

外装によって操作が理解できる汎用卓上機器の研究

A design research for understanding how to use desktop products from case shapes

迎山和司^{*1}
Kazushi Mukaiyama^{*1}

This research aims to find the shape design pattern of an input device case for user interface that let users understand to use without instruction. We tried two experiments and compared these results. The first experiment is mind simulation, and the next is physical-model experiment. As the result, we observed more same common actions than different individual actions between each shapes, and easier to sense even with an accelerometer. In conclusion, this research suggests us a possibility to lead users more various actions using a shape which can leave more various trajectories against space like table surface rather than shape forms.

Key Words : design, interaction

1. 背景

本研究の領域はヒューマン・コンピュータ・インタラクション(以下 HCI)と情報デザインの学際領域である。HCI はコンピュータを使いやすくするためのインタフェースを提案し評価を行う領域である。例えばマウスやグラフィカルなウィンドウファイルシステムから最近ではタッチパネル・インタフェースやテーブルトップシステムなどがある。一方情報デザインは情報自体の特性や情報の伝達の仕方を整理して分かりやすく提示することを提案し評価する領域である。例えば先に上げたウィンドウシステムではアイコンというグラフィックシンボルでそのファイルの特徴を表すがその効果的なデザインを検討したり、Web のショッピングサイトで似たようなジャンルの本が沢山ある場合ユーザの目的に合致した一覧方法でより選択をしやすくしたりする手法などがある。それぞれの領域とも、人間がコンピュータをより使いやすくするインタラクティブ・システムを発明することが課題の1つである。

近年、この事が重要視されている理由には携帯電話や家電製品の操作の複雑さがある。これらは多機能ではあるがすべての機能を分かりやすく提示できてはいない。そのためユーザは分厚いマニュアルを見て機能を確認して覚えていくということを余儀なくされている。そのような状況から任天堂の Wii¹⁾ や Apple の iPhone²⁾ など、テニスの

ラケットのようにコントローラを振って画面内のキャラクターを動かすゲームや画面を直接触って動かす携帯電話が登場した(図1)。これらは「見て触るうちに操作がわかる」ための実験的に提示されてきた技術が、商用製品にも取り入れられ一般に広く認知された例である。このように本領域における課題は今後ますます必要になってきている。

2. 目的

本研究は「見て触るうちに操作がわかる」ユーザインタフェースを考えるため、主に入力装置の外装によって適切な提示方法を考えるものである。HCI と情報デザインの分野においてユーザに使いやすいインタフェースは重要な課題である。本研究ではその課題を新規技術ではなく外装の形状がユーザに与える印象によって解決しようと試みた。なぜなら、多くのユーザはある形状を見るとある



Fig.1 Wiimote.
文献1)から転載

Design シンポジウム 2014 (2014年11月11~13日)

*1 公立はこだて未来大学(〒041-8655 北海道函館市
亀田中野町 166-2)
Faculty of System Information Science, Future
University Hakodate

特定の行為をするからである³⁾。つまり、「棒の形状ならユーザはこのような行為をする。」といった入力形状とユーザの行為の関係が整理された研究成果があれば、今後の「見て触るうちに操作がわかる」装置のインタラクティブ・システムの開発において意義があると考えた。

従って、外装形状とユーザの行為の関連を一覧化し、使いやすいインタラクティブ・システムを制作する上での参考となる資料を作成する事が本研究の目的となる。なお、外装形状とユーザの行為の関連を明確にするために、外装形状は、立方体、球体、円錐、円柱のような基本形状の物体にし、ゼスチャを認識する事を想定して加速度センサを組み込んだ。また、卓上に置く機器を想定して大きさも限定した。

3. 思考実験

3Dプリンタで出力した模型を用いた実験の前に、実験の指標を明確にするために思考実験を行った。この思考実験では、様々にある単純な形状の中で、多彩な行為を引き起こす形状はどれかを模型実験の前に絞り込むことが目的である。

3. 1 方法

形状から行為を誘発する汎用的な規則を発見するためには、基本的な形状を規定する必要がある。これらはコンピュータグラフィックスの基本形状に組み込まれている立体と日常的によく見られる物体の両方を参照することにした。その結果、「立方体」「円錐」「円柱」「球」「ひも状」「板状」「半球」「輪」「円筒」「円盤」「平面」「グリッド」の12個の形状を規定した(図2)。

規定した12個の形状を基本形状とし、20代の大学生6名によるブレインストーミングを行い、個々の形状に対して行為を連想させる動詞を出してもらった。そして、形状と行為の関連を表す一

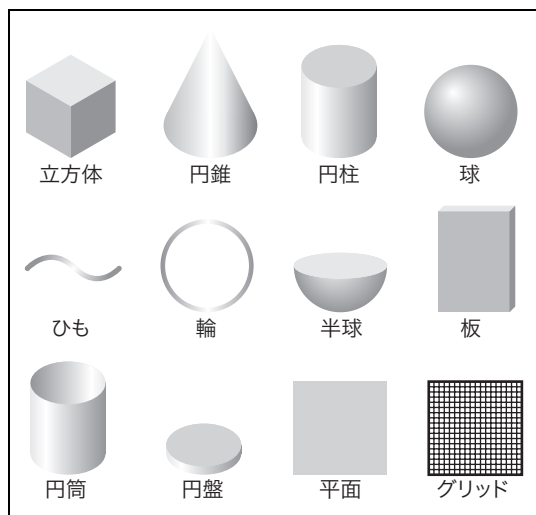


Fig. 2 Twelve primitives.

覧表を作成した。一覧表は中心に近い行為ほど形状から多くの人が行う行為であることを表している(図3, 図4, 図5)。

3. 2 結果

得られた一覧表によると、12個の基本形状のうち円柱が行為の項目が偏らず数も多いことから、円柱が最も行為を誘発する形状であると想定された。続いて球、円錐の順となる事が確認された。従って、加速度センサの記録には同時に扱える数に限りがある関係上、12個の内、上位の円柱、球、円錐の3つを模型実験で用いる形状とした。

また、この3つの形状から得られた動詞を整理すると、共通する行為として「振る」「転がす」「はめる」の3つが挙げられた(表1)。

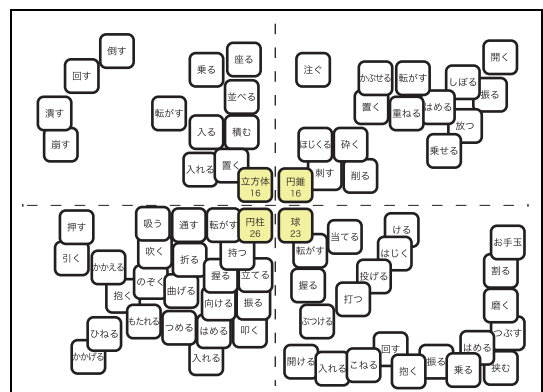


Fig. 3 Result: cube, cone, cylinder, sphere.

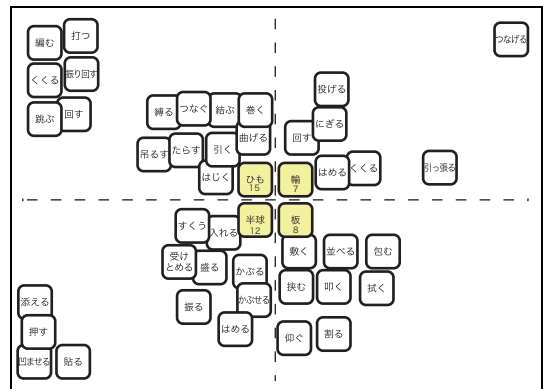


Fig. 4 Result: string, circle, hemisphere, board.

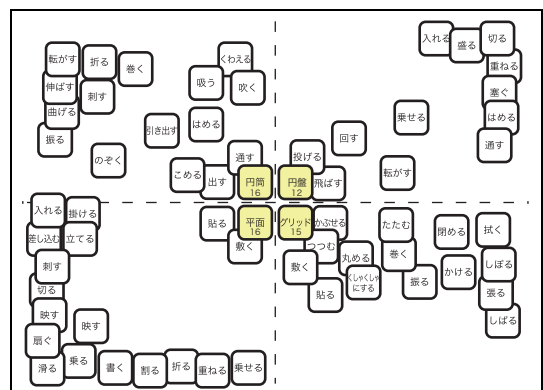


Fig. 5 Result: tube, disc, plate, grid.

4. 模型実験

本実験では、2つの指標を持って行う。まず、思考実験と対比させて言語の行為と実際の行為が対応するかどうかを確認する事、もう一つは、3軸加速度センサによって行為を加速度の波形として記録し、形状の個別の行為を特定できるかを検証する事である。

思考実験と一致すれば、言語の行為と実際の行為が一致するという事なので、今後も模型を用いた実験を行うことなくアイデアブレインストーミ

Table 1 Simulation actions of top 3 shapes.

形状	円柱	球	円錐
	振る	振る	振る
	転がす	転がす	転がす
	はめる	はめる	はめる
	握る	握る	刺す
	入れる	入れる	ほじくる
	抱く	抱く	砕く
	持つ	当てる	削る
	立てる	蹴る	置く
	折る	弾く	被せる
	通す	投げる	注ぐ
	吸う	打つ	重ねる
	吹く	ぶつける	乗せる
	曲げる	開ける	放つ
	向ける	こねる	絞る
	叩く	回す	開く
	覗く	乗る	
	詰める	挟む	
	もたれる	潰す	
	かかえる	磨く	
	押す	割る	
	引く		
	擦る		
	掲げる		
行為種類	23	20	15

Table 2 Instruction.

- ・個々に3つの物体が有ります。
- ・それぞれを1つずつ取って思いつまま動かしてください。
- ・2つ以上手にとらないでください。
- ・一度手にとったものをもう一度手に取ることは構いません。
- ・スタートと言ったら初めてください。
- ・すべて動かし終えたと思ったら終わったことを告げててください。

ングレレベルで外装デザインを検討できる。そうでなければ、思考実験と実際の行為の差異を踏まえて考察する必要がある。

加速度センサについてはWiiリモコン¹⁾の様な機器を想定した時、行為に対応する波形データを取得することが出来れば、本実験を客観的な視点で分析することが可能になる。また、得られたデータによって実際の電子機器に応用しやすくなる。

4. 1 方法

思考実験によって絞り込んだ「円柱」「球」「円錐」の3つの形状を3Dプリンタで出力し(図6)、卓上に置いて被験者に触ってもらった。実験は被験者の行為の発見を知りたいため探索型にした。すなわち、実験室内に入ってから(表2)の文言を口頭で教示した。手に取る順番による、行為の探索の偏りをなくするため3つの形状を置く場所も都度変更した。被験者は20代の大学生19名で、実験の様子をビデオ撮影し、加速度センサの波形を記録した(図7)。ビデオ撮影は被験者の行為が全て入るようにUSBカメラを設置した(図8)。また、加速度センサは基板を自作し3つの形状それぞれに組み込んだ(図9)。

4. 2 結果

本実験で得られたビデオ動画と加速度センサの波形データはELAN⁴⁾というソフトウェアを用いて解析した(図10)。その結果、多彩な行為を観察出来た順に上げると「円錐・球・円柱」となり、思考実験と逆となった。共通の行為としては、「持つ」「置く」「振る」「転がす」「回す」が多く確認された(表3)。また、加速度センサの波形は振るという行為(図11)以外は正確な波形を見出すことは出来なかった。

5. 考察

本章では2つの実験の結果を考察する。

5. 1 加速度センサ

加速度センサでは形状から得られる個別の行為

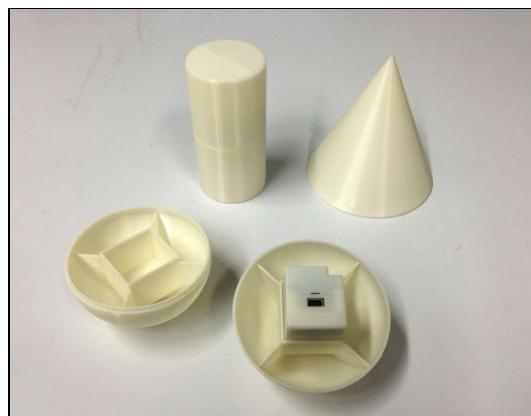


Fig. 6 Primitives made with a 3D printer.

の特徴を得られなかった。しかし、「振る」という行為を特徴づける波形は得ることができた。模型を振ると加速度センサは激しく細かな波形を記録する。(図 11)この波形は特徴的であるので、検出は容易である。従って「振る」という行為はセンサで検知しやすいことが分かった。また、「振る」という行為はどの形状にも観察できたので、卓上機器の行為の検出に利用しやすいと考える。

5. 2 言語の行為と実際の行為

2つ実験の結果を比較した結果、形状毎の言語の行為と実際の行為は殆ど対応しなかった。形状の共通の行為として「持つ」「置く」「振る」「転がす」「回す」が確認された。「持つ」「置く」は卓上にある模型を手に取り戻す際、共通して多く観察された。「振る」「転がす」は思考実験と模型実験の両方に確認された。

また、思考実験では「円柱」が多彩な行為を最



Fig. 7 Experiment scene.

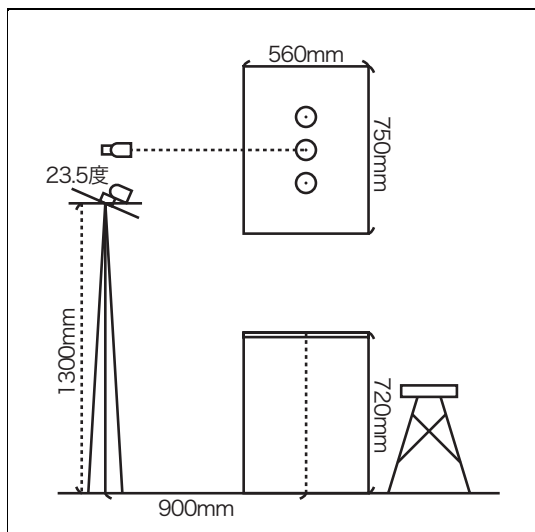


Fig. 8 Experiment diagram.

も誘発すると想定されたが、実際は「円錐」の方がより多彩な行為を誘発した。思考実験はそれぞれの形状を限定することはなかったため、被験者は卓上に限らない想定をしていた。また道具を見立てて行為を想定していた。このために行為の一致は少なかったと思われる。そのようなことを踏まえても、円柱は「立つ」「転がる」「逆さまに立つ」など最も多彩な状態を持てるので、多彩さの順番は思考実験と同じ順序になると予想していたが結果は逆であった。

5. 3 痕跡という視点

本研究では行為は形状から誘発されると仮定してきた。しかし、模型を前にした被験者は思考実験ほど物体を何らかの道具に見立てず行為の探索をしていた。そして、3つの模型に対して多くの共通する行為が見られたため、形状の差異から行為が誘発されるというより、形状に共通する要素があると思われる。

ここで「持つ」と「置く」について考察する。この行為はどの被験者でも初めと終わりに必ず観察された。これは模型が卓上に置かれているからであった。この事に注目すると「面」という要素が重要ではないかと考える。正確には手に持った

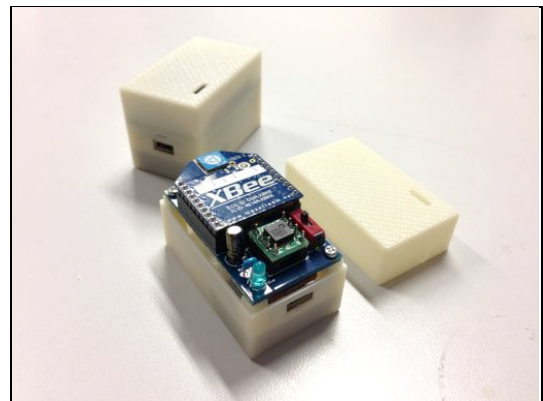


Fig. 9 An accelerometer sensor module.



Fig. 10 Analyzing movies.

模型と対象物の「接触面」と考える。接触面で捉えると、他の行為の「転がす」行為は、模型の曲

Table 3 Observed real actions.

形状	円柱	球	円錐	計
置く	26	30	37	93
持つ	26	34	29	89
机の上で転がす	17	23	13	53
振る	10	12	7	29
回す	20	0	2	22
縦に回す	15	0	7	22
手の中で回す	0	17	2	19
逆さに立てる	5	0	12	17
立てる	13	0	0	13
机の上で回す	0	11	1	12
横に置く	2	0	9	11
横で回す	0	0	8	8
投げる	0	7	0	7
握る	3	0	3	6
投げる	0	3	1	4
逆さに持つ	0	0	4	4
底を擦る	1	0	3	4
こねる	0	3	0	3
弾く	0	3	0	3
逆さに回す	0	0	3	3
左右で押さえる	1	0	2	3
押す	2	0	0	2
突起を触る	0	0	2	2
手のひらに載せる	0	1	1	2
擦る	1	0	0	1
ずらす	1	0	0	1
手のひらで転がす	0	1	0	1
投げ上げる	0	1	0	1
左右に投げる	0	1	0	1
落とす	0	1	0	1
指で挟む	0	1	0	1
指にはめる	0	1	0	1
覗く	0	1	0	1
横で持つ	0	0	1	1
摘む	0	0	1	1
摘んで動かす	0	0	1	1
摘んで回す	0	0	1	1
上下に動かす	0	0	1	1
底を叩く	0	0	1	1
行為総計	143	15	152	446
行為種類	15	18	25	

面に沿わせているし、机に置いたまま「擦る」といった行為も模型の平面に沿わせていることになる。実際に機器の外装をデザインする場合でも、デザイナーらの個性などによって画一的な形状にはならない。故に形状自体で考えるより、形状を構成する要素である面で考える事のほうが妥当と考えられる。

「面」で考えると「円柱」「球」「円錐」の3つの形状の行為の多彩さが、思考実験と逆になったことも頷ける。なぜなら、円錐は2つの形状に比べて、面だけでなく「点」も扱えるからである。3つの形状がそれぞれ卓上（加えて空間上）にどの程度の「痕跡」を残せる機能を有しているか想定してみるとより明確になるだろう。

以上から、個々の形状自体より、形状を用いて卓上や空間という支持体などに働きかける痕跡が多彩なほど、多彩な行為を誘発する可能性が示唆された。従って、形状を更に元となる構成要素である「面の広さと曲率」が多彩な行為を誘発する要因ではないかと考えられる。

6. 結論

本研究では「見て触るうちに操作がわかる」ユーザインタフェースのため、主に入力装置の外装形状によって適切な提示をする汎用的な方法を検討した。その為に基本形状の思考実験と模型実験を行い、両者を比較検討した。

その結果、形状毎の言語の行為と実際の行為は殆ど対応せず、形状自体による個別の行為より共通の行為が多く観察された。取り分け「振る」という行為はどの形状にも観察され、センサで検知しやすいことが分かった。

以上から、形状を用いて卓上や空間という支持体などに働きかける痕跡が多彩なほど多彩な行為を誘発する可能性が示唆され、個々の形状自体より形状を構成する要素である「面」を検討するほうが妥当であると考えに至った。

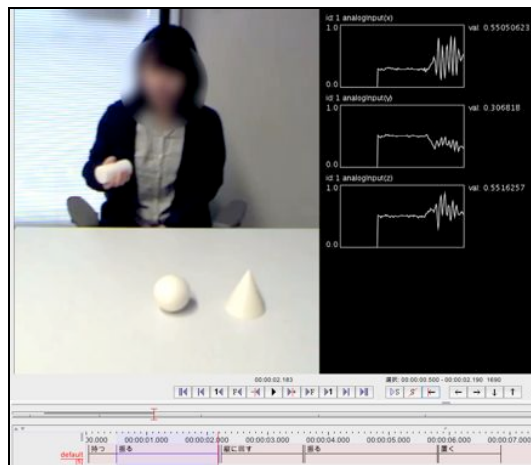


Fig. 11 Sensor waveform when shaking.

7. 今後の展望

形状自体より形状を構成する「面の広さと曲率」から行為を特徴づける事を考える。また、今回の実験ではユーザからの行為（入力）に対してのフィードバック（出力）がなかった。従ってフィードバックを考慮した実験を行うとまた新たな知見が得られると考える。その際のセンシングに際しては、加速度センサでは個々の行為の波形を細かく関連付けられなかったので、別の方法を考える必要がある。痕跡という視点で考えるならば、模型と卓上など対象が接触する軌跡が記録できる方法が有効かもしれない。

8. 関連研究

本研究に関連する加速度センサを用いた研究を以下に3つ挙げる。これらは人の行動の記録を行うものであり、同時にビデオ撮影を行っている点で関連している。また、小型無線加速度センサは身体のあらゆる部分に装着することが可能である。そのため日常動作は加速度センサによって記録することが容易である。これらを踏まえて、これから紹介する研究は行動をセンサから波形として記録し、加えてビデオカメラで撮影された映像より、人の行動の記録や比較などを行うものである。

8. 1 初心者特有のハンドル操作の検出

この研究は自動車のハンドル操作を記録する研究⁵⁾である。自動車に装着するセンサのみでは検出することのできない人為的な事故の原因を、ハンドル操作という視点から問題点を洗い出すものである。初心者と熟練者のハンドル操作を比較するために腕に取り付けたセンサによって、操作時に記録される。

8. 2 加速度センサが識別可能な看護技術の特定

この研究は看護業務の教育支援の研究⁶⁾である。専門性の高い看護業務の教育において、看護学生は過密なカリキュラムで学習している。細かい業務の教育は撮影された業務の録画を用いて行われるが、これにはまとまった時間と専門的な技術が必要である。そこで教育すべき箇所を特定するのを容易にする可能性を示唆するために、加速度センサを用いている。

8. 3 調理における食材からの行動の特性検出

この研究は調理におけるウェアラブルコンピューティング技術を活用した技術伝承システムの構築の研究⁷⁾である。この研究は匠の技術伝承をシステム化するために行動の特性を検出している。その中で食材の外観から調理方法を体系化したデ

ータが存在する。外観からの行動パターンの体系化をしている点で本研究と関連性がある。

謝辞

本研究は科学研究費補助金平成23～25年度基盤研究(C)より一部を助成されています。本研究を進めるにあたって、実験の助言を頂いた南部美砂子准教授と研究の初期段階で努力をしてくれた迎山研究室の盛佑太さんに感謝致します。最後に実験にご協力して頂いた多くの皆様に感謝致します。

参考文献

- 1) 任天堂株式会社: Wii (2014), <http://www.nintendo.co.jp/wii/>.
- 2) Apple Inc.: iPhone 5S (2014), <http://www.apple.com/jp/iphone/>.
- 3) IDEO, ジェーン・フルトン・スーリ, 森博嗣 (訳): 考えなしの行動?, 太田出版 (2009).
- 4) Max Planck Institute: ELAN, <http://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>.
- 5) 多田昌裕, 大村 廉, 岡田昌也, 納谷 太, 野間春生, 鳥山朋二, 小暮 潔: 加速度センサを用いた行動計測に基づく運動動作解析手法, インタラクション2007, 情報処理学会 (2007).
- 6) 北島泰子, 平田美和, 相田京子, 高島有理子, 中村充浩, 前田樹海, 金井 Pak 雅子: 加速度センサが識別可能な看護技術の特定, ISSN 0022-8370 (Print), 44, 6 (2011), 575-582.
- 7) 山抱加奈: 装着型センサを用いた技術伝承システムのためのコンテンツ自動生成手法, 大阪大学工学部電子情報エネルギー工学科情報システム工学科 (2006).