

アクティブラーニングにおける共創的コミュニケーション

Co-creative communication in active learning

○ 山本知仁（金沢工業大学） 三宅美博（東京工業大学）

Tomohito YAMAMOTO, Kanazawa Institute of Tecnology

Yoshihiro MIYAKE, Tokyo Institute of Tecnology

Abstract: Recently active learning has been introduced into education of university. In this paper, the practice of the active learning and the measuring system of the communication between a teacher and students in such class have been described. In the practice of the active learning, the class that provide the environment where the students learn the developing method of Android applications subjectively have been developed. In this class, the teacher and teaching assistants acted not as a transmitter of information but as a fasilitator. This activitiy promoted the motivation of students and gave the better results. In the pilot experiment of the measuring system of the communication between a teacher and students, it was possible to classify to the gestures of the presenter and audience by frequency analysis of acceration data of smart phone. In futre works, it will be possible to detect the degree of activity in the class or understanding of the students by the analysis of time seriese of segmented body movements.

Key Words: Co-creation, Active learning, Facilitation, Communication, Body movement

1. はじめに

大学における教育は座学による知識伝達型から、学生が主体的に学ぶアクティブラーニング型へと徐々に変化しつつある。この背景には、以前は大学でしか得ることができなかった専門的な知識が、今や様々なメディアを通じて低コストで得ることができるようになっており、そのような状況において大学は学生に主体的に学ぶ姿勢を身に着けさせ、学ぶ環境を整えることが学びの深化につながれるであろうという考えがある。このような教育において教員には、専門的な知識を一方的に伝える伝達者としての役割ではなく、学生と共に学びを深め、新たなモノやコトを創造するファシリテータとしての役割が求められている。このように考えると、現代における大学教育の場は、教員と学生による共創の場であると捉え直すことができる。

著者の一人が所属する金沢工業大学では、このような観点から「世代・分野・文化を超えた共創教育」を現在実践している(1)。そこでは、世界の舞台で活躍できる人材を育てるために、学生だけでなく地域や企業に属する方々にも教育に参加してもらい、異なる専門分野やナショナルリテリを超えて研究やプロジェクト活動が行われている。本稿では、このような教育の中で著者自身が携わっている情報工学系のアクティブラーニング科目である「情報工学専門実験・演習」について、まず報告する。この科目では、学生はAndroidアプリケーションを作成するが、その際に顧客目線でソリューションを提案する形で、システムの構築を行う。このことにより、学生は単にアプリケーション開発の知識を身につけるだけではなく、様々な技術がどのように社会的に必要であるかについても学ぶ。

また本稿では、このようなアクティブラーニングのような授業を評価するためのコミュニケーション計測システムについても報告する。アクティブラーニングにおいては、教員にはファシリテータとしての能力が求められる。ファシリテータは、単に専門的な知識を有していればよいということだけでなく、授業中に学生の様子を察知しながら適切なタイミングで適切なアドバイスや指導を学生に行わなければならない。本稿の後半では、そのような学生-教員のコミュニケーションをスマートフォンの加速度センサを用いて計測するシステムについて説明する。

2. アクティブラーニングの取り組み

2.1 取り組みの背景

近年、スマートフォンのようなモバイルデバイスが急速に普及し、現在、情報工学を学ぶ学生達は、将来的にこのようなデバイス向けのアプリケーションを開発する可能性が高い。一方で、情報工学科で一般的に教えられている専門科目は、アルゴリズムやデータベースといった基礎科目か、パターン認識や信号処理といった数学的な理論を教える古典的な応用科目が多く、このような新たな技術を扱う科目は少ない。その背景には、大学では短期的にしか通用しない知識や技術を教えるのではなく、長期的に通用する基礎的な知識や数学的な理論を教えるべきであるという考えが共有されているということがある。加えて、このような内容を扱う授業を行うためには、実際にアプリケーションを開発するための環境を用意する必要があること、教員が新たな知識や技術を習得しなければならないことなど、さまざまなコストを考慮しなければならないということもある。以上の理由により、情報工学が他に比べ急速に技術が新しくなっていく分野であるにも関わらず、教育内容が古くなってしまい、結果として学生の学びに対するモチベーションが低くなっていることが学科内で起こっていた。

このような状況の中で、金沢工業大学が平成24年度に教育改革を行うこととなり、情報工学科全体のカリキュラムを見直すこととなった。その際、「モバイル端末を用いたアプリケーション開発」を筆者は提案した。この学習内容として、学生にとって最も身近で、魅力的なAndroidアプリケーションの開発に携わってもらうことを盛り込んだ。加えて、単にアプリケーションを開発するのではなく、顧客の目線に立ってソリューションとしてアプリケーションを開発することも盛り込んだ。これは、情報系産業界で現在重要視されているのが、ユーザが求めるものを素早く正確に理解し、安定で安全な情報システムを低コスト、短開発期間で提供することであるためである。これまで情報工学の教育内容はどちらかといえば個別の技術や理論に偏りがちであったが、このような顧客志向のアプローチを導入することで、現在の産業界の要望に応えることも本科目の目的とした。

2.2 授業概要

本科目の目的は先に述べたように以下の 2 つとした。1 つは Android という最も新しく、世界に普及し、学生になじみの深い情報システム向けのアプリケーション開発に携わることにより、高いモチベーションを維持しながら、現実的な情報システムを構築できる能力を身に着けること。もう 1 つは、顧客の要望や問題を理解し、顧客の立場に立った情報システムを構築できる能力を身に着けることである。これらの目的は授業の 1 週目に学生達に説明され、以下に示す 8 週間（1 週あたり 90 分×2）の授業内容を経て、その達成を目指すこととした。

1 週目 開発環境の導入

Android アプリケーションの開発に必要な統合開発環境である Android Studio と、実機でのデバック環境の導入。また本科目の意義について理解する。

2 週目 基本的な Android アプリケーションの開発 1

基本的な Android アプリケーションはアクティビティと呼ばれる画面を生成するクラスを作成していくことで実現される。この基本的なアクティビティの作成方法とレイアウト、画面を構成するビューの使用法について学習する。

3 週目 基本的な Android アプリケーションの開発 2

アクティビティ上のレイアウトに配置されたビューにさまざまなイベント処理を実装することによりインタラクティブなアプリケーションを実現することができる。2 週目に続いて、このような機能の実装方法を学ぶ。

4 週目 さまざまな API を利用したアプリケーション開発

Android ではグラフィックスやマルチメディア、各種センサーや Google Map の機能を利用することができるが、これらは全て API (Application Program Interface) の形で提供される。4 週目ではこれら API の機能と使用方法を学ぶ。

5 週目 中間発表

5 週目には、これまで学んだ知識を基に最終的に提案するソリューションについての中間報告を行う。具体的には、どのような顧客を想定するか、その顧客が求める要望、もしくは解決したい問題は何か、その要望や問題をどのような情報システムで解決するのかを発表する。

6 週目 アプリケーション間の連携手法

Android アプリケーションは、他の様々なアプリケーションと連携することができる。この機能を利用することで、アプリケーションの開発コストを下げることが可能であり、その手法を学ぶ。

7 週目 アプリケーションの開発と最終発表の準備

7 週目はアプリケーションの開発とレポートおよび最終発表の作成に時間を使う。6 週目からは実機を教室内だけではなく、持ち帰って自宅で使用できるようにしている。

8 週目 最終発表

8 週目には、ソリューションの全体像と開発したアプリケーションについて説明し、実際にアプリケーションのデモンストレーションについても行う。

この授業の評価は、4 週目に提出するソリューション提案に関するレポート（A4 1 枚程度、誰を顧客にするのか、その顧客の要望や解決したい問題、それらをどのような情報システムで解決するのかについて説明）、5 週目に提出するソリューションの仕様書に関するレポート（A4 3 枚程度、文章による仕様の説明とモデリングツールである UML などを用いたアプリケーションの設計図について説明）、このレポートの内容について 3 分程度のプレゼンテーション、



Fig. 1 Students' presentation about Android application

8 週目に提出する最終的に作成した Android アプリケーションによるソリューションについてのレポート（A4 5 枚程度、作成したアプリケーションの動作概要について図などを用いて説明）と、このレポート内容について 5 分程度のプレゼンテーションによって行った。

2.3 実際の授業運営と成果物の例

本授業において 1-4 週目は、教員が Android アプリケーションの基本的な開発手法を講義しながら、サンプルプログラムを実際に動かす、それを自分なりにカスタマイズすることでアプリケーション開発の理解を深めていくことを行った。Android アプリケーションを含め、現在の情報システムの構築には、Web 上の情報を適切に取り入れていくことが重要となる。本授業では、新しい知識やツールを使用するたびにこの Android のデベロッパー向けサイトを用いて解説し、学生が Web 上の情報を活用する技術も習得させた。また、この Web サイトは英語で提供されているため、学生にとっては副次的に英語の学習にもなっていた。5 週目は中間報告会を行い、Fig.1 に示すように各学生が 3 分程度で、これまでの取り組みについて発表した。内容としては、どのような顧客に対して、どのようなソリューションを提供するのかといったものである。発表においては、教員の方から建設的なフィードバックをできるだけ行い、最終的なソリューションの質が高くなるような取り組みを行った。

6 週目の後半 90 分からと 7 週目は全て、学生が各自のアプリケーションを開発する時間と、最終的なレポートと発表資料を作成する時間に充てた。この間、教員と TA は各学生をみて回り、進捗状況の確認や各種質問に答えるということを繰り返し、最終的な成果物の質が高くなるように、アドバイスを続けた。8 週目は 5 週目と同様に各学生が最終的なレポートの内容について報告を行った。具体的には、作成したアプリケーションによるソリューションの概要説明と、アプリケーションのデモンストレーションを行った。実際に作成したものが動作するということもあり、他の学生も非常に興味深くその発表を聞いていた。また良いアプリケーションがあった場合、他の学生がインストールするということがあった。

Fig.2 に実際に学生が作成したアプリケーションを示す。このアプリケーションは北陸など、雨が良く降る地域において、外出後 1 時間以内に傘が必要かどうかをアドバイスしてくれるものである。アプリケーション起動時（図左）に、Yahoo Japan と Wunderground が提供する気象情報に関する API を利用し、GPS 情報から判別した地域の降水確率と降雨量を取得する。その後、わかりやすい図（図中、右）でユーザに情報を提供する。このアプリケーションはバックグラウンドで動作させることも可能で、その場合には定期的に気象情報を通知する機能も実現している。外部から提供されている API と内部の API を組み合わせ、非常にわ



Fig. 2 An application sample

かりやすいインタフェースで情報を提供することを實現し、また北陸といった地域性も考慮した優れたアプリケーションといえる。

2.4 授業評価と考察

本授業では、最終週に学生に対して授業アンケートを行っている。まず、複数ある質問項目から重要な質問項目であるモチベーションと満足度に関する項目の結果を Fig.3 に示す。結果を見ると良い評価、次に良い評価を合わせた値が 90%以上になっていることがわかる。次に自由記述に関する結果を Fig.4 に示す。1 つ目の質問項目を見ると、Android アプリケーションを開発することを楽しく感じている学生が多くいることがわかる。特に、決められたものではなく自由にアプリケーションを作ることにモチベーションを得ている学生がいるのがわかる。授業中も、自身が所有している Android 端末で自身が開発したアプリケーションが動くことに喜びを感じている様子をよく見かけた。このように、Android アプリケーションを単に作成するだけでなく、自ら問題を創出し、それを解決していく形で学

びを深めていくというアクティブラーニングのスタイルが、一定の成果を挙げているといえる。このような科目が、これから大学においてさらに増えていくことが考えられるが、その場合、授業において適切なコミュニケーションが行われ、それが授業の質の改善に寄与しているかについては、先のようなアンケートでは十分に評価できない可能性がある。次の 3 章ではそのような授業のコミュニケーションを計測するシステムについて説明する。

3. 講師－受講者のコミュニケーション計測システム

3.1 背景

2 章に示したようなアクティブラーニングにおいては、講師と受講者のコミュニケーションが増えるため、これまで以上にその質が問われるようになる。そのため、両者のコミュニケーションの質を評価し、それを向上させていくような取り組みが重要となってくる。このような授業における講師と受講者のコミュニケーションを評価した研究として、小森らの研究がある (2)。この研究では、授業中の音声とそれに 1 秒後続する身体動作の相関係数と受講者の関心度の間に、正の相関関係が認められると述べている。また三宅らは、教師と生徒を想定したレクチャー課題を用いて、身体的インタラクションの同調の分析を行っている (3)。結果として教師と生徒の間の理解度が高いときに、両者の頷きのリズムが合うことを述べている。

以上の先行研究においては、授業における講師と受講者の関係を音声、もしくは身体動作のリズムの観点から解析し、その同調と理解度の関係を明らかにしようとしている。一方、それぞれの研究において身体動作の計測に用いられているのはビデオカメラ、もしくは額に取り付けられた加速度センサであり、それぞれの計測手法に限界があった。そこでわれわれは、ほとんどの学生が有しているスマートフォンに搭載された加速度センサを用い、講義中の各学生の身体動作のデータをリアルタイムに計測できるシステムを構築する。次にこれらのシステムを用いて、予備的に大学の研究室で行われる学生による発表を計測し、得られたデータから授業における講師-受講者間のコミュニケーションの質を評価できるかについて議論する。

3.2 計測システム

本研究で開発した計測システムの概略図を Fig.5 に示す。本計測システムはクライアントサーバー型で構成される。クライアントは Android、もしくは iOS 端末であり、各端末は定期的に計測した加速度センサの値を HTTP でサーバに送るようになっていく。サーバは、定期的に送られてくる各端末の加速度センサの値をリアルタイムでブラウザに提示し、講師はそれぞれの値をその場で確認することができるようになっていく。

本研究で開発したクライアント端末において、アプリケーションは基本的に 2 つの処理を行う。まず 1 つは加速度の計測であり、Android, iOS それぞれの端末において 100Hz のサンプリングレートで、X, Y, Z の 3 軸の加速度センサ値を計測する。次に、これらの値を二乗し、足し合わせて平方根を計算することでノルム値を得ている。もう 1 つの処理は、各端末において 0.5 秒毎に、サーバに対して HTTP を用いて計算したノルム値 50 個と、計測した時間、端末 ID を送信する処理である。サーバサイドシステムは基本的には HTTP サーバとして構築されており、クライアント側から送られてくる加速度センサのノルム値を随時受信してブラウザに出力する。HTTP サーバには Apache を使い、データの受信と提示のプログラムは PHP によって開発されている。



Fig. 3 Evaluations for the class

この授業の良かった点を具体的に記入してください。

- 一度上手く実装できると、楽しいと思えるようになった。もっと良いアプリにしたいと思えた。
- わからない所があった時に、先生に質問をすると、そこをわかりやすく教えてもらったのでよかった。
- 高いモチベーションでやる事ができてよかった。
- 今までの基礎的な授業と違い実践的な内容が多く、楽しく受講できた。
- 今まで学習してきた内容を活用できる授業だった。知識を実力に変えることができた。

授業内容や教員の取り組みについての意見、改善してほしい点を具体的に記入してください。

- アプリケーションの作成は興味を持って取り組むことができたが時間が少なく思ったとおり実装ができなかった。
- 課題内容が自由課題なので、時間的に足りず、納得のいくものにする事ができなかった。しかし、自分の好きなものを作ることが出来たこと自体は良かった。

Fig. 4 Students' comments for the class



Fig. 5 Overview of measuring system

3.3 予備的な計測と結果

先に示した計測システムの有効性を調べるために、予備的な計測として理工系大学の研究室にて行われる学生による発表（文献の紹介、もしくは研究の経過報告）において、発表者、聴取者の身体動作を計測した。具体的には、発表者1名と15名程度の聴取者からなる発表5回分を計測対象とし、発表者1名と聴取者の数名（2～7名）の身体動作をAndroid、iOS両方の端末を用いて計測を行った。また、発表者と聴取者の様子をそれぞれ別のビデオカメラで撮影し、事後的な解析に映像、音声を用いた。計測した発表者、聴取者の身体動作については、計測時間にわたって周波数解析を行うことで、主にどのような周波数成分が現れるのかを調べた。また、撮影した動画から、発表者、および聴取者の発話内容をコーパス化し、発話内容の構造について解析した。加えて、動画から発表者、聴取者の身体動作についても逐一記述することでコーパス化し、解析に用いた。

Fig.6に発表者1名分の、Fig.7.8に聴取者2名分の計測時間にわたる加速度データを周波数解析した結果の例を示す。サンプリング周波数は100Hzであるが、人の身体動作を計測していることから0～15Hz間の値を拡大して提示している。図をみると大まかに0～3Hz、3～7Hz、7Hz以降の3つの周波数帯にピークが立つことが見て取れる。この周波数帯の動作がそれぞれどのような動作に対応するかを加速度の生データ、および発話、身体動作コーパスなどを参照しながら調べると、主に0～3Hzは体全体を大きく動かすような動きに対応し、3～6Hzは通常の頷きや手の動き、

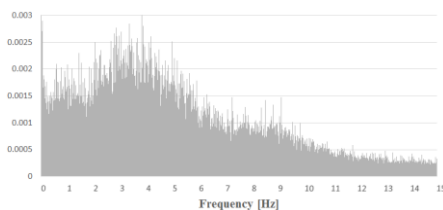


Fig. 6 Frequency distribution of a presenter

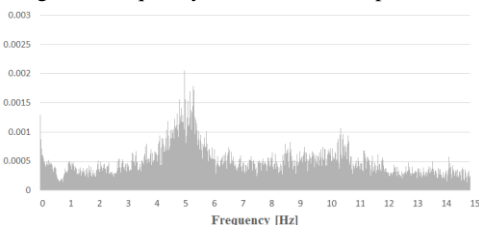


Fig. 7 Frequency distribution of an audience "A"

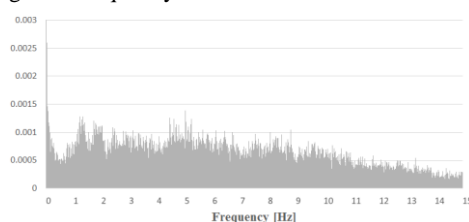


Fig. 8 Frequency distribution of an audience "B"

6Hz以降は素早い頷きや発話、笑いに対応していることが確認できた。具体的な例として、聴取者2名の内、Fig.7の聴取者は聴取中よく頷きを行っていた。一方、Fig.8の聴取者は、あまり頷き動作が見られなかったが、図より頷きが多い聴取者は3Hz以上、特に4～6Hzの成分が相対的に大きくなっているのがわかる。また、Fig.7の聴取者は発表中に笑うことがあったが、10Hzあたりにあまり笑っていないFig.8の聴取者に比べるとピークが立つことが確認できる。このように、発表者や各聴取者の身体運動の特徴を首から下げたスマートフォンの加速度センサの値から推定できることが確認できた。

3.4 考察

以上のように、われわれは授業における講師-受講者間のコミュニケーションの質を評価するために、スマートフォンの加速度センサを利用した身体動作計測システムを構築し、実際に理工系研究室で行われる学生による発表において、計測を行った。結果として、計測される加速度センサの時系列データを周波数解析することで、発表者、聴取者の身体動作が0～3Hz付近の体全体を大きく動かすような動き、3～7Hz付近の通常の頷きや手の動き、7Hz以降の素早い頷きや発話、笑いに伴う動きに分類できる可能性が示唆された。われわれは、最終的には授業において、講師と受講者のコミュニケーションの質をリアルタイムに評価したいと考えているが、これらの加速度センサの解析結果を用いることで、例えば、3～7Hzの値が良く表れている状態であれば、学生が頷いていて理解が進んでいると評価できたり、7Hz以降の値が良く表れている状態であれば、笑いなどが起こって教室全体が盛り上がっていると評価できたりする可能性があるのではないかと考えている。いずれにせよ、今後、各周波数の成分と発話、身体動作コーパスとの関係をより詳細に調べていくことで、加速度センサから聴取者の身体動作の特徴を正確に抽出できるようにすることが必要であると考えている。

4. おわりに

本稿では、近年増えつつある大学におけるアクティブラーニング科目の実践と、そのような科目における講師と受講者の間のコミュニケーションを計測するシステムの構築について説明した。アクティブラーニング科目においては学生が主体的にAndroidアプリケーションの作成に取り組むことができる授業内容を準備し、教員がそこにファシリテータとして介入することで、高いモチベーションで学生が学ぶことができる可能性を示した。

また、コミュニケーション計測システムについては、加速度センサを通じて身体動作を特定することができ、それらの時間発展を解析することで、講義の盛り上がりや、学生の納得度合いなどを検出できる可能性を示した。今後は、より多くのデータを収集し、ディープラーニングなどの解析手法なども導入しながら、教育における共創的なコミュニケーションの有効性を明確にしていきたい。

参考文献

- (1) http://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2016/20160405_education.html
- (2) 勝間田, 小川, 小森, 引き込み現象に基づく講義関心度評価手法, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.275-282, 2011.
- (3) 三浦, 井上, 小川, 三宅, 対話コミュニケーションにおける身体動作の同調の解析, SICEシステム・情報部門学術講演会2014講演論文集(SS12014), pp.893-896, 2014.