

アプリケーションを見つけやすくするための ユーザ主観度を用いた提示手法

菊地悠[†] 川崎仁嗣[†] 大久保信三[†] 太田賢[†] 稲村浩[†]

スマートフォンのアプリ一覧画面に表示された多数のアプリから、目的のアプリの選択に要する時間を短縮するため、よく利用するアプリを強調表示し、目的のアプリを見つけやすくする手法を提案する。本手法が有効に機能するためには、ユーザ本人が主観的によく利用すると考えているアプリがすべて強調表示されることが必要である。本論文ではこの主観利用モデルの推定について、アプリの利用回数に加え、利用時間を組み合わせた方式により実現した。Android 端末上で被験者 7 名から収集したアプリ利用ログを用いて評価した結果、提案手法は利用回数または利用時間のみを用いた方式よりも主観利用アプリとよく一致し、全インストールアプリのうち 28% のアプリを強調表示することで十分であることを示した。

An Application Icon Displaying Method for Effective Selection Using Perceptual Index

HARUKA KIKUCHI[†] SATOSHI KAWASAKI[†] SHINZO OHKUBO[†]
KEN OHTA[†] HIROSHI INAMURA[†]

1. はじめに

近年、急激にスマートフォンの普及が進んでいる。国内のスマートフォン利用者へのアンケート結果によれば、PC 向けの Web サイト閲覧ができること (56.7%) に次いで、豊富なアプリケーションを利用できる点 (49.5%) が評価されている¹⁾。実際にスマートフォンユーザは多くのアプリケーションを利用し、その数は Android²⁾ の場合、国内ユーザの平均で約 40 個と報告されている³⁾。

このように端末上で利用可能なアプリの数が増えたことにより、ユーザは利用したいアプリをすぐ見つけられず、起動に時間を要するという使い難さが生じるようになった⁴⁾。Android の場合、ユーザ自身がショートカットを生成するなどの効率化手段も提供されているが、今後さらにスマートフォンの普及が進むにつれ、リテラシの高くないユーザの割合も増加していくと想定される。このため、ユーザ自身による能動的な関与が無くとも目的のアプリが容易に見つけられる手法の提供が重要になるであろう。

本研究では、ユーザがあるアプリについて“よく利用しているかどうか”というアプリの**主観利用モデル**をユーザのアプリ利用ログから推測する。その上でアプリ一覧画面において表示アイコンに強調表示を適用し、アプリを見つけやすくすることで選択に要する時間を短縮する手法を提案する。強調表示の適用にあたり、ユーザ自身が設定を行う必要はない。

ユーザが良く利用すると感じるアプリ (**主観利用アプリ**) の推測には、アプリの利用回数と利用時間を用いる。Android 端末上で収集したアプリ利用ログと、別途アンケ

ートで収集した主観利用アプリが合致するかを検証した。以下、2 章で本研究のアプローチ・課題および要件を示し、3 章で関連研究について述べる。4 章で主観利用アプリの推定アルゴリズム、および Android 上でのアプリ利用ログ集計・実装方法について示す。5 章で主観利用アプリの推定に関する評価結果を述べ、6 章でまとめとする。

2. 本研究のアプローチ・課題

本研究では、ユーザが起動したいアプリを多数のアイコンの中から選択するタスクを対象とし、ユーザ自身による設定やカスタマイズを必要とせず、ユーザがよく利用すると感じるアプリをすぐ見つけられるようにし、アプリの選択に要する時間を短縮することを目的とする。

2.1 アプリの主観利用モデルを用いたアプローチ

目的のアプリを見つけやすくするには、ユーザが注目すべき対象を限定すればよい。

そのために、我々はアプリの主観利用モデルを用いたアプローチを採り、ユーザがよく利用すると感じているアプリである主観利用アプリを、アプリ利用ログから推測する。そして、アプリ一覧画面でのアイコンに対して、背景を明るくする強調表示を適用する (図 1 参照)。例えば自身でよく利用していると考えられるアプリを起動したい場合、ユーザはアプリ一覧の中から強調表示されたアプリのみに注目し、目的のアプリを探せばよい。ユーザは自身の主観利用モデルに従い、強調表示の有無を視覚的な手掛かりとして、利用アプリの探索対象を事前に絞ることで、アプリの選択に要する時間を短縮できる (図 2 参照)。

[†](株)NTT ドコモ
NTT DOCOMO, INC.



図1 アプリ一覧画面への強調表示適用例

Figure 1 Visual representation of app. icon highlighting.

アプリ起動時の一般的なユーザータスクフロー



提案方式における主観利用アプリ起動時のタスクフロー

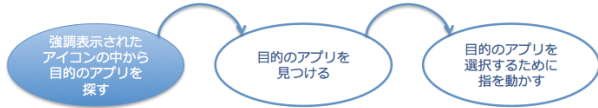


図2 アプリ選択タスクフローの概略

(上：一般的なアプリ選択探索，

下：提案方式における，良く使うアプリの探索)

Figure 2 App. icon selection task flow: (top) general selection task flow; (bottom) task flow of the proposed method

主観利用アプリは，以下の3つに分類できる。

1. 利用回数も，1回あたりの利用時間も長いもの
例：ブラウザ・メール・SNS アプリなど
2. 利用回数が多いが，1回あたりの利用時間が短いもの
例：天気予報アプリ・交通情報アプリ（乗換案内）・設定アプリなど
3. 利用回数は必ずしも多くないが，1回あたりの利用時間が長いもの
例：動画閲覧アプリなど

上記分類に従うと，アプリの主観利用モデルはアプリの利用回数だけでなく利用時間についても考慮する必要がある。本研究では，過去一定期間のアプリの利用回数と利用時間に基づき，ユーザがアプリを良く利用すると感じる度合を表す指標である**主観利用度**を計算する。そして主観利用度が高いアプリを主観利用アプリとみなし，強調表示を適用する。

アプリ一覧画面ではアイコンの表示数が多いため，表示位

置はユーザ自身による変更のみに留め，強調表示の有無だけを変化させる。個々のアプリに対する強調表示の有無はアプリの利用傾向に基づき変化するが，通常すべてのアプリの利用傾向が一度に大きく変わることはなく，強調表示アプリの変化も漸進的となる。

2.2 本研究における課題

提案手法の実現に当たっては，以下に示す二つの課題(a)(b)を解決することが必要である。

- (a) ユーザの主観利用モデルと合致したアプリ（主観利用アプリ）を強調表示すること
- (b) ユーザが目的のアイコンを素早く見つけられるよう，適切な強調表示を行うこと。

本稿では主に(a)について議論する。課題(b)については，実験心理学の分野で視覚探索と呼ばれる研究分野の知見⁵⁾を参考に，輝度を用いた強調表示を適用する。これによりアイコン自体の視認性を損なうことなく，強調表示の有無を容易に判別できる。

2.3 主観利用アプリの強調表示に関する要件

課題(a)を満足するため，ユーザの主観モデルとの整合性とユーザビリティの観点から，以下の要件を導出した。

- (a1) 再現性：強調表示されるアプリの中に，すべての主観利用アプリが含まれていること。なぜなら主観利用アプリを利用する際，ユーザは強調表示されている前提で対象アプリのアイコンを探索するためである。
- (a2) 追従性：強調表示されるアプリが，ユーザのアプリ利用傾向の変化に追従すること。
- (a3) 安定性：強調表示されるアプリが頻繁に変化せず，安定していること。どのアプリが強調表示されているのか，ユーザが記憶し易くなり，対象アプリの探索がより一層効率的になると期待できるためである。

これらの要件を満たすため，過去一定期間のアプリの利用回数および利用時間から，主観利用度を算出するヒューリスティック関数を設計し，主観利用モデルと合致するようパラメータを設定し，主観利用アプリを推定する。

強調割合については，主観利用アプリがすべて強調表示される，主観利用度が高い上位一定割合のアプリを強調表示することで，要件(a1)を満足する。具体的には，主観利用アプリの集合を $A_{\text{subjective}}$ ，強調表示されるアプリの集合を $A_{\text{highlighted}}$ とした場合，以下の式(1)が成り立つ最小の強調割合を設定する。

$$A_{\text{subjective}} \subseteq A_{\text{highlighted}} \quad (1)$$

要件(a2)および(a3)については、主観利用度の算出において適切なアプリ利用ログ集計期間を設定し、追従性と安定性の両立を行う。

3. 関連研究

多数のアプリや提供機能などの選択候補が提示される状況下での操作性向上を目的とした、様々な研究がおこなわれている。またユーザの選択対象を識別する時間や選択操作に要する作業時間をモデル化する研究も多数存在する。

静的メニュー階層構造の最適化

スマートフォン登場以前より、携帯電話で表示されるメニュー項目の多さに対処するため、メニュー構造を階層化することで選択を容易にするための研究が行われてきた⁶⁾。しかしながらスマートフォンの場合、マーケット上で提供されるアプリの数が非常に多く、各々のユーザは異なるアプリを自身でインストールして利用するため、すべてのアプリについて事前に適切な階層構造を決定することが困難である。ユーザ自身のカスタマイズにより階層構造を設定することも考えられるが、1章で述べたようなリテラシが必ずしも高くないユーザには負担が大きく、万人向けではないため、本手法をそのまま適用することは難しい。加えて階層構造は静的であることを前提としているため、(a2)の追従性を満足できない。

直近利用アプリ/機能の提示

過去の操作履歴を用い、ショートカットを自動で生成し、表示順序を並び替えるものがある⁷⁾。しかしながら本方式の場合、いずれかのアプリケーションを利用する度に、提示されるアプリケーションの種類と表示位置が変化し、(a)ユーザの主観利用モデルとの合致が図れず、また(a3)の安定性も満足しない。

利用アプリの予測

アプリケーションの利用履歴と併せ、基地局 ID や時刻情報、加速度センサ情報などからユーザが利用するアプリを予測し、Android のホーム画面に表示するショートカットを動的に入れ替える手法が提案されている⁴⁾。本方式では、ユーザのその時の状況に応じて適切と思われるショートカットが動的に変化するため、ユーザが設定した静的なショートカットと比較した場合に選択時間が若干長くなることが報告されている。

ユーザが普段と異なる状況であるアプリを利用したいなど予測が難しい状況では、アプリ一覧画面からアプリを探す必要があるが、アプリ一覧画面において、一部アプリに絞って目的のアプリを探す手法については述べられていない。

利用アプリ/機能のレコメンド

端末機能の過去の利用履歴と各機能に対し事前に与えた特徴ベクトルを基に、ユーザの嗜好を推定しメニュー表示の見た目をカスタマイズする研究がある⁸⁾。この方式では、過去における個別機能の利用頻度および直近での利用機能の履歴により個々の機能の順位付けを行うヒューリスティック関数を設計、別途定めた各機能の特徴ベクトルを介してユーザの嗜好を推定した上で機能を推薦する。

推薦の目的は利用者の選択肢を広げることであり、本研究が目指す、利用者が自身で良く使うアプリの抽出とは必ずしも一致しない。例えば推薦結果にユーザがまだ使用したことのない機能が含まれることは、課題(a)に示したユーザの主観利用モデルと矛盾する。

視覚探索による選択対象の識別時間モデル化

多数のオブジェクトの中から目的のものを識別するタスクである視覚探索の一種に、特徴探索と呼ばれるものがある⁵⁾。特徴探索とは、目標が単一の視覚的特徴（目標刺激）を有する場合の視覚探索を指し、意識的に注意を向けずとも対象が目にと留まるポップアウトと呼ばれる効果により、提示される対象数によらず素早く目標が判別できることが知られている。目標刺激としては大きさや色、方向や輝度などが有効であり、本研究ではアイコンの視認性を損なわないよう、輝度を用いて強調表示を行う（図1参照）。

一方、複数の視覚的特徴の組み合わせにより目標を識別する必要があるタスクは結合探索と呼ばれ、特徴探索よりも長い時間を探索に要する。我々の提案手法は、探索対象を強調表示されたアイコンに限定したうえ（図2下左のタスク）で、目的のアプリを逐次確認する（図2下中央のタスク）ため、結合探索の一種と考えられるが、探索対象が強調表示されたアイコンに絞られることで、一定の選択時間短縮効果が得られると考えられる。

既存研究でもユーザの操作履歴を元に操作性を向上させる取り組みが存在している⁴⁾⁹⁾が、(a)主観利用モデルとの合致という観点で、アプリの探しやすさを向上させる手法についてはこれまで研究されてきていない。(b)適切な強調表示の適用に関しては、視覚探索の分野で研究がなされてきている⁵⁾。中央監視システムへの適用を想定し、表示対象のうち一つだけを強調するシナリオで評価を行った応用研究もある¹⁰⁾が、スマートフォン向けのアプリ一覧画面への適用を想定した検討はなされていない。

4. 主観利用度を用いた主観利用アプリ推定

本章では、2.3.1項に示した課題(a)を実現するため、主観利用度に基づく主観利用アプリの推定に関する提案アルゴリズムおよびAndroid 端末上での実装方法を述べる。加えて、

実際のユーザのアプリ利用ログを用いた提案アルゴリズムの評価結果を述べ、利用回数もしくは利用時間のみを用いた場合と比較し、利用回数と利用時間を組み合わせる方法が(a1)再現性の観点で最も有効であること、直近14日間のアプリ利用ログを用いることで(a2)追従性と(a3)安定性を満足できることを示す。

4.1 主観利用度算出アルゴリズム設計のための予備評価

本節では、主観利用度算出アルゴリズム設計のための予備評価である、主観利用アプリの特徴に関するアンケートとアプリ利用ログの基礎集計結果について示す。

主観利用度算出のための説明変数の選択

要件(a1)に対し、主観利用アプリの決定に有効な説明変数が何かを把握するため、被験者7名（平均インストールアプリ数は99.7個）に対してアンケートを行い、利用回数および利用時間を用いることとした（表1参照）。

表1 良く使うと思うアプリの利用傾向

Table 1 Characteristics of the “often-used” apps. users feel.

良く使うと思うアプリの利用傾向	人数
利用回数が多い	4名
利用回数が多い、また利用時間が長い	3名

アプリ別の利用回数・利用時間のばらつき

前述のアンケート結果を受け、アプリの利用回数と利用時間の分布傾向を把握する目的で予備評価を実施した。図3-1～図3-3はある被験者のアプリ利用ログ集計結果（集計期間：14日）である。

図3-1および図3-2から分かるように、アプリの利用回数・利用時間は一部のアプリに集中する傾向があり、いずれも指数分布で近似が可能である（決定係数はそれぞれ0.90, 0.94）。

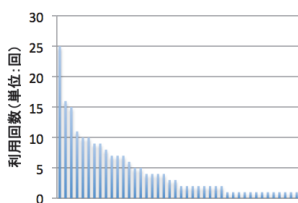


図3-1 利用回数の分布

Figure 3-1 Distribution of the number of app. usage.

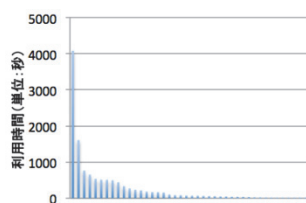


図3-2 利用時間の分布

Figure 3-2 Distribution of the accumulated app. usage durations.

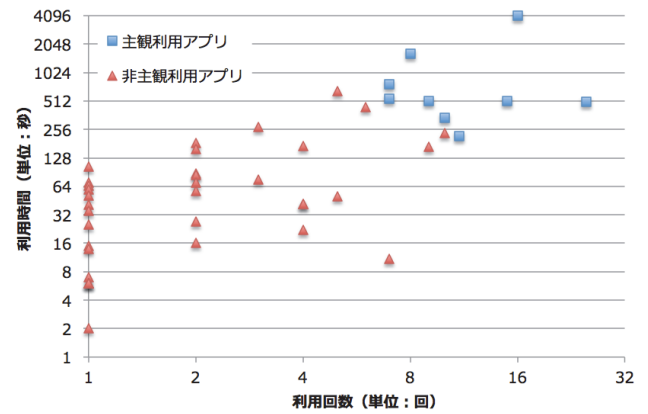


図3-3 アプリ利用回数と利用時間の関係(両対数グラフ)

Figure 3-3 Scatter Plot of App. Usage Times vs. Accumulated Duration of Usage (Note that the graph is double logarithmic).

また図3-3で示す通り、利用回数が増えるに従って利用時間も増加する傾向がみられるものの、ばらつきが大きく、アプリによって利用時間が長い利用回数が少なかったり、逆に利用回数が多いが利用時間が短い場合が存在することがわかる。さらに、主観利用アプリと非主観利用アプリを区別するには、単純に利用回数または利用時間を用いることが難しいことが見てとれる。被験者によっては、利用回数のみから主観利用アプリをうまく推測できる場合もあるが、全ユーザを対象とするには、利用回数と利用時間の両方を勘案することが必要である。

4.2 主観利用度算出方法と強調表示アプリの決定

4.1節の予備評価結果から、 i 番目のアプリの主観利用度を求めるヒューリスティック関数 $s(i)$ を以下の式(2)のように定める。

$$s(i) = w \cdot \log_2 \sum_T (n_{inv}(t, i) + 1) + (1 - w) \cdot \log_2 \sum_T (n_{time}(t, i) + 1) \quad (2)$$

ここで $n_{inv}(t, i)$ と $n_{time}(t, i)$ はそれぞれ i 番目のアプリに関する t 日前の利用回数（単位：回）と利用時間（単位：秒）の合計値を、 w ($0 \leq w \leq 1$)は主観利用度算出における利用回数と利用時間の寄与度を定める重みづけ係数（定数）、 T は集計期間（定数）を表す。本ヒューリスティック関数により、主観利用度が高い上位のアプリを主観利用アプリとみなし、一定割合 r ($0 < r < 1$)について強調表示を適用する。 w , r については(a1)の要件を満たすように、また T は要件(a2)(a3)を満たすように決定する（4.4節、4.5節参照）。 w , r については集計期間 $T = 14$ としたうえで、2.2.1項に記載の式(1)を全ユーザに対して満たす最小の r を、 w の値を変えて探索的に決定し、要件(a1)を満足する（4.4.1項参照）。

集計期間 T については、(a2)(a3)の要件に従い、以下を満たすよう決定する（4.4.2項および4.4.3項参照）。

- (a2) 追従性: 強調表示アプリのうち主観利用度が上位 50% のアプリについて, 例えばブラウザを標準のものから別のものに切り替えるなど, 利用アプリを別アプリに変更した場合に, 強調表示アプリの次回更新時点で切り替えたアプリに対し強調表示が適用されること.
- (a3) 安定性: 実際のアプリ利用ログから, 日付の変わり目における強調表示アプリ入れ替わり数が, 強調表示アプリ全体の 5%以下となること.

4.3 Android への実装

スマートフォン上での提案方式の実現性を検証するため, Android OS 上のホームアプリとしてプロトタイプを実装した (図 3 参照). Android においてホームアプリとは, 端末上にインストールされたアプリ一覧を表示し, ユーザの選択操作により他のアプリを起動するためのアプリである. Android では表示を含めた処理を別アプリに委譲するアプリ間連携の仕組み (暗黙的インテント)¹¹⁾により, ユーザ自身の意図によるものとみなされないアプリの利用が発生する. 例えばあるアプリ (図 4 の App. A) で表示された URL をユーザが選択すると, アプリケーションがブラウザ (図 4 の App. B) に切り替わる. アプリの切り替わりは透過的に行われるため, ユーザはブラウザを利用していると意識しない. こうした挙動は主観利用モデルの観点ではノイズと考えられるため, 計測対象から除外し, ユーザがホームアプリから起動したアプリのみに限定し, 利用回数と利用時間を集計する. 同一アプリケーション内における画面 (アクティビティ) の遷移については継続利用とみなす. 図 5 にプロトタイプの機能ブロック図を示す. システムは大きくホームアプリとログ取得モジュールに分かれる. アプリ一覧画面の表示やアプリの利用開始イベントの捕捉はホームアプリ側で, 利用アプリ終了イベントおよび画面 On/Off の切り替わり捕捉とログの管理はログ取得モジュールで行う. ログ取得モジュールは, Android 上で Service¹²⁾ と呼ばれるバックグラウンド処理を行うモジュールとして実装した. なお画面 On/Off 状態を捕捉する理由は, 画面 Off 時にアプリの利用時間を積算しないためである.

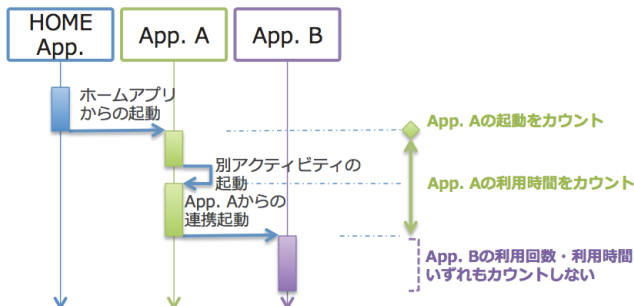


図 4 アプリの画面遷移と起動回数・利用時間の集計
Figure 4 Accumulation of the number of application launch and duration.

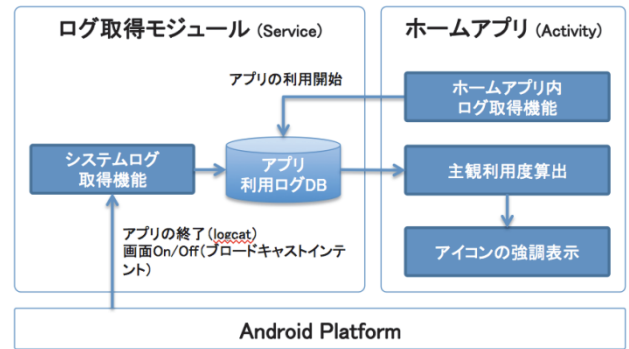


図 5 実装したプロトタイプの機能ブロック図
Figure 5 Architecture of prototyped home application.

5. 主観利用度に基づく主観利用アプリ推定方式の評価

2.3 節に記載の課題(a)に関する 3 要件について, 被験者のアプリ利用ログを用いた評価を行った.

5.1 主観利用アプリの推定精度

要件(a1)に関する評価として, 主観利用アプリの強調割合について, 提案方式と利用回数もしくは利用時間のみを用いた場合を比較する.

重みづけ係数 w について, $0 \leq w \leq 1$ の範囲で値を定めた上で, 個々の被験者について式(1)を満たす最小の強調割合を求めた結果を図 6 に示す. 強調割合の平均 r_{ave} が最小となるのは $w = 0.8$ ($r_{ave} = 0.17$, $r_{max} = 0.28$), r のワースト値 r_{max} が最小となるのは $w = 0.9$ ($r_{ave} = 0.18$, $r_{max} = 0.27$) であり, 利用回数のみ ($w = 1$) もしくは利用時間のみ ($w = 0$) を用いた場合と比較して r_{ave} , r_{max} いずれも小さい値となっている. 本結果を踏まえ, 全ユーザ共通の重みづけ係数 $w = 0.8$, 強調割合 $r = 0.28$ と定める.

なお利用回数のみを用いた場合に r_{ave} , r_{max} が大きくなっているが, これは主観利用アプリと利用回数が同数のアプリが存在する場合に, 強調表示すべきアプリが増えてしまうことによる.

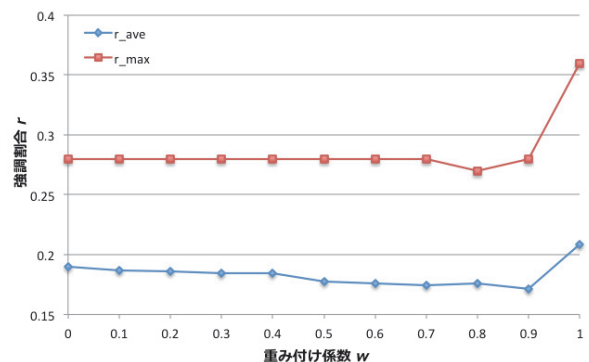


図 6 重みづけ係数 w と強調割合 r の関係
Figure 6 Average and maximum highlighting rates r across different coefficients w .

5.2 利用アプリ切り替えへの追従性

要件(a2)について、良く利用するアプリのうち1つをユーザが別のアプリに切り替えた場合、強調表示が適用されるまでのタイムラグがどの程度になるか、集計期間を変化させて評価した(図7参照)。

ここでは強調表示されるアプリの中で、主観利用アプリとよく一致する、上位50%の結果を示す。主観利用度が高い上位のアプリほど、強調表示が適用されるまでの日数は短くて済むことが見てとれる。また主観利用度が小さくなる、上位30%~50%のアプリは、利用傾向が必ずしも一定でなく、日によって使ったり使わなかったりすることが影響し、強調表示が適用されるまでの日数は集計期間に依存して大きく上下している。

一方、集計期間 T と強調表示が適用されるまでの日数の関係については、 T によらず平均1日以内に強調表示が適用されることが分かった。これは、強調割合 r が全ユーザに対し式(1)を満足するよう大きめの値に設定されているためと考えられる。

本結果より、追従性(a2)を満足する上で、集計期間は影響しないといえる。

5.3 強調表示アプリの更新ごとの変化量

要件(a3)の安定性について、被験者7名のアプリ利用ログを用いて評価を行った。強調表示対象の変更は一日一回の主観利用度再計算にて起こる。主観利用度算出時の集計期間(横軸)を変化させた場合、更新時点での強調表示アプリの平均変化量(縦軸)をプロットしたものを図8に示す。

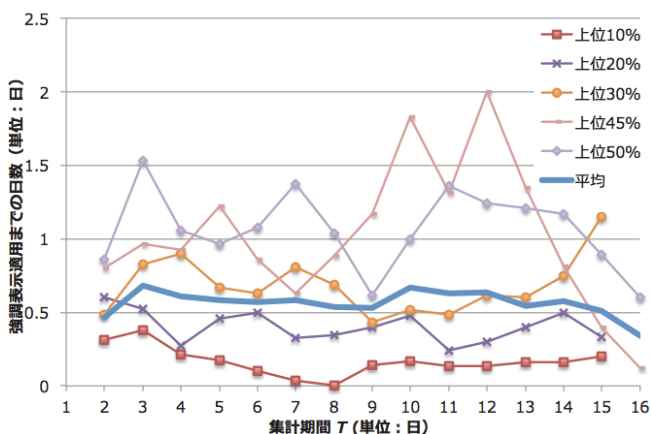


図7 強調表示アプリを切り替えた場合、新しいアプリが強調されるまでに要する日数 ($r = 0.28$)

Figure 7 The number of days to be highlighted if often-used apps. are switched to new ones ($r = 0.28$).

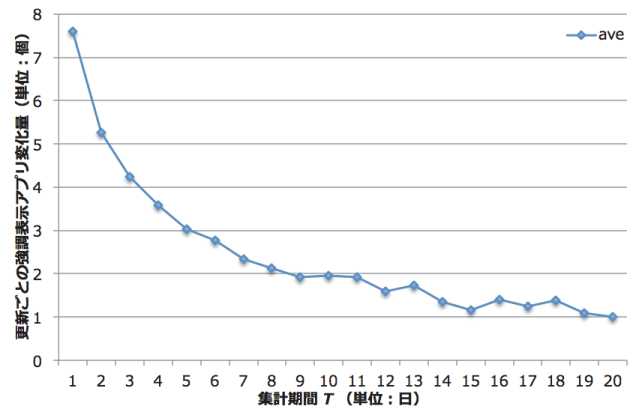


図8 更新ごとの強調表示アプリ変化量 ($r = 0.28$)

Figure 8 The number of replaced highlight app. icons per update ($r = 0.28$).

集計期間 T が長くなるに従い、強調表示アイコンの変化量が徐々に小さくなり、一定値に漸近する。1日当たりの平均変動量を強調表示アプリ全体の5%以下であるおよそ1.5個に収めるには、集計期間 T は14日以上であれば良い。

なお変化量が1に漸近する理由を確認するため、さらにアプリ利用ログを解析すると、被験者は平均で20日におよそ1個、新たなアプリを利用していることが分かった。

以上より、(a2)の追従性および(a3)の安定性を満足する上では集計期間は14日以上であればよい。

6. おわりに

アプリ一覧画面において、ユーザがよく利用すると考えるアプリを見つけやすくするアイコン強調表示方式を提案した。被験者7名のアプリ利用ログを用いた評価により、28%のアイコンを強調表示することで、全被験者の主観利用アプリを強調表示できることが分かった。

今後の課題としては、提案手法により実際にアプリケーションの選択時間が短縮可能であるかどうかを定量的に評価することが考えられる。さらにユーザのアプリ主観利用度を各個人に適応させていくことで、より精度の高い強調表示を行う手法も検討したい。

参考文献

- 1) インプレス R&D インターネットメディア総合研究所 (編): スマホ白書 2012, pp.75, インプレスジャパン (2012).
- 2) Google: Android, available from <<http://www.android.com/>> (accessed 2013-05-14).
- 3) Google: Our Mobile Planet: Japan - Understanding the Mobile Consumer, available from <http://services.google.com/fh/files/blogs/our_mobile_planet_japan_en.pdf> (accessed 2013-05-14).
- 4) Shin, C., Hon J. and Dey. K.A.: Understanding and prediction of mobile application usage for smart phones, *Proc. UbiComp '12*, pp.173-182 (2012).
- 5) Treisman, A., and Gelade, G.: A feature integration theory of attention,

- Cognitive Psychology*, 12, 97-136 (1980).
- 6) Geven, A., Sefelin, R. and Tscheligi, M.: Depth and Breadth away from the Desktop – the Optimal Information Hierarchy for Mobile Use, *Proc. MobileHCI'06*, pp.157-164 (2006).
- 7) docomo Palette UI, available from
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/func_tool/palette_ui/> (accessed 2013-05-14)
- 8) Fukazawa, Y., Hara, M., Onogi, M., et al.: Automatic mobile menu customization based on user operation history, *Proc. MobileHCI '09*, pp.1-4 (2009)
- 9) Sears, A. and Shineiderman, B.: Split Menus: Effectively Using Selection Frequency to Organize Menus, *Trans. ACM on Computer-Human Interaction*, Vol. 1, No. 1, pp.27-51 (1994).
- 10) 緒方啓史, 瀬谷安弘, 渡邊克巳ほか: GUI 上の探索作業におけるナビゲーション・キューの効果, *情報処理学会論文誌*, Vol. 54, No. 4, pp.1518-1527 (2013)
- 11) Google: Intents and Intent Filters, available from
<<http://developer.android.com/guide/components/intents-filters.html>> (accessed 2013-05-14).
- 12) Google: Service, available from
<<http://developer.android.com/reference/android/app/Service.html>> (accessed 2013-05-14).