

ユビキタスネットワーク環境における 学習者のコンテキストに応じて個人化される学習支援システムの提案

ケーススタディー：ユビキタス学習机

A Proposal on a Learner's Context-aware Personalized Education Support System

程 子学, 甘泉 瑞応, 荊 雷, 孫 勝国, 程 同軍, 細川 智洋, Aiguo He

会津大学コンピュータ理工学部

会津若松市一箕町鶴賀

Zixue Cheng, Mizuo Kansan, Lei Jing, Shengguo Sun, Tongjun Huang, Tomohiro Hosokawa, Aiguo He

The school of computer science and engineering, University of Aizu, Tsuruga, Aizu-Wakamatsu City, Fukushima Prefecture, Japan.

概要: ユビキタスネットワーク環境は、RF-ID、センサー、アクチュエータなどのユビキタス技術を活用し、インターネットのようなサイバー空間の情報サービスを実生活・仕事空間に広げ利用者の状況(コンテキストアウェア)に応じ、便利で快適なサービスを利用者に提供する環境である。ユビキタスラーニング支援環境は、ユビキタスネットワークのアプリケーションとして、ネットワークを利用する Web-based 学習支援だけでなく、実空間においての普段の学習生活においても、個々の学習者の学習状況(コンテキストアウェア)に応じて、学習支援を行う環境である。本論文では、ユビキタスラーニング支援環境において、学習者の学習動作データを収集し、その学習動作データから、学習者の状態・状況を分析・推測し、その状態・状況に従って、実空間において学習者に適切な学習支援を提供するユビキタスラーニング支援システムを提案する。例として、RF-ID リーダーやセンサーが取り付けられ、学習者の学習時間や学習の内容に関するデータを収集し、そのデータから学習者の学習状況を推測し、学習の基本要件に照らして、その状況に応じた学習支援ができるユビキタス学習機の構築を述べる。

Abstract: A ubiquitous network environment provides personalized context-aware services to a user by making good use of ubiquitous techniques such as RF-IDs, sensors, actuators. The services can be considered as an extension of internet services in a cyber world into the real physical world. As an application of ubiquitous network environment, an ubiquitous learning support environment can provide personalized learning support to a learner according to the learner's learning situations, in not only Web-based learning environment but also in real world, such as his/her school, family, etc. through the books, text, pens, pen-cased, tables and other objects surround him/her. In this paper, we propose a ubiquitous learning system to provide suitable learning support by collecting the learner's data regarding the learner's learning behaviors, and provide guidance messages based on analysis of the data. As an example, we show a learning table on which RF-ID and sensors are attached to grasp the learner's learning data. And then the system can infer the learning situations by comparing with learning requests set by parents, a teacher, or the learner. Based on the situations, the system can provide personalized support in correspondence with the situations.

Keywords: ユビキタスコンピューティング, ユビキタスネットワーク, ユビキタスラーニング, 学習者のコンテキストアウェア

Keywords: Ubiquitous computing, ubiquitous networks, ubiquitous learning, context-aware of a learner

1 はじめに

近年、RF-ID やセンサーなどの自動認識技術、小型コンピュータの組み込み技術、無線 LAN やブロードバンドネットワークなどの通信技術、および、携帯型・装着型・組み込み型の端末技術など、ユビキタスデバイスとユビキタス技術が迅速に発展してきた。それに伴いユビキタスネットワーク環境は、新しいパラダイムとして脚光を浴び始めてきた。

ユビキタスネットワーク環境では、仕事や生活空間におけるあらゆるモノに自動認識装置や情報処理装置が組み込まれスマートなモノになる。これらのスマートなモノは、互いに通信・連携・協調することによって、利用者にインターネットのような仮想空間だけで

はなく、実生活・仕事空間にいても、情報サービスを始め、様々なサービスを提供することができる。また、これらのユビキタス技術や各種の通信技術と端末を利用して、利用者同士のコミュニケーションや協調を支援するだけでなく、利用者とモノや環境、モノとモノなどの通信と協調にも支援できる。

特に、モノや環境に組み込んだ自動認識装置と、利用者が持っている自動認識装置を利用して、利用者が置かれた状況を必要に応じて把握することができる。その状況に応じて、コンテキストアウェア(状況気づきの)サービスの利用を必要とするところにタイムリーに提供することができる。

ユビキタスネットワーク環境において、ビジネス、行政、福祉やケア、教育など、様々な分野でユビキタス

アプリケーションが構築でき、ユビキタスサービスを提供することができる。

ユビキタスラーニング支援システムは、ユビキタスネットワークのアプリケーションの一つとして、インターネットを利用する E-learning 学習支援だけでなく、教室の学習、戸外学習、総合学習、体育、社会見学、遊戯、家庭における学習など、実空間での普段の学習生活においても学習支援を行うことのできる新しい研究の分野である。

ユビキタスラーニングは、学習のコンテンツや学習のアドバイスを学習の対象となるモノ(たとえば、機器、展示品、玩具、学習用具など)に埋め込み、学習者は、それらのモノに直接に注目したり、接近したり、接触したりすることによって直接学習対象となるモノとインタラクションをしながら、学習を体験することができる特徴を持つ。特に実空間における学習の対象物と学習用品に、自動認識装置を備えた学習動作データの収集装置を埋め込み、学習者の学習動作に関するデータを収集し、個々の学習者の学習状況(コンテキスト)を把握し、それに応じた支援をすることが可能である。

本論文では、学習者の学習コンテキストを正確に把握し、学習者のコンテキストウェアサービスを適切に提供することを目的としている。

また、例として、ユビキタス学習機の構築を述べる。ユビキタス機は、学習者の学習時間や学習の内容に関するデータを収集し、そのデータから学習者の学習状況を推測し、自分や親または教師によって設定された学習の基本要求に照らして学習者の状況を把握し、その状況に応じた学習支援ができる。

本論文の構成は以下の通りである。2節では、ユビキタスラーニングの特徴を述べる。3節では、ユビキタスラーニング支援の一例としてユビキタス学習機を取り上げ、その基本的な考え方と設計、実装について述べる。

2 ユビキタスラーニング

2.1 先行研究

これまでに、多くの Distance Learning についての研究と応用が行われてきた[1][2]。しかし、実生活空間に学習コンテンツと学習支援が埋め込まれ、実空間にいる学習者の直面した状況に応じて、学習支援を与える研究はまだあまり行われていない。特に、モノや環境やその他の学習者の実空間の位置、時間、その他の状況関係を考慮した学習支援に関する研究はまだ稀である。学習環境におけるそれらの関係を反映するインタラ

クションの履歴データを収集し、それに基づき、適時適所に学習者に対してコンテキストウェアの学習支援サービスを提供する研究はまだ十分行われてきたとはいえない。

ユビキタスラーニング支援に関する先行研究としては、博物館におけるPDAを用いた協調学習支援システムの開発がある[5]。この研究は、モバイル性の高いデバイスを利用し、利用者同士で情報を共有しながら学習支援を行うシステムである。さらにクイズの形式で学習者の好奇心や興味を引き出す支援方法も提案されている。また、評価実験を通して、学習者同士のインタラクションや学習者と展示物とのインタラクションについても触れられている。しかし、この研究はまだインタラクションを支援する段階にあり、インタラクションを解析して、学習者の内部の状態を理解しそれに応じた支援を提供することは検討されていない。

コンテンツ・ベース画像検索システム(CBIR)は、モバイル端末を利用し、生物(蝶や蛍などの生物の写真を撮り、通信装置を利用してサーバに送り、サーバ上の画像データベースを検索し、学習者の端末にその生物に関する知識を提供するものである[3]。このシステムを利用することにより学習者は、モバイル端末とモバイル通信の技術と画像認識技術を活用して、自然環境の中で実際の生物を目の前にしながら、その生物に関する知識の習得をすることができるようになる。このシステムは、生物の自然観察のような学習には対応しているが、自然観察以外の学習(例えば、機械の内部構成や操作法の学習など)に広く応用することは考慮されておらず、そのためには他の手法が必要になる。

ユビキタスラーニングに関する代表的な研究のひとつとして、ユビキタスネットワーク環境における協同学習のフレームワークの研究がある[6]。この論文では、ユビキタスラーニング環境が備えるべき特徴を明確に議論した上で、CLUE というユビキタス言語ラーニングシステムを提案した。このシステムは、モノに組み込まれる RF-ID を利用し、モノに関する名称や発音やその他の使い方などを実生活空間において自然に学習者に提供することができる。また、外国語を学習する学習者の知識共用とコミュニケーションを促進することもできる。ただし、協同学習への支援が主な目標であり、学習者の行動パターンを把握し、学習者の学習動作や学習習慣の修正については研究されていない。学習サービスの個人化についてはあまり考慮されていない。

2.2 ユビキタスラーニングモデル

ユビキタスラーニングシステムでは、情報処理機器(セ

センサーとアクチュエータ)があらゆるモノに組み込まれ互いに通信することができ、且つインターネットにアクセスすることができる。学習者は、これらの情報処理機器を通じて、コンテンツをインタラクティブに学習することができる。学習者は、ユビキタスラーニング空間で自由に行動し、興味のあるモノ、学習したいモノを主体的に選択し、学習行動に移行することができる。ユビキタスラーニングシステムは、そのような学習者の行動の中から、学習者の興味、嗜好、意図、学習状態に気づき、学習するきっかけやヒントや案内を学習者に提示する。

図1は、ユビキタスラーニングのモデルの一例を示している。この例では、ある学習者は、体育館という実際の学習空間において、スポーツのやり方(跳び箱の跳び方)を学習しようとしている。跳び方の説明は、壁に掛けてあるテレビやスピーカ、または、跳び箱に組み込まれているコンピュータ(スピーカ)によって説明される。実際に跳び箱を跳ぶ状況は、跳び箱に設置されたセンサーによって検出され、分析される。分析結果により適切な支援が決定し、学習者は跳び箱の跳び方に関するインストラクションやアドバイスとして得ることが出来る。

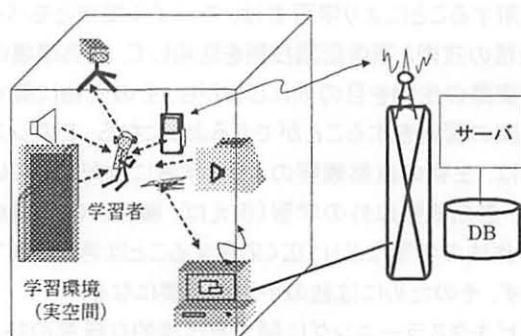


図1 ユビキタスラーニングの例

2.3 ユビキタスネットワークとユビキタスラーニングの特徴

ユビキタスラーニングは、ユビキタスネットワークの教育支援システムへの応用分野である。そのため、ユビキタスラーニングは、ユビキタスネットワークの持つ特徴を受け継ぎ、それを教育支援システムへ最大限に活用することで、その特徴をさらに顕著で効果的なものになっている。ユビキタスラーニングの特徴は、「ラーニングの遍在性」、「ラーニングのインタラクティブ性」、「ラーニング状況のウェアネス」、「学習者の状況の適合性」にまとめることができる。

■ ラーニングの遍在性:

ユビキタスラーニングは、学習のコンテンツや学習支援サービスが、学習者の直面しえるあらゆる状況に組み込まれている。学習支援サービスとは、適切なコンテンツを、適切な方法を用いて、適切なタイミングと場所で、適切なモノを通じて行われる、適切な学習支援(ヒント、アドバイス、ガイド、賞賛または指摘など)のことである。ラーニングの遍在性はさらに以下の3つの特徴に分類することができる。

- **ラーニングの利便性:** 学習者がいつでも、どこでもユビキタスラーニング支援システムを利用して学習できる。
- **ラーニング適時適所性:** 仕事中、休暇中、家中などに、直面した問題、出会った状況に関して、適時適所に関連する情報が提示され、その場、そのとき、その状況を踏まえながら、学習することができる。
- **ラーニングコンテンツのコンテキストウェア:** ある知識のコンテキストは、その知識に関連する知識やその知識が利用される環境や特定の場面などを指している。ラーニング知識のコンテキストウェアは、その知識だけでなく、その知識のコンテキストも適切な形で学習者に提供することである。

■ ラーニングのインタラクティブ性:

ユビキタスラーニング環境では、ウェブなどを通じてのみならず、実際のモノ(機械、家電、家具、学習用具、車)や周りの環境(自宅、車、オフィス)などと直接インタラクションをとりながら学習できる。それにより、以下の特徴がある。

- **実践的な学習:** 知識を習得したり実践的な能力を高めたりするためには、実際に現場で体験しながら学ぶことが最も効果的な学習法である。ユビキタスラーニング環境では、あらゆるモノに組み込まれ遍在した自動認識装置や小型のコンピュータなどの情報処理機器がインストラクターの役割を演じる。ユーザーがユビキタスラーニング環境とインタラクションしながら勉強することにより、実践的な学習が実現可能となる。
- **自然な学習:** ユビキタスラーニング環境においては、自動認識装置や小型のコンピュータなどの情報処理機器が学習者に意識されることなくあらゆるモノに組み込まれているため、仕事、生活、遊戯、休暇などの様々な活動を通じ、行動をしながら自然な生活環境の中で学習を効果的に行うことができ、学習者の状況、意図などの情報が収集され、

学習者が意図的に要求しなくても、周りの環境が学習のきっかけやヒントを提供してくれる。

■ ラーニング状況の Awareness:

ユビキタスラーニングは、ラーニング状況を構成する様々なデータを把握することにより適切な学習支援を行うことができる。ユビキタスラーニングにおけるラーニング状況は、さらに「学習対象の状況」、「学習環境の状況」、「学習者の状況」、「学習者の関連者の状況」に分類することができる。

「学習対象の状況」とは、学習者の周りの(モノを含む)学習対象物の状況のことである。また、「学習環境の状況」とは、学習者のいる学習環境の状況のことであり、学習の場所や時間、室内の温度、雑然とした部屋の様子といった学習の場所の状態をいう。「学習者の状況」とは、学習者の状況のことであり、さらに「基本状況(学習の嗜好、趣味、目標、学年などの個人学習)」、「経験状況(同様または類似な状況を経験した履歴)」、「理解状況(得点や達成度)」、「心理状況(面白いと感じた、難しいと感じたなど)」に分けられ、「学習の対象」と適切な関係にあるかの判断基準となる。「学習者の関連者の状況」とは、先生、親、関連する他の学生の状況などである。

■ 学習者の状況の適合性:

ユビキタスラーニングは、学習者の状況に応じて学習支援サービスを与えることができる。学習者の状況の適合性は、「学習者への適応」と「状況への適応」の2つの相反する方向への適応が考えられる。

- 学習者への適応: 学習者の状況に応じて周りの状況を変更してその学習者の状況に合わせて支援を与える。
- 状況への適応: 学習者は直面している状況に対応できるように、学習者行動の修正を促進する。

3 ユビキタス学習機

3.1 ユビキタスラーニング支援システム

3.1.1. 基本的考え方

2.3 で説明したユビキタスラーニングモデル(図1参照)では、部屋全体を一つの環境としたが、学習者の行動すべてを取得しようとする、情報が膨大になり情報の判断が複雑になる。そこで、本節では、ユビキタスラーニング支援環境の説明をわかりやすくするために視点を狭めて、学習環境の中でも学習活動が明確でかつもっとも頻繁に行われる学習機(図2参照)について基本的な考え方を説明する。

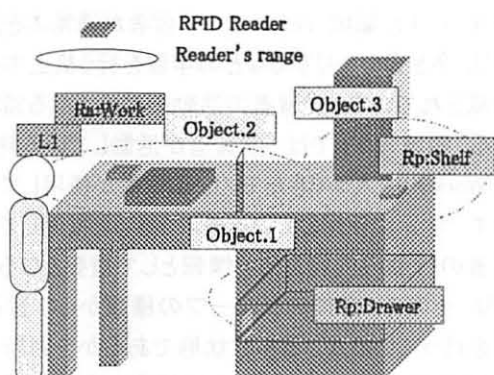


図2 ユビキタス学習機モデル

■ 領域の設定

本研究では、モノを認識するために、無線による固体認識技術を用いたRF-IDセンサーとRF-IDタグを利用する。そして、学習環境のそれぞれの領域にはRF-IDセンサーが組み込まれ、学習者が利用するモノには、RF-IDタグが取り付けられていると想定する。領域の設定では、RF-IDリーダー一つの受信可能範囲を、利用目的を持った一つの環境領域として定義する。

■ 機の定義

本研究におけるユビキタス学習機は、本を読んだり、字を書いたりするなどの本来の学習機の機能に加え、上で定義した「領域」を複数持つ。

■ モノに対する設定

ユビキタス学習機では、学習機の上で用いられる学習用品を「モノ」として取り扱う。学習機の上で用いられるすべてのモノは、学習者の行動把握を行う際に情報の分別を行いやすくするために、用途と機能によって「教育グループ(教科書や参考書など)」、「補助グループ(文房具やノートなど)」、「趣味グループ(ゲームや漫画など)」の3つのグループのいずれかに分類される。

■ ユビキタス学習機モデルと状況把握の方法

図2のユビキタス学習機モデルの中で用いられる「領域」について説明する。

領域BのShelfとは、本を置いておくことを目的とした領域であり、学習者がいない状態では、本が存在する状態となる。また、領域CのDrawerとは、文房具を入れておくことを目的とした領域となり、同様に学習者がいない状態では、文房具などが存在する状態となる。また、図2の領域AのWorkは、学習者が作業を行うための領域であり、学習者がいない状態では何も置かれることはなく、作業時のみモノが存

在する。また領域 Work は、学習者が通常本を読んだり、字を書いたりするなどの学習を行う机上中央に構成されていて、学習者の活動の中心となる領域である。領域 Work では、学習者が活動している時、領域 Work 内に入ってきたモノは学習者が使用しているので、学習に使用しているモノであると推測して、学習者の行動の内容を知る情報として重要となる。つまり、そのモノ自体のグループの種類から学習者が何を行っているか、どんな状態であるかを判断する手がかりとなる。さらに、その学習者の有無の情報を得るために、数メートル範囲で学習者の存在を認識することが可能な人体反応センサーを利用し、その情報を RF-ID から得られた情報と連結させて、より精度の高い行動把握を行う。

3.1.2. システムの流れとモジュールの処理

全体処理の流れは、図3のようになる。システム内での処理は、「情報収集モジュール」、「モノ把握モジュール」、「行動把握モジュール」、「分析モジュール」、「傾向モジュール」、「支援モジュール」の5つのモジュールに分けることができる。

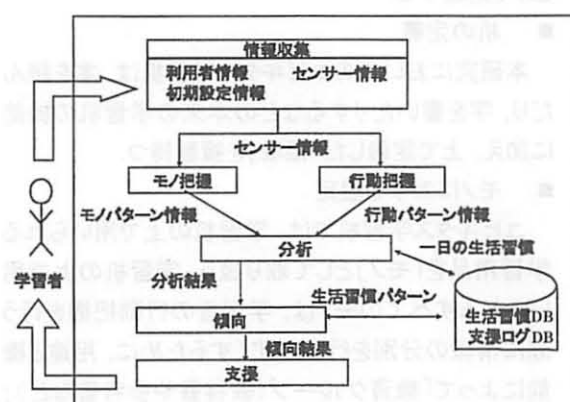


図3: ユビキタスラーニング支援システム

3.2 ユビキタス学習機の実装

ユビキタス学習機の実装は、実際の机と椅子を利用して行った。学習者が学習活動を行う机上中央のスペース、それ以外の物を置くためのスペースを、領域として設定する。ハードウェア面では、情報収集部にはセンサーを用いる。実装で利用したセンサーとして、S2000RFID リーダーと ID カード、移動する生体検知のための赤外線センサー、マイクロ波センサーを用いた。センサー情報は PICNIC でのネットワーク経由で収集を行う。それぞれのセンサーは、学習機に組み込まれて、効果的に情報収集できるように構成する。(図4参照)また、ソフトの面では、3.1 節で示したモジュール毎の情報

収集や解析の処理を Java プログラムにより実装した。

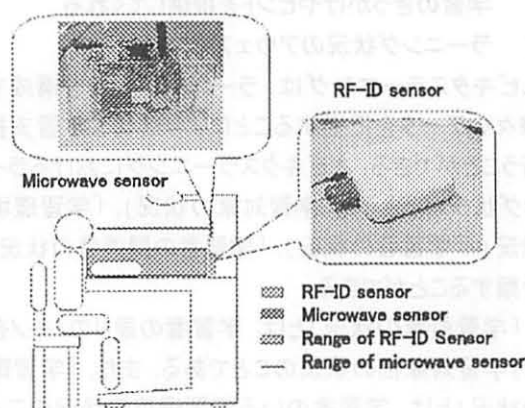


図4 ユビキタス学習機の実装

4 まとめ

本研究では、学習者のコンテキスト(状況)に応じた支援法を提案した。そして、ユビキタスラーニング環境の例として、学習環境の中でも学習活動が明確でかつもっとも頻繁に行われるユビキタス学習機を構築し、ユビキタスラーニング環境において学習者状況の把握を行い、学習者に応じた学習支援を提供する一連の流れを作成した。学習機という限定された範囲の中での学習環境における学習状況把握から、さらに学習環境の範囲を広げて考えていくことで、学習部屋などへの応用が可能であると思われる。

謝辞: 学習機の実装と実験に協力して頂いた会津大学コンピュータネットワーク講座の皆さんに深謝する。

参考文献:

1. The E-learning white book of Japan 2004-2005, published by Ohmsha
2. <http://e-school.human.waseda.ac.jp/>
3. Gwo-Jong Yu, Yuh-Shyan Chen, Kuei-Ping Shi: A Content-Based Image Retrieval System for Outdoor Ecology Learning: A Firefly Watching System. 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'04), Vol.2 pp. 112-115
4. Ogata, H., and Yano, Y.: How Ubiquitous Computing can Support Language Learning, Proc. of KEST 2003, pp.1-6, 2003.
5. 矢谷浩司, 大沼真弓, 杉本雅則, 楠房子: Musex:博物館におけるPDAを用いた協調学習支援システム, 電子情報通信学会論文誌, DI, Vol.J86-D1, No.10, pp.773-782 (2003)
6. 結方広明, 矢野 米雄: CLUE:語学学習を対象としたユビキタスラーニング環境の試作と実験, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.10, 2354-2363, 2004.