

# Biologicky inspirovaní roboti

Vojtěch Starý

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

*Abstrakt: Tato seminární práce stručně pojednává a čtyřech robotech inspirovaných přírodou jimiž jsou Octobot, BionicWheelBot inspirovaný saharským pavoukem, Bionický klokan a BionicFinWave robot inspirovaný polyladovým mořským plochým červem.*

*Klíčová slova: robot, festo, chobotnice, klokan, pavouk, válení, lic-flac, senzor*

## 1 Úvod

Biologicky inspirovaná robotika umožnila dnešním robotům kromě tradičních strukturovaných prostředí pracovat i v různých nestrukturovaných a dynamicky se měnících prostředích. Díky tomu budou inteligentní roboti brzy připraveni sloužit doma, v nemocnici, v kanceláři i venku. Je zřejmé, že biologicky inspirované metody jsou stále důležitější tváří v tvář složitosti dnešních náročných aplikací. Biologická inspirace v robotice vede ke komplexním strukturám se senzoricko-motorickou koordinací, ve kterých učení často hraje důležitou roli při dosahování adaptace. Toto speciální číslo je zaměřeno na teoretické a technologické výzvy evoluční transformace z biologických systémů na inteligentní roboty.



Obrázek 1: BionicFlyingFox [15]

## 2 Octobot

Vědci z Harvardské univerzity navrhli měkkého 3D tištěného robota se silikonovým tělem, ve tvaru chobotnice, který se může pohybovat samostatně. Místo elektřiny nebo baterií je poháněný chemickou reakcí. Octobot neobsahuje žádnou elektroniku ani jiné pevné části, místo toho se spoléhá na silikonové tělo, ve kterém je umístěn obvod naplněný tekutinou. Kapalina (peroxid vodíku) proudí kolem sítě předtištěných dutin v těle robota a v místech se zalitou platinou vytváří reakci. Tato reakce poté produkuje plyn který se rozpíná a působí pohyb robota. Jedná se tedy o prvního samostatného měkkého robota, který byl kdy vyroben. Jednou z dlouhodobých vizí v oblasti měkké robotiky bylo vytvořit roboty, kteří jsou zcela měkkí, ale vždy bylo bojem o nahrazení tuhých komponent, jako jsou baterie a elektronická ovládání, analogickými měkkými systémy a jejich sestavení dohromady. Tento výzkum ukazuje, že můžeme snadno vyrobit klíčové komponenty jednoduchého, zcela měkkého robota, které vytváří základ pro složitější návrhy. [1][2][3]

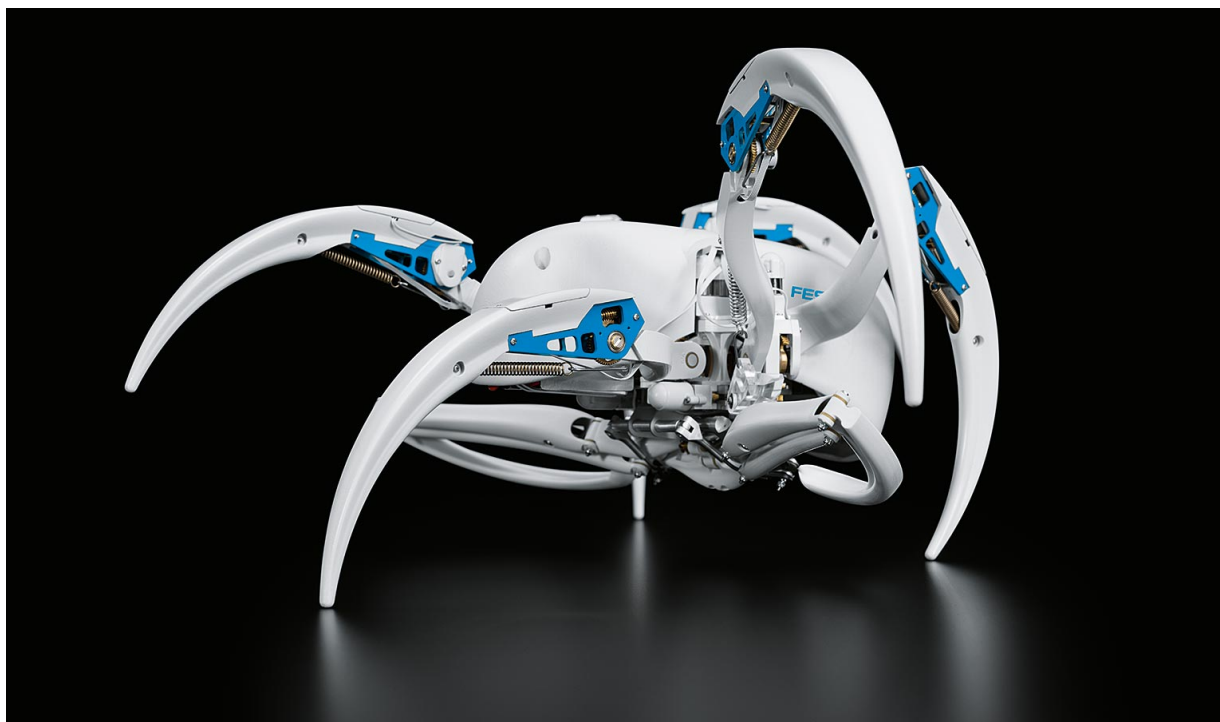


Obrázek 2: Octobot [2]

### 3 BionicWheelBot

Společnost festo představila nového robota BionicWheelBot. Tento nový robot se inspiroval saharským pavoukem flic-flac jež může chodit jako ostatní pavouci avšak může se také pohybovat válením kombinovaným sledem kotrmelců a kutálení po zemi. Na rovném povrchu je tedy dvakrát rychlejší a tam kde je povrch nerovný se pohybuje jako běžní pavouci.

Stejně jako jeho biologický model má i BionicWheelBot osm nohou, které mu pomáhají při chůzi i pohybu. Jsou ovládány celkem 15 malými motory, které zapadají do kolenních kloubů a těla. Robot také obsahuje 14 šnekových převodovek s automatickým blokováním, které zajišťují, že pavouk musí používat energii pouze při pohybu nohou - ne však k tomu, aby udržoval své tělo ve vzpřímené poloze, když stojí. V režimu válení dělá BionicWheelBot salto celým svým tělem, stejně jako skutečný pavouk flic-flac. Díky integrovanému inerciálnímu senzoru vždy ví, v jaké poloze se nachází a kdy se musí znovu odtlačit. Při válení je tedy mnohem rychlejší než při chůzi a může dokonce překonávat stoupání až o pět procent do kopce. BionicWheelBot se pohybuje stativovou chůzí přičemž používá šest ze svých osmi nohou k chůzi a svoje dvě takzvané tlačné nohy ponechává složené. Při každém kroku tedy zůstávají tři nohy na zemi, zatímco ostatní tři jsou zvednuty, posunuty dopředu a poté položeny zpět na zem. [4][6][7]



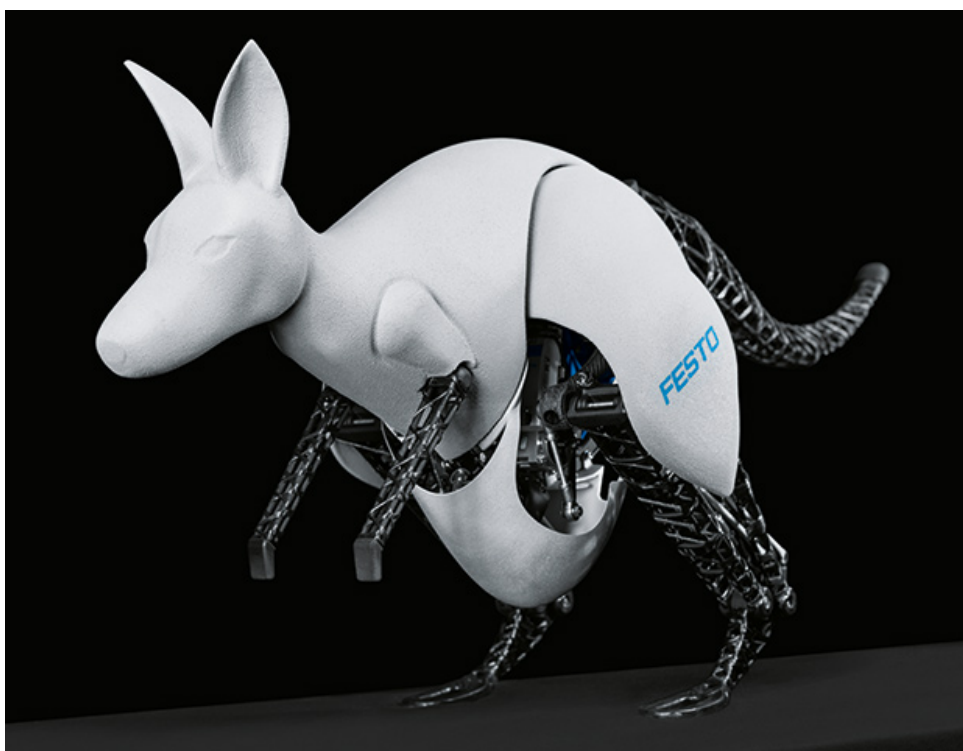
Obrázek 3: BionicWheelBot [5]

## 4 Bionický klokan

Dalším výrobkem od společnosti festo je skákající bionický klokan. Bionický klokan je schopen realisticky napodobit chování skoků skutečných klokanů, což znamená, že dokáže účinně získávat energii ze skoků a využít ji pro skok další. Bionický klokan to napodobuje skutečnou pružnou pružinou, která při přistání částečně nabíjí nohy k dalšímu skoku. Samozřejmě je také nutný vnitřní zdroj energie. Bionický klokan spoléhá buď na malý kompresor, nebo na akumulaci nádrž, která zajišťuje vysoký tlak vzduchu pro pneumatické svaly, které pohánějí skákání. Celý robotický klokan váží pouhých 7 kilogramů a je asi metr vysoký, ale může skákat 0,4 metru svisle a 0,8 metru vodorovně. Lehké baterie pohánějí všechno a důmyslný kinematický řídicí systém chrání robot před převrácením. Celý pohyb robota se tedy dělí na dvě fáze.

Fáze vzletu a letu: Před prvním skokem je pružná šlacha (pružina) pneumaticky předepnuta. Bionický klokan posune své těžiště dopředu a začne se naklánět. Jakmile se dosáhne do definovaného úhlu při odpovídající úhlové rychlosti, aktivují se pneumatické válce, uvolní se energie ze šlachy a klokan vzlétne. Aby klokan doskočil co nejdále, během fáze letu táhne nohy dopředu. To vytváří točivý moment v kyčli, což robot kompenzuje pohybem ocasu. Horní část těla tak zůstává téměř vodorovně.

Fáze přistání: (kumulace energie pro další skok) Po přistání se šlacha znovu napne, čímž se přemění kinetická energie předchozího skoku na potenciální energii. Energie je tak uložena v systému a může být vyvolána pro druhý skok. Fáze přistání je kritickým procesem pro získání energie a je zodpovědná za efektivní skákání klokana. Během této fáze se ocas pohybuje směrem k zemi a tím zpět do výchozí polohy. Pokud klokan pokračuje ve skoku, směruje uloženou energii přímo do dalšího skoku. Potenciální energie z pružné šlachy se v tomto bodě znovu použije. Ventily se přepnou ve správném okamžiku a začne další skok. Díky tomuto mechanismu je snížena spotřeba energie všech po sobě jdoucích skoků. Pokud se má Bionický klokan zastavit, musí absorbovat co nejvíce energie. K tomu se odpovídajícím způsobem sepnou pneumatické pohony a šlacha se znovu aktivně napne při dopadu. [9][10][11]



Obrázek 4: Bionický klokan [8]

## 5 BionicFinWave

Robot inspirovaný polykladovým mořským plochým červem je dalším produktem společnosti festo. Sépie spolu s polykladovým mořským plochým červem používají k pohybu vodou vlnění dvou ploutví které jsou po obou stranách jejich těl. Společnost festo se to pokusila napodobit u svého robota BionicFinWave jež je vybaven dvěma takovými žebry, i když jsou vyrobeny z vysoce flexibilního silikonu. Každá ploutev se pohybuje devíti integrovanými rameny páky, které jsou připojeny prostřednictvím plochého klikového hřídele k jednomu ze dvou servomotorů umístěných v robotu. Tyto motory pracují nezávisle na sobě. Díky tomu se obě žebra vlní při různých rychlostech a v opačných směrech, což umožňuje robotovi otáčet se na místě doleva nebo doprava. Pohyb nahoru a dolů je zajištěn pomocí třetího motoru, který je použit k odpovídajícímu ohnutí svého těla jež je sestaveno z kloubů. Elektronika robota je umístěna ve vodotěsných dutinách robota. BionicFinWave byl poprvé představen na technologickém veletrhu Achema 2018 , kde samostatně plaval sítí čirých akrylových trubek. Tato dovednost je mu umožněna pomocí tlakového senzoru, který mu umožňuje měřit hloubku ve vodě a ultrazvukovými senzory, kterými měřil je schopen měřit jak blízko je od stěnám. Je také schopen bezdrátově přenášet své údaje ze senzorů, například teplotu vody či tlak vody, bezdrátově například do tabletu. Samotný robot je pak dlouhý 370 mm a váží 430 g. Využití muže najít při mechanické kontrole a sběru vědeckých dat, při kterých je kladen důraz na pomalé a přesné pohyby při měření dat. [12][13][14]



Obrázek 5: BionicFinWave [13]



## 6 Závěr

Výzkum v oblasti robotiky zaznamenal v posledním desetiletí obrovský pokrok. Současné technologie však mají stále mnoho nedostatků. Proto se mnoho inženýrů při řešení problémů obrací k biologii, kde hledá inspiraci u živých organismů. I když jsou biologicky inspirovaní roboti zatím pouze na začátku svého vývoje tak mají velké možnosti pro zdokonalení již existujících robotů.

## References

- [1] Octobot. De zeen [online]. 2017 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.dezeen.com/2017/01/09/octobot-worlds-first-fluid-powered-soft-robot/>
- [2] Octobot. Popular mechanics [online]. 2016 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.popularmechanics.com/technology/robots/a22514/octobot-soft-chemical-robot-fluid-circuit/>
- [3] Octobot. Robohub [online]. 2016 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://robohub.org/introducing-the-octobot-the-first-autonomous-entirely-soft-robot/>
- [4] BionicWheelBot. FESTO [online]. 2018 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.festo.com/us/en/e/about-festo/innovation-and-technology/bionic-learning-network/highlights-2018/bionicwheelbot-id-32767/>
- [5] BionicWheelBot. FESTO [online]. 2018 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.wevolver.com/wevolver.staff/bionicwheelbot/>
- [6] BionicWheelBot. IEEE SPECTRUM [online]. 2018 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://spectrum.ieee.org/autaton/robotics/robotics-hardware/festo-bionic-learning-network-rolling-spider-flying-fox>
- [7] BionicWheelBot. E15 [online]. 2018 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/magazin/bionicwheelbot-novy-unikatni-robot-od-festo-inspirovany-pavoukem-1346344>
- [8] Bionický klokan. IEEE SPECTRUM [online]. 2014 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://spectrum.ieee.org/autaton/robotics/robotics-hardware/festo-newest-robot-is-a-hopping-bionic-kangaroo>
- [9] Bionický klokan. The Guardian [online]. 2015 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2014/apr/04/bionic-kangaroos-one-small-hop-is-a-giant-leap-in-the-field-of-automation>
- [10] Bionický klokan. ROBOTICS TOMORROW [online]. 2014 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.roboticstomorrow.com/article/2014/04/bionic-kangaroo/259>
- [11] Bionický klokan. ROBOTICS TOMORROW [online]. 2014 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.wired.co.uk/article/robot-kangaroo>
- [12] BionicFinWave. FESTO [online]. 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.festo.com/group/en/cms/13252.htm>
- [13] BionicFinWave. FESTO [online]. 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.festo.com/us/en/e/about-festo/innovation-and-technology/bionic-learning-network/bionicfinwave-id-32779/>
- [14] BionicFinWave. Robotics Automation [online]. 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://roboticsandautomationnews.com/2018/08/17/festo-presents-bionicfinwave-underwater-robot/18749/>
- [15] BionicFlyingFox. FESTO [online]. 2018 - 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.festo.com/group/en/cms/13130.htm>