

Pembelajaran Berasaskan Masalah Dalam Modul Projek 1 Pembangunan Sumo Robot

Junainah^{1*}, Syahrizad¹, Amir¹

¹Department of Electrical Engineering, Politeknik Seberang Perai, 13500 Permatang Pauh, Pulau Pinang

***Corresponding author E-mail:** junainah@psp.edu.my,

Abstrak

Kertas kerja ini merupakan perkongsian pengalaman pengajaran Projek 1 dengan berbantuan pembelajaran robotik. Kursus ini dihadiri oleh sekumpulan pelajar sekolah tinggi yang berminat dalam bidang ini tetapi tiada pengetahuan tentang elemen-elemen yang dibentangkan. Elemen ini termasuklah asas bahasa C/C++, termasuk pembolehubah, jenis data, pengendali, penyata lalaran/keputusan dan fungsi, komponen seperti DC motor, dan persekitaran Arduino. Tujuannya adalah untuk menggunakan pengetahuan dan kemahiran yang diperolehi semasa bengkel membuat robot untuk pertandingan sumo-robot yang diadakan di peringkat kolej. Dengan kerjasama di dalam pasukan, pelajar menggunakan kemahiran ini untuk membina robot yang akhirnya dapat menyertai pertandingan dengan jayanya. Kaedah yang digunakan adalah campuran pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran berasaskan pendekatan projek. Dengan bengkel yang diadakan dengan menjadikan pertandingan sumo-robot sebagai matlamat, bahan-bahan, landasan perkakasan/perisian, topik organisasi, dan metodologi boleh digunakan sebagai kursus rasmi dalam pengenalan kepada robotik dengan sedikit atau tanpa pertukaran.

Kata Kunci: pengenalan kepada robotik; pembelajaran robotik arduino; pertandingan sumo-robot; pengaturcaraan C/C++; mikropengawal

1.0 PENGENALAN

Robotik dikenal pasti sebagai teknologi yang berupaya menimbulkan gangguan baharu dalam proses pembinaan pengetahuan bermakna pelajar [1][2]. Gangguan baharu ini berpotensi dalam meningkatkan motivasi pelajar untuk belajar dalam bidang sains dan kejuruteraan [3]. Alimis [4] dalam kajiannya mendapati, robotik memberi kesan kepada pembelajaran pelajar dalam bidang mata pelajaran yang berbeza (Fizik, Matematik, Kejuruteraan, Komputer dan banyak lagi) dan pembangunan peribadi termasuk kognitif, metakognitif dan kemahiran sosial, seperti: kemahiran penyelidikan, pemikiran kreatif, membuat keputusan, penyelesaian masalah, komunikasi dan kemahiran pasukan yang bekerja [1], [4], [5]. Walau bagaimanapun robotik adalah satu bidang pelbagai disiplin yang melibatkan mekanik, elektrik, elektronik, kejuruteraan perisian dan aspek-aspek lain, dan mengajar Pengenalan Asas Robotik kepada pelajar dengan pengetahuan atau tiada aspek-aspek ini adalah mencabar.

Kertas kerja ini melaporkan pengalaman kami dalam melaksanakan satu siri bengkel robotik kepada sekumpulan pelajar politeknik yang mengambil kursus Projek 1. Kursus ini telah distrukturkan sebagai kursus pengenalan kepada robotik. Objektif kursus ini adalah

untuk membentuk kemahiran dalam pelajar supaya mereka dapat membina robot untuk mengambil bahagian dalam pertandingan sumo robot yang dianjurkan pada akhir semester nanti.

1.1 Pelaksanaan Kursus

Kursus ini dilaksanakan melalui inisiatif daripada dua bahagian iaitu kelas dan projek. Kemahiran asas dibentuk dalam bahagian pertama manakala dalam bahagian kedua, pelajar menggunakan kemahiran yang diperolehi untuk menyiapkan projek itu. Topik utama kajian adalah elektronik, komponen, mikropengawal, dan pengaturcaraan. Mereka dibahagikan kepada dua bahagian logik iaitu asas pengaturcaraan C/C++ dan perkakasan komputer. Kelas telah distrukturkan sebagai bengkel, kuliah integrasi dan latihan praktikal bersama-sama. Apabila konsep yang menjelaskan masalah ditugaskan, tahap pengetahuan/kefahaman akan berpindah kepada tahap aplikasi/analisis. Mengikut pengalaman kami, pendekatan pembelajaran berasaskan masalah ini adalah sangat berkesan apabila kemahiran praktikal seperti asas-asas elektronik atau pengaturcaraan akan terbentuk. Sebagai contoh, untuk membuat pelajar dapat memahami dan menggunakan C/C++ untuk *for loop* di dalam kod mereka, kami menerangkan bagaimana C/C++ untuk *for loop* berfungsi, menggambarkan dengan contoh, membuat pelajar menyusun dan menjalankan contoh dan akhirnya membiarkan mereka menyelesaikan sendiri satu atau dua masalah yang mudah dimana *for loop* diperlukan.

Enam puluh jam masa perhubungan digunakan: 45 jam masa kelas dan 15 jam masa projek. Semasa bengkel, pelajar melakukan tugas secara individu, berpasangan atau dalam kumpulan: semasa pengaturcaraan komponen, mereka bekerja secara individu, semasa perkakasan komponen, mereka bekerja secara berpasangan, dan untuk projek, mereka bekerja dalam kumpulan. Dua kumpulan telah dibentuk.

1.2 Projek

Projek kelas adalah untuk membina sebuah sumo-robot. Robot tersebut akan mengambil bahagian dalam pertandingan merentasi kelas yang berlainan supaya ia akan benar-benar terlibat dalam “perlawanan” dengan robot lain.

Pertandingan sumo robot melibatkan dua robot yang cuba untuk menolak antara satu sama lain keluar daripada gelanggang, mengikut sukan tradisional Jepun sumo. Robot boleh dikawal dari jarak jauh atau autonomi sepenuhnya. Untuk projek ini, pelajar menggunakan kawalan secara *bluetooth*, dengan aplikasi *bluetooth* dimuat turun secara percuma melalui *Google Apps Store*. Spesifikasi sumo robot yang dibangunkan dengan berat maksimum robot adalah 3 kg (6.6 lb) dan kedua-dua lebar dan kedalaman perlu 20 cm (7.87 in) atau kurang. Ketinggian adalah tidak terhad. Gelanggang itu adalah dalam lingkungan 154 cm diameter yang diwarnakan hitam dan dengan sempadan 5 cm yang berwarna putih. Keterangan komprehensif mengenai kategori sumo robot adalah diadaptasi daripada [6].

Komponen utama yang terlibat dalam pembinaan sebuah sumo robot adalah motor/roda, bateri dan mikropengawal.

Pertandingan sumo robot adalah pertandingan robotik yang terkenal. Semakin banyak negara menganjurkan edisi nasional dengan beratus-ratus peserta dan salah satu pertandingan yang paling lama adalah Kejohanan Sumo Robot Keseluruhan Jepun, yang mengira bilangan robot yang menyertai kejohanan itu pada 2013 dari permainan pertama yang diadakan pada tahun 1990 kepada 47,000 [9].

1.3 Landasan Perkakasan

Kami memilih perkakasan dan perisian Arduino [10]. Arduino adalah sumber landasan terbuka prototaip elektronik yang popular pada masa kini, yang terdiri daripada beberapa pilihan papan mikropengawal, perisai, kit, aksesori, serta persekitaran pembangunan bersepadu untuk membangunkan program. Sejak penubuhannya pada tahun 2005, masyarakat besar pengguna telah berkongsi sumber-sumber iaitu dari kod sumber terbuka, kepada forum dalam talian, kepada buku [6]. Ia mudah untuk digunakan dan murah. Daripada beberapa pilihan, kami memilih Arduino UNO Revision 3 untuk kursus ini memandangkan ia telah berkembang menjadi landasan yang stabil, konfigurasi pin yang membolehkan banyak perisai bersesuaian dengan papan, dan ciri-ciri teknikal yang mencukupi untuk mengawal perkakasan dan komponen yang terlibat dalam robot-sumo.

UNO adalah berdasarkan cip Atmel ATmega328 (mikropengawal berasaskan RISC 8-bit AVR [12]), dengan kelajuan jam 16 MHz. Ia mempunyai 14 digital I/O pin, 6 daripadanya boleh digunakan sebagai output PWM, pin input 6 analog, 32 KB de flash memori dan 2KB of SRAM. Voltan operasi adalah 5V dan voltan input yang disyorkan adalah 7 untuk 12V.

Satu ciri Arduino ialah penyambung diletakkan dengan kaedah piawai, membenarkan penggunaan perisai, add-on modul yang mengembangkan fungsi Arduino untuk mengawal motor, GPS, Ethernet, WiFi, Rangkaian, dan lain-lain.

Arduino menyediakan IDE yang akan dijalankan pada hos komputer dan ia menyokong bahasa pengaturcaraan C dan C ++.

2.0 METODOLOGI PENGAJARAN PEMBANGUNAN PERISIAN

Pengaturcaraan adalah salah satu keutamaan dalam projek-projek robotik. Pendekatan kami dalam membentuk kemahiran pengaturcaraan yang diperlukan oleh pelajar adalah dengan memberi tumpuan kepada masalah yang dihadapi dan menyusun bahan kursus tertumpu kepada apa yang diperlukan untuk berjaya melaksanakan kod kerja.

Secara umumnya, perisian yang mengawal tingkah laku sumo robot boleh dibentuk berdasarkan idea ini: membuat robot bergerak di dalam gelanggang dalam corak tertentu, terus memeriksa bahawa ia tidak memijak sempadan. Dan sekiranya berhadapan dengan

lawan, serang dan cuba untuk menolak ia keluar dari gelanggang.

Algoritma ditunjukkan dalam kod pseudo berikut:

```
while(true)
{
    if (robot is stepping on white border line)
        move robot to safe location;
    if (opponent I close enough) attack;
    else roam;
}
```

Sudah tentu, algoritma perlu ditakrifkan, terutamanya strategi untuk menyerang dan pergerakan perlu diperincikan, tetapi ia menunjukkan pandangan atas-bawah daripada kenyataan yang akhirnya diperlukan daripada bahasa pengaturcaraan supaya kod dapat dilaksanakan: penyata lelaran dan penyata keputusan. Pseudokod juga menunjukkan bahawa pengetahuan fungsi asas dapat membantu melaksanakan "serangan" dan "berkeliaran" sebagai subrutin berasingan. Pengetahuan mengenai fungsi mekanik adalah penting, bukan sahaja kerana potensinya dalam organisasi kod, tetapi juga kerana operasi persekitaran pengawal mikro tertentu dilaksanakan melalui fungsi panggilan.

Berdasarkan elemen-elemen ini, kandungan kursus yang sama untuk membentuk asas-asas umum kemahiran pengaturcaraan yang diperlukan untuk pembangunan perisian termasuk aspek-aspek berikut:

- Struktur C/C++ program
- Jenis data
- Pembolehubah
- Operasi Arithmetic (penggunaan operasi matematik yang lain seperti punca kuasa dua dan kuasa telah diperkenalkan tetapi ia tidak diperlukan sebagai kod kerana ia tidak digunakan)
- Perbandingan dan pengendali logik
- Penyata Keputusan
- Pengendali Increment dan Decrement
- Penyata lelaran (for, while, do-while loops)
- Fungsi (hanya merangkumi pass by value)
- Pembolehubah tempatan dan global

Persekitaran pembangunan bersepadu digunakan untuk menyampaikan sebahagian kandungan ini adalah Microsoft Visual Studio. Kami memilih Visual Studio kerana lebih mudah untuk menggabungkan konsol I/O dalam program berbanding dengan Arduino persekitaran dan kerana interface yang mesra. Untuk bahagian pengaturcaraan perkakasan (lihat Bahagian VI) dan projek (Lihat Seksyen VII) Arduino IDE telah digunakan.

Dua puluh tujuh jam kelas pertemuan telah dikhususkan untuk kemahiran pengaturcaraan.

2.1 Unsur-Unsur Perkakasan Dan Metodologi Pengajaran Perkakasan Pengisian

Kami memulakan komponen ini dengan projek-projek yang lebih mudah untuk memperkenalkan pelajar kepada pengaturcaraan perkakasan secara beransur-ansur. Matlamat utama di sini adalah untuk pelajar dapat membuat kod yang menggunakan input daripada sensor untuk membuat keputusan yang memberi kesan robot mod berkeliaran / serangan, iaitu untuk menghasilkan output yang mengubah keadaan semasa motor. Untuk mencapai matlamat ini, kami mengambil keputusan untuk menggunakan pendekatan "langkah demi langkah".

Langkah awal kami adalah untuk menjadikan pelajar biasa dengan struktur program Arduino:

```
// global declarations every function should use void setup ()
{
    // This function runs only once, when Arduino
    // starts
    // Initialization code such as initialization
    // of pins goes here
}
void loop ()
{
    // Infinite loop.
    // Code that needs to be repeated endlessly
    // goes here
}
```

Seperti disebutkan di atas, Arduino IDE telah digunakan untuk pengaturcaraan perkakasan. Antara muka persekitaran ini adalah sangat mudah dan pembelajaran ciri-cirinya tidak memberi cabaran untuk pelajar.

Dalam usaha untuk memudahkan peralihan dari Visual Studio ke Arduino IDE, beberapa program mudah yang sudah dibuat dalam persekitaran Studio Visual seperti "Hello World!" dan pengiraan formula matematik telah dipindahkan, disusun dan dijalankan pada Arduino IDE pada mulanya. Pada ketika ini, pelajar akan biasa dengan asas-asas C / C ++, termasuk menukarkan kod ke fungsi, dan peralihan itu mudah.

Sebagai peringkat kedua, program yang melibatkan komponen elektronik yang mudah telah dibangunkan, sebagai contoh, LED, sensor suhu dan piezo-pembesar suara. Bagi setiap komponen kod lengkap projek menunjukkan fungsi komponen pada mulanya disediakan, diikuti dengan latihan di mana pelajar diminta untuk mengubah suai kod yang diberikan untuk menyelesaikan masalah tertentu. Sebagai contoh, pelajar diberikan reka bentuk litar dan kod yang lengkap yang merubah salah satu LED ON / OFF dan kemudian diminta untuk menghasilkan litar dan kod untuk berubah dua LED ON / OFF pada masa yang berlainan setiap satu. Untuk menjadikan latihan yang dibuat lebih kompleks, dua atau lebih komponen

digabungkan dalam satu masalah tunggal. Sebagai contoh, pelajar diminta untuk menyiapkan satu projek yang berlampu LED ON apabila suhu adalah lebih besar daripada nilai ambang tertentu dan OFF apabila suhu adalah lebih rendah daripada nilai itu.

Latihan ini membantu pelajar untuk menjadi biasa dengan input/output melalui digital, pwm, dan pin analog. Dengan itu, fungsi I/O dari bahasa Arduino analogRead, analogWrite, digitalRead, dan digitalWrite diperkenalkan.

Peringkat ketiga pula menambahkan kajian tentang sensor jarak, komponen penting dalam reka bentuk sumo-robot. Di sini, ciri-ciri sensor IR reflektif (juga dikenali sebagai sensor line), IR (inframerah) sensor, dan sensor ultrasonik telah dibandingkan dan dibezakan. Seperti sebelum ini, kod dan litar reka bentuk yang lengkap untuk setiap sensor telah diberikan untuk menunjukkan fungsi mereka, diikuti dengan latihan yang memerlukan pelajar untuk menyelesaikan masalah, termasuk masalah yang melibatkan gabungan beberapa komponen. Pada ketika ini, latihan akan lebih dekat dengan masalah-masalah yang mereka perlu selesaikan apabila melaksanakan strategi serangan/ berkeliaran untuk sumo-robot mereka. Contoh latihan ini termasuk:

Reka bentuk, membina, dan menguji projek yang menggunakan dua sensor garis. Apabila salah satu sensor diletakkan di kawasan seluas warna putih, cetak "Pusing KIRI". Apabila sensor lain diletakkan di kawasan seluas warna putih, cetak "Pusing RIGHT". Apabila kedua-dua sensor berada pada kedudukan melebihi putih, cetak "Berundur". dan Reka Bentuk, membina, dan menguji projek yang menggunakan satu sensor talian dan satu sensor IR. Apabila sensor garis ini diletakkan di kawasan melebihi warna putih, cetak "Berundur". Apabila sensor IR menunjukkan objek adalah cukup dekat, print "Serang!".

Penghubung antara Arduino dengan DC motor telah dilitupi pada bahagian akhir. Arduino tidak boleh menggerakkan terus motor yang diperlukan untuk menggerakkan robot yang boleh mencapai berat sehingga 3 kilogram kerana ia tidak menghasilkan output voltan/ arus yang diperlukan. Penyelesaiannya adalah sama ada untuk menggunakan litar pemacu motor untuk menghubungkan Arduino dengan motor atau menggunakan perisai. Memandangkan kekangan masa, kami mengambil keputusan untuk menggunakan perisai dan perisai motor Arduino dalam [13] telah dipilih. Perisai Arduino motor adalah mudah untuk digunakan dan semasa beberapa Arduino pin input/ output digunakan, jumlah baki pin diperlukan untuk sensor jarak dalam robot sumo adalah mencukupi.

Perisai Arduino motor mempunyai dua saluran motor dan, jika bekalan kuasa luar yang digunakan, 2A boleh diberikan pada setiap saluran. Dua saluran membolehkan perbezaan pemanduan yang sesuai untuk pergerakan sumo robot. Bagi setiap saluran, perisai menggunakan tiga pin Arduino digital, satu untuk mengawal arah, satu untuk mengawal kelajuan (pin PWM), dan satu untuk brek. Juga, setiap saluran menggunakan satu pin analog untuk menyesan arus, tetapi ciri ini tidak digunakan dalam reka bentuk robot. Lapan belas jam kelas fokus kepada pengaturcaraan perkakasan. Komponen yang dikaji ialah:

- LED
- pembesar suara piezo
- butang tekan
- RGB LED
- sensor suhu (TMP36 [14])
- sensor IR reflektif (SLD-01 [14])
- sensor IR (inframerah) (SHARPGP2Y0A21 – 10cm hingga 80cm [16])
- sensor ultrasonik (HC-SR04 – 2cm hingga 400cm [17], (Parallax PING – 2cm hingga 300cm [18])
- DC motor (12vdc, 30:1, 200rpm, 6mm shaft [19])

Fungsi yang digunakan dari pustaka Arduino adalah:

Serial.begin, Serial.println, pinMode, delay, delayMicroseconds, analogRead, analogWrite, digitalRead, digitalWrite, random, dan pulseIn.

3.0 KEPUTUSAN

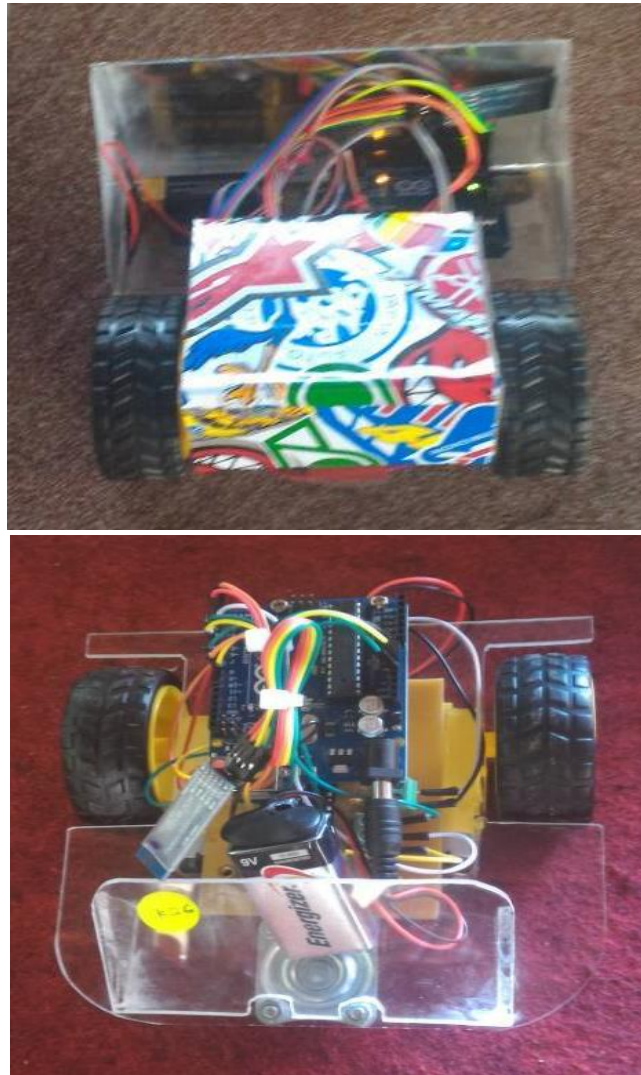
Setiap pasukan membina satu robot. Memandangkan kekangan masa, keputusan itu adalah untuk menggunakan casis yang boleh didapati dalam bentuk kit untuk membina mereka, mungkin dengan hanya beberapa pengubahsuaian apabila menggabungkan elektronik dan komponen. Yang mengejutkan kami di adalah kerana tidak banyak pilihan di pasaran untuk casis sumo-robot. Pelajar-pelajar membuat kajian dan daripada pilihan yang ada, Viper dan robot Terminator dalam [20] telah dipilih.

Komponen dan elektronik yang digunakan adalah yang pernah dipelajari semasa kursus. Kedua-dua robot mempunyai dua sensor baris [15] diletakkan di hadapan untuk mengelakkan dari meninggalkan arena pertandingan. Mereka kedua-duanya dikendalikan oleh sebuah Arduino UNO [10], dengan perisai motor Arduino [13] untuk mengawal motor. Untuk mengesan lawan, salah satu pasukan memutuskan untuk menggabungkan dua IR sensor [16] di hadapan robot manakala pasukan lain pula meletakkan satu sensor ultrasonik [18], juga di hadapan.

Fasa projek kursus ini, iaitu pembinaan, pengaturcaraan, dan ujian robot telah disiapkan dalam masa 15 jam.

Robot menyertai pertandingan tersebut dengan jayanya, dan salah seorang daripada mereka berjaya ke separuh akhir.

Rajah 1 menunjukkan gambar kedua-dua robot.



Rajah 1: Sumo robot yang dibina oleh pelajar

4.0 KESIMPULAN

Dalam kertas kerja ini, kita telah berkongsi pengalaman kami dalam mengajar pengenalan kepada bengkel robotik siri bagi sekumpulan pelajar politeknik. Topik yang dibincangkan adalah elemen yang pelajar tidak biasa dengannya, termasuk pembangunan perisian dan pengaturcaraan perkakasan. Objektif bengkel adalah untuk menyediakan pelajar dengan pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan untuk mereka membentuk, membina, dan menguji robot untuk pertandingan sumo robot. Objektif telah dicapai dan pelajar telah mengambil bahagian dengan jayanya dalam acara tersebut.

Kelas-kelas yang telah distrukturkan dengan campuran masalah dan pendekatan pembelajaran berasaskan projek [7] dan penekanan diberi kepada pembelajaran koperatif aktif dan berasaskan pasukan.

Manakala aktiviti yang dilakukan semasa bengkel telah tertumpu kepada masalah sebenar, unsur-unsur yang dinyatakan dalam kertas ini (bahan yang digunakan, topik yang dikaji, alat-alat yang dipilih, kaedah yang diikuti, dan projek yang dibangunkan) boleh digunakan untuk rekabentuk dengan sedikit atau tidak mengubah kursus rasmi mengenai pengenalan kepada robotik.

5.0 RUJUKAN

- A. Hernandez-Barrera, “Teaching introduction to robotics: Using a blend of problem- and project-based learning approaches,” in *Conference Proceedings - IEEE SOUTHEASTCON*, 2014.
- D. Barret, “The next disruptive technology,” *NIWeek 2009 Keynote Presentations*, 2009. [Online]. Available: <http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-1709>.
- F. B. V. Benitti, “Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review,” *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 2012, pp. 978–988, 2012.
- D. Alimis, “Educational robotics: Open questions and new challenges,” *Themes Sci. Technol. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 63–71, 2013.
- A. Eguchi, “What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation,” *Comput. Educ.*, vol. 58, pp. 978–988, 2012.
- D. Cook, “Illustrated guide to American Robot Sumo,” *Robot Room*, 2012. [Online]. Available: <http://www.robotroom.com/SumoRules.html>. [Accessed: 20-Jul-2005].
- M. J. Prince and R. M. Felder, “Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases,” *J. Eng. Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 123–138, 2006. <http://jsumo.com/wp-depo/uploads/2013/09/Robot-Sumo-2013-leaflet.pdf>.
www.arduino.cc.
- Margolis, Michael, *Arduino Cookbook*, 2nd Edition. O'Reilly, 2012.
<http://www.atmel.com/devices/atmega328.aspx>
<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3>.
http://www.analog.com/static/imported-file/data_sheets/TMP35_36_37.pdf.
<http://www.lynxmotion.com/images/datasld-v1.pdf>.
<http://www.sharpsma.com/downloadlgp2y0a2lyk-epdf>.
http://www.elec Freaks.com/store/download/product/Sensor/HCSR04/HC-SR04_Ultrasonic_Module_User_Guide.pdf.
<http://parallax.com/sites/defaultfiles/downloads/28015-PinG-Sensor-Product-Guide-v2.0.pdf>.
<http://www.lynxmotion.com/images/data/ghm01.pdf>.
<http://www.lynxmotion.com/c-5-sumo-robots.aspx>.