

SYSTÉMOVÁ BIOLOGIE

Principy systémové biologie mají mnoho zajímavých aplikací v technologiích a inženýrství, protože se zaměřují na komplexní interakce v systémech, což je klíčové i pro navrhování technických systémů. Níže jsou některé oblasti, kde se tyto principy uplatňují:

I. Biomimetika: Inspirace přírodou

Systémová biologie může sloužit jako zdroj inspirace pro technologie, které napodobují biologické procesy. Tento obor se nazývá **biomimetika** a příklady jeho uplatnění jsou:

- **Robotika a pohybové systémy:** Studováním pohybů zvířat, např. létání ptáků nebo pohybu hmyzu, se inženýři inspirovali při návrhu dronů a dalších robotických systémů. Například drony napodobují dynamiku letu ptáků nebo hmyzu, což zlepšuje jejich efektivitu. Studování pohybů zvířat, jako je létání ptáků nebo pohyb hmyzu, přineslo mnoho inspirací pro vývoj dronů a robotických systémů. Zde je několik konkrétních příkladů:

1. Létání ptáků a návrh dronů s mávajícími křídly

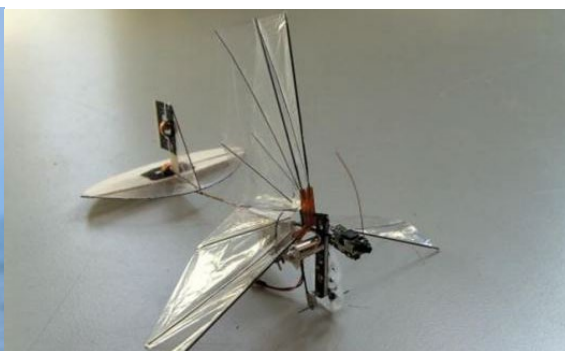
- **Přírodní inspirace:** Ptáci používají sofistikované mechanismy k mávání křídly, aby se vznesli do vzduchu, letěli a manévrovali. Každé mávnutí křídly je kombinací pohybu směrem dolů a dozadu, což generuje vztlak i tah.
- **Technologická aplikace:** Inženýři vyvinuli drony, které napodobují tento způsob létání. Příkladem je dron **Festo SmartBird** (Obr. 1), jehož křídla mávají podobně jako u ptáka, což mu umožňuje dosáhnout vysoce efektivní aerodynamiky a manévrovatelnosti. Tento dron má vysokou energetickou účinnost, protože jeho křídla napodobují letovou dynamiku ptáků a může letět velmi stabilně i ve vzdušných vírech.

2. Pohyb hmyzu a design mikrodronů

- **Přírodní inspirace:** Hmyz, jako jsou mouchy nebo vážky, má unikátní schopnost rychle měnit směr letu, přistávat na svislých plochách a vyhýbat se překážkám díky specifickému uspořádání křídel a jejich vysoké frekvenci mávání.
- **Technologická aplikace:** Inženýři navrhli mikrodrony inspirované těmito principy. Například dron **DelFly** (Obr. 2) napodobuje pohyb vážky. Jeho tenká křídla, která rychle mávají, mu umožňují pohyb v různých směrech s vysokou manévrovatelností. Tento design je vhodný pro drony používané ve stísněných prostorech, například při inspekcích budov nebo záchranných akcích.



Obr. 1 Festo SmartBird



Obr. 2 DelFly dron

3. Netopýří let a flexibilní křídla

- **Přírodní inspirace:** Netopýři mají pružná membránová křídla, která jim umožňují let s vysokou manévrovatelností, a to i při nízkých rychlostech. Jejich křídla se mohou deformovat, což umožňuje adaptivní změny tvaru během letu.

- **Technologická aplikace:** Tento princip byl použit v dronu **Bat Bot** (Obr. 3), který má flexibilní křídla inspirovaná netopýřími. Bat Bot dokáže napodobit měkké a přizpůsobivé křídlo netopýra, což umožňuje plynulejší a přesnější manévrování, například v městském prostředí nebo v blízkosti překážek.



Obr. 3 Bat Bot a jeho inspirace reálným netopýrem

4. Let včel a algoritmy pro roje dronů

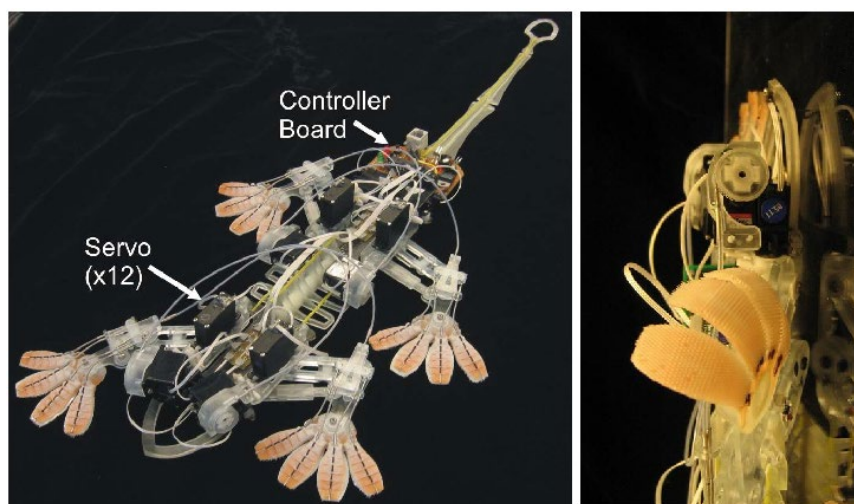
- **Přírodní inspirace:** Včely a další hmyz létají v organizovaných rojích, přičemž se mezi sebou dorozumívají jednoduchými signály a koordinují své pohyby, aby se vyhnuly kolizím a optimalizovaly pohyb celého roje.
- **Technologická aplikace:** Tento princip byl použit pro vývoj **roje dronů** (Obr. 4), kde několik malých dronů spolupracuje a pohybuje se jako celek. Rojové algoritmy byly vyvinuty na základě studia komunikace mezi včelami a jsou nyní využívány ve vojenských a civilních aplikacích, například pro koordinovaný průzkum velkých oblastí nebo pro záchranné operace. Každý dron v roji může komunikovat s ostatními a přizpůsobovat svůj pohyb podle jejich polohy, podobně jako to dělají včely v roji.



Obr. 4 Roje dronů

5. Pohyb gekona a přilnavost robotů

- **Přírodní inspirace:** Gekoni mají speciální strukturu na svých chodidlech, která jim umožňuje lézt po vertikálních stěnách nebo i po stropě. Tento mechanismus využívá van der Waalsových sil, které jim poskytují silnou přilnavost bez potřeby lepkavých látek.
- **Technologická aplikace:** Tento mechanismus byl napodoben u robotických systémů, jako je například **Stickybot** (Obr. 5). Tento robot má nohy inspirované strukturou chodidel gekona a je schopen lézt po stěnách a přilnout k různým povrchům. Technologie přilnavosti založená na van der Waalsových silách má potenciální využití u dronů, které mohou přistávat a pohybovat se po stěnách, což by mohlo být užitečné pro inspekční práce nebo operace v nebezpečných prostředích.



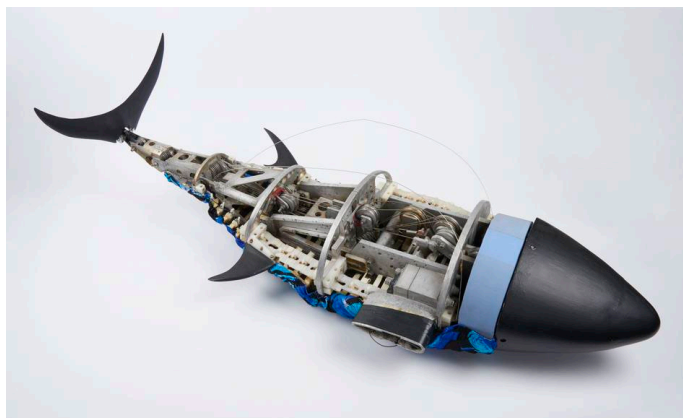
Obr. 5 Stickbot

6. Pohyby ryb a podvodní robotika

- **Přírodní inspirace:** Ryby se pohybují díky vlnovitému pohybu těla a ploutví, což je vysoce energeticky efektivní způsob pohybu ve vodě.
- **Technologická aplikace:** Inženýři vytvořili podvodní roboty, kteří napodobují tento pohyb, například robotické ryby, jako je **RoboTuna** (Obr. 6). Tyto roboty se pohybují plynule vodním prostředím a využívají menšího množství energie než tradiční podvodní stroje s vrtulemi. Napodobení přirozeného pohybu ryb zlepšuje schopnost robotů pohybovat se tiše a efektivně v podmořských misích.

7. Křídla vážek a mikrodrony

- **Přírodní inspirace:** Vážky mají mimořádně flexibilní a odolná křídla, která jim umožňují provádět náhlé změny směru a manévry ve vzduchu.
- **Technologická aplikace:** Mikrodrony, jako je **Dragonfly Drone** (Obr. 7), jsou navrženy na základě struktury a pohybu křídel vážek. Díky tomu jsou schopny létat stabilně i v nestabilním prostředí, rychle měnit směr a létat na malých prostorech, což je užitečné pro průzkumné a monitorovací mise v těsných a náročných prostředích.



Obr. 6 RoboTuna



Obr. 7 Dragonfly dron

- **Nanotechnologie:** Systémová biologie zkoumá, jak buňky a molekuly interagují na mikroúrovni, což vede k vývoji technologií na výrobu nanomateriálů a nanostrojů, které mohou mít velký dopad v medicíně (např. cílené dodávání léků pomocí nanorobotů).

II. Optimalizace a modelování systémů

V systémové biologii se používají matematické modely k popisu komplexních biologických procesů. Tyto přístupy lze aplikovat také v technických oborech:

- **Inženýrské simulace:** Principy systémové biologie, jako jsou zpětnovazební smyčky a regulace procesů, se využívají v simulacích technických systémů, například ve vývoji automobilů, letadel nebo továren. Inženýři mohou simulovat, jak různé komponenty spolupracují, a optimalizovat jejich výkonnost.
- **Řízení systémů:** V biologii je klíčové udržet rovnováhu v organismu, což je podobné, jako když v inženýrství navrhujeme řízení složitých procesů. Například řídicí systémy v elektrárnách nebo autonomních autech mohou být navrhovány na základě metod, které systémová biologie používá k udržení stability biologických systémů.

III. Umělá inteligence a strojové učení

Systémová biologie se zabývá složitými vzory, které vznikají z interakcí mezi mnoha prvky. Podobně fungují i algoritmy v umělé inteligenci (AI) a strojovém učení:

- **Neuronové sítě:** Umělé neuronové sítě, které jsou základem moderní umělé inteligence, byly inspirovány principy fungování lidského mozku. Systémová biologie poskytuje hlubší porozumění tomu, jak se biologické systémy učí a přizpůsobují, což pomáhá vývoji pokročilejších AI systémů.
- **Optimalizace procesů:** Strojové učení lze použít k optimalizaci technických procesů, jako je zlepšení efektivity výrobních linek. Algoritmy mohou identifikovat vzory a závislosti, které jsou obtížně postřehnutelné lidským okem, což umožňuje lepší řízení komplexních technologií.

IV. Syntetická biologie a biotechnologie

Systémová biologie se také uplatňuje ve vývoji syntetických biologických systémů, které mohou mít technologické využití:

- **Výroba biopaliv:** Syntetické biologické systémy mohou být navrhovány tak, aby produkovaly biopaliva efektivněji, než to dělají přirozené organismy. Inženýři mohou modifikovat mikroorganismy, aby produkovaly energii z obnovitelných zdrojů.
- **Biologické obvody:** Podobně jako elektronické obvody v počítačích, lze v syntetické biologii navrhnout biologické obvody, které reagují na podněty z okolního prostředí. Tyto obvody mohou mít aplikace v medicíně (např. biologické senzory pro diagnostiku nemocí).

V. Systémové inženýrství a kybernetika

Systémová biologie sdílí mnoho konceptů s kybernetikou, která se zabývá řízením systémů, ať už jde o stroje nebo biologické organismy. Tyto principy jsou zásadní v oblasti **systémového inženýrství**, které se zaměřuje na navrhování a řízení složitých technických systémů:

- **Autonomní systémy:** V autonomních vozidlech nebo dronech se aplikují modely zpětné vazby a adaptivního řízení, které jsou inspirovány přirozenými biologickými mechanismy.
- **Řízení ve složitých sítích:** Například ve smart grid (inteligentní rozvodné síti) se používají principy podobné těm, které využívá systémová biologie při studiu komunikace mezi buňkami.