

「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」
平成21年度採択 研究代表者

H24 年度 実績報告

舘 暲

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科・特任教授

さわれる人間調和型情報環境の構築と活用

§1. 研究実施体制

- (1) 舘グループ（慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科）
 - ① 研究代表者： 舘 暲（慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科・教授）
 - ② 研究項目
 - (1) 触原色原理に基づく触知覚メカニズムの解明とデバイス設計法
 - (2) 身体性を有する触覚情報コンテンツの構成技術
 - (3) 実体性を提示する3次元視触覚ディスプレイ
 - (4) 実証システムの構築と検証

§ 2. 研究実施内容 (文中に番号がある場合は(3-1)に対応する)

H24 年度は、これまで開発した要素技術の統合を進め「さわれる情報環境」の技術体系を構築すること、および触覚情報技術の社会展開に向けた礎を築くことを目指し、以下の(1)~(4)の各研究項目を実施した。

(1) 触原色原理に基づく触知覚メカニズムの解明とデバイス設計法

触原色原理に基づいたデバイス設計について、電気刺激に基づく触覚提示法と、振動刺激に基づく触覚提示法の2つの方向性に関して研究を進めた。電氣的触覚提示については、触動作時の皮膚変形を阻害しないフレキシブルな電極基板を開発し、指先装着型の電気触覚ディスプレイを構築した。大きさ20mm×14mmの基板上に、直径1mm、中心間距離2mmの刺激電極が37個とGND電極26個が配置されており、成人男性の人差しの指腹部全体が触覚提示領域となる。ポリイミド製で柔軟性があり指腹部の曲面を考慮した形状であるため、刺激強度が安定する。さらに電極基板を装着した状態でも実物体に触れた際の指腹の変形を妨げないため、実物体の触感に電気刺激による触感を重畳する拡張現実感的応用に適している。

一方、振動触覚提示については、触原色原理に基づき各触感覚要素を個々に伝送し統合する設計方針に基づき、物体表面の触り心地を伝送する触覚伝送システムを構築した。触覚センサには振動取得用のマイク・温度取得用のサーミスタ・圧力取得用のエラストマーセンサを内蔵し、触覚ディスプレイには振動提示用の振動子・温度提示用のペルチェ素子・圧力提示用に本研究グループが開発した GravityGrabber を搭載した。本システムにより物体に触れた際の圧力や物体の温度だけでなく、物体表面の触り心地(例えば、デニムのざらざらした触り心地や綿のつるつるした触り心地など)も実時間で伝送可能であることが確認された^[A10]。

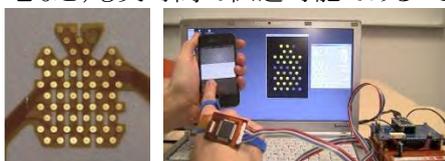


図 1: フレキシブル電極基板と電気触覚刺激によるテクスチャ感提示

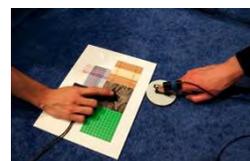


図 2: 触原色原理に基づく触覚伝送システム

(2) 身体性を有する触覚情報コンテンツの構成技術

3DCG コンテンツとの触感を伴うインタラクションを実現するには、触感情報をマッピングされた3DCG モデルを制作することが必要となる。そこで触原色原理に基づく触感覚要素に対応した触感レイヤ構造を有する「さわれる3Dモデル」を構成し、その表面に分布する触感情報を編集することが可能な HapticEditor^[A03,A06,A07]を開発した。本システムでは、物理シミュレーションによる力覚計算に加え、実世界の触感情報を振動波形として記録し、接触状態に応じて波形を変形して振動触感を生成することにより、物理シミュレーションのみでは表現が困難な、素材の質感の編集と提示を実現した。さらに作成した触感コンテンツをインターネット上で共有し検索することが可能なプラットフォーム TouchCast^[A08]を構築し、触感の検索エンジンなど、触感情報をインターネット上で集積し活用するための基盤技術の構築に向けて研究を進めている。



図 3: HapticEditor の外観と力触覚レイヤ編集画面

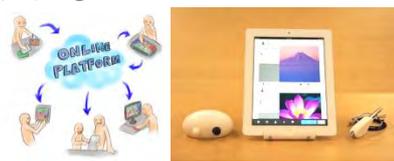


図 4: TouchCast

一方で触感コンテンツが社会一般に普及するためには、基盤技術開発のみならず、これを受け入れる社会的土壌の構築および触感コンテンツのクリエイターの育成も重要である。そこで TECHTILE toolkit^[A01]を用いて、山口情報芸術センター(YCAM)、CREST 苗村チームと共同で触感表現の普及活動を展開し、2012年度グッドデザイン賞 Best 100 に選定された。本活動の集大成として2013年3月に2日間の集中ワークショップを開催し、研究者、デザイナー、哲学者から学生まで幅広い層の参加者を得て、toolkitの組み立てや触感コンテンツの創作に加え触感表現の可能性に関する活発な議論を行った。また身体性を有する触覚情報コンテンツの芸術分野への応用として、ダンスに適用可能な無線 TECHTILE toolkitを開発し、YCAMおよびトップクラスのコンテンポラリーダンサーと協力し、触感を利用した新たな身体表現の可能性を模索した。



図 5: TECHTILE 集中ワークショップ



図 6: 無線化と身体表現への応用

(3) 実体性を提示する3次元視触覚ディスプレイ

H23年度の成果である、さわれる3次元視触覚ディスプレイ RePro3Dは3D映像を視認できる範囲が狭く個人での体験に限定されていた。そこで本年度は複数人での体験が可能な広視野型の裸眼立体ディスプレイを新たに設計し、多人数型さわれる3次元裸眼立体視触覚ディスプレイ HaptoMIRAGEを試作した。試作システムにおいて約150°もの広視野角の立体映像の提示を達成し、複数人でのコンテンツの視触覚体験の共有が実現可能となった。

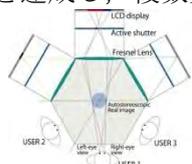


図 7: 広視野型裸眼立体ディスプレイの構成



図 8: HaptoMIRAGEの外観と提示映像

(4) 実証システムの構築と検証

H23年度に構築を開始した能動的触覚伝送プラットフォーム Telesar5^[A04]に、本年度研究項目(1)で開発した触覚センサおよび触覚ディスプレイを適用することで、広周波数帯域・低遅延の圧覚・振動情報の伝送が可能な能動的触感スキャンハンドおよびグローブ型触覚ディスプレイを開発した。本システムによって対象の表面をなぞる動作など腕の能動的な運動と視聴触覚が統合したことで、より詳細な触感の伝送を実現^[A05]し、SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies^[A02]において技術展示を行った。本研究成果は2012年7月11日に「細やかな触感を伝えるテレイグジスタンスロボットを開発」としてJSTと慶應義塾大学の共同名義でプレスリリースを行い、本プロジェクトの研究拠点において記者発表会およびシステムのデモンストレーションを実施し、13社25名の参加を得た。その他、多数の個別取材、展示会を通じた取材、Web上の記事なども含め、本研究成果に関して累計で約90件の報道実績を有するなど、国内外から高い注目を集めている。



図 9: 能動的触覚スキャンハンドとグローブ型触覚ディスプレイ



図 10: Telesar5 マスタコックピットとアバタロボット

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

● 論文詳細情報

- A01. Kouta Minamizawa, Yasuaki Kakehi, Masashi Nakatani, Soichiro Mihara and Susumu Tachi: TECHTILE Toolkit, in Proceedings of ACM SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies, Los Angeles, CA, USA (2012.8) [DOI: 10.1145/2343456.2343478]
- A02. Charith Lasantha Fernando, Masahiro Furukawa, Tadatoshi Kurogi, Kyo Hirota, Sho Kamuro, Katsunari Sato, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: TELESAR V: TELEXistence Surrogate Anthropomorphic Robot, in Proceedings of ACM SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies, Los Angeles, CA, USA (2012.8) [DOI: 10.1145/2343456.2343479]
- A03. Sho Kamuro, Yuta Takeuchi, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: Haptic Editor, in Proceedings of ACM SIGGRAPH 2012 Posters, Los Angeles, CA, USA (2012.8)[DOI: 10.1145/2342896.2343031]
- A04. Susumu Tachi, Kouta Minamizawa, Masahiro Furukawa, Charith Lasantha Fernando: Telexistence - from 1980 to 2012, in Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vilamoura, Portugal (2012.10) [DOI: 10.1109/IROS.2012.6386296]
- A05. Charith Lasantha Fernando, Masahiro Furukawa, Tadatoshi Kurogi, Sho Kamuro, Katsunari Sato, Kouta Minamizawa, Susumu Tachi: Design of TELESAR V for Transferring Bodily Consciousness in Telexistence, in Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vilamoura, Portugal (2012.10) [DOI 10.1109/IROS.2012.6385814]
- A06. Sho Kamuro, Yuta Takeuchi, Kouta Minamizawa, Susumu Tachi: Haptic Editor, in Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2012, Emerging Technologies, Singapore (2012.11) [DOI: 10.1145/2407707.2407721]
- A07. Sho Kamuro, Yuta Takeuchi, Kouta Minamizawa, Susumu Tachi: Haptic Editor: Creation and Editing System for Touchable 3D Content, in Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2012, Technical Briefs, briefs_0138, Singapore (2012.11) [DOI: 10.1145/2407746.2407760]
- A08. Yuta Takeuchi, Hirotaka Katakura, Sho Kamuro, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: TouchCast :An On-line Platform for Creation and Sharing of Tactile Content Based on Tactile Copy & Paste, in Proceedings of ACM UIST 2012, Boston, CA, USA (2012.10) [DOI: 10.1145/2380296.2380304]
- A09. Masahiro Furukawa, Hiroyuki Kajimoto, Susumu Tachi, Shared Palm for Remote Tickling, International Journal of Advanced Computer Science, Vol. 3, No. 2 (2013.2)
- A10. Tadatoshi Kurogi, Masano Nakayama, Katsunari Sato, Sho Kamuro, Charith Lasantha Fernando, Masahiro Furukawa, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: Haptic Transmission System to Recognize the Differences in Surface Texture of Objects for Telexistence, in Proceedings of IEEE Virtual Reality

2013, Orland, FL, USA (2013.3)

(3-2) 知財出願

- ① 平成 24 年度特許出願件数(国内 0 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 3 件)