

## 平成17年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな(ローマ字)		KATO TOSHIKAZU					
①研究代表者氏名		加藤 俊一		②所属研究機関・部局・職 中央大学・理工学部・教授			
③研究課題名	和文	実空間における複合感性の動的モデル化とその応用に関する研究					
	英文	Computational Modeling of Complex Kansei Processes in Real World Interaction					
④研究経費		平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	総合計
17年度以降は内約額 金額単位：千円		12,600	11,700	12,600	12,200	9,000	58,100
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）				
加藤 俊一	中央大学・理工学部・教授	知能情報学	研究の統括・複合感性のモデル化と情報処理				
坂根 茂幸	中央大学・理工学部・教授	知能情報学	複合感性に適したヒューマンインタフェース構成方式				
庄司 裕子	中央大学・理工学部・助教授	知能情報学	多感覚感性のモデル化とオントロジー				
梅田 和昇	中央大学・理工学部・助教授	センシング	実空間における複合感性の測定方法				
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>本研究では、五感（視覚、聴覚、触覚・力覚、嗅覚、味覚）を対象に、人間の知覚や表出における感性情報処理の統合的なモデルを構築すると共に、五感に関する情報をデータベース化し、これを情報提供サービス、工業製品の外観設計、生活空間の環境設計などに利用するための技術開発を進める。</p> <p>本研究では、感性の新しいモデル化の枠組みとして、(a)五感を対象に、それぞれの感覚のチャンネルが相互に作用・影響する過程、および(b)利用者がおかれた状況とその文脈のもとで、利用者が外界（自分の周りの状況や相手の人間）と相互作用する動的な過程に注目し、これをモデル化する。また、(c)利用者に身体的心理的に負担のかからないモデル化法として、利用者の日常の行動の観察や、利用者に動的に五感情報を提示してその反応を分析する、動的なモデル化法を開発する。</p> <p>また、以上の感性モデル化の実証・応用として、(d)工業製品の外観設計、生活空間の環境設計などを支援するシステムを試作し、感性のモデル化とその利用技術の有効性を評価する。</p> <p>このような目標を達成するため本研究では、以下の方法論・技術の研究・開発を進める。</p> <p>(1)複合感性のモデル化と情報処理方式：感覚神経系に見られる順応、時間間隔・順序に対する応答特性や、同種・異種感覚間での相互抑制などに注目した、感性のマルチモーダルな構造のモデル化法。同種・異種感覚間でのイメージ語相互の関係を統合化する、複合感性オントロジーの構成法。</p> <p>(2)複合感性に適したヒューマンインタフェース構成方式の研究：実空間での身振り、視線移動、表情などの時間変化に注目した、感性的応答の計測方式。実空間の状況理解と人間の感性的応答の計測を統合することによる、人間の認知的状態の計測方式。</p> <p>(3)感性的な設計支援方式の研究：形・模様・色・質感・香など多様な属性をもつコンテンツのデータベースから、所望のイメージを実現する複数のコンテンツの組合せを適切に発見する複合感性検索、および、これを利用して製品や生活空間を設計するための、感性コーディネイト方式・空間コーディネイト方式。</p>							

⑦ **これまでの研究経過**（研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。）

### **研究経過の概要**

本研究の主な研究課題は以下の通りである。本研究ではこれらの研究課題を相互に連携させて進めている。

#### **(1)複合感性のデータベース化と情報処理方式**

複合感性のモデル化では、単に五感に対応した感覚のチャンネルが並行して複数存在（マルチメディア）するだけでなく、感覚のチャンネル間での相互作用、知覚と表出の間の相互作用、時間や状況に依存した現象（マルチモーダル）をも含んだ枠組みを実現する。

#### **(2)複合感性に適したヒューマンインタフェース構成方式**

複合感性を動的にモデル化するための計測技術を開発する。モバイル系ネットとコビキタス系ネットの融合、さらに、多視点カメラや多感覚情報提示装置などの系統的な配置を統合して、日常生活の空間(実空間)自身を、人間の活動を中断させることなく感性的にインタラクションできる強化現実空間として実現する。

#### **(3)感性的な設計支援方式**

複合感性の計測技術、モデル化技術の精度と有効性を実証的に評価すると共に、これら技術により構築した複合感性データベースの有用性を評価するため、複合感性検索の手法とその応用技術を開発する。

### **H15 年度**

#### **(1)複合感性のモデル化と情報処理方式**

感覚神経系に見られる順応や、相互抑制などの工学的な仕組みをモデル化し、対象の特徴記述法、教示学習のアルゴリズム、感性的な特徴に基づく感性検索アルゴリズムを開発した。

具体的には、種々の写真群（風景、都市景観、人物、CG、テキストチャなど）を対象に、被験者が対象画像上で、どのような特徴・箇所・構図などに注目して、どのように対象間の類似性を判定するか（心理レベルの感性に相当）を、高精度かつ詳細にモデル化する手法を開発した。

また、対象を 3 次元物体に拡張し、大きさ・位置・回転角に依存しない、また、ポリゴン近似の精粗の影響を受けにくい強力な類似検索手法を開発した（物理・生理レベルの感性に相当）。

#### **(2)実空間における複合感性の計測方式**

複合感性のモデル化の実験、および、複合感性計測のための強化現実空間の構築に着手した。

具体的には、実空間内での人間の位置の移動、身振りなどの時間変化を検出するために約 50 台のモニタカメラと画像処理装置、人間の五感に対して種々の刺激・情報提示を動的に行なうための据置型・携帯型の情報提示装置群を空間内に分散配置した強化現実空間を構築に着手した。

### **H16 年度**

#### **(1)複合感性のモデル化と情報処理方式**

日常の生活シーンにおける感性的な特性を多面的に分析し、複合感性をより一般的にモデル化する枠組みとして、知覚・状況認識・知識・行動表出・意図の過程の個人性に注目した枠組みを考案した。

認知レベルの知覚感性では、主観的に類似した特徴を持つ対象群とイメージ語との対応関係を、重複した類別・複数の解釈を許しつつ、高精度にモデル化する手法を開発した。生理レベル・心理レベルの知覚感性では、3次元物体と被験者の位置関係・物体の質感に基づく見え方に注目し、少ない特徴量記述で高精度の類似検索を実現する手法を開発した。また、多様なカテゴリー間にまたがって部分的に感じられる類似性をモデル化する手法・検索システムを試作した。

また、複合感性のマルチモーダル性（特に、視覚・聴覚・触覚の複合）と注意・記憶の関係に関する実験を行い、マルチモーダル刺激の知覚や感覚優位性に個人差が非常に大きいことを発見し、また、注意・言語理解の面からの知見を得た。

#### **(2)実空間における複合感性の計測方式**

前年度に引き続き強化現実空間の構築を進めた。空間内で、人間の五感に対して種々の刺激・情報提示を動的に行ない、刺激・情報に対するその人間の感性的な応答（物理的・生理的レベル）や行動の計測・記録方式を開発した。また、これらの機能を利用して「模擬的な店舗における試験者の行動（移動・注視・触れるなど）を計測しつつ、被験者の興味・関心を推定し、種々の関連する情報を動的に提示して、被験者の反応を観察する」などのサイクルにより、被験者の行動からの感性分析法を開発した。

⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

### 独創性・新規性

#### (a)「多様性・共生」を指向した複合感性の包括的な枠組み

従来の情報処理技術は、特に類似検索技術などと結びついて、人間の知覚過程の主観性・個人性を対象としたものであった。これに対して本研究では、いわゆる「感性的な現象」が人間の日常生活を支援する種々の情報サービスのどのような場面に現れるかを、共同デザイン支援システム (マルチメディアコンテンツの感性検索)、モバイル情報サービス (イベント・商品情報の推薦)、電腦ショップ (被験者の行動・反応からの興味・関心の推定) のプロトタイピングを通じて、多面的に分析した。その結果、知覚 (多感覚刺激の主観的な解釈)、状況認識 (個人の文脈に基づく TPO の解釈)、知識 (個人が持つオントロジー体系)、行動表出 (表現や行動の仕方に現れる特性) およびこれらを統合制御する意図 (価値判断) により複合的な感性をモデル化する枠組みを考案した。

我々は従来「感性のモデル化の手法」として物理・生理・心理・認知の各階層に対応したモデル化アルゴリズムを提案してきた。学界・産業界でも、我々のアイデアが利用されてきた。本研究での成果は、普通の人間の様々な生活シーンにおける感性的な現象が知覚過程の個人性だけではないことを示し、また、それぞれの感性のモデル化手法に情報処理の観点からの実現法・指針を与えた点で、感性工学の適用分野を大きく広げるものである。

21 世紀の社会を特徴付けるパラダイムは「多様性・共生社会」である。科学技術もこのパラダイムにそった体系を構築し、社会を支えることが強く求められるようになった。本研究の成果は、「多様性・共生」にアプローチする上で、様々な情報サービスの分野に適用可能な有効な手法となっている。

#### (b)知覚感性のモデル化アルゴリズム

感覚神経系にみられる側抑制機構を模した局所コントラストによる特徴抽出法、競合的な信号の取捨選択メカニズムから、判別、イメージ語との対応付けまでの過程を共通的な概念でモデル化し、注視箇所・注視特徴などの情報量基準的な推定も同時に行えるアルゴリズムを開発できた。従来の感性検索手法では対象とするコンテンツに個別的に設計する必要があったが、本研究の高精度で、かつ、汎用性・柔軟性のある特徴記述方式とアルゴリズムで、このようなニーズに応えられるようになった。

### 新たな知見

#### (a)マルチモーダルリティと複合感性

本研究では、強化現実空間やモバイル情報通信を利用して、複合感性のマルチモーダル性 (特に、視覚・聴覚および触覚の複合) と注意・記憶の関係に関する多様な実験を行った。その結果、マルチモーダル刺激の知覚や感覚優位性に個人差が非常に大きいことを発見した。また、音声と文字・画像などによる複数の感覚による刺激を、提示するタイミング、刺激の内容の組合せなどから分析し、言語中枢での知覚競合が原因と考えられるような種々の知見を得た。現時点では、詳細な数理的モデル化には至っていないが、モデル化研究を進めることにより、マルチメディア・マルチモーダルコンテンツの作成支援技術などへの展開が期待できる。

#### (b)行動・表出感性の個人性と類型化

我々の開発した強化現実空間技術を模擬店舗に導入して、消費者の購買行動 (移動・注視・触る・買うの動作) に関する履歴のデータベース化とそこでの感性的な特徴の分析を行った。その結果、商品の嗜好に関する個人性・類型化とは別に、行動パターンに関する個人性・類型化も可能なことがわかった。前者は「消費者に伝えるべきメッセージの内容」、後者は「メッセージを提示するタイミングや方式」を決定する際の指針として利用できる。

### 基盤技術

#### (a)複合感性実験用強化現実空間 (電腦空間) の構築

本研究では、現実の空間内での人間の複合感性的な応答や行動の計測・データベース化・分析を行うために、複合感性実験用強化現実空間 (電腦空間) を開発した。これは、実空間内での人間の位置の移動、身振りなどの時間変化を検出する約 50 台のモニタカメラと画像処理装置、人間の五感に対して種々の刺激・情報提示を動的に行う据置型・携帯型の情報提示装置群から構成される。実空間内にセンサー群を多数配置する研究はユビキタス情報処理技術とも関連付けて、近年、国内外で進められつつあるが、感性情報処理の観点から開発され運用されているものは他にはない。本システムは、当該分野の実験用プラットフォームとして位置づけられる。

#### (b)感性情報処理システム研究開発用ソフトウェアプラットフォーム

我々は感性情報処理システムの研究開発を促進するために、感性情報処理の種々のアルゴリズム、コンテンツとその特徴量、個人人の感性モデルデータなどを統合管理すると共に、新しいシステムのプロトタイピングが容易に行えるソフトウェアプラットフォームを開発している。我々は、このプラットフォーム上に、上述の共同デザイン支援システム、モバイル情報サービス、電腦ショップを試作して、プラットフォームとしての汎用性も実証しつつある。本プラットフォームは、H17 年度にはオープンソース形式で公開する予定である。産学で今後ますます活発になる「多様性・共生」を指向した情報サービスの研究開発に供したい。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

#### 学術誌

- (1) 矢野絵美, 北野有亮, 末吉恵美, 篠原勲, 加藤俊一: “消費者の感性モデルを利用したレコメンデーションシステムの構築”, 情報処理学会論文誌, データベースVol.44,No.SIG8 (TOD18), pp.46-54,2003年6月
- (2) 多田昌裕, 加藤俊一: “階層的分類を用いた視覚感性のモデル化と類似画像検索への応用”, 情報処理学会論文誌, データベース, vol.44,No.SIG8 (TOD18), pp.37-45,2003年6月
- (3) 多田昌裕, 加藤俊一: “階層的な判別分析を利用した感性的な類似画像検索システム”, 日本データベース学会 Letters Vol.1, No.2, pp.20-23,2003年
- (4) 多田昌裕, 加藤俊一: “類似する画像領域の特徴解析と視覚感性のモデル化”, 電子情報通信学会論文誌D-II, Vol.J87-D-II, No.10, pp.1983-1995, 2004年10月
- (5) 荻野晃大, 加藤俊一: “感性検索システムの開発のための概念設計方法とソフトウェアプラットフォーム”, 日本データベース学会 Letters Vol.3, No.4, pp.5-8, 2005年3月
- (6) Sineenard PINYAPONG, Toshikazu KATO: “A Framework of Time, Place, Purpose and Personal Profile Based Recommendation Service for Mobile Environment” IEICE TRANS. INF. & SYST., VOL. E88-D, No. 5 MAY 2005 (2005年5月掲載予定)
- (7) 荻野晃大, 加藤俊一: “感性検索システムの設計と試作の支援環境: 感性工房”, 日本感性工学会研究論文集(掲載予定)

#### 国際会議 (フルペーパー査読あり)

- (1) Emi SUEYOSHI, Emi YANO, Isao SHINOHARA, Toshikazu KATO: “Human Communication Support by the Taxonomy of Subjective Evaluations”, Proc. of 6th Asian Design International Conference, 6th ADC (第6回アジアデザイン国際会議), Oct.2003. (優秀論文賞を受賞)
- (2) Masahiro TADA, Toshikazu KATO: “Automatic Classification and Analysis Facility for Similarity Retrieval of Design Objects”, Proc. of 6th Asian Design International Conference, 6th ADC (第6回アジアデザイン国際会議), Oct.2003.
- (3) Akihiro OGINO, Toshikazu KATO: “Design and Development of Kansei Model Database System”, Proc. of 6th Asian Design International Conference, 6th ADC (第6回アジアデザイン国際会議), Oct.2003.
- (4) Yusuke NAKAMURA, Toshikazu KATO: “Design coordinate supporting system based on Kansei”, Proc. of 6th Asian Design International Conference, 6th ADC (第6回アジアデザイン国際会議), Oct.2003.
- (5) HIGUCHI Kazuhide, Toshikazu KATO: “Modeling Kansei through Real World Interaction with Ubiquitous Information Environment-Smart Store”, Proc. of 6th Asian Design International Conference, 6th ADC (第6回アジアデザイン国際会議), Oct.2003.
- (6) Emi YANO, Emi SUEYOSHI, Isao SHINOHARA, Toshikazu KATO: “Development of a recommendation system with multiple subjective evaluation process models”, 2003 International Conference on CYBERWORLDS (CW2003), CW2003 pp.344-351, Dec.2003.
- (7) Toshikazu KATO: “Trans-Category Retrieval Based on Subjective Perception Process Models”, Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, ICME 2004, June 2004. (台湾・台北)
- (8) Akihiro OGINO, Toshikazu KATO: “Software Platform for Information Service Systems Suitable for Individual Subjective Interpretation Process”, Proc. of IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, IEEE SMC 2004, Oct 2004. (オランダ・ハーグ)
- (9) Sineenard PINYAPONG, Toshikazu KATO: “Query Processing Algorithms for Time, Place, Purpose and Personal Profile Sensitive Mobile Recommendation”, 2004 International Conference on CYBERWORLDS (CW2004), CW2004, pp.423-430, Nov 2004 (日本・東京)

## 口頭発表

- (1) 惣田智志, 加藤俊一: “不変特徴量を用いた3次元物体の形状類似検索”, 電子情報通信学会技術報告書: パターン認識・メディア理解 (PRMU) Vol.103, No.296, pp.85-90, 2003年9月
- (2) 多田昌裕, 加藤俊一: “類似する画像領域の特徴解析と視覚感性のモデル化 情報量基準を用いた画像領域数の決定と類似画像検索への応用”, 電子情報通信学会技術報告書: パターン認識・メディア理解 (PRMU) Vol.103, No.296, pp.85-90, 2003年9月
- (3) 飯島貴広, 矢野絵美, 末吉恵美, 加藤俊一, 篠原勲: “フラッシュレコメンドとリアクションの分析による感性の能動的なモデル化”, 第5回日本感性工学会大会, 2003年10月
- (4) 多田昌裕, 加藤俊一: “領域分割と複数解像度を用いた画像の特徴解析と視覚感性のモデル化”, 情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会資料CVIM, 2004年3月.
- (5) 加藤俊一: “感性のモデル化の新しい枠組み”, 日本感性工学会・感性工房部会平成15年度第4回研究会, 2003年3月.
- (6) 樋口和英, 渡辺陽一, セウン・ソムキャット, 片山太郎, 林信好, 長瀬裕之, 加藤俊一: “感性のモデル化とユビキタスなインタラクションが可能な実世界インタフェースの設計”, 電子情報通信学会研究会報告マルチメディア・仮想環境基(MVE), vol.103, no745, pp19-24, 電子情報通信学会, 2004年3月
- (7) 荻野晃大, 加藤俊一: “感性のモデル化とアルゴリズムに関する知識を利用した感性情報システムの生成支援機能”, データベースとWeb情報システムに関するシンポジウム (DBWeb2004) DBWeb2004 pp.33-38, 2004年11月25日. (査読あり)
- (8) 荻野晃大, 加藤俊一: “対象に関する主観的な解釈のモデルの管理手法”, 情報処理学基礎研究会: データベースシステム研究会合同研究会, DBS-133/FI-75, pp.9-16, 2004年5月
- (9) 林信好, 片山太郎, 樋口和英, 多田昌裕, 加藤俊一: “複雑な背景からの人物抽出と個人履歴データベースへの応用”, 映像情報メディア学会技術報告書: メディア工学・映像表現&コンピュータグラフィクス研究会VOL.28, NO.27, pp.17-20, ME2004-66, AIT2004-98 (May. 2004)
- (10) 寒川聖文, 多田昌裕, 加藤俊一: “カテゴリ分類に横断的な類似検索システムの試作と評価”, 映像情報メディア学会技術報告書: メディア工学・映像表現&コンピュータグラフィクス研究会 VOL.28, NO.27, pp.29-32, ME2004-69, AIT2004-101 (May.2004)
- (11) 荻野晃大, 加藤俊一: “個人の主観的な解釈に適合した情報サービスを提供するためのソフトウェアプラットフォームの構築”, 映像情報メディア学会技術報告書: メディア工学・映像表現&コンピュータグラフィクス研究会 映像情技報VOL.28, NO.27, pp45-48, ME2004-73, AIT2004-105(May.2004)
- (12) 荻野晃大, 加藤俊一: “感性情報処理アルゴリズムの管理と感性検索システムの自動生成への応用—半構造データモデルを用いたアルゴリズムとシステムの一元的な管理—” 電子情報通信学会技術報告書: データ工学Vol.104, No.176, DE2004-20 (2004-70) pp.61-66, 2004年7月
- (13) ピンヤポン シニーナット, 加藤俊一: “時間, 場所, 目的および個人情報 を考慮に入れたモバイル端末によるレコメンドのための質問処理アルゴリズム” 電子情報通信学会技術報告書: データ工学Vol.104, No.176, DE2004-44 (2004-07), pp.205-210, 2004年7月
- (14) 飯島貴広, 篠原勲, 加藤俊一: “モバイル情報サービスにおけるマルチモーダルインタフェースの実現”, Proc. of The 6th Annual conference of JSKE 2004, pp.313, 2005年9月
- (15) 多田昌裕, 加藤俊一: “SVMを用いた視覚的印象の分析・学習と画像自動分類への応用”, 電子情報通信学会技術報告書: パターン認識・メディア理解PRMU Vol.104, No.573, 2004-171 (2005-01), pp.45-50, 2005年1月
- (16) 荻野晃大, 加藤俊一: “感性検索システム の概念設計法とそれを支援するソフトウェアプラットフォームの構成法”, 人工知能学会 第58回 人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 2005年3月
- (17) 澤田美咲, 中村悠介, 加藤俊一: “レビューワー・レビュー・メタレビューの構造化—レビュー評価支援—” 人工知能学会 第58回 人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 2005年3月
- (18) 小宮香織, 佐々木麻里, 加藤俊一: “コラボレーションによるデザイン支援のための感性的インタラクション—イメージマップを用いた合意形成支援システム:Mochi—,” 人工知能学会 第58回 人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 2005年3月
- (19) 木村壮, Sineenard Pinyapong, 加藤俊一: “ユーザのTPOを考慮に入れたレコメンド情報配信システムの開発”, 人工知能学会 第58回 人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 2005年3月
- (20) 関口佳恵, 加藤俊一: “電脳空間における購買行動プロトコルの分析—メンタルモデルの考察” 人工知能学会 第58回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 2005年3月

- (21) 佐々木麻里・井田 勝・加藤俊一：“明暗順応と色対比に関する側抑制の数理的モデル化とその応用”，映像情報メディア学会，メディア工学研究会研究会資料、2005年5月（発表予定）
- (22) 向江亜紀・惣田智志・加藤俊一：“任意の視点からの見え方と質感を考慮した3次元物体モデルの検索”，映像情報メディア学会，メディア工学研究会研究会資料、2005年5月（発表予定）

#### 特許出願

- (1) 2003.9.4，“形状類似判断方法、及び、形状類似判断のためのプログラム”，惣田智志・加藤俊一，タマティーエルオー株式会社，日本，特許願 2003-312700（出願中）
- (2) 2004.3.1，“判別分析を行う方法、類似画像検索方法、及び、そのプログラム、装置”，多田昌裕・加藤俊一，タマティーエルオー株式会社，日本，特許願 2004-056290（出願中）
- (3) 2004.5.27，“画像検索プログラム、方法、及び、装置”，寒川聖文・多田昌裕・加藤俊一，タマティーエルオー株式会社，日本，特許願 2004-158180（出願中）
- (4) 2004.5.27，“移動物検知プログラム、方法、及び、装置”，片山太郎・林信好・多田昌裕・加藤俊一，タマティーエルオー株式会社，日本，特許願 2004-158179（出願中）
- (5) 2005.1.13，“判別分析を行う方法、プログラム、及び、装置”，多田昌裕・加藤俊一，学校法人中央大学，日本，特許願 2005-006572（出願中）