

計算機アーキテクチャ教育用モバイルアプリケーションにおける ユーザの操作状況取得

The acquisition of operation situations in the mobile application for learning computer architecture

前田 加奈[†]
Kana Maeda

安武芳紘[‡]
Yoshihiro Yasutake

1. はじめに

我々の研究室では、計算機アーキテクチャの主要な内容の一つであるプロセッサの構成と動作を学ぶためのアプリケーションを開発している[1]。このアプリケーションは九州産業大学理工学部情報科学科の計算機構成論 I という授業の演習に使用する。計算機構成論 I ではKERNELと呼ばれるモデル計算機を利用して、実際に学習者がプログラムを書き込み実行することによって、CPUの構成と動作を学習している。我々はモデル計算機KERNELを実装したアプリケーションを開発しており、後期に行われる授業で使用できるよう現在準備を進めている段階である。

本研究の目的は、アプリケーションからユーザの操作情報を取得し、分析することによってユーザの操作状況を判別し、アプリケーションそのものの改善や教育内容の質の向上に役立てることである。ユーザの操作履歴を見て頻繁に行われている操作ミスや重複した操作などを把握し、ユーザインタフェースを改善することができる。また、教育に関しては、授業全体の演習の進捗状況の把握や、多くの学生が行っている操作を教員が把握することができ、教育内容の質の向上を図ることができる可能性がある。

2. KERNEL アプリケーション

KERNEL アプリケーションにはこのシステムで用いるプロセッサのエミュレータが実装されており、加減算、論理演算、桁移動などの16種類の命令を実行することができる。開発したKERNELアプリケーションのユーザインタフェースを図1に示す。

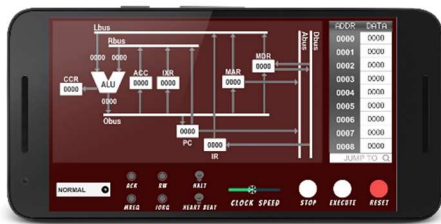


図1 KERNEL アプリケーション

右端にメモリがあり、学習者はデータのみ入力できるようになっている。中央には視覚的に確認しやすいよう大きくCPUを配置した。下部にはSTOP・EXECUTE・RESETボタンや実行モードの選択等を配置した。授業におけるKERNELアプリケーションの基本的な使用の流れを以下に示す。

[†]九州産業大学大学院 情報科学研究科, Graduate School of Information Science, Kyushu Sango University

[‡]九州産業大学 理工学部 情報科学科, Department of Information Science, Faculty of Science and Engineering, Kyushu Sangyo University

1. 指定されたアドレスにデータを書き込む
2. レジスタに初期値を設定する
3. 動作モードを設定する
4. EXECUTE ボタンを押し CPU の動きを確認する
5. 任意のタイミングで STOP ボタンを押し CPU の動きを止めて確認する
6. レジスタの値を記録する
7. 4～6を記録したい回数繰り返す

3. 操作状況取得

操作情報として、実行に関するボタン (Execute, Stop, Reset) の押下、レジスタ (PC, ACC, IXR) やメモリへのデータセット、実行モードの選択を定義した。これは演習内で使用頻度が非常に高いものである。実行に関するボタンを押すとCPUの動きの実行や停止をすることができる。レジスタやメモリは何度も書き込みを行うためその変更履歴を取得する。CPUを実行する際には実行のモードを何種類か変更することができる。これら全てを操作情報として取得する。

本研究の概要を説明する。操作情報取得の仕組みを図2に示す。まず、Google が提供しているアクセス解析ツールである Google アナリティクス[2]を使用してユーザの操作履歴取得を行う。これはKERNELアプリケーションのボタンの押下や入力などの操作をイベントとして取得し、Google アナリティクスのクラウド上に収集することができる。その後、Google アナリティクスに登録してあるデータを抽出し独自の分析を行いたいと考えている。この分析の方法には機械学習を予定している。この一連の流れのうち、本稿では操作情報の取得について論ずる。

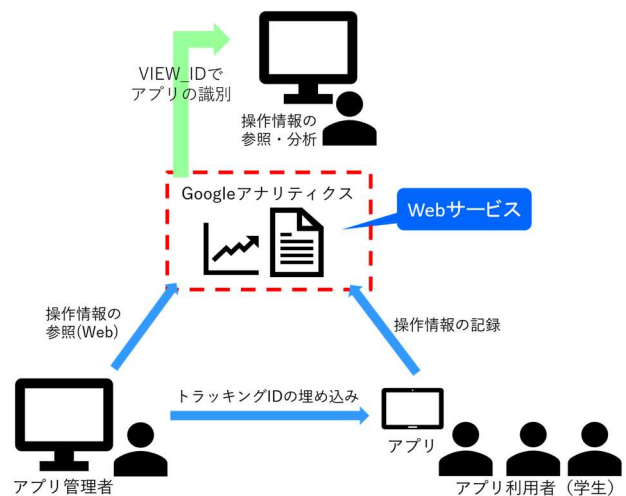


図2 操作情報取得の仕組み

Google アナリティクスに操作情報を送信するためには、まずアプリケーション管理者がアプリケーションを識別するための ID をアプリケーションに組込む。そしてアプリケーション利用者 (学習者) がアプリケーションを利用すると、Google アナリティクスに操作情報が記録されていく。Google アナリティクスにおいて取得したデータを活用するには、一般的に表やグラフの形式で閲覧する。しかし、我々は独自に分析を行うため、Google アナリティクスから指定したデータを抽出することのできるプログラムを作成した。

4. Google アナリティクスへの操作情報の登録

ここでは Google アナリティクスへ操作情報を登録する方法について具体的に説明する。最初に、Google アナリティクスに KERNEL アプリケーションの操作情報を送信するためトラッキング ID の取得を行う。Google アナリティクスでアクセス解析をする際は、このトラッキング ID をアクセス解析したい場所に埋め込むことで正確な解析可能となっている。Unity のオプション画面にトラッキングコードを埋め込んでいる様子を図 3 に示す。

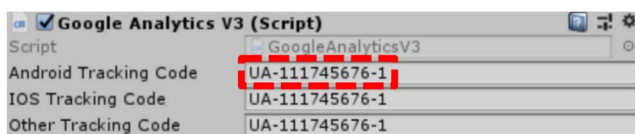


図 3 トラッキング ID 埋め込み

次に、取得したい操作に `googleAnalytics.LogEvent` (“イベントカテゴリ”, “イベントアクション”, “イベントラベル”, “イベントバリュー”); を追加する。イベントカテゴリ, イベントアクション, イベントラベルには任意の文字列を入力する。イベントバリューはイベントに関する値を設定できる。イベントの追加を行った具体的な例を図 4～図 6 までに示す。

```
googleAnalytics.LogEvent("Button", "Tap", "Execute", 1);
```

図 4 Execute ボタンのイベント追加

イベントカテゴリには `Button`, イベントアクションには `Tap`, イベントラベルには `Execute` を設定している。他のボタンの場合はイベントラベルの部分を変更する。

```
googleAnalytics.LogEvent("Register", register, eventLog, 1);
```

図 5 レジスタのイベント追加

イベントカテゴリには `Register`, イベントアクションには `register`, イベントラベルには `eventLog` を設定している。`register` には `PC`, `ACC`, `IXR` などのレジスタ名が出力され、`eventLog` には各レジスタに入力された具体的な数値が出力される。

```
googleAnalytics.LogEvent("Memory", address, data, 1);
```

図 6 メモリのイベント追加

イベントカテゴリには `Memory`, イベントアクションには `address`, イベントラベルには `data` を設定している。`address` には KERNEL アプリケーション上のアドレスに入

力された具体的な数値が、`data` にはデータに入力された具体的な数値が出力される。

5. Google アナリティクスからのデータ抽出

ここでは Google アナリティクスから指定したデータを抽出する方法について具体的に説明する。作成には Google アナリティクスのデータにアクセスするための Reporting API を使用した。API にはリアルタイムにアクセスすることのできる Real Time Reporting API もあるが、今回は通常の Reporting API を使用した。リアルタイムとは 10 分ほどのラグがあることが判明している。データの抽出は Python を用いて実装を行った。Google アナリティクスから VIEW_ID と呼ばれる数値列を取得し実装の際に記述する。この設定をすることでアプリケーションの識別ができるようになる。我々は今回、日付と時刻、ユーザの ID、ボタンやセルを識別できるイベントカテゴリ、ボタンの押下やデータをインプットしたというイベントアクション、任意の文字列としてレジスタ名やボタン名を設定したイベントラベル、ボタンを押した回数の 6 項目を取得した。CSV 形式で取得したデータを図 7 に示す。

```
日付,時間,分,ユーザ識別,イベントカテゴリ,
イベントアクション,イベントラベル,イベントの値
20190620,15,13,95,Memory,0100,3102,1
20190620,15,13,95,Memory,0101,8100,1
20190620,15,14,95,Memory,0102,0001,1
20190620,15,14,95,Register,PC,0100,1
20190620,15,15,95,Button,Tap,Execute,1
20190620,15,15,95,Register,ACC,1000,1
20190620,15,16,95,Button,Tap,Stop,1
20190620,15,16,95,Button,Tap,Reset,1
```

図 7 出力したデータ

今回取得したデータは、学習者が行う基本的な操作の流れと同じように操作を行った。上から順番に行った操作が出力されており、色ごとにカテゴリが分かれている。ユーザ識別では 1～100 のランダムな数字が自動的に出力される。また、同じ分いくつかの操作を行うとボタンの方が先に出力されることが判明した。実際の操作と取得したデータを照らし合わせ、データが正常に取得できていることを確認した。

6. おわりに

本研究では、開発中の KERNEL アプリケーションから Google アナリティクスを利用した操作情報の取得を行った。取得した操作情報を用いて今後は操作状況の分析を行う。

参考文献

- [1] Kana Maeda, Ryota Watanabe, Hiroyuki Maeda, Yoshihiro Yasutake, Koichiro Tanaka, "Processing State Synchronization in Educational System Based on Mobile Application and FPGA Board", Proceedings of the 33rd International Technical Conference on Circuits / Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2018), pp.325-328.
- [2] 「Google アナリティクス」, <<https://analytics.google.com/analytics/web>>.