

راهنمای نرم افزار IMU

گردآوری:

امیررضا حریری

امیر صادقی

زمستان 1400

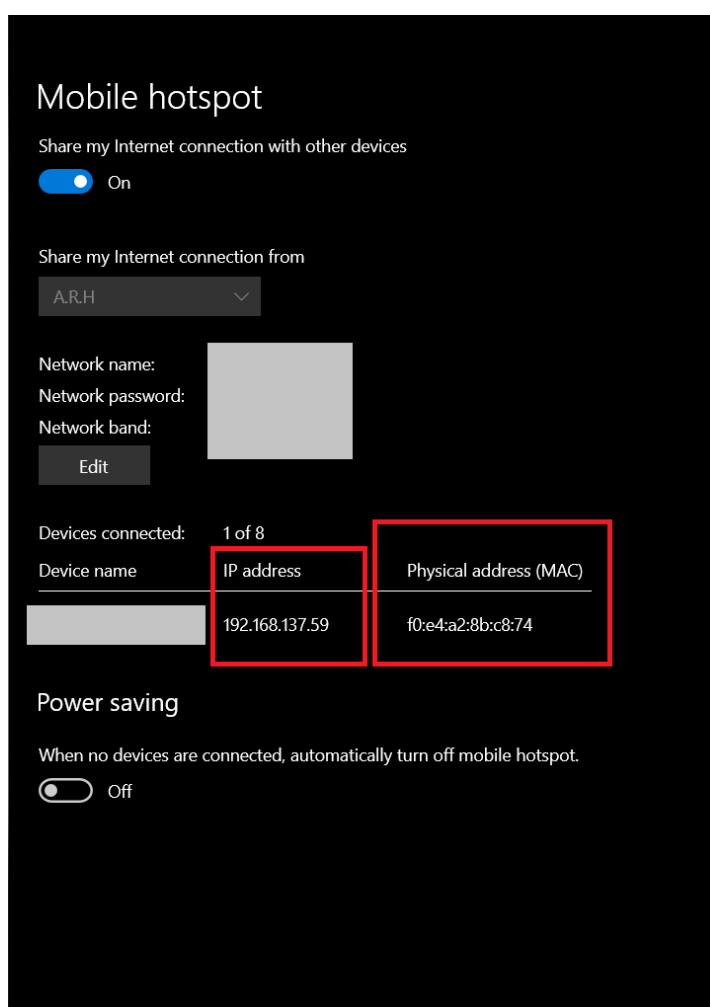
1- اتصال سنسور ها

ابتدا از شارژ کامل سنسور ها اطمینان حاصل کرده و سپس آن ها را روشن کنید. بر روی سیستم مورد نظر از قسمت

Setting > Network & Internet > Mobile hotspot

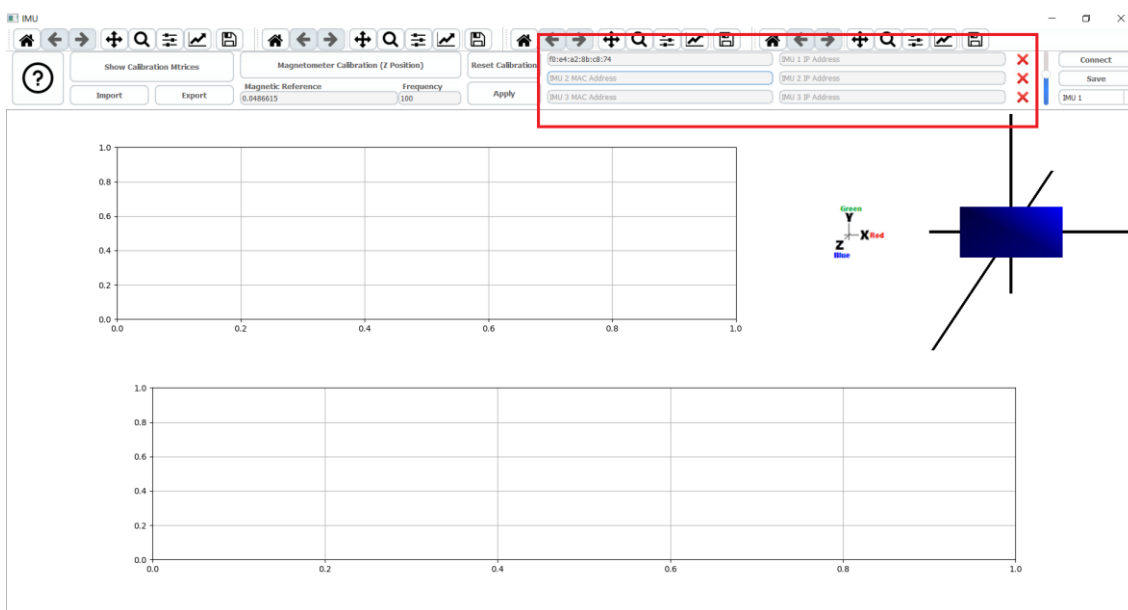
Hotspot ویندوز را فعال کرده و بررسی کنید Network Name و Password با کد Program شده روی سنسور ها یکسان باشد.

در صورت انجام صحیح موارد فوق باید در قسمت زیر سنسور های متصل شده را مشاهده کنید:

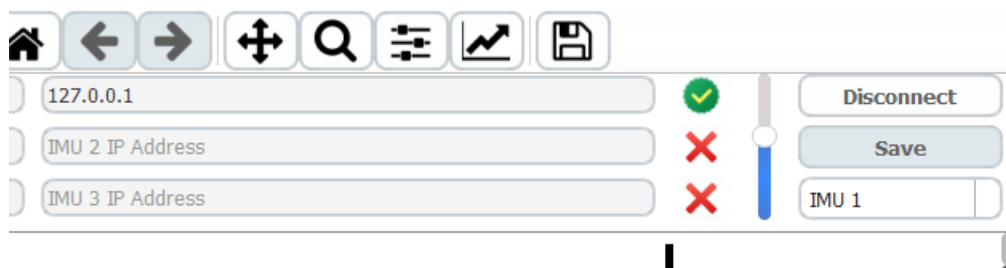


همچنین به ازاء هر سنسور متصل شده MAC آدرس سنسور نمایش داده میشود که برای اتصال سنسور به نرم افزار به آن نیاز دارید.

سپس نرم افزار را اجرا کرده و در قسمت MAC آدرسی که از بخش قبلی مشاهده کردید را وارد کنید، میتوان تا 3 سنسور استفاده کرد در غیر این صورت بخش های دیگر را خالی بگذارید.



بر روی Connect کلیک کنید، در صورت انجام صحیح موارد فوق نشانگر های کنار Connect سبز میشوند:



تنها MAC Address یک سنسور وارد شده بود و مشاهده میشود اتصال سنسور 1 برقرار است. IP سنسور ها به صورت خودکار پیدا شده و نمایش داده میشود. بر روی Disconnect کلیک کنید.

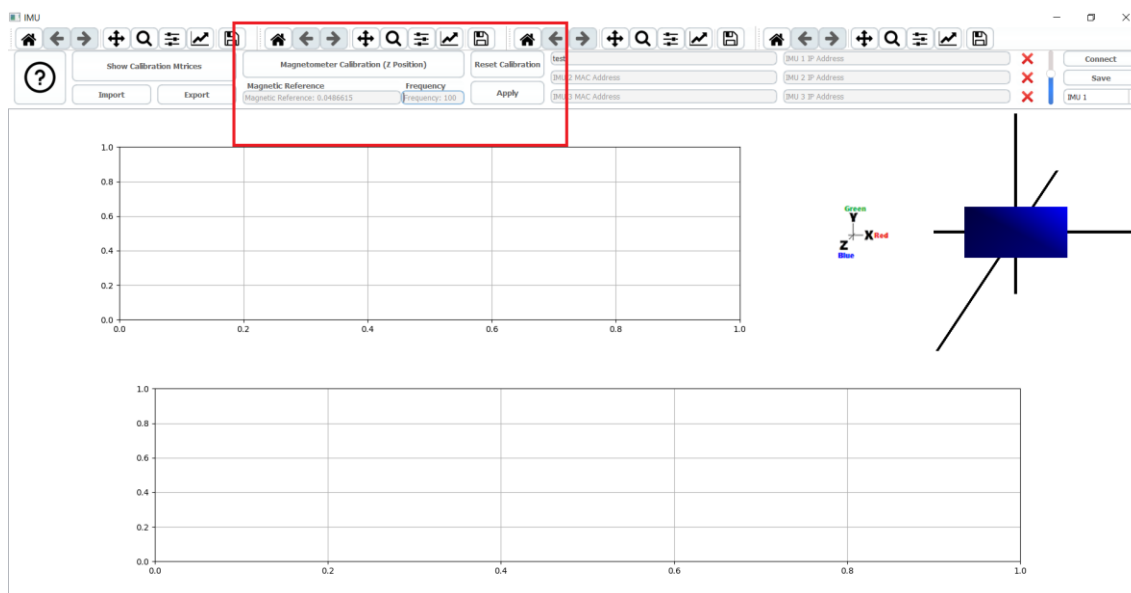
2- کالیبراسیون

MAC آدرس سنسوری که کالیبراسیون با آن انجام میشود را در قسمت سنسور 1 وارد کنید و با کلیک بر روی Connect از اتصال آن مطمئن شوید. سپس بر روی Disconnect کلیک کنید.

مقادیر Frequency که فرکانس ارسال دیتا سنسور است و Magnetic reference که در کالیبراسیون Magnetometer مورد استفاده قرار میگیرد را وارد کنید (مشخص شده در عکس زیر)، همچنین مقادیر پیش فرض نمایش داده شده اند و در صورت وارد نکردن این اطلاعات استفاده میشوند.

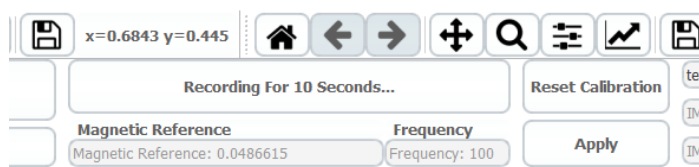
همچنین میتوان برای مقادیر Magnetic Reference از لینک زیر استفاده کرد:

<https://www.magnetic-declination.com/Iran/Ostan-e%20Tehran/1298041.html#>



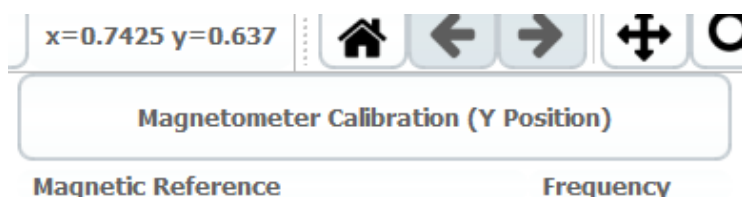
سپس بر روی Apply کلیک کنید تا ذخیره شوند، این مقادیر با بستن نرم افزار تغییر نکرده و ذخیره میشوند.

برای کالیبراسیون مگنت سنسور باید در 3 مرحله حول محور Z، Y و X خودش بچرخد، سنسور را آماده کرده و سپس با کلیک بر روی دکمه کالیبراسیون، سنسور را حول محور Z سنسور به مدت زمان مشخص شده بچرخانید:

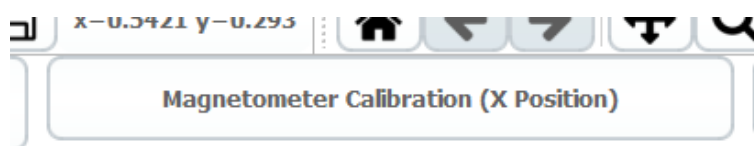


در اینجا همانطور که مشاهده میشود باید 10 ثانیه چرخش انجام شود.

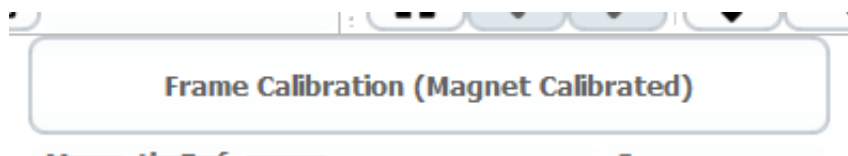
در صورت انجام صحیح این کار متن دکمه تغییر میکند:



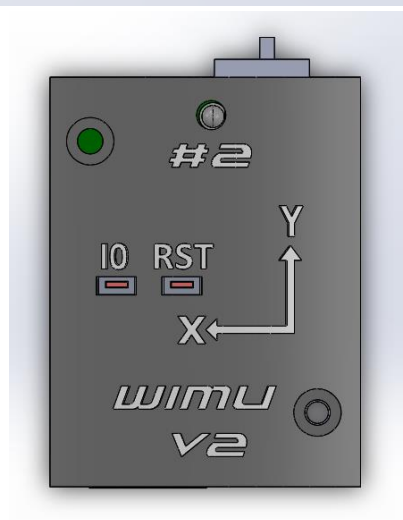
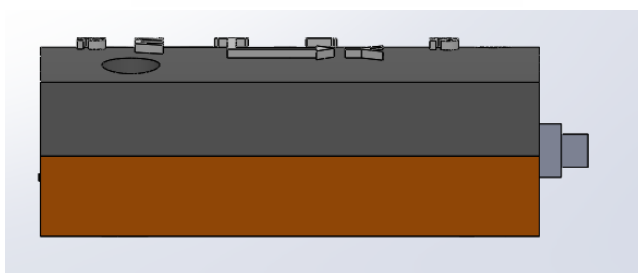
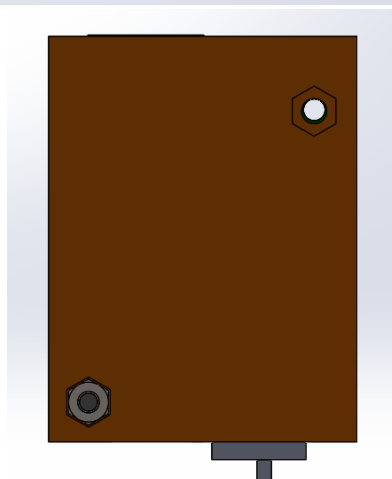
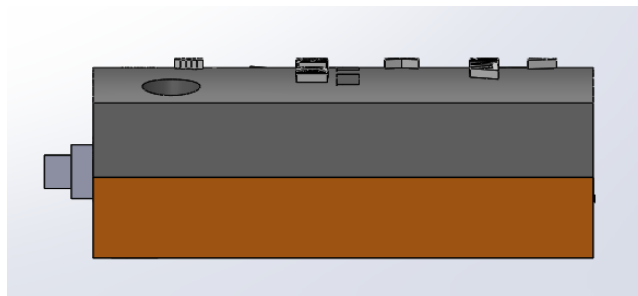
بر روی آن کلیک کرده و مجدداً به مدت زمان مشخص شده حول محور Y سنسور بچرخانید.



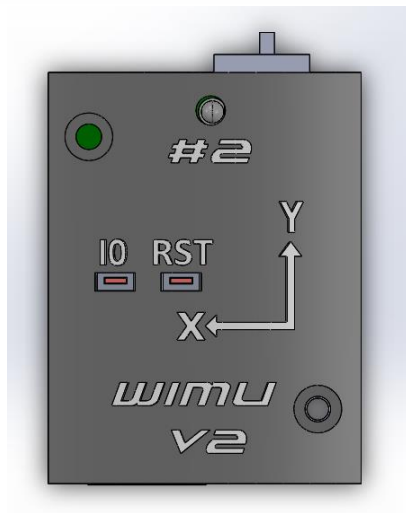
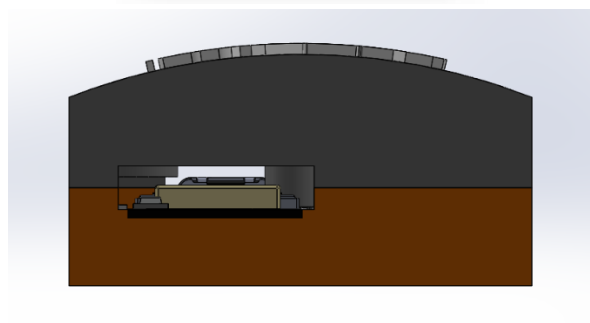
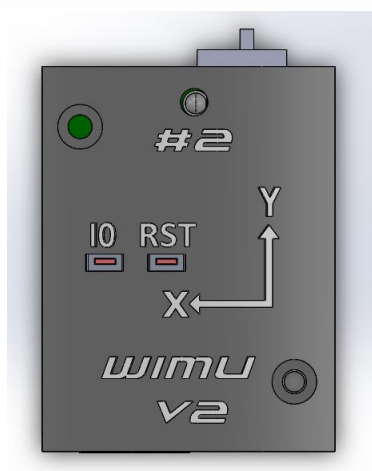
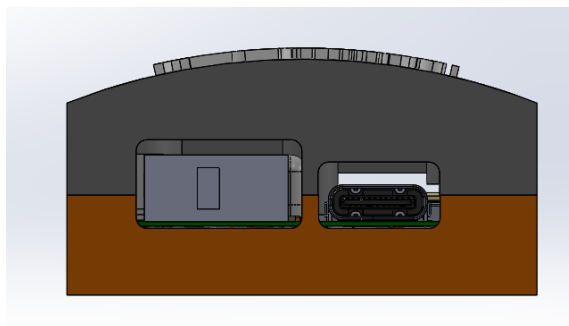
همین کار را حول محور X سنسور تکرار کنید، متن دکمه تغییر میکند و وضعیت کالیبراسیون مگنت را نشان میدهد:



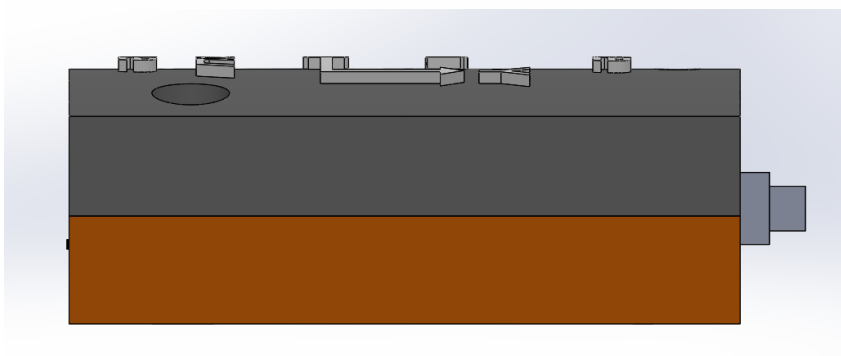
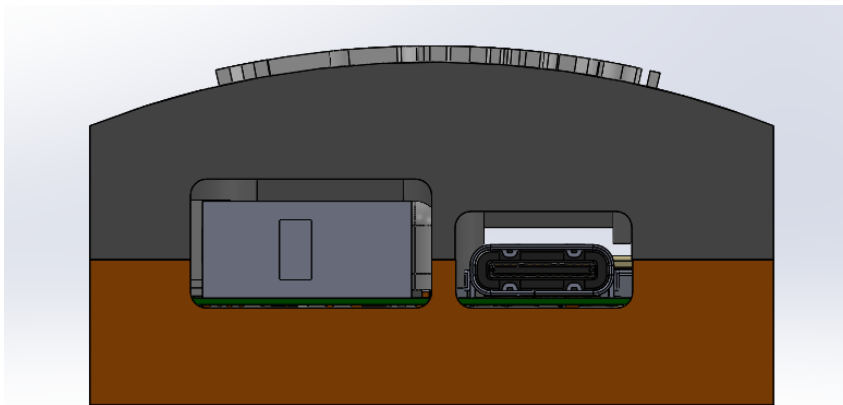
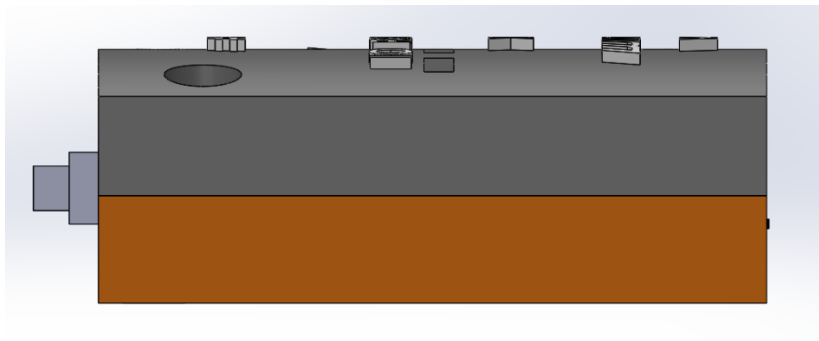
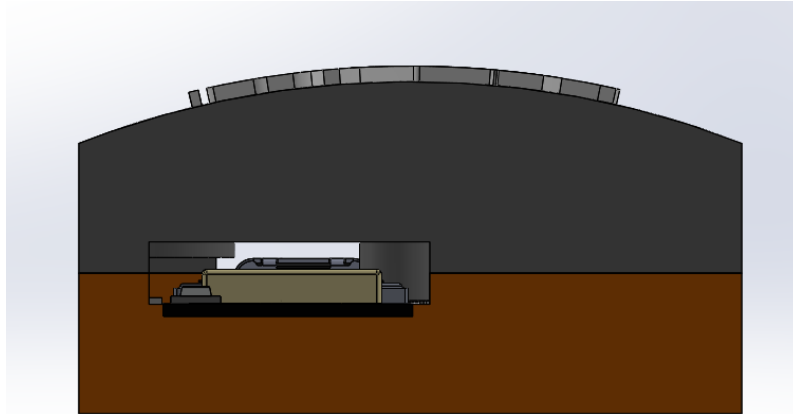
نحوه چرخاندن سنسور حول محور Y:



نحوه چرخاندن سنسور حول محور X:

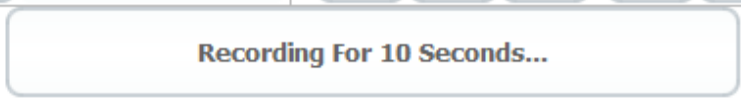


نحوه چرخاندن سنسور حول محور Z:



مشاهده میشود کالیبراسیون Magnetometer با موفقیت انجام شده و میتوان کالیبراسیون Frame را انجام داد.

برای این کار باید سنسور در محل مورد نظر با در نظر گرفتن محور های دستگاه سنسور و جهت های حرکت نصب شود، سپس بر روی دکمه Frame Calibration کلیک کنید، متن دکمه تغییر کرده و به مدت زمان نمایش داده شده صبر کنید:



Recording For 10 Seconds...

در صورت تغییر وضعیت دکمه به حالت زیر کالیبراسیون با موفقیت انجام شده است.



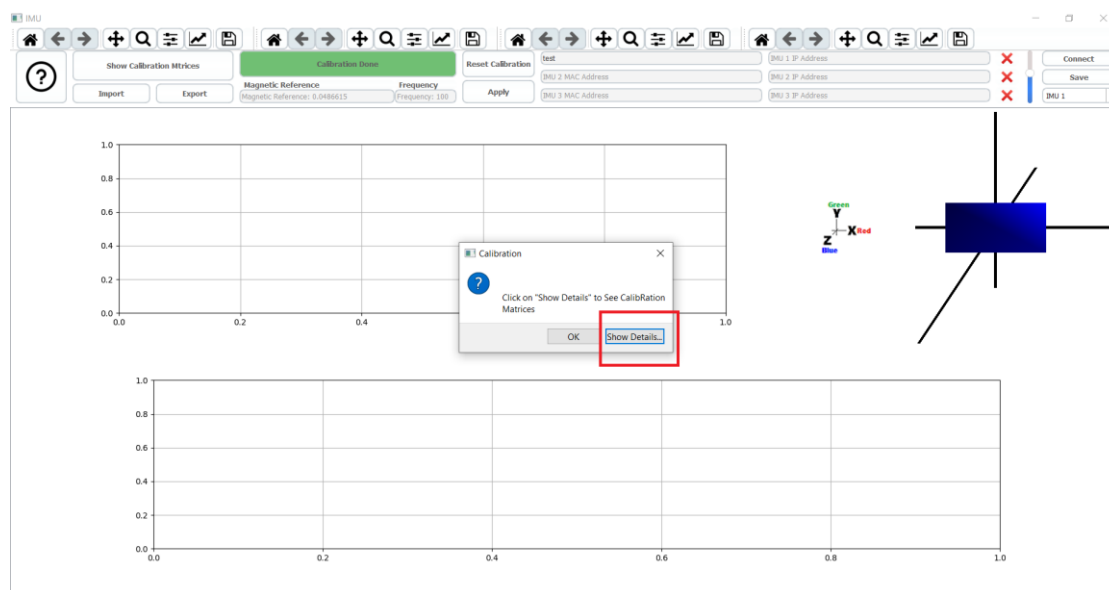
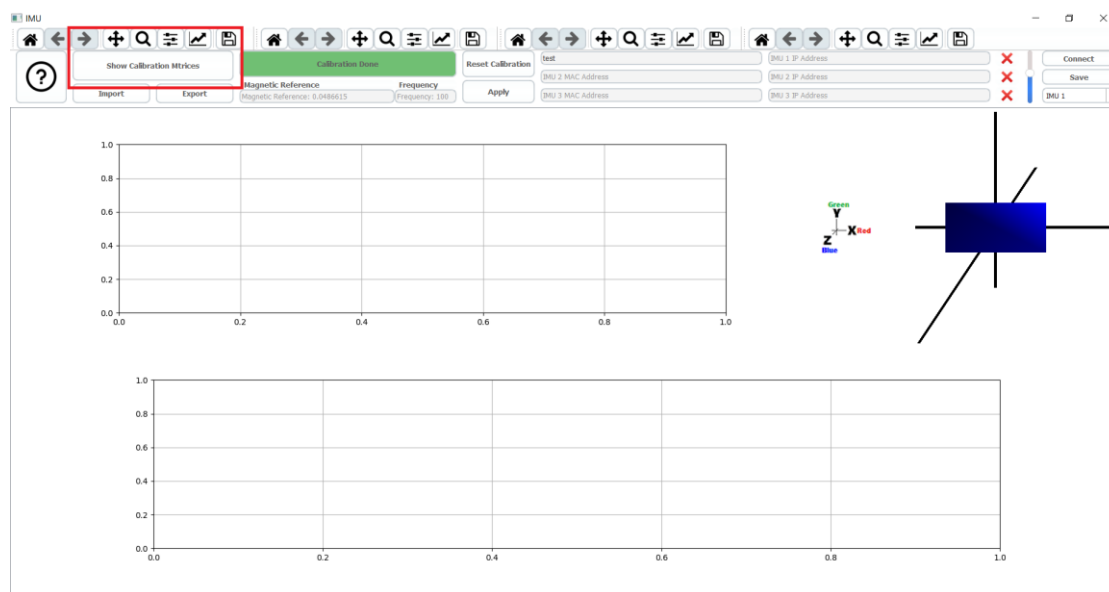
Calibration Done

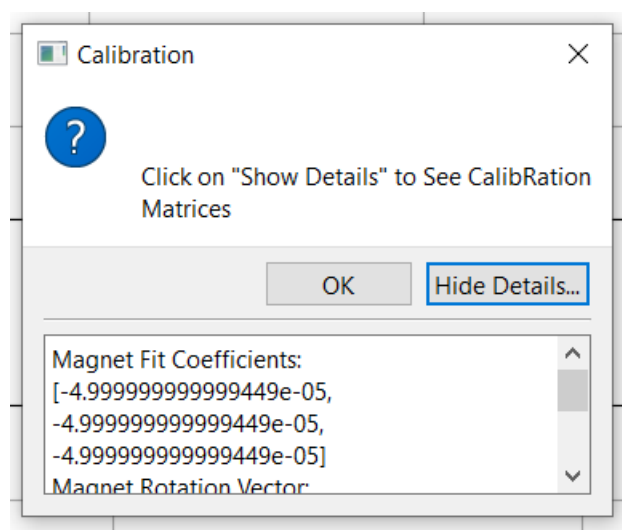
لازم به ذکر است در هر مرحله که وضعیت دکمه به حالت زیر (کالیبراسیون مگنت، مرحله چرخش حول محور Z سنسور) بازگردد به دلیل قطع اتصال یا مشکل در دریافت داده بوده است، مجدداً اتصال بررسی و مراحل تکرار شود:



Magnetometer Calibration (Z Position)

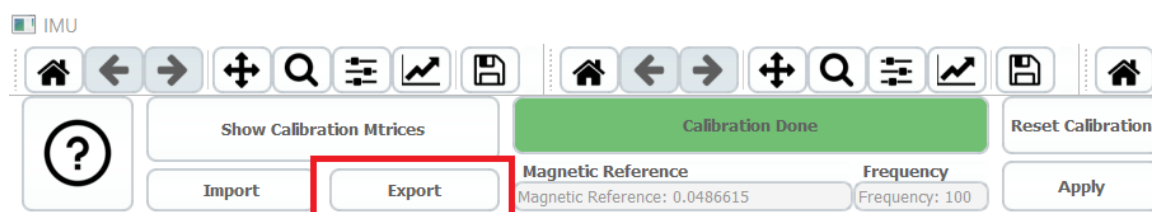
برای مشاهده ضرایب محاسبه شده کالیبراسیون بر روی دکمه زیر سپس بر روی Show details کلیک کنید:



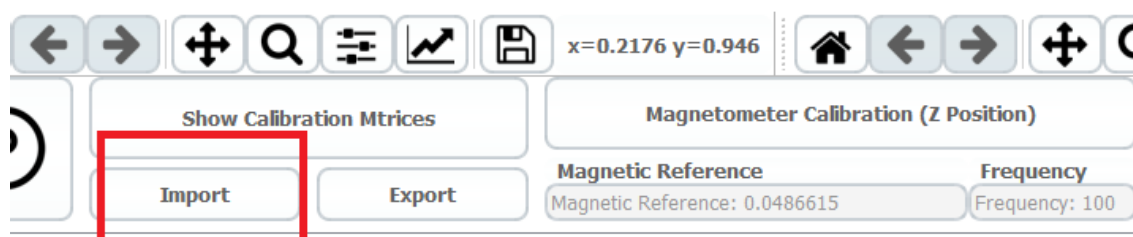


برای مشاهده نحوه محاسبات این ماتریس ها به مستندات کالیبراسیون و پردازش سیگنال IMU مراجعه شود.

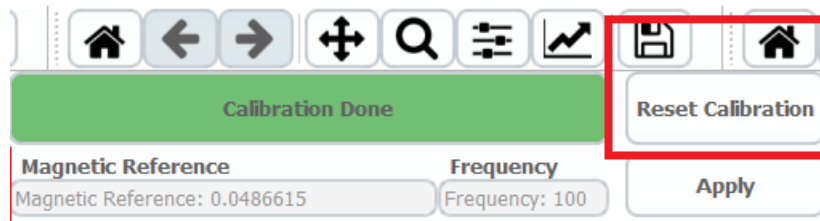
در صورت نیاز میتوان با کلیک بر روی دکمه Export:



این ضرایب را ذخیره کرد، فایلی با عنوان Calibration Matrices در محل انتخاب شده ذخیره شده و در دفعات بعدی استفاده از نرم افزار میتوان با کلیک بر روی دکمه Import و انتخاب این فایل از این ضرایب مجددا استفاده کرد.

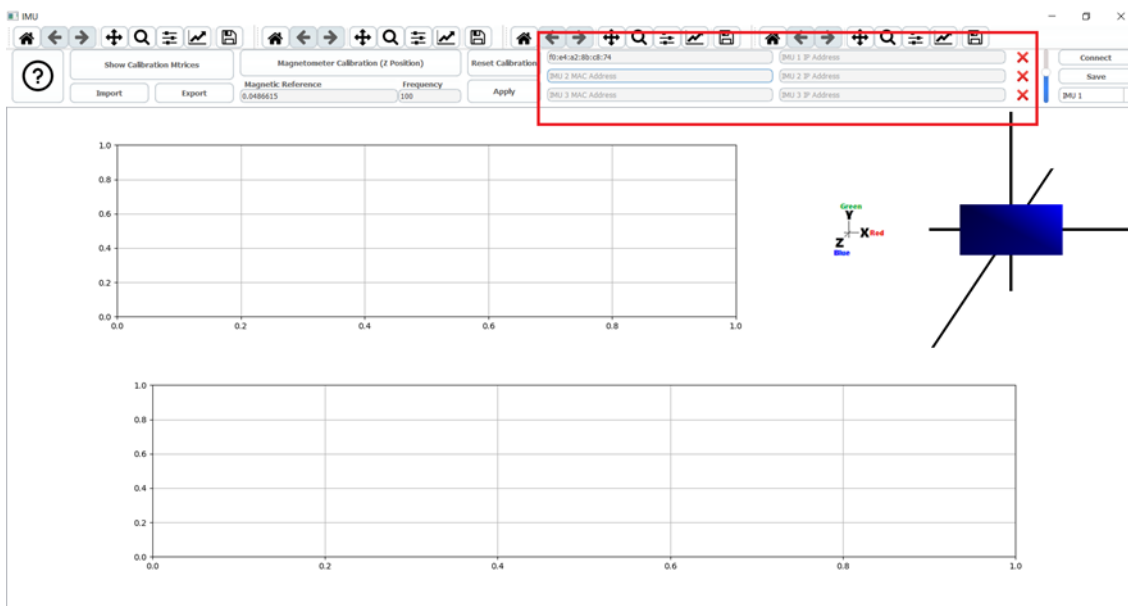


با کلیک بر روی Reset Calibration نیر میتوان ضرایب را پاک کرد تا مجددا کالیبراسیون انجام شود:

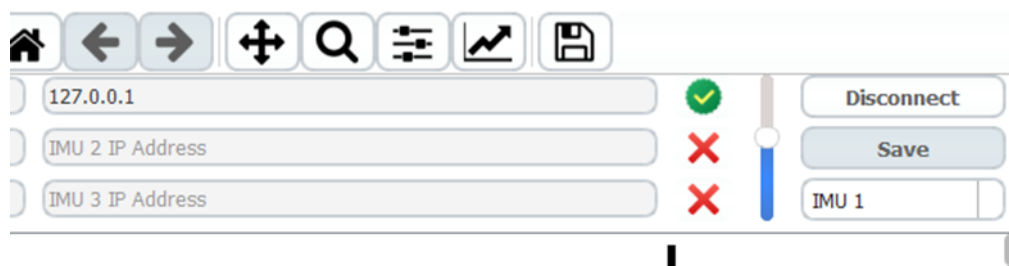


3- دریافت و ذخیره دیتا

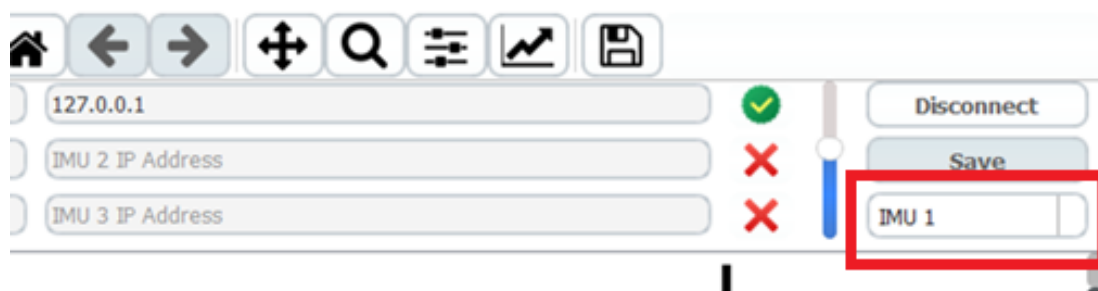
با روش گفته شده در بخش 1 برای سنسورهای مورد نظر MAC آدرس ها را پیدا و در قسمت زیر وارد کنید:



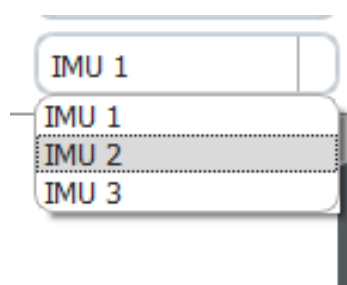
نشانگر ✗ در مقابل سنسور ها نمایش داده میشود، با کلیک بر روی Connect مقابل سنسور هایی که با موفقیت متصل شده اند ✔ نمایش داده میشود.



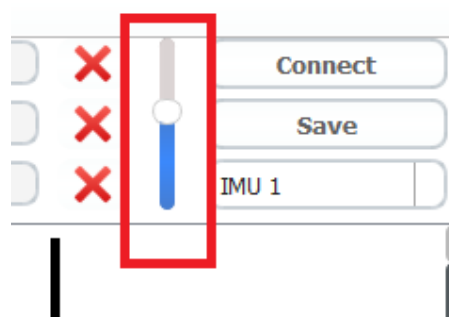
در اینجا سنسور 1 متصل است، در قسمت زیر:



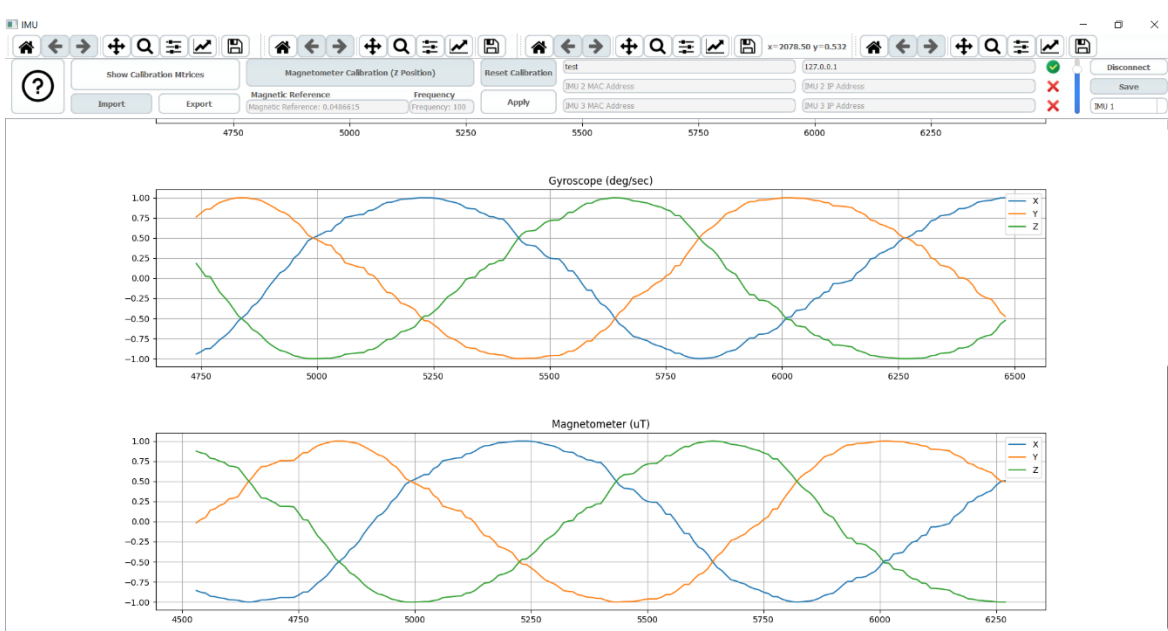
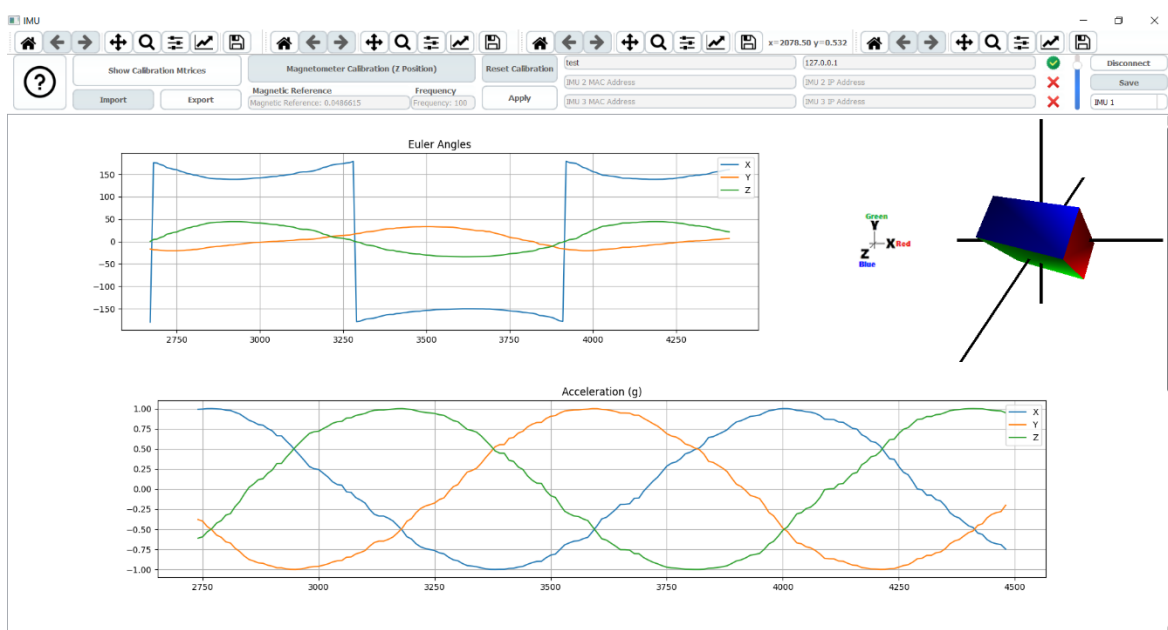
میتوان انتخاب کرد که دیتا کدام سنسور در پلات ها و مدل 3D نمایش داده شود:



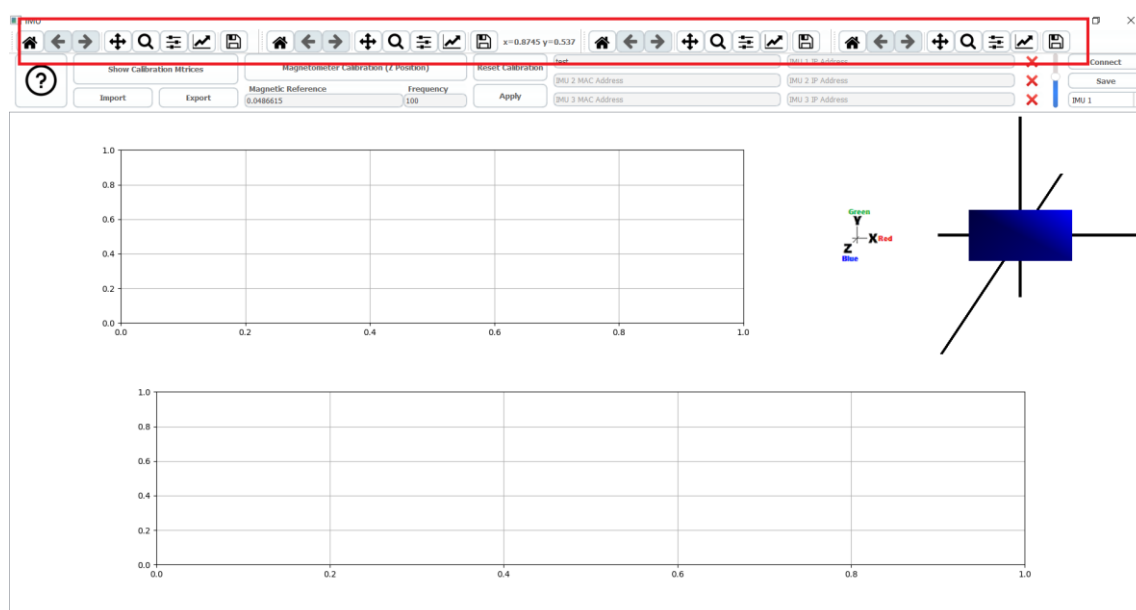
همچنین با Slider مشخص شده در عکس زیر میتوان طول محور X پلات ها را (زمان) بین 5 تا 200 تغییر داد:



در نهایت 4 پلات زوایای اولیه، Acceleration، Gyroscope و Magnetometer در 3 جهت محور مختصات و همچنین مدل 3D سنسور مشاهده میشود:

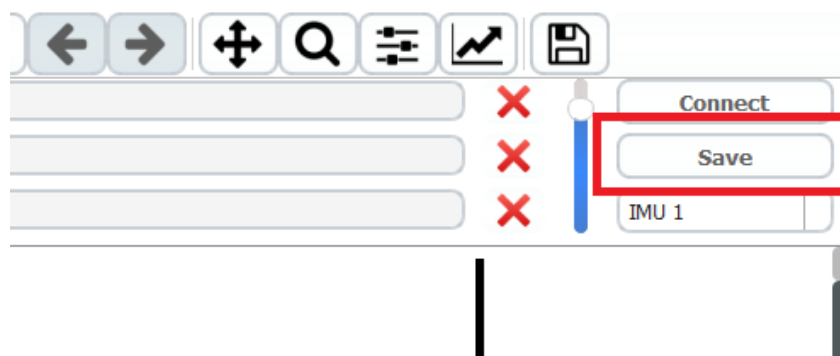


میتوان با کلیک بر روی Toolbar پلات ها:



کارهای نظیر Zoom، حرکت بر روی پلات، ذخیره تصویر و Reset کردن پلات را انجام داد. این Toolbar ها به ترتیب از چپ به راست مربوط به پلات زوایای اوپلری، Accelerometer، Gyroscope و Magnetometer میباشند.

پس از اتمام نمونه برداری بر روی Disconnect کلیک کرده و با کلیک بر روی Save:



محل ذخیره سازی مورد نظر فایل های CSV را انتخاب کرده و نرم افزار به ازاء هر سنسور متصل شده 2 فایل CSV ذخیره میکند.

فایل اول با نام Raw Data_IMU_<number of IMU> شامل دیتای خام و سویچ ها:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Time	Acceleration (g)_X	Acceleration (g)_Y	Acceleration (g)_Z	Gyroscope (deg/sec)_X	Gyroscope (deg/sec)_Y	Gyroscope (deg/sec)_Z	Magnetometer (uT)_X	Magnetometer (uT)_Y	Magnetometer (uT)_Z	Switch_1	Switch_2	Switch_3	
10	0	0.866	-0.8661	0	0.866	-0.8661	0	0.866	-0.8661	0	1	1	
20	0.0862	0.8196	-0.906	0.0862	0.8196	-0.906	0.0862	0.8196	-0.906	0	1	1	
30	0.0967	0.8135	-0.9104	0.0967	0.8135	-0.9104	0.0967	0.8135	-0.9104	0	1	1	
40	0.1107	0.8053	-0.9161	0.1107	0.8053	-0.9161	0.1107	0.8053	-0.9161	0	1	1	
50	0.1776	0.7634	-0.9411	0.1776	0.7634	-0.9411	0.1776	0.7634	-0.9411	0	1	1	
60	0.1963	0.751	-0.9474	0.1963	0.751	-0.9474	0.1963	0.751	-0.9474	0	1	1	
70	0.2009	0.7478	-0.9489	0.2009	0.7478	-0.9489	0.2009	0.7478	-0.9489	0	1	1	
80	0.2091	0.7423	-0.9515	0.2091	0.7423	-0.9515	0.2091	0.7423	-0.9515	0	1	1	
90	0.2568	0.7085	-0.9654	0.2568	0.7085	-0.9654	0.2568	0.7085	-0.9654	0	1	1	
100	0.2998	0.6762	-0.9762	0.2998	0.6762	-0.9762	0.2998	0.6762	-0.9762	0	1	1	
110	0.3619	0.6263	-0.9883	0.3619	0.6263	-0.9883	0.3619	0.6263	-0.9883	0	1	1	
120	0.3643	0.6243	-0.9887	0.3643	0.6243	-0.9887	0.3643	0.6243	-0.9887	0	1	1	
130	0.4191	0.5767	-0.9959	0.4191	0.5767	-0.9959	0.4191	0.5767	-0.9959	0	1	1	
140	0.481	0.5187	-0.9998	0.481	0.5187	-0.9998	0.481	0.5187	-0.9998	0	1	1	
150	0.4982	0.5017	-1	0.4982	0.5017	-1	0.4982	0.5017	-1	0	1	1	
160	0.5516	0.4465	-0.9982	0.5516	0.4465	-0.9982	0.5516	0.4465	-0.9982	0	1	1	
170	0.5917	0.4022	-0.994	0.5917	0.4022	-0.994	0.5917	0.4022	-0.994	0	1	1	
180	0.6448	0.3395	-0.9844	0.6448	0.3395	-0.9844	0.6448	0.3395	-0.9844	0	1	1	
190	0.6597	0.3209	-0.9807	0.6597	0.3209	-0.9807	0.6597	0.3209	-0.9807	0	1	1	
200	0.7045	0.2622	-0.9669	0.7045	0.2622	-0.9669	0.7045	0.2622	-0.9669	0	1	1	
210	0.7498	0.198	-0.9479	0.7498	0.198	-0.9479	0.7498	0.198	-0.9479	0	1	1	
220	0.7784	0.1544	-0.9329	0.7784	0.1544	-0.9329	0.7784	0.1544	-0.9329	0	1	1	
230	0.8069	0.108	-0.915	0.8069	0.108	-0.915	0.8069	0.108	-0.915	0	1	1	
240	0.8172	0.0904	-0.9077	0.8172	0.0904	-0.9077	0.8172	0.0904	-0.9077	0	1	1	
250	0.8236	0.0792	-0.903	0.8236	0.0792	-0.903	0.8236	0.0792	-0.903	0	1	1	
260	0.8299	0.068	-0.8981	0.8299	0.068	-0.8981	0.8299	0.068	-0.8981	0	1	1	
270	0.8375	0.0433	-0.8594	0.8375	0.0433	-0.8594	0.8375	0.0433	-0.8594	0	1	1	

و فایل دوم با نام <number of imu> Filtered Data_IMU_ شامل دیتای کالیبره شده و
زوایای اویلری:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Time	Acceleration (g)_X	Acceleration (g)_Y	Acceleration (g)_Z	Gyroscope (deg/sec)_X	Gyroscope (deg/sec)_Y	Gyroscope (deg/sec)_Z	Magnetometer (uT)_X	Magnetometer (uT)_Y	Magnetometer (uT)_Z	Roll	Pitch	Yaw	
10	0	0.866	-0.8661	0	0.866	-0.8661	0	0.866	-0.8661	-151.526	18.90775	-31.9646	
20	0.0862	0.8196	-0.906	0.0862	0.8196	-0.906	0.0862	0.8196	-0.906	-152.305	16.23532	-30.9272	
30	0.0967	0.8135	-0.9104	0.0967	0.8135	-0.9104	0.0967	0.8135	-0.9104	-152.414	15.89511	-30.7848	
40	0.1107	0.8053	-0.9161	0.1107	0.8053	-0.9161	0.1107	0.8053	-0.9161	-152.564	15.43696	-30.5911	
50	0.1776	0.7634	-0.9411	0.1776	0.7634	-0.9411	0.1776	0.7634	-0.9411	-153.378	13.16606	-29.5616	
60	0.1963	0.751	-0.9474	0.1963	0.751	-0.9474	0.1963	0.751	-0.9474	-153.633	12.50775	-29.2442	
70	0.2009	0.7478	-0.9489	0.2009	0.7478	-0.9489	0.2009	0.7478	-0.9489	-153.7	12.34343	-29.1619	
80	0.2091	0.7423	-0.9515	0.2091	0.7423	-0.9515	0.2091	0.7423	-0.9515	-153.816	12.05089	-29.0189	
90	0.2568	0.7085	-0.9654	0.2568	0.7085	-0.9654	0.2568	0.7085	-0.9654	-154.552	10.30446	-28.1192	
100	0.2998	0.6762	-0.9762	0.2998	0.6762	-0.9762	0.2998	0.6762	-0.9762	-155.3	8.671537	-27.2199	
110	0.3619	0.6263	-0.9883	0.3619	0.6263	-0.9883	0.3619	0.6263	-0.9883	-156.532	6.213756	-25.7636	
120	0.3643	0.6243	-0.9887	0.3643	0.6243	-0.9887	0.3643	0.6243	-0.9887	-156.583	6.116582	-25.7032	
130	0.4191	0.5767	-0.9959	0.4191	0.5767	-0.9959	0.4191	0.5767	-0.9959	-157.852	3.847386	-24.2283	
140	0.481	0.5187	-0.9998	0.481	0.5187	-0.9998	0.481	0.5187	-0.9998	-159.515	1.177459	-22.3236	
150	0.4982	0.5017	-1	0.4982	0.5017	-1	0.4982	0.5017	-1	-160.026	0.415584	-21.7431	
160	0.5516	0.4465	-0.9982	0.5516	0.4465	-0.9982	0.5516	0.4465	-0.9982	-161.766	-1.99663	-19.7835	
170	0.5917	0.4022	-0.994	0.5917	0.4022	-0.994	0.5917	0.4022	-0.994	-163.247	-3.85577	-18.1316	
180	0.6448	0.3395	-0.9844	0.6448	0.3395	-0.9844	0.6448	0.3395	-0.9844	-165.475	-6.36553	-15.6691	
190	0.6597	0.3209	-0.9807	0.6597	0.3209	-0.9807	0.6597	0.3209	-0.9807	-166.164	-7.07982	-14.9117	
200	0.7045	0.2622	-0.9669	0.7045	0.2622	-0.9669	0.7045	0.2622	-0.9669	-168.428	-9.23874	-12.4373	
210	0.7498	0.198	-0.9479	0.7498	0.198	-0.9479	0.7498	0.198	-0.9479	-171.049	-11.4289	-9.59194	
220	0.7784	0.1544	-0.9329	0.7784	0.1544	-0.9329	0.7784	0.1544	-0.9329	-172.913	-12.8024	-7.5792	
230	0.8069	0.108	-0.915	0.8069	0.108	-0.915	0.8069	0.108	-0.915	-174.965	-14.1573	-5.37096	
240	0.8172	0.0904	-0.9077	0.8172	0.0904	-0.9077	0.8172	0.0904	-0.9077	-175.762	-14.6413	-4.51636	
250	0.8236	0.0792	-0.903	0.8236	0.0792	-0.903	0.8236	0.0792	-0.903	-176.274	-14.9384	-3.96759	
260	0.8299	0.068	-0.8981	0.8299	0.068	-0.8981	0.8299	0.068	-0.8981	-176.789	-15.2308	-3.4156	
270	0.8375	0.0433	-0.8594	0.8375	0.0433	-0.8594	0.8375	0.0433	-0.8594	-179.3694	-17.1396	0.688023	

لازم به ذکر است پس از کلیک بر روی Disconnect قبل از اتصال مجدد دیتای دریافت شده با
روش گفته شده ذخیره شود.