

既存教科書と携帯端末による アクティブ・テキストの基礎開発

鈴木 真ノ介*¹, 伊藤 達哉*²

Basic Development of the Active Textbook System
consisted of a General book and a Portable Electronic Terminal

Shin-nosuke SUZUKI, Tatsuya ITO

Recently, digital teaching materials such as digital textbook are spreading widely with the information society. The problems of making digital teaching materials are the difficulty of individual development and much initial costs. So, our research team figured out the free development environment of the digital materials using of an existing textbook and a portable terminal. We call this system Active-text. This study developed the application software for portable terminal which is core of this system and a server machine for providing the materials.

KEYWORDS : Active-text, Digital textbook, Application software for portable terminal

1. はじめに

近年、高性能情報端末の普及によって社会の情報化が進んでおり、その影響は教育分野にも広がっている。教育の情報化に伴い、情報端末等を用いた電子教科書や、副教材としての学習補助アプリケーションが開発され、普及しつつある。教育現場では、こういったデジタル教材の導入によって、紙の教科書では出来ない動画や音声といった資料の活用が可能となり、教育の幅を広げている。しかし、現在このような教材は、専用の教科書や端末、アプリケーションを用いる必要があり、その開発は作り手側である出版社等に依存してしまう上に導入コストも極めて大きい。実際には、教育現場毎のニーズに合わせて自由に開発と導入を

行えるほうが、より好ましい。

そこで本研究では、既存の紙媒体の教科書と汎用の携帯端末を用いることでデジタル教科書に拡張可能なシステム、アクティブ・テキスト(以下、A-txt)を考案した。A-txtの実現によって、デジタル教材の自由な開発環境を提供し、教材の製作および導入を容易にすることが可能となる。これまでに、システムの核となる携帯端末向けアプリケーションおよび教材データを提供するサーバ機を開発し、基本システムを構築した。

2. A-txt の概要

A-txt では、紙媒体の教科書に追加の情報となるデジタルコンテンツを付加し、それを学習者の携帯端末を用いて閲覧する。これにより、既存の教

*1 電気電子創造工学科(Dept. of Innovative Electrical and Electronic Engineering), E-mail: shin-s@oyama-ct.ac.jp

*2 専攻科複合工学専攻(Advanced Course) ※2016年度修了

科書をデジタル教科書に拡張することが可能となる。図1にシステムの全体構成を示す。本システムは教材を管理するためのサーバ機と閲覧に使用する携帯端末アプリケーションによって構成される。今回、サーバマシンには Mac mini (Apple) を用い、アプリケーションには、AR (Augmented Reality : 拡張現実) 開発ライブラリである ARToolkit for Mobile (株式会社エム・ソフト) を基に、統合開発環境 Xcode (Apple) を用いて開発を行った。なお、システム構築全般には合同会社コペリンに制作協力を依頼している。

A-txt を利用するには、まず教材製作者が、教科書上で情報を追加したいページにある図形の画像と、そこに付加する動画やテキストといったデジタルコンテンツのファイルを用意し、併せてシステムに登録する。この操作により、教科書のあらゆる図形とコンテンツを結びつけることが可能となり、製作者は自身が必要と考える情報や、出版上の制約等で省略された情報等を、自在に補填することができる。次に学習者側では、自身の携帯端末で A-txt のシステムを提供する専用の携帯端末向けアプリケーションを起動し、教科書上において、端末のカメラで登録された図形を読み取ることで、図形と同時に登録されたコンテンツを画面上で閲覧できる。これにより、学習者がそれぞれの端末にアプリケーションをインストールしておくだけで、簡単に教材配布が可能となり、製作者が紙面上に追加した情報を素早く閲覧できる。また、教材の配布は、学内 LAN が設けられているような環境を想定し、ネットワークを介して各端末へ配布している。この際、システムを運用する製作者のコンピュータが教材を管理するサーバ機となり、サーバと直接接続されたネットワーク内にある端末でのみ教材をダウンロード可能としている。このような教材配布のイントラ化により、製作者が著作権の絡むコンテンツを教材とする場

合や、情報漏えい等に対し気を使わずにシステムを利用可能である。加えて、一度ダウンロードした教材は端末のキャッシュに一時保存されるため、自宅学習等でサーバのネットワークから外れた際も、一時的にオフラインで教材を閲覧できる。

A-txt を用いた教材の利用例としては、簡略化されていた数式変換の補完や、立体的な理解が求められる現象の 3DCG 図示に加えて、静止画では困難な説明や概念を解説する動画の再生などが考えられる。本システムにおける教材の製作は、ファイルを登録するのみの簡単な操作で行える上、付加するコンテンツは従来用いていた手書きの文章のスキャンや、プレゼンテーションソフトで製作した図表等の製作物を容易に転用できる。そのため、システムに関する専門的知識や、コンテンツ等の製作経験がないユーザーでも比較的容易に A-txt を利用することが可能である。さらに、本システムを導入する際、現在使用されている教科書そのまま利用することに加え、学習者が持つ汎用の携帯端末を利用するので、導入コストを抑えることができる。

3. A-txt のシステム構成

本研究では、A-txt のシステムの構築において、携帯情報端末向けのアプリケーションおよびそれに連携する教材管理サーバを開発した。まず初めに、教科書の図形（以下、マーカ）とコンテンツをサーバに登録する手順を述べる。マーカ登録の際、現状のシステムでは用意した画像を解析して出力されるパターンファイルを作成する必要がある。この作業には、コマンドラインでの操作を必要とするが、既定の数値を入力するのみの操作で完了するため、予備知識等は不要である。コマンドライン上でパターンファイルを作成する画面の一部を図2に示す。マーカ画像（jpeg 形式）を用意し、システム内の特定のディレクトリへ置く。その後、コマンドライン上でそのディレクトリまで移動し、解析コマンドを入力する。コマンドおよび既定の数値を入力後、画像がマーカとして解析され3種類のパターンファイルが自動的に作成される。この時、パターンファイルの作成に失敗する可能性があるが、これは図の特徴点が少ないことが要因である。登録された図形をカメラで読み取るというシステムの性質上、特徴の少ない図形



図1 A-txt の全体構成

```

mironal:bin miros ./genTexData MarkerImage.jpg
--
Generator started at 2016-05-15 14:15:57 +0900
Select extraction level for tracking features, 0(few) <--> 4(many), [default=2]:
MAX_THRESH = 0.900000
MIN_THRESH = 0.550000
SD_THRESH = 0.000000
Select extraction level for initializing features, 0(few) <--> 3(many), [default=1]:
SURF_FEATURE = 100
Reading JPEG file...
Done.
JPEG image 'MarkerImage.jpg' is 2409x2448.
JPEG image 'MarkerImage.jpg' does not contain embedded resolution data, and no resolut
ion specified on command-line.
Enter resolution to use (in decimal DPI): 300 ← 300 と入力
Enter the minimum image resolution (DPI, in range [3.431, 300.000]): 30 ← 30 と入力
Enter the maximum image resolution (DPI, in range [30.000, 300.000]): 300 ← 300 と入力
    
```

図2 パターンファイル作成画面

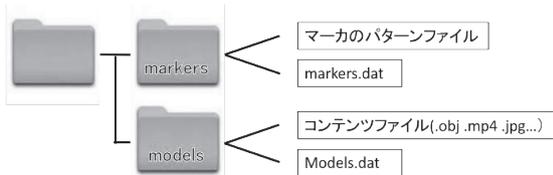


図3 ディレクトリ構成

はマーカには向かず、パターンファイルを作成できない。特徴点の少ない図形は仮にパターンファイルの作成に成功しても、認識が困難である可能性が高い。したがって、教科書の図形から特徴点の多い図形を選定する必要がある。次にコンテンツは、画像、音声 (mp3 形式)、動画 (mp4 形式)、3DCG (obj 形式) をそのまま登録可能である。用意したマーカのパターンファイルとコンテンツファイルは、図3のようなディレクトリ構成を組んで整理し、ZIP 形式に圧縮する。図では DAT ファイルが含まれているが、これはマーカの数やコンテンツ位置の微調整を行うためのものであり、新たに作成や変更をする必要はなく、サンプル等から同様のファイルを転用可能である。最後に、圧縮したファイルをサーバ内でシステムが教材を管理するための特定のディレクトリに置けば登録が完了する。

登録した教材を、ネットワークを介して端末へ公開するには、サーバアプリケーションを起動する必要がある。サーバの起動にはコマンドライン上で起動命令を送る。なお、初めて PC をサーバ機として利用する場合は、サーバアプリケーションである Node.js (Node.js Developers) をインストールする必要がある。図4のように、マーカやコンテンツファイルを置いたディレクトリに移動し、サーバアプリケーションの開始コマンドを入力すれば、端末にインストールされたアプリケーションとアクセス可能となる。端末側では、アプリケーションの設定画面を開き、アクセスしたいサーバの URL を設定すれば、サーバと接続できる。

```

server — node · npm TERM_PROGRAM=Apple_Terminal SHELL=/bin/bash ...
Last login: Thu Jan 19 09:55:10 on ttys003
suzukilab-mac-no-MacBook-Pro:~ suzukilab-mac$ cd Desktop/ActiveText/server
suzukilab-mac-no-MacBook-Pro:server suzukilab-mac$ npm start
サーバーアプリケーション開始コマンド
> active-text-server@1.0.0 start /Users/suzukilab-mac/Desktop/ActiveText/server
> node index.js
Example app listening on port 3000!
サーバー稼動状態
    
```

図4 サーバ起動画面

サーバに登録されたファイルは、図5(a)のように携帯端末アプリケーション上で一覧となって表示される。ここで、アプリケーションがサーバに接続するためには、サーバの URL を設定し、かつサーバと端末が同一のネットワークに接続されている場合のみである。これにより、前述の教材配布のイントラ化を実現している。一覧画面でリストをタップすると、ファイルのダウンロードが始まり、しばらくするとカメラが起動する。カメラでマーカを読み取ると、図6のようにマーカに対応したコンテンツが画面上に表示される。ここでダウンロードしたコンテンツはアプリケーションのキャッシュに一時保存され、リスト上でチェックマークが付く。このデータは、図5(b)のアプリケーションの設定画面で消去可能であり、この画面では他にも、マーカ認識精度の調整等の環境設定を行うことが可能である。



(a) コンテンツ一覧 (b) 設定

図5 アプリケーションのアクティビティ

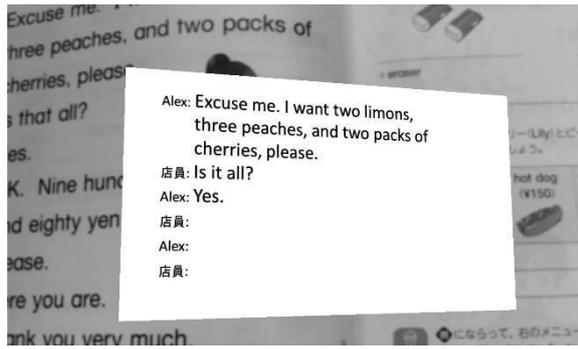


図6 コンテンツ表示画面
(New Horizon English Course 1 (東京書籍)
より引用)

4. マーカ適性調査とシステム改善

前節において、特徴の少ない図形をマーカとすることが困難であることを述べた。本研究では、システムの性能評価のひとつとして、複数の書籍でのマーカ適性調査を行った。線が細く、線対称に近い図形は認識不可能である。また、線ははっきりしているが図の境界があいまいな図形は、認識が困難であり実用向きではないことがわかった。境界がはっきりしている図ではほぼ確実に認識するが、紙面の湾曲によりコンテンツの表示がふらつきなど安定しないケースが多くあった。結論として、現状のシステムにおいてマーカを安定して端末のカメラで読み込むことが可能であるのは、特徴となる点が多くかつ図の境界がはっきりしている写真のような図形のみであるとわかった。

本研究ではこれらの結果を踏まえ、マーカの認識精度を向上するシステムの改善を検討した。しかし、こういった課題に対し、本システムでは使用しているライブラリの仕様上マーカの認識精度そのものを向上することは困難であると判断した。そこで、紙面の湾曲に対しマーカ認識後のコンテンツ表示を安定させる手法として、コンテンツを全画面表示とすることでふらつきやズレを防止する改善策を施した。今回検討したシステム改善には高度な専門知識を要するため、現在合同会社コペリンへ依頼中であり、今年度中のアップデートを予定している。

5. まとめと今後の課題

既存の紙教科書をデジタル教科書に拡張し追加の情報を自由に付加可能なシステム、A-txtを携

帯情報端末向けアプリケーションとサーバ機によって構成し、開発した。A-txtは、デジタル教材の自由な開発環境を提供することによって教育の幅を広げる効果が期待できることに加え、導入コストの面や、既存の製作物を転用可能かつ、容易な操作でシステムを利用可能としたことで、多様な教育現場において適用を見込める。

今後は、マーカ登録時のパターンファイル作成等の登録手法を簡略化し、より利用しやすいシステム構成を実現する。さらに、アプリケーションのマーカ認識精度を向上させる手法について検討する。また、これらの課題を解決した後、学生や教員への試用調査を行い、システムの評価を行う。

参考文献

- 1) ARToolKit [ARToolKit Documentation], <https://artoolkit.org/documentation/> (2015)

【受理年月日 2017年 9月14日】