

透析患者向けベッドにおける 仮想タッチパネルの可視化手法の検討

武田祐樹^{t1} 横山大知^{t2} 中道上^{t1+t3} 稲葉利江子^{t4} 渡辺恵太^{t5} 山田俊哉^{t6}

概要：本研究では、透析患者が人工透析中においても仕事が可能な環境の実現に向けて、天井ディスプレイとそれに対して非接触操作が可能なベッドの試作を進めている。非接触操作として仮想的なタッチパネルを実現した Remote Touch Panel を利用しているが、タッチパネル面を視認することができない課題がある。本論文では、仮想的なタッチパネルの可視化に向けて、指先へのプロジェクションマッピングの適用を検討した。仮想タッチパネルの形状と色の組合せに関する実験を行った結果、タッチパネル面には線（白）とそれに近づいた空間（青）を組み合わせた仮想タッチパネルが最も視認性が高いことが明らかとなった。

1. はじめに

日本では「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直面しており、働き方改革が注目されている。働き方改革は働く人の事情に応じて、その人にあった働き方のできる社会を実現し、より良い将来の展望を持てるようにすることを目指すことである[1]。「働き方改革実現会議」において 2017 年 3 月に「働き方改革実行計画」が決定され、今後実行すべき政策の 1 つとして、「病気の治療と仕事の両立」が掲げられている。

現在、透析患者の患者数は年々増加しており約 32 万人[2]もの患者がいる。透析患者は 1 回平均 4 時間かかる人工透析[3]を 1 週間に 3 回する必要がある、1 週間に合計で 12 時間ベッドの上で過ごさなければならない。また、片腕には透析針が刺されているため動かすことが難しく、通常の仰臥位（仰向けの姿勢）でいることよりも動きが制限されており、身体的負荷が大きくなっている。「在宅透析」や「オーバーナイト透析」の選択肢もあるが対応している施設が少なく浸透していないのが現状である。

本研究では、透析患者を対象として、人工透析中にも仕事が可能な環境を整えるため、透析患者のペルソナ（仮想ユーザー）について検討した。ペルソナに基づいて透析患者向けベッドに求められる要件を明らかにし、天井ディスプレイとそれに対して非接触操作が可能な透析患者向けベッドを試作した。非接触操作には Remote Touch Panel[4]を利用しているが、仮想タッチパネルであるため、現在は視認することができない。そのため、仮想タッチパネル位置への光の照射による可視化のための実験を行う。

2. 透析患者向けベッドの試作

透析患者向けベッドの試作にあたり、透析患者向けベッドに求められる要件を明らかにする。そのため現状のペルソナを分析し、現状のペルソナをもとに本研究で対象とするメインペルソナの設計を行った。メインペルソナは人工透析中に主にスマートフォンの操作を行うが現在のベッド環境では、疲労にともない落としてしまうなどの問題がある。この問題を解決するために、透析患者向けベッドに求められる要件として、天井ディスプレイの設置と天井ディスプレイに対する非接触操作が要件として挙げられた。要件を満たすためにペーパースクリーンを天井に貼り付け、Remote Touch Panel を利用した非接触操作を可能とした。

2.1 ペルソナの検討

透析患者向けベッドに求められる要件を明らかにするために、ペルソナについて検討した。ペルソナはシステム開発における要求分析と呼ばれる工程で扱われる。要求分析とはユーザーがどのようなシステムを望んでいるかという要求にかかわる仕様をまとめる工程で、ペルソナは架空の人物として理想的なユーザーを定義したプロファイルのことである。ペルソナを設定することにより、ユーザーの視点で物事を考えやすくなり、ユーザーの要求とのずれを防ぐことができる。また、ペルソナの要求をより明確にすることができ、ニーズにあったシステムを提案することができる。

まず、人工透析に立ち会う機会が多い臨床工学技士に対してインタビューを行い、現状のペルソナを設計した。現在は人工透析中に主にテレビを視聴して過ごしている患者が多い。しかし、時代とともにスマートフォンを利用する人が増えている[5]。本研究では現状のペルソナを参考にし対象となるメインペルソナを設計した。表 1 に現状ペルソナとメインペルソナの特徴を示す。主な変更点は、年齢の項目が 70 歳代から 60 歳代に、人工透析中の過ごし方が、主に TV を見ているからスマートフォンを操作しているに、

^{t1} 福山大学工学部

^{t2} 福山大学大学院工学研究科

^{t3} アンカーデザイン株式会社

^{t4} 津田塾大学

^{t5} 株式会社シーエー・モバイル

^{t6} NTT テクノクロス株式会社

表1 現状のペルソナとメインペルソナ

特徴	現状のペルソナ	メインペルソナ
性別	男	男
年齢	70 歳代	60 歳代
利き腕	右	右
身長	約 160cm	約 160 cm
居住地	尾道	尾道
家族構成	奥さんと二人暮らし	奥さんと二人暮らし
職業	無職	職あり
過ごし方	主に TV を見ている	スマートフォンを操作している
所持しているモバイルデバイス	なし	スマートフォン

所持しているモバイルデバイスの項目がなしからスマートフォンの所持の2点である。

2.2 透析患者向けベッドの現状と求められる要件

現在使用されている透析患者向けベッドには、TV を見て過ごすためのアーム付き TV が取り付けられている場合がある。そのため、透析患者や看護師がアームにぶつかる事故が発生する場合がある。また、アームの回転によって TV のケーブルが断線してしまうといった問題も発生している。本研究では、人工透析中にスマートフォンを操作することを想定している。現在、使用されている透析患者用のベッドではスマートフォンを顔の前に持ち続ける必要があり、疲労にともなって人工透析中の腕などに落としてしまう危険性がある。

これらの問題点を解決するために、透析患者向けベッドに求められる要件として、天井ディスプレイの設置が挙げられる。アームにぶつかってしまう事故や TV のケーブルが断線してしまう問題に対して、人が移動することで物理的接触、また断線の心配がない必要がある。人が触れることが難しい天井にディスプレイとしての機能を持たせることで問題の解決が可能であると考えた。

2.3 天井ディスプレイの検討

透析患者向けベッドの要件である天井ディスプレイを設置するにあたり、実現方法と設置時の安全性について検討した。

- 案 1:液晶ディスプレイ、重量があり落下の危険性あり
- 案 2:有機 EL, 液晶ディスプレイよりは軽量だが落下の危険性あり
- 案 3:スクリーン貼付、近年従来のスクリーンよりもさらに軽量であるペーパースクリーンが登場

これらの特徴をふまえてペーパースクリーンを天井に貼り付けて、ペーパースクリーンにディスプレイとしての機能を持たせるためにプロジェクターによって投影するこ

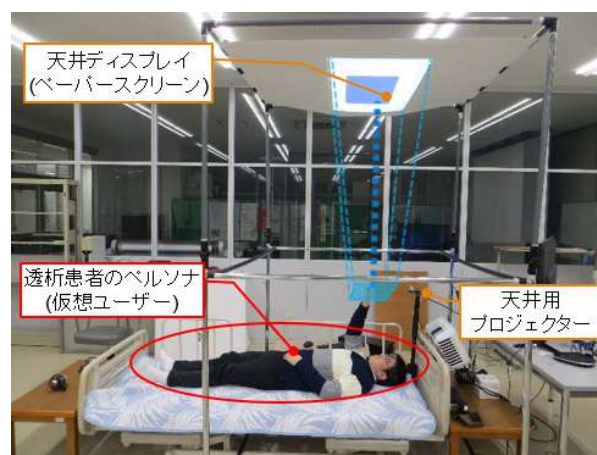


図1 試作した透析患者向けベッド

とにした。試作した透析患者向けベッドを図1に示す。使用した機材は、ペーパースクリーン、天井用プロジェクター(RICOH PJWX2440, 明るさ:3,100lm)である。天井用プロジェクターをベッドのヘッドボードに固定し、天井のペーパースクリーンに対して照射している。ペーパースクリーンに照射したディスプレイの大きさは、縦:95cm, 横 45cm としている。

試作したベッドでは、今後の実証実験に向けて、移動して設置可能であるものとするため、移動可能な天蓋を作成し、そこにペーパースクリーンに貼り付ける形で実現している。そのため、天井にエアコンや蛍光灯がある場合においても、実験を実施することが可能である。

3. 天井ディスプレイへの非接触操作の検討

スマートフォンを操作する際は、画面に触れて操作を行うが、天井ディスプレイに対して操作することは難しい。天井ディスプレイに対する操作手法としてリモコンによる遠隔操作が考えられるが、スマートフォンと同様に落下の危険性がともなう。そこで手に何も持っていない状態で操作することのできる操作手法が必要となる。

3.1 非接触操作手法の検討

スマートフォンと同様の操作を行うために、天井ディスプレイに対して非接触によるポインティング、タップ操作が必要になる。本研究では、試作した透析患者向けベッドの非接触操作に Remote Touch Panel を利用する。Remote Touch Panel とは離れた位置にある画面へのタブレットのようなジェスチャー操作を想定した仮想的なタッチパネルシステムであり、指さしジェスチャーによるポインティングシステムと選択位置を選択する操作を可能にするインターフェースから構成される。画面の非接触のタップ操作に相当する操作手法には、Remote Touch Panel の他にスクリーンをタッチするような動作で手を一定距離前方に動かすことで対象物を選択する Leap Motion Controller を使用したスクリーンタップジェスチャー[6]、選択するオブジェクト

をポインティングし、一定時間静止を行うことで対象物を選択する操作手法[7]などがあるが、スマートフォンの仕様に慣れた透析患者の利用を想定しているため、Remote Touch Panel を採用することにした。

ベッド上での仰臥位における非接触操作の場合、基点となる頭部位置が動くことが少ない。そこで、木戸らの非接触操作システム[8]を参考に、頭部位置を固定として操作点である手の位置と形状を認識できれば非接触操作を実現することが可能である。そこで手の位置と形状を認識するモーションセンサーとして認識精度が高く、小型な Leap Motion を用いる。

3.2 仮想タッチパネルの可視化

Remote Touch Panel は仮想的なタッチパネルであるため、現在は視認することができない。そのため、仮想タッチパネルの位置を認識するための方法について検討した。仮想タッチパネルの位置を可視化、認識する方法として、ハプティクス技術や身体へのプロジェクションマッピング技術などが挙げられるが、ハプティクス技術では、空中での触覚提示も可能になりつつあるが、まだその範囲は小さく限定的な利用となる。

本研究では、仮想タッチパネルを可視化する方法として、プロジェクションマッピング技術を利用することにした。仮想タッチパネルの位置に光を照射し、指が光に触れることで仮想タッチパネルを可視化できると考える。仮想タッチパネルの可視化にあたり、仮想タッチパネルの位置に照射する光の光源とその特徴について検討した。

案 1:レーザー光源、線状の光を照射することが可能であるが空間を照射するのに適していない

案 2:ホロライト・ライン[9]、高い指向性を持つ平行光によって空間を照射することが可能である、しかしレーザー光のように細い線状の光の照射は難しい

図 2 は赤のホロライト・ラインを指に照射した様子を示す。

案 3:プロジェクター、様々な形状の光を照射することが可能である

これらの特徴をふまえ仮想タッチパネルの位置に照射する光の形状として線（レーザー）や空間（ホロライト・ライン）が考えられる。しかし、どのような光の形状が適しているかについてはこれまでに明らかにされていない。そこで本研究では様々な形状の光を照射することが可能であるプロジェクターを用いる。

仮想タッチパネルの位置に照射する光の形状について検討する。光の形状として「線」「空間」、またそれらを組み合わせた「線+空間」が考えられる。「線」であれば、その位置が仮想タッチパネルの位置であることがわかりやすい。しかし、「空間」の場合には、空間の前面・中面・後面のどのような位置に仮想タッチパネルの判定位置を設定すれば良いのかについては明らかにされていない。私たちは



図 2 ホロライト・ラインを指にあてた様子

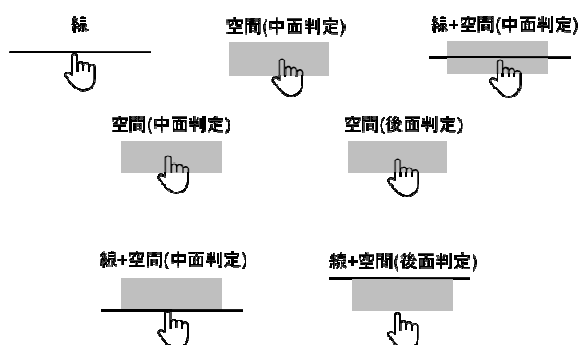


図 3 照射する光の 7 種類の形状

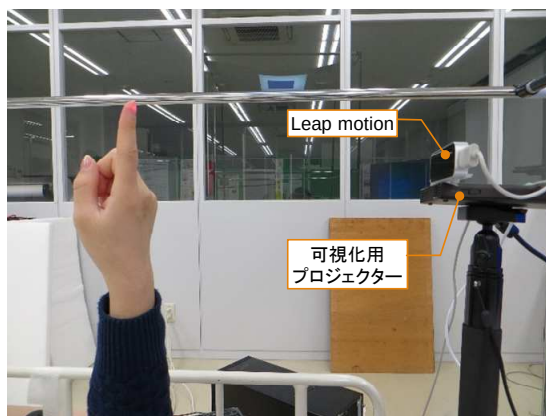


図 4 線(赤)を指にあてた様子

「線」「空間」「線+空間」によって照射する形状とそれぞれの仮想タッチパネルの判定位置から 7 種類の形状について検討した(図 3)。

また仮想タッチパネルとして照射する光の色についても検討した。プロジェクターを用いると多くの色を照射することが可能である。本研究では、仮想タッチパネルを利用する対象が「ヒト」であるため、まず心理原色を参考に赤、青、黄、緑、白、灰の 6 色について検討した。

3.3 非接触操作環境の検討

2.3 で試作した透析患者向けベッドに対して、非接触による操作を行うために Remote Touch Panel の機能を追加した。図 4 に可視化用プロジェクターで赤の線を指に照射した様子を示す。使用した機材は、Leap Motion, SONY モバイルプロジェクターMP-CD1(明るさ:105ANSI lm)である。ヘッドボードとマットレスの間にプロジェクターをマットレスから 60cm に固定するための固定具を設置し、可視用プロジェクターの上に Leap Motion を乗せ、非接触操作と仮想タッチパネルの可視化を実現している。

4. 仮想タッチパネル可視化の実験

本研究では、光による仮想タッチパネルの可視化の検証をするために、可視化用プロジェクターによって指に光を照射し、形状と色についての実験を行った。実験は大学生 21 名(全員が男性)に対して実験を実施した。

4.1 実験環境

実験は試作した透析患者向けベッドを使用して実施した(図 1)。Remote Touch Pointing は Leap Motion センサーを使用し、指に光を当てるための可視化用プロジェクターには SONY モバイルプロジェクター MP-CD1(明るさ:105ANSI lm)を使用した。また、可視化用プロジェクターから指までの距離は個人ごとに差があるが約 30cm である。光を指にあてたときの形状の幅は線が約 0.3cm, 空間が約 5.0cm となっている。

指に照射する光の形状は、線、空間(中面判定)、線+空間(中面判定)の 3 種類の形状に、空間、線+空間に前後判定を含めた 7 種類の形状とした(図 3)。光の色は心理原色を参考に赤、青、黄、緑、白、灰の 6 色とした。

4.2 実験手順

1. Remote Touch Panel のカーソル移動とタップについての説明を行う。
2. 実験参加者はベッドに仰臥位(仰向けの姿勢)になり Remote Touch Panel を利用し、マウスポインタを動かし、クリック操作を体験する。
3. Remote Touch Panel は仮想的なタッチパネルであるため人間には視認することが出来ないことを伝える。また、光を指先に照射することにより仮想タッチパネルを可視化しようとしていることを伝える。
4. 実験参加者は 3 種類の形状(線、空間、線+空間)について体験し、視認しやすいものを 1 種類選択する。
5. 空間、線+空間を選択した場合にはさらに前後判定を含めた形状を体験する。
6. 7 種類の形状で 1 番視認しやすい形状を選択する。最初に体験する形状の色はそれぞれ(青、青、空間:青、線:白)としている。
7. 実験参加者が体験した形状で仮想タッチパネルの位置が視認しやすいものを選択し、選択された形状で色を

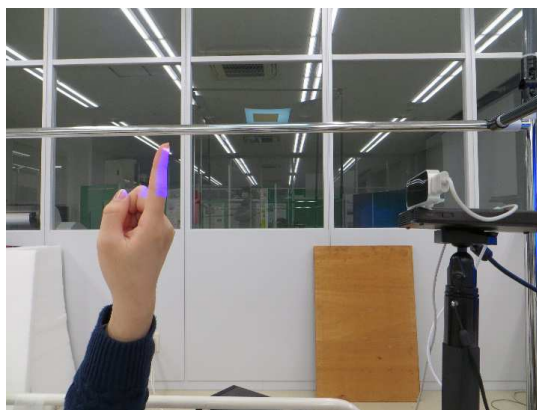


図 5 線(白)+空間(青)の後面判定を指にあてた様子

表 2 光の形状と色のアンケート結果

形状	判定位置	線色	空間色	人数(人)	合計
線	—	赤	—	3	4 (19.0%)
		緑	—	1	
空間	前面	—	緑	1	1 (4.8%)
	中面	—	—	0	0 (0.0%)
	後面	—	赤	1	4 (19.0%)
		—	青	1	
		—	白	2	
	線+空間	白	緑	1	2 (9.5%)
		青	白	1	
		青	灰	1	4 (19.0%)
		黄	青	1	
		赤	青	2	
		赤	青	1	6 (28.6%)
		緑	青	1	
		白	青	4	

表 3 触覚フィードバックのアンケート結果

色	人数(人)	割合
赤	5	23.8%
青	7	33.3%
黄	0	0.0%
緑	1	4.7%
白	8	38.0%
灰	0	0.0%

変えて体験する。線、空間を選択した場合に 6 通り体験し、線+空間を選択した場合には、線、空間の色を組み合わせて、30 通り体験する。

8. 実験参加者は形状と色について体験した後、アンケート

トに答える。

4.3 実験結果

表2に光の形状と色のアンケート結果を示す。表2に選択されていない色または色の組み合わせは記していない。また、“－”は条件に当てはまらないことを示している。表2の光の形状と色のアンケート結果では最も選択された形状は線+空間で12名が選択しており57.2%であった。線+空間の色の組み合わせ上位2組は線:白、空間:青を4名が選択しており19.0%、線:赤、空間:青を3名が選択しており14.2%であった。最も選択された形状と色の組み合わせを指に照射した様子を図5に示す。

表3に触覚フィードバックのアンケート結果を示す。表3の触覚フィードバックのアンケート結果では1番多く選択された白は8名が選択しており、38.0%となっている。2番目に多く選択された青は7名が選択しており、33.3%となっている。3番目に選択された赤は5名が選択しており、23.8%であった。線、空間、線+空間の選択した上位の3色は赤、青、白となっており、触覚フィードバックの上位3色と同じ結果となっている。

5. 仮想タッチパネル可視化の考察

実験結果をもとに、仮想タッチパネルを可視化するための光形状の役割について検討する。光形状の「線」は仮想タッチパネルの判定位置の役割を持ち、「空間」は仮想タッチパネルの判定位置に近づいていることをフィードバックする役割を持つと考えられる。仮想タッチパネルを配色する場合、「空間」の配色を青とし、「線」の配色を仮想タッチパネルに対する操作ごとに変化させることによりユーザビリティが高い仮想タッチパネルが実現できる可能性が考えられる。

5.1 線と空間の形状の役割

まず仮想タッチパネルにおける形状として「線」が、判定位置の役割を持つと考えられる。形状が空間の場合においても、前面判定・後面判定は、空間の境界が「線」となって判定位置の役割を持つ。表2の光の形状と色のアンケート結果において、形状が空間で判定位置が中面のみ選ばれていない。その要因として、判定位置の役割を持つ「線」が可視化されていないため、判定位置を確認することが難しいと考えられる。

次に判定位置から「空間」の役割について考察する。空間の境界が「線」となって判定位置の役割を持つと考えた場合、表2より、形状として「空間」「線+空間」を選択した実験参加者のうち、判定位置の選択は「前面」3人、「中面」4人、「後面」10人となり、判定位置として「後面」を選択

した割合が58.8%と最も高い。その要因として、「空間」は仮想タッチパネルの判定位置に近づいていることをフィードバックする役割を持つと考えられる。

表4 線、線+空間の線のみ色の選択率

色	人数(人)	割合
赤	6	37.5%
青	2	12.5%
黄	1	6.2%
緑	2	12.5%
白	5	31.2%
灰	0	0.0%

表5 空間、線+空間の空間のみ色の選択率

色	人数(人)	割合
赤	1	5.8%
青	10	58.8%
黄	0	0.0%
緑	2	11.7%
白	3	17.6%
灰	1	5.8%

判定位置に近づいたことをフィードバックする「空間」がない「線」のみの場合、光が指に照射したときにはすでに仮想タッチパネルに触れている状態になる。そのため、空間によるフィードバックを得ることができず「線」のみを選択した実験参加者が4人(19.0%)と少なかったと考えられる。

判定位置の役割を持つ「線」、判定位置に近づいたことをフィードバックする「空間」、これら2つの役割を併せ持つ「空間の後面判定」(4人)、「線+空間の後面判定」(6人)を選択している割合が全体の47.6%と多くを占める結果となった。線には判定位置としての役割があり、空間には判定位置に近づいたことをフィードバックする役割があるため、線+空間の後面判定が最も多く選ばれる結果となり、視認性が高いと考えられる。

5.2 線と空間の配色

表3の触覚フィードバックのアンケート結果より、全体の95.3%が上位の赤・青・白の3色を選択している。これらの3色を中心に仮想タッチパネルにおける「線」と「空間」の配色について検討する。まず「線」の配色について検討する。表2の光の形状と色のアンケート結果をもとに「線色」に着目して集計した結果を表4に示す。表4の線、線+空間の線のみ色の選択率は1番選択された色は赤が6名で37.5%であり、2番目に選択された色は白が5名で31.2%であった。しかし、青は2名(12.5%)とあまり選ばれていない。

次に「空間」の配色について検討する。表2の光の形状と色のアンケート結果をもとに「空間色」に着目して集計した結果を表5に示す。表5の空間、線+空間の空間のみ色の選択率は、青が最も多く選択され10名で58.8%であった。「空間」の配色として青に設定した場合、表2の結果

より「線」は、赤・黄・緑・白と様々な色が配色として選ばれている。

本研究では、仮想タッチパネルを使用してスマートフォンと同様の操作を目指している。スマートフォンの操作には、タップ、ドラッグ、フリックなどのジェスチャーが複数存在している。そのため、空間の色は青に設定し、それぞれの操作ごとに線の配色を変化させて対応させることによって、仮想タッチパネルのユーザビリティが向上すると考える。

6. 関連研究

近年、センシング技術の向上により、離れた画面に対して身体動作を利用したインタラクションが一般的に普及しつつあり、様々な場面での利用を想定した非接触操作の研究が提案されている。例えば、大型化の傾向のあるデジタルサイネージに対して、タッチパネル形式が一般的であるが、非接触操作技術を導入することにより、画面に手が触れる位置まで移動する必要がなく、センサーが人を認識したときに画面操作することができる[10]。空中に液晶ディスプレイの放つ光線をガラスプレートに投下させることで映像を表示させる ASKA3D プレート[11]がある。Leap Motion などのモーションセンサーと組み合わせることで空中に投影された映像に対してタップ操作を可能とする。医療分野では外科医が手術中のレントゲン写真などを確認する際に、これまでは口頭による指示を出すことで行っていたが、非接触技術を導入することにより画面やキーボードなどのデバイスに直接触れる必要がないため、指示者自身が手を清潔に保ったまま、機器を操作することができる[12]。

本研究では、試作したベッドは病院で人工透析中に利用することを想定している。非接触技術を導入することにより、画面やキーボードなどへのデバイスに直接触れることがないため、身体に菌が付着することを防げる。これにより院内での感染を防ぐことができる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、人工透析中に仕事が可能な環境を整備するために透析患者のペルソナ(仮想ユーザー)について検討した。そのペルソナを用いて、透析患者向けベッドに求められる要件として、天井ディスプレイの設置と天井ディスプレイに対しての非接触操作が挙げられた。これらの要件をペーパースクリーンによる天井ディスプレイと Remote Touch Panel による非接触操作が可能な透析患者向けベッドを試作した。利用している Remote Touch Panel は仮想タッチパネルであるため、現在は視認することができない。そのため、仮想タッチパネルの可視化手法を検討し、光源としてプロジェクターを利用することにした。仮想タッチパネルを光で指に照射することで可視化するための実験を

行い、形状と色についてアンケートを行った。アンケートの結果、光の形状は線+空間(後面判定)が多く選択され、線と形状の色の組み合わせは線(白)、空間(青)という結果になった。線には仮想タッチパネルの判定面としての役割があり、空間には判定面に近づいたことを示す役割があると考えられる。

プロジェクターから指にあてた光の形状の幅は、判定位置である線と判定位置に近づいたことを示す空間の適切な幅については明らかにできていない。線、空間の適切な幅を検証する必要がある。また実験では、男性のみに対して実験を行ったため、女性に対して実験を行う場合には色の好みの違いにより選択される色の配色が異なる可能性がある。そのため、男女の違いによる配色を明らかにするために女性に対しても実験を行う予定である。また、非接触操作に対するユーザビリティ評価とともに透析患者向けベッドとしての有効性について検証を進めていく。

謝辞 本研究は昭特科学振興財団の一般研究、また、日本学術振興会の科学研究費補助金(若手研究(B)15K16108)の助成により実施いたしました。また、因島総合病院の方にご協力いただきました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 厚生労働省. “働き方改革 ～一億総活躍社会の実現に向けて～”. <https://www.mhlw.go.jp/content/000335765.pdf>, (参照 2018-12-25).
- [2] 厚生労働省. “糖尿病性腎症重症化予防の取り組みについて”. https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutokatsukan/0000114064_13.pdf, (参照 2018-12-25).
- [3] 一般社団法人日本透析医学会. 維持血液透析ガイドライン: 血液透析処方. 日本透析医学会雑誌, 2013, 46 巻, 7 号, pp. 587-632.
- [4] 天早健太, 木戸瑛一, 杉原慶哉, 中道上, 渡辺恵太, 山田俊哉. Remote Touch Panel: 大画面における直観的なタップジェスチャー. インタラクション 2018 論文集, pp. 779-784, 2018.
- [5] 総務省. スマートフォン経済の現在と将来. 平成 29 年版情報通信白書, 2017.
- [6] 中村薫. Leap Motion プログラミングガイド. 株式会社工学, 2015.
- [7] 村田和義, 渋谷雄. 身体動作を用いたオブジェクト選択における許容可能な滞留時間の検討. ヒューマンインターフェース学会論文誌, 20 巻, 4 号, p.479-490.
- [8] 木戸瑛一, 天早健太, 杉原慶哉, 中道上, 渡辺恵太. 車内システムにおける非接触操作に対する慣れの検証. インタラクション 2018 論文集, pp.191-196, 2018.
- [9] パイフォトンクス株式会社. “ホロライト” <http://www.piphotonics.co.jp/holorerit/index.html>, (参照 2018-12-25).
- [10] N.GeN Corporation. “gescha”. <http://www.gescha.jp>, (参照 2018-12-25).
- [11] “ASKA3D プレート”. <https://aska3d.com/ja/>, (参照 2018-12-25).
- [12] NEC ソリューションイノベータ. “フィンガージェスチャー”. <http://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sl/finger/>, (参照 2018-12-25).