APEX

www.bsnlab.ir

مقدمه

سیستم آنالیز حرکت APEXمبتنی بر سنسورهای IMU، یک سیستم مقرون به صرفه و با استفاده آسان برای ثبت حرکات تمام بدن و اندازه گیری زوایای مفصلی است. همچنین به دلیل قابلیت حمل آسان محدود به محیط یک آزمایشگاه یا یک استودیو نمی‌شود و امکان ارزیابی های میدانی و ارزیابی در محیط های مختلف را نیز به آسانی فراهم می‌آورد. همچنین هیچ محدودیتی در حجم اندازه‌گیری (به جز دامنه بی‌سیم) وجود ندارد. سیستم آنالیز حرکت BSN با استفاده از سنسورهای پیشرفته IMU و با بهره‌گیری از ارتباط بی‌سیم همراه با الگوریتم‌های پیشرفته تلفیق سنسور، بر اساس فرضیات مدل‌های بیومکانیکی ساخته شده است.

این سیستم یک سیستم اندازه گیری کینماتیک کل بدن شامل اندام تحتانی، لگن، تنه و اندام فوقانی می‌باشد. همزمان با داده برداری و ذخیره داده‌ها ، مدل اسکلتی سه بعدی و نمودارهای تغییرا ت زوایای مفاصل و شتاب خطی اندام ها در نرم‌افزار تحت دسکتاپ اپکس به صورت آنلاین نمایش داده می‌شود و همچنین خروجی گرافیکی به صورت زنده از نمودار تغییرات زوایای مفاصل و شتاب خطی ماژول ها را ارائه می‌دهد. این سیستم داده‌های زوایای مفاصل در سه بعد، شتاب خطی ماژول‌ها در سه بعد، داده‌های خام خروجی سنسور شتاب سنج ، سنسور جایروسکوپ و قطب نما همچنین موقعیت قرارگیری را در فضا در دو دستگاه اویلر و Quaternion را خروجی می‌دهد.
نمونه‌هایی از زمینه‌های استفاده این دستگاه شامل بیومکانیک، ورزش، توانبخشی، ارگونومی، انیمیشن سه بعدی، واقعیت مجازی، آموزش و شبیه سازی می‌باشد.

آشنایی با سخت افزار

سیستم آنالیز حرکت BSN شامل سیستم آنالیز حرکت BSN شامل ترکیبی از یک مجموعه سخت افزاری و یک نرم افزار تحت وینوز است. در زیر یک نمای کلی از مجموعه سیستم آنالیز حرکت مشاهده میشود که در ۲ پکیج ۸ عددی و ۱۵ عددی قابل عرضه می باشد.“

باکس حاوی سیستم آنالیز حرکت BSN

تمام سخت افزار سیستم آنالیز حرکت BSN داخل این باکس جای می‌گیرد. باکس شامل موارد زیر است:

- تعداد ۸ ماژول IMU برای مجموعه های ۸ عددی و تعداد ۱۵ ماژول برای مجموعه های ۱۵ عددی
- ۱ عدد شارژر باتری
- ۱ عدد کابل برق
- ۱ عدد کابل شارژر
- ۱ عدد مودم
- ۱ عدد آداپتور برق مودم
- تعداد ۱۳ عدد Strap در سایز های مختلف و دو عدد دستکش

ماژول‌های IMU

ماژول های IMU، واحدهای اندازه گیری اینرسی (Inertial Measurement Unit) شامل سه سنسور جایروسکوپ سه محوره، شتاب سنج سه محوره و مگنتامتر سه محوره هستند که به ترتیب سرعت زاویه ای، شتاب و میدان مغناطیسی را اندازه گیری می‌کنند. این ماژول‌ها با استفاده از Strap روی اندام‌های بدن برای اندازه گیری حرکات هر بخش بدن قرار می‌گیرند.

۱. LED که وضعیت دستگاه را نشان می‌دهد.
۲. دکمه Power برای روشن و خاموش کردن ماژول
۳. جهت محورهای مختصات IMU
۴. کانکتور شارژ ماژول که جک ۳/۵ میلی متری AUX به آن متصل می‌شود.
۵. چسب متصل به پشت IMU که امکان اتصال آسان به Strap ها را فراهم می‌کند.

برای روشن نمودن یا خاموش کردن ماژول ها، کلید می بایست به مدت ۲ ثانیه فشرده شود. به محض روشن شدن ماژول، ابتدا ال ای دی قرمز به طور ثابت روشن می شود. در صورتی که به نرم افزار متصل شود ال ای دی آبی به طور ملایم شروع به چشمک زدن میکند. و در صورتی که در حالت استریم داده باشد ال ای دی آبی با سرعت شروع به چشمک زدن میکند. اگر باتری ماژول کمتر از ۱۵ درصد باشد بسته به مد کاری ال ای دی قرمز به جای ال ای دی آبی چشمک میزند. بهتر است در این حالت دیگر از ماژول استفاده نشود و شارژ شود.

مودم

سیستم آنالیز حرکت APEX دارای یک مودم است که ارتباط و ترافیک داده بین سیستم و کامپیوتر را کنترل می‌کند. مودم از طریق وای‌فای و یا با استفاده از کابل LAN از طریق پورت اترنت به کامپیوتر متصل می‌شود و با استفاده از اداپتور برق اختصاصی تغذیه می‌شود.

برای کاهش ترافیک شبکه بهتر است مودم از طریق کابل LAN به کامپیوتر متصل شود.

مکان مناسب برای قرار دادن مودم

برای انتقال داده بی‌سیم بین مودم و ماژول‌های IMU متصل به آن، موارد زیر را رعایت کنید.

- مودم را در یک منطقه مرکزی از محیط داده برداری قرار دهید تا حداکثر پوشش بی سیم برای ماژول‌های IMU فراهم شود.
- سیستم را دور از دستگاه‌های فلزی بزرگ قرار دهید.
- سیستم را از دستگاه های بلوتوث، تلفن‌های بیسیم، ترانسفورماتورها، موتورهای سنگین، اجاق‌های مایکروویو، یخچال و سایر تجهیزات صنعتی دور نگه دارید تا از تداخل یا از دست دادن سیگنال جلوگیری شود.
- برای اطمینان از بهترین انتقال سیگنال بی‌سیم ، دو آنتن مودم را با زاویه ۴۵ درجه نسبت به دستگاه مودم به سمت خارج و مخالف هم جهت دهید.

شارژر باتری

شارژر باتری با استفاده از کابل برق و کابل شارژر به ترتیب به برق شهر و کانکتور داخل باکس متصل می‌شود. یک کلید در کنار شارژر برای روشن و خاموش کردن شارژر باتری تعبیه شده است.

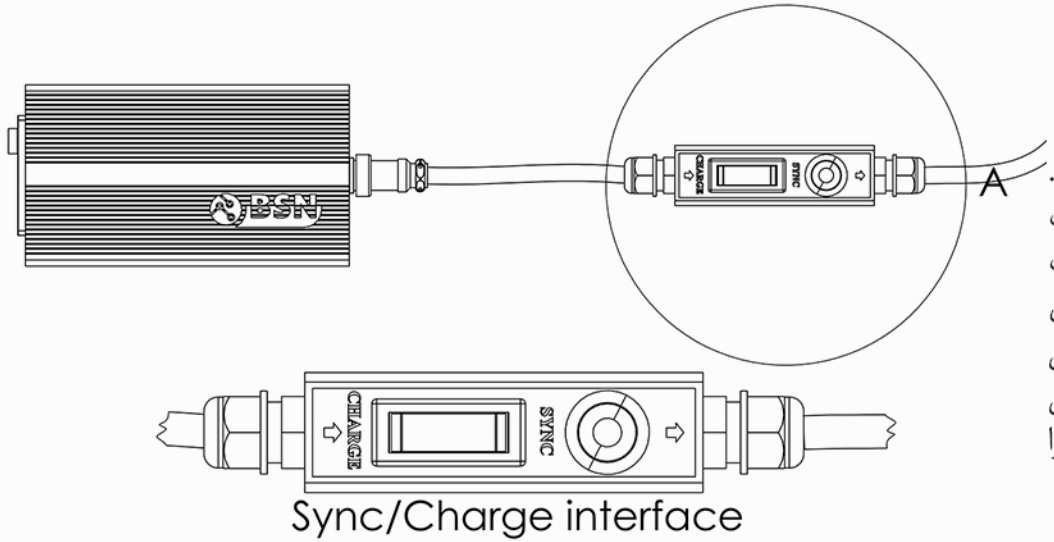
Strap

این مجموعه به طور کلی شامل ۲ عدد دستکش و ۱۳ عدد استرپ می‌باشد. ۶ استرپ با سایز S که برای مچ، ساق، پا و ۵ استرپ با سایز M که برای ران، بازو، سر و ۲ استرپ با سایز L که برای تنه و لگن قابل استفاده‌است.

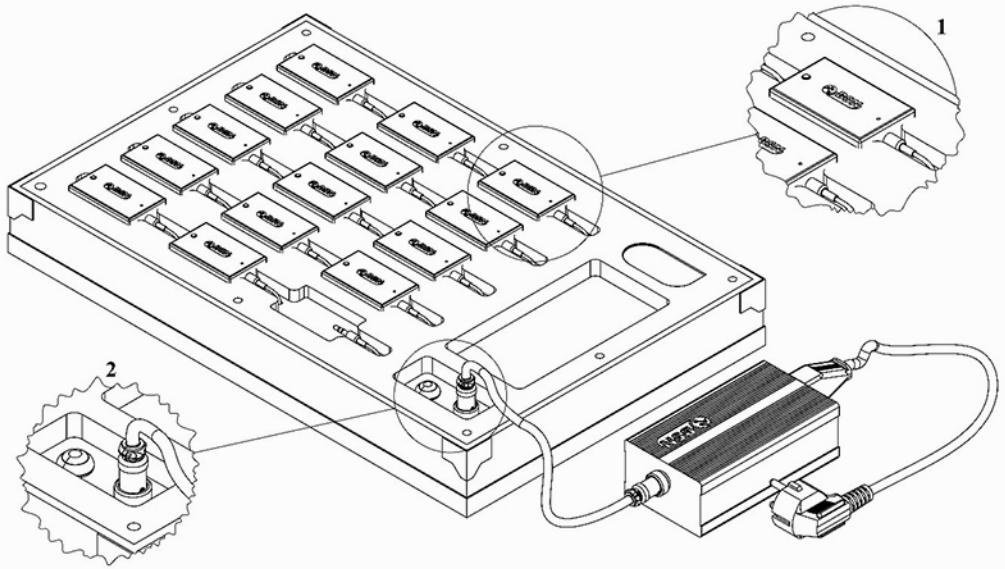
نحوه شارژ کردن ماژول‌ها

نسخه ۱ :

آداپتور را به برق شهر متصل نموده و کلیدی که در آداپتور قرار دارد را روشن نمایید. سپس رابط شارژر/ سینک را به طریق زیر به آداپتور و کیف متصل نمایید(به جهت فلش در رابط سینک/شارژ توجه شود). کلید ۳ وضعیته که بر روی رابط شارژر/ سینک قرار دارد را در وضعیت یک "CHARGE" قرا دهید. حال ال ای دی قرمز همه ماژول ها هم زمان روشن شده و پس از مدت کوتاهی همه آنها شروع به چشمک زدن می کنند. هر یک از ماژول ها که شارژ آن ها کامل‌شده ال ای دی وضعیتشان ثابت می شود. پس از آنکه همه ماژول‌ها ال ای دی وضعیت آنها ثابت شد می‌توان آداپتوررا خاموش نموده و سپس کابل را از کیف شارژر جدا کنیم.



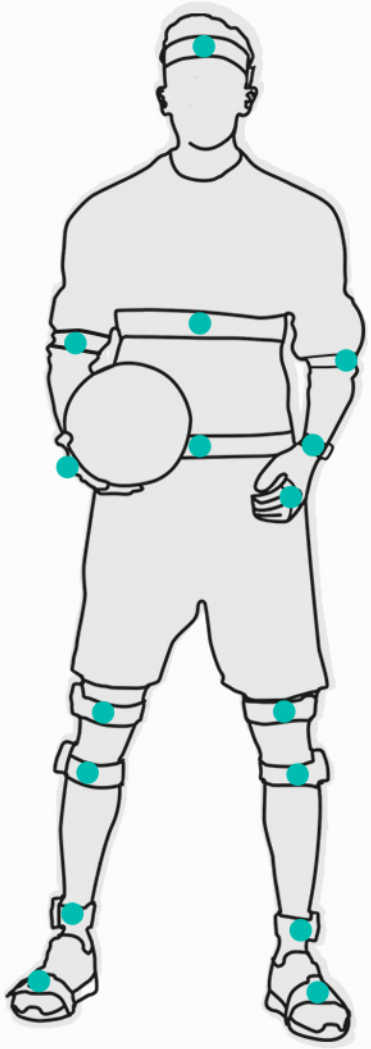
Sync/Charge interface



نسخه ۲ :

آداپتور را به برق شهر متصل نموده . کابل شارژر که دو سر آن دارای کانکتور گرد فلزی ۳ پایه می باشد را از یک سمت به خروجی آداپتور و از سمت دیگر به کیف شارژر متصل نمایید. حال با روشن کردن کلیدی که در آداپتور قرار دارد ال ای دی قرمز همه ماژول ها هم زمان روشن شده و پس از مدت کوتاهی همه آنها شروع به چشمک زدن می‌کنند.

هر یک از ماژول ها که شارژ آن‌ها کامل شده ال ای دی وضعیتشان ثابت می شود. پس از آنکه همه ماژول‌ها ال ای دی وضعیت آنها ثابت شد می توان آداپتوررا خاموش نموده و سپس کابل را از کیف شارژر جدا کنیم.



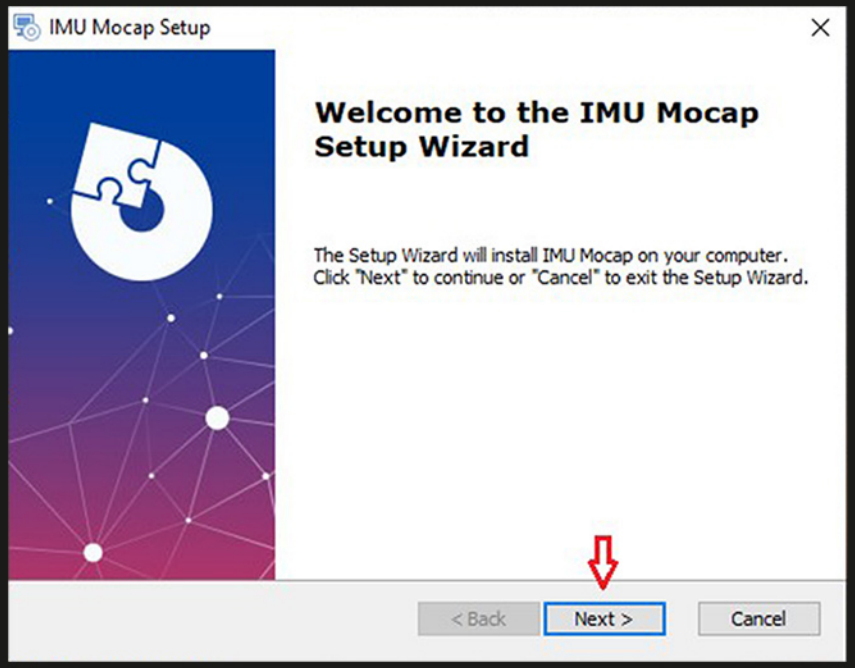
قرارگیری ماژول‌ها بر روی بدن :

بر روی اندام‌هایی نظیر تنه، لگن و سر ماژول‌ها در نمای خلفی بدن و در صفحه فرونتال نصب می‌شود به گونه‌ای که محور Y عبور بر سطح زمین قرار گیرد. ماژول ها بر روی اندام های بازو ، ساعد، دست، ران و ساق در نمای جانبی و در صفحه سجیتال به گونه‌ای که محور Y عمود بر سطح زمین باشد قرار می‌گیرد . همچنین ماژول بر روی پا (استخوان‌های متاتارسال) و محور Yدر راستای اندام قرار می‌گیرد.

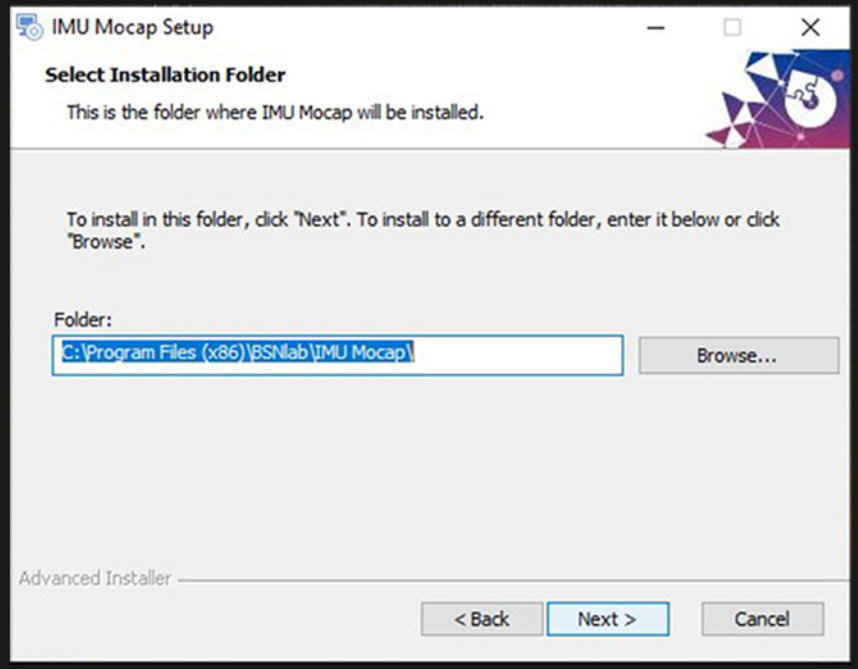
نصب نرم افزار

۱. می‌توانید با مراجعه به آدرس http://www.bsnlab.ir آخرین نسخه نرم افزار را دانلود نمایید

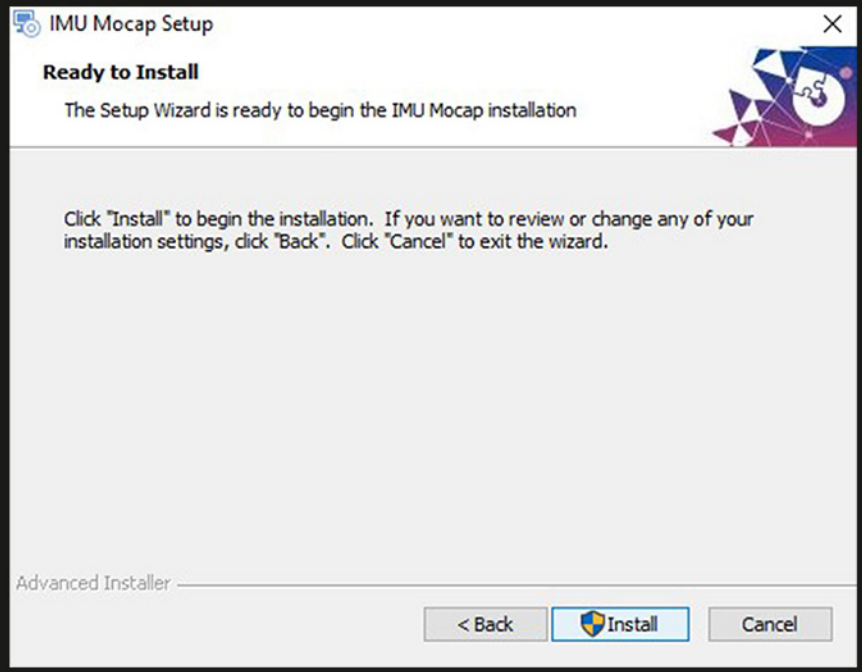
۱. برای نصب نرم‌افزار، نسخه دانلود شده را اجرا کنید. در صفحه نمایان شده روی گزینه Next کلیک کنید.



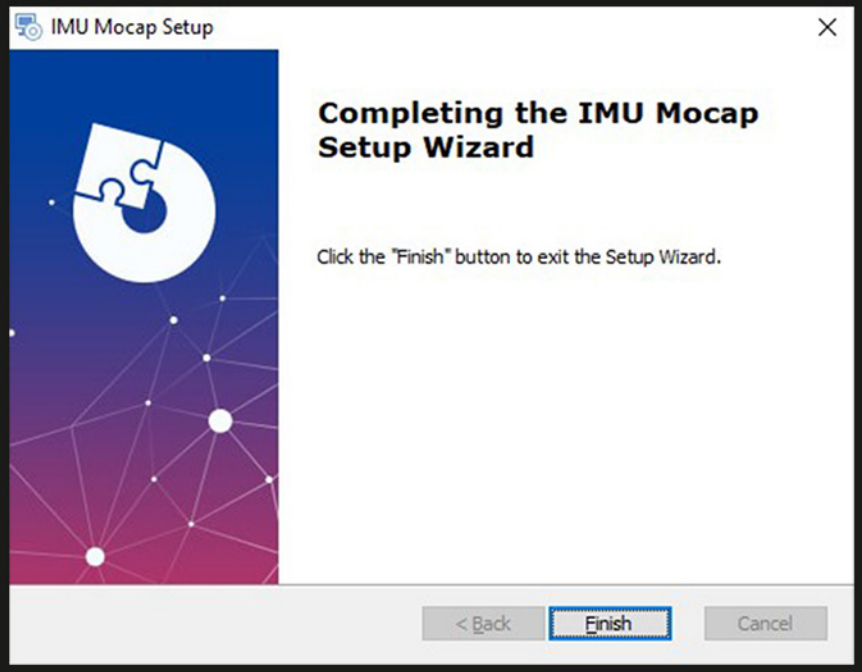
۲. در این مرحله با کلیک کردن روی دکمه Browse می‌توانید مسیر پیش فرض نصب نرم افزار را تغییر دهید. سپس روی Next کلیک کنید.



در صفحه باز شده روی Install کلیک کرده و سپس صبر کنید تا نرم افزار نصب شود.

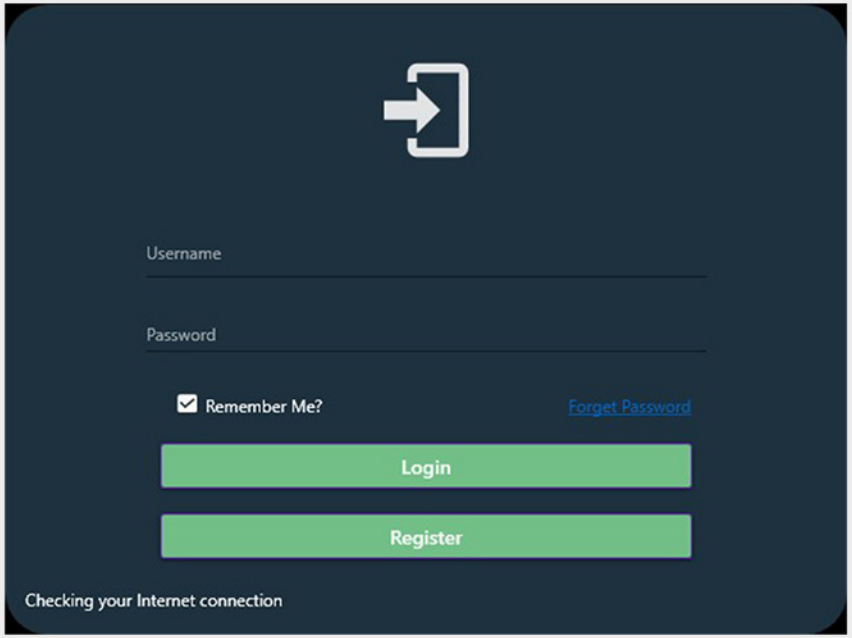


در صفحه ظاهر شده روی Finish کلیک کنید. اکنون نصب نرم افزار به اتمام رسیده است.



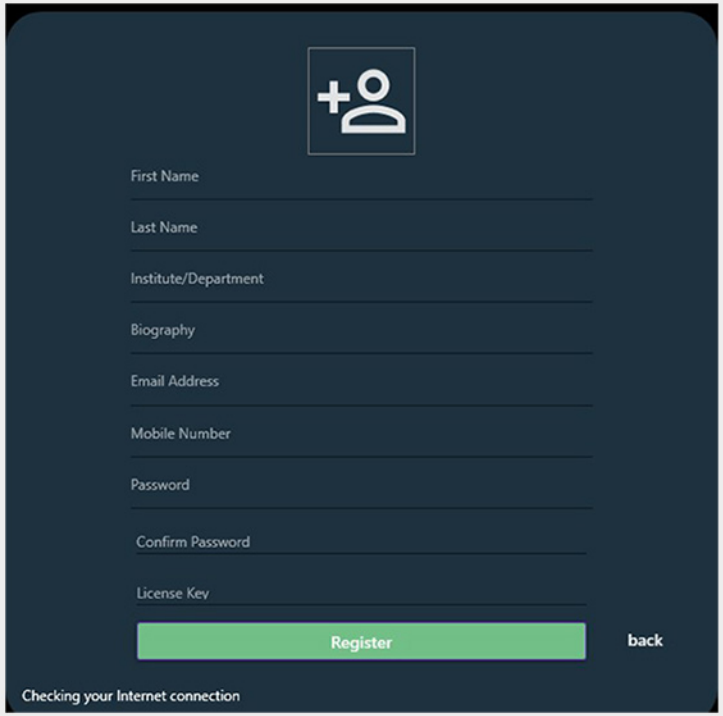
ثبت نام و ورود به نرم افزار

پس از این که نرم افزار Apex را بر روی سیستم خود اجرا کردید صفحه Login را مشاهده خواهید کرد.



ثبت نام در سامانه

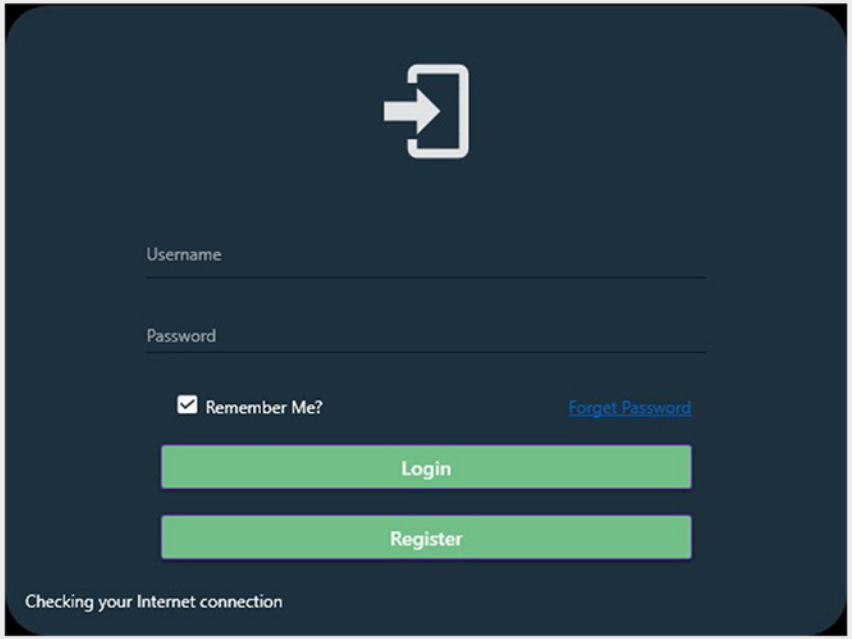
با فشردن دکمه Register در پنجره Login ، صفحه ثبت نام ظاهر می‌گردد و شما می‌توانید با تکمیل اطلاعات و وارد نمودن کلید لایسنس در سامانه ثبت نام نمایید.



www.bsnlab.ir

ورود به نرم افزار

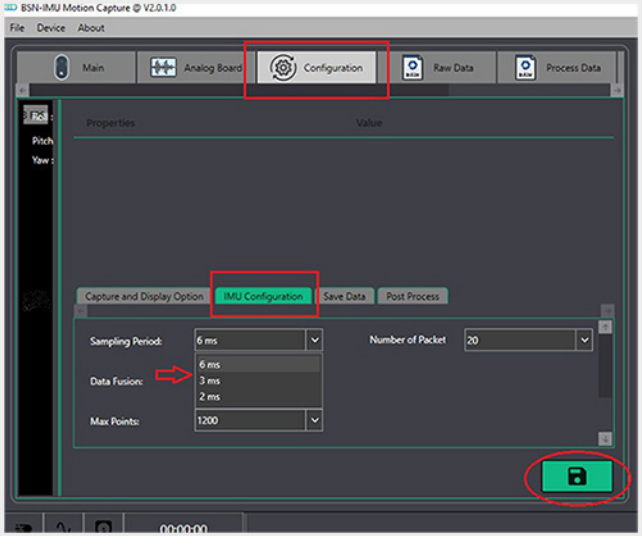
پس از ثبت نام با استفاده از آدرس ایمیل و پسورد می توانید وارد نرم افزار شوید لازم به ذکر است جهت ثبت نام و ورود می‌بایست کامپیوتر خود را به اینترنت متصل کنید



تنظیمات لازم قبل از اتصال ماژول به سیستم

تعیین نرخ نمونه برداری

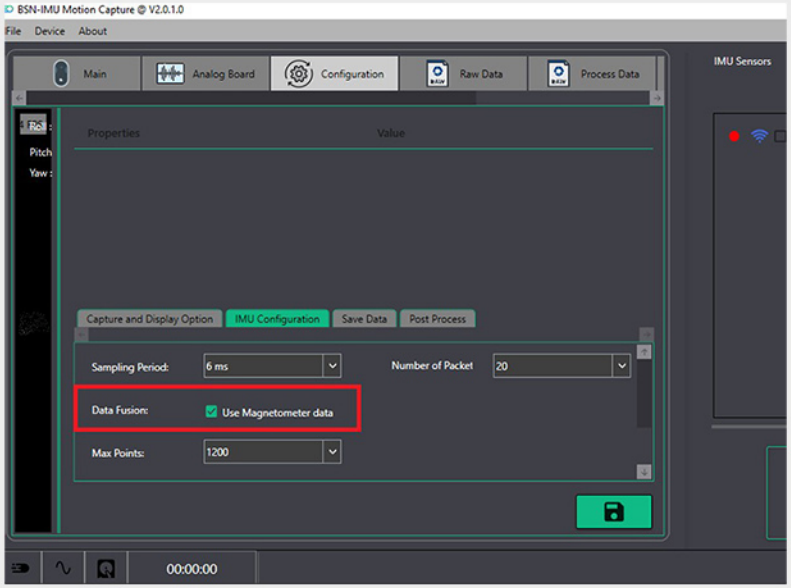
به منظور تعیین نرخ نمونه‌برداری به تب Configuration بروید. در صفحه نمایان شده، در تب IMU Configuration، در مقابل گزینه Sampling period مدت زمان بین ثبت هر نمونه را از بین گزینه های ۲، ۳ و ۶ میلی ثانیه انتخاب کنید. سپس روی گزینه ذخیره در پایین صفحه کلیک کنید. در صورتی که به طور مثال ۲ میلی‌ثانیه را انتخاب کنید، داده های IMU در هنگام ثبت داده‌ها با فاصله زمانی ۲ میلی ثانیه ثبت خواهند شد. به عبارت دیگر در هر ثانیه ۵۰۰ داده ثبت خواهد شد و نرخ نمونه برداری ۵۰۰ هرتز خواهد بود.



www.bsnlab.ir

استفاده از داده‌های قطب‌نما در فرایند تلفیق داده‌ها

در تب Configuration و تب Configuration IMU در مقابل عبارت Data Fusion با فعال بودن تیک عبارت Use Magnetatmeter data از داده های قطب نما در تلفیق داده ها و محاسبات آنها استفاده خواهد شد. این گزینه به صورت پیش فرض در وضعیت انتخاب شده است. در صورتی که وضعیت آن را تغییر دادید، به منظور ذخیره تغییرات، روی گزینه Save در پایین صفحه کلیک کنید.



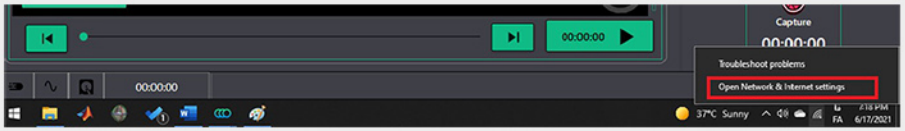
برقراری ارتباط ماژول با نرم افزار

ارتباط ماژول‌ها با نرم افزار با استفاده از یک مودم برقرار می شود. مودم می‌تواند هم به صورت بی سیم و هم با استفاده از کابل LANبه لپتاپ یا PC متصل شود. در هر دو صورت می‌بایستی آدرس سیستم (IP) را به آدرس ۱۶۸،۱۹۲،۱،۸ تغییر داد. در ادامه نحوه تغییر و تنظیم آدرس IP بیان شده است.

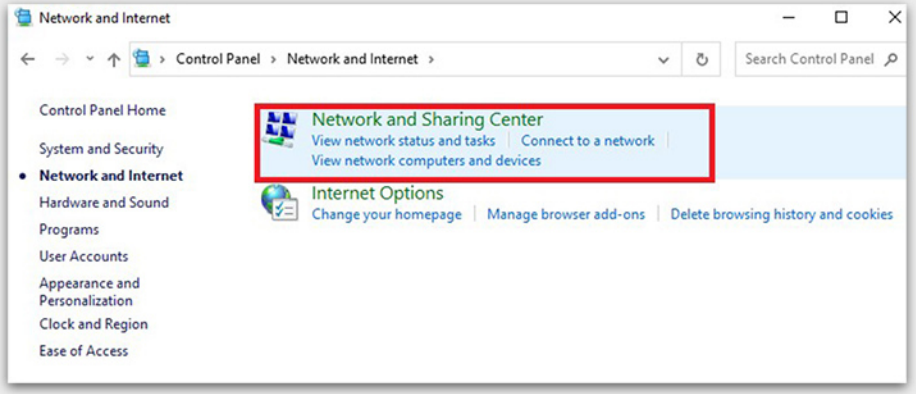
تنظیمات لازم برای برقراری ارتباط به صورت بیسیم

با روشن کردن مودم یک وای فای با نام BSNlab_IMU_Mocap به لیست وایفای های پیدا شده در سیستم اضافه خواهد شد. با کلیک بر روی آن و وارد کردن رمز به وایفای مورد نظر متصل شوید. سپس میبایستی از مسیر زیر آدرس سیستم را به آدرس مورد نظر تغییر دهید.

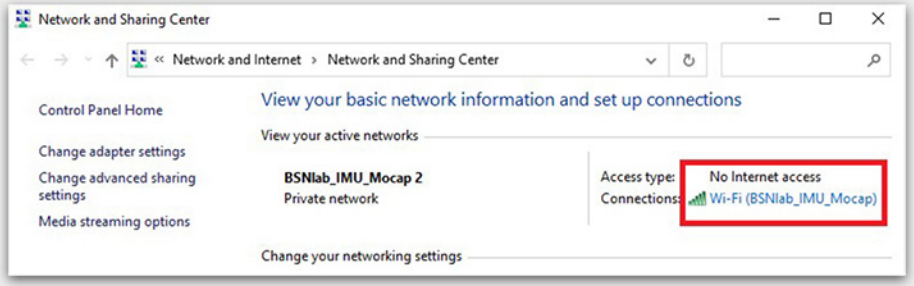
بدین منظور روی آیکون اینترنت در نوار وظیفه کلیک راست کرده سپس گزینه Open Network and Sharing Center را انتخاب نمایید.



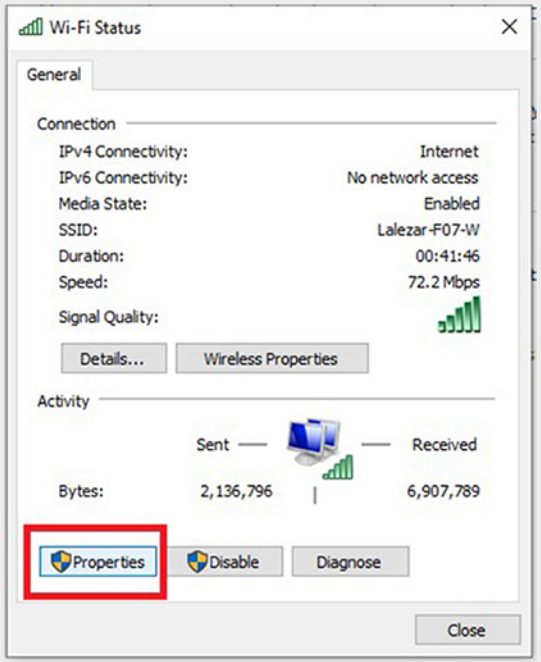
سپس در صفحه نمایان شده روی گزینه Network and Sharing Center کلیک کنید.



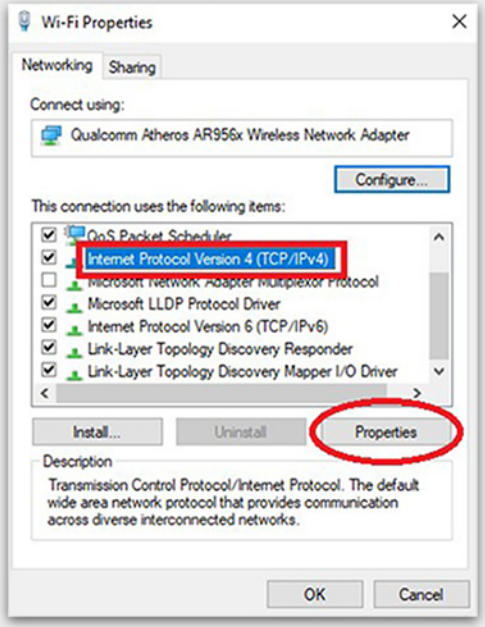
حال در این مرحله روی BSNlab_IMU_Mocap (Wi-Fi) کلیک‌کرده تا صفحه Wi-Fi Status باز شود.



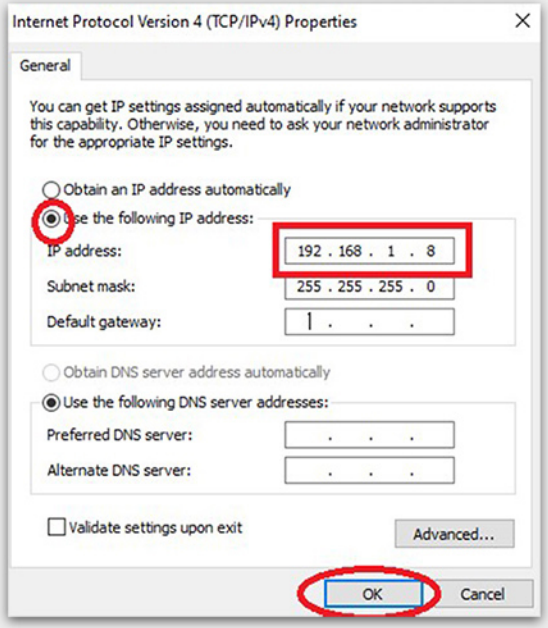
در این صفحه، روی گزینه Properties کلیک کنید.



در تب Network ابتدا در منوی کشویی، گزینه Internet Protocol Version ۴ (TCP/IPv۴) را انتخاب کرده سپس روی Properties کلیک کنید.



در تب General گزینه Use the following IP address را انتخاب کرده و پس از وارد کردن آدرس (IP) ۱۹۲،۱۶۸،۱،۸ روی گزینه ok کلیک کنید.



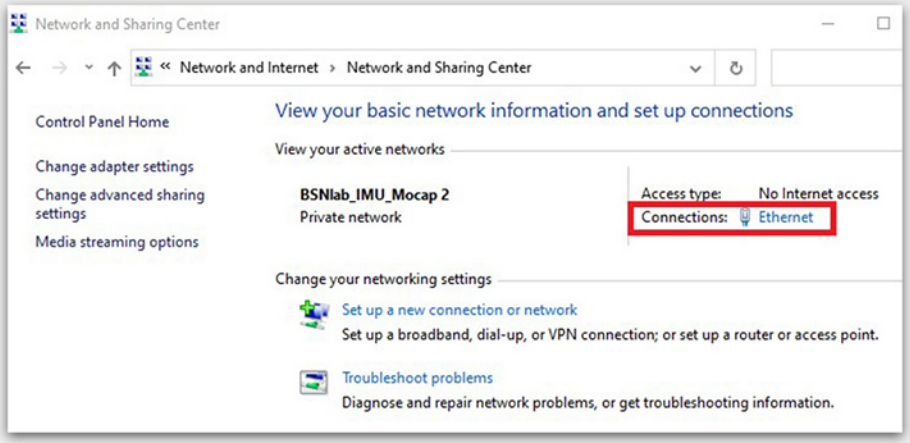
بررسی آدرس IP

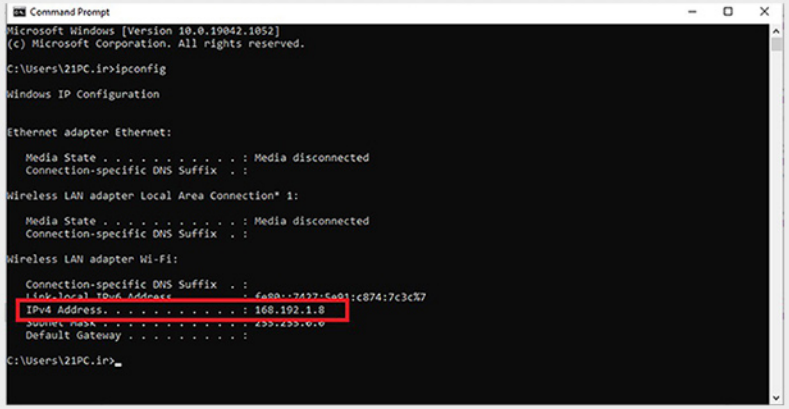
از مسیر زیر می‌توان آدرس IP را بررسی و از درستی آن اطمینان حاصل کرد. در قسمت سرچ منوی استارت، Cmd را تایپ کرده و سپس روی Command Prompt کلیک کنید. در صفحه باز شده ipconfig را تایپ کرده و Enter را بزنید. آدرس IP را در مقابل عبارت IPv۴ Address خواهید دید.

www.bsnlab.ir

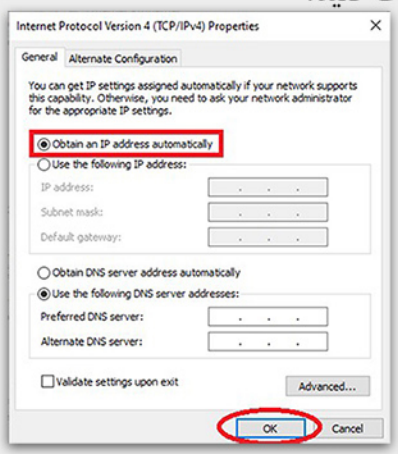
تنظیمات لازم برای برقراری ارتباط با استفاده از کابل LAN

پس از اتصال مودم به لپتاپ یا PC با استفاده از کابل LAN مشابه بخش ۲-۱ عمل‌کنید تنها با این تفاوت که در صفحه Network and Sharing Center به جای BSNlab_IMU_Mocap (Wi-Fi) روی Ethernet کلیک کنید.

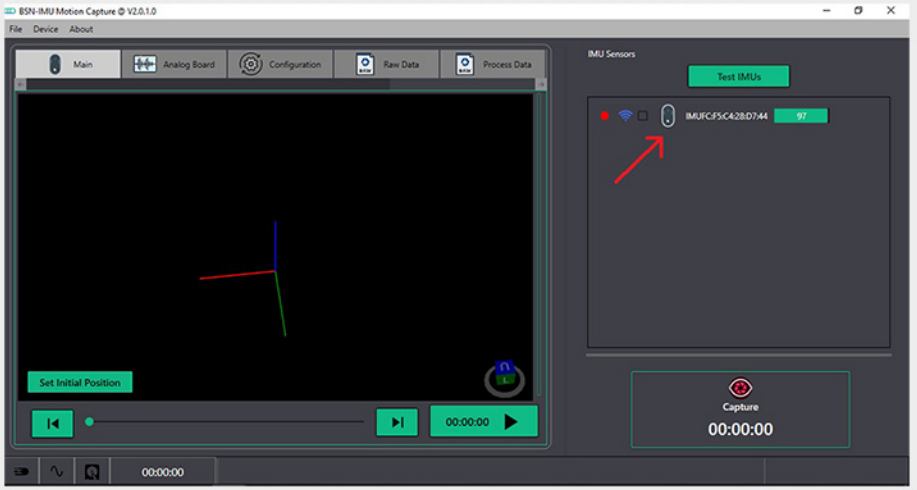




توجه : پس از تغییر آدرس IP، در صورتی که بخواهید با استفاده از وای فای به اینترنت متصل شوید، می‌بایستی تنظیمات آدرس IP را به حالت قبل برگردانید. بدین منظور میبایستی در صفحه زیر مجددا گزینه Obtain an IP address automatically را انتخاب کرده و سپس روی ok کلیک کنید.

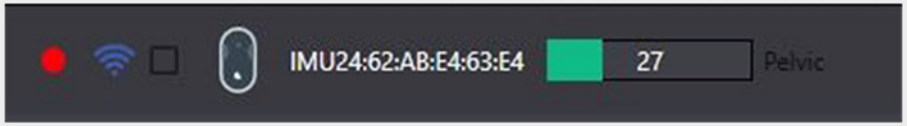


www.bsnlab.ir



در کنار ماژول اضافه شده در نرم افزار، اطلاعات زیر به ترتیب از چپ به راست مشاهده می‌شود:

- دایره قرمز در حال standby و دایره سبز در حال ارسال داده
- سطح سیگنال جهت بررسی کیفیت ارتباط
- چک باکس جهت انتخاب ماژول های فعال
- آیکون
- MAC ADDRESS
- میزان باتری
- نام گذاری ماژول برحسب اندام



بررسی علل عدم اتصال ماژول به نرم افزار

تنظیم نبودن آدرس IP

در صورتی که ارتباط ماژول با نرم افزار برقرار نشد، وضعیت اتصال وایفای و آدرس IP که نحوه تنظیم صحیح و چک کردن آن در بخش قبل توضیح داده شد، می‌بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

بلاک شدن نرم‌افزار توسط فایروال ها

در صورتی که وضعیت اتصال وایفای و آدرس IP نیز صحیح بود، احتمالا نرم افزار توسط فایروال ها از جمله فایروال ویندوز دیفندر بلاک شده است. در این حالت میبایستی نرم افزار را از لیست نرم افزارهای بلاک شده توسط نرم‌افزار فایروال خارج کنید.

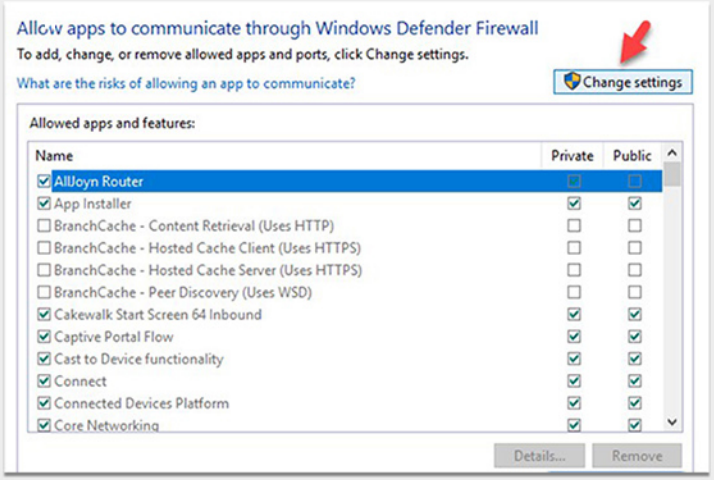
نحوه آزاد کردن نرم افزار بلاک شده در فایروال ویندوز دیفندر

برای آزاد کردن نرم افزار بلاک شده، می‌توانید از Control panel استفاده کنید که هم در ویندوز ۱۰ و هم در ویندوز ۸ و ۷ کاربرد دارد. در ویندوز ۱۰ می‌بایست Control Panel را در منوی استارت جستجو کنید و روی اولین نتیجه‌ی سرچ کلیک کنید اما در ویندوز ۷ و نسخه‌های قدیمی‌تر، Control Panel یکی از گزینه‌های منوی استارت است و نیازی به جستجو کردن نیست.

در Control Panel نما را به حالت پیش فرض که Category است تغییر دهید و روی گزینه System and Security کلیک کنید.

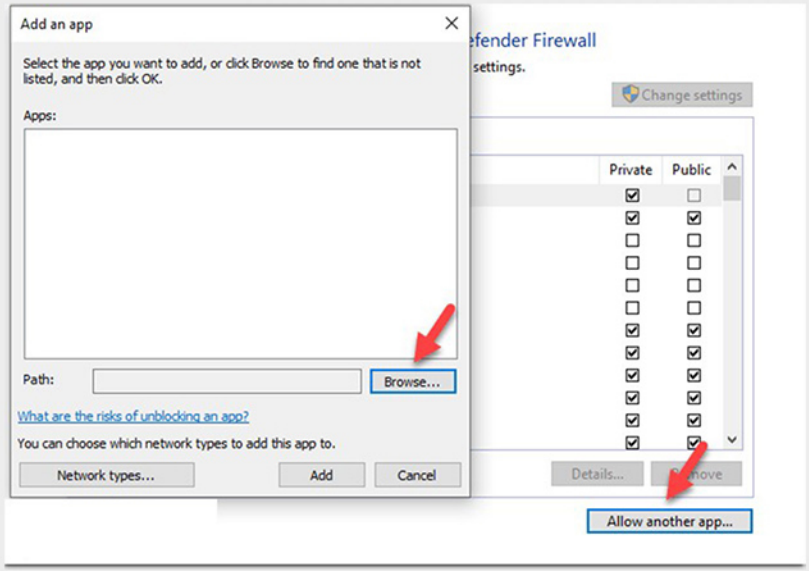
www.bsnlab.ir

در Control Panel نما را به حالت پیش فرض که Category است تغییر دهید و روی گزینه System and Security کلیک کنید.



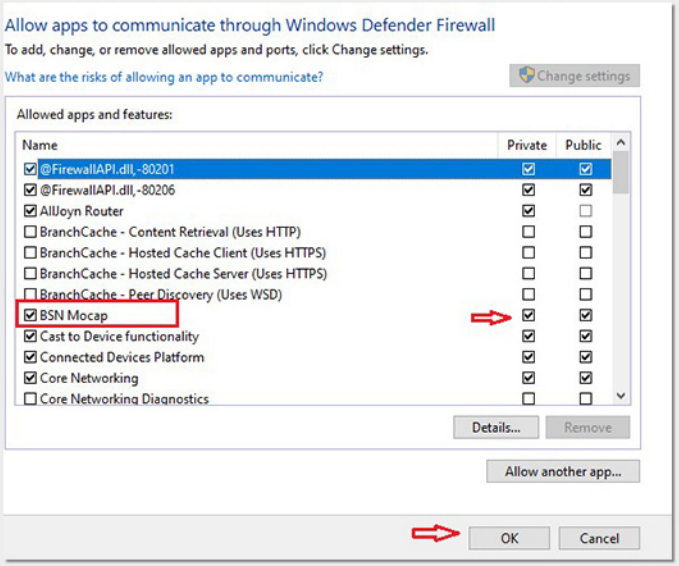
پس از کلیک روی دکمه‌ی Change Settings در لیست اپلیکیشن‌ها اسکرول کنید و اسم نرم‌افزار را پیدا کنید. سپس در چک‌باکس قبل از آن کلیک کنید تا تیک آن اضافه شود. در صورت نیاز به دسترسی به شبکه‌های Public یا عمومی و Private یا خصوصی، می‌توانید تیک چک‌باکس‌های روبروی هر اپلیکیشن دلخواهی را نیز اضافه کنید. در انتها روی Ok در پایین صفحه کلیک کنید.

در صورتی که اسم نرم‌افزار در لیست موجود نبود، روی دکمه‌ی Allow another app که زیر لیست دیده می‌شود کلیک کنید. پنجره‌ی Add an app باز می‌شود. روی دکمه‌ی Browse کلیک کنید و آدرس فایل اجرایی نرم‌افزار را بدهید. در نهایت روی Add کلیک کنید.



اکنون اسم نرم‌افزار (Bsn Mocap) به لیست، اضافه خواهد شد. تیک Private مقابل آن را بزنید و سپس روی Ok در پایین صفحه کلیک کنید.

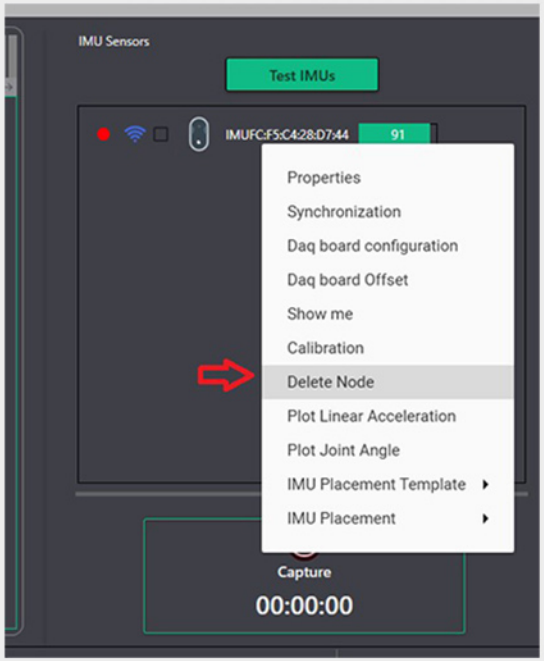
www.bsnlab.ir



در مورد یافتن فایل اجرایی نرم‌افزارها، می‌توانید از منوی راست‌کلیک روی آیکون نرم‌افزار، گزینه‌ی Open file Location را انتخاب کنید. البته ممکن است با این روش، آدرس شورت کات اپلیکیشن در منوی استارت باز شود، لذا یک مرتبه‌ی دیگر راست‌کلیک کرده و همین گزینه را انتخاب کنید تا فولدر نصب نرم‌افزار باز شود.

حذف ماژول از لیست نرم‌افزار

در صورتی که قصد دارید ماژولی را که قبلا روشن کرده اید از لیست نرم‌افزار و اخذ داده حذف کنید، روی ماژول مورد نظر در لیست ماژول های نرم‌افزار راست‌کلیک کرده و Delete Node را انتخاب کنید.

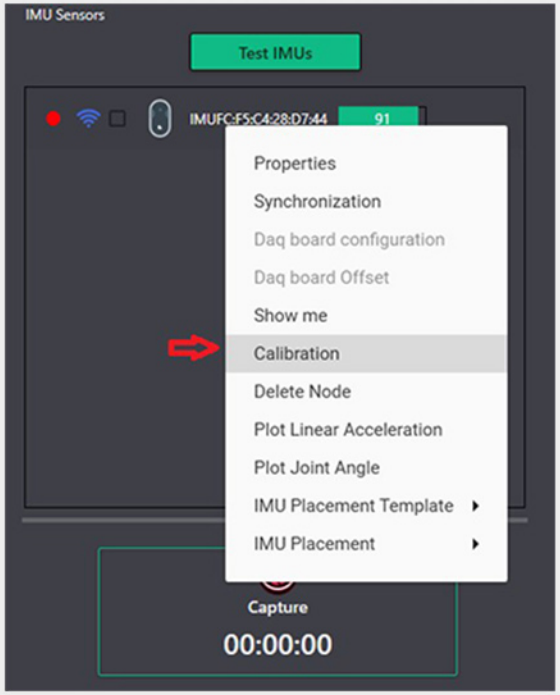


کالیبراسیون ماژول IMU

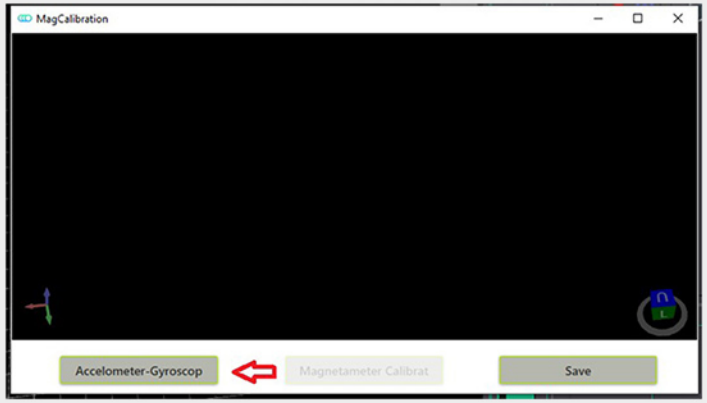
کالیبره کردن شتاب سنج و جایروسکوپ

به منظور کالیبراسیون ماژول، در اولین مرحله روی ماژول مورد نظر در نرم افزار راست کلیک کرده و calibration را انتخاب کنید.

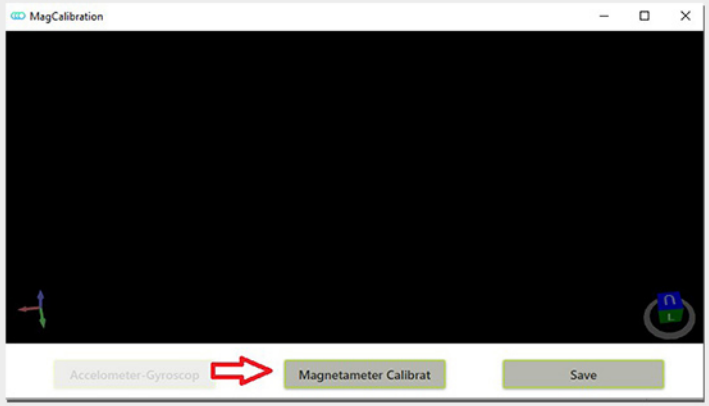
www.bsnlab.ir



سپس ماژول را روی یک سطح صاف کاملا بی حرکت قرار داده و در صفحه نمایان شده روی Accelometer-Gyroscop کلیک کنید. مشاهده خواهید کرد که LED روی ماژول سه بار پشت سر هم چشمک قرمز می‌زند و سپس خاموش می‌شود.



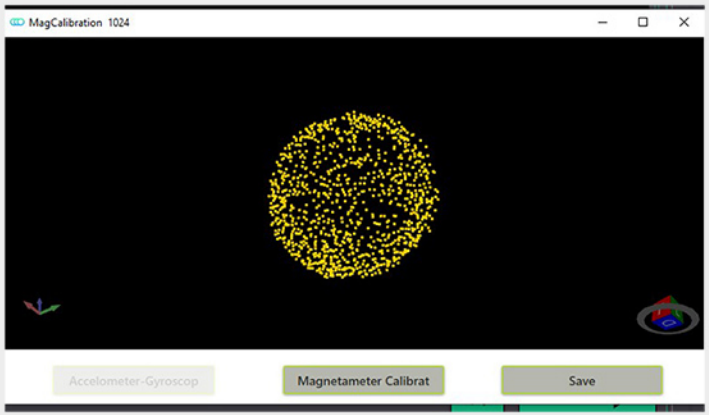
در این مرحله گزینه MagnetometerCalibration فعال خواهد شد. با فعال شدن این گزینه کالیبراسیون شتاب سنج و جایروسکوپ به پایان رسیده است.



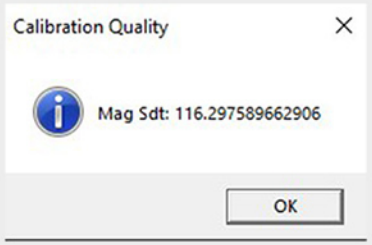
www.bsnlab.ir

کالیبراسیون قطب نما

پس از اتمام کالیبره شتاب سنج و جایروسکوپ، ماژول را در دست گرفته و روی Magnetameter Calibrat کلیک کنید. با چرخاندن ماژول در فضا نقاطی در صفحه مشکی رنگ ایجاد می‌شود. به منظور کالیبره قطب نما باید ماژول را در جهات مختلف به صورت نامنظم بچرخانید تا یک کره در صفحه مشکی رنگ ایجاد شود. این کار را باید تا زمانی ادامه دهید که تعداد نقاط ایجاد شده به تعداد خاصی (Max Points) که برای نرم افزار تعریف شده است، برسد. به صورت پیش فرض تعداد ۱۲۰۰ نقطه برای کالیبراسیون در نظر گرفته شده است. در صورتی که به تعداد حداکثر نقاط تنظیم شده نرسیدید، می‌توانید پس از رویت یک شکل کامل کروی بر روی دکمه Save کلید کنید.



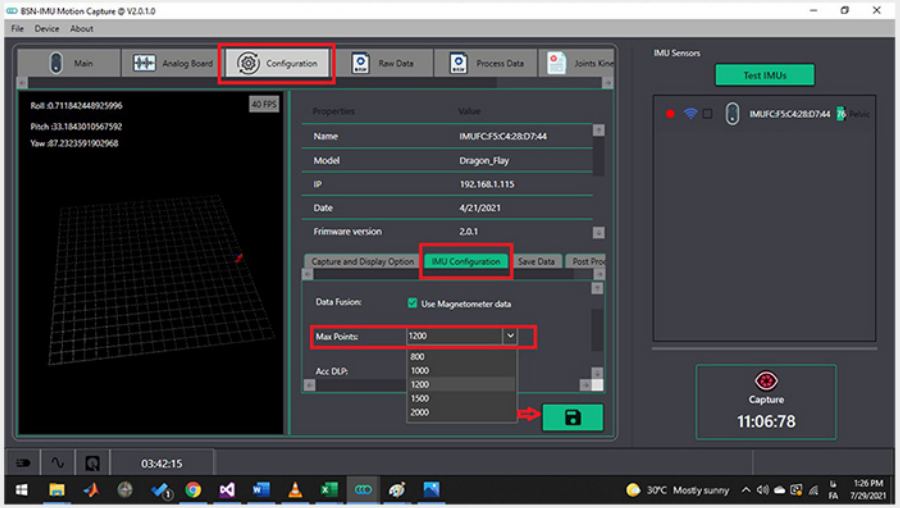
پس از چرخاندن ماژول در فضا و رسیدن تعداد نقاط ایجاد شده به تعداد مورد نظر، پنجره Calibration Quality ظاهر می‌شود که انحراف استاندارد خطای کالیبره را نمایش می‌دهد. در صفحه نمایان شده روی ok کلیک کنید.

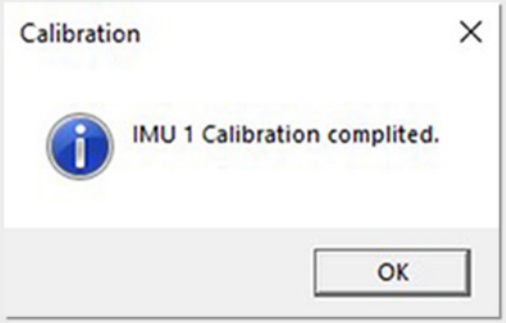


سپس روی گزینه Save کلیک کنید. صفحه ای نمایان خواهد شد که ضرایب کالیبراسیون را نمایش می‌دهد. در صفحه نمایان شده روی ok کلیک کنید.

سپس پیغامی مبنی بر اتمام کالیبراسیون ماژول ظاهر خواهد شد. روی ok کلیک کنید. اکنون کالیبراسیون ماژول به پایان رسیده است و ماژول به صورت خودکار خاموش می‌شود و از لیست ماژول ها در نرم افزار نیز حذف خواهد شد.

www.bsnlab.ir



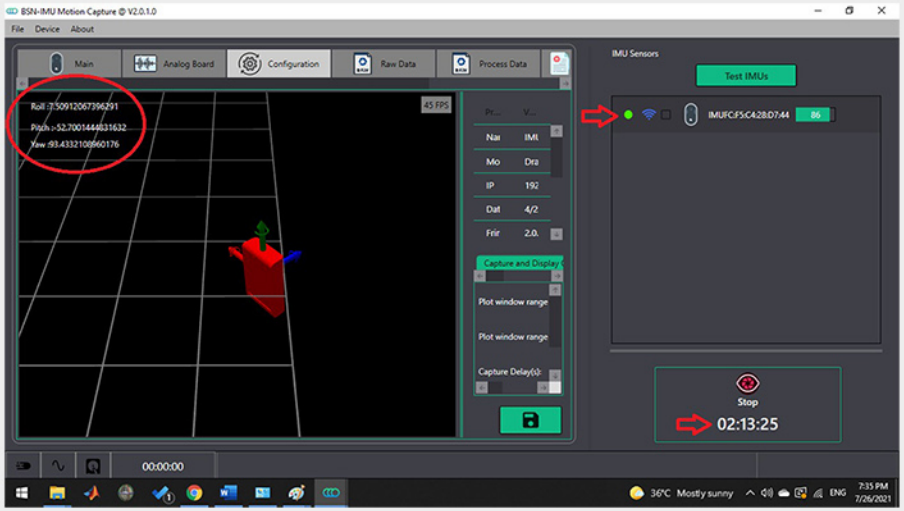


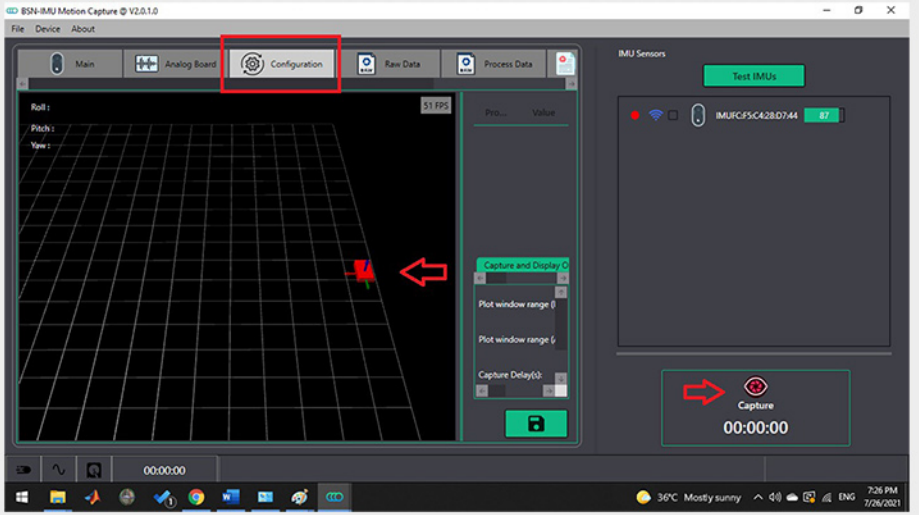
بررسی دریفت داده های IMU

پس از اتمام کالیبراسیون ماژول ها، نرم افزار را ببندید و مجددا باز کنید. سپس ماژول ها را روشن کنید. ماژول ها در لیست نرم‌افزار اضافه خواهند شد. به تب Configuration نرم افزار بروید. در صفحه باز شده ماژول هایی که روشن کرده اید به صورت ۳D نمایش داده می‌شوند. برای انتقال داده از ماژول به نرم افزار، روی گزینه Capture در قسمت پایین سمت راست نرم‌افزار کلیک کنید.

به منظور افزایش دقت کالیبراسیون قطب‌نما، میتوان به جای ۸۰۰ نقطه، تعداد ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ و یا ۲۰۰۰ نقطه را به عنوان حداکثر نقاط کالیبراسیون قطب نما انتخاب کرد. بدین منظور میبایستی قبل از اقدام برای کالیبره کردن ماژول، به تب Configuration و سپس تب IMU Configuration بروید. در قسمت Max Points میتوانید حداکثر نقاط برای کالیبراسیون قطب نما را انتخاب کنید. اگرچه استفاده از تعداد نقاط بیشتر موجب افزایش دقت کالیبراسیون قطب‌نما می‌شود، از طرفی موجب طولانی‌تر شدن زمان کالیبراسیون نیز خواهد شد. برای ذخیره تغییرات اعمال شده روی آیکون در پایین صفحه کلیک کنید.

همچنین در قسمت بالای سمت چپ صفحه ۳D تب Configuration، مقادیر Pitch، Roll و Yaw هر ماژولی که از لیست نرم افزار انتخاب شده باشد، نیز نمایش داده می‌شود. با حرکت دادن و چرخاندن ماژول حول هر یک از محورها، این مقادیر تغییر خواهند کرد. بررسی دریفت داده ها را از طریق بررسی این مقادیر نیز در حالتی که ماژول بی حرکت است، می‌توان انجام داد.

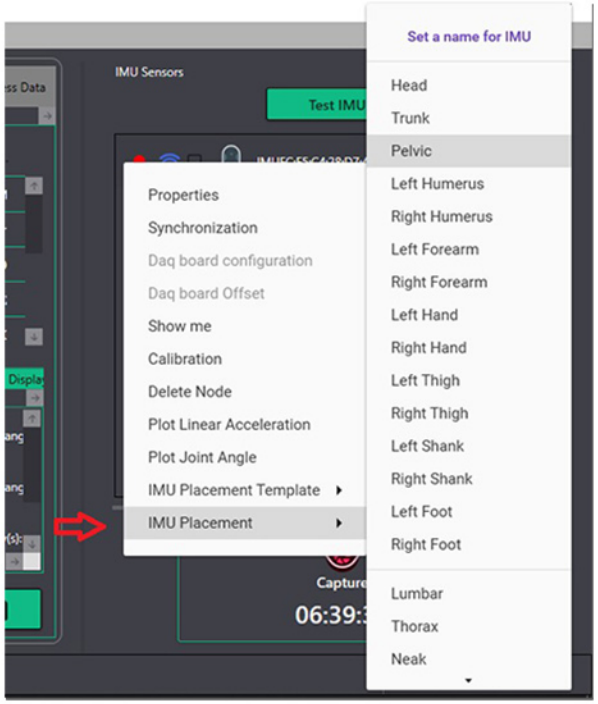




با کلیک روی این گزینه تایمر زیر آن نیز فعال خواهد شد. در این وضعیت با چرخاندن هر کدام از ماژول‌ها، باید حرکت آن را در نرم افزار نیز مشاهده کنید.
در غیر این صورت ارتباط ماژول با نرم افزار به درستی برقرار نیست و یا انتقال داده از ماژول به نرم‌افزار صورت نمی‌گیرد. هر یک از ماژول ها را پس از حرکت دادن، مجددا بدون حرکت روی سطح قرار دهید و در این حالت با مشاهده ۳D ماژول روی نرم افزار بررسی کنید که آیا ماژول دریفت دارد یا خیر؟ در صورتی که ۳D ماژول در نرم افزار نیز بدون حرکت است یعنی کالیبراسیون به درستی انجام شده اما اگر دریفت دارد توصیه می‌شود کالیبراسیون برای آن ماژول مجددا انجام شود.

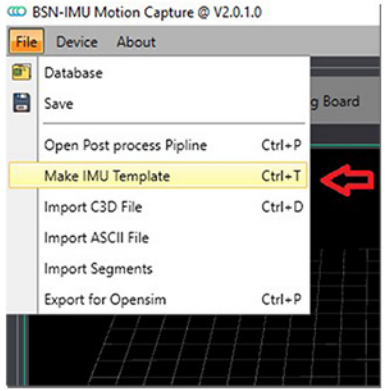
نام گذاری ماژول برحسب اندام (IMU Placement)

قبل از ثبت داده و انجام Alignment نصب باید در نرم افزار تعیین شود که هر ماژول روی چه اندامی نصب شده است. بدین منظور روی ماژول مورد نظر در لیست نرم افزار راست کلیک کرده، به بخش IMU Placement بروید و اندامی که ماژول IMU روی آن نصب شده است را انتخاب کنید. سپس اسم اندام انتخاب شده در مقابل نام ماژول در لیست نرم افزار اضافه خواهد شد.

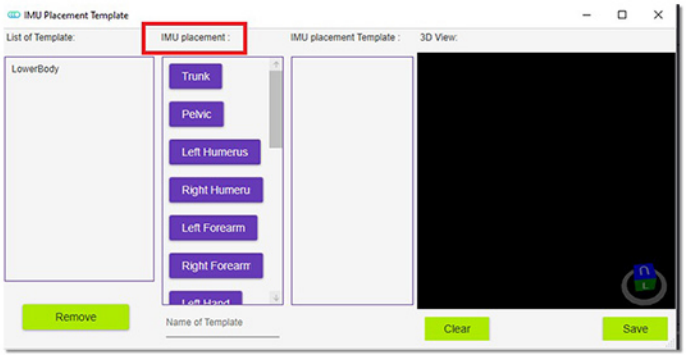


ساخت IMU Placement Template

از منوی File گزینه Make IMU Template را انتخاب کنید.

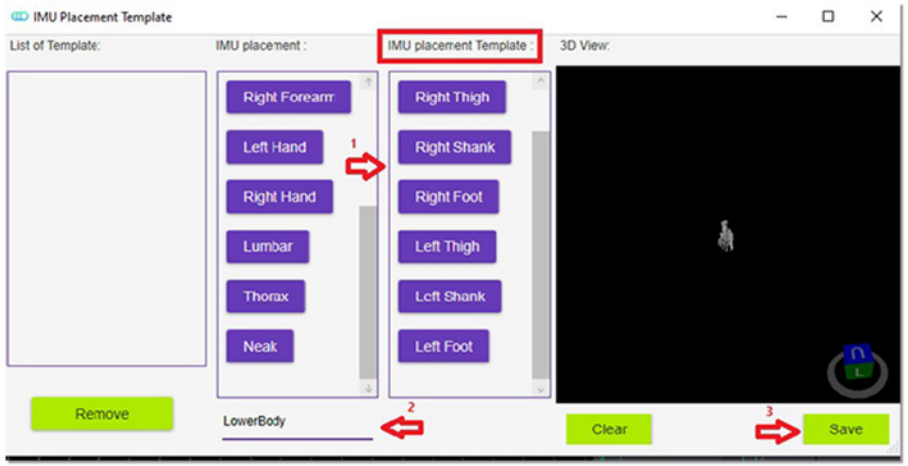


در صفحه نمایان شده در بخش IMU Placement لیست اندام ها را مشاهده می‌کنید.



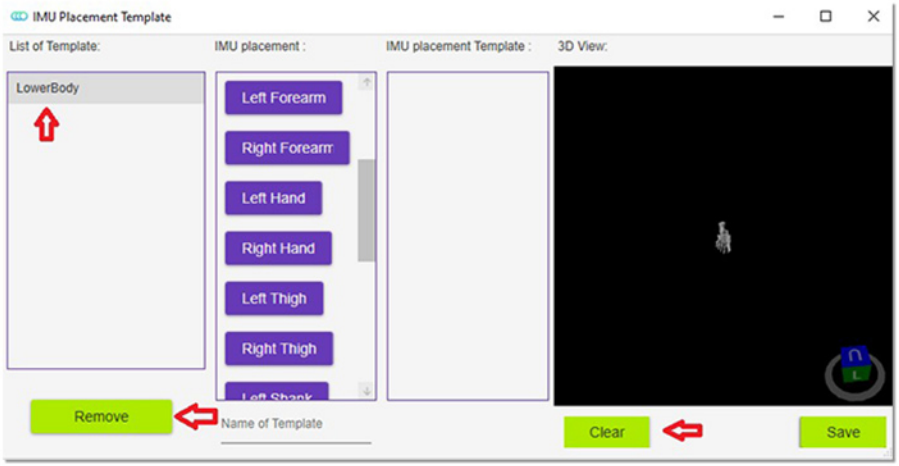
www.bsnlab.ir

۱. روی اسم اندام‌های لازم برای ساخت مدل در بخش IMU Placement جفت کلیک کنید تا به بخش IMU Placement Template منتقل شوند.
۲. پس از این که تمام اندام های موردنیاز مدل را به این بخش منتقل کردید، در پایین صفحه در بخش Name of Template اسم مدل مدنظر خود را تایپ کنید (به طور مثال LowerBody).
۳. روی گزینه Save در قسمت پایین سمت راست کلیک کنید.



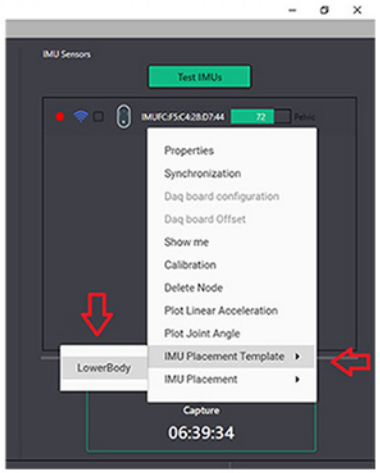
اکنون مدل شما ساخته شده و به بخش List of Template اضافه می‌شود. برای حذف یک مدل ساخته شده، آن را از قسمت List of Template انتخاب کنید سپس روی گزینه Remove در پایین صفحه کلیک کنید.

برای حذف یک اندام از بخش IMU Placement Template نیز روی اسم آن در این بخش دابل کلیک کنید. برای پاک کردن کامل بخش IMU Placement Template نیز روی گزینه clear در قسمت پایین صفحه کلیک کنید.



به منظور اعمال مدل ایجاد شده بر روی ماژول‌ها، کافیست روی ماژول اول در لیست نرم‌افزار راست کلیک کرده، به بخش IMU Placement Template بروید و روی اسم Template که قبلا ایجاد کرده‌اید، کلیک کنید.

www.bsnlab.ir



اسم اندام‌ها به همان ترتیبی که از بالا به پایین در Template وارد کرده‌اید برای ماژول‌ها تعریف و در مقابل آن ها در لیست نرم افزار اضافه خواهند شد. باید توجه داشته باشید هر ماژول دقیقا روی اندامی نصب شود که اسم آن اندام در لیست نرم افزار در مقابل آن ثبت شده است. با جفت کلیک کردن روی ماژول در لیست نرم افزار، چراغ چشمک زن آبی ماژول برای چند ثانیه به چراغ قرمز ثابت تغییر وضعیت خواهد داد. از این طریق میتوان تعیین کرد که اسم ثبت شده در لیست نرم افزار مربوط به کدام ماژول است و اطمینان حاصل کرد که آیا ماژول مورد نظر روی اندام صحیح نصب شده است یا خیر.

توصیه می‌شود هنگام استفاده از IMU Placement Template، قبل از اینکه ماژول ها را روی اندام نصب کنید، ابتدا Template مورد نظر را اعمال کنید. سپس با دوبار پشت سرهم کلیک کردن روی نام هر ماژول در لیست نرم افزار، ماژول مورد نظر را پیدا کنید و روی اندامی که در مقابل اسم ماژول در لیست نرم افزار ثبت شده است، نصب کنید.

Syncronization (همزمان کردن ماژول‌ها)

در صورتی که هنگام داده برداری ماژول ها همزمان نباشند، اختلاف زمانی بین داده هایی که ماژول ها ثبت میکنند وجود خواهد داشت. بنابراین توصیه می شود پیش از داده برداری حتما ماژول ها با هم همزمان شوند. بدین منظور میبایستی مراحل زیر انجام شود.

- ابتدا تعداد ماژول های های مورد نیاز برای انجام یک سنجش رو در کیف قرار داده و به کانکتور متصل نمایید. (در این حالت ماژول های اضافی نباید به کانکتورهای خود در کیف متصل باشند)

- ماژول های متصل شده به کانکتور را روشن نمایید. همه ماژول های های روشن شده می بایست در نرم افزار در قسمت IMU Sensors لیست شوند. LED ماژول ها در این حالت به صورت غیر همزمان چشمک آبی میزنند.

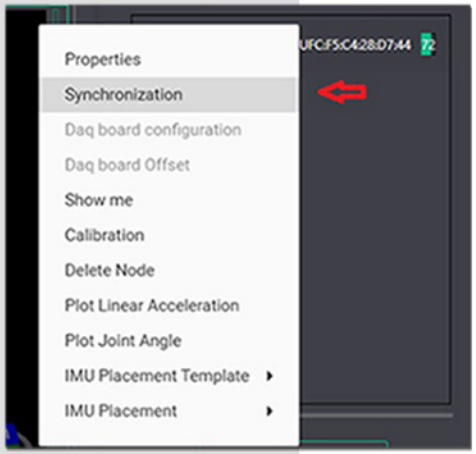
- بر روی یکی از سنسورهای لیست شده به دلخواه راست کلیک کرده و از پنجره باز شده گزینه Synchronization را انتخاب نمایید. در صورت دریافت دستور سینک، ماژول ها از حالت چشمک زن آبی خارج میشوند.

- در این حالت ماژول ها منتظر دریافت پالس سینک می باشند. در صورتی که تا ۳۰ ثانیه پالس سینک ارسال نشود ماژول ها به صورت خودکار خاموش می شوند.

www.bsnlab.ir

نحوه ارسال پالس سینک - نسخه۱ :

رابط سینک/ شارژ را از طریق کانکتور گرد فلزی به کیف متصل نمایید. جهت رابط سینک/شارژدارای اهمیت می باشد و کانکتور گرد فلزی ازسمت خروجی فلش می بایست به کیف متصل شود. توجه داشته باشد در این حالت " نباید " آداپتور به رابط سینک/شارژ متصل باشد. کلید سه وضعیته موجود دررابط رادروضعیت دو"SYNC"قراردهید. بافشردن شاستی یک پالس الکتریکی برای همه سنسورها ارسال می شود. در صورتی که عملیات با موفقیت انجام شود تمامی سنسورها دقیقا همزمان شروع میکنند به زدن چشمک آبی.



نحوه ارسال پالس سینک - نسخه۲ :

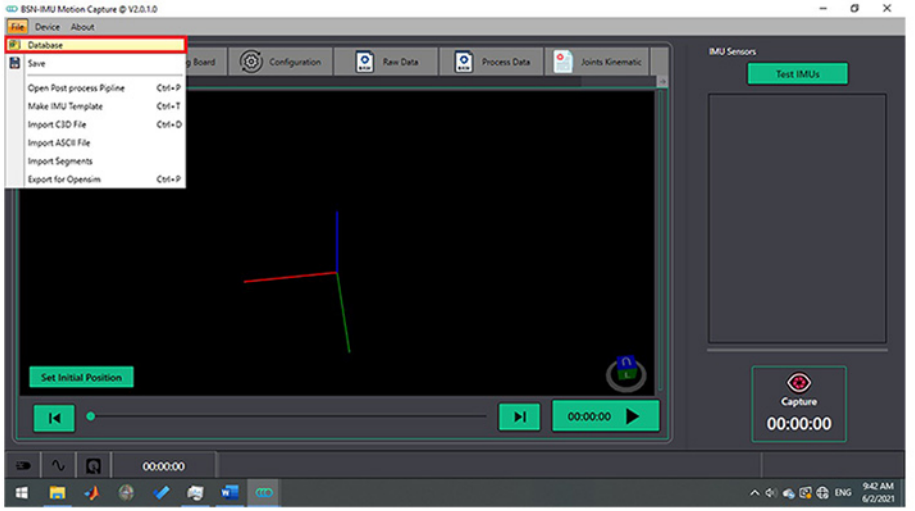
با فشردن شاسی تعبیه شده در کیف، یک پالس الکتریکی برای همه سنسورها ارسال می شود. در صورتی که عملیات با موفقیت انجام شود تمامی سنسورها دقیقا همزمان شروع میکنند به زدن چشمک آبی.

وضعیت LED روی ماژول ها ازچشمک زن آبی به چشمک زن قرمز تغییر خواهد کرد. اکنون کلید تعبیه شده در مسیر شارژر دستگاه را در وضعیت Sync قرار دهید. سپس با فشار دادن شاسی تعبیه شده در کنار این کلید، LED روی ماژول ها در وضعیت چشمک زن آبی قرار خواهند گرفت و به صورت همزمان با هم خاموش و روشن خواهند شد. اکنون ماژول ها به لحاظ زمانی با هم همزمان شده اند.

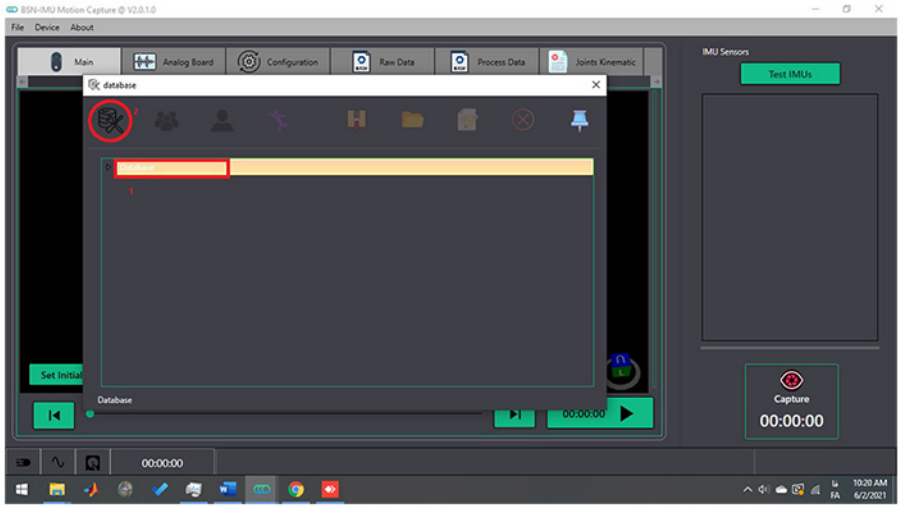
www.bsnlab.ir

ایجاد مسیر جدید برای ثبت داده

پس از کالیبراسیون ماژول ها و قبل از هم‌راستا کردن، باید مسیر ثبت داده ها و کوشش مورد نظر تعیین شود. بدین منظور به منوی File بروید و روی گزینه Database کلیک کنید.

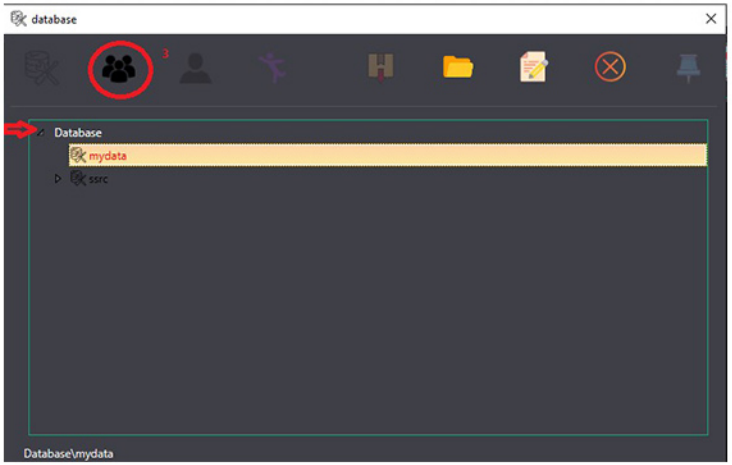


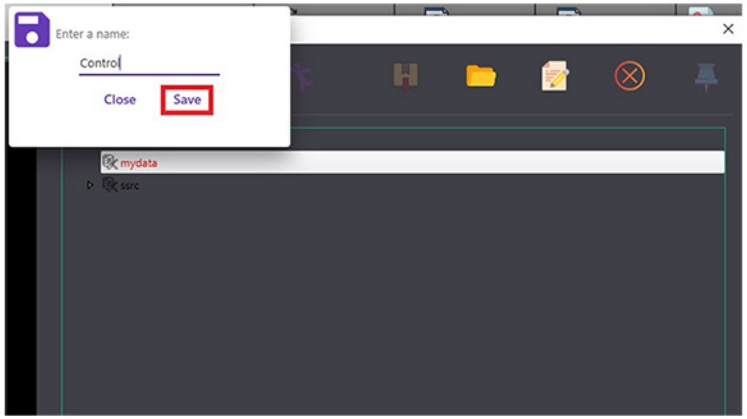
در صفحه نمایان شده با کلیک روی Database آن را انتخاب کنید. سپس به منظور ایجاد یک پایگاه داده جدید برای ذخیره داده ها روی آیکون واقع در بالا و سمت چپ صفحه کلیک کنید.

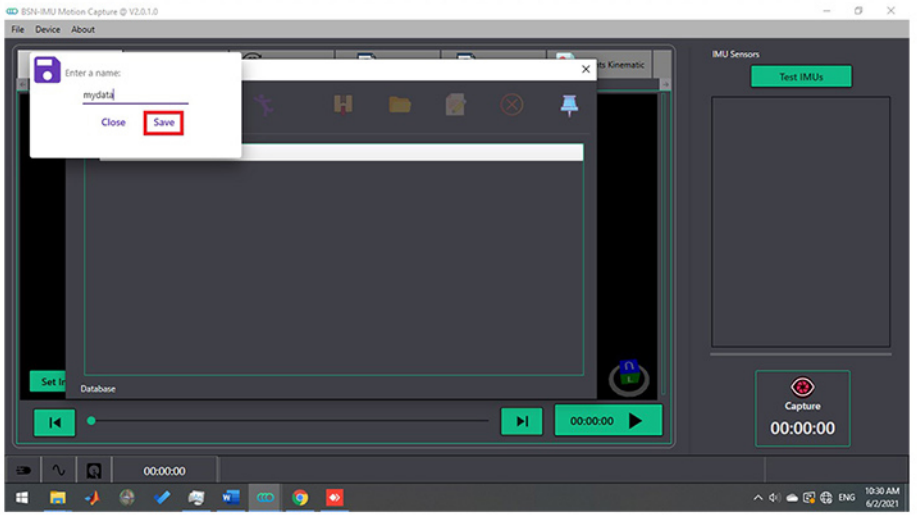


در صفحه نمایان شده اسم دلخواهی را (به طور مثال mydata) وارد کنید و روی Save کلیک کنید. اکنون یک پایگاه داده جدید برای ذخیره داده ها ایجاد خواهد شد.

www.bsnlab.ir

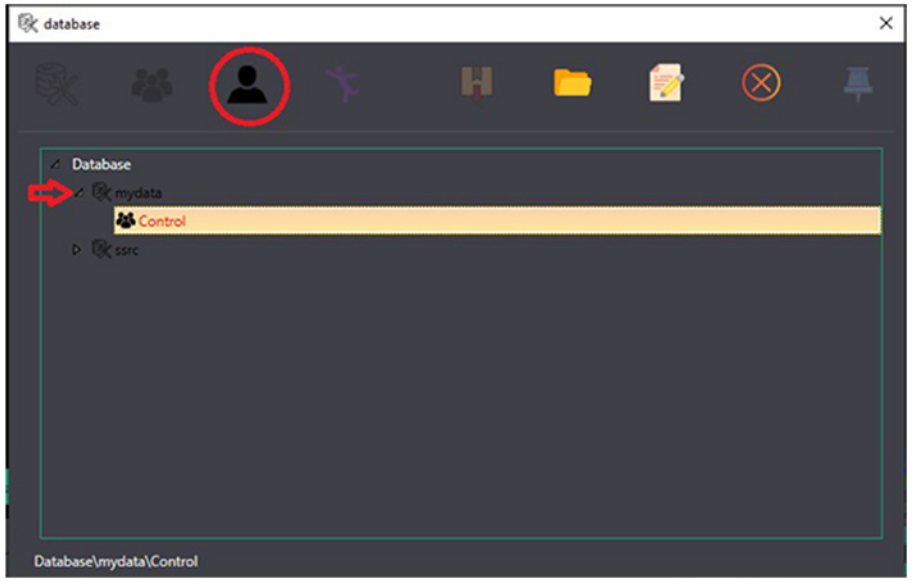




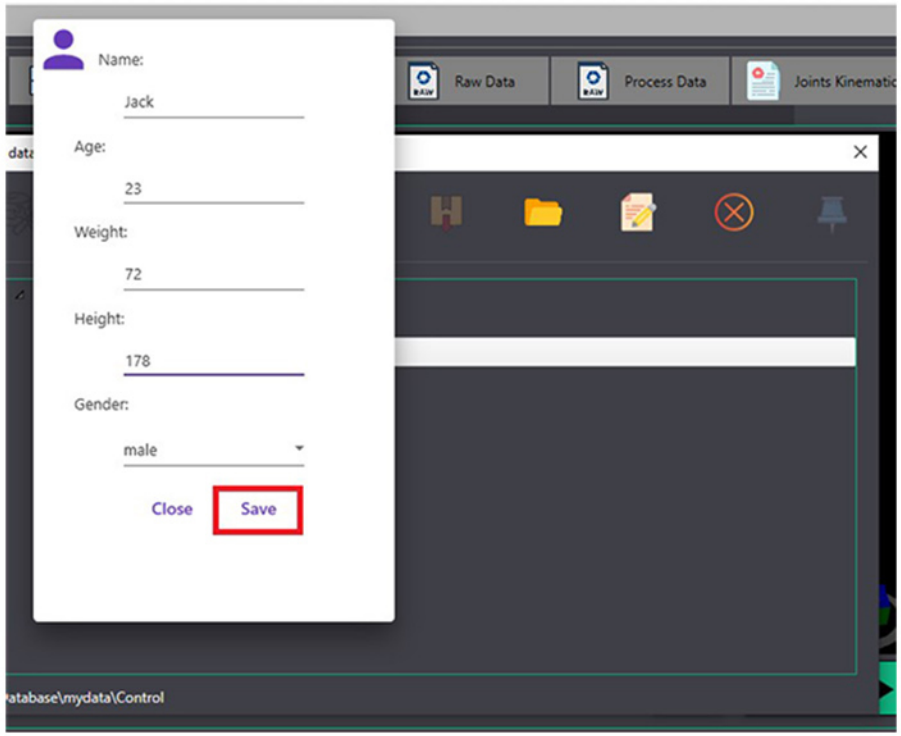


سپس روی علامت مثلث واقع در سمت چپ Database کلیک کنید تا مسیر جدید ساخته شده نمایان شود. روی مسیر جدید نمایان شده کلیک کرده تا گزینه مربوط به ایجاد گروه در قسمت بالای صفحه فعال شود. سپس روی گزینه فعال شده کلیک کنید و در صفحه نمایان شده اسم گروه مورد اندازه گیری (به طور مثال Control) را وارد کنید. روی گزینه Save کلیک کنید تا گروه ساخته شود.

اکنون با کلیک کردن روی علامت مثلث در سمت چپ مسیر ایجاد شده (mydata)، گروه ایجاد شده به عنوان زیرمجموعه مسیر ساخته شده نمایان خواهد شد. با کلیک کردن روی گروه ایجاد شده، گزینه ایجاد آزمودنی جدید در بالای صفحه فعال خواهد شد.



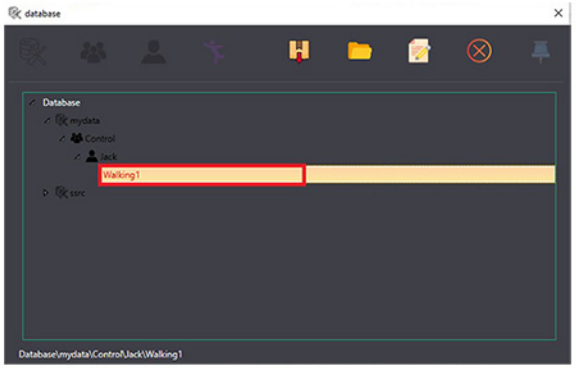
روی گزینه فعال شده کلیک کنید و اطلاعات خواسته شده از قبیل اسم آزمودنی (به طور مثال Jack)، سن، قد، وزن را تایپ کرده و جنسیت را انتخاب نمایید. سپس روی گزینه Save کلیک کنید تا آزمودنی جدید ایجاد گردد.



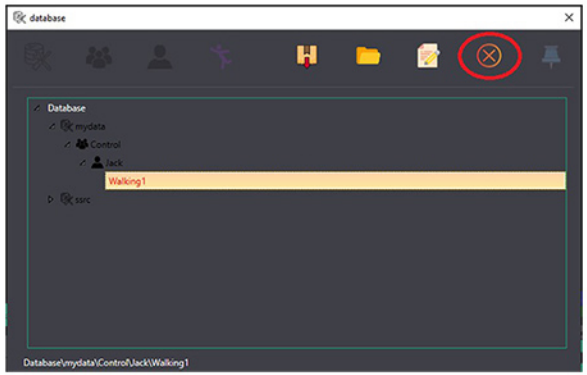
با کلیک کردن روی علامت مثلث در سمت چپ اسم گروه، آزمودنی‌های ایجاد شده برای این گروه نمایان خواهند شد. با کلیک کردن روی اسم هر یک از آزمودنی‌ها، گزینه ایجاد کوشش در بالای صفحه فعال خواهد شد.

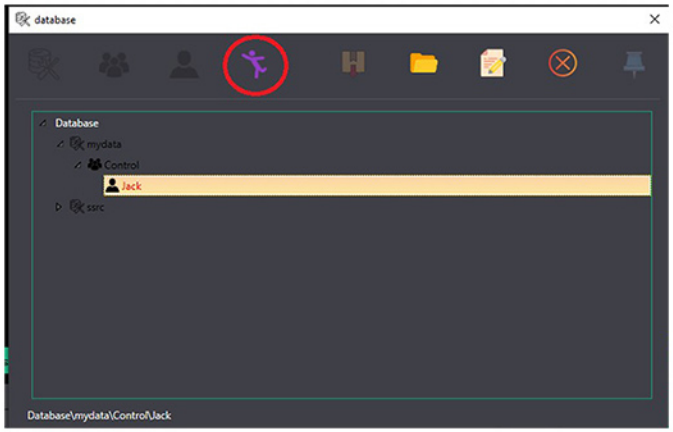
www.bsnlab.ir

برای ثبت داده میبایستی حتما ابتدا کوشش مورد نظر در مسیر Database ایجاد و با کلیک کردن روی آن انتخاب شده باشد.

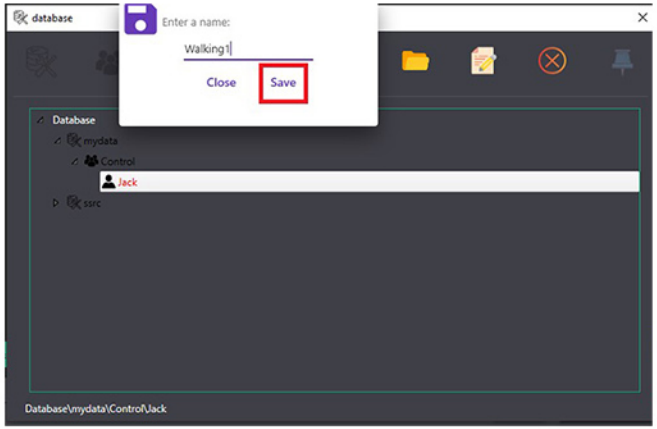


به منظور حذف هر کدام از مسیرها، گروه ها، آزمودنی ها و کوشش هایی که قبلا ایجاد کرده اید میبایستی ابتدا با کلیک کردن آن را انتخاب کنید و روی علامت ضربدر در قسمت بالای سمت راست صفحه کلیک کنید. سپس در صفحه نمایان شده روی گزینه yes کلیک کنید.





روی آن کلیک کنید و اسم کوشش مورد اندازه گیری (به طور مثال Walking) را وارد کرده سپس روی گزینه Save کلیک کنید.



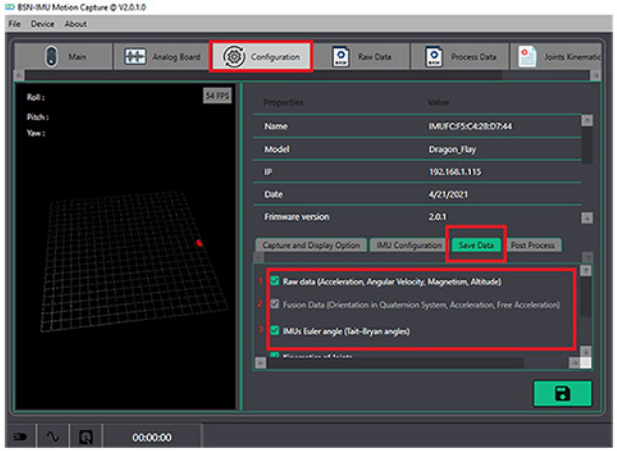
www.bsnlab.ir

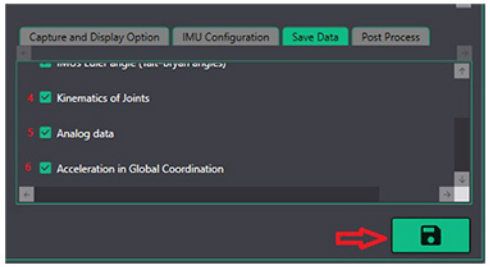
تنظیمات لازم قبل از ثبت داده

تعیین داده های خروجی مورد نیاز

به منظور تعیین داده هایی که تمایل دارید در هنگام داده برداری ذخیره شوند، به تب Configuration و سپس به تب Save Data بروید. در این قسمت با تیک زدن چک باکس کنار هر یک از گزینه ها، داده‌های مورد نظر ذخیره خواهند شد و پس از داده برداری به آن ها دسترسی خواهید داشت. گزینه اول داده‌های خام شتاب سنج، جایروسکوپ (سرعت زاویه ای)، قطب نما و ارتفاع سنج را شامل می‌شود. گزینه دوم Fusion Data شامل داده های Quaternion، داده های شتاب (Acceleration) و داده های شتابی که مقدار شتاب گرانش زمین از آن استخراج شده است (Free Acceleration)، می‌باشد. این گزینه به صورت disable هست و قابلیت تغییر وضعیت آن توسط کاربر وجود ندارد. با فعال کردن تیک گزینه سوم (IMU Euler Angles)، زوایای اویلر ذخیره خواهند شد. گزینه چهارم داده های زوایای مفاصل را ذخیره خواهد کرد. گزینه پنجم مربوط به ذخیره داده های آنالوگ دستگاه ها (مثل صفحه نیرو) و سنسورهایی است که به مجموعه متصل شده اند و دارای خروجی آنالوگ میباشند. گزینه ششم داده های شتاب در دستگاه مختصات گلوبال را ذخیره خواهد کرد. توجه داشته باشید با هر بار بستن نرم افزار این گزینه غیر فعال خواهد شد؛ بنابراین هر بار که نرم افزار را باز میکنید در صورتی که تمایل به ذخیره داده های شتاب در دستگاه مختصات گلوبال دارید باید تیک این گزینه را بزنید.

پس از انتخاب گزینه های مورد نظر خود، میبایستی حتما روی علامت در پایین صفحه کلیک کنید تا تغییرات اعمال شده ذخیره شوند.





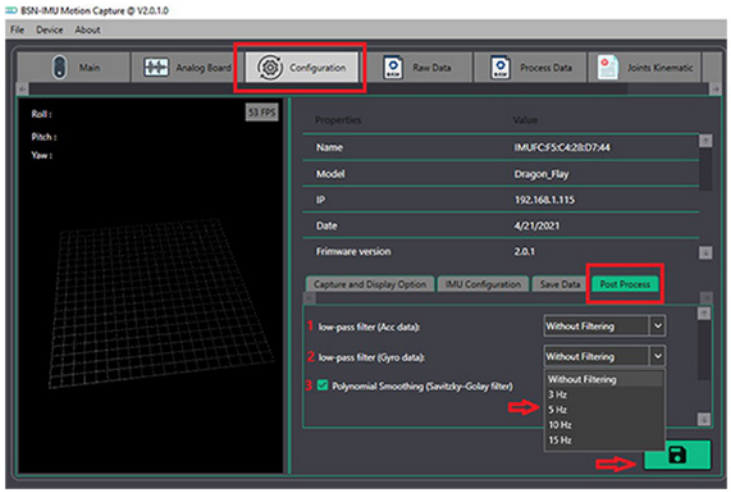
توجه: زمانی که برای اولین بار نرم افزار را نصب میکنید، تمام گزینه های مربوط به ذخیره داده ها در وضعیت انتخاب نشده می باشند.

www.bsnlab.ir

فیلتر کردن داده ها

برای فیلتر کردن داده‌ها به تب Configuration و سپس به تب Post Process بروید. گزینه اول (Acc data low –passs filter): مربوط به اعمال فیلتر پایین گذر روی داده‌های شتاب و گزینه دوم (Gyro data low –passs filter): مربوط به اعمال فیلتر پایین گذر روی داده های جایروسکوپ است. از منوی کشویی مقابل این دو عبارت، فرکانس قطع مناسب برای فیلتر پایین گذر را انتخاب کنید. درصورتی که نمی خواهید فیلتر پایین گذر روی داده های شتاب و جایروسکوپ اعمال شود از منوی کشویی آیتم Without Filtering را انتخاب کنید.

گزینه سوم به منظور smoothing داده ها پس از داده برداری می‌باشد. با زدن تیک کنار چک باکس این گزینه، داده ها پس از اخذ smooth خواهند شد. برای ذخیره تغییرات، روی علامت در پایین صفحه کلیک کنید.

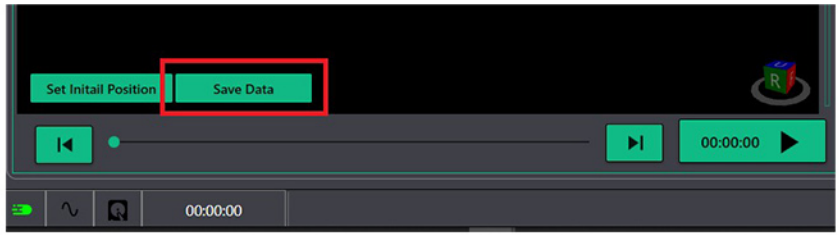


Alignment ماژول ها

قبل از ثبت داده باید Alignment نصب به منظور هم راستا کردن اندام ها صورت گیرد. بدین منظور پس از اینکه ماژول ها را روی اندام‌ها نصب کردید، در قسمت پایین سمت راست صفحه نرم افزار روی گزینه Capture کلیک کنید. سپس در صفحه نمایشگر نرم افزار، اندام های نام گذاری شده به صورت سه بعدی و روی هم نمایش داده می‌شوند. در این مرحله از آزمودنی بخواهید در وضعیت Normal Position (وضعیت آناتومیکی) بدون حرکت بایستد. سپس روی گزینه Set Initial Position کلیک کنید تا Alignment نصب انجام و راستای صحیح اندام ها در حالت آناتومیکی برای نرم افزار تعریف گردد. قبل از کلیک کردن روی Set Initial Position باید حتما یک کوشش را از قسمت Database انتخاب کرده باشید، در غیر این صورت پیغام زیر مبنی بر اینکه ابتدا یک کوشش را انتخاب کنید ظاهر خواهد شد.

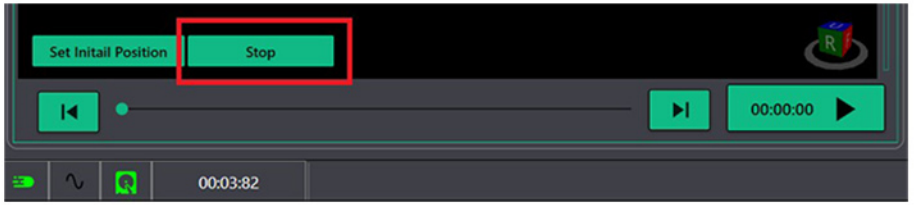
ثبت داده

پس از کلیک کردن روی گزینه Set Initial Position، گزینه Save data در کنار آن نمایان خواهد شد. برای شروع ثبت داده روی گزینه Save data کلیک کنید.



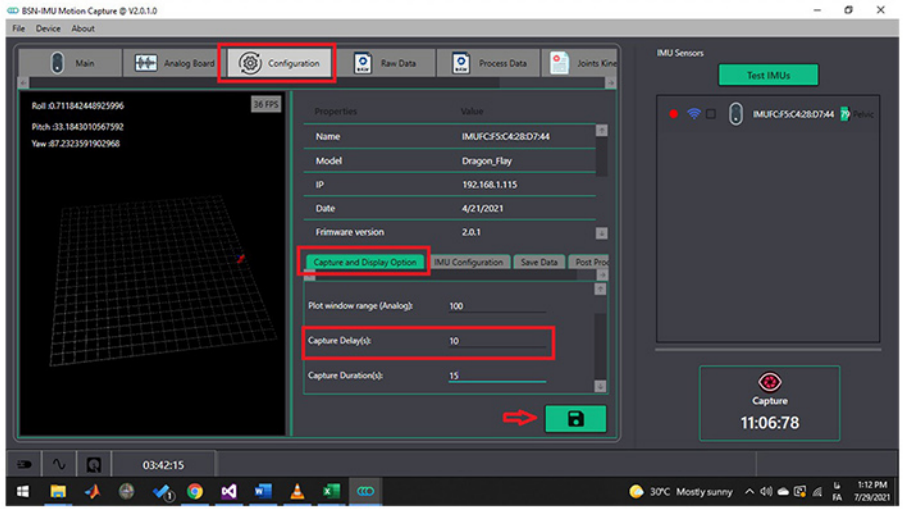
www.bsnlab.ir

سپس گزینه Stop نمایش داده خواهد شد. با کلیک روی گزینه Stop ثبت داده متوقف و داده های ثبت شده ذخیره خواهند شد.



ایجاد تاخیر در شروع ثبت داده

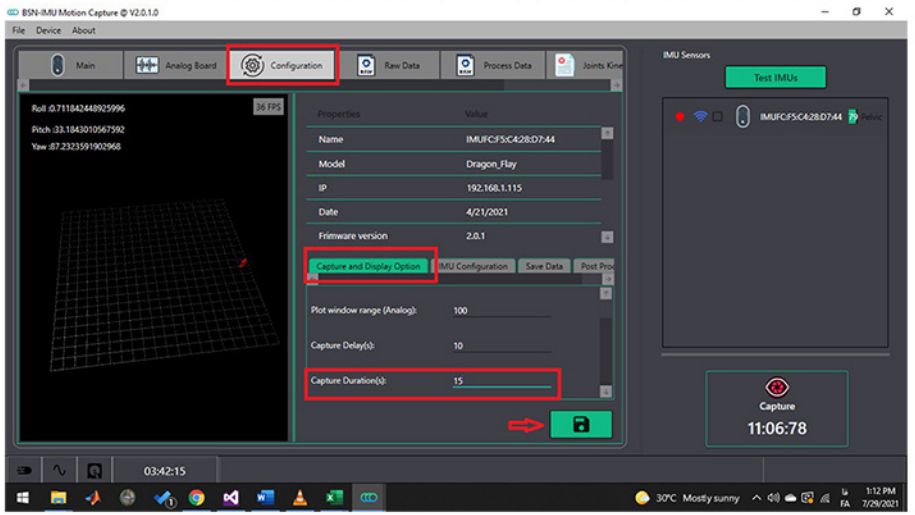
می‌توان به گونه ای تنظیم کرد که پس از کلیک کردن روی گزینه Savedata، نرم افزار با چند ثانیه تاخیر شروع به ثبت داده ها کند. بدین منظور به تب Configuration و سپس به تب Capture and Display Option بروید. در مقابل عبارت (Capture Delays) مدت زمان تاخیر برای شروع ثبت داده ها را تایپ و سپس روی گزینه ذخیره در پایین صفحه کلیک کنید. به طور مثال در صورتی که مقدار ۱۰ ثانیه را در این قسمت وارد کرده باشید، ۱۰ ثانیه پس از کلیک کردن روی گزینه Save Data داده برداری شروع و گزینه Stop فعال خواهد شد.



ثبت داده برای مدت زمان مشخص

همچنین می‌توان تنظیمات نرم افزار را به گونه ای قرار داد که پس از کلیک کردن روی گزینه Save data ثبت داده‌ها برای مدت زمان مشخصی انجام و پس از آن به صورت خودکار متوقف شود. بدین منظور در مسیر بالا در مقابل عبارت (Capture Durations) مدت زمان مد نظر خود برای ثبت داده ها را بر حسب ثانیه تایپ کنید. سپس روی گزینه ذخیره در پایین صفحه کلیک کنید. به طور مثال در صورتی که مقدار ۱۵ ثانیه را تایپ و ذخیره کرده باشید، پس از کلیک کردن روی گزینه Save Data داده برداری شروع و ۱۵ ثانیه بعد به صورت خودکار متوقف خواهد شد. همچنین در صورتی که مقدار آن را ۰ قرار دهید، برای متوقف کردن داده برداری باید روی گزینه Stop کلیک کنید.

www.bsnlab.ir

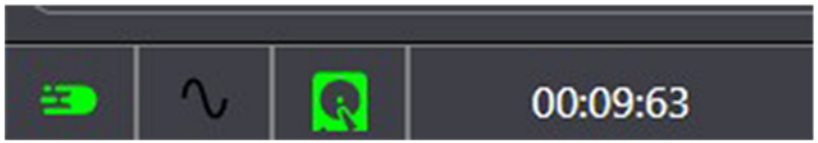


بررسی وضعیت انتقال صحیح و ذخیره داده‌ها حین داده برداری

سه آیکون موجود در Status bar واقع در پایین صفحه نرم‌افزار هر کدام به ترتیب از چپ به راست اطلاعات زیر را نمایش می‌دهند.

۱. انتقال صحیح داده از IMU به نرم افزار
۲. دریافت صحیح داده های آنالوگ توسط نرم افزار
۳. ذخیره داده ها روی هارد دیسک

با کلیک کردن روی گزینه Capture درصورتی که داده به درستی از IMU به نرم افزار منتقل شود، گزینه اول به رنگ سبز و به صورت چشمک زن روشن خواهد شد. آیکون دوم در صورتی روشن می‌شود که دستگاه و یا سنسور دیگری که دارای خروجی آنالوگ است به مجموعه متصل باشد. روشن شدن این آیکون بیانگر دریافت صحیح داده‌های آنالوگ از دستگاه و یا سنسور خارجی متصل به مجموعه است. درزمان ثبت داده، یعنی پس از کلیک روی گزینه Save data آیکون سوم نیز باید به رنگ سبز و به صورت چشمک زن روشن شود. خاموش ماندن این گزینه در هنگام ثبت داده، یعنی داده‌ها به درستی روی هارد ذخیره نمی‌شوند.



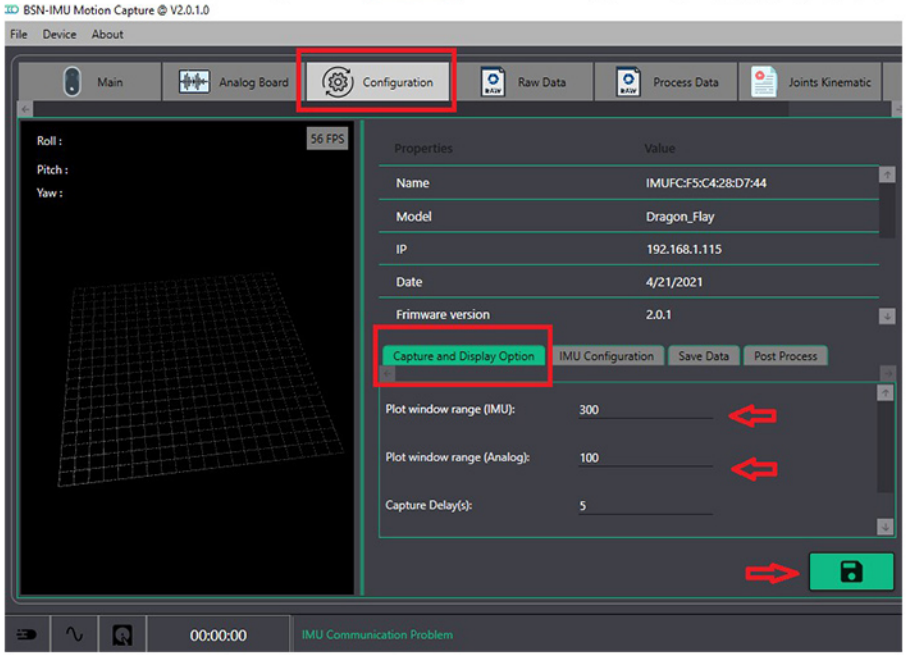
نمایش نمودار داده ها، به صورت Real Time همزمان با داده برداری

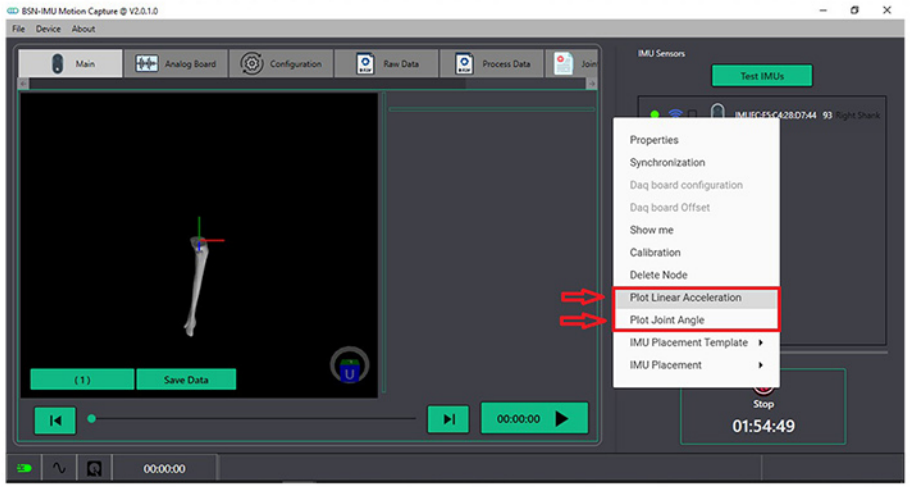
برای اینکه همزمان با ثبت داده ها، نمودار شتاب خطی و یا زاویه اندام را به صورت Real Time مشاهده کنید، ابتدا روی ماژول اندام مورد نظر راست کلیک کنید. سپس با انتخاب گزینه Plot Linear Acceleration نمودار شتاب خطی اندام مورد نظر و با انتخاب گزینه Plot Joint Angle نمودار تغییرات زاویه ای اندام به صورت Real Time نمایش داده خواهد شد.

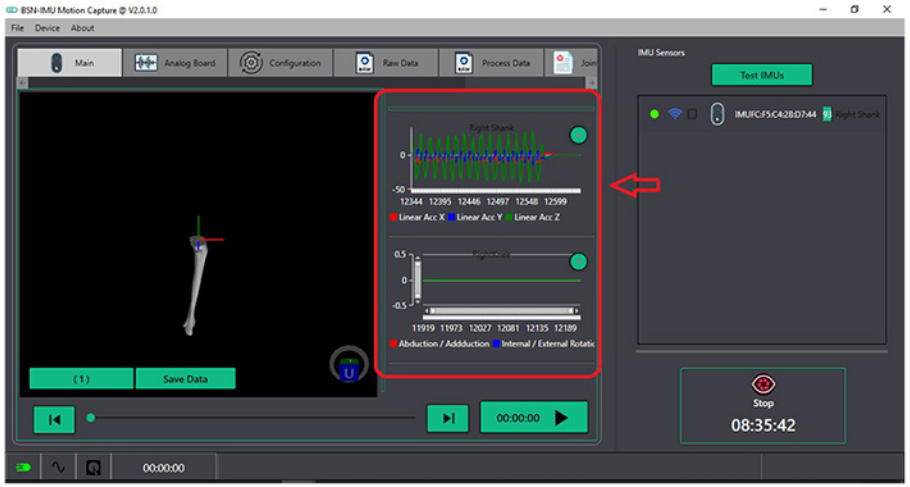
www.bsnlab.ir

تنظیمات مربوط به نمایش Real Time داده ها

می‌توان تعداد نقاط داده‌ای که همزمان به صورت Real Time نمایش داده می‌شود را تعیین کرد. بدین منظور به تب Configuration و سپس به تب Capture and Display option بروید. اولین گزینه در این بخش (IMU) Plot window range مربوط به نمایش داده‌های IMU و گزینه دوم یعنی (Analog) Plot window range مربوط به نمایش داده های دستگاه‌های آنالوگ متصل به مجموعه، مثل صفحه نیرواست. در مقابل عبارت مورد نظر خود، تعداد نقاط داده‌ای که تمایل دارید همزمان به صورت Real Time نمایش داده شود را تایپ و سپس روی گزینه ذخیره در صفحه کلیک کنید.







www.bsnlab.ir

نمایش نمودار داده های خام

پس از داده برداری، به منظور رسم کردن نمودار داده های خام ذخیره شده:

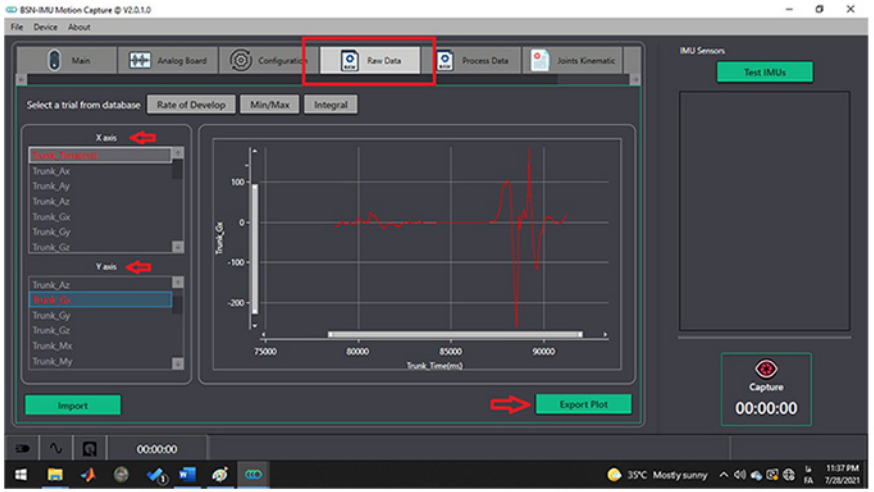
۱- به تب Raw Data بروید

۲-از باکس X axis در سمت چپ صفحه، داده های محور افقی نمودار مدنظر خود را انتخاب کنید.

۳- از باکس Y axis در سمت چپ صفحه، داده های محور عمودی نمودار مدنظر خود راانتخاب کنید.

به منظور رسم نمودار چند داده مختلف به صورت همزمان با نگه داشتن کلید shift صفحه کیبورد، داده هایی که تمایل دارید به صورت همزمان رسم شوند راانتخاب کنید.

برای گرفتن خروجی از نمودار و ذخیره آن در مسیر دلخواه روی گزینه Export Plot در سمت راست پایین صفحه کلیک کنید.



نمایش نمودار داده های پردازش شده

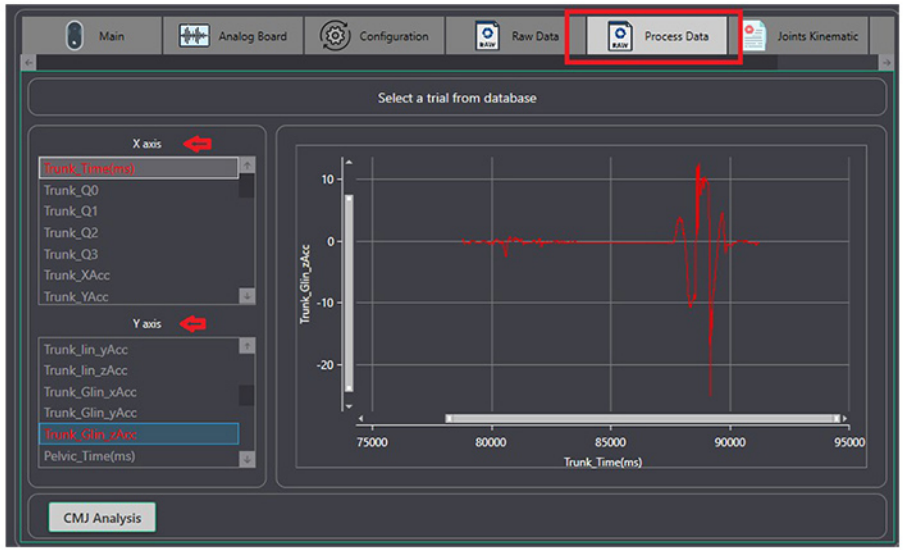
برای رسم نمودار داده‌های پردازش شده:

۱- به تب Process Data بروید.

۲-از باکس X axis در سمت چپ صفحه، داده های محور افقی نمودار مدنظر خود را انتخاب کنید.

۳- از باکس Y axis در سمت چپ صفحه، داده های محور عمودی نمودار مدنظر خود راانتخاب کنید.

به منظور رسم نمودار چند داده مختلف به صورت همزمان با نگه داشتن کلید shift صفحه کیبورد، داده هایی که تمایل دارید به صورت همزمان رسم شوند راانتخاب کنید.



www.bsnlab.ir

نمایش نمودار کینماتیک مفصل

برای رسم نمودار زوایای مفاصل:

۱- به تب Joints Kinematic بروید.

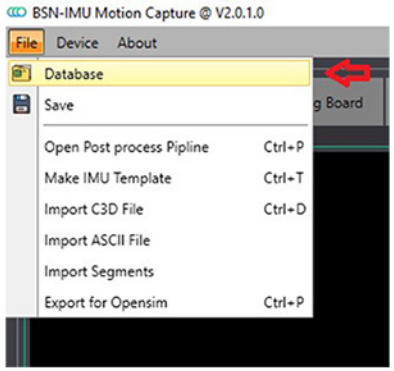
۲-از باکس X axis در سمت چپ صفحه، داده های محور افقی نمودار مدنظر خود را انتخاب کنید.

۳-از باکس Y axis در سمت چپ صفحه، داده های محور عمودی نمودار مدنظر خود را انتخاب کنید.

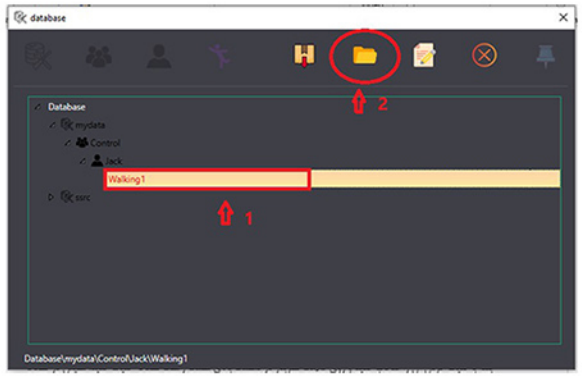
به منظور رسم نمودار چند زاویه مفصل به صورت همزمان با نگه داشتن کلید shift صفحه کیبورد، داده هایی که تمایل دارید به صورت همزمان رسم شوند را انتخاب کنید.

نحوه دسترسی به داده های ذخیره شده

ازمنوی File روی گزینه Database کلیک کنید.



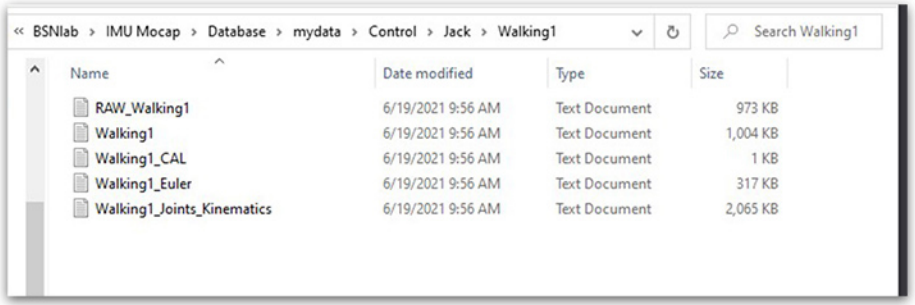
در صفحه بازشده کوشش مورد نظر خود را انتخاب کنید. سپس با کلیک کردن روی گزینه چهارم از سمت راست در بالای صفحه به داده های ذخیره شده برای کوشش مورد نظر دسترسی پیدا خواهید کرد.



www.bsnlab.ir

فایل‌هایی که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید به ترتیب از بالا به پایین حاوی اطلاعات زیر می‌باشند:

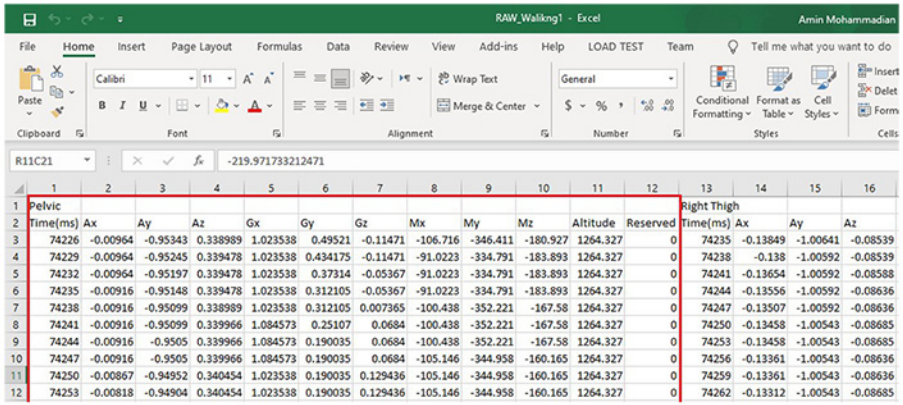
۱. داده‌های خام خروجی سنسورهای شتاب سنج، جایروسکوپ و مگنتامتر
۲. داده های پردازش شده سنسورها و داده های کواترنیون
۳. کالیبراسیون
۴. زوایای اویلر
۵. زوایای مفاصل



در فایل اول (اسم کوشش RAW-) که حاوی داده های خام خروجی سنسورها است، اطلاعات سطر اول، اندامی که ماژول روی آن نصب است را مشخص می‌کند و اطلاعات سطر دوم بیانگر نوع داده هر ستون است. هر یک از ستون ها حاوی اطلاعات زیر می‌باشند.

- ستون اول (Time (ms)) : زمان ثبت هر نقطه داده برحسب میلی ثانیه
- ستون دوم (Ax)، سوم (Ay) و چهارم (Az) : به ترتیب حاوی اطلاعات خام سنسور شتاب سنج در سه راستای x، y و z دستگاه مختصات IMU می‌باشند.
- ستون پنجم (Gx)، ششم (Gy) و هفتم (Gz) : به ترتیب حاوی اطلاعات خام سنسور جایروسکوپ در سه راستای x، y و z دستگاه مختصات IMU می‌باشند.
- ستون هشتم (Mx)، نهم (My) و دهم (Mz) : به ترتیب حاوی اطلاعات خام سنسور مگنتامتر در سه راستای x، y و z دستگاه مختصات IMU می‌باشند.
- ستون یازدهم (Altitude) : اطلاعات خام سنسور ارتفاع سنج

ستون‌های بعدی نیز به ترتیب حاوی همین اطلاعات برای ماژول های نصب شده روی اندام‌های دیگر می‌باشند. در تصویر زیر ستون اول تا ستون دوازدهم اطلاعات بالا را برای ماژول نصب شده روی اندام Pelvis و دوازده ستون بعدی این اطلاعات را برای ماژول نصب شده روی اندام Right Thigh نمایش می‌دهند.

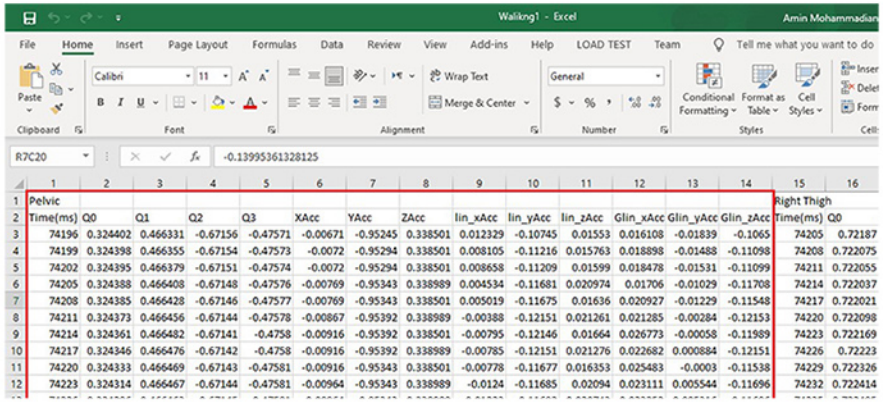


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Pelvic												Right Thigh			
2	Time(ms)	Ax	Ay	Az	Gx	Gy	Gz	Mx	My	Mz	Altitude	Reserved	Time(ms)	Ax	Ay	Az
3	74226	-0.00964	-0.95343	0.338989	1.023538	0.49521	-0.11471	-106.716	-346.411	-180.927	1264.327	0	74235	-0.13849	-1.00641	-0.08539
4	74229	-0.00964	-0.95245	0.339478	1.023538	0.434175	-0.11471	-91.0223	-334.791	-183.893	1264.327	0	74238	-0.138	-1.00592	-0.08539
5	74232	-0.00964	-0.95197	0.339478	1.023538	0.37314	-0.05367	-91.0223	-334.791	-183.893	1264.327	0	74241	-0.13654	-1.00592	-0.08588
6	74235	-0.00916	-0.95148	0.339478	1.023538	0.312105	-0.05367	-91.0223	-334.791	-183.893	1264.327	0	74244	-0.13556	-1.00592	-0.08636
7	74238	-0.00916	-0.95099	0.338989	1.023538	0.312105	0.007365	-100.438	-352.221	-167.58	1264.327	0	74247	-0.13507	-1.00592	-0.08636
8	74241	-0.00916	-0.95099	0.339966	1.084573	0.25107	0.0684	-100.438	-352.221	-167.58	1264.327	0	74250	-0.13458	-1.00543	-0.08685
9	74244	-0.00916	-0.9505	0.339966	1.084573	0.190035	0.0684	-100.438	-352.221	-167.58	1264.327	0	74253	-0.13458	-1.00543	-0.08685
10	74247	-0.00916	-0.9505	0.339966	1.084573	0.190035	0.0684	-105.146	-344.958	-160.165	1264.327	0	74256	-0.13361	-1.00543	-0.08636
11	74250	-0.00867	-0.94952	0.340454	1.023538	0.190035	0.129436	-105.146	-344.958	-160.165	1264.327	0	74259	-0.13361	-1.00543	-0.08636
12	74253	-0.00818	-0.94904	0.340454	1.023538	0.190035	0.129436	-105.146	-344.958	-160.165	1264.327	0	74262	-0.13312	-1.00543	-0.08685

www.bsnlab.ir

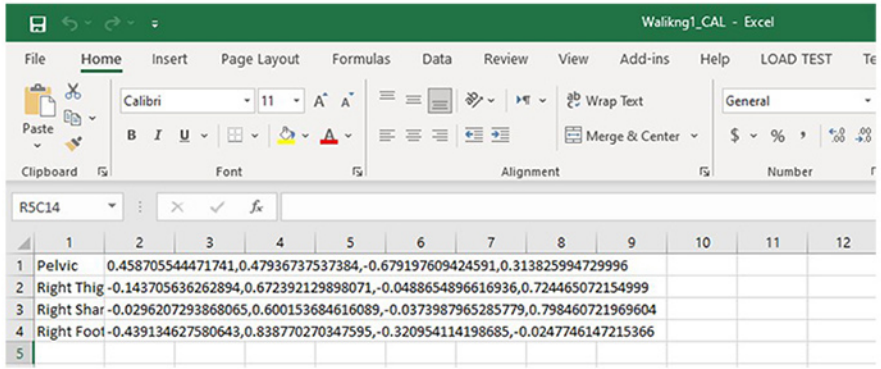
در فایل دوم (اسم کوشش) که حاوی اطلاعات پردازش شده سنسورها و داده های کواترنیون است، اطلاعات سطر اول، اندام و اطلاعات سطر دوم نوع داده هر ستون را نشان می‌دهد. داده‌های هر یک از ستون ها حاوی اطلاعات زیر می‌باشند:

- ستون اول (time) : زمان ثبت هر نقطه داده برحسب میلی ثانیه
- ستون دوم (Q۰)، سوم (Q۱)، چهارم (Q۲) و پنجم (Q۳): هر کدام حاوی اطلاعات یکی از مولفه های کواترنیون می‌باشند.
- ستون ششم (XAcc)، هفتم (YAcc) و هشتم (ZAcc) : به ترتیب حاوی اطلاعات شتاب در سه راستای x، y و z دستگاه مختصات IMU می‌باشند.
- ستون نهم (lin_xAcc)، دهم (lin_yAcc) و یازدهم (lin_zAcc) : به ترتیب حاوی اطلاعات شتابی که شتاب گرانش زمین از آن‌ها استخراج شده است در سه راستای x، y و z دستگاه مختصات IMU می‌باشند.
- ستون دوازدهم (Glin_xAcc)، سیزدهم (Glin_yAcc) و چهاردهم (Glin_zAcc) : حاوی اطلاعات شتاب در دستگاه مختصات گلوبال در سه راستا میباشند.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Pelvic														Right Thigh	
2	Time(ms)	Q0	Q1	Q2	Q3	XAcc	YAcc	ZAcc	lin_xAcc	lin_yAcc	lin_zAcc	Glin_xAcc	Glin_yAcc	Glin_zAcc	Time(ms)	Q0
3	74196	0.324402	0.466331	-0.67156	-0.47571	-0.00671	-0.95245	0.338501	0.012329	-0.10745	0.01553	0.016108	-0.01839	-0.1065	74205	0.72187
4	74199	0.324398	0.466355	-0.67154	-0.47573	-0.0072	-0.95294	0.338501	0.008105	-0.11216	0.015763	0.018898	-0.01488	-0.11098	74208	0.722075
5	74202	0.324395	0.466379	-0.67151	-0.47574	-0.0072	-0.95294	0.338501	0.008658	-0.11209	0.01599	0.018478	-0.01531	-0.11099	74211	0.722055
6	74205	0.324388	0.466408	-0.67148	-0.47576	-0.00769	-0.95343	0.338989	0.004534	-0.11681	0.020974	0.01706	-0.01029	-0.11708	74214	0.722037
7	74208	0.324385	0.466428	-0.67146	-0.47577	-0.00769	-0.95343	0.338501	0.005019	-0.11675	0.01636	0.020927	-0.01229	-0.11548	74217	0.722021
8	74211	0.324373	0.466456	-0.67144	-0.47578	-0.00867	-0.95392	0.338989	-0.00388	-0.12151	0.021261	0.021285	-0.00284	-0.12153	74220	0.722098
9	74214	0.324361	0.466482	-0.67141	-0.4758	-0.00916	-0.95392	0.338501	-0.00795	-0.12146	0.01664	0.026773	-0.00058	-0.11989	74223	0.722169
10	74217	0.324346	0.466476	-0.67142	-0.4758	-0.00916	-0.95392	0.338989	-0.00785	-0.12151	0.021276	0.022682	0.000884	-0.12151	74226	0.72223
11	74220	0.324333	0.466469	-0.67143	-0.47581	-0.00916	-0.95343	0.338501	-0.00778	-0.11677	0.016353	0.025483	-0.0003	-0.11538	74229	0.722326
12	74223	0.324314	0.466467	-0.67144	-0.47581	-0.00964	-0.95343	0.338989	-0.0124	-0.11685	0.02094	0.023111	0.005544	-0.11696	74232	0.722414

درفایل سوم (CAL_اسم کوشش) که مربوط به اطلاعات کالیبراسیون نصب است، درمقابل اسم هر اندام اطلاعات مربوط به راستای اندام در وضعیت initial position ثبت شده است.

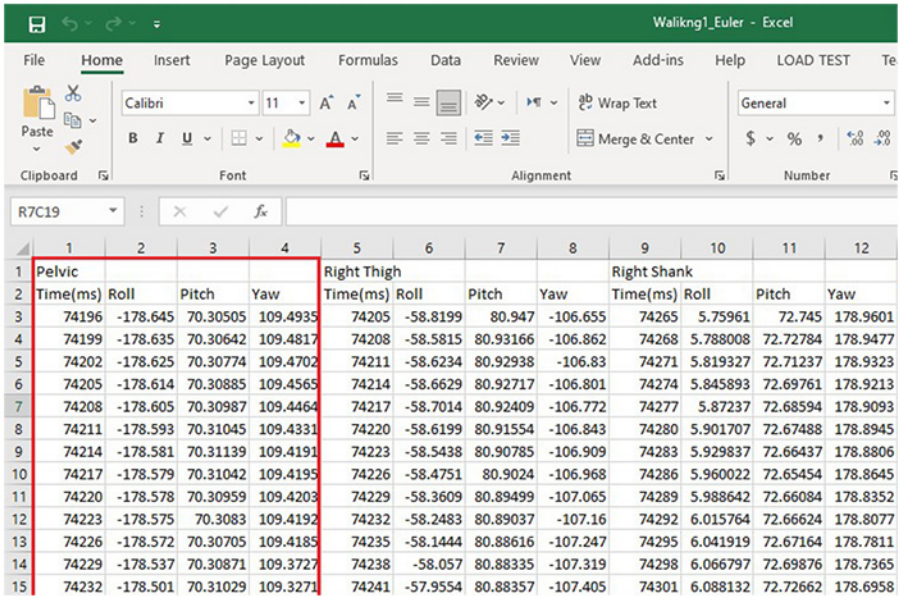


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pelvic	0.458705544471741,0.47936737537384,-0.679197609424591,0.313825994729996										
2	Right Thig	-0.143705636262894,0.672392129898071,-0.048865489661693	6,0.724650721549	99								
3	Right Shar	-0.029620729386806	5,0.600153684616089	,-0.037398796528577	9,0.798460721969604							
4	Right Foot	-0.439134627580643	,0.838770270347595	,-0.320954114198685	,-0.024774614721536	6						
5												

درفایل چهارم (Euler_اسم کوشش)، که حاوی اطلاعات زوایای اویلر است، اطلاعات سطر اول، اسم اندام و اطلاعات سطر دوم نوع داده هر ستون را نشان می‌دهد. داده‌های هر یک از ستون ها حاوی اطلاعات زیر می‌باشند:

- ستون اول (time) : زمان ثبت هر نقطه داده برحسب میلی ثانیه
- ستون دوم (Roll)، سوم (Pitch) و چهارم (Yaw) : به ترتیب حاوی اطلاعات زوایای اویلر اندام حول محورهای Pitch، Roll و Yaw می‌باشند.

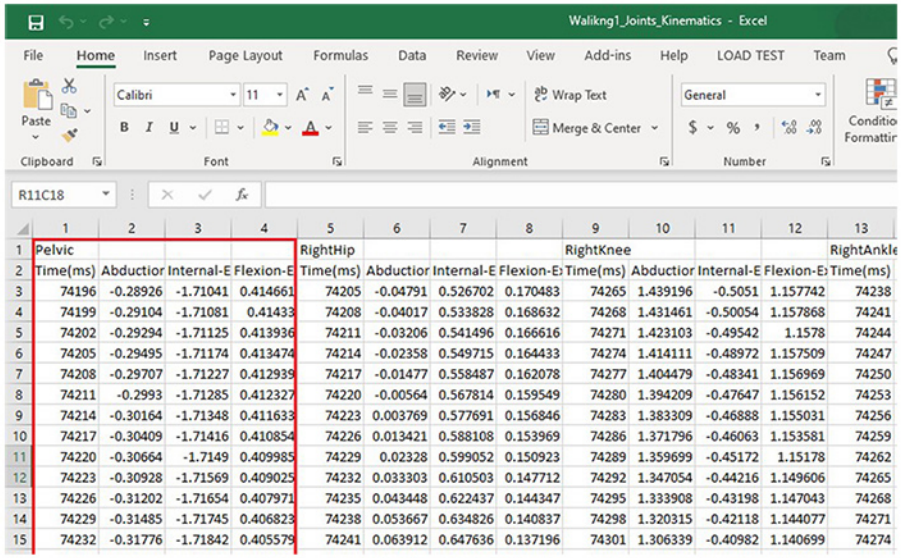
www.bsnlab.ir



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pelvic				Right Thigh				Right Shank			
2	Time(ms)	Roll	Pitch	Yaw	Time(ms)	Roll	Pitch	Yaw	Time(ms)	Roll	Pitch	Yaw
3	74196	-178.645	70.30505	109.4935	74205	-58.8199	80.947	-106.655	74265	5.75961	72.745	178.9601
4	74199	-178.635	70.30642	109.4817	74208	-58.5815	80.93166	-106.862	74268	5.788008	72.72784	178.9477
5	74202	-178.625	70.30774	109.4702	74211	-58.6234	80.92938	-106.83	74271	5.819327	72.71237	178.9323
6	74205	-178.614	70.30885	109.4565	74214	-58.6629	80.92717	-106.801	74274	5.845893	72.69761	178.9213
7	74208	-178.605	70.30987	109.4464	74217	-58.7014	80.92409	-106.772	74277	5.87237	72.68594	178.9093
8	74211	-178.593	70.31045	109.4331	74220	-58.6199	80.91554	-106.843	74280	5.901707	72.67488	178.8945
9	74214	-178.581	70.31139	109.4191	74223	-58.5438	80.90785	-106.909	74283	5.929837	72.66437	178.8806
10	74217	-178.579	70.31042	109.4195	74226	-58.4751	80.9024	-106.968	74286	5.960022	72.65454	178.8645
11	74220	-178.578	70.30959	109.4203	74229	-58.3609	80.89499	-107.065	74289	5.988642	72.66084	178.8352
12	74223	-178.575	70.3083	109.4192	74232	-58.2483	80.89037	-107.16	74292	6.015764	72.66624	178.8077
13	74226	-178.572	70.30705	109.4185	74235	-58.1444	80.88616	-107.247	74295	6.041919	72.67164	178.7811
14	74229	-178.537	70.30871	109.3727	74238	-58.057	80.88335	-107.319	74298	6.066797	72.69876	178.7365
15	74232	-178.501	70.31029	109.3271	74241	-57.9554	80.88357	-107.405	74301	6.088132	72.72662	178.6958

در فایل پنجم (Joints_Kinematics_اسم کوشش)، که حاوی اطلاعات زوایای نسبی مفاصل است، اطلاعات سطر اول، اسم مفصل و اطلاعات سطر دوم نوع داده هر ستون را مشخص می‌کند. داده‌های ستون‌های مربوط به هر مفصل حاوی اطلاعات زیر می‌باشند:

- ستون اول (time) : زمان ثبت هر نقطه داده برحسب میلی ثانیه
- ستون دوم (Abduction –Adduction) : تغییرات زاویه‌ای مفصل در صفحه فرونتال (ابداکشن و اداکشن)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Pelvic				RightHip				RightKnee				RightAnkle
2	Time(ms)	Abductior	Internal-E	Flexion-E	Time(ms)	Abductior	Internal-E	Flexion-E	Time(ms)	Abductior	Internal-E	Flexion-E	Time(ms)
3	74196	-0.28926	-1.71041	0.414661	74205	-0.04791	0.526702	0.170483	74265	1.439196	-0.5051	1.157742	74238
4	74199	-0.29104	-1.71081	0.41433	74208	-0.04017	0.533828	0.168632	74268	1.431461	-0.50054	1.157868	74241
5	74202	-0.29294	-1.71125	0.413936	74211	-0.03206	0.541496	0.166616	74271	1.423103	-0.49542	1.1578	74244
6	74205	-0.29495	-1.71174	0.413474	74214	-0.02358	0.549715	0.164433	74274	1.414111	-0.48972	1.157509	74247
7	74208	-0.29707	-1.71227	0.412939	74217	-0.01477	0.558487	0.162078	74277	1.404479	-0.48341	1.156969	74250
8	74211	-0.2993	-1.71285	0.412327	74220	-0.00564	0.567814	0.159549	74280	1.394209	-0.47647	1.156152	74253
9	74214	-0.30164	-1.71348	0.411633	74223	0.003769	0.577691	0.156846	74283	1.383309	-0.46888	1.155031	74256
10	74217	-0.30409	-1.71416	0.410854	74226	0.013421	0.588108	0.153969	74286	1.371796	-0.46063	1.153581	74259
11	74220	-0.30664	-1.7149	0.409985	74229	0.02328	0.599052	0.150923	74289	1.359699	-0.45172	1.15178	74262
12	74223	-0.30928	-1.71569	0.409025	74232	0.033303	0.610503	0.147712	74292	1.347054	-0.44216	1.149606	74265
13	74226	-0.31202	-1.71654	0.407971	74235	0.043448	0.622437	0.144347	74295	1.333908	-0.43198	1.147043	74268
14	74229	-0.31485	-1.71745	0.406823	74238	0.053667	0.634826	0.140837	74298	1.320315	-0.42118	1.144077	74271
15	74232	-0.31776	-1.71842	0.405579	74241	0.063912	0.647636	0.137196	74301	1.306339	-0.40982	1.140699	74274

- ستون سوم (Internal –External Rotat) : تغییرات زاویه‌ای مفصل در صفحه هوریزنتال (چرخش داخلی و چرخش خارجی)
- ستون چهارم (Flexion –Extension) : تغییرات زاویه‌ای مفصل در صفحه ساجیتال (فلکشن و اکستنشن)

www.bsnlab.ir

APEX