

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月12日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21240012

研究課題名（和文） 機械学習によって品質を改善し続ける知的サービスシステムの構成

研究課題名（英文） Intelligent Service System improving Service Quality by Machine Learning

研究代表者

新井 民夫（ARAI TAMIO）

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号：40111463

研究成果の概要（和文）：

サービス提供の自動化と個別適応の実現のためには、サービスの受け手の内的な状態の把握とサービスの選択が準備されなければならない。そこで本研究では受け手の内部状態の推定と満足度評価の具体的事例検証として物品の手渡し動作、お辞儀動作を例として評価指標を導出した。加えて、期待形成あるいは集団顧客の特性を考慮した満足度評価の手法を開発することができた。これにより、サービスシステム構築の基礎的研究を達成した。

研究成果の概要（英文）：

Services must be improved automatically by observation of the customers. This research deals with automatic evaluation of customer satisfaction. Several fundamental services are analyzed to get the characteristics of the services; handling operations, bowing in restaurant, and coffee shop operation. In addition, expectation by customers and satisfaction of a group are discussed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2010年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
2011年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
年度			
年度			
総計	21,000,000	6,300,000	27,300,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：知能ロボティクス，機械学習，エージェント，設計工学，サービス，サービスシステム，サービス工学，顧客満足度評価

1. 研究開始当初の背景

サービスロボットやウェブサービスにおいては、サービスの受け手の要求に即応すること（インタラクション）が重要である。加えて、「おもてなし」という言葉で代表されるように、受け手の気持ちを推し量ることが質

の向上に繋がる。プログラムが介在する現実のサービスでは、事前に想定しうる全状況を多くの条件分岐で表現することで、受け手の行動に対する柔軟な対応は可能である。しかしながら、受け手の不確定な行動を数え上げるとその分岐数は膨大になり、プログラム開

発・保守費用の増大を招き、結果として意図せぬ改悪を招くなどサービスの質低下に直結する。

このような状況への対応は実世界で行動する実時間システムでの共通課題である。研究代表者らが1999年から開発してきた「4足移動ロボットによるサッカー (RoboCup)」でも、センサによる状況認識と最適な行動の選択を組み合わせ、知的行動をプログラムする必要があった。状態価値関数の設計による「状態-行動地図」を機械学習で予め作成し、それをデータ圧縮し、ゲームの状態を推定して使用方法を採用した。人間どうしのサービスの提供でも基本は「顧客の状態推定を行い、準最適な行動を選択する」ことある。それにより、相互のやり取りの最中に、完璧なサービスまでは至らなくても、顧客を十分に満足させるサービス提供を継続的に実現することができる。これは状態行動地図作成としてモデル化でき、知能ロボットの行動構築と同様である。

2. 研究の目的

機械対人のサービスの質を人対人の水準に向上させるという目的のために、サービスマーケティングの手法と機械学習手法とを統合した質の高いサービスシステムを構成することを目標とする。具体的には、(1) サービスプロセスの顧客視点による実行モジュールへの分割、(2) 機械学習による実行モジュールの開発、(3) 顧客満足度評価としてのサービス実行モジュール評価、(4) システム統合による実サービスへの適用、ならびに(5) 成果発表、からなる。

3. 研究の方法

3. 1. 理論の方向付けの検証 (第一年度)

第一年度に、少数のサービス事例を対象とし、サービスの特徴解析と学習アルゴリズムの実装を行った。また、「素数当てアドバイスサービス」なる例題を準備し、理論の方向付けに関して検証を始めた。この本アドバイスサービスは、知らされていない素数を顧客が言い当てられるよう、サービス提供者がアドバイス(素数そのものの説明や、真の値との大小関係)を順番に提示していくサービスである。

本例題に対して、研究実施計画における(1)顧客視点によるサービスプロセスのモジュール分割では、サービスマーケティング分野におけるサービス・エンカウンター視点から、Business Process Modeling Notationを用いて記述した。これにより、サービスプロセスにおける直接接触、間接接触を区別したことで、行動構築の対象とすべきインタラクションを定義した。

次に(2)各モジュールにおけるサービスの

学習では、サービス提供者の行動群および顧客の反応群を用いて問題を定式表現し、知能ロボット研究で培った動的計画法や強化学習、決定木の構築手法を元に、状態行動地図の作成を行った。この時、サービスシステムそのものに関する状態変数に加え、顧客の内部状態に関する状態変数を用いて状態を定義し、生理的・精神的な状態量の推定を一部行った。これにより、顧客(回答者)がどういう知識レベルや態度にある時に、どういうアドバイスをすれば良いかを明らかにした。初年度として研究全体の大枠を確認した。

3. 2. 受け手の内部状態の推定と満足度評価 (第二年度)

研究実施計画に記載した(1)サービス事例のモジュール分割(動作分割)と(3)顧客満足度の評価にしたがい、サービスにおける幾つかの基本動作を事例に、受け手の内部状態の計測および受容者の総合的な満足度評価に関する研究を、第二年度を中心に行った。

3. 2. 1. 手渡し動作における満足度評価

まず、サービスロボットに求められる日用品の手渡し動作について取り上げ、その対象物の受け渡し姿勢に着目した。サービスの実現方法にはサービス従事者が顧客接点で選択できる行動の自由度があるが、行動によっては顧客満足度を大きく低下させる。人間同士の手渡し動作の観察実験に基づき、顧客(受け手)を不快にさせない手渡し動作のための受け渡し姿勢および渡し手の把持位置・姿勢に関する評価関数(図1)を提案した。さらに、人間同士の手渡し動作の評価と比較することで検証を行った。

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \omega_{1,1}(\bar{p}_{fa} \cdot (e_{x_RH} + e_{x_RE}))T_{fa} + \omega_{1,2}(\bar{p}_{fb} \cdot (-e_{x_RE}))T_{fb} \\
 &\quad + \omega_{1,3}(\bar{p}_{fb} \cdot (-e_{x_RH}))T_{fb} + \omega_{1,4}(\bar{p}_{fc} \cdot e_{z_HO})T_{fc} \\
 &\quad + \omega_{1,5}B(\text{grasp})T_{restricted} \\
 f_2 &= \omega_{2,1}|e_{y_Obj} \cdot e_{x_RE}| + \omega_{2,2}(\mathbf{p}_{grasp} \cdot \mathbf{e}_{x_RH}) / |\mathbf{p}_{grasp} \cdot \mathbf{e}_{x_RH}|_{\max} \\
 &\quad + \omega_{2,3}|e_{z_Obj} \cdot e_{x_HO}| + \omega_{2,4}(e_{z_PH} \cdot (-e_{x_RH})) \\
 V &= \omega_1 f_1 + \omega_2 f_2
 \end{aligned}$$

ここで、 Σ_{HO} :受け渡し座標系、 Σ_{RE} :受け手の眼球座標系(x軸:視線方向)、 Σ_{RH} :受け手の手首座標系(x軸:アプローチ方向)、 Σ_{PH} :渡し手の手首座標系(z軸:アプローチ方向)、 Σ_{Obj} :対象物座標系(z軸:長軸方向)、 Σ_{fa} Σ_{fb} Σ_{fc} :各機能部の座標系を定義する。 $\bar{p}_{fa}, \bar{p}_{fb}, \bar{p}_{fc}$ は Σ_{Obj} 原点から各機能部座標系原点への単位ベクトル、 \mathbf{p}_{grasp} は Σ_{Obj} 原点から渡し手の把持位置までのベクトル、 $e_{x_0}, e_{y_0}, e_{z_0}$ は添字に示す各座標系のx,y,z軸方向の単位ベクトル。 $B(\text{grasp})$ は把持禁止領域を把持しているかしていないかを判定する関数(出力は{-1 or 1})、 $T_{fa}, T_{fb}, T_{fc}, T_{restricted}$ は各機能部や把持禁止属性に関するタグ(各機能部を持つもしくは把持禁止の場合:1, それ以外:0)、 $\omega_{i,j}$ は重み係数である。なお、各ベクトルはすべて Σ_{HO} で記述する。

図1. 提案する受け渡し動作の評価関数

その結果、提案する評価関数を用いて計算した評価値は、人間同士の評価結果と相関が高く（図2）、提案手法は妥当との結論に至った。これにより、具体的動作に関する顧客満足度の評価方法の枠組みを確認した。

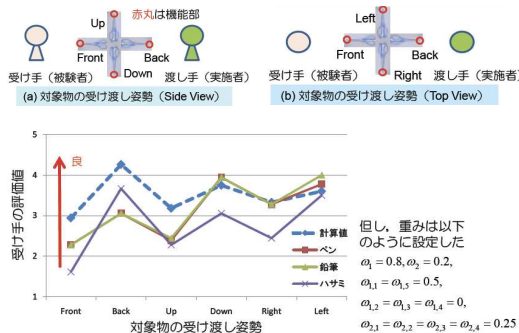


図2. 提案する評価関数を用いた受け渡し動作の満足度評価の検証

3. 2. 2. お辞儀動作における満足度評価

次に、接客サービスにおいて見られるお辞儀動作を対象に、お辞儀に対する評価は「動作因子とそれが行われる状況との適合度の組み合わせ」により決定されると捉え、その評価モデルを提案した。

その上で、お辞儀動作の動作因子と評価との関係を実験により検証し、因子分析を行うことにより、各状況に適合したお辞儀動作がどのようなものであるかを明らかにした。より具体的には、お辞儀動作に関わる多数の動作因子の中から、客観的な尺度で表現できる因子、およびお辞儀を行う状況が想定できる因子として、「相手との距離」「動作時間」「腰の角度」「発声タイミング」を選択し、それらを変化させたときに評価にどのような影響があるかを定量的に明らかにした。

設定した動作因子とその水準を Table 1 に示す。また、お辞儀を行う状況として、ファミリーレストランで店員がお辞儀をする場面を想定し、「入店：店員が「いらっしゃいませ」と挨拶する時」、「すれ違い：店内でトイレに行く客とすれ違う時」、「謝罪：店員が皿を割ってしまい、謝罪する時」の3種類を想定した。

4つの動作因子それぞれの水準を組み合わせた36通りのお辞儀動作を3種類の状況下で行った映像108個を評価対象とし、お辞儀動作の映像提示実験を行った。

Table 1. 動作因子と水準

動作因子	水準
距離	1.5m, 3m
動作時間	2秒, 4秒
腰の角度	15度, 30度, 45度
発声タイミング	動作前, 動作開始時, 動作中盤

実験で得られた評価データを3種類の状況ごとに分類し、それぞれ4つの動作因子を要因とした四元配置の分散分析を5%水準で施した。その結果を Table 2 に示す。有意な効果が認められた主効果に関しては、それぞれの水準について、その水準のお辞儀動作に対する評価データの平均と標準偏差を算出した。交互作用は、その水準の組み合わせすべてについて、主効果と同様に顧客満足度の平均と標準偏差を算出した。

状況と動作因子の関係について、()内に推奨値を示して要約する。

- ・入店時：腰の角度（45度）
- ・すれ違い時：距離と動作時間（3m, 2秒）
- ・謝罪時：距離と角度（1.5m, 45度）
- ・目線：状況に依らず、下を向き
- ・発声タイミング：状況に依らず、評価に影響しない

これにより、具体的動作と状況との関係をもとに顧客満足度の評価方法の枠組みを確認した。

Table 2. 各状況での四元配置分散分析

動作因子 \ 状況	入店	すれ違い	謝罪
距離		*(3m)	****(1.5m)
動作時間	*(2秒)	*(2秒)	
角度	****(45度)		****(45度)
タイミング			
距離×時間	*		*
距離×角度	***		*
距離×タイミング		*	
距離×時間×角度	***	*	

(*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005, ****p<0.001 で有意な効果が認められたもの、()内は評価が高かった水準)

3. 2. 3. 映像による情報伝達サービスにおける顧客の内部状態と満足/不満状態の推定

映像による情報伝達サービスを対象に、画像処理技術を用いて受け手の顔表情と頭部動作を計測した。さらに、同時に収集したアンケートの回答データと教師あり学習を併用して、顔表情と頭部動作から受け手の内部状態と満足/不満状態を推定する手法を提案した。結果として、評価の要となる顔表情を映像コンテンツごとに明らかにした一方で、映像コンテンツごとに表出する顔表情と頭部動作の個人差は想定以上に大きく、全受容者を対象とした内部状態の推定モデルの精度は低いものに留まる結果となった。

以上の3. 2節で述べた研究を通じて、個人差が大きいと予想される受け手の満足度評価をモデル化する上では、お辞儀動作の状況の明示化に代表されるように、サービスに対する受け手の期待とその形成プロセスを

より具体的にモデル化する必要があるとの知見を得た。そこで、第二年度の途中より受け手の期待形成を組み込んだ満足度評価モデルの構築に取り組んだ。

3. 3. 期待形成を組み込んだ顧客満足度評価（第二年度&第三年度）

第二年度に得られたサービス動作の満足度評価の知見を元に、時系的視点から受け手の期待形成を組み込んだ顧客満足度の評価モデルについて取り組んだ。

サービスに対する顧客の評価は重要である。しかしながら、サービスの特性の一つである異質性により、顧客満足度を高く保つことは難しい。さらに、サービスの品質を保つために提供コストが増加すると、結果として満足度向上の効果が薄くなってしまふ。これに対し本テーマでは、顧客がサービスに対して抱く期待に着目し、サービスの提供内容に沿って顧客に期待を自ら調整することにより顧客満足度を安定的にすることを目指した。具体的には、スタンドカフェとハンドバッグの受注設計・生産（カスタマイゼーション）を題材に、提供者が受け手にどの程度待つかを伝達することの有無が顧客満足度にどのような影響を与えるかを解析した。

上記の解析において、スタンドカフェの事例では特に、サービス提供時間のばらつきを反映した現実に近い時間変動を扱えるサービス提供プロセスモデルをまず構築した。次に、本モデルを利用し、顧客が待つ時間と待ち時間に対する期待との算出が可能なシミュレーションを実現した。

そして、受け手が得る情報とその結果形成される期待との関係を管理手法ごとにモデル化した。これにより、期待形成の違い（ここでは待ち時間の伝達の有無）を反映した顧客満足度の評価シミュレーションを行い、期待の管理方法の違いが顧客満足度に与える効果について検証した。図3は、混雑時かつ寒い日の注文パターンにおいて、待ち時間の伝達条件を変えた際に、顧客満足度がどのよ

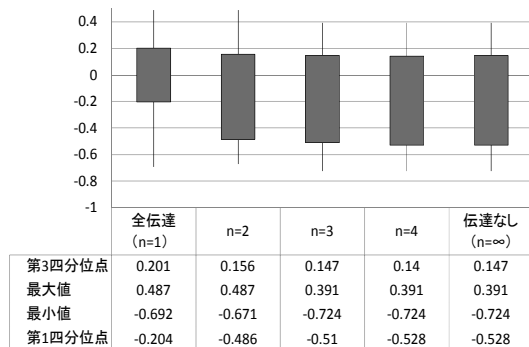


図3 混雑時かつ寒い日の注文パターンにおける待ち時間に関する満足度分布

うに変化するかを示した例である。以上の検証を複数パターンにおいて実施し、次のような結論を得た。

- ・待ち時間を伝達することによる効果は、注文の割合や混み具合などのサービス提供時の状況によって様々である
- ・全体的には待ち時間の伝達により顧客満足度の安定化が見込める
- ・待ち時間の伝達は満足側の評価をさらに高めることよりも不満足側の評価を改善する効果が大きい

一方、「ハンドバッグの受注設計・生産（カスタマイゼーション）」においては、顧客の期待値は、提供者と顧客間で交わされる契約時に形成されると考えられる。提供者は、納期に関する顧客満足度と金銭コストの顧客満足度の二つバランスを図りながら、適切な納期提示方法を模索している。そこで、カスタマイズ前に行われる顧客との契約において「提供者による納期提示のバリエーション」「顧客のバリエーション」を導入し、これらに応じて満足度評価の分布がどの程度変わるのかを、実事例のモデル化とシミュレーションを通じて調べた。

これにより、提供者による現在の納期予測（経験則）は妥当であることがまず明らかとなった。しかしながら、顧客のバリエーションに拠らず、やや大胆な納期提示を採用した時に満足度のばらつきが最も小さく、かつ高いピークを取ることがわかった。すなわち、契約納期の変化による満足度の減少分よりも、支払い額に関する満足度の増減分の影響が強いためであり、提供者はより自信を持って納期提示すべきとの結論を得た。

以上により、顧客視点によるサービスの分割と評価に対して、多様な事例を検討し、それぞれの評価方法についての手法の検証を行えた。

3. 4. 集団顧客の満足度評価（第二年度～第三年度）

顧客の主観性により顧客満足度が大きく変動することがサービス提供者の行動決定を困難にすることは、すでに指摘した。予め顧客が複数の異なるカテゴリに属している場合には、それを考慮した行動設計方法が必要となる。そのためのサービス設計手法を構築した。

分担者らはこれまでも、集団顧客の不満足最小化の観点より、集団顧客の総意を反映した要求に対する重要度算出手法を構築している。これに対し本テーマでは、サービス改善により集団顧客の満足度の向上とその改善により発生する金銭的成本に着目した。具体的には、サービスを改善する際に生じる

集団の満足度の向上を定量化し、顧客の金銭的コストに関する制約条件を明示することで、顧客全体における満足度向上の効率性を可視化し、サービス改善における設計者の意思決定を支援する手法を提案した。

代表者および分担者によるこれまでのサービス工学研究では、顧客の状態の変化に直接影響を与える品質(CoP)に対する顧客満足度の定量的な推定手法として、ロジスティック関数を用いた属性満足度関数(S-A 関数)を提案している。本テーマでは、サービスにある改善案を導入した際に向上する満足度の変化量を定量化するためにこのS-A関数を用いた。一般に顧客はサービスを購入する際に、期待される便益と対価として支払う金銭的コスト及び予想される非金銭的コストを比較し、サービスの購入に関する意思決定を行うが、これらのコストに対して、各顧客はそれぞれ異なる許容可能範囲を有する。特に金銭的コストの場合、顧客の許容可能な範囲はサービス購入に関する意思決定を行う際に重要な制約条件となり得る。そのため、設計者は顧客の満足度を満たすだけでなく、顧客の許容可能な金銭的コストについて考慮したサービス設計を行う必要がある。本テーマでは、集団の金銭的な許容限度を集団に属する各顧客カテゴリの許容限度額中の最低額である最低許容限度額として定義し、この金銭的な制約下において、集団の満足度を最大とするサービス改善案に関する意思決定の支援を実現した。より具体的には、改善案により各顧客が得る満足度の増加の総和と改善案の対価として顧客が支払う金銭的コストをベクトル表現し、これにより、顧客の満足度上昇の金銭的な効率の視覚化を可能とした。さらに、提供者が実現可能な複数のサービス改善案に対して上述のベクトルをそれぞれ表示し、その比較を可能とした。また、この際に集団の金銭的な許容限度を同時に提示することにより、金銭的な制約を考慮したサービス改善案の意思決定の支援を可能とした。

本テーマでは、上述した設計手法を大型共同住宅のエレベータリニューアルサービスの例題に適用し、提案手法の有効性を検証した。これにより、サービス提供方法が多数のステークホルダを含む場合も、集合的な対応も可能となることを示した。

4. 研究成果

サービスの自動化と個別適応の実現のためには、(A)受け手の行動の観測による受け手の内的な状態の把握、(B)状態推定に従うサービスの選択、加えて(C)推定困難時の標準対応が準備されなければならない。そのために、本研究では5つの目標を設定して研究を進めた。具体的には、

- ・ 状態推定による理論の方向付けの検証
- ・ 受け手の内部状態の推定と満足度評価の具体的事例検証：手渡し動作、お辞儀動作
- ・ 映像による顧客の内部状態推定
- ・ 期待形成を組み込んだ顧客満足度評価
- ・ 集団顧客の満足度評価

について研究を進め、行動観測と状態推定、サービスの選択、期待の制御による顧客満足度の向上などの成果を上げることができた。しかしながら、サービス受け手のサービスに対する反応行動は多岐を極め、特徴抽出の絞り込みが不十分であるため、(A)の推定精度が十分に高くならなかった。また、課題(2)「機械学習による実行モジュールの開発」については、当初の目標に質的な達成を得るに至らなかった。受け手に適したサービスの提供方法を自動的に構成するためには、行動データに基づく受け手の内的状態の推定が最大のポイントとなるが、研究の過程において、行動と知覚に対する個人差が当初の想定以上に大きいものであることが明らかとなった。しかし、サービス改善の枠組みを構築し、限定した事例に対して適用し、計画を完結させることができた。

本研究では、目的に明記した以外の研究成果も得ることができた。

- ・ 「お辞儀」といったサービスの重要基本要素について、自動評価方法を確立した。これによりお辞儀訓練システムの開発が可能となる。
- ・ ロボットが人間と共存する際に考慮すべき事項として、心地よい手渡し方法の評価指標を開発した。これは今後のマンマシンインタフェース構築の基礎技術となる。
- ・ 大型共同住宅のエレベータリニューアルにおけるサービスの研究から、合意形成の典型例を解析した。これは合意形成研究に貢献する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ・ Tatsunori Hara and Tamio Arai: Simulation of product lead time in design customization service for better customer satisfaction. CIRP Annals –Manufacturing Technology, Vol. 60/1, (ISSN 1660-2773), pp. 179-182, 2011.

[学会発表] (計15件)

- (1) Satoshi Shimada, Tatsunori Hara, Kei Taira, and Tamio Arai: Customers' satisfaction on estimates of queue waiting time in service delivery, In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference

- 2011, CIRP, Braunschweig, Germany, 2011.
- (2) 山野辺夏樹, 久場景太郎, 原辰徳, 浅間一, 新井民夫, 永田和之, 原田研介, 中村晃, 河井良浩, 辻徳生: 手渡しの際の受け手の心地よさを考慮した日用品の把持, 第29回日本ロボット学会学術講演会, 2011/9/9, 東京.
 - (3) Keitaro Kuba, Natsuki Yamanobe, Tatsunori Hara, Tamio Arai, and Kazuyuki Nagata: Construction of Task Instruction System for Object Retrieval Service Based on User Satisfaction. In Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 5480-5485, 2010.
 - (4) Nirin Suarod, 原辰徳, 下村芳樹, 新井民夫: サービス工学に基づくサービスCADシステムの構築 (第88報) -A Method of Optimizing Appropriate Dialog in Service, 2010年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 51-52, 2010.
 - (5) 久場景太郎, 山野辺夏樹, 原辰徳, 新井民夫: ユーザの満足度を考慮した「手渡し」サービスを実現する生活支援ロボットのための作業指示システムの構築, 2010年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 677-678, 2010.
 - (6) 多比良恵, 嶋田敏, 久場景太郎, 原辰徳, 新井民夫: ペトリネットを用いたサービス提供における待ち時間の解析, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 583-584, 2010.
 - (7) 四維栄広, 久場景太郎, 藤田真理奈, 原辰徳, 新井民夫: 接客サービスにおけるお辞儀と顧客満足度との関係性の分析, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 583-584, 2010.
 - (8) 嶋田敏, 新井民夫, 原辰徳: サービス受給中の期待形成を考慮した顧客満足度の解析, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 585-586, 2010.
 - (9) Nirin Suarod, 原辰徳, 新井民夫, 下村芳樹: Automatically Extracting After-Using Serviced Feedbacks from Customers' Motion, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 607-608, 2010.
 - (10) 久場景太郎, 山野辺夏樹, 新井民夫: 対象物の受け渡し姿勢に着目した手渡し動作の評価, 第28回日本ロボット学会学術講演会, 2010.
 - (11) 嶋田敏, 新井民夫, 原辰徳, 多比良恵: サービス受給中の期待形成を考慮した待ち時間に関する顧客満足度の解析, Design シンポジウム 2010.
 - (12) 原辰徳, 新井民夫, 下村芳樹: サービス工学に基づくサービスCADシステムの構築 (第74報) -サービスCADシステムの利用シナリオと現状分析, 2009年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 545-546, 2009.
 - (13) 山本恵史, 木見田康治, 渡辺健太郎, 下村芳樹: 顧客満足最大化のための顧客要求集約手法. 日本機械学会第20回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 10-27, pp. 479-482, 2010.
 - (14) 山本恵史, 木見田康治, 渡辺健太郎, 下村芳樹: サービス工学に基づくサービスCADシステムの構築 (第94報) -集団顧客のための便益-犠牲概念を考慮したサービス設計手法, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 603-604, 2010.
 - (15) S. Yamamoto, K. Kimita and Y. Shimomura: An Importance Decision Method of Customer's Demands for Highly Public Service. In Proceedings of the 15th Design for Manufacturing and the Lifecycle Conference - DFMLC2010 -, CD-ROM, The American Society for Mechanical Engineering (ASME), Montreal, Canada, 2010.
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
新井 民夫 (ARAI TAMIO)
東京大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号: 40111463
 - (2) 研究分担者
原 辰徳 (HARA TATSUNORI)
東京大学・人工物工学研究センター・講師
研究者番号: 00546012
 - (3) 研究分担者
下村 芳樹 (SHIMOMURA YOSHIKI)
首都大学東京・大学院システムデザイン研究科・教授
研究者番号: 80334332
 - (4) 研究分担者
緒方 大樹 (OGATA TAIKI)
東京大学・人工物工学研究センター・助教
研究者番号: 80598037