

3D nyomtatott robotkar vezérlése, alkalmazásai

SzeReTeD Robotics

Erdőhelyi Márk

Felkészítő: Erdőhelyi Balázs

*SZTE Báthory István Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola, 6722 Szeged,
Szentháromság utca 2.*

1. Bevezetés

Mai világunkban a tömegtermelés alapját az olyan robotkarok jelentik, amelyek rendkívül sokszor, ugyanúgy tudnak elvégezni egy adott műveletet/mozdulatsort. Ezen robotok (robotkarok) működtetéséhez kulcsfontosságú szerepet töltenek be az alábbi szempontok: mennyire felhasználóbarát a vezérlőszoftvere, mennyire kompatibilis, milyen könnyű neki újabb alkalmazást/feladatot találni.

A mai technológiák használata esetén nem minden esetben a legjobb megoldás az „élőben” tesztelés, ahelyett sokkal kisebb kockázati tényezővel jár, ha egy adott feladat/kísérlet tárgyi elrendezését először digitálisan végezzük, tervezzük el. Vegyünk például egy olyan esetet, hogy egy gyártósorba új folyamatokat végző gépeket szerelnek be, de ezek munkafolyamatait eddig még nem egyeztették össze a gyártósoron már korábban ott működő robotkarok bonyolult, összetett mozgásaival. Erre egy jó megoldást jelenthet az, ha a robotkarok vezérlőszoftverébe könnyen beilleszthetők azok az objektumok, amelyek körül a robotkar a mozgását/feladatát végzi. Az utóbbi probléma orvoslására szerettem volna egy olyan vezérlőszoftvert készíteni, amely magába ötvözi egy robotkarnak mind a manuális (direkt), illetve a modernebb, 3D-s nézetben történő interaktív (a valóságba „átkonvertálható”) vezérlését is. A 1. ábrán látható a robotkar és annak vezérlődoboz.



1. ábra: A robotkar és vezérlődoboz

2. Probléma megoldásának menete

Az interneten látott különböző 3D-nyomtatott robotkarok alapján elhatároztam magam egynek a megépítésére, ahhoz egy megfelelő vezérlőszoftver készítésére, valamint egy megfelelő elektronikai vezérlőrendszer megtervezésére. Már itt szeretném leszögezni, hogy a képeken (1. ábra) látható robotkart nem én terveztem, [tw2ka Youtube-videójában](#) találtam rá; én a robotkart csak tovább „finomítottam” a saját igényeimre, elképzeléseimre.

2.1. Hardver

Hardveres részről a tervező által publikált 3D-moddellen nekem kellett a robotkar bizonyos részeit átterveznem, módosításokat végrehajtanom, ezenkívül a robotkar digitális reprezentációját ([URDF](#) fájlját) elkészítenem, hogy az majd a vezérlőszoftverbe könnyen beilleszthető, és ott megfelelően használható legyen.

A robotkar 6 szabadsági fokkal rendelkezik, ennek elérését 6 db léptető (stepper) motor szolgáltatja. A léptetőmotorok tengelye nem direkt módon, hanem fogazott szíjhajtással kapcsolódik az egyes csuklókhoz, az egyes csuklók végállásainak pontos meghatározása pedig NC kapcsolók segítségével történik.

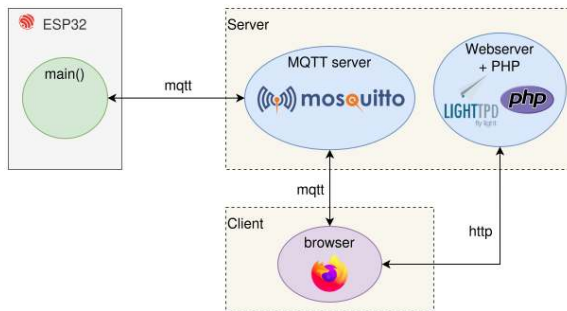
A vezérlődobozban (2. ábra) egy 12V-os, 100W-os tápegység biztosítja az áramellátást, amibe be van kötve 2 db CNC Shield, mindkét CNC Shield-en pedig 3 db A4988 léptetőmotor-vezérlő helyezkedik el. A vezérlőegység mikrokontrollere egy ESP32, aminek a tápfeszültséget egy LM2596 DC-DC Step-Down feszültségkonverter adja.



2. ábra: A vezérlődoboz

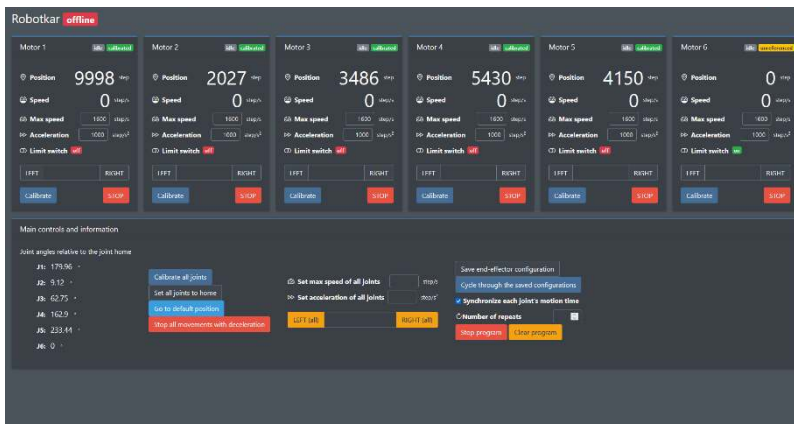
2.2. Szoftver

A robotkarhoz tartozó szoftver készítésénél az egyik fő cél az volt, hogy több, különböző eszközről is vezérelhető legyen, ennek megoldásához egy routert használtam, aminek hálózatról lehet irányítani a robotkart bármilyen, a hálózatra csatlakozott digitális eszközről. A 3. ábrán látható a szoftveres elrendezés sémája, egyben a hálózati kommunikáció megvalósítása is.



3. ábra: A szoftveres vezérlés sémája

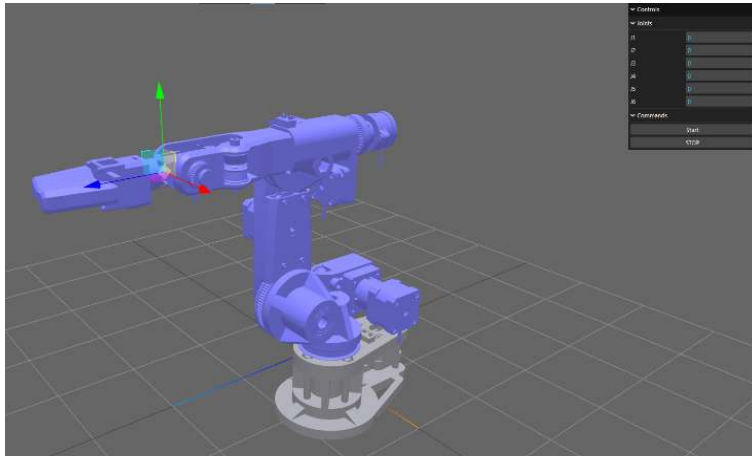
A mikrokontrolleren futó program végzi a hálózatról jövő utasítások feldolgozását, azok végrehajtását, majd a szükséges információk visszaküldését is, az összes információcsere- és tárolás egy MQTT szerveren történik, a kliensablakban látható weboldalt pedig egy webszerver működteti.



4. ábra: a robotkar manuális (kézi) vezérlőfelülete

A 4. ábrán látható a robotkar manuális vezérlőfelülete, aminek segítségével tudunk direkt parancsokat, utasításokat küldeni a robotkarnak.

A képen látható összes adat valós időben frissül, bármilyen mozgást végez a robotkar.



5. ábra: A 3D-s vezérlőfelület

A robotkarhoz készített 3D-s vezérlőfelület az 5. ábrán látható, a kép jobb oldalán látható egy egyszerűsített információs és vezérlőpanel, a bal oldalon pedig az end-effector TCP-jéhez (TCP: Tool Center Point, az aktuális „végszerszám” középpontja) rögzített tetszőlegesen mozgatható (egyenes mentén, síkban és térben) koordináta-rendszer, aminek segítségével sokkal látványosabban lehet eltervezni a kívánt mozgássorozatot. Ebbe a felületbe lehetne majd importálni a robotkar környezetében elhelyezkedő akadályokat és egyéb tárgyakat, azokat tetszőlegesen pozicionálni és orientálni.

3. Elért eredmények, jövőbeli tervek

3.1. Eredmények, bemutatók

A munkámat már bemutattam a 2024. október 18-19 között rendezett kaposvári *Science Fair* tudományos kiállításon (expón), ahol nagyon nagy érdeklődés övezte azt.

3.2. Jövőbeli tervek

A jövőbeli tervek között szerepel a robotkarhoz többféle végberendezés fejlesztése, pl. mechanikus fogó, pneumatikus tapadókorong. Szoftveres részről az egyik osztálytársammal, Balogh Lászlóval tervezzük egy többkamerás, térbeli objektumok lokalizálására alkalmas rendszer felállítását, így kapcsolva össze a saját projektmet a képfeldolgozással.