

オノマトペ感性評価システムのHMIデバイス操作感評価における 利活用

Evaluation of Usability of HMI Devices by Quantifying the Impression of Onomatopoeia

清水 祐一郎*¹
Yuichiro Shimizu

吉村 圭悟*²
Keigo Yoshimura

上田 祐也*¹
Yuya Ueda

坂本 真樹*¹
Maki Sakamoto

*¹電気通信大学大学院情報理工学研究所

Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

*²電気通信大学電気通信学部

Faculty of Electro-Communications, The University of Electro-Communications

Various studies have focused on usability of HMI devices. However, feelings and emotion when users operate them have not been considered carefully. In this study, we focus on onomatopoeia expressing physical properties and emotional aspects. We conducted a psychological experiment in order to explore effectiveness of onomatopoeia for evaluating usability of HMI devices. Participants were asked to use each HMI device and to describe operational feeling by onomatopoeias. We quantified impressions including comfort/discomfort that were expressed by obtained onomatopoeic words for each usability evaluation scale. Our result shows the relationship between onomatopoeia and emotional feelings evoked by using each device. We found more consistency among the onomatopoeic words expressed by users who found the usability of devices comfortable than those expressed by users who found it uncomfortable. The result indicates that we can use onomatopoeia to evaluate the usability of HMI devices.

1. はじめに

近年、エレクトロニクス技術の著しい高度化により、HMIデバイスが多様化している。このようなデバイスの「操作感」に着目した研究は数多くある。操作感とは『機械などを操作した時の感覚、または操作のしやすさ』（実用日本語表現辞典）を意味する言葉である。[高 2001]では、デバイスを使用する操作者の感情の変化も操作感に組み込む必要があるとしているが、従来研究においてデバイス操作時に及ぼされるユーザの感性的側面については十分に測定されていない。これらの研究には、デバイス操作者の感情変化に焦点を当て、これらを定量化しようとする試みがなされているものもある。しかしその多くは、感性的側面を評価する指標が実験者が設定した一定数の限られた形容詞尺度のみであり、ユーザの自由な感覚を捉えるのには最適な手法とはいえなかった。また、操作感に対してユーザが「いいな」や「好きだな」と感じる要素が何に影響されているのかを捉えることが困難であった。よって、任意に選択された限られた尺度での評価には依存せずに、デバイスの特徴と感性的特徴の関係性を解明することが重要であるといえる。

そこで本研究では、物理特性と感性的側面の両方を表すことのできる「スイスイ」や「サクサク」などのオノマトペ表現（擬音語・擬態語の総称）を用いる。オノマトペの特徴である音象徴性に基づいてユーザのデバイス操作感を評価する手法を提案し、HMIデバイス操作感の測定にオノマトペを指標とすることの有効性を示す。具体的には、操作者にデバイスを操作してもらい、操作感の印象を表すオノマトペを抽出し、オノマトペの印象評価値を介して得られるデバイスの印象を求める。

さらに、各デバイスを快と評価した操作者によって用いられるオノマトペの印象評価値の特徴と、不快と評価した操作者によって用いられるオノマトペの印象評価値の特徴とを比較することにより、両者の間で違いがみられるかどうかを分析する。

連絡先: 坂本真樹, 電気通信大学大学院情報理工学研究所, 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, Tel: 042-443-5535, FAX: 042-443-5535, Email: sakamoto@inf.uec.ac.jp

操作者によるHMIデバイスの評価とオノマトペの印象評価値の間に違いがみられれば、操作者のHMIデバイスの感性評価においてオノマトペを用いることの有効性を示すことができ、将来的に利用者のニーズに合わせたデバイス推薦技術としての応用が期待できる。

2. 研究の背景

2.1 デバイスの操作感におけるオノマトペの有効性

デバイスを操作したときの人の心のなかに生じる感覚や感情といった直感的な側面を言葉として表現することは難しい。

[坂本 2012]は質感の表現においてオノマトペは感性語よりも素材ごとに多様な種類で表現され、質感の違いをより微細に評価できることを示し、人の感性的質感認知を把握する上でオノマトペは有効であることを指摘した。したがって本研究では、感性語よりも多くの情報量を持ち、微細な質感印象を把握できるオノマトペを用いることで、ユーザの自由な感覚を捉えることが可能であると考えた。

操作感とオノマトペに関する研究として、[神原 2011]はオノマトペの特徴を活用したコンピュータとのインタラクション手法を導入し、オノマトペを用いることで感覚的に楽しくデバイス操作ができることを示した。また、[伊藤 2012]はオノマトペを用いたロボットのモーション編集作業手法の提案をおこない、オノマトペを用いることでロボット動作編集になじみのない人でも容易に操作ができ、モーション編集の認知的負担を軽減させることを示唆した。これらの研究から、感情や感覚に影響を与える操作感を評価するためにオノマトペが有効であることが期待できる。

2.2 音象徴に基づくオノマトペの感性評価システム

一般的な言語を構成する音韻と、その語が表す意味との間の関係が恣意的なものであるのに対し、オノマトペでは音韻と意味の間に何らかの関係性がみられるとされる。このような音そのものがある特定の意味を喚起する事象は音象徴と呼ばれる[Sapir 1929][Ramachandran 2001]。

[藤沢 2006] は、擬音語を構成する各音韻の印象値の線形和から擬音語の印象値を予測するモデルを構築している。[清水 2011] は、このモデルを拡張し、オノマトペの音象徴に基づいた印象の定量化をおこなうことで、ユーザが入力したオノマトペの音色的印象を定量的に評価し、提示するオノマトペ感性評価システムを構築した。

[飯場 2012] は、[清水 2011] のオノマトペ印象評価システムを視覚と触覚を表す評価尺度 43 対について適用し、感性的質感を表すオノマトペの情報の定量化に有用なオノマトペ感性評価システム (図 1) を開発した。本研究では、HMI デバイスの操作感を表すオノマトペの感性的印象の定量化にこのシステムを用いる。



図 1: オノマトペの感性評価システム

3. 実験

HMI デバイス操作感の評価にオノマトペを指標とすることの有効性を示すため、デバイスの操作感をオノマトペによって評価する実験を実施した。この実験では、各デバイスの操作感の印象を表すオノマトペを抽出し、それらのオノマトペがもつ情報をオノマトペ感性評価システムによって定量化する。操作感を評価する尺度ごとに定量化されるオノマトペの評価値を分析することにより、デバイスの快 不快評価とオノマトペが表す情報との関係性を調べる。

3.1 デバイスの選定

従来研究ではひとつの研究の中で対象とするデバイス数が限られているが、さまざまなデバイスを対象に操作感の評価をおこなうことは重要である。そこで本研究では、操作によって画面変化が生じるデバイス 25 種類 (表 1 に示す) を選定した。

表 1: 実験に使用した HMI デバイス

ニンテンドー 3DS (スティック)	ポット
Wii リモコン	ボタン高 キーボード
PlayStation3 (コントローラ)	ボタン中 キーボード
Kinect	ボタン低 キーボード
リモートタッチ (CT)	シリコンキーボード
テレビスイッチ (CT)	投影型キーボード
テレビリモコン	ジョグシャトル
LG テレビリモコン	トラックポイント
AQUOS テレビリモコン	一般的なマウス
プリウス カーナビ ディスプレイ	Magic Mouse
プリウス カーナビ ハードボタン	iPhone
BMW ナビゲーションコントローラ	iPod Classic
BMW テレビのチャンネル装置	

3.2 評価尺度対の選定

本研究ではデバイスの見た目や触り心地、操作時の印象といったさまざまな要因を分析していくため、実験で用いる評価尺度はそれらを網羅的に評価できるものを選定する必要がある。今回、[飯場 2012] が開発したオノマトペによる感性評価システムで用いられる評価尺度 43 対のうち、デバイスの見た目や触り心地の評価に関連する 36 対に、(株)トヨタ IT 開発センターとのディスカッションから新たに選定した操作感を評価するための 11 対を合わせた全 47 対 (表 2 に一部を示す) を実験に用いた。

表 2: 操作感の評価尺度 (一部)

手応えのある	手応えのない	直接的な	間接的な
シンプルな	複雑な	高級感のある	安っぽい
確実な	不確実な	疲れにくい	疲れる
先進的な	古臭い	知能が高い	知能が低い
かたい	やわらかい	平面的な	立体的な
思い通りになる	思い通りにならない	速い	遅い
わかりやすい	わかりにくい	見やすい	見にくい

3.3 実験の概要

各デバイスの操作感の評価はさまざまな段階にわたっておこなわれるため、被験者負担を考慮し、表 1 の全 25 デバイスを 2 グループに分け、それぞれ実験 1、実験 2 として実施した。

【実験刺激】実験 1: 11 デバイス, 実験 2: 14 デバイス。

【被験者】実験 1: (株)トヨタ IT 開発センター社員 25 名 (男性 13 名, 女性 12 名), 実験 2: 大学生 39 名 (男性 22 名, 女性 17 名)。なお両実験において、被験者は本研究課題と直接関わる専門知識を持たないことから、両実験データは同等のものとして扱った。

【実験方法】実験 1, 実験 2 ともに実験方法は同様である。被験者に回答用紙を用意し、以下の 3 項目の質問内容について回答させた。

1. 専門性・使用頻度: 被験者が各デバイスについてどの程度知っているか、各デバイスをどの程度使用しているかを 3 段階で回答させた。
2. 操作感の印象を表すオノマトペ: 被験者にデバイスを操作するように触れてもらい、各操作段階における操作感の印象をオノマトペで回答させた。操作段階は、1) デバイスに触れる前 (見た目) の印象, 2) デバイスに触れた瞬間の印象, 3) 各操作に対する印象, 4) 画面出力時の印象, 5) デバイス全体の評価、の 5 段階である。
3. デバイスの快 不快: 被験者が操作したデバイスの操作感を快 不快の 7 段階 SD 法で回答させた。

4. 実験結果および解析

実験の解析は以下の流れでおこなった。

1. 全被験者が回答したオノマトペを各操作段階に分けて集計。
2. 被験者ごとにデバイスの各操作段階で回答されたオノマトペの傾向から、「快」と評価した被験者、「不快」と評価した被験者に有意な違いがあるかを検証。
3. 各操作段階で回答されたオノマトペから、デバイスの全体の評価に影響を与える要因を検証。

4.1 オノマトベの集計

実験から得られた全被験者の回答オノマトベ延べ 3809 語を、各操作段階として「デバイスの見た目」、「デバイスに触れた瞬間」、「デバイスの操作」、「操作によって切り替わる画面の様子」、「デバイス全体の評価」の 5 段階に分けた。操作がデバイスによっては複数存在したため、デバイスの操作を「倒す」、「押す」、「スライド」、「回転」、「傾ける」にさらに分けた。この各段階に分けたオノマトベについて、オノマトベの延べ数、オノマトベの種類数、3 以上回答されたオノマトベの数を集計した。加えて、3 以上回答されたオノマトベの中で、反復形のオノマトベ、語末が「ッ」のオノマトベ、語末が「リ」のオノマトベ、語末が「ン」のオノマトベ、語末が「ー」のオノマトベのそれぞれを集計し、その回答割合を求めた。結果の一部を表 3 に示す。なお、オノマトベは各操作段階で最初に回答された表現（以下、第 1 オノマトベ）のみを用いた。

表 3: 操作段階ごとに想起された第 1 オノマトベ（一部）

	見た目	触れた	操作		画面切替	全体評価
			押す	回転		
延べ数	620	768	568	133	879	596
種類	210	201	238	49	348	248
3 以上	40	47	40	19	63	49
反復	22	11	25	16	31	40
「ッ」	8	1	14	3	27	3
「ン」	5	0	0	0	5	0

被験者から回答された第 1 オノマトベを分析すると、「カチカチ」、「ツルツル」といった繰り返しのオノマトベは、「見た目」、「回転」といった持続の操作に多く使われていた。また、「ツルッ」、「カチッ」といった語末「ッ」のオノマトベは、「押す」、「切り替わる画面」といった一瞬の操作に多く使われており、実験者の直感とおおよそ合致する結果が得られた。

4.2 「快」被験者と「不快」被験者の違い

次に、デバイスに対して「快」と評価した被験者と「不快」と評価した被験者とで回答したオノマトベの傾向に違いがみられるのかを分析した。本研究では、「快」と評価した被験者が回答するオノマトベには、デバイスの操作段階を通して類似したオノマトベが出現すると仮説を立てた。これは、各操作段階の操作感の印象が全体的に似ていると、最初に抱いた期待通りにスムーズに操作が進む印象をもつことで「快」と感じるのに対し、最初のイメージと異なる操作感に直面すると「不快」と感じやすいのではないかと、という HMI デバイスのユーザとしての著者らの経験上の直感と、(株)トヨタ IT 開発センター担当者の経験上の予測に基づくものである。この仮説をもとに、以下の分析をおこなった。

4.2.1 快評価被験者と不快評価被験者の分類

まず、被験者ごとに 25 デバイスに対して「快」と評価した被験者と「不快」と評価した被験者に分ける。快 不快の 7 段階評価の「どちらでもない」の 4 を基準に、1～3 を評価した被験者を「不快」評価、5～7 を評価した被験者を「快」評価とした。

本研究の実験で用いたデバイスは、市場で一定の売上のあるデバイスであったことから、明確な不快評価のデータが少ないことが考えられる。そこで、より快 不快の差が大きい被験者間での分析をおこなうことにした。「快」と評価した被験者と、「不快」と評価した被験者の快 不快の 7 段階評価の平均をそ

れぞれ取り、快評価被験者の平均値より高く評価した被験者を「より快」評価被験者、平均値より低く評価した被験者を「より不快」評価被験者とした。「より快」評価被験者と「より不快」評価被験者の間で回答に差があるか分散分析を用いて検討したところ、 $F(1, 303) = 4213.71, p < .01$ となり、有意差があることがわかった。

4.2.2 デバイス全体の評価に影響を与える尺度

被験者が各操作段階で回答した第 1 オノマトベ 3809 語を、オノマトベ感性評価システムに入力し、オノマトベが表す感性情報の印象評価値を求めた。全 47 対の評価尺度ごとに印象評価値が得られたが、47 対全てがデバイス操作感に関係があるとは限らない可能性があるため、次の手順によりデバイス評価に影響の強い尺度の抽出を行った。まず、3809 語の中から、「デバイスの全体の評価」として回答された 585 語に対して因子分析をおこない、「デバイスの全体の評価」の潜在的な因子 3 つを抽出した。因子はそれぞれ感性的な質感に影響する「感性因子」、デバイスの強さに影響する「強弱因子」、デバイス独自の特徴に影響する「強弱因子」とした。これら 3 因子の影響が強いと判断される、因子抽出後の共通性の値が 80% 以上の 16 尺度（表 4）を、「デバイス全体の評価」に影響を与える尺度として選出した。

表 4: デバイス全体の評価に影響を与える 16 尺度

明るい	暗い	安心な	不安な
かたい	やわらかい	よい	悪い
シンプルな	複雑な	親しみのある	親しみのない
爽やかな	うっとうしい	信頼できる	信頼できない
陽気な	陰気な	品質のよい	品質の悪い
重い	軽い	思い通りになる	思い通りにならない
好きな	嫌いな	見やすい	見にくい
快適な	不快な	知能が高い	知能が低い

4.2.3 各操作段階におけるオノマトベの類似性

被験者が各操作段階で回答した第 1 オノマトベに対して、「デバイスの全体の評価」に影響を与える 16 尺度上の印象評価値をオノマトベ感性評価システムを用いて求めた。これらの印象評価値について、ある段階 X の評価値とある段階 Y の評価値との相関分析をおこない、被験者の回答した各デバイスのオノマトベの印象がそれぞれの段階で類似しているのかを検証した。結果の例を表 5 に示す。

表 5: 被験者 1 「ニンテンドー 3DS」の各段階の相関

操作段階	Pearson の相関係数					
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
1) 見た目	1					
2) デバイスに触れた瞬間	.659	1				
3) スティックに触れた瞬間	.664	.872	1			
4) スティックを操作	.241	.373	.124	1		
5) 切り替わる画面	.393	.185	-.113	.796	1	
6) 全体の評価	.508	.639	.429	.669	.628	1

以上で得られた相関係数を、1) .00 ~ ±.20: ほとんど相関がない、2) ±.20 ~ ±.40: 弱い相関がある、3) ±.40 ~ ±.70: 比較的強い相関がある、4) ±.70 ~ ±1.00: 強い相関がある、の 4 つの範囲に分類し、「より快」評価被験者、「より不快」評価被験者ごとに集計した。結果は表 6 である。

表 6: 操作感オノマトペの相関の集計結果

「より快」評価被験者			
ほとんどない	弱い	比較的強い	強い
447 (12%)	406 (11%)	906 (24%)	2047 (54%)
弱い		強い	
853 (22%)		2953 (78%)	
「より不快」評価被験者			
ほとんどない	弱い	比較的強い	強い
104 (12%)	124 (14%)	191 (21%)	474 (53%)
弱い		強い	
228 (26%)		665 (74%)	

「より快」被験者と「より不快」被験者とで、回答したオノマトペの各操作段階での相関が強かった比率の間に差がみられるかを検討したところ、 $\chi^2(1) = 3.975, p < .05$ となり、「より快」被験者が回答したオノマトペの印象評価値は、「より不快」被験者の場合よりも有意に相関が強いことがわかった。このことから、すべての段階を通して「より快」と評価した被験者は、「より不快」と評価した被験者よりも類似した操作感印象をもつオノマトペを回答していたということになり、前述の仮説が実証された。

4.3 デバイスの評価に重要な要因の検討

相関分析の結果を用いて、デバイスごとに「デバイスの全体の評価」との相関係数が最も高い操作段階を調べた(表7)。その結果、「操作(ボタンを押した瞬間)」、「切り替わる画面」、「デバイスの見た目」の順で「デバイスの全体の評価」に強い影響を与えることがわかった。

表 7: デバイスの全体の評価と相関が強い操作段階

ニンテンドー 3DS (スティック)	切り替わる画面
PlayStation3 (コントローラ)	切り替わる画面
LG テレビリモコン	ボタンを押した瞬間
AQUOS テレビリモコン	見た目
ボタン高 キーボード	ボタンを押した瞬間
ボタン中 キーボード	ボタンを押した瞬間
ボタン低 キーボード	ボタンを押した瞬間
シリコンキーボード	見た目
投影型キーボード	見た目
プリウス カーナビディスプレイ	ボタンを回した瞬間
プリウス カーナビ ハードボタン	ボタンを押した瞬間
BMW ナビゲーションコントローラ	ボタンを回した瞬間
BMW テレビのチャンネル装置	ボタンを押した瞬間
Kinect	切り替わる画面
Wii リモコン	切り替わる画面
テレビリモコン	触れた瞬間
ロボット	ボタンを押した瞬間
リモートタッチ (CT)	切り替わる画面
テレビスイッチ (CT)	ボタンを押した瞬間
ジョグシャトル	ボタンを回した瞬間
トラックポイント	切り替わる画面
一般的なマウス	ボタンをスライドさせた瞬間
Magic Mouse	見た目
iPhone	触れた瞬間
iPod Classic	触れた瞬間

以上からデバイスの評価には、「デバイスの見た目」、「操作(ボタンを押した瞬間)」、「切り替わる画面」が重要であり、それらの各段階において、一貫した印象を与えるデバイスが快評価と結びつきやすい可能性があることが示された。

5. まとめと今後の課題

HMI デバイスの操作感をオノマトペで表現するとき、デバイスに対して「快」と評価する被験者の方が、各操作段階において印象が一貫している傾向があることを確認できた。本研究により、オノマトペによるデバイス操作感の評価の可能性を示すことができた。

今後は、操作者の快 不快に影響を与える要因をより詳細に検討し、オノマトペを用いてさまざまなデバイスを特徴空間にマッピングすることで、ユーザに不快感を与えないデバイスの開発支援をめざす。

6. 謝辞

本研究は(株)トヨタ IT 開発センターとの平成 24 年度共同研究によるものである。

参考文献

- [高 2001] 高欣然, 服部峻, 久保村千明, 亀田弘之: 音声入力による人型エージェントの操作感の実験的検討, 情報処理学会第 73 回全国大会, 6ZA-1, 2011.
- [Sapir 1929] Sapir, E.: A study of phonetic symbolism, Journal of Experimental Psychology, 12(3), pp.225-239, 1929.
- [Ramachandran 2001] Ramachandran, V.S., Hubbard, E.M.: Synaesthesia - A Window Into Perception, Thought and Language. Journal of Consciousness Studies, 8(12), pp.3-34, 2001.
- [坂本 2012] 坂本真樹, 渡邊淳司: 手触りの質を表すオノマトペの有効性 感性語との比較を通して, 日本認知言語学会第 13 回大会発表論文集, pp.242-245, 2012.
- [神原 2011] 神原啓介, 塚田浩二: オノマトペを用いたマルチモーダルインタラクション, 人工知能学会第 25 回全国大会, 1C2-OS4B-12, 2011.
- [伊藤 2012] 伊藤惇貴, 有沢怜士那, 加納政芳, 中村剛士, 小松孝徳: ニューラルネットワークを用いた操作平面による直感的なロボット動作生成, 人工知能学会第 26 回全国大会, 1M2-OS-8b-5, 2012.
- [藤沢 2006] 藤沢望, 尾畑文野, 高田正幸, 岩宮眞一郎: 2 モーラの擬音語からイメージされる音の印象, 日本音響学会誌, 62(11), pp.774-783, 2006.
- [清水 2011] 清水祐一郎, 坂本真樹: 音象徴的意味を利用したオノマトペ生成・イメージ判定システム, 人工知能学会第 25 回全国大会, 1C2-OS4b-2, 2011.
- [飯場 2012] 飯場咲紀, 志賀彩乃, 坂本真樹: オノマトペによる色彩提案システム, 人工知能学会第 26 回全国大会, 1M2-OS-8b-4, 2012.