



前腕を利用したメニューウィジェットの提案

小川 修平^{*1} 浅井 拓己^{*2} 大槻 麻衣^{*3} 柴田 史久^{*1} 木村 朝子^{*1}

Shuhei Ogawa^{*1}, Takumi Azai^{*2}, Mai Otsuki^{*3}, Fumihisa Shibata^{*1},
and Asako Kimura^{*1}

Abstract – Recently, many information devices such as smartphones and smart watches are being miniaturized and multifunctional. In the near future, it would be possible to manipulate information only with a compact sensor or with nothing. In such situation, we think that “the body” that is always with you could become a nearest and a familiar input area for information manipulation. In this paper, we focus on the forearm (the part of the arm between the elbow and the hand) that is the most easy-to-watch and the most easy-to-use body part for users and propose novel interactions using it.

Keywords: forearm, interaction techniques, body interaction, tabletop display, and menu device

1. はじめに

テーブルトップ型情報端末やスマートフォン、スマートウォッチなどのウェアラブルデバイスに対する操作に腕や手指を利用する研究や製品は、これまでに数多く提案されている[1] - [8]。本研究では、近い将来、ウェアラブルデバイスやモバイル端末を用いずとも、小型のセンサだけでもしくは何も身に着けずに情報操作が可能となると考え、常にユーザ自身と共にある「身体」を情報入出力領域として利用する手法を提案する。

従来の身体を利用した研究では、手のひらを表示領域に利用する研究が多く見られたが、今回は、「身体」の中でも、ユーザが見やすく利用しやすい部位であると同時に、操作対象に触れて操作をする際にデッドスペースになる場合が多い、前腕（本稿では腕の肘から手首までの部分を前腕と呼称する）をメニューウィジェットとして活用し、反対の手で直接触れて操作可能とする。（図1）

本稿では、まず2章で前腕に着目したインタラクションの研究、前腕に情報を表示する研究を紹介した上で、関連研究に対する本研究の位置づけを行う。3章で前腕を利用するメニューウィジェットを提案しインタラクション手法について述べる。4章では、3章で提案したインタラクション手法をテーブルトップを事例として実装し、5章で結論と今後の展望について述べる。

2. 関連研究

身体の中でも前腕に着目したインタラクションの研究として佐藤ら[3]の研究では、ユーザの前腕によって他の

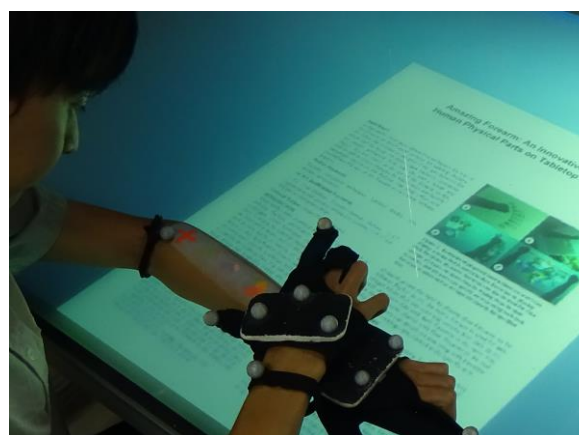


図1 前腕を利用したメニューウィジェット
Fig.1 Menu-Widget using forearm.

作業から隠蔽されるテーブルトップ型ディスプレイ上の領域を、個人情報の提示場所として活用する方法を提案している。しかし同研究では、前腕自体を表示・操作領域として利用しているわけではない。則枝ら[4]の ArmKeypad では前腕に加速度センサを取り付け、ランニング中のミュージックプレーヤー操作を前腕をタップすることで実現している。ArmKeypad は腕輪型で携帯性があり、操作領域を腕上に拡大可能である。Ogata ら[5]の SenSkin は、赤外線反射センサを前腕に取り付け、皮膚の柔らかさを入力に活かしたインタフェースを提案し、いくつかのアプリケーションを開発した。

前腕に対して、プロジェクトによって投影を行ったり、ウェアラブル端末を装着したりすることで情報を表示し、その情報に対してインタラクションを行う研究もある。

Harrison ら[6]の OmniTouch では、身体に装着した小型のプロジェクトによって、様々なサーフェスに映像を投影し、さらに、サーフェスへのタッチを検出することで、様々なサーフェスを操作面として利用している。その中で、前腕上にメニューを表示し、前腕上における入力操作を可能にしている。Zadow ら[7]の「SleeD」は、壁面

*1: 立命館大学大学院 情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University
*2: 立命館大学 情報理工学部
College of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University
*3: 筑波大学
University of Tsukuba

ディスプレイにおいて、壁面を指先でタッチすることで、前腕に装着したスマートフォン上に情報を表示するインタラクションを提案している。Adachi ら[8]の Forearm Menu では、卓上に情報を表示できるテーブルトップ型ディスプレイにおいて、前腕上にメニューを表示し、卓上の情報とのレイヤ分けを行うことで、誤操作を減らし、アクセスが容易なメニューを実現している。

これらの研究のように、身体そのものを情報表示領域として利用する場合やウェアラブル端末を身体に取り付け操作する場合、表示領域が身体の一部に限られてしまうため、表示できる情報が少なくなる・小さくなるといった問題が挙げられる。

そこで、本研究では、腕を情報表示領域として利用するにあたり、スワイプ操作及びビロール操作を導入し表示情報を切り替え可能とすることで、より多くの情報を表示可能とする。

3. 前腕を利用するメニューウィジェットの提案

3.1 前腕上における情報の確認と入力

腕時計の登場により、前腕上で時間を確認する習慣が一般化され、前腕上で情報を確認することは、人にとって違和感を覚えることなく行うことができる動作となった。更に、近年、Sony 社の wena wrist や Apple 社の iWatch といった腕時計型のウェアラブル端末であるスマートウォッチが登場し、時間の確認だけに留まらず、メールやスケジュール、天気予報など様々な情報を前腕上で確認・入力することができるようになってきた。

3.2 活用事例

前腕を利用したメニューウィジェットは、複合現実 (Mixed Reality; MR) 空間でのインタラクションやテーブルトップ型ディスプレイに対するインタラクションなどへの利用が考えられる。その中で、今回は活用例の一つとして、テーブルトップ型ディスプレイに注目する。

テーブルトップ型ディスプレイのためのメニューの表示方法に関する研究は数多く存在する。Bailly ら[1]は、手をテーブルトップシステムに置くことで、その付近にメニューの表示を行うインタラクションを提案した。この例では、手をディスプレイに置いているときのみメニューの表示を行う。Yoshikawa ら[2]の「HandyWidgets」は、両手で行うマルチタッチジェスチャによって、任意の位置・向きにメニューを表示する手法を提案している。また、任意のデータ上にメニューを表示することで、そのデータのパラメータを操作するメニューの提示を行っている。しかし、メニューの表示時にテーブル上のデータをメニューによって隠してしまうという問題がある。

一方、テーブルトップ型ディスプレイにおいて、前腕上に情報を表示することはテーブル以外のサブディスプレイによる情報表示と捉えることができる。サブディスプレイによる表示に関する研究はすでいくつか行われ

ており、Spindler ら[9]の「PaperLens」は、テーブルトップ型ディスプレイにおいて卓上の空間にレイヤの概念を導入し、サブディスプレイとなるパネルをレイヤに見立てて、レイヤ毎に異なる情報を表示することを実現している。このように、テーブルトップ型ディスプレイにおいて、レイヤの概念を導入することで、従来のテーブルトップ型ディスプレイにはない情報表示が実現されている。しかし、「PaperLens」は別レイヤの情報を見るには、常にパネルを手で把持しなければならなかった。

本研究では、前腕上をテーブルトップ型ディスプレイのサブディスプレイとして使用することで、両手によるマルチタッチ操作を制限しないことに加え、モバイル端末を把持したり、ウェアラブル端末を装着したりせずにサブディスプレイによる情報表示を可能とする。また、レイヤの概念を取り入れることで、限られた前腕上の領域に、より多くの情報を表示可能とする。

3.3 メニューウィジェットの設計

ここでは、前腕上のメニューウィジェットで扱う情報は以下の3種類とする。

- (1) 日時や天気
- (2) フォルダやファイル、アプリケーションなどのアイコン
- (3) 画像・動画・文書といった様々なデータに応じたメニュー

テーブルトップ型ディスプレイ上には、画像・動画・文書などのデータが表示されており、そのデータに指で触れているとき、前腕上のメニューウィジェットには指で触れているデータに応じたメニューを表示する。指がテーブルトップ上のどのデータにも触れていない時は、日時またはフォルダやアプリケーションなどのアイコンを表示する。ユーザは、前腕に表示されているメニューに対して直接タッチすることで、操作を行う。

前腕に表示されたメニュー領域をより広く活用するために、本研究では以下の2種類の方法を提案する。

【腕まくりインタラクション】

日常生活を送る中で、腕時計を確認するため、洋服の袖をまくる動作がしばしば見られる。この動作は、人が無意識にかつ直観的に利用するものであり、日常的に利用するジェスチャの1つである。このジェスチャを本システムに採用し、前腕に表示された情報に対してスワイプ操作することで別レイヤへレイヤを切り替えるインタラクションに利用する (図2)。

【回転インタラクション】

ダイヤルを回転させることで、メニューを切り替えたり、ボリュームを調整したりする操作も、日常的によく行う。本研究では、腕をダイヤルに見立て、図3に示すように腕の表面を回転させるようなジェスチャ (ロール操作) をすることで、選択しているメニューを切り替えるインタラクションに利用する。

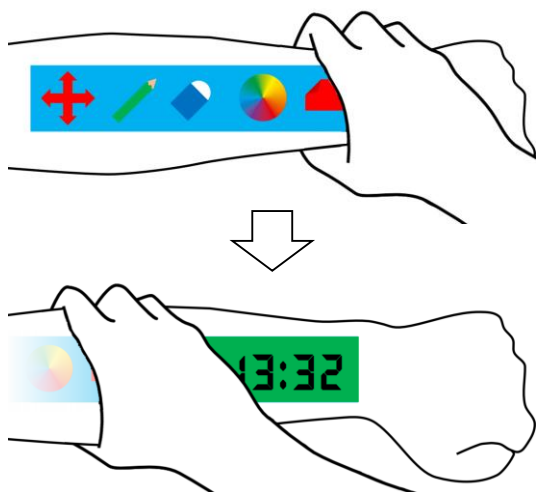


図2 腕まくりインタラクション
Fig.2 Rolling up sleeve interaction technique.



図3 回転インタラクション
Fig.3 Rotating interaction technique using forearm.

4. 実装

4.1 システム構成

システム構成を図4に示す。指先の卓上に対する接触検出、前腕に対する接触検出に加え、手首の回転によるジェスチャ認識を行う必要があるため、これらの処理に用いる両手指・両前腕の位置姿勢取得には、モーションキャプチャシステム（ViconPeaks社製MXカメラシステム）を使用する。これは、カメラ9台とカメラ制御用PCから構成される。ユーザは、親指、人差し指、手の甲に再帰性反射マーカを貼付した手袋状デバイスと、手首・肘に再帰性反射マーカを貼付したバンドを装着する。この再帰性反射マーカの位置姿勢を取得することにより、両手の親指・人差し指、両前腕の位置姿勢を取得するこ

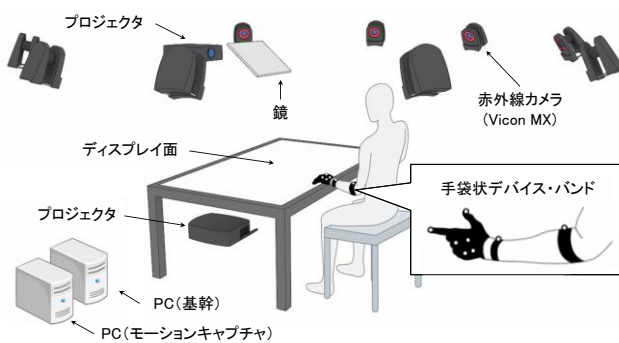


図4 システム構成
Fig.4 System configuration.

とができる。なお、再帰性反射マーカの位置はmm単位で取得することができる。

モーションキャプチャシステムにより得られたこれらの情報は、LANを経由し基幹PCに送られる。基幹PCでは、モーションキャプチャシステムから得られた両手指・両前腕の位置姿勢情報によるジェスチャ認識と、卓上面・前腕上に投影する映像の生成の2つの役割を担う。

基幹PCで生成した映像の内、卓上面の映像はテーブル内部に設置されたプロジェクタ（日立製作所社製CP-A100J）を使用し、卓上面に対して裏面から投影する。また、前腕上の映像は卓面上部に設置したプロジェクタ（Sony社製VPL-VW1000ES）を使用し、前腕上に対して上部から鏡を経由して投影する。上部からの映像は卓上面の映像と同じ解像度・サイズで卓上面の映像の位置に一致するように投影する。また鏡は、像が2重になるゴースト現象を避けるために表面反射鏡（フィルムミラー）を使用する。

4.2 実装結果

前章で述べた「腕まくり」のインタラクションと「回転」のインタラクションを実装した。

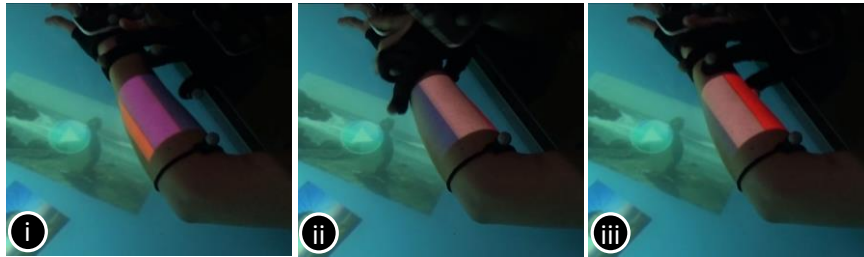
【腕まくりインタラクション】

前腕に表示された情報に対して、腕をまくるように、もう一方の手で前腕の上部をスライド（スワイプ操作）させることで、表示レイヤを変更する（図5(a)）。腕まくりのインタラクションは、手首から前腕の中心まで手をスライドさせた時点でレイヤを変更した。

同インタラクションを数名で体験したところ、スライドさせる前後のレイヤの内容がわからない点が不便である、一枚一枚レイヤを移動するのが煩雑であるという意見が得られた。前者に関しては、実際の洋服の袖のように、レイヤの情報をサムネイルとして手首側に表示させる方法が考えられる。その場合、腕の長さを考慮すると、最大6レイヤ程度の表示が可能である。また、後者の問題に関しては、複数ページを一度に移動するために、先ほどのサムネイルをつかんで袖を上げる・下す操作をすると当該レイヤが表示される、といったインタラクションが考えられる。



(a) 腕まくりインタラクション



(b) 回転インタラクション

図 5 実装したインタラクション

Fig.5 Implemented interaction.

【回転インタラクション】

前腕に表示された情報に対して回転させるようなジェスチャ（ロール操作）で選択している情報を切り替える（図 5 (b)）。このインタラクションでは、複数のメニュー項目を順に切り替えることが可能である。

同インタラクションを数名で体験したところ、メニュー項目を 1 つずつ切り替える操作が煩わしいという意見が得られた。そのため、回転操作後に手の位置を保持するとその方向に自動的にメニューが切り替わり続けるなど、複数のメニュー項目間の移動が一連の動作で行えるようになれば、より利便性の高いインタラクションとなると考えられる。

5. 結論

本稿では、前腕を利用したメニューウィジェットを提案した。このメニューウィジェットでは、限られた前腕領域に、より多くの情報を表示するため、スワイプ操作・ロール操作を導入し、情報の切り替えを可能とした。また、メニューウィジェットの操作には、日常生活を送る中で無意識に行っている直観的なジェスチャを採用した。具体的には、猛暑の日に長袖を着ている時や腕時計を見る時などにしばしば行う「腕まくり」の動作、腕輪や腕時計などを腕の周りで回転させる「回転」の動作のインタラクションである。

本稿では、メニューウィジェットの活用事例として、テーブルトップ型ディスプレイに対して入力を行うメニューウィジェットを試作した。今後は提案するインタラクションの有用性を確認するため評価実験を行う予定である。また、今回試作したメニューウィジェットは固定プロジェクタを用い前腕に情報を表示していたが、その他にも Google Glass や Oculus Rift などを利用した MR

空間において、前腕にこのウィジェットを表示することで、場所を選ばず容易に情報の閲覧・インタラクションが可能なユーザインタフェースとして利用可能であると考えられる。

参考文献

- [1] G. Bailly, et al.: “MultiTouch Menu (MTM),” Proc. IHM 2008, pp.165 - 168, 2008.
- [2] T. Yoshikawa, et al.: “HandyWidgets: Local Widgets Pulled-out from Hands,” Proc. ITS 2012, pp. 197 - 200, 2012.
- [3] 佐藤健 他：テーブルトップ型ディスプレイにおける前腕を活用したインタラクション(2) - 隠蔽領域を利用した個人情報の提示-, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-HCI-165, No. 12 (2015)
- [4] 則枝真, 三橋秀男, 佐藤誠：ArmKeypad：腕へのタップ入力による機器操作, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 13, No. 4, pp. 315 - 322, (2011.11)
- [5] M. Ogata, et al.: SenSkin: Adapting Skin as a Soft Interface, “Proc the 26th Annual ACM Symp. On User Interface Software and Technology, pp. 539 - 543 (2013).
- [6] C. Harrison, H. Benko, and A. D. Wilson: “OmniTouch: Wearable multitouch interaction everywhere,” Proc. the 24th Annual ACM Symp. on User Interface Software and Technology, pp. 441 - 450, (2011).
- [7] U. V. Zadow, et al.: “SleeD: Using a sleeve display to interact with touch-sensitive display walls,” Proc. the 9th ACM Int. Conf. on Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 129 - 138, (2014).
- [8] T. Adachi, et al. “Forearm menu: Using forearm as menu widget on tabletop system,” Proc. ACM Int. Conf. on Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 333 - 336, 2013.
- [9] M. Spindler, et al. “PaperLens: Advanced magic lens interaction above the tabletop,” Proc. ACM Int. Conf. on Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 69 - 76, 2009.