

Serious Games zur Prävention und Rehabilitation

Serious Games for Prevention and Rehabilitation

Stefan Göbel¹, Sandro Hardy¹, Ralf Steinmetz¹, Jongeun Cha², Abdulmotaleb El Saddik²

¹TU Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM), 64283 Darmstadt
stefan.goebel@kom.tu-darmstadt.de, sandro.hardy@kom.tu-darmstadt.de, ralf.steinmetz@kom.tu-darmstadt.de

²University of Ottawa, Multimedia Communications Research Lab (MCRLAB), 800 King Edward, K1N 6N5 Ottawa
jcha@discover.uottawa.ca, elsaddik@mcrlab.uottawa.ca

Kurzfassung

Computerspiele dienen nicht nur der reinen Unterhaltung, sondern können auch für andere „ernsthafte“, gesellschaftlich relevante Bereiche wie Bildung, Gesundheit und Sport eingesetzt werden (Serious Games). In diesem Beitrag werden die beiden personalisierten Serious Games „ErgoActive Taubenjagd“ und „VitaBalance“ vorgestellt, die spielerische Ansätze mit Sensortechnologie und Methoden und Konzepten zur Erstellung und Steuerung von nutzerzentrierten Anwendungen zur Prävention und Rehabilitation verknüpfen: Während ErgoActive Computerspiele, Ergometer und Vitalsensorik verbindet und vor allem im präventiven Bereich zum Ausdauer/Kreislauf-Training motiviert, adressiert VitaBalance eher den Reha-Bereich und unterstützt das Balance-Training.

Abstract

Digital Games are not only used for pure entertainment, but also applied in other “serious” application domains such as education, health and sports (Serious Games). In this paper the two Serious Games “ErgoActive Pidgeon Hunt” and “VitaBalance” are presented, which combine game-based approaches with sensor technology and methods and concepts to create and control user-centred applications for prevention and rehabilitation: Whilst ErgoActive connects digital games with a bicycle ergometer considering vital parameters via sensor technology and aims to support and motivate for circuit training in prevention, VitaBalance addresses focuses on rehabilitation and supports the balance training.

1 Motivation

Bewegung fördert ein gesundes Leben – sie hilft einer Vielzahl von körperlichen Beschwerden vorzubeugen¹ oder diese bei Auftreten zu lindern. Beispiele umfassen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck, Diabetes, Rückenbeschwerden, Osteoporose, Arthrosen oder Übergewicht [7]. Jedoch ist es gerade für durch Krankheit oder Alter körperlich eingeschränkte Menschen schwierig sich ausreichend zu bewegen (Sturzgefahr), insbesondere wenn auch kognitive Einschränkungen vorliegen (Demenzkranke, Schlaganfallpatienten). Hierfür müssen geeignete wissenschaftlich-technische Lösungen gefunden werden, die zielgerichtet auf die persönlichen Bedürfnisse und Einschränkungen der Einzelnen (Vitalstatus – körperliche und geistige Fitness) eingehen. Lösungsansätze bieten die im Bereich „Altersgerechte Assistenzsysteme“ adressierten IKT und Mikrosystem-Technologien als auch spielerische Methoden und Konzepte zur Motivationsförderung und Unterstützung der kognitiven und sensumotorischen Fähigkeiten. Hierbei wird von *Serious Games*, *Games for*

Health, *Exergaming* oder – zielgruppenorientiert – *Silver Gaming* [8] gesprochen.

Bekannt und zugleich erfolgreiche kommerzielle Produkte in diesem Bereich stellen *EyeToy Kinetic*, *Wii Fit*, *Wii Sports* oder *Kinect* dar. Wissenschaftliche Studien von Baranowski [2], Kato [9], Papastergiou [14], Kretschmann [11] oder Kliem und Wiemeyer [10] zeigen einerseits positive Effekte von spielerischen Ansätzen im Bereich Gesundheit, Ernährung und Sport (→ Ernährungsbewusstsein; Ankämpfen gegen Krebs²; Energieverbrauch bei *Wii Sports* – Boxen; Balancetraining mit *Wii Fit/Wii Fit Plus* und *Balance Board*). Andererseits zeigen die Studien auch klar Grenzen auf: Abgesehen von technischen Einschränkungen (z.B. Messgenauigkeit von Sensoren; Bewegungserkennung) sind insbesondere weiterführende Konzepte für die Personalisierung und langfristige, nachhaltige Motivationsförderung erforderlich [17].

Darauf basierend werden am Lehrstuhl Multimedia Kommunikation (KOM) der TU Darmstadt in Zusammenarbeit mit dem Multimedia Communications Research Lab (MCRLAB) der Universität Ottawa mehrere Serious Games (Exergames) zur Prävention und Rehabilitation entwickelt und evaluiert, welche a) die Anwender nachhaltig

¹ Die Prävention, Initiative gefördert vom Bundesministerium für Gesundheit. Beitrag „Warum Bewegung in jedem Alter wichtig ist“, www.die-praevention.de, 3.8.2010

² Basis: Serious Games Re-Mission, www.re-mission.net

und stärker motivieren sollen als klassisches Ausdauer-Training mit einem Ergometer, und b) an den gesundheitlichen Zustand des Spielers angepasst werden können (Konfiguration als auch adaptive Steuerung zur Laufzeit).

2 Forschung und Entwicklung

Der Ansatz besteht darin, die Vitaldaten des Spielers kontinuierlich zu erfassen und zur Laufzeit direkt in die spielerische Trainingsumgebung zu integrieren.

In verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (z.B. Motivotion60+³ [3], HugMe [4] und SIERRA [1]) wurden hierfür die technischen Grundlagen und Schnittstellen für die Anbindung von (Vital-)Sensorik und herkömmlichen Trainingsgeräten an eine Game Engine geschaffen. Auf dieser Basis können – im Gegensatz zu den aktuell erhältlichen kommerziellen Anwendungen – medizinisch orientierte und wissenschaftlich fundierte Serious Games erstellt und nach Vorgaben von Ärzten, Therapeuten oder Fitness-Trainern konfiguriert werden [5].

2.1 Erstellung und Konfiguration der Exergames mit dem Tool „StoryTec“

Zur Unterstützung der Erstellung und Konfiguration der Serious Games wird das von der TU Darmstadt – initial für Story-basierte Lernspiele – konzipierte Autorenwerkzeug *StoryTec* [6, 12] eingesetzt und im Rahmen des BMBF-geförderten AAL Projektes Motivotion60+ um eine Fachschale „Serious Games for Health“ erweitert [13].



Abb. 1 Autorenwerkzeug StoryTec; Spiel Taubenjagd

³ BMBF gefördertes AAL Verbundprojekt „Erhaltung der geistigen und körperlichen Fitness von Senioren durch mikrosystemtechnisch unterstützte Motivation zur körperlichen Aktivität – Motivotion 60+“, www.motivotion.org

2.2 Sensorik und Vitalparameter

Zur Erfassung von Vitalparametern wurde eine generische Schnittstelle geschaffen, die die Einbindung von diversen Sensoren und Geräten erlaubt, u.a. Licht-, Inertial-, Temperatur- und Drucksensoren bzw. Therapiegeräte zur Rehabilitation, Ergometer, Laufbänder oder Crosstrainer.

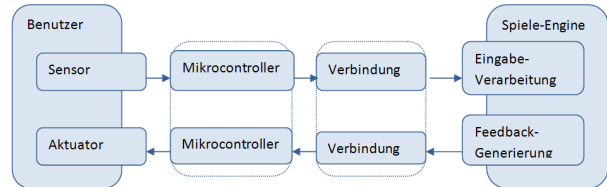


Abb. 2 Sensoranbindung an Computerspiele

Als Mikrocontroller für die Ansteuerung der Motoren wurde ein ATMEGA128 auf einem Breakout-Board verwendet. Um die Anschlüsse für die Motoren und das Bluetooth-Modul herauszuführen wurde eine Platine geätzt, die auch einen Spannungsregler und einen Anschluss für eine 9V Blockbatterie zur Energieversorgung enthält. Das Bluetooth-Modul ermöglicht eine RX/TX –Pipe über Bluetooth (SPP), so können Zeichen ohne Konvertierung aus dem Spiel zum Mikrocontroller und umgekehrt übertragen werden. Durch die austauschbare Firmware können dadurch unterschiedliche Arten von Sensoren und Aktuatoren verwendet werden.

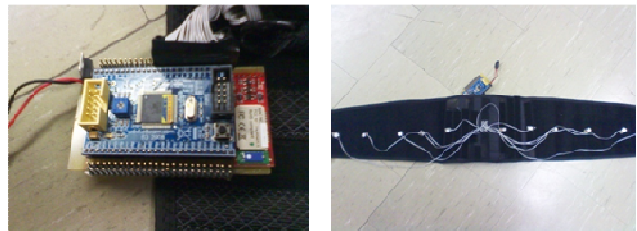


Abb. 3 Empfangselektronik (links) und Aktuatoren

Auch wurden im HCI Bereich Alternativen zum rein visuellen Spielerlebnis über einen Bildschirm entwickelt, z.B. wird vibrotaktiler Feedback eingesetzt um Benutzer mit eingeschränktem Sehvermögen und eingeschränkten kognitiven Fähigkeiten zu unterstützen.

2.3 Personalisierung und Adaption

Die Erstellung von nutzerzentrierten Serious Games im Bereich Gesundheit und Sport erfolgt in zwei Schritten: Zuerst werden die von Fachleuten (Mediziner, Sportwissenschaftler) erstellten Trainingsprogramme in (von Game Designer konzipierte und Game Developer umgesetzte) spielerische Umgebungen integriert. Hierbei entscheidend ist, dass die Programme und Übungen nicht „aufgesetzt“ wirken und ähnlich wie Lerneinheiten in Lernspielen vom Spielgeschehen separiert sind, sondern direkt in das Gameplay integriert werden – ansonsten würde der Spielspaß sehr leiden. Anschließend können die spielerischen Trai-

ningsprogramme von Fitness-Trainern, Therapeuten oder den Spielern selbst (in Eigenverantwortung) konfiguriert und an die persönlichen Bedürfnisse und den Vitalstatus angepasst werden.

Während des Trainings wird der Vitalstatus dann über die Sensorik kontinuierlich überwacht und bei der Steuerung/Fortführung des Spiels berücksichtigt. Zum Beispiel wird die Geschwindigkeit, Dauer oder Trainingsintensität reduziert sobald ein Anwender einen vorgesehenen Belastungsintervall (Herzfrequenz-Bereich) überschreitet [16].

3 Referenzbeispiele ErgoActive Taubenjagd und VitaBalance

ErgoActive wurde in Darmstadt konzipiert und umfasst eine Reihe von Serious Games für den Kreislauf- und Ausdauerbereich, die über ein Ergometer (Home-Trainer) gesteuert werden: Im einfachsten Fall dient die Geschwindigkeit beim Radeln zur direkten Steuerung eines Videos; so können Strecken wie eine Tour de France Etappe zu Hause im Wohnzimmer abgefahren werden; auch wenn dies real nicht möglich wäre, z.B. aufgrund mangelndem Sehvermögen, beeinträchtigtem Gleichgewichtssinn oder anderen Einschränkungen. Aus gesundheitlichem Blickwinkel wird hierbei darauf geachtet, dass die Nutzer sich in einem – für Ihren Vitalstatus adäquaten – Belastungsspielraum bewegen. Sollten bestimmte Belastungsgrenzen über- oder unterschritten werden, gibt das Spiel dem Ergometer einen Impuls, um den Tretwiderstand entsprechend zu erhöhen oder reduzieren.

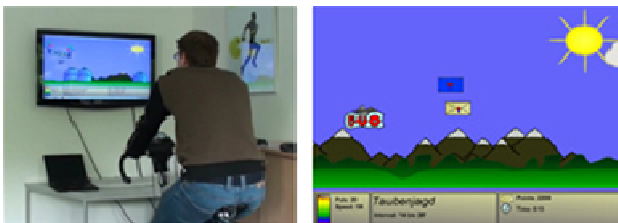


Abb. 4 Ergo Active Taubenjagd

In *ErgoActive Taubenjagd* wird die Höhe einer fliegenden Brieftaube über die Geschwindigkeit des Fahrers gesteuert. So können Briefumschläge gesammelt und damit Punkte erzielt werden. Während des Fahrens werden die Herzfrequenz und Geschwindigkeit (abgeleitet aus Umdrehungen pro Zeit und dem Tretwiderstand) erfasst, visualisiert und zur nutzergerechten Anpassung des Spiels verwendet.

VitaBalance wurde in Ottawa konzipiert und verwendet zur Kontrolle des Spiels ein „Balance Board“ (vgl. *Wii Balance Board*). Über die Verlagerung des Gewichts kann die Neigung des Bretts kontrolliert werden und so eine Kugel in Richtung Ziel gerollt werden. Die Bewegungen des Spielers werden dabei aufgezeichnet, und können von einem Therapeuten ausgewertet und zur Anpassung des Schwierigkeitsgrads im weiteren Trainingsprogramm verwendet werden. Diese Anwendung wird vor allem im

therapeutischen Bereich eingesetzt; sowohl für die Rehabilitation als auch Prävention.



Abb. 5 Balancespiel VitaBalance

4 Evaluation

Erste Anwendertests haben bei Benutzern und Therapeuten – ähnlich zu den am Universitätsklinikum Erlangen mit der Wii plus Balance Board durchgeführten Studien – sehr positive Resonanz in Bezug auf die gesteigerte Motivation der Spieler ergeben.

Auf die Frage „Können Sie sich vorstellen, dass Computerspiele zukünftig zum Training eingesetzt werden?“ antworteten vor der Durchführung des Spiels alle Teilnehmer, dass sie sich dies gar nicht oder nur sehr wenig vorstellen können. Nach der Durchführung der Studie konnten sich alle Senioren die Nutzung von Computerspielen zum Training vorstellen.

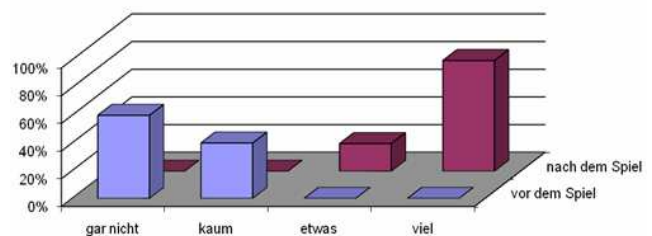


Abb. 6 Feedback zum Einsatz von Serious Games

An der Studie nahmen 5 Personen teil, wovon 4 weiblich und 1 männlich waren. Das Alter der Teilnehmer reichte von 75 bis 86 Jahre ($M = 82,60$; $s = 4,393$). Zwei Teilnehmer gaben an, dass sie sich ohne Hilfe fortbewegen können, 3 der Teilnehmer waren auf eine Hilfe, in allen Fällen war dies ein Rollator, angewiesen.

60% der Teilnehmer gaben an, dass sie gar keine Erfahrung mit Computern oder Computerspielen haben. Die Teilnehmer, die angaben bereits Erfahrungen mit Computerspielen zu besitzen, hatten alle in einer Aktion des Altenheims Wii-Fit Bowling gespielt.

Die Evaluation wurde in einer Gruppe durchgeführt, so dass die Probanden das Spielen der vorherigen Personen beobachten konnten. Die Versuchspersonen saßen in ei-

nem Halbkreis, der Versuchsaufbau wurde jeweils in die Richtung der spielenden Person gedreht, so dass sie mit Hilfe der Betreuer oder selbstständig aufstehen und auf das Balance Board steigen konnten. Während des Spielens wurde die spielende Person von jeweils zwei Personen betreut. Die Helfer stützten die Person nicht, aber sich stellten sicher, dass die Versuchsperson nicht stürzen konnte.

Das Setup bestand aus einem Balance Board, Notebook, Tisch, Stuhl und dem vibrotaktilen Gürtel.

Obwohl ein größerer Bildschirm von einer Betreuerin zu Beginn der Tests vorgeschlagen wurde, wurde im Verlauf des Benutzertest deutlich, dass der Bildschirm des Notebooks ausreichend war und das Spiel von den Senioren auch gut gesteuert werden konnte.

Zur Nachbefragung wurde zum Teil der Game Experience Questionnaire verwendet. Folgende Dimensionen wurden mittels des Fragebogens erfasst: Competence (3 Items), Tension (4 Items), Challenge (6 Items), Negativer Affekt (3 Items), Positiver Affekt (3 Items), Immersion (2 Items) und Flow (2 Items).

Die Beantwortung erfolgte durch eine vierstufige Ratingskala von „gar nicht“ bis „viel“.

Die Teilnehmer gaben an, dass das Spiel im Mittel von $M = 1,267$ ($s = 0,435$) negative Affekte wie z.B. Ermüdung oder Langeweile hervorrief. Von „Tension“ wie z.B. Anspannung oder Verärgerung wurde im Mittel von $M = 1,85$ ($s = 0,783$) berichtet was etwa der Hälfte entspricht. Insgesamt fühlten sich die Teilnehmer mit $M = 2,667$ ($s = 0,391$) durch das Spiel herausgefordert und motiviert (Challenge). Ähnliche Ergebnisse konnten zum Punkt „Flow“ gefunden werden, wie z.B. Verlust des Zeitgefühls mit $M = 2,8$ ($s = 0,671$). Etwa gleiche Angaben wurden zu den Bereichen „Positiver Affekt“ wie zum Beispiel Spaß oder Sicherheit ($M = 3,533$; $s = 0,730$) und „Competence“ wie zum Beispiel Geschicklichkeit oder Erfolg ($M = 3,6$; $s = 0,435$) gemacht. Die höchsten Bewertungen erhielt das Spiel jedoch im Bereich „Immersion“ (Spiel ansprechend und beeindruckend) mit einem Mittel von $M = 3,8$ ($s = 0,298$), was fast der Höchstbewertung entspricht.

Als Punkte, die den Teilnehmern besonders gefallen haben, wurden Bewegung, Konzentration, der Trainingseffekt und das „Neue“ genannt. Kritikpunkte hingegen waren zu wenige Level und Schwierigkeitsgrade sowie eine fehlende Rangliste.

Insgesamt wurde bei der Studie deutlich, dass das Interesse und die Begeisterung für Computerspiele sehr groß sind. Zwei Senioren waren sehr erfreut auch mal wie ihre Enkel spielen zu können. Ein Proband forderte gar die Einführung einer Rangliste und eines Wettbewerbsmodus.

Der Studienumfang war mit 5 Probanden relativ gering, zeigte jedoch eindeutige Ergebnisse hinsichtlich der Moti-

vation. Untersuchung zur langfristigen Motivation sind in Planung.

Weitere Studien zum Nachweis der Wirksamkeit werden aktuell zusammen mit dem Klinikum Darmstadt (Altenheim und Seniorenwohnheim) durchgeführt; weitere sind mit ausgewählten Einrichtungen des Wohlfahrtswerk Baden-Württemberg und dem Neurologischen Reha Zentrum in Wiesbaden geplant.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit ErgoActive und VitaBalance ist es gelungen, zwei nutzerzentrierte Serious Games zu konzipieren und prototypisch umzusetzen, die spielerische Ansätze mit Sensorik und Vitalparametern sowie Methoden und Konzepte zur Personalisierung (bei der Erstellung/Authoring und zur Ablaufsteuerung während der spielerischen Trainingsprogramme) verknüpfen. Die ersten Ergebnisse mit einer kleinen Zielgruppe (Ältere, gesundheitlich eingeschränkte Personen) sind viel versprechend, insbesondere zur dauerhaften Motivationsförderung in Prävention und Rehabilitation.

Das zugrunde liegende technische Framework ist modular aufgebaut, sodass leicht andere Trainingsgeräte, Trainingsprogramme als auch Übungs- und Spielformen (spielerische Trainingsumgebungen) integriert werden können.

In Ergänzung zu weiteren, umfassenden Evaluationsstudien mit den bereits entwickelten Anwendungen ist die Entwicklung weiterer Prototypen für spezielle Anwendungsfälle, beispielsweise zur Rehabilitation bei unterschiedlichen Erkrankungen geplant. Die Herausforderung liegt dabei in der Entwicklung von Methoden und Konzepten um Spiele und Schnittstelle zu entwickeln, die a) für mehrere Trainingsziele verwendbar sind b) dazu auch verschiedene Eingabegeräte verwenden können und c) für die Anforderungen einzelner Spieler adaptiert und konfiguriert werden können um deren persönlichen Anforderungen optimal zu entsprechen.

Des Weiteren werden bei den Evaluationsstudien neben den Endanwendern (z.B. Senioren, Kinder, Jugendliche) verstärkt auch verschiedene Autorengruppen wie Ärzte, Therapeuten oder Fitness-Trainer einbezogen. Ziel hierbei ist, die Autorenumgebung StoryTec für die Erstellung von Serious Games durch diese Autorengruppen zu optimieren und in diversen Anwendungsgebiete (z.B. für das Training in Reha-Einrichtungen, Präventionsmaßnahmen durch Krankenkassen oder moderierten Sportkursen wie Spinning) zu nutzen.

Danksagung

Die beschriebenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind primär im Rahmen des Projektes Motivation60+ und HugMe entstanden; zusätzlich werden die in Kooperation mit dem Klinikum Darmstadt (Altenheim Emilstraße) durchgeführten Evaluationsstudien der TU Darmstadt von der Wilhelmine-Thoss Stiftung unterstützt.

4 Literatur

- [1] Alamri, A., Alhamid, M., El Saddik, A. Measuring Hand-Arm Steadiness for Post-Stroke and Parkinson's Disease Patients Using SIERRA Framework. In Proceedings of the 2010 IEEE International Workshop on Medical Measurement and Applications, May 2010, Canada.
- [2] Baranowski, T., Buday, R., Thompson, D.I., and Baranowski, J. 2008. Playing for real. Video games and stories for health-related behavior change. American Journal of Preventive Medicine, 34(1), 74-82.
- [3] Baumann, C., Hey, S., Kurzenberger, P., Rumm, P., Korb, H. Telemedizin in der Primärprävention – Entwicklung innovativer Lösungen zur Erhaltung der geistigen und körperlichen Fitness von Senioren im Förderprojekt Motivation60+. In Tagungsband 3. Deutscher AAL Kongress, 26.-27. Januar 2010, Berlin, Beitrag 13.1, VDE Verlag GmbH Berlin Offenbach.
- [4] Cha, J., Eid, M., Rahal, L., El Saddik, A. HugMe: An interpersonal haptic communication system. In Proceedings of IEEE International Workshop on Haptic Audio visual Environments and Games, pp.99-102, 18-19 October 2008, Ottawa, Kanada.
- [5] Göbel, S., Hardy, S., Wendel, V., Mehm, F., Steinmetz, R. Serious Games for Health – Personalized Exergames. In *Proceedings of ACM Multimedia 2010*, October 2010, Florence, Italy.
- [6] Göbel, S., Salvatore, L., Konrad, R. StoryTec: A Digital Storytelling Platform for the Authoring and Experiencing of Interactive and Non-linear Stories. In: Paolo Nesi, Kia Ng, and Jaime Delgado: *Fourth International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-Channel Distribution*, no. DOI 10.1109, p. 103-110, IEEE computer society, January 2008. ISBN 978-0-7695-3406-0.
- [7] Homberg, B., Baumann, C., Kurzenberger, P., Latz, V., Korb, H. Telemonitoring in der Prävention – ein zukunftsweisendes Konzept zur Gewichtsreduktion bei Adipositas. In Tagungsband 3. Deutscher AAL Kongress, 26.-27. Januar 2010, Berlin, Beitrag 13.2, VDE Verlag GmbH Berlin Offenbach.
- [8] Jäger, K.-W., Weiniger, R. Silver Gaming – ein zukunftsreicher Baustein gegen altersbedingte Isolation. In Tagungsband 3. Deutscher AAL Kongress, 26.-27. Januar 2010, Berlin, Beitrag 15.1, VDE Verlag GmbH Berlin Offenbach.
- [9] Kato, P.M., Cole, S.W., Bradlyn, A.S., and Pollock, B.H. 2008. A video game improves behavioural outcomes in adolescents and young adults with cancer: A randomized trial. *Pediatrics*, 122 (2), 305-317.
- [10] Kliem, A. and Wiemeyer, A. Comparison of a Traditional and a Video Game Based Balance Training Program. Selected Papers of the GameDays 2010, published in: Josef Wiemeyer, Stefan Göbel: *International Journal of Computer Science in Sport*, Volume 9/Special Edition Serious Games for Sports and Health, p. 37-50, August 2010. www.iacss.org.
- [11] Kretschmann, R., Dittus, I., Lutz, I., and Meier, C. Nintendo Wii Sports: Simple gadget or serious „measure“ for health promotion? – A pilot study according to the energy expenditure, movement extent, and student perceptions. Proceedings of the GameDays 2010 – Serious Games for Sports and Health, Darmstadt, 2010, 147-159.
- [12] Mehm, F., Göbel, S., Radke, S., Steinmetz, R. *Authoring Environment for Story-based Digital Educational Games*. In: Michael D. Kickmeier-Rust: *Proceedings of the 1st International Open Workshop on Intelligent Personalization and Adaptation in Digital Educational Games*, p. 113-124, October 2009.
- [13] Mehm, F., Göbel, S. Authoring-Tools für die Erstellung von Exergames. In: J. Wiemeyer, D. Link, R. Angert, B. Holler, A. Kliem, N. Roznawski, D. Schöberl, M. Stroß: *Sportinformatik trifft Sporttechnologie: Abstractband zur Tagung der dvs-Sektion Sportinformatik und der deutschen interdisziplinären Vereinigung für Sporttechnologie*, p. 172-174, Institut für Sportwissenschaft der Technischen Universität Darmstadt, September 2010.
- [14] Papastergiou, M. 2009. Exploring the potential of computer and video games for health and physical education: A literature review. *Computers & Education*, 53(3), 603-622.
- [15] G. Ulbrecht, D. Wagner, E. Gräfel, Pilotstudie zur möglichen Wirksamkeit von Sportspielen an der Wii-Konsole bei Pflegeheimbewohnerinnen und –bewohnern, Universitätsklinikum Erlangen., 2010
- [16] Wendel, V., Göbel, S. Adaption und Personalisierung von Exergames. In: J. Wiemeyer, D. Link, R. Angert, B. Holler, A. Kliem, N. Roznawski, D. Schöberl, M. Stroß: *Sportinformatik trifft Sporttechnologie: Abstractband zur Tagung der dvs-Sektion Sportinformatik und der deutschen interdisziplinären Vereinigung für Sporttechnologie*, p. 97-99, Institut für Sportwissenschaft der Technischen Universität Darmstadt, September 2010.
- [17] Wiemeyer, J. Serious Games – The Challenges for Computer Science in Sport. Proceedings of the GameDays 2010 – Serious Games for Sports and Health, Darmstadt, 2010, 173-183.