

## SAVREMENI ROBOTI I BEZBEDNOSNE PRETNJE U GLOBALIZOVANOM SVETU

**SAŽETAK:** Savremeni roboti se koriste pri spasavanju nakon prirodnih katastrofa, industrijskih nezgoda i terorističkih napada. Pružaju neophodne informacije spasiocima o situaciji u opasnom okruženju. Mnoge policije sveta koriste robote da identifikuju i neutrališu eksplozivne naprave i opasne materije. U savremenom svetu roboti su sastavni deo bezbednosti i mogu da obavljaju poslove nadzora, izviđanja i spasavanja. Roboti na bezbednosnim zadacima mogu da se kreću na tlu, patroliraju po vodi ili ispod površine vode, mogu da lete i lebde u vazduhu. Mogu da dostavljaju hranu, lekove i kiseonik ljudima zarobljenim ispod ruševina, istovremeno mapirajući prolaz do njih. Cena robota, zbog masovne potražnje, opada i zbog toga su danas pristupačniji policijama, vatrogasnim i spasilačkim službama mnogih zemalja sveta. Primarni zadatak im je da zamene čoveka u obavljanju opasnih i po zdravlje štetnih poslova.

**KLJUČNE REČI:** *roboti, bezbednost, senzori, protivdiverziona zaštita.*

Robot se definiše kao kompjuterski upravljani sistem koji izvodi određene radne operacije i može da se kreće u prostoru radi izvršenja radnog zadatka. Da bi robot jednostavnim pokretima mogao da izvodi složene operacije u promenljivoj okolini neophodno je da ima određeni stepen inteligencije. Pod tim se podrazumeva da je u stanju da interpretira informacije o varijacijama u položaju radnih predmeta i o promenama u okolini i da im prilagodi svoje delovanje bez intervencije operatera. Informacije se dobijaju pomoću senzora<sup>1</sup> koji se ugrađuju na manipulator ili njegovu periferiju. Inteligentni roboti pripadaju trećoj generaciji i njihova je osobina da u nepoznatim situacijama mogu da odlučuju i generišu neprogramirane pokrete zahvaljujući obradi kompleksnih informacija dobijenih pomoću senzora, koji su i sami složeni. Prepoznavanje situacije i prilagođavanje promenljivoj okolini baziraju se na elementima veštačke inteligencije. Veći stepen inteligencije podrazumeva veću sposobnost prilagođavanja. Povezivanje između robota i senzora omogućava komunikaciju robota sa okolinom, praćenje radnih funkcija i stanje sistema instaliranih na robotu. Primarnu obradu (preprocesiranje) informacija obavlja lokalni kontroler, a završnu

---

<sup>1</sup> Senzor je uređaj koji pretvara merenu fizičku veličinu uglavnom u električni signal, odlikuje se malim dimenzijama, izuzetnim tehničkim karakteristikama i sposobnošću obrade signala.

obradu kontroler robota, koji donosi odluke šta treba da se radi, preduzima akcije u saglasnosti s odlukama i nadgleda provođenje akcije (Popović, 1996: 7–17).

Do značajnog napretka u primeni robota u protivdiverzionoj zaštiti dolazi 70-ih godina XX veka, kada britanska vojska, boreći se protiv Irske republikanske armije, uvodi vojni robot Vilbarov (Wheelbarrow). To je bio robot na daljinsko upravljanje, koji je bio opremljen kamerama, mikrofonom i senzorima za hemijske, biološke i nuklearne agense. On je napravljen da bi locirao improvizovana diverzantska sredstva kao što su auto-bombe, pisma-bombe i sva diverzantska sredstva koja teroristi prave u kućnoj radinosti (en.wikipedia.org).

Savremeni roboti se koriste za neutralisanje diverzantsko-terorističkih sredstava,<sup>2</sup> izviđanje i osmatranje, konvoj, transport, spasavanje i gašenje požara, te za provedbu ljudi i vozila. Roboti se kontrolišu putem radio-kontrole, kabla ili preko satelita. Roboti se dele na kopnene robote, bespilotne letelice i podvodna robotska vozila.

Protivdiverziono zaštitno je tehnička disciplina koja u osnovi obuhvata pronalaznje, neutralisanje, transport, dezaktiviranje i uništavanje svih vrsta eksplozivnih naprava. Pored toga, tim aktivnostima obuhvaćeni su i preventivni pregledi prema planu rada i po upućenim zahtevima, odnosno dojavu o postavljanju eksplozivnih naprava. Protivdiverziono pregledi se obavljaju u otvorenim prostorima, stambenim i drugim prostorijama, industrijskim objektima, saobraćajnicama, saobraćajnim sredstvima i drugim mestima na kojima se okuplja veći broj lica, sa ciljem pronalaznje eventualno prisutnih eksplozivnih i drugih opasnih materija koje mogu ugroziti živote i zdravlje ljudi, materijalna dobra i životnu sredinu (Đurković, 2011: 164).

U sledećem delu prikazaćemo najsavremenije robote koje koriste bezbednosne i spasilačke službe u svetu. To su roboti vorior 710 (Warrior 710), talon (Talon), kohga 3 (Kohga 3), pajp krovler (Pipe Crawler), t-houk (T-Hawk) i sarbot (Sarbot).

---

<sup>2</sup> Diverzantska sredstva predstavljaju sklop određenih materijalizovanih elemenata, koji u svom osnovnom sastavu sadrže opasne materije (eksplozivne, lako zapaljive, otrovne i radioaktivne), a namenjena su za uništavanje objekata, ugrožavanje života i zdravlje ljudi i druge efekte protiv ljudi i materijalnih dobara. Prema načinu izrade i konstruktivnim rešenjima diverzantska sredstva se mogu podeliti na formacijska i improvizovana. Grupi formacijskih diverzantskih sredstava najčešće pripadaju određena, prema nameni definisana vojna, fabrički izrađena, pojedinačna ili u sastavu određenih kompleta, sredstva, koja se mogu koristiti ne samo u vojnim nego i u terorističkim aktivnostima. Priručna diverzantska sredstva su izrađena od materijala dostupnih diverzantu u vidu improvizovane naprave, koja je namenjena za izvođenje terorističkih aktivnosti. Izgled diverzantskih naprava se prilagođava da bi se postigao odgovarajući efekat smanjene uočljivosti i efekat maksimalnog iznenađenja. Aktiviranje naprave može biti trenutno ili vremenski usporeno.

## Robot vorior 710 (Warrior 710)



Slika 1. Robot vorior 710

Ovaj robot može da se koristi za uklanjanje formacijskih i improvizovanih diverzantskih sredstava za izviđanje, podizanje tereta i detekciju eksploziva i drugih opasnih materija.

Ono što kompaniju Aj robot (Irobot), koja proizvodi robot vorior, čini vodećemo na polju protivdiverzije zaštite jeste saradnja sa kompanijom *Icx technologies*, koja je proizvela najbolji senzor za detekciju eksploziva nazvan fajdo (Fido). Taj detektor za eksplozive je trenutno najmanji i najsenzitivniji detektor te vrste na svetu. Senzor i komunikacija su u istom kućištu. Fajdo nema svoju memorijsku jedinicu i ne može da beleži podatke, već preko komunikacionog kanala šalje audio i vizuelne podatke u realnom vremenu nadzorno-upravljačkom terminalu. Fajdov senzor koristi osobinu povećanja fluoroscencije određenih polimera za detekciju tragova eksplozivnih materijala u količinama od 1 kvadrilionitog dela ( $10^{-15}$ g). Senzor može da detektuje isparenja i čestice bez potrebe da se sistem modifikuje, za razliku od drugih senzora ([www.icxt.com](http://www.icxt.com)).

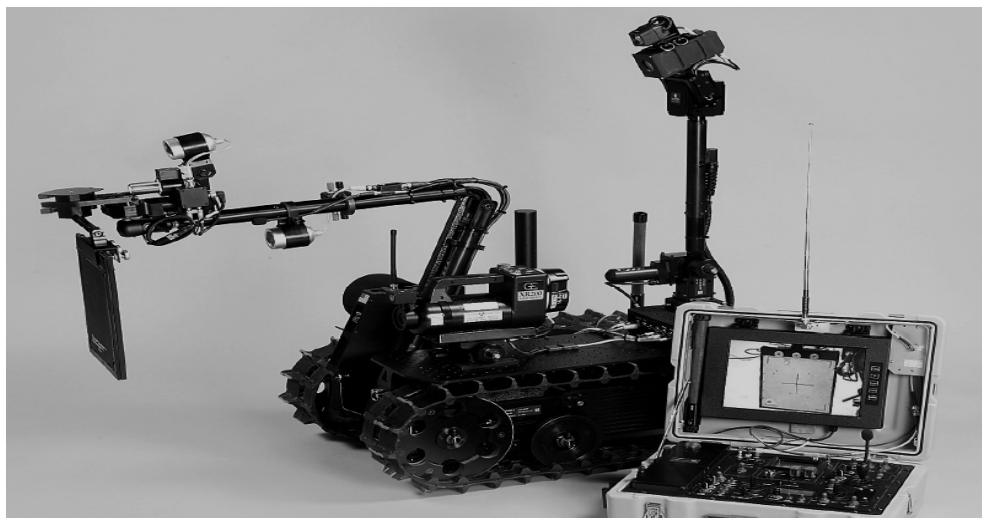
Filip Kojl (Philip Coyle), stariji savetnik pri Centru za odbrambene informacije u Vašingtonu (Center for Defense Information in Washington), kaže da ovi roboti mogu biti korisni u situaciji kada vojnici već pretpostavljaju da je bomba podmetnuta. Međutim, njihovi senzori su skloni pogrešnoj identifikaciji i mogu da pogrešno detektuju eksploziv tamo gde ga zapravo nema. Na to utiču ostaci eksplozivnih ma-

terijala, dim i druge vrste kontaminacija na terenu. Po Kojlovom mišljenju, vojnici bi mogli da izgube poverenje u senzore i na taj način bi oni postali veći problem nego korist.

Narednik američke vojske Šon Bejker (Shawn Baker) je tokom službe u Iraku učestvovao u lociranju i neutralizaciji improvizovanih diverzantskih sredstava koja su postavljena pored puteva. Pre nego što su dobili robote on se sa svojim kolegama udaljavao najdalje što je mogao od sumnjivih predmeta i onda su kuke koje su bile zavezane za konopce prebacivali preko tih sumnjivih predmeta u nadi da će ih demontirati ili aktivirati. Na taj način dva njegova vojnika su poginula. Nakon što su stigli protivdiverzorni roboti nijedan vojnik nije povređen niti je poginuo, kaže narednik Bejker. On smatra da ćemo tek sada početi da uviđamo prednosti dostignuća nauke u ovoj oblasti (Hannah, 2007: [www.msnbc.msn.com/id/17874529/ns/technology\\_and\\_science-innovation/t/bomb-sniffing-robots-put-test-iraq](http://www.msnbc.msn.com/id/17874529/ns/technology_and_science-innovation/t/bomb-sniffing-robots-put-test-iraq)).

Tokijska kompanija za distribuciju električne energije napravila je improvizovani robotski usisivač, kako bi uklonila radioaktivnu prljavštinu iz nuklearne elektrane Fukušima. Za te potrebe koriste usisivač snažne jačine, čiji kraj su pričvrstili na manipulatorsku ruku robota vorior. Na taj način inženjeri su daljinskim upravljanjem usisali radioaktivne ostatke i pesak koji je pokrio pod nuklearne centrale nakon razornog cunamija. Cilj ovakvog čišćenja, prema izjavi predstavnika tokijske kompanije za električnu distribuciju, jeste da se smanji izloženost radijaciji zaposlenih, koji moraju da priđu reaktoru kako bi ga popravili (Guizzo, 2011: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/robot-vacuum-sucks-up-radiation-at-fukushima>).

## Robot talon



*Slika 2. Robot talon*

Talon roboti su jaki, izdržljivi, dugotrajni i lagani guseničari koji se koriste u izviđanju, komunikaciji, obezbeđenju, spasavanju i protivdiverzionoj i radiološko-hemij-sko-biološkoj zaštiti. Moguće je montirati veliki broj različitih senzora na njega, kao što su senzori toplote, radijacije i raznih gasova. Na robot mogu da se montiraju četiri kamere, uključujući termovizijsku i noćnu optiku sa zum opcijom. Displej omogućava četiri prikaza, poseban prikaz za svaku kameru.

Talon ima tek-1 crno-belu termalnu kameru i tek-2 kolor termalnu kameru, koje se mogu koristiti danju, noću, u sumraku, po kiši, snegu, magli i dimu. Kamere mogu da detektuju ljude, životinje i objekte. Kamere imaju radnu temperaturu od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+170^{\circ}\text{C}$ .

Po potrebi, na njega može da se montira zvučnik, što se pokazalo korisnim u situacijama pregovaranja prilikom držanja talaca i prilikom spasavanja. Operater može da čuje šta se dešava u okolini robota, a može i da komunicira s njim preko kodirane bežične linije na razdaljini od 800 metara.

Talon robot ima univerzalni držač koji je kompatibilan sa svim vrstama *pigsticka*.<sup>3</sup> Uz držač ide i laserski nišan sa dvostrukim snopom koji operateru omogućava da lakše nanišani.

Na ovaj robot se može montirati i mobilni rendgenski uređaj. Rendgenom se upravlja putem ekrana osetljivog na dodir, koji je ugrađen u upravljačku jedinicu robota. Uređaj koji služi kao generator X-zraka nalazi se na platformi robota, dok se detektor zračenja, koji će izvršiti transformaciju nevidljivih X-zraka u vidljivu sliku, nalazi u robotskoj ruci. Robot se postavlja tako da predmet koji se skenira bude između generatora X-zraka i detektora zračenja. Rendgen uređaji na talonu mogu se nagnuti  $30^{\circ}$  nagore i nadole. Robot koristi digitalni sistem za obradu slike ([www.qinetiq-na.com](http://www.qinetiq-na.com)).

Talon koristi ferstdefender (*firstdefender*) laserski detektor. Primenom Ramanove spektroskopije<sup>4</sup> brzo se identifikuju nepoznati čvrsti materijali ili hemikalije. Sofisticirani hemiometrijski algoritmi automatski određuju prisustvo mešavina i kontaminiranih hemikalija. Senzor identifikuje eksplozive, toksične industrijske hemikali-

---

<sup>3</sup> *Pigstick* je naprava koja ispaljuje mlaz vode koji prekida strujna kola eksplozivne naprave. Služi za neutralizaciju improvizovanih diverzantskih sredstava. Izumela ga je britanska vojska 1972. godine. Moderne verzije mogu da ispaljuju i tvrde projekte, kako bi neutralisale ili aktivirale diverzantska sredstva.

<sup>4</sup> Ramanova spektroskopija je spektroskopska tehnika koja se koristi za proučavanje vibracionih, rotacionih i drugih niskofrekventnih prelaza u sistemu. Zasniva se na neelastičnom rasejanju monohromatskog zračenja generisanog laserom u vidljivom, bliskom infracrvenom ili bliskom ultraljubičastom delu spektra. Lasersko zračenje utiče na atome ili molekule iz sistema tako da je energija zračenja fotona koji napuštaju uzorak pomerena naviše ili naniže. Upravo to pomeranje energije daje informaciju o strukturi ispitivanog uzorka. Glavne prednosti Ramanove spektroskopije su mogućnost snimanja spektra iz uzoraka u različitim stanju: tečnosti, čvrstih uzoraka, gelova, praha, filmova i sl.

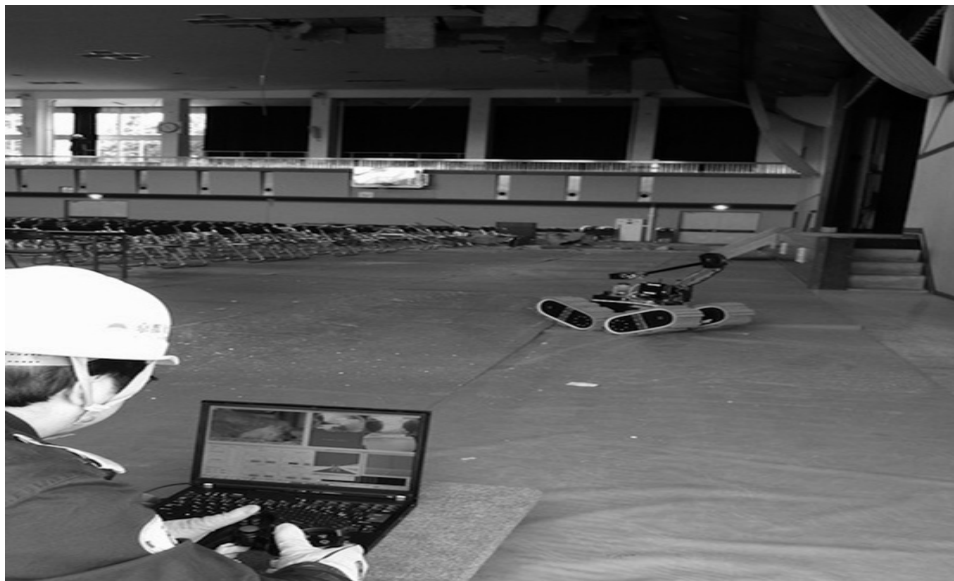
je, agense za hemijsko oružje i narkotike. Laserska sonda se uperi u sumnjivi objekat, što znači da može da vrši detekciju direktno kroz staklo ili providni plastični kontejner (zatvoreni sudovi), čime se izbegava izlaganje rukovaoca potencijalno opasnim supstancama. Senzor zajedno sa robotom može brzo da uporedi sumnjivu supstancu sa velikom bazom podataka koja sadrži čak 10.000 uzoraka različitih eksplozivnih i toksičnih materija i hemijskih agensa. Uređaj ima sopstvenu memoriju i pamti sve podatke, koji se kasnije mogu proslediti drugim uređajima u različitim formatima. Senzor se nalazi u zaptivenom (IP67) kućištu, što znači da može da upadne u i vodu, i koje ga štiti od prašine ([www.ahurascientific.com](http://www.ahurascientific.com)).

Za potrebe američke granične policije talon robot patrolira 17 metara ispod zemlje na granici Sjedinjenih Država i Meksika. Od 2001. godine otkriveno je više od 30 podzemnih tunela ispod granice dve države, koje kriminalne organizacije koriste za šverc ljudi i narkotika. Za policiju je praktičnije da pošalje robota kako ne bi izlagala svoje ljude opasnostima od strane kriminalaca, toksičnih materija i zamki koje postoje u nekim od tih tunela. U decembru 2008. godine eksperti za robotiku iz Nacionalne laboratorije Ajdaha (Idaho National Laboratory) odneli su talon robot opremljen laserom i hemijskim senzorom na granicu sa Meksikom i pustili ga u jedan od tunela. Talon poseduje dovoljno autonomije da završi zadatak kada zbog velike dubine više nije u kontaktu sa upravljačkom jedinicom i da se vrati nazad. RIK tehnologija omogućava robotu da razume i interpretira svoje okruženje i da radi autonomno. Za mapiranje terena i pozicioniranje često se koristi tehnologija snimanja video-kamerom i laserskog skeniranja. Video-kamera snima okruženje a lasersko skeniranje se koristi za određivanje udaljenosti i pozicioniranje. Uz navedeno, koristi se još merenje inercije (ubrzanja) kako bi se povećala stabilnost robota i dobile dodatne informacije o njegovom kretanju (<https://inlportal.inl.gov/>).

Meksiko je interesantna centralnoamerička zemlja sa veoma rasprostranjenim organizovanim kriminalitetom. Samo tokom 2006. godine u međusobnim obračunima narkobandi i njihovim napadima na sve koji im stoje na putu ubijeno je više od 2.000 ljudi. Među žrtvama su bili i policajci, policijski šefovi, tužioci, novinari, lokalni političari (Bošković, Skakavac, 2009: 34–35).

Nedugo nakon što je uveden u upotrebu talon se odlično pokazao na mestu terorističkih napada u Njujorku 2001. godine. Njegova elektronika je tada izdržala da 45 dana zaredom dva puta dnevno bude dekontaminirana.

### Robot kohga 3



*Slika 3. Kohga 3*

Kohga 3 je japanski spasilački robot sa snažnim motorom i sa četiri kompleta gusenica. Na robotu su montirane 3 CCD kamere, termalna kamera, laserski skener, LED svetlo, senzori ugljen-dioksida i senzor nadmorske visine. Ima robotsku ruku dugačku jedan metar sa 4 stepena slobode. Robot može da prolazi kroz ruševine, šut i da se penje na stepenice pod nagibom od 45°.

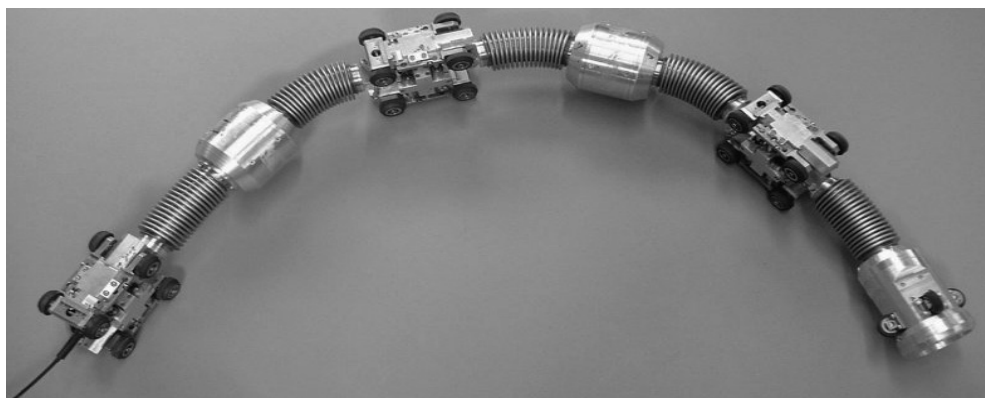
Robot kohga 3 je korišćen za procenu bezbednosti oštećenih građevina nakon razornog zemljotresa i cunamija koji su pogodili Japan u martu 2011. godine. Robot je poslat da proceni štetu u srednjoj školi na ostrvu Honsu, u kojoj je deo plafona otpao i ugrožavao živote spasilaca. Robotizovanu ekipu je predvodio Fumitoši Macuno, profesor sa Kjoto Univerziteta i potpredsednik Međunarodnog instituta za sisteme spasavanja (International Rescue System Institute). Pošto su se spasilačke službe plašile naknadnih potresa tla, koje bi mogle da sruše ostatak krova gimnazije, profesor Fumitoši je sa svojim saradnicima poslao kohgu 3 u zgradu škole. Spasioci su ostali na ulazu zgrade i putem laptopa i upravljačke jedinice vodili robota do mesta gde je otpao plafon i tada su CCD kamerama zumirali oštećenje na krovu da bi procenili štetu. Robot je posle toga usmerio svoje kamere prema ruševinama na podu da bi eksperti mogli proceniti da li su oštećeni delovi noseće konstrukcije krova. Nakon toga robot je nastavio sa inspekcijom zgrade, stigavši do poluotvorenih vrata, progurao svoju robotsku ruku na koju je bila montirana kamera kroz uzani otvor vrata i snimio situaciju u sobi. Robotizovana ekipa profesora Fumitošija provela je nekoliko dana u oblastima pogođenim elementarnom nepogodom pomažući spasilačkim ekipama. S obzirom

na intenzitet uništenja, profesor Fumitoši kaže da je njihov doprinos bio minimalan (Guizzo, 2011: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/japan-earthquake-robot-surveys-damaged-gymnasium>).

Nakon razornog zemljotresa i cunamija, koji su pogodili Japan 2011. godine i tom prilikom teško oštetili nuklearnu elektranu Fukušimu, Japan je zatražio međunarodnu pomoć kako bi dobio robote koji bi sanirali posledice nuklearne katastrofe. Tada se u Japanu postavilo pitanje kako je moguće da zemlja koja je poznata po razvoju robotike nema adekvatne robote za saniranje posledica nuklearne katastrofe.

Profesor robotike Satoši Tadakoro sa Tahoku univerziteta u Sendaiju kaže da veliki problem robotima u Fukušimi predstavljaju pukotine i prepreke koje ne mogu preći. Oni su trenutno najkorisniji za merenje radijacije, kako radnici nuklearne centrale ne bi bili ozračeni tokom obavljanja popravki. Vatrogasni roboti koje je Japan proizveo, i koji su veoma efikasni u gašenju požara, nažalost nisu dizajnirani da budu otporni na radijaciju pa se ne mogu uspešno koristiti za tu namenu (Guizzo, 2011: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/japan-robots-to-fix-troubled-nuclear-reactors>).

### **Robot pajp krovler (Pipe Crawler)**



*Slika 4. Robot pajp krovler*

Pajp krovler su roboti za video i lasersku inspekciju cevovoda. Ovi roboti se uglavnom koriste u nuklearnoj industriji, rafinerijama, hemijskim pogonima, gasovodima, kao i u svim cevovodima do pet stotina metara dužine.

Glava robota omogućava video-inspekciju. Ima dve kamere za horizontalno i vertikalno panoramsko snimanje i treću integrisanu kolor kameru. Kamere imaju visoku rezoluciju i 10x zum opciju sa automatskim i manuelnim fokusom. Zbog tih karakteristika pogodne su za inspekciju različitih cevi. Na glavi robota se nalazi lampa sastavljena od LED dioda čiji se intenzitet može kontrolisati.



Pomoću lasera robot je u stanju da pronade koroziju i deformacije cevi veće od 2 mm. Preciznost lasera je veća od 0,1 mm. Podešavanja lasera su takva da se može koristiti i na reflektujućim, mokrim i neujednačenim površinama. Merenja se mogu obavljati čak i na zakrivljenim delovima cevovoda.

Sam pogon robota sastoji se od tri nezavisne pogonske jedinice koje su fleksibilno povezane. Svaka pogonska jedinica ima dva jednosmerna motora.

Robot ide brzinom 200 m/h horizontalno i vertikalno i može da savladava krivine (zakrivljenja na cevima) čiji je poluprečnik (radijus) veći ili jednak  $1,5 D$  (gde je  $D$  dijametar ili prečnik cevi).

Točkovi, koji su obloženi gumom, naležu na unutrašnjost cevi, pritiskaju ih i ostvaruju trenje, te mogu savladati vertikalne deonice. Točkovi ostvaruju pritisak pomoću sistema opruga ili komprimovanog vazduha.

Specijalnim elektronskim ili optičkim kablom kontrolišu se robot i video-kamera, i preko njega se emituje slika do monitora ili DVD rekordera. Robot i svi elementi na njemu se kontrolišu putem upravljačke jedinice i laptopa.

Robot može da pređe 500 metara cevi – to ograničenje je uslovljeno maksimalnom dužinom kablova. Može da se koristi za cevi čiji je prečnik veći od 7,5 centimetara. Grane i deformiteti na cevi nisu problem. Na robotu se nalazi ultrazvučni i senzor puzajućih struja (veliki problem kod antikorozivne zaštite metalnih cevi). Ta dodatna oprema omogućuje analizu kvarova i problema na cevovodu i omogućuje da detektovani problemi budu rešavani na licu mesta. Roboti za inspekciju cevovoda dostupni su u različitim veličinama, u zavisnosti od prečnika cevi ([www.inspector-systems.com](http://www.inspector-systems.com)).

### Bespilotna letelica t-houk (T-Hawk)



*Slika 5. T-houk*

T-houk je bespilotna mikroletelica koja se lako montira i može brzo da poleti. Lebdi iznad zadatih koordinata i snima kamerom teren ispod sebe. Služi kao podrška naprednim sistemima za prikupljanje podataka, nadzor i izviđanje.

Letelica poleće i sleće vertikalno. Brzina penjanja pri poletanju je 8 m/s. Može da sleti na tačno određenu tačku i poleti s nje. Ruta se može unapred zadati ili letelicu manuelno može voditi operater. T-houk ima gasni motor i bezbedan je za rukovanje. Autonomija leta mu je četrdeset šest minuta. Može da leti po magli, kiši i po peščanoj oluji. Poleće i sleće pri brzinama vetra do 8 m/s. Jednostavan je za transport i njime se može upravljati iz vozila. Ima infracrvenu noćnu kameru, elektrooptičku kameru i može da zumira i prati metu. Letelicom se upravlja radio-kontrolom na razdaljini od 5 do 10 kilometara. Zemaljska stanica čuva četiri sata snimljenog materijala sa senzora. T-houk ima i ugrađen GPS. Horizontalna preciznost pozicioniranja je deset metara a vertikalna šest metara ([www.thawkmav.com](http://www.thawkmav.com)).

### **Besposadno podvodno robotsko vozilo sarbot**



*Slika 6. Sarbot*

Sarbot je robot za podvodno spasavanje ljudi. Izuzetno je brz i lako se montira. Razvijen je u saradnji sa vodećim britanskim vatrogasnim i spasilačkim ekipama. Mlaznice robota su pogonjene jednosmernim motorima sa permanentnim magnetima (Brushless DC motor).

Pošto se većina žrtava davljenja nađe 10 do 15 metara od mesta gde su viđeni poslednji put, prostor pretrage je relativno mali. Sarbot može da se montira u roku od četiri minuta i čim se porine kreće do mesta gde je žrtva davljenja viđena poslednji put i na tom mestu zaroni. Čim se nađe ispod površine vode šalje video i sonarnu sliku u realnom vremenu do operatera, koji prati situaciju sa obale putem ekrana. Operater upravlja robotom dok ne ugledaju žrtvu i onda joj prilaze i hvataju je za

udove robotskom rukom i izvlače na površinu. Za celu spasilačku akciju dovoljna su dva čoveka.

Robot je opremljen širokougaonom kolor kamerom (0,3 luxa) sa 560 kanala. Kamera je opremljena LED svetlom jačine 700 lumena. Vozilo ima kameru sa šasi-  
jom koja se rotira 180°. Na robot je montirana i džemini teh (Tritech Gemini) 720i  
višesnopni sonar. Integrisani zvučni senzor obezbeđuje oštiju sliku sa preciznim lo-  
ciranjem. Različite robotske ruke mogu da se montiraju na sarbot, zavisno od potrebe  
na terenu. Postoje robotske ruke hvataljke i one za sečenje.

Medicinska istraživanja su dokazala da ljudi mogu preživeti bez ikakvih posledica  
u situacijama kada su se skoro utopili. To se odnosi na situacije kada je voda hladnija  
od 21 stepena Celzijusa i kada je davljenik spasen u roku od sat vremena, ali neka  
istraživanja su čak dokazala da to može biti i devedeset minuta ([www.seabotix.com](http://www.seabotix.com)).

## Zaključak

Teroristički napadi 11. septembra 2001. godine i dešavanja koja su usledila posle  
njih, kao što su ratovi u Iraku i Avganistanu, značajno su uticali na razvoj savre-  
mene robotike i senzora u protivdiverzionoj zaštiti. Od tada su roboti postali važan  
deo spasilačkih ekipa i učestvovali su u saniranju posledica svih većih katastrofa kao  
što su zemljotresi, cunami, uragani, naftna zagađenja i teroristički napadi. U takvom  
ambijentu vojnici, policajci i spasilačke službe su izloženi raznim opasnostima pa je  
upotreba robota neophodna.

Sva ta dešavanja su povećala tražnju za robotima, snizila njihovu cenu i učinila ih  
pristupačnijim mnogim zemljama i njihovim stručnim službama.

U nuklearnoj elektrani Fukušimi se pokazalo da je i dalje jedan od najvećih pro-  
blema robota pokretljivost, jer nisu u stanju da pređu sve prepreke. Nisu mogli da  
izvedu sve operacije neophodne za saniranje havarisane nuklearne elektrane. U in-  
spekciji zgrada koje su oštećene u zemljotresu i cunamiju bili su mnogo efikasniji, ali  
je zbog razmere katastrofe koja je pogodila Japan njihova uloga bila minimalna, čime  
se pokazalo da i dalje nema dovoljno robotizovanih spasilačkih ekipa.

Robot do sada još nikad nije izvukao živu osobu iz ruševina, ali je zarobljenima  
donosio hranu, lekove, vodu i kiseonik dok nisu bili oslobođeni. Robot, takođe, može  
uspešno da mapira put do osobe koja je zatrpana ispod ruševina i da pruži vredne  
informacije spasilačkim ekipama.

Nakon ekološke katastrofe koja se desila u Meksičkom zalivu, kada je eksplodira-  
la platforma naftne kompanije Britiš petroleum (British Petroleum), pokazalo se da  
su roboti nezamenjivi i u industrijskoj bezbednosti. Roboti su prišli bušotini nakon  
eksplozije i na velikoj dubini snimali oštećenje na naftovodu, a uz njihovu pomoć je  
i zaustavljeno curenje nafte u okean. Roboti su bili ti koji su prikupljali podatke o  
zagađenosti mora i posledicama koju je nafta izazvala na živi svet.

Takve industrijske katastrofe, ali i prirodne, kao i mogući napadi na energetske  
infrastrukturu, predstavljaju pretnju energetskoj i ekološkoj bezbednosti. Zato je pri-

mena robota za inspekciju cevovoda u rafinerijama, gasovodima, hemijskim i nuklearnim postrojenjima isplativa. Jeftinije je ulagati u ovakve sisteme nego kasnije sanirati štete nastale u industriji i eko-sistemu, dok su gubici u ljudskim životima nenadoknadivi.

Savremeni policijski roboti imaju značajnu ulogu u borbi protiv kriminaliteta. Najmoderniji senzori registruju drogu, eksplozive i razne opasne hemikalije. Ti roboti često imaju bogatu bazu podataka o opasnim supstancama i često već na terenu mogu da identifikuju o kojim materijama se radi. Tokom preduzimanja operativno-taktičkih, tehničkih i istražnih radnji ovakva tehnologija može doprineti brzini i operativnosti bezbednosnih službi jer se brže dolazi do indicijalnih činjenica i brže se može ukazati na krug osumnjičenih. U opasnim situacijama robot sa svojim kamerama često može da pruži važne informacije i time spase živote policajaca. Uloga robota u neutralizaciji eksploziva je i dalje neprikosnoven. Zbog bezbednosti ljudi upotreba robota u određenim opasnim situacijama je neophodna, efikasna i ekonomična. Čovek koristi robote u protivdiverzionoj zaštiti i spasavanju da bi sačuvao ljudske živote. Koliko će roboti u tome biti uspešni zavisi od tehničkih mogućnosti robota, ali i od samog čoveka koji ga je napravio i njime upravlja.

## Literatura

1. Bošković, M., Skakavac, Z. (2009). *Organizovani kriminalitet – Karakteristike i pojavnici oblici*. Novi Sad: Fakultet za pravne i poslovne studije, Prometej.
2. Guizzo, E. (2011). Robot Vacuum Sucks Up Radiation at Fukushima Plant. Preuzeto sa: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/robot-vacuum-sucks-up-radiation-at-fukushima>.
3. Guizzo, E. (2011). Japanese Robot Surveys Damaged Gymnasium Too Dangerous for Rescue Workers. Preuzeto sa: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/japan-earthquake-robot-surveys-damaged-gymnasium>.
4. Guizzo, E. (2011). Can Japan Send In Robots To Fix Troubled Nuclear Reactors? Preuzeto sa: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/japan-robots-to-fix-troubled-nuclear-reactors>.
5. Đurković, R. (2011). *Savremena tehnička sredstva u bezbednosnim sistemima*. Novi Sad: Fakultet za pravne i poslovne studije, Prometej.
6. [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org).
7. Popović, M. (1996). *Senzori u robotici*. Beograd: Viša elektrotehnička škola.
8. Hannah, J. (2007). Bomb-sniffing robots put to test in Iraq. Preuzeto sa: [www.msnbc.msn.com/id/17874529/ns/technology\\_and\\_science-innovation/t/bomb-sniffing-robots-put-test-iraq](http://www.msnbc.msn.com/id/17874529/ns/technology_and_science-innovation/t/bomb-sniffing-robots-put-test-iraq).
9. [www.ahurascientific.com](http://www.ahurascientific.com).
10. <https://inlportal.inl.gov/>.
11. [www.inspector-systems.com](http://www.inspector-systems.com).
12. [www.icxt.com](http://www.icxt.com).

13. [www.thawkmav.com](http://www.thawkmav.com).
14. [www.seabotix.com](http://www.seabotix.com).
15. [www.qinetiq-na.com](http://www.qinetiq-na.com).

## MODERN ROBOTS AND SECURITY THREATS IN A GLOBALIZED WORLD

**SUMMARY:** Modern robots are used for rescue after natural disasters, industrial accidents and terrorist attacks. They provide the necessary information about the situation in dangerous environment for the rescuers. Many police departments in the world are using robots to identify and neutralize explosives and hazardous materials. In the modern world, robots are an integral part of security and can carry out supervision, surveillance and rescue operations. Robots on security tasks can move in soil, water patrol or below the surface of the water, they can fly and hover in the air. Robots can deliver food, medicine and oxygen to the people trapped under the rubble while mapping the passage to them. Price of the robots because of mass demand decreases, and therefore are more affordable today for the police, fire and rescue services in many countries of the world. The primary task is to replace humans in performing dangerous and for health affairs harmful missions.

**KEY WORDS:** *robots, security, sensors, bomb disposal.*