

研究種目：特別推進研究

研究期間：2007～2011

課題番号：19001004

研究課題名（和文） マルチモーダル感覚情報の時空間統合

研究課題名（英文） Spatiotemporal integration of multimodal sensory information

研究代表者

鈴木 陽一 (SUZUKI Yōiti)

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：20143034

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：マルチモーダル感覚情報，マルチモーダル情報通信技術，迫真性・臨場感・自然性，3次元ディスプレイ

1. 研究計画の概要

本研究では、人間が複数の異なる感覚受容器官で並列に受容した複合感覚情報、すなわち「マルチモーダル感覚情報」の処理過程を明らかにし、その仕組みに基づいて迫真性・臨場感・自然性の知覚モデルを構築し、マルチモーダル感覚情報提示システムの工学的設計指針の構築を目指す。その際、多重並列的に入力された複数の感覚情報群を分離・統合し、一つの事象として「マーキング」することで複数感覚情報の時空間統合がなされるという独創的な視点にたち、マルチモーダル感覚情報処理過程を精密に記述する。

研究実施に際しては、研究メンバーの学際性を生かし、マルチモーダル感覚情報処理過程を情報科学、心理学、脳神経科学の面から解明し、工学的設計指針構築を目指す。

2. 研究の進捗状況

本研究が進めてきたサブテーマごとに、これまでの成果を記す。

(1) マルチモーダル感覚情報処理時空間マーキングとその統合過程の解明

移動する聴覚刺激によって、実際には静止している視覚点滅刺激が動いて見える聴覚誘導性視運動知覚 (sound induced visual motion: SIVM) を世界で初めて発見した (Hidaka *et al.*, 2009)。この結果は、空間知覚において視覚情報が他の感覚モダリティ情報より優先されるという定説をくつがえす画期的なものである。

聴覚に関して、広帯域音を提示すると粗さ知覚が影響を受け、かつ、その影響は触覚と聴覚刺激に整合性がある場合に高くな

ることを見出した (Suzuki *et al.*, 2008)。

そのほかにも、視聴覚音声知覚の時間特性 (Tanaka *et al.*, 2009)、頭部運動を考慮した音空間知覚の解明、前庭感覚と視覚・聴覚情報の統合処理 (Kubodera *et al.*, 2009, Sakamoto *et al.*, 2009) など、時空間統合メカニズムを明らかにする上で必要な知見が、数多く総合的に得られている。

これらの結果から、マルチモーダル感覚情報の時空間マーキングによる統一的オブジェクト知覚モデルも構築できつつある。

(2) 空間性・時間性の統合に関する生理学的メカニズムおよび学習過程の解明

サル乳幼児は、全く見聞きしたことのない映像と音を初めて体験した時でも、それらの組み合わせを正確に認識し、極めて高度な視覚情報処理が必要だと考えられている「顔と表情」も、初めて見たときから成人サルと同じように識別することが可能であるという知見 (Sugita, 2008) が得られた。

この結果は、個々のモダリティから得られた感覚情報が、極めて早期の段階から互いにアクセス可能な情報に変換されているという仮説を強く示唆するものと考え、現在はその検証を行っている。

(3) 高度なマルチメディア時空間提示システムの実現に向けた工学的検討

迫真性・臨場感・自然性の差異を知覚実験により分析し、これらの感性が異なる時空間情報を背景に構築され、かつ、迫真性や臨場感は必ずしも物理世界に忠実であることによって高まるものではないことが示された。

さらに、先に記述したオブジェクト知覚モ

デルに基づき、予定より早く、マルチモーダル感覚情報の統合による迫真性・臨場感・自然性生成モデルの構築を進めた。

3. 現在までの達成度

自己評価：①当初の計画以上に進展している。

理由：科学的成果の観点では、聴覚誘導性視運動知覚 (SIVM) など、研究開始時点の予想を上回る現象を世界に先がけて発見した。これらの成果は、世界的に高い評価を受けている学術誌や国際会議を中心に、論文 44 編、学会発表 121 回を数えている。また、招待講演が 25 回、受賞は 7 件にのぼる。これらの実績は、本研究プロジェクトが関連研究コミュニティから高い評価を受けていることを示しており、当初の見通し以上の知見が得られることが確実である。

マルチモーダル感覚情報提供システムの設計指針に関しても、迫真性、臨場感、自然性の性質の違いを明らかにするなど、高度感性情報を伝達するマルチメディア時空間提示システムの実現に直接寄与する工学的研究を当初予定を繰り上げる形で積極的に推進してきた。また、世界初となる 3 次元アンビソニックス音空間再生システムなど、高度感性情報を実現するマルチメディア時空間提示プロトタイプシステム構築も、予定よりも早く進んでいる。さらに、恒常性を支えるマルチモーダル感覚情報の調和性の解明といった、設計指針の精緻化に効果的な新しい研究テーマも開始している。

加えて、最終的な工学的目標の実現に重要な役割を果たす、時空間マーキングと迫真性、臨場感、自然性を関連づける概念モデルが、当初計画よりも 1 年早く構築できつつある。これにより、時空間マーキングによるマルチモーダル感覚情報の時空間的統合に基づく高度感性評価という本研究プロジェクトの独創的、かつ、革新的なアイデアの妥当性が科学的に確かめられる形となってきた。

以上から、当初の計画以上に進展していると自己評価する。

4. 今後の研究の推進方策

マルチモーダル感覚情報統合メカニズムの解明をこれまで以上に強力に推進するとともに、時空間マーキングモデルを概念モデルから定量モデルへ深化させる。さらに、マルチメディア時空間提示システムの構築をすすめる。迫真性などの高度感性情報の特性の違いを工学的観点から明らかにし、システムの設計指針を構築する。

そのためにまず、様々な感覚情報が同時並列入力された際の情報統合メカニズムに関し、統合しやすい感覚情報の組を明らかにすると共に、統合の度合いの定量化、統合される際の時間窓の測定を、行動指標だけでなく脳活動計測等を用いて多角的に行う。これらの結果を組み合わせ、時空間マーキングモデ

ルを定量モデルへ深化させる。

一方、豊富な感性情報を含むコンテンツを用いて、物理パラメータを変化させた際に知覚される迫真性、臨場感、自然性を定量評価し、その結果に基づき、時空間マーキングモデルの入力となりうる物理情報を精査し、迫真性・臨場感・自然性の生成モデルを定量モデルへと深化させる。

加えて、アンビソニックス等の最新かつ世界最高水準を超える音響技術を駆使してマルチメディア時空間提示システムの構築を進める。構築したシステムを用いて、提示される感覚情報の「現実通り」からの工学的差異を高精度に操作し、迫真性、臨場感、自然性の知覚の変容を明らかにする。これにより、迫真性・臨場感・自然性の定量評価法を構築し、時空間情報提示システムの設計指針を提案する。

5. 代表的な研究成果

(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 24 件)

1. 寺本渉, 吉田和博, 浅井暢子, 日高聡太, 行場次朗, 鈴木陽一, “臨場感の素朴な理解,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2010 (印刷中) (査読有)
 2. S. Hidaka, Y. Manaka, W. Teramoto, Y. Sugita, R. Miyauchi, J. Gyoba, Y. Suzuki and Y. Iwaya, “Alternation of sound location induces visual motion perception of a static object,” PLoS ONE, 4, e8188, 2009 (査読有)
 3. P.M.Grove and K.Sakurai, “Auditory induced bounce perception persists as the probability of a motion reversal is reduced,” Perception, 38, pp.951-965, 2009 (査読有)
 4. A. Tanaka, S. Sakamoto, K. Tsumura and Y. Suzuki, “Visual speech improves the intelligibility of time-expanded auditory speech,” NeuroReport, 20(5), pp.473-477, 2009 (査読有)
 5. Y. Suzuki, J. Gyoba and S. Sakamoto, “Selective effects of auditory stimuli on tactile roughness perception,” Brain Research, 1242, pp.87-94, 2008 (査読有)
- 他 19 件 (うち紀要論文 2 件)。他に国際会議 Proceedings 論文: 20 件
[学会発表] (計 121 件)
国外発表: 47 件, 国内発表: 74 件
(うち, 招待講演: 25 件)
[図書] (計 2 件)
[その他]
ホームページ:
<http://www.ais.riec.tohoku.ac.jp/multimodal.html>
受賞: 計 7 件