



آشنایی با OPENSIM

این نرم افزار:

یک نرم افزار مدلساز neuron musculoskeletal skeletal می باشد

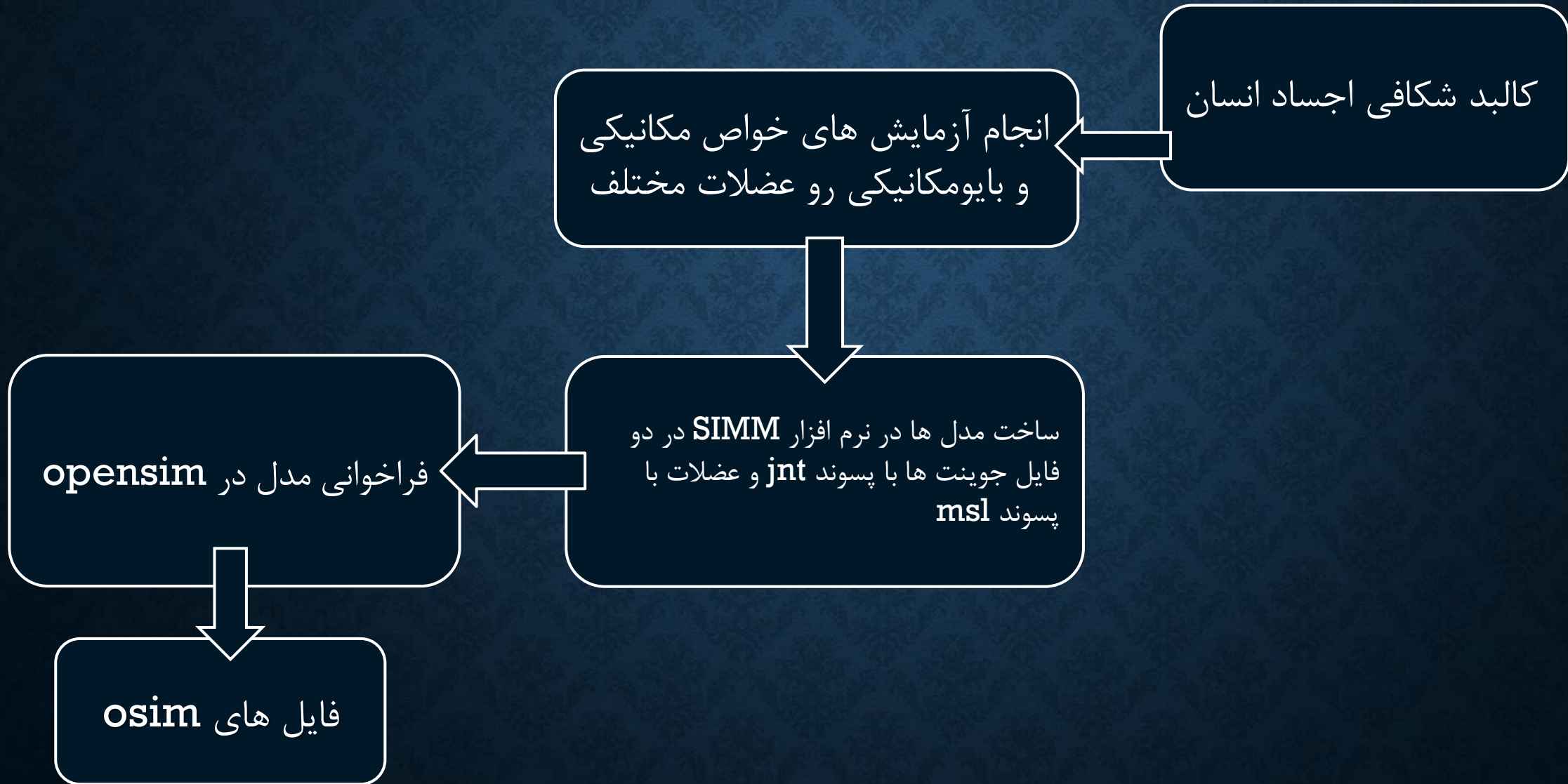
یک نرم افزار متن باز برای شبیه سازی، مدل سازی و آنالیز در زمینه بیومکانیک است

هدف این نرم ارائه ابزار گسترده برای تحقیق در زمینه بیومکانیک و علم کنترل موتور است

کاربرد های تخصصی OPENSIM



چگونگی ساخت مدل ها

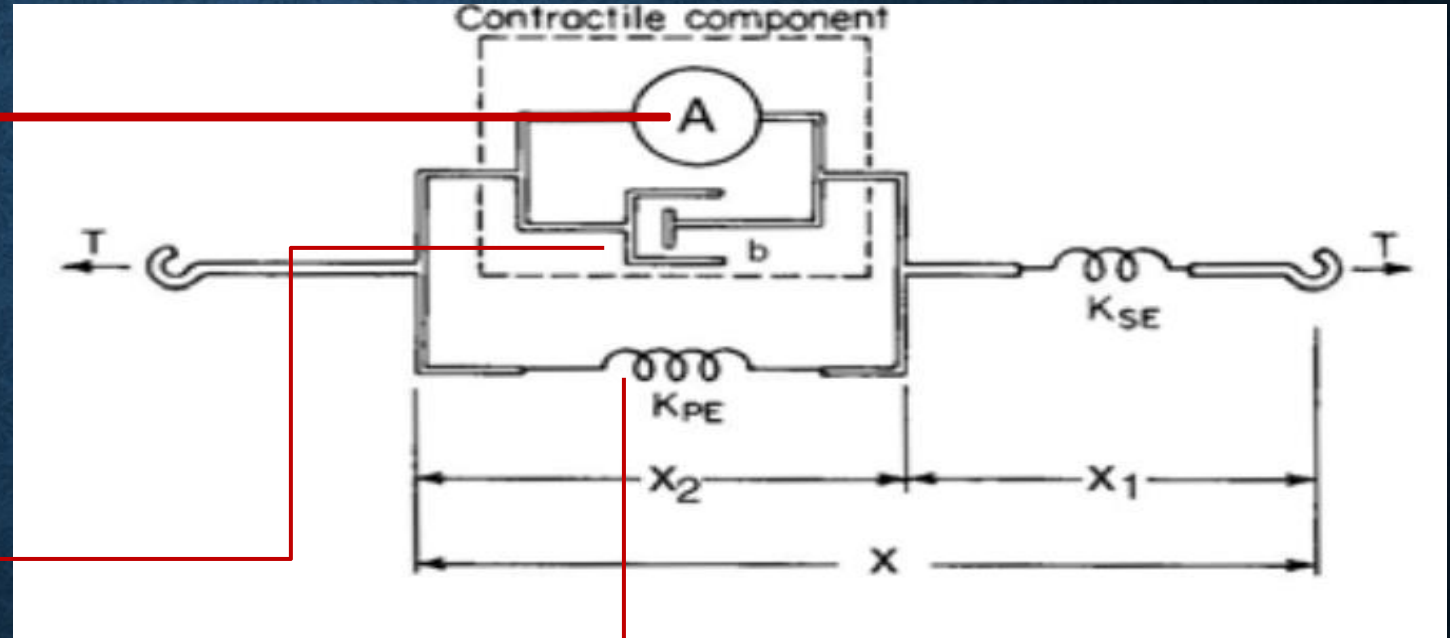


مدلسازی عضلات

مدل hill ← برگرفته از رفتار فنری و ویسکوز دمپر مربوط به عضله می باشد

قسمت active عضله می باشد. قسمت active عضله به معنای ارتباط بین سطح فعالیت عضله و نیروی اعمال شده به عضله می باشد

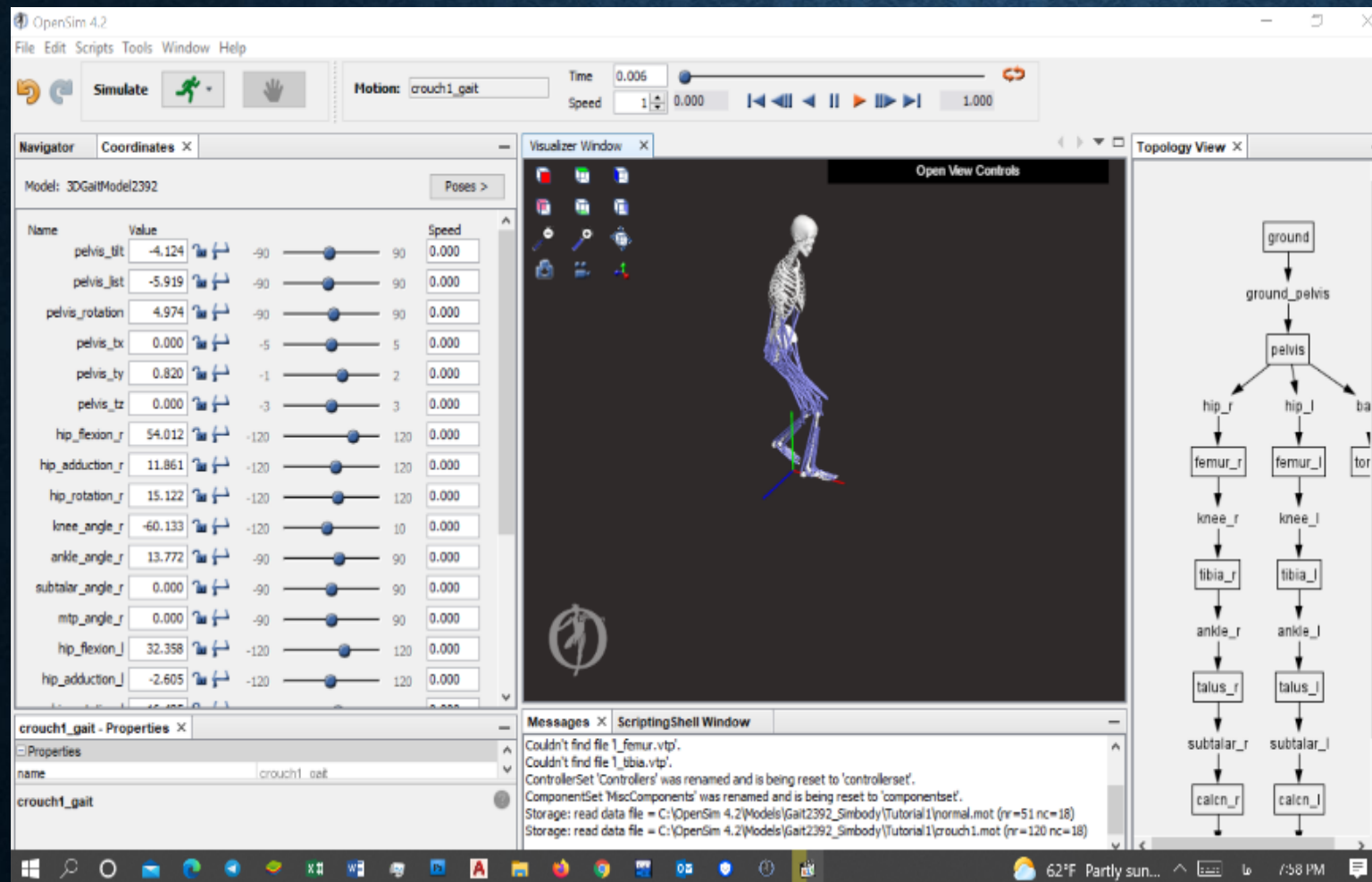
جابجایی قسمت های actin و myosin عضله روی همدیگر که منجر به اتلاف انرژی می شوند.



قسمت الاستیک در مدل است اساس تغییرات نیرو نسبت به تغییرات طول قابل محاسبه می باشد

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta L}$$

ایجاد HOME POSITION سیستم

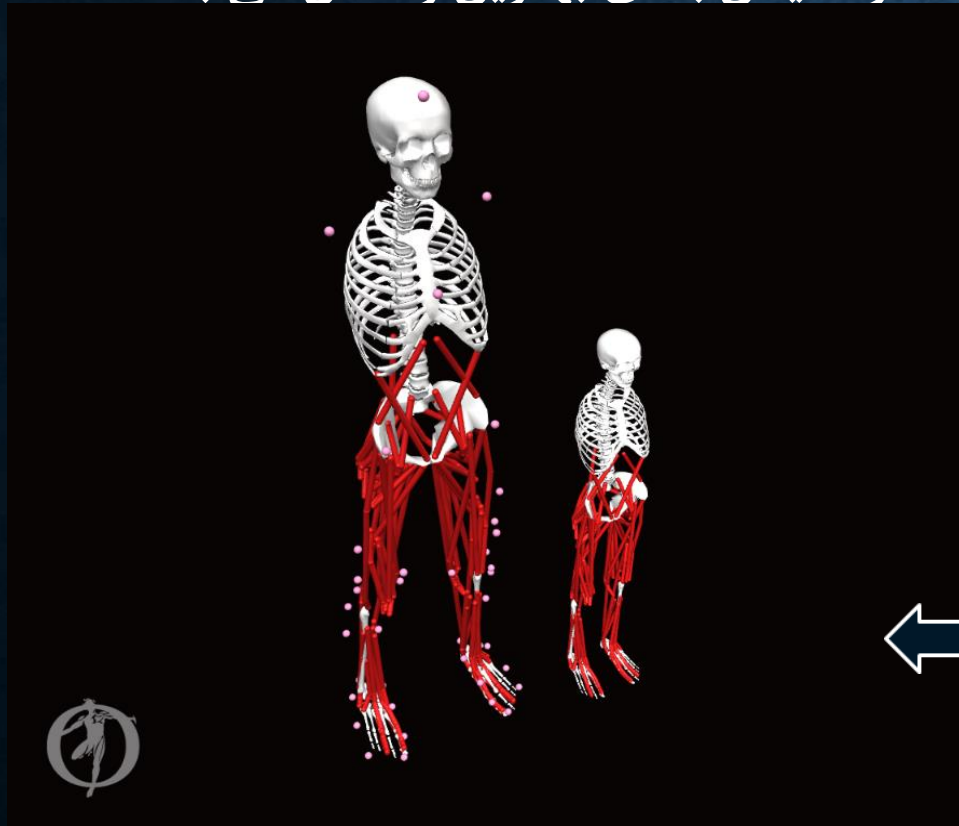


استفاده از نوار ابزار
coordinates



مقیاس بندی کردن مدل (SCALING)

- مقیاس بندی ← تبدیل مدل **general** به مدل سوژه ی مورد آزمایش در آزمایشگاه گیت
- از آنجایی که ایجاد مدل برای تمام انسان ها معقول نیست استفاده از مقیاس بندی بهترین راه حل می باشد



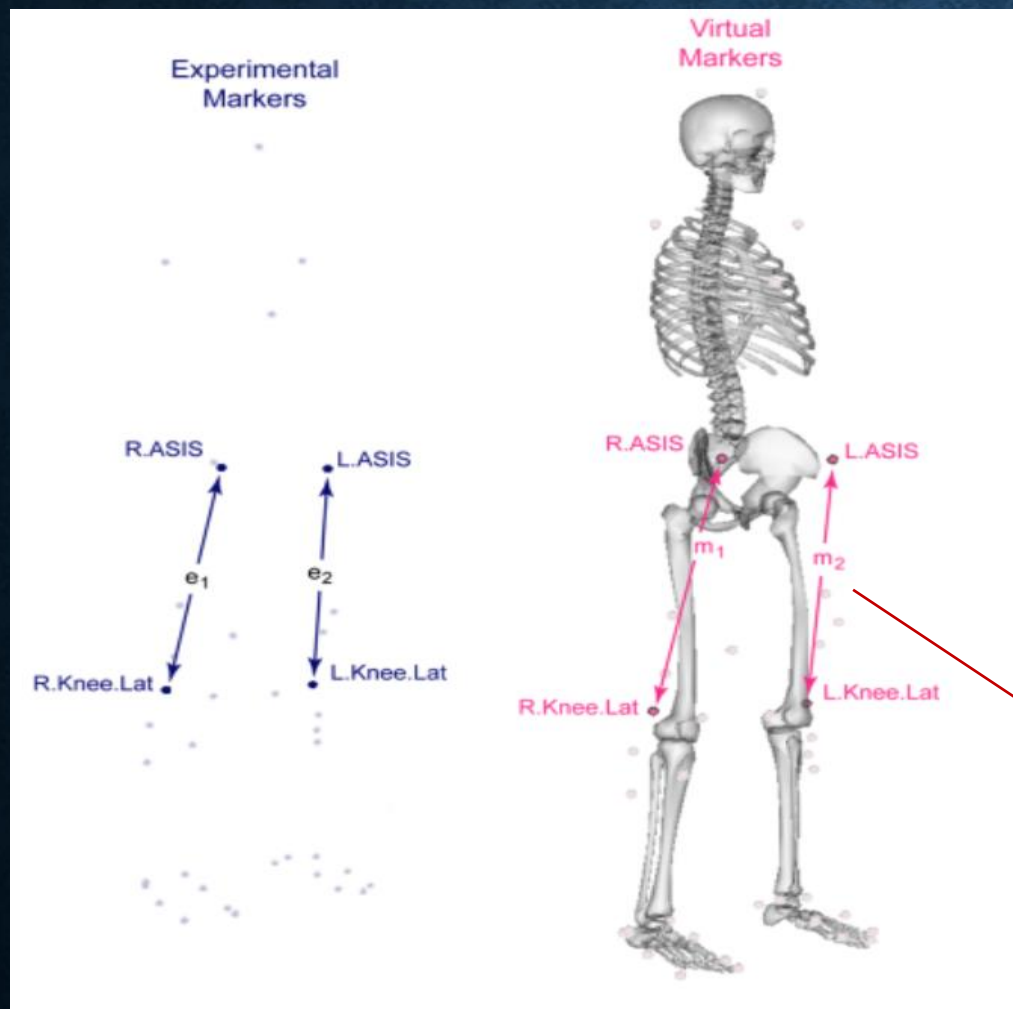
مقیاس بندی در لول

جرم
اینرسی
ابعاد عضلات

مدل اولیه و مدل مقیاس بندی شده



نحوه مقیاس بندی



scale factor:

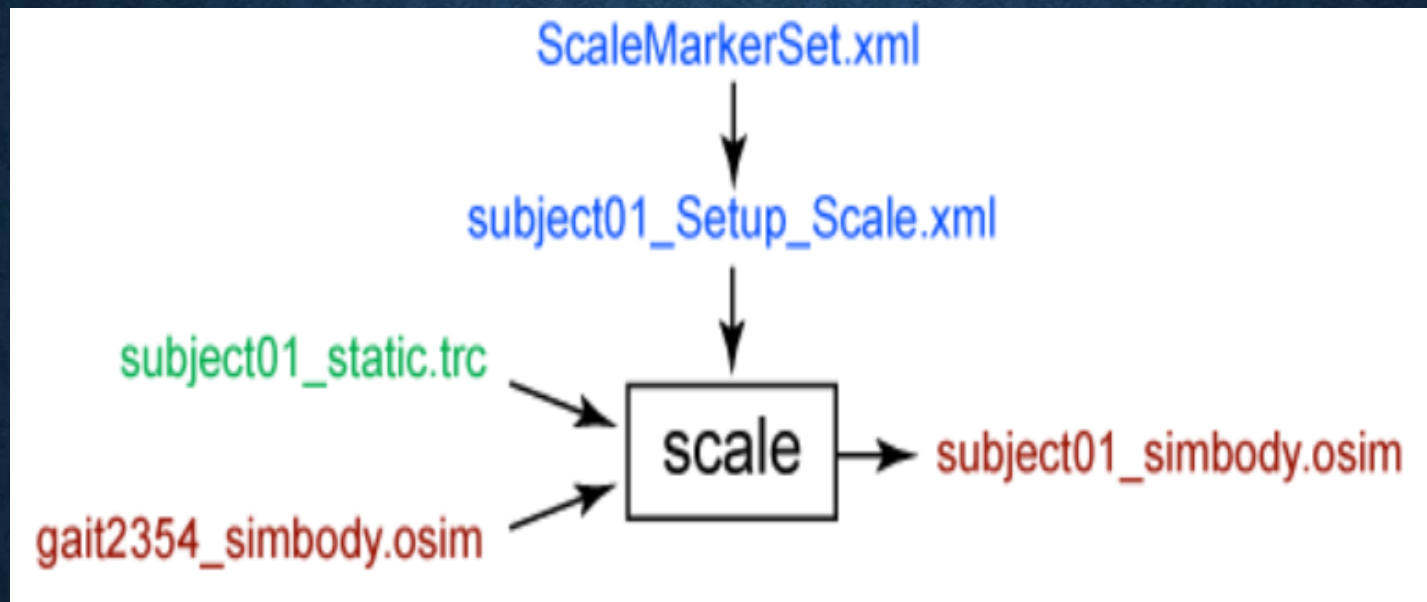
$$s_1 = \frac{e_1}{m_1}$$

$$s_2 = \frac{e_2}{m_2}$$

استفاده از scale factor
ها و محاسبه سایر فواصل

فاصله بین دو مارکر
(یک لینک)

نحوه مقیاس بندی



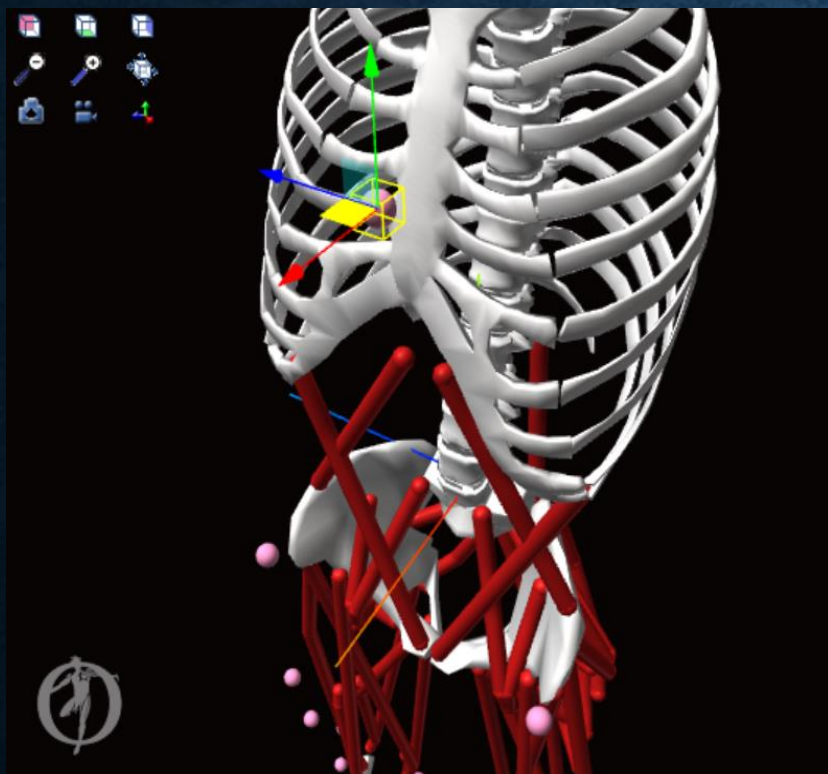
Static.trc ← داده های حاصل از ایستادن آناتومیکی فرد در آزمایشگاه

Osim ← مربوط به مدلی می باشد که می خواهیم از آن استفاده کنیم

Xml ← فایل های کد نویسی شده مربوط به تنظیمات شرایط مسیله می باشد که شامل پارامترهایی از قبیل جرم، اینرسی، ابعاد، موقعیت مارکرها، جوینت ها و درجات آزادی

ایجاد MARKER و تغییر موقعیت آن

این سیم موقعیت هر مارکر را نسبت به دستگاه مختصاتی می دهد که مربوط به بادی است که مارکر روی آن قرار دارد



موقعیت مارکر مورد نظر نسبت به
دستگاه بادی مارکر

مشخص کردن مارکرها و موقعیت آن ها نسبت به بادی مورد نظر

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<OpenSimDocument Version="40000">
  <MarkerSet name="markerset">
    <objects>
      <Marker name="NewMarker">
        <!--Path to a Component that satisfies the Socket 'parent_frame' of type PhysicalFrame (description: The frame to which this
        <socket_parent_frame>/ground</socket_parent_frame>
        <!--The fixed location of the station expressed in its parent frame.-->
        <location>-0.14957113606984571 -0.28778780011546889 -2.2287234732835621</location>
      </Marker>
      <Marker name="NewMarker_0">
        <!--Path to a Component that satisfies the Socket 'parent_frame' of type PhysicalFrame (description: The frame to which this
        <socket_parent_frame>/ground</socket_parent_frame>
        <!--The fixed location of the station expressed in its parent frame.-->
        <location>0.11 0.22 0.33000000000000002</location>
      </Marker>
      <Marker name="NewMarker_1">
        <!--Path to a Component that satisfies the Socket 'parent_frame' of type PhysicalFrame (description: The frame to which this
        <socket_parent_frame>/ground</socket_parent_frame>
        <!--The fixed location of the station expressed in its parent frame.-->
        <location>0 0.657708999999999999 2.1219999999105092e-314</location>
        <!--Flag (true or false) specifying whether the marker is fixed in its parent frame during the marker placement step of scali
        <fixed>>false</fixed>
      </Marker>
    </objects>
    <groups />
  </MarkerSet>
</OpenSimDocument>
```

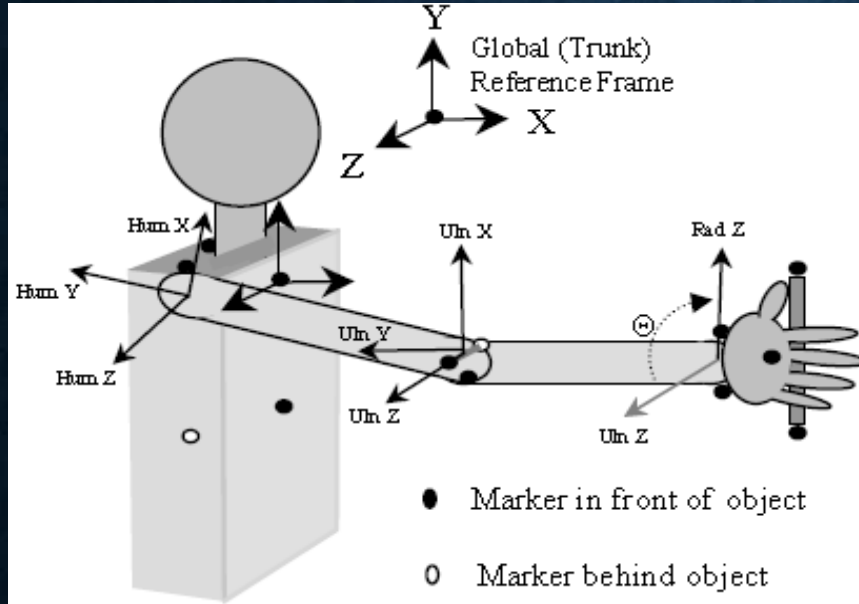

وزن دهی مارکرها

این وزن دهی میزان تاثیر هر مارکر را در هنگام مقیاس بندی نشان می دهد،

- بهتر است مارکرها را در نواحی که صلب هستند، یا احتمال خطا در قرار دادن مارکر کم تر است، قرار دهیم
- در ناگزیر بودن در قرار دادن مارکرها در شرایطی غیر از شرایط مذکور باید وزن این مارکرها را کاهش دهیم

دینامیک و سینماتیک معکوس

فرم کلاسیک معادلات حرکت را برای یک سیستم چند جسمی:



N تعداد درجات آزادی سیستم می باشد

$q, \dot{q}, \ddot{q} \in R^N$ بردار های مربوط به generalized positions, velocities, accelerations

ماتریس جرمی سیستم $M(q) \in R^{N \times N}$

$C(q, \dot{q}) \in R^N$ بردار نیروهای گریز از مرکز و کوریولیس

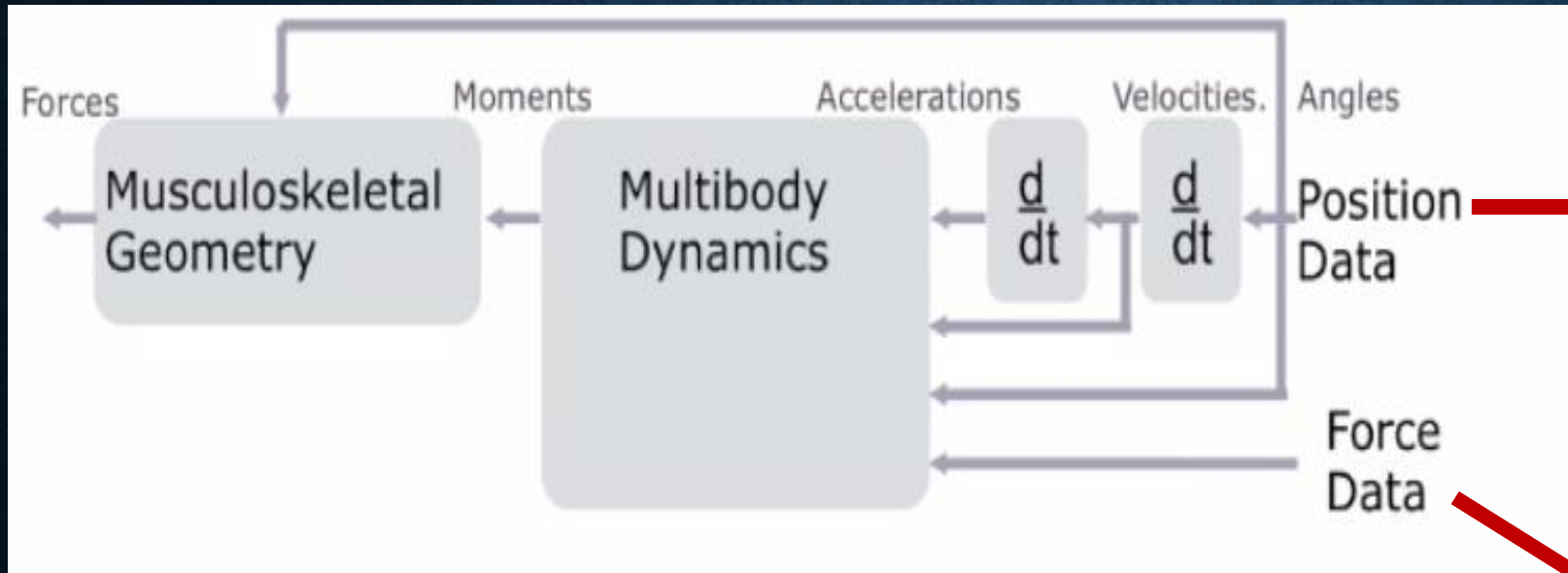
$G(q) \in R^N$ بردار گرانش را نشان می دهد

و $\tau \in R^N$ بردار generalized force ها

$$\underbrace{M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + G(q)}_{\text{knowns}} = \underbrace{\tau}_{\text{unknowns}}$$

مسئله معکوس

ابزار دینامیک معکوس از حرکت شناخته شده مدل برای حل معادلات حرکت و بدست آوردن نیروها استفاده می کند



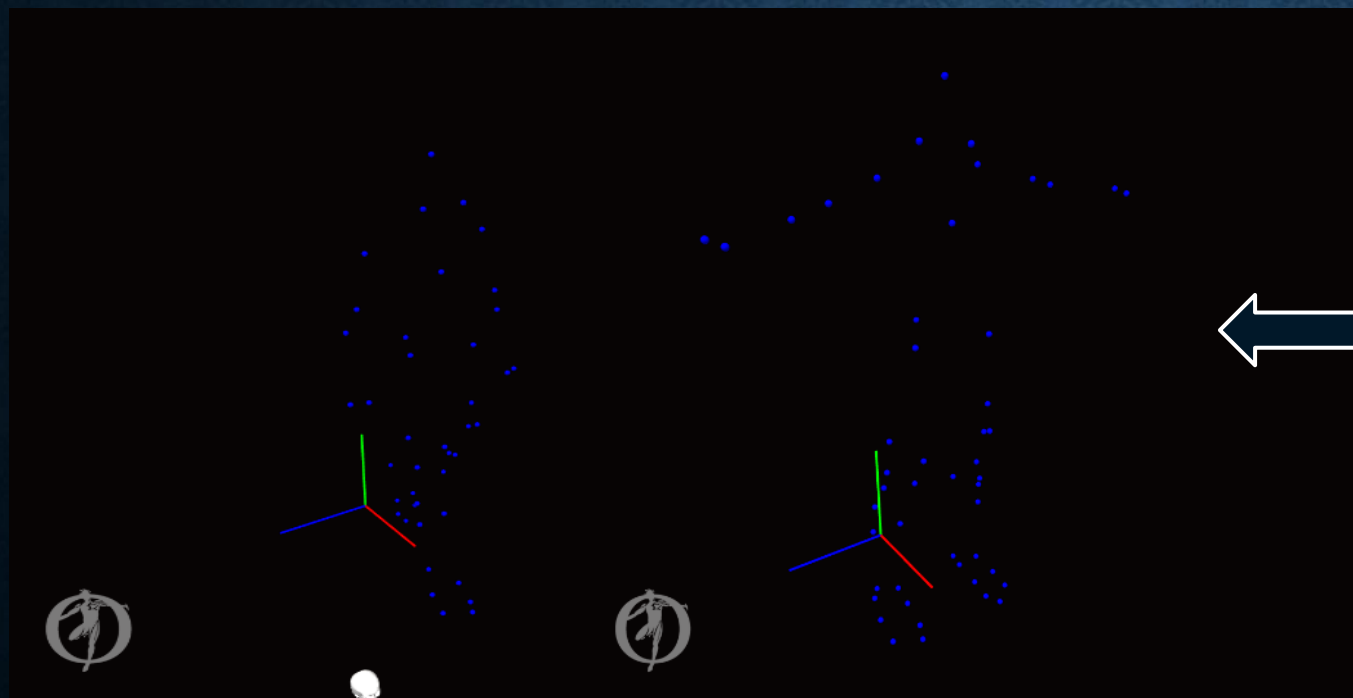
مشخص بودن موقعیت
جوینت ها در فضا با
کمک مارکرهای قرار
داده شده

نیروهای خارجی
اعمال شده به
سیستم

نحوه ی بدست آوردن ریت جوینت ها و در
نهایت ممان ها و نیروها

وارد کردن دیتا ها به OPENSIM

- از آن جایی که در آزمایشگاه های مختلف داده هایی با فرمت های مختلف ثبت می شود، اعمال این داده های مختلف به نرم افزار چالش بر انگیز خواهد بود
 - داده هایی که از آزمایشگاه آنالیز حرکت گرفته می شود شامل سه نوع داده می باشد
- الف) داده های مربوط به مارکرها که توسط دوربین های آنالیز حرکت ثبت می شوند و trajectory حرکت را ثبت می کنند (trc).



این فایل در نوع دینامیکی و استاتیکی
ثبت می شود

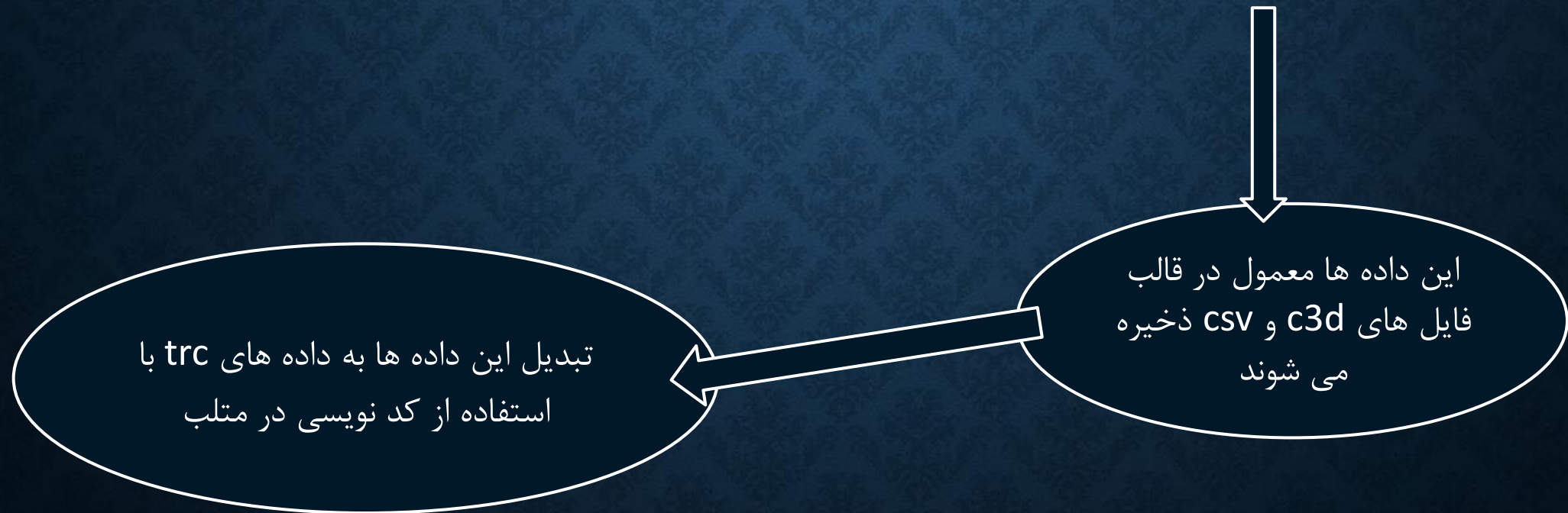
ب) داده هایی که از **force plate** ها ثبت می شود و مربوط به نیروهای خارجی هستند

ج) داده های دریافتی از دستگاه ها الکترومیگرافی (**EMG** ها)

پ) فایل های **motion** با پسوند **mot** که شامل داده های نیرو و زاویه هستند

د) داده های **sto** که می تواند شامل داده ای نیرو و سایر داده های دیگر باشد

چ) فایل های با پسوند **grf** که برای نیروهای عکس العملی هستند و در قالب فایل های **MOT** ذخیره می شوند



ایجاد مدل جدید

- مدل هایی آماده وجود دارند که می توانیم از آن ها برای تحقیق خود استفاده کنیم
- برای اینکه مدلی با ویژگی های مورد نظر خودمان ایجاد کنیم می توانیم از فایل **osim** مدل اولیه استفاده کنیم
- بسته به نوع کاربرد خودمان پارامتر های مدل را تغییر داده و مدل خودمان را ایجاد نماییم
- در کد مورد نظر نام بادی، جرم آن، مرکز جرم، اینرسی ها، جوینت های بادی و درجات آزادی و محور های آن ها و سایر ویژگی های بادی مشخص می باشد


```

</Body>
<Body name="pelvis">
  <mass>3.99292014725017</mass>
  <mass_center> -0.0509649 0 0</mass_center>
  <inertia_xx>0.0181114432234461</inertia_xx>
  <inertia_yy>0.0153453959607214</inertia_yy>
  <inertia_zz>0.010200900414762</inertia_zz>
  <inertia_xy>0</inertia_xy>
  <inertia_xz>0</inertia_xz>
  <inertia_yz>0</inertia_yz>
  <!--Joint that connects this body with the parent body.-->
  <Joint>
    <CustomJoint name="ground_pelvis">
      <!--Name of the parent body to which this joint connects its owner body.-->
      <parent_body>ground</parent_body>
      <!--Location of the joint in the parent body specified in the parent reference frame. Default is (0,0,0).-->
      <location_in_parent>0 0 0</location_in_parent>
      <!--Orientation of the joint in the parent body specified in the parent reference frame. Euler XYZ body-fixed rotation angles are used to
      <orientation_in_parent>0 0 0</orientation_in_parent>
      <!--Location of the joint in the child body specified in the child reference frame. For SIMM models, this vector is always the zero vector
      <location>0 0 0</location>
      <!--Orientation of the joint in the owning body specified in the owning body reference frame. Euler XYZ body-fixed rotation angles are used
      <orientation>0 0 0</orientation>
      <!--Set holding the generalized coordinates (q's) that parameterize this joint.-->
      <CoordinateSet>
        <objects>
          <Coordinate name="pelvis_tilt">
            <!--Coordinate can describe rotational, translational, or coupled motion. Defaults to rotational.-->
            <motion_type>rotational</motion_type>
            <!--The value of this coordinate before any value has been set. Rotational coordinate value is in radians and Translational i
            <default_value>0</default_value>
            <!--The speed value of this coordinate before any value has been set. Rotational coordinate value is in rad/s and Translation
            <default_speed_value>0</default_speed_value>
            <!--The minimum and maximum values that the coordinate can range between. Rotational coordinate range in radians and Translat
            <range>-1.57079633 1.57079633</range>
            <!--Flag indicating whether or not the values of the coordinates should be limited to the range, above.-->
            <clamped>true</clamped>
            <!--Flag indicating whether or not the values of the coordinates should be constrained to the current (e.g. default) value, a

```

نام بادی، جرم آن، مرکز جرم، اینرسی ها، جوینت
های بادی و درجات آزادی و محورهای آن ها

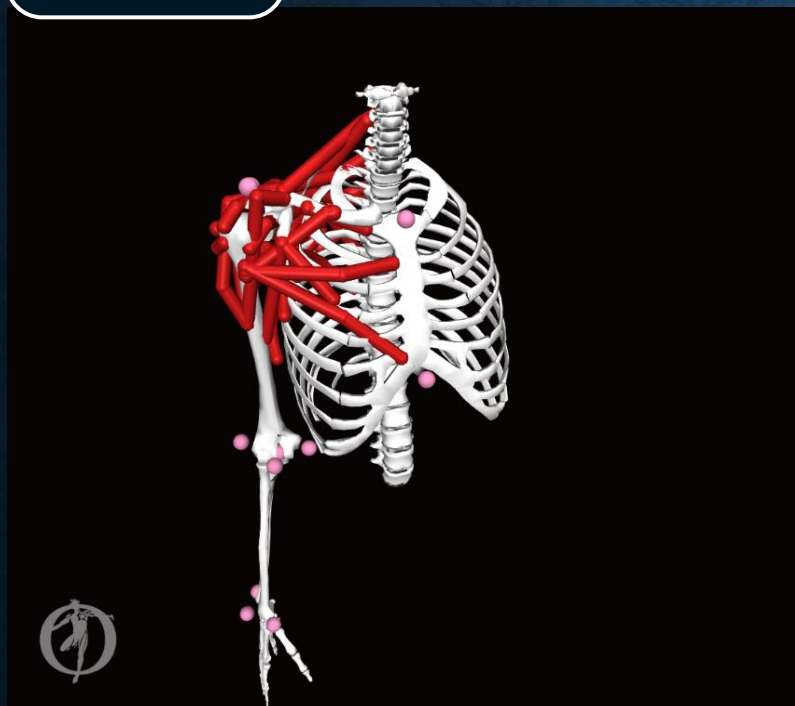
هر کدام از بادی ها در نرم افزار opensim می توانند از اجزای مختلفی تشکیل شوند. برای مثال بادی pelvis از سه قسمت تشکیل شده. این قسمت ها نیز در کدها آمده اند و قابل تغییر هستند،

```
<!--Set of geometry files and associated attributes, allow .vtp, .stl, .obj-->
<GeometrySet>
  <objects>
    <DisplayGeometry>
      <!--Name of geometry file .vtp, .stl, .obj-->
      <geometry_file>sacrum.vtp</geometry_file>
      <!--Color used to display the geometry when visible-->
      <color> 1 1 1</color>
      <!--Name of texture file .jpg, .bmp-->
      <texture_file />
      <!--in body transform specified as 3 rotations (rad) followed by 3 translations rX rY rZ tx ty tz-->
      <transform> -0 0 -0 0 0 0</transform>
      <!--Three scale factors for display purposes: scaleX scaleY scaleZ-->
      <scale_factors> 1 1 1</scale_factors>
      <!--Display Pref. 0:Hide 1:Wire 3:Flat 4:Shaded-->
      <display_preference>4</display_preference>
      <!--Display opacity between 0.0 and 1.0-->
      <opacity>1</opacity>
    </DisplayGeometry>
    <DisplayGeometry>
      <!--Name of geometry file .vtp, .stl, .obj-->
      <geometry_file>pelvis.vtp</geometry_file>
      <!--Color used to display the geometry when visible-->
      <color> 1 1 1</color>
      <!--Name of texture file .jpg, .bmp-->
      <texture_file />
      <!--in body transform specified as 3 rotations (rad) followed by 3 translations rX rY rZ tx ty tz-->
      <transform> -0 0 -0 0 0 0</transform>
      <!--Three scale factors for display purposes: scaleX scaleY scaleZ-->
      <scale_factors> 1 1 1</scale_factors>
      <!--Display Pref. 0:Hide 1:Wire 3:Flat 4:Shaded-->
      <display_preference>4</display_preference>
      <!--Display opacity between 0.0 and 1.0-->
      <opacity>1</opacity>
    </DisplayGeometry>
    <DisplayGeometry>
      <!--Name of geometry file .vtp, .stl, .obj-->
      <geometry_file>l_pelvis.vtp</geometry_file>
```

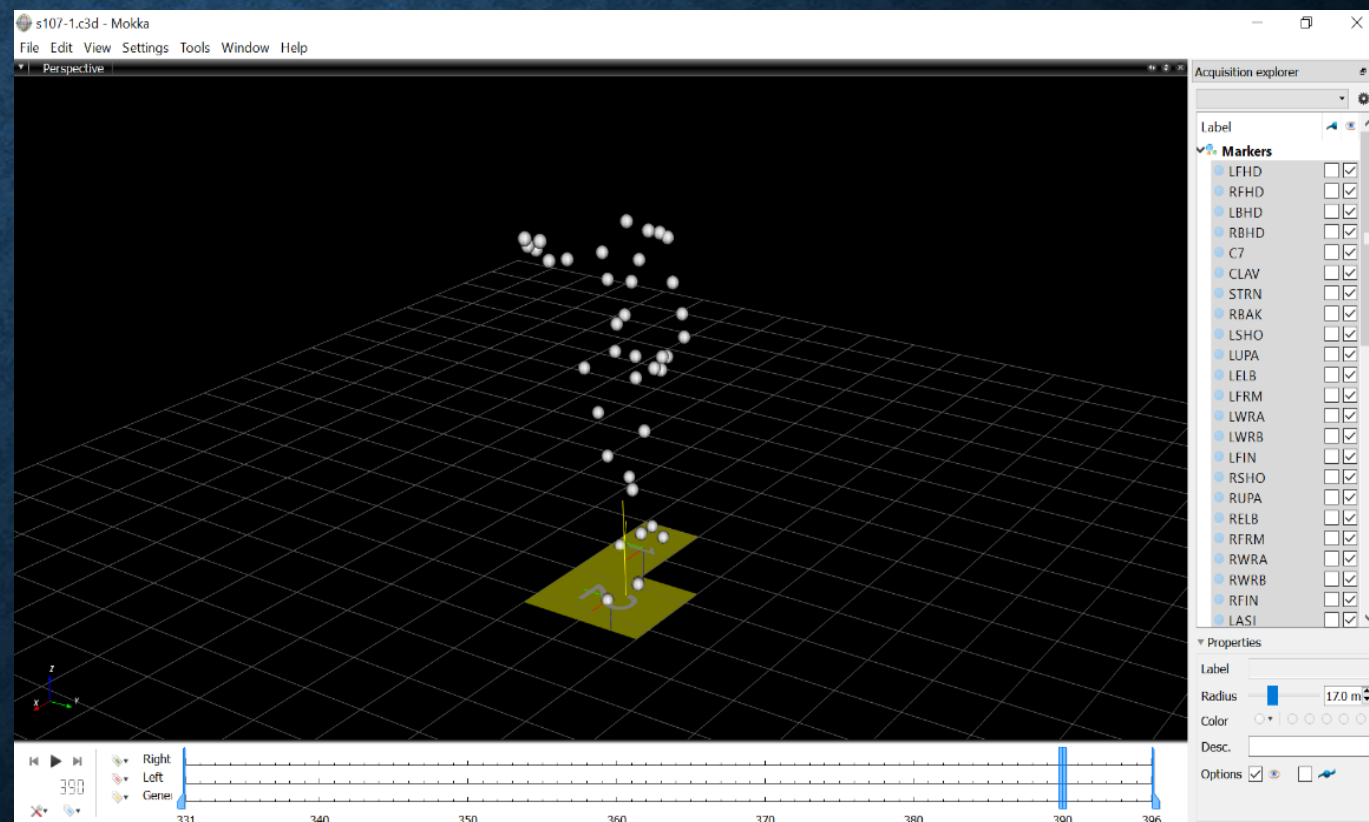
مدل شانه

بررسی حرکت ضربه ی اسمش بدمینتون

۱) تستی که از آزمایشگاه گرفته شده باید با مدل تطبیق داده شود.
برای این کار از نرم افزار mokka استفاده می کنیم

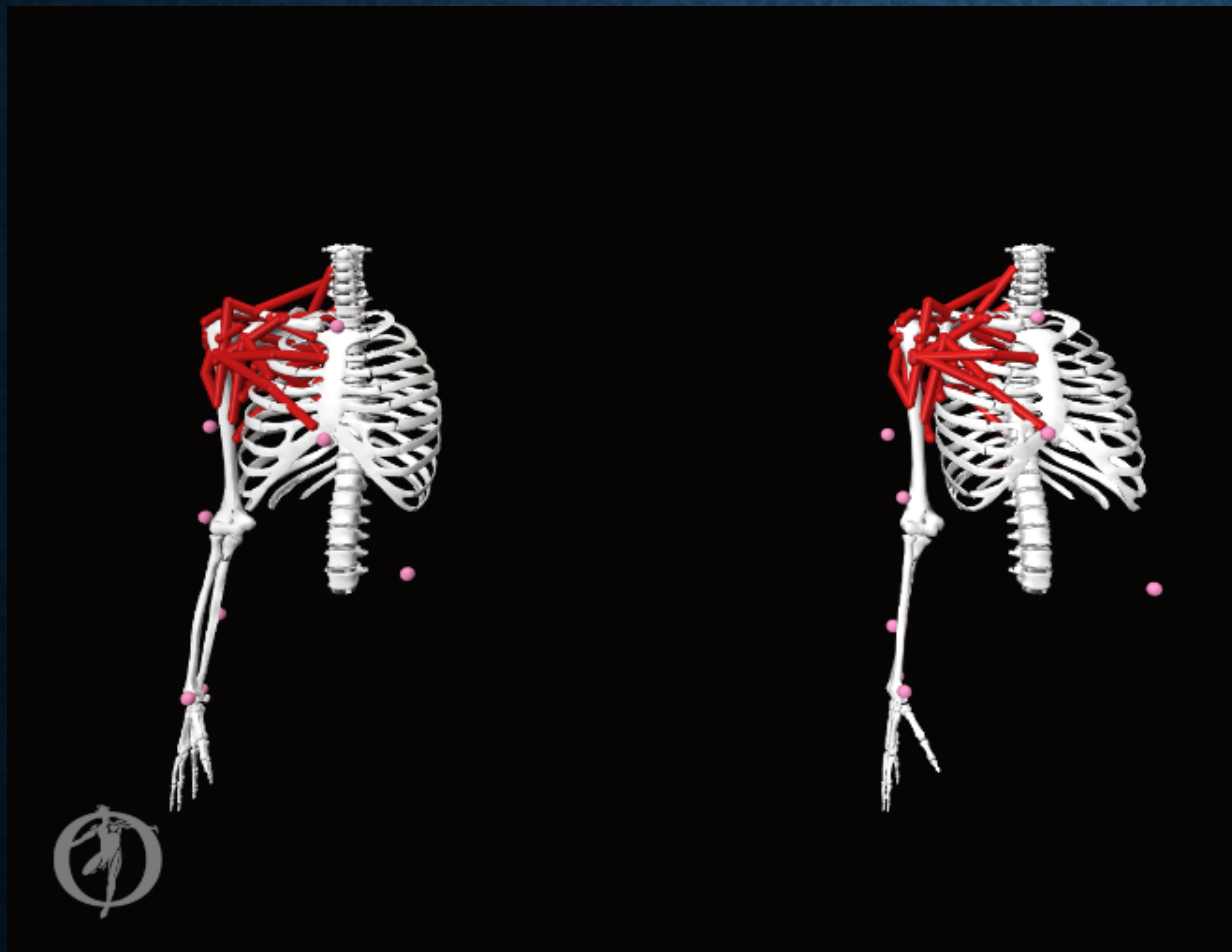


مارکر گذاری روی مدل بر مبنای تست
آزمایشگاه



۲) مقیاس بندی مدل

برای این کار از فایل های استاتیک استفاده می شود



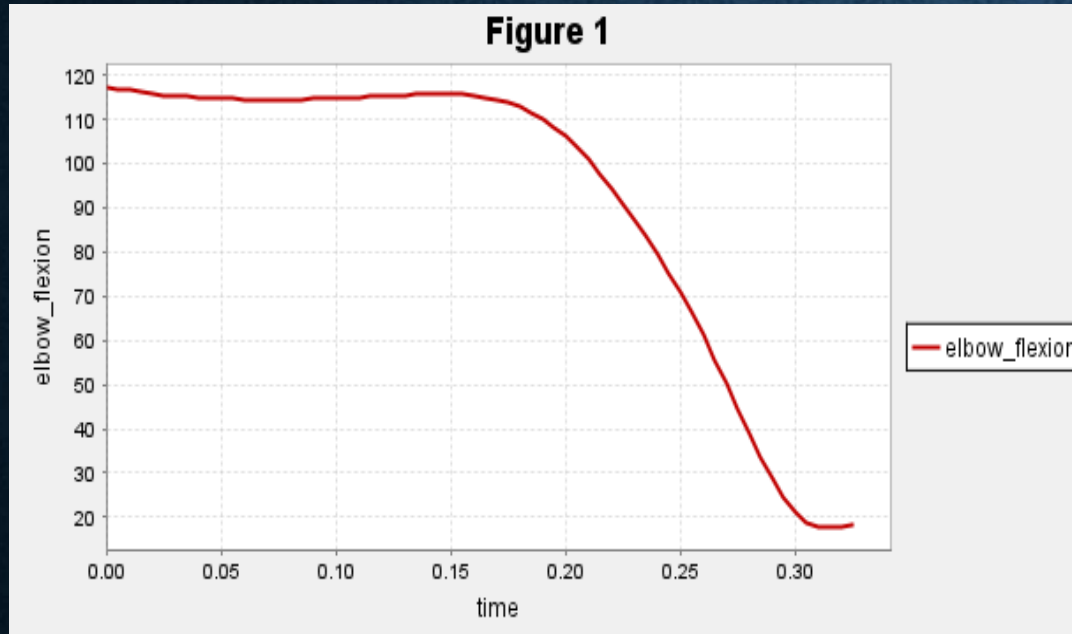
سمت چپ مدل مقیاس بندی شده و سمت راست
مدل جنریک را نشان می دهد

۳) سینماتیک معکوس حرکت

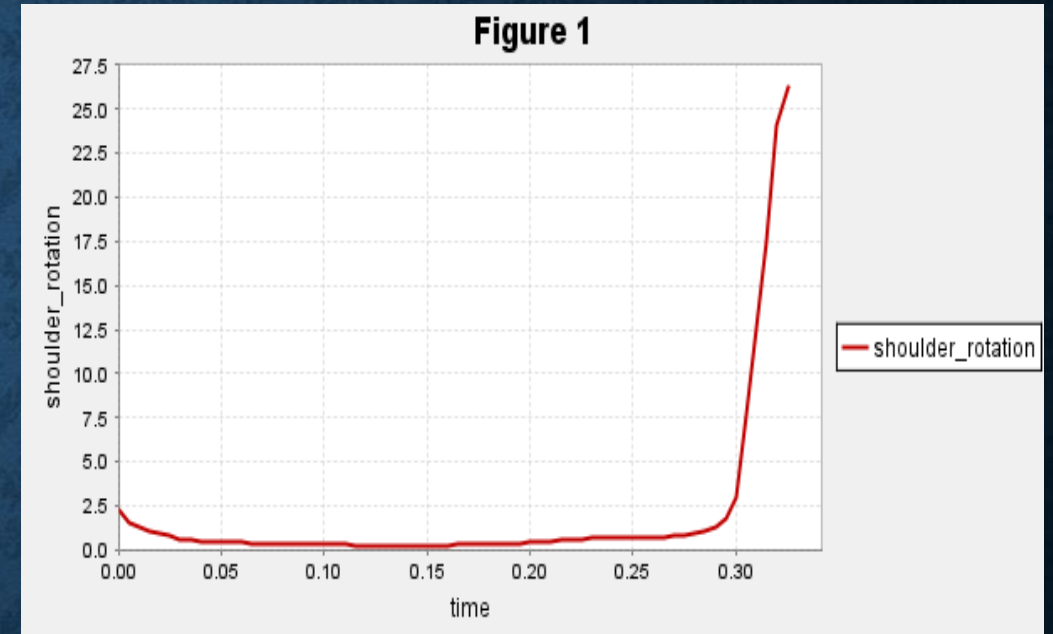
برای این کار داده های trc مربوطه که محتوای آن موقعیت مارکرها در فضا در زمان های مختلف می باشد را به سیستم القا می کنیم



نتایج سینماتیک معکوس

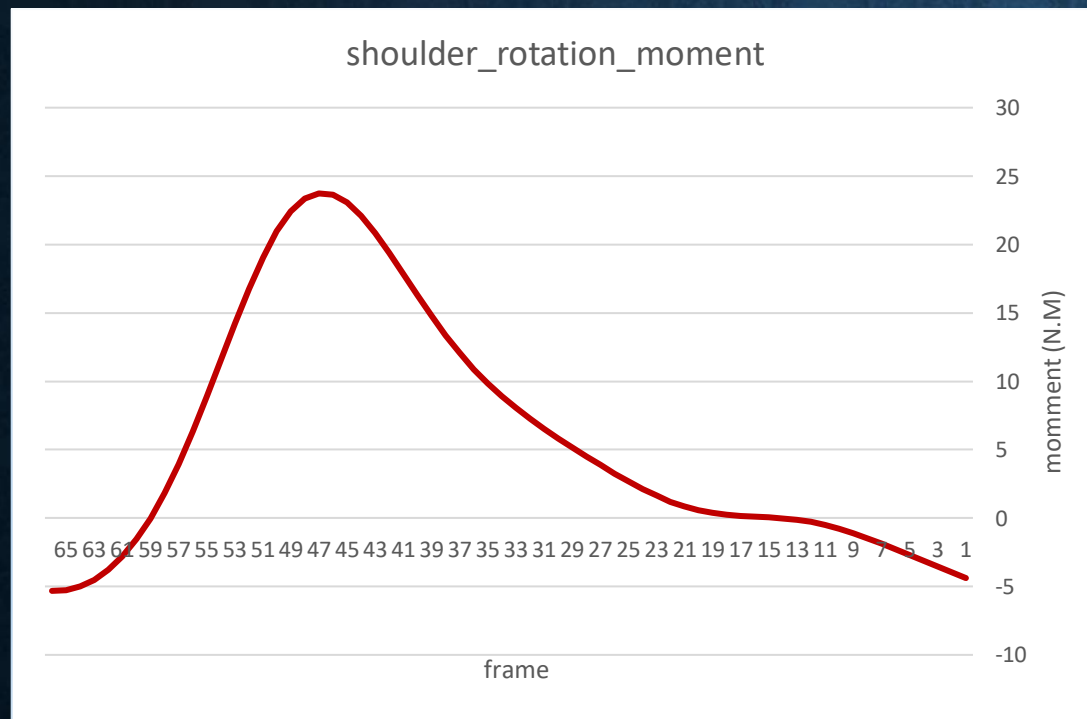


زاویه ی دوران شانه حول تنها محور دوران خودش
بر حسب زمان در حین حرکت



زاویه ی دوران فلکشن آرنج حول تنها محور
دورانش بر حسب زمان در حین حرکت

نتایج دینامیک معکوس حرکت



گشتاور مفصل شانه



گشتاور مفصل آرنج

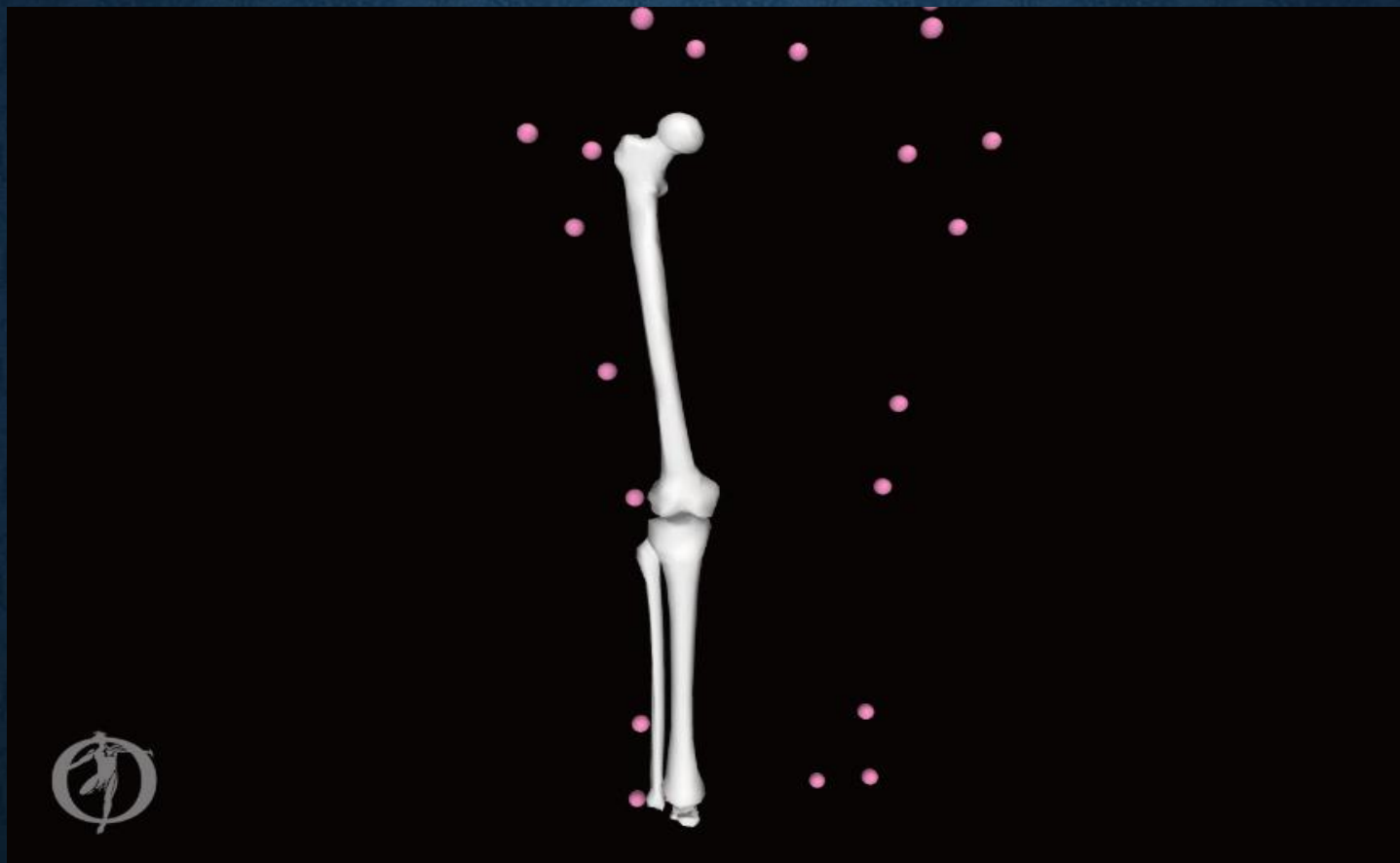
تحلیل حرکت انسان در حالت LEG-LENGTH DISCREOANCY



- برای ساخت این مدل از یک مدل جنریک که ۲۳ درجه آزادی دارد استفاده می کنیم
- برای ایجاد مدل جدید خود باید یک فایل کدنویسی شده ی XML را ایجاد نماییم (مقیاس بندی با کمک مارکر گذاری)
- بهتر است مارکر ها را در قسمت صلب قرار دهیم
- برای مثال برای مقیاس بندی بادی torso مارکر هایی که روی شانه هستند می توانند بسیار مفید باشند

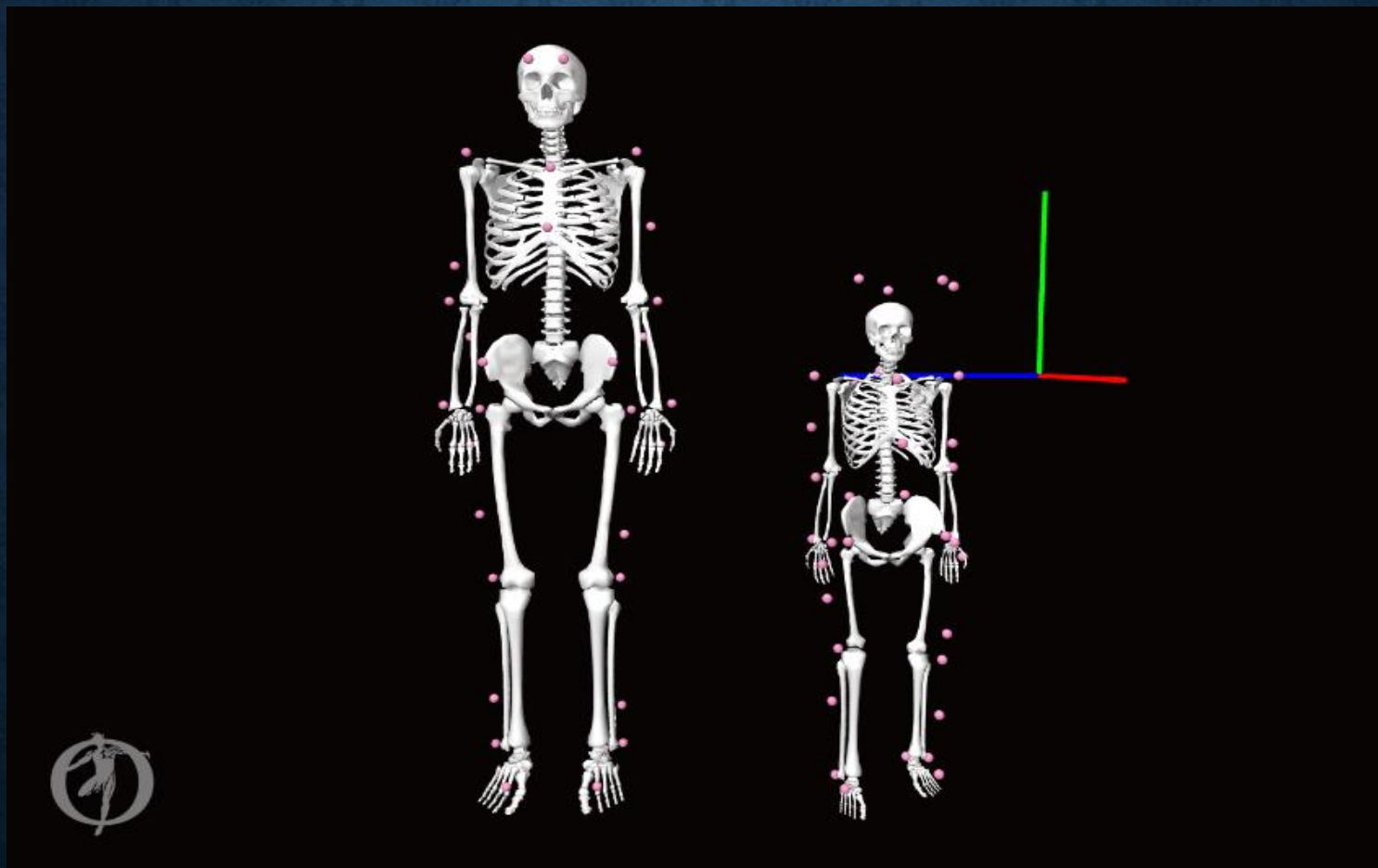


طراحی مدل مورد نظر

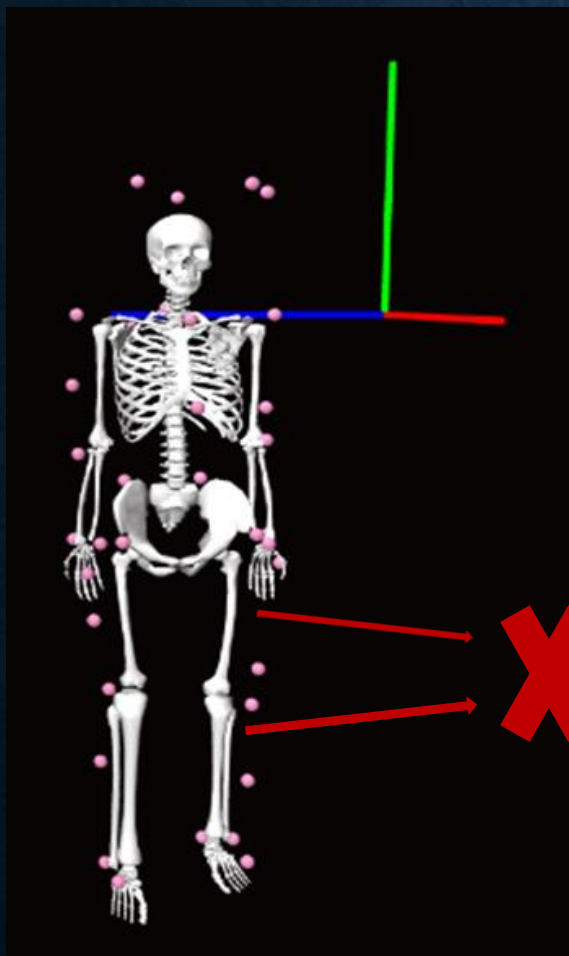


دو استخوان femur و tibia در پای راست و
چپ متقارن نیستند

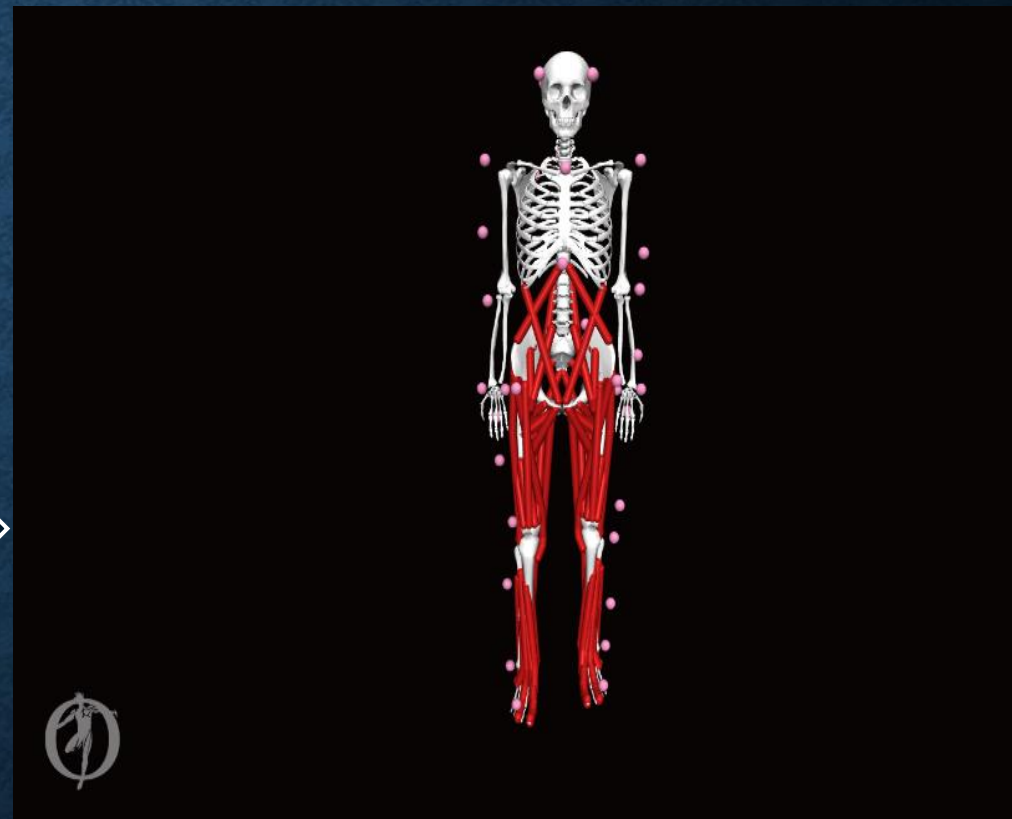
ایجاد مدل scale شده با کمک فایل مقیاس بندی یک کودک که یکی از پاهایش کوتاه تر است :



رفع نقص و تنظیم مجدد مارکرها

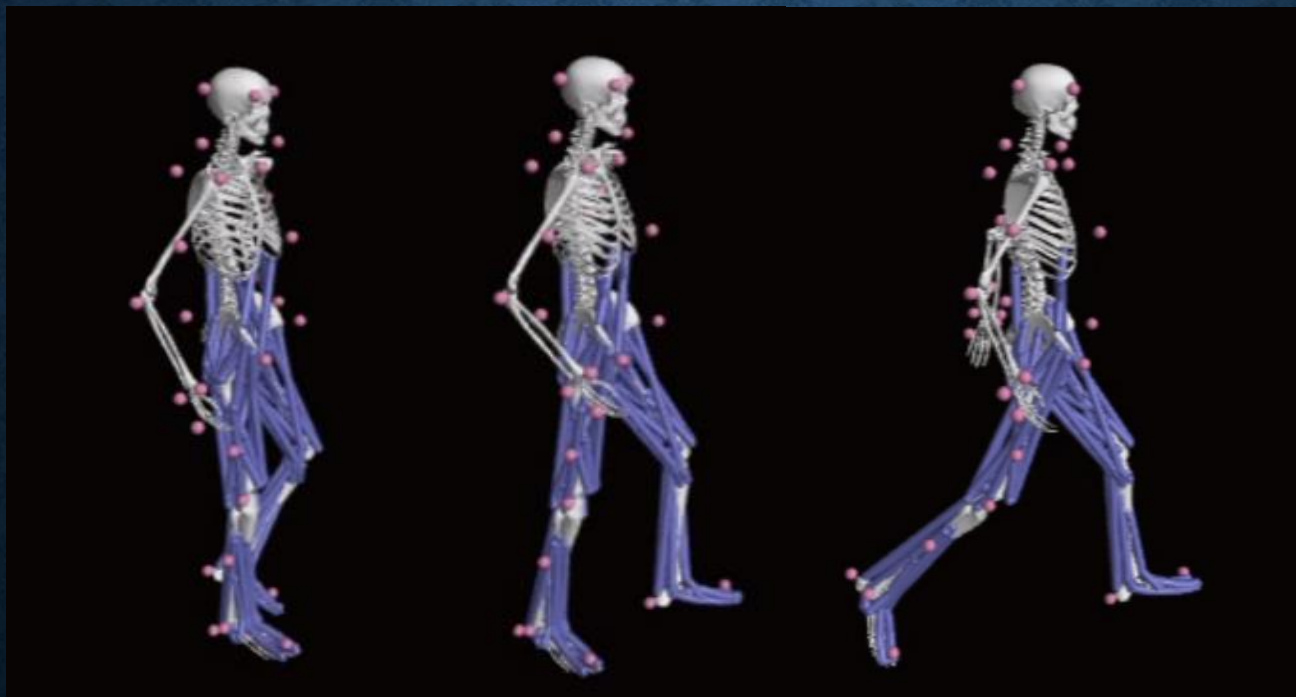


تنظیم دستی مقیاس بندی و مارکرها



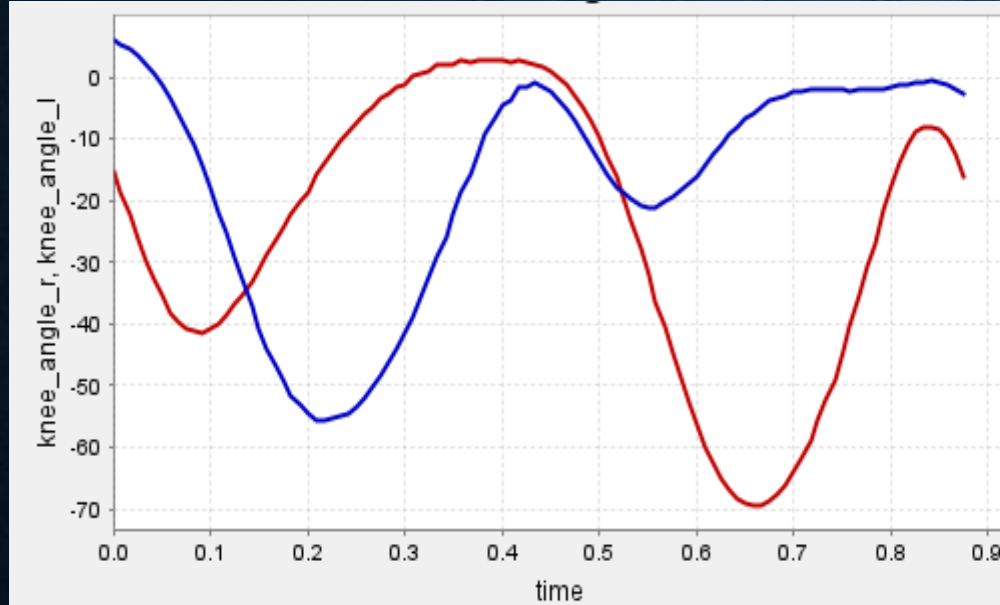
القای حرکت بر روی مدل

برای این کار داده های **trc** مربوطه که محتوای آن موقعیت مارکرها در فضا در زمان های مختلف می باشد را به سیستم القا می کنیم

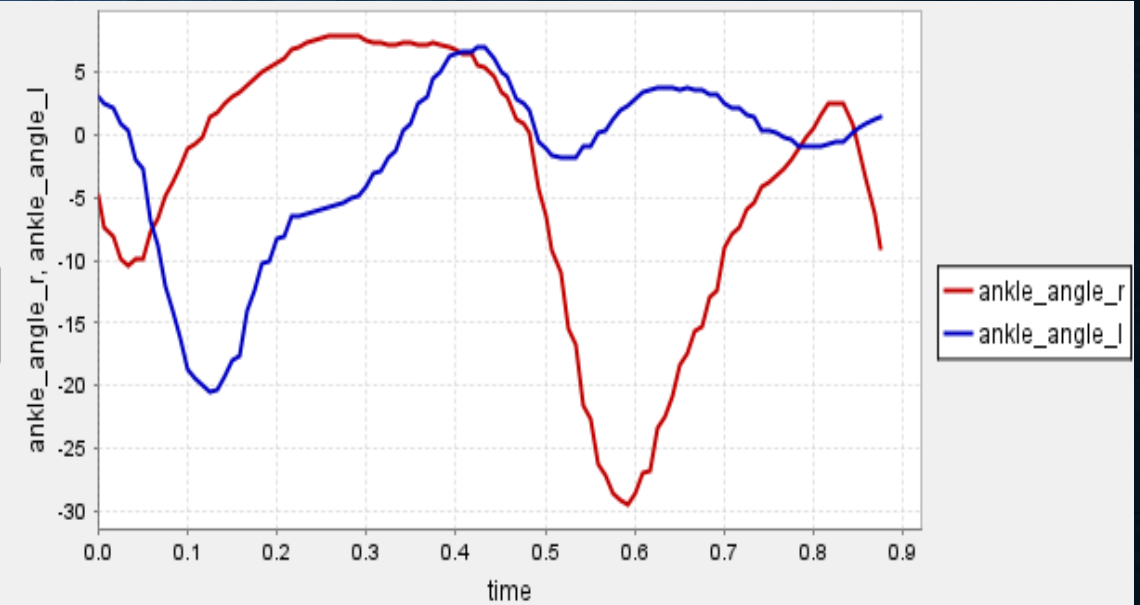


سینماتیک معکوس

مقایسه ی زوایای مچ و زانوی چپ و راست در حین حرکت،



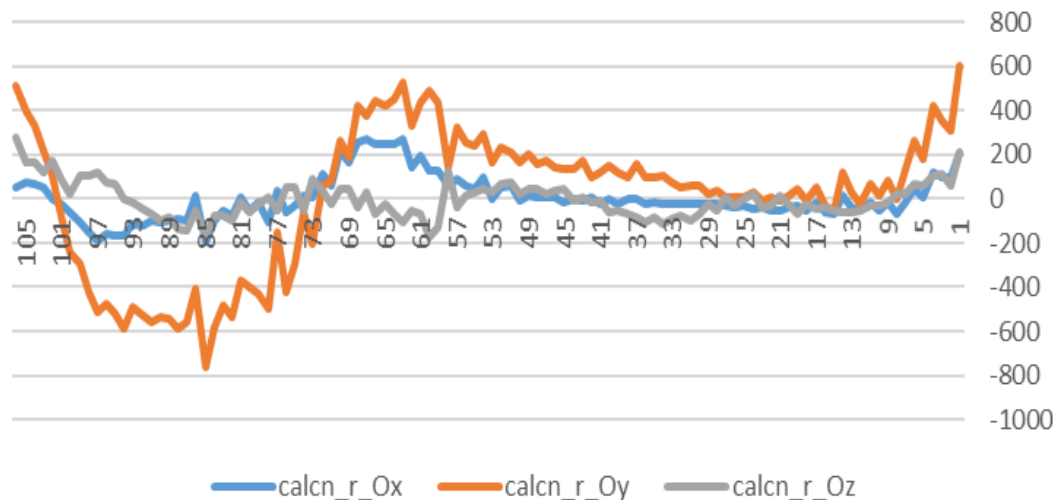
زوایای زانوی چپ و راست



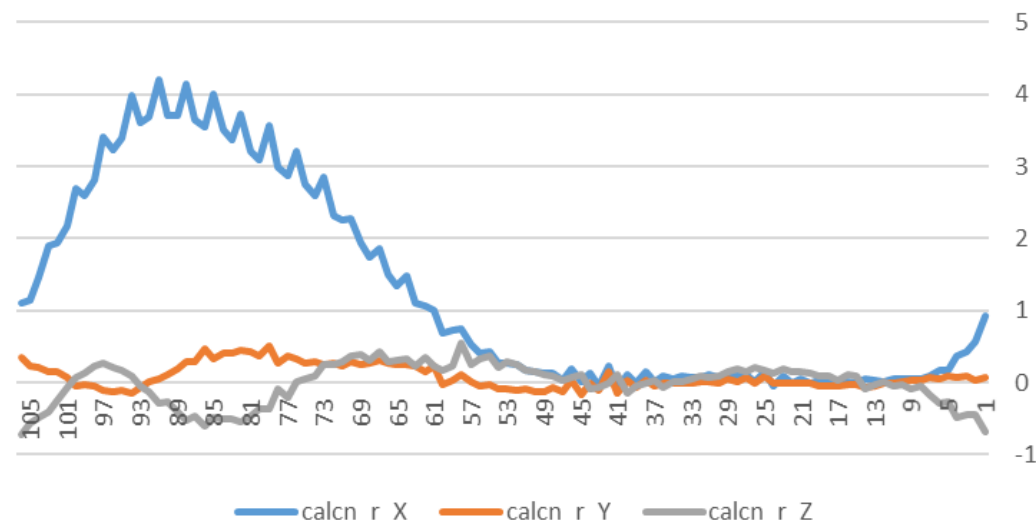
زوایای مچ پای چپ و راست

سرعت و شتاب لینک calcaneal (قسمت پنجه های پا)

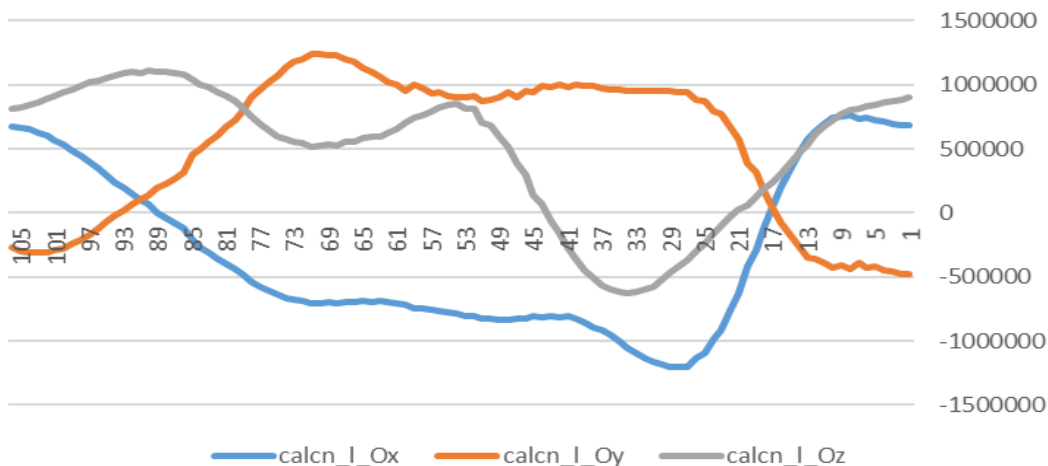
سرعت خطی در سه راستای دستگاه مختصات



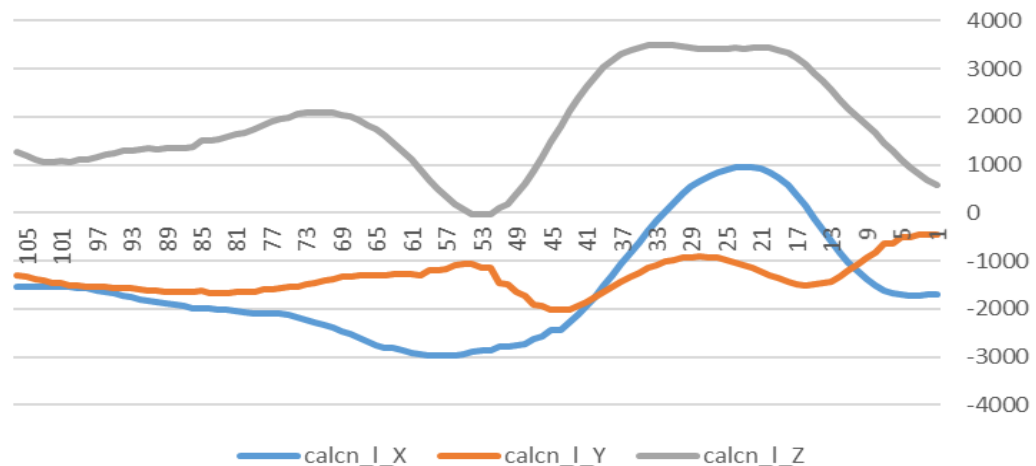
سرعت زاویه ای حول سه محور دستگاه مختصات



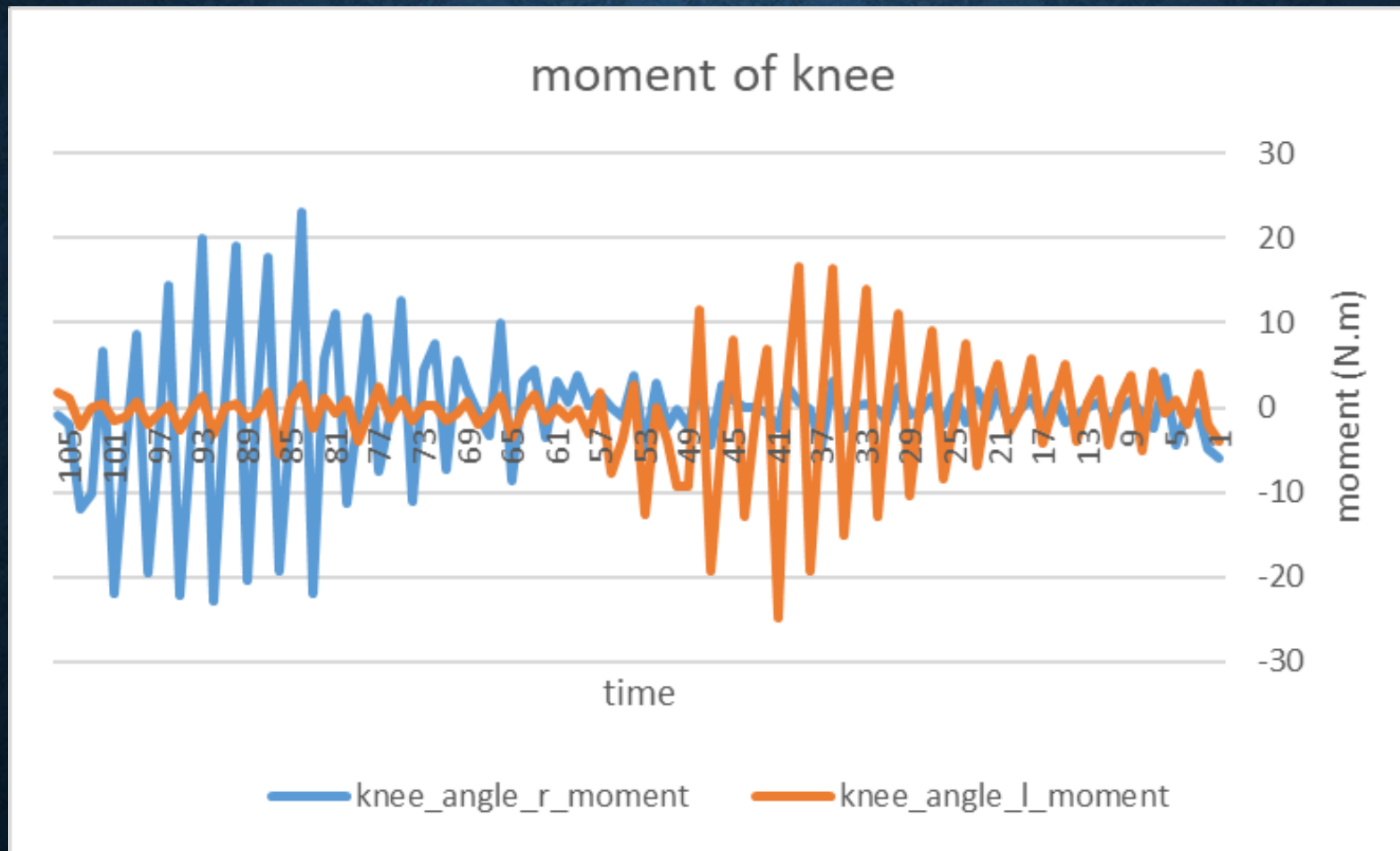
شتاب خطی لینک calcaneal



شتاب زاویه ای لینک calcaneal



نتایج دینامیک معکوس



گشتاور مفصل زانوی چپ و راست

