

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24680079

研究課題名(和文) AmbientかつSeamlessに環境が予習復習を働きかける学習連続体の構築

研究課題名(英文) Learning Continuum: Ambient Intelligence Environment for Promoting Preparation and Review

研究代表者

光原 弘幸 (Mitsuhara, Hiroyuki)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・講師

研究者番号：90363134

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,600,000円

研究成果の概要(和文)：予習復習支援とAmbient Intelligenceの融合に着目し、Digital Signage(DS)を基盤とする新しいe-Learningとして、適切な教材を配信する予習復習環境"学習連続体(Learning Continuum: LC)"を提案・開発した。LC(DSシステム)は、(1)RFIDにより教材に対する興味と友人関係の学生モデルを構築し、(2)学生モデルと教材配信戦略に基づいて教材を最初から最後まで視聴できるようにしたり、潜在的な友人関係を顕在化したりする教材配信を行い、(3)視覚的エフェクトを取り入れたインタラクティブなクイズ教材により予習復習意欲を向上させる。

研究成果の概要(英文)：This study focused on an ambient intelligence environment for promoting preparation and review in university education. This environment called "Learning Continuum (LC)" was developed as digital signage (DS) systems having adaptivity and interactivity in digital material delivery. Through DS, digital materials are delivered on the basis of students' friendships and interests in digital materials. Their friendships and interests are collected (estimated) from the proximity of them to the DS systems with an RFID reader. In addition, digital quiz materials with visual effects are delivered in which students can answer the quiz questions by their body movement. These delivery methods can promote keeping their attentions to digital materials and DS-based preparation and review.

研究分野：教育工学

キーワード：e-ラーニング Ambient Intelligence デジタルサイネージ RFID

### 1. 研究開始当初の背景

大学では単位という尺度で教育の質が保証されるが、授業時間外の予習復習が十分であることが前提である。しかし、学生が必ずしも日常的に予習復習しているとはいえない。近年、予習復習支援として e-Learning の有効性が認識され、スマートフォン等でデジタル教材を閲覧することも容易になってきているが、e-Learning での予習復習の習慣化や e-Learning システムアクセスを動機付けることは難しい。

そこで本研究では、予習復習支援と Ambient Intelligence (AmI) の融合に着目した。AmI とは、ICT を用いて知的に“環境(空間)が人間に活動を働きかける”仕組みである。e-Learning を対象とした AmI 研究は提案レベルにとどまっており、環境との融和性の高い Digital Signage (DS) については、電車内等での教材配信が実用化されているが、学習コンテキストに応じた教材配信には至っていない。また、GPS 等のセンサにより場所や状況に応じた教材を提示する Mobile/Ubiquitous Learning もあるが、“環境からの働きかけ”を最大限活用しているとはいえない。

本研究では、環境が学生に予習復習を働きかける必要性を認識し、学習コンテキストに応じて適切な教材を配信する予習復習環境“学習連続体 (Learning Continuum : LC)”の発想に至った。

### 2. 研究の目的

本研究では、AmI を基盤とし、「学ぶ機会が適切に提供され、学ばずにはいられない」という予習復習環境 LC を提案する。そして、LC を構成する 3 つのサブテーマを設定して DS システムを開発し、効果を検証する。

#### (1) 学生モデルの構築

学習コンテキストに応じた教材配信により予習復習を働きかけるには、学生の内部状態や活動傾向を表す学生モデルを構築する必要がある。本サブテーマでは、履修データや e-Learning 等での学習履歴に加え、RFID (Radio Frequency Identification) による無意識的な行動履歴から学生モデルを構築する手法を考案し、機能を実装する。実践的な実験を通じて、機能の精度や有効性を明らかにする。

#### (2) 適切な教材の配信

予習復習の機会を効果的に提供するには、学生モデルと教材配信ストラテジに基づいて適切な教材を配信する必要がある。教材配信ストラテジとして、学生個人に着目した教材配信、複数学生に着目した配信を提案する。前者は教材配信の連続性を確保する支援であり、DS を通じて予習復習を効率的に完結させることをめざす。後者は学生間の関係性に基づいて実世界で学習コミュニティを形成する支援であり、システムの支援から離れても共に予習復習を継続できる友人関係を

築かせることをめざす。このような学習コンテキストに応じた教材を配信(選定)する手法を考案し、機能を実装する。実践的な実験を通じて、機能の有効性や学習効果を明らかにする。

#### (3) 予習復習意欲の向上

DS を通じて適切な教材が配信されても、学生がその教材(提供された予習復習の機会)に気づかない可能性がある。そこで、学生が配信教材に気づくような支援として、視聴覚的なエフェクトにより DS に注目させ、Gamification で楽しさを向上させる。このような予習復習継続機能を実装し、実践的な実験を通じて、機能の有効性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究では、大学の休憩室や講義棟エントランスに設置された DS を対象とし、学生が休憩時間に DS を通じて数分程度の予習復習用教材を視聴することを想定している。しかし、一方向的に教材を配信する通常の DS では、学生が教材を最初から最後まで視聴することが難しく、予習復習が不完全になることが予想される。さらに、DS が設置されていない状況において、学生に予習復習を継続させることも望まれる。そこで、学生が教材を最初から最後まで視聴することができ、教材視聴後に自発的に予習復習を継続させる予習復習環境 LC を、DS システムとして実現する。

#### (1) 学生モデルの構築

LC では適切な教材を配信する前提として、高感度パッシブ型 RFID により DS 付近の学生(RFID タグを所持)を把握し、学生の教材に対する興味、友人関係の学生モデルを構築する(図 1)。

- 教材はカリキュラム(関連性)によって構造化されている。
- 学生が DS 前の教材視聴可能領域に一定時間滞在すれば、「教材を視聴した」と判断し、学生と配信時の教材間に興味のリンクを生成する。
- 同じ DS 前で同じ教材を一定時間視聴した複数の学生間に既存の友人関係のリンクを生成する。
- 興味のリンクを介して、同じ教材に興味をもつ他学生を検出し、潜在的な友人関係のリンクを生成する。

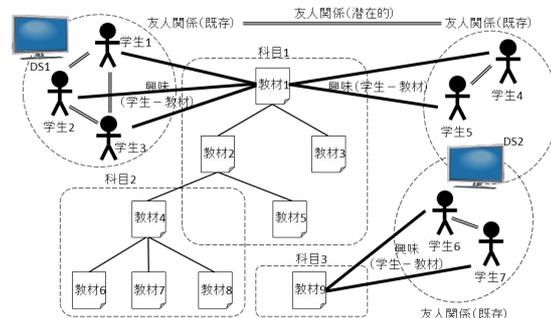


図 1 学習モデルの構築

(2) 適切な教材の配信

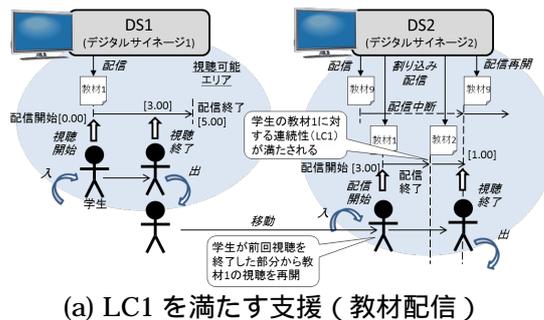
LCには、教材配信の連続性、学生間の関係性(友人関係)に着目した2つの予習復習支援が存在する。

教材配信の連続性に着目した支援

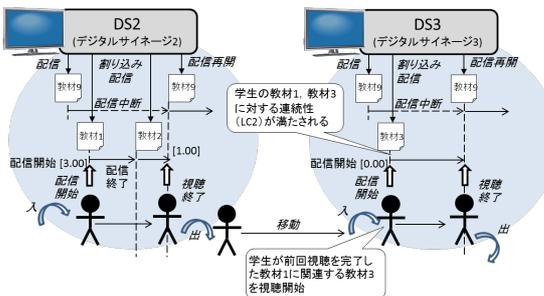
DSを通じた教材配信の連続性を“学生(教材視聴者)が一定時間内に教材を最初から最後まで視聴すること”と捉え、教材ファイルを単位として“ひとつの教材”と“複数の教材”に分けて、以下のように定義する。

- ひとつの教材(ファイル): 学生が教材の一部を視聴してから一定時間以内に、その教材を結果的に最初から最後まで視聴すること。これをLC1とする。
- 複数の教材(ファイル): 学生がある教材を結果的に最初から最後まで視聴してから一定時間以内に、その教材の関連教材を一部でも視聴すること。これをLC2とする。

この定義に従えば、ひとつの教材に対する連続性が満たされること(LC1)が、複数の教材に対する連続性(LC2)の前提となる。言い換えれば、LC1が満たされることが優先され、いかにして円滑にひとつの教材の視聴を再開させるかが重要となる。そして、ひとつの教材から波及的に複数の関連教材を最初から最後まで視聴することが理想的な学習ということになる。図2に学習の連続性の概略を示す。



(a) LC1 を満たす支援 (教材配信)



(b) LC2 を満たす支援 (教材配信)

図2 学習の連続性 (LC1 と LC2 の例)

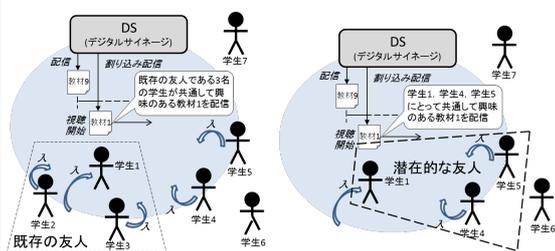
図2(a)では、学生がDS1で教材1を最初から3分間視聴した後、DS2(別の場所)で教材1を前回視聴の終了箇所(配信開始から3分経過時点)から視聴を再開するよう教材1が配信されており、LC1が満たされる。図2(b)では、学生がDS2で教材1を最後まで視聴した後、DS3(別の場所)で教材1に関連する教材3を視聴(最初から)するよう教材

3が配信されており、LC2が満たされる。

友人関係に着目した支援

本研究では、DSを通じた教材視聴後に学生が自発的に予習復習を継続するには、現実世界に友人がいることが重要であると考えている。そこで、以下のような友人関係に着目したLCを提案する(図3)。

- DSの前にいる学生の中からもっとも多くの学生を包含する友人関係を見つけ、その友人学生たちがもっとも興味をもつ教材を配信する。言い換えれば、既存の友人関係に基づく適切な教材配信である。このような教材配信により、その場で教材内容について友人と議論して学ぶことが期待される。これをLC3と呼ぶことにする。
- DSの前にいる1名の学生を基準として、その学生と既存の友人ではない学生を見つけ、共通して興味をもつ教材を配信する。言い換えれば、教材配信により出会いを演出し、潜在的な友人関係を顕在化させ、学生が共に学ぶ友人に気づき学習コミュニティ(既存の友人関係)を形成する教材配信である。これをLC4と呼ぶ。



(a) LC3

(b) LC4

図3 友人関係に着目した支援

(3) 予習復習意欲の向上

視覚的なエフェクトを実現するためにKinectセンサを導入し、キャプチャした映像(リアルタイム動画)をクイズ教材(スライド教材)に合成表示する。この視覚効果により、教材に入り込んだ感覚を学生に与え、普段と異なる教材に注目させる。さらに、クイズ教材によりDSをインタラクティブ化することで、正解を競うというGamificationで学習意欲(予習復習意欲)を向上させることができる。図4に実装するインタラクティブDSの概略を示す。

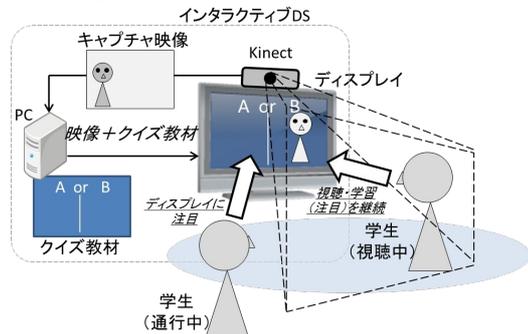


図4 予習復習意欲の向上

#### 4. 研究成果

本研究の研究成果は、LC を実現する DS システムを開発したことである。図 5 にシステムの構成を、図 6 にシステムの概観を示す。導入した RFID リーダは、アンテナ正面の扇状約 5m の空間にあるパッシブ型 RFID タグを認識できる。

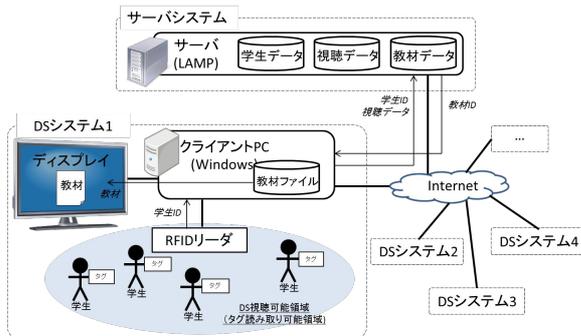


図 5 システム構成



図 6 システムの概観

##### (1) 学生モデルの構築

DS システム(クライアントシステム)は、配信中教材の ID と配信経過時間、学生 ID (RFID タグに記録)と教材視聴可能領域 (RFID タグ認識可能領域) への入出を対応づけて取得し、サーバに送信・記録する。サーバシステムは視聴データから、教材に対する興味、既存および潜在的な友人関係を学生モデルとしてデータベースに構築する。

興味と友人関係の学生モデル構築の妥当性を検証するために、講義棟に DS システムを設置し、学部 1 年生授業の受講生(約 80 名)を対象に半年間の試験運用を行っており、並行して視聴データを解析中である。友人関係に関しては、RFID リーダのみで(教材配信なしで)学生モデルを構築するよりも、教材配信を伴って構築するほうが学生モデルの精度が高いことが示唆された。試験運用の様子を図 7 に示す。



図 7 試験運用の様子

##### (2) 適切な教材の配信

学生が教材視聴可能領域にいない場合、DS システムはタイムスケジュールに従って教材を配信している。RFID を所持している学生が教材視聴可能領域に入ると、DS システムはサーバにその学生の ID を送信し、サーバシステムが LC に基づいて適切な教材を選定し、その教材 ID と配信開始位置を DS システムに送信する。DS システムはそれを受け取ると、教材 ID に対応するビデオ教材を割り込み配信する。LC モード (LC1~LC4) は時間ごとに自動的に切り替えるか、DS システム起動時に手動で設定する。LC1 を満たす教材選択アルゴリズムを以下に示す。

- i. 対象学生が最初から途中まで視聴していた教材を検索する。
- ii. 複数の検索結果がある場合、次式で算出された値(優先度  $p$ )がもっとも高い教材を選定する。

$$p = (te_i - ts_j) \times \{t_a - (ct - te_j)\}$$

この式において、 $i$  は教材 ID、 $ts_i$  は視聴開始時刻、 $te_i$  は視聴終了時刻(データ送信時のタイムスタンプと同値)、 $ct$  は現在時刻、 $t_a$  はひとつの教材に対する LC1 の制限時間(秒)を表している。 $te_i - ts_j$  は視聴時間(秒)、 $ct - te_j$  は視聴終了時刻から現在までの経過秒数となる。 $p < 0$  の場合、制限時間を超えているため、その教材は選定対象から外れる。

- iii. 最初から途中まで視聴していた教材が検索されなかった場合、途中から途中または最後まで視聴していた教材を検索する。
- iv. 複数の検索結果がある場合、上式で算出された値がもっとも高い教材を選定する。

試験運用を通じて構築した学生モデルに基づいて教材配信シミュレーションを行った上で、教材配信実運用につなげる。

##### (3) 予習復習意欲の向上

上記の 2 つの機能とは独立させて、インタラクティブ DS を開発した。

視覚的なエフェクトの実現には、Kinect センサからの映像を反転し、次に示す 3 つの合成表示手法(図 8)のいずれかを適用する。

###### 半透明合成

フォーム(ウィンドウ)の透明度を指定して半透明化し、クイズ教材の前面レイヤに重ねて表示する。

###### 視聴者抽出合成

視聴者の体領域を抽出し、抽出領域外を透過させて、クイズ教材の前面レイヤに重ねて表示する。

###### 半透明 + 視聴者抽出合成

半透明と視聴者抽出合成を組み合わせる合成表示する。



図8 インタラクティブDS

講義棟にインタラクティブDSシステムを設置し、視覚的なエフェクトの有効性について実験を行った。その結果、視覚的なエフェクトありの教材配信が、エフェクトなしよりも視聴者（学生）の教材への注目を集めることがわかった。注目しやすさと教材内容の見やすさから総合的に、半透明+視聴者抽出合成がもっとも有効な視覚的なエフェクトであることもわかった。

本研究の成果として、開発したDSシステムが予習復習を働きかける土台として機能していることが挙げられる。しかし、実際に予習復習を働きかけ、学習効果の向上（教育の質向上）に寄与するかどうかはまだ明らかにできていない。したがって、今後も継続的なシステム運用による検証が必要である。

DSによる教材配信をAmIと融合した本研究の成果は、DS先進国の我が国として、新しいe-Learningシステムの方向性を国内外に示すとともに、同様のシステム開発を加速させることが期待される。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計1件）

Hiroyuki Mitsuahara, An Interactive Digital Signage System Using Live-video Superimposing and Quiz Slideshow, The Journal of Information and Systems in Education, Vol.11, No.1, pp.62-68, 2012, 査読有. DOI: 10.12937/ejsise.11.62

〔学会発表〕（計8件）

Hiroyuki Mitsuahara, Hiroaki Kangawa, Keito Manabe and Masami Shishibori : Digital Signage for Learning Material Delivery Focusing on Student Friendship, INTED2015 (The 9th International Technology, Education and Development Conference), 2015年3月2日, Madrid(Spain)

Keito Manabe, Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Interactive Digital Signage using Kinect and Experimental Use, INTED2015 (The 9th International Technology, Education and Development Conference), 2015年3月2日, Madrid(Spain)

光原 弘幸, 眞鍋 圭人, 獅々堀 正幹, 視覚的効果とジェスチャ認識を取り入れたインタラクティブデジタルサイネージ,

電子情報通信学会 教育工学研究会, 2015年1月31日, 目白大学(東京都新宿区)

Hiroyuki Mitsuahara and Masami Shishibori, Digital Signage System for Learning Material Presentation Based on Learning Continuum, International Conference on Smart Learning Environments (ICSLE 2014), 2014年7月24日, Hong Kong (China)

光原 弘幸, 学習の連続性を考慮したデザインサイネージシステムの試作, 電子情報通信学会 教育工学研究会, 2014年3月8日, 高知工業高等専門学校(高知県南国市)

眞鍋 圭人, 光原 弘幸, Interactive Niche-Learning システムの一部改良と活用事例, 電子情報通信学会 教育工学研究会, 2014年1月11日, 目白大学(東京都新宿区)

Hiroyuki Mitsuahara, Learning Continuum: Ambient Learning for University Students, IADIS International Conference e-Society 2013, 2013年3月15日, Lisbon(Portugal)

光原 弘幸, 教材配信デジタルサイネージのインタラクティブ化, 教育システム情報学会第38回全国大会, 2012年8月23日, 千葉工業大学(千葉県習志野市)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

光原 弘幸 (MITSUHARA, Hiroyuki)  
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・講師  
研究者番号：90363134