



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 113
ROK 130

KWIECIEŃ – MAJ – CZERWIEC 2012

ZESZYT 4–6
2580–2582

PO ZWIERZĘTACH CYBERNETYCZNYCH – ANDROID

Ryszard Tadeusiewicz (Kraków)

Wprowadzenie – czemu robot nie jest podobny do człowieka?

We wrześniowym numerze *Wszechświata* z ubiegłego roku pisałem o cybernetycznych zwierzętach – tworach naśladowujących żywe stworzenia (żółwie, psy, koty itp.), ale będących wytworami sztuki inżynierskiej, a nie Natury. Pokazałem, że takie „istoty” mogą wykazywać znaczną samodzielność, czegoś poszukując (źródła „pożywienia”, którym był zasilacz umożliwiający naładowanie akumulatorów), czegoś unikając (nadmiernie silnych źródeł światła), dostrzegając się nawzajem i reagując na swoją obecność itd.

Dzisiaj opowiem o próbach budowy cybernetycznych odpowiedników istot gatunku *Homo Sapiens*, czyli ludzi. W literaturze fantastycznej oraz w opartych na tej literaturze filmach twory takie często są pokazywane i nazywane są **robotami** (Ryc. 1).

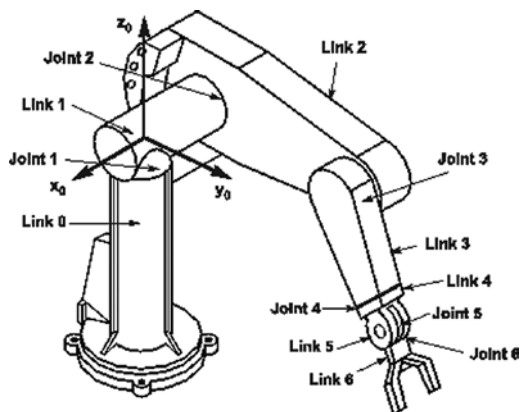
Jednak te bajkowe stwory nie istnieją w rzeczywistości i są w takim samym stopniu realne jak Shrek lub dinozaury w filmie *Park Jurajski*. Z kolei jeśli interesujemy się realnie istniejącymi robotami wykorzystywanymi na przykład w przemyśle, to okazuje się, że wyglądają one zupełnie inaczej, wcale nie przypominają ludzi, tylko są bardzo sprawnymi technicznymi odpowiednikami ludzkiej ręki – zresztą bardzo uproszczonej (Ryc. 2).



Ryc. 1. Jeden z wielu robotów prezentowanych w filmach, ale nie mających odpowiedników w rzeczywistości (źródło: <http://www.ithappensinindia.com/wp-content/uploads/2011/02/Robot.jpeg>, dostęp marzec 2012).

Te współczesne roboty przemysłowe mogą być bardzo silne, dokładne i szybkie w działaniu. Mogą wykonywać precyzyjnie powtarzalne czynności, ale potrafią też uczyć się i adaptować do zmiennych warunków. Nie męczą się, nie mylą, nie są wrażliwe na złe warunki otoczenia, dlatego chętnie powierzamy im określone, ważne zadania. Jednak przy całym zachwycie dla możliwości i osiągnięć współczesnych robotów przemysłowych chwilami odczuwamy w obcowaniu z nimi dotkliwą przykrość. Widać to

zwłaszcza na twarzach dzieci zwiedzających nasze laboratoria w ramach wycieczek szkolnych podczas „dni otwartych” AGH. Pada wtedy nieodmiennie pełne ukrytego żalu i rozczarowania żalosne pytanie: *Czy roboty to właśnie to, co tu widzimy?*



Ryc. 2. Schemat typowego robota przemysłowego (źródło: http://icosym-nt.cvut.cz/odl/partners/fuh/course_main/img179.gif, dostęp marzec 2012).

Powód tych smutków i rozczarowań jest jeden, dobrze wszystkim znany: Otóż wygląd tych naszych sprawnych i wydajnych automatycznych pomocników w niczym nie przypomina wyglądu wymarzonych człekokształtnych robotów (Ryc. 3) – już prędzej jakieś odnóża kraba czy pająka.



Ryc. 3. Wygląd przykładowych robotów przemysłowych (źródło: http://tianxiongmachinery.com/industrial_robot.jpg, dostęp marzec 2012).

Współczesne roboty przemysłowe zachwycają więc inżynierów (perfekcyjnym wykonaniem i sprawnym działaniem) oraz ekonomistów (pracują szybko i wydajnie), jednak pozostawiają bolesny niedosyt u marzycieli, którzy od zawsze pragnęli mieć człekokształtną usługową maszynę, z którą w razie potrzeby można nawet... zatańczyć (Ryc. 4). Powstała nawet nazwa, jaką miano nadać takiemu robotowi przypominającemu człowieka, gdyby go kiedyś zbudowano. Uznano, że taki twór powinien się nazywać **android**.

Niestety nazwa jest, ale androidów nie ma. W technice marzenia zawsze przegrywają z rachunkiem ekonomicznym, więc zamiast człekokształtnych

robotów mamy maszyny, które pracując indywidualnie albo w zespołach mogą niesłyszalnie sprawnie



Ryc. 4. Marzy nam się robot, który mógłby być partnerem człowieka (źródło: <http://www.ideal gadget.com/wp-content/images/ballroom-dancing-robot.jpg>, dostęp marzec 2012).

automatyzować różne procesy produkcyjne (Ryc. 5), ale obiektywnie są brzydkie i w niczym nie przypominają ludzi.



Ryc. 5. Zespół robotów może produkować w pełni automatycznie nawet bardzo skomplikowane wyroby (źródło: http://www.webderobot.com/wp-content/uploads/2012/02/industrial_robots.jpg, dostęp marzec 2012).

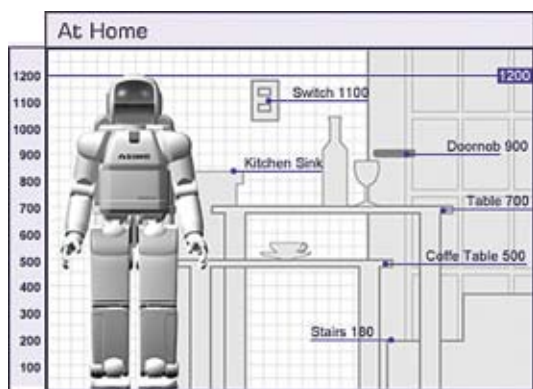
Powrót androida

Po okresie budowy robotów sprawnych technicznie, ale bardzo brzydkich następuje teraz swoisty powrót androidów, już nie w fantazjach i marzeniach, lecz w absolutnie realnej technicznej rzeczywistości. Przyczyna jest prosta: Fabryki nasyciły się robotami i chcąc sprzedać swoje wyroby producenci robotów musieli pomyśleć o tym, jak je przystosować do tego, by pomagały ludziom w mieszkaniach i w wielu innych miejscach, w których przebywamy: sklepach, biurach, warsztatach rzemieślniczych, restauracjach, hotelach, muzeach itd. Wszystkie te miejsca są jednak zaprojektowane i zwymiarowane w taki sposób, żeby mogły być wygodnie obsługiwane właśnie przez istotę o wymiarach i proporcjach człowieka. W związku z tym konieczne okazało się zaprojektowanie androida (Ryc. 6). Jak się okazuje, łatwiej i ekonomiczniej jest dążyć do stworzenia robota antropomorficznego (androida),

niż dostosowywać wszystkie te pomieszczenia do tego, aby mogły być obsługiwane przez maszyny o innych kształtach i proporcjach.

Analiza ekonomiczna wynikająca z oceny aktualnych i przyszłych potrzeb prowadzi do tego, że androidy są nam po prostu potrzebne – i to nie do zabawy, ale do tego, żeby mogły wraz z nami pracować, albo nas obsługiwać (na przykład problem wspomagania osób niepełnosprawnych).

Wychodząc z zasygnalizowanych wyżej przesłanek wielu producentów precyzyjnych wyrobów mechatronicznych podjęło próbę stworzenia nowoczesnego androida, traktowanego zdecydowanie nie jako zabawka czy ciekawostka, ale jak najbardziej poważnie dostosowywanego do zadań i funkcji, jakie wiążą się z opisanymi wyżej potrzebami. W efekcie zbudowano już serię robotów antropomorficznych do użytku domowego (Ryc. 7) i należy oczekiwać, że kolejne konstrukcje tego typu będą się coraz częściej pojawiać. Oczywiście są one jeszcze wysoce niedoskonałe, ale po stosownym udoskonaleniu mogą praktycznie wyeliminować inne urządzenia automatyczne stosowane aktualnie w domach.

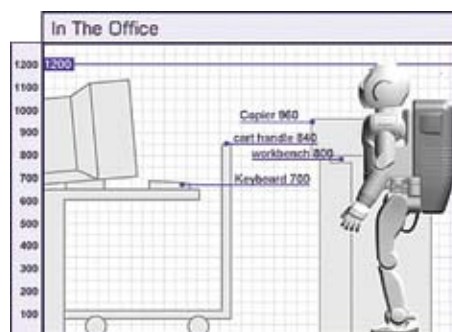


Ryc. 6. Żeby móc pomagać człowiekowi w domu robot musi mieć kształty i proporcje człowieka. (Źródło: http://lasttheplace.com/images/article-images/2007_Writers/1Krissy/asimo-cooking.jpg, dostęp marzec 2012).



Ryc. 7. Android przeznaczony do prac domowych (źródło: http://device-guru.com/files/ASIMO_as_home_assistant.jpg, dostęp marzec 2012).

To samo dotyczy zastosowania robota jako pomocnika ludzi w biurze (Ryc. 8). Tutaj także człękkształtna forma maszyny wynika z wymagania sprawnego współdziałania robota ze sprzętem, którego głównymi użytkownikami są ludzie, w związku z czym kształty i wymiary wszystkich urządzeń dostosowane są do ludzkiej sylwetki.



Ryc. 8. Człękkształtne maszyny będą mogły wspomagać ludzi także i w wielu innych środowiskach – na przykład w biurach (Źródło: http://www.tridenthonda.co.uk/images/honda_asimo/honda_asimo_in_the_office.jpg, dostęp marzec 2012).

Przyjrzyjmy się teraz kilku szczegółom związanym z budową i stosowaniem nowoczesnych androidów.

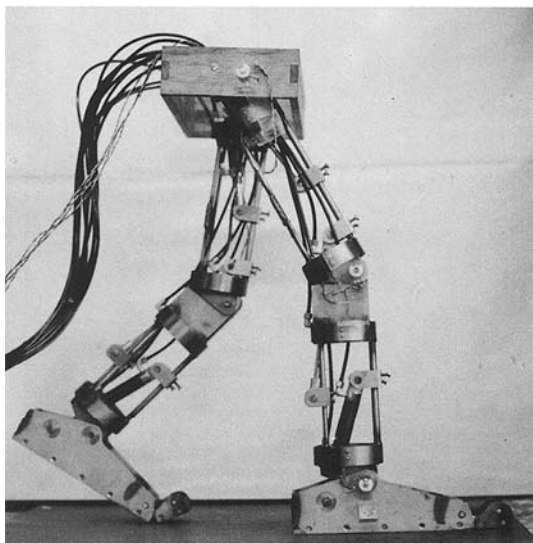
Anatomia androida: nogi

Człękkształtne roboty będą mogły się rozwinąć i upowszechnić jeśli rozwiązane zostaną wszystkie problemy związane z ich budową. A jest tych problemów sporo, gdyż dopiero budowa antropomorficznej maszyny ujawnia z całą ostrością to, jak bardzo złożonym i jak bardzo doskonałym mechanizmem jest ciało człowieka.

Pierwszym i podstawowym atrybutem robota człękkształtnego jest zdolność do dwunożnej lokomocji. Maszyna krocząca na dwóch nogach dotrze wszędzie tam, gdzie normalnie dociera człowiek. Tylko taka maszyna pokona schody, progi, fałdy dywanów i nierówności chodników.

Jednak zbudowanie dwunożnej maszyny kroczącej to bardzo trudne zadanie inżynierskie. Na początek trzeba było pokonać problemy natury kinematycznej i dynamicznej (Ryc. 9).

Potem trzeba zaprojektować i wykonać odpowiednie układy sterujące, zapewniające maksymalnie swobodne możliwości ruchu każdej z nóg z osobna oraz ich sprawne współdziałanie. Nawet rozwiązanie prostego pozornie zadania chodzenia po schodach (Ryc. 10) okazało się bardzo trudnym wyzwaniem technicznym!



Ryc. 9. Struktura nóg androida (źródło: https://ca-science7.wikispaces.com/file/view/robot_legs.jpg/138483589/robot_legs.jpg, dostęp marzec 2012).



Ryc. 10. Dla androida chodzenie po schodach jest bardzo trudną sztuką (źródło: <http://en.ce.cn/World/pic-news/200709/29/W020070929533142648796.jpg>, dostęp marzec 2012).

Szczególnie trudne jest utrzymywanie równowagi mimo małej powierzchni podparcia i mimo wysoko położonego środka ciężkości. Współczesne androidy są tak dobrze sterowane, że potrafią nawet grać w piłkę (Ryc. 11).



Ryc. 11. Dla kontroli sprawności androidów urządza się mecze piłkarskie (źródło: <http://thecoolgadgets.com/wp-content/uploads/2011/04/honda-asimo-soccer.jpg>, dostęp marzec 2012).

Anatomia androida: ręka

Współczesne androidy muszą nie tylko poruszać się w środowisku dostosowanym do anatomii człowieka, ale muszą także wykonywać prace (zadania) także w taki sposób zdefiniowane, że najbardziej naturalnym elementem wykonawczym jest sprawna i zwinna ręka człowieka.



Ryc. 12. Jedna z konstrukcji ręki androida (Źródło: http://deceitofevolution.files.wordpress.com/2011/04/robot_hand.jpg, dostęp marzec 2012).

Na temat biomechaniki ręki napisano całe tomy i wciąż jeszcze odkrywane są nowe sprawności ruchowe, do których zdolny jest człowiek dzięki doskonałej przez miliony lat ewolucji chwytnej, czulej i pracowitej ręce. Naśladowanie tego doskonałego mechanizmu przez chwytak typowego robota nie wchodzi w rachubę, konieczne jest więc opracowanie dla androida specjalnej konstrukcji łączącej ruchliwość, wielość stopni swobody, precyzję i siłę ludzkiej ręki. Udało się jednak tak dalece udoskonalić sztuczne dłonie robota, że współczesne androidy są zdolne nawet do gry na skrzypcach (Ryc. 13).



Ryc. 13. Android ma tak sprawne ręce, że może nawet grać na skrzypcach (źródło: http://hackedgadgets.com/wp-content/2/_toyota_robot_plays_music_violin_1.jpg, dostęp marzec 2012).

Anatomia androida: zmysły i twarz

Roboty antropomorficzne budowane są z przeznaczeniem do tego, żeby towarzyszyły ludziom i żeby blisko z nimi współpracowały (rys. 14). Przy kontaktach

z ludźmi ważne jest, aby robot potrafił odbierać i prawidłowo rozpoznawać polecenia wydawane głosem, ale to zagadnienie można uznać za rozwiązane, bo systemy rozpoznawania pojedynczych komend przekazywanych za pomocą mowy działają obecnie bardzo sprawnie. Również systemy syntezy mowy rozwinęto już w taki sposób, że nie ma przeszkód przy uzyskiwaniu od robota odpowiedzi również podawanych głosem.

Coraz doskonalsze są też systemy automatycznego rozpoznawania obrazów, które mogą pełnić rolę „oczu” androida. Wprawdzie nawigacja robota w nieznanym otoczeniu wciąż jeszcze nastrocza wiele problemów, to jednak po odpowiedniej adaptacji (nauce rozpoznawania widocznych kształtów i identyfikowania ich znaczenia) system wizyjny robota może zadziwiająco sprawnie prowadzić robota wśród „labiryntu” mebli i innych przeszkód.

Natomiast nadszpiegowanie trudne i kłopotliwe okazały się problemy komunikacji niewerbalnej.

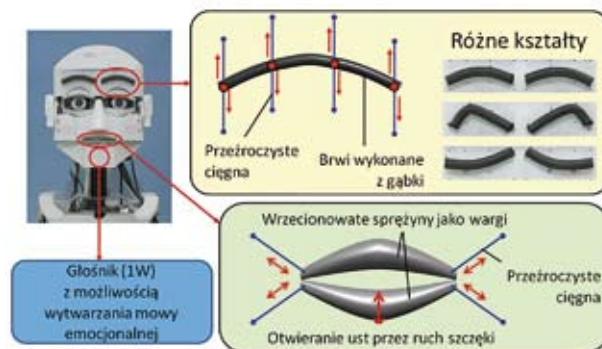
Ludzie obcując z innymi ludźmi korzystają z tego, że obok informacji przekazywanych za pomocą mowy można się wiele dowiedzieć na przykład obserwując mimikę osoby, z którą się przebywa albo współpracuje. Robot jest pozbawiony twarzy w tradycyjnym rozumieniu tego słowa, bo każda maska, jaką mu można było przypisać, drażniła i denerwowała ludzi. Dlatego kilkakrotnie już tu przywoływany robot Asimo ma głowę przypominającą hełm motocyklowy albo część skafandra astronauty.



Ryc. 14. Pokazy robota Asimo firmy Honda akcentują bliską współpracę androida z człowiekiem (źródło: <http://www.tvpnamagazine.com/wp-content/uploads/Asimo1.jpg>, dostęp marzec 2012).

Jednak brak możliwości wyrażania przez robota „emocji” także ludzi drażni, więc dla potrzeb

współczesnych androidów być może przydatna okaże się „pseudo-twarz”, specjalnie tak skonstruowana, żeby możliwe było wyrażanie przy jej pomocy różnych emocji (oczywiście symulowanych – Ryc. 15).



Ryc. 15. Elementy twarzy androida WE-4RII dostosowane do wyrażania emocji (źródło: http://www.takanishi.mech.waseda.ac.jp/top/research/we/we-4rII/img/facial_e.gif, dostęp marzec 2012).

Zamiast podsumowania

Technika androidów czyli robotów czelkowskich jest bardzo młoda, dlatego trudno jeszcze obecnie wyrokować, czy ten kierunek rozwoju robotyki okaże się jej trwałym i ważnym elementem, czy też pozostanie wyłącznie ciekawostką. Z pewnością postęp w tej dziedzinie jest ogromny, a jego przyczyny wiążą się z faktem, że androidy nieodmiennie budzą duże zainteresowanie tzw. szerokiej publiczności oraz mediów, co oznacza, że firmy zajmujące się ich budową i doskonaleniem uzyskują przy prezentacji każdego kolejnego prototypu bardzo silny „zastrzyk” reklamy.

Załóżmy jednak, że androidy zostaną udoskonalone w taki sposób, że będą mogły naprawdę mieszkać w naszych domach pomagając nam w pracach domowych, pojawiać się w biurach, w urzędach, w warsztatach, restauracjach, hotelach itp.

Jeśli tak się stanie, to z pewnością będą ustawicznie doskonalone, bo to wymusi konkurencja pomiędzy ich producentami. A wtedy w sposób zupełnie niezauważalny dojdziemy do momentu, kiedy ustawicznie doskonalony android stanie się równie sprawny (fizycznie i umysłowo) jak człowiek, a potem będzie dalej doskonalony (bo w ewolucji technicznej nie ma żadnych nieprzekraczalnych granic) i stanie się od człowieka doskonalszy.

Tylko czy tego naprawdę chcemy?