

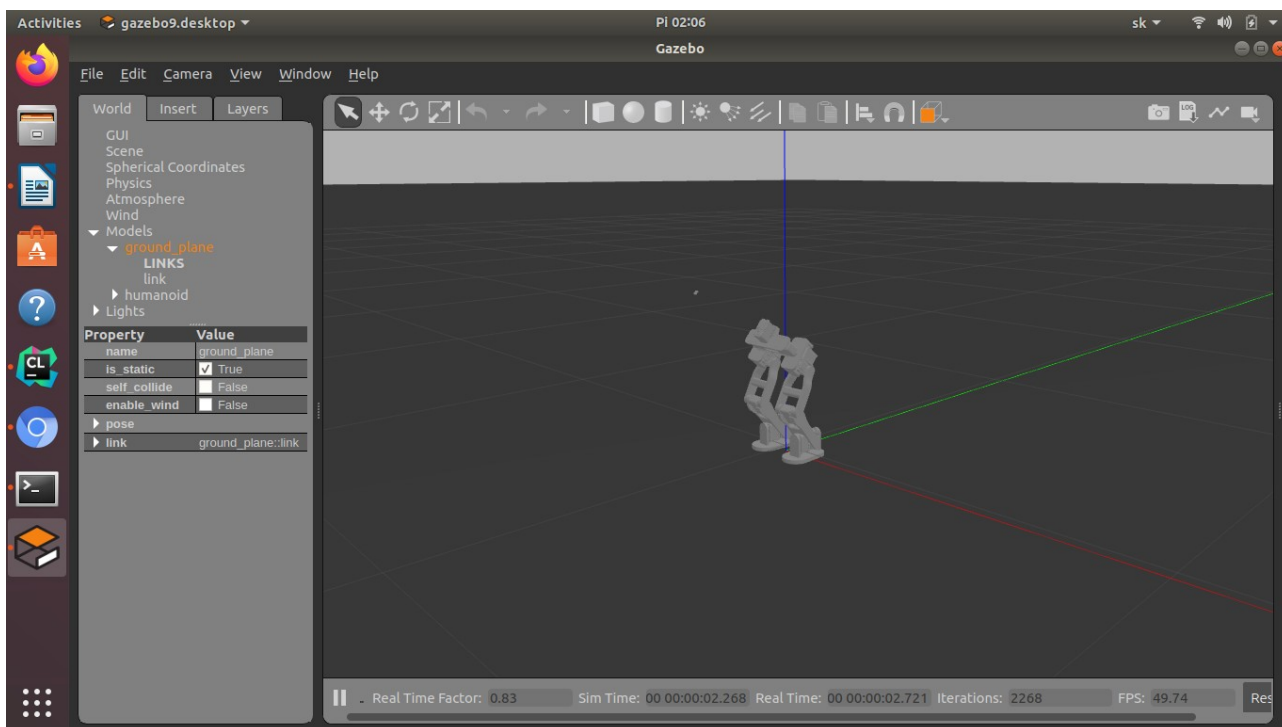
Simulácia humanoidného robota – 2. semester

Pre tento projekt bolo teda nutné vytvoriť 3D modely jednotlivých komponentov robota, správne ich nahráť do simulácie a dokázať ich ovládať. Na vystavanie modelu robota som použil jazyk URDF (unified robot description format), ktorý je formátom podobný XML súborom. Pomocou URDF súboru vieme zdefinovať časti robota a vzťahy medzi nimi. Jednotlivým objektom vieme nastaviť rôzne fyzikálne parametre ako hmotnosť, ťažisko, moment zotrvačnosti... Medzi objektami vieme vytvoriť takzvané jointy (kĺby), ktoré definujú kinematiku, dynamiku a rôzne limity vzájomného pohybu dvoch objektov. Ďalej vieme použiť framework ROS (robot operating system) na ovládanie týchto jointov (napr. Pri rotačnom pohybe definujeme rýchlosť otáčania kĺbu, ohraničenie pracovného uhla kĺbu...). V minulom semestri som používal ovládač PositionController, ktorý sa ale ukázal byť zo strany vývojárov implementovaný s chybou, tak som prešiel k použitiu EffortController-a, ktorý je zložitejší na použitie ale neobsahuje také chyby ako PositionController. Pri používaní EffortControlleru pre ovládanie jointov bolo potrebné ladiť PID parametre pre servá, ktoré sa snažím simulovať. Podarilo sa mi vyladiť tieto hodnoty tak, že rotačný pohyb serv celkom presne zodpovedá sevo motorom dynamixel MX12-W, ktoré chcem simulovať. Ladenie týchto hodnôt zabralo dosť veľa času. Od toho, ako sa dané hodnoty nastaví závisí to, ako veľmi sa motor snaží točiť podľa toho ako je vzdialený od chcenej pozície, na ktorú sa má otočiť. Tieto parametre som musel vyladiť tak aby čo najviac zodpovedali skutočnému pohybu serva. Okrem motorov na pohyb potrebuje humanoid nejaký senzor na orientáciu v priestore. Na mojom robotovi skúšam simulovať senzor BNO055. Použil som už hotový framework pre simuláciu daného snímača. Našiel som jednu bakalársku prácu, ktorá sa zaoberá presne témou čo najpresnejšej simulácie senzoru BNO055 v simulátore gazebo. Časť tohto projektu som použil v mojom projekte. Aktuálne na konci druhého semestra sú z humanoida hotové obidve nohy, panva a trup. Keďže nemám navrhnuté 3d modely rúk, nespawnujem do simulátora ani trup. Pre pokus simulácie chôdze stačia aj nohy spojené panvou. Simulovaný robot má aktívnych 12 servo motorov, ktoré ovládam pomocou ROS node-u (programu v C++), ktorý robí to, že robota uvedie do počiatočnej polohy kedy robot stojí na mieste a pomocou správneho nastavenia parametrov PID pre motory sa robot udržuje a stojí stabilne na mieste. Aktívny má aj BNO055 senzor, ktorý posiela data o tom, ako je robot otočený, používa na to kombináciu hodnôt accelerometra a gyro senzora (obsahuje BNO055). Pri programovaní zložitejších algoritmov pre chôdzu môžeme BNO055 využiť napríklad na detekciu pádu alebo zisťovanie trajektórie pohybu robota. Podarilo sa mi robiť pokusy, kri ktorých som skúšal manuálne ladiť chôdzu robota (nastavovať pozície kĺbom tak, aby robot nespadol) ale tieto pokusy boli neúspešné. Problém chôdze humanoida je vcelku komplexný a netriviálny. Ďalším krokom by bolo použitie napr. neurónových sietí, pomocou ktorých by sa robot učil chodiť. To ale presahuje moje znalosti a prevyšuje to, čo sa dá stihnúť v ročníkovom projekte. Nakoniec sa mi podarilo vyladiť pohyb otáčania sa robota na mieste. Na stránke projektu mám video ako sa robot v simulácii hýbe.

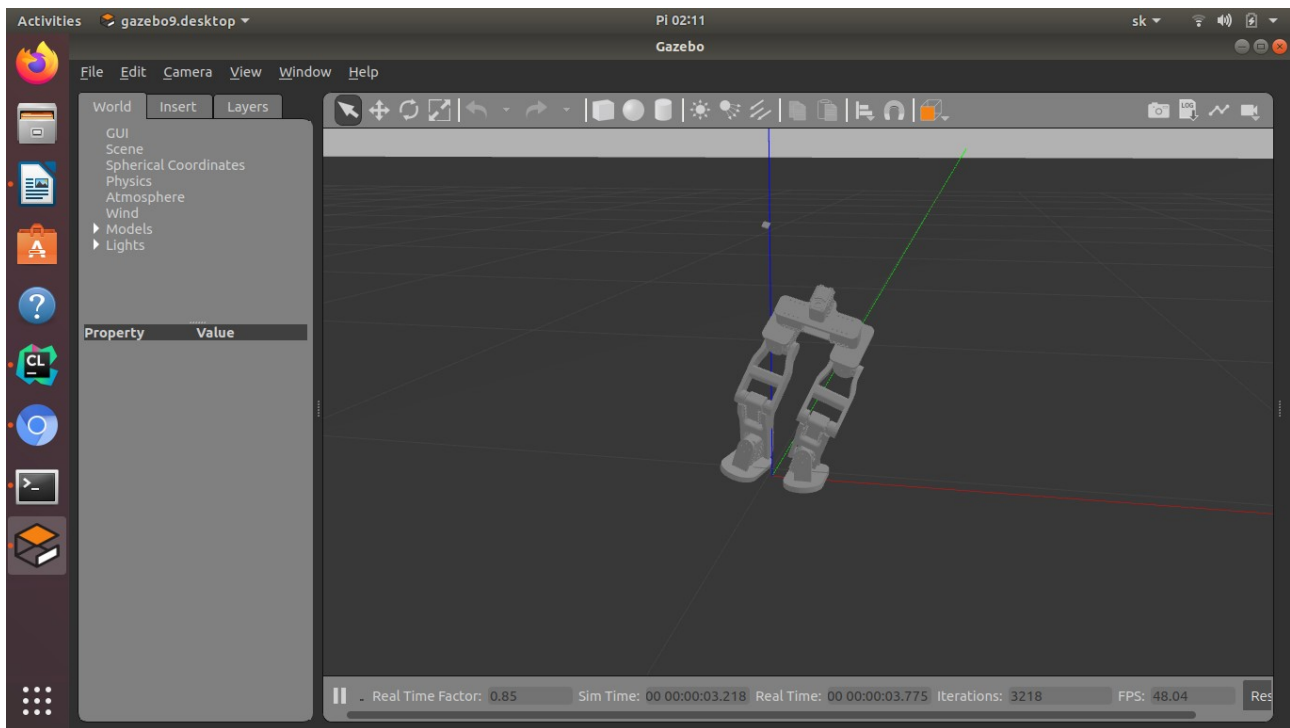
Problémy, ktoré som cez semester riešil:

Z minulého semestra zdanlivo fungovala simulácia dolnej časti nohy humanoidného robota. Ukázalo sa, že pri pridávaní viac zložitejších objektov do simulácie a ich vzájomné spájanie do jedného modelu robota spôsobilo neovládateľné trasenie a náhodné pohyby modelu robota v simulačnom prostredí Gazebo. Pri menších častiach robota (ako bola dolná časť nohy) sa táto vada neprejavila, no pri spawnovaní obidvoch nôh začal byť robot neovládateľný. Pri riešení tohto problému som strávil dlhší čas. Ukázalo sa, že ide o chybu v simulátore Gazebo, ktorú vývojári ešte nevyriešili (Gazebo je open source simulátor, odstránenie chyby môže trvať dlhšie). Chyba bola v ovládači jednotlivých kĺbov robota. Bolo nutné použiť iný ovládač a správne ho nakonfigurovať.

Obrázky:



Screenshot simulačného prostredia Gazebo. Na obrázku je vidno 3D návrh robota, ktorý sa udržuje v stojacej pozícii. Všetkých 12 servo motorov je v pohybe a snažia sa držať stálu pozíciu. Robot sa občas vychýli ale motory ho vracajú späť do chcenej pozície a teda nepadá (vd'aka vyladeným PID hodnotám servo motorov).



Na tomto obrázku je vidno, ako sa robot navažuje na jednu nohu aby mohol spraviť krok. Všetky moje pokusy ručne vyladiť chôdzu skončili zatiaľ len pádom. Pre stabilnú chôdzu je potrebný zložitejší algoritmus.

Použité materiály:

V projekte som použil framework z jednej bakalárskej práce na tému simulácie IMU senzora v prostredí gazebo. Prikladám link: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83404>