

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2022

課題番号：16K00283

研究課題名(和文) 物理的なメタファーによる複数のモバイルデバイスの連携を利用したコンテンツデザイン

研究課題名(英文) Content design using physical metaphors to link multiple mobile devices

研究代表者

太田 高志 (Takashi, Ohta)

東京工科大学・メディア学部・教授

研究者番号：30386768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、オブジェクトを複数のタッチパネルに接触させることでアプリを連動させることをスタートとして、物理的なメタファーを利用したインタラクションのデザインを行ったものである。オブジェクト形状とインタラクション(機能)を合わせてデザインし、デザイン面の教育への応用へも展開した。また、音楽が結晶化されたと見立てたオブジェクトを水に溶かして聴くというインスタレーションのアイデアへ発展させた。物理的なメタファーを使うというアイデアは、インタラクション中に物理的な現象になぞらえた機能の原因と結果が見出されるものへと拡張され、実例として他方のデバイスのカメラ映像を自分のものとして利用する仕組みを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、「操作する」対象としてのデジタル機能を用意するのではなく、その機能がデバイスやモノの特性として感じられるようなデザインをすることである。そうすることで、操作の方法を知って利用するのではなく、直感的に利用できるものとして期待している。IoTの技術が今後多様な用途で利用されるようになったときに、全てをモバイルアプリから操作するのでは人に負荷がかかりすぎる。本研究で試行したような、道具として直感的に利用できるインタラクションの設計が有用になると考えている。

研究成果の概要(英文)：This study was conducted to design interactions using physical metaphors, starting with implementing an application work together by bringing an object into contact with multiple touch panels. The shape of the object and the interaction (function) were designed together, and that design aspect was also applied to an educational workshop. The idea was also developed into an installation where the objects, thought of as crystallized music, were dissolved in water and listened to. The idea of using a physical metaphor was extended to one in which the cause and effect of functions analogous to physical phenomena are found in the interaction, and as an example, a mechanism was proposed to use the camera image of the other device as its own.

研究分野：インタラクション・デザイン

キーワード：インタラクションデザイン マルチデバイス ユーザーインターフェース タンジブルインターフェース

1. 研究開始当初の背景

(1) 我々は、複数のスマートフォンやタブレット PC の連携をデジタルコンテンツのプラットフォームとする研究として、色々なアプローチを試みてきた。例えば、隣り合わせて一緒に指でつまみ合わせることによってコンテンツが自動的に連携動作する仕組みを設計した。また、そのインターフェースを利用して、画像ファイルの交換やエンターテインメント性のある様々なアプリケーションを開発してきた。これらの試みでは対外的な評価も得た [経産省 Innovative Technologies 選定、2012]。

(2) 複数デバイスの連携において、連携した後にそれをプラットフォームとしてアプリケーションを動作させるのではなく動的な連携を実現することによって、従来にはない多くの新しいコンテンツのアイデアを実現できる確信を得た。そうした背景から、複数デバイス利用の持つプラットフォームとしての可能性を拓げるため、連携の方法をさらに拡張しようと考えた。

(3) ここまで行ってきたモバイルデバイス連携の研究では、デバイスを隣接して画面の表示が動的かつ即時的に連動するものであった。このアプローチでは、画面に表示されたコンテンツをまるで現実のモノであるかのように指でつまみあわせてくっつけたり離したりできるような効果がインタラクションの面白さを生んでいた。そこで、情報を物理的な特性をもつかのように扱う表現をさらに追求するために、現実のモノであるオブジェクトを利用し、情報がそれを伝うような表現で連携するインタラクションを実現しようとするに至った。

2. 研究の目的

(1) モバイルデバイスと物理的なインターフェースとのインタラクションをデザインすることである。物理的メタファーの利用として、3D オブジェクトの利用と、オブジェクトの形状に連想する機能のデザインにより、直感的な利用のデジタル機能を実現すること。そのためには、物理オブジェクトがインタラクションの中で自然な意味を持つようにデザインすることが必要である。これは、単にインターフェイスの操作手段としてモノを使うのではなく、モノそのものが意味を持つような文脈をデザインすることである。

(2) 物理メタファーの利用による直感的なデジタル機能利用のデザインのバリエーションを、実例を実装して提示すること。

(3) 物理的なメタファーの利用を実オブジェクトを利用するアプローチに留めず、インタラクションの中に機能の原因と結果が物理的な現象になぞらえて見出だすことができるものへと拡張し、その実例を示すこと。

(4) これらのアプローチによるデジタル機能のユーザーの反応を確認すること。

3. 研究の方法

研究テーマである、物理メタファーを利用したインタラクションのバリエーションを考え、それぞれ以下のようにして実装と評価を行う。

(1) オブジェクトによるタッチ認識とデバイスの動的な連携機構を基盤システムとして、アプリケーション例をモバイルアプリとして実装する。オブジェクトと機能のセットで実現するインタラクションを考える。また、3D プリンターを利用して、デザインしたオブジェクトを成形

する。オブジェクトの識別方法やオブジェクトの利用が自然に機能と結びついて感じられるような表現を工夫する。

(2) 本アプローチの適用範囲の多様性を示すため、実オブジェクトを利用する異なるインタラクションの例を設計し、実装と検証を行う。本研究では、楽曲を3Dオブジェクトに結晶化した想定をするために、それぞれの曲の音源データから3D形状へと変換する方法を用意する。また、オブジェクトを使って楽曲を演奏するインタラクションを実現するためのシステムを設計する。

(3) モバイルデバイスの相互位置関係とデバイスを向けている方向を複数デバイスで共有し、連携したデバイスを認識する仕組みを用意する。また、連携の確立後、映像の転送や、撮影記録を自デバイスに保存できるようにする。以上の機能を組み合わせ、他方に向けてすることでそのデバイスのカメラを利用できると感じられるインタラクションを実現する。

(4) 各アプローチの成果を踏まえて、共通する物理的なメタファーを利用することの利点や今後の展開の指針とする。

4. 研究成果

(1) 実オブジェクトによる複数デバイスの連携の実装を行った。タッチペンやスタンプ状のオブジェクトをタッチパネルの操作のために用いるものは存在するが、本アプローチの独自性は、操作インターフェースとしてではなくデバイスの連携のためにオブジェクトを使用すること、「連携」と「反応の表現」を直接連動させることで、あたかもオブジェクトに物理的な属性があるかのように見せる表現を実現することである。実例として、パイプ状のオブジェクトを2つのパネルを橋渡しするように置くとデバイス間でファイルが転送される機能に合わせて、ファイルがパイプの一端に収束しながら消える表示を行い、一定時間後に他方の端から広がる表示を提示することで、ファイルがパイプに吸い込まれて他方に現れたようなインタラクションを創ることができる(図1, 2, 3)。このように、接続させる機能と、アプリ自体の機能(この場合はファイルの転送)の動作を連動するように設計することで、目的とする使用感を実現する。

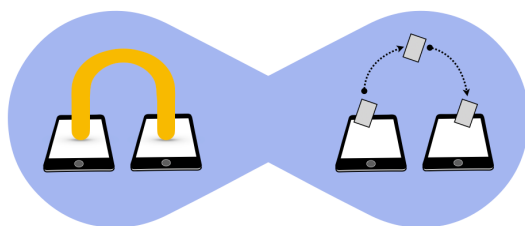


図1 オブジェクトによる物理的な接続、と、ファイルを送る機能、の連動

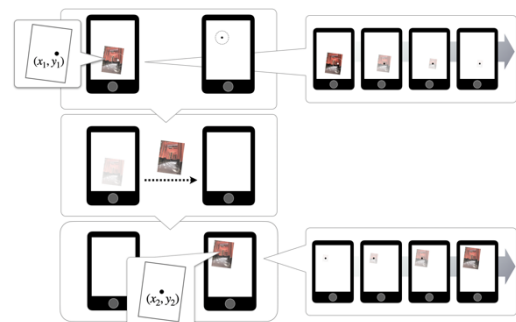


図2 オブジェクト接触位置を利用したファイル転送のアイデア

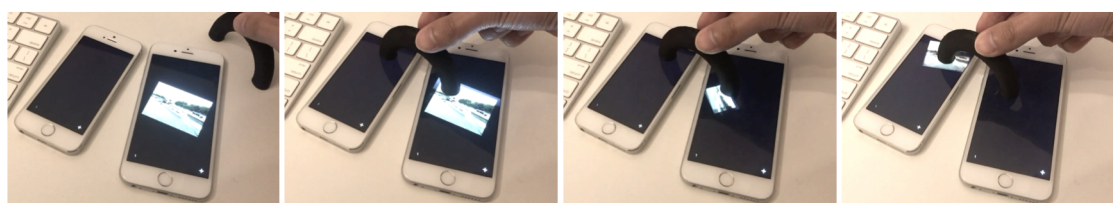


図3 オブジェクトによるファイル転送の実行

(2) 物理メタファーの利用例として、異なる発想のものをバリエーションの提示のために考案した。ここで行ったのは、結晶化した楽曲のオブジェクトを水に溶かすことによって聴くという体験を創ることである(図4)。個別の楽曲がそれぞれ異なる形状の3Dオブジェクトとして用意され、ユーザーはその形状から聴くものを選択する。オブジェクトをシステムにある水槽に落とすと、あたかもオブジェクトが溶けたと見えるように泡がでてくるのに合わせてそのオブジェクトに対応した曲が流れる。



図4 結晶化した音楽を水に溶かして聴く体験

これは、物理メタファーの一例としてというアイデアから発したプロジェクトであるが、このアプローチ自体のもう一つの目的は、音楽との新しい出会いを提供することである。音楽を聴くための様々なアプリケーションが存在するが、曲、アルバムやプレイリストを指定して聴くという基本的な体験に違いは無い。この研究では、曲を実オブジェクトとして扱うアイデアによって、曲の選択と音楽を聴くことの両方に新しい関わり方を提示する。なお、曲から3D形状への変換は、音楽ファイルのボリュームやピッチの変化の波形を球形状にマッピングすることによって行った(図5)。使用している様子を図6に示す。

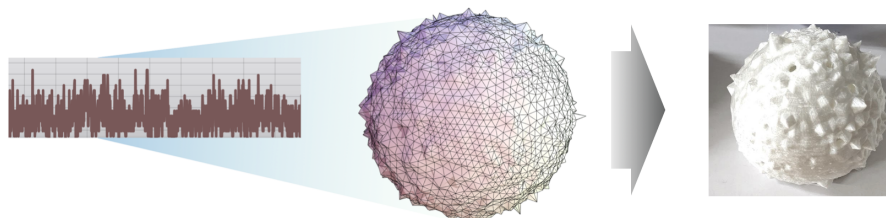


図5 音楽(楽曲)から3次元形状への変換

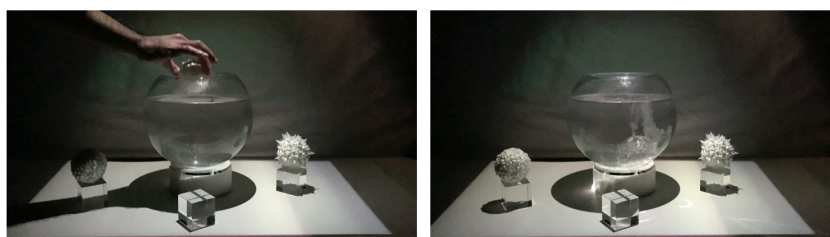


図6 作成したシステム

(3) 物理メタファーの利用を、物体を利用することという考え方から、物理的な現象をモチーフとするような行為(原因)と反応(結果)が感じられるものをインタラクションとして採用することへコンセプトの拡張を行った。本研究の一環として考案したのは、自身のデバイスを他方のデバイスに向けることで、そのカメラを自身のものとして利用できる仕組みである。自身のカメラで映像を見ながら他のデバイスを捉えると、そのデバイスのカメラが写している映像が自

身のデバイスのディスプレイに表示されるというものである（図7）。カメラで周辺を見ているときに、他のデバイスに向けるアクションをとると、ちょうど自身のカメラで他方のデバイスを捉えることと一致する。そのため、カメラで被写体を捉えることが伝搬するようなイメージを創ることができる。これは、鏡で光が反射して他の場所へと到達する現象をイメージしたものである。

位置関係と向きから連携するデバイスを特定したら、他方のデバイスから映像を Streaming を利用し、サーバー経由で自身のデバイスへ転送する仕組みを用意した。また、実装し、その実行を屋外で確認した（図8）。位置関係については、屋外で GPS を利用し、利用中の移動も考慮できるように刻々位置情報をアップデートして共有する仕組みも用意したが、現状のスマートフォンに搭載されている GPS の性能のため、精度の課題があった。これについては将来の技術革新を期待したい。また、室内での正確な位置情報の取得も今後の課題である。

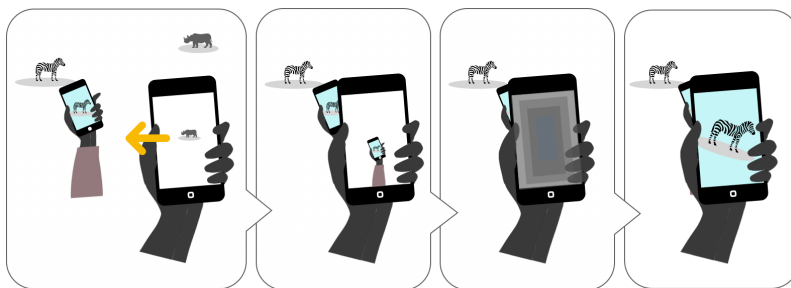


図7 別のデバイスのカメラ映像を自身のものとするインタラクション



図8 実施検証

（4）研究期間に、複数の物理メタファーを利用するアプローチについて考案し、その実現を試みた。特にそのなかのいくつかでは、複数のデバイスの連携をテーマとしてインタラクションを考案し、それが本研究の独自の視点であると考えている。それらにおいて、物理的なメタファーを単に連携実現のインターフェースとするのではなく、そのアクションやモノの利用と、アプリやシステムで実現する結果（反応）が、一つの連続した行為として提示されるようにデザインすることがこうしたアプローチを意味のあるものにするために重要だと、多様なアプローチの試みを通して理解することができた。また、実オブジェクトの利用という観点から物理メタファーの利用手法の概念を拡張するアイデアを提示したことで、こうしたアプローチの応用可能性を拡げることに繋がることを期待する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takashi Ohta, Kansei Fujikawa	4. 巻 12201
2. 論文標題 Dive2Views: A Mobile Camera Application that Dives into Another Device's Camera View	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dive2Views: A Mobile Camera Application that Dives into Another Device's Camera View	6. 最初と最後の頁 134, 145
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-49760-6_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Takashi Ohta, Toshihiko Henebry, Narciso Anselmo Mafalda, and Kunihiro Kato
2. 発表標題 Digital Content That Offers Experience of Listening to Crystalized Music
3. 学会等名 CUMULUS Antwerp 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤川寛生、太田高志
2. 発表標題 Dive2View: かざすことによる遠距離デバイス連携システム
3. 学会等名 ADADA Japan 学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田高志
2. 発表標題 Interaction Design at Computational Media Lab., Tokyo University of Technology
3. 学会等名 Bangkok ACM SIGCHI Symposium（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Ohta
2. 発表標題 Using Physical Objects to Connect Multiple Mobile Applications
3. 学会等名 ADADA International 2018, Tainan, Taiwan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Biljana S. JOVIC, Takashi OHTA, and Noriko SATO
2. 発表標題 Research on the Effect of Providing User Interaction for Graphic Education
3. 学会等名 18th International Conference on Geometry and Graphics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Ohta
2. 発表標題 SIGHT DIVE: Directing for Viewing Through Other Device 's Camera
3. 学会等名 The 5th IEEEJ International Workshop on Image Electronics and Visual Computing: IEVC 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Ohta
2. 発表標題 Interaction Design
3. 学会等名 International Symposium of KMUTT and TUT on: Computer, Information Technology and Multimedia Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
韓国	Seoul National University			
Serbia	University of Belgrade			