

# サービス工学におけるシステム応答時間のモデル化

○魚住光成(三菱電機(株)) 浅間一(東京大学)

## One idea of a system response model in service engineering

\*Mitsunari UOZUMI, MITSUBISHI Electric Corp., Hajime ASAMA, The Univ. of Tokyo

**Abstract** —It is necessary to evaluate the performance of the computer system that provides service at response time. We thought that the response time is expressible by normal distribution. As a result of the experiment, it is able to be confirmed to show the response time of the computer system by normal distribution in simple service process.

**Key Words:** Service engineering

### 1. はじめに

人にサービスを提供するシステム、たとえばATMや券売機、ECサイトなど多種多様なサービスが、コンピュータと通信ネットワークを使って提供されている。また、ロボットや知能メカトロニクスが、人にサービスを提供する機会もこれから増えていくと予想される。

これら機械が人にサービスを提供するとき、システムの負荷状況によって時間性能は変動し、サービス品質の変動として利用者への影響が現れる。

我々は、サービスを提供するシステムの応答時間をモデル化し、利用者への影響の定量化を試みた。

### 2. サービス工学とサービスメディア

サービス工学では、サービスを提供するシステムをサービスメディアと位置づけ、これがサービスを提供するだけでなくサービスの評価計測を行い、利用者の満足度としてシステムにフィードバックするモデルを提唱している。<sup>[1]</sup>

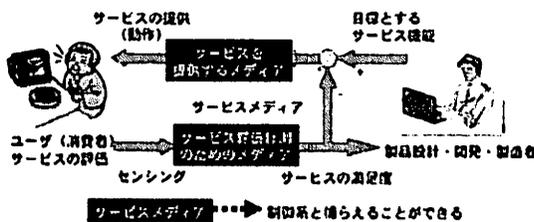


Fig.1 Service media in service engineering

このモデルにおいて、利用者の満足度は、サービスのコンテンツによる変化と、サービスメディアの品質によって変化すると考えられる<sup>[2]</sup>。サービスメディアの品質は、サービスコンテンツを利用者の要求に従って引き出すコンピュータなどの機器の時間性能と、利用者までサービスコンテンツを伝達する通信ネットワークの通信品質によって変動する。

本研究では、このサービスを提供する機器の時間性能のモデル化を試みた。

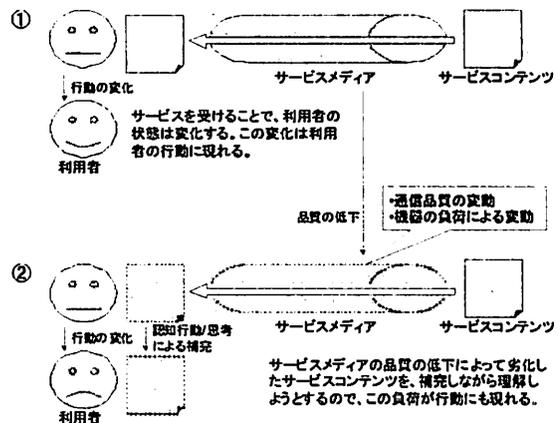


Fig.2 Quality of Service media

### 3. コンピュータの時間性能の変動

コンピュータの処理性能の向上により、1台のコンピュータが複数の利用者に対し、同時にサービスを提供する事は一般的になっている。このときの処理性能は、スループットとして表されることが多い。

スループットは、単位時間当たりの処理件数や出力したデータ量であり、コンピュータの処理能力をわかりやすく表す指標である。システム設計を行う上では、スループットが線形に増加する範囲の多重処理を実用範囲として想定することもある。コンピュータの多重処理では、一定の多重度までは線形にスループットが高くなるが、それ以降はスループットが頭打ちとなる。この領域では、個々の要求の、結果が得られるまでのターンアラウンド時間(応答時間)が、多重度が上がるにつれ低下していく。その為、システム設計においては、スループットが頭打ちとなるより前の多重度を使用上の上限とすることが多い。

### 4. スループットを指標とした場合の課題

スループットは、コンピュータの処理能力の指標となるが、利用者個々の応答時間を推定することは難しい。多重度が上がるにつれスループットが上昇しても、個々の要求の応答時間については、均一であるとは限らない。

サービスメディアの品質は、利用者からみたシステムの品質であるため、スループットではなく、応答時間に基づく指標であるべきである。

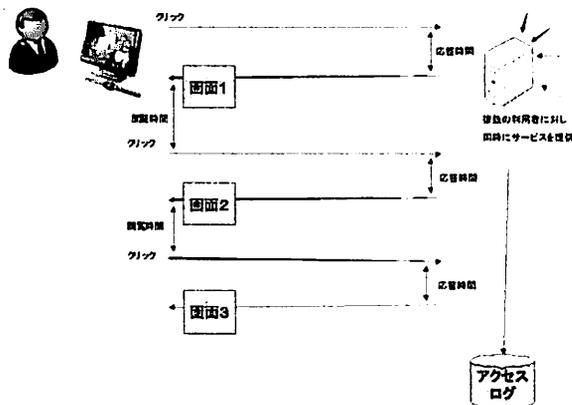


Fig.3 A system and response time

### 5. ターンアラウンド時間と多重度

コンピュータは、外部からの要求を単純に逐次処理するだけでなく、可能な場合は、複数の処理を同時並行に実行する。また、キャッシュなど処理を高速化するメカニズムも備えており、その為、要求を受け付けてから結果がでるまでの時間を正確に表現することは難しい。しかし、統計量としては多重度が上がるにつれ、応答時間の平均と分散が上昇することが考えられる<sup>[3]</sup>。

特定の多重度における応答時間は、システム内の複数の要因により、複合した正規分布となると仮定する。ある多重度における応答時間の分布 $f(y)$ は、

$$f(y) = \sum_i N(\mu_i, \sigma_i^2) \quad (5.1)$$

$$N(\mu_i, \sigma_i^2) = \frac{\alpha_i}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} \exp\left\{-\frac{(y-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right\} \quad (5.2)$$

と表すことができる。

### 6. 実機による計測

今回、あるコンピュータに対し複数の利用者を模して多重度を上げる実機環境を構築し、計測を行った。

対象としたコンピュータは、複数のサービスコンテンツを有し、利用者もそれらを組み合わせて使用するため、一連のサービスコンテンツのアクセスを連続して自動的に行なうプログラムを利用者を模す疑似端末に実装し、これを多重に実行することで、多重度を上昇させた。

計測は、個々のサービスコンテンツの要求から結果取得までの応答時間を疑似端末に記録した。

### 7. 計測結果の分析

計測した応答時間のヒストグラムを作成し正規化した。この結果に対し、Table.1 のパラメータによる $f(y)$ を重ねて表したグラフがfig.4である。

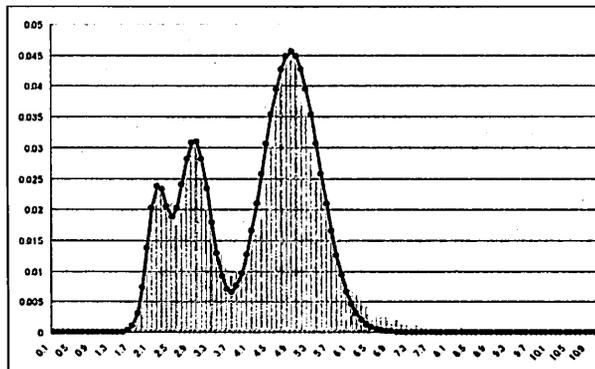


Fig.4 Observed data and data based on a hypothesis

Table.1 Parameter

i	$\alpha_i$	$\mu_i$	$\sigma_i^2$
1	0.11	2.15	0.20
2	0.25	2.90	0.32
3	0.86	4.85	0.56

この分析結果から、計測を行なったシステムでは、3つの性能特性が複合しているものと推察される。複数の処理を高速化するメカニズムが働いていると考えられる。但し、処理を行なった要求の86%はこの恩恵を受けていないと思われる。

### 8. 結論

サービスを提供するコンピュータの応答時間の分布は、複合した正規分布と捉えれば、現象の説明が容易になる。それぞれの分布の比率から、システム的なメカニズムの有効性を評価することも可能である。

この分布は、多重度によって変動することが確認されており、この変動に着目したシステムの評価方法が、今後の課題となる。

### 参考文献

- [1] 浅間一：サービス工学とシステムインテグレーション、計測と制御 278-283 Vol. 44, 2005.
- [2] 魚住光成, 浅間一：サービス工学における利用者のインタラクション評価、第25回日本ロボット学会学術講演会 1E35, 2007
- [3] 魚住光成, 浅間一：サービス工学におけるシステム応答時間のモデル化、日本ロボット学会学術講演会 2009, 2009