

Többfunkciós oktatási és kutatási célú minirobot fejlesztése

Development of a multi-functional mini-robot using for education and research

BARTÓK Roland¹, KAPITÁNY Pálma²

¹Automatizálási és Infokommunikációs Intézet,
Miskolci Egyetem,
3515 Miskolc, Egyetemváros
roland.bartok@uni-miskolc.hu

² Robert Bosch Mechatronikai Intézeti Tanszék,
Miskolci Egyetem,
3515 Miskolc, Egyetemváros
palma.kapitany@uni-miskolc.hu

Abstract

As technology advances, electronic components and robot building kits are becoming more widely available. Programming a robot that has been built is a much more motivating and enjoyable learning experience as it allows for the solving of real problems. However, in a classroom setting, the complete construction and subsequent programming would be too time-consuming. Therefore, the use of semi-assembled structures is more appropriate. The minirobot is constructed simply, with 3D printing allowing for easy replication or replacement in case of damage. Its movement is facilitated by two motors equipped with a motion sensor, while an ultrasonic rangefinder, infrared sensors, and switches enable detection of the ambient world. These features make it suitable for tasks such as line-following and maze-solving. The circuit board is designed for easy connection to development boards used in education. The minirobot system can perform a wide range of tasks, making it applicable to industrial problems. This allows for the practical application of theoretical knowledge.

Keywords: robotics, education, improving programming skills, gamify, interactive learning

Kivonat

A technológia fejlődésével egyre szélesebb körben elérhetők elektronikai alkatrészek, robotépítő készletek. A megépített robot programozása, egy valóságos probléma megoldása sokkal nagyobb motivációt és élményt nyújt a tanulni vágyóknak. Viszont órai keretek között a teljes építés és az azt követő programozás túl időigényes lenne órai keretek között így félig összeépített szerkezetek alkalmazása célra vezetőbb. A minirobot felépítése egyszerű, 3D nyomtatással készült, hogy szükség esetén egyszerűen sokszorozható legyen, illetve sérülés esetén pótolható. A mozgását kettő újjeladóval ellátott motor biztosítja, a külvilág érzékelését ultrahangos távolságmérő, infravörös érzékelők és kapcsolók biztosítják. Ezek segítségével vonalkövetési, labirintus megoldó feladatok is megvalósíthatók rajta. Az áramköri lapja úgy került megtervezésre, hogy az oktatásban használt fejlesztőkártyák egyszerűen csatlakoztathatók legyenek hozzá. Ezáltal a minirobot rendszeren változatos feladatok valósíthatók meg, amelyekkel a megszerzett elméleti alapok később ipari problémák megoldásánál is hasznosak lehetnek.

Kulcsszavak: robotika, oktatás, programozói képesség fejlesztése, játékos tanulás, interaktív tanulás

1. BEVEZETÉS

Az oktatásban is megjelent az új irányzat, amely a diákok figyelmét jobban lekötni próbáló játékos megközelítést alkalmazza. Az utóbbi évtizedben a nem oktatási intézmények is alkalmazzák a játékos feladatok létrehozását például hűségprogramjaikban, pontgyűjtő játékokban. A jelenséget idegen szóval gamification-nek nevezik, amelyet magyarul próbálnak tükörfordítással játékosításnak vagy játék alapú oktatásnak nevezni.

Az irányzat a finn oktatási modellt követi. A játékos oktatásban részt vevő diákok és tanáraik egymással folyamatos kölcsönös kapcsolatban állnak. A játékok lényege, hogy a hallgatóknak tenniük kell valamit egy

cél elérése érdekében, alkalmazkodni az adott környezethez, reagálni a változásokra. A tanár kisebb célokat tűz ki, amivel egy nagyobb végső célt tudnak elérni a diákok egyéni vagy csapatban végzett munkával. Fontos a gyakori visszajelzés az előrehaladásról és az elért eredményekről. A többnyire pozitív pontozás motivációt ad a diákoknak. A kisebb feladatok és folyamatos értékelés lehetőséget ad taktikára és az esetleges hibák javítására. Ez az a környezet, amelyre a játékosoknak reagálni kell, a hallgatók alkalmazkodnak és próbálják úgy alakítani a feladatok megoldását, elosztását, hogy a lehető legjobb összesített eredményt éri el. Egy-egy részfeladat esetleges rosszabb teljesítése nem azt vonja maga után, hogy a akár az egész félévi eredmény rossz lesz, hanem ezzel az eredménnyel is közelebb került a végső cél megvalósítása. A javítási lehetőséggel pedig az újabb megszerzett tudás, tapasztalat felhasználásával a félév végére jobb eredményt érhet el a hallgató. A nagyobb tervek megvalósítása során használható tudásra lehet szert tenni, ahogy akár egy játékban is szinte észrevétlenül megtörténik. Bővebben lásd: [1], [2], [3], [4] és [5].

A cikkben ehhez a szemlélethez illeszkedő a beágyazott rendszerek és a robotika tanítását támogató eszközről lesz szó, amely könnyen kezelhető és a beágyazott rendszerek témakör szükséges alaptudásának átadását könnyebbé.

2. A ROBOT TERVEZÉSÉNEK CÉLJA

A Miskolci Egyetem Automatizálási és Infokommunikációs Intézete által beágyazott rendszerek témakörben oktatott tárgyak gyakorlatain az ST Microelectronics mikrovezérlőit és az AMD (korábbi Xilinx) FPGA (Field Programmable Gate Array) és SoC (System on Chip) megoldásaival találkoznak a hallgatók. A fejlesztőkártyák többnyire gombokat és fényforrásokat (többszínű LED – Light Emitting Diode) és kijelzőket tartalmaznak. Néhány fejlesztőkártya további bemeneti eszközként hőmérőt tartalmaz vagy gyorsulásmérőt. A gyakorlatok feladatai viszont ezeken jóval túlmutatnak. Szükséges további eszközöket a kártyákhoz csatlakoztatni. Azonban ez többlet időt igényel az óra folyamán, amely rövidíthető valamilyen moduláris eszköz használatával, amely meghagyja az építés, alkotás élményét is.

Az Intézetben folyó robotikai kutatások miatt esett a választás egy oktatási robot létrehozására, amely olyan érzékelő és beavatkozó alkatrészeket tartalmaz, ami illeszkedik a gyakorlati órák ismeretanyagához. A meglévők helyett azért jobb egy saját eszköz tervezése és megvalósítása, mert 3D nyomtatással könnyen pótolhatók az elhasználadott részek és ugyan így egyszerűen bővíthető is a robot képessége új mechanikai elemekkel és elektronikai eszközökkel.

3. TERVEZÉSI SZEMPONTOK

A robot elsősorban az alapképzés és a mesterképzés beágyazott rendszerek órák gyakorlatain vesz részt. A robotból 6 példány készül, amelyből 5 vesz részt az oktatásban, a hatodik fejlesztési, kutatási és bemutató feladatokban kerül alkalmazásra. Ezt figyelembe véve, illetve a darabszám későbbi növelésével nagyobb létszámú csoportok is elláthatók eszközzel. Jelenleg az átlagos 10-15 fős létszámhoz elegendő, csapatmunka is kialakítható 2-3 fős csoportokkal. A példányszám és a jövőbeli karbantartás, bővítés indokolja, hogy a robot olyan fizikai felépítésű legyen, amely könnyen sokszorosítható, az alkatrészek pótolhatók.

A robot fizikai méretét legfőképpen az alkalmazni kívánt fejlesztőkártyák határozzák meg. A legnagyobb méretű használt fejlesztőkártya a Pynq, amely 87 mm x 140 mm, egyben meghatározza a robot legkisebb méretét.

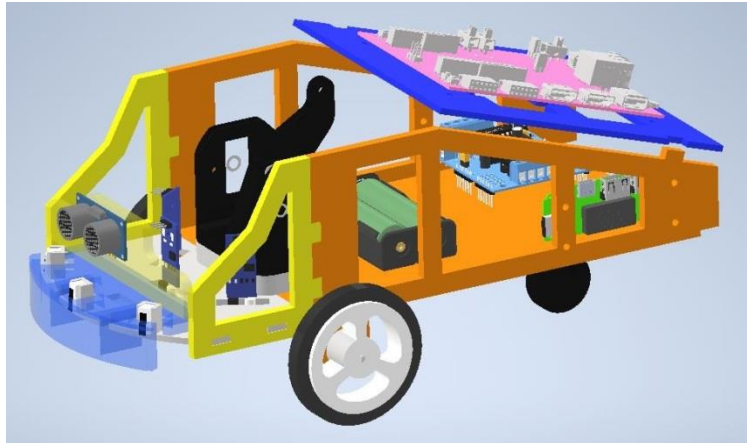
A szerelhetőség nem csak a karbantartás miatt fontos, hanem az órai összeállítás miatt is, amikor a hallgatók főbb alkatrészeire bontott robotot összeállítják. Az összeállítás közben láthatják az alkalmazott eszközöket, azoknak a felépítését, a felhasználás célját. Mivel több fejlesztőkártya is használt az oktatás során, amelyeket gyakran is szükséges lehet cserélni, a roboton úgy kell megoldani, hogy a csere könnyen kivitelezhető legyen. A könnyű cserélhetőség igénye fennáll a roboton elhelyezett érzékelőkre is.

A robot feladatai közé tartozik a vonalkövetés és akadályelkerülés. A szabályzás mintafeladatát a motorok sebességszabályzása adja, amelyhez újtjeladós motorok használata szükséges. A vonalkövetés lefelé néző optikai érzékelőkkel, míg az akadályelkerülést kapcsolókkal és ultrahangos érzékelőkkel valósítja meg. A robot képes apróbb tárgyakat elmozdítani egy robotkarral.

A robotnak saját áramforrással kell rendelkeznie, hogy szabad mozgást végezhesen a pályákon.

4. A ROBOT FELÉPÍTÉSE, FELHASZNÁLT ALKATRÉSZEK

A robotnak két hajtott kereke és egy támasztó kereke van. Kormányzását a kerekek sebességének változtatásával és a forgásirány megváltoztatásával éri el. Az alváz hátsó részén egy támasztó golyó található. A kerekek és a motorok az alváz első részénél kaptak helyet. Fontos szempont, hogy a robot súlypontja az első kerekek környékére essen a megfelelő tapadás és a támasztó golyó könnyebb mozgása érdekében. Az első hajtott kerekeinek átmérője 50 mm. A hajtást két darab N20E-06-500 áttételes, útjeladóval ellátott motor biztosítja. Az útjeladóknak köszönhetően a motorok forgási sebessége pontosan szabályozható és a robot által megtett út is nyomon követhető. (Lásd: 1. ábra)



1. ábra A robot 3D modellje Pynq vezérlőkártyával

A robot alvázán helyezkedik el a kerekek vonalához közel a Li-ion 18650-es akkumulátor, kettő darab párhuzamos kapcsolásban. Az áramkörök tápellátását egy M961-U hordozható akkumulátor-vezérlő biztosítja. Előnye, hogy használható töltésvezérlőként, kijelzi az akkumulátorok állapotát és rövidzár elleni védelmet biztosít.

A robot alvázán kapott helyet a motorvezérlő áramkör, amelynek típusa L293-MS. Összesen 4 DC motort vagy 2 léptetőmotort és 2 szervó motort tud kezelni.

A robot alvázán található eszközök állandó alkatrészei a robotnak. A vezérlőkártyák a robot hátra pattintható cserélhető panelen helyezhetők el. A vezérlőkártyák furatainak megfelelő helyeken csavarok segítik a rögzítést. A tápellátást és a vezérlést az alvázon található eszközökhöz szalagkábelek biztosítják.

A robot elejére csatlakoztatható egy első rész, amely tartalmazza a vonal érzékelőket (HW-201A), az ultrahangos távolságmérőt (HCSR-04) és az ütközést érzékelő nyelves mikrokapcsolókat.

A robot elejére csatlakoztatható az EEZYbotARM [9] 3D nyomtatható egyszerű robotkar. A robotkart három darab szervó motor mozgatja előre-hátra és fel-le, illetve a megfogóját. Egyszerű pakolási feladatok megvalósíthatók a segítségével.

A robot vezérlését több különböző kártya végezheti, amelyeknek megfelelő rögzítési helyek lettek kialakítva a hátsó tartó részen:

- STM32 Nucleo: ARM mikrovezérlővel ellátott Arduino Uno kompatibilis fejlesztőkártya (középképzés számára ATmega Uno is használható), a C programozási feladatok gyakorlására [7].
- Nexys 4 DDR: AMD-Xilinx FPGA fejlesztőkártya, amellyel a Verilog nyelv gyakorlását segíti a robot [8].
- Pynq: AMD-Xilinx Zynq 7020 SoC (System on Chip – Rendszer a chip-en) fejlesztőkártya egy FPGA-val kiegészített kétmagos ARM Cortex-A9 alkalmazás processzor [6]. Összetett feladatok ellátására alkalmas, Linux operációs rendszeren futtatható a ROS (Robot Operating System), amellyel feltérképezés, navigáció is megvalósítható a robottal [10].

A fentiekén túl további eszközökkel is kiegészíthető a robot, hogy változatos feladatok legyenek megvalósíthatók elkerülve az unalmassá válását az óráknak, illetve a teljes korábbi kódok változtatás nélküli újra beadását.

5. MINTAFELADATOK

A gyakorlatok során, mivel a hallgatók többnyire először találkoznak beágyazott rendszerekkel a hardver megismerése az első feladat. A további lépésekben a kommunikáció, jelfeldolgozás, szabályozás technika és állapotgépek megvalósítása következik.

Egy vonalkövető feladat köré az alábbi módon építhető fel egyre bonyolultabb feladatokkal a teljes félév. Az egyes szakaszok három kisebb feladattól állnak, amelyből legalább egy teljesítése szükséges, a többiért többletpont jár. A későbbi feladatokhoz szükséges lehet egy korábbi részfeladat megoldása is. Minden feladatnál a robot próbakört megy a pályán, amellyel látható mennyire jól sikerült megoldani a feladatot.

A szakaszok a következők:

- Portok kezelése, időzítő: A motorok vezérléséhez motoronként kettő darab port és egy időzítő egy csatornáját kell helyesen beállítani. A vonalak érzékeléséhez három bemenetre van szükség. További feladat:
 - o az útjeladók kezelése időzítővel,
 - o ultrahangos távolságmérő által visszaadott jel impulzus-szélességének mérése időzítővel.
- Analóg bemenet: A korábbi feladatban használt digitális kimeneti jelet szolgáltató érzékelő cseréje analóg jelet szolgáltató érzékelőre. A vonal színének érzékelési szintjét szoftveresen kell beállítani. További feladat:
 - o a statikus infravörös fény szűrése 38 kHz-es modulált jellel,
 - o jel feldolgozása jelszint érzékelésére. (Digitális szűrő generált paraméterekkel).
- Pontos sebesség: PID szabályzó készítése, amelynek a bemenete a motorok útjeladója. Ehhez szükséges a korábbi útjeladó feladat elkészítése. További feladat:
 - o differenciál hajtás számítás megvalósítása,
 - o megtett út mérése.
- Továbbfejlesztett vonalkövetés: állapotgéppel megvalósított visszatérés vonalelhagyás esetén. További feladat:
 - o vonal elhagyás esetén a vonal keresése,
 - o akadály kerülése, amelyet az ultrahangos távolságmérővel érzékel a robot.

A feladatokat létszámtól függően egyénileg vagy 2-3 fős csapatokban készítik el a hallgatók.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben bemutatásra került robot prototípusa már sikeresen segítette a beágyazott rendszerek témakör gyakorlatait. Ezért került áttervezésre az addig építőközből álló eszköz, amelynek a váza 3D nyomtatással előállítható és az elektromos részei modulárisan összeállíthatók. Az áttervezés célja az mechanikai részek könnyebb és olcsóbb a pótlása illetve a robot egyszerűbb, gyorsabb összeállítása volt mind mechanikai mind elektronikai szempontból. A robot olyan elektronikai modulokból épül fel, amelyek megbízhatóságuk és kedvező áruk miatt népszerűek a hobbicélú robotok építői között. A vezérlést végző fejlesztőkártyák gazdag periféria kiegészítéssel rendelkeznek így változatos feladatok valósíthatók meg a roboton.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Rab Árpád: A digitális kultúra hatása az emberi viselkedésre a gamifikáció példáján keresztül, 2016, DOI:10.14267/phd.2016029, <https://phd.lib.uni-corvinus.hu/916/> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [2] Jimmy Daly: Where does gamification fit higher education? <https://edtechmagazine.com/higher/article/2012/11/where-does-gamification-fit-higher-education-infographic> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [3] Fromann Richárd – Játékoslét - A gamifikáció világa, Typotex, Budapest, 2017 https://www.typotex.hu/book/9071/fromann_richard_jatekoslet (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [4] Fromann Richárd, Damsa Andrei - A gamifikáció (játékosítás) motivációs eszköztára az oktatásban, <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-pedagogiai-szemle/a-gamifikacio-jatekositas-motivacios-eszkoztara-az-oktatásban#main-content> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [5] Digitális Nemzedék Konferencia 2015, (HU ISSN 2061-179X) <https://www.eltereader.hu/kiadvanyok/digitalis-nemzedek-konferencia-2015/> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [6] PYNQ SoC, www.pynq.io (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [7] STM32 Nucleo, <https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32-nucleo-boards.html> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [8] Nexys4 DDR, <https://digilent.com/reference/programmable-logic/nexys-4-ddr/start> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [9] EEZYbotARM, <http://www.eezyrobots.it/> (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)
- [10] Robot Operating System, www.ros.org (Utolsó letöltés: 2024. 02. 15.)