

母指によるスマートフォン操作特性に関する研究

1 はじめに

近年、スマートフォンなどのタッチパネル操作を必要とする端末の利用が増加している^[1]。これらの端末の利用者のうち約50%が片手で端末操作を行っている。また、片手操作の約70%が母指での操作であることが報告されている^[2]。母指によるスマートフォン操作は複数の指を使用するキーボード操作に比べ、負担が母指に偏る。そのため、片手操作者は母指の屈曲、伸展の繰り返しにより、腱が肥厚し、腱鞘と摩擦が生じることで炎症を起こす腱鞘炎を発症するリスクが高いと考えられる。特に母指側の腱鞘に発症する腱鞘炎はド・ケルバン病（狭窄性腱鞘炎）と呼ばれ患者数が増加している^[3]。腱鞘炎は、健全な生活や仕事の妨げとなるため、次世代のスマートフォンは片手操作中に母指に負荷をかけないことが要件となることが考えられる。

母指負荷の検討をするためにはスマートフォン操作の特性を検討する必要があると考えられるが、そのような研究はまだ少ないのが現状である。また、次世代のスマートフォン UI の操作性を向上させるためにも操作特性の解析は必要であると考えられる。そこで本研究では、母指スマートフォン操作時の基礎動作の解析から操作特性を明らかにすることを目的とした。

2 方法

スマートフォン操作は主に「タップ」、「フリック」、「スワイプ」、「ピンチイン」、「ピンチアウト」の5つの基礎動作から構成され、それぞれの動作の組み合わせにより複雑な操作を可能としている。そのため、スマートフォン操作の特性を解析するためには、操作を動作ごとに分解し、それぞれの動作解析をする必要があると考えられる。これらの動作のうち、特にスワイプ動作は片手スマートフォン操作において、画面遷移や各種機能の調整など多くの場面でされる。また、母指の関節動作を多く伴う動作であることから、その行動的特徴の解析により、母指に負荷をかけにくい次世代のスマートフォンの開発に貢献することが期待できる。そこで本研究ではスマートフォン操作で行われる基礎動作のうちスワイプに着目し、その動作解析を試みた。

スワイプ解析は操作時の母指の始点と終点から変位、速度を算出して行う。本研究ではすべて右手母指を対象として実験を行った。

3 計測体系

本研究では、Android OS で動作する計測アプリケーションを開発した。開発したアプリケーションは操作時の始点と終点の変位を cm 単位に換算し、その変位から操作を継続していた時間を除算した操作速度を計算する機能を持つ。

4 スワイプ動作の特性解析実験

4.1 被験者

被験者は健康な 20 代男性 6 名とした。いずれの被験者も右利きである。

4.2 使用端末

実験は端末サイズの違いによる差異を考慮するため、高さ 146×幅 72×厚さ 6.9mm の端末 A (Xperia™ Z4) と高さ 127mm×幅 65mm×厚さ 8.6mm の端末 B (Xperia™ Z3 Compact) を使用した。

4.3 実験タスク

被験者に右手で端末を持たせ、上下左右 4 方向のスワイプ操作を座位姿勢で 50 回行わせ、それぞれの操作速度、母指の移動変位を計測した。

また、左右 2 方向の計測に関しては、操作画面の切り替わりがない画面 1 (図 1.a) とスワイプ操作時に画面がカットインする画面 2 (図 1.b) の 2 パターンの画面において同様の計測を行った。以下の表 1 に今回行った実験タスクを示す。実験時は被験者に、なるべく自然に操作を行うように指示をした。

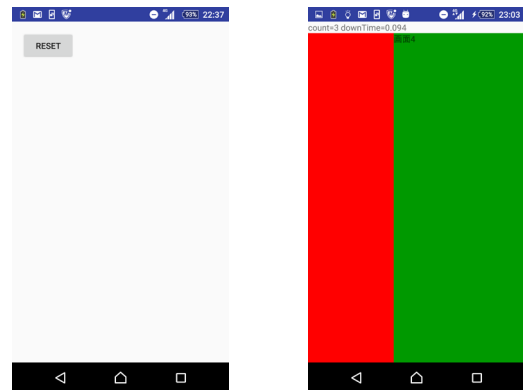


図 1.a 画面 1

図 1.b 画面 2

図 1. 操作画面

表 1. 実験タスク

操作方向	端末	画面	試行回数
左	A,B	1,2	50
右	A,B	1,2	50
上	A,B	1	50
下	A,B	1	50

4 結果

図 2, 図 3 に操作方向ごとの被験者平均速度および変位を示す。

図 2 から端末 A での上スワイプ速度 27.3 ± 7.0[cm/s]で最も早く、左スワイプ速度が 21.1 ± 4.4[cm/s]で最も遅くなる傾向が確認された。また、図 3 から操作変位は下スワイプ時に最も大きくなり、左右方向には小さくなる傾向が見られた。端末間においては、上下の操作速度は端末 A>端末 B であるが左右の操作速度は端末 B>端末 A となる差異が確認された。

図 4, 図 5 に端末別の操作画面ごとの被験者平均

速度および平均変位を示す。図4から端末A、Bどちらにおいても画面2操作時の左右スワイプ速度が速くなる傾向が確認された。また、図5から、操作変位に関してはどちらの画面操作においても比較的差異が少ないことが確認された。

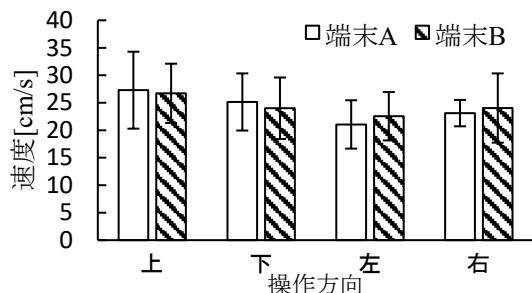


図2. 操作方向ごとの被験者平均速度

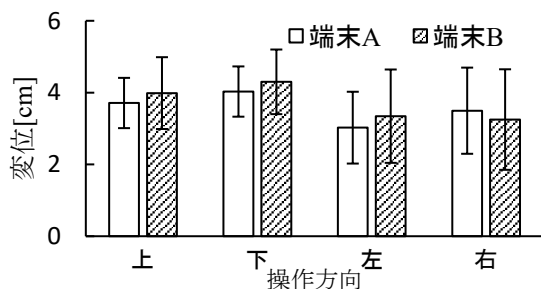


図3. 操作方向ごとの被験者平均変位

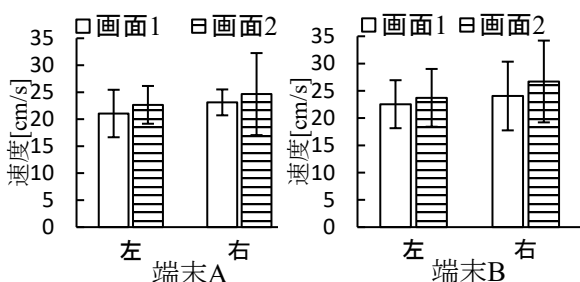


図4. 操作画面ごとの被験者平均速度 (端末別)

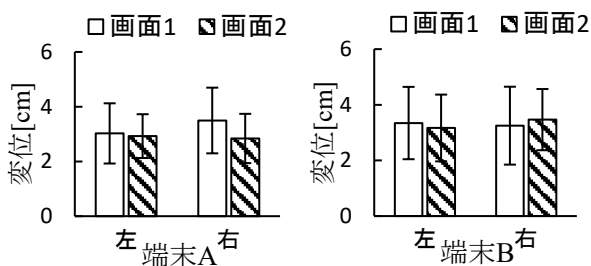


図5. 操作画面ごとの被験者平均変位 (端末別)

5 考察

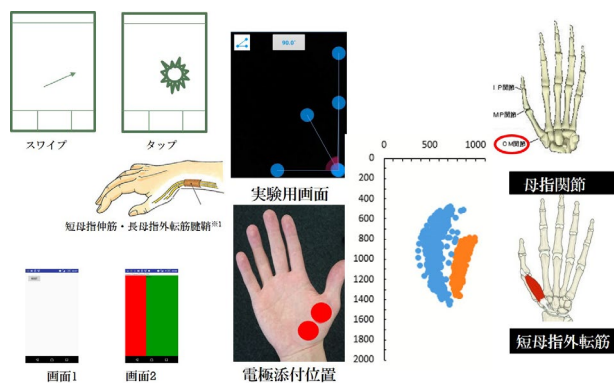
図2に示した結果からスワイプ動作は上下方向に速度が速くなる傾向が確認された。上下方向のスワイプは母指を構成する関節のうち、主にCM関節が関与していると考えられる。CM関節は撓側方向に60°、掌側方向に90°可動するため、母指を大きく動作させることを可能にしている。対して左右方向のスワイプは上下方向のスワイプと比べて、CM関節

の関与が少ないと考えられる。そのため、上下方向のスワイプ速度、変位が大きくなる傾向を示したと考えられる。CM関節動作はド・ケルバン病の原因となる筋・腱動作を伴うため、主にCM関節動作が関与する上下方向のスワイプは、左右方向と比べて母指への負荷が、大きい特性を持つことが考えられる。また、端末間において、端末Aは上下方向に速度が速くなるのに対し、端末Bは左右方向に速度が速くなる傾向が見られた。この差異は、端末サイズと被験者の手のサイズが関係していることが考えられ、今後は被験者の手のサイズに関して考慮する必要であることが示唆された。

図4から画面1と比べて、画面2で計測されたスワイプ速度が速くなる傾向が確認された。このことから、被験者が無意識に画面のカットインの速度にスワイプ速度を合わせた可能性が考えられる。今後は上下方向についても比較を行い、同様の結果が得られるか確認する必要があると考えられる。

6 おわりに

本研究では、母指に負荷をかけにくい次世代のスマートフォン開発に貢献するため、片手スマートフォン操作時の母指操作特性を明らかにすること目的とした。本稿ではスマートフォンの基礎動作の1つであるスワイプ動作に着目し、スワイプ時の速度、変位の計測から母指によるスマートフォン操作特性について検討を試みた。今回は操作方向、端末サイズなど条件の異なるスワイプ時の速度、変位を計測することで、スマートフォン操作時の母指操作特性の検討を行った。結果、各条件ごとの特性があることが示唆された。今後は被験者のデータ数を増やし、比較検討をすることで母指操作特性を検討していく必要があると考える。



結果 (操作方向と平均速度および変位)

