



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

ELEMENTE PRIVIND CONCEPȚIA ȘI PROIECTAREA UNUI PROTOTIP DE MINIROBOT ȘENILAT – “ROBO GRIPES” – CU ACȚIONARE ELECTRICĂ OBTINUTĂ PRIN CAPTARE DE ENERGIE SOLARĂ

Silviu Mihai PETRIȘOR, Cosmin Iulian GRIGORAȘ

ELEMENTS ON THE CONCEPT AND DESIGN OF A TRACKED MINI ROBOT PROTOTYPE – “ROBO GRIPES” – WITH ELECTRIC ACTIONING OBTAINED FROM SOLAR ENERGY CAPTURE

The authors of this paper wish to highlight elements regarding the organology and the integration of the hardware component, functioning and simulation, in the real workspace, of a tracked mini robot prototype with electric actioning obtained from solar energy capture with a load of explosives attached. The technological product developed and designed after completion of the experimental prototype is subject to a national patent (no. RO a 00684, issued by O.S.I.M.) granted to our institution, the result of research activities undertaken under a contract won by national competition, a grant for young research teams, PN-RU-TE-2010 type. The experimental prototype of a tracked mini robot, called *Robo Gripes*, part of the unmanned ground vehicles category having the ability to act autonomously and enabling its endowment with means of observation, listening, tapping, relaying, jamming and demining/reclamation of UXOs and IEDs. This paper reveals, in detail, the composing parts of the hardware component, as well as the way they are assembled in the mechanical structure of the mini robot under study.

Keywords: small robot Track, advanced military technology, "partnership" human - artificial, modularized structure, special applications

Cuvinte cheie: minirobot șenilat, tehnologii militare avansate, "parteneriat" uman-artificial, structură modularizată, aplicații speciale

1. Introducere

Circumscrie triunghiului cunoașterii (știință, cercetare, inovare) produsele tehnologice – rod al contractelor de cercetare – transpun rezultatele cercetării științifice în planul activității didactice și vin în sprijinul educației prin practică, oferind o pertinentă grilă de lectură a paradigmei educaționale specifice secolului XXI.

Racordarea mediului militar la imperativele momentului este vizibilă și prin prisma inițiativelor energetice derulate de armată, circumscrie conceptelor de inteligență responsabilă și umanism aplicat și menite să asigure echilibrul între provocările operaționale planetare, protejarea factorului uman și grija pentru sănătatea planetei. Un rol important în această direcție este deținut de soluțiile tehnologice utilizate în teatrele de operații – avangardă a elementului uman în zone cu grad ridicat de risc – capabile să dezvolte și un comportament prietenos față de mediul înconjurător prin limitarea consumului de combustibili fosili și prin reducerea poluării.

Însă roboții parteneri ai militarilor care activează în teatrele de operații ale prezentului, precum robotul Daksh și robotul MARCbot acordă mai puțină atenție acționării cu energie electrică obținută din sursă de energie curată. Prototipul experimental funcțional propus de prezenta cercetare științifică înlătură acest dezavantaj prin valorificarea energiei solare (nepoluantă, practic inepuizabilă pe termen mediu și lung) capabilă să reprezinte un veritabil câștig pentru securitatea energetică, pentru economie, pentru mediu.

De asemenea, structura mecanică a minirobotului realizat are în componență și un compartiment pentru depozitarea explozibilului, dispus pe platforma de bază, ce facilitează operațiile de asanare/deminare, distrugând munițiile neexplodate (UXO) și dispozitive explozive improvizate (IED), efectuate de operatorul uman aflat în afara ariei de risc (pupitrul de comandă al minirobotului) și care poate comanda ca dispozitivul de prindere, atașat brațului modular robotic, să preia cantitatea de explozibil necesară aplicațiilor genistice amintite mai sus. În acest fel, nu mai este necesară reîntoarcerea minirobotului pentru alimentare cu explozibil ori de câte ori situația o cere [1].

2. Concepția, proiectarea și realizarea practică a minirobotului *Robo Gripes* – prototip funcțional didactic și experimental

Minirobotul șenilat, proiectat și realizat (figura 1) în cadrul laboratorului *Inginerie Mecatronică&Robotică Militară*, laborator existent

În instituția noastră, este destinat culegerii de la distanță a informațiilor (din locurile periculoase sau neaccesibile operatorului uman) cu ajutorul unei camere video încorporate, precum și asanării/deminării munițiilor UXO sau IED, acest lucru efectuându-se prin intermediul brațului robotizat ce are în componența sa dispozitivul de prindere atașat, prin plasarea încărcăturii de exploziv în zona respectivă.

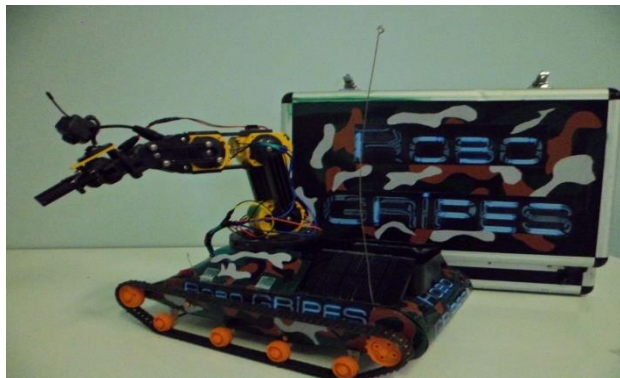


Fig. 1 Prototipul funcțional al minirobotului șenilat *Robo Gripes*

Structura mecanică a mini-robotului este formată din următoarele părți componente:

platforma de bază șenilată, modulul de rotație, platformă cu celule fotovoltaice, compartiment de depozitare a explozibilului, brațul robotizat cu dispozitivul de prindere, echipament video, pupitrul de comandă (unitatea de teleoperare), sistemul de radiocomandă și echipament software.

Pentru construcția bazei robotului s-a utilizat o platformă (corp din plastic cu un grilaj ce are practicată pe suprafața sa găuri de 3 mm spațiate între ele la 5 mm) formată din două plăci de dimensiuni 210 mm/160 mm, respectiv 160 mm/60 mm, unite prin două brațe unghiulare prin intermediul a opt șuruburi de prindere. Având în vedere faptul că dintre miniroboții mobili, cei care se deplasează pe șenile sunt folosiți tot mai mult pentru efectuarea unor activități speciale (cum ar fi: manipularea explozibilului și neutralizarea munițiilor neexplodate; executarea unor culoare prin câmpurile de mine; cercetarea autovehiculelor, terenurilor, aeronavelor sau a clădirilor, urmată probabil de neutralizarea dispozitivelor explozive descoperite), la realizarea sistemelor de locomoție ale acestor structuri de miniroboți se va ține seama de îndeplinirea unor sarcini complexe cum ar fi: abordarea scârilor, eşaladarea diferitelor obstacole, deplasarea pe terenuri accidentate. În acest sens, pentru sistemul de deplasare al prototipului de minirobot s-a folosit un sistem de locomoție cu șenile (figura 2), acesta fiind format din următoarele componente: roată

motoare I, patru roți purtătoare II, o roată de întindere III și șenila IV prevăzută cu un lanț articulat plan. Roata motoare I este o roată dințată conducătoare care angrenează lanțul articulat ce formează șenila IV.

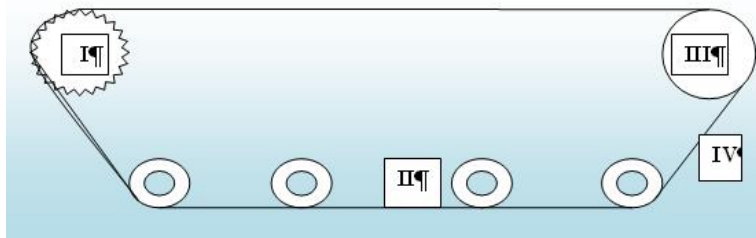


Fig. 2 Sistem de locomoție cu șenile atașată minirobotului

Roata dințată asigură ghidarea și întinderea șenilei, iar roțile purtătoare II realizează punctele de sprijin și de rulare ale minirobotului mobil, punctele de sprijin obținându-se pe ramura inferioară a lanțului șenilei care formează ramura întinsă ce vine în contact cu suprafața terenului. Șenila IV este compusă din mai multe eclise de cauciuc, montate articulat cu bolțuri în vederea realizării lungimii totale necesare deplasării. Pentru realizarea aderenței la sol, șenilele sunt prevăzute la partea exterioară cu proeminențe în X, iar pe partea interioară sunt practicate șanțuri special amenajate în vederea angrenării cu roata motoare.

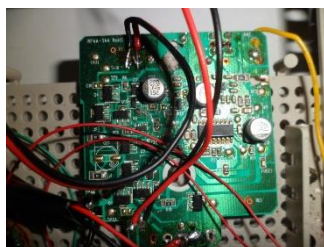
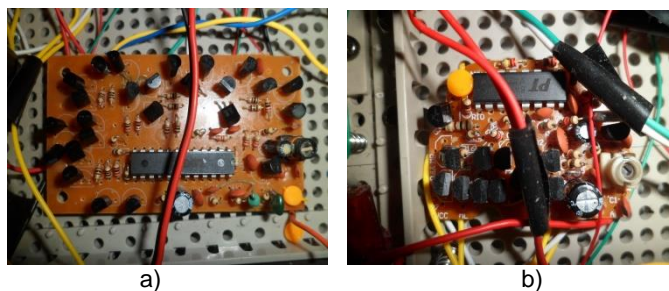
Mișcarea minirobotului se obține utilizând o cutie de viteze dublă (figura 3), prevăzută cu două servomotoare și angrenaje necesare punerii în mișcare a două roți motoare. Roțile se mișcă independent una față de cealaltă, permițând mișcarea prototipului înainte și înapoi, viraj la stânga și la dreapta precum și o rotație în plan orizontal. De asemenea, mișcarea șenilelor permite structurii de minirobot să urce și să coboare scări în pante cu unghiuri de până la 45°.



Fig. 3 Montarea cutiei de viteze pe structura minirobotului

În ceea ce privește controlul și supravegherea prototipului funcțional în timpul unor aplicații speciale, s-au utilizat trei plăci telecomandabile (figura 4) ce acționează șapte electromotoare, folosind trei frecvențe

diferite (27 MHz, 40 MHz, respectiv 49 MHz). Adoptarea unor game diferite de frecvențe înlătură riscul de interferență între plăci, situație care ar putea conduce la acționarea unui alt electromotor decât cel dorit. La placa 1 radiocomandată s-au conectat 3 electromotoare aferente brațului robotizat iar la placa 2 sunt conectate alte două electromotoare atașate aceluiași braț. Placa 3 acționează cele două servomotoare atașate cutiei de viteze, raza de acțiune a acestuia fiind de 70 m.



c)

Fig. 4 Montarea sistemului de comandă pe structura minirobotului: a) placa 1; b) placa 2; c) placa 3

Platforma superioară este formată dintr-o placă pe suprafața căreia s-au dispus brațul robotic, camera web, două plăci solare, precum și cele trei antene aferente plăcilor de comandă. Brațul robotic (figura 5) este prins prin intermediul a șase șuruburi de placa superioară, acesta fiind dotat cu 5 electromotoare și poate manipula greutatea de până la 100 g. De asemenea, brațul robotic are în componența sa și un dispozitiv de apucare, tip gheară cu brațe glisante, care permite apucarea oricărui obiect cu dimensiuni de până la 4,3 cm, posedând și o articulație pivotantă a încheieturii cu rotire de până la 120° , o articulație la cot cu deschiderea de maxim 300° , o articulație la bază cu posibilitatea de rotire de până la 180° , iar rotirea brațului se poate face în ambele sensuri la 355° .

Brațul robotic posedă patru grade de libertate și este prevăzut cu un led ce permite funcționarea pe timp de noapte al minirobotului.

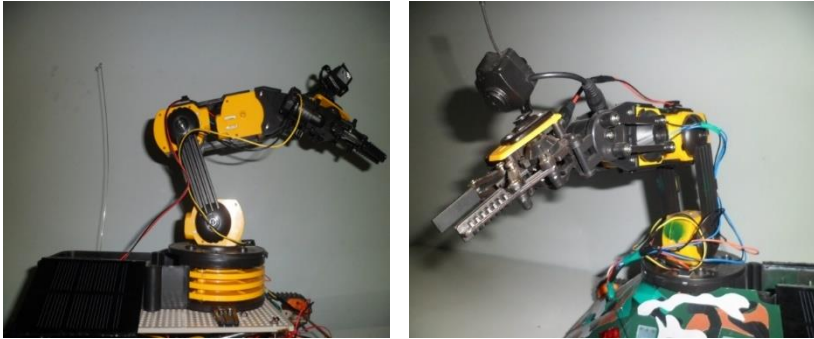


Fig. 5 Atașarea brațului robotic și a camerei video pe structura prototipului

Sistemul de observare este format dintr-o minicameră video cu transmitere wireless, aceasta având rolul de a furniza, în timp real (audio/video) informații de la o distanță de până la 20 m către receptorul wireless asamblat în servieta de teleoperare ce se află în dotarea specialistului genist. Pentru alimentarea camerei s-au folosit două baterii de 9 V legate în paralel, această variantă permițând mărirea amperajului curentului de alimentare și implicit, mărirea puterii și evitarea interferării semnalelor cu alte semnale wireless.

Plăcile solare au în componența sa două celule fotovoltaice (figura 6) capabile să dezvolte o tensiune de 4,5 V sub un curent de 100 mA. Celulele solare sunt conectate la acumulatorul prototipului, ajutând la încărcarea acestuia chiar și în timpul desfășurării misiunilor.



Fig. 6 Montarea celulelor fotovoltaice pe structura minirobotului

În vederea alimentării prototipului funcțional experimental s-a folosit un acumulator polymer lithyum Ion, acesta putând dezvolta un curent de 2200 mA ce va alimenta atât cele 7 electromotoare precum și cele trei plăci de radiocontrol. Acumulatorul are o autonomie de 48 h de funcționare

continuă, acesta încărcându-se prin intermediul celor două celule solare.

Unitatea de teleoperare (figura 7) este formată dintr-o servietă portabilă deținută de către specialistul genist și are în componența sa următoarele componente: monitor Denver MT-723 TWIN cu diagonala de 7 inch, radio AV Receiver și pupitrul de comandă al minirobotului format din două joystick-uri pentru deplasare și o telecomandă pentru brațul modular robotic. Prin intermediul unității de operare, specialistul poate manevra prototipul și poate primi informații relevante din mediul ostil, acesta fiind în afara zonei de risc.



Fig. 7 Unitatea de teleoperare a minirobotului

Caroseria minirobotului este fabricată din durofol, un material plastic ușor de modelat la temperaturi înalte iar camuflajul este realizat din foi autocolante de

culoare verde, negru, maro și gri.

Controlul și mânăuirea miniroboților mobili bazată pe teleoperare necesită un sistem robust cu o interfață intuitivă, flexibilă și eficientă. În cele mai multe cazuri miniroboții militari sunt echipați cu senzori și module controlabile care pot furniza un volum impresionant de date către specialistul utilizator. Deplasarea minirobotului se face cu ajutorul celor două joystick-uri, iar punctul de comandă este format din 5 manete și modulul de radiocomandă, prin intermediul cărora se pot mânui atât brațul robotic cât și acționarea dispozitivului de prindere.

3. Concluzii, avantaje și originalitate

Pragul nivelului tehnologic foarte ridicat din zilele noastre a permis concepția și realizarea practică de elemente robotizate capabile să înlocuiască factorul uman din zone de risc, permițând obținerea de avantaje notabile, fără să avem pretenția de a fi exhaustivi: precizie mărită în mișcări spațiale, rezistență în timp, prag de efort, viteză sporită de reacție, substituirea riscului.

Sub aceste aspecte a luat naștere minirobotul funcțional experimental pe șenile „Robo Gripes”, prototip ce poate fi folosit cu succes în misiunile genistice EOD ale Armatei Române sau ale Inspectoratului Situațiilor de Urgență cu scopul de a proteja atât specialiștii geniști și pirotehniști cât și populația civilă.

Printre avantajele pe care le prezintă realizarea prototipului funcțional de minirobot, dar și realizarea la scară a prototipului omologat de O.S.I.M. punctăm următoarele: ▪ valorificarea prezentului produs tehnologic în plan industrial poate contribui la reducerea impactului negativ al sectorului energetic asupra mediului înconjurător; ▪ funcționarea minirobotului cu energie solară – o soluție economică și ecologică – își aduce aportul la crearea/consolidarea unei culturi de responsabilitate energetică în rândul personalului militar respectiv civil; ▪ protejarea factorului uman și a componentelor organologice aferente structurii mecanice de minirobot expus aplicațiilor genistice cu grad ridicat de risc; ▪ brațul modular robotic care efectuează o cursă de până la 355° și care este încorporat în structura mecanică a minirobotului ajută în caz de răsturnare, minirobotul putând fi redresat doar prin simpla împingere a brațului în pământ; ▪ flexibilitate acțională prin posibilitatea de rabatere semicirculară (180°) a brațului modular robotic atașat minirobotului și prin înlocuirea disruptorului clasic cu compartimentul de depozitare a explozibilului; ▪ arhitectură compactă, consum energetic minim, gabarit redus, posibilitatea operării pe terenuri accidentate și în spații înguste sau ascunse, eficiență ridicată și cost de construcție relativ redus [1].

BIBLIOGRAFIE

[1] Petrișor, S.M., Grigoraș, C.I., Bârsan, Gh., Moșteanu, D.E., *Minirobot șenilat cu acționare electrică obținută prin captare de energie solară cu încărcătură de material explozibil atașată*, **Brevet de invenție național**, Nr.: RO A 2013 00684, Buletin Oficial de Proprietate Industrială, Secțiunea Brevete de Invenție, Nr. 5/2014, ISSN 2065-2100, pag. 24-25, OSIM București.

Conf.univ.Dr.Ing.dipl. Silviu Mihai PETRIȘOR
membru AGIR,
e-mail: silviumihai_petrisor@yahoo.com

Lt. student masterand Cosmin Iulian GRIGORAȘ
Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu” Sibiu