

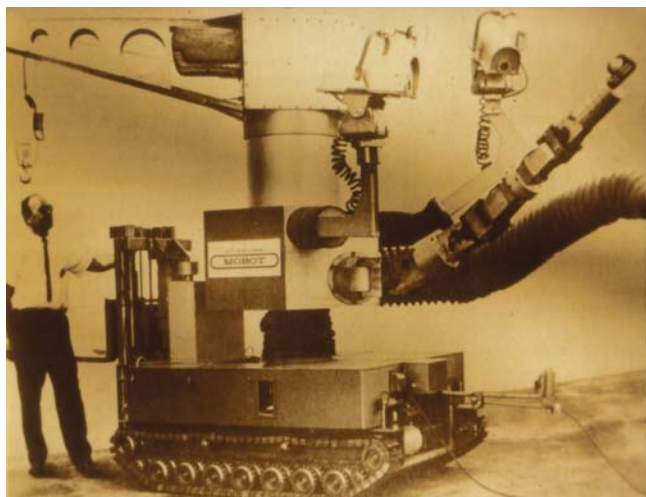
Tridsať rokov svetovej robotiky (11)

Václav Kaláš

Robotizované technológie pre tretie tisícročie

16. Mobilné roboty – nová kvalita robotiky

Možno konštatovať, že vznik mobilných robotov (mobilnej robotiky – MR) siaha do obdobia vzniku robotiky ako takej, resp. ešte ďaleko pred obdobie, o ktorom uvažujeme v našom seriáli (pozri napr. Teslovo pravidlo teleoperátorového typu (telerobot), obr. 2 v kapitole (1) nášho seriálu). Začiatok modernej MR možno však časovo usadiť na začiatok 60-tych rokov minulého storočia, keď prof. D. Merrit z Williamsburgu (Massachusetts) predložil originálny smer v oblasti robotiky, a to tzv. teleprítomnosť, t. j. riadenie robota operátorom, kde je človek – operátor v uzavretom systéme vo funkcii mnohparametrového regulátora. Telerobot môže byť s operátorom spojený napr. káblom, pričom na báze informácií zo senzorických systémov robota je cez operátora, ktorý generuje riadiace funkcie robota, uzavretá regulačná slučka [91]. MR možno riadiť pomocou klávesnice riadiaceho počítača, 3D myšou (Micro Space Mouse), ktorá bola vyvinutá najmä na riadenie kozmických robotov. Okrem toho možno robot riadiť hovorenou rečou, joystickom, dátovými rukavicami, pohybmi rúk, riadiacim volantom a riadiacimi pedálmi, pohybmi hlavy a pod. Pôvodne išlo najmä o zábery zneškodňovania náloží, činnosť robota v kontaminovanom a zamorenom priestore, resp. v iných nepriaznivých klimatických podmienkach, o činnosti robota pod vodnou hladinou, v kozme a pod.



Obr.71 Hughesov mohutný mobilný robot s dvoma TV kamerami zo 60-tych rokov

Na obr. 71 je na ilustráciu uvedený dobový pásový HUGHESOV robot zvaný MOBOT s dvoma kamerami [95]. Pritom MR môžu mať platformu riešenú ako kolesové, pásové, prísavkové, resp. iné systémy. [92], [93], [94] Vyspelé teleroboty môžu však disponovať aj vlastnými rozhodovacími funkciami. Tieto roboty však už tvoria prechod k tzv. autonómnym mobilným robotom, ktoré majú zabudovaný vlastný zdroj energie a disponujú spravidla rozsiahlymi špecializovanými senzorickými systémami, prvkami expertných systémov, prvkami umelej inteligencie, schopnosťami

riešiť svoju pohybovú trajektóriu, vypořádavať sa so statickými aj s dynamickými prekážkami, plniť vytýčené ciele a pod. Autonómne MR môžu teda byť od operátora vzdialené aj tisíce km, pričom spojenie je rádiové [102] až [108].

16.1 Aplikácie mobilných robotov v niektorých technológiách

Teleroboty sa postupne aj s riadiacimi systémami výrazne zdokonaľovali a našli široké uplatnenie najprv pri vonkajšom, ale aj vnútornom čistení lietadiel, nástupísk staníc metra, vlakov, nemocníc a pod. Na obr. 72 je napr.



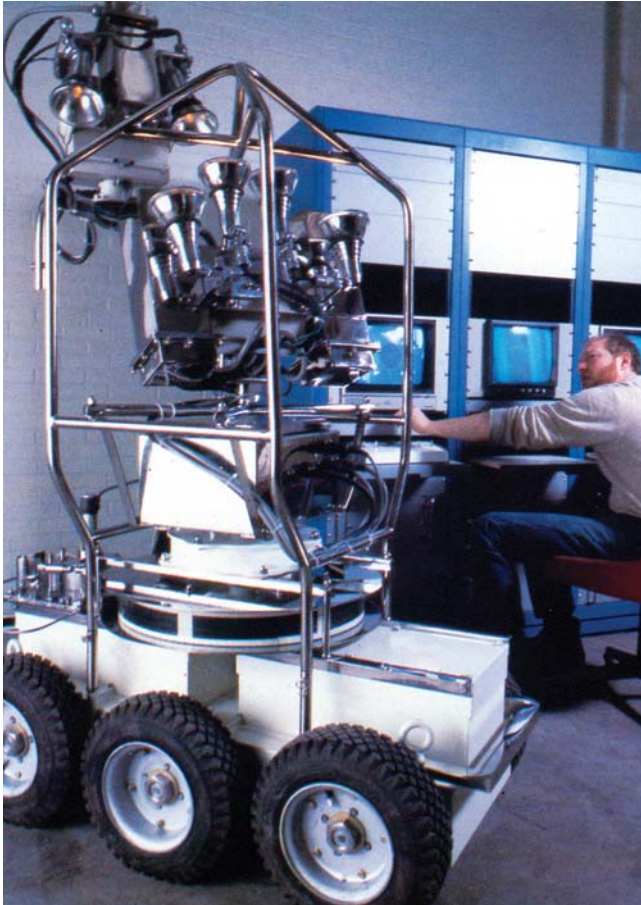
Obr.72 Francúzsky nohový čistiaci robot vonkajších plášťov lodí MARIN RM-2

francúzsky nohový prísavkový čistiaci robot MARIN RM-2, určený na čistenie vonkajšieho plášťa lodí tlakovými vodnými nástrojmi s aplikáciou abrazív [96]. Podobné systémy telerobotov sa uplatňujú aj pri vonkajšom čistení okien výškových budov a mrakodrapov.

Inou významnou oblasťou aplikácie MR je oblasť jadrových elektrární (JE), kde sú roboty aplikované najmä v týchto oblastiach: kontrola priestorov a zariadení JE v podmienkach nebezpečného žiarenia; kontrola zvarov potrubí parných generátorov, reaktorov a pod. pri odstavení JE v podmienkach nebezpečného žiarenia, manipulácia s jadrovým palivom, s rádioaktívnym odpadom a pod., operácie pri montáži a demontáži exponovaných strojných agregátov JE na miestach s nebezpečným žiarením, profilaktika

a údržba bezpečnostných systémov JE, manipulácia s vyhoreným palivom na úložiskách, kontrola, čistenie a opravy v rôznych podzemných kanáloch, vodných a plynových potrubí, ako aj ďalšie oblasti [97]. Uvedené činnosti môžu zabezpečovať len špeciálne roboty, resp. manipulatory. V uvedených oblastiach môžu byť nasadzované len diaľkovo riadené roboty alebo roboty pracujúce automaticky. Niektoré úlohy je efektívne plniť telerobotmi s využitím virtuálnej a hybridnej reality, čo poskytuje operátorovi možnosť vykonávať operácie podobne, ako keby bol priamo prítomný na mieste činnosti robota. Pri silných radiáciách môžu byť poškodzované elektronické systémy robotov, môže nastať rozklad niektorých plastov, poškodzujú sa izolačné systémy motorov, zakaľuje sa optika kamier a pod. Na obr. 73 je na ilustráciu zložitosti uvedený kolesový inšpekčný, diaľkovo riadený manipulator pre JE z Carnegieho Mellon University [96].

V SR bol pre JE vyvinutý hydraulický diaľkovo riadený manipulator MT 80 vo Výskumno-vývojovom ústave ZŤS v Košiciach za-



Obr.73 Americký inšpekčný telerobot pre jadrové elektrárne

čiatkom tohto desaťročia [98]. Problematike konštrukcií, senzori-ke a riadeniu telerobotov a autonómnych robotov sa v SR a v ČR venujú najmä niektoré vysoké školy. Napr. KAR FEI STU v Bratislave každoročne organizuje medzinárodnú súťaž autonómnych MR v kategóriách Stopár, Myš v bludisku a Voľné jazdy. Uvedme, že v bývalom Československu vznikol napr. v druhej polovici 80-tych rokov unikátny MR v Uničovských strojárňach (systém TALANDA), určený najmä na autogénne delenie ocelových materiálov, resp. na ich zváranie, ktorý bol založený na kinematike zmagnetovaných transportných kolies, čo mu umožňovalo pohybovať sa po ocelových konštrukciách, napr. kotloch, potrubiach a pod., a vypalovať požadované i veľmi zložité otvory. Veľké praktické uplatnenie v oblasti MR našli tzv. robocary, kde ide o automaticky vedené kolesové vozíky s nosnosťou aj niekoľko sto kg. Robocary zabezpečujú automatickú vnútroobjektovú dopravu medzi automatickými skladmi a výrobnými, resp. montážnymi centrami a pod. Konštrukčne sú prispôsobené na prepravu objektov výroby, montáže, výrobných nástrojov a pod. umiestnených na technologických paletách alebo v nich. V historickom vývoji robocarov boli tie spočiatku vedené mechanicky, neskôr fotoelektricky pomocou farebného pásika položeného na podlahe objektu. Neskôr sa rozšírili systémy indukčne vedených robocarov, kde sú v podlahe objektov zabudované vysokofrekvenčné káble, pričom poloha robocarov je snímaná na trase pomocou diferenciálnych indukčných snímačov. Najmodernejšie systémy robocarov, čo sa týka ich vedenia, sú založené na prvotnom predvážaní, pričom vizuálne informácie typu stĺpy, stroje a pod. sa zúžitkujú ako dominantné orientačné body. Okrem toho existujú systémy robocarov založené na vedení lasermi, resp. na báze ultrazvukových systémov. Pri indukčne vedených robocaroch, ktoré sú v súčasnosti najrozšírenejšie, sa dosahuje presnosť v polohovaní na dopravnej trajektórii ± 5 až ± 10 mm pri transportných rýchlostiach v priamych úsekoch do 1 m/s a v zákrutách do 0,5 m/s. Impulzy na zastavenie, resp. zmenu rýchlosti a pod. sú riešené napr. pomocou trvalých magnetov či špeciálnych značiek umiestnených

na trase. Robocary disponujú palubnými počítačmi, dokážu riešiť protikolízne situácie, a to aj na križovatkách svojich trás. Každý úsek dráhy, resp. každá dopravná slučka má svoju frekvenciu vo vodiacom kábli, resp. pri konštantnej frekvencii v celom systéme, sa aplikujú rôzne modulačné funkcie. Uvažované robocary sú bežne vybavené ultrazvukovými echolokátormi a taktilnými pružnými protikolíznymi nárazníkmi.

Ďalší vývoj vo vedení robocarov je orientovaný na už spomínané bezdrôtové flexibilné systémy. V Európe napr. nemecká firma C.SCHENCK AG vyrába robocary s riadením ich polohy, rýchlosti, zrýchlenia a pod. na báze rádiového spojenia, infračervených lúčov, resp. laserov so snímacími senzormi scény CCD, ktorými sa analyzujú vonkajšie vizuálne vnemy. Zabezpečovací systém na prepravnej trase je ultrazvukový, pričom zabezpečuje aj obchádzanie prekážok. Tento robocar má pamäť a môže si sám voľiť optimálnu trasu. Pri zmene prepravných trás stačí premiestniť smerové vodiace znaky. Nemecká firma SCHOELLER TRANSPORTAUTOMATION Aachen aplikuje pri riadení trasy robocarov optoelektronické gyroskopy. Robocary na báze laserového skenovania prostredia produkuje napr. firma ROSCHWAL&PARTNER Industrieelektronik GmbH v Augsburgu. Tieto systémy pracujú s presnosťou polohovania robocarov v rozmedzí ± 10 mm s dráhami do 1 km.

Niektoré robocary majú na svojej plošine navyše namontovaný vlastný obslužný robot. V 80-tych rokoch vyvinuli americké firmy UNICO & WEAN Industries v spolupráci unikátny robocarový systém bez vŕ káblov a bez vozíkov nazvaný ANTI-GRAVE SYSTEM, založený na lineárnych elektrických motoroch uložených v podlahe objektu. Ocelové výrobky, ako karosérie automobilov a pod., sa vznášajú vo vzduchu a sú transportované. Tento systém je vhodný z hľadiska presnosti polohovania napr. na povrchové úpravy, ako je farbenie striekaním a pod.

Hlavnými svetovými výrobcami robocarov, okrem už uvedených, sú tieto firmy: TOSHIBA (Japonsko), WAGNER, JUNGHEINRICH (Nemecko), ACS, BT (Švédsko), FATA, CARRAGO (Taliansko), CFC, SAXBY (Francúzsko) a ďalšie.



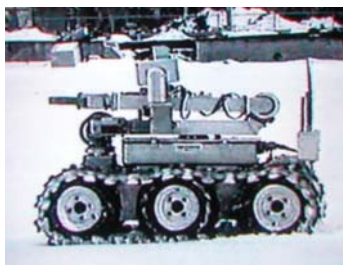
Obr.74 Indukčne vedený robocar ZTS s výsuvnými plošinami (r. 1990)



V bývalom Československu sa okrem TRANSPORTY Chrudim problematike výroby a aplikácií robocarov venovala ŽŤS v spolupráci s firmou FATA. Išlo napr. o indukčne vedené robocary typu NB 6-29/1, resp. NB 5-29/1 s vysokozdvížnými výsuvnými plošinami. Robocary boli trojkolesové. Predné riadené koleso bolo hnané sériovým jednosmerným elektromotorom a malo protikolízny chránič. Tieto robocary mali palubný mikroprocesor. Zdvih plošín a ich vysúvanie bolo hydraulické (obr. 74).

Technické údaje: olovená batéria 24 V/400 Ah, nosnosť 2 x 320 kg, resp. 1 x 500 kg, rýchlosť zdvihu 0,15 m/s, rozsah zdvihu 450 až 2 900 mm, čas činnosti na jedno nabitie AKU 5 hodín, automatické dobíjacie stanice, pohotovostná hmotnosť 2 100 kg. Adresy (spomalenie, zastavenie, znižovanie, resp. zvyšovanie rýchlosti a pod.) na dráhe boli realizované permanentnými magnetmi. Maximálna transportná rýchlosť v priamom úseku bola 1 m/s, v zákrute 0,6 m/s. Tieto robocary mali riešenú problematiku kolízií, a to aj na križovatkách trás. Zastavovacia poloha robocarov bola riešená na báze optického prijímača odrazeného ultrazvukového lúča od reflexných plošok umiestnených na preberacom zariadení.

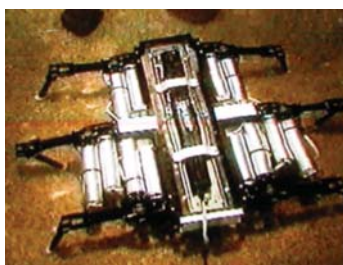
Neobvykle razantný vývoj zaznamenala oblasť vojenskej robotiky, kde ide napr. o teleroboty a autonómne MR s riešením 3D úloh, ako je kopanie zákopov, rekognoskácia terénu, vyhľadávanie mín, ich zber, transport a zneškodnenie, stávanie zátarasov, robotizované operácie zlomenín končatín a pod.



Obr.75 Americký autonómny mobilný robot ANDROS na vyhľadávanie a likvidáciu mín vodným delom

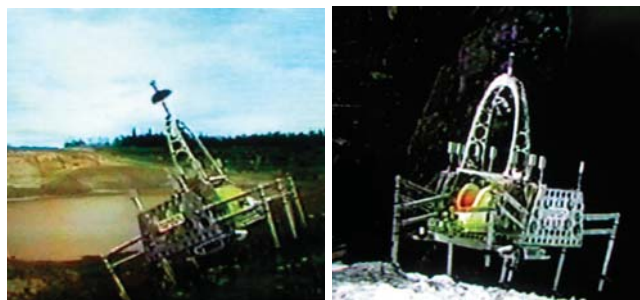
Na ilustráciu je na obr. 75 uvedený pásový vojenský robot ANDROS, ktorý vyhľadáva mínové polia a míny likviduje impulzným vodným delom [99]. Zaujímavý je vojenský samovražedný šesťnohý autonómny robot na vyhľadávanie a likvidáciu

mín v prílivových a odlivových oblastiach, kde sa dokáže aj pri silných morských vlnách plaziť k mínovému poľu, nájde mínu, ľahne si na ňu a iniciuje ju, čím súčasne môže dôjsť vodným tlakom k likvidácii celého mínového poľa súčasne (obr. 76) [100]. V tejto oblasti možno s ďalším rozvojom umelej inteligencie a expertných systémov očakávať aj ďalší rozvoj, napr. bojových robotov.



Obr.76 Americký šesťnohý samovražedný podmořský robot na likvidáciu mínových polí

Nie menej atraktívnou oblasťou aplikácií MR je aj oblasť rekognoskácie a vyšetrovania zložitých a klimatických terénnych a klimatických oblastí, a to aj z hľadiska ich aplikácií v kozmickej robotike. Medzi takéto projekty možno zaradiť testovanie osemnohého robota DANTE 2 americkou organizáciou NASA od roku 1992 vo svojom výskumnom stredisku AMES v kalifornskom Mountain View. Testovanie robota prebiehalo v kráteroch sopiek. Robot DANTE 2 bol vyrobený v laboratóriu pre robotiku Carnegieho Mellon University v Pittsburgu. Šéfkonštruktérom tohto unikátneho robota bol William Whittaker. Konfigurácia terénu bola približne taká, aká sa mohla vyskytnúť na Marse. Robot bol diaľkovo riadený pomocou klávesnice počítača, 3D myšou, resp. joystickom. Testy sa robili v horúcom kráteri sopky Mount Spurr vo výške 3 374 m, 120 km západne od Anchorage na Aljaške. Robot DANTE 2 s hmotnosťou 770 kg mal výšku 3 m. Všetky nohy robota mali autonómne nastaviteľné teleskopické systémy z hliníkovej zliatiny, ktoré umožňovali po analýze scény



Obr. 77 USA robot DANTE 2, ktorý zostúpil na dno krátera sopky Mount Spurr (r. 1994)

bezpečný pohyb aj po veľmi strmých a preliačených stenách sopiek (obr. 77) [99].

Robot DANTE 2 mal 8 videokamier, laserové diaľkomery, ktoré odmeriavali vzdialenosti 30 000-krát za sekundu, čo umožňovalo, a to aj v neprehľadnej atmosfére, vyšetrovať 3D konfigurácie terénu prakticky v reálnom čase. Robot mal chromatograf na analýzu plynov, odberače vzoriek vzduchu a pôdy, snímače teploty pôdy a okolitej atmosféry, a to aj na vulkanologické vyhodnocovania. Riadenie robota pri experimentoch sa realizovalo zo Silicon Valley v Kalifornii z výskumného strediska AMES, odkiaľ bolo rádiové spojenie s Anchorage a odtiaľ cez družicu na okraj krátera. Robot dosiahol 2. 8. 1994 v hĺbke približne 200 m dno krátera sopky Mount Spurr [101]. Zostupoval na dno krátera približne 3 dni a zotrval tam 2 dni. Vo svojich útrobach mal štyri riadiace počítače a bol vybavený programami s aplikáciou umelej inteligencie, čo mu umožňovalo zostup riešiť v podstate bez pomoci operátorov v AMES. Riadiaci systém robota mu umožňoval aj veľmi rýchle a úspešné vyhýbanie sa padajúcim skalám. Tieto experimenty napriek pádu robota pri spiatocnej ceste z výšky 120 m vplyvom výpadku elektrickej energie zo zdroja umiestneného na vrchole krátera a zničeniu robota znamenali mimoriadny úspech mobilnej robotiky najmä z hľadiska ďalšieho rozvoja robotov pre kozmonautiku.

16.2 Podmořská robotika

Ako sme už uviedli v kapitole (2) nášho seriálu, podľa prieskumov OSN – UNESCO pracovalo v roku 2000 približne 3 000 robotov na činnostiach pod vodnou hladinou. Ide o technológie súvisiace s ťažbou ropy v šelfových oblastiach, ako je kladenie a opravy potrubí, energetických a telekomunikačných káblov, hľadanie predmetov, ako sú čierne skrinky lietadiel a lodí, hľadanie potopených lodí, ich obsahu a pod. Začiatky využívania zložitých podmořských mechanizmov bez ľudskej posádky sú však v roku 1966, keď sa úspešne použil podmořský robot CURV na vyhľadanie strategnej bomby na mořskom dne v hĺbke 750 m pri španielskom pobreží. Tento telerobot bol vybavený pohybovými systémami, zložitými senzorkými štruktúrami, dvoma TV kamerami a sústavou reflektorov. Robot bol s príslušnou loďou spojený káblom a lanami. Postupne sa podmořská robotika rozvíjala napr. konštrukciou francúzskeho podmořského robota TELENOT, ktorý mohol pracovať do hĺbky 1 000 m s bremenom 50 kg. Priekopníkom v podmořskej robotike bola okrem iných napr. americká firma DEEP OCEAN ENGINEERING, založená v roku 1982. Z jej podmořských robotov možno uviesť napr. typ REMOTE-OPERATED VEHICLE (ROV) s hmotnosťou 300 kg s ponorom do 700 m. Na chápadlách mal tento robot taktické senzory, ktoré pri dotyku umožňovali identifikovať druh materiálu ako drevo, kov, guma a pod. Táto firma postupne vyvinula podmořské roboty pre hĺbky do 12 000 m, čo podľa organizácie NATIONAL OCEAN SYSTEMS CENTER zo San Diega významne prispelo k rekognoskácii a zmapovaniu dna mořských oceánov. V súčasnosti sú však identifikované iba približne 2 % tejto plochy. Americká inštitúcia EASTPORT INTERNATIONAL CORPORATION z Marlboro má bohaté skúsenosti s vyhľadávaním vrakov a s tran-

sportom materiálov z morského dna. Napr. jej robot GEMINI mal dve ramená, každé so siedmimi stupňami voľnosti. Používal prídržné antikoročné laná z kevlaru s pevnosťou ocele.

Za veľký úspech podmorskej robotiky možno označiť činnosť telerobota ROBIN v rokoch 1985 – 86 (obr. 78), ktorý bol vybavený videokamerou, chápadlom a sústavou reflektorov a bol ponorkou ANTLANTIS s ľudskou posádkou spojený káblom. Šlo o prieskum a vynesenie určitých predmetov z vraku lode TITANIC, ktorá sa potopila v Atlantickom oceáne v roku 1912. Tento vrak sa po 15-ročných neúspešných pokusoch o jeho nájdenie podarilo v roku 1985 nájsť v hĺbke 4 800 m americko-francúzskej expedícii pod vedením špecialistu na počítačové videnie prof. Robertom Ballardom zo Stanfordskej univerzity.

Výskumné stredisko v nemeckom Geesthochte v spolupráci s firmou SIEMENS v roku 1994 vyvinulo podmorský robot MANUTEC r15 UW pre hĺbky do 1 000 m na kladenie a údržbu potrubí a obsluhu podmorských potrubných ventilov.



Obr.78 Telerobot ROBIN prenikajúci do vraku lode TITANIC (r. 1985 – 86)

Z hľadiska podmorskej robotiky bola významná aplikácia podmorského robota ROV 128 kábelovej lode Sir Eric Sharp pri opravách a údržbe telekomunikačného optoelektronického kábelového systému PTAT medzi Anglickom a USA. Tento robot na pásovom podvozku v hĺbke do 2 000 m je svojimi vysokotlakovými vodnými dýzami schopný obnažiť kábel uložený na morskom dne, ktorý je pokrytý zeminou, bahnom, pieskom, štrkom, kamením a pod. Na lokalizáciu kábla bol aplikovaný zameriavací systém firmy SLINSGBY ENGINEERING (Severná Yorkshire), ktorej výrobkom je aj uvedený robot ROV 128. Na identifikáciu polohy kábla v uvedenom systéme sa používajú špeciálne elektrické signály prenášané káblom. Robot vyhľadá defektnú časť kábla, vyhrabe ho, prereže a pripevní k obom koncom laná. Kábel je vytiahnutý a opravený predĺžením na materskej lodi. Po spustení ho robot zahrabe. Systém robota ROV 128 disponuje dvoma manipulátormi (SLINSGBY - TA - 9), ktoré slúžia na prerezanie kábla a pripevnenie, resp. uvoľnenie lán. Uvedené manipulátory, ktoré sa v súčasnosti bežne používajú na morských vrtných plošinách, sú doplnené ďalším ramenom TA-33 s enormne vysokou pohyblivosťou [109], [110].

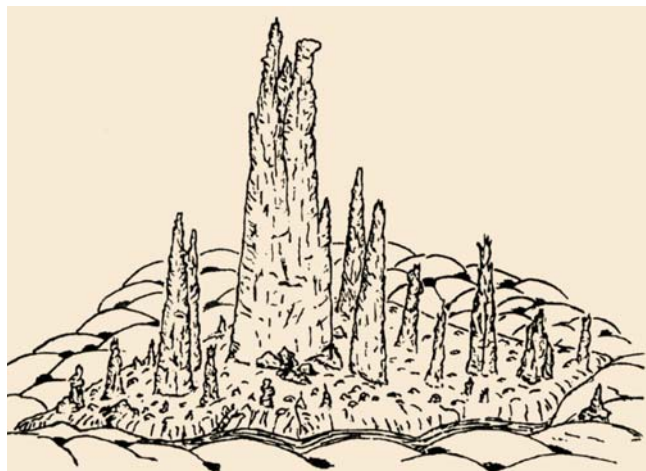
Jednou z najvýznamnejších a veľmi perspektívnych oblastí podmorskej robotiky je oblasť hľadania a ťažby tzv. konkrécií (valúnov, hydroterm) na morskom dne, ktoré vznikajú činnosťou

hlbinných mikrosopiek so žeravou rudonosnou lávou v reakcii so studenou morskou vodou. Pôsobením chemických reakcií vznikajú tvrdé minerálne častice s vysokým obsahom kovov, ako je zinok, meď, olovo, zlato, striebro, mangán atď. Očakáva sa, že sa v budúcnosti výrazne rozvinie ťažba týchto gigantických podmorských sulfidových rúd obohatených uvedenými kovmi. Ide najmä o oblasti Tichého oceánu v oblúku od Kamčatky po Nový Zéland a o hĺbky 4 000 až 8 000 m. Konkrécie uložené na morskom dne sa označujú za materiálovú nádej ľudstva v treťom tisícročí. Konkrécie môžu mať napr. veľkosť ľudskej hlavy, ale v tvare tzv. komínov môžu dosahovať výšku aj niekoľko desiatok metrov. O ich tvare si možno spraviť predstavu podľa obr. 79.

V niektorých prípadoch, najmä pri mangánových konkréciách, majú tieto konkrécie približne veľkosť orechov a ich výtaznosť môže byť i 10 kg/m². Teplota vody v uvedených hĺbkach je blízka k 0 °C a tlak 40 až 80 MPa. V roku 1994 vstúpila do platnosti konvencia OSN o morskom práve, ktorá upravuje vzťahy a podmienky pri ťažbe nerastných surovín z morského dna a jeho podložia. V Kingstone (Jamajka) sídli medzinárodný orgán pre morské dno (ISA), ktorý koordinuje ťažbu konkrécií, pridáva licencie a pod. Vláda SR schválila už v roku 1993 dokument o členstve SR v organizácii INTEROCEANMETAL so sídlom v Štetíne, kde je v súčasnosti zapojených 6 štátov z bývalých krajín RVHP. Slovensko má pre túto činnosť splnomocnenca vlády [111]. Táto skupina štátov disponuje v súčasnosti časťou Tichého oceánu blízko Havajských ostrovov s rozlohou 75 000 km², v ktorej môže realizovať ťažbu surovín z morského dna. SR v tejto oblasti dosiaľ vyťažilo z hĺbky 4 500 m približne 500 t konkrécií pomocou tzv. sieťových systémov. Časť tejto ťažby bola spracovaná v Kovohutách v Istebnom a časť v zahraničí. Technológie ťažby konkrécií sú mimoriadne náročné z energetického a materiálového hľadiska (napr. rozpletanie špeciálnych oceľových lán ťahom a vlastnými gravitačnými silami, ako aj ich korózia). Veľké problémy vznikajú aj akýmkoľvek pohybom mechanizmov, napr. špeciálnych drapákových telerobotov, ale aj pohybom samotných konkrécií. Morské dno sa touto činnosťou zakaľuje, pričom samočistiaca schopnosť trvá 3 až 4 hodiny. Vývoju nových ťažobných metód a novým mechanizmom sa v Európe venuje napr. Nemecko. Ako jedna z najperspektívnejších technológií uvedenej ťažby sa javí aplikácia špeciálnych podmorských robotov so schopnosťou vyhľadávať konkrécie a transportovať ich do vhodného ťažobného systému. Nie je bez zaujímavosti, že už v roku 1978 realizovala americká spoločnosť DEEPSEA VENTURE z lode SEDCO pokusnú ťažbu 2 000 t konkrécií z hĺbky 5 000 m. S rozmachom priemyselnej ťažby vyspelými štátmi sa počíta už po roku 2010. Pôjde perspektívne o neobyčajne významné využívanie mobilných robotov v týchto technológiách.

Literatúra

- [91] EVERETT, H. R.: Sensors for mobile robots – Theory and Application. Natick (USA), AK Peters, Ltd., 1995.
- [92] SANDLER, B.: Robotics – Designing and mechanisms for automated machinery. 2. ed, San Diego, Academic Press, 1999.
- [93] GRAIG, J.: Introduction to robotics – mechanics and control, Reading, Addison-Wesley Publ.Com, 1989.
- [94] Internet: www.mekatronix.com; www.robotproject.com
- [95] ASIMOV, I., FRENKEL, K. A.: Robots. Harmony Books, New York, 1985.
- [96] MARSH, P.: Robots. Published by Salamander Books Limited, London, 1985, resp. ruský preklad MIR, Moskva, 1987.
- [97] KALAŠ, V., JURÍŠICA, L.: Roboty v energetike. In: AT&P journal, 2000, č. 8, s. 33 – 35.



Obr.79 Zobrazenie hydrotermálnych útvarov s vysokým obsahom kovov na dne Novoguinejského mora



- [98] PAULÍK, J. a kol.: Manipulátor pre jadrové elektrárne MT 80 (1), (2). In: AT&P journal 2002, č. 2, s. 13 – 15, č. 3, s. 57 – 59.
- [99] Odvysielané na TV ČT1, dňa 6. 1. 2000.
- [100] Odvysielané na TV ČT2 dňa 17. 1. 2003.
- [101] Frankfurter Allgemeine Zeitung, resp. Technické noviny 1994, č. 36 a Bilder Wischenschaft, resp. Technické noviny 1994, č. 45.
- [102] VÖRÖS, J.: Low-cost implementation of distance maps for path planning using matrix quadrees and octrees. In: Robotics and Computer Integrated Manufacturing 17, 2001, s. 447 – 459.
- [103] PAVLOVKIN, J., JURIŠICA, L.: Navigácia mobilného robota (1), (2). In: AT&P journal, 2003, č. 2, s. 72 – 73, č. 3, s. 100.
- [104] NOVÁK, P.: Řídící pohybový a senzorický subsystém mobilního robota (1), (2). In: AT&P journal 2003, č. 2, s. 70 – 71, č. 3, s. 98 – 99.
- [105] JURIŠICA, L., MURÁR, R.: Reaktívne riadenie mobilného robota. In: AT&P journal, 2003, č. 5, s. 36 – 38.
- [106] JURIŠICA, L., HRICKO, P.: Určenie absolútnej polohy mobilného robota. In: AT&P journal, 2002, č. 2, s. 54 – 57.
- [107] PAVLOVKIN, J., JURIŠICA, L.: Plánovanie dráhy mobilného robota. In: AT&P journal, 2001, č. 2, s. 64 – 67.
- [108] HANZEL, J., JURIŠICA, L.: Tvorba máp neznámneho prostredia pre mobilné roboty s využitím ultrazvuku (1), (2). In: AT&P journal, 2003, č. 12, s. 64 – 65, 2004, č. 1, s. 82 – 84.
- [109] Tiefseerobot zur Ortung und Verlagerung von Nachrichtenkabeln. Elektrotechnik, 1989, č. 9, s. 53.
- [110] Věda a technika v zahraničí, 1990, č. 2, s. 55.
- [111] Rozhlasová stanica Rádio Slovensko, 1. 9. 2003, rozhovor s vládnym zmocnencom a jeho technickým riaditeľom pre ťažbu konkrécií v Tichom oceáne.

Pokračovanie v budúcom čísle.

prof. Ing. Václav Kalaš, DrSc.

25

**Slovenská technická univerzita
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra automatizácie a regulácie
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava
e-mail: vaclav.kalas@stuba.sk**