



FAKULTA  
APLIKOVANÝCH VĚD  
ZÁPADOČESKÉ  
UNIVERZITY  
V PLZNI

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd, Katedra kybernetiky

Semestrální práce

Shigeo Hirose a jeho roboti



"I always wanted to do something in my life that allowed me to dream."

## Úvod

Shigeo Hirose (narozen roku 1947) je japonský vědec a vynálezce robotů, který zároveň působí jako profesor na Tokijském technologickém institutu. Už jako malý kluk se zajímal o konstrukci vlastních hraček a na střední škole sám konstruoval rádia.

Hirose si ale během svého studia vůbec nedovedl představit, že by se někdy zabýval vymýšlením a konstrukcí robotů. Zajímal ho spíš vesmír a raketové inženýrství. Sám řekl, že když se podíval na své spolužáky, kteří vytvářeli roboty, pomyslel si jen, že to musí být nudné. Jednoho dne si ale přečetl knihu *Robot* od profesora Emetiuse Masahira Moriho (tvůrce teorie "uncanny valley"), který se robotikou zabýval a ta ho pro robotiku nadchla. Připojil se tedy do týmu profesora Yoji Umetani na institutu a začal se zabývat problematikou "hadích robotů", tedy robotů s podobnou konstrukcí, jako je tělo hadů.

Svá studia započal na Jokohamské národní univerzitě a dokončil je úspěšně v roce 1971. Z Jokohamské národní univerzity se v tomto roce přesunul na Tokijský technologický institut a začal zde působit na katedře řídicí techniky. V roce 1976 úspěšně dokončil své zdejší doktorské studium a následně na této katedře působil jako docent. Od roku 1992 je profesorem na katedře mechanických věd a strojírenství. V roce 2004 spolu se svými studenty založil společnost HiBot (zkratka Hirose Laboratory Robot), která do dnešního dne získala za svou práci pět ocenění.

### "Hadí roboti"

Hirose si jako téma svých prací vybral "hadí roboty" ze dvou důvodů. Prvních z nich bylo jejich praktické využití. Robot s úzkou konstrukcí těla se snadno dostane do míst, kam člověk ani jiní roboti neproniknou, takže by mohl být užitečný například jako pomocná síla při záchraně po katastrofách nebo při nějaké rutinní činnosti, jako je kontrola potrubí. Druhým důvodem byl jeho zájem o hady z hlediska jejich biologické konstrukce. Chtěl zjistit, jak je možné, že se pohybují tak rychle, hladce a jsou schopni pohybu po stromech, ve vodě.

Jelikož v roce 1971, kdy Hirose svůj výzkum započal, nebyl nikdo, kdo by se zajímal o pohyb hadů z hlediska mechaniky, musel si v tomto ohledu Hirose poradit sám. Šel tedy do restaurace, která prodávala pokrmy z hadů a koupil si zde šest živých hadů.

Při zkoumání těchto hadů přišel na několik zajímavých poznatků. Všiml se, že okraj břich hadů má podobný tvar, jako čepele bruslí, tedy že je mírně prohnuté dovnitř a to hadům pomáhá v pohybu. Aby mohl detailně prozkoumat pohyb hadích svalů, připojil na těla hadů několik elektromyografů (slouží k měření elektrického potenciálu svalových buněk při jejich aktivaci), tyto data pak zaznamenával a vyhodnocoval. Také se zabýval pohybem hadů v prostředí, proto na umělý povrch, kde se hadi pohybovali umisťoval různé předměty jako například štěrky nebo kusy dřeva.

Kromě těchto vcelku normálních pozorování také Hirose vyzoroval, že had své tělo při pomalém pohybu nezvedá, při rychlém pohybu naopak své tělo ohne a částečně jej zvedne. K tomu také zjistil, že se křivky, které had vytváří při pohybu, také řídí nějakým přírodním zákonem. To vše vedlo k vytvoření matematického vzorce, který Hirose nazval "hadí křivka" (v angličtině "Serpentoid Curve").

Díky těmto pozorováním mohl Hirose vytvořit svého prvního robota *ACM III* z hliníku a oceli. *ACM III* byl přibližně 2 metry dlouhý, vážil 28 kilogramů a měl 20 kloubních spojení. Každé kloubní spojení se skládalo ze servomechanismů, které se mohli ohýbat doleva a doprava. K zajištění pohybu sloužili kolečka, která byla na každém segmentu tohoto robota.

Robot *ACM III* sloužil Hirosemu a jeho studentům jako předloha pro další, pokročilejší roboty. Hiroseho skupina vyvinula hned několik generací těchto robotů, například *ACM IV – VII, ACM R1, ACM R2*, atd.

S vývojem součástí s rozsahem pohybu ve třech dimenzích se otevřeli nové možnosti pro konstrukci robotů a pro jejich pohyb. V roce 2005 byl tedy Hirosem a jeho skupinou vyvinut robot *ACM R5*, který je schopný jak pohybu po pevnině, tak pohybu pod vodou. Tento robot byl využit k výpomoci po jaderné havárii elektrárny Fukushima Daiichi v roce 2011, protože je schopný se dostat na místa, která byla lidem nepřístupná a nebezpečná.

Vývoj těchto hadích robotů pokračuje až do dnes, poslední prototyp generací je robot *ACM R8*, vyvíjený od roku 2014.

### Čtyřnozí roboti

Kromě hadích robotů, kteří jsou Hiroseho specializací, vytváří i "klasické" roboty. Zaujal ho vzhled pavouků sekáčů a vyvinul tedy čtyřnohého robota inspirovaného tímto hmyzem, který by mohl vyjít po schodech. Sám Hirose říká, že nemá rád bipední roboty, protože mu nepřipadají stabilní, ale osm nohou pavouka mu připadalo jako zbytečně velké množství, jako optimální počet tedy určil čtyři nohy. V roce 1978 sestrojil druhý model tohoto robota, který dokázal vyjít celé schodiště bez pádu. Tento Hiroseho projekt zaujal profesory z Ohijské státní univerzity a vedl k pozvání Hiroseho, aby se účastnil na jednom z projektů DARPA. Během svého krátkého působení na Ohijské státní univerzitě vytvořil návrh ramena (nohy) robota, které je energeticky úsporné.

Tento jeho návrh ho v roce 2000 inspiroval k vyvinutí robota *TITAN XI*. Tento robot byl čtyřnohý, vážil sedm tun a byl schopný pracovat ve strmém svahu. Pomáhal při stavbách a byl navržen na zakázku pro již neexistující společnost Okazaki Sangyo.

Hirose vytvořil mnoho dalších robotů s praktickým využitím, jak na žádosti soukromých společností, tak na žádosti od vlád a vládních organizací. Velké množství těchto robotů bylo navrženo tak, aby nahradili člověka na místech, kde je pro něj práce moc nebezpečná. Se svým týmem tak vyvinul například robota *Gryphon*, který je specializovaný na hledání min. Tento robot měl být původně čtyřnohý, ale kvůli vysokým konstrukčním nákladům má místo nohou kola.

### Pásový roboti

Okolo roku 2000 se Hirose začal zabývat konstrukcí pásových robotů. Společně se společností Takaoka Manufacturing vyvinul robota *TAQT carrier*, robota určeného k nošení. Tento robot nebyl komerčně moc úspěšný kvůli jeho ceně (prodali se asi jen 4 kusy), ale Hirose pokračoval ve výzkumu. V roce 1999 došlo k malému výbuchu v jaderné elektrárně Tokaimura (2 mrtví a 667 kontaminovaných), Hirose dostal grant od japonské vlády a začal společně s Mitsubishi Heavy Industries pracovat na návrhu pásového robota, který by mohl při takových katastrofách pomáhat. V roce 2002 vytvořili první prototyp, ale poté se japonská vláda rozhodla, že grant zastaví, protože "jaderné elektrárny a reaktory jsou naprosto bezpečné".

Toho prohlášení Hiroseho pobouřilo a napsal tedy v roce 2003 článek pro *Robotics Japan journal*, ve kterém si na zastavení grantu stěžoval. V roce 2004 došlo k havárii v jaderné elektrárně Mihama, kde vařící voda a pára unikající z rozbité trubky zabila pět pracovníků a dalších šest zranila. Lidé se ptali, proč nezasáhli roboti a tím se dopátrali k Hiroseho článku. Vláda tedy obnovila grant a Hirose pokračoval ve svém výzkumu. Vyvinul tedy robota se dvěma pásy a

jedním silným ramenem a nazval ho *Helios IX*. V roce 2016 sestrojil spolu se svým týmem novou generaci tohoto manipulátora s názvem *Helios X*.

Zdroje:

Handbook of Research on Biomimetics and Biomedical Robotics (2017)

[https://www.titech.ac.jp/english/research/stories/shigeo\\_hirose.html](https://www.titech.ac.jp/english/research/stories/shigeo_hirose.html)

<http://www.dazeddigital.com/artsandculture/article/15166/1/shigeo-hirose>

[https://www.researchgate.net/scientific-contributions/58708726\\_Shigeo\\_Hirose](https://www.researchgate.net/scientific-contributions/58708726_Shigeo_Hirose)

[https://ethw.org/Oral-History:Shigeo\\_Hirose](https://ethw.org/Oral-History:Shigeo_Hirose)