

Simon János*

Mobil robotok az oktatásban

Bevezetés

Napjaink műszaki felsőoktatásának fontos feladata az informatika- és a programozás-oktatás, valamint a robotika. Kiemelten fontos feladat minden hallgató számára a programozói kompetenciák kialakítása. Emellett nagyon fontos az algoritmikus gondolkodásmód és a problémamegoldó képesség magas szintre juttatása. Az előbbi feladatok megvalósításához kiválóan használhatóak a Webots fejlesztői környezet és a Parallax cég Boe-bot programozható robotjai [2]. Az eszköz használata során a hallgatók megismerkedhetnek számos programnyelvvel és programozói stratégiával, szembesülhetnek különböző gyakorlati szituációkkal. A robotok építésén és programozásán keresztül nem csak a hallgatók tanulási motivációja nőhet, hanem mélyebben elsajátítják a programozás gyakorlatát, a különböző nehézségű problémák megoldásán keresztül, valamint szert tehetnek olyan problémamegoldó tapasztalatokra melyet a jövőben is kiválóan, hasznosíthatnak mérnöki munkájuk során [3].

A mobil robotok felhasználása az oktatásban

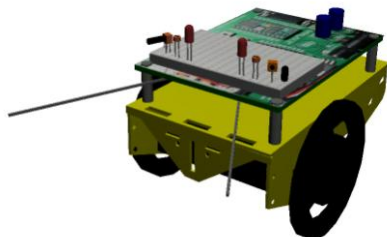
A műszaki főiskolákon a programozás tantárgyat, mint alapozó tárgyat, több szemeszteren keresztül tanulják [1]. A felhasznált programnyelv a C/C++, majd a további tanulmányok során a megszerzett alapokra épülve C#, JAVA, PHP stb. nyelveket is elsajátítanak a hallgatók.

Modellezés és szimuláció

Mély szakadék tátong a legtöbb mai mobil robot képessége és a velük támasztott elvárások között. A fűnyírók és a porszívók elektromos kerítések és terelőfalak által határolt, az akadályoktól általában megtisztított térben, összességében felettébb steril, előre kiszámítható körülmé-

* Simon János, PhD hallgató, Szabadkai Műszaki Szakfőiskola, Informatikai Tanszékcsoport, főiskolai tanársegéd, Szabadka

nyek között működnek [4]. A jövő robotjait viszont eleve más, folyamatosan változó, gyakran ismeretlen, komplex közegre tervezik.



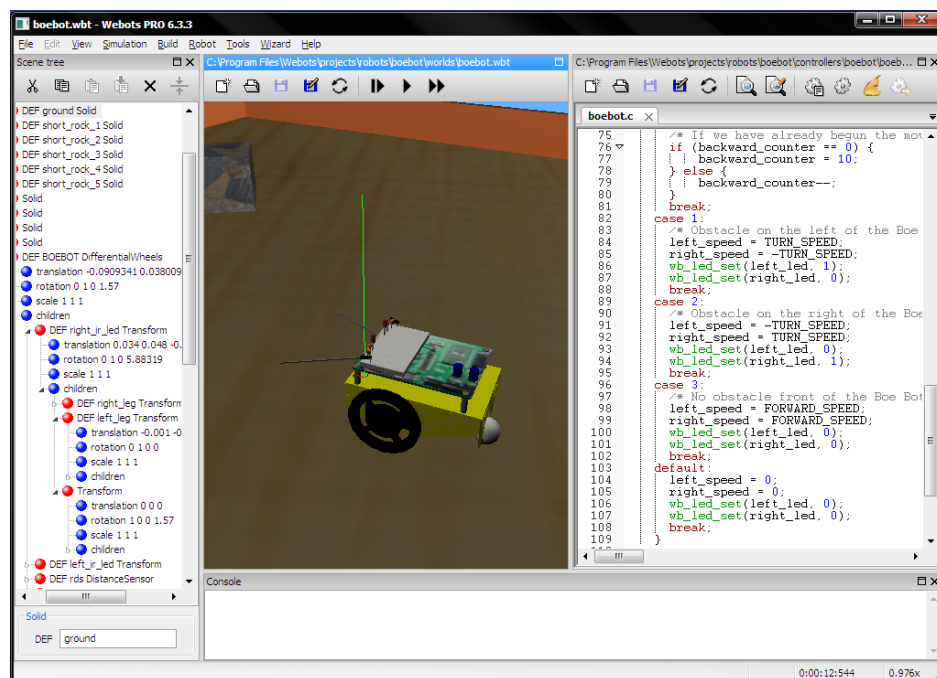
*1. ábra
A Boe-bot számítógépes modellje*

A világmodellnek egyrészt összetettebbnek, életszerűbbnek kell lennie, másrészt ehhez a mainál magasabb szintű reprezentációs és következtetési képesség szükséges. A nagy kapacitású és olcsó számítógépek térhódítása lehetővé tette e robotok virtuális előképeinek/másainak tesztelését virtuális világokban [6]. A szimulátor visszalépés a fizikai ágensekhez képest, viszont kisebb költségekkel jár, és a fejlesztő addig dolgozhat a környezeten, amíg el nem éri a valóság részletgazdagságát, komplexitását. Nagyon fontos az aprólékosság, a sokszínűség visszaadása, mert a világ elnagyolt modellezése szokott azzal a megmosolyogtató következménnyel járni, hogy a virtuális közegben tökéletesen funkcionáló robot csődöt mond a valóságban. A szimuláció komoly, jövőbeli „éles” alkalmazásoknál hasznosítandó előnyökkel jár, és a mainál is sűrűbben használják majd egyfajta előtanulmányként, vázlatként, valamint a robot irányító programjának szinte teljes egészét kidolgozhatják a szimulátorban [5].

A Webots szimulátor

A Webots mobilrobot-szimulátor a Cyberbotics által fejlesztett kereskedelmi termék, ami egy nyílt forráskódú Khepera robotot szimuláló csomagból fejlődött ki. A Webots képes kereken guruló, gyalogló vagy akár repülő robotok különféle típusainak kezelésére, miközben valódi robotok (pl. Boe-bot, Pioneer, LEGO Mindstorms, Aibo) irányítására is alkalmas. A háromdimenziós kísérleti környezetek VRML nyelven írhatók le, a robotokat irányító kódot több magas szintű programozási nyelven is meg lehet adni. A robothoz eljutó érzetek különféle mo-

dalítású szenzoroktól származnak: tapintás-, fény-, távolság-, elfordulás-szenzor, valamint kamera tartozik a lehetőségek közé. A robotok mozgását a kinematika törvényei határozzák meg. A környezet előnyös tulajdonsága, hogy viszonylag egyszerűen lehet új világokat, robotokat létrehozni és tesztelni benne [7].

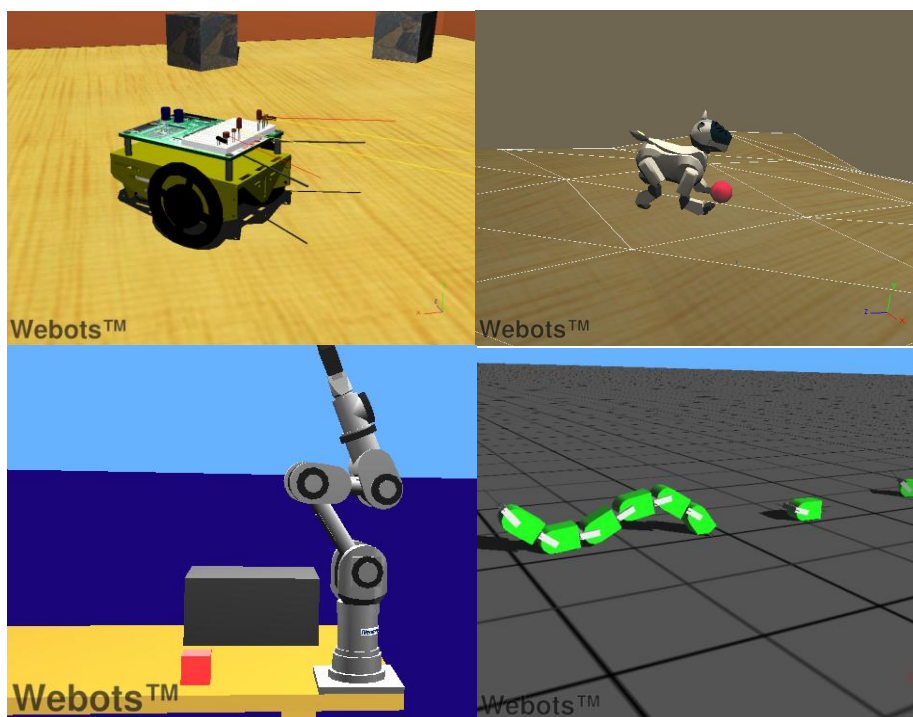


2. ábra
A Webots környezetben elkészült szimuláció

A 2. ábra egy a Webots környezetben elkészült szimulációt mutat be. A robot szimuláció szerepe:

- szimuláció szerepe a robotika fejlődésére
- előny a fejlesztőknek
- robotépítés terepe, paraméterek meghatározása:
 - általános felépítés
 - szükséges alkatrészek
 - megfelelő mennyiségű, érzékelési tartományú és felbontású szenzorok
 - kellő hatóerővel és szabadságfokokkal rendelkező aktorok
- a robot viselkedését meghatározó algoritmusok kifejlesztése

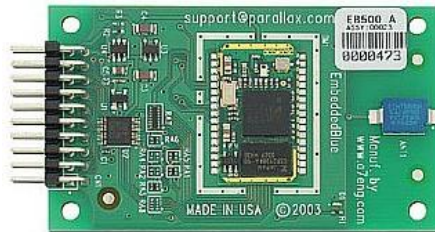
- irodaházi takarító robot fejlesztése
- iterációk száma, kopás, környezet tűrőképessége
- előny a felhasználóknak: veszélyes környezetben, egyszeri próbálkozásnál vagy költséges feladatnál
- a világ modellezése, azaz a feladat szempontjából lényeges részek kiemelése
- a világ minél pontosabb modellezése (mozgás dinamikája, ütközések, optika)
- általánosság (sokféle robot szimulálásának lehetősége, új robotok szerkesztése, algoritmuskönyvtár)
- valódi robottal való kapcsolat lehetősége
- valós idejűség
- grafikus megjelenítés minősége
- eredmény analízisének támogatása



3. ábra
Virtuális robotok

Vezeték nélküli kommunikáció

A vezeték nélküli technológiák (bármely vezeték nélküli technológia) és a mobil robotika bizonyos szinten már megkezdődött, a közeljövőben meghatározó trenddé váló összekombinálódása növeli a robotok mobilitását, megkönnyíti kollektív tevékenységüket (és egyszerűbbé teszi a monitorozásukat) [8].



4. ábra
Vezeték nélküli kommunikációs eszköz

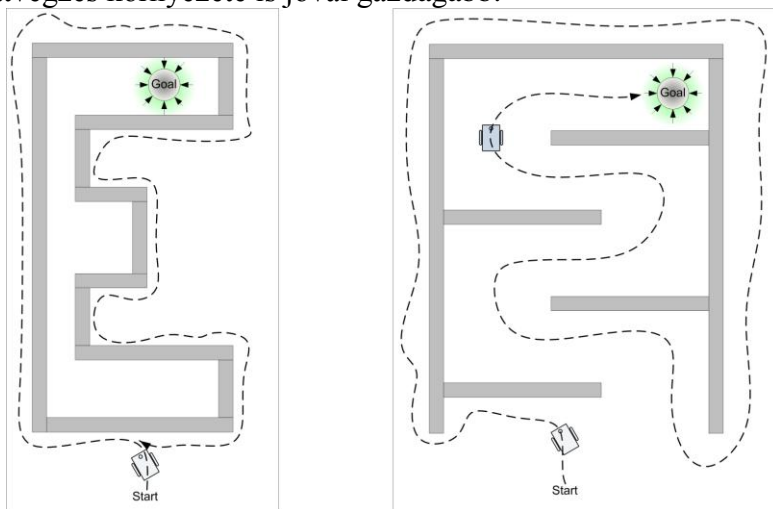
A fúzióval megvalósítható távjelenlét (telepresence) eredményeként a robot kettős üzemmódban, a feladattól és a körülményektől függően váltogatva, egyrészt autonóm módon (robotszerűen), másrészt távvezérelve is működhet, mégpedig úgy, hogy a felhasználó ugyanazt látja és hallja, amit a teljes irányítás alatt tartott távoli gép [11]. A kettős üzemmód (például a Marsra és még messzebbre szánt robotoknál) a kommunikációs késleltetés, vagy a hálózatok gyakori elérhetetlensége miatt szükséges [9]. A távjelenlétben alapuló robotikának több kihívással kell szembenéznie:

- látást, hallást, kommunikációt valóságként kivitelező interfész és az interfészt a robottal integráló szoftver fejlesztése,
- a robot és az interfész szinkronban történő frissítése,
- probléma esetén a robotnak pontos visszacsatolásokat kell szolgáltatnia,
- hibatűrő vezeték nélküli kapcsolat kidolgozása.

Robotok navigációja

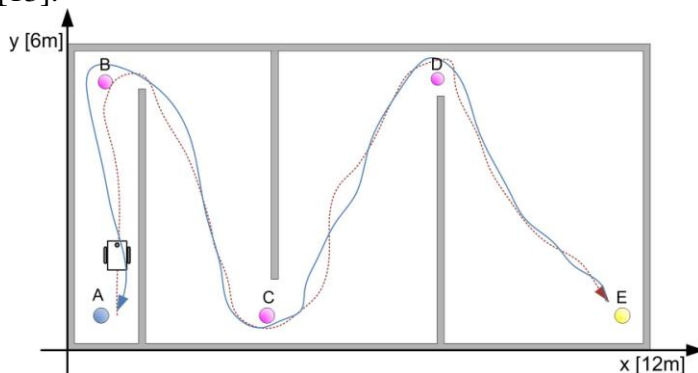
A robotika kezdeti célkitűzéseiben a tájékozódásnak nem jutott komoly szerep. Az első robotok ipari automataként dolgozó robotkarok voltak, melyek mesterségesen létrehozott, előre meghatározott, rögzített, vagyis jól tervezhető környezetben dolgoztak és dolgoznak ma is. Ezen

robotok esetében mindig van egy referenciapont, amihez képest végzik mozgásukat, így mozgástervezésre van szükségük, ami jórészt megoldott feladat [10,11]. A később fejlődésnek indult mobil robotoknál a feladat annyival nehezebb, hogy egyrészt nincsen referenciapont, másrészt a feladatvégzés környezete is jóval gazdagabb.



5. ábra
Mobil robotok navigációja

A navigációs applikációkban az egyik legfontosabb szerepet a helymeghatározás, a pozíció becslése jelenti [12]. Ezekre az alkalmazásokra jellemző, hogy egyidőben több típusú szenzor is információt ad a külvilágról. Sajnos a mért információk legtöbb esetben olyan mértékben telítettek zajjal, hogy nem lehet teljes mértékben rájuk alapozni a pozíció becslést [13].



6. ábra
Mobil robotok navigációja

Ehhez nyújt alternatívát a Kalman szűrőkre alapozó algoritmusok, amelyek egy priori rendszer modell alapján megpróbálják a becslési hibát minimálisra csökkenteni. Ugyanakkor a felhasználásukkal a több forrásból beérkező információt is egyszerre lehet hasznosítani [14].

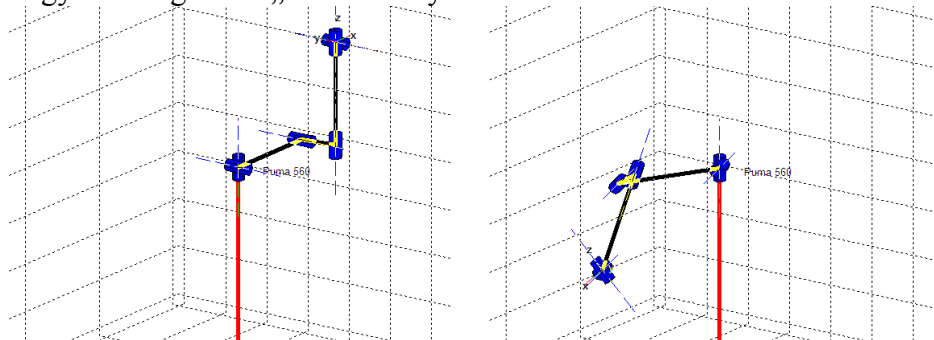
```
#include <webots/robot.h>
#include <webots/differential_wheels.h>
#include <webots/distance_sensor.h>
#define SPEED 60
#define TIME_STEP 64
int main()
{
  wb_robot_init(); /* necessary to initialize webots stuff */
  /* Get and enable the distance sensors. */
  WbDeviceTag ir0 = wb_robot_get_device("ir0");
  WbDeviceTag ir1 = wb_robot_get_device("ir1");
  wb_distance_sensor_enable(ir0, TIME_STEP);
  wb_distance_sensor_enable(ir1, TIME_STEP);
  while(wb_robot_step(TIME_STEP)!=-1) {
    /* Get distance sensor values */
    double ir0_value = wb_distance_sensor_get_value(ir0);
    double ir1_value = wb_distance_sensor_get_value(ir1);
    /* Compute the motor speeds */
    double left_speed, right_speed;
    if (ir1_value > 500) {
      /*
       * If both distance sensors are detecting something, this
       * means that
       * we are facing a wall. In this case we need to move
       * backwards.
       */
      if (ir0_value > 500) {
        left_speed = -SPEED;
        right_speed = -SPEED / 2;
      } else {
        /*
         * We turn proportionally to the sensors value because the
         * closer we are from the wall, the more we need to turn.
         */
        left_speed = -ir1_value / 10;
        right_speed = (ir0_value / 10) + 5;
      }
    } else if (ir0_value > 500) {
      left_speed = (ir1_value / 10) + 5;
      right_speed = -ir0_value / 10;
    } else {
      /*
       * If nothing has been detected we can move forward at maximal
       * speed.
       */
      left_speed = SPEED;
      right_speed = SPEED;
    }
    /* Set the motor speeds. */
    wb_differential_wheels_set_speed(left_speed, right_speed);
  }
  return 0;
}
```

7. ábra
Mobil robot navigációja C programnyelvben

Az autonóm robotok külső irányítótól függetlenül is képesek cselekedni. Programozásukat az a cél vezérli, hogy a külső hatásokra valamilyen módon reagáljanak. A fejlettebbek sztereo látórendszert használnak: a térbeli érzékelést két kamera, a tárgyak lokalizálását és osztályozását képfelismerő szoftverek biztosítják [15]. A környezet elemzésére használhatnak mikrofonokat és szagérzékelőket is. Egyesek, például a mindennapi életben már megjelent porszívók és a fűnyírók csak megszokott, alaposan körülhatárolt területen működnek, míg mások ismeretlen, nehéz terepeket is elemeznek, és bizonyos terepmintákat bizonyos cselekvésekhez asszociálva alkalmazkodnak hozzájuk. De létezik a véletlenszerűségeen alapuló alternatív tervezői koncepció is: ha probléma merül fel, a robot addig kísérletezik, míg valamelyik próbálkozása szerencsével nem jár [18].

Matlab mint szimulációs környezet

A Robotics Toolbox sok olyan függvényt szolgáltat, amelyek hasznosak a robotikában, beleértve olyan témákat, mint a kinematika, dinamika és a pályagenerálás. A Toolbox éppolyan hasznos szimuláláshoz mint valódi robotokkal való kísérletezés eredményeinek elemzéséhez. A Toolbox az utóbbi években odáig fejlődött és annyit használt, hogy már alig írunk „C” kódot ilyen feladatokra.



8. ábra

Puma robotmanipulátorok szimulációja

A Toolbox az egymás után csatolt manipulátorok kinematikai és dinamikai reprezentálásának egy nagyon általános módszerén alapul. A paraméterek Matlab objektumokba vannak tárolva [17]. A felhasználó bármely kinematikai lánchoz képes Robot objektumokat létrehozni és számos példa is elérhető a közismert robotok közül, mint például a Puma

560 és a Stanford arm. A Toolbox tehát függvényeket ad több adattípus kezelésére is: vektorok, homogén transzformációk, unit quaternions, melyek szükségesek a háromdimenziós pozíció és orientáció reprezentálásához [19, 20]. Modellezzük a PUMA robot manipulátort a 8. ábrán látható módon, és tervezzük meg a mozgása útvonalát oly módon, hogy a manipulátor érintse az A és B pontot.

```
L{1} = link([ pi/2 0 0 0 0], 'standard');
L{2} = link([ 0 .4318 0 0 0], 'standard');
L{3} = link([-pi/2 .0203 0 .15005 0], 'standard');
L{4} = link([pi/2 0 0 .4318 0], 'standard');
L{5} = link([-pi/2 0 0 0 0], 'standard');
L{6} = link([0 0 0 0 0], 'standard');
nasrobot = robot(L, 'Puma manipulator');
%drivebot (nasrobot)
qz = [0 0 0 0 0 0];
qr = [-0.62832 -0.25133 -2.8274 0 0 0];
t = [0:0.5:100];
q = jtraj(qz, qr, t);
```

9. ábra

Puma robotmanipulatorok szimulációja C programnyelvben

Összegzés

A programozható Boe-bot robotok felhasználhatók az oktatás különböző életkori és tudásszintjein. Kiváló eszközök a programozás megszerettetése, motiváció növelésére. Lehetőséget nyújtanak a már megszerzett elméleti ismeretek gyakorlati megvalósítására. Használatukkal lehetőség nyílik különféle programnyelvek, programozási környezetek kipróbálására életszerű szituációkban. Különböző tantárgyak segédeszközeivé válhatnak, a cél megvalósításának új lehetőségei lehetnek. Számatalan területet hódíthatnak meg a közeljövőben. A kommunikáció, mesterséges intelligencia, képfeldolgozás, algoritmuselmélet, alakzatfelismerés, játékelmélet, raj intelligencia kutatások fontos eszközeivé válhatnak. A mobil robot alkalmazása az oktatásban indokoltnak tűnik. Kedvező ára miatt több csomag is vásárolható, így nem egy robotkart áll körbe az egész csoport. A csoportmunka oktatására is használható. Komplexebb feladat kiadásánál a részfeladatokra történő bontás során minden csoportban egyénekre osztható munkák adatók. A hallgatók megtanulnak együttműködni, segítik egymást a feladat elvégzése során és nagyon jól motiválhatók. Az elsajátított ismeretek jól alkalmazhatók később az ipari területen történő elhelyezkedésnél.

Felhasznált irodalom:

1. A. Pawlowski, J. Luis Guzman, F. Rodríguez, M. Berenguel, J. Sánchez and S. Dormido, 2009 “Simulation of Greenhouse Climate Monitoring and Control with Wireless Sensor Network and Event-Based Control” Proceedings of the Conference.

2. C.H. Chiang, J.S. Liu and Y.S. Chou. 2009 Comparing Path Length by Boundary Following Fast Matching Method and Bug Algorithms for Path Planning. Opportunities and Challenges for Next-Generation Artificial Intelligence, Springer, pp. 303-309.

3. Gomide, R.L., Inamasu, R.Y., Queiroz, D.M., Mantovani, E.C., Santos, W.F., 2001 An automatic data acquisition and control mobile laboratory network for crop production systems data management and spatial variability studies in the Brazilian center-west region. ASAE Paper No.: 01-1046. The American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan, USA.

4. Gy. Mester, 2009 „Wireless Sensor-based Control of Mobile Robot Motion“, Proceeding of the IEEE SISY 2009, pp 81-84, Subotica, Serbia.

5. István Matijevics and Janos Simon 2010 Improving Greenhouse's Automation and Data Acquisition with Mobile Robot Controlled System via Wireless Sensor Network, Wireless Sensor Networks: Application-Centric Design, Geoff V Merrett and Yen Kheng Tan (Ed.), InTech.

6. J. Simon, G. Martinović, 2009 “Web Based Distant Monitoring and Control for Greenhouse Systems Using the Sun SPOT Modules”, Proceedings of the Conference SISY 2009, pp. 1-5, Subotica, Serbia.

7. J. Vasu, L. Shahram, 2008 “Comprehensive Study of Routing Management in Wireless Sensor Networks- Part-1”.

8. K. Kreichbaum. 2006 Tools and Algorithms for Mobile Robot Navigation with Uncertain Localization. PhD thesis, California Institute of Technology

9. L. Gonda, , C. Cugnasca, 2006 “A proposal of greenhouse control using wireless sensor networks” In Proceedings of 4thWorld Congress Conference on Computers in Agriculture and Natural Resources, Orlando, Florida, USA.

10. Liu, G., Ying, Y., 2003 Application of Bluetooth technology in greenhouse environment, monitor and control. J. Zhejiang Univ., Agric. Life Sci. 29, 329–334.

11. Luca Bencini, Davide Di Palma, Giovanni Collodi, Antonio Manes and Gianfranco Manes, 2010 Wireless Sensor Networks for On-Field Agricultural Management Process, Wireless Sensor Networks: Application-Centric Design, Geoff V Merrett and Yen Kheng Tan (Ed.), InTech.

12. Gyula Mester, "Motion Control of Wheeled Mobile Robots". Proceedings of the 4th International Symposium on Intelligent Systems, SISY

2006, pp. 119-130, ISBN 963 7154 50 7, Subotica, Serbia, 2006.

13. Gyula Mester, Intelligent Mobile Robot Controller Design, Proceedings of the Intelligent Engineering Systems, INES 2006, pp. 282-286, ISBN: 0-7803-9708-8, DOI: 10.1109/INES.2006.1689384 London, United Kingdom, 2006.

14. Gyula Mester, "Distance Learning in Robotics", Proceedings of The Third International Conference on Informatics, Educational Technology and New Media in Education, pp. 239-245, ISBN 86-83097-51-X, Sombor, Serbia 2006.

15. Gyula Mester, "Modeling of the Control Strategies of Wheeled Mobile Robots", Proceedings of The Kandó Conference 2006, pp. 1-3, ISBN 963-7154-42-6, Budapest, Hungary, 2006.

16. R. Langer, L. Coelho and G. Oliveira. 2007 K-Bug, a new bug approach for mobile robot's path planning. IEEE International Conference on Control Applications, pp. 403-408.

17. Roland Siegwart and Illah R., 2004 "Introduction to Autonomous Mobile Robots", Nourbakhsh.

18. Serodio, C., Cunha, J.B., Morais, R., Couto, C.A., Monteiro, J.L., 2001 A networked platform for agricultural management systems. In: Computers and Electronics in Agriculture, vol. 31. Elsevier, pp. 75-90.

19. V. Lumelsky and A. Stepanov. 1987 Path planning strategies for a point mobile automaton moving amidst unknown obstacles of arbitrary shape. Algorithmica, vol. 2, pp. 403-430.

20. Boros, T. – Lamár, K., "Six-axis Educational Robot Workcell with Integrated Vision System", Proceedings of 4th IEEE International Symposium on Logistics and Industrial Informatics "LINDI 2012", Smolenice, Slovakia pp. 239-244. 2012.