

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 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：22604
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22700126
 研究課題名（和文） 身体接触及び冷温感触覚インタフェースを応用したインタラクションシステムの開発
 研究課題名（英文） Development of Body to Body Touch and Thermal Interface is applied to an Interaction System.
 研究代表者
 馬場 哲晃（BABA TETSUAKI）
 首都大学東京・大学院システムデザイン研究科・助教
 研究者番号：30514096

研究成果の概要（和文）：

3年間の研究活動を通じ、論文誌5件、学会発表61件、知的財産5件の成果を残した。身体接触インタフェースでは、商品化4件を通じて、研究成果の周知浸透が実現できた他、福祉施設や教育施設における利用を実践した。

研究成果の概要（英文）：

Through 3 years of our research, We left results, 5 journal articles, 61 conference proceedings, 5 intellectual properties. We realized commercializes of our study as 4 kinds of “Frequic Drums”, then we putted this products into practice, such as facility for the handicapped and educational facilities.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 22 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
平成 23 年度	500,000	150,000	650,000
平成 24 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：メディア情報学・データベース

科研費の分科・細目：

キーワード：

1. 研究開始当初の背景

近年のコンピュータ技術、インターネット技術の著しい発展により、ユーザインタフェース研究はその役割が年々大きくなっている。ユビキタス社会の中で情報機器を扱えるユーザとそうでないユーザの溝（デジタルデバイド）は深刻な問題であり、だれでも情報にアクセスできるインタフェース並びにインタラクションの研究が必要とされている。コンピュータを用いた情報機器操作にはキ

ーボードとマウスが一般的といえるが、これらはメディアリテラシーの比較的高いユーザに限定されているのが現状といえる。誰もが情報機器に接続できる、将来のユビキタス社会におけるインタラクション体系を築く上でマウス、キーボードに代わる操作体系が必要とされていることは明白である。MIT Media LabのTangible BitやRoyal College of ArtのInteraction Design（現在はDesign Interaction）では90年代よりマウスやキー

ボードにとらわれない次世代インタフェースの試みを行っている。デザイン・工学的観点だけでなく、デジタル芸術分野において世界で最も権威のあるコンペティションArs Electronica Festivalでは1990年よりインタラクティブ・アートカテゴリを設置し、ユーザインタフェースに芸術的観点からの考察・実践を深く重ねている。工学、デザイン、芸術、心理学等の複数の学術領域においてヒューマンコンピュータインタラクションは研究がなされており、効率性や利便性を考慮したインタラクションデザインから楽しさ、豊かさ、美しさを備えたインタラクションデザインの開発が求められている。

■過去の研究からの流れ

上記を踏まえ、申請者はこれまで身体接触行動（スキンシップ）や温冷感を応用したインタラクションシステムの提案と開発を行ってきた。具体的には、他人を叩くことで様々な楽器音を生成する電子楽器（図1，2参照）や、ユーザ同士が叩きあったり、手をつないだりすることが仮想世界に「攻撃」や「協力」といったコンテキストとして認識されるビデオゲーム開発を、身体接触行動を応用したインタラクションシステムとして提案した。温冷感を利用したインタラクションシステムとしては、画面上の状況に応じてゲームコントローラの温度を制御することで、ユーザに温冷感を伝えるビデオゲームシステムの開発を行った。温冷感ビデオゲームシステムに関しては萌芽段階で、具体的な成果は現状得られていないが、身体接触行動に関する研究成果は国内外において高い評価を得ることができた。ARS ElectronicaやSiggraph等の当該最高分野やテレビ、雑誌などの各種メディアを通して、身体接触行動インタラクションシステムに関して多くのユーザから一定の評価を得ている。今後は身体接触行動を利用した他のインタラクションシステム開発を行う段階に来ており、具体的な提案例や技術的背景もそろいつつある。温冷感ビデオゲームシステムに関してはシステム実装は終了しており、展示活動評価を行う段階にある。このシステムは温冷感に関する被験者実験を既に行っており、その知見を生かしたインタラクションシステム開発も今後可能となってくる。

2. 研究の目的

本研究では触覚インタフェース、特に身体接触行動および温冷感を利用したインタラクションシステムの提案、開発をおこなう。近年触覚インタフェースに関わる基礎的な研究が多くなされる一方で、それらを応用したアプリケーションや、インタラクションシステムの開発が十分とは言い切れない。さら

にその中で身体接触行動と温冷感に関するインタラクション[1][2][3]は、申請者が継続してきた分野であり、どちらのインタラクションも十分な調査研究がなされているとは現状では言い難い。これまでの研究知見を応用し、これらインタフェースを様々なインタラクションシステムに応用する方法と知見を明らかにし、システム実装することを本研究の目的とする。

3. 研究の方法

研究期間は3年とする。この期間を通じて既に完成モデルのある電子楽器に関しては、養護支援施設などへの導入計画を立て、実践する。3年間を通じその教育モデルと効果を検討する。温冷感ビデオゲームに関しても同様に3年間を通じ展示活動を行い、定期的にユーザ意見を収集する。また3年間を通じて、適時研究成果を論文としてまとめる。初年度は、人体通信方式を応用した身体接触検知センサモジュールを新規に開発する。温冷感ビデオゲームでは200人程度の被験者実験を行い、インタフェースとして温冷感が上達可能なものかどうかを評価する。23年度では開発した身体接触検知センサモジュールを応用し、従来の身体接触ビデオゲームインタフェースに組み込み、ワイヤレス化したシステムを提案する。また新規インタラクションとして電子絵本を制作する。温冷感ビデオゲームに関してはユーザ意見を基にシステム改良を目指す。24年度ではこれら成果をまとめ、マスメディアやウェブを通じて本研究成果の浸透を図る他、電子楽器の利用価値についてまとめる。

4. 研究成果

22年度では具体的に次の3点について研究計画を立て、実施をした。

1. 電子玩具への応用

この目的は初年度においてほぼ達成することができた、研究成果物を、教育メカと連携し、一般販売することに成功した(図1参照)。ここでは通電型の身体接触検知手法を電子玩具へ応用し、商品化した。同時に他の手法における身体接触検知手法も実験しており、一部の成果を学会発表した他、高齢者施設や幼稚園等において実際に利用された(動画1参照)。

2. 人体通信方式を利用したセンサモジュールの開発

実際の実験、実装をおこない、プロトタイプを制作した。デバイス間において簡単な双方向通信(人体通信方式にて)を実現したが、本研究で目的とする人同士のふれあい検知という面において、センサの正確性が保証されておらず、改善が求められる。

3. 冷温感ビデオゲームシステムの評価実験

実際に被験者実験を行い、論文としてまとめた。ユーザの温冷感覚呈示における反応速度やその知見についてまとめたもので、ビデオゲームインタラクションに必要な応答速度や温度変化量に着目して、まとめた内容である。本研究では様々な目的に応じた温冷呈示手法を示した。この内容は本年論文投稿予定。

以上の他、他の触覚提示手法やインタラクションに関して研究を実施した。特に動的アフォーダンスに着目した触覚研究に関する成果は今年度の SIGGRAPH Emerging Technology に採択され、本研究の広がりが今後期待できる。

平成 23 年度

これまでの研究知見を応用し、これらインタフェースを様々なインタラクションシステムに応用する方法と知見を明らかにし、システム実装することを本研究の目的とする。当該年度実施計画において、「新規センサモジュールによる従来システムの改良と、新規インタラクション開発」と「対外評価を得ること」の2つを主な目標に掲げた。温冷覚については2件の論文誌としてまとめることができた[1][2]。内一件はビデオゲームに温冷覚を利用する際の、ユーザの反応速度についてまとめた内容で、論文誌だけでなく、情報処理学会山下記念研究賞が授与された。実際に制作したシステムについては動画2を参照されたい。身体接触インタフェースについては、当該年度において2件の商品化を実現した。当初の目的としていた電子絵本システムに身体接触インタフェースを利用した成果を商品化した(動画4参照)他、もう一方は生産数40万に及び社会的波及の大きな製品となった。これにより、全国にてCMが流れる等、一般社会に対して広く当該研究分野を周知すると共に、社会還元することができた。これら過程で得られた新たな知見を元に「触覚電子楽器」を実践し(動画3参照)、その成果を1件の論文誌にまとめた[3]その成果はACM Siggraph Emerging Technologies部門に採択や国際コンペティション(ADAAインタラクティブ部門優秀賞)で評価を受けた。

平成 24 年度

最終年度となる24年度では、主として「研究成果の対外アピール」と「教育玩具としての電子楽器システムのあり方をまとめる」の二点について実施した。対外アピールにおいて、ウェブや小冊子での成果のまとめや、国内外の科学館や美術館での展示、比較的生産量の大きな商品化(40万ロット)を行った(平成23年度からの継続案件)。結果として様々なメーカーから本手法による新商品が発売され、市場開拓へとつなげることがで

きた。教育玩具としての電子楽器システムについては、さらなる開発をおこなうことで、国内論文誌で1件[1]、国際論文誌で1件[1]の論文が採択された。昨年度同様にACM SIGGRAPH Emerging Technologies部門にも採択され、海外においても広く研究成果を広めることができた。制作物については動画5,6を参照されたい。

冷温呈示手法に関して、今年度はさらなる発展を試みた。これまでの冷温呈示手法では困難であった即時呈示をペルチェ素子とソレノイド機構の組み合わせによって実現できた。これまで冷温呈示には2秒程度のユーザ反応時間が必要であったが、本手法を用いることで200~300ms程度で呈示可能となった。ただし今年度ではシステム開発に注力したため、ユーザ反応時間に関して詳細な実験が実施できなかった。

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5件)

1. 土井幸輝, 西村崇宏, 瀬尾明彦, 串山久美子, 馬場哲晃 ヒト手掌部における温度感覚特性及び識別特性の評価 日本感性工学会論文誌, Vol. 11, No. 3, 2012, 掲載決定
2. 馬場哲晃, 笠松慶子, 土井幸輝, 串山久美子, 温冷呈示を利用したビデオゲームインタラクションにおける手法の検討と開発, 情報処理学会論文誌, 一般社団法人情報処理学会, Vol. 53, No. 3, pp1082-1091,
3. 金井隆晴, 菊川裕也, 鈴木龍彦, 馬場哲晃, 串山久美子, PocoPoco: 実物体の動きを利用した楽器演奏インタフェース, 情報処理学会論文誌, 一般社団法人情報処理学会, Vol. 53, No. 3, pp1050-1060, 2012
4. 馬場哲晃, 菊川裕也, 串山久美子, 青木允, 簡易な手書き譜面を利用した演奏システム Gocen の設計, 情報処理学会論文誌, 一般社団法人情報処理学会, Vol. 54, No. 4, pp. 1327--1337, 2013-4
5. Yuya Kikukawa, Toshiki Yoshiike, Tatsuhiko Suzuki, Takaharu Kanai, Tetsuaki Baba, Kumiko Kushiya: A design process of musical interface "PocoPoco": An interactive artwork case study, Art paper journal of Asia Digital Art and Design Association, ADADA, Vol. 17, No. 1, 2013

[学会発表] (計61件)

1. Tetsuaki Baba, Yuya Kikukawa, Toshiki Yoshiike, Tatsuhiko Suzuki, Rika Shoji, Kumiko Kushiya, and Makoto Aoki.

2012. Gocen: a handwritten notational interface for musical performance and learning music. In ACM SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies (SIGGRAPH '12). ACM, New York, NY, USA, , Article 9 , 1 pages. DOI=10.1145/2343456.2343465
2. Takaharu Kanai, Yuya Kikukawa, Tatsuhiko Suzuki, Tetsuaki Baba, and Kumiko Kushiyama. 2011. PocoPoco: a tangible device that allows users to play dynamic tactile interaction. In ACM SIGGRAPH 2011 Emerging Technologies (SIGGRAPH '11). ACM, New York, NY, USA, , Article 12 , 1 pages. DOI=10.1145/2048259.2048271 <http://doi.acm.org/10.1145/2048259.2048271>
3. Rika Shoji, Toshiki Yoshiike, Yuya Kikukawa, Tadahiro Nishikawa, Taigetsu Saori, Suketomo Ayaka, Tetsuaki Baba, and Kumiko Kushiyama. 2012. mimicat: face input interface supporting animatronics costume performer's facial expression. In ACM SIGGRAPH 2012 Posters (SIGGRAPH '12). ACM, New York, NY, USA, , Article 72 , 1 pages. DOI=10.1145/2342896.2342983

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 5 件)

名称：電子楽器
発明者：馬場哲晃
権利者：馬場哲晃
種類：特許
番号：2012-096835
出願年月日：2012年4月
国内外の別：国内

名称：電子楽器
発明者：馬場哲晃，串山久美子，金井隆晴，菊川裕也，鈴木龍彦
権利者：馬場哲晃，串山久美子，金井隆晴，菊川裕也，鈴木龍彦
種類：特許
番号：2012-83978
出願年月日：2012年4月
国内外の別：国内

[その他]

ホームページ等

<http://tetsuakibaba.jp/index.php?page=reports/22700126>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

馬場 哲晃 (BABA TETSUAKI)

首都大学東京・大学院システムデザイン研究科・助教

研究者番号：30514096