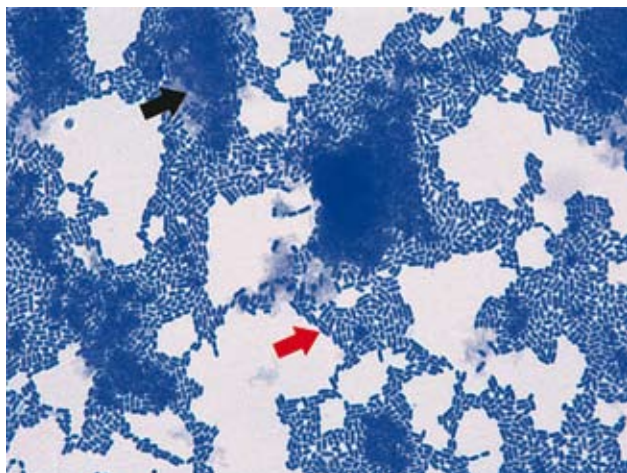




Ryc. 3. Test adhezji/przylegania szczepu EAEC do komórek nabłonka jelita. Na zdjęciu z mikroskopu świetlnego (powiększenie 100x) widoczne są skupiska/agregaty enteroagregacyjnych pałeczek *E. coli* (strzałka czerwona). Komórki nabłonka jelita (strzałka czarna) są niemal całkowicie zakryte przylegającymi skupiskami bakterii. Podobne agregaty (biofilm) szczepy EAEC tworzą na błonie śluzowej jelita człowieka.

Pałeczki EAEC, podobnie jak pałeczki czerwonki, prawdopodobnie są patogenami tylko i wyłącznie człowieka, gdyż szczepów tych nie stwierdzono u zwierząt. Oznacza to, że w przeciwieństwie do szczepów EHEC, w przypadku których podstawowym źródłem zakażenia dla ludzi są produkty pochodzenia zwierzęcego, szczepami EAEC nie można zakazić się jedząc np. źle wysmażone mięso lub niepasteryzowane mleko. To dalej oznacza, że zakażenia szczepami EAEC można uznać za tzw. „chorobę brudnych rąk.” Podobnie jak w przypadku szczepów EHEC, pałeczki EAEC wydalone przez ludzi znajdują się także w środowisku naturalnym – glebie i wodzie, co wskazuje,

że do zakażeń tymi bakteriami może również dochodzić w wyniku spożywania nieumytych warzyw, owoców lub nasion, jak to miało miejsce podczas epidemii w Niemczech. Źródłem niebezpiecznych szczepów EAEC O104:H4 produkujących toksynę shiga okazały się nasiona kozieradki importowane z Egiptu, a wykorzystywane do uzyskiwania kielków. Poza kielkami kozieradki o zanieczyszczenie epidemicznym *E. coli* szczepem podejrzane były również ziarna różnych gatunków fasoli np. mung, adzuki, alfa-alfa oraz soczewicy, stąd dobrym zwyczajem jest dokładne płukanie pod bieżącą wodą kielków przed spożyciem oraz ziaren fasoli (a także np. ryżu lub kaszy) przed ich gotowaniem. Należy także pamiętać, że bakterie mogą być obecne na powierzchni ziaren i w ten sposób przenoszone na ręce, skąd można je dalej przenieść na inne produkty spożywcze lub powierzchnie mające kontakt z żywnością. W swej naturze, patogenne szczepy pałeczek *E. coli*, także enteroagregacyjne, nie różnią się od innych bakterii wywołujących zakażenia przewodu pokarmowego u ludzi – wszystkie te drobnoustroje z łatwością przenoszone są na środki spożywcze poprzez brudne ręce. Większości tego typu zakażeń można więc uniknąć stosując podstawowe zasady higieny takie jak mycie rąk, dokładne spłukiwanie pod bieżącą wodą i mycie surowych warzyw i owoców oraz dbałość o czystość powierzchni mających kontakt z żywnością. Pamiętajmy, że epidemia wywołana przez zupełnie nowy szczep *E. coli* znów może pojawić się gdziekolwiek na świecie, epidemie przecież nie znają granic.

■ Dr hab. n. med. Beata Sobieszczańska, prof. nadzw., specjalista mikrobiolog. Katedra i Zakład Mikrobiologii Akademii Medycznej we Wrocławiu.

ELEKTRONICZNE ZWIERZĘTA

Ryszard Tadeusiewicz (Kraków)

Przypis od autora: Ten artykuł jest spóźniony o równe 40 lat. W 1971 roku zostałem zaproszony na posiedzenie naukowe Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, gdzie wygłosiłem odczyt na dokładnie taki temat, jak tytuł tego artykułu. Po odczycie, który został bardzo miło przyjęty, usłyszałem propozycję, że treść tego odczytu należy opublikować w miesięczniku *Wszechświat*, najlepiej we wrześniowym numerze tego pisma. Ja jednak wtedy kończyłem dopiero studia na wydziale AGH, który obecnie nazywa się Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, a w tamtych czasach nazywał się zgodnie z modą PRL bardzo ciężko-przemysłowo: Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej. Jako student potrafiłem zbudować



elektronicznego psa, który stał się przedmiotem mojej pracy magisterskiej (patrz fotografia obok), ale nie umiałem napisać artykułu, więc nie zdołałem z tej propozycji skorzystać. No i numer *Wszechświata* z września 1971 roku ukazał się bez mojego artykułu.

Ale teraz już potrafię napisać artykuł (prawdę mówiąc napisałem ich w tzw. międzyczasie ponad tysiąc, co dobrze widać na stronie <http://regent2.uci.agh.edu.pl/bpp/>

bpp.phtml dokumentującej bibliografię pracowników AGH) więc teraz pozwalam sobie Państwu przedstawić ten tekst sprzed 40 lat. Wbrew pozorom wcale nie stracił na aktualności!

Po co buduje się elektroniczne zwierzęta?

Twórcy techniki przyzwyczaili nas do tego, że wszystkie jej wyroby do czegoś konkretnego służą, mają jakieś przeznaczenie, oferują jakąś funkcję, zaspokajają jakąś potrzebę. W otaczającym nas świecie jest jednak mnóstwo bytów, które istnieją, ale bynajmniej nie po to, żeby zaspokajać nasze (ludzkie) potrzeby. One żyją niejako na własny rachunek. To przede wszystkim zwierzęta. Mój ulubiony poeta Gałczyński tak pisał w wierszu „Satyra na bożą krówkę”:

*Po cholerę toto żyje?
Trudno powiedzieć, czy ma szyję,
a bez szyi komu się przyda?*

Rzeczywiście, większość zwierząt nam się na nic nie przyda, a jednak one żyją i mają się dobrze. Czy na podobnej zasadzie mogą istnieć twory techniki?

Przez długie stulecia rozwoju techniki pomysł zbudowania maszyny, która by istniała sama dla siebie, nie mając żadnego przeznaczenia i zaspokajając żadnych potrzeb – nikomu nie przyszedł by do głowy, gdyż był zbyt oderwany od tego, do czego technikę tworzone i doskonalono. Owszem, od stuleci wytwarzano sztuczne przedmioty, które wyglądem przypominały zwierzęta, ale to były przedmioty ozdobne, elementy kultu religijnego albo po prostu zabawki (Ryc. 1).



Ryc. 1. Jednak z najdawniejszych zabawek – wykonana z kamienia świnka odnaleziona w grobie dziecka z epoki brązu niedaleko Stonehenge w Wielkiej Brytanii (źródło: <http://www.boingboing.net/2008/10/23/oldest-toy-in-britain.html>, lipiec 2011).

Te ostatnie zawierały często mechaniczny napęd pozwalający tym „sztucznym zwierzętom” wykonywać rozmaite czynności (przypomnijmy tutaj piękną bajkę Andersena o mechanicznym słowiku cesarza Chin – Ryc. 2).

Jednak z napędem lub bez – były to zabawki, a więc obiekty (maszyny), które miały swój cel ulokowany

niejako **poza** nimi. One istniały po to, żeby sprawiać przyjemność ludziom, jeśli więc nawet poruszały się i wydawały dźwięki – to nie po to, by zaspokoić własne potrzeby, tylko po to, by komuś dostarczyć rozrywki.



Ryc. 2. Mechaniczny słowik z baśni Andersena (źródło: <http://basnie.republika.pl/slowik.htm>).

Czy jednak można zbudować maszynę, która będzie istniała wyłącznie po to, by zaspokajać swoje własne potrzeby?

Na to pytanie jako pierwszy pozytywnie odpowiedział amerykański elektronik Grey Walter (uwaga: Walter to nazwisko, chociaż wygląda jak imię, zaś Grey to imię, chociaż bardziej by pasowało jako nazwisko). Otóż ów pan Walter w 1949 roku zbudował pierwsze na świecie maszyny autonomiczne, czyli maszyny nie mające żadnego celu poza podtrzymaniem własnej aktywności i własnego istnienia



Ryc. 3. Walter Grey budujący pierwsze elektroniczne zwierzęta (źródło: <http://cyberneticzoo.com/wp-content/uploads/2009/09/ELMER-p1-825x1024.jpg>, dostęp lipiec 2011).

(Ryc. 3). Dokładnie tak jak zwierzęta – maszyny Waltera istniały na własny rachunek.

Po co je zbudowano?

Z tego samego powodu, z jakiego prowadzimy różne inne eksperymenty naukowe z lotem na Księżyc wyłącznie: z ciekawości. Twórca tych „elektronicznych zwierząt” chciał się dowiedzieć, czy da się zbudować maszynę, która będzie istniała i działała mając na względzie wyłącznie własny interes.

Pierwsze maszyny Waltera przyjęły formę żółwi. Na Ryc. 4 zobaczyć można często przywoływany w literaturze portret Greya Waltera montującego jednego z tych żółwi. Te elektroniczne żółwie naprawdę zachowywały się jak żywe istoty, w szczególności całe ich działanie podporządkowane było ich własnym interesom. Były to więc pierwsze w historii maszyny, które nie służyły człowiekowi i nie dążyły do zaspokajania jakichś potrzeb człowieka, tylko dbały o swój własny interes i dążyły do zaspokajania swoich potrzeb. Sam twórca określił je jako przedstawicieli nowego gatunku, który nazwał *Machina Speculatrix*.



Ryc. 4. Grey Walter buduje ELSIE w 1950 roku (źródło: <http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/book98/fig.ch2/p018.html>, dostęp lipiec 2011).

O budowie działaniu elektronicznego żółwia napiszę nieco dalej, tutaj natomiast chciałbym wspomnieć o niezwyklej przygodzie jednego z nich.

Kto może przeżyć śmierć? Tylko martwy!

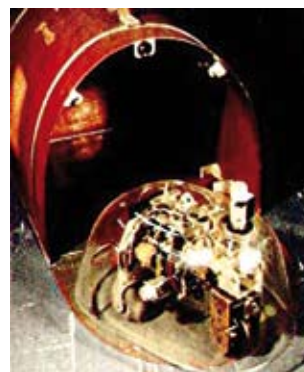
Grey Walter zyskał sławę swoimi pracami, o jego badaniach pisano zarówno naukowe artykuły jak i gazetowe felietony (Ryc. 5), jednak potem zainteresowanie tym tematem wygasło, a sam twórca pierwszych elektronicznych zwierząt zajął się innymi problemami naukowymi (badaniami elektroencefalograficznymi mózgu człowieka).

Być może Grey Walter wrócił by do tematu elektronicznych zwierząt, ale niedługo potem uległ

poważnemu wypadkowi samochodowemu (w 1970 r.) po którym nigdy nie odzyskał pełnej sprawności

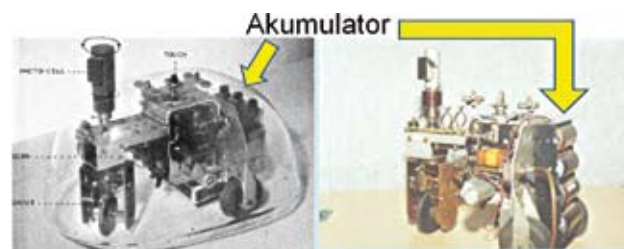


Ryc. 5. Jeden z licznych artykułów gazetowych opisujących elektronicznego żółwia.



Ryc. 6. Odnaleziony po latach elektroniczny żółw (źródło: <http://www.rutherfordjournal.org/article020101.html#null> dostęp lipiec 2011).

i umarł w 1977 roku. Natomiast zapomniany i porzucony elektroniczny żółw został po latach (w 2005 roku) odnaleziony na jakimś strychu (Ryc. 6) i po drobnym



Ryc. 7. Zestawienie zdjęcia żółwia z 1950 roku i z 2010 roku pokazuje, jak niewielkie naprawy były potrzebne, żeby „przywrócić go do życia” (źródło: <http://www.rutherfordjournal.org/article020101.html#null> dostęp lipiec 2011).

remontie (głównie trzeba było wymienić akumulator, bo ten z 1950 r. nie nadawał się do użytku – Ryc. 7) – żółw zaczął znowu działać, oczywiście nadal egoistycznie dążąc do zaspokajania swoich własnych potrzeb.

Czytając doniesienia na temat odnalezienia i ożywienia historycznego żółwia Greya Waltera kojarzyłem z fantastycznym opowiadaniem Stanisława Lema pt. „Terminus”. W opowiadaniu tym jest motyw robota, który po katastrofie statku kosmicznego strąszonego przez meteoryty jako jedyny nadaje się do ożywienia gdy wrak zostaje wreszcie odnaleziony po latach błądzenia w próżni międzyplanetarnej oczywiście z martwymi wszystkimi członkami załogi. To właśnie z tej noweli zaczerpnąłem tytuł tego rozdziału. Zacytujmy dosłownie Lema, którego bohater Pirc (...) czytał ukradkiem płasko rozłożoną na dnie szuflady gazetę „Kto może przeżyć śmierć? Tylko martwy”. *Ależ tak! Tak to było! Jeden ocalał w katastrofie, bo nie potrzebował tlenu ani żywności i spoczywał, przywalony gruzami, przez szesnaście lat — automat.*

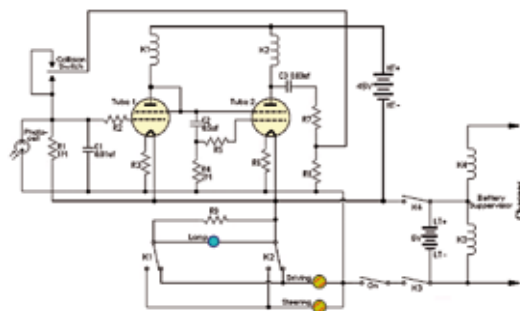
Żółw Greya Waltera też przeżył śmierć swojego twórcy i przez pół wieku pozostawał w zapomnieniu, by po odnalezieniu i uruchomieniu wrócić do mechanicznego „życia” (Ryc. 7).

Dwa elektroniczne żółwie – dwa cybernetyczne charaktery

Elektronicznych zwierząt zbudowano bardzo dużo. Jak wspomniałem, w ramach mojej pracy magisterskiej ja sam zbudowałem elektronicznego psa. Jednak pierwsze bezspornie były dwie maszyny Greya Waltera. Wybrano dla nich kształt żółwi i nadano im imiona: ELMER i ELSIE. Oba te imiona były utworzone z pierwszych liter przemyślnie dobranych angielskich słów opisujących zasadę działania takiego elektronicznego zwierzątka, ale nie ma sensu w tej chwili tych serii słów przytaczać, bo współczesnemu czytelnikowi niewiele one powiedzą. Zamiast rozszyfrowywać nazwy zapamiętajmy, że ELMER był w swoim działaniu bardziej ofensywny, zdecydowany, odważny, a ELSIE była delikatna, subtelna, wyrefinowana. Biorąc pod uwagę to, jak prostą budowę miał elektroniczny układ sterujący zachowaniem każdego z żółwi (Ryc. 8) – uzyskanie podobnego efektu było prawdziwym majstersztykiem!

W następnym rozdziale omówimy działanie obu żółwi, zwracając uwagę na bogate możliwości ich różnorodnych zachowań, zwłaszcza że żółwie widziały się nawzajem i reagowały na swoją obecność, co dodawało dynamizmu obserwowanym sytuacjom. Ludzie chętnie obserwowali te „zwierzątka” o czym

świadczą często przytaczane zdjęcia z tamtej epoki (Ryc. 9). Obserwacje chętnie prowadzono po ciemku



Ryc. 8. Układ elektroniczny żółwia Graya Waltera – oczywiście na bazie lamp elektronowych (źródło: <http://www.rutherfordjournal.org/article020101.html#null> dostęp lipiec 2011).

(Ryc. 9, dolna część), ponieważ wtedy było możliwe nie tylko oglądanie, ale także rejestrowanie zachowania żółwia. Rejestrowanie polegało na tym, że fotografowano obszar, po którym poruszał się żółw, umieszczonym na statywie aparatem fotogra-



Ryc. 9. Obserwacja zachowania żółwi (źródło: <http://cyberneticzoo.com/wp-content/uploads/WGW-George-pl-x640.jpg>, dostęp lipiec 2011).

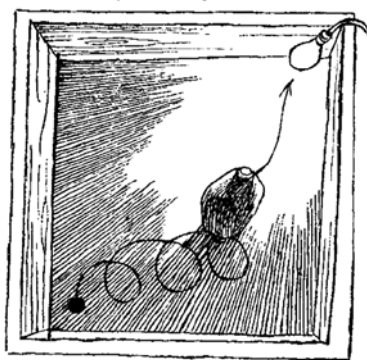
ficznym z bardzo mało czułą kliszą, stosując bardzo długi czas naświetlania zdjęcia (kilkanaście minut). Na „skorupie” żółwia była zamocowana lampka (widoczna na schemacie na Ryc. 8), więc gdy żółw się przemieszczał – na kliszy pozostawał ślad jego ruchu w postaci jasnej smugi.

Omówimy teraz w skrócie, co te żółwie robiły – i co z tego wynikało.

Zachowanie elektronicznych zwierząt

Każdy żółw był napędzany dwoma silnikami elektrycznymi – jednym wymuszającym ruch naprzód i drugim, który powodował obracanie głowy i zakręcanie żółwia. Dzięki temu żółwie mogły się poruszać i badać środowisko, w którym się znalazły. Ruch jest zawsze najbardziej spektakularną formą funkcjonowania żywej istoty, więc fakt, że żółwie Waltera „łaziły” sobie po pokoju, w którym mieszkały, miał duże znaczenie. Nie każdy ruch sprawia jednak wrażenie zachowania żywej istoty. Jadący prosto lub zataczający kręgi wózek będzie niewątpliwie ruchomy, ale z pewnością nikt nie będzie sądził, że jego ruch ma coś wspólnego z życiem. Ruch żywego stworzenia cechuje nieprzewidywalność – obserwując je nie wiemy, co zrobi za chwilę. Walterowi udało się tę nieprzewidywalność wbudować w zachowanie swoich żółwi. Pomysłowe połączenie obrotów przedniego koła (konstrukcja żółwia oparta była na schemacie trzykołowego wózeczka, bo realizacja kroczenia na łapach była zbyt skomplikowana) z jego napędem powodującym ruch w wybranym kierunku, powodowała, że żółw poruszał się wzdłuż skomplikowanej trasy, złożonej z wielu pętli, przypominającej „myszkowanie” zwierzęcia.

Żywe stworzenie ma zwykle jakiś cel swego ruchu: czegoś szuka, do czegoś dąży, przed czymś ucieka. Żółwie Waltera też miały cel: szukały źródeł światła. Ich głowa (obracająca się wraz z przednim kołem) wyposażona była w fotokomórkę, dzięki czemu żółw „wypatrywał” źródła światła. Gdy je



Ryc. 10. Najprostsze zachowanie żółwia – myszkowanie w poszukiwaniu źródła światła i zmierzanie w jego stronę (fototropizm). (Źródło: http://blog.163.com/dhp_blog/blog/static/110635385200922322850582/, dostęp lipiec 2011).

zauważył to przestawał myszkować (ruch obrotowy przedniego koła był przerywany) i zmierzał do źródła światła. Ilustruje to Ryc. 10 pochodząca z notatek samego Waltera.

Czynił tak nie bez kozery, bowiem świetlne punkty to były między innymi „karmniki”, gdzie żółw mógł

się podłączyć do ładowarki i naładować swoje akumulatory. Tak więc szukając światła żółw w istocie szukał „pożywienia”. Jednak żeby zachowanie żółwia nie było zbyt prymitywne, to jego dążenie do źródła światła nie było konsekwentne. Słabe (odległe) źródło światła wabiło żółwia, jednak gdy ten zbliżał się nadmiernie do żarówki lub świecy – następowało „olśnienie”. Zbyt silny sygnał z fotokomórki zmieniał na chwilę zachowanie żółwia, który zamiast szukać światła zaczynał przed nim uciekać. Oryginalne



Ryc. 11. Naprzemiennie przyciąganie żółwia przez źródło światła i zjawisko olśnienia występujące gdy żółw się nadmiernie do niego zbliży powodują złożone zachowanie żółwia przypominające ruchy nieufnego zwierzęcia (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).

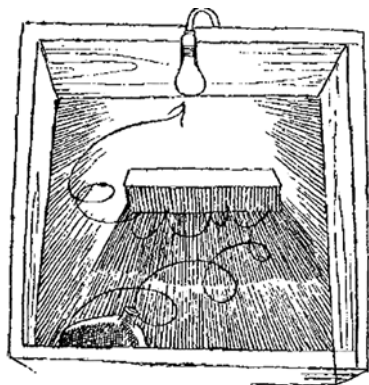
zdjęcie pokazane na Ryc. 11 ilustruje krążenie żółwia wokół źródła światła, które na przemian raz go przyciąga, a potem go odstrasza. Żółw zachowuje się trochę tak, jak olśniona światłem świecy ćma.

Tak się działo jednak wyłącznie w przypadku naładowanych akumulatorów (żółw „najedzony”), bo gdy



Ryc. 12. Głodny żółw dąży do kontaktu ze światłem, bo w oświetlonym domu ma ładowarkę do akumulatora (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).

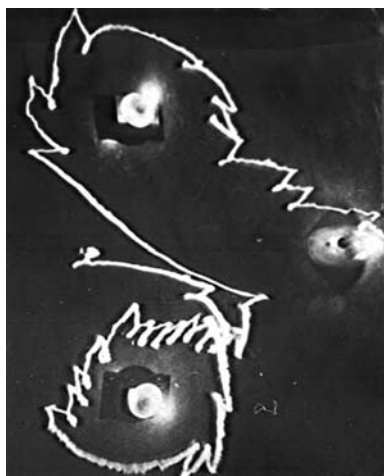
baterie były słabe to żółw nie doznawał „ośnienia” i mógł dojść do samego źródła światła – a właściwie do związanych z nim kontaktów ładowarki (Ryc. 12).



Ryc. 13. Zachowanie żółwia po napotkaniu przeszkody. Opis w tekście. (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).

Obejrzymy następny szkic przedstawiony na Ryc. 13. Żółw podąża do źródła światła, gubi się jednak, gdy znajdzie się w cieniu nieprzezroczystej przeszkody, więc zaczyna poszukiwania, wyłania się z cienia i z sukcesem dociera do źródła światła.

Podany wyżej opis prawie w całości wyczerpuje pomyslową konstrukcję autonomicznych maszyn Greya Waltera. Dla kompletu informacji trzeba tylko dodać, że metalowa „skorupa żółwia” wyposażona była w czujniki dotyku, dzięki którym żółw wykrywał fakt, że doszedł do jakiejś przeszkody (na przykład ściany) i wycofywał się gdy coś takiego nastąpiło.



Ryc. 14. Żółw w rozterce: musi wybrać, które źródło światła będzie adorować. (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).

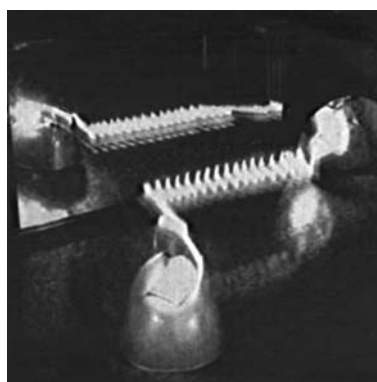
Ciekawe zachowanie dawało się zaobserwować, gdy żółw miał do wyboru dwa źródła światła (Ryc. 14). Jako żywo przypomina się tu wierszyk o osiołku, który miał do wyboru dwa żłoby z jedzeniem!

Dalsze niebanalne obserwacje można było przeprowadzić, gdy żółwie widziały siebie nawzajem

(bo każdy z nich miał na skorupie świecącą lampkę) i na przemian zbliżały się do siebie i uciekały (Ryc. 15).



Ryc. 15. Dwa żółwie widzą się nawzajem (bo mają lampki na skorupach) więc początkowo dążą ku sobie i tańczą wokół siebie, ale potem zgłodniałe ścigają się w poszukiwaniu domku z ładowarką. (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).



Ryc. 16. Żółw widzi sam siebie w lustrze i zachowuje się jakby tańczył. (Źródło: <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-speculatrix>, dostęp lipiec 2011).

Jeszcze jedno ciekawe zachowanie zaobserwowano, gdy żółw mógł widzieć sam siebie w lustrze (Ryc. 16). Zachowanie, jakie w tym wypadku miało miejsce zyskało nawet nazwę *mirror dance*.

Zakończenie

Zaskakująco proste maszyny Waltera potrafiły się niesłychanie ciekawie zachowywać. Zachęcam Czytelników do obejrzenia w Internecie obrazów (i filmu) pokazującego, jak te elektroniczne zwierzęta sobie radziły z zadaniami, jakie im stawiano. Co jest ciekawe: idea elektronicznych zwierząt powróciła pod koniec XX wieku na przykład w postaci japońskiej zabawki Tamagotchi albo psa Aibo (Artificial Intelligence roBOt) wyprodukowanego przez firmę Sony, który zdobył sobie wielu zwolenników (Ryc. 17).



Ryc. 17. Współczesne zwierzę elektroniczne – pies Aibo (źródło: http://www.asimo.pl/image/galerie/aibo/aibo_02.jpg, dostęp lipiec 2011).

■ Prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, Prezes Krakowskiego Oddziału PAN, Kierownik Katedry Automatyki AGH, Absolwent AGH 1971, informatyk, automatyk, biocybernetyk. W latach 1998–2005 Rektor AGH. Doktor Honoris Causa 12 uczelni krajowych i zagranicznych. Pełne dane: www.Tadeusiewicz.pl

WIEŚCI ZE ŚWIATA FEROMONÓW LUDZKICH

Agata Miska (Kraków)

Węch jest jednym z podstawowych zmysłów biorących udział w komunikacji międzygatunkowej i wewnątrzgatunkowej. Istotną rolę odgrywa u organizmów żyjących w środowisku słabo oświetlonym lub prowadzących nocny tryb życia. Węch u ssaków służy do odszukiwania pokarmu, identyfikacji osobników, ustalenia hierarchii socjalnej w populacji, sygnalizacji niebezpieczeństwa i orientacji w terenie. Bódcze węchowe biorą także udział w regulacji rozrodu, umożliwiając między innymi identyfikację płci, stymulację układu hormonalnego osobników przeciwnej płci, dobór płciowy, a także komunikację między matką a potomstwem. Wśród bodźców węchowych na szczególną uwagę zasługują feromony.

Słowo „feromon” wywodzi się z języka greckiego. Jest połączeniem słów *pherein* oznaczającego przekazywanie, oraz *harmao* oznaczającego pobudzanie. Feromony są to związki chemiczne lub mieszaniny kilku substancji, które produkowane i wydzielane przez jednego osobnika, stymulują układ węchowy innego osobnika tego samego gatunku. U biorcy wywołują określoną reakcję behawioralną bądź hormonalną. Pierwsze badania dotyczące efektów działania tych związków były prowadzone przez Piotra Karlsona i Martina Lúchera w 1959 roku na bezkręgowcach i potem lawinowo rozpoczęły się badania na kręgowcach, a w szczególności na gryzoniach. Według Karlsona i Lúchera feromonem jest „substancja wydzielana przez jednego osobnika a odbierana przez drugiego osobnika tego samego gatunku, efektem

Aibo jest autonomiczny, odczuwa swoje środowisko oraz jest w stanie uczyć się podobnie jak dojrzewający pies. Pierwszy model pojawił się 1999 r. Za projekt wyglądu zewnętrznego robota odpowiedzialny był artysta Hajime Sorayama, a dźwięki wydawane przez Aibo zostały stworzone przez japońskiego kompozytora Nobukazu Takemure. Niestety na początku roku 2006 koncern Sony ogłosił oficjalnie rezygnację z prac nad nowymi wersjami elektronicznego psa Aibo, oraz zaprzestanie jego sprzedaży. Ale innych elektronicznych zwierząt na rynku nie brakuje, chociaż żadne z tych urządzeń nie będzie nigdy tak sławne, jak opisane wyżej żółwie Greya Waltera.

czego jest specyficzna reakcja behawioralna, czy rozwojowa”.

Wśród gryzoni, szczególnie dużo uwagi poświęcono myszy laboratoryjnej. Obserwowano między innymi reakcję na zapachy zwierząt tej samej jak i przeciwnej płci, osobników spokrewnionych i niespokrewnionych. Wykazano, iż samiec myszy mając do wyboru zapach samicy rujowej i nierujowej, wybiera samicę w rui, co więcej wykazuje wyraźne preferencję wobec samic niespokrewnionych, co w konsekwencji prowadzi do zróżnicowania genetycznego potomstwa. Jak czuły jest węch w doborze partnera świadczą wyniki Yamazaki (1991). Samce szczepu wsobnego mając do wyboru samice tego samego szczepu i samice ze szczepu kongenicznego, różniącego się od genotypu samców tylko jednym allelem w kompleksie MHC, wybierają te o różnym genotypie od własnego. U młodych samic myszy pierwsza ruja pojawia się około 35 dnia życia, natomiast u samic poddanych działaniu substancji zapachowych dorosłego samca pierwsza ruja pojawia się znacznie wcześniej, bo około 28 dnia życia. Substancje zapachowe regulują także cykl estralny samic; te produkowane przez samce skracają cykl, a te produkowane przez samice przyspieszają – szczególnie u zwierząt hodowanych w zagęszczeniu.

Zapach emitowany przez osobniki jest efektem współpracy genów, stanu hormonalnego danego osobnika oraz rodzaju spożywanego pokarmu. Feromony są produkowane pod ścisłą kontrolą hormonów