

Dariusz Uciński

# Myślące maszyny bliżej niż sądzisz

## Nowoczesny kierunek studiów

W roku 2007 Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego rozpoczął kształcenie inżynierów na nowym kierunku studiów: automatyka i robotyka. Są to pierwsze tego typu studia w historii regionu lubuskiego, co jest tym bardziej warte podkreślenia, iż automatyka i robotyka stanowi obecnie jedną z najbardziej perspektywicznych dziedzin inżynierskich na świecie. Wynika to z gwałtownie rosnącego zapotrzebowania przemysłu na dobrych specjalistów potrafiących nie tylko projektować, uruchamiać i eksploatować nowoczesne systemy automatyki, ale również radzących sobie z instalacją i obsługą zautomatyzowanych stanowisk produkcyjnych, a w szczególności stanowisk wyposażonych w roboty przemysłowe. Wychodząc naprzeciw tym tendencjom, Wydział zdecydował się na otwarcie studiów inżynierskich w oparciu o kadre, której badania naukowe od dawna stawiają ośrodek zielonogórski na równi z czołówką innych ośrodków krajowych i wyróżniają na tle nauki światowej. O jakości tych badań najlepiej świadczy wyjątkowo duża liczba monografii z zakresu automatyki wydanych w ostatnich latach w najlepszych wydawnictwach światowych (Springer, Taylor & Francis, CRC Press), liczne awanse naukowe (członkostwo w Polskiej Akademii Nauk prof. J. Korbicza, tytuły profesorskie i habilitacje) oraz niekwestionowane uznanie w Polsce (prof. J. Korbicz jest zastępcą przewodniczącego Komitetu Automatyki i Robotyki PAN, wśród członków którego jest również prof. D. Uciński, pełniący jednocześnie funkcję przewodniczącym polskiego oddziału Towarzystwa Systemów Automatyki światowej organizacji IEEE, najbardziej znaczącej w środowisku naukowców i inżynierów związanych z elektrotechniką, elektroniką, informatyką i automatyką). Warto odnotować, że w 2002 r. Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych był organizatorem XIV Krajowej Konferencji Automatyki, najważniejszego spotkania polskich specjalistów w tej dziedzinie, organizowanego w cyklu trzyletnim w wiodących ośrodkach krajowych. Ale przecież świat nie kończy się na Polsce: rzadko który wydział w kraju może poszczycić się tak bogatą współpracą międzynarodową (Stany Zjednoczone, Niemcy, Wielka Brytania, Francja, Hiszpania, Włochy), czego efektem są liczne wspólne projekty badawcze, organizacja konferencji i wymiana studentów.

Trzeba przyznać, że studia nie należą do łatwych z uwagi na fakt, że inżynier automatyk musi posiadać wiedzę interdyscyplinarną w całym tego słowa znaczeniu, szczególnie z mechaniki, elektroniki i informatyki. Dziedzina należy do najszybciej rozwijających się, co oznacza konieczność ciągłego dokształcania się i śledzenia szybko zmieniających się trendów. Intensywny rozwój mikroelektroniki i informatyki otworzył przed automatyką i robotyką zupełnie nowe perspektywy. Urzeczywistniły się elastyczne linie produkcyjne umożliwiające jednoczesną produkcję wielu wyrobów różniących się pod względem technologicznym. Umieszczone na nich gniazda robotów są nadzorowane przez zdecentralizo-

wane systemy komputerowe. Współczesny automatyk musi więc posiadać solidną wiedzę interdyscyplinarną i nie bać się stale pojawiających się nowości. Wyróżniki te umożliwiają mu jednak podjęcie pracy praktycznej we wszystkich rodzajach inżynierii i powodują, że jest rozchwytywany nie tylko przez przemysł, szybko nadrabiający w naszym kraju wieloletnie zaległości. Jest to niewątpliwie walor dla potencjalnych absolwentów tego kierunku studiów.

## Otwarcie Laboratorium Robotyki

Studia wymagają opanowania nie tylko nietłatwej teorii, ale przede wszystkim wielu umiejętności praktycznych w oparciu o zaawansowany sprzęt i oprogramowanie. Dotyczy to zwłaszcza wiedzy z zakresu współczesnej robotyki. Od marca 2009 r. studenci Uniwersytetu Zielonogórskiego kształcą się na kierunku automatyka i robotyka mają do swojej dyspozycji nowoczesnie wyposażone Laboratorium Robotyki. Stanowi ono doskonałą bazę do zastosowania w praktyce wiedzy nabytej podczas wykładów i idealną platformę wprowadzającą do najnowszych rozwiązań stosowanych w przemyśle. Oto skrótowa prezentacja tego laboratorium.

## Roboty przemysłowe

W świadomości przeciętnego człowieka roboty egzystują najczęściej w futurystycznych światach wykreowanych przez współczesne kino. W rzeczywistości roboty istnieją jednak w przemyśle od lat, chociaż nie wyglądają i nie zachowują się aż tak efektownie. Na całym świecie funkcjonuje dziś ponad milion coraz tańszych robotów przemysłowych. Są raczej mało podobne do człowieka, ale jeżeli już chcemy doszukać się jakichś podobieństw, to można ewentualnie stwierdzić, że przypominają ramię człowieka. Taka mechaniczna ręka sterowana komputerowo, nazywana manipulatorem, służy do przemieszczania materiałów, części, narzędzi lub specjalizowanych urządzeń poprzez rozmaite programowalne ruchy poszczególnych członów ramienia. Rolę



dłoni pełni tzw. chwytak, który można zmieniać stosownie do wymagań wykonywanego zadania. Przestrzeń robocza robota średniej wielkości odpowiada przestrzeni roboczej stojącego pracownika. Udźwig wynosi ok. 30 kg, ale są także roboty o udźwigu ponad 300 kg. Prędkości ruchu są z reguły wyraźnie wyższe niż przy pracy ręcznej (ok. 1 m/s).

Wykorzystanie robotów jest podyktowane uwarunkowaniami ekonomicznymi, a zwłaszcza rosnącą różnorodnością wytwarzanych partii produktów. Czynności przejęte przez roboty wykonywane są szybciej i dokładniej. Roboty przemysłowe wykonują monotonne i niebezpieczne prace, np. spawanie łukowe i zgrzewanie punktowe karoserii samochodu. W czynnościach klejenia i lakowania, charakteryzujących się występowaniem szkodliwych oparów rozpuszczalników, praktycznie zastąpiły człowieka. Roboty lutowają obwody elektroniczne i są coraz częściej stosowane do pakowania, transportu i załadunku materiałów. Ze względu na bardzo dużą zdolność adaptacji do zmiennych warunków, doskonale nadają się do obsługi obrabiarek numerycznych. Trudne warunki pracy (opary lakieru, iskry, emisja hałasu) powodują coraz szersze ich wykorzystanie do malowania, szlifowania, polerowania i usuwania ostrych krawędzi. W wielu sytuacjach roboty wykorzystuje się do cięcia materiału (np. strumieniem wody lub laserem). Idealnie wręcz nadają się do montażu części mechanicznych, produkcji obwodów drukowanych oraz badań jakości ze względu na precyzję i zdolność adaptacji do zmiennych warunków spowodowaną różnicami rozmiaru montowanych komponentów.

Mimo dużego dystansu od wyobrażeń prezentowanych w kinie i literaturze science-fiction, roboty przemysłowe są wyjątkowo skomplikowanymi układami elektromechanicznymi, których analiza i sterowanie często wymaga zaawansowanej wiedzy. Szczególną cechą wszystkich robotów jest uniwersalność uzyskana dzięki możliwości ich przeprogramowywania. To właśnie dzie-

ki programom stworzonym przez inżyniera-automatyka i zapisanym w pamięci robota może on realizować najróżnorodniejsze zadania.

W Laboratorium Robotyki studenci mają okazję zapoznać się z dwoma typowymi robotami przemysłowymi: GE Fanuc LR Mate 200iB oraz Kawasaki FS 003N, będącymi jednymi z najnowszych rozwiązań dostępnych na rynku. Roboty wyposażone są w chwytaki najczęściej stosowane w przemyśle do zadań manipulacyjnych: chwytaki przyssawkowe (do chwytania gładkich i płaskich przedmiotów podczas montażu, np. płyt szklanych i detali z tworzywa sztucznego) oraz elektromagnetyczne (do chwytania obiektów z ferromagnetyków). Dodatkowo, maszyny wyposażone są w nowoczesne systemy wizyjne, tzn. kamery i oprogramowanie z algorytmami umożliwiającymi przetwarzanie i analizę obrazu. Dzięki nim są w stanie wykrywać przedmioty i ich pozycję oraz dostosować swój ruch do pozycji i orientacji detali. Obydwa roboty wyposażone są również w panele operatorskie (czyli przenośne programatory), wyposażone w różnorodne przyciski funkcyjne służące do tworzenia i testowania programów. Cechą nie do przecenienia w dydaktyce jest dostępność oprogramowania Kawasaki PC Roset, stanowiącego wirtualne środowisko do programowania i symulacji działania robota na standardowym komputerze PC. W ten sposób studenci będą mogli doskonalić umiejętności programowania robotów również poza zajęciami laboratoryjnymi.

#### Aspekty bezpieczeństwa

Ze względu na duże szybkości osiągane przez człony robota, funkcjonowanie tych maszyn wymaga zachowania zwiększonych rygorów bezpieczeństwa. Podobnie jak na linii produkcyjnej, szczególnie ważna staje się ochrona przed nieupoważnionym wejściem w strefę pracy robota. Studenci mogą zapoznać się z dwoma nowoczesnymi systemami ochrony osób obsługujących roboty: kurtyną świetlną i laserowym skanerem bezpie-



czeństwa. Program zajęć obejmuje również naukę konfiguracji tych systemów.

#### Roboty mobilne

Współczesna robotyka to nie tylko manipulatory przemysłowe. Bujny rozwój przeżywa robotyka mobilna pozwalająca tworzyć roboty poruszające się, i to nie tylko na kołach, ale i na kończynach. Coraz częściej roboty mobilne są autonomiczne, czyli same rozpoznają otoczenie i samodzielnie podejmują decyzję o tym, co mają zrobić. Najbardziej złożone technologicznie, i zarazem najstojniejsze z nich, to łaziki Spirit i Opportunity, które eksplorują powierzchnię Marsa. Roboty z wielkim rozmachem przejmują skrajnie niebezpieczne zadania specjalne wykonywane dotąd przez ludzi. Podbijają obecnie profesjonalny rynek usług w takich dziedzinach, jak wykrywanie i rozbrajanie min oraz lokalizacja i penetracja wraków statków. Na rynku pojawiły się roboty patrolowe, wyposażone w kamery cyfrowe, radary, sygnalizatory ruchu i czujniki na podczerwień, których celem jest samodzielne nadzorowanie np. lotnisk, więzień lub elektrowni atomowych. Bezzałogowe pojazdy latające wykorzystuje już nie tylko wojsko do rozpoznania strategicznego, ale coraz częściej można je znaleźć w zastosowaniach cywilnych (np. podczas monitorowania zagrożenia pożarowego w krajach położonych w gorących strefach klimatycznych).

W Laboratorium Robotyki studenci mają możliwość zapoznania się z metodami nawigacji autonomicznych mobilnych robotów kołowych. Laboratorium wyposażone jest w zestaw pięciu robotów trzykołowych AmigoBot firmy MobileRobots, charakteryzujących się bardzo dużą manewrowością. Roboty tego typu są jedną z najbardziej popularnych platform do nauczania robotyki mobilnej na uczelniach amerykańskich. AmigoBoty mają wbudowane miniaturowe komputery oraz łączność poprzez sieć bezprzewodową z zewnętrznymi komputerami lub bezpośrednio z Internetem. Głównym zadaniem każdego robota mobilnego jest przemieszczanie się. By tę zdolność uczynić autonomiczną, niezbędnym jest umożliwienie robotowi podejmowania samodzielnych decyzji co do kierunku czy prędkości jazdy. By móc to osiągnąć, nieodzowne staje się posiadanie przez robota wiedzy o środowisku, w którym się znajduje. Podstawowym sposobem w jaki AmigoBoty zdobywają informację o otoczeniu jest wykorzystanie sonarów ultradźwiękowych rozmieszczonych dookoła robota (działających podobnie jak czujniki parkowania samochodu), co pozwala

la wykrywać przeszkody pojawiające się podczas ruchu. Wyposażony w mechanizm poznawania otaczającego świata robot powinien posiadać określoną umiejętność adaptacji ruchowej, pozwalającą np. ominąć wszystkie przeszkody. Na zajęciach laboratoryjnych i projektowych, studenci będą uczyć się programowania tych robotów z zastosowaniem zasad sztucznej inteligencji, i to zarówno pojedynczej maszyny, jak i całej formacji złożonej z kilku robotów. Najbardziej zaawansowani studenci będą mogli rozwijać swoje umiejętności, przede wszystkim poprzez realizację prac dyplomowych, w oparciu o platformę robota Pioneer 3-AT. Jest to zaawansowany robot autonomiczny wyposażony w cztery duże koła pozwalające mu przemieszczać się po nierównym otwartym terenie. Oprócz komputera pokładowego i zestawu sonarów, ta zaawansowana konstrukcja wyposażona jest w chwytak, autonomiczny system wizyjny oraz laserowy system budowania mapy otoczenia, lokalizacji robota i nawigacji.

#### Roboty rekreacyjne

Rozpoczął się etap podbijania przez roboty sektora prywatnego. Wkrótce maszyny staną się niezawodnymi pomocnikami, którym będzie można powierzać dobrze sprecyzowane zadania. Będą więc potrafiły przycinać trawniki, wyregulować silnik samochodu, a może nawet gotować. Już niedługo masowo wkroczą do naszych mieszkań. Na razie w tej dziedzinie przodują Japonia. Hitem jest cybernetyczny pies AIBO produkowany przez firmę Sony, od lat również cieszący się niesłabnącym zainteresowaniem podczas zielonogórskich festiwali nauki. Czworonoż potrafi rozpoznawać i cieszyć się na widok właściciela, reagować na jego polecenia głosowe, a także wyrażać swoje emocje świecąc w rozmaity sposób zestawem kilkudziesięciu diod umieszczonych tam, gdzie u zwykłego psa są oczy. Funkcjonuje całkowicie autonomicznie, możemy więc bez obawy zostawić go samego w domu. Będzie w nim biegał i bawił się zabawkami (ma np. swoją kość i piłkę), a gdy zabraknie mu energii (w końcu zasilany jest baterią), odnajdzie stację dokującą, usadowi na niej i podczas ładowania będzie udawał sen. Należy stwierdzić, że jednocześnie jest to wysoce skomplikowane urządzenie, zarówno pod względem elektronicznym, jak i mechanicznym. Sterowanie silnikami i synchronizacja przegubów w łapach, głowie i tułowi są niezmiernie trudne: robot musi nie tylko utrzymać równowagę, ale również imitować sposób poruszania się rzeczywistego psiaka. Trzeba przyznać,



że świetnie mu się to udaje, czego dowodem jest jego ogromna popularność na całym świecie. Studenci będą mieć okazję zapoznać się z tą konstrukcją również na zajęciach podczas Laboratorium Robotyki. Innym robotem kroczącym na wyposażeniu Laboratorium, tym razem sześcionożnym i przypominającym owada, jest Hexapod firmy Lynx. Tego typu konstrukcje są napędzane standardowymi serwomechanizmami modelarskimi. Studenci będą mieć możliwość zapoznania się ze sposobami nauki chodu takiego robota.

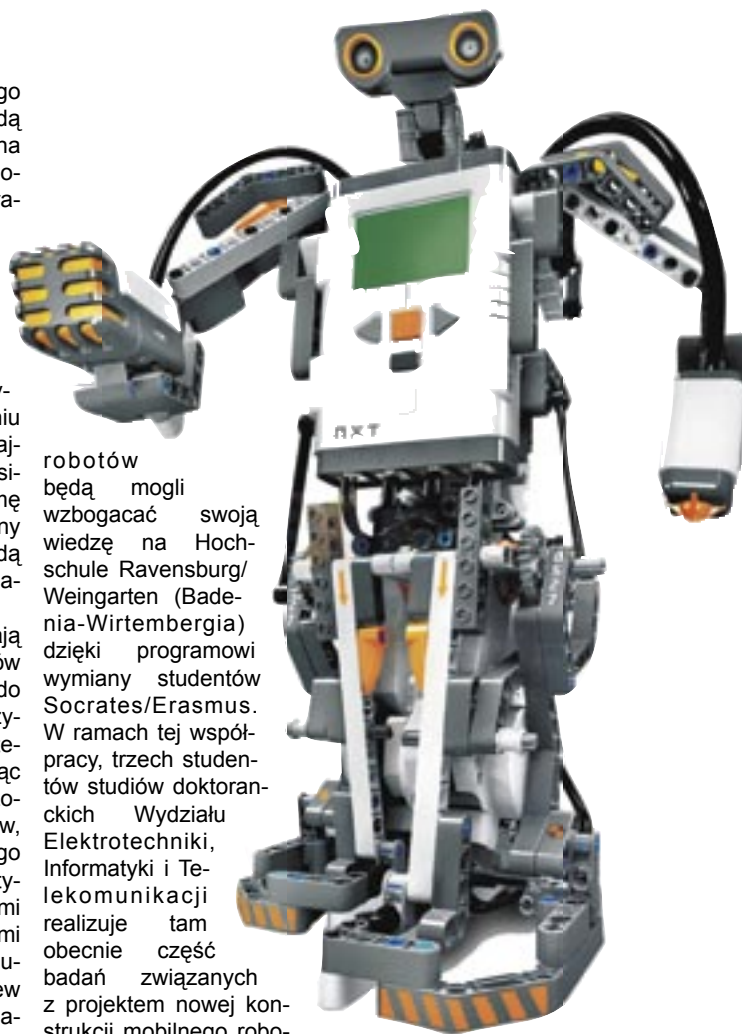
Oczywiście, poziom trudności rośnie, gdy tego typu zabawki chcemy uczynić istotami dwunożnymi, czyli tzw. humanoidami. Ale i takie stwory w okamgnieniu wyrastają poza etap prototypów. Przykładem jest najbardziej zaawansowany technologicznie humanoid Asimo, zbudowany po prawie 20 latach badań przez firmę Honda, czy jego mniejszy kuzyn Qrio wyprodukowany przez Sony. W Laboratorium Robotyki studenci będą mogli zapoznać się z programowalnym robotem humanoidalnym KHR-1HV.

Na wykorzystaniu wspomnianych zabawek opierają się coroczne mistrzostwa świata w piłce nożnej robotów RoboCup. Celem organizatorów jest skonstruowanie do 2050 r. drużyny robotów, która wygrałaby mecz z drużyną ludzi. Na razie roboty grają ze sobą w różnych kategoriach (np. czworonogów lub humanoidów), ale biorąc pod uwagę szybki rozwój w tej dziedzinie i zaangażowanie ekip naukowych przygotowujących zawodników, można z dużą pewnością przewidywać spełnienie tego zamierzenia. Podczas zajęć w Laboratorium Robotyki zespoły studentów będą pracowały nad projektami mającymi na celu rozegranie meczu między drużynami robotów zbudowanych w oparciu o coraz bardziej popularne zestawy klocków LEGO Mindstorms NXT (wbrew wyobrażeniom, zestawy tego typu służą nie tylko zabawie, ale z uwagi na łatwość budowy i programowania, są szeroko wykorzystywane do nauki podstaw robotyki na uczelniach europejskich).

### Co dalej...

Czy tego chcemy, czy nie, robotyka będzie coraz bardziej obecna wokół nas. Co więcej, już niedługo całe zastępy mniej lub bardziej inteligentnych robotów pojawią się w naszym życiu, gruntownie je zmieniając. Laboratorium Robotyki stanowi tylko jedną z wielu możliwości realizacji zainteresowań studentów wiążących przyszłość z automatyką, które oferuje Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji. Warto dodać,

że studenci zainteresowani projektowaniem



robotów będą mogli wzbogacać swoją wiedzę na Hochschule Ravensburg/Weingarten (Badenia-Wirtembergia) dzięki programowi wymiany studentów Socrates/Erasmus. W ramach tej współpracy, trzech studentów studiów doktoranckich Wydziału Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji realizuje tam obecnie część badań związanych z projektem nowej konstrukcji mobilnego robota kołowego z niezależnym

napędem poszczególnych kół, oraz z budową układu sterowania zaawansowanego bezzałogowego pojazdu latającego. Z kolei studenci zainteresowani projektowaniem układów sterowania robotów, czy też szerzej – układów automatyki, na tej samej zasadzie będą mogli skonfrontować swoją wiedzę z wiedzą ich kolegów na uczelniach brytyjskich – uniwersytetach w Southampton i Sheffield, z którymi Wydział współpracuje od lat. Kierunek studiów wymaga inklinacji technicznych, ciekawości otaczającego świata, a przede wszystkim – odwagi w opanowywaniu wiedzy, która zmienia się w tym przypadku wyjątkowo burzliwie. Jeżeli ktoś je posiada, to – jak widać – możliwości rozwoju nie trzeba szukać daleko.

