

ユーザコンテキストと利用アプリケーションの関連性調査のための ゲームを用いたアプリケーション利用ログ収集システム

大澤 純[†] 岩田 麻佑[†] 原 隆浩[†] 西尾章治郎[†]

[†] 大阪大学大学院情報科学研究科 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1番5号

E-mail: [†]{osawa.jun,iwata.mayu,hara.nishio}@ist.osaka-u.ac.jp

あらまし モバイル端末において、ユーザのコンテキストを考慮した情報推薦に関する研究が盛んに行われている。筆者らの研究グループでは、コンテキストを考慮したアプリケーション推薦システムの構築に向け、アプリケーション利用ログ収集システムを実装し、センサデータからのみでは取得できないようなコンテキストと利用アプリケーションの関連性調査を行った。しかし、ログの規模が小さく、十分な解析を行うことができなかった。そこで本研究では、さらに多くのユーザの獲得と継続的なログ収集を目指し、本システムにキャラクタ育成型ゲーム要素を追加して実装した。そして、実装したシステムによって収集したデータを解析し、ユーザはいくつかの状況でアプリケーションを使い分けていることを確認した。

キーワード ユーザコンテキスト、アプリケーション、推薦システム、ゲーム

Jun OSAWA[†], Mayu IWATA[†], Takahiro HARA[†], and Shojiro NISHIO[†]

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

1-5 Yamadaoka, Suita, Osaka, 565-0871 Japan

E-mail: [†]{osawa.jun,iwata.mayu,hara.nishio}@ist.osaka-u.ac.jp

Key words User Context, Application, Recommender System, Game

1. はじめに

近年、iOS や Android, Windows Phone などの高性能な OS を搭載したスマートフォンが広く普及しており、利用可能なアプリケーションが爆発的に増加している。それに伴い、ユーザはマーケット上の膨大なアプリケーションの中から、自分の目的にあったアプリケーションを選び出すことが困難になりつつある。MMD 研究所^(注1)の行ったアンケート調査では、「スマートフォンを完璧に使いこなせている」と回答した人は一割に満たなかったと報告されていることから、多くのユーザにとって、マーケット上の膨大なアプリケーションの中から適切なものを探し出す作業は容易ではないと考えられる。こうしたことから、ユーザが必要としているアプリケーションを推薦することの重要性が認識されつつある。

一方、スマートフォンはユーザがいつでもどこでも持ち歩くものであるため、ユーザが置かれている状況（以下、コンテキストと呼ぶ）によって、必要とされるアプリケーションも変化すると考えられる。例えば、旅行先では、地図アプリケーションなどが利用される可能性が高くなるのに対して、友人と外出

しているときには、飲食店検索などが利用される可能性が高くなると考えられる。このようなコンテキストによるアプリケーションの利用傾向の違いは、アプリケーション推薦を行う上でも重要な要因と考えられる。

そこで筆者らの研究グループでは、スマートフォン向けアプリケーション推薦システムの実現に向けて、端末に搭載されたセンサのみでは取得できないようなコンテキストと利用アプリケーションの関連性の調査を行った[7]。具体的には、ログデータ収集システムをスマートフォンの Android OS 上で実装し、36 人の被験者に配布し、2 週間のデータ収集実験を行った結果、約 4 万件のログデータを収集した。このシステムでは、「人と一緒にいるか」、「気分はどうか」など、質問に答えてもらう形式でユーザからコンテキストに関する情報を収集する一方で、バックグラウンドプロセスを用いてユーザのスマートフォン上のアプリケーションの利用履歴を収集する。

しかし、上記のような単純な質問形式のシステムでは、実験の規模や期間に限られてしまい、アプリケーション推薦システムを構築するために必要と考えられる十分な量のログデータは収集できなかった。より多くの被験者に長期間データ収集に協力してもらうためには、被験者に対してデータ提供の見返りとして何らかのインセンティブを与える必要があると考えられる。

(注1): MMD 研究所 <<http://mmd.up-date.ne.jp/>>

そこで本研究では、より多くのユーザに実験に参加してもらうために、これまでのログデータ収集システムにキャラクタ育成ゲームとしての要素を追加し、ゲーム性をインセンティブとしてユーザに与える。さらに、ログ収集システムをユーザに長期間利用してもらうために、質問に回答するインタフェースの利便性を向上させることにより、システム利用の煩わしさを軽減させる。このシステムを一般公開し、2012年10月10日から2013年2月12日までの間に、111人のユーザにダウンロードしてもらい、約25万件のアプリケーション利用履歴のログデータを収集した。そして、収集したデータに対して分析を行い、コンテキストと利用アプリケーションの関連性について考察を行う。

以下、第2章では関連研究について述べ、第3章ではログ収集システムの概要、ゲーム要素を始めとするシステムに追加した拡張機能、そしてシステムの利用の流れについて述べる。その後、第4章で得られたデータの概要と分析の結果について述べ、最後に第5章で、本研究の結論を述べる。

2. 関連研究

2.1 スマートフォン向けアプリケーション推薦システムに関する研究

スマートフォン向けのアプリケーション推薦システムに関する研究には様々なものが存在する。

文献[2],[4],[6],[9]では、GPSによる位置情報など、端末に搭載されたセンサによって自動的に収集できる情報を用いて、アプリケーションの推薦を行なっている。しかし、実際のアプリケーションの利用場面を考えると、ユーザがアプリケーションを使い分ける基準として考えられるものは位置情報などのセンサ値の他にも、「誰と一緒にいるか」、「気分はどうか」など、様々な情報が存在すると考えられる。

端末に搭載されたセンサのみでは取得できないような様々なコンテキストを扱うことができる推薦システムとして、App.Locky[10]が挙げられる。このシステムでは、ユーザの置かれているコンテキストは「講義中」、「飲み会」などのタグで表現される。その中から、ユーザが選択したコンテキストを検索クエリとして、マーケットの検索エンジンを利用することによりアプリケーション推薦を行う。しかしこの研究では、各コンテキストにおいて、どのようなアプリケーションが利用されているかについて理解することは試みられていない。本来ならば、コンテキストごとに利用されやすいアプリケーションの傾向を理解した上で、推薦システムのアルゴリズムを決定する方法が理想的であると考えられる。

2.2 スマートフォンのアプリケーション利用傾向の調査に関する研究

スマートフォンのアプリケーションの利用傾向を調査する研究もいくつか行われている。Doら[3]は、コンテキストとアプリケーションの利用傾向を調査するために、スマートフォンに搭載された各センサの情報と、アプリケーションの利用履歴を自動的に収集するシステムを構築している。そして、そのシステムをインストールした端末を約80人の被験者に配布し、9ヶ

月間のログ収集実験を行った。実験により、アプリケーションの大局的な利用傾向がいくつか見られたが、より深い知見を得るためにはさらなる調査実験が必要であることも述べられている。また、この研究ではGPSやBluetoothなど、端末に搭載されたセンサ等の情報をコンテキストとして扱っている。一方、本研究では、端末に搭載されたセンサのみでは取得できないような様々なコンテキストにおいて、アプリケーションの利用傾向を調査する。

2.3 ライフログサービスの利用意向に関する研究

センサのみでは取得できないような様々なコンテキストにおけるスマートフォンのアプリケーション利用傾向の調査を行うためには、ユーザにコンテキストに関する情報を随時入力してもらう必要がある。これはユーザにとって負担となるため、その対価として何らかのインセンティブを与えることが有効と考えられる。どのようなインセンティブを与えることが有効であるのかという議論が、ライフログサービスの利用意向に関する研究分野で行われている。

小林ら[5]は、ユーザがプライバシーに関する情報を提供する場合のインセンティブとして金銭的謝礼を挙げ、その効果の有意性を確認している。しかし、本研究では不特定多数のユーザを対象としてログ収集実験を行うことを目的としているため、金銭的謝礼をインセンティブとすることは現実的ではない。麻生ら[1]は、ライフログ情報を利用する仮想的な情報推薦サービスを構築し、サービスの有用性や容易性がユーザの利用意向に正の影響を与えることを明らかにしている。これより、ユーザにとって有用で容易なサービスを実現することで、ユーザのサービス利用を促進できることが分かる。また、竹山ら[8]は、過去の体験を想起するための補助として、ライフログデータに連動したゲームコンテンツを提案している。これを一つのライフログ収集システムであると捉えれば、ゲームはインセンティブの一つになりうると考えられる。

これらの研究を参考とし、本研究では、ログ収集システムにゲーム要素を追加し、インセンティブの演出や利用の容易性を工夫する。これにより、ユーザがコンテキストに関する質問に回答する負担の軽減を図る。

3. ログ収集システム

3.1 従来のログ収集システム

筆者らの研究グループでは、アプリケーションとそのアプリケーションが使用されやすいコンテキストを関連付けるためのデータを収集するために、ログ収集システムを設計、実装した[7]。ログ収集システムでは、ユーザに対してコンテキストに関する質問を定期的に行いながら、バックグラウンドプロセスでユーザの端末にインストールされているアプリケーションの利用履歴を収集する。

3.1.1 コンテキストに関する質問

本システムではユーザに対してコンテキストに関する質問を定期的に行う。質問は、アプリケーションの使い分けに影響を与えられとされるものを5つ選んだ。また、ユーザが回答したコンテキストの状態は一定時間継続するものと仮定し、それ

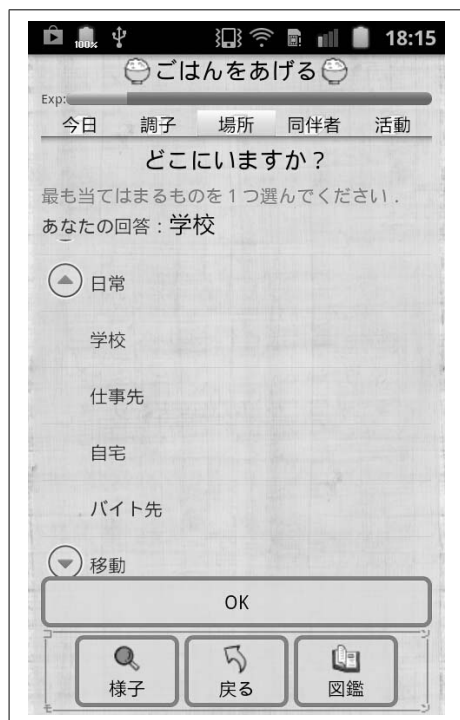


図 1 コンテキストに関する質問に回答する画面の例

それぞれの質問項目ごとに有効時間を設定した。そして有効時間が切れた時には、ポップアップによる割込みが発生し、コンテキストに関する質問がその都度表示される。以下に各質問項目の詳細を示す。

(1) 今日は何をするか(有効時間:1日)

「仕事」「休み」「出張」「旅行」などの選択肢から、その日に主に行うものを一つ選択する。

(2) 調子はどうか(有効時間:4時間)

病気の度合い、疲労度、気分の明るさ、忙しさを表す4つのスライダーを調節する。

(3) どこにいるか(有効時間:3時間)

「自宅」「仕事先」「旅行先」「レストラン」などの選択肢から、ユーザが現在いる場所に合うものを一つ選択する。

(4) 誰と一緒にいるか(有効時間:2時間)

まず何人と一緒にいるのかを、選択肢から回答する(一人では「誰とも一緒にいない」を選択して終了)。その後「友人」「上司」「家族」「恋人」などの選択肢からユーザと一緒にいる人のカテゴリを一つまたは複数選択する。

(5) 何をしているか(有効時間:2時間)

「仕事」「休憩」「食事」「読書」などの選択肢から、ユーザが現在行っている活動に合うものを一つ選択する。

用意された選択肢から回答を選ぶ形式の質問については、選択肢の最後に「追加」という項が用意されており、ユーザの現在の状況を表す選択肢がないときには新しく追加することができる。また、ユーザの過去の回答から、よく選択する選択肢を上位に表示し、操作の手間を軽減させる。質問に回答する画面の例を図1に示す。

3.1.2 アプリケーション利用履歴の収集

本システムではバックグラウンドプロセスを利用して、ユー

ザの端末にインストールされているアプリケーションの利用履歴を常時記録し続ける。具体的には、ユーザが任意のアプリケーションをアクティブにするイベントを検知し、その時刻と起動したアプリケーション名をデータベースに記録する。また、あるアプリケーションから他のアプリケーションへ切り替わるまでの時間差を計測することで、アプリケーションが利用された時間の長さも記録する。

本研究ではアプリケーションとコンテキストの関連性を調査することを目的としている。そのため、プライバシーレベルの高い情報である、名前や電話番号といった個人情報や、コミュニケーション履歴、Web閲覧履歴などのアプリケーション内部の情報は収集を行わなかった。

3.2 拡張機能

3.1節で説明したこれまでのログ収集システムでは、日常生活の中でシステムからの質問に定期的に回答をすることはユーザにとって負担が大きいため、被験者の人数や実験期間には限界があり、大規模な実験は行えなかった。

そこで本研究では、より大規模な被験者の獲得と、長期間の実験を行うことを目的として、以下のようにシステムのデザイン指針を設定した。

(1) システムによるユーザへの負担の対価として、ゲーム要素を提供することによりインセンティブの仕組みを実現する。

(2) ユーザが質問に回答を行う際のインタフェースの利便性を向上させ、システム利用の煩わしさを軽減させる。

これらの指針に沿って、ログ収集システムの機能要件を具体的に設定し、実装を行った。以下、3.2.1項と3.2.2項では、それぞれの指針に沿って実装を行った機能について説明する。

3.2.1 インセンティブとしてのゲーム要素

本システムでは、コンテキストに関する質問へ回答する手間がユーザにとっての負担となる。これに対する対価として、指針(1)より、ゲーム要素を本システムに追加した。システムの仕様上、コンテキストに関する質問は定期的に行われるため、ユーザは一定時間ごとに、システムに対して情報を入力する必要がある。このような特性を考慮すると、定期的に進捗状況を確認する必要がある形式のゲームが、本システムに追加するゲーム要素として相応しいと考えられる。そのようなゲームの一つとして、定期的にキャラクタにえさを与える形式の育成ゲーム要素を追加した。インセンティブを演出する方法として、具体的には以下の2つの機能を提供する。

- ユーザが質問に回答を行うと、ゲーム内の育成キャラクタに経験値ポイントが溜まる機能

ユーザが質問へ回答する負担への対価は、即時的に支払われることが効果的であると考えられる。そこで、ゲーム内のポイントとしてキャラクタに経験値の概念を導入し、ユーザがコンテキストに関する質問に回答すると、経験値が溜まる機能を提供する。ここでは、キャラクタに対してえさを与えるという行動を、コンテキストに関する質問への回答に対応させた。また、図1の上部にあるように、コンテキストに関する質問を提示する画面には常に経験値ゲージを表示し、ユーザが質問に回答を行うごとに経験値ポイントがどれほど溜まったのかをすぐに確



図 2 キャラクタ表示画面

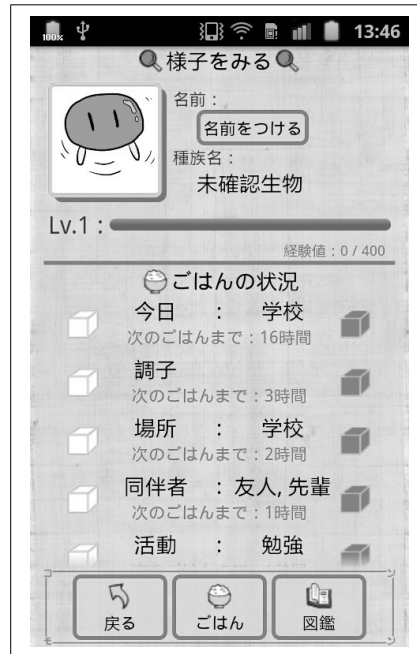


図 3 質問への回答状況の確認画面



図 4 キャラクタの成長イベント

認できるよう可視化する。

- 経験値ポイントがある程度まで溜まったとき、キャラクターが成長するイベントが発生する機能

システムによるユーザの負担への対価として、単調に対価を支払うだけでなく、ある程度まで溜まった時に大きな対価を支払うことで、ユーザに大きな達成感を与えることが有効であると考えられる。そこで、経験値ポイントがある程度まで溜まったときに、育成中のキャラクターを成長させ、姿や性格を変化させる機能を提供する。

以上のような 2 つの機能を、ユーザに対するインセンティブの演出方法として実装した。他にも、演出方法の一つとして、コンテキストに関する回答内容によってキャラクターの成長を分岐させるなど、コンテキストの内容をゲームに反映させることが考えられる。しかし、ゲームへ反映される内容を確認するために、ユーザがコンテキストに関する質問に対して、わざと虚偽の回答を行うことが懸念されるため、ゲームはユーザの回答内容と独立させるよう設計した。

3.2.2 システム利用の煩わしさを軽減

ユーザに対して定期的に質問を行うというシステムの特性上、本システムはスマートフォンを利用中のユーザの作業を中断させて、割り込みを頻繁に発生させる必要がある。その際の煩わしさは、ユーザのモチベーションを低下させる要因となるので、可能な限り軽減させる必要がある。そのための機能として、以下の 3 つの機能を実装した。

- ユーザに対する質問をまとめて行い、割り込みの回数を削減する機能

それぞれのコンテキストの有効時間が切れるたびに逐一ポップアップを表示させると、ユーザの作業を中断させる回数が増え、煩わしさの原因となる。そのため、既に有効時間切れになっている質問と、30 分以内に有効時間切れになる質問をまと

めて一つのポップアップで表示する。

- コンテキストの回答状況と残りの有効時間を一覧して確認できる機能

ユーザにとって割り込みが発生するタイミングがわからないと、煩わしさの原因となる。そこで、コンテキストに関する質問項目ごとに、ユーザの回答状況と残りの有効時間が一覧できる機能を提供する。これにより、ユーザは次のポップアップがいつ発生するのかを把握できる。また、コンテキストに関する質問への回答状況を確認し、回答を自動的に更新することもできる。

- 質問に答える画面にすぐにアクセスできる機能

ポップアップが発生すると同時に、画面上部の通知バーに、質問に回答する画面にすぐにアクセスできるリンクを発生させる。これにより、ユーザが作業をそのまま続けるためにポップアップを消去した場合でも、作業が落ち着いた後で画面上部の通知バーのリンクを選択することで、質問に回答する画面にすぐにアクセスし、回答が可能である。

以上のように、2 つの指針に従い、ゲーム要素によってユーザに対してインセンティブを演出することと、システム利用の煩わしさを軽減することにより、多くのユーザに本システムを長期間利用してもらうことを目指す。

3.3 システム利用の流れ

本節では、機能拡張を行ったログ収集システムの具体的な利用の流れについて説明を行う。具体的には、本システムをユーザが能動的に起動した場合の利用の流れと、他のアプリケーションを利用している時のシステムの挙動の 2 つの場合について説明を行う。

3.3.1 システム起動時

本システムを起動すると、図 2 に示すように、育成中のキャラクターが画面中央に表示される。キャラクターは、成長段階や経験値ゲージの割合に応じて異なるメッセージを発言する。画面

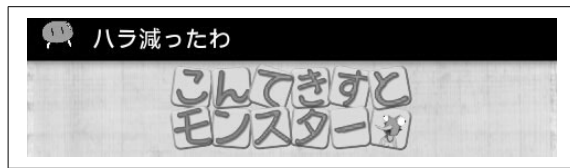


図 5 通知バーに表示されるメッセージ

下部には、他の画面へ遷移するためのボタンが用意されており、「様子」のボタンを選択すると、3.2.2 項で述べた、コンテキストの回答状況と残りの有効時間を確認できる画面へと遷移する（図 3）。この画面では、コンテキストの回答状況とともに、キャラクタの成長状況についても確認ができる。「ごはん」のボタンを選択すると、図 1 に示したコンテキストに関する質問に回答するための画面に遷移し、ユーザが自発的にコンテキストに関する質問に回答できる。「図鑑」のボタンを選択すると、育成するキャラクタの選択画面へ遷移する。

経験値ポイントがゲージ最大まで溜まると、キャラクタを表示する画面に「Level Up!」というボタンが現れ、それを選択することで、図 4 のようにキャラクタが成長するイベントが発生する。キャラクタを最終段階まで育成し終わると、「図鑑」上で次のキャラクタが育成可能な状態となり、育成が完了したキャラクタの説明文が表示されるようになる。なお、キャラクタのデータは、各成長段階のピクチャファイルと、各成長段階や各種イベントで表示されるメッセージが定義されたファイルにより構成されており、アプリケーションのアップデートを通して容易に追加が可能である。

3.3.2 他のアプリケーション利用時

ユーザが任意のアプリケーションを起動すると、アプリケーション利用ログを収集するバックグラウンドプロセスが、起動したアプリケーションの名前と、その時刻をデータベースへ登録する。ユーザの作業中、コンテキストに関する質問の有効時間が切れると、育成中のキャラクタがコンテキストに関する質問への回答を促すポップアップによる割込みが発生し、質問へ回答するための画面が表示される。ユーザがポップアップを消去したり、途中で質問への回答をやめたりすると、図 5 のように画面上部の通知バーにメッセージが表示され、図 6 のように通知領域に質問の回答画面へのリンクが表示される。リンクを選択することでユーザはすぐに質問の回答に戻ることができる。

以上のようにして機能を拡張したログ収集システムを、「こんてきすとモンスター」というタイトルで Android OS 向けのア

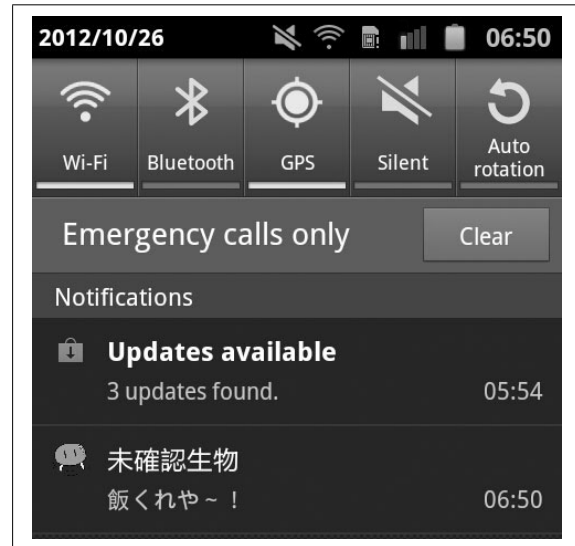


図 6 通知領域に表示される質問回答画面へのリンク

プリケーションマーケットである Google play に公開した^(注2)。

4. 収集データと分析

2012 年 10 月 10 日に本システムを公開してから 2013 年 2 月 12 日現在までに、111 人のユーザがシステムをダウンロードしており、アプリケーション利用履歴のログを約 25 万件収集できている。このログデータの規模は、ゲーム要素を含まない従来のログ収集システムでの 3 倍以上のユーザと 6 倍以上のアプリケーションの利用履歴のログであり、多くのユーザが長期間本システムを利用していることがわかる。

このログデータに対して、アプリケーションが使い分けられている具体的なシチュエーションを検出するために、主成分分析を行った。その後、検出されたシチュエーションごとにアプリケーションの利用傾向について調べた。

4.1 アプリケーションが使い分けられるシチュエーションの検出

3.1.1 節で述べた 5 種類のコンテキストに関する質問へのユーザの回答は、独立ではなく、互いに依存関係を持っていると考えられる。例えば、学校や仕事場にいるときには、友人、同僚、上司などと一緒にいる可能性が高いと考えられる。このような傾向を踏まえて、アプリケーションが使い分けられている可能性のある具体的なシチュエーションを検出するために主成分分析を行い、その結果として 23 種類の主成分を検出した。表 1 に、第 12 主成分までの寄与率と、空間軸の正方向、負方向それぞれが表現するシチュエーションを示す。検出された主成分の寄与率を調べることで、各主成分が元のログデータの情報をどれほど説明しているのかを知ることができる。また、主成分に対するコンテキストの因子負荷量を調べることで、その主成分で表現される空間軸の両極端がどのようなシチュエーションであるのかを推測することができる。

第 1 主成分や第 2 主成分など寄与率の大きな主成分につい

(注2): こんてきすとモンスター <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.commojun.contextcollector2>>

表 1 各主成分の寄与率と空間軸が表現するシチュエーション

主成分	寄与率	空間軸が表現するシチュエーション	
		正方向	負方向
1	8.41%	学校・仕事先, 多くの人と同伴, 忙しい.	休みの日, 自宅に一人, ゆったりしている.
2	5.07%	休みの日, 自宅, 家族などと同伴	一人, 通勤・通学中
3	4.24%	気分や体調が良い.	気分や体調が悪い.
4	3.90%	電車で移動中	自宅や学校・仕事先にいる.
5	3.35%	アルバイト中, 上司などと同伴	電車で移動中
6	3.04%	出張や旅行中, ホテルにいる.	夕方～夜, 学校・仕事先・バイト先にいる.
7	2.92%	夕方～夜	休みの日, 昼～夕方, 買い物中
8	2.69%	早朝～昼, 恋人と食事	夕方～夜, 休みの日, 暇
9	2.62%	日中, 2～3人と同伴	夜, 出張中, ホテルやレストランにいる.
10	2.50%	昼～夕方, 3人と同伴, 食事中	夕方～夜, 買い物中
11	2.45%	旅行中, 休憩や買い物中	友人や恋人などと同伴, レストランで食事中
12	2.33%	夜中～早朝, 寝る前	自宅, 2人と同伴, テレビ, 家事

表 2 各主成分におけるアプリケーションの利用頻度の分布

カテゴリ	主成分											
	1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	5+	5-	6+	6-
SNS	6.92%	10.19%	3.19%	15.41%	11.57%	3.49%	6.67%	1.55%	1.66%	0.22%	0.79%	3.04%
WEB	6.31%	11.35%	4.97%	16.38%	6.22%	4.34%	7.87%	1.55%	2.39%	0.24%	0.99%	1.51%
メッセージ	9.90%	7.99%	4.04%	15.94%	8.94%	3.01%	5.51%	0.76%	1.79%	0.13%	1.39%	2.68%
メール	11.33%	9.77%	4.67%	14.57%	8.22%	2.82%	9.27%	0.56%	1.49%	0.23%	1.40%	2.07%
ゲーム	5.33%	9.81%	6.06%	22.63%	6.37%	2.67%	7.33%	0.84%	0.58%	0.03%	0.80%	1.62%
カスタマイズ	5.04%	13.04%	7.28%	13.49%	7.40%	3.82%	6.10%	1.11%	1.90%	0.29%	0.86%	1.47%
写真	3.87%	9.96%	8.39%	17.16%	8.83%	2.94%	4.90%	1.61%	0.39%	0.10%	1.47%	1.47%
動画	4.82%	9.21%	4.92%	16.13%	9.84%	3.66%	5.28%	1.70%	0.69%	0.55%	0.53%	2.47%
通話	8.89%	9.36%	6.49%	10.04%	9.05%	2.31%	10.57%	0.44%	0.84%	0.24%	0.79%	2.66%
仕事効率化	6.98%	9.99%	3.87%	16.72%	7.81%	5.39%	5.04%	1.66%	1.66%	0.07%	1.32%	1.08%
音楽	4.84%	6.56%	2.46%	22.95%	15.57%	1.15%	6.80%	0.66%	0.00%	0.00%	0.82%	3.36%
マップ	6.70%	8.64%	7.95%	15.00%	3.07%	3.86%	18.07%	0.91%	0.80%	0.11%	1.82%	2.84%
書籍	9.68%	4.00%	3.16%	13.05%	5.47%	6.74%	7.79%	8.84%	0.84%	0.00%	1.47%	0.42%

カテゴリ	7+	7-	8+	8-	9+	9-	10+	10-	11+	11-	12+	12-
SNS	2.97%	4.97%	4.52%	3.92%	1.44%	1.20%	0.61%	0.25%	1.69%	2.96%	1.84%	8.58%
WEB	2.08%	5.70%	4.76%	4.44%	1.96%	1.27%	0.74%	0.15%	1.68%	2.99%	3.30%	6.67%
メッセージ	2.88%	5.34%	4.91%	3.33%	1.73%	1.55%	1.45%	0.11%	2.28%	4.31%	1.85%	1.85%
メール	3.78%	5.05%	4.61%	4.07%	2.15%	0.81%	0.78%	0.20%	1.05%	2.80%	2.15%	5.81%
ゲーム	2.72%	3.65%	7.31%	2.72%	1.96%	0.81%	0.72%	0.40%	1.74%	3.00%	2.39%	2.39%
カスタマイズ	4.88%	5.62%	3.84%	4.06%	1.46%	1.47%	0.58%	0.21%	1.58%	2.84%	5.16%	5.18%
写真	2.83%	7.26%	4.40%	3.33%	1.90%	3.20%	0.83%	0.12%	1.84%	3.95%	1.92%	7.23%
動画	3.36%	6.78%	5.22%	3.64%	1.23%	2.23%	0.61%	0.43%	1.88%	2.04%	2.65%	10.04%
通話	2.77%	6.69%	5.92%	4.76%	2.71%	0.73%	1.83%	0.33%	1.76%	2.51%	1.56%	6.32%
仕事効率化	2.91%	3.16%	9.28%	3.57%	2.37%	1.62%	1.62%	0.42%	2.20%	3.89%	3.21%	4.01%
音楽	1.80%	2.13%	8.11%	3.36%	4.43%	0.82%	0.16%	0.57%	1.72%	0.82%	2.13%	8.69%
マップ	2.39%	6.25%	4.32%	2.27%	1.36%	1.14%	0.68%	0.23%	2.73%	1.93%	1.93%	2.05%
書籍	0.63%	2.95%	3.79%	10.11%	1.26%	1.47%	1.05%	2.32%	0.42%	4.84%	2.53%	7.16%

て着目すると、寄与率の大きな主成分ほど「学校・仕事」、「自宅」、「通勤・通学」など、日常生活に関連するシチュエーションを表している。アプリケーション利用ログの大部分はこのようなシチュエーションに属するために、寄与率が大きくなったものと考えられる。それに対して、寄与率の小さな第 6 主成分以下の主成分について着目すると、旅行や出張など、非日常時のシチュエーションを表すものが含まれている。

従来のログ収集システムにより収集したログデータは、ユーザの規模と実験期間共に小規模なものであった。そのため主成分分析を行った結果、寄与度の大きな第 1 主成分や第 2 主成分により表現される、日常生活に関するシチュエーションしか検出できなかった。

一方、本研究で収集したログデータの解析結果では、非日常的なシチュエーションを多数検出できた。これは従来よりも多

くのユーザを獲得できたことや、約 4ヶ月間という以前より長い実験期間であったことにより、非日常的なシチュエーションでのアプリケーション利用のケースを多く記録できたためであると考えられる。

4.2 シチュエーションごとに利用されるアプリケーションの傾向

前節において示した 12 種類の主成分に対して正方向、負方向の合計 24 種類のシチュエーションのクラスの中で、アプリケーションがどのように使い分けられているのかを調査した。そのために、各アプリケーションを SNS、WEB、写真、動画などの 13 種のカテゴリに分類し、それぞれのカテゴリに属するアプリケーション利用ログの各主成分に対する主成分スコアを計算した。そして最も主成分スコアの高いクラスにログを割り振り、各クラスごとにどのカテゴリに属するアプリケーショ

ンが多く分類されるのかを調べた。その際、アプリケーションのカテゴリごとにログデータのケース数が違うため、カテゴリ毎の正規化を行った。その結果を表2に示す。ここで、主成分の数字の後ろに記した正負の記号は、それぞれの主成分軸の正方向、負方向を意味する。

全体的な利用傾向について着目すると、1- や 2- などの一人でいるようなシチュエーションにおいて、アプリケーションの利用頻度が基本的に高いことがわかる。学校や仕事先で多くの人と同伴している 1+ のシチュエーションに着目すると、メッセージ、メール、通話など、他人と合意形成を行うためのアプリケーションが多く利用されていることがわかる。3+ について着目すると、気分や体調が良い時には、SNS を利用して自分の状況を積極的に報告していることが考えられる。また、音楽に関するアプリケーションの利用頻度も増えていることから、気分が良い時には音楽を聞く、あるいは音楽を聞くことによって気分が向上するということが考えられる。4+ について着目すると、電車での移動中、ユーザが目的地を確認するためにマップアプリケーションが利用されていることがわかる。また、通話やメールも利用されていることから、駅周辺で誰かと待ち合わせをしていることなどが考えられる。

以上の結果より、各主成分によるシチュエーションごとにアプリケーションが使い分けられていることが確認できた。本稿ではアプリケーションをカテゴリに分類した上で利用頻度に着目して傾向を観察したが、より詳細な傾向を知るためには、各シチュエーションでのアプリケーションの平均利用時間や、アプリケーションのパーエーションについて着目する必要があると考えられる。特に動画や書籍などのアプリケーションは、他のアプリケーションに比べて一度に利用される時間が長いと考えられるため、必ずしも利用頻度として傾向が現れるとは限らないと考えられる。

4.3 推薦システムの構築に向けた考察

4.1 節と 4.2 節の結果に基づき、以下の流れでアプリケーション推薦システムを実現できると考えられる。

まず、一定期間、ログ収集システムにより学習用のログデータを収集する。収集したデータに対し、主成分分析を行う事により、その期間にユーザがアプリを利用したシチュエーションを複数検出する。さらに各ログデータがどのシチュエーションに属するのか、主成分スコアを計算することにより割振りを行い、利用されたアプリケーションのリストを作成する。このようにして推薦するアプリケーションの候補を学習する。

その後、シチュエーションごとに作成されたアプリケーションリストに基づき、推薦システムとしてユーザにアプリケーションを推薦する。具体的には、推薦システムを利用時、ユーザがコンテキストに関する質問に回答を行うと、回答情報を元に主成分スコアを計算し、学習期間に検出されたシチュエーションのうち、ユーザの属するシチュエーションを判別し、推薦の候補となるアプリケーションのリストを取得する。その中から、推薦の目的に応じて、フィルタリングや重み付けを行うことによって、ユーザのコンテキストを考慮したアプリケーション推薦が実現可能であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、スマートフォン向けのアプリケーション推薦システムの構築に向け、ユーザコンテキストと利用アプリケーションの関連性について分析を行うために、育成ゲーム要素を追加したログ収集システムの設計と実装を行った。

システムを設計する指針として、(1) ユーザの負担への対価としてゲーム要素を提供し、インセンティブの仕組みを実現すること、(2) ユーザが質問に回答を行う際のインタフェースの利便性を向上させ、システム利用の煩わしさを軽減させること、を考慮した。このシステムにより、従来のログ収集システムでの被験者よりも2倍以上のユーザを獲得し、6倍以上のログデータを収集することができた。このことから、ゲーム要素はユーザの負担に対するインセンティブとして有効に働き、多くのユーザを獲得できたと考えられる。また、インタフェースの利便性を向上させたことにより、長期間に渡ってシステムを利用するユーザが増えたと考えられる。

ログ収集システムによって収集したコンテキストとアプリケーションの利用履歴を含むログデータに対して主成分分析による解析を行った結果、従来のシステムによるログ収集実験時には検出できなかった、非日常的なシチュエーションを含め、アプリケーションが使い分けられる具体的なシチュエーションを複数検出できた。さらにログデータを各シチュエーションに割り振り、シチュエーションごとにアプリケーションの利用回数の分布を調べた結果、シチュエーションごとにアプリケーションが使い分けられていることを確認した。これらの結果から得られた知見を利用して、ユーザのシチュエーションに応じたアプリケーション推薦が実現可能であると考えられる。

ユーザにとって有用な推薦を行うためには、コンテキストによる推薦だけでなく、ユーザのプロファイルを考慮し、パーソナライズを行うことが有効である。また、本研究では、アプリケーションをカテゴリに分類してシチュエーションごとの利用傾向を観察したが、ユーザにとって意外性がある推薦を行うためには、個々のアプリケーションについて利用傾向を観察し、利用回数の少ないアプリケーションについて十分な知見を得る必要がある。以上の要求を満たすためには、本研究で獲得したユーザや収集したログデータではまだ規模が足りず、さらに大きな規模でデータ収集実験を継続していく必要がある。

より多くのユーザを獲得し、長期間ログ収集システムを利用してもらうためには、ログ収集システムを通してユーザが負う負担を観察し、本研究で提供したインセンティブ以外にも多様なインセンティブを演出する必要があると考えられる。例えば、ユーザが本システムを初めて使い始めるとき、システムの仕様を理解することはユーザにとって大きな負担となる。この負担を改善するために、システムの使い方についてのチュートリアルを設ける方法が考えられる。具体的には、指示された通りに操作を行うだけで通常時よりも多くのポイントが得られ、ある程度までゲームが進行できる、といったものが考えられる。他にも、コンテキスト情報の履歴を可視化したり、文献[8]のように、そのときの体験の想起を補助する機能を提供するライフ

ログサービスも挙げられる。

このように、ユーザに対してインセンティブを演出できる機会は様々な場所に存在すると考えられる。今後も、ユーザの負担をさらに減らしながら、より大規模なログデータを長期間収集できるようなシステムを目指し、本システムの改良を行う予定である。また、本研究におけるログデータの分析で得られた知見を利用し、アプリケーション推薦システムのプロトタイプを構築する予定である。

謝 辞

本研究の一部は、マイクロソフトアジア研究所の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] 麻生 英樹, 高崎 晴夫, 小野 智弘, 土生 由希子, 竹中 毅, 本村 陽一, “ライフログ情報を利用する推薦サービス利用意向の分析,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J95-D, no. 4, pp. 846–854, Apr. 2012.
- [2] C. Davidsson and S. Moritz, “Utilizing implicit feedback and context to recommend mobile applications from first use,” Proc. Workshop on Context-awareness in Retrieval and Recommendation, pp. 19–22, Feb. 2011.
- [3] T. M. T. Do, J. Blom and D. Gatica-Perez, “Smartphone usage in the wild: A large-scale analysis of application and context,” Proc. Int’l Conf. on Multimodal Interaction, pp. 353–360, Nov. 2011.
- [4] A. Girardello and F. Michahelles, “AppAware: Which mobile applications are hot?,” Proc. Int’l Conf. on Human Computer Interactions with Mobile Devices and Services, pp. 431–434, Sept. 2010.
- [5] 小林 哲郎, 一藤 裕, 曾根原 登, “ライフログ提供における心理的抵抗とインセンティブの構造,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J95-D, no. 4, pp. 834–845, Apr. 2012.
- [6] 松本光弘, 清原良三, 沼尾正行, 栗原 聡, “携帯電話における時空間的利用履歴を基にしたアプリケーション推薦システム,” 情報処理学会研究報告 (MPS-72 BIO-15), vol. 2008, no. 146, pp. 53–56, Dec. 2008.
- [7] 大澤 純, 岩田 麻祐, 小牧 大治郎, 原 隆浩, 西尾 章治郎, “スマートフォンユーザのコンテキストと利用アプリケーションの関連性分析,” 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO MO 2012) シンポジウム論文集, vol. 2012, no. 1, pp. 1855–1862, July. 2012.
- [8] 竹山 慎太郎, 赤池 英夫, 角田 博保, “ライフログを活用した実世界指向ゲームの作成と記憶想起実験による評価,” 情報処理学会研究報告 (HCI-131), vol. 2009, no. 5, pp. 57–62, Jan. 2009.
- [9] B. Yan, G. Chen, “AppJoy: Personalized mobile application discovery,” Proc. Int’l Conf. on Mobile Systems, Applications, and Services, pp. 113–126, June/July. 2011.
- [10] 矢野幹樹, 白木敦夫, 梶 克彦, 松原茂樹, 河口信夫, “ユーザ生成情報を用いた携帯端末上での状況依存型サービス推薦,” 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO MO 2010) シンポジウム論文集, pp. 516–523, July. 2010.