

自己学習支援の為のマルチメディアコンテンツの実装と評価

犬丸拓哉^{1,a)} 杉田薫^{2,b)}

近年、教育分野への情報通信技術(ICT)の導入により、e-Learning を始めとする、いつでもどこでも学習できるコンテンツが開発されている。その大半が、単一のメディアを用いた電子教材であり、学習効果の向上が期待されている。しかし、多くの大学では、学習意欲が低い学生が多数派であり、海外の学生と比較すると自己学習時間の確保が求められている。一方で演習や実験を主体とする科目では、学生の興味や知識、スキルに差がある学生を同時に指導する必要があり、教室や実験室に学生を集めて同じテキストで同じ内容を同時に実施させた場合の理解度や進捗状況の差が目立つ。これらの背景から、学生の興味や知識、スキルに差があることを前提として、演習や実験科目の自己学習を支援する為のマルチメディアコンテンツを提案してきた。本コンテンツは自己学習時間の増加、学習理解度の向上、モチベーションを維持させる為に、利用者の学習理解度やモチベーションに応じて、ユーザインターフェース(UI)とメディアが選択的に提供される機能を導入した。更に、学習に使用する情報端末やネットワークの特性に応じたメディアとその品質を制御する機能として QoS(Quality of Service)制御を用いた。本稿では、マルチメディアスイッチング機能を導入した自己学習支援コンテンツの実装と評価について報告する。

1. はじめに

「教育の情報化」が進展した結果、LMS(Learning Management System)や e-Learning システムを用いた学習が多くの教育機関で利用されている。この結果、学習者にとっては時間と場所の柔軟性が向上したが、日本は講義時間外の学習時間が諸外国に比べると著しく少ないことが課題とされている¹⁾。近年、インターネット上でビデオ視聴によるオンライン講義システムが広く用いられている。このようなシステムを利用する為には、PC や情報端末を用いた学習環境を整備する必要がある。文部科学省 HP の客観テストの結果では、ICT(Information and Communication Technology)を用いた教育の有効性が示されており、初等教育から高等教育までの幅広い年齢層への ICT を用いた教育の導入が推奨されている²⁾。その有効性から多くの教育機関において、このような教育環境を導入するようになってきている。特に e-Learning システムは、その修了率が問題として知られており、学習者の理解度の違いが考慮されていないことが一般的である。その為、学習者は、各学習理解度や進捗状況に個人差が生じると共に、モチベーションの維持が困難となる。稲永らは、マルチメディアスイッチングに関する研究³⁾において、デジタルデバイドの解消を目的としたコンピュータの操作スキルと情報端末の違いを考慮したユーザインターフェース(以下 UI)について提案している。この研究では、コンテンツ利用者のコンピュータの操作スキルの違いに対応した3種類の操作方法と、情報端末の違いに対応したメディアが選択的に提供されるマルチメディアコンテンツを構築し、コンピュータの操作スキルと情報端末の違いによってコンテンツの見やすさや理解のしやすさが異なることが報告されている。また、UIの違いによってもこれらの違いが生じることが報告されている。

これらのことから、学習支援教材にマルチメディアスイッチングを導入した場合、学習者のモチベーションを維持し、学習時間の確保が見込める。以上を背景として、筆者らは、自己学習支援の為のマルチメディアコンテンツを提案してきた^{4,5)}。本稿では、学習者の学習理解度や進捗状況に個人差があることを前提として、モチベーションの維持に配慮した演習や実験科目を支援する為のマルチメディアコンテンツの実装と評価について報告する。

従来研究では、PC、電子書籍、タブレット端末等を主に用いて、従来型の講義の効率化や改善が図られているが、これらのツールの運用方法や教材を工夫することで、従来型の講義とは全く異なる教育方法が実現可能となることを示している^{6,7)}。しかし、学習者の理解度を予め考慮されたシステムの研究は少なく、複数のメディアを扱った教材開発もなされていない。

2. 提案システム

本研究では、学習者の学習理解度や進捗状況に個人差があることを前提として演習科目や実験の予習/復習を支援する為のマルチメディアスイッチングシステムを提案する。本研究におけるマルチメディアとは、音声と文字、画像、動画等のメディアが時間的、空間的、意味的に関連付けられて提供される情報表現である。提案システムは、図1に示すように学習者の学習理解度、情報端末の性能、ネットワークの特性に従って学習用マルチメディアコンテンツのユーザインターフェース、メディアの種類、メディアの品質が動的に変更する。

2.1 ユーザインターフェースの変更

学習者の学習理解度は表1のように分類し、理解度が低い学習者には、基礎知識が乏しいことを考慮して、図2に示す動画 UI が提供する。この UI は、演習科目や実験の動画を再生する。また、操作をすることなく視覚と聴覚からの説明を受けることができるが、学習者は長時間拘束される。理解度が普通の学習者には、基礎知識はあるが応用力

1 福岡工業大学大学院
Higashi-Ku, Fukuoka, Fukuoka, 811-0295, Japan.

2 福岡工業大学
Higashi-Ku, Fukuoka, Fukuoka, 811-0295, Japan.

a) mgm16101@bene.fit.ac.jp

b) sugita@fit.ac.jp

に乏しいことを考慮し、図3に示す画像UIが提供される。このUIは画像と説明文によって構成され、学習内容が先に進む度に操作を行う必要があり、基礎知識がある学習者であれば短時間で説明を受けて学習できる。理解度が高い学習者には、応用力が高いことを考慮し、図4に示す文字UIが提供される。このUIは、短時間で読み終わることができる簡素な説明文と、文字の閲覧と同時に音声再生する。また、表1の定義に束縛されることなく学習者が任意に選択することができる。

2.2 メディアの変更

本システムで提供されるコンテンツは、学習者のモチベーションを維持する為に無操作状態が一定時間続く理解する為に何らかの障害がある(すなわちモチベーションを阻害する要因が発生している)と判断し、図5に示すようにメディアの種類が変更される。この機能は文字UIや画像UIを動画UIに移行する。

2.3 QoS制御

QoS制御の仕組みを図6に示す。動画UIを視聴したい学習者に対して、ネットワークの特性を考慮した最適な動画UIを提供する為の制御である。予めフォルダの中に、各パラメータを変更した数種類の同じ動画を用意し、最初に元となるフレームレート・サイズの動画UIを再生する。数種類用意された動画UIのデータ量が最適な動画が再生される。円滑に再生できない場合に、動画の各パラメータを変更した動画に切り替わる機能である。また、このような変更後も動画UIがスムーズに再生されない場合は、更にデータ量を抑えた画像UIに移行して学習者に提供する。

表1 学習者の理解度の違いと対応するメディア

Table 1 The differences in learner's comprehension degree and corresponding media

理解度	詳細	対応するメディア
高い	理解する能力が高く 応用する能力もある	文字UI
普通	基礎知識はあるが、 応用する能力はない	画像UI
低い	基礎知識が乏しい	動画UI

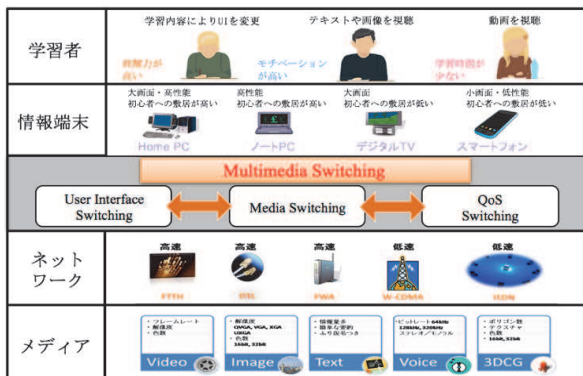


図1 マルチメディアスイッチング
Figure 1 Multimedia Switching Functions.

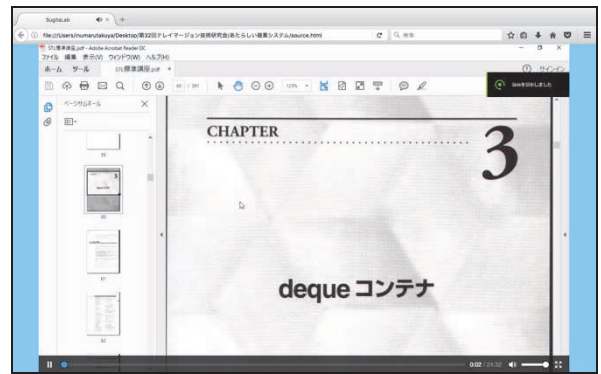


図2 動画UI
Figure 2 Video UI.

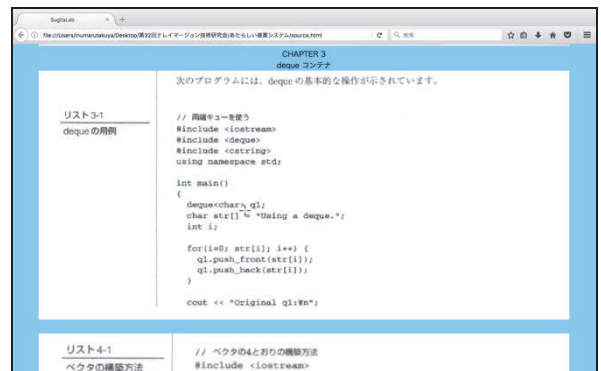


図3 画像UI
Figure 3 Image UI.



図4 文字UI
Figure 4 Text UI.

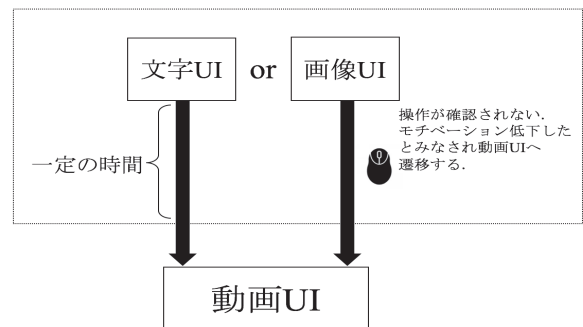


図5 メディアの変更
Figure 5 Media Switching Function.

3. 実装

提案システムは、本学の「オブジェクト指向プログラミング」の講義内容を Web アプリケーションとして実装した。講義コンテンツは HTML と JavaScript を用いて、必要な動画と画像、ソースコードを含んだ HTML ファイルを作成した。その HTML ファイルを Linux サーバにアップロードしプライベートネットワーク内の学習者のブラウザから閲覧可能としている。実装した Web アプリケーションの画面の遷移を図 7 に示す。

次に、以下のマルチメディアシステムの主な機能 4 つの実装方法について説明する。

- (F1) UI の変更
- (F2) 無操作状態が一定時間経過後の動画 UI 変更
- (F3) 動画 UI の再生品質低下時の画像 UI 変更
- (F4) テキスト読み上げ

3.1 UI 変更機能の実装

UI の変更は、図 8 に示す通り、一つのファイル内で管理する為、同一の Web ページ内で再生メディアを動的に変更することで実現した。HTML の書き換えは、図 9 のように JavaScript の innerHTML プロパティを使用した。各 UI の内容を記述することで、同一ページ内でコンテンツを書き換えた。各 UI にメソッドを定義し、学習者が UI 選択画面から指定の UI へ変更する操作を行った場合には、対応したメソッドが実行され、innerHTML による書き換えが行われるよう設定した。UI 変更時に実行される処理の流れを図 10 に示す。

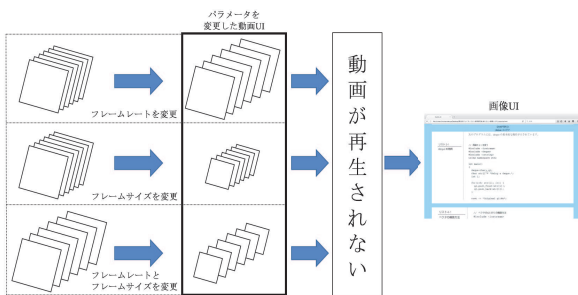


図 6 QoS 制御

Figure 6 QoS Control Function.



図 7 UI の遷移

Figure 7 Transition of UIs.

3.2 無操作状態一定時間経過後 UI 変更機能

学習者のモチベーションを維持させる為に、放送感覚で視聴できる動画 UI へ遷移する機能を説明する。本機能は、画像 UI と文字 UI を選択した場合のみ発生する仕組みで、マウスの操作でモチベーションを判定する。表 2 に実装に使用した JavaScript の関数を示し、無操作状態の経過時間によるフローチャートを図 11 に示す。onmousemove イベントを用いることにより、マウスの操作を判定している。マウス操作の無操作状態を setInterval() からカウントを始め、指定した時間内にマウスを操作すると clearInterval() が発生しカウントが初期値に戻り、再びカウントが始まる。このインターバル間に無操作状態であると、動画 UI へ遷移する。

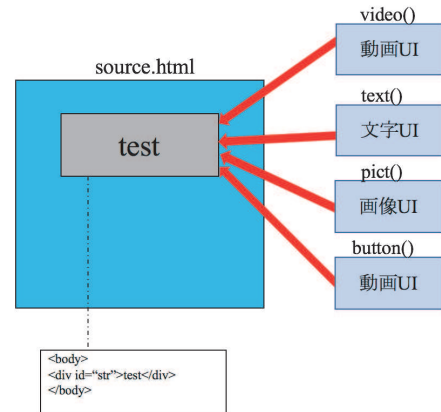


図 8 UI 変更機能の仕組み

Figure 8 UI Switching Function Mechanism.

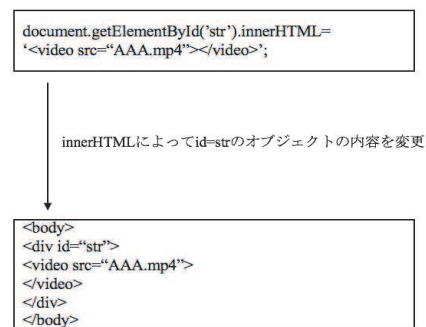


図 9 innerHTML を用いた HTML コードの例

Figure 9 Example of HTML code used by innerHTML.

まず, setInterval()関数で指定した時間が経過した場合, video()を実行して動画UIへ遷移する書き換えを行った. そして, マウス操作を確認すると発生する onmousemove イベントを確認すると clearInterval()関数で setInterval()関数を停止し, 再び setInterval()関数を実行する. この処理を常に行うことで, 学習者は, 画像UI・文字UIを表示している場合は無操作状態が一定時間経過すると動画UIに切り替わる. また, 動画UI閲覧時にマウスの操作に影響させない為に, 変数 exception を用意し各UIに書き換える関数を実行する際に video()の場合は1を, video()以外では0を代入する. そして setInterval()関数で, インターバルが経過した後 video()を実行する前に exception が1かどうかをチェックし, 1ならば clearInterval()関数を実行するようにした. すると, 学習者の閲覧しているUIが動画UIの場合は無操作状態が一定時間経過しても動画UIを変更しないようにした.

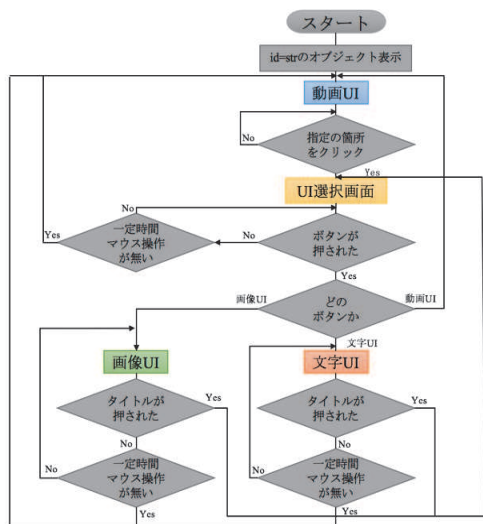


図 10 UI 変更操作によって行われる処理のフローチャート

Figure 10 Flowchart Performed by UI Switching Function.

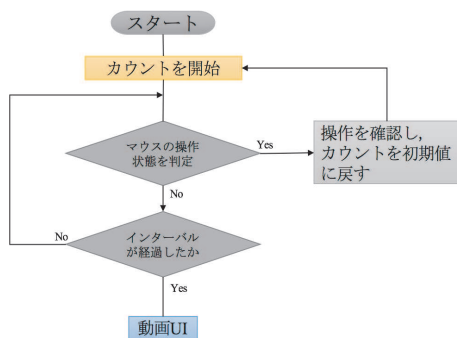


図 11 無操作状態一定時間経過後 UI 変更機能のフローチャート

Figure 11 No operation state after a fixed time elapsed flowchart.

3.3 動画再生品質低下時のメディア変更機能

動画UI再生品質低下時のメディア変更の実装方法について説明する. 表3に実装に使用したJavaScriptを示す. 動画UIの再生品質の判定には, timeupdate イベントを使用することにした. timeupdate は動画の再生時間が更新されると発生するイベントである. 図12のように, 動画がスムーズに再生されている場合と, 再生が乱れている場合では一定時間に発生する timeupdate の数に差が生じていた. そこで, 動画の再生が乱れている場合の1秒間に発生する timeupdate の数は1回以下であった為, 1秒間に発生する timeupdate の数が1回以下の場合にはメディアの変更を行う.

動画UI再生品質低下時のメディア変更機能は, 動画UIに書き換える処理を行う video()関数の中に組み込んである為, video()関数の内容について記述する. まず, video()関数を実行しUIの書き換え後の処理の流れを図13に示す.

表 2 実装した機能と使用した関数

Table 2 Implemented function and Library

機能	Library
インターバル経過後に処理	setInterval()関数
マウス操作の有無の確認	onmousemove イベント
インターバルを停止	clearInterval()関数

表 3 実装した機能と使用した Library

Table 3 Function and Library Implemented

機能	Library
再生時間の更新を確認	timeupdate イベント
動画UI表示後の経過時間の確認	Date()関数
動画UIの再生時間の確認	currentTime プロパティ

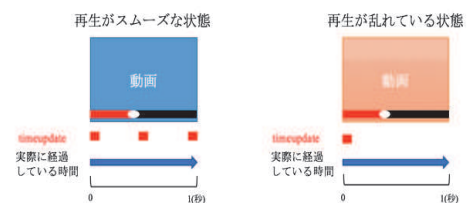


図 12 timeupdate による動画再生品質の評価方法
Figure 12 Evaluation method of video playback quality by timeupdate.

3.4 文字 UI 視聴時のテキスト読み上げ機能

(F4)視覚と聴覚を同時に用いて学習させる為に、概要文を読み上げる Speech Synthesis API を追加した。コンピュータに読ませたい文字列を予め用意することで音声が発生される。

4. 評価

4.1 評価環境

評価した環境として、OSX 上で、Safari, Firefox, Chrome の Web ブラウザ 3 種類を比較した場合で検証した。我々は、従来の講義を計画する段階から成績評価を行う段階のフェーズを分割し、(A)従来型の教育と (B)ICT を用いた環境の利点を生かした講義と予習/復習を想定した環境で評価を行う。

(1) 講義

図 14 の学習者は学習内容の説明を受け、演習や実習、実験を行い、その結果について議論やプレゼンテーションを実施する。表 4 に講義環境の違いを示す。

(2) 予習/復習

図 15 に示すように学習者は講義で学習する予定・実施された内容を確認する。表 5 に予習と復習方法を示す。

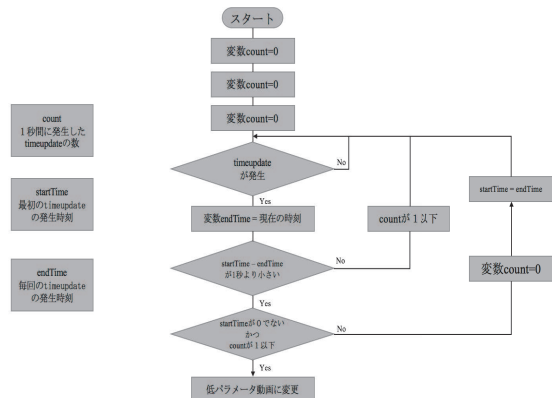


図 13 動画再生品質低下時のメディア変更機能のフローチャート

Figure 13 Flowchart of media switching function when video playback quality deteriorates.

表 4 従来と ICT を用いた教育の講義環境の違い

Table 4 Difference in lecture environment of education using ICT and conventional

(A)従来型	講師、学習者は同一の教室で学習する。時間と場所の制約があり、理解度による講義の遅れが生じる。
(B)ICT 型	学習者は、コンテンツを用いていつでもどこでも学習できる。理解度の違いによる学習が可能。

4.2 評価結果

本研究の評価の為に、アンケートを行った。評価対象者は、情報系の大学4年生(22歳~24歳)6人を対象とした。コンテンツ対象者に、コンテンツを30分間見つけて学習させ、(a)理解しやすいUI、(b)最適なブラウザ、(c)システム全体の評価(1:低い~5:高い)を解答してもらい、アンケート結果を図16(a)~(c)に示す。調査結果から、システムを改善すべき点があることがわかった。以下に改善すべき点[11]~[13]を示す。

- [11] Webブラウザの違いによって、動画UIのシークバーの操作が異なり、UI選択画面へ遷移してしまう。
 - [12] 画像UI・文字UI利用時に動画UIへ遷移する間隔が短く、ノートに学習内容を記述できない。
 - [13] 文字UIに付随した音声機能が、他のUIへ遷移しても再生され続ける為、音声の重複が発生してしまう。
- 表 5 従来と ICT を用いた教育の予習/復習の違い

Table 5 Difference between traditional and ICT-based educational preparation review

(A)従来型	指定された教材を用いて、学習内容の確認とわからない点を整理する。
(B)ICT 型	コンテンツを用いていつでもどこでも学習できる。理解度の違いによる学習が可能。

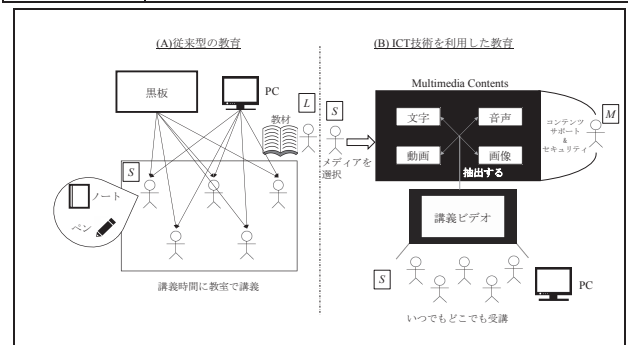


図 14 講義

Figure 14 Lecture.

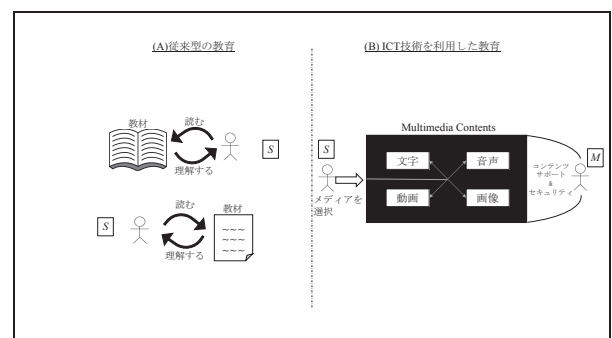


図 15 予習/復習

Figure 15 Preliminary/Review.

5. まとめ

本稿では、自己学習時間の確保を目的として、従来の学習支援コンテンツにマルチメディアスイッチングを導入し、学習者の学習理解度、モチベーション、ネットワークの特性を考慮したマルチメディアコンテンツの実装と評価を行った。コンテンツを利用した学習者からは、UI の遷移が円滑であればモチベーションが上がる可能性があるという意見があった。今後の課題として、学習者に対する情報表現の方法を改善し、コンテンツ内の不具合を見直すこと、PC 以外での情報端末上の構築が挙げられる。また、1つのコンテンツ構築に要する時間として、約5時間程度かかることが講師の負担となるが、次回以降は動画撮影と動画のフレームサイズ・レートの変更や画像 UI、文字 UI の作成のみの作業でよい為、負担は徐々に少なくなる見込みである。

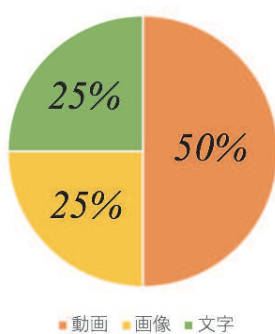


図 16(a) 理解しやすい UI

Figure 16(a) Easy to understand UI.

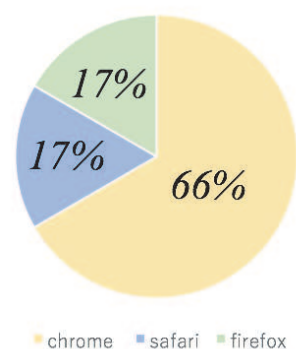


図 16(b) 最適なブラウザ

Figure 16(b) Optimal Web browser.

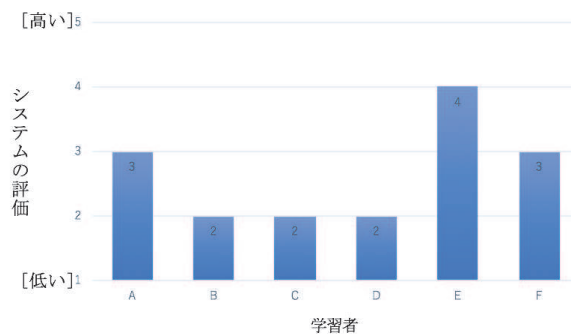


図 16(c) システム全体の評価

Figure 16(c) Evaluation of the system.

参考文献

- 1) co-media. (<http://www.co-media.jp/article/11622>) (2016.12.20).
- 2) 初等中等教育における学習指導での ICT 活用. (http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1244851.htm)(2017/2/24).
- 3) 稲永真一, 杉田薫, 岡哲史, 横田将生, コンピュータスキルと情報端末の違いを考慮した観光案内コンテンツの評価, 情報処理学会研究会報告 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ pp173-180, (2011/10).
- 4) 犬丸拓哉, 杉田薫, 自己学習支援の為のマルチメディアスイッチングシステムに関する考察, 日本感性工学会 生命ソフトウェアシンポジウム部会 (2016/11/12).
- 5) 犬丸拓哉, 杉田薫, 自己学習支援の為のマルチメディアコンテンツの提案, 情報処理学会 教育支援情報システム研究会 Vol.2017-CLE-21 No.17 (2017/3/22).
- 6) 秋田祐哉, 三村正人, 河原達也, 音声認識を用いた講義・演習の字幕作成・編集システム, 情報処理学会 音声言語情報処理研究会 Vol.2015-SLP-108 No.2 (2015/10/30).
- 7) 佐藤剣太, 中村聡史, 長距離通勤・通学者向けの場所に応じた暗記項目提示による学習支援手法の提案とその検証, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会 Vol.2017-GN-101 No.13 (2017/3/10).
- 8) 21 世紀文字起こし. (<http://note103.hateblo.jp/entry/2016/07/10/141451>) (2017/2/24).