

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月11日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500522

研究課題名（和文） 指点字の感情認識システムの開発

研究課題名（英文） Development of emotion recognition system of Finger Braille

研究代表者

松田 康広（MATSUDA YASUHIRO）

神奈川工科大学・創造工学部・准教授

研究者番号：80329309

研究成果の概要（和文）：指点字通訳者の感情表現の特徴を明らかにし、感情認識アルゴリズムを導出した。感情認識システムの基礎となる、指点字の打点認識システムを改善した。指点字の打点認識システムを基礎に、感情認識アルゴリズムをシステム化した。指点字を習得していない健常者に対する、指点字の感情表現方法の教示手法を導出した。

研究成果の概要（英文）：The features of emotional expression by the Finger Braille interpreters was analyzed and the algorithm of emotional expression was derived. The Finger Braille recognition that becomes the basis for the emotion recognition system was improved. The algorithm of emotion recognition was implemented and the emotion recognition system was developed. The teaching method of emotional expression for non-disabled person was developed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：ヒューマンインターフェース

1. 研究開始当初の背景

(1) 視覚と聴覚に障害を持つ盲ろう者にとって、コミュニケーションの困難は最大の困難であり、その要因として、触手話や指点字など、盲ろう者固有のコミュニケーション手段を習得している健常者が少ないことが挙げられる。盲ろう者は他者と十分な言語的な内容を伝達できないだけでなく（コミュニケーションの量の制約）、健常者が音声会話等で無意識に行っている、非言語的な感情や性格の伝達も十分にできていない（コミュニケ

ーションの量の制約）。よって、盲ろう者は社会参加と生活の質の向上に大きな制約を受けている。これに対して、通訳・介助員による人的な支援の拡大や、コミュニケーション支援システムの開発などの技術的な支援の必要性が高まっている。これまでの盲ろう者に対する支援の目的は、盲ろう者と健常者間の言語的な内容の伝達の促進（コミュニケーションの量の拡大）である。一方、コミュニケーションにおいては、非言語的な感情や性格などの伝達が、生活の質の向上に大きな

役割を占めている。しかし、盲ろう者と健常者間の非言語的な感情の伝達の促進（コミュニケーションの質の向上）を試みた研究はなされていない。

(2) 指点字は、盲ろう者である東京大学福島智教授が考案したコミュニケーション手段で、相手の指を点字タイプライタのキーボードにみたくて6点点字を打つことで、コミュニケーションを行なう。指点字には、文節末や文末を長く強く打点するといった「抑揚表現」があり、受信者の理解を促進し、音声会話に近いスピードで会話が可能となっている。また指点字を習得した盲ろう者は、打点の速さや強さを変化させることで、多様な「感情表現」を行なっている。

(3) そこで、研究代表者は、盲ろう者と健常者の対面時のコミュニケーションについて、言語的な内容の伝達に加え、非言語的な感情の伝達を実現するコミュニケーション支援システムを開発している。この支援システムは、言語的な内容の伝達を実現する、指点字の打点教示システムと打点認識システムから構成され、さらに感情伝達支援の付加を進めている。打点教示システムは、指点字未習得の健常者の音声を認識し、その内容を点字表記に変換、文節分ち書き化し、指点字の打点方法と抑揚表現方法を教示する。健常者はその教示画面を見ながら、盲ろう者に指点字を打点する。打点認識システムは、盲ろう者から健常者に打点された指点字を、健常者が装着した加速度センサを使用して認識し、音声合成する。これらのシステムは全て健常者が操作し、盲ろう者は操作する必要がない。また、健常者の右手を常に盲ろう者の手に触れ合わせておくために、システムは左手のみで操作を行なう。これらのシステムに、盲ろう者の感情認識と健常者への感情表現方法の教示の機能を付加することで、感情伝達支援の実現を目指している。

2. 研究の目的

- (1) 指点字通訳者の感情表現の特徴を明らかにし、感情認識アルゴリズムを導出する。
- (2) 感情認識システムの基礎となる、指点字の打点認識システムを改善する。
- (3) 打点認識システムを基礎に、感情認識アルゴリズムをシステム化する。
- (4) 指点字を習得していない健常者に、指点字の感情表現方法の教示手法を導出する。

3. 研究の方法

(1) 限定された場面（感情表現する文を変えずに、感情を打点の強さと速さで表現している場面）における、指点字通訳者の感情表現の特徴を実験的に明らかにした。被打点者の手を圧力センサ上に置き、その手に指点字通訳者が、喜び、悲しみ、怒り、平静の感情を込めて、課題文の指点字を打点した。指点字通訳者は、課題文を変えずに、打点の強さと速さを変えることで、感情を表現した。被打点者は、加速度センサを固定した指輪を装着し、打点による衝撃加速度を計測した。圧力センサで計測された荷重データと加速度データから、感情表現の特徴を分析した。

指点字通訳者の感情表現の特徴から、加速度センサを用いて感情を認識する、感情認識アルゴリズムを導出した。

(2) 指点字の感情認識システムの基礎となる、指点字の打点認識システムを改善した。

まず、指点字の打点認識システムの認識率向上のため、加速度センサを装着した被打点者の手を机上でアーチを作って置いた場合と、手指と手掌全体を机上に付けて置いた場合の、指点字の打点によって生じる加速度の特徴について分析した（図1）。



図1 手を机上でアーチを作って置いた様子(左)と手指と手掌全体を机上に付けて置いた様子(右)

次に、加速度センサを固定している指輪と机上の接触による衝撃加速度による誤認識を減少させるために、布バンドと、布を巻いた半円形の指輪の、2通りの固定方法を開発した（図2）。



図2 開発した布バンド(左)と、布を巻いた半円形の指輪(右)の固定方法

(3) 打点認識システムを基礎に、感情認識アルゴリズムのシステム化を行った（図3）。加速度センサは小野測器製 NP-3211、A/D変換器はナショナルインスツルメンツ(NI)製 USB-9233、PCはLenovo製 ThinkPad X220 Tablet、OSはMS Windows 7、開発環境は

NI 製 LabVIEW 2010 SP1 である。

開発した感情認識システムについて、被験者 1 名が、「う」6 文字で、喜び、悲しみ、怒りを表現したときに、どの程度感情を認識できるか、10 セッションの実験を行った。

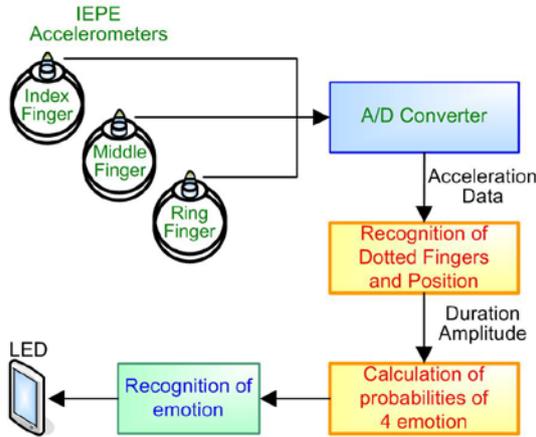


図 3 感情認識システムの構成

(4) 指文字を習得していない健常者が、指文字で感情表現するための教示手法を導出した。盲ろう者通訳・介助員と健常者の感情表現の共通イメージから、喜び、悲しみ、怒り、平静の 4 感情を言葉で教示する手法を導出した。

平静：一定のリズムで丁寧にゆっくりと打ってください。

喜び：リズムカルでテンポよく打ってください。

悲しみ：ゆっくりと、弱く打ってください。

怒り：少し速く、強く打ってください。

また、健常者がどの程度感情の打ち分けができていたかを、感情特徴ベクトルとその非類似度を用いて評価した。被験者 i 、感情 j について、文の各打点 k の打点時間 $d(i, j)_k$ と打点荷重 $l(i, j)_k$ (図 4) を、指文字通訳者の平均 \bar{d} 、 \bar{l} と、標準偏差 σ_d 、 σ_l を用いて標準化し、感情特徴ベクトル $\mathbf{f}(i, j)$ とする。

$$\mathbf{f}(i, j) = \left[\frac{d(i, j)_1 - \bar{d}}{\sigma_d}, \dots, \frac{d(i, j)_n - \bar{d}}{\sigma_d}, \frac{l(i, j)_1 - \bar{l}}{\sigma_l}, \dots, \frac{l(i, j)_n - \bar{l}}{\sigma_l} \right]$$

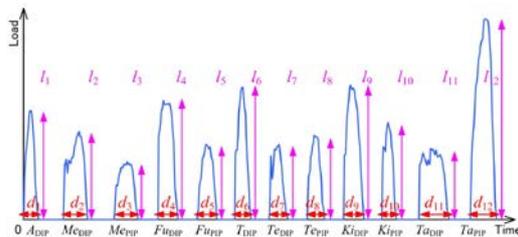


図 4 感情特徴ベクトルの変数

2 つの感情特徴ベクトル $\mathbf{f}(i, j)$ 、 $\mathbf{f}(p, q)$ のユークリッド距離 $D(i, j, p, q)$ を以下のように算出し、

2 つの感情特徴ベクトルの非類似度とする (図 5)。

$$D(i, j, p, q) = |\mathbf{f}(i, j) - \mathbf{f}(p, q)|$$

$$= \sqrt{\sum_{k=1}^n \{ [d(i, j)_k - d(p, q)_k]^2 + [l(i, j)_k - l(p, q)_k]^2 \}}$$

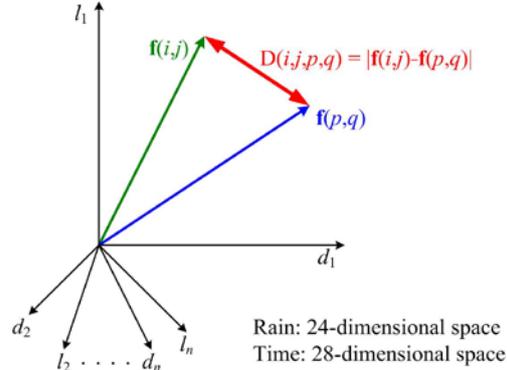


図 5 2 つの感情特徴ベクトルの非類似度の定義

4. 研究成果

(1) 計測された荷重データから、打点荷重と打点時間、休止時間を算出した。分散分析の結果、喜びはリズムカルに打点時間を短く、悲しみは打点時間を長く、打点荷重を弱く、怒りは打点荷重を強く打点することで、表現されていた。休止時間に感情による差はみられなかった。加速度データから、打点による衝撃加速度の振幅と、打点開始から次の打点開始までの区間長(打点時間と休止時間の和)を算出した。分散分析の結果、区間長は打点時間と、加速度の振幅は打点荷重と同様の傾向であった。判別分析の結果、振幅と区間長による感情の判別率は、打点時間と打点荷重による感情の判別率とほぼ同等の結果が得られた。

打点認識システムによって計測された、衝撃加速度の振幅と区間長から、指文字通訳者による感情表現の判別関数を用いて、各打点の 4 感情に属する確率を算出した。文に含まれる全ての打点について、4 感情に属する確率の平均値を求め、平均確率の最も高い感情に認識する、感情認識アルゴリズムを導出した (図 6)。

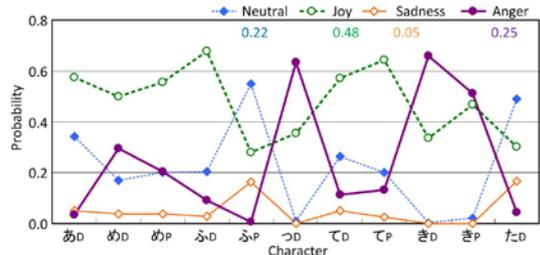


図 6 文の各打点の 4 感情に属する確率

(2) 被打点者の手のアーチに関する実験の結果、机上でアーチを作って置いた場合、指中央の打点の減衰振幅比が指先の打点の減衰振幅比よりも小さく、手指と手掌全体を机上に付けて置いた場合、指中央の打点と指先の打点の減衰振幅比には差が見られなかった。よって、これまで打点認識アルゴリズムにおける仮説が検証された。

加速度センサの固定方法の評価実験の結果、いずれの固定方法も机上との接触による衝撃加速度は検出されなかった。布を巻いた半円形の指輪が最も感度がよく、打点指と打点位置の認識率が高かった。

(3) 感情認識システムの評価実験の結果、各打点の感情認識率は 64.5%であるのに対して、文の感情認識率は 83.3%であった。感情別の文の認識率は、喜び 70%、悲しみ 80%、怒り 100%であった。開発した感情認識システムにおいて、感情認識アルゴリズムが実現されていることが確認できた。

(4) 被験者 8 名による感情表現の教示手法の評価実験の結果、喜びの打点時間が短く、悲しみの打点時間が長く、打点荷重が小さく、怒りの打点荷重が大きく、打点時間がやや短く、休止時間が短く打点されていた。よって、指字を習得していない健常者が、導出された教示手法によって、感情の打ち分けができていた。

感情特徴ベクトルとその非類似度を用いて評価した結果、被験者内の感情特徴ベクトルの非類似度の範囲は、その被験者の感情表現の程度を表し、被験者間の感情特徴ベクトルの非類似度の範囲は、両被験者の感情表現の一致度を表していることが、明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Y. Matsuda and T. Isomura, Improvement of Interfaces of Finger Braille Teaching System, Journal of Computer and Information Technology, Vol.1, No.2, 2011, pp.19-28, <http://www.academypublish.org/paper/improvement-of-interfaces-of-finger-braille-teaching-system>, 査読有
- ② 松田康広、佐久間一郎、神保康彦、小林英津子、荒船龍彦、指字の打点指と打点位置の認識システムに関する研究、バイオメカニズム 20、2010、pp. 171-182、査読有
- ③ Y. Matsuda, I. Sakuma, E. Kobayashi, Y.

Jimbo, T. Arafune and T. Isomura, Emotional Communication in Finger Braille, Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2010, Article ID 830759, 2010, 23pages, DOI:10.1155/2010/830759, 査読有

- ④ Y. Matsuda, I. Sakuma, E. Kobayashi, Y. Jimbo, T. Arafune and T. Isomura, Development of Finger Braille Recognition System, Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.5, No.1, 2010, pp.54-65, DOI:10.1299/jbse.5.54, 査読有
- ⑤ Y. Matsuda, I. Sakuma, E. Kobayashi, Y. Jimbo, T. Arafune and T. Isomura, Emotion Recognition of Finger Braille, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol.6, No.3(B), 2010, pp.1363-1377, 査読有

[学会発表] (計 10 件)

- ① Y. Matsuda and T. Isomura, Development of Emotion Recognition system of Finger Braille, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC 2012), 2012年5月29日, Beijing International Convention Center (Beijing, China)
- ② Y. Matsuda and T. Isomura, Improvement of Mounts of Accelerometers of Finger Braille Recognition System, The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2012, 2012年3月14日, Royal Garden Hotel (Hong Kong, China)
- ③ Y. Matsuda and T. Isomura, Evaluation of Emotional Expression using Finger Braille, The 2011 IEEE International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT 2011), 2011年12月25日, Harbin Normal University (Harbin, China)
- ④ Y. Matsuda and T. Isomura, Teaching of Emotional Expression using Finger Braille, The 2010 IEEE Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IEEE IHHMSP 2010), 2010年10月17日, Darmstadt (Darmstadt, Germany)
- ⑤ Y. Matsuda and T. Isomura, Influence of Postures of Hand on Shock Acceleration by Dotting of Finger Braille, 6th World Congress of Biomechanics, 2010年8月2日, Suntec (Singapore)

- ⑥ 松田康広、磯村恒、指点字の感情打点教示システムの開発、平成 22 年度 KAST 研究報告会、2010 年 7 月 16 日、かながわサイエンスパーク(川崎)
- ⑦ Y. Matsuda and T. Isomura, Emotion Feature Vector of Finger Braille, The 2009 IEEE Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IEEE IHHMSP 2009), 2009 年 9 月 13 日, メルパルク京都(京都)
- ⑧ 松田康広、佐久間一郎、神保康彦、小林英津子、荒船龍彦、磯村恒、指点字の打点運動の計測に関する研究－打点指と打点位置の認識－、第 21 回バイオメカニズムシンポジウム、2009 年 8 月 4 日、ホテル大箱根(箱根)
- ⑨ Y. Matsuda and T. Isomura, Finger Braille Teaching System - Improvement of interfaces -, WACBE World Congress on Bioengineering 2009, 2009 年 7 月 28 日, Hong Kong Polytechnic University (Hong Kong, China)
- ⑩ Y. Matsuda, I. Sakuma, E. Kobayashi, Y. Jimbo, T. Arafune and T. Isomura, Development of Finger Braille Recognition System, The Fourth Asian Pacific Conference on Biomechanics, 2009 年 4 月 17 日, University of Canterbury (Christchurch, New Zealand)

[図書] (計 1 件)

- ① Y. Matsuda and T. Isomura, Finger Braille Teaching System, Character Recognition, Sciyo, 2010, pp.173-188 (Chapter 9), DOI: 10.5772/9784

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 康広 (MATSUDA YASUHIRO)
 神奈川工科大学・創造工学部・准教授
 研究者番号：80329309