

TELEMANIPULÁCIÓS ROBOTKAR MEGTERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE

DESIGNING AND IMPLEMENTATION OF A TELEMANIPULATION'S ROBOT ARM

Herczeg Zoltán¹, Nagy István²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Mechatronikai és Autótechnikai Intézet, 1081 Budapest, Népszínház u. 8., herczeg.zoltan92@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Mechatronikai és Autótechnikai Intézet, 1081 Budapest, Népszínház u. 8., nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In this paper a telemanipulation system will be presented from designing to implementation. To realize this project we needed a generally mercenary, Owi 535 manipulator with 5 DOF (Degrees of Freedom). The system is realizing the classical master-slave configuration, where the master device is the operator's hand equipped with several accelerometers and a micro-switch, and the slave device is the above mentioned manipulator. The point of this development is, that the operator with moving of his hand will control the moving of the slave manipulator. The communication between the master and slave devices is actually realized by electrical wires, but in the near future this will be replaced with Blue-tooth communication. At the end of presentation the operation of the robot arm will be demonstrated.

Keywords: telemanipulation, robot manipulator, master-slave configuration, accelerometer.

Összefoglalás

A dolgozat egy saját tervezésű telemanipulációs rendszer kialakítását és kivitelezését ismerteti. A megvalósításhoz szükség van egy üzletben megvásárolható robotkarrá, ami jelen esetben egy Owi 535, 5 szabadságfokú manipulátor. A rendszer konfigurációja egy klasszikus Mester-Szolga kapcsolatot megvalósító struktúra, ahol a Mester szerepét az operátor kézfeje alakítja a rászertelt gyorsulásmérőkkel és mikro-kapcsoló segítségével. A fejlesztés lényege, hogy az operátor a kézfej mozgatásával irányítja a Szolga berendezést, ami nem más, mint a fentiekben említett manipulátor. Jelen verzióban a mester és szolga készülékek közti kommunikáció vezetékeken történik, de a közeljövőben rádiófrekvenciás megoldással lesz megvalósítva. Az előadás végén a rendszer működése is bemutatásra kerül.

Kulcsszavak: telemanipuláció, robot manipulátor, mester-szolga kapcsolat, gyorsulásmérő.

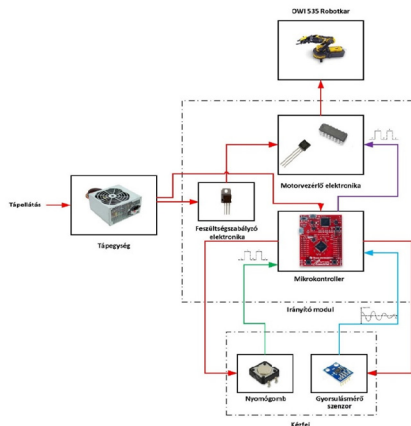
1. Bevezetés

Sokakban merülhet fel az a kérdés, hogy mi is az a telemanipuláció? Képzelnék, el mikor az operátornak el kell végeznie egy feladatot, amely veszélyes, esetleg ember számára megközelíthetetlen környezetben van, ahol az ember nem lehet jelen. A telemanipulátor használatával az operátor képes távoli munkavégzésre, ami által a hatásköre nagymértékben bővül, ezt a bővítést Mester-Szolga (Master-Slave) eszközök kialakításával valósítják meg. Ezt valósítja meg a kifejlesztett rendszer is, amely két szoros kötelékű műveletvégzésre, folyamatra bontható. Az egyik a Mester és az operátor együttműködése, a másik Szolga azaz a robot manipulátora és az ott jelenlévő környezet viszonya.

2. Tervezés és felépítés

A projektben, a telemanipuláció egy lehetséges megvalósítása kerül bemutatásra egy öttengelyes OWI 535 robotkar működtetése közben [1]. Két-két gyorsulásmérő érzékeli a Mester oldalt, melyek az operátor jobb és a bal kézfejére vannak rögzítve. Ezzel négy tengelyt lehet mozgatni, továbbá a tenyérben nyomógombok vannak, amely a robot manipulátorát képesek nyitni illetve zárni. Az analóg kimenetű gyorsulásmérők jelei a kézfej döntésének függvényében változnak, és az irányító modulon keresztül kerülnek a mikrokontrollerbe. Ezek után az analóg jel ottani feldolgozása következik, amely a jel függvényében, megfelelő digitális kimenetet hoz létre, és továbbítja a motorvezérlő csatlakozóira. Ennek hatására a kiépített motorvezérlő-elektronika megfelelő feszültséget kapcsol a robot motorjaira, amivel megkezdődik a robot vezérlése, vagyis létrejön a Mester-Szolga kapcsolat. Mester oldalon az emberi kézmozdulatokkal működtetett gyorsulásmérők, míg a Szolga oldalon a távoli környezetben elhelyezett manipulátor található.

2.1. A készülék konstrukciója

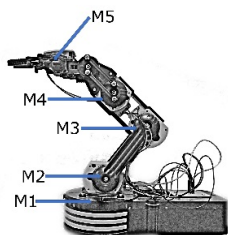


1. ábra. A project blokkvázlata; forrás: szerző által készített ábra

A blokkvázlatban a tápellátás piros, a StellarPad mikrokontroller által kiadott digitális jel lila, a bemenő jelek közül a gomb által generált HIGH/LOW feszültség-szintből adódó digitális jel zöld, a gyorsuláserzékelő kimeneti analóg jele pedig kék színnel van jelölve. A tápegységen, robotkaron és a kézfejen lévő gombokon, valamint szenzorokon kívül valamennyi alkotóelem egy fémdobozban helyezkedik el, az ábrán irányító modulként van megnevezve. Az irányítómodul az egésznek a központja, ahol a ki- és bemeneti jelek kerülnek feldolgozásra, kiértékelésre, továbbá a vezérlő jel generálásáért felelős. Ennek elektronikája teljes egészében saját tervezés és kivitelezés.

A mikrokontroller fő feladata, hogy a beérkező analóg jelek függvényében, valamint a gombok digitális jeleiből, megfelelő, vezérlő (digitális) kimenetet hozzon létre. A csatlakozást tekintve soros portos kommunikáció van a kézfej és az irányító modul között. A robot és a modul között viszont VGA kábel csatlakozás található.

2.2. OWI 535 Robotkar



2. ábra. OWI 535 robotkar; forrás: szerző által készített ábra

Öt motorral és öt ízülettel (csukló) rendelkező robotkar, ahol a tengelyek hajtóműve fogaskerekes áttétellel van kialakítva, amely biztosítja a hosszú élettartamot, valamint szerepet játszik abban, hogy ne sérüljön meg a robotkar, ha a robot megközelelti a maximálisan megengedett szélsőértéket.

2.3. StellarPad Tiva C Series TM4C123GH6PMI mikrokontroller

A StellarPad népszerű azok körében, akik hobbi szinten foglalkoznak mikrokontrollerekkel és azok fejlesztői környezetével, mivel használata roppant egyszerű. Az interneten rengeteg forrás található angol és magyar nyelven egyaránt. A mikrokontroller vagy mikro-vezérlő egy lapkára integrált, többnyire vezérlési folyamatokra kialakított mikroszámítógép. A forrásigénye alacsony, így költséghatékonyan és gond nélkül kezel egyszerűbb, kis számítás igénylő feladatokat [2].

2.4. ADXL335 gyorsulásérzékelő szenzor

Kicsi, alacsony energiafogyasztású ($320\mu\text{A}$) 3-tengelyes gyorsulásmérő. Tökéletes választás mikrokontrollerekhez, mivel rendelkezik egy 3,3V-os szabályzóval, ezáltal a mikrokontroller 5V-os kimenetéről is táplálhatjuk. Jelenleg a

legújabb és legjobb analóg gyorsulásmérő eszköz, kiváló példája a MEMS-nek (mikro-elektromechanikai rendszerek, melyek méretei $20\mu\text{m}$ - 1mm közé esnek), rendkívül alacsony zajszinttel [3]. A földhöz képest méri a helyzetét, azaz a sebesség változását. Analóg kimenettel rendelkezik, ezáltal (x, y, z) kezelése roppant egyszerű, csupán a mikrokontroller, analóg jel fogadására alkalmas csatlakozósorára kell csatlakoztatni, majd a megfelelő programot létrehozni.

2.5. A gyorsulásmérő jelének feldolgozása

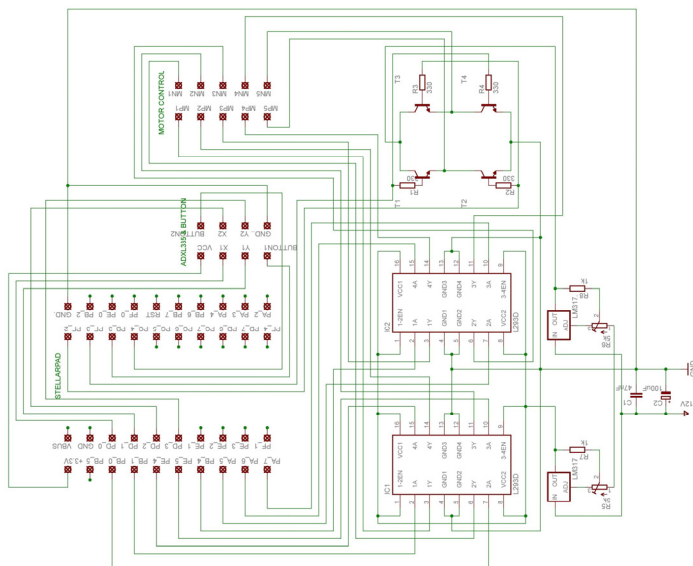
A gyorsulásmérő által generált analóg jeleket ($x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2; \dots$), a mikrokontroller beolvassa, amely tengelyenként 1609 és 2442 közötti számként jelenik meg az A/D átalakítás után. A programban ezen adatok feldolgozására különféle elágazások készültek, annak megfelelően, hogy mely bemeneti értékek között mit is csináljon a rendszer. A gyorsulásmérőnek 3 különféle állapotot kell létrehoznia a robotkaron. Ezek a pozitív (+), illetve negatív (–) irányba való forgatások, illetve a vízszintes/függőleges „semleges” pozíciók tartása.

2.6. Saját tervezésű motorvezérlő elektronika

Tervezéskor sok mindent figyelembe kell venni, a robotkar motorjainak az áramfelvételétől egészen a költséghatékonyáig. Az elektronikai kapcsolás két motorvezérlést alkalmaz, L293D IC-kel vannak vezérelve az M_1, M_2, M_3, M_4 tengelyek motorjai, ahol a sebességbeli finomhangolást egy potenciométerrel (amely a tápfeszültségüket szabályozza) finomíthatjuk. Továbbá megtalálható a tranzisztoros H-hídkapcsolással kialakított motorvezérlő egység is, melynek a kimeneti feszültségét másik potenciométerrel lehet szabályozni,

amely vezérli az M_5 manipulátort. Különböző motorvezérlőkre azért van szükség, mert mind a főtengelyeknek és a manipulátornak más-más sebességgel kell működniük. L293D motorvezérlő IC egyszerre két motort képes vezérelni, ha MP_1 -re 1-et az MN_1 -re 0-át kapcsol, elindul, majd a jelek értékének felcserélése után az M_1 motorunk forgásiránya

megváltozik, szimmetrikussága miatt ugyanez vonatkozik az M_2 -es motor vezérlésére. H-híd kapcsolás esetén MP_5 -re adunk 1-et és az MN_5 -re 0-át, akkor Q_1 és Q_4 -es tranzisztorokon keresztül táplálja a megfogót, MP_5 vezérlése esetén a Q_2 és Q_3 -as tranzisztorok nyitnak ki és rajtuk keresztül folyik a táplálás.



3. ábra. A robotvezérlő elektronikai kapcsolási rajza; forrás: szerző által készített ábra

3. Célkitűzés összegzése

Összegzésképpen elmondható, azon elképzelés, hogy egy telemanipulációval működő rendszer teljes mértékben kivitelezésre kerüljön, sikerült. A kivitelezett rendszert, lehetne használni a telemanipuláció bemutatására, szemléltetésre, oktatásban vagy egyéb területen. A további fejlesztési irányok a kábelkapcsolatok rádiófrekvenciás kommunikációval való helyettesítése, illetve kooperáció kiépítése két „kézzel irányított” robotkar között.

Köszönetnyilvánítás

A cikk és előadás a TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0002 „Járműipari felsőoktatási és kutatási együttműködés” projekt kutatási eredményeinek felhasználásával és az „OTKA 105846” számú project segítségével készült. „A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] OWI 535, Használati útmutató,
- [2] StellarPad Tiva C Series TM4C123GH6PMI, Data Sheet,
- [3] ADXL335, Data Sheet,