Archive of SID

3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESEARCH IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
BERLIN . GERMANY 9 July, 2016
RSTCONF
سومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی
برلین - آلمان ۱۹ تیرماه ۱۳۹۵

ساخت، روایی و پایایی شتاب سنج وایرلس

علی جمالی نظری*، مهدی خالقی تازجی، علی عباسی****

* کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

** استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی

چکیده

هدف این پروژه طراحی و ساخت دستگاه شتاب سنج وایرلس در داخل کشور بوده که قابلیت حمل به محل تمرین ورزشکار و هر محیط دیگر را دارا باشد. برای ساخت این دستگاه از سنسور شتاب سنج سه محوره ADXL345 استفاده شد. استفاده از ماژول فرستنده و گیرنده رادیویی nRF24L01+ با آنتنTrace موجب ایجاد ارتباط بین قسمت فرستنده و گیرنده ی دستگاه تا مسافت 100 متر در فضای باز شده است. با استفاده از این دستگاه و نرم افزاری که مختص این دستگاه بوده، اطلاعات شتاب ورزشکار همزمان با حرکت وی در سه محور به سیستم مربی ارسال و به صورت گراف به نمایش درخواهد آمد. پس از اتمام مراحل ساخت؛ بررسی روایی همزمان، افتراقی و پایایی دستگاه صورت گرفت. انجام تمام آزمون آماری همبستگی به روش پیرسون بیانگر وجود همبستگی بین داده های شتاب سنج محقق ساخته می باشد که در سطح معنی داری آلفای 0.05 انجام گرفت. برای بررسی روایی همزمان، ملاحظه شد بین داده های شتاب دستگاه و تحلیل حرکت در نرم افزار Kinovea در راستای X و Y رابطه مثبت معنا داری وجود داشت.($p<0.05$) بنابراین دستگاه ساخته شده روایی همزمان دارد. با بررسی روایی افتراقی، ملاحظه شد بین داده های شتاب دستگاه در حرکت آهسته و سرعتی در راستای X، Yو Z رابطه معنا داری وجود نداشت.($P>0.05$) پس دستگاه ساخته شده روایی افتراقی دارد. برای بررسی پایایی دستگاه، مشاهده شد بین داده های شتاب دستگاه در تکرار حرکت در سه راستا رابطه مثبت معنا داری وجود داشت.($P<0.05$) بنابراین دستگاه ساخته شده پایایی دارد. پس از اثبات روایی همزمان، روایی افتراقی و پایایی دستگاه ساخته شده و با توجه به این مسئله که می توان از پارامتر شتاب به سایر پارامتر های کینماتیکی برسیم، پیشنهاد می شود از این شتاب سنج در رشته های مختلف ورزشی بهره برداری شود.

واژگان کلیدی: شتاب، شتاب سنج، ارتباط وایرلس، روایی همزمان، روایی افتراقی، پایایی.

www.SID.ir

Archive of SID

1. مقدمه

در دهه اخیر فناوری ساخت ابزار دقیق در ابعاد کوچک رشد فزاینده ای پیدا کرده و استفاده از حسگرها و عملگرهای میکرو و نانومتری در حوزه های بسیاری گسترش یافته است. موفقترین سنسورها در این حوزه فشارسنج می باشد. پس از فشارسنج، شتاب سنج های میکرو ماشینکاری[1] رتبه بعدی را به خود اختصاص داده اند. شتاب سنج دستگاهی است که مقدار شتاب صحیح[2] را اندازه گیری می کند (آلبرت انیشتین[3]، 1920) [1]. شتاب صحیح شتاب نسبت به جسم در حال سقوط آزاد است. شتاب سنج دارای مدل‌های یک محوری و چند محوری است که می توانند اندازه و جهت شتاب را به عنوان یک کمیت برداری اندازه گیری کنند؛ می توان از حسگرهای شتاب سنج برای تعیین موقعیت و آشکار سازی لرزش و ضربه استفاده کرد. شتاب سنج های ریزماشین کاری شده با روند رو به افزایشی در لوازم الکترونیکی قابل حمل و کنترلرهای بازی‌های کامپیوتری برای تعیین موقعیت و به عنوان ورودی بازی‌های کامپیوتری به کار می روند.

شتاب صحیح شتابی است که با توجه به نیروهای وارد بر جسم محاسبه می شود. طبق اصل هم-ارزی تفاوتی بین جسمی که در یک سفینه ی فضایی با شتاب 1g[4] حرکت می‌کند و جسمی که روی زمین قرار دارد و تحت نیروی گرانش 1g قرار دارد وجود ندارد و تحت اثر همان نیروهایی قرار دارد که جسم در حال حرکت شتاب دار تحت اثر آنها است. بنابراین شتاب سنجی که در حالت ساکن نسبت به سطح زمین قرار گرفته است شتابی برابر 1g به سمت بالا را نشان خواهد داد، زیرا هر نقطه روی سطح زمین نسبت به دستگاه مرجع لخت محلی به سمت بالا شتاب می گیرد. اگرچه این موضوع در مورد یک سقوط غیر آزاد که مقاومت هوا موجب نیروی پس کشی و کاهش شتاب می‌شود صدق نمی کند، ولی پس از اینکه به سرعت حد رسیدیم، شتاب سنج شتاب 1g به سمت بالا را احساس می کند. این شتاب ناشی از نیروی پس کشی است.

شتاب سنج ها با روند رو به افزایشی در علوم زیستی به کار می روند. ثبت فرکانس بالای شتاب‌های دوبعدی(یودا[5]و همکاران، 2001) [2] و سه بعدی(شپرد[6]و همکاران، 2008) [3] (>10Hz) اجازه مطالعه و شناخت الگوهای رفتاری را هنگامی که حیوانات از دید خارج می شوند را می دهند. علاوه بر این ثبت شتاب به محققان اجازه اندازه گیری آهنگ مصرف انرژی حیوانات در حیات وحش، به وسیله اندازه گیری فرکانس برخورد اندام ها (کاوابا[7]و همکاران، 2001) [4] را می دهد. یا می توان شتاب پویای کلی بدن(ویلسون[8]و همکاران، 2006) [5] را اندازه گیری کرد. این روش بیشتر به وسیله دانشمندان دریایی به خاطر عدم توانایی در مطالعه حیوانات در حیات حش به وسیله مشاهدات دیداری، مورد استفاده قرار می گیرد. اگرچه تعداد رو به افزایشی از زیست شناسان خشکی نیز روش‌های مشابهی را استفاده می کنند. شتاب سنج را می توان به یک تقویت کننده متصل کرد تا سیگنال مورد نظر را تقویت کند. در چند سال اخیر، شرکت‌های Nike ، Polar و چند

---

[1] MEMS
[2] Proper Acceleration
[3] Albert Einstein
[4] g=9.8m/s^2g
[5] Yoda
[6] Shepard
[7] Kawabe
[8] Wilson

www.SID.ir

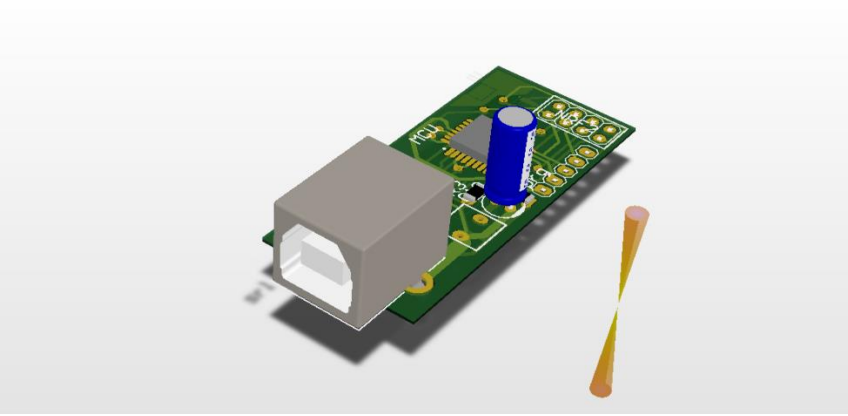
Archive of SID

شرکت دیگر ساعت‌های ورزشی را برای دوندگان طراحی و به بازار عرضه کرده اند که دارای شتاب سنج هایی است که سرعت و فاصله شخص را مشخص می کند[9].

اهمیت وجود ابزار دقیق در علوم ورزشی در حال حاضر، که موجب پیشرفت در عملکرد و نتایج ورزشکاران رشته های مختلف شده است، محقق را بر آن داشت که به ساخت دستگاهی اقدام نماید که به جامعه ورزش کشور کمک کند. با علم بر این که شتاب یکی از مهمترین پارامتر های علوم ورزشی می باشد و با محاسبه شتاب می توان به سایر پارامتر های کینماتیکی دست یافت، محقق به ساخت دستگاه شتاب سنج اقدام نمود. با نگاه به سایر دستگاه های مشابه، در این دستگاه از ارتباط بدون سیم بهره گرفته شد که محدودیت های استفاده از دستگاه با ارتباط متعدد کابل و صرفا در محیط های آزمایشگاهی را به حداقل برساند و به مربی اجازه دهد در هر محیطی نسبت به گرفتن تست و بررسی عملکرد ورزشکار بپردازد. دسترسی به شتاب، همزمان با حرکت ورزشکار در سه محور، استفاده ساده و قابلیت حمل این دستگاه در هر محیط و با کمترین محدودیت برای مربیان، از نقاط قوت شتاب سنج ساخته شده می باشد. اهمیت دیگر شتاب سنج ها برای بدست آوردن شتاب در مقایسه با دوربین ها، هزینه و محدودیت کمتر آن ها نسبت به دوربین ها می باشد. در خصوص اقدام برای کاهش حجم و وزن دستگاه نیز می شود جهت بهینه تر شدن شتاب سنج نام برد . بنابراین هدف از این مطالعه ساخت و بررسی روایی و پایایی دستگاه شتاب سنج وایرلس محقق ساخته بود.

2. روش تحقیق

پژوهش پیش رو از نوع کاربردی و مدل تحقیق حاضر، طراحی، اعتبار یابی و پایایی سنجی است. از آنجایی که تحقیق پیش رو مربوط به ساخت دستگاه می باشد و سیاست تولید این دستگاه به گونه ای بوده که برای تمامی ورزش هایی که در آن بحث شتاب و سرعت مطرح است، مورد توجه بوده و به گونه ای می توان بیان کرد جامعه ی این تحقیق را ورزش هایی شامل می شود که در آن بحث شتاب و سرعت مورد توجه ویژه ای قرار دارد.

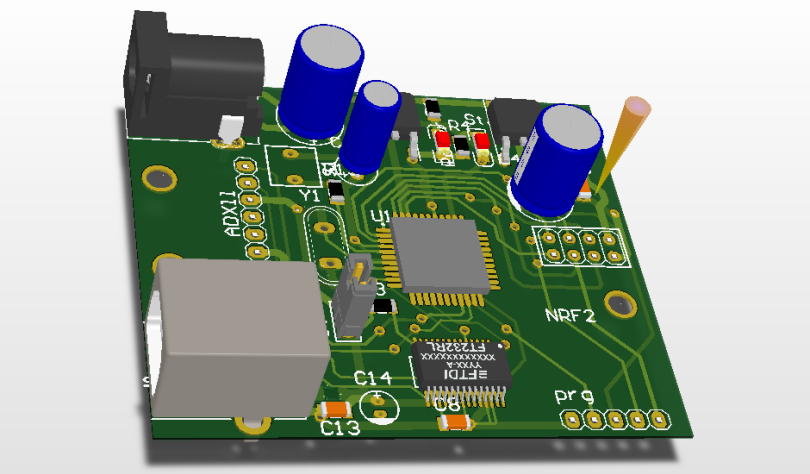


شکل 1- قسمت گیرنده ی شتاب سنج

[9] Foot Pod

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- قسمت فرستنده ی شتاب سنج

دراین پژوهش اطلاعات شتاب و سرعت فرد مورد آزمایش توسط دستگاه شتاب سنج ساخته شده بدست خواهد آمد. همانطور که در شکل شماره 1 و 2 در صفحه قبل ملاحظه شد، این شتاب سنج از دو قسمت گیرنده و فرستنده تشکیل شده است. به گونه ای که بخش فرستنده به فرد ورزشکار و مورد آزمایش متصل می شود. این قسمت دستگاه همزمان با حرکت فرد اطلاعات شتابی فرد را به بخش دیگر دستگاه یا همان گیرنده ارسال می کند. با توجه به این که این قسمت دستگاه توسط یک کابل USB به سیستم یا لپ تاپ مربی متصل بوده و همزمان با حرکت فرد آزمودنی اطلاعات شتاب فرد به صورت سه گراف با توجه به محور های X، Y و Z به نمایش در می آید. نکته ی قابل توجه این سیستم، ارتباط وایرلس این دو بخش بوده که موجب از بین بردن بسیاری از مشکلات شتاب سنج های آزمایشگاهی را برطرف نموده است. در حال حاضر، نمونه ی اولیه این دستگاه تا برد 100 متر قابل استفاده می باشد. برای ساخت این شتاب سنج وایرلس از قطعاتی چون : سنسور شتاب سنج ADXL345، ماژول فرستنده و گیرنده رادیویی nRF24L01+ با آنتنTrace، آی سی FT232RL مبدل USB به UART و یک میکروکنترلر از خانواده AVR ساخته شده است.

پس از اتمام ساخت سخت افزاری دستگاه، به بخش نرم افزاری آن پرداختیم و که داده های شتاب دستگاه را به صورت گراف هایی روی سه محور X ، Y و Z بر حسب زمان روی سیستم مربی مشاهده کردیم. در نرم افزار اختصاصی این دستگاه ، علاوه بر گراف شتاب، مقدار عددی شتاب بر حسب m/s^2 و بر حسب g و مقدار زاویه دستگاه در سه محور را مشاهده می کنیم.

2-1. نحوه محاسبه شتاب :

برای کالیبره کردن روی هرکدام از محورها باید محور را درجهت عکس شتاب جاذبه زمین قرار داده و گزینه کالیبره کردن روی آن محور را در نرم افزار انحصاری دستگاه ساخته شده انتخاب می کنیم که باتوجه به داده های دریافتی 40 داده دریافت و داده ای که حداکثر مقدار و تعداد و حداقل 10 تکرار داشته به عنوان g انتخاب می شود و هر بار روی هر محور کسری از g را نمایش میدهیم. از آنجایی که $g=9.8\frac{m}{s^2}$ است پس عدد بدست آماده را در 9.8 ضرب می کنیم عدد بدست آمده شتاب برحسب متر بر مجذور ثانیه روی هر کدام از محور ها است.

www.SID.ir

Archive of SID

2-2. نحوه محاسبه زاویه :

پس از محاسبه شتاب روی هر کدام از محور ها حال نوبت به محاسبه زاویه هرکدام از محورها می باشد که با فرمول های زیر بدست می آید:

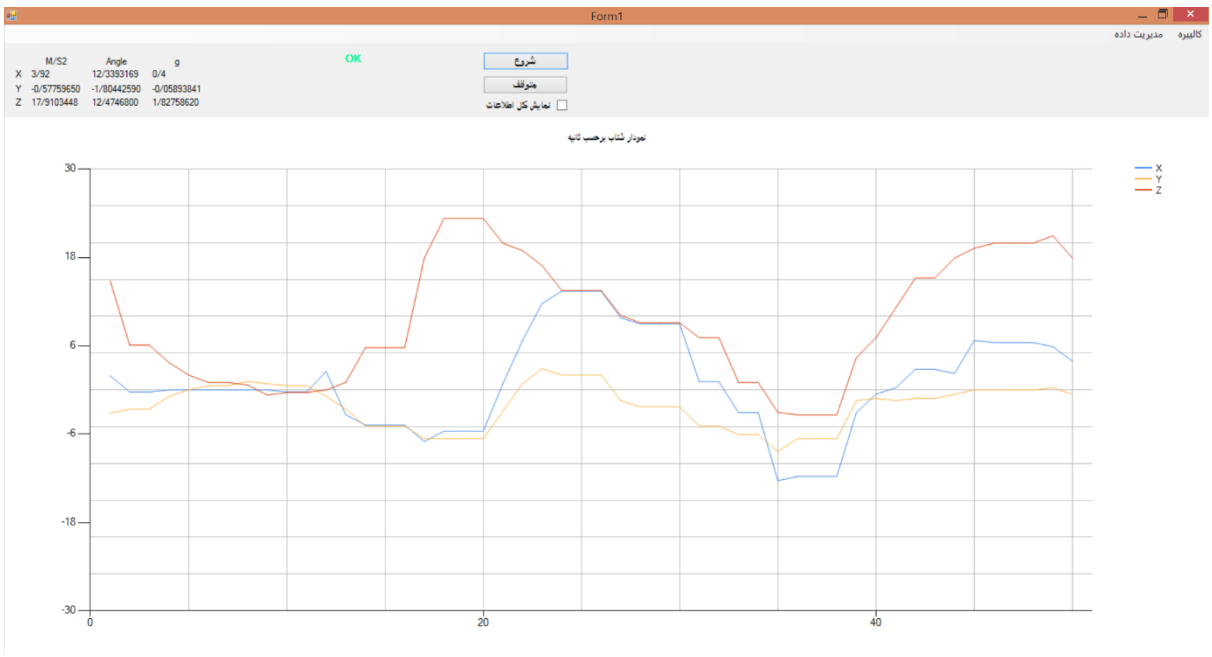
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_{X.OUT}}{\sqrt{A^2{}_{Y,OUT} + A^2{}_{Z,OUT}}}\right)$$

$$\psi = \tan^{-1}\left(\frac{A_{Y.OUT}}{\sqrt{A^2{}_{X,OUT} + A^2{}_{Z,OUT}}}\right)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{A^2{}_{X,OUT} + A^2{}_{Y,OUT}}}{A_{Z,OUT}}\right)$$

که θ زاویه روی محور X ، ψ برای بدست آوردن زاویه روی محور Y و همچنین ϕ زاویه را برحسب محور Z نمایش می دهد و مورد استفاده قرار می گیرد. دیتا های بدست آمده برحسب π می باشد و پس از تبدیل آن به درجه طبق فرمول زیر در صفحه نمایش داده می شود:

$$a * \frac{180}{\pi}$$



شکل 3- محیط نرم افزار دستگاه و نمایش شتاب سه محور

www.SID.ir

Archive of SID

2-3. سوالات تحقیق :

در ادامه به دنبال یافتن جواب سوالاتی هستیم که عبارتند از: آیا شتاب سنج ساخته شده روایی همزمان دارد؟

اگرهدف این باشد که آیا یک آزمون یا وسیله اندازه گیری می تواند جانشین مناسبی برای آزمون یا وسیله اندازه گیری دیگری (بدون فاصله و بطور همزمان) باشد، به آن روایی همزمان گفته می شود. اعتبار همزمان نوعی روایی وابسته به ملاک است که از همبستگی بین نمره های آزمون و ملاک در شرایطی که هر دو اندازه در یک زمان به دست آمده باشند، استفاده می کند. برای یافتن پاسخ سوال مطرح شده، یک سیکل راه رفتن را اجرا کردیم. در مسیر اجرای حرکت، شتاب سنج ساخته شده به فرد آزمودنی متصل و داده های شتاب حرکت وی در حال ثبت می باشد. علاوه بر آن، حرکت فرد که توسط دوربین فیلمبرداری ثبت و در نرم افزار Kinovea مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه به بررسی و مقایسه داده های بدست آمده پرداختیم. این کار را برای چند بار انجام داده و با آنالیز دیتا های دو دستگاه به جواب این سوال دست یافتیم.

در سوال دوم مطرح کردیم که آیا شتاب سنج ساخته شده روایی افتراقی دارد؟

برای بدست آوردن جواب سوال مطرح شده، پس از اتصال دستگاه ساخته شده در مرکز جرم آزمودنی، از وی خواستیم که ابتدا به صورت آهسته اقدام به راه رفتن کند. مسیری که فرد باید آن را طی کند از قبل مشخص شده است. در مرحله ی بعدی از وی خواستیم که با سرعت بیشتری شروع به حرکت کردن کند. سرانجام به بررسی داده های ثبت شده ی دستگاه پرداختیم. در این مرحله انتظار داشتیم که شاهد تفاوت بین دیتا های ثبت شده باشیم، به گونه ای که داده های حرکت سریع، شتاب بیشتر فرد و داده های حرکت آهسته شتاب کمتری را حکایت کند.

در انتها سوال آخری که مطرح کردیم، آیا شتاب سنج ساخته شده پایایی دارد؟

برای پیدا کردن سوال آخر، پس از اتصال دستگاه ساخته شده در مرکز جرم آزمودنی، داده های فرد را ثبت کردیم. در این مرحله پس از حرکت فرد، داده های آن را نگهداری کردیم. در اینجا از فرد آزمودنی، سیکل راه رفتن در دو مرتبه و در هر مرتبه با 10 تکرار صورت گرفت. به گونه ای که اگر فرد با سرعت زیاد یا آهسته حرکت داشته، در تکرار های بعدی نیز مشابه حرکت اولیه خود را داشته باشد. در اینجا ما به بررسی داده های ثبت شده پرداختیم. به گونه ای که شتاب حرکت های سریع فرد در روز های مختلف را در یک گروه، داده های حرکت آهسته ی وی را در گروه دیگری قرار می دهیم. ما به دنبال بدست آوردن ارتباط میان داده های هر گروه هستیم و این کار به معنی این می باشد که حرکت سریع فرد در روز های مختلف، تقریبا داده های یکسانی را ثبت کرده؛ این اتفاق برای داده های حرکت آهسته ی فرد نیز به همین صورت می باشد. انجام تمام آزمون آماری همبستگی به روش پیرسون بیانگر وجود همبستگی بین داده های شتاب سنج محقق ساخته می باشد که در سطح معنی داری آلفای 0.05 انجام گرفت.

3. یافته ها و نتایج تحقیق

جهت بررسی همبستگی بین داده های مربوط به شتاب از روش همبستگی پیرسون بهره گرفته ایم. به منظور انجام محاسبات از نرم SPSS Statistics 22 استفاده شد که نهایتا بررسی به عمل آمده بیانگر وجود همبستگی در داده های استخراجی از

www.SID.ir

Archive of SID

دستگاه جدید است. از سوی دیگر آنچه مورد بررسی قرار گرفت، پایایی دستگاه بود. در این مرحله با تکرار یک حرکت با شرایط یکسان به بررسی ارتباط داده های بدست آمده پرداختیم.

3-1. تست روایی همزمان

در جدول شماره 1 اطلاعات مربوط به تست روایی همزمان مطرح و بررسی می شود. در این جدول ، ارتباط بین داده های شتاب دستگاه ساخته شده و اطلاعات شتاب همان حرکت (همزمان با استفاده از دستگاه، فیلم برداری صورت گرفته) که در نرم افزار Kinovea تحلیل و استخراج شده، در دو محور حرکتی X و Y مورد بررسی و تحلیل قرار دادیم. نکته ی قابل توجه این است که داده های مورد بحث در نرم افزار Kinovea به دلیل دو بعدی بودن، محور z را شامل نمی شود. جا دارد در فرصتی دیگر به بررسی اطلاعات دستگاه به روش سه بعدی بپردازیم تا بتوانیم از همه جهات آن را مورد بررسی قرار دهیم. در اینجا همبستگی در سطح 0.05 معنی دار است.

جدول شماره 1، بررسی روایی همزمان شتاب در دو محور X, Y

پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد	همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
شتاب محور x در دستگاه محقق ساخته	0/099	0/075	0/771	0/009
شتاب محور x در تحلیل فیلم حرکت	0/076	0/029		
شتاب محور y در دستگاه محقق ساخته	0/003	0/003	0/856	0/002
شتاب محور y در تحلیل فیلم حرکت	0/004	0/003		

نتایج ضریب همبستگی پیرسون در جدول شماره 1 نشان داد که بین داده های شتاب دستگاه ساخته شده و داده های شتاب بدست آمده ی آن حرکت در نرم افزار تحلیلی Kinovea در راستای محورx و محورY رابطه ی مثبت معنا داری وجود دارد. (r=10, Px=0.009, Py=0.000). بنابراین می توان گفت که دستگاه ساخته شده روایی همزمان دارد.

با توجه به استفاده از ماژول شتاب سنج Adxl345 که مقدار شتاب را بر اساس نیروی گرانش زمین (g) محاسبه می کند و مقدار آن را به متر بر مجذور ثانیه تبدیل می کند، لازم به ذکر است که در تست صورت گرفته محور Y به گونه ای قرار گرفته که همواره عمود بر نیروی گرانش زمین می باشد. بدین معنا که همواره روی محور Y مقداری معادل 9.8 متر بر مجذور ثانیه اعمال می شود. حال برای تحلیل و مقایسه ی شتاب این محور با نتایج بدست آمده در تحلیل فیلم، می بایست اثر این نیرو را برطرف کنیم. برای این کار از فرمول زیر استفاده می کنیم:

www.SID.ir

Archive of SID

Ay = Ay (مقدار شتاب با اعمال 9.8) – {9.8*sin θ }

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_{X.OUT}}{\sqrt{A^2{}_{Y,OUT} + A^2{}_{Z,OUT}}}\right)$$

با این کار اثر نیروی گرانش زمین بر محور y را از بین بردیم و سپس اطلاعات این محور را با داده های تحلیل فیلم مقایسه کردیم. با نتایج بدست آمده به صحت روایی همزمان دستگاه پی بردیم.

3-2. تست روایی افتراقی

جدول شماره 2 مربوط به تست روایی افتراقی مطرح و بررسی می شود. در این جدول ، ارتباط بین حرکت سریع و آهسته را در سه محور حرکتی X, Y و Z مورد بررسی و تحلیل قرار دادیم.

جدول شماره 2، بررسی روایی افتراقی شتاب در سه محورX, Y, Z

پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد	همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
شتاب محور x در حرکت آهسته	0/530	0/192	0/060	0/870
شتاب محور x در حرکت سریع	2/181	0/731		
شتاب محور y در حرکت آهسته	11/170	0/068	-0/239	0/507
شتاب محور y در حرکت سریع	8/564	0/941		
شتاب محور z در حرکت آهسته	0/845	0/165	-0/161	0/657
شتاب محور z در حرکت سریع	3/146	0/622		

نتایج ضریب همبستگی پیرسون در جدول شماره 2 نشان می دهد که بین داده های شتاب حرکت آهسته و سریع در راستای محورX , محور Y و محور Z رابطه ی معنا داری وجود ندارد. (r=10, Px=0.870, Py=0.507, Pz=0.657)

www.SID.ir

Archive of SID

با نتایج بدست آمده به صحت روایی افتراقی دستگاه پی بردیم.

3-3. تست پایایی

نتایج آزمون پیرسون برای ضریب همبستگی در سه راستای X,Y,Z در جدول شماره 3 به نمایش در آمده است و نشان از داشتن رابطه معنا دار بین تکرار حرکت می باشد. در جدول زیر به بررسی نتایج پرداختیم. در اینجا همبستگی در سطح 0.05 معنی دار است.

جدول شماره 3، بررسی پایایی شتاب در سه محورX, Y, Z

پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد	همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
شتاب محور x در 10تکرار اول	1/791	0/327	0/893	0/00
شتاب محور x در 10تکرار دوم	1/759	0/186		
شتاب محور y در 10تکرار اول	10/566	0/197	0/680	0/030
شتاب محور y در 10تکرار دوم	10/570	0/210		
شتاب محور z در 10تکرار اول	0/272	0/249	0/867	0/001
شتاب محور z در 10تکرار دوم	0/151	0/048		

نتایج ضریب همبستگی پیرسون در جدول شماره 3 نشان می دهد که بین داده های شتاب در راستای محور X , محورY و محورZ رابطه ی مثبت معنا داری وجود دارد. (r=10, Px=0.00, Py=0.030, Pz=0.001)

از نتایج بدست آمده به صحت پایایی دستگاه رسیدیم.

4. بحث

هدف اصلی این تحقیق، ساخت دستگاه شتاب سنج در داخل کشور بوده که در سه راستای x,y,z به محاسبه و ثبت شتاب می پردازد. دستگاه هایی که در حال حاضر به منظور اندازه گیری شتاب ورزشکاران مورد استفاده قرار می گیرد، اکثرا در محیط آزمایشگاه قرار دارند و ورزشکاران برای انجام تست، نمی توانند در محیط ورزشی خاص خود اقدام نمایند. با توجه به تجهیزات مورد نیاز که معمولا شامل دستگاه شتاب سنج و سیستم رایانه می باشد، کار ورزشکار در محیط آزمایشگاه محدود خواهد کرد. نکته ی قابل توجه در دستگاه ساخته شده، ارتباط وایرلس شتاب سنج بوده و برای استفاده از آن لزوما نباید در محیط آزمایشگاه قرار داشته باشیم. بدین گونه که با اتصال بخش فرستنده ی شتاب سنج به ورزشکار، همزمان با حرکت وی اطلاعات شتاب فرد از طریق ارتباط وایرلس به قسمت گیرنده ی دستگاه ارسال می شود. این بخش دستگاه توسط اتصال

www.SID.ir

Archive of SID

USB به لب تاپ مربی، داده های شتابی فرد را در سه محور x,y,z به صورت گراف بر حسب زمان به نمایش در می آورد. این کار به بررسی و آنالیز بهتر و سریع تر مربی کمک خواهد کرد که همزمان با حرکت ورزشکار خود می تواند داده های شتاب وی را مشاهده کرده و برای نقاط ضعف و قوت وی برنامه تمرینی مناسبی در نظر بگیرد و در نتیجه به بهتر شدن عملکرد و بازده ورزشکار کمک به سزایی خواهد کرد. داده های شتاب ورزشکار در فایل خروجی نرم افزار نیز به ثبت خواهد رسید.

در این قسمت به معرفی مختصر از تحقیقات مشابه صورت گرفته می پردازیم. فقط نکته قابل توجه این است که بیشتر تحقیقات مرتبط با ساخت، برای علوم فنی- مهندسی می باشد. جواد شهاوند در دانشگاه ارومیه - دانشکده فنی در سال 1393 تحت عنوان طراحی و شبیه سازی شتاب سنج خازنی با تکنولوژی MEMS ، بیان می کند که یک شتاب سنج خازنی سه محوره با استفاده از تکنولوژی میکروماشین و تنها با یک جرم متحرک طراحی و شبیه سازی شده است. این شتاب سنج با استفاده از تکنولوژی میکروماشین کاری سطحی طراحی شده است. رنج اندازه گیری شتاب در هر سه جهت 50 g ± می باشد که میزان حساسیت (غیرخطی) در جهت X و Y برابر 12fF/g (2/8٪) و در جهت Z برابر 20 fF/g (17٪) بدست آمده است. سایز این شتاب سنج 2/1mm× 22/1 می باشد(شهاوند، 1393) [6] . تحقیق بهزاد علیزاده در سال 1392 تحت عنوان طراحی، مدل سازی و بهینه سازی میکرو شتاب سنج پیزو الکتریکی در دانشگاه تبریز- دانشکده مهندسی بیان کرده فناوری های نوین ابتدا با استفاده از روش های موجود برای اندازه گیری حالت های ارتعاشی، فرکانس ها، ضرایب سختی و حساسیت ها، مشخص شد که ابعاد میله های تکیه گاهی و همچنین جنس مواد با حساسیت، و فرکانس، رابطه مستقیم دارد. به طوری که اگر طول میله افزایش پیدا کند، فرکانس در جهت محورx،y،z افزایش پیدا کند و اگر طول میله کمتر شود، حساسیت در جهت محور y کمتر می شود. ولی اگر طول میله در جهت x افزایش پیدا کند، برعکس حالت y می شود یعنی افزایش طول میله موجب فرکانس کمتر و با کاهش طول میله فرکانس بیشتر می شود و در مورد محور z نیز هیچ تغییری در افزایش و کاهش فرکانس ایجاد نمی شود و فرکانس در همان حالت باقی می ماند(علیزاده، 1392) [7] .

توانایی این دستگاه این است که در تشابه با سایر دستگاه های آزمایشگاهی از نظر دقت می باشد. این دستگاه که قابلیت حمل به هر محیط ورزشی را داراست، به ورزشکار و مربیان ورزشی این اجازه را می دهد با استفاده از آن برای تحلیل تمرین های خود استفاده کرده و جهت تصمیم گیری برای تعیین نوع تمرین مورد نیاز و در نهایت بهبود عملکرد و رکورد ورزشکاران و کاهش آسیب کمک قابل قبولی باشد. با اثبات روایی همزمان، روایی افتراقی و پایایی دستگاه ساخته شده، می توان از این دستگاه در رشته های مختلف ورزشی بهره برد.

هدف من از انجام این تحقیق، ساخت شتاب سنجی است که از طریق ارتباط وایرلس تا مسافت 100 متر ، اطلاعات شتاب ورزشکار را همزمان با حرکت ورزشی خود، به صورت گراف و نمودار به مربی ورزشکار برساند. به نظر میرسد که با این روش مربی میتواند برای افزایش قدرت و سرعت ورزشکار خود برنامه ریزی مناسبی داشته و موجب بهبود رکورد وی شود. به عبارت دیگر، این دستگاه نقش یک کمک مربی را داشته که همزمان با حرکت ورزشکار، آن را بررسی می کند و به مربی نشان می دهد که ورزشکار مدنظر نیاز به چه نوع تمرینی دارد. به عنوان مثال فردی که استارت قوی دارد ولی به راحتی افت شتاب پیدا می کند، به تمرین متفاوتی نسبت به ورزشکاری که شتاب خود را به خوبی حفظ کرده اما استارت و اوج خوبی ندارد، نیاز دارد. هدف اصلی ما در انجام این تحقیق این است که به بهبود و پیشرفت رکورد ورزشکاران کمک کنیم.

www.SID.ir

Archive of SID

نکته ی قابل توجه این است که می توان از داده های شتاب، به سایر پارامتر های کینماتیکی دست یابیم. مزیت شتاب سنج بر دوربین های فیلم برداری و دیجیتال؛ قیمت مناسب آن، عدم نیاز به شراطی خاص آزمایشگاهی و محدود کننده، قابل حمل به تمام محیط های مورد نظر می باشد. در ادامه برخی از ویژگی های دستگاه ساخته شده را بیان می کنیم که عبارتند از: سنجش شتاب در سه محور X, Y, Z ، ارتباط وایرلس شتاب سنج بین بخش گیرنده و فرستنده، ثبت آنلاین داده های شتاب ورزشکار همزمان با حرکت، قابلیت حمل راحت، استفاده در شرایط و ورزش های مختلف و استفاده راحت از دستگاه برای ورزشکاران و مربیان که امید است موجب پیشرفت در عملکرد ورزش کشور شود.

5. نتایج

انجام تمام آزمون آماری همبستگی به روش پیرسون بیانگر وجود همبستگی بین داده های شتاب سنج محقق ساخته می باشد که در سطح معنی داری آلفای 0.05 انجام گرفت. توانایی این دستگاه این است که در حداکثر تشابه با دستگاه های آزمایشگاهی از نظر دقت می باشد. این دستگاه که قابلیت حمل به هر محیط ورزشی را داراست، به ورزشکار و مربیان ورزشی این اجازه را می دهد با استفاده از آن برای تحلیل تمرین های خود استفاده کرده و جهت تصمیم گیری برای تعیین نوع تمرین مورد نیاز و در نهایت بهبود عملکرد و رکورد ورزشکاران کمک قابل قبولی باشد. با اثبات روایی همزمان، روایی افتراقی و پایایی دستگاه ساخته شده، می توان از این دستگاه در رشته های مختلف ورزشی بهره برد. در ادامه به برخی از پیشنهادات پژوهشی اشاره می نمایم که عبارتند از: استفاده از داده های شتاب سنج جهت محاسبه دیگر پارامتر های کینماتیکی، استفاده از این شتاب سنج در رشته های ورزشی برای تنظیم یک برنامه تمرینی مناسب و تسریع در پیشرفت ورزشکاران، استفاده از این شتاب سنج در رشته های ورزشی برای بررسی مکانیسم آسیب ورزشکاران، استفاده از این نوع شتاب سنج ها در مقایسه با ابزار دوربین های سرعت بالا با توجه به قیمت و محدودیت آن. با استفاده از این دستگاه، اطلاعات شتاب فرد ورزشکار، به صورت آنی در اختیار مربی قرار می گیرد و موجب کمک در تصمیم گیری وی می شود تا بتواند برای تمرین های ورزشکار خود تصمیم مناسب بگیرد تا موجب بهبود عملکرد وی شود. با این روش مربی نیز می تواند برای نقاط ضعف حرکت ورزشکار خود مناسب ترین تصمیم را گرفته و برنامه مناسبی برای ورزشکار مورد نظر درنظر بگیرد؛ و در نهایت موجب بهبود عملکرد و پیشرفت وی شود.

پیشنهادات:

با توجه به نتایج مطالعه پیشنهاد می شود از داده های شتاب جهت محاسبه دیگر پارامتر های کینماتیکی استفاده شود و همچنین به دلیل قیمت کمتر و محدودیت کمتر جهت اندازه گیری در مقایسه با دوربین های سرعت بالا، از دستگاه شتاب سنج محقق ساخته در تحلیل بیومکانیکی رشته های ورزشی مختلف و همچنین بررسی مکانیسم آسیب ورزشکاران استفاده شود.

تقدیر و تشکر:

www.SID.ir

Archive of SID

لازم است از افرادی که اینجانب را طی این پروژه همراهی کردند، سپاسگذاری شود. در ابتدا از آقای دکتر امیر سرشین که راهنمایی های ایشان در خلال انجام پروژه بسیار کمک راه بنده بود، کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از مساعدت های آقای مهندس امیرحسین یاری در پیاده سازی نرم افزار پروژه کمال تشکر را دارم.

Abstract

The goal of this project is to design and manufacture wireless accelerometer inside that portability to the athletic practice or any other environment capable. To make the device ADXL345 sensor is a triaxial accelerometer was used. Using radio transmitter and receiver module with antenna +nRF24L01 Trace creates a connection between the transmitter and receiver up to a distance of 100 meters in open space. Using this device and software that is specific to the device, information Athlete acceleration in three axes coinciding with his move to the system and the players have to be presented as graphs. It is noteworthy that some noise and measurement error in the electronic system will be seen that we have tried to minimize the amount of it. Upon completion of the manufacturing process, concurrent validity, and reliability of the differential device was made. Pearson correlation coefficient method all indicate a correlation between accelerometer data is researcher at the significance level of alpha was 0.05. The scale, was observed between the data and the analysis of motion in application acceleration device in the direction of X and Y Kinovea there was a significant positive relationship. (P <0.05), so the device is made of concurrent validity. It is also proposed to be done in three. To assess discriminant validity, the data seen in slow motion and fast acceleration device in the direction of X, Y and Z, there was no significant relationship. (P> 0.05), so the device is made discriminant validity. To check the reliability of the device, we observed the acceleration of data replication device moving along the X, Y and Z, there was a significant positive relationship. (P <0.05), so the reliability of the device is made. After concurrent validity, discriminant validity and reliability of the device is made, the device can be used in different sports.

Keywords: acceleration, accelerometer, wireless communication, concurrent validity, discriminant validity, reliability.

منابع و مأخذ

1. Einstein ،Albert (1920). Relativity: The Special and General Theory. New York: Henry Holt. pp. 168. ISBN 1-58734-092-5. http://www.bartleby.com/173/20.html.
2. Yoda et al. (2001) Journal of Experimental Biology 204(4): 685-690
3. Shepard et al. (2008) Endangered Species Research
4. Kawabe et al. (2001) Fisheries Science 69 (5):959 – 965
5. Wilson et al. (2006) Journal of Animal Ecology 75 (5):1081 – 1090
6. شهاوند، جواد. (1393). طراحی و شبیه‌سازی شتاب سنج خازنی با تکنولوژی MEMS. دانشگاه ارومیه.
7. علیزاده، بهزاد.(1392). طراحی، مدل سازی و بهینه سازی میکرو شتاب سنج پیزو الکتریکی . دانشگاه تبریز.

www.SID.ir