

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 9 月 5 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26730106

研究課題名(和文) エンタテインメントを軸としたユーザによる製品改良を促進する基盤技術の開発

研究課題名(英文) Study of Infrastructure Technologies for Consumer Generated Modification System employing Entertainization Method

研究代表者

福地 健太郎 (Fukuchi, Kentaro)

明治大学・総合数理学部・専任准教授

研究者番号：30377022

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、これまで直接ものづくりやプログラミングに関わったことのない人々が持つ力を製品設計や開発に活かすためのプラットフォームの開発にある。今回の研究により、誰でも参加可能な協調プログラミング環境を構築し、またプログラムの改良部分とそれに対応する結果の差異を可視化するシステムを構築した。また、運動支援を目的としたデバイス開発環境の構築については、研究代表者らが開発したシステムについてはその有効性を実証実験により確認した。また同技術のリハビリテーション支援への応用のために、自己帰属感の生起過程を調査し、空間整合性に依らずに帰属感が生起することを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a communication platform to encourage the consumers who have no experience with programming to participate the process of interaction design of consumer products. We developed a co-developing platform that enables the users to develop, share, and fork the software via web browser-based interface, which visualizes the differences of both the output and the source code concurrently. We also developed a training system using a trampoline with an automated self-portrait photo system, which encourages the users to take their self-portrait images. We had conducted an in-situ user study and found the proposed framework encouraged the subjects repetitive exercise. We then focused on the process of self-attribution recognition. We had performed a study that distinguished proprioceptive information and efferent information. The result indicated that efferent information plays a primary role in the recognition process of self-attribution.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：ものづくり ゲームフィケーション 競争的創造 consumer generated media 運動支援

1. 研究開始当初の背景

近年の製品開発においてインタラクシオンデザインが特に重要視されてきている。実際の製品の使い勝手や効率において、処理速度や精度だけでなく、ユーザが触れて操作する過程、すなわちインタラクシオン設計の成否が結果を大きく左右することが知られ、また消費者による製品選びにおいてもインタラクシオンデザインの良し悪しが重視されるようになってきている。

インタラクシオンデザインはハードウェア・ソフトウェアの双方にまたがる問題であり、アイデア次第で飛躍的に使用感や性能の向上が望める反面、時間をかけて調整する必要があり開発の手間がかかる。また、どのようなデザインが最適であるかは利用者によって大きく異なる場合があるため、利用者が選べるデザインの選択肢を増やすか、あるいは利用者自身でカスタマイズできるようなものを提供することが望まれている。いずれの場合においても、開発の負担が大きい。

一方で、開発の場面でクラウドソーシングを利用する場面が増えてきている。例えば画像の調整を行うタスクにおいて、その調整パラメタ空間を区切り、それぞれのパラメタによって調整された画像の中から最適なものを選択するというマイクロタスクを生成した上でそれをワーカーに与え、結果を統計処理した上で提示する、という手法が提案されている。またプログラミングを伴うソフトウェア開発においても、粒度の小さいプログラミングを必要とするマイクロタスクやテストの一部をクラウドソーシングする例が増えている。

2. 研究の目的

本研究は、開発の一部を不特定多数の一般利用者に委託するクラウドソーシングの考え方を応用し、利用者が開発に参画しやすいプラットフォームを構築することで、「群集の知恵」を応用したインタラクシオンデザインの方法論を確立することを目指したものである。また、同じプラットフォームを利用し、ユーザ自身が自分用に細かい調整をプログラミングの知識なしに達成し、その結果を広く共有できる仕組みを構築することを狙っている。

その中でも今回は、インタラクシオンデザインのブラッシュアップに「群集の知恵」を適用することを前提に、ワーカーがプログラミングの知識なくデザインを変更できる仕組みを作ることで、誰もがデザインに関与できるフレームワークを構築することを狙った。加えて、ユーザによる開発関与の動機づけとして、ゲームを中心としたエンタテインメントの手法を応用することを狙った。

3. 研究の方法

本研究を進めるにあたって、以下の研究項目を立てた。

- A) 「音声ファインダ」技術のデータフロー型ビジュアル言語環境への移植
- B) 写真ベースのインタラクシオンデザインシステムの構築
- C) プログラムの差異とその結果を可視化するプログラム共有システムの構築
- D) 運動・リハビリテーション支援システムへの提案システムへの応用

A) では、我々がこれまでに研究を進めてきた「音声ファインダ」と呼ぶ、ビデオ撮影時にビューファインダーが使えない状況で音声フィードバック(図1)を利用して撮影者に被写体の画面内での位置を伝える技術を題材とする。同技術において音声フィードバックの設計は特に困難であり、様々な手法を実装しては評価実験を繰り返し最適な実装を探る過程が不可欠である。この過程で、カバーストーリーとして「音声フィードバックのみで目標を追跡するゲーム」という形で評価実験を行ったところ、被験者の参加意欲が増し、また改善のための提案が多く寄せられた。そこで、音声フィードバックの設計部をプログラマブルにしてカバーストーリーへの参加のハードルを下げることを目指す。

B) では、画面遷移を伴うインタラクシオンデザインを写真と遷移のためのインタラクシオンを指定するだけで構築できるプロトタイピングツールを開発し、その評価の端緒として日常的な機器のインタラクシオンをプロトタイピングツールでプログラミング初学者に再現させる。

C) では、題材としてシェーダーランゲージを使ってグラフィクスを生成するプログラムを作成・共有するシステムを構築する。ユーザはまず元となるプログラムをシステム上でコピーし、種々の変更を加え効果を確認した後にそれをシステムへとアップロードする。するとシステムはそれをコピー元のプログラムと照合し、プログラム上の差分と、その実効結果の差分とを並べて画面上に表示して比較を可能とする。ユーザは複数の派生プログラムを見比べることで、プログラム中のどこにどのような変更を加えると結果にどのような変化が生じるのかを把握することができるため、自分が求める結果に近いものに対して効率よくアクセスでき、またどのような変更をすればよいかについて他の

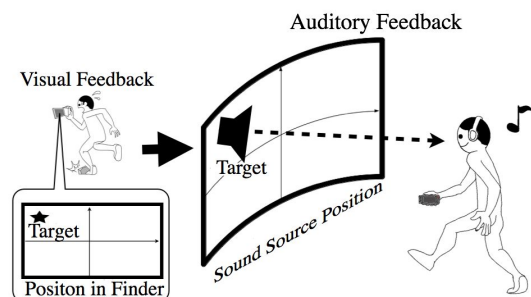


図 1: 「音声ファインダ」概念図



図 2: 日常的インタラクションのアーカイブ例

派生プログラムの差分情報を参考にすることが可能となる。

D) では、本研究の具体的なテストベッドとして、運動支援・リハビリテーション支援を対象とする。計画当初は、センサとカメラを使用したトランポリン運動支援装置について、そのパラメタ調整やエンタテインメントアプリケーション開発をオープンにすることを狙ったが、研究を進める過程で、特に安全面においてこれは困難であることが指摘されたため、肘の屈伸運動を伴うリハビリテーション支援へと題材を変更した。その上で、リハビリテーション支援において、被験者自身による自己身体図式の認知過程を調査することの重要性が浮上した。そこで、被験者が上肢を用いて一次元的な回転操作した際の回転角を誇張・矮小提示してその中から自己の運動と合致するものを選択させるという手法によって、身体図式獲得過程に関する要素の分析を試みた。

4. 研究成果

A) については、音声ファインダ技術のベースラインとなる技術をまず確立する実験を行った。既に述べた、カバーストーリーのある評価実験としては、画面に隠された宝を音声フィードバックのみで探す宝探しゲームとして構築し、予備実験として数名のプログラミング経験が豊富な被験者に取り組んでもらい、その中から効果の高いと思われるフィードバックを採用し、最終的には音声ファインダ技術の有用性を確認することができた。具体的には、音声フィードバックのみで適切に被験者を誘導する手法を確立することができた。

また、新たにデータフロー型のビジュアル言語を開発し、フィードバックのパラメタ調整を可能とするフレームワークを構築した。同フレームワークは Web ブラウザ上で動作し、宝探しゲームを行いながらパラメタ調整が可能となっている。このフレームワークを利用して、予備実験として今度はプログラミング経験の浅い被験者を対象に音声フィードバックの改善を行わせたが、明確に成績が向上するフィードバックを開発できた者が出なかった。現在その要因については調査中であるが、一つには提供した宝探しゲームが

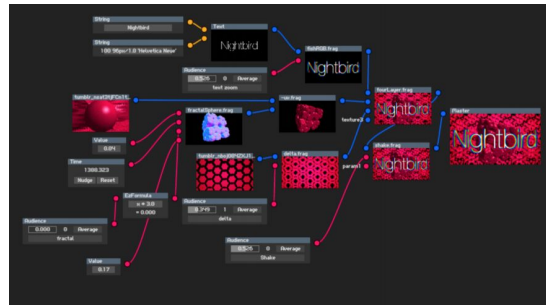


図 3: 開発したデータフロー型ビジュアル言語の実行画面

単調であり、被験者のモチベーションを高く維持できなかったこと、またデータフロー型の言語への慣れがあまりなく、とまどいを持たれたことなどが関係していると考えられる。これについては、今後の研究で解決を図る。

B) については、スマートフォンを用いたシステムを構築した。例えば水道栓のレバーの上げ下げというインタラクションを題材にした場合、まずレバーを下げた状態で写真を撮影し、次に上げた状態で撮影する(図 2)。次にこの二つの状態を遷移するための操作(スライド、タップなど)を指定することで、スマートフォン上で同インタラクションを疑似体験することが可能になる。本システムを利用して学部生を対象とし、日常的に見られる機器のインタラクションをアーカイブすることを目的としたワークショップを開催し、50 件近い作品を参加者に作成してもらった。そのデータから改善点を見付け、現在はアプリケーションを導入することなく Web 上で簡単に動作するバージョンの開発に取り組んでいる。

C) については、Web ブラウザ上で動作するシステムを構築した(図 3)。OpenGL Shading Language (GLSL) 用のプログラムを開発・共有できるもので、またすでにアップロードされているプログラムからの派生プログラムを作成する (fork) ことができるようになっている。派生プログラムは派生元へのリンク情報を持ち、派生元のプログラムとの差分を確認することができる。派生プログラムを複数持つプログラムを閲覧すると、各派生プログラムの実行結果をサムネイル表示により一覧することができ、またあわせてプログラムの差分を可視化した情報が提示されるため、ユーザは好みのものに近い実行結果を持つプログラムが、プログラムのどの部分を変更することによって得られるのかをすぐに把握することが可能となる。

D) については、まずトランポリン運動を題材とした運動支援アプリケーションを開発した(図 4)。これはトランポリンに設置された距離センサを用いて、跳躍運動の頂点到達時刻を推測し、ユーザが跳躍の頂点に達したタイミングでカメラで写真を撮影する、

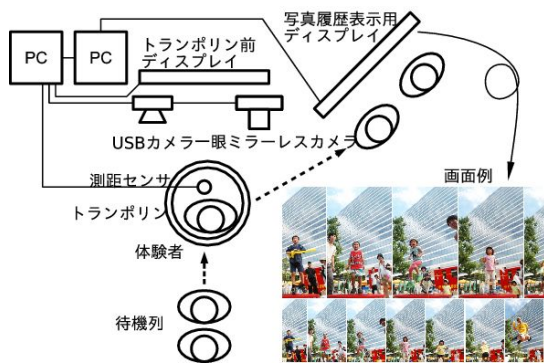


図 4: トランポリンを題材にした運動支援システム概要

という仕組みを有する。撮影された写真をその場で大型ディスプレイに並べて提示し、ユーザ間で写真の出来栄を競う状態を作り出すことを狙っている。実際に地域の夏祭り会場で2年にわたり実証実験を行い、写真を媒介にすることで運動促進の効果を得ることがわかった。次に本システム用に構築したセンシング部分およびカメラとの連動機能を他の運動へと適用する過程で、ユーザ参加型の開発のために必要な機能を策定することを当初企画したが、激しい運動を伴うものをユーザ参加型開発に供するには安全面の課題が大きいと判断し、計画を変更し、小さな運動を題材とすることとした。

そのための題材として、身体の局所的な部位を対象としたリハビリテーションを選択することとした。整形外科の医師らと協議した結果、リハビリテーションの課題として身体図式の正確な把握と正しい姿勢によるリハビリテーション運動の促進があることがわかったため、その端緒として、身体図式の認識過程について詳細な調査を行った。具体的には、身体の位置・姿勢を画面上に表示した際にその身体像がたしかに自己のものであると感じられることが、正しいリハビリテーションのために重要であるが、それが自己のものであると感じられる感覚、すなわち自己帰属感と呼ばれる感覚が生起する条件を詳しく調査した。そのための手法として、ハンドルの回転運動を検出する装置を使用し、この回転運動をディスプレイ上に図示する実験装置を構築した(図5)。この回転運動を実際のものとはずらして提示した際の自己帰属感の生起を測定した結果、実際の運動と画面上の運動との空間的整合性が崩れている場合にも自己帰属感が得られやすいことが示された。

この結果から、リハビリテーションにおいて患者が実際と異なる身体図式にもとづいて運動をしてしまい、結果として不正確なリハビリテーション運動になってしまう理由の一端が明らかになった。そこでこれを補償して正しい姿勢へと運動を導く手法として、ディスプレイ上への運動提示を、実際の身体像を抽象化した上で、目指すリハビリテーション運動と関係しない部位の提示を削減す

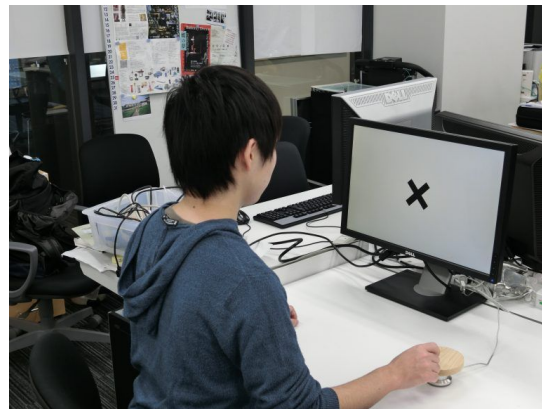


図 5: 自己帰属感の生起過程分析のための実験装置概要

ることで間違った身体図式を身につけないようにするという手法を今後構築していくことを目指す。

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3件)

"自分撮りによる競創を取り入れたトランポリン運動の促進システム" 福地 健太郎, 助台 良之, 大野 悠人, 三輪 聡哉, 大場 洋哉: 情報処理学会論文誌 Vol.58 No.5 pp.1003-1013, 2017

"能動的回転操作における自己帰属感の生起過程の分析" 齊藤 寛人, 福地 健太郎: 日本バーチャルリアリティ学会誌 Vol.22, No.1 pp.81-90, 2017

"三次元音響と周波数変調を組み合わせた被写体位置呈示のための音声フィードバック手法の提案" 瀬古 圭一, 福地 健太郎: 情報処理学会論文誌 Vol.56 No.1 pp.306-315, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福地 健太郎 (FUKUCHI KENTARO)

明治大学・総合数理学部・専任准教授

研究者番号: 23700090