

# Mobile Motion Advisor – Ein Feedbacksystem für Sport und Bewegung an Schulen

Emanuel Preuschl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Wien

Schlüsselwörter: Feedback, Sensorik, Sportinformatik, Motivation

## Einleitung

Körperliche Bewegung im Jugendalter ist eine hervorragende Maßnahme zur Prävention zivilisatorischer Krankheiten. Soziale Gegebenheiten erzeugen wenig intrinsische Motivation, Sport zu betreiben, was zu einer Reduktion des Bewegungsausmaßes sowohl von Erwachsenen als auch von Kindern führt (vgl. Dür & Griebler, 2007). Weiss (2004) etwa verweist auf eine generell geringe Motivation zu sportlicher Aktivität unter Kindern. Bei Jugendlichen ist ein Anstieg von Zivilisationskrankheiten zu erkennen, welche mit Bewegungsmangel in Verbindung gebracht werden können. In Hinblick auf die Tatsache, dass gerade im Jugendalter jene körperlichen Voraussetzungen geschaffen werden, von denen man später als Erwachsener profitiert, sind solche Erkenntnisse sehr beunruhigend. Nicht zuletzt senkt die körperliche Aktivität in Kindes- und Jugendalter das Risiko degenerativer Erkrankungen (Baschta, 2008). So ergibt sich die Frage, wie man Schüler/-innen motiviert, sich sportlich zu betätigen. High Tech Gadgets sind unter Jugendlichen sehr beliebt und so liegt es nahe, diese Begeisterung für technische Spielereien als Motivator für Sport und Bewegung zu nutzen. Mit dem Konzept des MMA soll auf Basis moderner Sensor-, Informations- und Kommunikationstechnologien exakt dieser Ansatz verfolgt werden (vgl. Armstrong, 2007; Chi et al., 2005).

Seit kurzem ermöglichen auch einige kommerzielle Spielekonsolen die Einbindung körperlicher Aktivität als Steuerelement im Spiel (vgl. Chi, 2008). Die sehr erfolgreiche Nintendo Wii Steuerung kann hier als Beispiel genannt werden. Um Punkte zu sammeln müssen etwa Benutzer vor dem Bildschirm die gleichen athletischen Bewegungen durchführen, wie die Avatare im virtuellen Spiel. Unter Verwendung des „Wii Balance Boards“ werden die reaktiven Kräfte infolge der ausgeführten Bewegung erfasst und im Vergleich zur Vorgabe auf Synchronität und Amplitude bewertet. Hohe Popularität erfahren zurzeit auch webbasierte Trainingsbetreuungsapplikationen (z.B. [traineo.com](http://traineo.com)). Die User können auf diesen Plattformen ihre Lieblingssportarten wählen und virtuellen Gemeinschaften beitreten, die ihre sportlichen Interessen teilen. Trainingsfortschritte werden in einem Blog für alle sichtbar dokumentiert. Auch im Bereich des präventiven und rehabilitativen Sports werden bereits speziell angepasste kabellose Sensor- und Kommunikationsnetzwerke genutzt. Ein solches Therapie- und Feedbackkonzept verfolgt beispielsweise das System „Therapy Top“ (Kranz et al., 2006). Die Bewegungen des/der Patient/-innen beim Training auf mit Sensoren ausgestatteten Balanceboards werden visualisiert, um die Kontrolle und Evaluierung der gebrachten Leistung zu ermöglichen. Im Wettkampf- und Breitensport etablieren sich Systeme, welche den

Athlet/-innen helfen sollen, Bewegungsabläufe zu optimieren oder einfach nur Überbelastungssituationen zu vermeiden (vgl. Baca & Kornfeind, 2006, 2009). Das rückwirkungsfreie Erfassen von biomechanischen und physiologischen Kenngrößen sowie die unmittelbare Rückmeldung von ausgewählten Parameterwerten an die Athlet/-innen sind hierbei von größter Bedeutung. Das Projekt MarathonNET ist beispielsweise auf das Überwachen der Positions-, Geschwindigkeits- und Herzfrequenzdaten spezialisiert. Die erfassten Daten können in weiterer Folge für jede Person gespeichert und mit der Hilfe eines Onlinedienstes analysiert werden (Pfisterer et al., 2006). Im Radsport werden speziell angepasste Computersysteme dazu verwendet, die Leistungen von Athlet/-innen besser beurteilen und kontrollieren zu können. So wurde an der TU Kaiserslautern ein kabelloses Sensornetzwerk entwickelt, welches es ermöglicht, die Positionswechsel einer inhomogenen Gruppe von Fahrradfahrern auf Basis ihrer physiologischen Daten optimal zu regeln (Jaitner & Trapp, 2008). Lösungen des ubiquitären Computings werden auch im Fitnesstrainingsbereich umgesetzt. Mit Hilfe mobiler Applikationen sollen die User motiviert werden, indem sie mit Trainingsratschlägen unterstützt werden (vgl. Stevens et al., 2006). In Abbildung 1 wird ein Feedbacksystem (vgl. Baca, 2008) illustriert, das auf miniaturisierten Sensoren sowie Informations- und Kommunikationstechnologien basiert und für die Verwendung im Wettkampfrudern konzipiert ist (Baca & Kornfeind, 2007). Verlaufsdaten ausgewählter Parameter (Kräfte, Beschleunigungen, Winkel, etc.) werden gemessen und an einen Server übertragen. Die Daten können im Zeitverlauf graphisch dargestellt und online von Expert/-innen ausgewertet werden, um auffällige Merkmale zu diagnostizieren und die Rudertechnik betreffende Empfehlungen an Trainer/-innen zu geben. Diese können daraus in weiterer Folge Anweisungen an die Athlet/-innen ableiten.

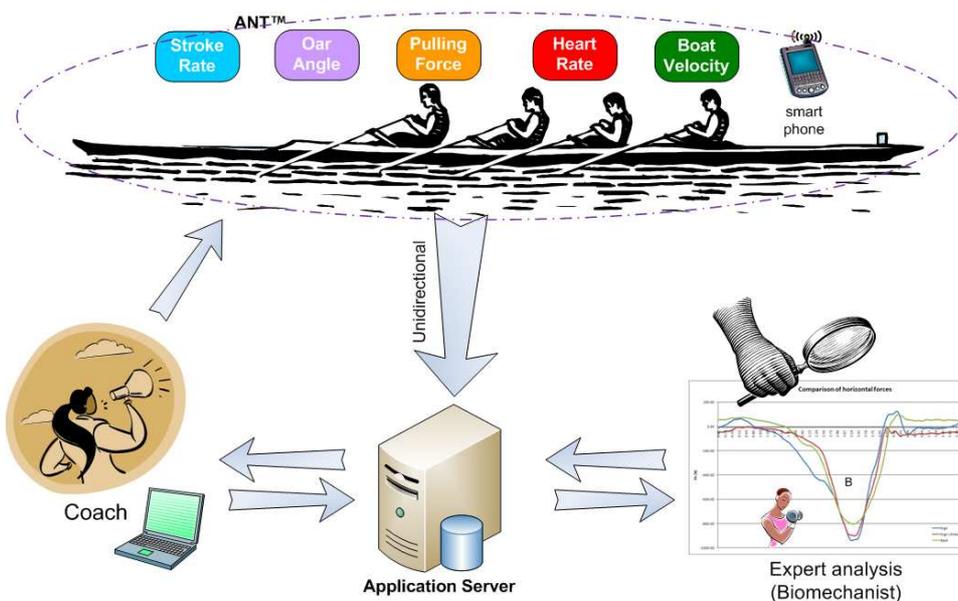


Abbildung 1: Feedbacksystem im Rudersport.

Ein System, welches die erwähnten Konzepte des Bewegungsfeedbacks und interaktiver Kommunikation integriert, könnte positive Effekte auf die Motivation der Schüler/-innen im Schulsportunterricht haben. Die Kombination des Coolness-Faktors von Hi-Tech Gadgets mit der Intelligenz solcher ubiquitärer Lösungen erscheint uns vielversprechend. In dieser Arbeit sollen die wesentlichen Strukturmerkmale des MMA sowie der aktuelle Entwicklungsstand dargestellt werden.

## Konzept

Das Konzept des MMA sieht vor, dass Lehrer/-innen und Schüler/-innen interaktive Kommunikationstechnologie zu Verfügung gestellt wird um ausgewählte Leistungsparameter zu erheben. Infolge dessen besteht die Möglichkeit die körperliche Aktivität auf das persönliche Leistungsniveau des/der Schülers/-in anzupassen. Relevante Parameter einer ganzen Klasse können dadurch gleichzeitig überwacht werden und Lehrer/-innen ist es dennoch möglich Schüler/-innen individuell zu betreuen. Die Schüler/-innen bekommen Rückmeldung über die Qualität ihrer Bewegungsausführung und lernen überdies die Reaktion des Körpers bei körperlicher Belastung besser einzuschätzen. Ausgewählte Parameterwerte werden längerfristig aufgezeichnet. Auf diese Weise können die körperlichen Veränderungen, welche durch Training hervorgerufen werden, über eine bestimmte Zeitdauer (z.B. gesamte Oberstufe) dokumentiert werden. Die positiven Effekte des Trainings werden hervorgehoben, was helfen könnte, ein gesundheitsorientiertes Verhalten zu entwickeln und die persönliche Bereitschaft, etwas Gutes für den Körper zu tun, zu verstärken. Insbesondere das Vermeiden von Überbelastungssituationen im Sport kann Schüler/-innen davor schützen, entmutigende Erfahrungen durch Erschöpfung zu erfahren.

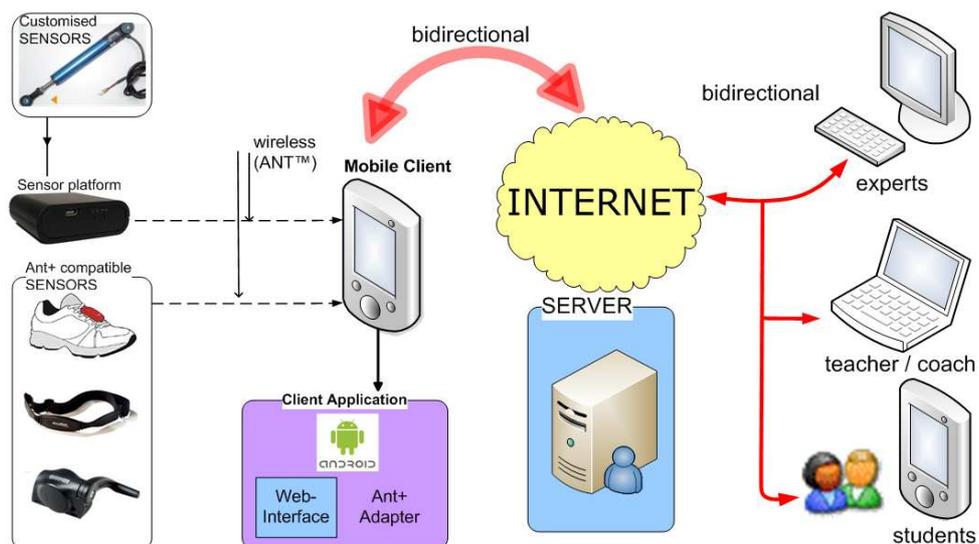


Abbildung 2: Grafische Darstellung der MMA-Systemarchitektur.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden Sensoren entweder direkt am Körper getragen oder am Sportgerät fixiert, damit sie körperbezogene Parameter wie Herzfrequenz, Geschwindigkeit oder Reaktionskräfte der trainierenden Person aufzeichnen. Die aufgenommenen Daten werden in weiterer Folge über ein „wireless body area network“ (WBAN) an ein mobiles Endgerät („A-Client“; z.B. Smart Phone), das der/die Schüler/-in bei sich trägt, gesendet. Dieses Endgerät sendet die Daten über das Internet an einen Application Server, über den sie visualisiert und analysiert werden können. In weiterer Folge werden Bewegungsempfehlungen erstellt und zurück an den/die Schüler/-in übermittelt. Dies erfolgt entweder durch den/die Lehrer/-in, eine/-n Expertin/Experten (z.B. Sportwissenschaftler/-in) oder automatisch durch den Application Server. Um dieses Konzept umzusetzen, müssen Sensoren für die jeweiligen Sportarten identifiziert und angepasst werden. Onlinedienste verwalten die Kommunikationsplattform für den Datentransfer und geben den Schülern/-innen Feedback. Die Systemarchitektur des MMA ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Umsetzung des MMA ermöglicht die Evaluation von Anwendungsszenarien ubiquitärer Technologien im Sport bezüglich deren technischer Umsetzbarkeit sowie der Akzeptanz solcher Technologien unter Jugendlichen. Des Weiteren können das richtige Timing und die Art der Feedbackgabe auf deren Wirksamkeit untersucht werden.

## **Umsetzung**

Die derzeitige Implementierung des MMA ermöglicht die Anbindung von drahtlosen Sensoren über das „ANT@+Sport“ Protokoll, welches ein weit verbreitetes WBAN Kommunikationsprotokoll innerhalb von Sportanwendungen ist. Der A-Client besteht aus einem Smart Phone (HTC® Touch 2, Windows® Mobile 6.5) und einer MicroSD-Karte (Spectec® ANT™ (<http://www.thisisant.com>) RF Card) für den Empfang der gemessenen Sensorsignale.

Die Programme des A-Clients sind derzeit in C# umgesetzt. Als Programmierumgebung wurde dabei das Microsoft® .NET Framework genutzt. Wie im GUI des A-Client in Abbildung 3 ersichtlich, wartet die Applikation auf mehreren Kanälen auf eingehende Signale von Sensoren aus der unmittelbaren Umgebung. Außerdem wird mittels GPS-Ortung die momentane Position des/der Schülers/-in festgestellt. Die Informationen werden gesammelt, temporär lokal gepuffert und – sofern eine Verbindung zum Internet besteht – an den Server übertragen, wo die mit Zeitstempeln versehenen Daten in einer Datenbank abgelegt werden.

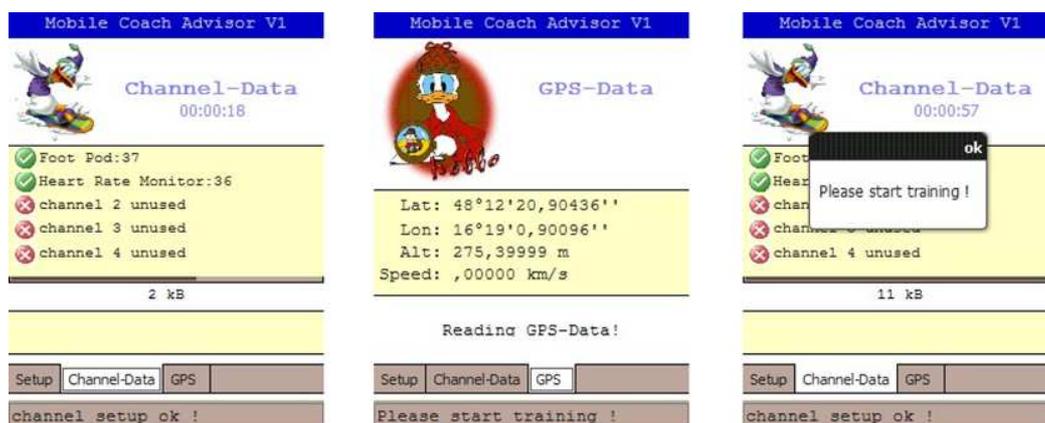


Abbildung 3: GUI der mobilen A-Client Applikation.

Die Entwicklung des (serverseitigen) E-Clients erfolgt über einen Apache™ HTTP Server. Für die Umsetzung der Datenbank wurde MySQL® Server installiert und konfiguriert. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel einer Implementierung der E-Client Applikation. In der Weboberfläche sind soeben prozessierte Sensordaten wie Schrittzahl (Strides), zurückgelegte Distanz (Distance), aktuelle Geschwindigkeit (Speed) aber auch Herzfrequenz ablesbar, welche beispielsweise über Foot Pod (Schrittzähler) und Pulsgurt erfasst werden.

Die aktuelle Implementierung ermöglicht die Visualisierung des zeitlichen Verlaufs der erfassten Parameterwerte während der Ausführung (nahezu in Echtzeit). So können Lehrer/-innen bzw. Experten/-innen die Bewegungsintensität jedes/r Schülers/-in über das gesamte Training hinweg beobachten, analysieren und steuern. Ein weiteres Feature erlaubt das Senden persönlicher Nachrichten – auch aus weiter Entfernung. Solche Nachrichten werden über den Server zurück an den/die Schüler/-in gesendet und dort als Alarmnachricht angezeigt. Akustik- und Vibrationsalarm wecken dabei die Aufmerksamkeit.

## Current exercises



Abbildung 4: E-Client des MMA.

## Weitere Arbeiten und Ausblick

Zurzeit wird an der Portierung der vorhandenen A-Client Software von Windows Mobile 6.5 auf ein Linux-basiertes Betriebssystem (Android 2.1) gearbeitet. Der bereits bestehende Verbreitungsgrad sowie der Trend zur steigenden Popularität dieses Smartphone OS (Operating System) haben zu dieser strategischen Entscheidung beigetragen. Ebenso entsteht derzeit eine universelle Hardwarelösung (Mini-USB) zur Integration der ANT™+Sport Schnittstelle, da die zurzeit verwendete microSD-Karte (Fa. Spectec) an Windows Mobile gebunden ist.

Auf Serverseite liegt der Schwerpunkt bei der Realisierung einer geeigneten Datenbankstruktur für die Benutzeradministration, das Gerätemanagement und die Verwaltung der Sensordaten. Ein wichtiges Feature für die Lehrer/-innen und Expert/-innen stellt dabei die Zugangsmöglichkeit zu den Sensordaten vergangener Trainingseinheiten der Schüler/-innen dar. So können vergleichende Analysen aktueller Daten mit vergangenen durchgeführt werden und spezifische Bewegungsempfehlungen an die Jugendlichen noch während der Trainingseinheit gesendet werden. Eine mögliche Lösung wäre es, die Übungseinheiten zu klassifizieren und zu optimieren, indem Modelle der gegenseitigen Abhängigkeit der Trainingsumfänge und deren Wirkung auf die Schüler/-innen entwickelt bzw. eingebunden werden. Solche Meta-Modelle und Zeitreihenanalysen können dann in weiterer Folge zum Zweck der Umsetzung von intelligenten Routinen zur automatischen Generierung von Feedbackmeldungen verwendet werden.

Umfassende Tests und eine Schlussevaluierung des Systems sind erforderlich, um die Akzeptanz sowie die Anwendbarkeit des MMA zu überprüfen und zu dokumentieren.

## Diskussion

Aufgrund der rasant fortschreitenden technologischen Entwicklungen verbessern sich die Betreuungsmethoden im Bereich des Gesundheitssports in den letzten Jahren kontinuierlich. Die hohe Bedeutung und die zunehmende Anwendbarkeit IT-basierender Betreuungssysteme werden durch den konzeptuellen Ansatz des MMA verdeutlicht. Insbesondere die Kombination von mobilen Technologien mit serverbasierenden Feedbackmethoden, welche auf der Integration moderner Sensor-, Informations- und Kommunikationstechnologien aufbauen, stellt ein Novum auf diesem Gebiet dar.

Durch die zunehmende Miniaturisierung kabelloser Sensoren wird der Bewegungsablauf bei der Erfassung unterschiedlicher biomechanischer und physiologischer Kenngrößen immer weniger eingeschränkt; in einigen Fällen gestaltet sich die Messung gänzlich rückwirkungsfrei.

Zusätzlich werden auch die mobilen Endgeräte immer kleiner und vielseitiger einsetzbar. Auch deren Bedienung wird immer einfacher. Die Verbindung zum Internet oder zu Sensornetzwerken kann nahezu überall und zu jeder Zeit hergestellt werden.

Auf diese Art und Weise ergeben sich für eine Schulsportklasse große Vorteile. Zugriff auf und Analyse von Trainingsresultaten sind direkt nach den Bewegungseinheiten bzw. zum Teil sogar während der Bewegungsausführung möglich.

Die bedeutendste Innovation des MMA-Projekts stellt die Integration von Onlinemethoden für die Analyse von Echtzeitdaten, mitsamt der Möglichkeit der Einbindung von intelligenten Algorithmen zur automatischen Generierung von basierenden Empfehlungen zur Bewegungsausführung, dar.

Bereits am Markt erhältliche Systeme wie der Nokia® Sportstracker (<http://sportstracker.nokia.com>) sind ebenfalls in der Lage, die Performancedaten von Athleten aufzeichnen und bieten entsprechende Portale, um diese Daten über das Internet auch nach zu verfolgen, wobei allerdings lediglich Herzfrequenz- und GPS-Daten ausgelesen werden. Es werden aber keinerlei Feedbackroutinen angeboten. Ebenso gibt es bei der kommerziellen Entwicklung von Athlosoft® (<http://www.athlosoft.com>) keine Möglichkeit, externe Spezialisten/-innen einzubeziehen, da die Sensordaten lokal prozessiert werden.

Es ist uns kein anderes Systemkonzept bekannt, bei dem mobile Sensordatenerfassungsmethoden mit zentralisierten Analyseroutinen in der Art und Weise kombiniert werden, wie das beim MMA der Fall ist.

## Schlussfolgerung

Diese Arbeit beschreibt die derzeitige Entwicklung eines serverbasierenden mobilen Bewegungsbetreuungssystems, wobei die aus der Anwendung des Systems entstehenden Vorteile für Schüler/-innen und Sportlehrer/-innen durch die Möglichkeiten moderner Sensor-, Informations- und Kommunikationstechnologien hervorgehoben werden.

Zuerst bietet die Verwendung miniaturisierter kabelloser Sensoren in Verbindung mit mobilen Endgeräten praktikable Möglichkeiten zur Erfassung, Speicherung und Übertragung sportspezifischer Leistungsparameter. Weiters ergibt sich aus der Integration von serverbasierenden Zugriffsmöglichkeiten auf die Sensordaten eine Entscheidungsgrundlage für Betreuer/-innen und Expert/-innen aufgrund derer sie Empfehlungen an körperlich aktive Schüler/-innen zurücksenden können, auch wenn sie sich an einem (weit) entfernten Ort aufhalten.

Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass das MMA-System eine zukunftsorientierte Grundlage für die gesundheitsorientierte Bewegungsbetreuung im Schulsport darstellt. Weitere Umsetzungsschritte sind erforderlich, um den vorliegenden Prototypen in ein für den Benutzer in der Praxis anwendbares System umzusetzen.

## Danksagung

Dieses Projekt wird im Rahmen des Förderprogramms Sparkling Science, das vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung gefördert wird, durchgeführt.

## Literatur

- Armstrong, S. (2007). Wireless connectivity for health and sports monitoring: a review. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 285-289.
- Baca, A., Kornfeind, P. (2009). Mobile Coaching im Sport. In M. Lames, C. Augste, O. Cordes, C. Dreckmann, K. Görsdorf & M. Siegle (Hrsg.), *Gegenstand und Anwendungsfelder der Sportinformatik* (S. 97-101). Hamburg: Czwalina.
- Baca, A. (2008). Feedback systems. In P. Dabnichki & A. Baca (Eds.), *Computers in Sport* (pp. 43-67). Boston: WIT Press.
- Baca, A. & Kornfeind, P. Mobile Coaching in Sports. In J.E. Bardram et al. (Eds.), *Adjunct Proceedings of Ubi-Comp 2007* (pp. 172-179).
- Baca, A. & Kornfeind, P. (2006). Rapid feedback systems for elite sports training. *IEEE Pervasive Computing*, 5 (3), 70-76.
- Baschta, M. (2008). Subjektive Belastungssteuerung im Sportunterricht. Trainingspädagogische Überlegungen und empirische Befunde zum Trainieren im Schulsport. Göttingen: Cuvillier.
- Chi, E. H. Sensors and Ubiquitous Computing Technologies in Sports.(2008) In P. Dabnichki & A. Baca (Eds.), *Computers in Sport* (pp. 249-268). Boston: WIT Press.
- Chi, E. H., Borriello, G., Hunt, G. & Davies, N. (2005). Pervasive Computing in Sports Technologies. *IEEE Pervasive Computing*, 4 (3), 22-25.
- Dür W, Griebler R. Gesundheit der österreichischen SchülerInnen im Lebenszusammenhang. Ergebnisse des WHO-HBSC-Survey 2006. (2007). Wien: Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend.
- Jaitner, T. & Trapp, M. (2008). Application of Service Oriented Software Architectures in Sports: Team Training Optimization in Cycling. *International Journal of Computer Science in Sports*, 7 (2), 33-45.

- Kranz, M., Holleis, P., Spiessl, W., Schmidt, A. & Tusker, F. (2006). The Therapy Top Measurement and Visualization System - An Example for the Advancements in Existing Sports Equipments. *International Journal of Computer Science in Sport*, 5 (2), 76-80.
- Pfisterer, D., Lipphardt, M., Buschmann, C., Hellbrück, H., Fischer & S., Sauselin, J. H. MarathonNet: Adding value to large scale sport events – A connectivity analysis. (2006). In InterSense '06, vol.138: Proc. of the First Int. Conf. on Integrated Internet Ad hoc and Sensor Networks. Nice, France: ACM.
- Stevens, G., Wulf, V., Rohde, M. & Zimmermann, A. Ubiquitous Fitness Support Starts in Everyday's Context. (2006). In E. F. Moritz & S.Haake (Eds.), *The Engineering of Sport 6*, vol. 3 (pp. 191-196). New York: Springer.
- Weiss, M. R. Motivating kids in physical activity (2004). In C. B. Corbin, R. P. Pangrazi, & B. D. Franks (Eds.), *Physical fitness & activity: Selected topics*, vol. 2 (pp. 157-166). Scottsdale, AZ: Holcomb Hathaway, Publishers.