

## 複雑なサービスシステムの性能評価

岩田 康伸<sup>†</sup>奥田 隆史<sup>‡</sup>井手口 哲夫<sup>‡</sup>田 学軍<sup>‡</sup>

愛知県立大学大学院 情報科学研究科<sup>†</sup>  
 愛知県立大学 情報科学部 地域情報科学科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

日本の「おもてなし」といわれるサービスは、世界的に高い評価を得ており注目されている。その理由は、利用者の要求に適したサービスシステムを提供しているからである [1]。一般的に、「おもてなし」は、プロセス型サービス（ファーストフードのように、サービス提供の内容や結果があらかじめ定義されるサービス）とプロフェッショナル型サービス（建築設計のように、サービス内容や結果がサービス依頼時点で未確定なサービス）の融合により、提供されるサービスである。

この「おもてなし」のサービスにおいても、通常のサービスと同様に、サービスを受けるまでに“待ち”が発生する。“待ち”とは処理窓口に並ぶ利用者の待ち行列のことであり、待ちを形成する系を待ち行列システムという [2]。

従来の待ち行列システムの性能評価手法では、(1) 利用者の多様性、(2) システムへのリトライ、(3) システムに対する満足度の評価、(4) 利用者同士の協調行動などを含んだ複雑な待ち行列システムの性能評価をすることは困難である [2]。そこで、本研究では我々のグループが文献 [3] で提案したマルチエージェントモデルを用いた待ち行列システムの性能評価手法を、複雑な待ち行列システムを含むサービスシステムの性能評価に適用する。

以下、2. 節では複雑なサービスシステムの要件を説明し、性能評価モデルを示す。3. 節では数値例を示し、最後に 4. 節でまとめと今後の課題について述べる。

## 2 サービスシステムの要件と性能評価モデル

本研究で性能評価の対象とするサービスシステムの性能評価モデルを図 1 に示す。このサービスシステム

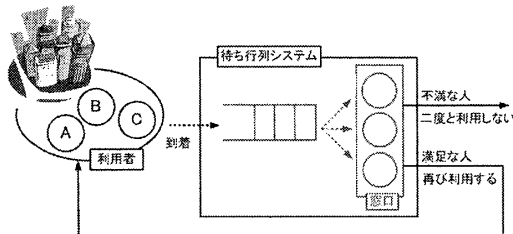


図 1 サービスシステムの性能評価モデル

Performance evaluation of complicated service systems

<sup>†</sup>Yasunobu IWATA

<sup>†</sup>Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

<sup>‡</sup>Takashi OKUDA, Tetsuo IDEGUCHI, Xuejun TIAN

<sup>‡</sup>Department of Applied Information Science and Technology Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

は、利用者が属するエリアと待ち行列システムによって構成され、次の 4 つの要件を有するシステムである。

(1) 利用者の多様性 利用者の多様性を考慮するために、利用者を待ち時間依存度の異なる  $N$  タイプに分類する。[4]。

(2) システムへのリトライ サービスに満足した利用者は再びシステムを利用する。一方、サービスに不満のあった人は二度とサービスを利用しない。

(3) 満足度（効用）による評価 効用は「満足度」という主観に基づく定性的な評価尺度で示されるため、定量化することは困難である [5]。そこで、本研究では各利用者の最終効用  $\bar{u}$  によって評価する。利用時  $i = 1 \sim n$  の効用を  $u_i$  とし、各利用者の最終効用  $\bar{u}$  は、

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i \quad (1)$$

$$u_i = f(W_i, k) \quad (2)$$

とする。ただし、 $n$  は最終利用回数、 $W_i$  は待ち時間、 $k$  は待ち時間依存度である。

(4) 利用者の協調行動 様々なタイプの利用者がある場合に、待つことに寛容な人が待つことに敏感な人に優先順位を譲るといった利用者同士の協調行動がある。

## 3 数値例

本稿では、利用者のタイプ数  $N=3$  とし、利用者を A タイプ、B タイプ、C タイプに分類する。A タイプを待つことに寛容な人、B タイプを待つことに一般的な人、C タイプを待つことに敏感な人とし、これらの利用者がシステムに混在している [3]。

利用者が入る待ち行列システムは、M/M/S 型モデルとする。窓口数  $S=3$ 、バッファは無限大とし、タイプに関係なく全ての利用者は、到着率  $\lambda$  のポアソン分布に従ってシステムへ到着する。なお、各利用者の平均サービス時間  $1/\mu$  は指数分布に従うものとし、バッファの先頭からサーバへの処理規律は FIFO とする。ただし、利用者は、タイプに応じた協調行動によりバッファ内で処理順序を自主的に入れ替える。

本稿では、最終効用  $\bar{u} > 0.1$  の利用者を満足な人とし、 $\bar{u} \leq 0.1$  の利用者を不満な人とする。効用関数  $u_i$  は指数型とし、

$$u_i = de^{-kt} \quad (3)$$

とする [4]。ここで、定数  $d=1.0$  とする。各タイプの利用者の待ち時間依存度  $k$  は正規分布（平均、分散）に従うとし、A タイプは  $(U_A, \sigma_A^2) = (0.25, 0.1)$ 、B タイプは

$(U_B, \sigma_B^2) = (0.50, 0.1)$ , Cタイプは  $(U_C, \sigma_C^2) = (0.75, 0.1)$  とする。

このような条件のもと、サービスシステム内にいる満足な人の割合を検討する。シミュレーション期間は48時間とし、 $\lambda = 0.29$ [人/分],  $1/\mu = 10$ [分] とする。シミュレータは(株)構造計画研究所の artisoc を用いた[6]。

本稿では、3タイプの利用者が表1の割合で混在することを条件にしてシミュレーションを行った。なお、各条件において5回のシミュレーションを行い、その平均値を出力結果とする。条件4~7では3タイプの利用者が混在しているため、利用者は協調行動をする。

表1 シミュレーション条件

条件	A:B:C	特徴
1	10:0:0	すべて A タイプである。
2	0:10:0	すべて B タイプである。
3	0:0:10	すべて C タイプである。
4	6:3:1	A タイプが多く、C タイプが少ない。
5	3:3:3	3 タイプの割合が同じ。
6	1:3:6	C タイプが多く、A タイプが少ない。
7	5:0:5	A タイプ、C タイプの割合が同じ。

はじめに、利用者同士の協調行動がない場合のシミュレーションを行った。その結果を図2に示す。満足な人の割合は、条件1では84.4%、条件2では59.6%、条件3では48.8%となった。また、条件4では71.4%、条件5では67.8%、条件6では64.0%、条件7では70.2%となった。このことから、Aタイプ(寛容な人)の割合が多いほど、満足な人の割合は大きくなった。一方、Cタイプ(敏感な人)の割合が多いほど、満足な人の割合は小さくなった。

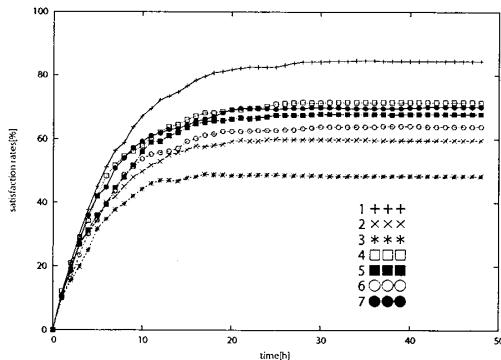


図2 満足な人の推移率(協調行動なし)

次に、条件4~7において利用者同士の協調行動がある場合のシミュレーションを行った。その結果を図3に示す。満足な人の割合は条件4では74.6%、条件5では69.6%、条件6では56.0%、条件7では75.2%となった。

最後に、利用者同士の協調行動を含まない場合と協調行動を含む場合で比較を行う。その結果を表2に示す。表2より、条件4, 5, 7では協調行動により満足な人の割合が大きくなった。しかし、条件6では満足な人の割合が小さくなった。その原因として、利用者

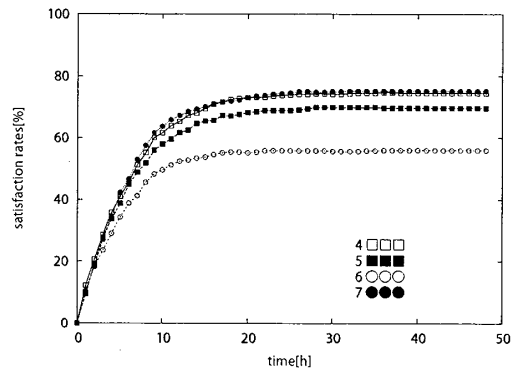


図3 満足な人の推移率(協調行動あり)

同士の協調行動により、寛容な人の待ち時間が長くなり、システム内から寛容な人が退去したことが考えられる。

表2 満足な人、不満な人の割合

条件	満足な人(%)		不満な人(%)		
	A:B:C	協調なし	協調あり	協調なし	協調あり
4	6:3:1	71.4	74.6	27.2	24.4
5	3:3:3	67.8	69.6	31.0	29.4
6	1:3:6	64.0	56.0	35.0	43.0
7	5:0:5	70.2	75.2	28.8	23.8

#### 4 まとめ

本稿では、利用者の多様性とシステムの再度利用、待ち時間に対する効用、利用者同士の協調行動を要件として有するサービスシステムの性能評価を行った。

今後の課題は、待ち行列システムを M/M/S モデルから、一般的な待ち行列モデルである GI/G/S, GI<sup>[x]</sup>/G/S, GI/G<sup>[x]</sup>/S モデルに置き換えてシミュレーションを行い、待ち時間とは別の要素に着目した効用関数を用いたシステムの設計が必要である。

また、満足な人の割合をさらに大きくするためにインセンティブにより、利用者同士の協調行動を促進することを考える。

#### 参考文献

- [1] 今枝昌宏, “製造業のサービス化とサービスマネジメントへの2つのアプローチ”, 一橋ビジネスレビュー 2006年, vol.54, No.2, pp.36-50, 東洋経済新報社, 2006.
- [2] 吉岡良雄, 待ち行列と確率分布—情報システム解析への応用—, 森北出版株式会社, 2005.
- [3] 岩田康伸, 奥田隆史, 井手口哲夫, 田学軍, “待ち時間評価が異なる客の到着を考慮した待ち行列システムの性能評価”, 平成20年東海支部連合大会論文集, o-160, 2008.
- [4] 福本武, 中出康一, “M/G/1 待ち行列における待ち時間情報の効果”, 第35回中部支部研究発表会, 4ページ, 2008.
- [5] 矢守恭子, 田中良明, “ユーザの効用から見た通信品質制御とその評価”, 電子情報通信学会会誌, vol.91, No.2, 2008.
- [6] 構造計画研究所, <http://www2.kke.co.jp/>