
スマホのホーム画面におけるアプリ配置の最適化

豊島岡女子学園高等学校 高校二年 稲垣響

1. 研究の要約

スマホのホーム画面において、スマホ利用によって手などに負担がかかり引き起こされる障害を防ぐようなアプリの最適な配置を調べるために、実際の利用者の使用状況を元に数理モデルを記述し、数理モデルの解析からそれぞれの利用者に合った最適なアプリ配置が存在することを明らかにした。

2. 研究の動機と目的

スマホを使用する際に、アプリを発見するまでの時間が長く感じ、またアプリを配置した場所によってアプリを押しにくく感じた。スマホの利用時間が増える現代社会には、スマホによって引き起こされる指の障害、スマホ指（資料1）も存在する。スマホのホーム画面におけるアプリ配置による負担をできるだけ軽減したいと考えた。

特に決まりなくアプリを配置する人や、色ごとや機能ごとなどこだわりの配置をする人など、人それぞれアプリ配置の仕方は異なっている。今回の研究では「一日当たりの疲れ（後述：疲労度）」を最小化することに焦点を当てる。

【資料1】※1（以下、※にて引用・参考文献を記す。p8 記載。）

【ド・ケルバン症候群（狭窄性腱鞘炎）】

母指（親指）を広げると手首の母指側の部分に腱が張って皮下に2本の線が浮かび上がる。ドケルバン病はその母指側である短母指伸筋腱と長母指外転筋が手首の背側にある手背第一コンパートメントを通るところに生じる腱鞘炎症状は、腱の炎症により腱鞘の腱の動きがスムーズでなくなり、手首の母指側が痛み、腫れる。母指を広げたり、動かすと強い疼痛が走る。

【狭窄性屈筋腱腱鞘炎】

ドケルバン症候群と似たような機序を持つが、母指に限定されない。各指の付け根の腱と腱鞘が炎症を起こし指の曲げ伸ばしがスムーズに行えない。

【手根管症候群】

モバイル端末を用いた手根管症候群スクリーニングアプリケーション（論文）より加齢や手の使いすぎにより手関節部における正中神経が圧迫されることによって発症する末梢神経障害。

【テキストサム損傷】

スマホの使いすぎで生じる親指の腱鞘炎を指す造語。スマホの使いすぎによる小指の変形を伴う病気として広く誤用されてきた。

3. 方法

最適化をするにあたって、【最適化の方針】はアプリの配置をうまく決めてスマホによる一日あたりの疲労度を最小化することである。

まず、【スマホの使用方法】の設定を行う。

① スマホの持ち方の設定

必ずしも「正しい持ち方」が使用者にとって使いやすく楽な持ち方である訳ではないが、数理モデルの目的に沿い、自らの考察も含め「正しい持ち方」を定義することとする。
両手操作は、筋疲労が起こりやすく腰に負担がかかりやすい姿勢になることから片手操作とする。(※2)
テキストサム損傷(図1)という言葉が誤用されはじめた背景には、少なからずスマホ利用で小指を痛めている人がいたからだと考える。指にかかる負担を均一にするためにもスマホを小指で支えるような持ち方をしないようにする。(図2)



図2 小指はかけない

② ホーム画面の枚数設定 3枚とする

③ DOCK に配置するアプリ個数の設定

豊島岡女子学園の生徒6人にアンケートをとった。

「アプリ1から4個を押しやすい順に並べてください。ただし、この場合の押しやすさに機能面は考慮しないものとする。」

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん	Fさん
1位	3	2	3	2	3	1
2位	2	1	2	1	2	2
3位	1	3	1	3	1	3
4位	4	4	4	4	4	4

以上の結果を踏まえ、DOCK に設置するアプリの個数は3個とした。

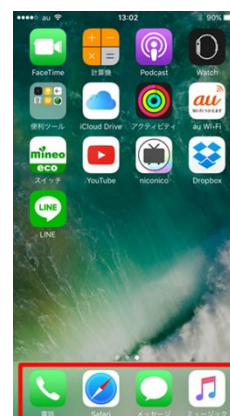


図3 DOCK は赤線部→

【実験データの設定】を行う

① 実際のデータを用いる

大学院生(男性)

アプリ配置の特徴：インストール順のバラバラ配置。

高校二年生(女性)2名それぞれのデータを用いて最適化を行う。

アプリ配置の特徴：利用頻度の高いものを手前に配置する。

- ② 疲労度の設定、配置場所の設定
 疲労度はアプリを押す際の**母指の移動距離**と仮定する。

星印を始点とし、アプリ（白い正方形）の中心と結んで距離を測った。星印(始点)は、「正しい持ち方」で持った際に自然な状態で母指の置かれる場所とした。（図4）

また、3枚のホーム画面のうち真ん中の画面を「メイン」とし、両隣の画面をそれぞれ「一枚右」「一枚左」とする。

両隣の画面へは、画面をスワイプする動作をアプリ2個分の移動距離と仮定し、

20.75（アプリ2つ分の移動距離）×移動回数（一回）＝20.75の移動距離を足している。



図 4

	一枚左				メイン				一枚右			
ホーム画面	60.1089253	55.1683817	55.1683817	60.1089253	39.3589253	34.4183817	34.4183817	39.3589253	60.1089253	55.1683817	55.1683817	60.1089253
	49.3878246	42.0953742	42.0953742	49.3878246	28.6378246	21.3453742	21.3453742	28.6378246	49.3878246	42.0953742	42.0953742	49.3878246
	42.0953742	30.2959415	30.2959415	42.0953742	21.3453742	9.54594155	9.54594155	21.3453742	42.0953742	30.2959415	30.2959415	42.0953742
	42.0953742	30.2959415	30.2959415	42.0953742	21.3453742	9.54594155	9.54594155	21.3453742	42.0953742	30.2959415	30.2959415	42.0953742
	49.3878246	42.0953742	42.0953742	49.3878246	28.6378246	21.3453742	21.3453742	28.6378246	49.3878246	42.0953742	42.0953742	49.3878246
	60.1089253	55.1683817	55.1683817	60.1089253	39.3589253	34.4183817	34.4183817	39.3589253	60.1089253	55.1683817	55.1683817	60.1089253
dock4つ					51.4064685	47.7297077	47.7297077	51.4064685				
dock3つ					49.1407418	47.25	49.1407418					

配置場所に番号を振る

配置場所												
	71	72	73	74	23	24	25	26	47	48	49	50
	67	68	69	70	19	20	21	22	43	44	45	46
	63	64	65	66	15	16	17	18	39	40	41	42
	59	60	61	62	11	12	13	14	35	36	37	38
	55	56	57	58	7	8	9	10	31	32	33	34
	51	52	53	54	3	4	5	6	27	28	29	30
					0	1	2					

③アプリの利用頻度の設定

アプリの利用頻度は、iphone の機能であるスクリーンタイムの「持ち上げ回数（スマホを開いて最初にアプリを起動した回数）」を参考にする。（図5）

1週間持ち上げ回数を7で割る。



図5；(例) 大学院生の持ち上げ回数→

持ち上げ回数の調べることでできた上位のアプリのみを配置する。

それぞれ、

大学院生→30 個

高校生→19 個

大学院生と高校生のスマートホン内の設定よりデータを取得した。（以下参照）

アプリ名	1週間持ち上げ回数	1日あたり持ち上げ回数
twitter	473	67.57142857
LINE	82	11.71428571
ミュージック	42	6
safari	40	5.714285714
Outlook	16	2.285714286
カメラ	14	2
G1 ステークス	10	1.428571429
Refills	10	1.428571429
Kindle	8	1.142857143
乗換案内	8	1.142857143
Instagram	4	0.571428571
pixiv コミック	4	0.571428571
写真	3	0.428571429
App Store	2	0.285714286
メッセージ	2	0.285714286
設定	2	0.285714286
メモ	2	0.285714286
リマインダー	2	0.285714286
Gmail	2	0.285714286
Youtube	2	0.285714286
Google フォト	2	0.285714286
Slack	2	0.285714286
Netkeiba	2	0.285714286
Habitfy	1	0.142857143
Swarm	1	0.142857143
Chrome	1	0.142857143
niconico	1	0.142857143
Suica	1	0.142857143
三井住友銀行	1	0.142857143
えりたん	1	0.142857143

大学院生

アプリ名	1週間持ち上げ回数	1日あたり持ち上げ回数
instagram	168	24
LINE	85	12.14285714
LINEマンガ	27	3.857142857
Yahoo!	13	1.857142857
メール	12	1.714285714
メルカリ	12	1.714285714
写真	11	1.571428571
WeChat	7	1
Spotify	7	1
MERY	6	0.857142857
設定	5	0.714285714
メッセージ	4	0.571428571
カメラ	2	0.285714286
Safari	1	0.142857143
GoogleMaps	1	0.142857143
YouTube	1	0.142857143
FileMaster	1	0.142857143
一蘭	1	0.142857143
ショッピング	1	0.142857143

高校生

③ 「押せる場所(紫)」 「押せるけれど、押したくないところ(黄)」

図 A : 大学院生

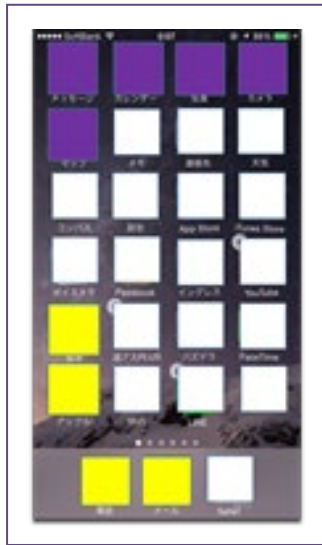


図 B : 高校生



紫と黄色で示された部分にはアプリを配置しないように設定した。
→疲労度（移動距離）を 1000 に設定している。

次に、最適化の方針に基づき【定式化】を行う。

【定式化】

① 記号・決定変数の定義

- I : アプリの配置候補点の集合
- J : アプリの集合
- d_i : 場所 i における指の疲労度
- p_j : アプリ j の1日あたりの使用回数

②定式化する

《目的関数》
$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_i p_j x_{ij}$$

《制約式①》
$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in J$$

《制約式②》
$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in I$$

目的関数を成立させるための制約式①②を立てる。
 目的関数には最小化を行う役割があり、制約式はそれを成立させるための条件のようなものである。

《制約式①》
 「あるアプリは必ず、1つの場所に割り当てられる。1つのアプリを2つ以上の場所に置かない。」

《制約式②》
 「ある場所に割り当てられるアプリは高々1つであり、1つの場所に2個以上のアプリを置かない。」

*今回は、フォルダ機能を考えない

《目的関数》
 場所 i における指の疲労度×アプリ j の一日あたりの使用回数
 =場所 I にアプリ j を置いた時の一日あたりの指の疲労度
 *一日当たりの指の疲労度を最小化している。

以上の定式にそれぞれの実験データの数値を入力し、[最適化ソルバーXpress]を用いて計算

4. 結果と考察



【大学院生】
 現状から比べると、約**4分の1**
 「今の配置での疲労度」
4911.6
 ⇒
 「最適化した配置での疲労度」
1227.0

#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	えりたん	Chrome	Suica		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		写真	pixivコミック	Outlook	Googleフォト		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	Netkeiba	リマインダー	#N/A		Instagram	ミュージック	twitter	G1ステークス		#N/A	Slack	Swarm	#N/A
#N/A	メッセージ	Youtube	#N/A		カメラ	safari	LINE	Kindle		#N/A	App Store	Gmail	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		メモ	乗換案内	Refills	設定		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	Habitfy	niconico	三井住友銀行		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
					#N/A	#N/A	#N/A						



【高校生】

現状から比べると、約**3分の1**

「今の配置での疲労度」

1941.8

⇒

「最適化した配置での疲労度」

631.5

#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	写真	メルカリ	Safari		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	ショッピング	#N/A		MERY	instagram	Yahoo!	Spotify		#N/A	GoogleMaps	#N/A	#N/A
#N/A	YouTube	FileMaster	#N/A		WeChat	LINEマンガ	LINE	設定		#N/A	一蘭	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	メッセージ	メール	カメラ		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
					#N/A	#N/A	#N/A						

置き方次第で大幅に疲労度は減らせることが分かった。

また、正しい持ち方ではDOCKにはアプリが置かれていなかった。このことから、DOCKにアプリを配置している現状がスマホ指などの手指の整形領域における疾患につながっていると考察した。

「同じ移動距離でもアプリの利用頻度の差が大きくなっている。」のは、疲労度を移動距離と設定しているために起こる現象で、同じ距離の候補点がいくつかある場合にその候補の中でアプリを使う頻度順にランダムに配置されている。

また、「アプリを手前から設置する（高校生のスマホ利用特徴）」ことが今回の疲労度を最小化する目的においてはホーム画面の最適化に繋がらないといえる。

5. 結論と今後の課題及び感想

1) 結論

○置き方次第で大幅に疲労度は減少することが分かった。

○実験結果をみると同じ母指の移動距離でも、置かれているアプリの利用頻度に大きな差が出ている事がある。

○DOCKにはアプリが置かれていない

2) 今後の課題

実験の目的は一日当りの指の疲労度を最小化することであり、「疲労度の定義」の仕方が実験結果を大幅に左右し得ると考えた。今回、実現することができなかったが筋疲労の測定をすることで母指の移動距離だけでなく移動方向にも着目することができ、より正確に疲労度を設定することができると考える。

また、一日の持ち上げ回数からアプリの利用頻度は調べられたが、実際のアプリ起動回数を調べる機能がなくその点においてのデータが不十分であると思う。

アプリ配置に関しては、人それぞれの個性が現れる部分でもあることをデータを集めていく中で感じた。そのため、数値計算を行うだけではなくデータをより多く集めることも重要だと考える。

3) 感想

今回の実験は日常生活でふとした瞬間に疑問に思ったことをテーマとしました。数理モデルを扱うことも、ふとした興味を自分なりに突き詰めることも初めての体験でした。最初は、「スマホのホーム画面のアプリ配

置の最適化」というテーマを数理という枠組みでしかとらえていませんでしたが、医療という自分の興味のある別の分野の視点からとらえることによってより明確な目的をもってテーマに取り組むことができたように感じます。理系・文系といった両極端な物の捉え方をするのではなく、どちらの視点からも問題を突き詰めるバランス力がこれからも重要だと感じました。実験をするにあたり、被験者を快く引き受けてくださった豊島岡女子学園高等学校の同級生の皆様、実験の指導を通じて多くの知識や示唆をいただきました筑波大学理工学群社会工学類田村暁さんに心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

【引用・参考文献】

※1 公益社団法人日本整形外科学会ホームページ <https://www.joa.or.jp/>

スラド「デマが発生する過程をまとめてみる」 2015年3月9日更新 最終閲覧日(2020年1月30日)

エンターテインメントコンピューティングシンポジウムEC2019より

「モバイル端末を用いた手根管症候群スクリーニングアプリケーション」2019年9月

最終閲覧日(2020年1月30日)

※2 日本理学療法学術大会ポスター「携帯情報端末利用時の姿勢変化について」最終閲覧日(2020年1月29日)

※3 FNNPRIME <https://www.fnn.jp/posts/00406250HDK>

2018年12月27日更新

最終閲覧日(2020年1月29日)

画像出典

Teach me iphone