

Ein generalisierter Ansatz zur kontextsensitiven Anpassung in mobilen E-Learning-Umgebungen

Tobias Moebert, Helena Jank,
Ulrike Lucke

Institut für Informatik
Universität Potsdam
August-Bebel-Straße 89
14482 Potsdam
{moebert, jank, u.lucke}@uni-
potsdam.de

Björn Kröske

Institut für Erziehungswissenschaften
Humboldt-Universität zu Berlin
Unter den Linden 6
10099 Berlin
kroeskeb@hu-berlin.de

Abstract: Mobile Geräte wie Smartphones und Tablet PCs haben den zeitlich und räumlich ungebundenen Zugriff auf Lerninhalte möglich gemacht. Dies hat wiederum ermöglicht, dass zuvor ungenutzte Zeiträume für das Lernen verfügbar wurden. Jedoch befindet sich nicht jeder Lernende in der gleichen Situation oder hat das gleiche Vorwissen und Vorlieben. Insbesondere das Mikrolernen ermöglicht es, durch das Lernen in kurzen Einheiten und Intervallen, Kontextinformationen zu nutzen und so das Lernangebot an die individuellen Bedürfnisse des Lernenden anzupassen. Verschiedene Forschungsinitiativen haben bereits eine Vielzahl verschiedener Kontextinformationen identifiziert, die hierfür verwendet werden könnten, aber nicht alle Lehrszenarien profitieren gleichermaßen von allen Kontextinformationen. Deshalb versucht dieses Paper relevante Kontextinformationen zu identifizieren, indem verschiedene Lehrszenarien von einem pädagogischen Standpunkt aus analysiert werden. Dies bietet die Grundlage für die systematische Entwicklung eines Frameworks für kontextbewusste Lernumgebungen.

1 Einleitung

Der Begriff der Informationsgesellschaft kursiert spätestens seit den 1990er-Jahren vermehrt durch die Medien und bezieht sich dabei auf die stetig steigende gesellschaftliche Verbreitung und Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien. Diese allgemeine Verfügbarkeit von Mobilgeräten mit Internetzugang hat die Entwicklung von interaktiven, lokalisierten, personalisierten und ubiquitären Lernangeboten möglich gemacht [LS12]. Solche Angebote haben in den letzten Jahren hinsichtlich Kontextualisierung, dynamischer Anpassung und Immersion [LR13] von Forschungsergebnissen aus dem Bereich Pervasive Computing [Sa01] weiter profitiert. Trotz dieser Fortschritte wird oft vernachlässigt, dass multimediale Lernumgebungen vielfältige Anforderungen an den Lernenden stellen, die ohne entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten nur schwerlich zu bewältigen sind. Der Lernende benötigt auch beim E-Learning, ebenso wie in traditionellen Lehr-Lernszenarien, Unterstützung beim Prozess der Wissensaneignung, um die notwendigen

Voraussetzungen für die autonome Steuerung des Lernprozesses zu erlangen [HZ13] [SK04]. Im Zusammenhang mit E-Learning wird deshalb in der pädagogischen Psychologie immer wieder darauf hingewiesen, dass viele multimediale Lernformen eine hohe Anforderung im Prozess des selbstregulierten Lernens stellen. Neben den Charakteristika der Technik und den institutionellen Rahmenbedingungen bestimmen besonders die Fähigkeit zum elaborierten Lernen, das Zeit-Management und die Motivation den Lernerfolg beim mobilen Lernen [VKK09]. Für den Prozess des eigenständigen Lernens mit mobilen Geräten wie Smartphones oder Tablets ist es folglich von hoher Bedeutung, dass der Lernende nicht nur über die notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten für die Regulation seines Lernprozesses hat, sondern das Lernmaterial und die Lernsituation hierbei so gestaltet werden, dass sie den Lernenden bei seiner Aufgabe unterstützen. Diese Arbeit folgt der These, dass adaptive Lernsoftware das Lernmaterial in Abhängigkeit von den Merkmalen der Lernsituation und unter Berücksichtigung der Merkmale des Lerners präsentiert und auf Grundlage dessen das Maß der notwendigen Lernunterstützung liefern kann.

Damit sich eine Lernanwendung an die Merkmale der Lernsituation und des Lernenden anpassen kann, greift diese auf Kontextinformationen zurück. Als Kontextinformationen werden alle Informationen bezeichnet, die die Interaktion zwischen Benutzer, (Lern-) Anwendung und Umwelt charakterisieren [De01][Ec09]. Die meisten der bereits existierenden adaptiven Werkzeuge und Anwendungen wurden für ein einziges oder einige wenige spezifische Lehr-Lernszenarien entwickelt. Dies resultierte in relativ spezialisierten Prototypen, z.B. Tangible Tabletops [FGS09][Do09], elektronischen Abstimmungssystemen [DE11], Werkzeugen zum Sprachenlernen [Ma07], Exkursions-Unterstützung [OY04][Gi10] oder kollaborativen Bearbeitungswerkzeugen [We07]. Einem generischen Ansatz folgend versucht ein anderer Forschungszweig alle möglichen Arten von Kontextinformationen, einschließlich des Kontexts des Lernenden, zu erfassen, um so adaptive Frameworks für nahtloses und personalisiertes Lernen voranzutreiben. So benutzt beispielsweise ein regelbasiertes System zur Selektion und Präsentation von Lerninhalten einen „reward/penalize“-Mechanismus zur Verbesserung der Anpassung [ZJO12], allerdings liegt das Hauptaugenmerk der Adaptierung lediglich auf der Anpassung der Darstellung der Lerninhalte basierend auf Informationen aus dem technischen Kontext (beispielsweise den Gerätespezifikationen). Ein ähnliches Framework benutzt Informationen über den Lernenden, seinen Lernstil und seinen Kontext, um passende und personalisierte Inhalte bereitzustellen [TG12]. Was all diese Anstrengungen jedoch gemein haben ist, dass sie sich auf mobiles Lernen in Loose Settings beschränken, also auf Lehr-/Lernszenarien, welche keinen direkten Bezug zu ihrer Umgebung haben (z.B. Lernen im Bus oder im Swimmingpool). Der Lerner wird als isoliert und das Mobilgerät lediglich als Mittel zum zeitlich und räumlich ungebundenen Lernen gesehen. Bisher gibt es keine Frameworks, welche die Gesamtheit der möglichen didaktischen Settings umfassen.

Aus diesem Grund soll, in Zusammenarbeit mit einem Partner aus der freien Wirtschaft, die gemeinschaftliche Entwicklung eines innovativen Frameworks zur systematischen Erstellung adaptiver mobiler Applikationen vorangetrieben werden. Hierzu werden die Grundlagen und Anforderungen, die sowohl in der Wirtschaft als auch im akademischen Bereich vorhanden sind, zusammengeführt und gemeinsam weiterentwickelt. Im

weiteren Verlauf dieses Papers sollen die ersten Ergebnisse dieser Zusammenarbeit, welche die Grundlage für das zu entwickelnde Framework darstellen, präsentiert werden.

2 Kontextsensitivität mobiler adaptiver e-Learning-Szenarien

Um im späteren Verlauf des Projekts einen sinnvoll dimensionierten Kontexterfassungsmechanismus entwickeln zu können, muss im Vorfeld geklärt werden, welche Kontextinformationen für den Einsatz in unterschiedlichen Lehrszenarien relevant sind. Der folgende Abschnitt liefert eine Übersicht darüber, wie Lehrszenarien erfasst, analysiert und welche Kontextinformationen für die Analyse berücksichtigt wurden.

2.1 Lehrszenarien

Um eine Grundlage zu haben, die so vielfältig wie möglich ist, mussten verschiedenste Lehrszenarien betrachtet werden. Um diese einheitlich zu strukturieren, wurde ein Formular für die Erfassung erarbeitet¹. Insgesamt konnten so 13 unterschiedliche Szenarien von örtlichen Lehrern und Dozenten aus den Bereichen Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft, Wirtschaftswissenschaft und Pädagogik² sowie 8 Szenarien aus Wirtschaft und Industrie gesammelt werden. Daraus konnte eine Liste von möglicherweise relevanten Kontextinformationen ermittelt werden (siehe 2.2). Um die unterschiedlichen Szenarien untereinander vergleichbar zu machen, wurde jedes Szenario als eines der fünf von [LR13] vorgeschlagenen *Educational Settings* klassifiziert. Des Weiteren wurde ein Fragebogen³ erstellt und an alle Personen verteilt, die ein Lehrszenario zur Verfügung gestellt hatten. 17 der 21 Befragten schickten einen komplett ausgefüllten Fragebogen zurück und lieferten damit eine direkte Einschätzung, welche der zuvor erhobenen Kontextinformationen sie für relevant erachten würden (siehe 2.3).

2.2 Kontextinformationen

Zur Gruppierung der Kontextinformationen wurde eine existierende Klassifizierung benutzt [SS07], welche Kontext in technischen, physischen, persönlichen und situativen Kontext unterteilt. Um den starken Fokus des Projekts auf mobile Geräte hervorzuheben, wurde der mobile Teil des physischen Kontexts separat betrachtet. Ebenso wurde der Szenarioteil des situativen Kontexts separat betrachtet, um den szenariogetriebenen Analyseansatz abbilden zu können. Eine verwandte Arbeit [Ec09] hat eine umfassende Übersicht über für adaptive Lernanwendungen relevante Kontextinformationen ermittelt. Unter Berücksichtigung der gesammelten Lehrszenarien konnte die folgende Teilmenge an für weitere Untersuchungen relevanten Kontextinformationen abgeleitet werden und in die zuvor erwähnten Kontextklassen eingeordnet werden:

¹ <http://www.motivate-project.de/wp-content/uploads/2013/11/Template.zip>

² <http://www.motivate-project.de/wp-content/uploads/2014/01/Lernszenarien.zip>

³ <http://www.motivate-project.de/wp-content/uploads/2014/05/Fragebogen.docx>

- Physischer Kontext: Wetter (aktuell & zukünftig), Umgebungsgeräusche, Lichtstärke, Zeit, Luftfeuchtigkeit, Temperatur
- Mobil: Position (unterteilt in Adresse, Gebäude, Region & Land), Ankunft, Abreise, Entfernung zu einem Ort, Transportmittel, Geschwindigkeit, Ziel
- Situativer Kontext: Körpergeste, Gesichtsausdruck, Blickrichtung
- Szenario: Lernfortschritt, aktuelle Aufgabe, benötigte Zeit für die Bearbeitung
- Persönlicher Kontext: Termine, Vorwissen (verifiziert & abgeleitet), Motivation, Erwartungen und Motive, Vorlieben, soziale Verknüpfungen, Behinderungen
- Technischer Kontext: vorhandene Infrastruktur (wie Drucker & externe Monitore), Gerätefunktionen (wie Stimmen-, Bild- oder Videoaufnahme bzw. -ausgabe)

2.3 Kontextspezifische Anforderungen der erfassten Szenarien

Um die Anforderungen der einzelnen *Educational Settings* ermitteln zu können, wurde analysiert, aus welchen Kontextklassen Kontextinformationen für das jeweilige Setting relevant sind und wie zuverlässig diese messbar sind.

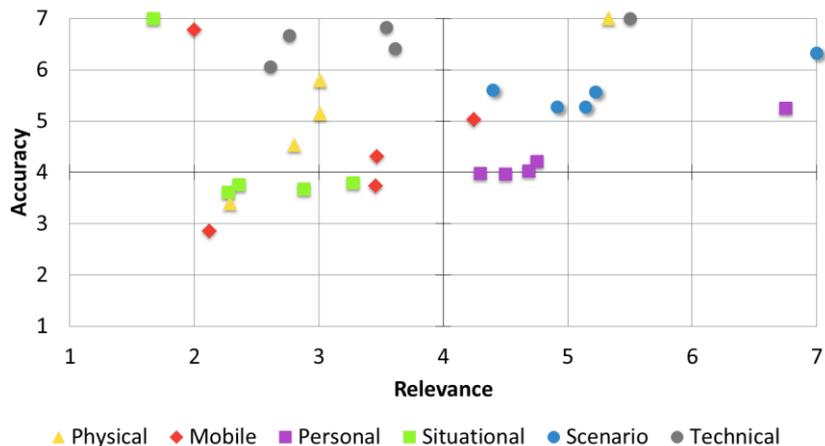


Abbildung 1: Kombination der gesammelten Daten zu Relevanz und Messgenauigkeit.

Abbildung 1 zeigt eine graphische Repräsentation der aus der Kombination der Daten über Relevanz und Messbarkeit gewonnenen Erkenntnisse. Die Grafik ist in vier Quadranten unterteilt. Jeder Quadrant enthält *Educational Settings* mit Kontextinformationen, die entweder

- relevant & genau messbar (erster Quadrant) oder

- relevant & ungenau messbar (zweiter Quadrant) oder
- irrelevant & ungenau messbar (dritter Quadrant) oder
- irrelevant & genau messbar (vierter Quadrant) sind.

Es ist offensichtlich, dass für die weitere Forschung solche Kontextklassen von höchstem Interesse sind, die Kontextinformationen enthalten, die sehr relevant, sehr genau oder beides sind.

- Relevant: Szenario, Persönlich, Physisch (teilweise), Technisch (teilweise), Mobil (teilweise)
- Genau: Szenario, Technisch, Physisch, Mobil (teilweise), Persönlich (teilweise)

Es zeigt sich, dass Kontextinformationen, die das Szenario betreffen (z.B. Lernfortschritt oder aktuelle Aufgabe) und die des persönlichen Kontexts (z.B. Vorwissen oder Motivation) als relevant für die meisten *Educational Settings* einzustufen sind. In diesen Settings sind Informationen über das Szenario mit einer insgesamt guten Genauigkeit messbar. Informationen, die den persönlichen Kontext betreffen, können mit immerhin tolerierbaren Ungenauigkeiten gemessen werden.

Am interessantesten ist die Tatsache, dass die Mobilität betreffende Kontextinformationen (z.B. Position, Geschwindigkeit oder Ziel), welche mit aktuellen Mobilgeräten relativ genau gemessen werden können, als überwiegend irrelevant für die individuelle Anpassung von Lerninhalten angesehen wurden. Ähnliche Aussagen können über Informationen getroffen werden, die als technischer oder physischer Kontext klassifiziert sind (ausgenommen für *Immersive Settings*). Diese Diskrepanz kann verschiedene Gründe haben. Eine naheliegende Erklärung wäre, dass diese Informationen tatsächlich für die Anpassung von Lernanwendungen irrelevant sind (zumindest momentan) und lediglich in der Vergangenheit überbewertet wurden, weil sie die am nächsten liegende Wahl sind, wenn es um das Lernen auf mobilen Geräten geht. Ein weiterer Grund könnte sein, dass das Lehren mit mobilen adaptiven Anwendungen für Lehrer und Erzieher, auf Grund fehlender praktischer Umsetzung im alltäglichen Schulleben, immer noch ein zu schwer zu fassendes Konzept ist.

3 Systemarchitektur

Abbildung 2 zeigt eine Architekturskizze des angestrebten Frameworks. Das System soll in einem mehrstufigen Verfahren eine personalisierte Lernerfahrung schaffen und unterteilt sich hauptsächlich in die drei Komponenten Autorensystem, Regelgenerator und mobile Lernanwendung. Das Autorensystem dient hierbei dem Lehrenden zum Anlegen und Verwalten von adaptierbaren (d.h. durch Variation von Parametern manuell anpassbaren) Micro-Learning-Inhalten. Die angelegten Lerninhalte werden in die mobile Lernanwendung übertragen und stehen dort als adaptive (d.h. sich automatisch anpassende) Lerninhalte zur Verfügung. Um die Adaptivität der mobilen Lern-

anwendung umsetzen zu können, müssen sowohl aus dem Nutzerverhalten als auch den gesammelten Kontextinformationen Schlussfolgerungen gezogen werden können. Hierfür ist ein Reasoning-Mechanismus nötig, welcher jedoch auf Grund der eingeschränkten Ressourcen mobiler Endgeräte und des Fehlens eines plattform-unabhängigen Reasoning-Frameworks nicht auf den mobilen Endgeräten selbst laufen kann. Auch das Reasoning auf einen Server auszulagern und lediglich on-demand anzustoßen ist nicht möglich, da als eine essenzielle Anforderung der Einsatz ohne bestehende Internetverbindung identifiziert wurde. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde ein hybrider Ansatz gewählt. So ist das Reasoning zwar auf einen Server ausgelagert, wird jedoch nur vor dem Deployment auf das mobile Gerät vom Regelgenerator angestoßen. Dieser nutzt sowohl die Wissensbasis als auch eventuell von den Lernenden gesammeltes Feedback und erstellt ein Regelwerk. Dieses wird von einer Regel-Engine in der mobilen Lernanwendung ausgewertet, um so Lerninhalte dynamisch auswählen oder anpassen zu können. Die Inferenz von High-Level-Kontextinformationen findet auf dem Mobilgerät als Teil der Kontexterfassung statt.

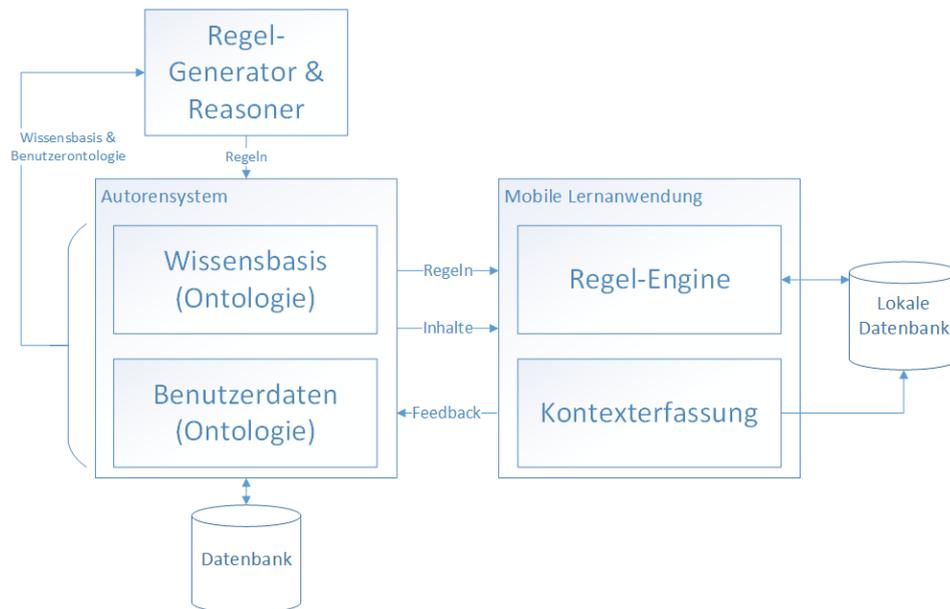


Abbildung 2: Entwurf der Systemarchitektur und des Zusammenspiels zwischen Autorensystem, Regelgenerator und mobiler Lernanwendung.

Zur Abbildung der Wissensbasis wurde eine Ontologie entwickelt. Die einzelnen Bestandteile der Wissensbasis werden durch Klassen bzw. Konzepte innerhalb der Ontologie repräsentiert. Zu diesen gehören die Lerninhalte, die Relationen zwischen den Lerninhalten, die Kontextinformationen, welche die Adaptionenregeln bilden sollen, und die Constraints, welche die Erstellung der Adaptionenregeln einschränken sollen. Über

eine Schnittstelle des Regelgenerators soll die TBox⁴ der Ontologie an das Autorensystem übertragen werden. Mit diesen Informationen kann dann das Autorensystem die vom Lehrenden erstellten Lerninhalte als ABox⁵ der Ontologie abbilden und wieder zurück an den Regelgenerator schicken. Dieser ist nun in der Lage, mittels Inferenz Adaptionenregeln zu generieren. Diese Adaptionenregeln werden später in die mobile Lernanwendung übertragen und dort von der Regel-Engine genutzt, um Lerninhalte auszuwählen oder anzupassen. Im späteren Verlauf des Projekts sollen zusätzlich zu den Informationen in der Wissensbasis auch die Informationen über den Lernenden und sein Verhalten zur Inferenz der Adaptionenregeln herangezogen werden.

4 Zusammenfassung

Eine große Anzahl an relevanten Arbeiten fokussiert sich entweder auf das visionäre Potential von kontextsensitiven Systemen für die Lehre oder auf die Nutzung von Kontextinformationen in sehr spezifischen Lehr-Lernszenarien [LS12]. Die daraus resultierenden Visionen sind zwar eindrucksvoll und innovativ, aber die Übersetzung auf Lehr-Lernszenarien in der „echten Welt“ beschränkt sich oft nur auf dedizierte Lernumgebungen.

Dieses Paper präsentiert die ersten Schritte eines systematischen Ansatzes zur Entwicklung eines Frameworks für mobiles, kontextsensitives, adaptives Lernen. Angetrieben durch die Anforderungen industrieller Partner, zielt das Projekt darauf ab, Strategien und Techniken zu identifizieren, um für kontextsensitive Systeme die Zeit bis zur Marktreife zu verringern.

Aus diesem Grund wurde mit der Identifikation relevanter Kontextinformationen durch die sowohl pädagogische [LS12] als auch technische [Do09][Gi10] Analyse verschiedener Lehr-Lernszenarien begonnen. In einem zweiten Schritt wurden Kontextinformationen hinsichtlich ihrer Mess- und Nutzbarkeit mit heutigen technischen Mitteln klassifiziert. Auf Grund der begrenzten Datenbasis sind die Ergebnisse zwar nicht für alle kontextsensitiven Lehr-Lernszenarien repräsentativ, jedoch betonen sie das Potential und die Relevanz, die bestimmten Kontextklassen für die schnelle Realisierung von adaptiven und mobilen Lernanwendungen innewohnt.

Des Weiteren wurde ein System entwickelt, das es ermöglicht, die Stärke von Ontologien und Reasoning für Lernanwendungen auf mobilen Geräten mit begrenzten Ressourcen und keiner stetigen Internetverbindung nutzbar zu machen.

Weitere Arbeit ist nötig, um die Erfassung und Auswertung der relevanten und akkurat messbaren Kontextinformationen umzusetzen. Eine Herausforderung wird hierbei sein, ein System zu entwickeln, das die Erfassung von Kontextinformationen plattform-unabhängig möglich macht.

⁴ Das Wissen über die Konzepte, die von der Ontologie beschrieben werden.

⁵ Das Wissen über Instanzen der Konzepte in der Ontologie und deren Beziehungen untereinander.

Literaturverzeichnis

- [De01] Dey, A. (2001). Understanding and using context. *Personal and ubiquitous computing*, 5(1), pp.4--7.
- [DE11] P. Dillenbourg and M. Evans: "Interactive tabletops in education", *Computer-Supported Collaborative Learning*, 6 (4), 2011, pp. 491–514.
- [Do09] S. Do-Lenh, P. Jermann, A. Legge, G. Zufferey, and P. Dillenbourg: "TinkerLamp 2.0: designing and evaluating orchestration technologies for the classroom", *21st Century Learning for 21st Century Skills*, LNCS 7563, 2012, pp. 65–78..
- [Ec09] A. Economides: "Adaptive context-aware pervasive and ubiquitous learning", *Technology Enhanced Learning* 1 (3), 2009, pp. 169–192.
- [FGS09] D. Froberg, C. Göth & G. Schwabe: "Mobile Learning projects – a critical analysis of the state of the art", *Computer Assisted Learning* 25(4),2009, pp. 307-331.
- [Gi10] A. Giemza, L. Bollen, P. Seydel, A. Overhagen, and U. Hoppe: "LEMONADE: a flexible authoring tool for integrated mobile learning scenarios", *Proc. Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education*, IEEE Press, 2010, pp. 73–80.
- [HZ13] Haberer, M. & Zhukova, N. (2013). Förderung von Selbstlernkompetenzen mit digitalen Medien: Zur Teilvirtualisierung eines Unterstützungsangebots für Studierende. In R. Arnold & M. Lermen (Eds.), *Independent Learning: Die Idee und ihre Umsetzung* (pp. 94–109). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- [LR13] U. Lucke and C. Rensing: "A survey on pervasive education," *Pervasive and Mobile Computing*, in press. doi:10.1016/j.pmcj.2013.12.001
- [LS12] U. Lucke and M. Specht: „Mobility, Adaptivity and Context-Awareness in E-Learning“, *i-com* 11(01), Munich : Oldenbourg, 2012, pp. 26-29.
- [Ma07] M. Martyn: "Clickers in the classroom: an active learning approach", *Educause Quarterly*, 2, 2007, pp. 71–74.
- [OY04] H. Ogata and Y. Yano: "Context-aware support for computer-supported ubiquitous learning", *Proc. Wireless and Mobile Technologies in Education*, IEEE Press, 2004, pp. 27-34.
- [Sa01] M. Satyanarayanan: "Pervasive computing: vision and challenges", *Personal Communications* 8(4), IEEE, Aug 2001, pp.10-17.
- [SK04] Schaper, N. & Konrad, U. (2004). Personalentwicklung mit E-Learning. In G. Hertel & U. Konrad (Eds.), *Human Resource Management im Inter- und Intranet* (pp. 274–293). Göttingen: Hogrefe.
- [SS07] A. Schill and T. Springer: „Verteilte Systeme“. Berlin, Springer, 2007.
- [TG12] R.A.W. Tortorella, S. Graf, Personalized mobile learning via an adaptive engine, in: *Proceedings of International Conference on Advanced Learning 35 Technologies*, ICALT, 2012, pp. 670–671.
- [VKK09] Vogel, D., Kennedy, D. & Kwok, R. C. W. (2009). Does using mobile device applications lead to learning? *Journal of Interactive Learning Research*, 20(4), 469–485.
- [We07] M.J. Weal, D. Cruickshank, D.T. Michaelides, D.E. Millard, D.R. De Roure, K. Howland, G. Fitzpatrick: "A card based metaphor for organising pervasive educational experiences", *Proc. Pervasive Computing and Communications Workshops*, IEEE Press, 2007, pp. 165–170.
- [ZJO12] Xinyou Zhao, Qun Jin, Toshio Okamoto: Semantic retrieval: multiple response model for context-aware learning services. *IJITCC* 2(3): 253-267 (2012)