

「新たなサービス創出のためのシステム制御・最適化と スマートシティへの挑戦」特集号を企画して

井上正樹*

*慶應義塾大学 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
*Keio University, 3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama, Kanagawa,
Japan
*E-mail: minoue@appi.keio.ac.jp

キーワード：サービスサイエンス (Service Science), サービスシステム (Service System), スマートシティ (Smart City).

JL 0006/24/6306-0329 ©2024 SICE

1. はじめに

E-ショッピングや音楽・動画の配信サービスなどに広く導入されるレコメンドシステムやギグワークのためのマッチングシステム、モビリティのシェアリングシステムなど多種多様なサービスシステムが開発され、わたしたちの日常生活に定着してきている。資源のないわが国では今後ますますサービスシステムへの期待は高まり、産業全体として力強く経済の牽引役となっていくことが望まれることであろう。このためには、既存のサービスシステムをそのまま模倣するだけでなく、全く新しいサービスシステムの創出が必要不可欠である。経験のない技術者や学生であってもアイデアさえあればサービスシステムを試作できるように、アイデアを気軽に試す場や土壌づくりが必要となっていくはずである。

今後も超巨大なIT企業を中心に新たなサービスシステムが開発されて社会を変えていくことが予想される。多種多様なサービスシステムが学問より先に実用化されていくなかで、サービスシステムをどのように捉えるべきであろうか。学際的な研究分野として「サービスサイエンス^{1), 2)}」の重要性も認識されつつあるものの、サービスシステムの数理的またはシステム論的な視点での解釈は十分であるとはいえない。既存のシステムの課題を認識して適切な改修をおこなうためにも、全く新しいサービスシステムを創出するためにも、既存のシステムを抽象化した上で共通構造を抽出すること、そして不足する要素を新たに付与することによるサービスシステムのシステムマッチな設計論が必要となる。

本特集では、レコメンドシステム、マッチングやシェアリングなどの既存のサービスシステムについて、システム制御や最適化の視点で解説された記事を集めている。サービスの対象である個人や集団のモデリング、マッチングやシェアリング、そしてナッジなどの基盤理論を学ぶ。そして、スマートシティなど広く次世代のまちづくりという視点でサービスシステムの必要性を理解するとともに、医療や交通などの個別のサービスシステムへの取り組みを知ること、読者である研究者や技術者に次世代・次次世代のサービスシステム自体やそのための理論・技術を考えるきっかけとなることを期待している。

2. 特集号の構成

本特集では全部で7件の解説記事を寄稿いただいた。それぞれの狙いについて簡単に紹介する。

はじめの2件の解説記事は、特にスマートシティやスマートウェルネスシティなど、まちづくりに向けた内容である。株式会社ミチクリエティブシティデザイナーズの河野通長氏を中心に、井上、早稲田大学の和佐泰明氏、富山大学の平田研二氏、日本電気株式会社の永野善之氏からは、まちづくりの視点を入れながら将来のサービスシステムの可能性の解説記事が提供された。スマートシティの狙いとするべきは住民の幸せであり、その視点はサービスシステムに欠かせない。記事ではスマートシティの変遷から近年のデータ収集技術に他国での状況などがまとめられている。また、2023年7月に横浜で開催されたIFAC World Congressの中で筆者らが企画したフォーラム「Automatic Control for Smart Cities: Can People Accelerate Control of Urban Systems?」のようすまで紹介された。

筑波大学の倉橋節也氏からは、住民の健康に特に着目した構想であるスマートウェルネスシティの紹介とそこで必要とされる社会システム技術、特にマルチエージェントシミュレーションに基づく分析など、著者らのこれまでの取り組みを中心に解説いただいた。都市動態エージェントベースモデルをもとに住民の行動変容の分析をおこない有望な施策を見出したり、組織や地域コミュニティネットワークモデルをもとに心理的安全性や社会包摂性や孤独感などの分析をおこなうなど、これからのまちづくりから広く住民の理解のための方法論として参考になる解説となっている。

つづく3件の解説記事は、医療サービス、施設マッチングサービス、カーシェアリングサービス、という具体的なサービスシステムに関する内容である。名古屋大学の藤原幸一氏と名古屋市立大学の中西俊之氏からは、新たな医療サービスを目指した近年の取り組みを中心に解説いただいた。機械学習技術を活用する上で生体信号処理ならではの難しさを明らかにした上で、アテンションとオートエンコーダを組み合わせて開発された異常検知アルゴリズムと、てんかん発作予知や術後痛予測への応

用, さらに医療用 AI を実用化していく上での課題までたいへんていねいにまとめていただいた。読者は他の医療分野の課題にはもちろんのこと広く生体系の問題解決のヒントを得ることができるかと期待している。

株式会社サイバーエージェントの富田耀志氏からは、サービスの中核であるマッチングの設計について解説いただいた。マッチングシステムにおける管理者や設計者の介入の構造をもとに、マッチングシステム（マッチングマーケットと呼ばれている）を中央集権型と分権型に分類しており、それぞれの課題について保育所利用調整、デートサービスや求人サービスなどの実際の例を示しながら解説されている。中央集権型のシステムでは参加者が選好を偽るインセンティブがはたらいてしまうことや公平性の問題が生じることが、分権型では特定参加者への人気の偏りが生じることが、それぞれ課題として挙げられて、著者らの解決への取り組みが紹介された。読者にとって、マッチングの方法論を学ぶだけでなく、実際のサービスシステムの運用での課題を知ることのできる貴重な機会になると期待している。

京都大学の星野健太氏と大阪大学の櫻間一徳氏からは、カーシェアリングサービスのモデリングから設計のための制御・最適化理論について解説いただいた。特にユーザの選好の偏りのためにステーション間で車両台数の偏在が生じる問題に着目して、偏在をいかに少ないコストで解消するのかを最適輸送理論の問題に定式化して解決する話を数学的にていねいにまとめていただいた。一般に、サービスの提供先は不特定多数のユーザであることが多いため、そこでの事象を分布として捉えて制御することはさまざまなサービスで生じる一般性のある問題である。この解説でのアプローチを学ぶことで、読者は広く問題解決のための強力な知識を得ることができると期待している。

最後の2件の解説記事は、サービスの対象である人に着目したもので、個人から集団のモデリングの理論やモデルベースの解析やシステム設計論に関する内容である。三菱重工業株式会社の山下駿野氏からは、行動経済学の分野で提唱される「ナッジ」とそれによる人々の行動変容に関して理論的な解析や設計論を中心に解説いただいた。ナッジと行動変容をフィードバック制御の問題として捉える見方はシステム制御理論に精通した山下氏独自のものである。行動経済学の分野で知られる限定合理性に基づく人間集団のモデルと合わせて、読者に新し

い視点をもたらしてくれると期待できる。

千葉大学の荒井幸代氏からは、人の意思決定のモデリングに関する基礎理論の紹介から著者らの近年の取り組みまでを紹介いただいた。人の意思決定は何らかの目的関数の最適化により記述できるものとみなして、データから目的関数を推定する問題が扱われている。特に、設計者によってパラメトライズされた報酬関数を人の意思決定系列から推定する逆強化学習や、そこに敵対的生成ネットワークの仕組みを取り入れた敵対的逆強化学習の方法論が紹介されている。広く前提知識から解説されており、読者自身でも手元のデータから意思決定のモデリングを試してみたいと思える内容である。

3. おわりに

本特集号が広い読者に新しいサービスシステムの開発から実現のヒントとなれば幸いです。解説記事を寄稿いただきました執筆者の皆様は心より感謝してお礼申し上げます。

(2024年4月9日受付)

参考文献

- 1) IfM and IBM: Succeeding through service innovation: A service perspective for education, research, business and government (2008)
- 2) MIT and NSF: MIT-NSF Workshop: Smarter service systems through innovation partnerships and transdisciplinary research (2014)

[著者紹介]

井上正樹君 (正会員)



2012年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年4月より科学技術振興機構 FIRST 合原最先端数理モデルプロジェクト研究員、東京工業大学大学院情報理工学研究科特別研究員。2014年より慶應義塾大学理工学部助教、2018年より同専任講師、2021年より同准教授となり現在に至る。2010年より2年間日本学術振興会特別研究員(DC2)、博士(工学)、Human-in-the-loop システムに対する制御・機械学習と応用に関する研究に従事。2024年より計測自動制御学会制御部門にて「人の理解/誘導で強化される制御システム調査研究会」の主査。計測自動制御学会論文賞(2013, 2015, 2018年度)、同論文賞武田賞(2018年度)、同制御部門パイオニア賞(2019年度)、システム制御情報学会論文賞(2014年度)、電気学会産業応用部門論文賞(2017年度)などを受賞。IEEE、システム制御情報学会の会員。