

(401) ソフトウェア

情報共有テーブルにおける床方向ポインティングジェスチャーの検証

Pointing Gesture to the Floor Direction for Information Sharing Table

坪見 宏人¹ 武田 祐樹² 中道 上^{1,3}

Hiroto Tsubomi¹ Yuki Takeda² Noboru Nakamichi^{1,3}

¹福山大学工学部 ²福山大学工学研究科 ³アンカーデザイン株式会社

1 はじめに

急速に情報化が進展している社会の中で、あらゆる面で情報や情報手段を主体的に選択し活用する力が必要である。そのため、情報活用能力(プログラミング的思考や ICT を活用する力を含む)[1]を、各学校段階・各教科等の学習を通じて体系的に育成する重要性がますます高まっている。教育課程全体の中で育成すべき資質・能力を育むため、アクティブラーニング[2]の視点から学習・指導方法の改善を図るための実践的な調査研究が進められている。

学習者らによる活発な意見交換や素早い情報の共有を支援するアクティブラーニング環境として「テーブル型情報共有環境」が求められている。そこで、TUI(Tangible User Interface)[3]として指差し操作(ポインティング)に着目した「情報共有テーブル」を提案する。「情報共有テーブル」とは、学習活動の中の、協調活動、表出活動[4]での利用を想定している。協調活動とは、他者の意見を聴いて思考し、自分の意見を伝える活動で、表出活動とは、講義や協調活動によって獲得した知識を他者に伝えて外化する活動である。図1に「情報共有テーブル」の利用イメージを示す。特定の入力装置を必要とせず、指差し操作を行う。協調活動での利用を想定しているため、複数人同時操作を可能としなければならない。表出活動においてはテーブル上のスクリーンを複数人で共有できるため、思考の可視化と共有の支援を行うことができる。テーブル型情報共有環境の検討にあたって、グループで活用する際に、入力装置による制限や操作中スクリーンに体の一部が被ることは避けたい。そのため、「情報共有テーブル」では非接触で直感的な操作を可能とするテーブル型情報共有環境が必要となる。

非接触で直感的な操作を可能とするために RTP(Remote Touch Pointing)[5]を活用する。RTPとは体の一部を基点、操作点とし、それら2点の延長線上をポインティングする手法である。この手法を用いることで指差し操作が可能となる。図2に RTP を活用した非接触操作を示す。

本研究では、「情報共有テーブル」をポインティ

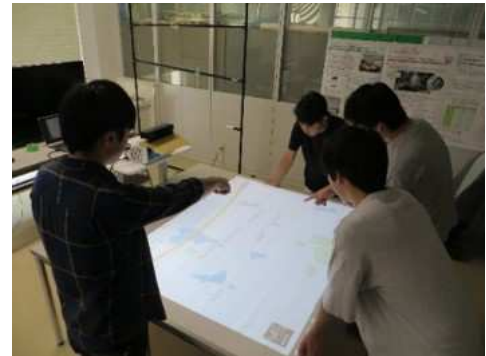


図1 「情報共有テーブル」の利用イメージ

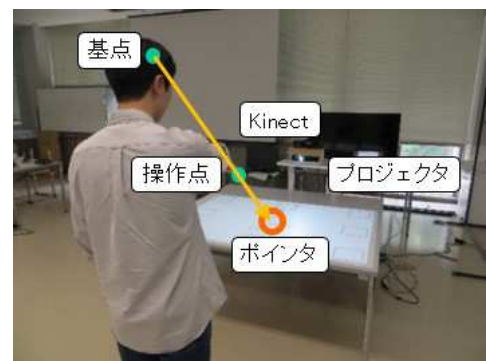


図2 RTP を活用した非接触操作

ングした際のジェスチャー(基点と操作点の組み合わせ)を検証し、実際にどのような特徴があるか分析する。

2 情報共有テーブルの提案

今回提案する「情報共有テーブル」では、非接触で直観的な操作を目標とするため、デジタルペンや直接画面をタッチしての操作は行わない。そのため、本実験では、RTPによるポインティングシステムとその原理を利用した。RTPは、からだの一部を基点、操作点とし、それら2点の延長線上をポインティングする直観的なポインティング手法である。このRTPでは、Kinect[6]で取得した基点、操作点の延長線上と、スクリーン平面上の交点をポインティング位置としている。

使用する機器は、ノートPC、短焦点プロジェクタ、Kinect、ペーパースクリーンであり、テーブルと電源さえあれば、どこでも情報共有環境を用

意することができる。腕を使つての非接触操作なので、デジタルペンなどの特別な入力装置を用意する必要はなく、管理をする必要もない。スクリーンサイズが大きい場合でも、画面の隅々までポインタを動かすことができるので移動して直接書き込む必要がなくなる。また、スクリーン上で注目して欲しいポイントを容易に示すことができる。

本実験では、RTP を利用することで「情報共有テーブル」における床方向のポインティングジェスチャーにどのような特徴があるか検証する。

3 床方向ポインティングジェスチャーの記録実験

本実験では床方向のポインティングジェスチャーの特徴を分析するため、32名の大学生を対象にジェスチャーの記録実験を行う。

3.1 ポインティング時のジェスチャー

床方向ポインティングジェスチャーの記録実験を行うため、RTP によるポインティングシステムとその原理を利用した。図3に Kinect から取得可能な関節位置を示す。記録実験では、基点の候補として、体の中心線上にある5箇所の関節を設定した。基点の候補となる関節と関節番号は HEAD(3)、NECK(2)、SPINE SHOULDER(20)、SPINE MID(1)、SPINE BASE(0)である。また、操作点の候補として、実験参加者の右手にある4箇所の関節を設定した。操作点の候補となる関節と関節番号は HAND TIP RIGHT(23)、THUMB RIGHT(24)、HAND RIGHT(11)、WRIST RIGHT(10)である。これらの基点と操作点の組み合わせを本実験におけるポインティングの「ジェスチャー」と定義する。

3.2 実験環境

ジェスチャーの記録実験において使用した実験環境を以下に示す。

- PC: Windows10
- Xbox One Kinect センサー
- 短焦点プロジェクタ: RICOH PJ WX4152N

実験環境のレイアウト(上面図)を図4に示す。ポインティング先となる机の上に、スクリーンサイズ 1.05m×1.45m のペーパースクリーンを設置した。スクリーンから後方 0.25m の位置に台を設置し、その上に短焦点プロジェクタ、Kinect の順に重ねて設置した。床から Kinect の距離は 1.15m である。またタスク実施時における参加者の行動可能範囲を「参加者エリア」と定義し、スクリーン前方 0.5m の位置に 0.5m×0.5m の空間を設定した。Kinect と参加者エリアの距離は 1.8m である。記録実験において、参加者はこの参加者エリアから出ることなくタスクを実施する。

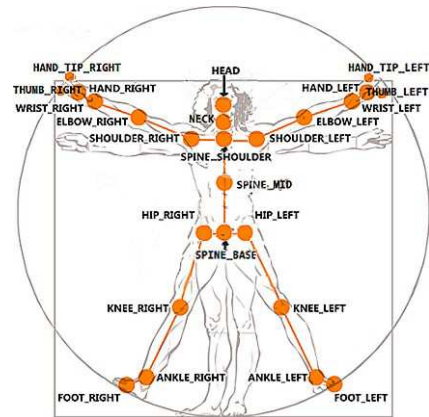


図3 Kinect から取得可能な関節位置

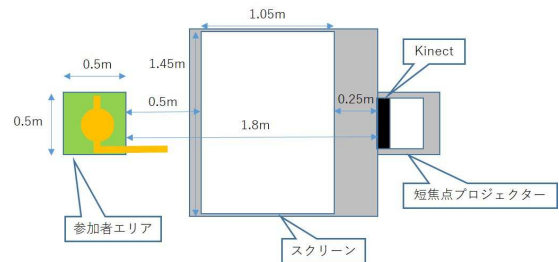


図4 実験環境のレイアウト (上面図)

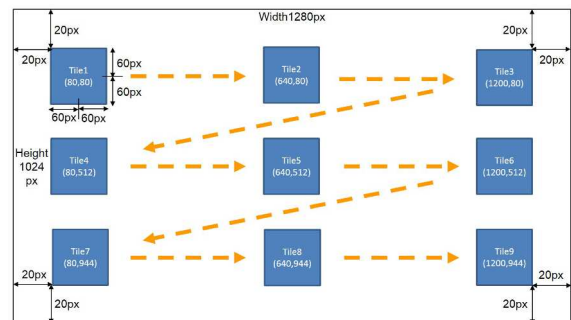


図5 参加者が実行するタスク

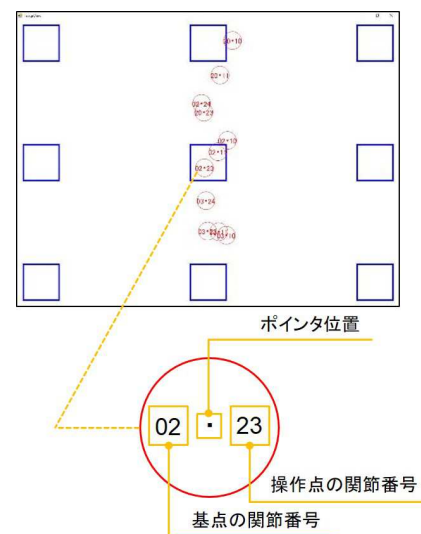


図6 タスク画面とポインタ

3.3 タスク

参加者が実行するタスクを図5に示す。スクリーン上の9個のTileをTile1~Tile9の順にポインティングを行う。実施者は、Tile1~Tile9の各Tileで、参加者がポインティングしたTileの中央座標に最も近いと感じたポイントを確認し、アンケート用紙に選択されたジェスチャーを記録する。スクリーン上に表示された各タイルサイズは、Windows8・10のタイルサイズに基づき120px×120pxの正方形に設定してある。本実験では、テーブルのサイズに合わせるため、画面の解像度を1280px×1024pxで行った。

図6にタスク画面とポインタを示す。参加者がポインティングした際にスクリーン上に表示されるポインタには、基点の関節番号と操作点の関節番号が表示され、ポインタの中心には、ポインタ位置を示す点が表示されている。スクリーン上に表示されるポインタの数は[基点の候補となる関節5箇所]×[操作点の候補となる関節4箇所]の計20個である。

3.4 実験手順

参加者に実験を行う際の参加者エリアを指示し、参加者に実験手順(タスクの実行手順)を説明する。

実験手順の説明が終わり次第、下記の手順で実験を行う。

1. 参加者が画面中央のTile5をポインティング(キャリブレーション)。
実施者が参加者にTile5の中央座標に最も近いと感じたポイントを確認して、アンケート用紙に選択されたジェスチャーを記録する。
2. 参加者がタスクを実行。Tile1~Tile9の順にポインティングしてもらう。各Tileで実施者が参加者に指示されたTileの中央座標に最も近いと感じたポイントを確認して、アンケート用紙に選択されたジェスチャーを記録する。

3.5 実験結果

参加者ごとにTile1からTile9までのジェスチャーを集計し、ジェスチャーの最頻値を算出する。この最頻値を参加者のジェスチャーとして設定し、参加者32名のジェスチャーを集計した。

図7に各ジェスチャーの最頻値の集計結果を示す。図中の左の値は参加者数、右の値は割合を示している。記録実験において、最も多くの参加者が選択したジェスチャーはHEAD×HAND TIP RIGHTであり、19人(59%)の参加者が選択している。また、2番目に多くの参加者が選択したジェスチャーはHEAD×HAND RIGHTであり、6人(19%)の参加者が選択している。

4 ポインティングジェスチャーの分析と考察

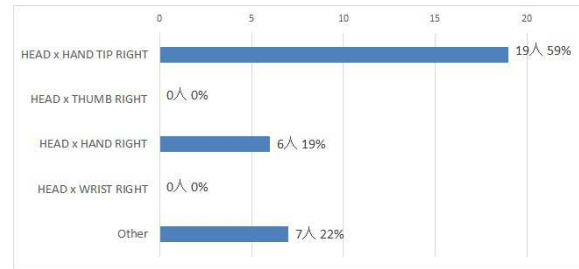


図7 各ジェスチャーの最頻値の集計結果

床方向ポインティングにおいてどのようなジェスチャーが選択されているかを検証するため、参加者が選択したジェスチャーを集計した。また各タイルにおいて参加者が選択したジェスチャーの特徴を分析した。

4.1 各Tileにおけるジェスチャーの特徴

ポインティング位置としてTileごとに選択されたジェスチャーを集計したところ、ジェスチャーの変化がなかった参加者は3名であった。他の29名はポインティング位置によってジェスチャーが変化した。

図8に各Tileで選択されたジェスチャーを示す。9つのTileでHEAD×HAND TIP RIGHTが選択された割合は、平均53.7%と最も高かった。HEAD×HAND RIGHTはタスク上部をポインティングした場合、HEAD×THUMB RIGHTはタスク左側をポインティングした場合、HEAD以外の基点のジェスチャーはタスク下部をポインティングした場合に、多く選択されている。

4.2 前方向ポインティングとの比較

先行研究として杉原らの前方向ポインティング時のジェスチャー分析の研究が挙げられる。そこで、立位における前方向ポインティングにおけるジェスチャーと床方向ポインティングにおけるジェスチャーの差異を比較する。各ジェスチャーの最頻値の集計結果を比較すると、杉原らの実験[7]において前方向ポインティングでは、最も多くの参加者が選択したジェスチャーはHEAD×THUMB RIGHTであり、12人(35%)の参加者が選択している。床方向ポインティングでは、最も多く参加者が選択したジェスチャーはHEAD×HAND TIP RIGHTであるので異なる。また、2番目に多くの参加者が選択したジェスチャーはHEAD×HAND TIP RIGHTであり、8人(24%)の参加者が選択している。床方向ポインティングでは、HEAD×HAND RIGHTが2番目に多く選択された。

各タイルで半数近くHEAD×HAND TIP RIGHTのジェスチャーが選択された。このことから、情報共有テーブルを実用化する場合には、個人ごと

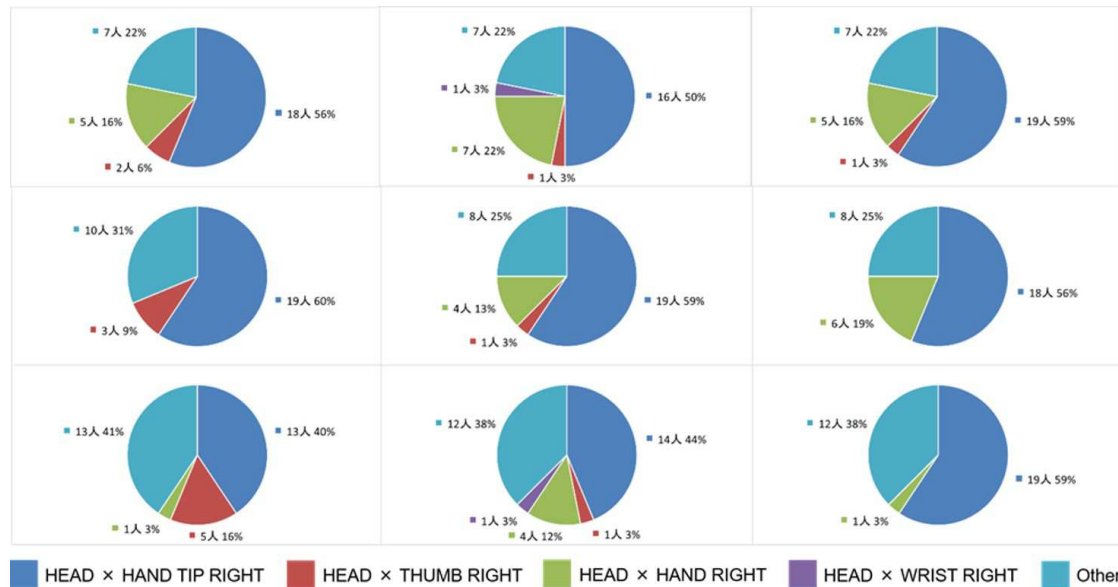


図 8 各タイルで選択されたジェスチャー

のキャリブレーションを行う必要が無く、ジェスチャーを HEAD×HAND TIP RIGHT に固定可能であると考えられる。

各 Tile で選択されたジェスチャーを比較すると、杉原らの実験において前方向ポインティングでは、HEAD×HAND TIP RIGHT はタスク上部をポインティングした場合、HEAD×THUMB RIGHT はタスク左側をポインティングした場合、HEAD×HAND RIGHT はタスク右側をポインティングした場合、HEAD×WRIST RIGHT はタスク下部をポインティングした場合に、多く選択されている。タスク下側をポインティングした場合、床方向ポインティングでは、HEAD 以外の基点を選択した参加者が多かったため前方向ポインティングの実験結果と選ばれたジェスチャーが異なる。

今後は前方向と床方向をポインティングできる環境を用意し、壁と床のスクリーンを連続してポインティングするタスクを参加者に実行してもらい、前方向ポインティングと床方向ポインティングの関連性を調べる必要がある。

5 まとめ

本研究では、床方向におけるポインティングジェスチャーを検証するために、大学生 32 名を対象にジェスチャーの記録実験を実施した。そして、記録した参加者のジェスチャーを集計し、床方向におけるポインティングジェスチャーの特徴を分析した。分析の結果、HEAD×HAND TIP RIGHT のジェスチャーが一番多く選択された。

今後は、床方向ポインティングの分析を深めると共に、「情報共有テーブル」の実現のため複数名での操作や実際のアクティブラーニングへの適用を考えていきたい。

謝辞

本研究は電気通信普及財団の 2019 年度研究調査助成により実施いたしました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 文部科学省, “次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関する調査研究」”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1400796.htm, (2019/10/03).
- [2] 鷹岡 亮, “ICT を活用した授業・学習実践の現状と今後の方向性”, 教育システム情報学会誌, 33 巻, 1 号, pp.6-21, (2016).
- [3] 榎本 豊文, 見崎 大悟, “TUI を用いたテーブルトップ型インターフェースによる学習支援”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012, pp.475-476, (2012).
- [4] 大山 牧子, 松田 岳士, “アクティブラーニングにおける ICT 活用の動向と展望”, 日本教育工学会論文誌, 42 巻, 3 号, pp.211-220, (2019).
- [5] 渡辺恵太, 中道上, 山田俊哉, 尾関孝史, “大画面を利用した講義における直感的なポインティング手法の提案と評価”, 情報処理学会インタラクティブ, (2014).
- [6] 西林 孝, “Kinect の仕組みとナチュラルユーザインタフェース”, 映像情報メディア学会誌, 66 巻, 9 号, pp.755-759, (2012).
- [7] Keiya Sugihara, Kenta Amahaya, Keita Watanabe, Noboru Nakamichi, Toshiya Yamada, Differences of Pointing Gestures between a Standing Posture and a Sitting Posture, Proc. IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.174-177, 2016.