頭を撫でる動作を検出可能な全周囲頭部型タッチスクリーン

錦織 さくら * 佐藤 俊樹 *

概要. 我々の日常的な親しい間柄の他者とのコミュニケーションにおいて，接触動作は相手に自身の感情を伝達するために重要な役割を担っている．特に「頭を撫でる」接触動作は，様々な場面で用いる動作であるが，微妙な力加減や個人の感覚の差で感じ方や伝わる意味が異なる動作でもある．そこで本研究では「頭を撫でる」接触動作が「手で頭部へかける圧力」,「撫でる速さ」,「撫でる位置」,「撫でるために使う部位（手のひら，指先等)」の要素で構成されていると考え，それらを頭部全周囲で連続的にかつリアルタイムに検出できる全周囲頭部型タッチスクリーンを提案する．これにより，これらの要素の検出から頭への撫で方の分類・評価を可能にし，撫で方の教示やコミュニケーション支援等への応用が可能になると考える．

1 はじめに

我々は日常的なコミュニケーションにおいて，親しい間柄の他者と，手を握る，肩をたたくなどの接触動作を行っており，これらは感情を伝達するうえで重要な役割を担っている [3][4]．特に親子や恋人間等の親密な間柄で行われるコミュニケーションでは，褒める，慰める等の状況で，言葉に加え，手で相手に触れる行為を行うことがある．これは言葉で明確に表すことができない感情の伝達を，接触動作によって直接的に行うためだと考えられる [5][9]．さらに手で頭部へ接触する動作には，頭を撫でる，頬を叩く等がある．このうち「頭を撫でる」動作は，宥める場合や褒める場合等の様々な場面で誰もが日常的に用いる動作だといえる．一方で，この動作は微妙な力加減が含まれ，撫でられる側の感覚の個人差 (撫でられたい／撫でられたくない部位の存在等) により，感じ方や伝わる意味が異なる動作でもある．加えて，頭部は凹凸や曲面があり，さらには髪や髭の存在，また眼鏡やマスク等を装着する場合もある．また，頭を撫でる動作は頭部前面から頭頂部を通り，後頭部まで及ぶ広範囲な動作である．そのため，この動作を対話手法へ取り入れたい場合でも，動作をそのままの形で検出することは容易ではない（図 1）．

そこで本研究では，ユーザの接触動作を頭部全周囲で連続的かつリアルタイムに検出可能で，人が自然に撫でることができる頭部と，同じ立体形状を持つ全周囲頭部型タッチスクリーンを提案する．これを実現することで，頭を撫でる動作を分類し，撫でられる側が求める撫で方を達成しているか評価できるようになる．また，得られた評価結果から質の高い撫で方を教示したり，コミュニケーションを支援したり等も可能になると考える．

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 北陸先端科学技術大学院大学

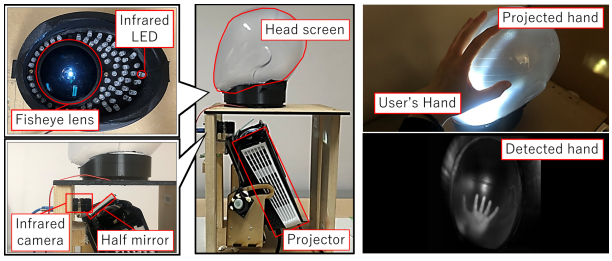
図 1. 頭を撫でる動作

2 提案

「頭を撫でる」という接触動作は，撫でる側の「手で頭部へかける圧力」,「撫でる速さ」,「撫でる位置」,「撫でるために使う部位（手のひら，指先等)」の 4 つの要素から構成されていると考える．これらを「頭部に対する撫での構成要素」とする．これを検出するとき，頭部は髪や髭，マスクや眼鏡，帽子等によって覆われている場合を考慮する必要がある．この場合，頭部の表面とユーザの手の間に上記の妨害要素があり，直接的に頭部へ触れることができないため，正確に「頭部に対する撫での構成要素」を頭部の外側に設置したカメラや，頭部の表面上またはユーザの手のひらに取り付けたセンサを用いても検出をすることが難しい．このことから，頭部の内側からユーザの「頭部に対する撫での構成要素」を検出するシステムが必要であると考える．

次に検出した「頭部に対する撫での構成要素」の評価方法について述べる．評価は，撫でる動作に関して，人は「1 秒に 5cm ほどの速度」で触れられると最も気持ちいいと感じることが示されていることから [11]，検出した「撫でる速さ」と「撫でる位置」からユーザの撫でる動作が早すぎたり遅すぎたりしないか，撫でる側が心地いいと感じる基準を満たしているかについて評価を行う．

本研究では，このような頭部を撫でる際に重要となる各要素を検出し，撫でる動作を対話要素として用いることが可能な「全周囲頭部型タッチスクリーン」の提案を行う．また頭を撫でることを検出・評



(a) ハードウェア構成　(b)接触の検出と投影

図 2. 実装システム

価可能な特性を活かしたコミュニケーション支援等の可能性について述べる．

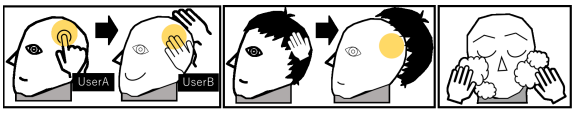
3　関連研究

立体ディスプレイへの接触検出に関する先行事例として，球体のディスプレイを扱った Benko らの Sphere[1] や宮藤らの Qoom[8] がある．また，顔型ディスプレイとしては，赤ちゃんの顔への接触動作を検出し，様々なフィードバックが可能な YOTARO[6] や，顔モデルの外観や動作を簡単に変更できる Mask-bot[10]，また遠隔話者の首の動きを再現し，視線の向きを伝達する [7] 等が存在する [2]．しかし，本研究が着目する頭部の広い範囲を撫でる動作の検出には，後頭部を含む頭部全周囲への接触検出及び映像提示が必要であり，従来の頭部の特定部分のみを検出範囲とする検出手法では困難である．

4　プロトタイピング

ここでは，実際に実装を行った試作機について述べる．ハードウェア構成を図 2(a) に示す．

本システムは，人の頭部を模した頭部型スクリーン (頭囲約 550mm) と，頭部型スクリーン全周囲をスクリーン下部から撮影する超広角プロカムユニットで構成される (図 2(a)(左下))．頭部型スクリーンは，人と同スケールの頭部型透明マネキンに，映像を拡散するための艶消し塗料を内部から塗布することで制作した．また頭部型スクリーンに接触した手を検出するための 63 個の赤外線 LED(850nm) を，図 2(a)(左上) のように頭部全体を均一に照らす角度で配置した．頭部に接触した手は，スクリーンから漏れ出た赤外光に照射され，スクリーン下部のカメラで検出可能となる (図 2(b)(下))．これと同時に，頭部型スクリーン全周囲にはプロジェクタ (BenQ TH682ST) により映像の投影を行う (図 2(b)(上))．映像は，まず事前に 3D スキャナを用いて計測しておいたマネキン頭部の 3D モデルに対してテクスチャマッピングを行う．これを魚眼カメラモデルを用いて計測したレンズ歪み係数を用いて変形しプロジェクタで出力することで行う．



(a) 撫で方評価　(b) 毛髪を介した撫でる動作の検知　(c)フェイシャルエステのシミュレータ

図 3. アプリケーション案のイメージ

5　アプリケーション

次に，本提案システムの特徴を活かす 3 つのアプリケーション案について述べる（図 3）．

まず,「撫で方評価アプリ」がある（図 3(a)）．このアプリでは，まずユーザ A が自分の好みに応じて撫でられたい部位やその優先順位等の情報を頭部型ディスプレイをタッチすることで入力する．次にユーザ B が実際にディスプレイを撫でると，撫で方のスコアやアドバイス，表情によるフィードバックを受け取ることができる．

次に，毛髪を介した撫でる動作の検知を行うアプリケーションが考えられる（図 3(b)）．頭部は毛で覆われている箇所があり，後頭部を撫でる場合，我々は髪の毛の上から撫でることが多い．このような撫でる動作の検出は，肌が毛で隠れてしまうためより困難になると考える．そこで，毛の生えた頭皮を模した取り外しが可能な柔らかい素材で頭部型ディスプレイを覆うことが考えられる．これにより，例えばヘッドスパのマッサージを行う際の，頭皮を撫でる動作を毛髪越しに検出することができると考える．このときの検出結果は，マッサージ完了後にユーザが毛の生えた軟らかい頭皮をめくることで，頭部上で直接確認することができる．

3 つ目は,「フェイシャルエステのシミュレータ」である（図 3(c)）．ここでは，通常エステティシャンの施術練習に利用されるシリコン製のマッサージ練習用マネキン等の代わりに本システムを用いる．フェイシャルエステは，メイク落とし，保湿ケア，洗顔，角質除去，リンパマッサージ等を行うが，これらの施術は「頭を撫でる」接触動作を多く含んでいる．これらの施術においては，手に加え，泡やクリームの入力検知も必要である．本システムでは，顔の内側から洗顔時の泡の洗い残し等も発見することができると考える．

6　今後の展望

今後はプロトタイプの実装を進め，撫でる動作の詳細な分類および評価手法を実現したい．また，頭部を覆う皮膚の軟らかさを再現可能な軟らかい頭皮素材を検討し，それらに対する皮膚下部からのカメラを使った感圧タッチ検出技術や，毛髪等を撫でた場合の毛の引っ張られを検出する技術等も実現したいと考える．

参考文献

[1] H. Benko, A. D. Wilson, and R. Balakrishnan. Sphere: Multi-Touch Interactions on a Spherical Display. In *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, p. 77–86. Association for Computing Machinery, 2008.

[2] T. B. Frederic Delaunay, Joachim de Greeff. Towards retro-projected robot faces: An alternative to mechatronic and android faces. p. 306–311. IEEE, 2009.

[3] M. J. Hertenstein, R. Holmes, M. E. McCullough, and D. Keltner. The communication of emotion via touch. In *Emotion*, Vol. 9 4, pp. 566–73, 2009.

[4] M. J. Hertenstein, D. Keltner, B. App, B. A. Bulleit, and A. R. Jaskolka. Touch communicates distinct emotions. In *Emotion*, Vol. 6 3, pp. 528–33, 2006.

[5] M. L. Knapp, J. A. Hall, and T. G. Horgan. Nonverbal communication in human interaction. Cengage Learning, 2013.

[6] H. Kunimura, C. Ono, M. Hirai, M. Muramoto, W. T. Matsuzaki, T. Uchiyama, K. Shiratori, and J. Hoshino. Baby Type Robot "YOTARO". SIGGRAPH '09, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.

[7] K. Misawa, Y. Ishiguro, and J. Rekimoto. LiveMask: A Telepresence Surrogate System with a Face-Shaped Screen for Supporting Nonverbal Communication. AVI '12, p. 394–397, New York, NY, USA, 2012. Association for Computing Machinery.

[8] S. Miyafuji, T. Sato, Z. Li, and H. Koike. Qoom: An Interactive Omnidirectional Ball Display. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, p. 599–609. Association for Computing Machinery, 2017.

[9] M. J. C. Richmond, Virginia P. 非言語行動の心理学—対人関係とコミュニケーション理解のために. 北大路書房, 2006.

[10] B. P. G. C. Taakaki Kuratate, Yosuke Matsusaka. "Mask-bot": A life-size robot head using talking head animation for human-robot communication. In *11th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots Bled*, pp. 99–104, 2011.

[11] 山口 創. 皮膚感覚の不思議「皮膚」と「心」の身体心理学, p. 161. 講談社, 2014.