

Word2Belt: テキスト空間を表現するベルトによる通知システム

大島 裕明* 加藤 誠* 山本 岳洋*

概要. 本研究では、複数の振動モーターを用いてテキスト情報を通知することを目的とするシステム「Word2Belt」を提案する。Word2Belt は、8 個の振動モーターが配置されたベルト型デバイスと PC 上の制御ソフトウェアからなる。テキスト情報を 8 次元ベクトルとして表現し、それを基に振動モーターを動作させることで、テキスト情報をベルトの振動として表現する。テキスト情報のベクトル化には Word2Vec を利用する。個人が送受信した全てのメールをコーパスとして用いることで、ユーザにとって類似する語は類似する動作として表現される。Word2Belt を利用したアプリケーションとして、メールを受信した際に、その内容を通知するシステムを作成した。

1 はじめに

現在、スマートフォンや携帯電話、さらにはスマートウォッチなどの携帯端末が普及し、インターネットに接続された情報端末をいつでもどこでも持っている状況が一般的となっている。しかし、常に携帯端末を閲覧して情報取得を自由に行えるわけではない。たとえば、来客者との会合中に携帯端末が受信したメールなどを確認することはもちろんのこと、時間を確認することすら、会話している相手に嫌がられる場合がある。

携帯端末にはバイブレーション機能があり、振動モーターの動作によってメールやショートメッセージの受信などを通知させることが可能である。携帯端末を身体に密着させて持っている場合、振動モーターの動作は他者に気づかれにくい。しかし、一つの振動モーターの動作ではあまり豊富な情報を伝えることはできず、たとえば、どのような種類のメールが届いたのかを一つの振動モーターで表現することは難しい。

そこで、本研究では、複数の振動モーターを用いてテキスト情報を通知することを目的とするシステム「Word2Belt」の開発を行った。Word2Belt は、8 個の振動モーターが配置されたベルト型デバイス(図 1)と、そのデバイスを制御する PC 上のソフトウェアからなる。ソフトウェアは、与えられたテキスト情報を 8 次元のベクトルに変換する機能と、得られたベクトルを振動モーターの動作による表現に変換し、シリアル通信でベルト型デバイスに伝える機能を持つ。ベルト型デバイスは、ベルト、マイコン、8 つの振動モーターで構成され、USB で接続された PC からの指示を受信して動作する。

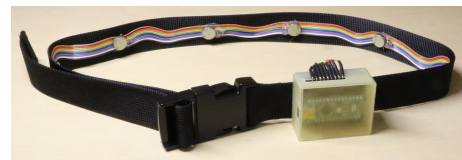


図 1. 8つの振動モーターを持つベルト型デバイス

2 関連研究

テキスト情報を一定の次元のベクトルとして表現するためには、Latent Semantic Analysis (LSA), Latent Dirichlet allocation (LDA), Word2Vec [2] などの技術が利用可能である。本研究では Word2Vec を利用して、語をベクトルに変換する。

テキスト情報を符号化する手法としては、モールス信号がある。モールス信号では、完全なテキスト情報を伝えることが可能であり、本研究での提案を代替することが可能である。

ベルト型デバイスに複数の振動モーターを配置して情報伝達を行う研究はこれまでも存在している。たとえば、振動モーターを複数配置したベルトを用いて方向指示を行うための Active Belt というデバイスが提案されている [3]。腹部に巻いたベルトに付けられた複数の振動モーターのうち、動作しているものの位置がある程度正しく認識できるということについて報告されている研究もある [1]。

3 Word2Belt

3.1 ベルト型デバイスの実装

ベルト型デバイスは、30mm 幅のナイロン製ベルトとポリカーボネート製バックルによるベルトを本体とする。ベルトの内側には 80mm ごとに 8 つの振動モーター (FM34F) が配置されている。すべての振動モーターで電源ラインを共有し、モーター別の信号線とともにバックル近くまで配線されている。

Copyright is held by the author(s).

* 京都大学

図 2 はベルト型デバイスを装着した様子と制御ボックスの裏側を表している。左図中央の四角い箱が制御ボックスである。上部では 9 本のケーブルが接続されており、側面には USB ポートが見える。振動モーターの制御とシリアル通信は制御ボックス内の Arduino NANO で行う。

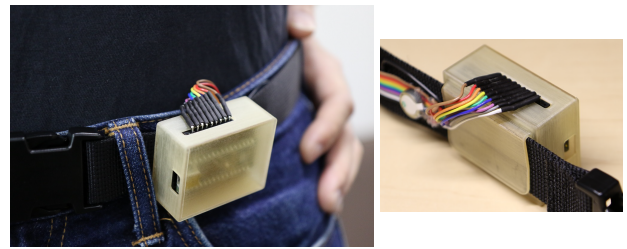


図 2. ベルト型デバイスを装着した様子（左図）とベルトにフックで掛かっている制御ボックス（右図）

3.2 語のベクトル化と振動モーターによる表現

Word2Belt では、Word2Vec[2] を用いて、ユーザが用いる語を 8 次元のベクトルとして表現する。Word2Vec の学習に用いるコーパスには、ユーザ個人の全ての受信メールと送信メールを用いる。意味が類似する語は Word2Vec のベクトル表現において類似するとされているため、個人のメールをコーパスとして用いることによって、そのユーザにとって類似する意味を持つ語が類似するというようなベクトル化が行われると期待される。

メールに出現するすべての語は 8 次元のベクトルとして表現される。ベクトルを振動による表現にするための手法には様々な方法が考えられる。現在は、まず、ベクトルの 8 つの次元と 8 つの振動モーターを一对一に対応させて考える。あるベクトルが与えられたとき、ベクトルの次元を値の大きな順に並び替える。たとえば、「京都大学」という語は、今回、 $[4.07, 0.04, -2.86, 8.29, -4.47, 0.07, -4.81, 6.56]$ というようなベクトルになった。この場合、8 番目の次元が一番大きな値を持ち、その後、4, 1, 6 の順に次元を並べ替えることができる。この場合、まず 8 番目の振動モーターを動作させた後、4 番目の振動モーターを動作させる、といった制御を行う。振動モーターは一度に一つだけ動作させ、振動を継続する時間は 300 ミリ秒としている。

実際に振動させてみたところ、8 つのモーターが 300 ミリ秒ごとに次々と振動した場合、初めの二つと最後の二つ程度しか印象に残りにくいということが分かった。そこで、8 つすべて動作させるのではなく、上位 4 つのみ動作させることとした。

3.3 学習用ソフトウェア

どのような語がどのような振動として表現されるかをユーザが学習するためのソフトウェアを作成した。ユーザはあらかじめ学習したい単語をテキストファイルに書き出しておく。ソフトウェアを動作させると、音声読み上げにより単語が読み上げられ、その後、ベルト型デバイスがその単語に対応する振動表現を行う。本ソフトウェアを利用することで、効率的に語と振動表現の対応関係を学習することが可能になる。

4 メール内容通知アプリケーション

Word2Belt を用いたアプリケーションとして、着信メールの内容を通知するシステムを作成した。

まず、受信したメールを表す 8 次元ベクトルを求める。今回は、メールに出現する語に対応するベクトルをすべて足し合わせてメールのベクトルとした。

そのベクトルを基にしてベルトを動作させると、多くの場合、ユーザは初めての振動表現を得ることになる。ユーザがあまり多くの語の振動表現を学習していない場合、その振動表現の意味を推測することは困難になる。そこで、メールのベクトルと、最も類似するベクトルを持つユーザの学習済みの語を求め、その語を振動で表現する。ベクトルの類似度はコサインで計算する。

このようにすることで、ユーザは学習済みの語に関連するメールを受信したことを推測することができる。ある程度意味が分散した語を学習しておくことによって、受信したメールの内容をカテゴリ分けすることができるように期待される。

5 むすび

本研究では、他者に気づかれにくいように比較的多い情報量の情報を通知するシステム Word2Belt の提案を行った。現在、著者を被験者として実験しているが、今後、多くの人に利用してもらいながら実験を行いたい。また、デバイスの無線化についても取り組むことを検討している。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H02906 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] R. W. Cholewiak, J. C. Brill, and A. Schwab. Vibrotactile localization on the abdomen: Effects of place and space. *Perception & Psychophysics*, 66(6):970–987, 2004.
- [2] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, and J. Dean. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. In *Proceedings of Workshop at ICLR 2013*, 2013.
- [3] 塚田浩二, 安村通晃他. Active Belt: 触覚情報を用いたベルト型ナビゲーション機構. 情報処理学会論文誌, 44(11):2649–2658, 2003.