

Izdelava mobilnega robota z razvojnim sistemom roboPIC

Avtor: Silvan Bucik

E-pošta: silvan.bucik@tscng.net

V zadnjih letih se je v slovenskem prostoru zanimanje za področje robotike močno povečalo. Popularnost te stroke potrjujejo množične udeležbe mladih na številnih tekmovanjih konstruktorjev avtonomnih mobilnih robotov širom vse Slovenije. V strokovnih revijah se pojavlja vse več zanimivih člankov, povezanih z robotiko, tako da bi robotiko že lahko pričeli obravnavati kot samostojno stroko. Tu imam v mislih predvsem izobraževalne programe srednješolskega izobraževanja, ki so vse preveč usmerjeni v teoretična znanja in premalo v praktične aplikacije; da o integraciji znanj z različnih področij tehnike sploh ne govorimo.

Uvod

V vseh teh letih je v domačih in šolskih delavnicah nastalo malo morje izdelkov. Nekateri med njimi so pravi mali izumi, veliko izmed teh pa je iz takšnih ali drugačnih razlogov ostalo zaprašenih na policah. Izdelava robota je namreč zahteven projekt, ki vključuje znanja različnih področij: tako elektrotehnike, strojništva, računalništva in kot tudi nenazadnje fizike in matematike. Takšen zalogaj ni majhen. Velikokrat se pri-

meri, da mladi zaradi neizkušenosti zanamarijo ali pozabijo na katero od naštetih komponent, kar na koncu lahko terja velik davek - robot ne deluje, kot bi si želeli.

Mislím, da je prišel čas, ko je potrebno storiti korak naprej in spregovoriti nekaj besed o tem. Dozdaj na knjižnih policah ni bilo opaziti posebno zanimive literature. Večina knjig je za srednješolce nezanimivih, saj so zanje strokovno prezahtevne. Iz teh vzgibov je nastal učni model roboPIC, posebej prilagojen potrebam konstruktorjev malih mobilnih robotov. Cilj tega projekta je posamezniku približati svet robotike ter mu pomagati do prvih samostojnih korakov. RoboPIC je namenjen predvsem začetnikom, menim pa, da bodo tudi izkušenejši uporabniki mikrokontrolerjev radi po njem posegali.

Serijski člankovi je razdeljena na dva dela. Prične se s predstavitvijo učnega modela roboPIC, nadaljuje s praktičnimi primeri uporabe, ob zaključku prvega dela je nekaj besed namenjenih tudi strategiji vožnje robota. V drugem delu bomo spoznali osnovne funkcije mikrokontrolerja PIC16F877, omejili smo se predvsem na tiste, ki so v tesni povezavi z uporabo razvojnega sistema, in osnove programskega jezika C.

Pri oblikovanju člankov sem največ poudarka namenil praktičnim aplikacijam, katere bomo obravnavali v nadaljevanju. Pisanje vas bo vodilo od prvih korakov, to je spoznavanja osnovnih gradnikov robota in elektronskih komponent, preko osnovnih programov v programskem jeziku C do končnih aplikacij. Pri pisanju sem se izogibal pretiranemu opisovanju suhoparne teorije, čeprav žal brez nje ne gre. Glavna pozornost je usmerjena končnemu produktu - mobilnemu robotu. Naloge praktičnih primerov se stopnjujejo po načelu od lažjega

k težjemu, kar na koncu bralca pripelje do zelene rešitve.

Predstavitev razvojnega sistema

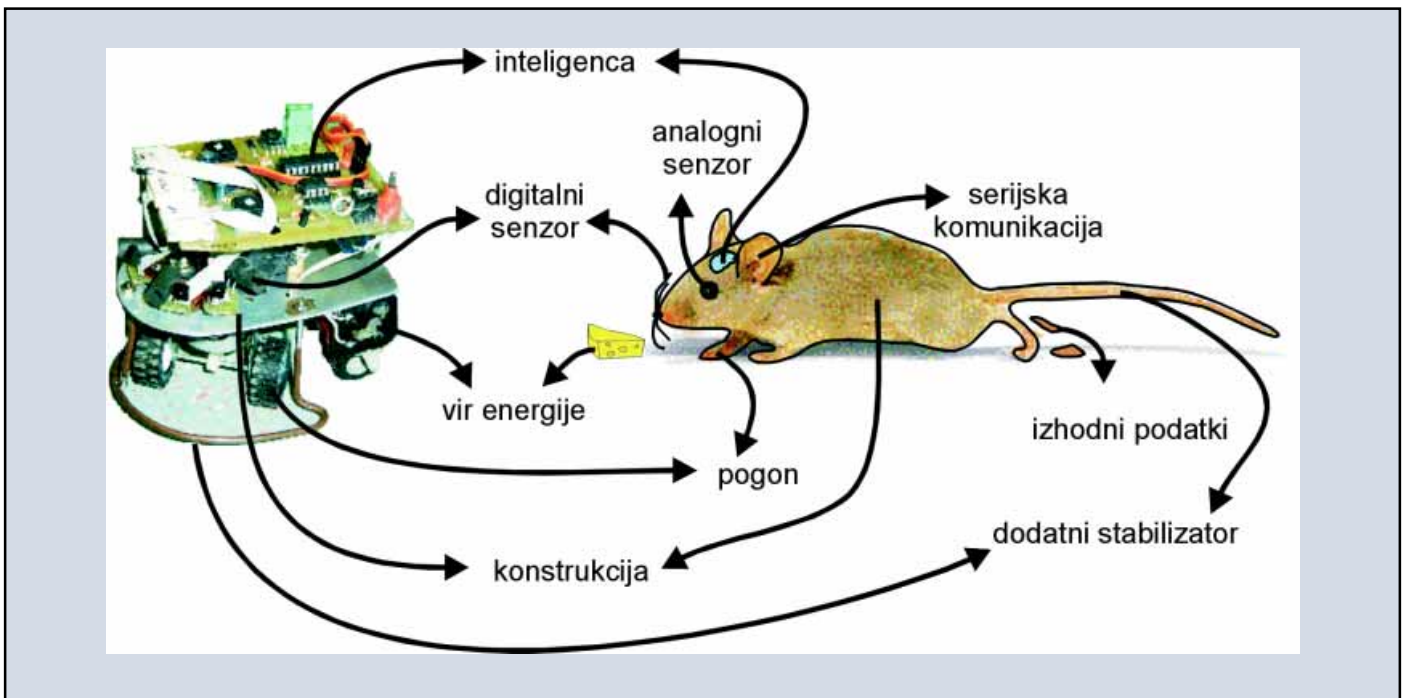
Kaj je avtonomni mobilni robot? Avtonomni mobilni robot je robot, ki se je sposoben samostojno gibati po prostoru, se zna izogibati oviram in ne nazadnje poiskati cilj ter opraviti določeno nalogo. Beseda avtonomen pomeni, da je vedenje robota popolnoma samostojno, neodvisno, brez zunanega upravljanja. Da se robot lahko po prostoru samostojno premika, mora imeti sposobnost zaznavanja okolice in orientacije v prostoru. Za opazovanje okolice roboti uporabljajo senzorce različnih tipov, najpogostejši so infrardeči (IR) in ultrazvočni senzori. Kvalitetni senzori pa niso dovolj za zagotovitev dobre orientacije v prostoru. Robot mora tudi vsebovati dovolj visokoumetne inteligence. Običajno je to računalniški program (programski algoritem), vpisan v mikrokontrolerju.

Omenili smo izraz umetna inteligenca. Nekateri roboti so dandanes že sposobni samostojnega učenja in prilagajanja novim situacijam. Čeprav je osnovni programski algoritem napisal človek, lahko robot na podlagi novih izkušenj algoritem sproti spreminja, kar pomeni, da je takšen robot sposoben neke vrste samostojnega razmišljanja in odločanja.

Kako pristopiti k načrtovanju robota?

Pri projektiranju se bomo ozirali na že obstoječe rešitve, ki jih vsakodnevno srečujemo, pa jih mogoče niti ne opazimo. Vzemimo primer iz živalskega sveta - poljsko miš. Ko iščemo podobnosti med avtonomnim mobilnim robotom in poljsko mišjo, vi-

 INTERKONT ELEKTRONSKE KOMPONENTE ZASTOPANJE TUJIH DRUŽB INTERKONT BERGER GmbH, PODRUŽNICA LJUBLJANA PRODAJA ELEKTRONSKIH KOMPONENT, ZASTOPSTVA:
 ALPHA METALS Lötsysteme GmbH spajkalni materiali
 AMI DODUCO GmbH kontaktni materiali
 E-T-A GmbH Elementi za nadzor in zaščito vezij in naprav
 FUNKWERK KÖLLEDA GmbH Sistemske rešitve v telekomunikacijah
 ISABELLENHÜTTE GmbH ISA-Asic, precizijski upori, uporovne legure
 MENTOR GmbH & Co. - Präzisions-Bauteile elektromehanični elementi
 TEMEX SA komponente za RF tehniko
 W. Garnisch GmbH vodniki
 WÜRTH ELEKTRONIK Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG Induktivnosti in EMC rešitve
Dunajska cesta 63, 1000 Ljubljana Tel.: 01/ 236 12 43, Fax: 01/ 236 12 44 E-mail: info@interkont.si, Internet: www.interkont.si



Slika 1: primerjava mobilnega robota in poljske miši

dimo, da imata veliko skupnega. Vsak od njiju vsebuje:

- določeno stopnjo inteligence,
- čutila (senzorje) za zaznavanje okolice,
- telo (konstrukcijo),
- okončine (pogone) za premikanje,
- ušesa (serijski vhod) za komunikacijo z zunanjim svetom (s poljsko mišjo bi težko komunicirali, ker ne poznamo pravega jezika) in ne nazadnje
- vir hrane (baterijsko napajanje).

Ob tem razmišljanju smo našli komponente (module), brez katerih ne moreta ne poljska miš ne mobilni robot delovati samostojno.

Kaj prinaša roboPIC? Razvojni sistem roboPIC je učni model, prirejen potrebam pri načrtovanju robotov, namenjenih za vožnjo po labirintu. Temu primerna tudi njegova oprema. Razvojna plošča roboPIC vsebuje oziroma podpira uporabo vseh prej naštetih komponent. Poglejmo si jih po vrsti:

1. Umetna inteligenca: Za nadzor gibanja in opazovanje prostora pri poljski miši skrbijo možgani, pri robotu pa mikrokontroler. Kako »pameten« bo robot, je odvisno od programskega algoritma, ki ga mikrokontroler nosi v sebi - ali drugače povedano od spretnosti programerja.
2. Senzorji: Za opazovanje okolice uporablja miš različna čutila, kot so: oči, ušesa in brki. Mobilni robot pa za ta namen potrebuje drugačna čutila, v

elektroniki jih imenujemo senzorji. Razvojni sistem roboPIC omogoča uporabo dveh vrst senzorjev: analogne in digitalne. Na ploščo lahko priključimo kar devet senzorjev, in sicer tri analogne in šestih digitalnih. Dva od slednjih lahko opravljata meritev dveh dolžin. Glede zmogljivosti merjenja večdolžin naj povemo, da je možno število digitalnih senzorjev dodatno zmanjšati na rovaš povečanja zmogljivosti posameznih senzorjev. Lokacija in usmerjenost senzorjev sta ključni in nemalokrat odločilni faktor, ki odločata o vodljivosti robota. Rezultat slabe postavitve senzorjev se kaže v poplesavanju robota po progi in zaletavanju v stene, ki se pogosto konča v katerem od vogalov labirinta.

3. Konstrukcija: Konstrukcija robota mora biti močna, stabilna in primernih dimenzij (pri miši pa tudi prožna), da nanjo pritrdimo vse pripadajoče komponente in sestavne dele. Dimenzije in razmerja stranic so tema, kateri je potrebno posvetiti več pozornosti. Vsekakor je pri načrtovanju konstrukcije potrebno upoštevati dimenzije hodnikov labirinta in višino sten. Vsako tekmovalje je glede teh dimenzij nekaj posebnega in za vsako tekmo je potrebno nastavitve robota spremeniti. Glede dimenzij konstrukcije ni pravega recepta, vsak načrtovalec mora sam poiskati optimalno rešitev.
4. Pogoni za premikanje: RoboPIC omogoča uporabo dveh vrst motorjev, in si-

cer »običajnih« enosmernih (DC) motorjev ter servomotorjev. Enosmernim motorjem je poleg smeri vrtenja možno spreminjati tudi obodno hitrost, kar omogoča hitrejšo ali počasnejšo vožnjo. Na plošči so za priklop motorjev na voljo štiri izhodne sponke, vendar v posamezni aplikaciji lahko uporabimo le dva izhoda. Izbiramo lahko med slednjimi kombinacijami:

- dva enosmerna motorja,
- dva servomotorja ali
- po en enosmerni in en servomotor.

5. Serijsko programiranje: Za programiranje mikrokontrolerja ne potrebujemo posebej izdelanega programatorja. Zadošča že serijska povezava med osebnim računalnikom in razvojnim sistemom. Pred namestitvijo mikrokontrolerja v vezje je potrebno v mikrokontroler vnesti poseben programček, takoimenovani bootloader, ki dobite ga tudi na Microchipovi spletni strani. Ta nam omogoča programiranje mikrokontrolerja brez posebej izdelanega programatorja.

6. Vir napajanja: Tiskano vezje se napaja iz dveh, med seboj ločenih virov. Prvi je namenjen napajanju senzorskega dela skupaj z mikrokontrolerjem; njegova napajalna napetost se lahko giblje v območju med 4,5 V in 6 V. Druga priključna sponka pa služi napajanju pogonskih motorjev; tukaj so omejitve napajalne napetosti podane s karakteristikami



Protel
Board-level design system from Altium™





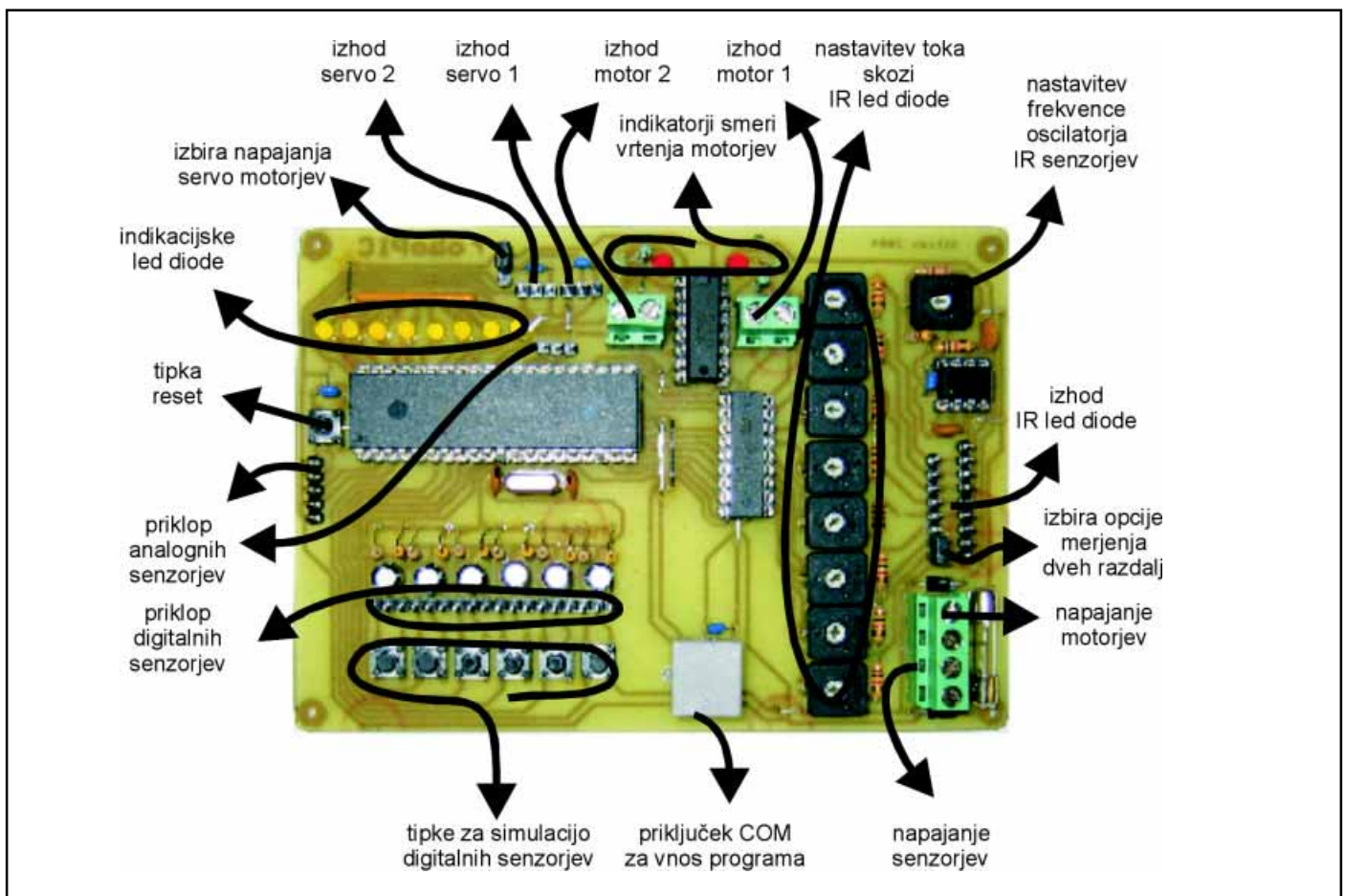
DESIGN EXPLORER
DXP
TECHNOLOGY BY ALTIUM



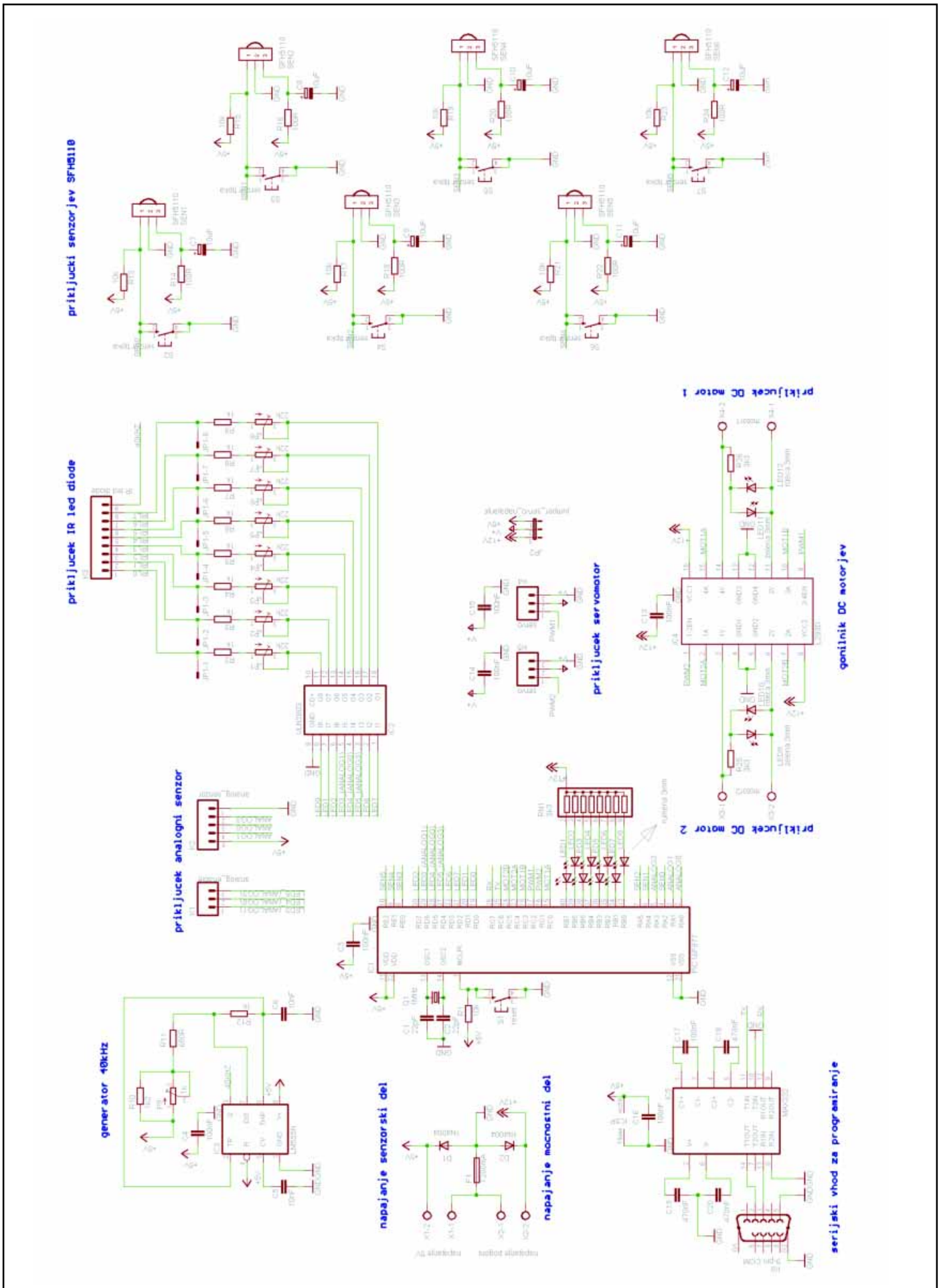
Altium
Think it. Design it. Build it™

Protel DXP

Info:
CadCam Design Centar d.o.o.
 Kraljevičeva 3
 10000 Zagreb, Hrvatska
 Tel/fax: +385-1-2302-454
 E-mail: cadcam@cadcam.hr
 URL: <http://www.cadcam.hr>



Slika 2: Zgradba razvojnega sistema roboPIC



Slika 3: Električna shema razvojnega sistema roboPIC



◆ Sistemi za avtomatizacijo

- Industrijski krmilniki
- Nadzorni terminali
- Identifikacija
- Mehatronika

◆ Industrijske komponente

- Časovniki in števcji
- Merilniki nivoja
- Temperaturni regulatorji
- Panelni prikazovalniki
- Kontaktorji
- Končna stikala
- Napajalniki

◆ Senzorika

- Fotostikala
- Optični senzori
- Laserski merilniki
- Vision sistemi
- Induktivna stikala
- Enkoderji
- Tlačni senzori

◆ Varnostni elementi

- Svetlobne zavese
- Varnostni releji
- Varnostna stikala

◆ Elektronske komponente

- Releji
- Mikrostikala in tipke
- Konektorji
- Mikrooptični senzori

◆ Avtomatizacija procesov

- Svetovanje
- Projektiranje
- Izdelava aplikacij



MIEL
ELEKTRONIKA INŽENIRING

www.miel.si

info@miel.si

MIEL Elektronika d.o.o., Efenkova 61, 3320 Velenje, Tel:(03) 898 57 50, Fax:(03) 898 57 60, www.miel.si

pogonskih motorjev. Ob upoštevanju navedenih omejitev lahko uporabnik obe napajalni liniji združi v eno samo.

Zakaj uporabljati razvojni sistem roboPIC?

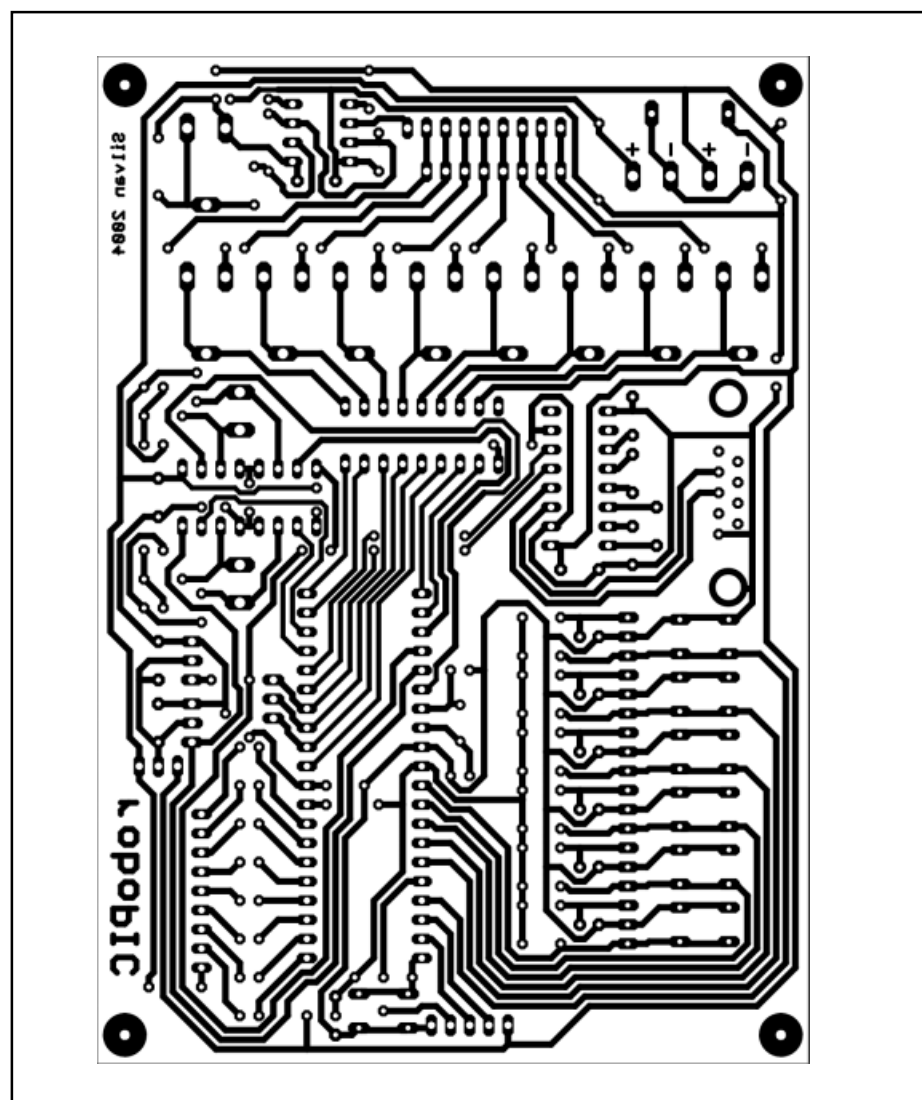
Zato, ker je enostaven za uporabo in ima pred podobnimi razvojnimi sistemi kar nekaj prednosti. Naštejmo jih nekaj:

- robota lahko programiramo med delovanjem samim,
- za delo ne potrebujemo zunanega programatorja,
- razvojni sistem omogoča programiranje tudi v višjih programskih jezikih, kot je naprimer C,
- celotno softversko podporo dobite brezplačno na svetovnih spletnih straneh,
- razvojna plošča podpira simulacijo delovanja senzorjev,

- na razvojni plošči je večje število led diod, ki nam služijo kot pripomoček pri preverjanju delovanja programa,
- zaradi možnosti simulacije delovanja senzorjev lahko program v celoti preizkusimo, ne da bi razvojno ploščo kamorkoli pritrdili,
- v aplikacijah lahko uporabljamo dve vrsti motorjev: enosmerne in servomotorje,
- hitrost vrtenja enosmernih motorjev je moč zvezno spreminjati,
- sistem vsebuje ločeno napajanje senzorskega in močnostnega dela, tako motnje pogonskih motorjev in druge spremembe napajalne napetosti ne motijo delovanja senzorjev.

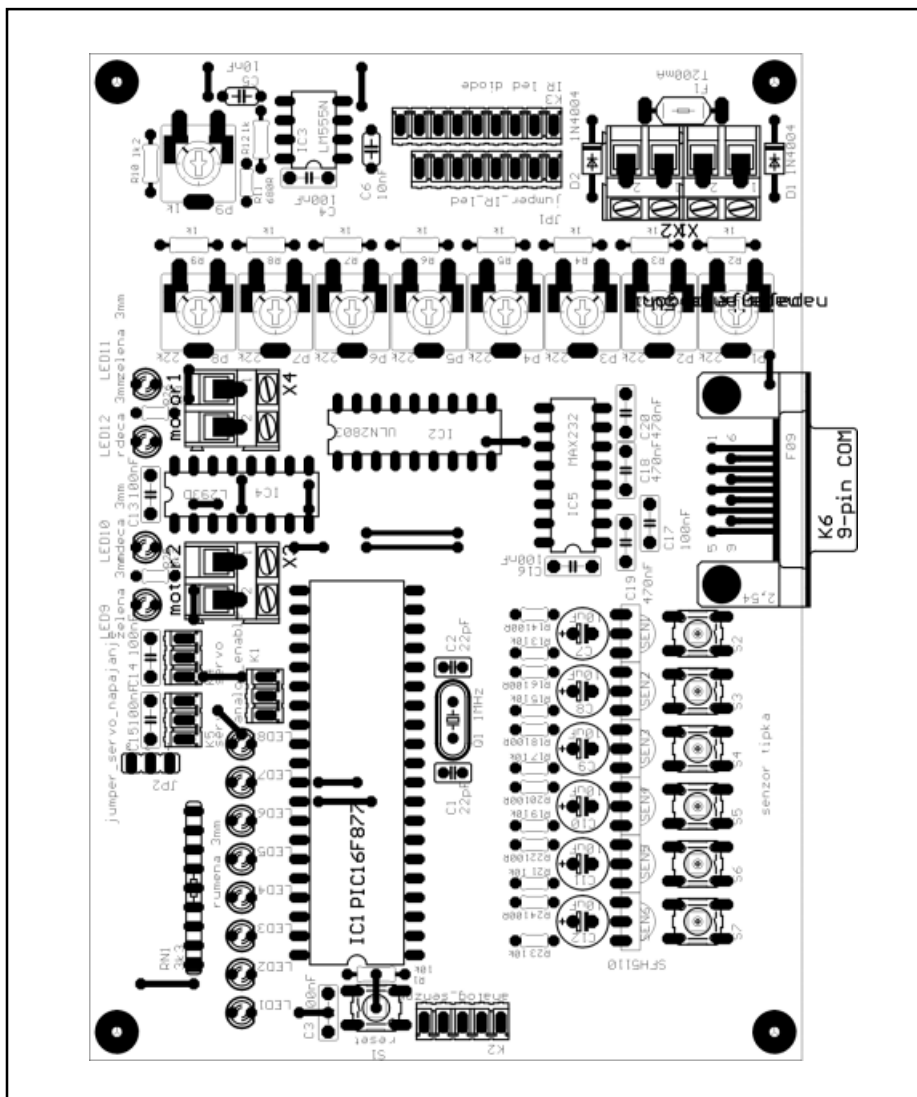
Zgradba razvojne plošče

Poglejmo si podrobno posamezne segmente razvojnega sistema slika 2.



Slika 4: Tiskano vezje razvojnega sistema roboPIC

Nadzor delovanja:	Za nemoteno delovanje skrbi Microchipov mikrokontroler PIC16F877; uporabniku ponuja 2 kBajta programskega spomina in 176 Bajtov RAM spomina.
Senzorji:	Razvojni sistem omogoča priklop šestih digitalnih (dva od teh omogočata merjenje dveh razdalj) in treh analognih senzorjev. Sistem podpira simulacijo delovanja digitalnih senzorjev, čemur služijo mikrotipke.
Pogoni:	Kot pogon lahko uporabljamo dva tipa motorjev: enosmerne ali servomotorje. V aplikaciji smemo uporabiti le dva motorja. Dopuszne so vse kombinacije: dva enosmerna, dva servomotorja ali po en servomotor in en enosmerni motor. Smer vrtenja enosmernih motorjev lahko spremljamo tudi na indikacijskih led diodah, ki sta vezani na izhodne priključke za priklop enosmernih motorjev.
LED indikatorji:	Za indikacijo delovanja senzorjev si lahko pomagamo z osmimi led diodami.
Napajanje:	Napajanje senzorjev in pogonskih motorjev je ločeno. Motorje lahko napajamo z višjo napetostjo kot senzorski del, s tem postane robot nekoliko hitrejši.
Programiranje:	Za vpisovanje programa ne potrebujemo zunanega programatorja. Mikrokontroler lahko programiramo kar med delovanjem samim. Celotno razvojno okolje (softver) je na voljo na spletnih straneh, proizvajalci ga v okrnjeni obliki (freeware) nudijo brezplačno.



Slika 5: Montažni načrt



**WMD 3K SPECIAL EDITION
Spajkalno odspajkovalna
postaja**



Poseben akcijski komplet vsebuje:

- WMD 3 kontrolno enoto
- WSP 80 80W spajkalnik, primeren za spajkanje brez svinca
- DSX 80 odspajkovalno ročico
- HAP 1 ročico za spajkanje z vročim zrakom

DODATNO pa še:

- ščipalke Erem 522N
- pinceto Erem 2ASA



Akcijska cena:
407.000,00 SIT + DDV
~~479.590,00 SIT + DDV~~



Celovška c 228 1000 Ljubljana Slovenija

Tel: 01/ 58 18 718,
58 18 719
Fax: 01/ 58 18 725

weller@avtotehna.si
<http://www.at-oprema.si>

Akcija velja do razprodaje zalog.
Cene so brez DDV.

Električna shema in tiskano vezje

Na začetku našega sodelovanja bi predlagal, da si doma izdelate tiskano vezje, katerega bomo uporabljali pri našem delu.

Do naslednjic

V nadaljevanju si bomo podrobneje pregledali posamezne sklope tiskanega vezja ter konfiguracijo robota, katerega razvojni sistem roboPIC podpira. V nadaljevanju pa bomo že pričeli s prvimi programčki, ki nas bodo postopoma popeljali v svet robotike.

Pa nasvidenje ... do prihodnjic. ●

Literatura:

- [1] Microchip, PIC16F87x data sheet, Microchip Technology Incorporated, 2001, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292c.pdf>;
- [2] B. Peršič, Gradnja mikroprocesorskih sistemov, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 1998,
- [3] HI-TECH, PICC Lite C Manual, HI-TECH Software, 2002, <http://www.htsoft.com/downloads/manuals.php>;
- [4] B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, Programski jezik »C«, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 1991.

Programska oprema:

- [1] Microchip, MPLAB IDE v6.61, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/mp661.zip>;
- [2] HI-TECH software, PICC lite COMPILER v8.05PL2, <http://www.htsoft.com/products/PICClite.php>;
- [3] Microchip, PIC18F/PIC16F Quick Programmer, <http://www.microchip.com/stellent/>
- [4] Petr Kolomaznik, EHL elektronika, PIC downloader v1.08, <http://www.ehl.cz>;
- [5] Herman Aartsen, TNO - The Netherlands, PIC Bootloader +, <http://www.microchip.com/>

Oznaka	Vrednost	Opombe
C1	22 pF	
C2	22 pF	
C3	100 nF	
C4	100 nF	
C5	10 nF	
C6	10 nF	
C7	10 uF	
C8	10 uF	
C9	10 uF	
C10	10 uF	
C11	10 uF	
C12	10 uF	
C13	100 nF	
C14	100 nF	
C15	100 nF	
C16	100 nF	
C17	100 nF	
C18	470 nF	
C19	470 nF	
C20	470 nF	
D1	1N4004	
D2	1N4004	
F1	piko varovalka T200 mA	
IC1	PIC16F877	
IC2	ULN2803	
IC3	LM555N	
IC4	L293D	
IC5	MAX232	
JP1	8-pinski trn konektor moški	jumper IR led
JP2	3-pinski trn konektor moški	jumper – servo napajanje
K1	3-pinski trn konektor moški	analog_enable
K2	5-pinski trn konektor moški	priklop analognih senzorjev
K3	9-pinski trn konektor moški	priklop IR led diod
K4	3-pinski trn konektor moški	priklop servomotorja
K5	3-pinski trn konektor moški	priklop servomotorja
K6	9-pin COM konektor ženski	
LED1	rumena 3 mm	
LED2	rumena 3 mm	
LED3	rumena 3 mm	
LED4	rumena 3 mm	
LED5	rumena 3 mm	
LED6	rumena 3 mm	
LED7	rumena 3 mm	
LED8	rumena 3 mm	
LED9	zelena 3 mm	

Tabela 2: * Digitalni senzorji SFH5110 naj bodo uglaseni na isto frekvenco. Ni pomembno modulacijska frekvenca znaša ravno 40 kHz.