

به نام خدا



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

محاسبات همه جا حاضر در ورزش: بررسی و تحلیل

رشته مهندسی کامپیوتر

سپهر عبادی

استاد راهنما:

دکتر محمد حسین منشئی

پاییز ۱۴۰۱

چکیده

محاسبات فراگیر اصطلاحی برای استفاده هم افزایی از سنجش، ارتباطات و محاسبات است. استفاده فراگیر از محاسبات در دهه جاری افزایش سریعی داشته است. این پیشرفت در علوم ورزشی کاربردی و زندگی روزمره گسترش یافته است.

این کار بررسی پیشرفت‌های اخیر در ورزش و اوقات فراغت را با تأکید بر فناوری و تکنیک‌های محاسباتی ارائه می‌کند. تجزیه و تحلیل دقیق در مورد پیشرفت های فن آوری جدید انجام شده است. سنسورهایی برای تشخیص موقعیت و حرکت، و مانند تجهیزات و نظارت فیزیولوژیکی مورد بحث قرار می‌گیرند. جنبه‌هایی از روندهای جدید در فن آوری های ارتباطی و پردازش داده ها تشریح شده است.

پیشرفت‌های محاسباتی روند جدیدی را در توسعه سیستم‌های هوشمند برای طیف گسترده‌ای از کاربردها آغاز کرده است - از تشخیص وضعیت مبتنی بر مدل تا الگوریتم‌های آگاهی از زمینه برای نظارت بر تغذیه. مثال‌های مخصوص مربیگری و آموزش مورد بحث قرار می‌گیرند. ابزارهای منتخب برای نظارت بر انطباق قوانین و تصمیم‌گیری خودکار مشخص شده است. در نهایت، برنامه‌های کاربردی در اوقات فراغت و سرگرمی ارائه می‌شوند، از سیستم‌هایی که از فعالیت بدنی پشتیبانی می‌کنند تا سیستم‌های ایجاد انگیزه.

نتیجه‌گیری می‌شود که تأکید در آینده از فناوری‌ها به سیستم‌های هوشمند تغییر خواهد کرد که امکان تعامل اجتماعی افزایش یافته را فراهم می‌کنند، زیرا باید تلاش‌هایی برای بهبود کاربرپسندی و استاندارد سازی پروتکل‌های اندازه‌گیری و انتقال انجام شود.

واژه های کلیدی: ردیابی، محاسبات فراگیر، GPS، حسگرها، بازخورد

فهرست

۱- مقدمه.....	۲
۲- مروری بر تحولات جدید فناوری.....	۵
۱-۲ سنسورها.....	۵
۲-۲ سنسورهای تشخیص موقعیت.....	۵
۲-۳ سنسورهای تشخیص حرکت.....	۵
۴-۲ نظارت بر تجهیزات.....	۶
۵-۲ نظارت فیزیولوژیکی.....	۶
۳- فناوری های ارتباطی.....	۸
۱-۳ دستگاه ها و پروتکل ها.....	۸
۲-۳ شبکه ها.....	۸
۴- دستگاه های پردازش داده.....	۱۰
۱-۴ ریز پردازنده ها.....	۱۰
۲-۴ رایانه های شخصی ، PDA ها و سرورها.....	۱۰
۵- کاربردها.....	۱۲
۱-۵ سیستم های تجزیه و تحلیل.....	۱۲
۲-۵ سیستم های مربیگری و آموزشی.....	۱۴
۳-۵ سیستم های تصمیم گیری.....	۱۷
۴-۵ سیستم های اوقات فراغت و سرگرمی.....	۱۷
۶- مبانی اولیه محاسبات فراگیر.....	۲۰
۷- نتیجه گیری.....	۲۲
۸- مراجع.....	۲۴

فهرست اشکال

- شکل ۱. سیستم برای ارائه بازخورد. پارامترهای عملکرد بدنی ورزشکاران بررسی می شود. بازخورد ممکن است با پردازش مستقیم داده در PDA/Smartphone و غیره ارائه شود. یا از طریق حلقه سرور، که امکان ادغام دانش متخصص را فراهم می کند. ۸
- شکل ۲. مجموعه عمومی برای طبقه بندی عملکردی ضبط حرکت بدون نشانگر طبق موزلاند و گرانوم (2001). ۱۲
- شکل ۵. سیستم برای نظارت بر داده های عملکرد در قایقرانی. در طول تمرین، داده های به دست آمده به صورت بی سیم به نوت بوک مربی منتقل می شود. ۱۶

فصل ۱:

مقدمه

۱- مقدمه

الهام بخش توسعه محاسبات همه جا حاضر را می توان به اواخر دهه هشتاد و زمانی که این ایده در آزمایشگاه های PARC زیراکس مطرح شد، ردیابی کرد. مارک ویزر که به طور گسترده برای این ایده اعتبار دارد، انگیزه اجتماعی بسیار عمیقی برای استفاده از رایانه داشت، زیرا او دسکتاپ ها و بردها را افرادی تفرقه افکن و بیگانه می دانست. با این حال، او در میان بسیاری دیگر متوجه شد که فناوری هنوز عقب مانده است و از تحقق ایده های الهام بخش آنها جلوگیری می کند، بنابراین تمرکز اولیه روی پیشرفت های سخت افزاری قرار گرفت که امکان استفاده همه جانبه از محاسبات را فراهم می کرد. پیشرفت های تکنولوژیکی بعدی منجر به طراحی حسگرها، ریزپردازنده ها و دستگاه های ارتباطی قدرتمند با اندازه کوچک برای جمع آوری، پردازش و انتقال داده ها به صورت بی سیم شده است. بنابراین پردازش اطلاعات ممکن است در اشیاء روزمره ادغام شود بدون اینکه کاربر از سخت افزار پشت آن آگاه شود. این گسترش دستگاه های محاسباتی در زندگی روزمره به معنای محدودتر در طیف های مختلف زندگی، «رایانش فراگیر» («محاسبات فراگیر») نامیده می شود. این تعریف تا حدی محدود کننده در کار فعلی استفاده می شود.

در ورزش، از این فناوری های محاسباتی فراگیر برای به دست آوردن، تجزیه و تحلیل و ارائه داده های عملکردی بدون تأثیرگذاری بر ورزشکاران در طول تمرین و مسابقات استفاده می شود. برای مثال، سیستم های بازخورد پیچیده به منظور کاهش زمان برای بهبود تکنیک توسعه داده شده اند (Baca & Kornfeind, 2006؛ Liebermann و همکاران، 2002). اطلاعات بیشتر را می توان برای نشان دادن بخش های عملکرد در پخش های ورزشی به دست آورد.

حسگرها یا به بدن ورزشکار و یا به تجهیزات ورزشی (مانند شتاب سنج ها، ژيروسکوپ ها یا سیستم موقعیت یابی جهانی [GPS] - گیرنده ها) یا تعبیه شده در محیط (مانند دوربین ها، دستگاه های الکترونیکی نوری). فناوری شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) از دو جزء تشکیل شده است. برچسب های خاصی که سیگنال های منحصر به فردی از خود ساطع می کنند، به ورزشکار/تجهیزات متصل می شوند و ممکن است توسط خوانندگان مسافت کوتاهی که در محیط نصب شده اند، شناسایی شوند.

در یک راه اندازی معمولی (غیر ویدیویی یا مبتنی بر RFID)، حسگرها داده های عملکرد مربوطه را به دست می آورند. سیگنال های دیجیتالی سپس از طریق پروتکل های برد کوتاه (مانند بلوتوث) به یک کلاینت تلفن همراه (مثلاً تلفن همراه) منتقل می شوند و از آن به یک سرور اینترنتی (به عنوان مثال از طریق سرویس رادیویی بسته عمومی [GPRS])، یک داده تلفن همراه بسته گرا ارسال می شوند. خدمات (آرمسترانگ، 2007؛ باکا و کورنفایند، 2007).

تحولات جدید اصلی را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

(۱) پیشرفت های فن آوری در کوچک سازی دستگاه ها و افزایش توانایی آنها برای انتقال داده ها در فواصل قابل توجه و

(۲) توسعه الگوریتم هایی برای پردازش سریع و/یا دقیق داده ها در ارائه بازخورد (سریع) که نشان دهنده گامی محکم در جهت سیستم های هوشمند است.

در این مقاله مروری، ما یک بررسی از پیشرفت های اخیر در این زمینه ارائه می کنیم، زیرا در مورد پیشرفت های فناوری جدید در سراسر برنامه بحث می کنیم، در حالی که توسعه الگوریتم های جدید، سیستم های هوشمند و هوشمند توسط برخی از برنامه های کاربردی مورد بحث قرار می گیرد. برنامه های کاربردی به سیستم های تجزیه و تحلیل، سیستم های مربیگری و آموزشی، سیستم های تصمیم گیری و همچنین سیستم های مورد استفاده در زمینه های اوقات فراغت و سرگرمی طبقه بندی شده اند، حتی اگر یک انتساب دقیق در بسیاری از موارد ممکن نبوده است.

فصل ۲:

مروری بر تحولات جدید فناوری

۲- مروری بر تحولات جدید فناوری

۱-۲ سنسورها

طیف گسترده ای از انواع مختلف حسگر در برنامه های ورزشی برای اندازه گیری کمیت های فیزیکی مانند نیرو، گشتاور، فشار، شتاب (خطی)، سرعت (خطی/زاویه ای) و موقعیت (خطی/زاویه ای) استفاده می شود. بسته به کاربرد، سنسورها را می توان روی قسمت هایی از تجهیزات ورزشی نصب کرد یا مستقیماً به بدن سوژه متصل شد (که اغلب به عنوان لوازم الکترونیکی پوشیدنی نامیده می شود). پیشرفت دومی تحقیقات ورزشی را با امکانات هیجان انگیز متنوعی ارائه کرده است که در زیر مورد بحث قرار می گیرد.

۲-۲ سنسورهای تشخیص موقعیت

سیستم های مبتنی بر GPS برای تعیین موقعیت (و سرعت) در فعالیتهای ورزشی مناسب هستند، جایی که ورزشکاران در مسیرهای نسبتاً ساده ای مانند قایقرانی، دوچرخه سواری، دویدن حرکت می کنند (Townshend, Worringham, و Stewart, ۲۰۰۸). آنها در مقایسه با سیستم های GPS دیفرانسیل دقیق تر (dGPS) که به یک ایستگاه مرجع ثابت نیاز دارند، وسیله ای ارزان تر و آسان تر برای کار کردن ارائه می کنند. با این حال، هر دو روش ممکن است فقط در فضای باز و در شرایط آب و هوایی خوب مورد استفاده قرار گیرند و برای ردیابی به آنتن های کوچک روی اشیاء نیاز دارند.

۳-۲ سنسورهای تشخیص حرکت

از شتاب سنج ها می توان برای اندازه گیری تغییرات موقعیت استفاده کرد. از نظر تئوری، یک سیگنال شتاب که یک بار یکپارچه می شود، سرعت می دهد، و یکپارچه دو برابر تغییر در موقعیت است. در عمل، حتی سیگنال های آلوده به نویز ناچیز نیاز به اصلاحات وزن دقیق دارند. یکی از کاربردهای بسیار محبوب چنین دستگاه هایی در حوزه واقعیت مجازی است. سیستم های تعامل انسان-کامپیوتر که شامل ردیابی موقعیت هستند قبلاً برای ورزش های مختلف طراحی شده اند. حرکات کاربران گرفته شده و به عنوان ورودی برای کنترل اجرای مجازی به منظور بهبود حس واقعیت و لذت در طول تجربه بازی استفاده می شود. دستگاه های ردیابی سر، دست و بدن توسعه یافته و به طور فعال مورد استفاده قرار گرفته اند (کاتز، پارکر، تایرمن و لوی، ۲۰۰۸).

۲-۴ نظارت بر تجهیزات

استفاده از حسگرها برای داده های ورودی و اعتبارسنجی در طراحی ورزشی و بهبود هدفمند عملکرد ورزشی رایج شده است. به عنوان مثال، برای نظارت بر بارهای روی قطعاتی مانند قاب دوچرخه، راکت های تنیس یا چوب گلف، می توان فشار سنج ها را در موقعیت های انتخاب شده برای اندازه گیری تنش مکانیکی که به خوبی با نیروها یا گشتاورها مطابقت دارد، اعمال کرد (هوفمن، ۱۹۸۹). محاسبات فراگیر ابزاری نهایی را برای این پیشرفت ها فراهم کرده است زیرا امکان آزمایش تجهیزات در شرایط میدانی را فراهم می کند یا ابزاری را برای شبیه سازی مکانیکی فعالیت ورزشی فراهم می کند.

هنگامی که طراحی و عملکرد تجهیزات مورد توجه اصلی باشد، می توان از یک مجری انسانی استفاده کرد و حسگرهای مربوطه را روی تجهیزات نصب کرد. مزایای چنین رویکردی نسبت به آزمایشات آزمایشگاهی کلاسیک توسط فاس و گلن (۲۰۰۷) در مطالعه پارامترهای مواد چوب اسکی نشان داده شده است. این مطالعه یک تصویر عالی از چگونگی تأثیر آنالیز میدانی بر روش توسعه آزمایش های آزمایشگاهی و در نهایت بهبود طرح های اسکی و اسنوبرد است.

۲-۵ نظارت فیزیولوژیکی

هجوم زیادی از دستگاه های جدید وجود دارد که امکان نظارت بر انواع پارامترهای فیزیولوژیکی را فراهم می کند. پوشش دادن تمام جنبه های جدید توسعه در چارچوب این مقاله غیرممکن است و به همین دلیل است که ما بر روی چند برنامه کاربردی غیرتهاجمی برجسته تمرکز خواهیم کرد. این سیستم ها از نظر درجه پیچیدگی متفاوت هستند.

مزایای چنین سیستم هایی هزینه نسبتاً کم و ارائه سریع اطلاعات تکمیلی به مربیان است. نقطه ضعف در این واقعیت نهفته است که آنها تمایل به جمع آوری مقدار زیادی داده دارند و در عمل می توانند به جمعیت بسیار کمی از ورزشکاران که تعداد زیادی کارمند پشتیبانی در اختیار دارند، خدمت کنند. سطح بعدی پیچیدگی توسط سیستم هایی نشان داده می شود که تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده را به جای ارسال داده های حسگر ارائه می دهند.

این سیستم ها مستقیماً سطح بالاتری از اطلاعات سازمان یافته را فراهم می کنند و تصمیم گیری را تنها به کاربران نهایی می گذارند. از این رو مداخلات را در صورت لزوم سرعت می بخشند و تقاضا برای نیروی انسانی برای مقابله با داده های جمع آوری شده را کاهش می دهند.

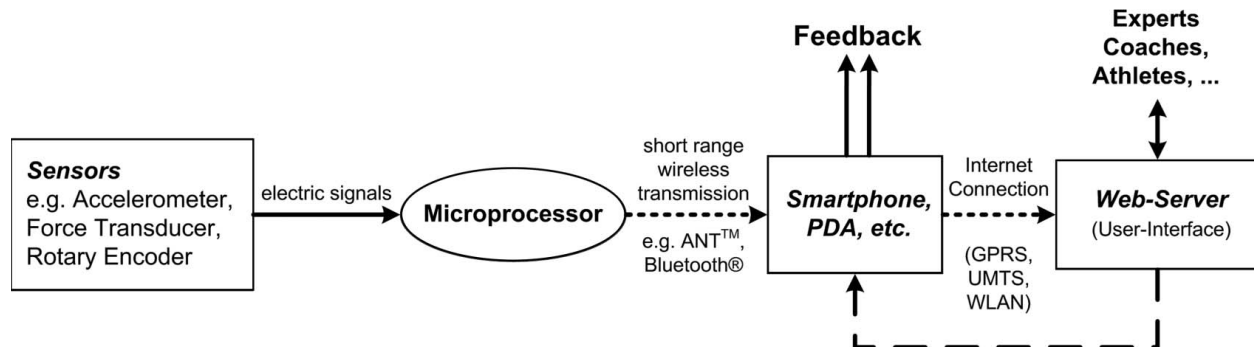
فصل ۳:

فناوری های ارتباطی

۳- فناوری های ارتباطی

۳-۱ دستگاه ها و پروتکل ها

تلفن های همراه، دستیارهای دیجیتال شخصی (PDA) و گوشی های هوشمند ممکن است به عنوان کلاینت های تلفن همراه برای دریافت داده ها از طریق پروتکل های برد کوتاه از سنسورها، پردازش این داده ها و/یا ارسال آن ها به سایر دستگاه های محاسباتی مانند سرور اینترنتی از طریق GPRS استفاده شوند. ، یک سرویس داده تلفن همراه بسته محور، سیستم مخابراتی جهانی موبایل (UMTS) یا، در صورت وجود، همچنین شبکه محلی بی سیم (WLAN). شکل (۱)



شکل ۱. سیستم برای ارائه بازخورد. پارامترهای عملکرد بدنی ورزشکاران بررسی می شود. بازخورد ممکن است با پردازش مستقیم داده در PDA/Smartphone و غیره ارائه شود. یا از طریق حلقه سرور، که امکان ادغام دانش متخصص را فراهم می کند.

۳-۲ شبکه ها

راه حل های سخت افزاری معاصر نه تنها اتصالات شبکه نقطه به نقطه یا ستاره، بلکه شبکه های خوشه ای و مش را نیز امکان پذیر می سازد. سخت افزاری که از این انواع شبکه های انعطاف پذیرتر پشتیبانی می کند، می تواند به عنوان مثال برای ساخت شبکه های حسگر بی سیم پیچیده («شبکه های مدیریت شده») با توانایی خودسازماندهی طراحی منطقی خود استفاده شود (Pfisterer et al., 2006).

برای مثال، شبکه های مشبک، با مسیریابی بسته های داده در امتداد گره های مجاور، امکان گسترش دامنه یک گره را فراهم می کنند و می توانند به استفاده کارآمدی از نرخ داده های موجود دست یابند.

فصل ۴:

دستگاه های پردازش داده

۴-دستگاه های پردازش داده

۴-۱ ریز پردازنده ها

در کاربرد اخیر حسگرها، نظارت و ارزیابی عملکرد، تاکید قابل توجهی بر پاسخگویی بلادرنگ توسط سیستم ها برای اهداف بهبود عملکرد شده است. اگر قرار است چنین وسیله ای بر روی یک قطعه نصب شود، نیاز دیگری وجود دارد که دستگاه باید از نظر اندازه به حداقل برسد و باید به راحتی در محیط بیرونی در مکان های جغرافیایی مختلف استفاده شود. از این رو، یک کامپیوتر در مقیاس کامل در حال حاضر گزینه ای نیست و در عوض از ریزپردازنده هایی استفاده می شود که در عرض میکروثانیه به سیگنال های خاص پاسخ می دهند.

۴-۲ رایانه های شخصی ، PDA ها و سرورها

در بسیاری از موارد قلب سیستم کامپیوتر با قدرت پردازش بالای آن است در حالی که دستگاه های جانبی مرتبط مانند آشکارسازهای لرزش و پروژکتور دیجیتال برای ارائه بازخورد وجود دارد. آنها امکان بازخورد سریع و مؤثر را فراهم می کنند و می توانند استفاده از مربیگری را به دلیل استفاده از مهارت های خودآموزی بازیکنان به حداقل برسانند، بررسی جامع این نوع سیستم ها و چالش های فناوری مرتبط در Chi (۲۰۰۸) موجود است.

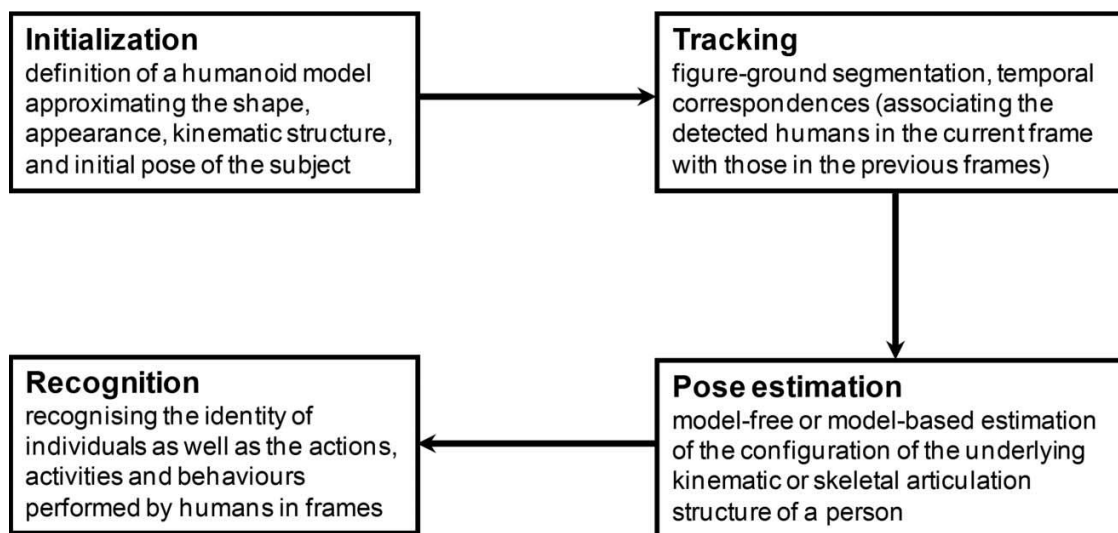
فصل ۵:

کاربردها

۵- کاربردها

۵-۱ سیستم های تجزیه و تحلیل

الگوریتم های پیچیده از بینایی کامپیوتری نه تنها امکان ثبت سینماتیک حرکت یک ورزشکار را بدون استفاده از نشانگرها فراهم می کنند (Moeslund, Hilton, & Krüger, 2006) بلکه همچنین می توانند الگوهای گروهی از بازیکنان را در ورزش های بازی به طور همزمان ثبت کنند. لمز، ۲۰۰۸). مجموعه کلی یک طبقه بندی عملکردی ارائه شده توسط Moeslund و Granum (۲۰۰۱) در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. مجموعه عمومی برای طبقه بندی عملکردی ضبط حرکت بدون نشانگر طبق موزلاند و گرانوم، (۲۰۰۱)

Mauthner و Bischof (۲۰۰۷) به وظیفه ردیابی چندین ورزشکار مشابه در طول یک مسابقه والیبال ساحلی می پردازند. Ramanan, Forsyth و Zisserman (۲۰۰۷) یک سیستم ردیابی کاملاً خودکار را توسعه دادند که در دو مرحله کار می کند. ابتدا یک مدل از ظاهر هر فرد در یک ویدیو می سازد و سپس با شناسایی آن مدل ها در هر فریم («ردیابی با ساخت و شناسایی مدل») ردیابی می کند. یک رویکرد از پایین به بالا، اعضای بدن نامزدها را که در طول یک دنباله یافت می شوند، جمع بندی می کند، و یک رویکرد از بالا به پایین با شناسایی موقعیت های کلیدی مناسب در یک دنباله، مدل های افراد را می سازد. نویسندگان ردیاب به دست آمده را در فیلم های ورزشی (به عنوان مثال از بازی های المپیک زمستانی ۱۹۹۸)

نشان می دهند. رویکردی برای ردیابی همزمان چندین قسمت از بدن افراد در حال تعامل توسط پارک و آگاروال (۲۰۰۶) پیشنهاد شده است. در حضور انسداد و سایه متقابل، چارچوب از چندین حباب آزاد و یک مدل درشت از بدن انسان استفاده می کند. ردیابی با موفقیت برای سکانس های مختلف از جمله مشت زدن، دست دادن، هل دادن و در آغوش گرفتن تعامل بین دو نفر انجام شده است. بنابراین به نظر می رسد این روش برای ورزش های تماسی امیدوارکننده باشد.

برای تشخیص اعمال انسان در فواصل، افروس، برگ، موری و مالیک (۲۰۰۳) یک توصیفگر حرکتی را بر اساس اندازه گیری های جریان نوری در یک حجم مکانی-زمانی برای هر شکل انسانی تثبیت شده و یک معیار تشابه مرتبط برای استفاده در نزدیک ترین شکل معرفی کردند. چارچوب همسایه برای طبقه بندی عملی که توسط یک شکل انسانی در یک دنباله پرس و جو انجام می شود، نزدیکترین همسایه (های) از پایگاه داده توالی های ویدئویی ذخیره شده و حاشیه نویسی بازیابی شدند. نتایج بر روی مجموعه داده های باله، تنیس و همچنین فوتبال نشان داده شده است.

در تجزیه و تحلیل بازی، یکی از کاربردهای بالقوه فناوری، ردیابی خودکار، بازسازی و تشخیص موقعیت ها و حرکات بازیکنان و توپ در زمین است. سیستم های کامپیوتری تجزیه و تحلیل بازی مانند Amisco Pro1 (SUP) (Sport Universal Process, Nice, France), ProZone1 (ProZone Sports Ltd., Leeds, UK) یا TRACAB Image Tracking SystemTM, TRACAB Image Tracking System, Solna (سوئد) در تیم وجود دارد. ورزش هایی که از تعدادی سنسور دوربین فیلمبرداری برای گرفتن بازیکنان، داوران و توپ استفاده می کنند، بدون نیاز به تجهیزات اضافی. دی سالوو و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از Amisco Pro(R)1 (Nice، فرانسه) یک مطالعه در مقیاس بزرگ در مورد ویژگی های حرکتی بازیکنان کلاس برتر فوتبال، در طول بازی، بر اساس موقعیت بازی ارائه کرد. سیصد بازیکن درجه یک فوتبال خارج از زمین در طول ۲۰ بازی لیگ برتر اسپانیا و ۱۰ بازی لیگ قهرمانان تحت نظر قرار گرفتند. یافته های کنونی شرح مفصلی از خواسته های بازیکنان نخبه فوتبال را با توجه به نقش موقعیتی آنها در شدت های مختلف کاری ارائه می دهد که ممکن است در توسعه برنامه های تمرینی فردی مفید باشد. Sassi, Castagna, Coutts, Rampinini و Impellizzeri (۲۰۰۷) تأثیر تیم مقابل، تغییرات فصلی و تأثیر فعالیت نیمه اول را بر عملکرد بازی در بازیکنان سطح بالا بررسی کردند. معیارهای عملکرد فیزیکی با استفاده از سیستم تجزیه و تحلیل بازی ProZone(R)1 از ۲۰ بازیکن حرفه ای فوتبال از همان تیم و حریفان آنها (تعداد ۱۸۸ نفر) در طول یک فصل جمع آوری شد. فعالیت های مسابقه، مسافت ها و سایر معیارها از جمله درگیری با توپ و اوج سرعت دویدن جمع آوری شد که نشان می دهد تیم مرجع تحت تأثیر مشخصات فعالیت تیم های حریف قرار گرفته است.

در کنار چنین سیستم‌هایی، تشخیص اعمال انسان در فیلم‌های فوتبال موضوعی است که به خوبی در جامعه بینایی رایانه مورد مطالعه قرار گرفته است و رویکردها و تمرکزهای مختلفی برای مثال برای ردیابی قوی بازیکن پیشنهاد شده است (بارسلو، بینفا، و کندر، ۲۰۰۵؛ ایواس). Saito, 2004; Liu, Liang, Huang, & Zhong, Zheng, & Xue, 2006; Gao, 2006; Mavromatis, Dias, & Sequeira, 2007 یا کالیبراسیون بلادرنک برای بدست آوردن موقعیت های بازیکن و توپ در مختصات دنیای واقعی (فارین، هان و دی بایت، ۲۰۰۵).

یک سیستم پیچیده‌تر توسط لی، وو، با، لین و ژانگ (۲۰۰۷) پیشنهاد شده است که تشخیص و طبقه‌بندی خودکار اقدامات پیچیده را در یک پس‌زمینه پویا در حال تغییر ارائه می‌دهند، یعنی اقدامات غواصی برای پخش یا آموزش دنباله‌های ویدئویی غواصی. این سیستم شامل سه جزء است: یک الگوریتم تشخیص برجسته بر اساس حرکت غالب و تجزیه و تحلیل رنگ معنایی. یک الگوریتم تقسیم بندی اشیاء ویدیویی بر اساس ساخت پس زمینه پویا تطبیقی و یک مؤلفه تشخیص با استفاده از مدل های مارکوف پنهان اندکی اصلاح شده. استفاده از GPS و علاوه بر آن روش موقعیت یابی دیفرانسیل فاز (dGPS) برای ارزیابی سرعت حرکت انسان بارها مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال، لارسون (۲۰۰۳) و لارسون، برلین، جاکوبسون و هنریکسون-لارسن (۲۰۰۲)، بر استفاده از dGPS در ترکیب با شتابسنجی و اندازه‌گیری‌های زیستی (مانند گاز متابولیک، الکترومیوگرافی) برای امکان‌پذیر کردن مطالعات فیزیولوژی ورزش در این زمینه، تأکید می‌کنند. در غیر این صورت به محیط آزمایشگاه محدود می‌شود. Schutz و Merminod, Ladetto, Terrier (۲۰۰۰) به این نتیجه رسیدند که تکنیک GPS می‌تواند پارامترهای بیومکانیکی مفیدی را برای تجزیه و تحلیل تعداد نامحدودی از گام‌ها در یک محیط زندگی آزاد بدون محدودیت ارائه دهد. این باور نابجا وجود دارد که سیستم‌های محاسباتی فراگیر هدف ساده‌ای برای جمع‌آوری و بایگانی داده‌های جمع‌آوری شده توسط انواع حسگرها دارند. در واقع سیستم‌های محاسباتی فراگیر نسل جدید به‌جای ارائه داده‌های مناسب، مستقیماً با حل مسئله سر و کار دارند، چنین سیستم‌هایی را می‌توان سیستم‌های مشکل‌محور نامید.

۵-۲ سیستم‌های مربیگری و آموزشی

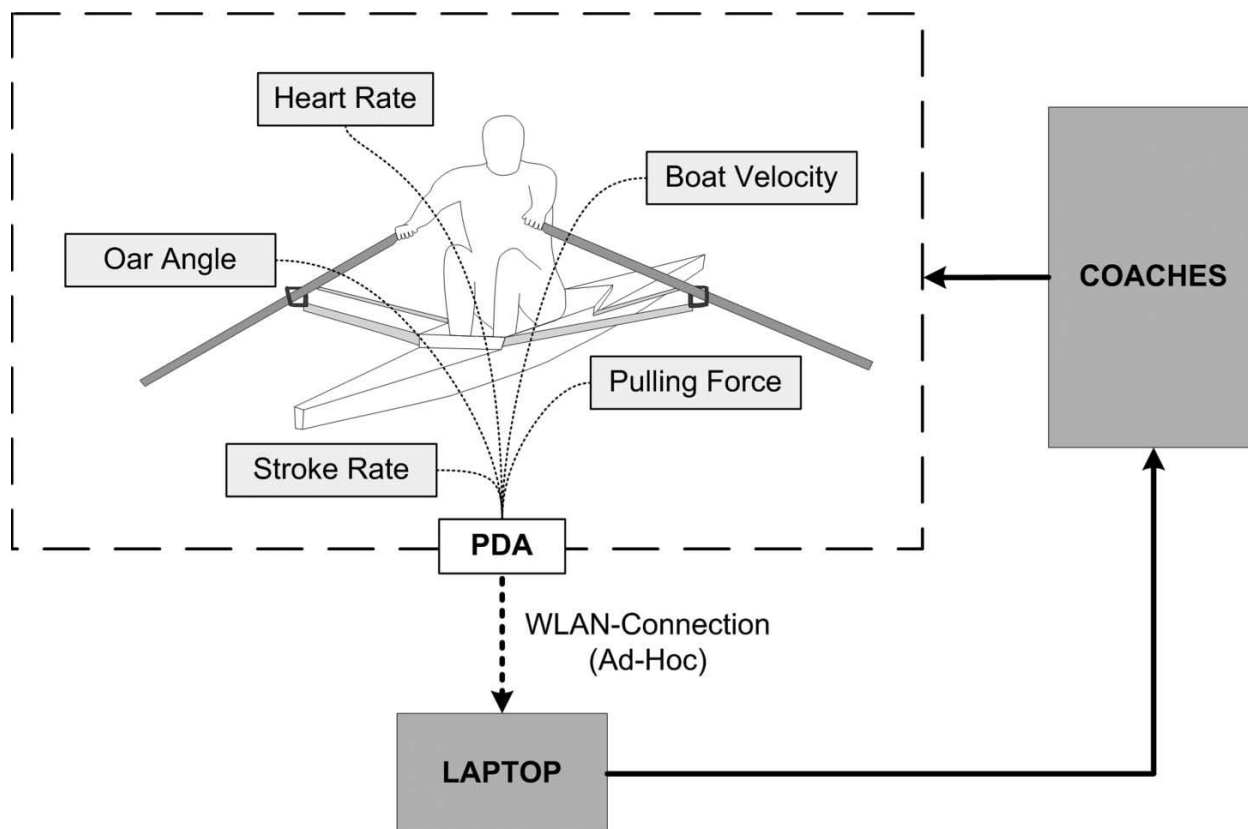
سیستم‌های نظارت بر عملکرد در زمان واقعی که امکان دسترسی فوری به اطلاعات جمع‌آوری شده را فراهم می‌کنند، بسیار مفید هستند. بنابراین ممکن است مربیان و ورزشکاران در طول تمرین و مسابقه مورد حمایت قرار گیرند.

اسکوفیر و همکاران (۲۰۰۸) سیستمی را برای بررسی و پایش ورزشکاران در زمان واقعی با تاکید بر ورزش های استقامتی و فضای باز توسعه داد. اطلاعات خود رتبه‌بندی در مورد وضعیت روانی ورزشکاران و همچنین سرعت و موقعیت GPS ممکن است با استفاده از یک برنامه کاربردی سبک وزن و بسیار موبایل جمع‌آوری شود.

باکا و کورنفایند (۲۰۰۶) چهار سیستم بازخوردی را برای استفاده در تمرین ارائه می‌کنند که در مدت کوتاهی پس از اجرای حرکت، داده‌های عملکردی را در اختیار مربیان و ورزشکاران قرار می‌دهند. در تنیس روی میز، اطلاعات آگاهی از نتایج یا در مورد موقعیت ضربه توپ روی میز یا در فاصله زمانی بین ضربه های توپ در حین سرویس داده می‌شود. دانش اطلاعات عملکرد در قایقرانی بر اساس ضربه به ضربه ارائه می‌شود (کشش نیروها و نیروهای واکنش در برانکارد پا) و در تیراندازی بیاتلون (مسیر پوزه بلافاصله قبل از تیراندازی). تمامی سیستم های اندازه گیری به گونه ای طراحی شده اند که در اجرای حرکات ورزشکاران تاثیر منفی نگذارند.

هی و کارتر (۲۰۰۵) یک سیستم جدید و بسیار امیدوار کننده برای تمرین تنیس ایجاد کردند که از مزایای محاسبات فراگیر برای اجازه دادن به تمرینات انفرادی استفاده می‌کند.

به منظور انتقال اطلاعات مربوط به عملکرد مانند موقعیت (به عنوان مثال، Kirchlechner, Beetz, و Lames, ۲۰۰۵)، نیروی واکنش (مانند Smith & Loschner, ۲۰۰۲) یا داده‌های ضربان قلب، فناوری‌های بی‌سیم به طور فزاینده‌ای استفاده می‌شوند. کالینز و اندرسون (۲۰۰۴) در مورد سیستمی برای نظارت بر داده های عملکرد در قایقرانی گزارش می‌دهند. یک PDA با قابلیت‌های WLAN داخلی و یک برد جمع‌آوری داده در یک جعبه توسعه جفت شده‌اند. PDA داده ها را از حسگرهای نصب شده روی قایق پارویی گرفته و به لپ تاپ مربی منتقل می‌کند، که ممکن است فوراً بازخورد بدهد (شکل ۵). در یک استفاده عملی معمولی، مربی یک نمای زنده از نیروهای تولید شده توسط پاروزن (به عنوان مثال نیروی کششی) دریافت می‌کند.



شکل ۵. سیستم برای نظارت بر داده های عملکرد در قایقرانی. در طول تمرین، داده های به دست آمده به صورت بی سیم به نوت بوک مربی منتقل می شود.

Michahelles و Schiele (۲۰۰۵) کاربرد حسگرهای پوشیدنی را در اسکی در سراشیبی ارائه کردند. سنسورهای مختلفی در لباس و چکمه های اسکی تعبیه شده است. اطلاعات مربوط به حرکات ورزشکار از شتاب ها، جهت گیری های زاویه ای، نیروها و فشارها به دست می آید. این می تواند کیفیت داده های ارسال شده به مربی را بهبود بخشد و به درک دیدگاه ورزشکار از اطلاعات کمک کند. والش، مارتینز و بارت (۲۰۰۶) رویکردی از این نوع را در ورزش های تیمی پیشنهاد می کنند. همه بازیکنان تیمی که در ورزش پرتاب ایرلندی رقابت می کنند، مجهز به یک کلاه ایمنی بی سیم هستند که از سنسورهای تعبیه شده مختلف برای به دست آوردن پارامترهای فیزیولوژیکی بازیکن و همچنین اندازه گیری شدت ضربه های سر استفاده می کند. اطلاعات همه بازیکنان به صورت بی سیم به لپ تاپ کناری منتقل می شود. مربیانی که این اطلاعات را روی لپ تاپ مشاهده می کنند می توانند دستورالعمل های کافی را ارائه دهند. پزشکان در مورد ایمنی بازیکن تصمیمات حیاتی می گیرند.

۵-۳ سیستم های تصمیم گیری

یکی از جنبه های خاص هنگام ارزیابی فعالیت های ورزشی، رعایت قوانین آنهاست. سیستم Hawk-Eye که برای تصمیم گیری در مورد بیرون بودن یا نبودن توپ در تنیس استفاده می شود، نمونه ای معمولی برای چنین سیستم اجرای قوانینی است.

فناوری های حسگر بی سیم نیز ممکن است از قضاات در تصمیم گیری حمایت کنند. چی (۲۰۰۵، ۲۰۰۸) سیستمی را ارائه می دهد که در مسابقات تکواندو استفاده می شود. این سیستم به سنسورهای نیرو نیاز دارد تا در محافظ بدن ورزشکاران قرار داده شود. به داوران کمک می شود تا تصمیم بگیرند که آیا ضربه یک امتیاز امتیازی بوده یا خیر. سیستم مشابهی برای استفاده در درجه اول در ورزش بوکس توسط پارتیچ و همکاران پیشنهاد شده است. (۲۰۰۵). هاردینگ، مکینتاش، هان و جیمز (۲۰۰۸) آکروباتیک هوایی را در اسنوبورد نیمه لوله به طور خودکار با استفاده از داده های شتاب سنج ها و ژيروسکوپ های نصب شده بر روی بدنه طبقه بندی می کنند. چنین سیستم هایی ممکن است قادر به ارائه کمک یا مشاوره محدود باشند، اما تصمیم در نهایت با کاربر است.

۵-۴ سیستم های اوقات فراغت و سرگرمی

سیستم های اندازه گیری فعالیت ها در ورزش در ورزش نخبه، اما همچنین برای فعالیت های ورزشی در اوقات فراغت و سرگرمی قابل استفاده است. ورزش و فعالیت های بدنی را می توان با ادغام فناوری در فعالیت یا با انگیزه از طریق فناوری، همانطور که در بازی های رایانه ای که توسط فعالیت حرکتی کنترل می شود، پشتیبانی کرد. بازی هایی که با فعالیت حرکتی کنترل می شوند. Ransom، Pfisterer، Lipphardt، Hellbrück و Fischer (۲۰۰۶) و Pfisterer و همکاران. (۲۰۰۶) سیستمی را پیشنهاد می کند که از فناوری های همه جا حاضر استفاده می کند تا مسابقات ماراتن را برای دوندگان و تماشاگران سرگرم کننده تر کند. کاربرد آنها بر اساس شبکه ای از حسگرهای متصل به دوندگان ماراتن است. حسگرها پیام ها را بین یکدیگر و با ایستگاه های پایه در طول مسیر مبادله می کنند تا داده های جمع آوری شده را به یک سیستم پشتیبان منتقل کنند. از داده های رد و بدل شده، موقعیت و ترتیب در زمینه دونده ها مشخص می شود و همچنین به باطن ارسال می شود. علاوه بر این، فرکانس های قلبی دوندگان به طور مداوم ثبت می شود. این سیستم همچنین برای نظارت بر داده های زیست پزشکی اضافی طراحی شده است.

اگر کامپیوتر و فن آوری های ارتباطی در تجهیزات ورزشی یا دستگاه های تناسب اندام ادغام شوند، می توان به سود بیشتری برای کاربران دست یافت (کرانز، اسپیس، و اشمیت، ۲۰۰۷؛ استیونز، ولف، روهد، و زیمرمن، ۲۰۰۶). به عنوان مثال، دستگاه های تناسب اندام هوشمند می توانند به طور خودکار با نیازهای کاربران سازگار

شوند و در نتیجه از انجام تمرینات به گونه ای که به بدن آنها آسیب می زند، محافظت کنند. سیستم های هوشمند اخیراً از کاربردهای مهندسی تخصصی در حوزه ورزش و اوقات فراغت معرفی شده اند. مزیت این سیستم ها این است که امکان اجتناب از استفاده از رایانه های سنتی و ارائه راه حل های محدود ساده را فراهم می کند. گسترده ترین استفاده از سیستم های هوشمند در قالب میرایی ارتعاش، به ویژه در اسکی و تنیس است.

یکی دیگر از روندهای اخیر استفاده از محاسبات فراگیر در توسعه شبیه سازها برای ورزش های مختلف از جمله ورزش تماسی است (چی، سونگ و کوربین، ۲۰۰۴). یک شبیه ساز تعاملی دوچرخه با شش درجه آزادی توسط Ma و He, Fan (۲۰۰۵) ساخته شد تا حس واقعی سواری را برای سوارکار ایجاد کند.

فصل ۶:

مبانی اولیه محاسبات فراگیر

۶- مبانی اولیه محاسبات فراگیر

استفاده فراگیر از رایانه در علوم ورزشی کاربردی پذیرفته شده و مورد انتظار است (ریلی، ۲۰۰۶). دهه آخر قرن بیستم با استفاده انبوه از رایانه ها از نظر نگهداری سوابق و پردازش داده ها توسط همه کارکنان پشتیبانی - از مربیان گرفته تا روانشناسان و فیزیوتراپیست ها مشخص شد. دهه کنونی شاهد افزایش سریع استفاده میدانی از رایانه ها در ترکیب با حسگرها و دستگاه های انتقال دهنده - محاسبات فراگیر بوده است. برخی از فناوری های جدید، مانند تکنیک های ردیابی بازیکن در ورزش های بازی یا مواردی که در بازی های رایانه ای ورزشی به کار می روند، به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند. برخی دیگر هنوز عمدتاً آزمایشی هستند، مانند دستگاه های تناسب اندام هوشمند یا بیشتر سیستم های تصمیم گیری، جایی که مقررات مسابقه باید تغییر کند. تیم ها برای مسابقات مختلف از راه دور آماده می شوند زیرا این فناوری امکان شبیه سازی شرایط دور را فراهم می کند. علاوه بر این، ورزشکاران برای اطمینان از رسیدن به بهترین شرایط و زمان بندی مداخلات به طور مداوم تحت نظارت قرار گرفته اند. همه این پیشرفت های فناوری تغییر به مربیگری و آموزش مبتنی بر شواهد را تسهیل کرد. علاوه بر این، نظارت غیر سرزده بر روی ورزشکاران اثر انگیزی مثبت دارد. همچنین پتانسیل تعامل جهانی و به اشتراک گذاری داده را افزایش داده است.

با این حال، تعدادی کاستی وجود دارد. مهمترین آنها این است که اکثر دستگاه های در حال استفاده بیشتر به کارکنان پشتیبانی نیاز دارند و از این رو فقط برای ورزش های نخبه قابل استفاده هستند. آنها این پتانسیل را دارند که مربیان را بیش از حد سنگین کنند و تمایل دارند پس از کاسته شدن هیجان اولیه کنار گذاشته شوند. نتایجی وجود دارد که نشان می دهد تلاش های فناوری ممکن است همیشه مفید نباشد. برای مثال، بازخورد مستقیم کامپیوتری در کنترل موتور، حتی می تواند مضر باشد. اکثر مشکلات فعلی مربوط به حجم داده ها و ساختار آنهاست. داده های جمع آوری شده بسیار پیچیده با بسیاری از همبستگی ها و وابستگی های ضمنی هستند. از آنجایی که چنین داده هایی به اشتراک گذاشته نمی شوند و مورد بحث قرار نمی گیرند، و بنابراین از آنجایی که رازداری بخشی اجتناب ناپذیر از ورزش نخبگان است، تصمیم گیری ذهنی و نامشخص باقی می ماند. در حال حاضر، زمان قابل توجهی به پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها اختصاص می یابد که منجر به کاهش تعامل اجتماعی در تیم ها و درگیری های شخصی بالقوه می شود. آخرین اما نه کم اهمیت ترین داده های ورزشکاران در میان تعداد زیادی از کارشناسان به اشتراک گذاشته شده است که سوالات اخلاقی واضحی در مورد حفاظت از حریم خصوصی مطرح می کنند.

فصل ۷:

نتیجه گیری

۷- نتیجه گیری

از بحث در این کار، مشخص است که پیشرفت تکنولوژی در ورزش به طور عام و محاسبات فراگیر به طور خاص فوق العاده بوده است. از حسگرها، فرستنده‌ها و آنتن‌ها گرفته تا پلتفرم‌های کامپیوتری، قطعات کوچک‌تر، بادوام‌تر، بسیار دقیق‌تر و قابل اعتمادتر شده‌اند. تقریباً هر جنبه‌ای در عملکرد و آمادگی ورزشکاران می‌تواند تجزیه و تحلیل شود و بهبود یابد. با این حال، به نظر می‌رسد که تعادل به سمت پیشرفت‌های تکنولوژیکی متمایل شده است که بر ورزشکاران و کارکنان پشتیبانی فشار می‌آورد و سپس به طور مکرر تغییر کرده و باعث سردرگمی و ناراحتی می‌شود. از این رو نیاز آشکاری به استانداردسازی در تکنیک‌های اندازه‌گیری، پروتکل‌های انتقال و ساختار داده وجود دارد. این امر ثبات را تسهیل می‌کند و فضا را برای ورزشکاران و مربیان فراهم می‌کند تا رویکردهای جدید را بیاموزند و از آنها استقبال کنند. علاوه بر این، چنین استانداردسازی و به اشتراک گذاری داده‌ها امکان نظارت موثر بر آموزش را برای کاهش استفاده از وسایل غیرقانونی فراهم می‌کند. در نتیجه، ما معتقدیم که تاکید در تحولات آینده به توسعه سیستم‌های هوشمند تغییر خواهد کرد که نه تنها می‌توانند داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند، بلکه استراتژی‌ها و مداخلات را پیشنهاد می‌کنند. این نه تنها توسط فناوری و الگوریتم‌ها، بلکه توسط شبکه‌های جهانی فراگیر اجتماعی بزرگ‌تر که تعامل گروه کاربر را تسهیل می‌کنند و به نوبه خود دانش تجربی و مبتنی بر علم را منتشر می‌کنند، تسهیل می‌شود. این شبکه‌های با نفوذ سریع، توانایی‌های خودساختاری خواهند داشت و می‌توانند نیاز به فراگیری، تعامل اجتماعی و حمایت را برطرف کنند. به نظر ما، این بهترین دلیل است که دیدگاه ویزر در سال ۱۹۸۸ نبوی بود و زمانی که فعالیت‌های اجتماعی و حرفه‌ای توسط فناوری نامرئی و مفید ادغام می‌شوند، به سرعت فرا می‌رسد. فایده بزرگ برای ورزش این خواهد بود که دانش و تخصص در ورزش در کلاس جهانی به سطح انبوه می‌رسد که به نوبه خود امکان دسترسی نخبگان به استعدادها و ایده‌های جدید را فراهم می‌کند.

فصل ۸:

مراجع

- [1] Amft, O., Kusserow, M., & Trost, G. (2007). Probabilistic parsing of dietary activity events. In BSN 2007: Proceedings of the 4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks. 13 (pp. 242–247). Berlin: Heidelberg Springer.
- [2] Amft, O., & Trost, G. (2008). Recognition of dietary activity events using on-body sensors. *Artificial Intelligence in Medicine*, 42(2), 121–136.
- [3] Armstrong, S. (2007). Wireless connectivity for health and sports monitoring: A review. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 285–289.
- [4] AWARE XC2 Athletic Form Monitor System. (2009). Retrieved May 19, 2009, from <http://www.awaretechs.com/XCountry.html>
- [5] Baca A. (2008). Feedback systems. In P. Dabnichki & A. Baca (Eds.), *Computers in sports* (pp. 43–67). Boston: WIT Press.
- [6] Baca, A., & Kornfeind, P. (2006). Rapid feedback systems for elite sports training. *IEEE Pervasive Computing*, 5(4), 70–76.
- [7] Baca, A., & Kornfeind, P. (2007). Mobile coaching in sports. In J.E. Bardram, et al. (Eds.), *UbiComp 2007: Adjunct proceedings* (pp. 172–179). Innsbruck, Austria.
- [8] Barcelo, L., Binefa, X., & Kender, J. R. (2005). Robust methods and representations for Soccer player tracking and collision resolution. *Lecture Notes in Computer Science*, 3568, 237–246.
- [9] Beetz, M., Kirchlechner, B., & Lames, M. (2005). Computerized real-time analysis of football games. *IEEE Pervasive Computing*, 4(3), 33–39.
- [10] Bloom, T., & Bradley, A. P. (2003). Player tracking and stroke recognition in Tennis video. In *Proceedings of the APRS Workshop on Digital Image Computing*, 1, 93–97.
- [11] Chi, Ed H. (2005). Introducing wearable force sensors in martial arts. *IEEE Pervasive Computing*, 4(3), 47–53.
- [12] Chi, Ed H. (2008). Sensors and Ubiquitous Computing technologies in sports. In P. Dabnichki & A. Baca (Eds.), *Computers in sport* (pp. 249–267). Boston: WIT Press.

- [13] Chi, Ed H., Song J., & Corbin, G. (2004). "Killer App" of wearable computing: Wireless force sensing body protectors for martial arts. *Proceedings 17th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (pp. 277–285). Santa Fe, NM: ACM Press.
- [14] Collins, D. J., & Anderson, R. (2004). The use of a wireless network to provide real-time augmented feedback for on-water rowing. In *Proceedings of the American Society of Biomechanics 28th Annual Conference*, 590–591.
- [15] Dabnichki, P. (2008a). Modelling, computing and sport. *Informatik Spektrum*, 31, 316–323.
- [16] Dabnichki, P. (2008b). Pervasive computing and functional textiles. In *Proceedings 2nd International Congress "Competitiveness and Technological Innovation in the Textile Sector"*. Valencia, Spain.
- [17] Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2006). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 222–227.
- [18] Efros, A. A., Berg, A. C., Mori, G., & Malik, J. (2003). Recognizing action at a distance. *IEEE International Conference on Computer Vision*, 2, 726–733.
- [19] Eskofier, B., Hartmann, E., Ku" hner, P., Griffin, J., Schlarb, H., & Schmitt, M. et al. (2008). Real time surveying and monitoring of athletes using mobile phones and GPS. *International Journal of Computer Science in Sport*, 7(1), 18–27.
- [20] Farin, D., Han, J., & de With, P. H. N. (2005). Fast camera calibration for the analysis of sport sequences. *IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, 4, 482–485.
- [21] Foss, G. C., & Glenne, B. (2007). Reducing on-snow vibrations of skis and snowboards. *Sound and Vibration*, 41(12), 22–27.
- [22] Ha"ma"la"inen, P., Ilmonen, T., Ho"ysniemi, J., Lindholm, M., & Nyka"nen, A. (2005). Martial arts in artificial reality. In *CHI '05: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 781–790). New York: ACM Press.
- [23] Harding, J., Mackintosh, C. G., Hahn, A. G., & James, D. A. (2008). Classification of aerial acrobatics in elite half-pipe snowboarding using body mounted inertial sensors. In M. Estivalet & P. Brisson (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on The Engineering of Sport* (pp. 447–456). Paris: Springer.

- [24] Hasegawa, K., & Shimizu, S. (1998). Alpineski robot and dynamical analysis of skiing turn. In S. Haake (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on The Engineering of Sport* (pp. 497–505). Oxford: Blackwell Science.
- [25] He, Q., Fan, X., & Ma, D. (2005). Full bicycle dynamic model for interactive bicycle simulator. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 5(4), 373–380.
- [26] Hellbrück, H., Lipphardt, M., Pfisterer, D., Ransom, S., & Fischer, S. (2006). *Praxiserfahrungen mit MarathonNet – Einmobiles Sensornetz im Sport*. [Practical experiences with MarathonNet – a mobile sensor net in sport]. *PIK – Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*, 29(4), 195–202.
- [27] Hey, J., & Carter, S. (2005). Perfect practice makes perfect. *IEEE Pervasive Computing*, 4(3), 54.
- [28] Hoffmann, K. (1989). *An introduction to measurements using strain gauges*. Darmstadt, Germany: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH.
- [29] Hoysniemi, J., Aula, A., Auvinen, P., Hannikaainen, J., & Hamäläinen, P. (2004). Shadow boxer: A physically interactive fitness game. In *Proceedings of the 3rd Nordic conference on Human-computer interaction* (pp. 389–392). New York: ACM Press.
- [30] Iwase, S., & Saito, H. (2004). Parallel tracking of all Soccer players by integrating detected positions in multiple view images. In *ICPR'04: Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, 4, 751–754.
- [31] Junker, H., Amft, O., Lukowicz, P., & Tröster, G. (2008). Gesture spotting with body-worn inertial sensors to detect user activities. *Pattern Recognition*, 41(6), 2010–2024.
- [32] Katz, L., Parker, H., Tyreman, H., & Levy, R. (2008). Virtual reality. In P. Dabnichki & A. Baca (Eds.), *Computers in sport* (pp. 3–41). Boston: WIT Press.
- [33] Kranz, M., Spiessl, W., & Schmidt, A. (2007). Designing ubiquitous computing systems for sports equipment. In *PerCom 2007: Proceedings of the 5th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications* (pp. 79–86). White Plains, NY: IEEE.
- [34] Lames, M. (2008). Coaching and computer science. In P. Dabnichki & A. Baca, *Computers in sport* (pp. 99–119). Boston: WIT Press.
- [35] Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33, 1093–1101.

- [36] Larsson, P., Burlin, L., Jakobsson, E., & Henriksson-Larsen, K.(2002). Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using a differential global positioning system. *Journal of Sports Sciences*, 20, 529–535.
- [37] Leica GS20 Professional Data Mapper. (2009). Retrieved May 19, 2009, from http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/GPSGIS-Data-Collectors-Leica-GS20-Professional-Data-Mapper_4502.htm
- [38] Li, H., Wu, S., Ba, S., Lin, S., & Zhang, Y. (2007). Automatic detection and recognition of athlete actions in diving video. *Lecture Notes in Computer Science*, 4352, 73–82.
- [39] Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., McClements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Science*, 20, 755–769.
- [40] Liu, Y., Liang, D., Huang, Q., & Gao, W. (2006). Extracting 3D information from broadcast soccer video. *Image and Vision Computing*, 24, 1146–1162.
- [41] Mauthner, T., & Bischof, H. (2007). A robust multiple object tracking for sport applications. In W. Ponweiser, M. Vincze, & C. Beleznai (Eds.), *Performance Evaluation for Computer Vision. 31st AAPR/OAGM Workshop 2007* (pp. 81–89). Austrian Association for Pattern Recognition.
- [42] Mavromatis, S., Dias, P., & Sequeira, J. (2007). 3D reconstruction of Soccer sequences using non-calibrated video cameras. *Lecture Notes in Computer Science*, 4633, 1254–1264.
- [43] Michahelles, F., & Schiele, B. (2005). Sensing and monitoring professional skiers. *IEEE Pervasive Computing*, 4(3), 40–46.
- [44] Moeslund, T., & Granum, E. (2001). A survey of computer vision-based human motion capture. *Computer Vision and Image Understanding*, 83, 231–268.
- [45] Moeslund, T. B., Hilton, A., & Kruger, V. (2006). A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis. *Computer Vision and Image Understanding*, 104, 90–126.
- [46] Nintendo Wii. (2009). Retrieved May 19, 2009, from <http://www.nintendo.com/wii/>
- [47] Nintendo Wii Fit. (2009). Retrieved May 19, 2009, from <http://www.nintendo.com/wiifit/launch/>

- [48] Park, S., & Aggarwal, J. K. (2006). Simultaneous tracking of multiple body parts of interacting persons. *Computer Vision and Image Understanding*, 102, 1–21.
- [49] Partridge, K., Hayes, J. P., James, D. A., Hill, C., Gin, G., & Hahn, A. (2005). A wireless-sensor scoring and training system for combative sports. In *Proceedings of SPIE*, 5649, 402–408.
- [50] Pfisterer, D., Lipphardt, M., Buschmann, C., Hellbrueck, H., Fischer, S., & Sauselin, J. H. (2006). MarathonNet: Adding value to large scale sports events – A connectivity analysis. In *InterSense '06: Proceedings of the First International Conference on Integrated Internet Ad hoc and Sensor Networks*. Nice, France: ACM Press.
- [51] Ramanan, D., Forsyth, D. A., & Zisserman, A. (2007). Tracking people by learning their appearance. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29, 65–81.
- [52] Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 1018–1024.
- [53] Reilly, T. (2006). Selected impacts of computers in the sports. *International Journal of Computer Science in Sport*, Special Edition 2, 17–24.
- [54] Ro, J. J., Chien, C. C., Wei, T. Y., & Sun, S. J. (2007). Flexural vibration control of the circular handlebars of a bicycle by using MFC actuators. *Journal of Vibration and Control*, 13(7), 969–987.
- [55] Rosenhahn, B., Kersting, U. G., Smith, A. W., Gurney, J. K., Brox, T., & Klette, R. (2005). A system for marker-less human motion estimation. *Pattern Recognition*, 36(3), 230–237.
- [56] Rusdorf, S., Brunnett, G., Lorenz, M., & Winkler, T. (2007). Real-time interaction with a humanoid Avatar in an immersive Table Tennis simulation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(1), 15–25.
- [57] Shah, H., Chokalingam, P., Paluri, B., Pradeep, N., & Raman, B. (2007). Automated stroke classification in Tennis. *Lecture Notes in Computer Science*, 4633, 1128–1137.
- [58] Smith, R. M., & Loschner, C. (2002). Biomechanics feedback for rowing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 783–791.

- [59] Stevens, G., Wulf, V., Rohde, M., & Zimmermann, A. (2006). Ubiquitous fitness support starts in everyday's context. *The Engineering of Sport*, 6(3), 191–196.
- [60] Terrier, P., Ladetto, Q., Merminod, B., & Schutz, Y. (2000). High-precision satellite positioning system as a new tool to study the biomechanics of human locomotion. *Journal of Biomechanics*, 33, 1717–1722.
- [61] Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 124–132.
- [62] Walsh, M., Martinez, R., & Barrett, J. (2006). The smart helmet: A practical demonstration of smart environments in sport. In T. Pfeifer, et al. (Eds.), *Pervasive 2006: Adjunct Proceedings* (pp. 129–134). Dublin, Ireland.
- [63] Yoneama, T., & Kagawa, H. (1998). Study on relation between the turning motion and reacting forces using a skiing robot. In S. Haake (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on the Engineering of Sport* (pp. 487–497). Oxford: Blackwell Science.
- [64] Zhong, X., Zheng, N., & Xue, J. (2006). Pseudo measurement based multiple model approach for Robust player tracking. *Lecture Notes in Computer Science*, 3852, 781–790.