

オノマトペの音象徴性を利用した HMI デバイス操作感の定量化

Quantification of the HMI device operational feeling using the sound symbolism of onomatopoeia

草場 祐亮^{*1}
Yusuke Kusaba

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

Various studies have focused on usability of HMI devices. However, feelings and emotion when users operate them have not been considered carefully. Japanese is known to have a large number of onomatopoeic words to express sensory experiences. Thus, in this paper we investigated sound symbolic associations between phonemes of Japanese onomatopoeia and operational feelings. We conducted a psychological experiment in which participants were asked to use HMI devices and to describe operational feelings by onomatopoeia and evaluate comfort/discomfort. As a result, we have identified phonemes that are related to operational feelings and shown that onomatopoeia is effective for quantifying operational feelings of HMI devices.

1. はじめに

近年、システムの高度化に伴い HMI デバイス(以下デバイス)が多様化し、様々な分野でデバイスに関する研究が行われている。しかし、操作時の感性的側面は十分に測定されていないことが指摘されており[高 2011]、デバイスを使用した際にユーザが感じる操作感の快・不快の測定手法に関する研究は行われていない。操作感の快・不快が、デバイスそのものの動特性以外に、そのデバイスの表面の触感や、動作設定値など、さまざまな要因で複合的に表されるものであるためであると考えられる。

そこで、本研究では、このような複合的要因と関連するデバイスの操作感の快・不快を定量的に評価するための指標として、操作感を表現する際に頻繁に用いられるオノマトペ(擬音語と擬態語の総称)に注目する。

われわれは、日常、「さくさく」、「がたがた」などの表現を用いて、直感的に操作感を表現している。オノマトペは五感に強く関連する語であり、人間の感性を直感的に表現した語である[矢口 2011]。また、オノマトペは、それが表す感覚イメージとそれを構成する音韻との間に強い結びつき(音象徴性)があることが知られている[Hamano 1986]。

感性評価における快・不快と音韻の関係性に関する研究[渡邊 2011]では、被験者に様々な触素材に触れてもらい、その感覚をオノマトペで表現してもらうとともに、同じ素材に対して、快・不快の感性判断を行う実験を行い、触感覚の快不快とそれを表すオノマトペの音韻の関係性及び触感覚における快不快の感覚カテゴリについて考察している。これにより、例えば、「ふかふか」というオノマトペに含まれる子音/h/は有意に触感覚の快を、「ざらざら」というオノマトペに含まれる子音/z/は有意に触感覚の不快と結びつくことが明らかとなるなど、触感覚特有の音象徴と音韻と触感覚の快・不快の関係を分析している。

以上から、本研究では、複合的な要因を一語で表現することのできるオノマトペに着目し、オノマトペを操作感の快不快の評価指標として用いる方法を提案する。音韻と快・不快の間に操作感特有の関係性を見出し、オノマトペで表される操作感にかかわる情報の定量化を行う。これにより、より快適なデバイス

の共通点を音韻から探り、最適な動作環境の設定が行える可能性について述べる。

2. 心理実験

本研究では、感性的印象が音韻に反映されるオノマトペの音象徴性に着目し、ユーザの操作感の快・不快と音韻の関係性分析することで、操作感にかかわる情報の定量化を行うことを目的とする。上記の目的を達成する為に、心理実験を行った。

2.1 実験素材の選定

本研究では、操作感の快不快評価に適したデバイスを選定するため、高ら(2011)に基づき、操作感を『何かを操作する上で、操作方法や操作結果に影響され、人の心の中に生じる感覚や感情のこと。』と定義した。これにより、操作を行うことにより何らかの感性的印象の変化が生じるデバイスを実験で用いることを考えた。様々な種類のデバイスの中から、被験者がデバイスを操作した際の快・不快の変化がわかりやすいと判断したデバイスとして、操作によって画面変化が生じるようなユーザインタフェースの入力装置 10 デバイスを選定した(表 1)。

表 1 選定したデバイス

有線マウス	無線マウス
トラックボールマウス	ジョイスティック
ゲームパッド	ペンタブ
キーボード	シリコンキーボード
Leap Motion	iPad

次に、動作環境がデバイスの操作感に与える影響を考慮するため、これらの実験素材のデバイスに対し、例えばマウスのカーソルスピードについて速い・普通・遅いなどの動作環境設定値を付与することで、全 21 パターンのデバイス操作環境を実現した(表 2)。

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, sakamoto@hc.uec.ac.jp

表 2 デバイス操作環境

デバイス種類	動作環境
有線マウス	普通・早い・遅い
無線マウス	普通・早い・遅い
トラックボールマウス	普通・早い・遅い
ジョイスティック	普通・早い・遅い
ゲームパッド	普通・早い・遅い
ペンタブ	環境設定なし
Leap Motion	環境設定なし
iPad	早い・遅い
キーボード	環境設定なし
シリコンキーボード	環境設定なし

2.2 実験方法

本実験は、被験者にデバイスを複数種類操作してもらい、その際に直感的に想起した操作感に関するオノマトペの音韻と、それぞれのデバイスの操作感の快・不快に関する評価値との関係性から、快・不快に強く影響する要素を明らかにすることを目的としている。20 代男女 18 名(男性被験者 11 名, 女性被験者 7 名)を被験者とし、デバイスをランダムに提示し、それぞれに応じた操作方法でパソコンを操作してもらった。操作したときに感じた快不快を 7 段階SD法で評価させたのち、操作時に想起したオノマトペを複数個回答させた。

2.3 結果

本実験の結果、操作感を表すオノマトペ 1180 個、および各デバイスの操作感の快・不快を評価した値(快不快評価値) デバイス 21 種×被験者 18 名 = 378 パターンのデータを得た。得られたオノマトペのうち、全体の 83.9%を占めていた C1V1C2V2 C1V1C2V2(さくさく等)形態のオノマトペを解析に用いた。音韻は第1モーラの母音と子音、第2モーラの母音と子音とで音象徴的意味が違ふとされるため[Hamano, 1986], 解析では、各オノマトペを第1モーラと第2モーラに分解し、子音の種類(k,g,s,z,t,d,n,h,b,m,y,r,w,ky, sy, ty, ny, hy, by, py), 母音の種類(a,i,u,e,o), 語末の N をそれぞれのモーラにおいて判別した。また、角岡 (2007)において、オノマトペの音韻は第2モーラに比べ第1モーラの方が感覚的なイメージと関連が強いことが示されていることから、第1モーラに関して集計を行った。その後、全体の快不快評価値平均に対して、各音韻の快不快評価値平均に有意差があるかどうかを調べるために、t 検定を行った。(表 3)

表 3 t 検定結果 (一部)

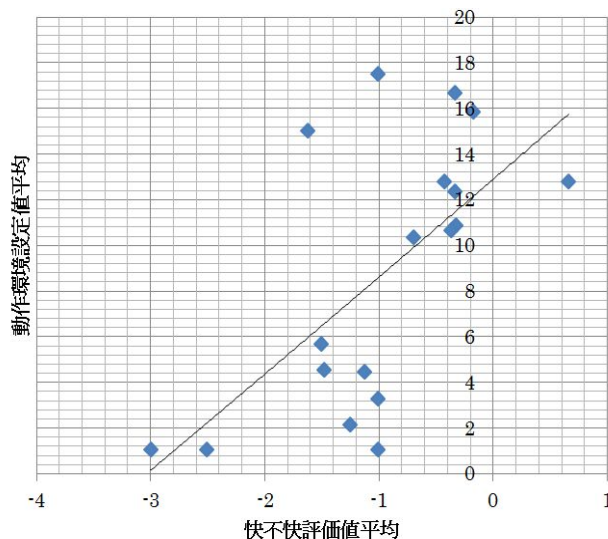
	音韻	個数	評価値平均	有意水準
全体			-0.342	
子音	s	286	0.668	***
	n	113	-1.142	***
	g	105	-1.181	***
	z	53	-1.189	***
	m	26	-1.308	**
	b	22	-2.045	***
母音	u	502	-0.203	
	a	243	0.169	***
	o	207	-1.145	***
	i	23	-1.087	*
	e	15	-1.067	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

検定結果より、子音”s”と母音”a”は有意に操作感の快を表すことがわかった。これは、例えば「さらさら」や「さくさく」といったオノマトペが該当する。これらのオノマトペは一般的に操作感の快を表すものとして用いられている。一方で、子音”n,g,z,b”と母音”o”は有意に操作感の不快を表すことがわかった。これは、例えば「のろのろ」や「ぐりぐり」、「ずりずり」といったオノマトペが該当する。これらのオノマトペは一般的に操作感の不快を表すものとして用いられている。このように、操作感の快・不快評価は、デバイスの操作感を表す際に用いられるオノマトペの音韻に反映されることがわかった。以上より、オノマトペの音韻と操作感の快・不快との間には強い関係性が見られることから、オノマトペを操作感の評価指標として用いることが可能であることが示された。

これにより、動作環境と操作感の快・不快の関係性についても把握することができる。例えば、本研究の実験においてマウスのカーソルスピードを設定する際に用いた動作環境設定値に着目し、想起されたオノマトペの音韻に関して、それぞれ快不快評価値平均と動作環境設定値平均を算出し、それらの関係性をグラフで確認すると(図 1)、全体として正の相関がある一方で、動作環境設定値が高すぎても不快だと評価されていることがわかる。また、動作環境設定値が 12 の値を取るときに、もっとも操作感の快に近づくということも確認することができ、マウスの最適な動作環境を推定することができる。

図 1 快不快評価値と動作環境設定値の関係性



3. オノマトペによる操作感の定量化

3.1 操作感オノマトペの選定

本研究では、従来測定が難しいとされてきた操作感の快不快の評価手法としてオノマトペを用いることで、操作感の快・不快をはじめとする評価尺度について、定量的な評価をする手法を提案した。また、動作環境設定値と操作感の快不快の関係性を把握できることについても示した。

続いて、実験で得られたオノマトペから操作感に関する代表オノマトペの選定を行った。分析で得られた操作感に關係のある音韻を含み、その数が 5 個以上であるようなオノマトペを操作感オノマトペとした。その結果、30 語のオノマトペを選定された。(表 4 にその一部を示す)

表 4 操作感オノマトペ (一部)

さらさら	すいすい	のろのろ	ぐいぐい
ぬるぬる	すらすら	するする	さくさく
ずるずる	ころころ	くるくる	かたかた

ここで、オノマトペ質感評価システム[清水 2014]を用いて、オノマトペで表される操作感を操作感に関連する形容詞尺度ごとに定量化した。この質感評価システムを利用することで、1 度のオノマトペの入力で、操作感に関わる複数の要因を形容詞尺度ごとに表現可能になる。また、新奇性のあるオノマトペ入力について対応することができる。

3.2 オノマトペ印象評価システム

あらゆるオノマトペを対象としてその感性的印象を評価するため、オノマトペ印象評価システムでは、オノマトペを構成する子音・母音、濁音の有無などからオノマトペの印象を予測するモデルによって 43 対の形容詞尺度に定量化を行っている。その印象予測モデル、各音韻特性の印象を線形和で表した次のような式が提案されている。

$$\hat{V}_i = X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} + \dots + X_{i43}$$

この式において、ある形容詞尺度 ($i = 1, 2, \dots, 43$) について、 \hat{V}_i はその尺度の印象予測値、 $X_{i1} \sim X_{i43}$ は各音韻要素のカテゴリ数 (各音韻特性が印象に与える影響の大きさ) を表す。

$X_{i1} \sim X_{i5}$ は第 1 モーラの子音行、濁音・半濁音、拗音、小母音、母音、語中標識の数量であり、 X_{i6} は第 1 モーラに付く特殊語尾 (撥音「ん」・促音「っ」・長音「ー」) の数量である。また、 $X_{i7} \sim X_{i11}$ は第 2 モーラの子音行、濁音・半濁音、拗音、小母音、母音、語末標識の数量、 X_{i12} は第 2 モーラに付く特殊語尾であり、 X_{i13} は反復の数量を表す。

数量化理論 I 類を用いて、各形容詞尺度に対するカテゴリ数を算出し、このカテゴリ数によって音韻要素のオノマトペ全体に与える影響の大きさを計算できる。例えば、「ふわふわ」というオノマトペは「かたい-やわらかい」の評価尺度において、音韻特性は、ふわ(/h/ /u/ /w/ /a/) の反復であり、第 1 モーラは/h/ /u/、第 2 モーラは/w/ /a/なので、以下の式で印象が予測できる。

$$\begin{aligned} \hat{V}_1 &= X_{i1} + X_{i5} + X_{i7} + X_{i11} + X_{i13} \\ &= (-0.1) + (2.54) + (1.37) + (1.64) + (0.72) = 6.17 \end{aligned}$$

本モデル式の印象予測値は、7 段階カテゴリ尺度で設定されているため、予測値 6.17 は「かたい-やわらかい」(1~7) の評価尺度において、「やわらかい」印象が強いことが分かる。被験者による音韻の印象評価実験で、「ふわふわ」を同尺度で評価した実測値 (被験者の回答した印象評価値の平均) は 6.54 であり、予測値と実測値に近い値となった。また、新奇性の高いオノマトペの印象推定においても、高い有効性が得られている。

3.3 システムを用いた定量化

システムで出力される形容詞尺度 43 尺度のうち、操作感に関係のあるものを被験者三名に選んで回答してもらい、7 尺度を選定し、システムによる解析を行った。その結果の例を表 5 に示す。

なお、各形容詞尺度における出力結果の評価値が 1 に近づくほど、そのオノマトペが形容詞尺度の左側の形容詞と関連があることを表し、7 に近づくほどそのオノマトペが形容詞尺度の右側の形容詞と関連があることを表す。

表 5 システムの出力結果 (一部)

	さらさら	のろのろ
かたい-やわらかい	3.72	5.49
抵抗力のある-抵抗力のない	5.23	4.47
弾力のある-弾力のない	6.16	4.22
重厚な-軽快な	5.5	3.6
鋭い-鈍い	3.44	5.74
爽やかな-うっとうしい	3.27	5.34
なめらかな-粗い	3.85	3.19

この結果、「さらさら」が「抵抗力がない」「弾力のない」「軽快な」といった形容詞表現で高く評価されているのに対し、「のろのろ」は「やわらかい」「重厚な」「鈍い」「うっとうしい」といった形容詞表現で高く評価されていることがわかる。このように、様々な要因で表される操作感の快・不快を一語で表現しているオノマトペを解析することで、複数の形容詞尺度ごとに操作感に関わる要因を分解し、定量化することができた。

4. おわりに

本研究では、複合的要因で表されているために測定が困難とされてきた操作感の快・不快に関して、それらを一語で表現するオノマトペの音象徴性を用いることによって定量的な分析を行った。その結果、操作感の快・不快両方の側面に対して有意に関係性のある音韻を特定し、それらと動作環境設定値との関係性から、最も操作感が快であるような動作環境設定値を推定することが可能であることを示した。また、オノマトペ質感評価システムを用いることによって、オノマトペで直感的に表される操作感に関して、操作感に関わる 7 尺度での評価値が得られることを示した。これにより、様々な要因で表される操作感の快・不快を一語で表現しているオノマトペを解析することで、複数の形容詞尺度ごとに操作感に関わる要因を分解し、定量化することができた。

参考文献

- [高 2011] 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, 全国大会講演論文集, (1), pp.217-219, 2011
- [矢口 2011] 矢口幸康: オノマトペをもちいた共感覚的表現の意味理解構造, 認知心理学研究, 8(2), pp.119-129, 2011.
- [Hamano 1986] Shoko Hamano: The Sound-symbolic System of Japanese, Doctoral dissertation, Gainesville, University of Florida, 1986.
- [角岡 2007] 角岡賢一: 『日本語オノマトペ語彙における形態的・音韻的体系性について』, 東京:くろしお出版.
- [渡邊 2011] 渡邊淳司, 加納有梨紗, 清水祐一郎, 坂本真樹: 触感覚の快・不快とその手触りを表象するオノマトペの音韻の関係性, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 16(3), pp.367-370, 2011
- [清水 2014] 清水祐一郎, 土斐崎龍一, 坂本真樹: オノマトペごとの微細な印象を推定するシステム, 人工知能学会論文誌, 29(1), pp.41-52, 2014.