

SIMON BÉLÁNÉ

Csatlakozásunk az intelligens autonóm mozgó robotok világméretű kutatási, oktatási projektjéhez

Bevezetés

A RoboCup rövidítése a Robot Soccer World Cup elnevezésű projektnek, amelyet 1997-ben indított el M. Asada és H. Kitano két japán kutató azzal a céllal, hogy minden évben legyen lehetőség összemérni a mesterséges intelligencia és robottan terén a világban folyó kutatásokat és ezáltal ösztönözni további újdonságok születését[1]. Kezdetben csak kerekeken guruló, kis és közepes méretű autonóm robotok futballmérkőzéseit foglalta magába a világbajnokság. Ma már sokkal szélesebb területét öleli fel a robotfejlesztéseket alátámasztó kutatásoknak és technológiáknak. A projektet 2000-ben az ezredforduló alkalmából egy hosszú távú célkitűzéssel újították meg. A 2050-ig szóló projekt célkitűzése, hogy tizenegy humanoid futballistából álló válogatott csapat szabad téri mérkőzésen az akkori FIFA bajnoksáppal megmérkőzik. Az utóbbi három évben mi is megtapasztalhattuk a világméretű projekt megvalósulásának ütemét. A díjazott országok statisztikáin keresztül megjósolható, hogy mely országok lesznek azok, amelyek a cyber világválogatott csapatot összeállíthatják. A következő fejezetben összefoglaljuk a projekt hatását főiskolai kutató és oktató munkánkra.

1. A RoboCup Szövetség és Világkupa tizenhárom éve dióhéjban

A futballt, mint a robotfejlesztések tesztelési terepét már 1993-ban megfogalmazta egy kanadai professzor Alan Mackworth. Amerikai és japán egyetemi kutatások egymástól függetlenül kerekeken guruló kisméretű robotokat „tanították” golflabdát gurítani megadott célpontba. 1995-ben egy konferencia előadásban ismertették a Robot Soccer World Championship és RoboCup Federation tervezetét Minoru Asada osakai egyetem professzora és Hiroaki Kitano a Sony kutató fejlesztő mérnöke.

1.1 Történet nélkülünk

❖ Az első nemzetközi versenyt 1997-ben Japán és Korea közösen szervezték Nagoyában. volt az egyszerű logója.

Háromféle futball mérkőzést hirdettek meg:

- **Simulator Liga**, (33 csapat: U.S.= 8, Europe=8, Australia=2, Japan=15)
- **Small Size Robot Liga** (4 csapat: USA, France, Spain, Japan)
- **Middle Size Robot Liga** (5 csapat: Japan=2, Australia=1, USA=2)

The First Robot World Cup Soccer Games and Conferences

A győztesek:

Szimuláció: Németország , Small size: USA, Middle size: Japán

„Tudományos teljesítményért” külön díjban részesült egy amerikai csapat, genetikus programozás alkalmazásáért,

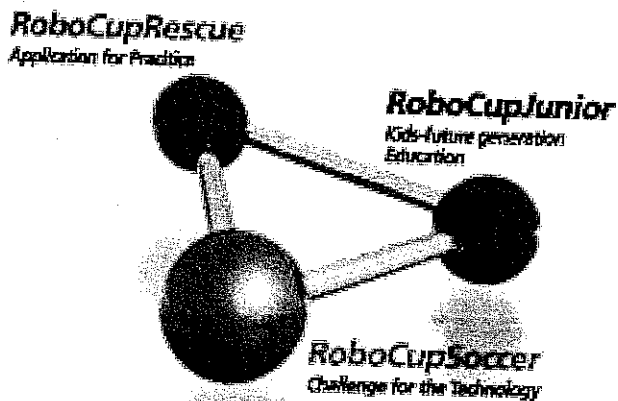
„Műszaki teljesítményért” különdíjat japán csapat kapott a robotokban használt új meghajtó mechanizmusért.

❖ A második rendezvény Párizsban volt 1998-ban.

❖ A harmadik Svédországban, ahol új ligát indítottak *Legged Robot League* néven.

❖ A RoboCup-2000 Ausztráliában zajlott. Újdonság volt a Junior kategória, a Humanoid kiállítás, és a Rescue demonstráció.

❖ RoboCup-2001 Seattle-ben (USA), ahol bemutatkozott a Rescue Liga, mint a robot technológia társadalmilag hasznos gyakorlati alkalmazása.



Ezzel kiépült a RoboCup hármastartópillére, amelyet egy Molekula szerkezettel szimbolizáltak.

❖ RoboCup-2002, Fukuoka Japán, Első humanoid liga.

❖ RoboCup 2003, Padova, Itália.

❖ RoboCup 2004, Lisszabon, Portugália.

❖ RoboCup 2005, Osaka, Japán.

1.2 Történet velünk

- ❖ RoboCup 2006, Bréma, Németország. A 10. verseny és szimpózium magyar látogatóval!!!
Ezen a bajnokságon szereztük meg az első tapasztalatokat és tettünk ígéretet Minoru Asada, akkori szövetségi elnöknek, hogy bekapcsoljuk Magyarországot is ebbe a projektbe. A látottak és tanultak alapján készítettünk egy DVD filmet NKTH támogatással. [3].
- ❖ RoboCup 2007, Atlanta, USA. Először hirdetik meg a RoboCup@Home ligát. Ezzel újabb alkalmazási területre ösztönözi a szövetség a kutatókat. Magyar vonatkozás: Három nyíregyházi ifi csapat benevez a RoboCupJunior osztályba. Hungary felkerül a díjazottak listájára. (Lásd: grafikon).
- ❖ RoboCup 2008, Suzhou Kína. Magyar részvétel az ifjúsági tánc ligában. A RoboCupJunior osztályban a futballban új típusú pályán demonstrálják a következő nehézségi fokozatot, azaz zöld színű lesz és oldalfal nélküli. A felnőtt korosztályban a megújulást a kétlábú standard robotok futballja és a Mixed Realty liga indítása jelentette. Az utóbbiban a csapatoknak valódi mikro robotokkal kell rendelkezni (5db), és lejátszani egy futballmeccset a valóságban is és virtuálisan is. Egy 42 inch-es pályakijelzőn megjelenő virtuális objektumok interaktív kapcsolatban vannak a valódi mikro robotokkal.

2. A RoboCup 2050-es célkitűzése nem öncélú

Született egy elemző tanulmány 2002-ben öt kutató tollából [2], amely elemzi a RoboCup aktuális ligáinak kifutási pályáját. Például a futballban a small liga és a medium liga egybeolvadását jósolják 2010-re. Fontos megállapításokat tesznek a szükséges kutatási irányokra vonatkozóan ahhoz, hogy a 2050-re kitűzött hosszútávú célt elérjék. Nevezetesen, hogy akkor egy 11 fős válogatott humanoid robot futballcsapat megveri az akkori FIFA bajnokcsapatot szabályszerű mérkőzésen. E távlati cél elérése érdekében szükség van igen sok tudományág kutatási eredményére és technikai fejlesztésekre. Az ebben az irányban történő előrehaladás nemcsak a jövő iparágát, a robotgyártást, alapozza meg, hanem egyéb ipari technológiák megújítására is hat. Azonkívül számos tudományterület előrehaladását serkentheti a robottanban és a mesterséges intelligenciában elért eredmény. Például rovar-társadalmak viselkedését már ma is tanulmányozzák beépített robotrovarokkal. A mikrorobotok orvosi felhasználásáról nem is beszélve. Az agykutatás egyaránt fontos a robottan és az embertan számára. A tanulmány által kijelölt kutatási témák:

- Robotváz megtervezése, amelybe beletartozik a „bőr” és „csontváz” anyaga, az energiaellátó rendszer, az aktualizáló rendszerek és a műszaki terv.
- Alapvető vezérlési problémák; mint a nagyteljesítményű mozgás, a robusztus viselkedés, összetett viselkedés, és a nagy szabadságfokú rendszerek emberi irányítása.
- Az érzékelő rendszerek kutatása, mint a látó és halló, valamint egyéb érzékelő rendszerek, mint például az emberi bőr erőérzékelése, szenzor fúzió, szenzor-motor integráció.

- Olyan magas szintű kognitív rendszerek, mint a stratégia, a tanulás, az agy és kognitív tudomány kérdései éppúgy, mint az intelligencia megtestesítése nagy szabadságfokú rendszerekben (DOF).

A RoboCup2050 tanulmány[2] felveti azt a problémát is, hogy egy humanoid robot futballista csapat „megteremtése” meghaladja egyetlen egyetem költségvetését, tehát országok közötti együttműködésre lesz szükség. Ez is egy kihívás a szövetség számára, hogy megszervezze az együttműködés kereteit és biztosítsa a forrást.

2.1 A RoboCup nem csak a futballról szól

A RoboCup Szövetség fontosnak tartja, hogy a kutatások eredménye az emberek számára hasznos eszközökben testesüljön meg.

A kínai RoboCup díjkiosztási táblázatból (1.táblázat) láthatjuk, hogy a RoboCup futball (soccer) kategóriája mellett milyen hangsúlyozott szerepe van a katasztrófa esetén bevethető menekítő (rescue) robotok fejlesztésére irányuló kutatásoknak. Az utóbbi években gyarapodott a társadalmilag hasznos gyakorlati alkalmazások területe.

Az otthoni kisegítő robotok fejlesztését inspirálja például a RoboCup@Home liga, amelyet 2007-ben hirdettek meg először.

A legújabb kategória a Robocup@home az otthoni kisegítő robotokra helyezte a hangsúlyt. Az elvárás ebben a kategóriában a következő:

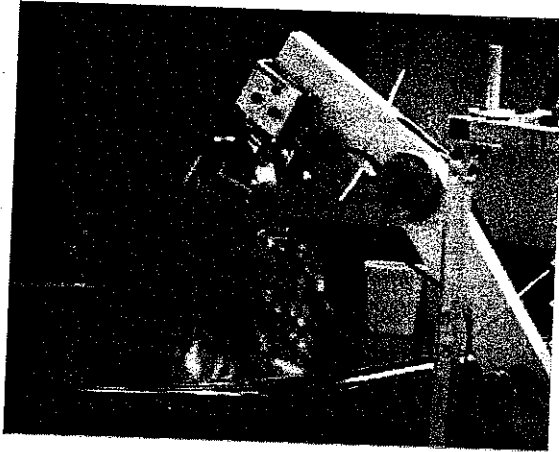
- Tartalmazzon ember-gép közötti oda-vissza kapcsolatot.
- Legyen szociálisan releváns.
- Legyen alkalmazás orientált.
- Könnyen és olcsón lehessen előállítani.
- Egyszerű és magától értetődő legyen a kezelése.
- Megjelenése figyelemfelkeltő legyen.

Challenges in RoboCup2008

Order	Division	League	Awards num
1.	I.Simpozium	Best Student Paper	1
2.	II.RoboCupSoccer	Simulation2D	3
3.		Simulation3D	4
4.		Mixed Reality	6
5.		Small Size robot	6
6.		Middle Size robot	9
7.		Standard Platform 4legged	3
8.		Standard Platform 2legged	3
9.		Nao Simulation Robotstadium	3
10.		Nao Simulation MSRobotics Studio	3
11.		Humanoid Best Award	1
12.		Humanoid Kid-size	6
13.		Humanoid Ten-size	6
14.	III.RoboCupRescue	Rescue Robot	3
15.		Rescue Robot Best in Autonomy	3
16.		Rescue Robot Best in Mobility	3
17.		Rescue Simulation Virtual robot	4
18.		Rescue Simulation Agent Competition	3
19.		Rescue Simulation Infrastruct. Compet.	1
20.	IV. RoboCup@Home	RoboCup@Home	4

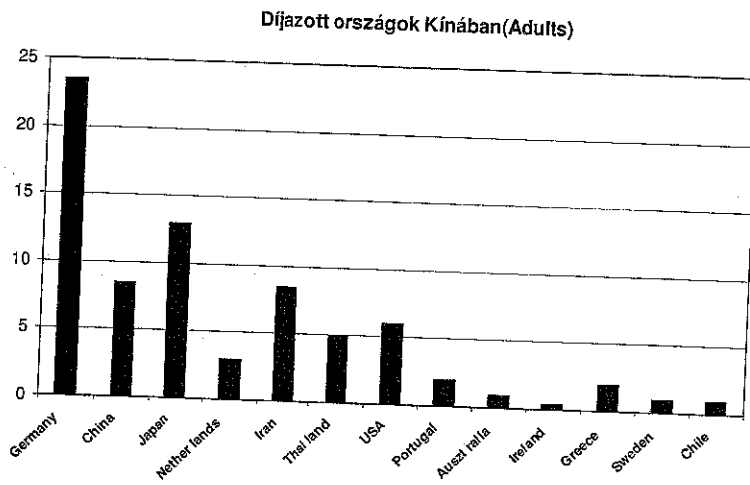
1. táblázat: Ligák a felnőtt osztályban 2008-ban

A próbaterepe a kisegítő robotoknak eleinte egy konyha és egy nappali szoba, később követik a mindennapi életünk egyéb területei: egy kert, egy park, egy bevásárló centrum, egy utca és így tovább.



1.kép: A konyhából behozott poharat teszi le az ebédlőasztalra egy német csapat kisegítő robotja a 2008-as RoboCup-on.

Elemelve a legutóbbi RoboCup-on az országok teljesítményét, jelenleg úgy tűnik, hogy három vezető ország van ebben a projektben: Németország, Japán és Kína, de Irán is ott van negyedikként a legtöbb díjat elnyerő országok között.



1.grafikon: Odaitélt díjak száma felnőtt osztályban

Kína 2000-ben még csak ifi csapattal jelent meg, 2006-ban a felnőtt osztályban a szimulációs futballban kapott 2 díjat, Atlantában 6,5 felnőtt díj birtokosa lett, köztük a small- és a middle-size futballozó robotok ligájában kapott dobogós helyezésekkel. Szlovákia jelenléte 2007-ig egyedüli volt a volt szocialista országokból. Akkor már a hatodik alkalommal vettek részt.

Ország	SP	SS	RP	RS	DP	DS
Anglia						3
Izrael					1	3
Japán	2	1	4	3	1	
Kína	6	4	3	2	4	3
Mexikó				2		
Németország			2	3	3	2
Olaszország		2				
Portugália						1
Spanyol.		2	1			
Szingapúr	1					
Szlovákia					1	
Taiwan		1				
USA					2	
Összesített:	9	10	10	10	12	12

2. táblázat: Junior kategóriában a díjmegoszlások

- SP(Soccer Primary): "Super"csapatban 3x1., 2.díj +egyéniben 1x1.,2.díj, + 1 dbBest Poster díj = 9
 SS(Soccer Secondary): Szupercsapatban 3x(1., 2.)díj +egyéniben 1x(1.,2.)díj, + 1 xBest poster díj+Tajvan és Kína közös egyéni 1=10
 RP(Rescue Primary): Multiteam-ben 2x1.2.3díj+egyéni(individ.team)1x1.2.3.díj+ Best Poster = 10
 RS(Rescue Secondary): Multiteam-ben 2x1.2.3díj+egyéni(individ.team)1x1.2.3.díj+ Best Poster = 10
 DP(Dance Primary):SuperTeam-ben 3x1.2.3.díj+Indiv.Team 1x1.2.3.díj = 12
 DS(Dance Secondary):SuperTeam-ben 3x1.2.3.díj+Indiv.Team 1x1.2.3.díj= 12

3.Miért jó, hogy csatlakoztunk a Robocup-hoz?

3.1 Inspirál a kihívás

Mind a fuzzy matematika kutatásunkra, mind az oktatási módszereinkre pozitív hatással van a RoboCup-hoz csatlakozás. A RoboCup-on való részvétel nem enged lazítást, mert évről évre új dolgokkal kell megjelenni, amiről az un. TDP (Team Description Paper) -ben számot kell adni. A junior ligákban résztvevő csapatunk

például első évben a LEGO NXT készletből készített robotját szerkezetileg is átépítette a következő évre, és új érzékelőket építettek be, a programozási nyelvben is előrelépés történt.

Magyarországot a főiskolánk ifi csapatai jegyezték be a RoboCup történetébe a 2007-es Atlantai részvétellel. A futbalozó ligában a Legjobb reprezentációért díjjal a világranglistára vittük hazánk nevét. (Lásd a 2. képen.)

RoboCupJunior

Complete Results : Soccer | Dance | Rescue

• Soccer Challenge

Soccer Challenge Primary		
1:	Nanyang 3	Singapore
	Team Takahama	Japan
	shappaia weapon	Japan
2:	Soccerfreaks	Germany
	Taipei 2	Taiwan
	Nobunaga	Japan
3:	China dragon team	China
	Nanyang1	Singapore
	Mofarocker/F-T-M	Germany
Poster	OND	Hungary

2.kép: Részlet a szövetség eredmény Web oldaláról

Mi voltunk az elsők Magyarországon, akik a 2006-ban megjelent NXT készletből Amerikából rendeltünk. A felkészüléshez is onnan rendeltünk oktató tananyagot.

A kapcsolatok a világ minden tájára kiszélesedtek. Óriási inspiráló hatása van a versenyeken való részvételnek a nyelvtudás fokozásában is.

Látva a többi csapatot, kedvet kaptuk benevezni a táncoló robotok ligájába is. A felnőtt korosztályban való részvételhez is megtettük már az első lépéseket. Kisméretű kerekes focizó robotok versenyébe szeretnénk benevezni főiskolás hallgatókkal.

3.1 Tudásanyag sokszorozódik a RoboCup közösségben

A felhalmozott kutatási eredmények és gyakorlati tapasztalatok felhasználóivá váltunk 2006 óta.

Jól hasznosítható tanulmányt kaptunk a felnőtt osztályba lépésünkhöz a Cornell-i (USA) egyetemi csapattól, amelynek magyarra fordított változata a small ligára készülő csapatok számára kötelező olvasmány.

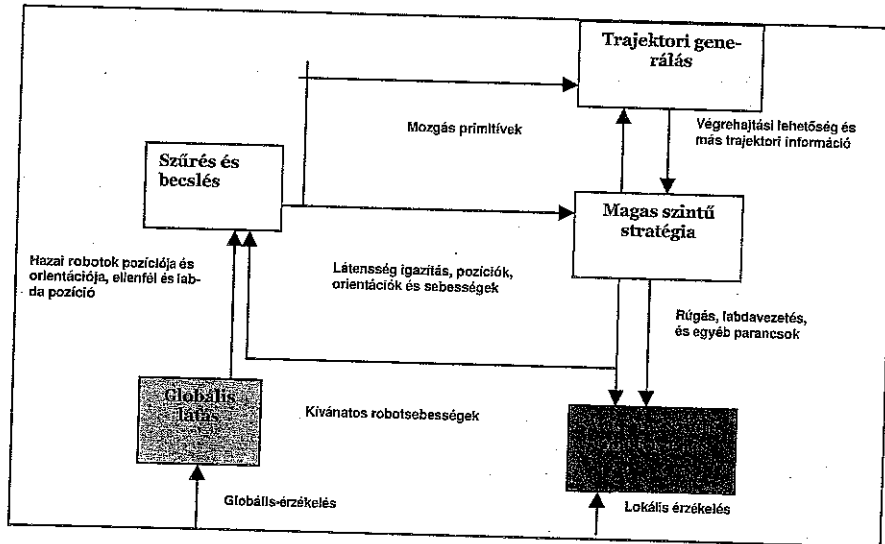
A Cornell-i csapat (USA) vezette be 2000-ben a minden irányú mozgásmeghajtást, amit azóta többen átvettek. Két fő előnye van ennek a szabványos két-kerekű meghajtással szemben:

1. A robotok jobban manőverezhetnek, és
2. A trajektori generálás problémája lényegesen egyszerűbbé válik.

Részletek a [4] magyarra fordításából :

„A small ligában a fő kihívás a rendszeren és az integrációs szinten van.

Amellett, hogy a mérkőzések kitűnő próbaterepek az új eszközök és technológiák számára, valamint a bizonytalan és dinamikus környezetű autonóm rendszerek vezérlése számára, oktatási szempontból is egy nagyszerű módszer, amellyel rávezethetjük a hallgatókat, hogyan kell komplex rendszereket, rendszerszemlélettel tervezni, építeni, vezérelni és felügyelni.



1. ábra: Feladat szerinti architektúrája a rendszernek

Az alrendszer szerkezete döntő fontosságú egy csapat sikeréhez. Modulárisnak kell lennie, könnyen adaptálhatónak és lehetővé kell tennie sok ember számára, hogy egymástól függetlenül fejleszthessék a rendszert.

Ennek a modularitásnak látszania kell minden szinten: A magas szintű döntéshozástól le egészen a fizikai robotokig.” – eddig az idézet.

3.2 Projekt alapú tanulás, oktatás robotokkal

A projekt alapú tanulási módszer (Project Based Learning) szakít a tanár-centrikus és mesterségesen felépített oktatási formával. Helyette a tanulási folyamatra helyezi a hangsúlyt, ami hosszú távú, interdiszciplináris, hallgató-centrikus, a valódi problémákat és gyakorlatot integráló folyamatot jelent. Ezáltal a hallgatók olyan készségekre tesznek szert, mint probléma megoldás, rendszertervezés, terméktervezési módszerek használata, ésszerű döntéshozás, vitakészség. A tanulókkal való kapcsolatban a tanár az edző, a segítségnyújtó és tanuló-társ szerepét töltheti be.

Roland Seigwert Svájcban 15 éve tart projekt alapú kurzusokat mérnök-hallgatók számára a Robottan tanítása során. Lego robotokkal tanítja a terméktervezést. Háromszáz hallgatót 75 csoportra osztott be.

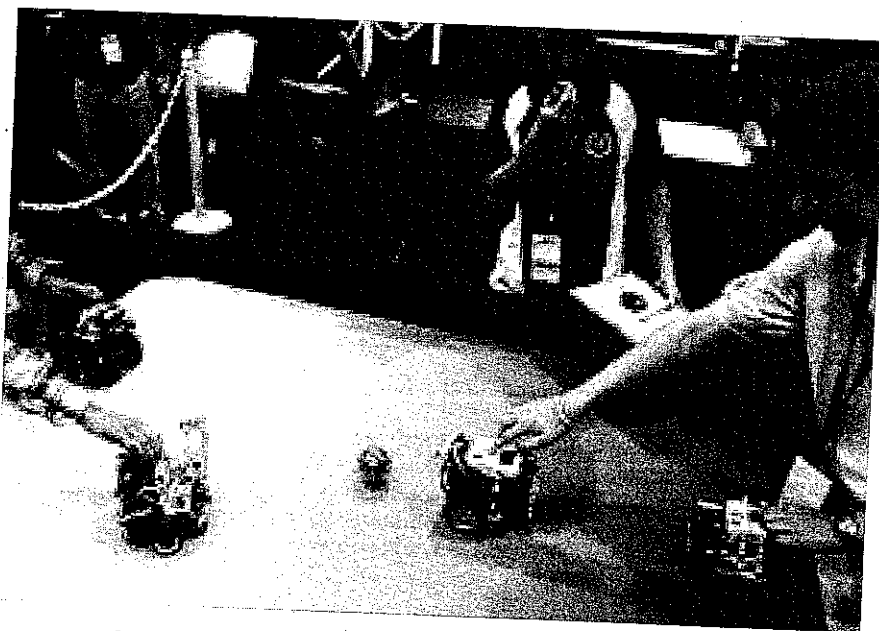
Egy japán Robocup-os csapattól tudtuk meg, hogy ők is ilyen oktatásban vesznek részt és számukra a small ligában benevezhető robot futballcsapat fejlesztése a projekt.

4. Hazai eredmények

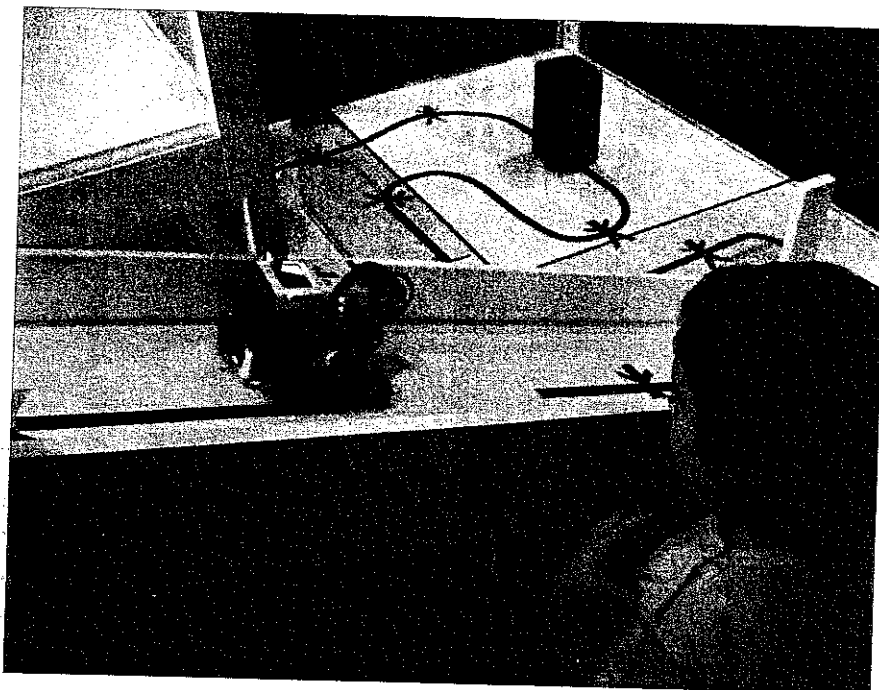
4.1 Tehetséges diákok támogatása

Az RCJ (RoboCupJunior) osztályban a cél elsősorban a tanulás. Tehetséges diákok számára a versenyen való megmérettetés fontos.

Az OND ifi csapatunk világranglistás lett 2007-ben, a 3. képen láthatjuk a meccset. 2008-ban pedig már tánc ligában is bemutatkoztunk. (Dícsérő oklevél Kinában).



3.kép: Jobbra Nagy László az OND csapat kapitánya bírói fittyre vár.



4. kép: TAS csapatunk menekítő robotja verhetetlen volt a rámpán.

2007-ben megszerveztük az országos méretű ifjúsági robot kupát. A Magyar Ifjúsági Robot Kupa szervezést is főiskolánkon működtetjük.[5] A főiskola tehetséggondozó szakköre ma már három csoportot is foglalkoztat: kettőt a főiskolán és egyet az Apáczai Gyakorló iskolában.

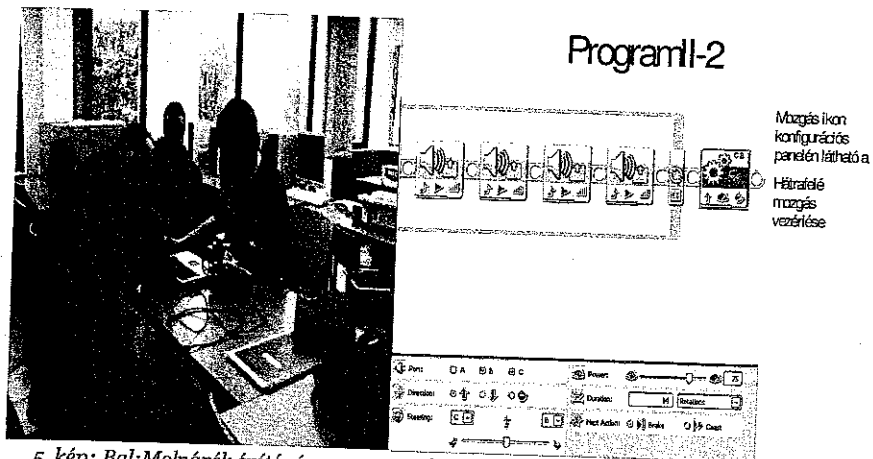
4.2 Innováció a főiskolai oktatásban és kutatásban

A főiskolán mind az oktatásra mind a kutatásra hatással van a RoboCup-pal való kapcsolat.

A főiskolai oktatásban új tantárgy kísérleti bevezetése történt Mesterséges Intelligencia módszerek címmel, ahol bevezettük a PBL módszert.

A módszert leginkább a levelező hallgatók oktatása során tartjuk hasznosnak.

Ők ugyanis helyzetüknél fogva csapatmunkára predesztináltak. Előre meghatároztuk a végterméket: Lego NXT készletből mobil autonóm robot építése és programozása adott feladat elvégzésére. A roboton egy-egy elméleti kérdésért angol nyelvű anyagból lefordítani. Csoportosulásuk önkényes volt- 3-4 fő. Találkozás a tanárral maximum 4 alkalom volt- amikor segítséget kaptak. Fotókkal, videókkal kellett dokumentálni a felkészülés folyamatát és CD-én (esetleg e-mailban) benyújtani értékelésre. A csapat kapitányok dönthettek abban, hogy a tanár által adott osztályzatot, hogyan osztják tovább. Tapasztalatunk szerint a hallgatók tetszéssel fogadták ezt a módszert.



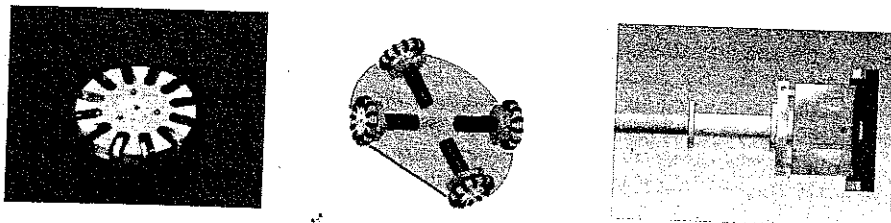
5. kép: Bal: Molnárék építés és programozás közben, Jobb: program prezentáció részlet

Kutatásban a small liga szabálya szerint focizó robot prototípus fejlesztése folyik. A kutatás-fejlesztési projektben főiskolai hallgatók és oktatók egyaránt részt vesznek. A mechanikai az elektronikai és az intelligencia alrendszereket sok-sok csapat leírása alapján tanulmányoztuk.

Fontosabb könyveink [6], [7]. Alapdolgozatok, melyek a döntéseinkben segítettek [4],[8],[9].

Az idén már alkatrészeket is tudunk beszerezni.

A mechanikai alrendszer meghajtó egysége négy mindenirányú (omnidirectional) kerékből áll majd, amelyeket Faulhaber DC motorok hajtanak meg. A kerék kísérleti példányát láthatjuk a 6.sz. képen bal oldalán, a meghajtórendszer tervét a kép jobb oldalán látjuk, amelyhez a motorok a beépített enkóderekkel megérkeztek. A narancs-sárga golflabda és a labdavezető motor is rendelkezésre áll. A kirúgó szerkezethez szükséges alkatrészek és látórendszer kamerájának specifikálása is megtörtént. A látórendszer programterve is készül. A pályán kívüli host gép és a robotok közötti vezeték nélküli kommunikációhoz szükséges alkatrészek vásárlása is folyamatban van.



6. kép: Bal : minden-irányú kerék kísérleti példánya, jobb: hajtómű tervezet Szárvai Attila oktató munkája.

5. Összefoglalás

Mind a kutatásban, mind az oktatásban szükség van a projekt-szemléletre. Magyarországon egy felsőoktatási rangsort készítők a munkáltatóktól és fejezetektől kapott vélemények szerinti megállapítást tették közé „hiányzik a végzősök gyakorlatiassága”. (Saját hallgatóinktól is kaptunk ilyen visszajelzéseket, hogy „túlágosan elméleti a képzésünk”). A projekt alapú tanulási módszer bevezetése ebből a szempontból hasznos lenne Magyarországon is, és nem csak a Robottan oktatásában. Diploma dolgozatok csapatmunkában is születhetnek. A Mesterséges Intelligencia tárgy a több karról jelentkező hallgatókat is beintegrálhatja egyetlen projektbe, ami a gondolatok cseréjének „brainstorming” és a tudások összegzésének kútforrása.

A Robottant mint fizikát, matematikát és informatikát integráló tantárgyat be kellene vezetni a közoktatásban is.

A világméretű versenyzésnek jelentőségét a Mesterséges Intelligencia és Robottan területén való előrehaladásban Kína példája is jól bizonyítja. Szükséges a projekt mind az oktatásban mind a kutatásban. A futball mint próbaterep nagyon vonzó. A csapatmunka jó alkalom a gondolatcsere és a tudás integrálása szempontjából és az egyének teljesítőképesége is fokozódik.

Hivatkozások

- [1] <http://www.robocup.org>
- [2] Burkhard, H.-D., Duhaut, D., Fujita, M., Lima, P., Murphy, R., Rojas, R.: The Road to RoboCup2050. In IEEE Robotics & Automation Magazine 37, 2002.
- [3] Judit Simon: "RoboCup2050 or Why do robots play football?". DVD film, Made by SiS, Hungary, 2006.
- [4] D'Andrea, R.: The Cornell RoboCup Robot Soccer Team. In Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, NY 14853, U.S.A., (19992003).
- [5] <http://pingvin.nyf.hu/~robojun/>
- [6] Xie, M.: Fundamentals of Robotics, Linking perception to action. In Series in Machine Perception Artificial Intelligence Volume 54, World Scientific, (2003).
- [7] Russell, S., Norvig, P.: Artificial Intelligence: A Modern Approach (Second Edition). Panem, Hungarian translation, (2005).
- [8] Laue, T., Burchardt, A., Cierpka, K.: B-Smart (Bremen Small Multi-Agent Robot Team). In Team Description for RoboCup (2007).
- [9] Royas, R., Förster, A.G.: Holonomic Control of a robot with an omnidirectional drive. To appear in Ki-Künstliche Intelligenz, BöttcherIT Verlag, (2006).