



TRANSACTIONS ON IT and Engineering Education

2018/1

Volume: 1

Number: 1

Papers

Preparation for study competition in a vocational secondary school

Tanulmányi versenyre felkészítés egy műszaki szakközépiskolában

Laszlo Bolla 1

LabVIEW Real Time Test Environment for Education and Research Purpose

LabVIEW valós idejű tesztkörnyezet oktatási, kutatási célokra

Imre Tobel..... 13

Implementing and testing “Aubot” robot using self-study and collaborative learning

Az “Aubot” robot megvalósítása és tesztelése önálló és kollaboratív tanulási stratégiákat alkalmazva

Robert Toth & Richard Auer 25

Editor-in-Chief

Attila Kővári, University of Dunaújváros

József Katona, University of Dunaújváros

Associate Editors

Bálint Nagy, University of Dunaújváros

Gergely Sziládi, University of Dunaújváros

Tibor Ujbányi, University of Dunaújváros

Publisher: Attila Kővári, 2400 Dunaújváros, Thököly Imre utca 75.

Responsible publisher: Attila Kővári

Publishing frequency: annually

<http://titee.eu>

Preparation for study competition in a vocational secondary school

László Bolla

Pétervásárai Mezőgazdasági Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma, Keglevich út 19., Pétervására, 3250, Hungary, bolla.laci08@gmail.com

Abstract

Competition, participating in competitions and eventual success are all positive factors in identifying and motivating talented students. This is particularly important in the field of technical education, as recognition is very important not only at higher levels of qualification, degree but also in terms of professional qualifications. This article presents the details of preparing for a study competition and its results for the Excellent Student Vocational Competition in the case of agricultural mechanical engineering profession. The article highlights the areas of knowledge that are needed for skills applied in practice and the pedagogical and educational methodological aspects that adequately underpin the acquisition of this knowledge.

Keywords: professional study competition; preparation of students; talent management;

Tanulmányi versenyre felkészítés egy műszaki szakközépiskolában

Bolla László

Pétervásárai Mezőgazdasági Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma, Keglevich út 19., Pétervására, 3250, Magyarország, bolla.laci08@gmail.com

Absztrakt

A tehetséges diákok azonosítása és motivációja szempontjából a versenyzés, a versenyeken való részvétel és az esetleges siker mind pozitívan ható, segítő tényezők. Ez kiemelten fontos a műszaki képzési területen is, hisz az elismerés nagyon fontos nem csak a magasabb képzési szinteken, hanem a szakmai kvalitások tekintetében is. A cikk egy tanulmányi versenyre történő felkészítés egyes részleteit és annak eredményeit mutatja be a Szakma Kiváló Tanulója Verseny vonatkozásában a mezőgazdasági gépész szakma tekintetében. A cikk kiemeli, hogy mik azok az ismeretkörök, melyek a gyakorlatban is alkalmazható tudáshoz szükségesek és mik azok a pedagógiai és oktatásmódszertani vonatkozások, melyek ezen ismeretek átadását megfelelően megalapozzák.

Kulcsszavak: szakmai tanulmányi verseny; tanulók felkészítése; tehetséggondozás;

1. Bevezető

A köznapi értelemben a tanulás mindig pozitív irányú változást, ismeretszerzést jelent. Elvárjuk, hogy képessé tegyen minket valami elvégzésére. A tanulás pedagógiai értelemben az oktatás során elsajátított ismeretek, jártasságok és készségek kialakítása, képességek kifejlesztése. Tudományos szempontból a tanulás mindig egy összetett folyamat, mellyel

könnyebben tudunk alkalmazkodni környezetünk változásaihoz. Alapfeltétel, hogy a tanulás eredménye később előhívható legyen. Nem csak ismeretszerzés, hanem magatartásforma. A tanulás eszerint egész életen át tartó folyamat, és életünk minden területén végigkísér.

A tanulásra fordított megfelelő idő a legjobb előfeltétele a tanulók jó előmenetelének, a különféle ismeretek sikeres elsajátításának (Réthy, 2003.). A szervezett tanulás intézményes kereteit a közoktatási rendszer, illetve annak legfontosabb alrendszere, az iskolarendszer biztosítja. Az iskola napjainkban egyre kevésbé vérteljes fel olyan tudással a fiatalokat, amely további kiegészítések nélkül megállná a helyét felnőttkorukban is (Gögh et al, 2017). Feladata inkább az, hogy „a művelődés olyan szilárd alapját rakja le, amelyre később is biztonsággal lehet építeni és egyidejűleg olyan igényeket, készségeket sajátíttasson el a fiatalokkal, amelyek képessé teszik őket arra, hogy egész életükön át önállóan maguk építsék, bővítsék és újítsák a műveltségüket” (Sántha, 1982.). Különösen igaz ez a mai gazdasági viszonyok között, ahol a munkáltatók és a munkavállalók is kénytelenek alkalmazkodni a munkaerőpiac változásaihoz (Ujbányi, 2017). Az új követelményekkel további képzés nélkül képtelenség lépést tartani. Napjainkban egyre ritkább az a gyakorlat, hogy a képesítés megszerzése után a munkahely nem állít semmilyen újabb tanulási feladat elé, ezért értékelődik fel az a típusú tudás, amely nyomon követi a társadalmi, tudományos élet változásait, és amelynek birtokában a tanulók képessé válnak az élethosszig tartó tanulásra (Habók, 2004.).

Ahhoz, hogy a diákok elérjék az önállóan tanulás szintjét, az iskola négy területen kell, hogy segítse őket. Fontos az oktatásban olyan módszerek alkalmazása, amelyek a gyermekek aktivitására építenek (pl. kooperatív technikák). Szükség van indirekt tanulásmódszertani fejlesztésre: megfelelő tanulási környezet kialakítására otthon is, illetve a tanulásához szükséges képességek (figyelem, megértés, emlékezet, problémamegoldó gondolkodás) fejlesztésére, melyek a középiskolai tanórákon túlmutató foglalkozások keretében tovább fejleszthetők (Kővári, 2016). A direkt tanulásmódszertani fejlesztés keretein belül lényeges például a hatékony tanulási szokásrendszer rögzítése; a lényegkiemelésnek, az összefüggések felismerésének, valamint a tanulási technikáknak a gyakoroltatása. A negyedik terület a tanulási tanácsadás, amely a tanulási problémák egyénre szabott kezelését jelenti (Dávid et al, 2008) (Kővári, 2018). A mélyebben megértett, széles körben alkalmazható ismeretek, az életben hasznosítható tudás megszerzésének útja az lehet, ha egységben kezeljük a tanulás három dimenzióját, a gondolkodást, a képességek fejlesztését és a tananyag közvetítését (Csapó, 2008).

2. Versenyzés, mint az ösztönzés forrása

Számos szakirodalomban a versenyzés és a versengés szavakat egymás szinonimáiként alkalmazzák, azonban e két fogalmat elkülönítve kell értelmezni. A versenyzésen több tagból felépített összehasonlításon alapuló teljesítményhelyzeteket értjük, amelyeket rögzített módon létrehozott (pl. medencében gyermekek egymással versenyeznek, ki mennyi ideig bírja a víz alatt levegő vétel nélkül), ám legtöbb esetben valamilyen intézményes közeg által megalkotott, világos kritérium- és szabályrendszerrel jellemezhető, ahol a külső értékelő bírakkal zajlik az esemény, a megalkotott kritériumok, szabályok mentén pedig objektívan azonosíthatók a legjobban teljesítők (Fülöp és Pressing, 2011.) A versengés társas összehasonlításon alapul, és egyfajta belső motiváció arra, hogy másokéhoz hasonlítsuk eredményeinket, teljesítményeinket és a rangsorban elfoglalt helyzetünket. Leginkább arra irányuló vágy, hogy mi legyünk a legjobbak, a sorrendben minél jobb pozíciót és minél jobb eredményt érjünk el.

A versenyeken való részvétel arra ösztönzi a tehetségeket, hogy kihozzák magukból a maximumot (Chen-Yao, 2011) (Karnes és Riley, 1996) (Udvari, 2000), valamint a versenyek eredményeként megszerzett jutalmak megerősítik őket (Bicknell és Riley, 2012) (Udvari 2000). A verseny, mint külső ösztönző abban is szerepet játszik, hogy felkelti a személy érdeklődését egy adott téma vagy terület iránt (Ozturk és Debelak, 2008). A tehetséges diákoknak a versenyeken lehetőségük van arra, hogyan hasonló korú tehetséges, érdeklődő társaikkal találkozzanak, ami a társas kapcsolatok, önértékelés és énkép kialakítása szempontjából nagy jelentőséggel bír. A versenyző tanulók visszajelzéseket kapnak saját teljesítményükkel kapcsolatban, ami szintén hozzájárul a személyiség egészséges kialakulásához.

Az előző fejezetben megjelenő versengés, mint fogalmi meghatározás segítheti a tanulók felkutatását és kiválasztását, hiszen az iskolai versengés során már kitűnik, hogy az adott tantárgyból ki a legjobb, a legalkalmasabb az adott szerepre, feladatra. Ezen okból a mezőgazdasági gépész tanulók szakma kiváló versenyére való elődöntő során az iskolában önálló válogató versenyt szerveznek, melynek célja a legjobb tanuló(k) kiválasztása az iskola képviseletére. Ezen iskolai forduló tehát kimondva - kimondatlanul versengést vált ki a végzős diákok között.

3. Versengés és motiváció

A versenyzés egyik legnyilvánvalóbb és legfontosabb funkciójának tartják a motiváló erejét. A motiváció cselekvésre készítő tényező, amely növeli a személy hajlandóságát és ésszerű ok lesz neki arra, hogy megtegyen egy elvárt cselekvést vagy engedelmeskedjen egy utasításnak. Az iskolai teljesítmény és a feladatvégzés szerint háromféle teljesítménymotivációt különböztetünk meg (Kollár és Szabó, 2004):

- Külső jutalom irányította tanulás. Az értelmezése szerint a tanuló azért igyekszik a legjobb tudása szerint végrehajtani a feladatot, mert jó osztályzatot kap érte. A cél ilyenkor a jutalom, megtanulandó dolog pedig csak eszköz a jutalom elérésére.
- Énfelnagyítás, énkiemelés igénye. A diák figyelme ez esetben önmagára irányul, és azt szeretné elérni, hogy környezete tehetségesnek, okosnak tartsa. A fő cél a másoknál magasabb rendű képességek megmutatása. Az erre alkalmasság érzése attól függ, hogy mennyivel teljesített jobban az egyén másoknál.
- Feladat irányította tanulás. A tanuló számára a tanulás önmagában véve értelmes, értékes és örömet nyújtó elfoglaltság. A tanuló örömet leli a tanulásban megérti a tananyagot, hozzáértően beszél másokkal az adott témát illetően.

4. Versenyre történő előkészítés egy műszaki szakközépiskolában

A Szakma Kiváló Tanulója Versenyek az agrár-szakképesítésekre vonatkozó szakmai és vizsgakövetelményekről szóló 56/2016. (VIII. 19.) FM rendelet előírásaival összhangban kerülnek megszervezésre. A Szakma Kiváló Tanulója Versenyek szervezésénél a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara által kiadott és hatályos NAK-Sz-16. azonosítószámú Szakmai Tanulmányi Versenyek Versenyszabályzatának előírásait kell alkalmazni. A mezőgazdasági gépész tanulók versenye két lépcsőben történik, illetve mondhatni, hogy háromban, hiszen a 0. lépésként az iskolában ki kell választani azon tanulókat, akik részt vesznek a felkészítésben. A továbbiakban az AM ASZK - Pétervásárai Mezőgazdasági Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma iskola felkészítő tevékenységén keresztül kerül röviden bemutatásra a verseny és annak eredményei.

4.1. Versenyre felkészítés

Az elődöntőre történő felkészítést általában a szaktanár végzi, ő a felelőse. Mezőgazdasági gépész tanulók esetében ezek az alábbi főbb tantárgyak ismeretköreit foglalják magukban:

- szakmai alapozó ismeretek (anyagismeret, géprajz, gépelemek)
- mezőgazdasági erőgépek
- mezőgazdasági munkagépek
- szakmai számítások.

A felkészítés egy meghatározott tematika szerint történik, melyeken a főbb ismeretkörök kerülnek áttekintésre és gyakorlati feladatok megoldásra. Az ismeretátadás módszerei során az előadás és magyarázaton kívül fontos szerepet kap az elbeszélés, megbeszélés és a szemléltetés is. A használt munkaformák között fontos hangsúlyt kap a frontális magyarázaton túlmenően az egyéni munka, az egyéni gyakorlás a verseny témaköreit illetően.

A versenyre történő felkészítés során az elsődleges elvárás, hogy a diákok legyenek képesek komplex, az előző témakörökből összeállított írásbeli feladatlap kitöltésére, ahol az írásbeli kifejező készséginek fejlesztésével alkalmasak iskolájuk tanulmányi versenyen történő képviselésére.

A szakmai tanulmányi versenyen sor kerül egy komplex szóbeli vizsgára oly módon, hogy a versenyzőket egy két - három fős bizottság hallgatja, azonban a bizottság tagjai a felelés közben nem adhatnak utasítást a versenyzőnek. A versenybizottság tartja is magát ezekhez, így a tanulók egyformán értékelhetők. Az iskolai vizsgára is ez vonatkozik, hogy csak akkor szabad beleszólni a felelésbe, ha a diák félreértelmezi a kihúzott tételt. A verseny felkészítés és az órai szóbeli számonkérés kapcsán ezt modellezzük, azaz a tanulókat próbáljuk rászoktatni erre a szituációra.

A gyakorlati vizsgatevékenység során a versenyzőknek két vizsgafeladatot kell teljesíteni, amellyel kapcsolatos alapvető információkat, nem a teljes feladatot, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara a döntő verseny előtt megküldi a résztvevő iskolák számára. Ebben a gépek típusa pontosan megnevezett, az elvégzendő feladatok behatárolása a feladat kiírásban megtörténik. Ez nagyban segíti a gyakorlatos szakoktató kollégák munkáját, több éves tapasztalatok alapján a feladatok jó megközelítéssel kitalálhatóak. A versenyzők felkészítését az adott tárgyat, gyakorlatot tartó szakemberek végzik szakterületüknek megfelelően.

4.2. *Iskolai házi verseny*

Az iskolák önálló előválogató versenyt szerveznek meg, melynek célja azon tanulók kiválasztása, akik képviselhetik intézményüket, ezen a versenyen. A házi verseny írásbeli

feladatlap megoldásából áll, melynek tantárgya a mezőgazdasági munkagépek és tartalmazza a 10. és 11. évfolyamon eddig tanult elméleti ismereteket.

Az iskolai házi versenyt megelőzően kb. november hónaptól megkezdődik a tanulók felkészítése, melynek célja a mezőgépész tanulók elméleti ismereteinek kibővítése. A tehetséges személy teljesítményének kibontakozását segítő komplex beavatkozás. A komplexitást az erő- és munkagépek szerkezeti anyagainak, a gépek működésének, szerkezeti részeinek ismerete jelenti elvi ábrák készítése mellett, az üzemeltetéshez szükséges számítások és a gépek adott természetstechnológián belül elhelyezkedő ismerete mellett.

Az írásbeli időpontja általában minden év december hónapja, mellyel a tanuló képet kap saját tudásáról is még az I. félév vége előtt és egyben osztályon belüli versengést is takar, hiszen a kialakult rangsor osztályon belüli elhelyezkedést mutat a mezőgazdasági munkagépek tantárgyat tekintve. Egy házi verseny eredményét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat SZKTV házi verseny eredmények, 11.B osztály

Tantárgy: Mezőgazdasági munkagépek (Pétervására, 2016. december 13.)

Név	Elért pontszám (max.:100 pont)
1.	84
2.	81,5
3.	75
4.	68,5
5.	63
6.	59,5
7.	54
8.	51,5
9.	50,5
10.	46
11.	45,5
12.	45
13.	42,5
14.	42
15.	41,5
16.	39,5
17.	37,5

A táblázat alapján látható, hogy a 2016/17. tanévben az osztálylétszám 17 fő volt. A legjobb eredményt elérő tanuló pontszáma 84 pont, a leggyengébb eredményt elérőé pedig 37,5 pont, az átlag 54,52 pont volt. Az eredmények alapján látható az is, hogy 8 tanuló 51% alatti eredményt ért el, ami a későbbiekben a vizsgán sikertelenséget hozhat. A verseny szabályzata alapján iskolánként három tanuló nevezhet az elődöntőre.

4.3. Versenyre nevezés

A SZKTV-re a tanulóknak az iskola igazgatójánál lehet jelentkezni, a nevezéseket a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara csak az iskoláktól fogadja el. A jelentkezők névsorát az iskola igazgatója küldi meg elektronikus úton a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Képzési Igazgatóságához. A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara a Mezőgazdasági gépész szakképesítés elődöntője keretében központi írásbeli versenyt szervez. Az írásbeli versenyre a végzős évfolyamok tanulóinak 20%-a nevezhető, iskolánként esetünkben 3 fő.

4.4. Elődöntő

Az elődöntőben a tanulók a mezőgazdasági gépész szakmai és vizsgakövetelményeiben meghatározott írásbeli feladatlapon mérik össze tudásukat. Az ország mezőgazdasági gépész szakmáit képező iskolák kb. 100 – 110 főt indítanak ezen megmérettetésen. Az elődöntő helyszínéül a gödöllői Szent István Egyetem Tudástranszfer Központja szolgál, ahol az előzőekben említett létszám két előadóteremben elhelyezkedve nyugodt körülményeket között biztosítja a feladatlapon lehető legjobb eredményű kitöltését.

A verseny döntőjébe jutás feltétele a szakképesítés írásbeli versenyfeladatának legalább 51%-ra történő teljesítése. Az eredmények összesítését követően az első 24 helyezett versenyző folytathatja a versenyt. A verseny értékelését – a tétellekkel egyidejűleg megküldött javítási útmutató alapján – felkért szakértő végzi. A 2017 évi 34 521 08 Mezőgazdasági gépész SZKTV eredmények a 2. táblázatban láthatók.

1. táblázat 34 521 08 Mezőgazdasági gépész SZKTV eredmények

Tantárgy: Mezőgazdasági gépek komplex írásbeli vizsga (gödöllői Szent István Egyetem Tudástranszfer Központ, 2017. február 13.)

Név	Elért pontszám (max.:100 pont)
1.	78,5
2.	61,5
3.	77
4.	61,5
5.	62,5
6.	80
7.	68
8.	73,5
9.	68,5
10.	71,5
11.	74,5
12.	64
13.	70,5
14.	73,5
15.	60,5
16.	66

17.	79
18.	68,5
19.	61,5
20.	65,5
21.	73
22.	72
23.	64,5
24.	85

Mindezek alapján elmondható, hogy a legjobb eredmény 85 pont, a leggyengébb 61,5 pont, míg az átlageredmény 70,02 pont lett. A verseny döntőjébe tehát egy közepes eredmény elérése után be lehetett kerülni, ugyan ekkor ez mindig attól függ, hogy az adott évben mennyire felkészült versenyzők érkeznek az ország minden pontjáról. Talán általánosságban elmondható, hogy a legjobban sikerült részek a mezőgazdasági munkagépek és erőgépek tantárgyait átfogó kérdéseinek megválaszolásából adódnak. A versenyzők szempontjából a szakmai számítási és a géprajz, gépelemek feladatrészek okozzák leginkább a problémás területeket. A szakmai számításnál a mennyiségek és mértékegységeik, valamint a képlet alkalmazása jelentős súllyal bír a feladat megoldásánál. Ha ezeket valaki helyesen alkalmazza a társaihoz képest előnyt fog élvezni. A géprajz, gépelemek rész alul teljesítése leginkább talán azzal magyarázható, hogy a szakmai alapozó ismeretek keretében tanulnak a diákok géprajzot, gépelemeket, mely a 9. évfolyamon aktuális és utána nem érintkeznek közvetlenül géprajz feladattal.

4.5. Döntő

A versenyen a tanulók a mezőgazdasági gépész szakképesítés szakmai és vizsgakövetelményeiben meghatározott szóbeli és gyakorlati vizsgatevékenységeknek megfelelő feladatokban mérik össze tudásukat. A szóbeli tételket az agrárminiszter által jóváhagyott és kiadott szóbeli tételsorokból választja ki a versenybizottság. A szóbeli és gyakorlati verseny időtartamairól a Szakterületi Versenyszabályzat rendelkezik.

A kiadott központi szóbeli tételnek megfelelően, melyek három részből tevődnek össze:

- „A”: mezőgazdasági munkagépek
- „B”: mezőgazdasági erőgépek
- „C”: mezőgazdasági és vállalkozási ismeretek

szóbeli számonkérést, majd az ezt követő megbeszélést, mint módszert alkalmazom törekedve arra, hogy időben a felelet beleférjen 15 percbe. Attól hosszabb ne legyen, valamint minden egyes tárgykőről kialakuljon egy kép a tanulóban.

A gyakorlat során több feladatot is meg kell oldaniuk a tanulóknak. Az egyik egy adott mezőgazdasági erőgép karbantartása, beállítása, hibaelhárítása és előkészítése üzemeltetésre. Adott évben az MTZ – 82 típusú erőgép tüzelőanyag-ellátó rendszerének szerelése, beállítása, erőgép karbantartása, üzemeltetésre történő előkészítése volt a feladat. A feladat teljesítése közben egy segítő tanuló részt vesz a munkában, akit a versenyző szóban irányít, neki utasításokat ad. Másik feladat a mezőgazdasági munkagépek beállítása, üzemeltetése. Ennek során MTZ – 82 típusú erőgéppel 3 fejes ágyekével kell az adott méretű parcellát az össze- és széjjelszántás szabályai szerint elvégezni és a bírálók vizuálisan értékelik a kezdőbarázdát, a barázdaszemek átfordítását, a zöld növényi részek lefordítást, a munkamélységet és a záróbarázda kialakítását. Továbbá a mezőgazdasági rakodógépek, illetve önjáró betakarító gépek előkészítése, beállítása és üzemeltetése versenyfeladatban egy Weidemann T4512 típusú teleszkópos rakodógép előkészítését üzemeltetésre és rakodási feladatot kellett végrehajtani. A versenyző megkapja a gép kezelési karbantartási utasítását, majd az üzemeltetés előtti teendőket elvégzi. Ezt követően a munkaeszközt csatlakoztatja a rakodógéphez. A feladat elvégzése kapcsán szigorúan betartandók a munka-, tűz és környezetvédelmi szabályok.

4.6. Verseny értékelése, felmentés a szakmai vizsga alól

A versenyen a szakképesítésenkénti helyezési rangsor a döntőbe jutott versenyzők írásbeli, gyakorlati és szóbeli feladatokban elért súlyozott eredménye alapján alakul ki. Ha a Szakterületi Versenyszabályzat másként nem rendelkezik, a komplex szakmai vizsgáztatás szabályairól szóló 315/2013. (VIII. 28.) Korm. rendelet 7. § (3) bekezdése alapján a legalább 71% összteljesítményt elért versenyző, amennyiben minden vizsgafeladat esetén elérte a legalább 51%-ot, a szakmai vizsgán mentesül valamennyi vizsgafeladat teljesítése alól 100% teljesítménnyel és jeles (5) eredménnyel.

5. Összefoglalás

Összegzésként megállapítható, hogy a mezőgazdasági gépész szakmában elvárt ismeretkörök alkalmassá teszik a tanulót az erőgépek karbantartási feladatainak elvégzésére, illetve kisebb üzemeltetésből adódó szükséges beállításokat is végre tudnak hajtani a traktoron.

Az ehhez kapcsolt munkagép „tudásának” megfelelően pontos beállításokat kell elvégezni a már kialakult gépkapcsolatnál (erőgép+munkagép), hogy az agrotechnikai követelményeknek megfelelően végezhesük a természetstechnológia adott feladatát.

A kapcsolódás ezt követően is meg van, hiszen a mezőgazdasági ismeretek tananyaga a növénytermesztés és állattenyésztés alapvető ismeretei is szükségesek a termelési folyamatok elvégzéséhez.

Utolsóként említem a szakközépiskolai képzés legnehezebb elemeit a számolási készségre épülő szakmai számítást és a rajzolási feladatokat tartalmazó géprajz tudást mérő feladatokat. Ezek kellő begyakorlás után közösen megoldott és aztán önálló feladatként alkalmazva hoznak sikert a tanulók körében. Gondolok itt az alapvető mértékegység rendezésre, vagy akár a számológép helyes használatára.

A rajzolási készség leginkább úgy fejleszthető ha házi feladatként egyszerűbbtől a összetettebb feladatig jutunk el alkalmazva az egymásra épülés elvét. Tehát első körben vetületi ábrázolás három nézetben, aztán ennek beméretezése, majd egyszerű teljes metszet készítése szintén mérethálózattal ellátva.

Pedagógiai vonatkozásban az ismeretátadást szerintem hatékonyra teszi elsősorban a kiscsoportban 3 -5 fő közötti diák létszám, mely az adott iskolából kikerül a versenyt tekintve. Ezek a tanulók érdekeltek a tanulásban, otthoni gazdálkodást folytatva, vagy akár csak az előző alapfokú iskolai tanulmányaikra tekintve egy féle bizonyítási vággal is rendelkeznek, hogy ők is lehetnek sikeresek a szakmájukban nem pedig csak az egykori gimnáziumba tovább tanulni igyekvő régi osztálytársak.

Módszertani vonatkozású megállapítás szerintem a rendszerességre való nevelés, tehát az előre megtervezett napokon a felkészítő foglalkozások megtartása. Az információ áramlás a tanár – diák kapcsolatban.

A felkészítést előre mozdítják a közös megbeszélések, szakmai viták, magyarázatok az adott feladatok személyre szabott megbeszélése. Gondolok itt arra, hogy a rajz feladat során nem tudunk általánosságban beszélni, ott a tanulóval egyeztetve kell az esetleges hibákra vonalvastagságokra, méretezésbeli hibákra, rajz kivitelezésre felhívni a tanulók figyelmét. Így ezen kiválasztott tanulók mondhatják, hogy egyéni bánásmódban részesülnek.

Közös előre mozdító szakmai megbeszéléseken tudásuk gyarapszik, a szakmai nyelvet, szakmai terminológiát egy idegen környezetben is bátrabban alkalmazzák, ami szükséges a sikeres szereplés elérése érdekében.

Irodalomjegyzék

Csapó Benő (2008). A tanulás és dimenziói és a tudás szerveződése. *Educatio*. 2008(2), 207-217.

Bicknell B., Riley T. (2012). The role of competitions in a mathematics programme. *APEX: The New Zealand Journal of Gifted Education*, 17(1), 25-34.

Chen-Yao, K. (2011). The dilemma of competition encountered by musically gifted Asian male students: an exploration from the perspective of gifted education. *High Ability Studies*, 22(1). 19–42.

Dávid M. et al (2008). Hatékony tanulómegismerési technikák, Oktatási programcsomag a pedagógusképzés számára, *Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság*.

Fülöp M., Pressing Zs. (2011). A tehetséges gyermekek és a versengés. *Fordulópont*. 51, 94–103.

Gógh E. et al (2017). Az élethosszig tartó tanulás motivációnak vizsgálatata egy szakképzési intézményben. In *Tanulóközpontú oktatás, módszertani megújulás a szakképzésben és a felsőoktatásban*, 740–758.

Habók Anita (2004). A tanulás tanulása az értelemgazdag tudás elsajátítás érdekében, *Magyar Pedagógia* 104. évf. 4. szám, 443–470.

Karnes, F., Riley, T. L. (2005). *Competitions for Talented Kids: Win Scholarships, Big Prize Money, and Recognition*. Prufrock Press

Kollár K. N., Szabó É. (2004). *Pszichológia pedagógusoknak*. Osiris.

Kóvári A. (2018). Közéiskolai kiegészítő foglalkozások elemzése. In *Kutatás és innováció a Kárpát-medencei oktatási térben*, 760–772.

Kóvári A. (2016). Közéiskolai tehetséggondozás vizsgálata. In *Empirikus kutatások az oktatásban és a pedagógusképzésben*, 36–52

Ozturk M. A., Debelak, C. (2008). Academic competitions as tools for differentiation in middle school. *Gifted Child Today*, 31(3), 47-53.

Réthy Endréné (2003). *Motiváció, tanulás, tanítás – Miért tanulunk jól vagy rosszul*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 67.

Sántha Pál (1982). *Az iskola és a közművelődési intézmények*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Udvari S. J., Schneider B. H. (2000). Competition and the adjustment of gifted children: A matter of motivation. *Roeper Review*, 22(4), 212-216.

Ujbányi T. et al (2017). ICT Based Interactive and Smart Technologies in Education - Teaching Difficulties. *International Journal of Management and Applied Science*, 3.(10.), 72–77.

LabVIEW Real Time Test Environment for Education and Research Purpose

Imre Tóbel

evotech Ltd., Szabadság utca 117., Budaörs, 2040, Hungary, tobeli@evotech.hu

Abstract

In the field of control technology teaching and research, the development of test environments, which can be used to build and test a prototype of a complex control system, is very helpful. Simulation environments provide also a valuable solution for this. However, real-time interaction with the environment may also be a requirement for tests or studies for educational or research purposes. LabVIEW software and supported hardware components, as well as the LabVIEW Real-Time Module, make it easy to build a real-time test environment. This article presents a PC-based, cost-effective test environment that allows for real-time applications of laboratory-based controls for both educational and research purposes.

Keywords: RTOS; engineering education; test environment;

LabVIEW valósídejű tesztkörnyezet oktatási, kutatási célokra

Tóbel Imre

evotech Kft., Szabadság utca 117., Budaörs, 2040, Magyarország, tobeli@evotech.hu

Absztrakt

Irányítástechnika oktatásában, kutatási feladatok során elvégzendő vizsgálatok esetén nagy segítséget nyújt egy olyan fejlesztői tesztkörnyezet, amely segítségével akár egy komplex irányítórendszer prototípusa viszonylag egyszerű módon felépíthető és tesztelhető. A szimulációs környezetek erre adnak megoldást. Azonban az oktatási vagy kutatási célú tesztek, vizsgálatok során a környezettel történő valósídejű interakció megvalósítása is elvárás lehet. A LabVIEW szoftver és az általa támogatott hardver elemek valamint a LabVIEW Real-Time Module segítségével ilyen valósídejű tesztkörnyezet egyszerűen felépíthető. Jelen cikk egy PC alapú költségghatékony tesztkörnyezetet mutat be, mely segítségével valósídejű irányítások is vizsgálhatóak laboratóriumi körülmények között mind oktatási, mind pedig kutatási célokat figyelembe véve.

Kulcsszavak: valósídejű operációs rendszer; műszaki oktatás; tesztkörnyezet;

1. Bevezető

Az oktatásban és kutatási feladatokban a környezetből érkező információk feldolgozásának megértése, a jelenségek magyarázata szempontjából az egyes vizsgálatok elvégzését lehetővé tevő tesztkörnyezetek, mérő és elemzőrendszerek alkalmazása elengedhetetlen (Geda, 2011). A szimulációt a mérnöki gyakorlatban elterjedten használják ilyen vizsgálatok, elemzések,

fejlesztés, hangolás céljából számos alkalmazási területen, melyek egyes jelenségek pontosabb megértésével segíti ezen rendszerek továbbfejlesztését, viselkedésének pontosabb előrejelzését a műszaki gyakorlat eltérő területein (Kővári, 2009).

Manapság az ilyen jellegű tesztkörnyezetek összeállítása számítógép alapú rendszerek alkalmazásával valósul meg. A környezettel szoros kapcsolatban álló számítógép alapú rendszerek működésétől azt várjuk, hogy azok a bemeneti adatok beolvasása/események észlelése után, a számítógépen futó program segítségével feldolgozza azokat és a feldolgozás eredménye alapján meghatározza a szükséges kimeneteket, válaszokat. A környezetben lezajló folyamatok jeleinek változási sebességéhez, bekövetkezett események gyorsaságához kell illeszteni az az azzal kapcsolatban álló rendszer feldolgozási időzítését (File & Goedegebuure, 2003), hogy a folyamat változásaihoz képest a rendszer rövid időn belül/meghatározott időzítés szerint képes legyen a reagálásra. Az olyan számítógép alapú rendszereket, amelyek előírt időzítésnek megfelelően, a bemenet észlelésétől, annak feldolgozásától a kimenet előállításáig, valós idejű rendszereknek nevezzük (Kővári, 2010). Ezen rendszerek egyik elterjedt alkalmazása a HIL (hardwer-in-the-loop) (Grega, 1999) környezet építése, ahol a számítógép egy folyamat valós jeleit, működését képes szimulálni valós időben (Kővári, 2009). A HIL rendszerek fontos szerepet töltenek be a modern oktatási rendszerek területén is (Chen et al, 2017).

A cikkben a National Instruments LabVIEW fejlesztőkörnyezet által támogatott valós idejű rendszerek tesztelésére alkalmas személyi számítógép alapú rendszer kerül bemutatásra. A LabVIEW manapság már széles körűen alkalmazott fejlesztőkörnyezet, annak ellenére, hogy fejlesztése és alkalmazása eleinte elsősorban mérés-technikai területre irányult. Azonban manapság már számos alkalmazási területen, például szenzorhálózatokkal összefüggésben (Farkas et al, 2014), készítenek alkalmazásokat a LabVIEW által nyújtott grafikus programozás segítségével.

1.1. Valós idejű rendszerek

A valós idejű rendszerek működésében a reakcióidő nagyon fontos tényező. A valós idejű működés időzítésének feltételei az alábbiak lehetnek (Jancskárné, 2015):

- abszolút: amikor a feldolgozást egy meghatározott időpontokban/időpont körül/időpontig/időpont után kell végrehajtani;
- relatív: amikor a feldolgozást valamilyen esemény bekövetkezéséhez viszonyítva meghatározott időpontokban/időpont körül/időpontig/időpont után kell végrehajtani.

A valós idejű tesztkörnyezerekkel szemben általánosan támasztott követelmények az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- előírt időzítés szerint működjön, vagyis minden feldolgozás, válasz determinisztikus legyen;
- egyidejű eseményeket is fel tudja dolgozni (párhuzamos feldolgozás);
- megbízható, biztonságos.

Mivel az általános célú operációs rendszerek különböző alkalmazások és folyamatok párhuzamos futtatására vannak optimalizálva, ezek jellemzően úgy működnek, hogy minden feladat kapjon valamennyi feldolgozási időt. Ennek eredményeképpen az alacsony prioritású feladatok is kapnak kisebb processzoridőt a futásra, vagyis megszakíthatják a magasabb prioritású alkalmazás futását. Ez biztosítja, hogy az alacsony prioritású feladatok is fussanak, ami nem mindig követi a programozó által meghatározott prioritások szerinti futtatást.

Ezzel ellentétben, a valós idejű operációs rendszerek sokkal pontosabban követik a programozók által meghatározott prioritásokat. A legtöbb valós idejű operációs rendszer, ha a magasabb prioritású feladat a processzor 100%-t használja, akkor nem fog futni az alacsonyabb prioritású feladat addig, ameddig a magasabb prioritású feladat be nem fejeződik. Ezért, a valós idejű rendszer tervezőinek kell ütemezni ezeket az alkalmazásokat, óvatosan figyelve arra, hogy a prioritások megfelelőek legyenek. Egy tipikus valós idejű alkalmazásban, a tervező időzítés alapján helyezi el a kritikus kódot (pl.: eseményjelző vagy vezérlő kód) igen magas prioritással. Egyéb kevésbé fontos kód, mint a lemezre történő naplózás vagy a hálózati kommunikáció alacsonyabb prioritású részben fut.

Az általános célú operációs rendszereknél a megszakítások kiszolgálása adott válasz válaszideje nem kritikus, addig a valós idejű rendszerek garantálják, hogy az összes megszakítást egy bizonyos maximális időn belül kiszolgálja.

Amennyiben olyan alkalmazást fejlesztése szükséges, melyek több feladatot hajtanak végre párhuzamosan, úgy az egyes szálak prioritásai beállíthatók.

Számítógép alapú folyamatirányító-rendszerek esetében például az ipari folyamatirányítás legáltalánosabb irányítóegysége, a PLC működése determinisztikus, ami azt garantálja, hogy a bemenetek beolvasása, a rajta futó program, a kimenetek beállítása meghatározott ciklusidőn belül megtörténik. Azonban a személyi számítógépeken futó operációs rendszerek általában nem determinisztikus működésűek, így ott a meghatározott időn belül elvégzett folyamatok nem garantálhatók. Azon rendszerek esetén, melyeknél a valós idejű működés

szükséges, ott valós idejű operációs rendszereket (RTOS: Real-Time Operating System) használnak, melyek kernele garantálja a determinisztikus működést. A valós idejű rendszerek két részre oszthatók, így megkülönböztetünk (National Instruments, 2015):

- „hard real-time”;
- „soft real-time” rendszereket.

A hard real-time rendszerek esetében feldolgozás során időtűllépés nem megengedett, ott a kritikus folyamatok adott idő alatt történő lefuttatása biztosított. Azonban a soft real-time rendszereknél a kritikus folyamatok csak magas prioritással futnak, ezért ezen megoldás esetén az időtűllépés meghatározott mértékben és gyakorisággal megengedett. Az időzítésben, vagyis egy folyamat lefutási idejében bekövetkező eltéréseket „Jitter”-nek nevezik, azonban a valós idejű operációs rendszerek arra vannak optimalizálva, hogy a „Jitter” jelenség minél kisebb legyen (National Instruments, 2018a).

A valós idejű operációs rendszerek esetén a valós idejű futtatás minél determinisztikusabbá tételéhez kiegészítő egységeket, funkciókat is tartalmaznak, mint például:

- watchdog - válaszidő figyelő, ha a programunk leáll, és így a watchdog számára adott időn belül választ nem tud küldeni, úgy a watchdog a rendszert automatikusan újraindítja;
- determinisztikus adat kommunikációt megvalósító programrészek és a valós idejű program részek között;
- több CPU maggal rendelkező rendszerek esetén segédprogramok az egyes CPU magok közötti terhelés kiegyenlítés konfigurálására;
- ciklus végrehajtásához szükséges időzítés szabályozása.

2. LabVIEW Real-Time module

A LabVIEW Real-Time modul a National Instruments cég által fejlesztett LabVIEW grafikus programozási környezet egy kiegészítő modulja. Segítségével a LabVIEW környezetben összeállított program valós idejű működést lehetővé tevő hardverre letölthető és futtatható. A LabVIEW Real-Time modul többféle valós idejű működést lehetővé tevő hardvert támogat, mint például a CompactRIO, CompactDAQ, PXI, képfeldolgozó rendszerek és a személyi számítógépek is. A LabVIEW programozási környezetben elkészített program Ethernet kapcsolaton keresztül tölthető le a valós idejű futtatást lehetővé tevő hardverre, amit

LaBVIEW Real-Time Target-nak neveznek. A LabVIEW Real-Time Target-en futó valós idejű operációs rendszer biztosítja az alkalmazás futtatásának pontos időzítését.

2.1. *Valós idejű futtatást lehetővé tevő támogatott hardverek*

Az NI LabVIEW Real-Time modul többféle hardver eszközt támogat (National Instruments 2018b):

- PXI (kibővített PCI): egy szabványos ipari PXI platform ipari környezetre optimalizálva, valamint szinkronizálás céljából integrált időzítőt és trigger egységet tartalmaz, valamint beágyazott vezérlőt és I/O modulokat is;
- Ipari szabályzó: ipari kivitelű, viszonylag nagy teljesítményű processzor és egy PCI vagy PCIe foglalat is található I/O modulokkal történő bővíthetőség céljából;
- CompactRIO (kompakt újrakonfigurálható I/O): egy valós idejű programok futtatására alkalmas FPGA vezérlő mely I/O modulokat is tartalmaz. Az iparban alkalmazott PLC-hez hasonló kialakításúak, azonban nagyobb számítási teljesítményt tudnak.
- Single-Board RIO (Single-Board újrakonfigurálható I/O): egy áramkört lapon kialakított kompakt vezérlő egységek, melyek architektúrája megegyezik a CompactRIO rendszerrel.
- Real-Time Vision (intelligens kompakt kamera): ipari nagy teljesítményű képfeldolgozó szenzorokat tartalmaz és a valós idejű képfeldolgozási programok futtatására alkalmas.
- Ipari, asztali PC: akár általános célú ipari számítógép, vagy akár egy normál asztali számítógépet is használható, ha ezek az NI által meghatározott rendszerkövetelményeknek megfelelnek.

Laboratóriumi körülmények között oktatási és kutatási célokra nem feltétlenül van szükség az ipari környezetre optimalizált, robotsztus házban elhelyezett és ennek megfelelően drága megoldások alkalmazására. Oktatási és kutatási célból a személyi számítógép alapú megoldások olyan költséghatékony alternatívát jelentenek, melyek a legtöbb esetben biztosítják a tesztkörnyezettől elvárt funkcionalitást költséghatékony megoldás mellett. Számítási teljesítmény szempontjából sem kell feltétlenül kompromisszumot kötni, mivel a személyi számítógépek terén elérhető erősebb processzorok is alkalmazhatók. A személyi számítógépek valós idejű hardverként történő alkalmazása esetén oda kell figyelni arra, hogy a LabVIEW Real-Time Module nem minden hardver eszközt támogat. A támogatott hardver

eszközökről részletes információ a National Instruments oldalán található (National Instruments, 2018c).

A költséghatékonyság, mint egyik fontos tényező számos más kutatásban is megjelenik. A Katona, J. et al (2016) cikkben szimulációs szoftvert alkalmaznak, elkerülve ezzel a robot megvásárlását, valamint a tesztkörnyezet fizikai megvalósítását, amíg Katona, J. et al (2016) tanulmányában egy olyan alacsony költségű mobilrobot megépítését ismerteti, amely további vizsgálatok és kutatások alapjául szolgálhat.

3. Valós idejű tesztkörnyezet megvalósítása

A LabVIEW-t futtató általános célú úgynevezett Host PC, amely az előzőek alapján lehet egy személyi számítógép is, Ethernet hálózaton keresztül kapcsolódik a valós idejű operációs rendszert futtató Target PC-hez. Amennyiben a megfelelő beállítások már megtörténtek, akkor a Host PC-n a LabVIEW fejlesztőkörnyezetben fejlesztett alkalmazás elindításakor az alkalmazás Etherneten kapcsolaton keresztül automatikusan áttöltődik a valós idejű hardverre, a Target PC-re, és ott a program elindul. A tesztkörnyezet előnye, hogy a LabVIEW hagyományos hibakeresési lehetőségei ebben az esetben is használhatók, mint például a „breakpoint”, annak ellenére is, hogy a program egy másik különálló valós idejű hardveren, a Target PC-n fut.

A tesztkörnyezet tehát a LabVIEW és a LabVIEW Real-Time Modul segítségével került megvalósításra és a rendszer két fő egységből áll:

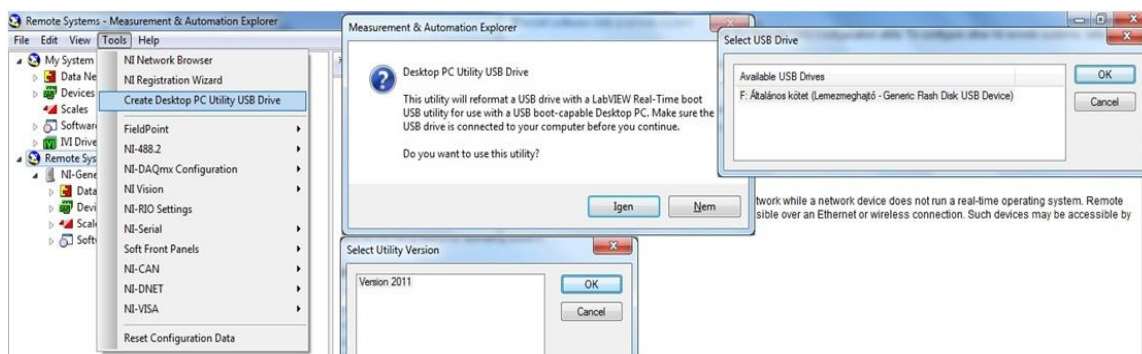
- Host PC: a szoftver fejlesztés és a futási eredmények megjelenítése, egy általános PC, vagy laptop;
- Target PC: a korábbiak alapján szintén lehet egy személyi számítógép amelyen valós idejű operációs rendszeren fut, és amely a be- és kimenetek illesztéséhez szükséges A/D, D/A átalakító egységet tartalmazza.

A Target PC és a Host PC közvetlenül Ethernet hálózaton keresztül kommunikál és azonos alhálózatban célszerű lenniük. A Target PC tartalmazza a külső jeleket fogadó, előállító A/D, D/A illesztőegységeket és a hozzájuk csatlakoztatható adaptereket. A Target PC-be egy a LabVIEW Real-Time Modul által támogatott hálózati kártya szükséges. A Target PC-re a LabVIEW Real-Time segítségével kell feltelepíteni a valós idejű működést biztosító operációs rendszert, melyre USB flash meghajtó is használható. A Hyper-Threading-et célszerű letiltani a BIOS-ban. A nem használt egységeket célszerű a BIOS-ban letiltani.

3.1. Host PC előkészítése

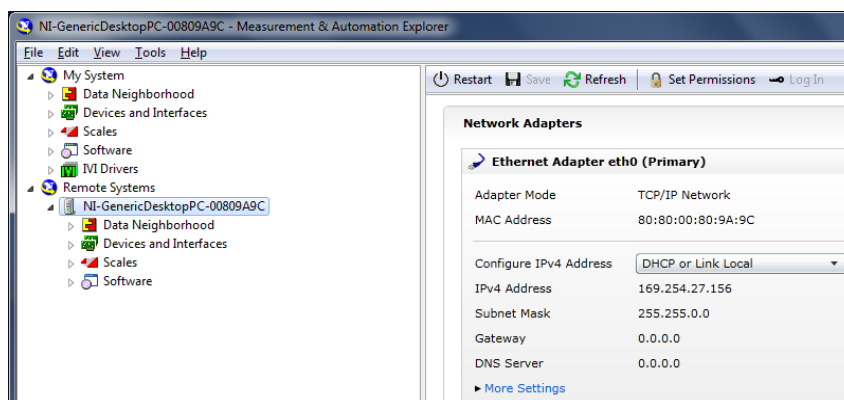
Első lépésben a Windows operációs rendszert futtató Host PC-re történt a LabVIEW programcsomag feltelepítése, mely magában foglalja a Measurement & Automation Explorer (MAX) alkalmazást, aminek segítségével telepíthetjük, illetve beállíthatjuk a Target PC-t.

A Target PC-n futó valós idejű futtatási környezet installálásához és indításához egy USB Drive szükséges, melynek létrehozását az 1. ábra mutatja.



1. ábra USD Drive létrehozása a Target PC telepítéséhez

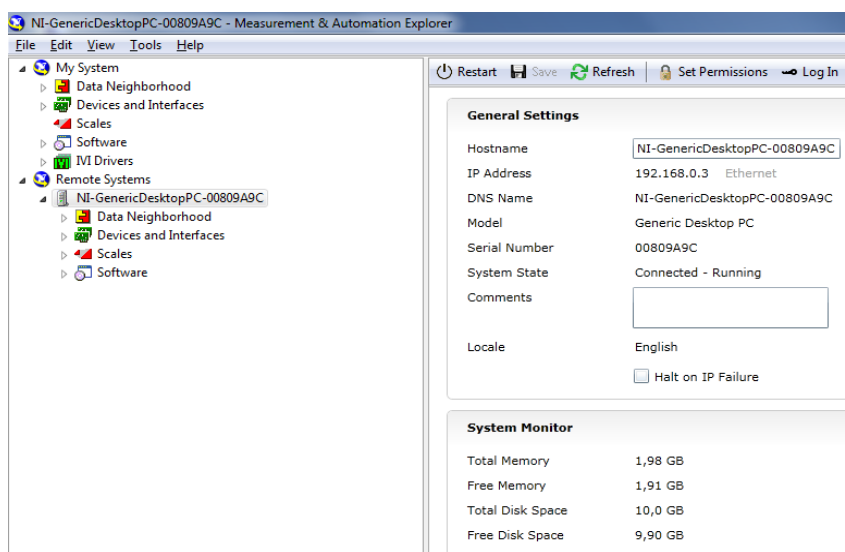
A Target PC első betöltése után a „Boot using software installed on the hard disk” menüpontot választva a hálózati beállítások automatikusan megtörténtek. A Host PC-n DHCP szerver nem futott, ezért a Target PC automatikusan előre beállított IP címet nem kapott. Ahhoz, hogy a Target PC-hez a Host PC kapcsolódni tudjon, azonos alhálózatban kell lenniük ez a hálózati IP cím beállításokkal kell biztosítani. Amennyiben a kapcsolat létrejött, úgy a Host PC-n a MAX-ban a Remote Systems listában megjelenik a Target PC (2. ábra).



2. ábra Target PC beállítása a MAX-ban

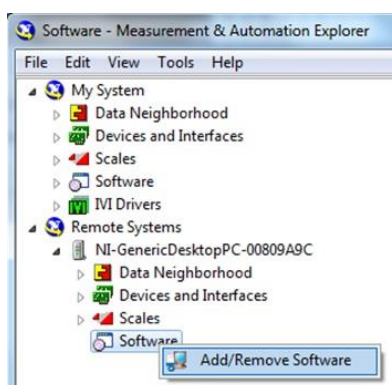
A Target PC számára 192.168.0.3 statikus IP cím, valamint 255.255.255.0 alhálózati maszk került beállításra (3. ábra). A beállításokat elmentve a Target PC újraindul. A Host PC IP

beállítása a 4.7. ábra szerint 192.168.0.1 IP címre és 255.255.255.0 alhálózati maszkra került módosításra, hogy ugyanabban az alhálózatban legyenek. Újraindítás után a Target PC állapota a Host PC-n a System Settings-ben lekérdezhető (3. ábra).



3. ábra Target PC lekérdezése

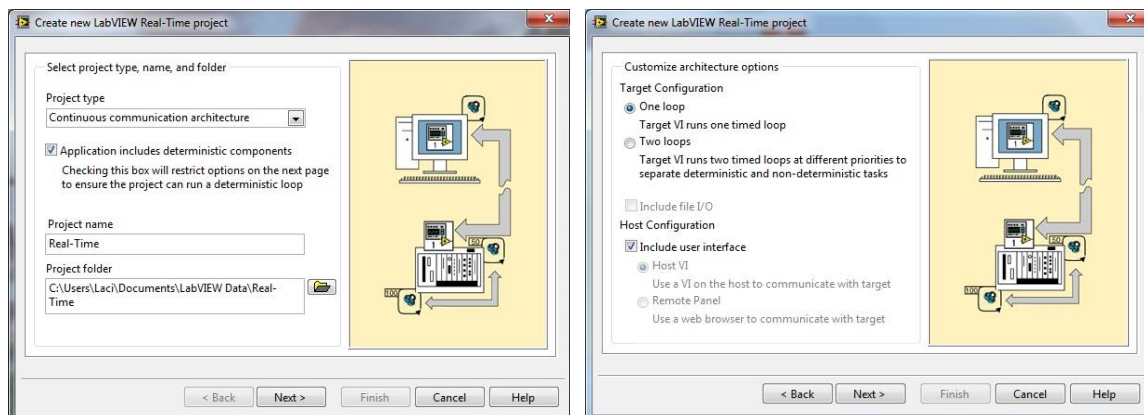
A Target PC számára a szükséges modulok a Software pontban kiválaszthatók és telepíthetők (4. ábra) a multifunkciós adatgyűjtő kártya és a hálózati kártyát tartalmazó illesztő programokkal együtt.



4. ábra Modulok telepítése a Target PC-re

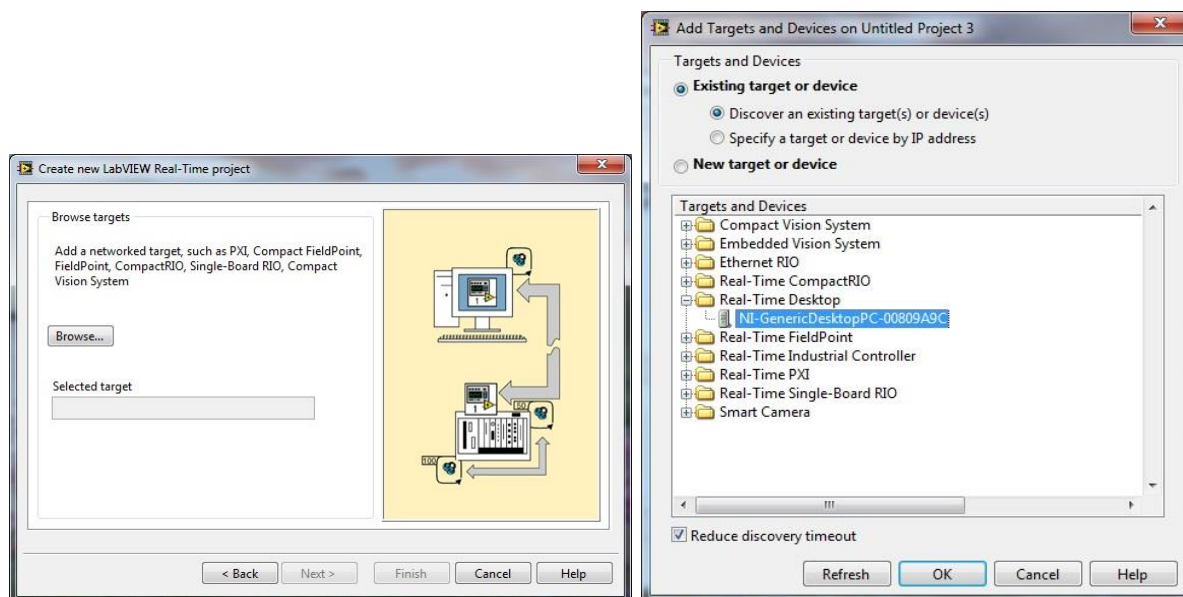
A modulok telepítése után a Target PC alkalmas arra, hogy Ethernet kapcsolaton a Host PC-ről programot tölthessünk rá és futtathassuk azt. Egy valós idejű alkalmazás elkészítéséhez és letöltéséhez első lépésben létre kell hozni egy valós idejű projektet, melyet a LabVIEW indítása után választhatunk ki. A következő lépés a projekt típusának megadása, valamint

hogy egy hurok vagy két időzített hurok fusson (5. ábra). A Target PC jeleinek vizsgálatára a Host PC-t használjuk, ezért a felhasználói felület a Host PC-n kerül kialakításra.



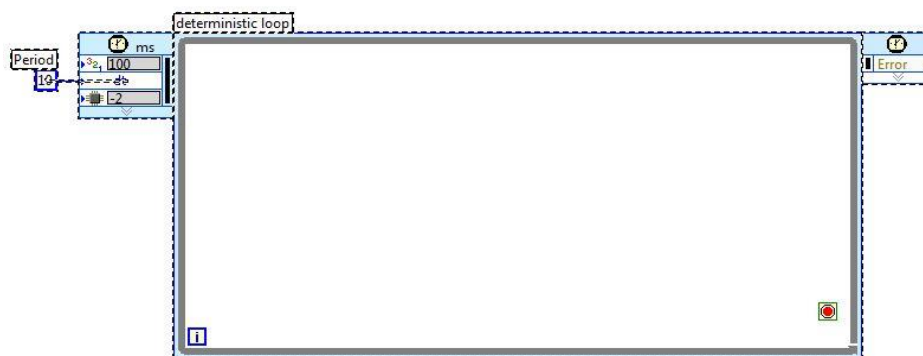
5. ábra Real-Time projekt paramétereinek megadása

A Target hozzáadása során ki kell választani a használt számítógépet, ami a Target PC lesz (6. ábra).



6. ábra Target PC megadása

Amennyiben ez sikeresen megtörtént, úgy a LabVIEW automatikusan elkészíti a futtatási környezet létrehozásához szükséges file-okat. A 7. ábrán látható LabVIEW programrészlet a létrehozott valós idejű futtatást biztosító determinisztikus hurok blokkját mutatja.



7. ábra Valós idejű futtatást lehetővé tevő determinisztikus hurok

A determinisztikus hurokban megvalósított alkalmazást a Target PC-re letöltve, azt a valós idejű operációs rendszer valós idejű alkalmazásként fogja futtatni. LabVIEW programozási ismeretek birtokában összetett valós idejű alkalmazások is egyszerűen megvalósíthatók.

4. Összefoglalás

A cikk egy valós idejű rendszerek tesztelésére, vizsgálatára alkalmas költséghatékony környezetet mutat be, mely nagy segítséget nyújthat mind például a jelek és rendszerek, mérés és irányítástechnikai vagy egyéb ehhez kapcsolódó ismeretkörök jelenségeinek megismerésére, tanulmányozására (Ponce et al, 2012). Az oktatásban elterjedten szimulációkat alkalmaznak egyes jelenségek megfigyelésére, bizony paraméterek megváltozására bekövetkező hatások elemzésére, azonban a valós időben is megfigyelhető jelenségek életközeli tapasztalatokat adhatnak a hallgatóknak (Wicks, 2009). Kutatási célokból, laboratóriumi körülmények között elvégzett vizsgálatok, tesztek esetében sem feltétlenül szükségesek igen drága, az ipari környezet hatásainak is ellenálló, robusztus egységek használata, ezeken a területeken is előnyös lehet a bemutatott személyi számítógép alapú valós idejű tesztkörnyezet kialakítása.

A bemutatott tesztkörnyezet különösen alkalmas lehet a valós idejű jelenségek vizsgálatára elemzésére, bemutatására, szemléltetésére, mely sokkal eredményesebb lehet a tanulás hatékonysága terén. A tesztkörnyezet olyan állapotok vizsgálatára is alkalmas, melyek egy valós rendszer esetében nem, vagy nehezen kivitelezhetők a berendezés túlterhelése, meghibásodása nélkül. Ezért a tesztkörnyezet által lehetővé tett jelenségek vizsgálata olyan

tapasztalati tudáshoz segítheti a tanulókat, melyek más módszerekkel nem vagy csak részben vizsgálhatók.

Irodalomjegyzék

Chen, Z., Chen, W., Liu, X., & Song, C. (2017). Development of an educational interactive hardware-in-the-loop missile guidance system simulator. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(2), 341-355.

Farkas I. et al (2014). Wireless Sensor Network Protocol Developed for Microcontroller-based Wireless Sensor Units, and Data Processing with Visualization by LabVIEW. In *Proceedings of the IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*, 95–98.

File, J., & Goedegebuure, L. (2003). Real-time systems: Reflections on higher education in the Czech Republic, Hungary, Poland and Slovenia. VUTIUM Press, Brno University of Technology.

Geda Gábor (2011). Modellezés és szimuláció az oktatásban. *Educatio Kht*.

Grega, W. (1999). Hardware-in-the-loop simulation and its application in control education. In *FIE'99 Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No. 99CH37011, Vol. 2, 12B6-7*.

Jancskárné Anweiler Ildikó (2015). Számítógépvezérelt irányítások, Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, jegyzet.

Katona J. et al (2016). Speed control of Festo Robotino mobile robot using NeuroSky MindWave EEG headset based brain-computer interface. In *2016 7th IEEE international conference on cognitive infocommunications (CogInfoCom)*, 251-256.

Katona J. et al (2016). Cost-effective wifi controlled mobile robot. In *11th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2016)* (pp. 28-31).

Kővári A. (2010). Real-Time Modeling of an Electro-hydraulic Servo System. In *Computational Intelligence in Engineering*, 301–311.

Kővári A (2009). Influence of cylinder leakage on dynamic behavior of electrohydraulic servo system. In *SISY 2009 - 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics* 375–379.

Kővári A (2009). Hybrid Current Control Algorithm for Voltage Source Inverters. In 1st IEEE Eastern European Conference on the Engineering of Computer Based Systems, 65–70.

Kővári A (2009). Hardwer-in-the-Loop Testing of an Electrohydraulic Servo System. In 10th International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence and Informatics, 631–642.

National Instruments (2018.01.15 a). What is a Real-Time Operating System (RTOS)? [Online] <http://www.ni.com/white-paper/3938/en/>

National Instruments (2018.01.15 b). Embedded Systems Hardware. [Online] <http://www.ni.com/embedded-systems/products/hardware/>

National Instruments (2018.01.15 c). Requirements for Desktop PCs as LabVIEW Real-Time Targets. [Online] <http://www.ni.com/product-documentation/8239/en/>

Ponce, P., Pacas, M., & Molina, A. (2012). Real time systems for teaching induction motor drives. In 2012 6th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE), 65-73.

Wicks, C. (2009). Lessons learned: teaching real-time signal processing [DSP Education]. IEEE Signal Processing Magazine, 26(6), 181-185.

Implementing and testing “Aubot” robot using self-study and collaborative learning strategies

R. Toth ^a, R. Auer ^b

^a Roland Tóth, Robert Bosch Kft., Budapest 1103, Hungary, halesz89@gmail.com

^b Richárd Auer, T-Systems Hungary Ltd, Budapest 1097, Hungary, auer.richard@t-systems.hu

Abstract

The presented robot development is based on a well-defined engineering task which mainly increases the efficiency of critical thinking, problem-solving, self-study strategy and teamwork and it provides the project-based education and problem-based learning. This article introduces the design, construction and programming of a line-tracking robot, which called the "Aubot", and it provides a comprehensive introduction to the basics of robotics, such as PWM and engine control. The article will guide you through the entire construction, introducing the different technologies and methods. During the task solution we met so problems which contributes our own motivation to learn autonomously and collaboratively.

Keywords: project-based learning (PBL); problem-solving skills; autonom robot; Arduino; PWM

Az “Aubot” robot megvalósítása és tesztelése önálló és kollaboratív tanulási stratégiákat alkalmazva

Tóth R. ^a, Auer R. ^b

^a Tóth Roland, Robert Bosch Kft., Budapest 1103, Magyarország, halesz89@gmail.com

^b Auer Richárd, T-Systems Magyarország Ltd, Budapest 1097, Magyarország, auer.richard@t-systems.hu

Absztrakt

A fejlesztés egy előre meghatározott mérnöki feladatra épít, amely leginkább a kritikus gondolkodás, a problémamegoldó képesség, az önirányított tanulási stratégia és a csoportmunka képesség hatékonyságát növeli, lehetővé téve a projekt alapú oktatást és probléma alapú tanulást. A cikk egy „Aubot” fantázia nevű, vonalkövető robot tervezését, megépítését és programozását mutatja be, illetve egy átfogó bevezetést nyújt a robotika alapjaiba, mint például a PWM szabályozása vagy a meghajtásért felelős motor vezérlésébe. A cikk végig vezet az építés egészén, bemutatja a különböző technológiákat és módszereket. A feladat megoldása során olyan problémákkal talákoztunk, amelyek önálló vagy kollaboratív tanulási késztetést ébresztettek bennük.

Kulcsszavak: projekt alapú oktatás; problémamegoldó képesség; autonóm robot; Arduino; PWM

1. Bevezető

A motivációnk alapját Katona, J., & Kovari, A. (2016) cikke adta, ahol nagy hangsúlyt kap a projekt alapú oktatás (Moursund, 1999), ahol a diákok feladata egy agy-számítógép interfész rendszer kifejlesztése és hatékonyságának tesztelése volt. Az ilyen jellegű projekt feladatok

alatt jól fejlődhet a problémamegoldó készségünk és életközeli összefüggéseket tanulhatunk (Chu és Hwang, 2010).

A bemutatott fejlesztés egy hallgatói projektmunka eredménye, melyben a hallgatók egy egyedi kialakítású, költséghatékony robotot dolgoztak ki és valósítottak meg. A feladat megvalósítása során mind az önálló ismeretelsajátítás, mind pedig a kollaboratív technikák fontos szerepet kaptak (Orvis, 2008). A téma elméleti háttérének összefoglalása, a felhasznált eszközök kiválasztása, a szoftver megtervezése, megvalósítása a hallgatók közös munkájaként valósult meg.

2. Téma elméleti háttére

Robotok. Az a szó, amelynek hallatán sok embernek a filmekben látott emberek életére törő robotok jutnak eszükbe. A valóság valójában nagyon is távol áll ettől még, de elmondható, hogy a robotok fejlődése a XXI. században egyre jobban gyorsul. Az élet számos területén találkozhatunk velük, legyen szó akár a hadi iparról, vagy a gyártósorokon dolgozó forrasztó robotokról, illetve nem szabad elfeledkeznünk az égitesteket kutató robotokról sem. A robotokban alkalmazott beavatkozók lehetnek egyszerű egyenáramú, vagy korszerű villamos hajtások Kovari, A. (2009), de alkalmazhatnak pneumatikus, vagy nagy erő/nyomaték kifejtés esetén szervó hidraulikus beavatkozókat is. Kovari, A. (2015), Kovari, A. (2009) A téma komplexitása és a gondolat, hogy egy bizonyos szinten autonóm robotot hozunk létre elég indíték volt a project elkezdéséhez. A robotika több területet ötvöz hardveres és szoftveres szinten, vagyis elektromechanikai szerkezetről is beszélhetünk.

Természetesen közben adódtak problémák melyeket ugyan úgy be fogunk mutatni, mint a probléma megoldásához vezető utat is. A projectben két vonalkövető robot készült el. Ahogy korábban említésre került, robotokat a XXI. században nagyon sok területen használják, amely tárgyalása az alábbi fejezetekben található annak érdekében, hogy az olvasó jobban megértse a cikk végén tárgyalt továbbfejlesztési, felhasználási területek miéértjét. Moubarak, P. M., & Ben-Tzvi, P. (2011) A robotokat két nagy csoportra oszthatjuk:

- katonai alkalmazású robotok
- polgári alkalmazású robotok

2.1. *Katonai alkalmazású robotok*

A katonai alkalmazású szárazföldi robotokkal többnyire olyan - az ember számára veszélyes - helyeken találkozhatunk, mint a sugárzással vagy harci gázzal szennyezett területek. Továbbá másik alkalmazási területe a bombák hatástalanítása és ezzel emberéletek megmentése. Szárazföldi robotokat legnagyobb számban a légierőnél és a haditengerészetnél alkalmaznak az úgynevezett drone-ok révén. Az ilyen célú felhasználásukat sokan támadják, ugyanis ezeket a harci gépeket az emberek távolról irányítják, amely sok esetben etikai problémákba ütközik. A robotok egy másik még fejlődő ága a mállásrobotok, vagyis szállítórobotok, amik a katonák menetfelszerelését hivatottak szállítani. Ez különböző területeken jól manőverező robotokat kíván. A Boston Dynamics jóvoltából már most is akad néhány ígéretes próbálkozás, amelyek tesztelés céljából a katonasághoz is kikerültek. Pár említésre méltó robot tőlük: BigDog, Cheetah, LittleDog, RiSE, Atlas. Moubarak, P. M., & Ben-Tzvi, P. (2011), Moubarak, P., & Ben-Tzvi, P. (2012), Gutkind, L. (2006). Az 1. ábrán látható a BigDog névre keresztelt szállító robot.



1. ábra: Big Dog névre keresztelt robot

Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Boston_Dynamics

2.2. *Polgári alkalmazású robotok*

Még több a kérdés és a vita a polgári alkalmazású robotokkal kapcsolatban, ugyanis léteznek már olyan drone-ok, amelyek mindenki számára elérhetőek és azok hétköznapi felhasználása egyes esetekben jogsértő lehet. Elég csak arra gondolni, hogy egy kamerával felszerelt drone

egy kisebb kertvárosban gyakorlatilag bárhová benézhet, amivel magánszférát sérthet. Ezért minden valószínűség szerint a közeljövőben az ilyen esetekből fakadó jogi procedúrák könnyítése okán új, kifejezetten drone-ok felhasználására vonatkozó törvények láthatnak napvilágot. Amerikában az egyik legnagyobb szállítványozó cég bejelentette, hogy a közeljövőben a kiszállításoknál szóba kerülhet a drone általi kézbesítés, de technikai problémákon kívül még jogi problémák is fennállnak. Európában a Svájci Posta már elkezdte tesztelni a robotpostát. Persze vannak olyan területek, amelyeknél nem állnak fenn hasonló jogi kérdések, például a szobában alkalmazható robot porszívók vagy az Amerikában használatos őrző védő robotok. Moubarak, P. M., & Ben-Tzvi, P. (2011) A polgári robotok további csoportját alkotják a mobil kialakításúak, amelyek számos kutatások alapját is képezhetik, kedvező áruk és relatíve könnyű beszerezhetőségük miatt. Katona, J., Ujbanyi, T., Sziladi, G., & Kovari, A. (2016), Katona, J., Kovari, A., Ujbanyi, T., & Sziladi, G. (2017)

3. Célkitűzések érzékelési módok

A project célkitűzése egy olyan robot megépítése, amelynek érzékelni és követni kell tudni egy, a padlóra elhelyezett fekete vonalat. Első lépésként azt kell megvalósítani, hogy a robot érzékelje a vonalat. A cél eléréséhez több módszert alkalmazhatunk, amelyek közül néhányat az 1. táblázat mutat be.

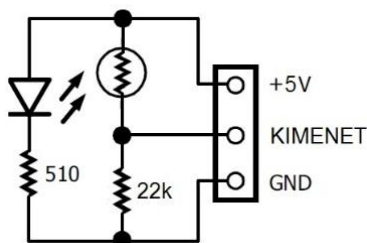
A project célkitűzése egy olyan robot megépítése, amelynek érzékelni és követni kell tudni egy, a padlóra elhelyezett fekete vonalat. Első lépésként azt kell megvalósítani, hogy a robot érzékelje a vonalat. A cél eléréséhez több módszert alkalmazhatunk, amelyek közül néhányat az 1. táblázat mutat be.

1. táblázat: Vonalérzékelések módjai

Vonal érzékelésnek a módjai		
<i>Megvilágítás</i>	<i>Érzékelő típusa</i>	<i>Nehézség</i>
Led	Fotoellenállás (LDR)	könnyű
Led	Fototranzisztor	könnyű
IR Led	Fototranzisztor	könnyű
természetes fény	Kamera CCD vagy CMOS	nehéz

Az első három megoldás esetén az érzékelőnek Led-es megvilágításra van szüksége. Kamera alkalmazása esetén elegendő a természetes fény. Az általunk választott, fotoellenállást alkalmazó megoldás elsősorban annak alacsony költsége miatt került kiválasztásra. A

fotoellenállás egy kadmium szulfid (CdS) ellenálláscsík, amelynek az ellenállása a ráeső fény intenzitásától függ. Sötétben az ellenállása nagy, világosban pedig alacsony. Ezt a változást lehet kihasználni, ha egy feszültség osztó megoldással használjuk. A feszültség osztó ellenállást a 2. ábra illusztrálja.

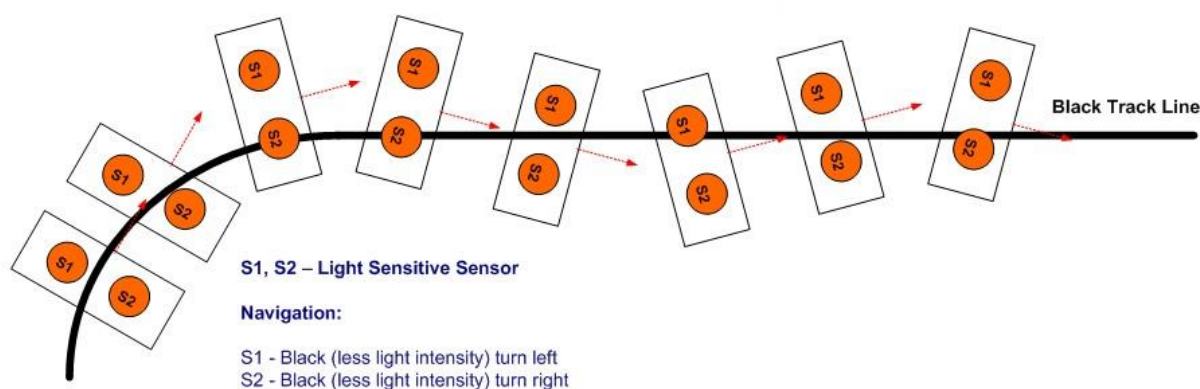


2. ábra: Feszültségosztó kapcsolás

Az alkalmazandó ellenállás értékeket a következő képlettel számolhatók:

$$resistor = \sqrt{R_{dark} * R_{bright}} \quad (1)$$

A fejlesztés során szükségessé vált a fotoellenállás értékének mérése sötét és világos fényviszonyok között. A fenti képlettel kiszámolható az alkalmazandó ellenállás értéke, amelyből kettőt egymással párhuzamosan elhelyezve válik lehetővé a vonal érzékelése a robot számára. A navigálás menete a 3. ábrán látható.



3. ábra: Navigálás a vonal mentén

Forrás: <http://beambuilder.blogspot.hu/2015/02/lm324-quad-op-amp-line-follower-robot.html>

Ahogy az ábrán is látható, a navigálás szenzorok segítségével történik. Amikor a szenzorok a padlóról visszaverődő fény alapján magas kimeneti jelet generálnak (vagyis a vonal a két szenzor közé esik), a robot előre megy. A navigáció során ezt a jelet vizsgáljuk. Amikor a

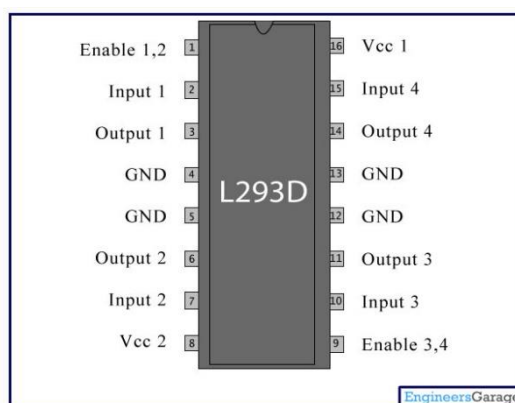
szenzor eltérne és kezdene ráfutni a vonalra, a robot a helyes vonalkövetés érdekében korrigálja magát. A 2. táblázat mutatja a lehetséges állapotokat.

2. táblázat: Vonalérzékelések módjai

Bal szenzor	Jobb szenzor	Motor
Padló felett	Padló felett	Bal és jobb motor előre
Vonal felett	Padló felett	Bal motor állj, jobb előre
Padló felett	Vonal felett	Bal motor előre, jobb motor állj
Vonal felett	Vonal felett	Kereszteződés Ball és jobb motor előre

4. Motorvezérlés

A motor vezérlése egy L293D dupla H-hidas motorvezérlővel került megvalósításra, amelynek előnye, hogy egyszerű és nem utolsó sorban az olcsó megoldások közé sorolható. Továbbá felhasználásra került egy CD 4069 inverter. Az L293-as vezérlő rajza a 4. ábrán látható.

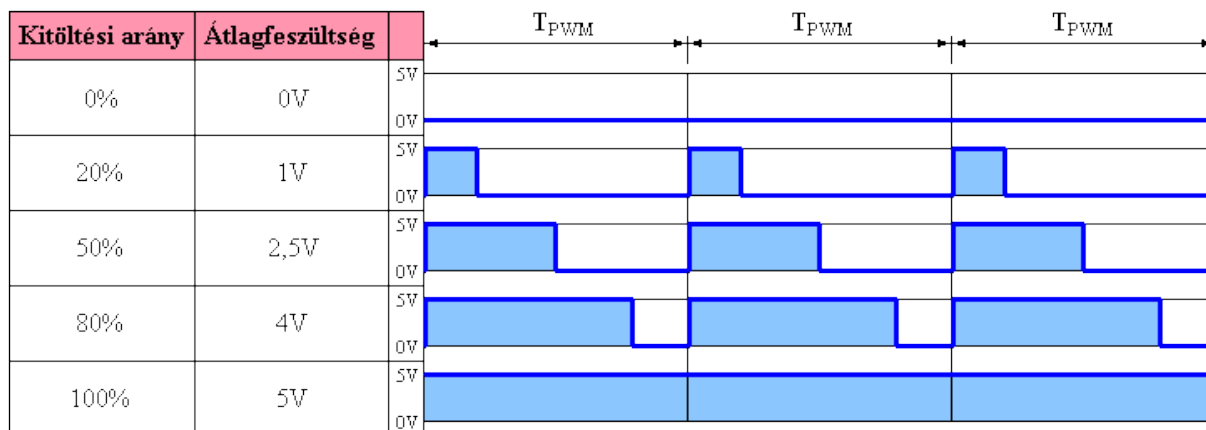


4. ábra: L293 motorvezérlő láb kiosztása

Forrás: <http://www.engineersgarage.com/>

A motorvezérlőben a VCC 2 az elemtartó GND-re került bekötésre, addig a VCC 1 a működéshez szükséges 5V-ot adja. Az Input 1-4 az inverter-től kapja a jelet. A motor hajtása (előre vagy hátra) a kapott jel függvényében változik. A motor sebességét PWM jelekkel szabályozzuk, ami az Enable ágakon került rákötésre.

Olyan állandó periódusjelű (és frekvenciájú) jelekről van szó, ahol az átlagfeszültség beállítása a jel tényezőjének változtatásával történik meg. Olyasmit képzeljünk el, mintha nagyon gyorsan ki/bekapcsolnánk a motort és a ki/be kapcsolási idő egymáshoz viszonyított aránya határozná meg az átlag feszültséget. Az 5. ábra ezt szemlélteti.



5. ábra: PWM jelek

Forrás: <http://www.t-es-t.hu/elokep/pic/felhkk/kk/sz1604.htm>

A fenti ábrán az X tengely jelöli az időt, az Y tengely a feszültséget, a T_{PWM} -et az egy teljes periódusnak felel meg és a periódushoz viszonyított aránya a kitöltési tényezője adja meg az átlagfeszültséget. A lenti képletben a 255-ös szorzó a 8 bit okán került bevezetésre, amit a mikro vezérlő kiküld.

$$KívántPWM = \frac{V_{eff}}{V} \times 255 \quad (2)$$

Például, ha az elérni kívánt feszültség 2.5 V, akkor:

$$KívántPWM = \frac{2.5}{5} \times 255 = 127.5 \quad (3)$$

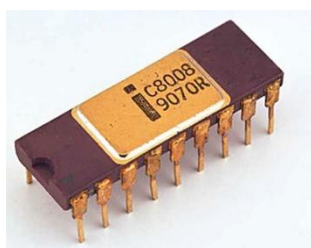
5. Arduino bemutatása hardveres oldalról

1969-ben a Busicom nevű vállalat (amelynek jogelődje 1945 és 1967 között a Nippon Machine Corporation volt az 1967-es névváltásig) azzal a céllal kereste fel és bízta meg Intel Corporation-t (aki ekkor már elismert és keresett gyártónak számított a memóriachipek gyártása terén), hogy segédkezzen négy féle áramkör legyártásában. A négyféle áramkörből az egyszerűség kedvéért végül egy komplex áramkör lett, amely különböző folyamatok sorrendjét tartalmazta. A leadott megrendelés teljesítése után az Intel megvette a jogokat a

Basicomtól, így az Intel tulajdonába került egy olyan technológia, amely Banzi, M., & Shiloh, M. (2014):

- egy chiprészletet tartalmaz, ahol folyamatok hajthatók végre,
- egy másik chip/chiprészlet, ahol ezen folyamatok sorrendisége letárolható,
- ennek a letároló résznek a tartalma megváltoztatható, felhasználó által elkészíthető.

A szabadlom birtokában az Intel 1971. november 15-én piacra dobta I4004-es processzorát, mely processzoronként 2300 db tranzisztort tartalmazott. A gyors fejlesztésnek köszönhetően 1972-ben létrejött a 8 bites 8008-as jelzésű, processzoronként 3300 db tranzisztort tartalmazó processzor, amely a 6. ábrán látható.



6. ábra: Intel 8008 mikroprocesszor

Forrás: <http://www.tomshardware.com/news/intel-8008-cpu-processor-anniversary,15176.html>

Az Arduino-nak számos változata létezik, amelyekről oldalakon keresztül lehetne írni. Mi most ezt nem tesszük meg. A project keretein belül az Arduino UNO-t, illetve annak kisebb testvérét, az Arduino NANO-t vesszük górcső alá. A választást az indokolja, hogy az említett mikrokontrollerekkel készültek el a robotok. A két mikrokontroller azonos tudásszintet képvisel, azonban néhány apróbb eltérés felfedezhető köztük.



7. ábra: Arduino UNO

Forrás: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

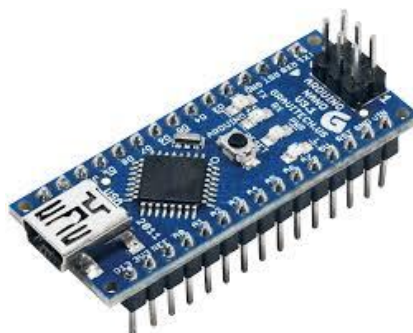
Az UNO esetében kétféle mikrokontrollerről beszélhetünk. Az egyik sima DIP IC-vel szerelt változat, addig a másik egy SMD kiadás. Mindkettő ugyanazt az ATmega 328-as mikrokontrollert kapta, amely rendelkezik 14 ki- és bemeneti lábbal. Ebből a 14 lábból 6-ot használhatunk PWM jelfeldolgozó lábként is (ez utóbbi fontos a fejlesztendő robot szempontjából), illetve 6 analóg láb is helyet kapott az alaplapon. Ezeken kívül kapott egy 16MHz-es kristály oszcillátort, egy USB csatlakozót, illetve egy táp csatlakoztatási lehetőséget.

Amiben lényegesen eltér az UNO a többi társától, az az, hogy nem használ FTDI USB driver-t, amelyet telepíteni kellene. Helyette kapott egy programozott USB-Serial átalakító chipet, amely az ATmega16U2 nevet viseli.

Néhány technikai adat:

- Mikrokontroller: ATmega328
- Működési feszültség: 5V
- Szükséges bemeneti feszültség: 7-12V
- Bemeneti feszültség limit: 6-20V
- Digitális I/O lábak száma: 14 (ebből 6 pwm-ként került felhasználásra)
- Analóg lábak száma: 6
- Flash memória: 32Kb (ebből 0.5Kb-et foglal a bootloader)
- ESRAM: 2Kb
- EEPROM: 1Kb
- Órajel sebesség: 16MHz

Mind a 14 digitális lába kihasználható, illetve bemeneti lábként, melyek programozáshoz a fejlesztői környezet függvényekkel szolgál. Ilyenek például a `pinMode()`; `digitalWrite()`; `digitalRead()`; függvények. Használatukkal - kis utánajárást követően - akár egyszerű villogtató program is írható. Természetesen mind a 14 láb 5V-ot használ, illetve képesek 40 mA befogadására és leadására. Valamennyi láb beépített ellenállás védelemmel rendelkezik 20-50 kOhm-ig.



8. ábra: Arduino NANO

Forrás: <http://makerclub.org/component/arduino-nano/>

Az Arduino NANO egy kisebb kiadása az UNO-nak. A NANO két chippel szerelt (ATmega168, ATmega328), amelyek eltérő verziószám alatt futnak. A NANO esetében a lapkán nincs tápcsatlakozó, kizárólag mini USB-vel működik.

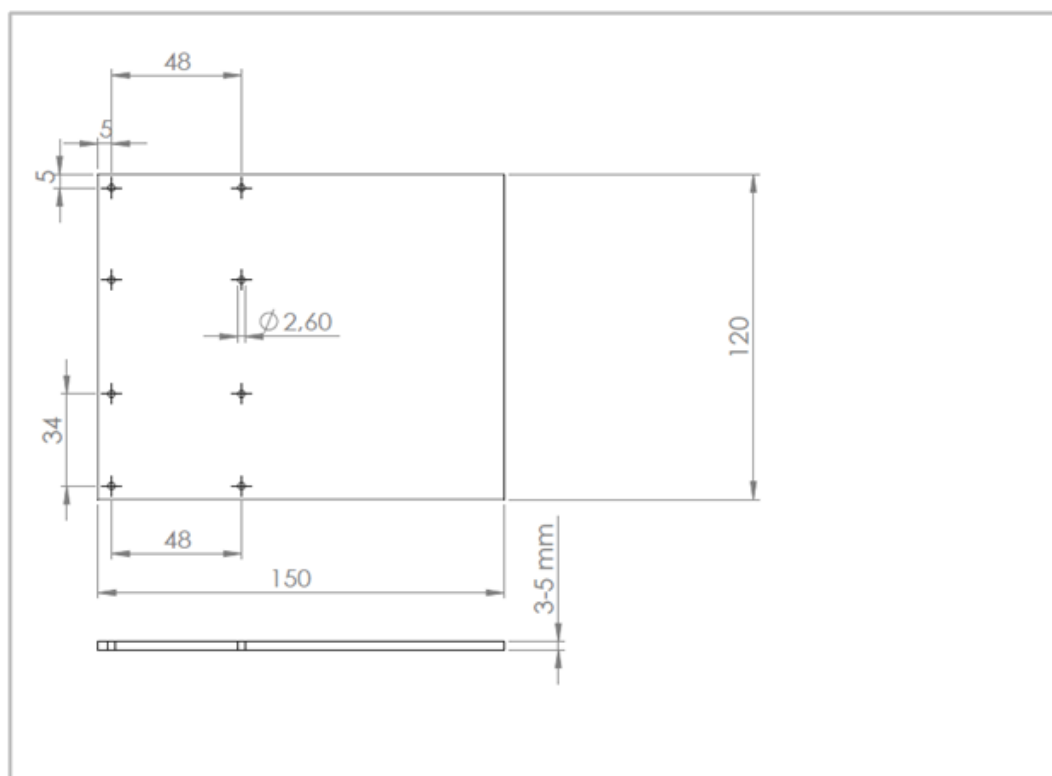
Néhány technikai adat:

- Mikrokontroller: ATmega328 vagy ATmega168
- Működési feszültség: 5V
- Szükséges bemeneti feszültség: 7-12V
- Bemeneti feszültség limit: 6-20V
- Digitális I/O lábak száma: 14 (ebből 6 PWM-ként került felhasználásra)
- Analóg lábak száma: 8
- Flash memória: ATmega168 esetén 16Kb, ATmega328 esetén 32Kb melyekből 2Kb a bootloader
- SRAM: 1Kb, ATmega168-as lapkánál, amíg ATmega328 esetén ez 2Kb
- EEPROM: 512byte az ATmega168-nál ez ATmega328-nál 1Kb
- Órajel sebesség: 16MHz

Ahogy a technikai adatokból is látszik, az ATmega168-as chippel szerelt lapka szerényebb tudású, azonban programozhatóság szempontjából elhanyagolható a különbség. Az UNO jumper foglalattal rendelkezik, ami annyit jelent, hogy nem kell a rákötni kívánt szenzorjainkat a próbapanelen összedugdosni, hanem elegendő egy ónozott végű vezeték és a hőmérő már is betehető a foglalatba. Ellentétben a NANO-val, ahol a tűskesoros csatlakozásnak érdemes egy próbanyákra foglalatot készíteni, amelyen szépen kivezethetőek a lábak.

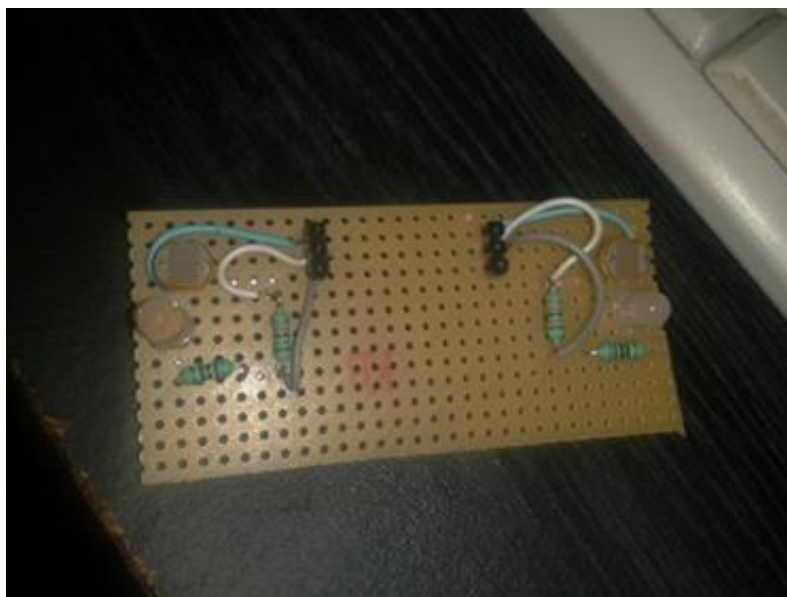
6. A robot megépítése

Váz: Ebben a részben készül el a robot alváza, itt kerülnek fel a motorok. Ez egy egyszerű plexi alapra került ráépítésre a módosíthatóság érdekében. A furatpozíciók megrajzolása TopSolid program segítségével történt, amelyet a 9. ábra szemléltet.

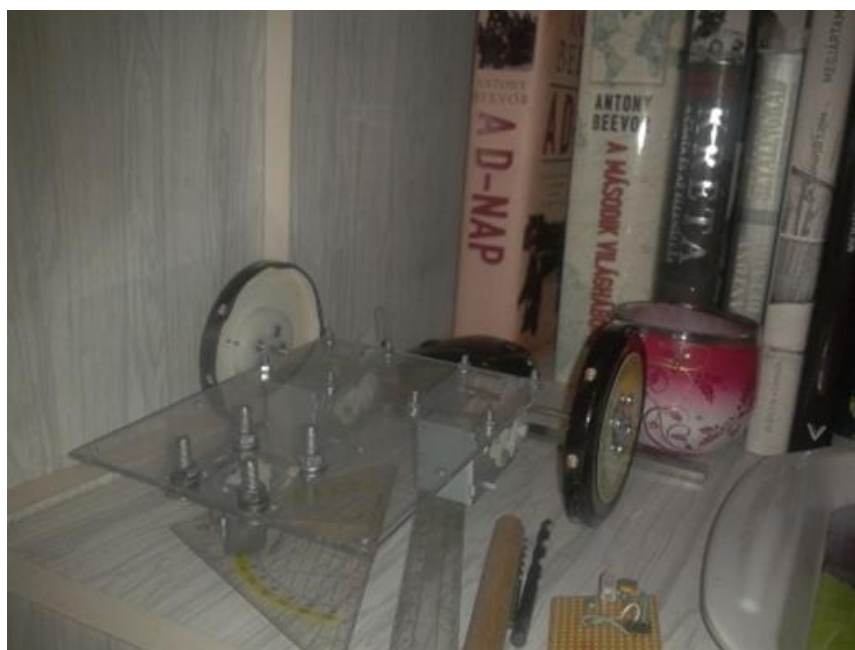


9. ábra: Robot plexi terv

Első lépésként a vázszerkezet készült el. A hátsó bolygókerék egy – a boltban is kapható – bútorgörgő segítségével mozog. A két robot komponenseinek elrendezése eltérő. A kész alvázat és a motorvezérlő panelt a 10. ábra szemlélteti. Az egyik motor páros külföldről került megrendelésre, gumírozott kerékkel ellátva. A másik robot esetében csak a motor került megrendelésre, így ahhoz a kereket is meg kellett csinálni. Ezt a robotot mutatja a 10. ábra. Ezt követően a vonalérzékelő szenzorokat készítettük el, amely a 11. ábrán látható.



10. ábra: A kész robot alváza



11. ábra: A vonalérzékelő szenzorokkal felszerelt egység

7. Programozás

Első lépésben a vonalérzékelő szenzorokat kell kalibrálni, hogy meghatározzuk azokat a konstansokat, amelyek a robotvezérlő program számára szükségesek. A robot pontos irányítása érdekében azt is meg kell vizsgálni, hogy a motorvezérlő parancsokra hogyan reagál a robot.

12.1. Vonalérzékelő szenzor tesztelése

Mielőtt a vonalérzékelő szenzorokat használni tudnánk, elemezni kell az általuk szolgáltatott jeleket, hogy el tudjuk dönteni mikor, van egy adott szenzor a vonal felett és mikor a padló felett. Egy tesztprogram segítségével, amely a legújabb Microsoft Windows operációs rendszeren a megfelelő driver telepítése után tökéletesen fut, megtörtént a szenzorok értékeinek vizsgálata, a vizsgált értékek pedig egy LCD kijelzőn kerültek megjelenítésre. A tesztprogram analóg lábón figyeli 0-1023-ig az ellenállás értékeket, majd ebből az adathalmazból kell kiválasztani azt az értéket, amelyhez a későbbiek során viszonyíthatunk. Ha például szenzor a vonal felett van, akkor az ADC értéke 770-780 körül van. Ha a padló felett, akkor pedig 910-920 körül. Ezért határértéknek egy 820-as érték lett beállítva. Ha a szenzor által érzékelt jel kisebb a beállított határértéknél, akkor a kiértékelő arra az eredményre jut, hogy a szenzor a vonal felett van. Ha a szenzor értéke nagyobb, mint a határérték, akkor az a padló feletti állapotot jelenti. A vonalérzékelő tesztelését a 12. ábra mutatja.

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The main window displays the following code:

```

1 int BallDR = 4; // Bal szenzor A4-re kotve
2 int JobbLDR = 5; // Jobb szenzor A4-re kotve
3 int balFenyero; // Bal szenzor ADC erteket tarolo változo
4 int jobbFenyero; // Jobb szenzor ADC erteket tarolo változo
5
6 void setup()
7 {
8   Serial.begin(9600); // 9600 baud-sebességu soros kommunikacio
9 }
10
11 void loop()
12 {
13   balFenyero = analogRead(BallDR); // Bal szenzor ertekének beolvasása
14   jobbFenyero = analogRead(JobbLDR); // Jobb szenzor ertekének beolvasása
15   Serial.print("Bal: ");
16   Serial.print(balFenyero, DEC); //
17   Serial.print(", Jobb: ");
18   Serial.println(jobbFenyero, DEC); // a mért értékek kiirratása
19   delay(1000); // Várakozás 0.5 másodpercig (500 ms)
20 }

```

The Serial Monitor window shows the following output:

```

Bal: 931, Jobb: 831
Bal: 931, Jobb: 847
Bal: 931, Jobb: 880
Bal: 931, Jobb: 847
Bal: 931, Jobb: 838
Bal: 931, Jobb: 878
Bal: 931, Jobb: 857
Bal: 931, Jobb: 833
Bal: 931, Jobb: 874
Bal: 931, Jobb: 866
Bal: 931, Jobb: 833
Bal: 931, Jobb: 866
Bal: 931, Jobb: 870
Bal: 930, Jobb: 835
Bal: 931, Jobb: 838

```

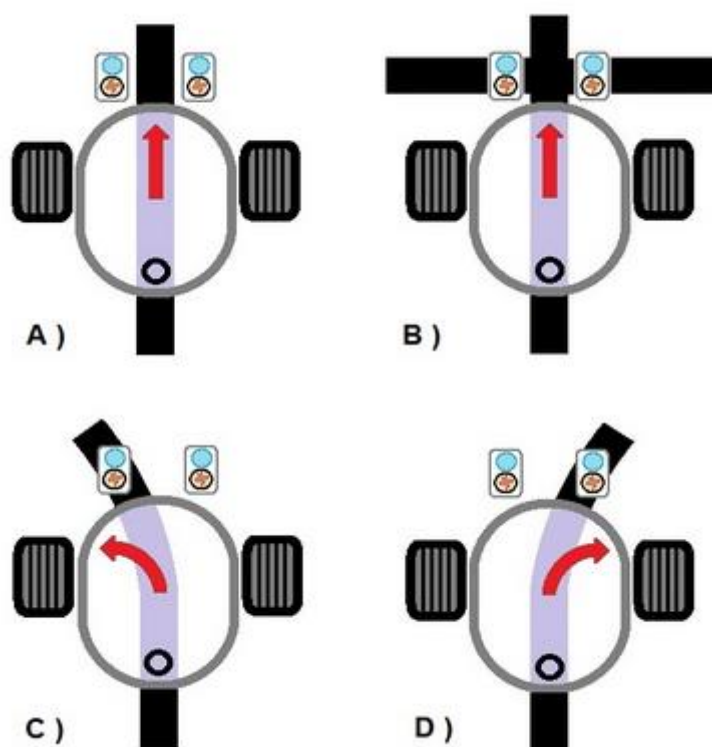
At the bottom of the IDE, a status bar indicates: "Global variables use 206 bytes (10%) of dynamic memory, leaving 1 842 bytes for local variables. Maximum is 2 048 bytes."

12. ábra: Szenzorok kalibrálása, tesztelése

12.2. Vonalkövető algoritmus

Miután értelmezhetővé váltak a vonalérzékelő szenzor adatai, és a robotunk képes az egyenes haladásra, a vonalkövető algoritmus és a robotvezérlő program elkészítésére kerül sor.

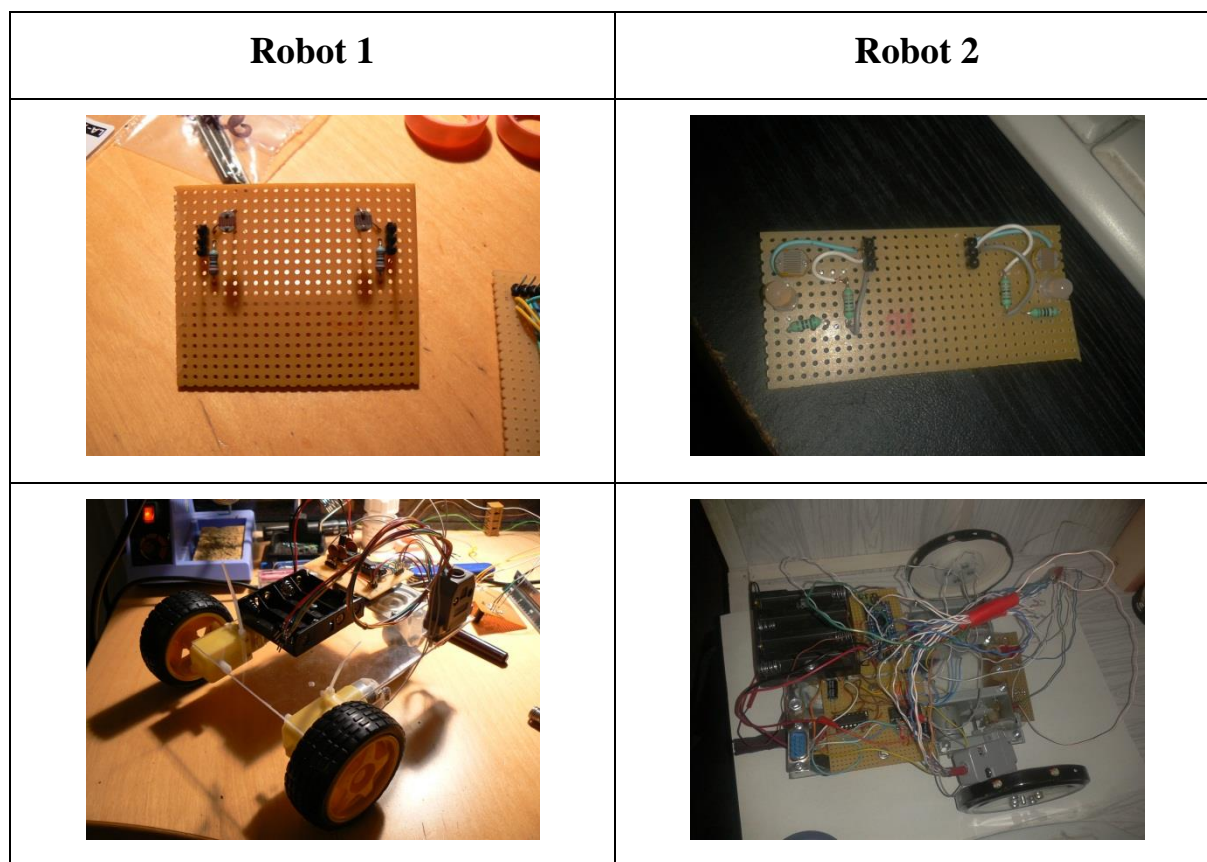
Bekapcsolás után az ADC-vel beolvasásra kerül először a jobb, majd a bal oldali LDR érzékelővel mért fényerősség. A mikro vezérlő a vonal pozíciójától függően úgy irányítja a robotot (úgy változtatja a robotot meghajtó DC motorok sebességét és forgásirányát), hogy a vonal mindig a két szenzor között maradjon. A fejlesztett robotok működését a 13. ábra szemlélteti, ha a bal oldali szenzor a vonal felett helyezkedik el (a bal oldali szenzor által mért fényerősség a beállított határértéknél kisebb), akkor a robot balra fordul (C). Ha a jobb oldali szenzor a vonal felett helyezkedik el (a jobb oldali szenzor által mért fényerősség a beállított határértéknél kisebb), akkor a robot jobbra fordul (D). Ha mindkét detektor jele a megadott határértéknél nagyobb (a vonal a két érzékelő között van), vagy ha mindkét detektor jele a megadott határértéknél kisebb (a robot kereszteződéshez ért), akkor a robot előre megy (A és B). A határérték változtatásával lehetőségünk van a robotot a környezeti fényviszonyokhoz hangolni. A következő ADC mérés előtt a mikro vezérlő várakozik 50 ms-ig. Ez az esetlegesen fellépő oszcillációk csökkentésére szolgál.



13. ábra: Navigálás a vonal mentén

Forrás: <http://hobbyrobot.hu/>

12.3. A megépített és szoftveresen felprogramozott robotok



14. ábra: A fejlesztett Robot 1 és Robot 2

13. Teszteredmények

A robotokat többször is teszteltük kisebb/nagyobb útvonalakon. A tesztelés során vettük észre, hogy a két motor nem azonos sebességgel mozog, evégett letért a kijelölt útvonalról, ezt a kerekeken két encoder tárcsával orvosoltuk, továbbá, ekkor merült fel, hogy a két szenzor bár elegendő azonban még is kevés, és túl távol vannak egymástól ezáltal a hirtelen kifordítás végett a robot szintén letért a kijelölt útról, ami ugye bár nem kívánatos. Ezt a problémát több szenzor felhelyezésével került kivédésre. Mind két robot esetén 50 mérés került elvégzésre, egy időben külön pályán, amelyek eredményeit a táblázat foglalja össze.

3. táblázat: Az 50 db mérés átlagának teszteredményei

	Robot 1		Robot 2	
	Pontosság	Hiba	Pontosság	Hiba
Útvonal 1	81%	19%	78%	22%
Útvonal 2	76%	24%	83%	17%

14. Összegzés

A teszteredmények alapján megállapítható, hogy a projekt elérte a célját, a kialakított robotok ha nem is tökéletesek, de a feladat szempontjából a projekt sikeresnek mondható. A hallgatók közös munkája, a csapatban való munkavégzés tapasztalatai segítik őket a későbbi feladataik megoldása során is. A projekt során olyan eszközök kerültek felhasználásra, melyek olcsón beszerezhetők, így a bemutatott megoldásban szereplő ötletek mások számára is, akár hasonló projektmunka során felhasználhatók.

Irodalomjegyzék

Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting started with Arduino: the open source electronics prototyping platform*. Maker Media, Inc.

Chu, H. C., & Hwang, G. J. (2010). Development of a project-based cooperative learning environment for computer programming courses. *International Journal of Innovation and Learning*, 8(3), 256-266.

Gutkind, L. (2006). *Almost human: Making robots think*. WW Norton & Company.

Katona, J. et al (2016). Speed control of Festo Robotino mobile robot using NeuroSky MindWave EEG headset based brain-computer interface. In *2016 7th IEEE international conference on cognitive infocommunications (CogInfoCom)* (pp. 000251-000256). IEEE.

Katona, J. et al (2017). Hand controlled mobile robot applied in virtual environment. *World Academy of Science Engineering and Technology*, 11, 1430-1435.

Katona, J., & Kovari, A. (2016). A Brain-Computer Interface Project Applied in Computer Engineering. *IEEE Transactions on Education*, 59(4), 319-326.

Moursund, D. G. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: International society for technology in education.

Moubarak, P. M., & Ben-Tzvi, P. (2011). Adaptive manipulation of a hybrid mechanism mobile robot. In *2011 IEEE International Symposium on Robotic and Sensors Environments (ROSE)*, 113-118.

Moubarak, P., & Ben-Tzvi, P. (2012). Modular and reconfigurable mobile robotics. *Robotics and autonomous systems*, 60(12), 1648-1663.

Kovari, A. (2009). Hybrid Current Control Algorithm for Voltage Source Inverters. In *2009 First IEEE Eastern European Conference on the Engineering of Computer Based Systems*, pp. 65-70.

Kovari, A. (2015). Effect of leakage in electrohydraulic servo systems based on complex nonlinear mathematical model and experimental results. *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(3), 129-146.

Orvis, K. L. (Ed.). (2008). *Computer-Supported Collaborative Learning: Best Practices and Principles for Instructors: Best Practices and Principles for Instructors*. IGI Global.