

# Roboty inspirované přírodou

Jan Machala

March 2021

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology  
Institute of Automation and Computer Science  
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic  
200038@vutbr.cz

*Abstrakt: Semestrální práce se zabývá výrobky v oblasti robotiky, které našly svou inspiraci v přírodě. V první části se práce zabývá dvěma roboty inspirovanými netopýry a mravenci. V další části jsou popsány nové technologie uchopovačů inspirované gekony a chameleony.*

*Klíčová slova: Festo, příroda, robot, uchopovač, příroda, gekon, netopýr, chameleon, mravenec, biomimetika, gripper*

## 1 Úvod

V poslední době je robotika stále více se rozvíjející věda, a tak není divu, že se vědci snaží inspirovat i přírodou. Je to logické, příroda se zde vyvíjí již miliony let a díky evoluci a přirozenému výběru měla dostatek času na vytvoření promyšlených mechanismů, které můžeme v přírodě sledovat. Již od pradávna se lidé inspiroují přírodou, od pazourku, který připomíná zub medvěda, přes studium ptáků, které dovedlo člověka k vytvoření letadla, až po suchý zip, který byl inspirován plody lopuchu.



Obrázek 1: Biomimetika<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Biomimetika - věda zkoumající zajímavá konstrukční řešení v přírodě a jejich napodobení k vývoji nových vynálezů

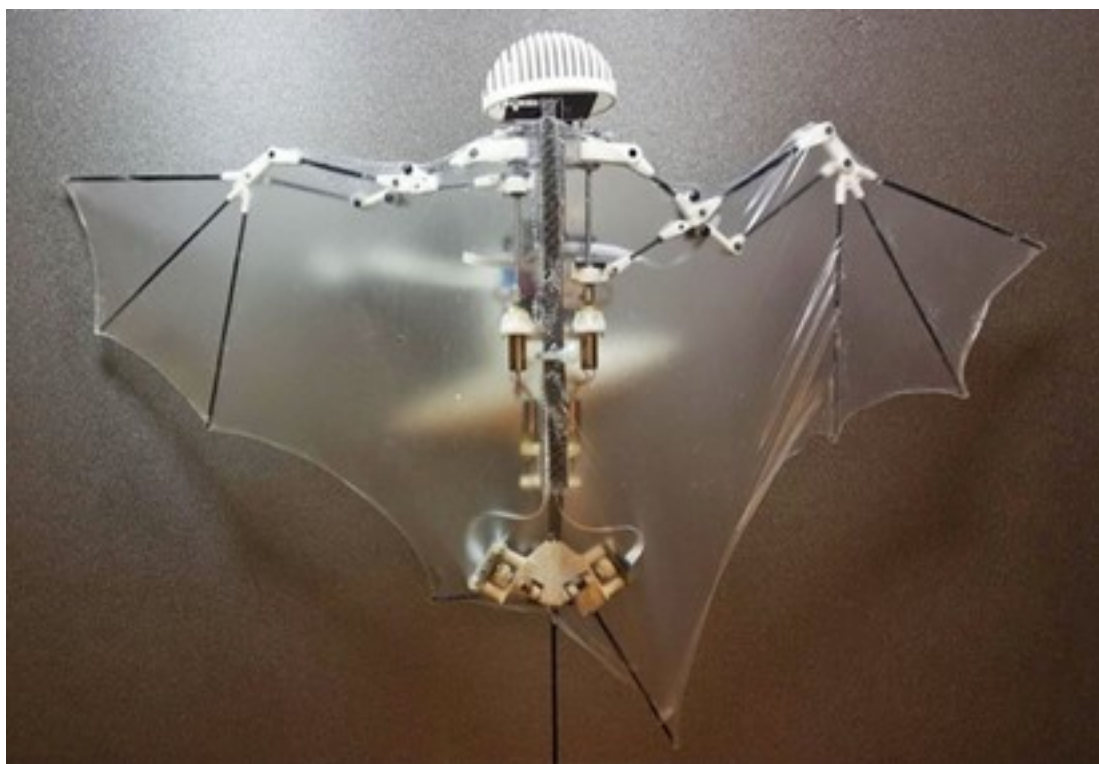
## 2 Bat Bot B2

Týmu z univerzity v Illionis a technologickému institutu v Chicagu se podařilo vytvořit robot, který napodobuje let netopýra. Dříve se vědci nejvíce inspirovali hmyzem nebo ptáky, ale jejich křídla nejsou zdaleka tak flexibilní, jako křídla netopýra. Tato křídla poskytují obrovskou flexibilitu pomocí 40 stupňů volnosti(kloubů) a jejich replikace je zajímavou výzvou.

Vytvořit robot se čtyřiceti klouby by bylo moc složité, tak tým vytvořil zjednodušenou verzi, která se skládá z devíti kloubů, které jsou tvořeny z karbonového vlákna a křídlo je tvořeno tenkou silikonovou membránou, která imituje pružnou kůži netopýra. Unikátní vlastností tohoto materiálu je udržet křídla napnutá, i když dojde ke změně jejich tvaru. Celý robot váží pouhých 93 gramů a je schopen rychlosti letu až 4 m/s.

Každé křídlo se skládá z přední a zadní končetiny. Tato křídla jsou párována s mechanickým oscilátorem a spojena klikovou hřídelí, což jim umožňuje pohybovat se synchronně. Zadní končetiny se pohybují asynchronně, dorzoventrálním pohybem.

B2 nám poskytuje náhled do problematiky hbitého pohybu netopýra. Oproti konvenčním dronům má obrovskou výhodu díky nerotujícím součástkám a nižší frekvenci pohybu (maximálně 10 mávnutí křídly za sekundu oproti stovkám otáček vrtulí), může se tedy pohybovat v různorodém prostředí, aniž by jej jakkoliv poškodil.



Obrázek 2: Bat Bot

### 3 BionicANTs

Společnost Festo vyvinula roboty, kteří se snaží napodobit kooperativní chování mravenců. Díky složitým algoritmům jsou schopni tyto robotičtí mravenci fungovat velmi podobně, jako ti přírodní. Jsou tedy schopni spolupracovat podle stanovených pravidel, reagovat autonomně na různé situace jako individuální jednotky a vzájemně se koordinovat a fungovat jako jeden celek. Každý mravenec tedy „myslí“, sám za sebe, ale zároveň se podřizuje společnému cíli – například koordinovaný přesun objektu, který by sám přesunout nedokázal.

V budoucnu by mohlo na stejném principu fungovat řízení výroby, kdy se jednotlivé prvky výrobní linky mohou flexibilně přizpůsobovat podle individuálních požadavků.

Mravenci používají k orientaci 3D stereo kamery, které mají zabudované v hlavách, díky nim mohou například rozpoznat objekty, které mají přesouvat. Navíc mají ve svém břiše zabudovány optické senzory, které snímají jejich pozici vůči podlaze, díky tomu má mravenec informace o své pozici, i když má dočasně omezený zrak. Společná komunikace mravenců probíhá pomocí radiových modulů, které jsou umístěny v jejich tělech. Pohybují se díky piezokeramickým ohebným měničům, které mají i v ústech a mohou pomocí nich uchopovat objekty. Výhodou těchto měničů je nízká energetická náročnost a prakticky neomezená životnost, protože se téměř neopotřebovávají. Ke svému napájení využívají dobíjecí 380 mAh LiPo baterie a při nižší hodnotě baterie jsou schopni se sami připojit k nabíječce a dobít.

Za zmínku stojí i jejich výrobní proces. Jejich tělo je tvořeno laserem slinutou kostrou, která je opatřena elektrickými obvody díky 3D MID procesu<sup>2</sup>. Jednoduše řečeno to znamená, že elektrický obvod je připojen k vnějšímu povrchu a plní tak strukturální i elektrické funkce.



Obrázek 3: BionicANTs

---

<sup>2</sup>3D MID proces – Metoda výroby plošných spojů. Laserem jsou do plastového materiálu vytvořeny dráhy plošných spojů, poté jsou tyto dráhy chemicky pokoveny a jsou tak vytvořeny elektricky vodivé spoje a plochy.

## 4 Gecko gripper

Tato technologie uchopovačů, které se obecně říká „Gecko gripper“, byla původně vyvinuta vědci z NASA pro sběr objektů ve vesmíru, avšak našla si své využití i na naší planetě.

Jak je již z názvu jasné, inspirace proběhla gekony, kteří jsou výbornými lezci a dokážou se přichytit téměř na jakýkoliv povrch. Toho dosahují díky svým chodidlům. Na povrchu těchto chodidel mají totiž miliony malých chloupků o délce zhruba 200 mikrometrů. Při zatlačení na povrch se tyto chloupky ohnou a pomocí Van der Waalsových sil, které způsobují slabou elektrostatickou přitažlivost mezi molekulami, se přichytí k povrchu. Na stejném principu fungují i uchopovače Gecko gripper.

Velkou výhodou této aplikace je její odolnost vůči radiaci a díky Van der Waalsovým silám nejsou potřeba žádné přísavky, které by ve vakuu byly k ničemu. Ovšem využití si tento uchopovač najde i ve výrobě, kde je potřeba pracovat v čistém prostředí, jelikož tento uchopovač po sobě nezanechává žádné stopy. Nosnost tohoto uchopovače je závislá na styčné ploše, běžně se však pohybuje v jednotkách kilogramů a je schopen objekt uchopit či pustit za 500ms. Mezi nevýhody patří velká závislost na povrchu materiálu. Nejlepší přilnavosti dosahuje na hladkém povrchu, jako je například sklo. Pokud je povrch hrubý, není možné se dobře přichytit a uchopovač nefunguje. Dalším velkým problémem jsou jakékoliv nečistoty, prach nebo kapalina na povrchu.



Obrázek 4: Chodidlo gekona



Obrázek 5: Gecko gripper

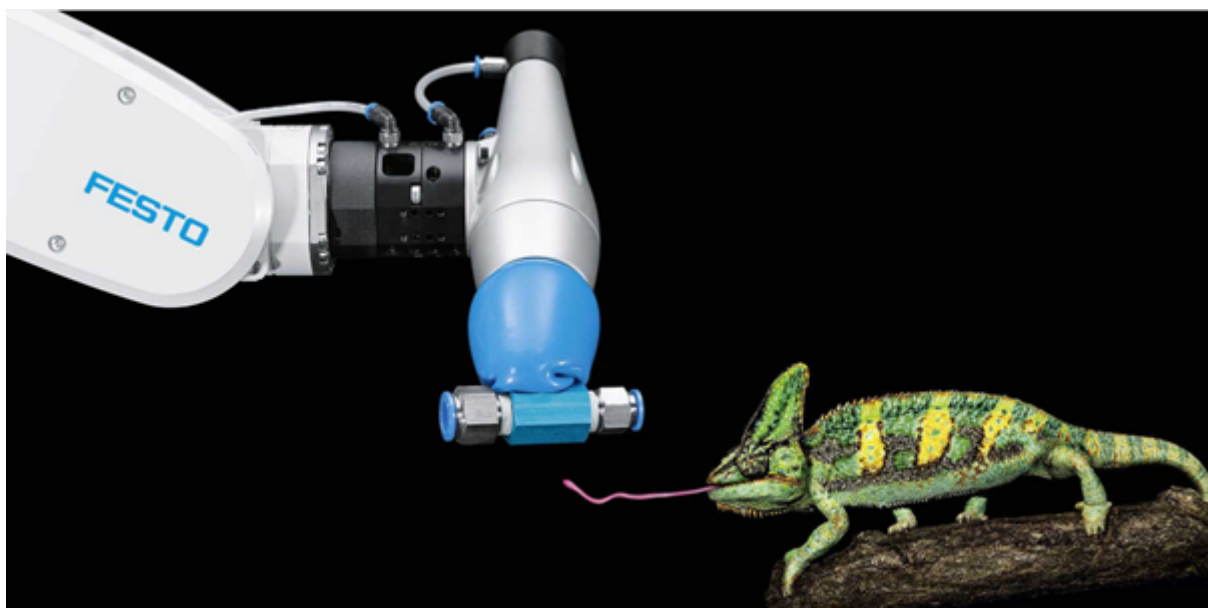


## 5 FlexShapeGripper

Dalším výrobkem z firmy Festo je univerzální uchopovač inspirovaný jazykem chameleona, který pomocí něj loví svoji kořist.

Tento uchopovač se skládá z pístu, v jehož jedné části je stlačený vzduch a v druhé části se nachází voda. Na tuto druhou část je ještě připevněna elastická hmota, která má napodobovat jazyk chameleona. Píst je navrhnut tak, aby deformace elastické hmoty byla okamžitě vyrovnávána a nekladla tak uchopovanému předmětu odpor. Elastická hmota se poté obalí kolem předmětu.

Díky této technologii je možné uchopovat celou škálu předmětů různého tvaru a velikosti, až do průměru 38mm. Další výhodou je, že uchopovač neobsahuje žádné ostré části, je tedy ideální pro manipulaci s křehkými objekty nebo například pro kolaborativní roboty.



Obrázek 6: FlexShapeGripper

## 6 Závěr

Tato práce se snažila zachytit, jak může robotika benefitovat ze zkušeností přírody a evoluce. Zatím je prolnutí přírody a robotiky stále na počátku a slouží spíše k poznání různých mechanik, na které bychom bez ní nepřišli. Tyto mechaniky však mohou v budoucnu být využity v průmyslu a přinést tak pokrok v oblasti robotiky.

## References

- [1] Deviceplus Bat Bot [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.deviceplus.com/trending/bat-bot-the-bat-inspired-robot-drone/>
- [2] A. Ramezani, X. Shi, S. Chung and S. Hutchinson, "Bat Bot (B2), a biologically inspired flying machine," 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Stockholm, Sweden, 2016, pp. 3219-3226, doi: 10.1109/ICRA.2016.7487491.
- [3] Festo, BionicANTs [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.festo.com/group/en/cms/10157.htm>
- [4] Machinedesign, BionicANTs [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.machinedesign.com/markets/robotics/article/21834505/bionicants-work-together-in-swarm-artificial-intelligence>
- [5] NASA, Gecko gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.nasa.gov/jpl/gecko-grippers-moving-on-up>
- [6] Drivesncontrol, Chameleon gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://drivesncontrols.com/news/fullstory.php/aid/5957/Flexible-robotic-gripper-works-like-a-chameleon-92s-tongue.html>
- [7] Festo, Chameleon gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.festo.com/group/en/cms/10217.htm>
- [8] Wevolver, Gecko gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.wevolver.com/article/how.a.geckoinspired-robotic-gripper-can-help-clean-up-space-debris>
- [9] NASA, Gecko gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/spinoff/New-Commercial-Robot-Copies-Geckos-Toes>
- [10] Coolthings, Chameleon gripper [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z:  
<https://www.coolthings.com/flexshapegripper/>