

# Tendencje rozwoju mobilnych robotów lądowych (2)

## Nowe kierunki w robotyce mobilnej

Rafał Czupryniak  
Piotr Szykarczyk  
Maciej Trojnecki

Praca stanowi drugą część publikacji „Tendencje rozwoju mobilnych robotów lądowych”. W pierwszej części dokonano przeglądu współczesnych konstrukcji robotów mobilnych w kontekście zastosowań specjalnych. Niniejsza część publikacji dotyczy nowych kierunków w robotyce mobilnej. Autorzy koncentrują się w niej na tematyce związanej z robotami rzucanymi. W trzeciej części publikacji będą omawiane stan wiedzy i aktualne tendencje dotyczące autonomii robotów mobilnych oraz potrzeby i możliwości jej dalszego rozwoju.

### Potrzeby rozwoju robotów mobilnych

Wraz z postępowaniem technicznym i cywilizacyjnym wzrasta zarówno zagrożenie terroryzmem, jak i uzależnienie społeczeństw od nowoczesnych technologii. Uzależnienie to sprawia, że coraz łatwiej jest stworzyć zagrożenie mienia i życia obywateli. Spowodowało to duży nacisk społeczny na zwiększenie bezpieczeństwa i kontroli ruchu osobowego oraz towarowego w transporcie lotniczym. Bardzo istotnym skutkiem tego nacisku jest rozwój pirotechnicznych robotów mobilnych. Głównym motorem wzrostu ich znaczenia jest dążenie do zapewnienia cywilom, policjantom oraz pracownikom innych służb większego bezpieczeństwa w szybko zmieniającym się świecie oraz konfliktach zbrojnych. Z jednej strony zamachy terrorystyczne, a z drugiej – redukcja sił wojskowych i próba ich zastąpienia adekwatnymi środkami technicznymi, nieuszczipalającymi, ale wręcz zwiększającymi siłę bojową armii, wpływają na różnorodność opracowywanych robotów mobilnych. Aby zwalczać zjawisko zamachów bombowych oraz zmniejszać ryzyko poniesienia strat w ludziach podczas konkretnej akcji, wiele państw zaczęło interesować się zastosowaniem specjalistycznych mobilnych robotów pirotechnicznych. Znajdują się one na wyposażeniu specjalnych jednostek policyjnych i wojskowych – pirotechników oraz oddziałów szturmowych. Głównym zadaniem takiego robota jest wyeliminowanie bądź też zmniejszenie do niezbędnego minimum ryzyka utraty życia przez operatora podczas akcji. W dotychczasowej historii rozwoju robotów mobilnych dominowały duże i średnie konstrukcje. Wraz ze zwięks-

szaniem się liczby aktów terroru, charakter i sposób umieszczania ładunków wybuchowych uległ zmianie. W związku z tym wystąpiła potrzeba zmiany koncepcji, konstrukcji i skali robotów pirotechnicznych, a nawet ich zadań. W ostatnich latach coraz większy nacisk zaczęto kłaść na rozwój małych robotów, których celem działania nie jest neutralizacja, lecz pozyskanie informacji. Dzięki pozyskaniu właściwej ilości informacji, służby są w stanie zareagować w sposób adekwatny do zdarzenia. Rolą małych robotów jest, i będzie, wykonywanie wstępnego rekonesansu miejsca zdarzenia, pozyskanie danych i informacji dla oddziałów interwencyjnych w sposób jawny lub też skryty. Drugą istotną cechą małych robotów jest ich niezależna praca jako źródeł informacji, śledzenia i prostej neutralizacji. Główną zaletą ma być możliwość dojechania w sposób niezauważony praktycznie do każdego celu, czy to są działania bojowe, czy akcja ratunkowa. Ich małe wymiary mają gwarantować dużą dyskrecję działania oraz możliwość swobodnej penetracji bardzo małych przestrzeni.

Współcześnie bardzo zmienia się rozkład akcentów, jeśli chodzi o zadania służb państwowych, odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa obywateli. Z jednej strony jest relatywnie niewielkie zagrożenie klasycznymi konfliktami zbrojnymi, z drugiej narasta potrzeba wykorzystywania tych służb w innego rodzaju sytuacjach kryzysowych, np.:

- klęsk żywiołowych, jak powódzie, lawiny, pożary lasów i obiektów przemysłowych
- katastrof budowlanych, komunikacyjnych i przemysłowych
- skażenia chemicznego i biologicznego (może być spowodowane różnymi przyczynami)
- aktów terrorystycznych
- akcji poszukiwania zaginionych.

Rozwój cywilizacji prowadzi także do ciągłego rozwoju terenów miejskich oraz zagęszczenia ich za-

*mgr inż. Rafał Czupryniak, dr inż. Piotr Szykarczyk, dr inż. Maciej Trojnecki*  
– Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

budowy. Wraz z tym wzrasta ryzyko katastrof budowlanych. Gruzowisko powstałe po katastrofie budowlanej jest środowiskiem wyjątkowo niebezpiecznym, a praca w nim zagraża zdrowiu i życiu ratowników. Jest zatem zrozumiałe, że prowadzone są liczne prace badawcze i konstrukcyjne, dotyczące robotów mobilnych przeznaczonych do wspomagania różnych aspektów działań poszukiwawczo-ratowniczych. Udana konstrukcja robotów poszukiwawczo-ratowniczych mogą stać się istotnym elementem uzupełniającym systemu reagowania na katastrofy w obszarach miejskich. Ważne jest więc rozpoznanie oczekiwań przyszłych użytkowników wobec robotów poszukiwawczo-ratowniczych oraz uwzględnienie wiedzy i doświadczenia ekspertów w dziedzinie prowadzenia akcji ratowniczych na gruzowiskach.

Roboty poszukiwawczo-ratownicze można podzielić na: kołowe, gąsienicowe, pełzające i niekonwencjonalne. Zazwyczaj nie mogą samodzielnie poruszać się po obszarze gruzowiska i są przenoszone przez operatora z jednego miejsca pracy do drugiego. Ich podstawowym zadaniem jest penetrowanie wnętrza gruzowiska w celu odnalezienia uszkodzonych. Mogą także dostarczać informacji o strukturze gruzowiska, co ułatwia podjęcie decyzji dotyczących dalszych poszukiwań lub odgruzowania, a także jest bardzo istotne dla bezpieczeństwa samych ratowników. Ważną cechą robota jest jego żywotność podczas akcji ratowniczej.

Łatwość demontażu, naprawy i ponownego montażu robota jest czynnikiem często decydującym o powodzeniu akcji, gdyż zazwyczaj ratownicy mają do dyspozycji niewielką liczbę robotów.

Kolejnym istotnym zagadnieniem jest sposób dostarczania energii do robota oraz sposób komunikacji z operatorem. Stosowane jest połączenie robota przewodem z pulpitem operatora lub bezprzewodowa komunikacja radiowa. Główną zaletą braku przewodu łączącego robota z operatorem jest brak zagrożenia zapłataniami się przewodu w elementach gruzowiska lub konstrukcji robota (szczególnie w gąsienicach), oraz możliwości fizycznego uszkodzenia łącza i utraty komunikacji. Jednak ze względu na zazwyczaj słabą propagację sygnału radiowego w strukturze gruzowiska, łącze bezprzewodowe nie zawsze sprawdza się i wprowadza istotne zagrożenie utraty łączności z operatorem w wypadku wnikięcia robota do wnętrza gruzowiska.

Dotychczasowe koncepcje robotów poszukiwawczo-ratowniczych w znacznej części dotyczą konstrukcji laboratoryjnych, co oznacza, że nie zostały one przetestowane w warunkach prawdziwej akcji ratowniczej. Nad takimi konstrukcjami pracuje wiele znamienitych ośrodków na całym świecie, a zapotrzebowanie w związku z zagrożeniami współczesnego świata jest bardzo duże.

Do najbardziej istotnych parametrów robotów mobilnych należą te, które mają doniosłe znaczenie dla ochrony ludzkiego życia i zdrowia. W tych działaniach przewidywane jest użycie pojedynczych robo-

tów w określonej strefie, wybranym obszarze, drodze lub punkcie obserwacyjnym.

Oczekuje się, że zastosowane roboty będą dostarczały informacji dotyczących:

- położenia i ruchu (prędkości i kierunku) osób oraz pojazdów
- skażeń bronią jądrową, biologiczną lub chemiczną, oznaczając nie tylko rodzaj skażenia, ale także podając lokalne dane meteorologiczne (np. prędkość wiatru i jego kierunek)
- planów dróg, zawierających informacje o ich stanie, budynkach wzdłuż drogi, natężeniu ruchu drogowego
- ostrzeżeń dla operatora, gdy wykryte zostaną zagrożenia w patrolowanym obszarze.

Używany w różnorodnych warunkach środowiskowych robot powinien mieć zdolność działania – bez względu na warunki pogodowe – w różnorodnych warunkach klimatycznych i terenowych. Obszary, gdzie spodziewane jest użycie robotów, obejmują zarówno drogi (betonowe, asfaltowe, gruntowe), tereny zabudowane (ulice lub budynki: zachowane i zniszczone), jak i pola, tereny pagórkowate lub zalesione.

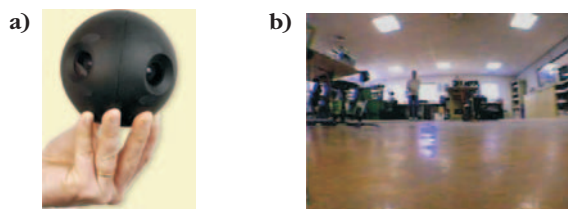
Dla uzyskania jak najbardziej wiarygodnej informacji, robot powinien gromadzić dane pochodzące z różnorodnych „własnych” czujników oraz z innych źródeł. Podczas pracy operator powinien otrzymywać niezbędne i istotne informacje, niewprowadzające „szumu informacyjnego” (wymagane jest wprowadzenie funkcji inteligentnej pomocy), oczywiście na żądanie operator powinien otrzymać pełną informację ze wszystkich czujników.

W celu osiągnięcia założonego celu, robot powinien mieć możliwość komunikowania się z innymi bezałogowymi lub załogowymi pojazdami. Powinien także mieć możliwość działań autonomicznych, aby mógł kontynuować swoją misję nawet w przypadku częściowej lub całkowitej utraty łączności lub gdy, ze względów bezpieczeństwa, jest pożądane jej zaniechanie.

## Roboty rzucające

Przegląd już istniejących rozwiązań konstrukcyjnych sugeruje i wskazuje najbardziej pożądany kierunek rozwoju tego typu robotów do aktywnej teleobserwacji i śledzenia. Główną cechą, jaką muszą wykazywać się małe roboty, jest możliwość umieszczania ich, poprzez ręczne rzucanie, w obszarze zainteresowań operatora, czyli w sposób możliwie najprostszy i najszybszy, zmniejszający niebezpieczeństwo do niezbędnego minimum, pozwalający penetrować przestrzenie niedostępne dla operatora np. znajdujące się za przeszkodą. Na rynku sprzedawane są cztery rozwiązania wykazujące się wyżej wymienioną cechą, tj.: SpyBowl 360, Eye Ball, Recon Scout oraz EyeDrive. Prawie każde z tych urządzeń ma inną ideę konstrukcyjną, pozwalającą mu na wykonywanie teleobserwacji i śledzenia.

Pierwsze z nich, SpyBowl (rys. 1a), jest urządzeniem rzucającym lub kulającym w kierunku podejrzanego celu. Urządzenie jest wykonane w postaci aluminiowego korpusu w kształcie kuli o średnicy 115 mm, otoczonego gumowym poszyciem. Konstrukcja taka



Rys. 1. Robot rzucający SpyBowl (a) oraz widok z jednej z kamer robota (b)

pozwala na przenoszenie dużych, powtarzających się obciążeń. SpyBowl jest wyposażony w cztery kamery, pozwalające uzyskać statyczny obraz (rys. 1b) oraz mikrofony przekazujące dźwięk. Urządzenie może obracać się wokół własnej pionowej osi z prędkością 12,5 °/s, co pozwala na obserwację całego otoczenia w sposób dynamiczny. Ponadto obraz można oglądać niezależnie z każdej kamery. Całe urządzenie jest włączone podczas rzutu i może transmitować obraz do operatora (rys. 2). Transmisja radiowa odbywa się



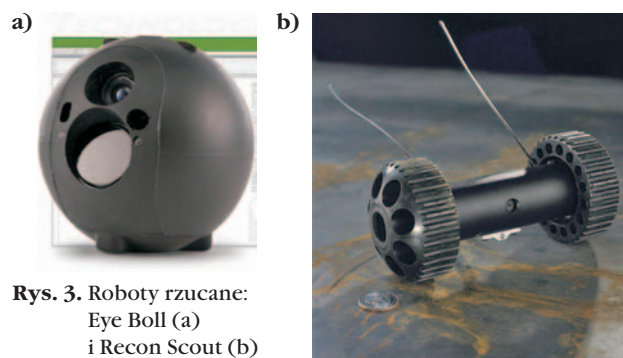
Rys. 2. Zdjęcie zrobione podczas rzutu robotem SpyBowl

na częstotliwości 2,4 GHz, moc nadajnika wynosi 40 mW. Zasięg transmisji radiowej waha się pomiędzy 20–30 m wewnątrz budynków oraz 100–300 m na zewnątrz. Całe urządzenie o masie 1 kg może być rzucające na odległość do 30 m lub podrzucające na wysokość 6 m. Czas pracy urządzenia na akumulatorach wynosi 45 min.

Głównym miejscem zastosowania urządzenia SpyBowl są zamknięte pomieszczenia oraz budynki objęte strefą działań sił specjalnych wojska i policji.

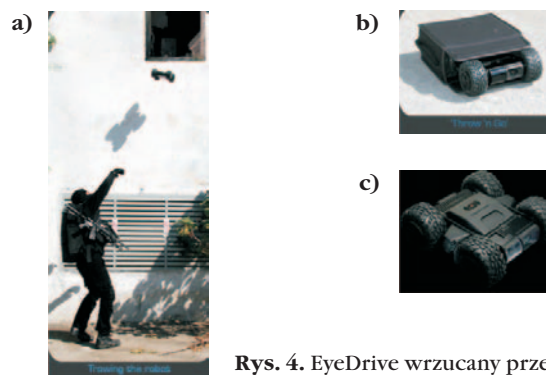
Podobnym konstrukcyjnie urządzeniem jest Eye Boll R1 (rys. 3a), zaprojektowane do rzucającej na odległość 50 m, kulania oraz zrzucania. Służy do transmisji audio i video w czasie rzeczywistym. Urządzenie jest wykorzystywane w operacjach taktycznych, w których siły specjalne muszą wykorzystywać najśwież-

sze informacje o sytuacji w danym miejscu, tuż przed podjęciem interwencji. Urządzenie jest wyposażone w jedną kamerę, dającą obraz dobrej jakości do 23 m. W celu zebrania kompletnej informacji o otoczeniu urządzenie obraca się wokół własnej osi z prędkością 4 obr./min. Dzięki dodatkowemu oprogramowaniu można uzyskać widok panoramiczny. Ponadto urządzenie ma oświetlacze bliskiej podczerwieni o zasięgu 8 m, dzięki czemu kamera widzi w ciemności. Mikrofon ma zasięg 5 m. Czas pracy urządzenia na bateriach wynosi 2 h, a w stanie czuwania 24 h. Transmisja radiowa audio i video odbywa się na częstotliwości 2,4 GHz na odległość do 125 m, w zależności od otoczenia.



Rys. 3. Roboty rzucające: Eye Boll (a) i Recon Scout (b)

Trzecim interesującym urządzeniem teleobserwacji i śledzenia jest robot Recon Scout (rys. 3b). Jest to robot mobilny dwukołowy o korpusie tytanowym i kołach z tworzywa sztucznego – uretanowego. Taka konstrukcja pozwala na rzucanie robotem na odległość 31,5 m i zrzucanie go z wysokości 9,1 m. Jazdę do przodu umożliwia mu tzw. ogon, będący podporą robota. Parametry robota są następujące: szerokość 187 mm, średnica kół 76 mm, prędkość jazdy 1,1 km/h, zasięg w budynku do 30 m, na zewnątrz do 76 m, czas pracy 1 h. Robot jest wyposażony w kamerę czarno-białą o czułości 0,0003 lx. Dzięki niewielkim wymiarom udało się uzyskać małą masę całego urządzenia równą 0,544 kg.



Rys. 4. EyeDrive wrzucający przez okno

Ostatnim wartym zaprezentowania robotem jest EyeDrive (rys. 4), czterokołowy robot produkcji izraelskiej (z możliwością zakładania gaśnic) obsługiwany przez jednego operatora. Robot może być przetrzucany przez przeszkody lub wrzucający przez okna do wysoko-



---

ści 3 m. System kamer pozwala uzyskać obraz panoramiczny o rozdzielczości 2500x570 pikseli. Mikrofon przekazuje dźwięki z odległości 10 m. Zasięg robota w budynku wynosi 70 m, a poza nim 300 m. Czas pracy robota na akumulatorach wynosi 3 h, a czuwania 24 h. Masa robota jest równa 2,3 kg, możliwe jest przenoszenie dodatkowych ładunków (czujników, ładunków wybuchowych) o masie do 3 kg. Wymiary robota wynoszą 26x16x10 cm.

Podsumowując przegląd robotów mobilnych można stwierdzić, że przyszłość robotyki, a tym samym robotów mobilnych, rysuje się bardzo dobrze. Wraz z postępem techniki oraz elektroniki należy spodziewać się coraz szerszego wykorzystania urządzeń, zarówno zdalnie-sterowanych, jak i autonomicznych. Gwarantują one bezpieczne wykonanie zadania bez zbędnego narażania ludzi. Jedyną ewentualną stratą może być uszkodzony lub zniszczony środek techniczny, jak najbardziej do odtworzenia.

## Bibliografia

1. D. Puchan, P. Skrzypczyński: *Perspektywy wykorzystania robotów mobilnych w działaniach poszukiwawczych podczas katastrof budowlanych*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2/2008, CD, s. 398–409.
2. P. Szyrkarczyk: *Neutralising and assisting robot SMR-100 Expert – design problematics*, in: „Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences”, vol. 53, No. 1, 2005, s. 87–92.
3. P. Szyrkarczyk, R. Czupryniak: *Roboty mobilne i bezpieczeństwo*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2/2008, CD, s. 441–450.
4. A. Typiak: *Bezzałogowe pojazdy lądowe w zastosowaniach militarnych*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2/2007, CD (8 s.).
5. A. Typiak: *Zastosowanie kamery wizyjnej do wyznaczania położenia obiektów w otoczeniu pojazdu bezzałogowego*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2/2008, CD, s. 459–464.
6. W. Ulatowski, A. Masłowski: *Sterowanie i współpraca pojazdów AGV*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2/2007, CD (10 s.).
7. A. Wołoszczuk, M. Andrzejczak, P. Szyrkarczyk: *Architecture of mobile robotics platform planned for intelligent robotic porter system – IRPS project*, *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, Vol. 1, No. 3, September 2007.
8. [www.defense-update.com](http://www.defense-update.com)
9. [www.recon-scout.com](http://www.recon-scout.com)
10. [www.odfopt.com](http://www.odfopt.com) ■