3. メディア情報

3-1. ヒューマンインフォメーション

1節, 2.2節, 5節 塩 入 諭^{†1}, 2.1節 酒 井 宏^{†2}, 2.3, 24節 井 上 哲 理^{†3},
3節 小 峯 一 晃^{†4}, 4節 新 井 啓 之^{†5}

1 ま え が き

テレビの大画面化, 携帯電話とインターネットの利用の日常化など, 人間を取り巻く情報環境は急速に変化している。それらが人間の情報処理系にとってどのような影響を与えるかは, 今後の技術が進展を考える上で最重要課題の一つといえる。新しい情報技術と人間のインタフェースについては, 常に新しい展開が求められているといつてよい。それに應えるためには, 個々の状況への適切な対応のための応用的研究と, 人間の機能の理解のための基礎的な研究が欠かせない。本報告では, 基礎から応用までの広い範囲から, 特に注目すべき研究, 技術の進展について概観する。

(塩入)

2 視覚と画像評価

2.1 初期視覚機能

ヒトを含む霊長類では, 視知覚に関わる信号は網膜から視床の外側膝状体 (LGN) を経て, 大脳皮質へと進んでいく。LGNからの信号は皮質第1次視覚野 (V1) にまず投影され, そこからV2, V3, V4, MT, さらに高次の領野へと伝達されていく。従来は画像成分の抽出機能を担うと考えられていた初期視覚であるが, 面の知覚・注意・意識といった機能にも関係していることが判ってきた。

従来LGNの主要な機能はリレーであると考えられてきたが, 知覚や意識に直接関係する機能を果たしていることが判ってきた。両眼視野闘争における知覚とLGN神経細胞の活動に強い相関があること, 周辺抑制効果の一部は皮質からの遠心性の信号ではなくLGNからの求心性の信号に見ら

れること¹⁾, コントラストと輝度に対する順応の独立性がLGNで見られること²⁾, などが報告されている。

視覚過程で最初に強い非線型を示すのはV1の複雑型細胞であるが, この受容野の時空間的特性については, ここ数年詳細な理解が進んでいる。例えば, 両眼視差変調の精度がV1細胞受容野の時間的・空間的解像度と一致すること^{3,4)}, 複数刺激に対する応答の非線型性は, 最大値選択 (MAX) 演算でよく記述されること⁵⁾ などが報告されている。また眼間時差からの知覚が, V1細胞の両眼性時空間特性から良く説明されることも示された⁶⁾。

この2年で最も理解が進んだのは, 周辺抑制・促進である。V1細胞は, 古典的な受容野の内部に刺激が与えられると反応する。しかしその反応は, 受容野の数倍程度の周囲にある刺激から影響を受けて抑制または促進される。周囲構造は局所的で中心に対して非対称的であることが報告されている⁷⁾。周辺抑制には2種類の機構があることが判ってきた。高コントラストで動作し順応が観察されるものは, 両眼性・方位依存性・鋭敏な時空間特性をもつ。一方, 低コントラストで動作し前者と反対の特性を示すものがある。これらはその入力源 (V1, LGN) が異なるものと考えられている⁸⁾。この他, 両眼性の周辺効果はコントラストや運動で顕著であるが, 色感受性は影響を受けないこと⁹⁾, V2細胞がさまざまな方位の周辺刺激から抑制・促進を受けることも報告された¹⁰⁾。

さらに初期視覚は, 面の知覚・図地分離・注意にも関係することが報告された。輪郭のどちら側に図があるかを決める図方向決定がV2細胞で処理され, コントラストだけでなく両眼視差によっても動作することが示された¹¹⁾。傾斜順応が図方向に依存することも報告された¹²⁾。非対称な周辺抑制・促進が図方向決定の基礎をなすとのモデルも報告されている¹³⁾。充填についてもV1の活動と知覚に高い相関があることが報告され, これに基づいた形状表現のモデルが提案された¹⁴⁾。さらに, 従来はV4またはそれより高次の領野が中心的役割を果たすと考えられていた注意についても, 初期視覚の関与が示唆されている^{15) 16)}。

(酒井)

2.2 高次視覚機能

視覚の高次機能には多くのものが上げられるべきであるが, 特に注目される分野として, 注意の研究と物体認識の

†1 東北大学 電気通信研究所

†2 筑波大学 大学院 システム情報工学研究科

†3 神奈川工科大学 情報学部

†4 NHK 放送技術研究所

†5 NTT サイバースペース研究所

"Media Information; Human Information Sciences" by Satoshi Shioiri (Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai), Ko Sakai (Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba), Tetsuri Inoue (Faculty of Information Technology, Kanagawa Institute of Technology, Atsugi), Kazuteru Komine (Science and Technical Research Laboratories, NHK, Tokyo) and Hiroyuki Arai (Research and Development Headquarters, NTT Cyber space laboratory, Yokosuka)

研究が上げられる。いずれも、将来の映像技術のヒューマンインタフェースの観点から、重要な意味を持つ問題である。特に注意は動画を用いた情報通信にとっては、その有効性、効率性を考える上で今後欠かすことができない問題である。もちろん、いずれの問題においても、科学的事実として定着するまでにはある程度の時間が必要で、その工学的应用にはさらに時間がかかることは容易に予想される。

(1) 視覚的注意

注意の問題は多岐にわたるが、映像技術との関連では、その限界、観察者の注意を向ける対象の特徴、注意の有無による処理の差などが興味深い。注意の限界としては、運動対象を4つ位は同時に追跡できるなどが知られていたが、AlvarezとCavanaghは、それが左右視野で独立に制御されることを見つけた。同一視野の対象のみを追跡する場合と、同じ数の対象を両視野にまたがって追跡する場合では、後者でより高い能力を示す¹⁷⁾。この結果は、左右脳半球が注意の操作に関して独立した処理限界を持つことを意味する¹⁸⁾。脳活動計測技術により、注意の処理過程には多くの領域が関わっていることが明らかにされているが、それらの機能については不明なことが多く、視野の独立性は注意に関連する処理のレベルの切り分けに有効に使えることも期待できる。注意を引く対象に関しては、画像特徴の目立ちから注視位置を予測するモデルの検討がなされている^{19) 20)}。Ittiらは、注意のモデルを動画に対応可能とし、視線位置の予測システムを開発した。さらに、トップダウンの影響を考慮することを目的とした研究も報告された²¹⁾。トップダウンの影響を始め充分満足する予測ではないが、今後に期待が持てる。一方、人間の注意位置は、視線位置以外では通常極めてあいまいにしか測定できない。しかし、コントラスト感度の測定やサッカード眼球運動の潜時を測定することから、その移動特性も含めて位置の測定が可能であることが示された^{22) 23)}。いずれも視線位置のような意味で汎用性を確保することは難しいが、サッカード潜時を利用する方法は、比較的容易に利用でき広い応用も期待できる。

(2) 物体認識

物体認識の重要な問題として、視点依存性、文脈効果、顔認識が上げられる。まず視点依存性であるが、物体の認識は基本的に3次元物体の認識を意味するため、それが視点に依存するか否かが問題になる。つまり、各方向から観察したそれぞれの網膜像を基に、記憶にある各視点から見たイメージと比較して認識されるのか、網膜像から3次元の形状が推定され、3次元の記憶表象と比較して認識されるのかである。この問題に関しては、主にBiedermann²⁴⁾らとBulthoffら²⁵⁾の間でそれぞれの立場を養護する研究成果が上げられてきたが、いずれかの立場のみで物体認識をすべて説明することはできない。この点に関連する興味深い研究として、刺激の呈示視野(したがって、処理する大脳半球の違い)に依存して、視点依存的な結果となるか否かが

決まることを示すものがある²⁶⁾。それによると、左視野(大脳右半球)では、視点に依存したプライミング効果が得られたのに対して、同じ刺激条件でも、右視野(大脳左半球)では、視点によらない結果を報告した。この考えはfMRIによる左右紡錘状回(Fusiform Cortex)の視点依存性における差異によって確認されている²⁷⁾。また、同一部位においても、比較する刺激画像の呈示感覚が短いときには視点依存、長いときには視点非依存になることも報告されていて²⁸⁾、視点依存処理と非視点依存処理の両方を考える立場が一般的といえよう。これは、心理実験の結果が視点依存性を示す、あるいは示さないということが、直ちに物体認識が視点依存の記憶表象に依存している、あるいはそうでないという結論にはつながらないことも意味する。

文脈効果の問題として、物体の認識がシーン全体の認識の影響を受けることは古くから知られている。それらは主に線画などを用いているが、最近の研究では実際のシーンをうい現実の場面での文脈効果を確認し、その効果がかなり短時間で生じるなども明らかになっている。さらに、その処理が空間的に粗く、時間的に速い背側経路の処理によることを支持する研究も報告されている。これらは、文脈効果が漠然とした心理課程から、情報処理モデルとして明確化しつつあることを意味し、重要な展開である²⁹⁾。

顔認識に関しては、サル電気生理や脳損傷患者の症例から予想されていた顔処理に特化した脳領域が、fMRIによって確認されつつある。Tasorによると、fMRIによって顔に選択的に反応することが、確認された領域で、単一細胞記録を行うと97%の細胞が顔に反応するという驚くべき高さの選択性が発見された³⁰⁾。脳の中に顔認識については、特化したシステムが確かに存在するといえるであろう。

(塩入)

2.3 画像評価技術

画像評価の目的は、画像再現性、見やすさのように、制作者や送り手の意図した内容が受け手に届いているかを調べることであり、また、画像の見え方に影響を与える要因を探ることでもある。近年では、画像から受ける印象の度合いなどの画像内容(コンテンツ)を評価の対象とする研究が多いが、一方で、大型フラットパネルディスプレイやプロジェクタの一般家庭への普及、インターネットや携帯電話を利用した画像配信などの映像媒体の多様化など映像視聴環境の変化から、表示装置や伝送路の影響を輝度、コントラスト、色再現などの画像の基本特性から評価する研究も増えてきている。

画像評価の方法は、心理物理的手法やアンケートを用いた評価を中心とした主観的方法と、画像に対する人間の生体反応を計測して画像評価を行う客観的方法とに大別される。主観的方法では、評価尺度法、SD法などが用いられて、例えば小黒ら³¹⁾の、画面サイズや画像の動きなどの画像表示パラメータとその画像に対する印象を調べた研究など、

同手法による研究が多数報告されている。その中には大力ら³²⁾の報告のような、新しい表示装置がもつ特徴を感性面から評価する研究も含まれる。客観的な方法では、赤外光を用いて無侵襲的に脳の活動の状態を計測する手法である光トポグラフィは比較的新しい方法であり、画像評価への応用研究³³⁾が始まりつつある。また、佐藤ら³⁴⁾は、握力や体温と映像コンテンツの印象との関連性に関する基礎研究から、これらを統合して評価することでコンテンツ評価を行う装置を提案している。

主観的方法と客観的方法のいずれにおいても、技術や手法という観点では、この数年は新しい提案はほとんどなく、既存の手法を用いた研究ばかりである。これらの研究は、別の見方をすれば、最近の多様な映像情報メディア環境で画像を評価するためには、どのような方法が適応可能なのか、あるいは適切な評価方法はどれかを調べている研究とも言える。江本ら³⁵⁾は、臨場感の定量的評価に関して、従来のさまざまな主観的、客観的評価を再検討して、それらの相関や妥当性を報告しているが、このように各種評価手法による結果の関係や評価方法の適切さを課題とした研究も増えていくことが予想される。

画像評価の国際的な標準化や機器による自動化に関する話題が増えつつあるのも最近の特徴であろう。その背景には先に述べたような多種多様な表示デバイスの登場や、また我々の画像視聴環境の変化が挙げられよう。森ら³⁶⁾の報告は、フラットパネルディスプレイに関する人間工学上の要求事項をまとめた国際規格ISO13406-2に関するもので、その中の測定方法に関する要求を満たす測定装置の提案である。デジタル動画像の配信や表示における画像品質については、ITU(国際電気通信連合)により品質評価技術の確立・標準化が進められている³⁷⁾。人間が直接目で見て評価を行う主観評価にできるだけ近い高精度な動画像品質評価を、人手を介さずに自動的に行える評価技術の開発をめざしたものであり、さまざまな評価装置が提案され、一部方式がすでに実用レベルに達し始めている。さまざまなメディアを通して膨大なコンテンツが配信・表示される今後を考えると、このような評価の標準化と自動化に対するニーズは一層高まると予想できる。(井上)

2.4 映像機器の生体への影響

映像機器やそこに表示される映像コンテンツが我々人間に与える影響に関する関心が近年高まっている。例えば、太田ら³⁸⁾の報告は、3次元CGの多用されるテレビゲームによって引き起こされる動揺病(3D酔い)を検討したものであり、また椿³⁹⁾らの研究は、手ぶれ映像による映像酔いの要因や特性を調べたものであり、後藤ら⁴⁰⁾は、その基礎となる自己誘導感覚を誘発する刺激に対する心拍などの生体反応を分析している。立体映像に関しては、二眼式立体映像に関連した視覚疲労が有名であるが、現在もそれらの研究報告は行われており、あるいは二眼式立体映像と比較して

視覚疲労が少ないことが新しく開発した立体表示方式の特徴ともなる。これらの研究の背景には、高精彩で大画面の臨場感ある映像を一般家庭においても楽しめるようになり、現実に映像による被害例が出てきていることが挙げられる。

このような中で、経済産業省委託事業として「映像の生体安全評価法の標準化」事業が産業技術総合研究所を中心として進められ、ISO IWA3:2005の発行に至ったことや⁴¹⁾、また、同様のテーマで、総務省の委託研究「ネットワーク・ヒューマン・インタフェースの総合的な研究開発(映像が生体に与える悪影響を防止する技術)」が実施され、2005年度にシンポジウムが開催された⁴²⁾。これらの研究プロジェクトの目的は、いずれも映像の生体への影響の調査であり、その度合いを定量的に計測できる方法の確立であり、それに基づく映像の危険度の判定・分類を行うことである。対象として、PSE(光過敏性発作)、映像酔い、立体画像の視覚疲労などを取り扱っている。同時期に同様の大規模な研究プロジェクトが立ち上がったことは、メディアコンテンツの発展には、映像の安全性の研究が不可欠との認識があると考えられる。膨大なコンテンツが生まれるなかで、意図せずに危険な映像を表示してしまう可能性は充分にあり、これらを防ぐためには、映像の安全性、快適性のガイドライン作成はもちろんのこと、映像の影響評価を簡易に可能とする装置の開発も必要であろう。この方面での研究がさらに活発となることが期待される。(井上)

3 映像機器のインタフェース

3.1 ユーザビリティ

デジタル放送の普及により、受信機は見るテレビから使うテレビへと変遷している。携帯端末やハードディスクレコーダなどと連携して映像を扱う機器も増え、今後、情報家電を統一的に扱うための使いやすいユーザインタフェースが必須になると予想される。これら情報家電のユーザビリティについての研究動向を概観する。

情報家電の多機能化により、従来の1ボタン1機能の操作パラダイムから、GUIを用いた操作パラダイムに移行しつつある。GUIの使い勝手を向上させるためのさまざまな研究が行われている。例えば、GUIに不慣れた高齢者が操作する際に、メニューの情報提示方法の違いが操作の確実性に与える影響を検討した研究⁴³⁾や、GUIメニューの操作モデルとユーザのメンタルモデルとのギャップにより生ずる問題点を、冗長性を持たせたメニューによって解決する試み⁴⁴⁾、GUI自体の印象をSD法により評価し、印象が操作意欲に与える影響を調べた研究⁴⁵⁾などがある。また実際に、デジタル放送用受信機のユーザインタフェースを、GUIと少ボタン型リモコンの組合せで試作・評価した例⁴⁶⁾もある。

一方、機器を操作するためのデバイスとして、広く普及している携帯電話を利用し、家庭内にあるさまざまな情報家電を統一的な方法で操作しようとする試みがある。山本

ら⁴⁷⁾は、カメラ付き携帯電話を利用し、家庭内にあるさまざまな情報家電を統一的な方法で操作するインタフェースを提案している。携帯のカメラで各機器を映すことにより、機器に設置されたLEDが発信している機器ID信号を受信し、操作対象の機器を直感的な方法で選択することを可能にしている。さらに、一つの機器に対して、複数の携帯電話で同時に操作できるように工夫し、分割した画面上でそれぞれが独立したポインティング操作を可能にした試み⁴⁸⁾もある。

家庭内の情報家電が統一された方法で操作でき、各機器がホームネットワークによって接続されると、コンテンツのやりとりや相互の操作ができるようにすることが望まれる。DLNA⁴⁹⁾は相互操作性を実現するためのガイドラインとして提案されたものである。このようなガイドラインに基づいた機器が増え、コンテンツが相互に共有できるようになると、アクセス可能なコンテンツの量は膨大になり、目的のコンテンツやシーンを検索する機会が多くなると予想される。現状でも、ハードディスクレコーダに蓄積したコンテンツの特定のシーンを検索することは容易ではなく、使いやすいユーザインタフェースが望まれている。これらの問題を解決するために、画像や映像を検索するための種々のユーザインタフェースが提案されている。

常時録画を想定した機器において、複数のチャンネル(ストリーム)を同時に表示するモードと、特定のチャンネルの時間変化を表示するモードを設け、直感的なシーン検索を可能にする試み⁵⁰⁾や、MPEGストリームをデコードせずに、映像の意味的構造を分析してシーン分割することにより、高速なシーン検索を可能にする研究⁵¹⁾、画像に関する漠然としたイメージから目的の情報を検索することを支援するユーザインタフェースの研究⁵²⁾などが行われている。

ユーザの能動的な操作を効率良くするだけでなく、ユーザの操作行動を学習し、コンテンツの選択を支援する研究も行われている。番組の視聴時間と嗜好の度合いとの関係に仮説を設け、それに基づいて番組推薦を行った際の推薦精度の評価⁵³⁾や、個人的な選好を推定するために、視聴時の顔の向きなどから視聴区間を推定する試み⁵⁴⁾などが研究例として挙げられる。さらに、これらの嗜好学習や操作支援を、ロボットとのインタラクションを通じて行う試み⁵⁵⁾⁵⁶⁾などもある。ユーザの潜在的な要求を推定して操作支援に利用する、より高度なユーザインタフェースとして期待される。

3.2 マルチモーダルインタフェース

映像機器に関連するマルチモーダルインタフェースは、ゲームやバーチャルリアリティ、テレビ会議などへの応用を目的とした研究が盛んに行われているが、映像情報へのアクセシビリティ向上を目的とした研究例も多い。両者は相互に適用可能な技術が多いが、ここでは、後者の目的に即した研究を紹介する。

放送などの映像コンテンツにおける聴覚障害者への情報補償は、字幕や手話を放送される映像とともに表示することで行われる場合が多い。

字幕の理解を向上させるために有効な、ノンバーバル情報を探る研究⁵⁷⁾が行われている。字幕とともに、話者の口元の映像を表示することが、内容理解の向上につながることを実験により示している。

一方、手話を用いた情報補償をめざして、手話映像合成システムが開発されている⁵⁸⁾。手話を行う人物を撮影した実映像から手話単語の映像素片を抽出し、それらを連結・合成して手話文章を映像化する。素片間の不連続による違和感はモーフィングにより補完している。手話映像を付加するコンテンツの効率的な制作に有効である。

また、視覚障害者を対象に、映像音声とは異なるモダリティで情報を補償する研究も行われている。坂井ら⁵⁹⁾は、データ放送などのGUI操作を目的として、2次元触覚ディスプレイや、格子状にボタンを配列したアレイ型ユーザインタフェースを開発した。評価実験により、音声とアレイ型UIの併用が有効であることを示している。また、この方式を利用したUIにおいて、メニューの好ましい階層呈示条件を明らかにしている⁶⁰⁾。

また、視聴者の視線情報を用いて操作を補助、支援する研究も行われている。伊藤ら⁶¹⁾は、重度肢体不自由者がテレビを操作できるように、視線情報を利用して実用性の高い意思伝達装置を開発している。利用する状況によって変化する自然光下で、必要な精度の測定を低コストで実現している。その他、視線を利用したユーザインタフェースの例として、決定ボタンを併用し、視線で選択した領域を拡大するという方法で精度と速度を向上させているPC用ユーザインタフェース⁶²⁾、音声による指示を併用し、音声操作では煩わしいポインティング操作を視線で補い、番組選択操作を支援するテレビ用ユーザインタフェース⁶³⁾などがある。小川ら⁶⁴⁾は、ウェアラブルコンピュータなどの利用環境におけるロバストな入力装置として、瞳孔の反応を利用した1ビット入力ユーザインタフェースを提案している。分割した画面領域を順に光らせ、光ったタイミングに対応した瞳孔反応を取得することにより、選択する領域を判定する。ユーザは選択したい領域を注視するだけで良いため、四肢不自由者の入力インタフェースとしても適していると考えられる。

このような視線情報を利用したシステムでは、通常、利用する前に視線測定装置の較正が必要である。較正作業は、画面上に表示された複数の点(市販の装置では9~20点程度)を注視する等の方法で行うが、較正に必要な点数を減らして測定の負担を軽減するための研究⁶⁵⁾⁶⁶⁾も行われている。較正作業は視線を用いたUIを実用化するための課題の一つであり、今後の進展に注目したい。

(小峯)

4 感性とヒューマンインタフェース

4.1 感性情報処理

人は五感を通して得られた情報からさまざまな印象や感情を感じる。この仕組みや性質を調べ、コミュニケーション、コンテンツ制作、デザインなどに積極的に活用していかうとするのが、感性情報処理である。その対象となるのは、色や音などの比較的単純な物理刺激、コミュニケーションにおいて重要な表情や動作、感性的な意図を持って製作される絵画、音楽、映像など多岐にわたる。

顔に関する研究は従来から引き続き非常に盛んであり、従来の静止画ベースの研究から、実際のコミュニケーションに近い動画へと、また音声と表情の組合せなどマルチモーダルへと発展してきている⁶⁷⁾。野村らは、発話時の感情と視線の動きおよび表情との関係を調べたが、その中で、発話内容そのものやエピソード展開、聞き手との相互作用など、より複雑な過程の考察が必要である可能性を指摘している⁶⁸⁾。木村らは、顔の表情および音声を左右分割して提示する実験を行い、情動の視聴覚統合が脳の右半球優位で行われることを示唆する結果を得た⁶⁹⁾。田村らは、感情の認識において、怒りと嫌悪のように表情の特徴が似ている場合、悲しみと怒りなど互いに関連する感情の場合、幸福と悲しみのように必ずしも表情と感情が一致しない場合において音声情報が重要な手がかりになっていることを示す実験結果を得ている⁷⁰⁾。同時に、感情を単一のカテゴリーに分類することには無理があり、新たな分析方法の検討が必要であるとの見解も述べている。工藤らは、顔と音声によるバイモーダルな表情を判断する際、怒りや悲しみの音声表情が、顔表情判断へ大きな影響を与えることを示す実験結果を得ている⁷¹⁾。これらの他、人が好ましいと感じる肌の色に関する研究^{72)~74)}なども含め、顔に関するさまざまな知見が集積されてきているが、まだ未解明の点も多く、今後一層の研究の進展が期待される。

また、感性に関する知見を活用し、こころを伝えるコンテンツ、より深い感動を与えるコンテンツ、より心地よいと感じるコンテンツを創っていかうとする動きが大きくなってきている。2004年7月の映像情報メディア学会画像工学会研究会においては、「感性が拓く新しい概念の心地よいコンテンツの探求に向けて」と題したシンポジウムが行われ、映像における感性増幅^{75) 76)}や、コンテンツ制作技術の伝承⁷⁷⁾などの発表が行われている。また、春日らは、人間中心の社会において、人の心に訴えるコンテンツとして「感性コンテンツ」という概念を提唱している⁷⁸⁾。宮原は、作者のこころを伝えるコンテンツこそが次代のメディアであり、マルチメディア工学分野の進むべき一つの方角であると主張している⁷⁹⁾。

具体的な研究例として、河合は、放送番組のジャンル毎の感性訴求要因およびそれらを実現するための映像表現方

法や放送技術について整理するとともに、感性を重視した画質評価方法の確立が重要であると述べている⁷⁵⁾。山根らは、これまで制作者の経験や勘に頼っていた映像制作技術を、感性コンテンツ制作技術とすべく、ズーミングとカッティングを併用した場合の視聴者への心理的影響を調べた結果、単なるズーミングと比べて有意な増幅があることを確認した⁸⁰⁾。この他、視聴者の感性を考慮しながらWeb上のコンテンツをテレビ化する試み⁸¹⁾、携帯電話から大型プロジェクタまでの画像サイズに応じた適切な映像表現方法を明らかにしようとする試み⁸²⁾などが行われている。これらの研究を進めていく上では、映像制作の第一線で活躍している専門家のノウハウやセンスを徹底的に洗い出すことから始め、適宜フィードバックをもらいながら研究を進めていく必要があるのではないと思われる。

4.2 感性インタフェース

人と機械およびメディアを介した人と人とのコミュニケーションにおいて、感性に関する知見や情報処理技術を積極的に活用しようとする試みが行われている。最近では、ロボットや擬人化エージェントによる印象操作や、メールやアバタなどのメディアを通した人と人とのコミュニケーションに注目が集まってきている。

興水が「顔は最大・最強のコミュニケーションメディアである」と述べているように⁸³⁾、顔は感性インタフェースとして非常に重要な役割を担っている。一言で顔と言っても具体的なメディアとしては、アバタ、擬人化エージェント、ペットロボット、メールにおける顔文字など多岐にわたる。顔を簡略化した似顔絵や漫画風のCGやアニメーションのキャラクタは、簡略化されているがゆえに表情などの感情表現をあまり違和感なく行えるため、感性情報のインタフェースとして有望であり、顔画像から似顔絵を生成する技術や、視線を適切に制御する技術、感情を表現する技術などの研究が行われている。福田らは、CGキャラクタの目の動きが印象形成に与える影響を調べた結果、対人コミュニケーションのケースと同様に、異なる印象を与えるケースがあることを確認しており、CGをインタフェースとして利用する場合には注意が必要であると述べている⁸⁴⁾。

メールやブログの普及など、テキストによるコミュニケーションが幅広く行われるようになったが、テキストのみでは書き手の意図や感情が適切に伝わらず、行き違いや誹謗中傷が起りやすいという問題がある。意図や感情を補足する手段として、顔文字や絵文字をうまく組合せた表現方法が一般化しつつあるが、感情の伝達には限界がある。書き手の感情表現を主目的とするキャラクタ付箋紙型のネットワークコミュニケーションツール⁸⁵⁾は、2004年時点で38万人が利用しているとのことであり、「キャラクタ+表情」が感情伝達手段として受容されていることが伺える。一方、意図的にキャラクタと喧嘩をし、感情的な対話を通じて気持ちが通じ合う快感を体験させようとする試みもあ

り、興味深い⁸⁶⁾。これらの研究の進展により、人と機械、人と人との自然な対話インタフェースが実現されることを期待したい。

(新井)

5 む す び

視覚研究は、視覚1次野を始めとする初期視覚についても従来より複雑な処理系であることが理解され、高次の処理ではいまだで知られていなかった並列性などが見つかっている。一方、画像の評価、インタフェース技術では、定量的評価手法の開発とともに、映像酔いや嗜好、感性などより複雑な対象を取り扱う方向が進んでいる。基礎研究も応用研究も複雑化へと進み、よりよい人間理解に基づく、よりよい技術の発展していくことが望まれる。そのためには、多少逆説的ではあるが、あまり複雑でない問題に対する、基礎研究からの直接的な還元(表色系を作るにあたっ

ての色覚研究の関与のように)も必要かもしれないと思う。

(塩入) (2006年5月22日受付)

〔文 献〕

- 1) V. Bonin, V. Mante and M. Carandini: "The Suppressive Field of Neurons in Lateral Geniculate Nucleus", J. Neurosci, 25, pp.10844-10856 (2005)
- 2) V. Mante, et al: "Independence of Luminance and Contrast in Natural Scenes and in the Early Visual System", Nat. Neurosci, 8, pp.1690-1697 (2005)
- 3) H. Nienborg, et al: "Receptive Field Size in V1 Neurons Limits Acuity for Perceiving Disparity Modulation", J. Neurosci, 24, pp.2065-2076 (2004)
- 4) H. Nienborg, et al: "Neuronal Computation of Disparity in V1 Limits Temporal Resolution for Detecting Disparity Modulation", J. Neurosci, 25, pp.10207-10219 (2005)
- 5) I. Lampl, et al: "Intracellular Measurements of Spatial Integration and the MAX Operation in Complex Cells of the Cat Primary Visual Cortex", J. Neurophysiol, 92, pp.2704-2713 (2004)
- 6) K. Sakai, M. Ogiya and Y. Hirai: "Perception of Depth and Motion from Ambiguous Binocular Information", Vision Res, 45, pp.2471-2480 (2005)
- 7) H.E. Jones, W. Wang and A.M. Sillito: "Spatial Organization and Magnitude of Orientation Contrast Interactions in Primate V1", J. Neurophysiol, 88, pp.2796-2808 (2002)
- 8) B.S. Webb, et al: "Early and Late Mechanisms of Surround Suppression in Striate Cortex of Macaque", J. Neurosci, 25, pp.11666-11675 (2005)
- 9) S.G. Solomon, J.W. Peirce and P. Lennie: "The Impact of Suppressive Surrounds on Chromatic Properties of Cortical Neurons", J. Neurosci, 24, pp.148-160 (2004)
- 10) M. Ito, H. Komatsu: "Presentation of Angles Embedded within Contour Stimuli in Area V2 of Macaque", J. Neurosci, 24, pp.3313-3324 (2004)
- 11) F.T. Qiu and R. von der Heydt: "Figure and Ground in the Visual Cortex: V2 Combines Stereoscopic Cues with Gestalt Rules", Neuron, 47, pp.155-166 (2005)
- 12) R. von der Heydt, T. Macuda and F.T. Qui: "Border-ownership-dependent Tilt Aftereffect", J. Opt. Soc. Am. A, 22, pp.2222-2229 (2005)
- 13) K. Sakai and H. Nishimura: "Surrounding Suppression and Facilitation in the Determination of Border Ownership", J. Cognitive Neurosci, 18, pp.562-579 (2006)
- 14) H. Komatsu: "The Neural Mechanisms of Perceptual Filling-in", Nat. Review, 7, pp.220-231 (2006)
- 15) G. Deco and T.S. Lee: "The Role of Early Visual Cortex in Visual Integration: A Neural Model of Recurrent Interaction", Eur. J. Neurosci, 20, pp.1089-1100 (2004)
- 16) M. Carrasco, S. Ling and S. Read: "Attention Alters Appearance", Nat. Neurosci, 7, 308-313 (2004)
- 17) G.A. Alvarez and P. Cavanagh: "Independent Resources for Attentional Tracking in the Left and Right Visual Hemifields", Psychol Sci 16, 8, pp.637-643 (2005)
- 18) P. Cavanagh and G. A. Alvarez: "Tracking Multiple Targets with Multifocal Attention", Trends Cogn Sci 9, 7, pp.349-354 (2005)
- 19) L. Itti and C. Koch: "Computational Modelling of Visual Attention", Nat Rev Neurosci 2, 3, pp.194-203 (2001)
- 20) L. Itti: "Automatic Foveation for Video Compression using a Neurobiological Model of Visual Attention", IEEE Trans Image Process 13, 10, pp.1304-1318 (2004)
- 21) R.J. Peters and L. Itti: "A Computational Model of Task-dependent Influences on Eye Position", presented at the Vision Science Society 6th Annual Meeting, Sarasota, USA (2006)
- 22) 松原和也, 金子瑞樹, 塩入 論, 矢口博久: "サッカー眼球運動と先行注意移動", 光学, 20, 3, pp.156-164 (2006)
- 23) S. Shioiri, K. Yamamoto, Y. Kageyama, and H. Yaguchi: "Smooth Shifts of Visual Attention", Vision Res 42, 26, pp.2811-2816 (2002)
- 24) I. Biederman: "Do Background Depth Gradients Facilitate Object Identification?", Perception 10, 5, pp.573-578 (1981)
- 25) H.H. Bulthoff and S. Edelman: "Psychophysical Support for a Two-dimensional View Interpolation Theory of Object Recognition", Proc Natl Acad Sci USA 89, 1, pp.60-64 (1992)
- 26) E.D. Burgund and C.J. Marsolek: "Viewpoint-invariant and Viewpoint-dependent Object Recognition in Dissociable Neural Subsystems", Psychon Bull Rev 7, 3, pp.480-489 (2000)
- 27) P. Vuilleumier, R.N. Henson, J. Driver, and R.J. Dolan: "Multiple Levels of Visual Object Constancy Revealed by Event-related fMRI of Repetition Priming", Nat Neurosci 5, 5, pp.491-499 (2002)
- 28) R.A. Epstein, J.S. Higgins, and S.L. Thompson-Schill: "Learning Places from Views: Variation in Scene Processing as a Function of Experience and Navigational Ability", J Cogn Neurosci 17, 1, pp.73-83 (2005)
- 29) M. Bar, K.S. Kassam, A.S. Ghuman, J. Boshyan, A.M. Schmidt, A.M. Dale, M.S. Hamalainen, K. Marinkovic, D.L. Schacter, B.R. Rosen, and E. Halgren: "Top-down Facilitation of Visual Recognition", Proc Natl Acad Sci USA 103, 2, pp.449-454 (2006)
- 30) D.Y. Tsao, W.A. Freiwald, R.B. Tootell, and M.S. Livingstone: "A Cortical Region Consisting Entirely of Face-selective Cells", Science 311, 5761, pp.670-674 (2006)
- 31) 小黒ほか: "画面サイズを考慮したコンテンツの動的表現と感性的評価", 信学技報, 105, 609, pp.7-12 (2006)
- 32) 大力ほか: "72指向性3次元ディスプレイによる質感表現および主観評価", 映像技報, 30, 22, pp.17-20 (2006)
- 33) 松下ほか: "光トポグラフィによる感性情報解析", 信学技報, 104, 335, pp.7-12 (2004)
- 34) 佐藤ほか: "体感センサを利用した映像コンテンツの印象計測の検討", 映像学誌, 60, 3, pp.425-430 (2006)
- 35) 江本ほか: "広視野映像による臨場感の提示視角依存性と評価指標間の関係", 映像技報, 29, 60, pp.33-36 (2005)
- 36) 森ほか: "人間工学設計・評価に基づいた液晶ディスプレイの画像品位測定手法", 映像学誌, 58, 5, pp.690-694 (2004)
- 37) 松本ほか: "小特集 デジタル動画像の画質評価", 映像学誌, 59, 8, pp.1134-1155 (2005)
- 38) 太田ほか: "TVゲームによって引き起こされる3D酔いの評価", 日本VR学会論文誌, 9, 4, pp.343-351 (2004)
- 39) 椿ほか: "手ぶれ映像に含まれる映像酔いを引き起こしやすい振動成分の解析", 信学論A, J89-A, 3, pp.262-267 (2006)
- 40) 後藤ほか: "自己運動感覚を誘導する視覚刺激に対する生体反応の分析", 映像学誌, 60, 4, pp.589-596 (2006)
- 41) 氏家: "人にやさしい映像の視聴環境づくりをめざす 映像の生体安全性に関する国際標準 (ISO IWA3:2005) 発行", 産総研TODAY, 6, 3, pp.28-29 (2006)
- 42) http://www.soumu.go.jp/menu_02/ictseisaku/ictR-D/nw_human_int/nhi_seitaieikyoku.html
- 43) 清水ほか: "高齢者の特性を考慮した情報家電ヒューマン・インタフェースに関する基礎的研究", ヒューマンインタフェースシンポジウム2004論文集, pp.11-16 (2004)
- 44) 岡ほか: "ユーザのメニュー階層構造モデルに基づいた冗長性のあるメニュー体系", ヒューマンインタフェース学会誌, 8, 1 (2006)
- 45) 芝田ほか: "GUIの特徴がユーザに与える印象の調査", 信学技報, HIP2005-48, pp.153-158 (2005)
- 46) 小峯ほか: "デジタル放送受信機の少ボタン型ユーザ・インタフェースの試作と評価", 映像学技報, 30, 23, pp.5-8 (2006)
- 47) 山本ほか: "部分領域高速読出し機能をもつ低消費電力ID受信CMOSイメージセンサを用いた情報家電マルチリモコン「オプトナビ」システムの提案", 映像学誌, 59, 12, pp.1830-1840 (2005)
- 48) 渡邊ほか: "携帯電話リモコンによるポインティング制御の実現", FIT2004講演論文集, pp.639-640 (2004)
- 49) <http://www.dlna.org/home>
- 50) Watanabe et al.: "Two TV Interfaces for Accessing Contents at Ease in an "Always-Recording" Multi-Channel Situation, Proc. IEEE Intl. Conf. On Consumer Electronics, pp.21-22 (2006)
- 51) 青木: "映像対話検出によるテレビ番組コーナ構成高速解析システム", 信学論D-II, J88-D-II, 1, pp.17-27 (2005)
- 52) 梶山ほか: "多面的な検索とブラウジングを統合したGUI", 情処研報, 2004-HI-111, 2004, 115, pp.71-78 (2004)
- 53) 黒木ほか: "テレビ視聴者の選局行動に基づく番組嗜好度の推定", 映像学誌, 60, 3, pp.454-457 (2006)
- 54) 谷本ほか: "テレビ視聴環境における個人的選考獲得のための視聴区間推定", 信学技報, HIP2005-121, pp.13-18 (2006)
- 55) 土屋ほか: "TV番組推薦システムの構築とその有用性の検証", 情処研報, 2006-HI-117, 2006, 14, pp.95-102 (2006)
- 56) 佐竹ほか: "ロボットを用いた対話インタフェースにおけるサービス実行理由説

- 明機能”，情処研報，2006-HI-117，2006，3，pp.103-110（2006）
- 57)黒木ほか：“音声字幕化システムのための聴覚障害者におけるノンバーバル情報の呈示方法”，ヒューマンインタフェースシンポジウム2005論文集，pp.665-670（2005）
- 58)鈴木ほか：“実画像ベースによる手話映像合成の試み”，情処研報，2004-HI-111，2004，115，pp.131-135（2004）
- 59)坂井ほか：“GUIや表を伝える触覚提示インタフェースと評価”，信学技法WIT2005-64，2006-01，pp.25-30（2005）
- 60)半田ほか：“触覚インタフェースによる好ましい階層提示条件”，信学技法WIT2005-85，2006-03，pp.65-70（2006）
- 61)伊藤ほか：“ビデオキャプチャ画像処理による視線検出および意思伝達装置への応用”，信学論D-I，J88-D-I，2，pp.527-535（2005）
- 62)松金ほか：“画面分割を用いた視線制御インタフェース”，FIT2005講演論文集，pp.491-492（2005）
- 63)小峯ほか：“視線情報を利用した番組選択インタフェースの開発”，情処研報，2004-HI-111，2004，115，pp.107-114（2004）
- 64)小川ほか：“一点注視型画面分割インタフェースの提案とウェアラブルコンピュータへの応用”，ヒューマンインタフェースシンポジウム2004論文集，pp.1141-1144（2004）
- 65)大野：“1点キャリブレーションによる視線計測とその応用”，情処研報，2006-HI-117，2006，3，pp.67-74（2006）
- 66)川戸ほか：“四つの参照点と3枚のキャリブレーション画像に基づく単眼カメラからの視線推定”，MIRU2005，pp.1337-1342（2005）
- 67)蒲池：“人間の感性情報処理－顔知覚の研究動向－”，映情学技報，ME2004-171，28，62，pp.25-28（2004）
- 68)野村，吉川：“発話の感情価が顔面表出に及ぼす影響－視線と表情に関する予備的検討－”，映情学技報，ME2005-200，pp.81-86（2005）
- 69)木村ほか：“表情と音声の相互作用効果－大脳半球機能差の検討－”，映情学技報，ME2005-201，pp.87-92（2005）
- 70)田村ほか：“感情認識における聴覚情報の影響”，映情学誌，59，6，pp.917-920（2005）
- 71)工藤，小島：“Bimodalな表情の感情判断－顔と音声による曖昧表情の2次元布置化－”，映情学技報，HI2005-122，29，60，pp.37-40（2005）
- 72)吉川：“肌の色，化粧品の色”，カラーフォーラムJapan2005論文集，06-01，pp.91-96（2005）
- 73)山脇ほか：“印象を重視した顔部肌色の測定法”，カラーフォーラムJapan2005論文集，03-06，pp.47-50（2005）
- 74)尾崎：“絹織物上での顔の好ましい肌色表現”，カラーフォーラムJapan2005論文集，03-03，pp.35-38（2005）
- 75)河合：“感性が拓く新しい概念の心地よいコンテンツの探求に向けて－放送における感性増幅への挑戦－”，映情学技報，ME2004-92，28，41，pp.21-24（2004）
- 76)河合：“感性が拓く新しい概念の心地よいコンテンツの探求に向けて－高画質を実現する技術開発と高臨場感による感性増幅への誘い－”，映情学技報，ME2004-93，28，41，pp.25-28（2004）
- 77)森：“感性が拓く新しい概念の心地よいコンテンツの探求に向けて－デジタル時代におけるコンテンツ制作技術の伝承－”，映情学技報，ME2004-91，28，41，pp.17-20（2004）
- 78)春日ほか：“心地よい世界を拓く感性コンテンツを求めて”，映情学技報，IDY2005-90（AIT2005-115），29，66，pp.35-38（2005）
- 79)宮原：“新・メディア学においてマルチメディア工学の位置づけは？－深い感性のテクノロジーは何を目指すのか？－”，映情学技報，IST2005-32（ME2005-90），29，34，pp.25-30（2005）
- 80)山根ほか：“感性コンテンツにおける印象抽出と評価－ズームとカットを併用した手法によるコンテンツ制作と感性的評価－”，映情学技報，ME2004-71（AIT2004-103），28，27，pp.37-40（2004）
- 81)富岡ほか：“感性を反映したコンテンツ構成手法の提案”，映情学技報，ME2004-133，pp.13-18（2004）
- 82)小黒ほか：“感性的評価に基づく画像の効果的色演出の検討”，映情学技報，HI2006-54（ME2006-54，AIT2006-54），pp.109-114（2006）
- 83)奥水：“似顔絵という顔メディアとコミュニケーション”，映情学技報，ME2005-189，pp.15-20（2005）
- 84)福田，竹内：“CG描画された目の動きが人の態度や行動に与える影響”，映情学技報，ME2005-195，pp.51-56（2005）
- 85)神田：“感性コミュニケーションツール「ベタろう」の開発と分析”，ヒューマンインタフェース学誌，8，1，pp.101-108（2006）
- 86)佐藤ほか：“んとと君－マウス操作と音声で感情的な対話を行う仮想生物”，映情学技報，ME2005-177，29，58，pp.17-20（2005）