

SPIDAR-tablet を用いた力覚情報を付加したメールアプリケーションの開発

Development of the e-mail application with haptic information using SPIDAR-tablet

田村 理乃^{*1} 岡田 将吾^{*1} 新田 克己^{*1}
Ayano Tamura Shogo Okada Katsumi Nitta

^{*1}東京工業大学大学院 総合理工学研究科知能システム科学専攻
Interdisciplinary Graduate of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

The objective of this study is to develop a user interface which transmits the emotion by embedding haptic information in a text message. We proposed an email system using a haptic interface: SPIDAR-tablet. Using this system, a user can attach emotional information to an email in the form of haptic behaviors. We conducted a preliminary experiment to evaluate the effect of transmitting emotional information by this system. Then, we analyzed how an user added haptic behaviors to the sentences in an old story of Japan.

1. はじめに

近年の情報社会において、電子メールやチャット、Twitter、Facebookなどのテキストベースコミュニケーションは多くの人にとって必須のものとなっている。対面のコミュニケーションでは、表情や身振りなどの非言語情報による感情伝達や臨場感は大きな役割を果たしているが、電子コミュニケーションは非対面のため、感情的な要素が正確に伝わりにくいことが指摘されている[10]。加藤ら[5]による、電子掲示板でのテキストベースコミュニケーションにおける感情面を測定した研究では、書き手がよりネガティブな感情で投稿した投稿文に対しては、読み手の感情解釈の正しさが低くなる傾向があったことが指摘されている。近年はより正確な感情を伝えるために絵文字や顔文字が使用されており、電子メールでは顔文字を使うことでコミュニケーションが良好になる可能性が示唆された[4]。しかし、加藤ら[6]の顔文字で感情を相手に伝える役割に注目した研究において、ネガティブ感情を表す顔文字の方が、ポジティブ感情を表す顔文字に比べてより感情解釈の種類が多く、書き手の感情が正確に伝わらない可能性が指摘されている。

テキスト以外の感情伝達方法として、力覚を利用する方法が提案されている。D.Bonnetら[1]は、さまざまな力覚パターンから受ける感情を分析し、アバターの表情とそれに対応した力覚を組み合わせることによって、その表情から読み取った感情の認識を高められることを明らかにした。しかし、テキストでの感情伝達方法に力覚を使用する研究はあまり行われていない。

また、力覚の研究で多く用いられるFalcon[7]などのハプティックデバイスは非常に高価なものであり、一般的に普及させるのは困難である。筆者らが提案したSPIDAR-tablet[11]は従来の力覚デバイスよりも安価で容易に使用でき、一般の人が扱うハプティックデバイスとして適していると考えられる。Falconなどと比較すると、最大提示力が低く単純な力覚しか提示できないが、そのような力覚によっても感情を表現することができれば、より一般的に感情表現のために力覚を利用出来る可能性がある。また、Immersion社のIntegrator[2]はタッチパネルを用いたデバイスにおいて簡単な力覚を提示できる技

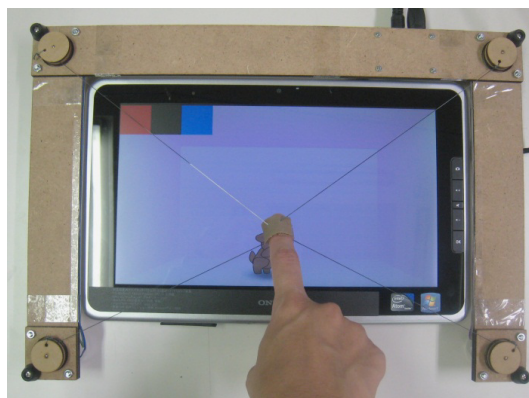


図 1: SPIDAR-tablet の外観

術であり、すでにこれを搭載したスマートフォンなどが製品化されてる、このことから、単純な力覚を提示するハプティックデバイスが今後一般的になる可能性がある。

本研究は、SPIDAR-tablet[11]を用いた、力覚情報を付加した電子メールを作成できるアプリケーションを提案する。本アプリケーションはユーザが任意のテキストに力覚を付加することができ、力覚によって感情を表現することでより正確にユーザの感情を伝達する事を目的とする。

2. SPIDAR-tablet について

SPIDAR-tablet は、タブレット PC におけるタッチパネル操作に力覚を付加することができるインタフェースであり、製作容易性、接続容易性、安価性、必要十分な力覚提示力を持つ。デバイスを特別な工具なしで作成でき、インタフェース同士をネットワークに接続させることも容易である。各ハードウェアの部品は安価で、ハプティックデバイスを複数台導入することが容易である。そして、物体に当たった時の感覚を十分に提示できる最低限の力覚提示が可能である。

2.1 システム構成

SPIDAR-tablet の外観を図 1 に、システム構成を図 2 に示す。SPIDAR-tablet は、タブレット PC と SPIDAR-mouse システム [9] を組み合わせで作成された。タブレット PC にはタッチパネルインタフェースが搭載されており、指で画面を触ることで PC 操作を行うことができる。モータや糸、PIC コ

連絡先: 田村理乃, 〒 226-8502 神奈川県横浜市
緑区長津田町 4259 J2-53, 045-924-5205, E-
mail:tamura@ntt.titech.ac.jp

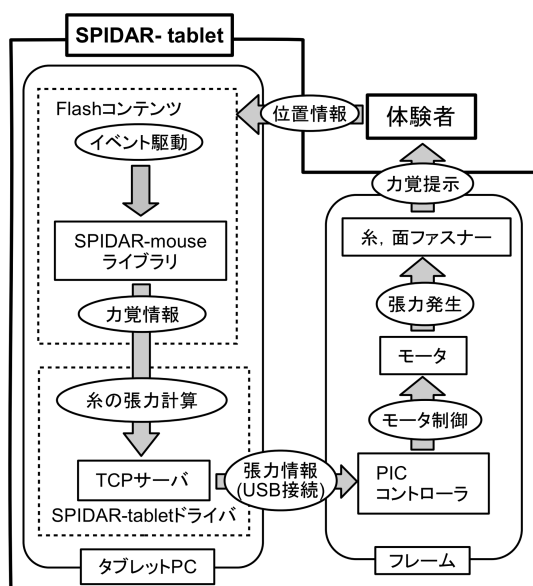


図 2: SPIDAR-tablet のシステム構成

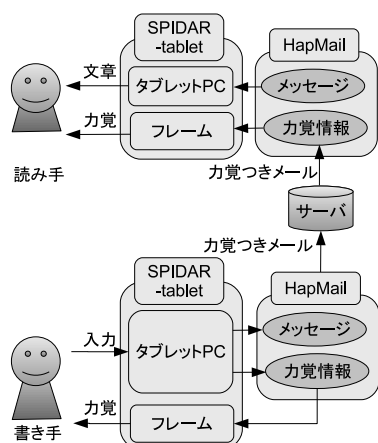


図 3: 力覚つきメールアプリのシステム構成図

ントローラから構成されるフレームとタブレット PC は USB 接続され、モータの制御信号を PC から PIC コントローラへ送信する。力覚提示には糸の張力を用い、モータで糸の張力を制御することで、タブレット PC の画面上における 2 次元平面の任意の方向へユーザの指に力覚を提示する。

3. 力覚つきメールアプリケーション

本研究では、SPIDAR-tablet[11] を用いて、力覚情報を付加した電子メールを作成できる、力覚つきメールアプリケーションを作成した。メールアプリケーションは、メール作成部分とメール受信部分の二つに大きく分けられる。メール作成部分ではユーザが任意のテキストに力覚を付加でき、メール受信部分では、送られたメッセージを読むのと同時に力覚がユーザに提示される。本アプリケーションを用いることによって、言葉や絵文字だけでは受け取り方に個人差が出る感情を正確に伝えられる可能性がある。

3.1 システム構成

力覚つきメールアプリケーションのシステム構成図を図 3 に示す。メールの書き手、読み手は本アプリケーション使用時に SPIDAR-tablet を装着する。力覚つきメールはメッセージと力覚情報の 2 つの要素をもち、サーバを介して送受信され

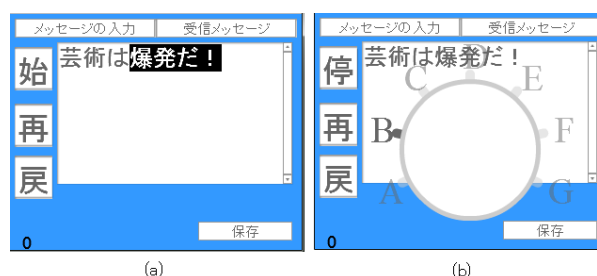


図 4: 力覚つきメールアプリケーション

る。メールの読み手は、受信したメールを読む時に SPIDAR-tablet からメッセージと力覚が提示される。メールの書き手は、SPIDAR-tablet を用いてメッセージと付加する力覚情報を入力し、メールを作成する。

3.2 メール作成画面

メールの書き手は図 4 のような画面で、メッセージと力覚情報の入力を行う。メール本文であるメッセージを入力した後、任意のテキストを選択し、力覚記録ボタンを押して力覚情報を入力する。

力覚情報を入力する手順を述べる。はじめに、ユーザは 1: テキストボックスにメッセージを入力する。次に、2: テキストをドラッグにより選択し (図 4(a)), 3: 力覚記録開始ボタン「始」を押す。その後、図 4(b) に示した画面が表示される。選択ボタンの A ~ G には異なる種類の力覚情報が保存されており、選択ボタンに触れるとそれぞれの力覚がユーザに提示される。ユーザは自分の感情を表すのに適切な力覚を選択する。最後に 4: 力覚記録停止ボタン「停」を押すと力覚情報の入力完了し、図 4(a) の画面構成に戻る。ここで、選択できる力覚の種類については、第 4 章 1 節を参照されたい。

「再」ボタンは力覚を付加したメッセージを再生することができる。「再」ボタンを押すと、テキストボックスの下部にメッセージが右から左へ 80px/s の速さでスクロールされる。力覚を付加した該当文字が画面に表示されるタイミングで、付加した力覚がユーザに提示される。

メッセージと力覚情報の入力終了したら、送信ボタンを押す。メールは下記のような XML 文書として保存され、メールサーバへ送られる。力覚つきメールは、"message" と "haptics" 要素で構成され、それぞれメッセージ本文と付加する力覚情報に対応する。"haptics" 要素の中では、付加する力覚各々が別々の要素として記述され、それぞれの要素は "start", "end", "data" の 3 つの属性を持つ。"start" 属性は力覚情報を付加したテキストの先頭が何文字目であるか、"end" 属性は同様のテキストの末尾が何文字目であるか、"data" 属性はテキストに付加した力覚の種類を表している。

```
<hapmail>
<message> 芸術は爆発だ! </message>
<haptics>
<haptic start="4" end="7" data="1"/>
</haptics>
</hapmail>
```

3.3 メール受信画面

力覚つきメールを受け取ったユーザがメールを開くと、メール作成画面で「再」ボタンを押した時と同様に、力覚を付加したメッセージを再生することができる。画面上にメッセージが右から左へスクロールされ、力覚を付加した該当文字が画面に表示されるタイミングで、付加した力覚がユーザに提示さ

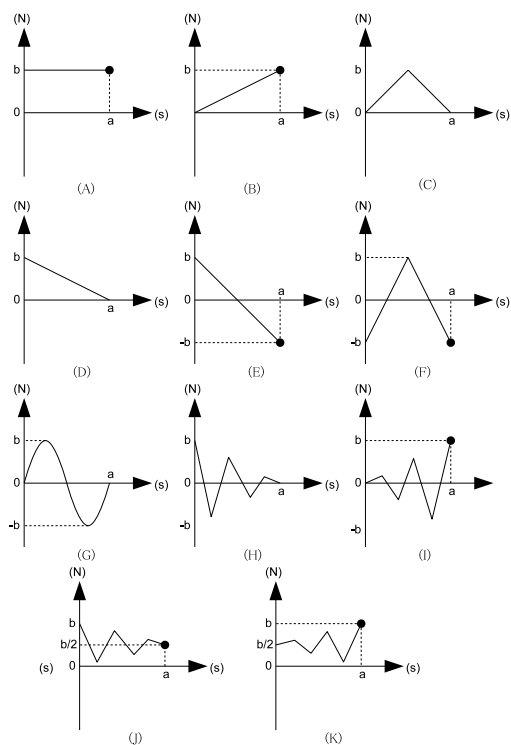


図 5: 力覚パターン

れる。

4. 力覚パターン選択肢のための予備実験

4.1 力覚パターンについて

提示する力覚パターンについて述べる。SPIDAR-tablet は二次元平面のあらゆる方向に力を提示することができるが、本実験では水平方向のみの力を扱う。SPIDAR-tablet の水平右方向を正として提示する力の大きさを縦軸に、力が提示される時間を横軸として表した、A~K の 11 種類の力覚パターングラフを図 5 に示す。力が提示される時間を a(秒)、提示する力の最大値を b(N) とする。本実験では、 $a=1.0$, $b=2.0$ と設定した。また、SPIDAR-tablet は、連続的に力を提示したり、断続的に振動させることができる。本実験では、図 5 の 11 種類の力覚パターンを断続的に 10Hz の周波数で提示するもののみを扱った。

4.2 実験概要

第 3 章で述べたメールアプリケーションにおいて、ユーザはメッセージに力覚を付加する際、複数の限られた種類の力覚から好みの力覚を選ぶことができる。しかし、多くの力覚パターンを用意しても、中には等しいものだと感じる力覚パターンの組み合わせが存在するかもしれない。本実験の目的は、ユーザが選択する力覚の種類を決定することである。満たすべき要件は、力覚の選択肢すべてが異なるものであるとユーザが認識できることである。本実験では、筆者らが考えた 11 種類の力覚パターンについて被験者が比較する実験を行う。被験者は 11 種類の力覚からランダムに選ばれた 2 種類の力覚を比較し、どの程度異なっているかを 4 段階で評価する。これをすべての組み合わせについて調べた後、クラスター分析を行うことで明らかに異なると感じた代表的な力覚を選び出す。選び出した力覚パターンは、第 3 章で述べたメールアプリケーションで使用できる力覚の選択肢にする。本稿では、ある被験者一人(20代, 男子, 本大学院生)が本実験を行い、その実験結果を用い



図 6: 力覚パターン比較用アプリケーション

表 1: 力覚パターンの類似度行列

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A		1	1	1	2	4	3	4	4	2	2
B	1		1	1	3	3	4	4	4	3	2
C	1	1		1	2	3	3	4	4	2	2
D	1	1	1		3	4	2	4	4	2	2
E	2	3	2	3		2	2	4	4	3	3
F	4	3	3	4	2		3	4	4	2	3
G	3	4	3	2	2	3		4	4	3	3
H	4	4	4	4	4	4	4		1	3	3
I	4	4	4	4	4	4	4	1		4	2
J	2	3	2	2	3	2	3	3	4		2
K	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	

て力覚パターン選択肢を決定し、力覚つきメールアプリケーションに適用する。

4.3 実験手順

被験者は図 6 のような実験アプリケーションを操作する。A, B のボタンを押すと、異なる力覚が被験者に提示される。被験者は 2 つの力覚を比較し、類似度を 4 段階(1: 全く区別できない~ 4: 明らかに異なる)で評価し、該当する数字を選択する。2 パターンの比較は、11 種類の力覚パターンすべてについて実施するため、55 回行う。

4.4 実験結果

前節の力覚パターン比較用アプリケーションにより、ユーザの感じる各力覚パターンの類似度合いを調査した。被験者が実験を行い、11 個の力覚パターンの類似度行列を作った(表 1)。この類似度行列に対して凝集型階層的クラスタリングを行い、力覚パターン群から代表的な力覚パターン集合を計算した。

提案システムでは、出来る限り多様な力覚パターンをユーザに使ってもらいたいため、各クラス内の分散を小さくする目的で類似度が 1 以下のパターン同士しかークラスには属さないような制約を加えた。完全リンク法によりクラスを併合した結果、7 つのクラス(A, BCD, E, F, G, HI, JK)に併合することが妥当であると判断し、この結果を力覚パターン選択肢として力覚つきメールアプリケーションに適用した。

5. 物語を題材とした評価実験

5.1 本実験の意義

感情は複雑なものでありその取り扱いは容易ではない。本研究で提案したメールアプリケーションの評価実験を行う際、上記のような問題が存在するため、メッセージに使用する題材は、感情表現が比較的単純であると考えられる「物語」にした。「物語」を題材とした感情を表現する研究は伊藤ら [3] が行っており、伊藤らは以下のような物語の特徴を挙げている。

- 写実的ではない。
- 場面構成が複雑ではない。
- 主人公中心であり、人間関係が単純である。
- 文脈が比較的単純である。

物語は単純な言葉で語られ、文脈も複雑ではないことから、物語のテキストから感情を読み取ることが比較的容易にできると考えられる。登場人物の感情も、喜ぶ、悲しむなど基本的なものが多い。物語の上記のような要素は本研究においても有用であると考え、物語の中でも特に広く知られている昔話を題材とした。本研究はメールアプリケーションの提案であり、メールの文章はすなわち会話であることから、実験で用いるメッセージは昔話の中でも台詞部分に限定した。

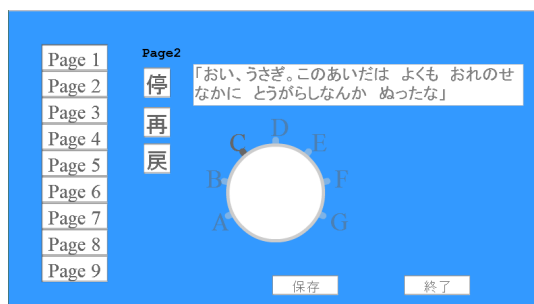


図 7: 実験用物語アプリケーション
表 2: 力覚を付加した物語の台詞の例

言葉	力覚	理由
おい、うさぎ	H, I	きつく呼びかけているから、動きの強い振動を選択
よくも	G	感情がこもっているから
めったな	H, I	述部は感情がこもっている感じなので強めのものを選択

5.2 実験内容

本実験では、広く知られている日本の昔話 “かちかちやま” [8] をメッセージの題材とした。被験者は力覚つきメールアプリケーションを使用して、“かちかちやま”の後半部分のセリフに力覚をつける。実験で用いる物語アプリケーションの画面構成を図 7 に示す。アプリケーションの機能は第 3 章で述べたものと等しく、アプリケーション内の力覚パターン選択肢には第 4 章 4 節の実験結果を用いた。本実験の被験者は第 4 章の予備実験を行った被験者と同じである。被験者はメッセージに力覚を付加し終えた後、すべての付加した力覚について付加した理由を自由記述した。

5.3 実験結果と考察

表 2 に実験結果の一部を示す。なお、表 2 の例で用いた台詞は以下のとおりである。本実験の被験者は “呼びかけ” や “述部” に力覚を付加する傾向があった。また、自由記述の内容から、被験者は感情をこめるためや、強調するために力覚を付加している。今後、多くの被験者実験を行うことで、メールの書き手が力覚を付加するために選択する言葉に法則性があるのかを調べる必要があるだろう。

「おい、うさぎ。このあいだは よくも おれのせなかに とうがらしなんか めったな」

また、被験者の自由記述の内容から、力覚パターン H, I は強い、力覚パターン E は強くないと感じていることがわかった。すべての力覚パターンの最大提示力は等しいことから、力覚の波形によって感じる強さかわると考えられる。また、自由記述から、メッセージをより強調したいときに強い力覚を付加していることがわかった。よって、力覚のパターンや強さと、メッセージの強調の度合いとの間に相関があるかもしれない。また、どのような感情を表そうとしたのかを調べられれば、感情の種類と力覚パターンとの対応を見つけられるかもしれない。

6. おわりに

本研究は、SPIDAR-tablet を用い、力覚情報を付加した電子メールを作成できるアプリケーションを提案した。本アプリケーションにおいて、テキストメッセージに力覚を付加し感情を表現することで、誤解なく正確にユーザの感情を伝達することを目的としている。また、一人の被験者に対して、力覚つき

メールアプリケーションに用いられる力覚パターンを選択するために予備実験を行い、物語を題材とした力覚つきメッセージを被験者が作成する評価実験を行った。その結果、被験者は感情をこめるためや、強調するために力覚を使用する可能性が示唆された。

今後は、本稿で提案した予備実験を複数の被験者に行ってもらい、力覚つきメールアプリケーションに用いる力覚パターンを決定する予定である。また評価実験においても多くの被験者に行ってもらい、力覚を付加するテキストの傾向や、付加する力覚パターンと台詞の強調の度合いとの関係を調べる。

参考文献

- [1] David, B., Mehdi, A. and Jean-Claude, M. C.: Improvement of the recognition of facial expressions with haptic feedback, Haptic Audio Visual Environments and Games, pp.81-87 (2011)
- [2] Immersion: Integrator, <http://www.immersion.com/products/integrator/index.html>
- [3] 伊藤 京子, 石井 裕剛, 下田 宏, 吉川 榮和: 物語の心を伝えるアフェクティブインタフェースの研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集, pp.199-202 (2000)
- [4] 加藤 由樹, 杉村 和枝, 赤堀 侃司: 電子メールを使ったコミュニケーションにおいて生じる感情への電子メールの内容の影響, 日本教育工学会論文誌, vol.29, no.2, pp.93-105 (2005)
- [5] 加藤 尚吾, 加藤 由樹, 赤堀 侃司: 電子掲示板上のコミュニケーションにおける参加者間の感情伝達の程度と感情面との関係の分析, 日本教育工学会論文誌, vol.30, pp.25-28 (2006)
- [6] 加藤 尚吾, 加藤 由樹, 小林 まゆ, 柳沢 昌義: 電子メールで使用される顔文字から解釈される感情の種類に関する分析, 日本教育情報学会学会誌, vol.22, no.4, pp.31-39 (2007)
- [7] Novint: Falcon, <http://www.novint.com/index.php/products>
- [8] おざわ としお, 赤羽 末吉: かちかちやま, 福音館書店 (1988)
- [9] 佐藤 誠, 一色 正晴, 林 理平, 赤羽 克仁: Open source interface, spidar-mouse について, 2009 年度 HCG シンポジウム (電子情報通信学会), pp.C6-2(2009)
- [10] Sara, K., David, Z., Anne, M. M. and Valerie, G.: Affect in computer-mediated communication: an experiment in synchronous terminal-to-terminal discussion, Human-Computer Interaction, Vol.1, pp.77-104 (1985)
- [11] 田村 理乃, 村山 淳, 平田 幸広, 佐藤 誠, 原田 哲也: タブレット PC のための力覚インタフェース SPIDAR-tablet の張力計算方法の開発とその評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.4, pp283-290 (2011)