

アノテーションを活用した教材コンテンツ作成環境の構築

阿部 裕行[†] 伊藤 一成^{††} Martin J.Dürst^{††}

† 青山学院大学大学院 理工学研究科
〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1
†† 青山学院大学 理工学部
〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1

E-mail: hiroyuki@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp

あらまし e-Learning では、一方通行型の学習により、学習者の学習意欲を高めにくいという問題がある。しかし、教師、学習者双方が満足できる学習環境の提供は、Web の諸技術のある程度習得する必要があり、またコスト的な面からも容易ではない。本稿では、アノテーションの概念を教材コンテンツに適用し、豊饒化した教材コンテンツを Moodle 上で作成、管理する環境を実現する。管理の面で大きな役割を果たす Moodle に、アノテーションを活用した教材コンテンツ作成機能を組み込むことで、魅力的な学習環境が簡単に構築できる。融合するアノテーションには言語情報をあらかじめ埋め込むことで、アノテーションの付加価値をより効果的に教材コンテンツに還元する。さらに、Annotea の利用により、アノテーションの管理にかかるコストも削減させた。

キーワード 教材コンテンツ作成, アノテーション, Moodle

Construction of Environment to Create Learning Material Using Annotation

Hiroyuki ABE[†], Kazunari ITO^{††}, and Martin J. DÜRST^{††}

† Graduate school of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University
Fuchinobe 5-10-1, Sagamihara, Kanagawa, 229-8558 Japan
†† College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University
Fuchinobe 5-10-1, Sagamihara, Kanagawa, 229-8558 Japan
E-mail: hiroyuki@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp

Abstract The passive approach to learning in e-Learning systems demotivates learners. Constructing a learning environment satisfactory for both teachers and learners remains difficult and costly because it requires understanding of the underlying technology (e.g. Web technology). This paper proposes to use annotations to enhance a Moodle to facilitate creation and management of learning materials. This makes it easy to construct an attractive learning environment. In addition, we attach language information to the original teaching materials and the annotations to make it more efficient to process them. Our annotation functionality is based on Annotea, which makes it very easy to manage annotations.

Key words learning material creation, annotation, Moodle

1. はじめに

近年、教育分野において様々なデジタル化が普及しており、教育方法も多様化してきている。今までは、紙ベースの教材を利用した対面的な授業が主流であったが、現在はインターネットを介した Web コンテンツを、教材コンテンツとする e-Learning による学習も多く見られるようになった。例えば、教育でも CMS (Content Management System) が多くの人に利用されている。教材コンテンツの利用だけでなく、学習プロセスの管理や、採点の自動化などによって、より効率的に教育が行われている。このように、今後は既存の教育方法に e-Learning をうまく融合していくことが求められるであろう。

しかし、e-Learning の導入には、Web の諸技術習得する必要があり、教師にかかるコストは小さくはない。特に教育の核となる教材コンテンツ作成は、現状の教材作成より、負担がかかると考えられる。学習者は日頃から、インターネットや携帯電話を通じて、様々なコンテンツに慣れ親しんでいるため、それら以上に魅力的な教材コンテンツの作成が求められる。CMS にはテストやフォーラムなど、定型のフォーマットに基づいたコンテンツを作成支援する機能はすでに存在している。しかし、それは本来紙や黒板など利用して提供されていたものをデジタル化したにすぎず、形式を変換した以上の恩恵が十分得られているとは言い難い。付加価値のないコンテンツや、一方的に割り当てられた教材では、学習者の意欲を高めにくく、一方通行型の教育になってしまうのが現状である。

学習者が教材コンテンツへ主体的に関わるための一手法として、現在、教材コンテンツにアノテーションを利用する研究が盛んに行われている。これらは主に、学習者による情報の付与に注目し、いわゆる Web アノテーションを教育に適応したものである。教材へのアノテーションの付与による主体的な学習や、アノテーションを全体で共有することにより、協調学習など、対面的な教育での利点を e-Learning において実現している。しかし、これらの研究はそれぞれ独自のシステムでアノテーションを利用していることが多く、教材コンテンツの作成やアノテーションの管理には、やはり労力がかかると考えられる。アノテーションの活用は学習者にとって教育効果があるが、その運用は専門知識のない教師の負担を増加させてしまう。このような教育の効率を上げる仕組みは、教師が簡単に導入できて初めて、有用なものとなると考えられる。

これまで我々はアノテーションの概念を利用して教材コンテンツの豊饒化する仕組みについて検討してきた [1]。教師、学習者が教材コンテンツに対して付与する情報だけでなく、Web サービスから提供された情報もエージェントが付与するアノテーションとみなし、同様に教材コ

ンテンツに融合するのが特徴である。本稿ではこの教材コンテンツを簡単に作成できる環境を構築し、教師、学習者双方に有益な学習環境を提供する。

2. 教材におけるアノテーション

本稿で扱うアノテーションについて説明する。

2.1 定義

一般的にはアノテーションとはコンテンツに対する明示的な情報の付与である。今回扱う教材に特化して考えてみると、教材の説明となるような情報の付与が教材へのアノテーションであると解釈できる。

実際の教育では、まず、教師による説明が教材への情報の付与とみなせる。授業では教材を利用してその内容が説明される。さらに、説明を元にして学習者がその要点や自分の考えをメモ書きする行為も情報の付与行為となる。これら以外でも、Web や参考文献を調べるなど、外部から関連した情報を獲得する行動も見方を変えると教材への情報の付与である。

本稿では、自然言語表現であり、URI で参照できる情報をアノテーションと見なすことで、教材への情報の付与を教材コンテンツへのアノテーションとして考える。教師、学習者により教材コンテンツに付与された情報を明示的なアノテーションとする。また、教材に関連する情報を Web サービスを通して獲得し、これをエージェントが付与する暗黙的なアノテーションとみなす。さらに、アノテーション対象自体もアノテーションと考えられるので、教材コンテンツ自体の内容もアノテーションである。

2.2 アノテーションの管理

本稿では、教師、学習者だけではなくエージェントによるアノテーションも生成されるので、その信頼性や量を監視する必要がある。そこで W3C で開発されている Annotea [2] を利用して、アノテーションを管理する。

Annotea は、W3C の Annotea Project にて開発されている Web コンテンツにアノテーションを付与するための仕組みである。付与するアノテーションはアノテーションサーバに保存されるため、元の Web コンテンツに変更を加えずに、アノテーションの付与が可能である。アノテーションサーバに保存されるアノテーションは RDF によって記述される。

Annotea のアカウントを取得していれば、この仕組みを利用して、ユーザは他者が所有している Web ページに自由にアノテーションを付与可能であり、他の人が付与したアノテーションの参照もできる。また、アノテーションに対するアノテーションや、アドバイスに対する返答など“子”となるアノテーションの付与も可能である。

3. 教材コンテンツ作成方法

教材コンテンツ作成方法について説明する。

3.1 概 要

本稿で構築した教材コンテンツ作成環境のシステム構成図を図1に示す。教師、学習者の管理には Moodle [3] を利用する。教師は Moodle 上の WYSIWYG HTML エディタを利用して、教材コンテンツ (HTML) を作成する。作成された教材コンテンツは通常、そのまま Moodle のデータベースに登録されるが、本システムでは登録の前に、HTML リッチコンテンツ化サービスで教材コンテンツを変換し、これを Moodle に登録する。作成した教材コンテンツを修正する際にも、同様に変換サービスを利用する。登録された教材コンテンツには、教師、学習者だけでなく Web サービスから提供された情報もアノテーションとして付与可能である。アノテーションの管理には Annotea を利用する。

3.2 Moodle と Annotea の連携

本稿では、管理の面で CMS が果たす役割に注力し、教育に特化したオープンソースの CMS である Moodle を利用する。教材コンテンツ作成機能を Moodle 上で提供し、作成された教材コンテンツを管理する。さらに、Moodle のアカウント情報と Annotea のアカウント情報を連携することで、アノテーションの管理方法に関してもコストの削減を実現する。これにより既存のシステムの長所を活かしつつ、教師、学習者にとって有益な学習環境が簡単に構築できる。

3.3 HTML 変換処理

我々は、任意の URL (HTML) に対して Web サービスや JavaScript を融合しリッチコンテンツ化するサービスを公開している。これは、専門知識のない人でも簡単に豊饒化したコンテンツを作成可能なサービスである。特に JavaScript を埋め込むことで、図2のように、インタフェース面の精緻化が容易に行えるというのが特徴がある。

本稿では Moodle 上で作成された教材コンテンツ (HTML) を、このサービスを介して変換する。変換の際には、CSS、JavaScript の埋め込みのために HTML が整形される。また、教材コンテンツの内容から後述する Web サービスの情報、言語情報を獲得する。このサービスは HTML を変換対象としているため、エディタを利用して作成された教材コンテンツだけでなく、既存の教材コンテンツの変換にも対応可能である。

3.4 言語情報の埋め込み

HTML 変換処理時に教材コンテンツに対して言語情報に関する XML タグセットである GDA (Global Document Annotation) [4] を埋め込む。GDA とは、産業技術総合研究所の橋岡が提案する、多言語間に共通の統語・意味などに関する XML タグの標準を作って普及させようというプロジェクトである。GDA では、文法機能 (主語、目的語、間接目的語)、主題役割 (動作主、非動作主、受益者など)、修辞関係 (理由、結果など) や照応関

係を表せる。

本稿では、図3のように単語の品詞や、文節間の大雑把な係り受けについて出力された情報から、機械処理によるタグ付けが比較的容易な、文章の形態素情報、構文情報、単語の読み仮名、動詞の基本形及び助詞の種別に関してタギングする。通常、テキストの言語的情報の抽出には、形態素あるいは構文解析器の処理を伴うため、一定の処理時間が必要となる。あらかじめ GDA タギングすることにより、自然言語処理が必要な場合、高速な処理が実現でき、自然言語処理が XML の処理に帰着される。GDA タギングは我々が公開している Web サービスを利用して行う。人手によるタギングは専門知識を必要とし、かなりのコストがかかるが、機械の自動的なタギングにより、コストが削減できる。

また、Annotea にアノテーションを登録する前にも、GDA タギング処理を行う。アノテーションにもあらかじめ言語情報を埋め込むことで、より効果的にアノテーションの付加価値を教材コンテンツに還元する。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<gda:gda xmlns:gda="http://1-content.org/gda/">
  <gda:su>
    <gda:adp>
      <gda:vp>オブジェクト</gda:vp>
      <gda:v>指向</gda:v>
      <gda:ad>に</gda:ad>
    </gda:adp>
    <gda:v>おける</gda:v>
    <gda:ad>
      <gda:np>ソフトウェア</gda:np>
      <gda:v>開発</gda:v>
      <gda:ad>と</gda:ad>
      <gda:ad>い</gda:ad>
    </gda:ad>
  </gda:su>
</gda:gda>
```

図3 GDA タギング例

3.5 Web サービスの利用

HTML 変換時にブロック要素毎にはたなキーワードリンク API を利用し、教材コンテンツへのアノテーションとして情報を獲得する。獲得された情報はアノテーションとして Annotea に登録される。

4. 教材コンテンツの機能

作成された教材コンテンツの機能について説明する。

4.1 人手によるアノテーション付与

学習者は学習を通して学んだことや、思ったことを教材コンテンツに明示的なアノテーションとして付与できる。これにより学習者の学習体験が教材コンテンツに還元される。また、協調学習にも Web アノテーションは利用できる。学習者同士のアノテーションの共有による、他の学習者との比較は、知識を身につけるだけでなく、知識の洗練、発展につながる。つまり、アノテーション付与機能により、一方通行型の教育で問題となっていた学習者の集中力の維持の問題が解決でき、学習効率を高め

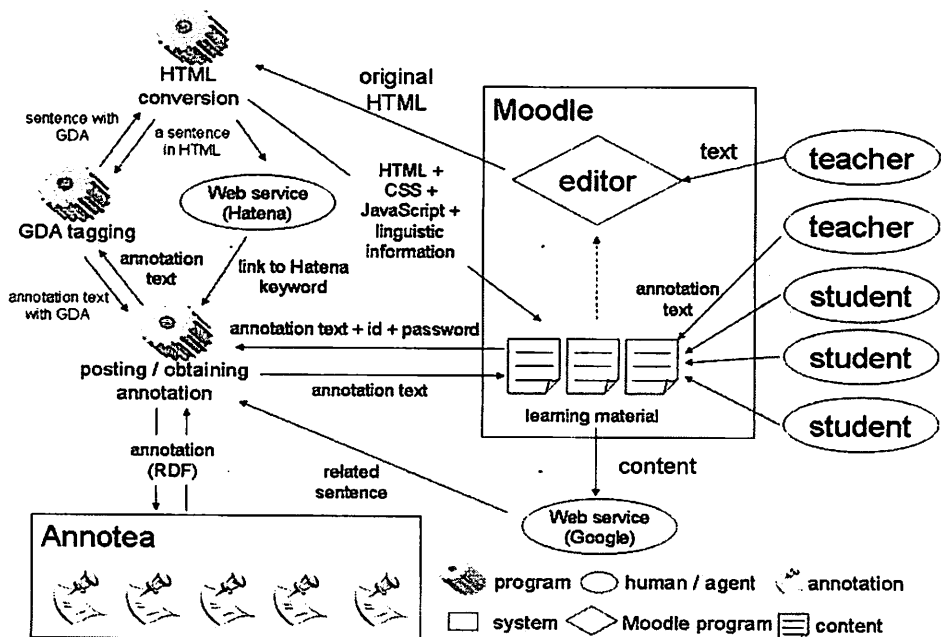


図 1 システム構成図

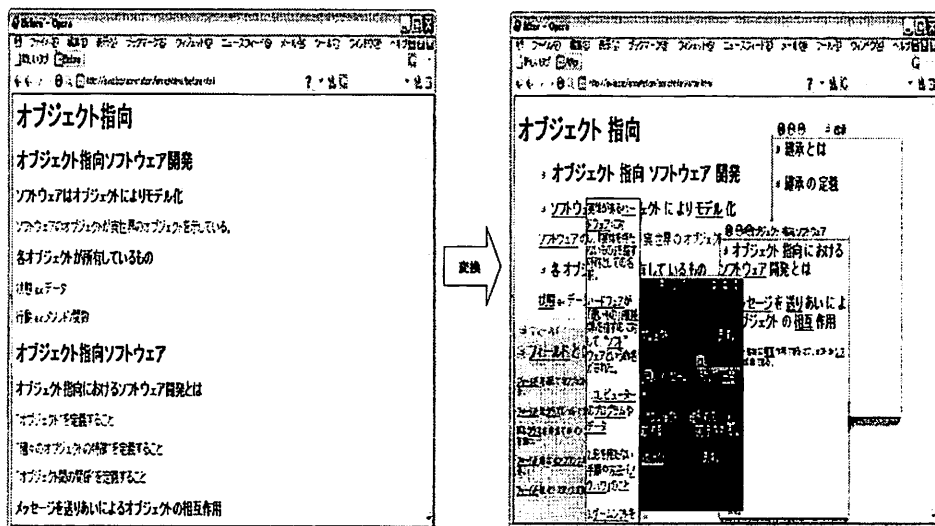


図 2 HTML リッチコンテンツ化サービス利用例

るられる。

4.1.1 アノテーションの入力方法

HTML におけるブロック要素単位で、任意の場所にアノテーションを付与できる。Annotea を利用しアノテーションを付与するには、Annotea 対応ブラウザ Amaya

などを利用する必要があったが、本稿では既存ブラウザ上でフォームからアノテーションを付与できる。アノテーションを付与したい場所を選択し、アノテーションボタンを押すと、図 4 のようなフォームが出現する。このフォーム上でアノテーションを入力するだけで、教材コンテ

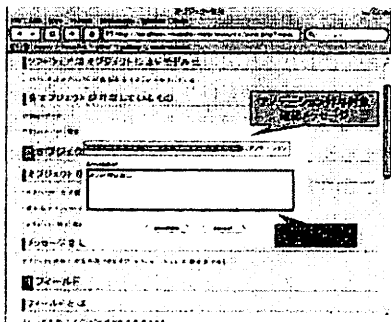


図 4 アノテーション入力例

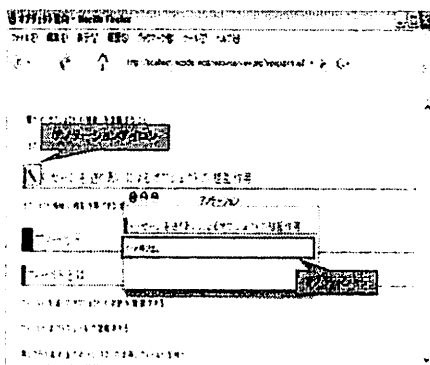


図 5 アノテーション出力例

ツへアノテーションが付与できる。本来 Annotea でアノテーションを登録する際には、アカウント情報やアノテーションサーバの URI が必要となる。今回 Moodle と Annotea を連携させたことで、それらの情報の入力が必要となった。

4.1.2 アノテーションの出力方法

付与されたアノテーションの表示方法は学習者が選択できるよう複数用意している。図 5 のような、サブウィンドウでの表示や、アノテーションの該当箇所へのマウスオーバーによるポップアップ表示が可能である。アノテーションが付与されている箇所には、アノテーションアイコンを表示させている。

4.2 Web サービスによる擬似的アノテーション

Web サービスから獲得した情報による、エージェントによって暗黙的に作成された教材コンテンツへのアノテーションについて説明する。エージェントによるアノテーションも人手によるアノテーションと同様に Annotea で管理する。

4.2.1 アノテーション付与行為の促進

実際の授業において、人前で発言することに慣れてな

い学習者は疑問や意見があってもききかけがなければ、発言をためらってしまう傾向がある。これはアノテーション付与においても同様の問題が考えられる。また、教材コンテンツへのアノテーションを促すのは、現実に発言を促すのとは方法が異なる。そのため、そのききかけ作りの負担は教師にとって大きい。そこで、我々が以前提案した関連文作成手法を利用してアノテーション付与行為を促進するための擬似的なアノテーションを作成する。

関連文は Google SOAP Search API を利用した Web 検索結果から、あらかじめ用意されたフレームに基づいて生成される。よって、書き言葉ではなく、話し言葉風に変換できる。フレームは先生風、友達風など複数用意されており、フレームの変更により、授業、ニュース、世間話など、同じ内容でも異なる印象を与えられる。関連情報は教材コンテンツに対して暗黙的に作成されたアノテーションである。

4.2.2 単語の解説情報

学習において単語の意味の理解は重要である。特に新しい分野を学習する場合に、まず未知の単語の意味理解が、その内容を理解するのに必要となる。

教材コンテンツ作成の際に、はてなダイアリーキーワード自動リンク API を利用し、単語情報を獲得する。獲得した情報はブロック要素に対して暗黙的に作成されたアノテーションとなる。これを組み込むと、教材コンテンツに単語情報へのリンクがはられる。また、このリンク先の説明内にもキーワードがリンクされているので、単語の意味だけでなく、単語に関する情報を入手でき、内容理解の援助や知識の拡大に繋げられる。

4.3 カスタマイズ機能

教材コンテンツのカスタマイズ機能について説明する。

4.3.1 カスタマイズの必要性

明示的、暗示的なアノテーションの組み込みによって教材コンテンツの情報は充実した。しかし、これらの情報を一方的に提示するだけではなく、個々の特性に合わせた形式で、教材コンテンツに反映できることが重要であると考えられる。そこで、JavaScript を利用して、教材コンテンツの構造、スタイルの変更により、学習者が教材コンテンツをカスタマイズできる機能を複数提供した。

4.3.2 表示のカスタマイズ

教材の内容は、その他の関連した情報と比較していくことで、理解度を高められる。例えば、教科書とプリント、ノートと参考書など、複数の情報を並べて比較しながら学習する機会が多い。このような環境を教材コンテンツ上で実現するのがウインドウ機能である。ブラウザのウインドウ内にサブウインドウを生成する。生成されたウインドウはドラッグや、最小化、最大化などの機能が備わっており、デザイン自体も変更可能である。これを利用して、教材コンテンツのある部分をウインドウにして比較したり、学習者の好みに教材コンテンツを配置

できる。

4.3.3 構成のカスタマイズ

Web上の教材コンテンツは多くの見出し、文の組み合わせが単一のページに構成される場合がある。全文が表示されていると、学習者は教材コンテンツ内で自分が参照したい部分を探すのが困難である。アノテーションの付与により膨大な情報の付与が考えられるが、それらの中で必要・不必要な部分は選択できるようにする必要がある。また、教材の構成は、提示された構成が自分にとって適しているとは限らない。つまり、自分の適した教材を構成できることが望ましい。構成の変更には文の折りたたみとドラッグ機能を提供した。文単位での折りたたみとドラッグによる構成の変更で、教材コンテンツを各自の特性に合わせて最適化できる。また、あらかじめ構成を変更しておき、正しい構成に修正させる。全てを折りたたんでおき、学習者自身に自分が知りたい文を開かせて探させるなど、探求的な学習方法としても利用可能な機能である。

4.4 GDAによる機能

膨大な量のアノテーションから、自身に必要なアノテーションを見つけることは容易ではない。学習に重要なアノテーションを簡単に獲得できる仕組みが必要となる。アノテーションにあらかじめGDAが埋め込まれていることによって、学習者が必要としている情報が提供できる。例えば、クラスタリングによって関連あるアノテーションやアノテーションと関連する教材コンテンツの箇所の提示が可能である。重要な単語を強調して表示することも可能となる。今後は単語単位でのアノテーションや翻訳を実現することを考えている。

5. 関連研究

関連研究について説明する。

伊藤ら[5]、Chattiら[6]の研究では、実際の紙へのメモ書きのようなフリーフォームでアノテーションを実現するアプリケーションが構築されている。学習者によるWeb上の教材コンテンツへのメモ書き・蛍光ペン・図などの書き込みを他の学習者と共有できる。これは、Web上の教材コンテンツの欠点であった、書き込みができないため文章の理解が困難であるという点に着目している。フリーフォームでのアノテーションなので直感的にアノテーションの付与が行えるが、そのデータ自体の分析によるフィードバックは難しい。

Farzanらは[7]教材コンテンツへのアノテーションだけでなく、ソーシャルナビゲーションサポートを組み合わせたシステムを構築している。アノテーションの付与されている数や、その評価、また人気のあるリンクをアイコンによってわかりやすく学習者に提示できる。アイコンの利用により、教材内の重要な箇所への誘導が直感的に行われる。ナビゲーションという形で付与されたア

ノテーションがそれ以上の価値を持って活かされている。

これらはアノテーションを利用して、教材コンテンツに直感的に関われる仕組みを提供している。本稿でアノテーションに言語情報を付与したように、そのデータをより付加価値を持って還元することで、学習効果が高まると考えられる。また、このような機能を誰もが簡単に利用できる形で、提供することが望ましい。

6. まとめと今後の展望

本稿では、アノテーションを活用した教材コンテンツ作成する環境を構築した。Moodle, Annoteaの利用により、学習者にとって魅力的な教材コンテンツを、教師が簡単に提供できる環境を実現した。

今後は、本学で行われる2007年度後期の授業で利用実験を行い、有用性を検証する予定である。

謝 辞

本研究の一部は科学研究費補助金(課題番号:18700095)の支援によるものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] 阿部裕行, 伊藤一成, Martin J. Dürst. アノテーションを活用した学習教材のリッチコンテンツ化に関する検討. 情報処理学会研究報告 [コンピュータと教育], 2007-CE-088, Vol. 2007, No. 12, pp. 151-156, 東京, 2月2007
- [2] José Kahan, Marja-Riitta Koivunen, Eric Prud'Hommeaux, and Ralph R. Swick. Annotea: An Open RDF Infrastructure for Shared Web Annotations. *WWW10 International Conference*, pp. 623-632, May 2001
- [3] Martin Dougiamas and Taylor, P.C. (2003) Moodle. Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. *Proceedings of the EDMEDIA 2003 Conference*, 2003
- [4] 橋田浩一. Global Document Annotation (GDA), 草稿第0.74版(2005年10月17日). <http://i-content.org/gda/tagman.html>
- [5] 伊藤清美, 柳沢昌義, 赤堀侃司. Web教材へ書き込みを可能とするWebMemoシステムの開発と評価. 日本教育工学会論文誌, Vol. 29, No. 4, pp. 491-500, 3月20日2005
- [6] Mohamed Amine Chatti and Tim Sodhi and Marcus Specht and Ralf Klamma and Roland Klemke. u-Annotate: An Application for User-Driven Freeform Digital Ink Annotation of E-Learning Content. In *ICALT '06: Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 1039-1043, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society
- [7] Rosta Farzan and Peter Brusilovsky. AnnotatEd: A Social Navigation and Annotation Service for Web-based Educational Resources. In Thomas Reeves and Shirley Yamashita, editor, *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2006*, pp. 2794-2802. AACE, October 2006