストは削減されない。そこで我々は、推定結果を分析担当者が見直し、学習データとして取り入れる手法を用いる。これにより、推定結果が明らかに正しい場合、正解値付与を省略することが可能になると考えられる。

開発するシステムは、SO の正解値付与・学習・推定を一貫して行えるシステムであり、それによって業務分析に必要な精度までシームレスに推定精度を向上させることが可能になる。

## 4. 今後の課題

今後の上述したシステムを開発する上で、3 つの評価を行う。1 つ目が推定結果を正解値付与に利用することで、どの程度教師データ作成コストが軽減されたかを評価する。同じ時間長の作業データに正解値を付与してもらうことで、付与にかかった時間を比較検証する。2 つ目が追加学習に用いる手法を選定することで、分析に必要な推定精度と分析までにかかる立ち上げ期間について評価する。推定精度については分析担当者にヒアリングを行う事で明らかにし、立ち上げ期間については追加学習を行わなかった際にかかった期間を比較対象とする。最後に、従来手法で行われていなかった SO の並列性、階層性を表現し問題発見に役立つように UI を設計することで、どのような問題を発見できるようになるか評価する。

本研究によって、サービス業における業務改善の効果向上、効率化に寄与することが可能になり、顧客のニーズに合ったサービスの提供が期待される。

### 文 献

- [1] 経済産業省, 技術戦略マップ, (2008)
- [2] Ryuhei Tenmoku, Ryoko Ueoka, Koji Makita, Takeshi Shimmura, Masanori Takehara, Satoshi Tamura, Satoru Hayamizu and Takeshi Kurata.: "Service-Operation Estimation in a Japanese Restaurant Using Multi-Sensor and POS Data", Proceeding of APMS 2011 conference, Parallel 3-4: 1 (2011)
- [3] 新村猛, 上岡玲子, 竹中毅, 蔵田武志.: "顧客, 従業員計測によるレストランのサービス改善", スケジュール・シンポジウム 2011 予稿集, pp.146-152 (2011)
- [4] 麻生英樹, 津田宏治, 村田昇, "パターン認識と学習の統計学", 岩波書店, (2005)
- [5] Xiaojin Zhu: "Semi-Supervised Learning Literature Survey", Computer Sciences, University of Wisconsin-Madison, 1530, (2005)