CO MÁ SPOLEČNÉHO ETOLOGIE A TECHNICKÁ KYBERNETIKA (ROBOTIKA)

Pod pojmem kybernetika si většina lidí představuje technickou vědu, počítače a automaty v továrnách. Je to však věda obecná, platná nejen pro stroje, ale i pro živé organismy. Proto se roboti (v původním smyslu slova podle Karla Čapka, nikoliv pevně naprogramované manipulátory v továrnách) mohou za určitých podmínek chovat jako živé organismy. Naopak u živých organismů můžeme pozorovat chování odpovídající některým algoritmům, používaným v technice.

Tahle poslední věta přivádí mnohé biology k zuřivosti jako rudý šátek býka. Někteří jsou snad ještě ochotni uznat, že pro běžícího jelena platí stejné zákony setrvačnosti jako pro jedoucí auto. Žádný však nikdy neuzná, že ten jelen si při svém běhu hledá cestu podle podobných pravidel technické kybernetiky jako třeba automatický vozík jedoucí po povrchu Marsu. Přitom existují pokusy a pozorování, které to jasně naznačují.

Před lety v jedné laboratoři zkusili napojit osciloskop na oční nerv žabího oka. Zjistili, že z oka do žabího mozku přicházejí zprávy jen o přibližujících se předmětech. Nehybné nebo vzdalující se předměty zůstávaly bez odezvy. Algoritmus takového zpracování obrazové informace sejmuté např. televizní kamerou by byl velice jednoduchý. K rozeznání pohybujícího se předmětu na nehybném pozadí stačí porovnat navzájem dva obrazy sejmuté po sobě v určitém časovém odstupu. K tomu je jen zapotřebí aspoň na okamžik v oku zapamatovat viděný obraz. To pro živou buňku oční sítnice není nijak nesplnitelný požadavek. Můžeme se o tom na vlastních očích kdykoliv přesvědčit, když rychle zavřeme oči. I za zavřenými víčky můžeme ještě okamžik vidět naposledy viděný obraz, než se nám buňky oční sítnice zregenerují. Viděný obraz si tedy může sítnice oka na okamžik zapamatovat. Stačí, aby buňky oční sítnice reagovaly jen na změnu osvětlení oproti síle osvětlení zapamatované z předcházejícího okamžiku, a máme oko reagující jen na pohybující se předměty. Rozeznat nehybný předmět na nehybném pozadí je ovšem obtížné, ale tento případ odezvu nevyvolává. A nakonec rozeznání přibližujícího se předmětu od vzdalujícího se je opět jednoduché: Obraz přibližujícího se předmětu se na sítnici zvětšuje, takže při porovnávání postupně snímaných obrazů změn přibývá. Stačí tedy vyhodnocovat jen souhrn signálů ze všech buněk oční sítnice signalizujících pohybující se předmět bez dalšího přesnějšího vyhodnocování. Pokud tento souhrnný signál sílí, něco se k oku přibližuje. Pokud slábne, něco se od oka vzdaluje. Tento primitivní algoritmus má jen jednu nevýhodu: nevíme, co se přibližuje nebo vzdaluje. Ze samotného souhrnného signálu se to poznat nedá.

Tento primitivní algoritmus vyžaduje splnění jedné podmínky: snímací kamera (oko) musí být vůči svému okolí nehybná. U žab je to samozřejmě splněno - žáby mezi jednotlivými skoky sedí na zemi nehybně. Tato podmínka je ale splněna i u jiných tvorů, u nichž bychom to možná ani nečekali: např. slepice, ale i mnoho jiných ptáků při chůzi po zemi kývá hlavou tak, že zatímco jejich tělo se plynule pohybuje kupředu, jejich hlava zůstává nehybně stát na místě, pak rychle překývne o kus kupředu a opět zůstane vůči okolnímu světu nehybně stát. S mechanikou chůze to nesouvisí. Vezmeme-li slepici do náruče a pohoupáme ji, pak slepice při tom bude kývat hlavou tak, aby její hlava opět zůstávala vůči okolí nehybná, i když její tělo vykonává vnucený kývavý pohyb. Podmínky pro jednoduché zjišťování pohybujících se předmětů jsou tedy i v tomto případě stále splněny. Menší druhy ptáků, ale i jiná malá zvířata, se celým tělem pohybují trhaně tak, že vždy na chvilku strnou nehybně, pak se prudce pohnou do nové polohy či nového místa a zase na chvilku nehybně strnou. Tohle střídání pohybu a nehybnosti se stále rychle opakuje, takže i v tomto případě jsou podmínky pro jednoduché zjišťování pohybujících se předmětů po většinu času splněny.

Položme si zajímavou otázku, zda popsaný primitivní algoritmus může stačit k životu v přírodě, případně čím je nutno ho doplnit. Zkusme si představit robota, který bude plnit tyto úkoly:

1) Lovit potravu.
2) Vyhýbat se nepřátelům.
3) Rozmnožovat se, tedy vyhledávat partnery svého druhu a pářit se s nimi.
4) Neohrožovat vlastní mláďata.

K jednotlivým bodům:
1) Lovit potravu:

Lov potravy je jednoduchý: chytit do tlamy vše, co se přibližuje. Známe tvory (např. některé žáby či chameleony), kteří loví potravu vymršťováním jazyka na značnou vzdálenost, přičemž jejich tělo a hlavně jejich oči zůstávají stále nehybně stát na jednom místě, takže jsou stále schopné popsaným způsobem zjišťovat pohybující se (přibližující se!) předměty. Spousta dalších zvířat loví ze zálohy jediným skokem na kořist. Takový způsob lovu má samozřejmě i jiné důvody, nicméně i v těchto případech jsou do poslední chvíle splněny všechny podmínky pro popsaný primitivní algoritmus zjišťování pohybující se kořisti.

Zbývá jen jedna potíž: popsaný primitivní algoritmus vidění neumožňuje rozpoznávání tvarů a tedy ani druhu lovené kořisti. Tu musí posoudit až chuťové orgány v tlamě. I to ovšem můžeme v přírodě vidět. Akvaristé znají druhy rybek, které rozrývají dno akvária, naberou něco do tlamy, "požvýkají" to a zase vyplivnou. K takovému hledání potravy není třeba umět rozpoznávat tvary viděných předmětů. Je jen třeba nějakým způsobem vyloučit nebezpečné předměty. Jedovatí či jinak nebezpeční tvorové mívají obvykle výrazné barvy. Stačí tedy doplnit algoritmus vidění blokováním lovu při zjištění příslušné barvy.

Můžeme tedy konstatovat, že robot s popisovaným primitivním způsobem vidění by byl schopen hledat si ve volné přírodě potravu, a že jeho chování by se asi hodně podobalo chování některých primitivnějších živých tvorů.

2) Vyhýbat se nepřátelům:

Pokud se přibližuje nepřítel, pak není možno ho chytit do tlamy. Je tedy nutno rozlišovat potravu od nepřítele. Technicky nejjednodušší je to podle velikosti. Lze předpokládat, že nebezpečný nepřítel bude asi větší než lovená kořist. Stačí stanovit hranici mezi velikostí potravy a velikostí nepřítele. To je tedy další potřebné rozšíření popisovaného primitivního algoritmu, nepochybně opět technicky velice jednoduché. Pokud oko signalizuje přibližující se nějaký předmět, a tento signál je slabší než určená mezní hodnota, pak je možno pokusit se tento předmět ulovit. Pokud signál z oka je silnější a překročí stanovenou hranici, je třeba se bránit či uprchnout.

Lovená kořist toho ovšem může využít. Některé mořské ryby se v nebezpečí nafukují do několikanásobných rozměrů. Tím ovšem přejdou z kategorie kořisti do kategorie nepřátel. Podobně motýl sedící se složenými křídly v případě přiblížení nepřítele křídla prudce roztáhne, čímž se jeho rozměry opticky mnohonásobně zvětší. Z toho se dá usuzovat, že nepřátelé těchto tvorů nají vidění asi hodně podobné popisovanému primitivnímu algoritmu. V druhohorách, kdy bylo vidění tehdejších tvorů určitě méně

vyvinuté než u dnešních zvířat, se vyskytovali ještěři, kteří měli na hřbetě obrovské hřebeny jako plachty, často větší než celé zbývající tělo. Paleontologové to vysvětlují tím, že jim sloužily k tepelné regulaci. Je to možné, ale pravděpodobnější je, že je měly především opticky zvětšovat a tím přeřazovat z kategorie kořisti do kategorie velkých a tedy nebezpečných nepřátel.

Před nepřítelem je třeba uprchnout. Činnost je to jednoduchá: otočit se zády k nepříteli a běžet. Správný směr útěku je ten, při kterém robot vidí pohybující se předmět jen vzadu za zády, případně ho nevidí vůbec, pokud jeho zorné pole nezahrnuje celých 360 stupňů.

Je ovšem nutno vyhýbat se překážkám. Zde ale uvažovaný algoritmus rozpoznávání přibližujících se předmětů selže. Překážky se sice přibližují, ale není splněna základní podmínka nehybnosti oka vůči okolí. Pozadí za překážkami se vůči oku relativně pohybuje a tím vzniká ve viděných a porovnávaných obrazech nezpracovatelný chaos. Pro hledání cesty je tedy popisovaný primitivní algoritmus vidění nepoužitelný. Řešení je přitom velice jednoduché: překážky jsou vždy tmavší než světlo přicházející z volného prostoru. Technicky nejjednodušší je proto prchat tam, kde je nejsvětleji. V tom směru je pravděpodobnost nárazu do nějaké překážky nejnižší. Pro tvory (či roboty) létající či plovoucí ve volném prostoru to platí téměř stoprocentně. Při pohybu po povrchu země dochází ke složitějším situacím, přesto uvedený nejjednodušší algoritmus ve většině případů vyhoví také. Tento algoritmus je proto v přírodě asi mezi primitivnějšími tvory nejrozšířenější.

Rybáři už dávno přišli na to, jak tenhle jednoduchý algoritmus hledání cesty oklamat a využít. Díky jemu mohou lákat ryby do sítí světlem. Díky jemu létá noční hmyz do světla a nedokáže od něj odletět zpět do tmy. Tma pro něj totiž představuje překážku, do níž nechce narazit. Ukazuje se ale, že popsaným algoritmem se řídí i jiní tvorové, u nichž bychom možná tak primitivní algoritmy ani nečekali.

Jednou jsem v noci uprostřed vesnice vyplašil na cestě žábu. Prchala přede mnou a já šel pomalu za ní a pozoroval ji. Žába (obyčejná ropucha) doskákala k nejbližšímu domu, postavila se na zadní a pokoušela se lézt po zdi domu vzhůru. Pochopitelně se jí to nedařilo. Přišel jsem až k ní, ale ona přede mnou neprchala ani vpravo ani vlevo, jen se stále a ještě usilovněji snažila vylézt na stěnu domku. Po stranách cesty, která k domu vedla a po které žába přede mnou prchala, bylo husté křoví - živý plot, ve kterém by se žába mohla docela snadno skrýt a nikdo by ji tam nenašel. Ani se o to nepokusila. Tehdy jsem její chování nechápal. Dnes je mi jasné. Dům byl obílen vápnem, nedaleko od něj svítila lampa veřejného osvětlení, takže stěna domu zářila do tmy. Křoví po stranách cesty bylo naopak temné k nerozeznání. Také pod obílenou stěnou byla temnější kamenná podezdívka. Žába se pokoušela šplhat právě po té podezdívce směrem ke svítící obílené stěně nad ní.

Popsaným algoritmem se kupodivu řídí asi i zajíci. Zajíc je oproti rybám či žábám dokonalejší v tom, že se v noci na silnici obvykle nerozběhne proti přijíždějícímu automobilu jakožto nejsvětlejšímu místu ve svém okolí, ale přesto běží jen tam, kam svítí reflektory, a do tmy vedle silnice neskočí. Lze samozřejmě namítnout obvyklý důvod, že zajíc je oslněný. Kdyby ale skutečně nic neviděl, pak by prchal kterýmkoliv náhodně vybraným směrem, takže jeho útěk právě jen po silnici ve světle reflektorů by byl dost nepravděpodobný. Kromě toho jsou známy i případy, kdy zajíc prchal přijíždějícímu autu v ústrety. To by snad ani oslněný zajíc neudělal. Důvodem tedy nemůže být oslnění, ale jedině primitivní algoritmus vidění, který pro tuto nepřirozenou situaci není vyvinutý. To nemusí být tolik překvapující ani u tak vyspělého tvora, jako je zajíc. O savcích je známo,

že se orientují až na malé výjimky především čichem, v druhé řadě sluchem a zrak je u nich až na třetím místě, asi jako u nás lidí hmat. U orgánu třetího řádu by nás neměla překvapovat ani dost značná nedokonalost.

Tím není řečeno, že zajíc vidí svět kolem sebe jen takto primitivním způsobem. Za ty desítky milionů let vývoje zajíce, či dokonce přes 200 milionů let vývoje savců vznikly i složitější algoritmy rozpoznávání viděného, ale staré, primitivní metody často zůstaly zachovány a slouží svému nositeli dále. Příkladem můžeme být třeba i my, lidé. Třebaže náš způsob rozpoznávání viděných předmětů je asi nejdokonalejší v přírodě, prastarý prvohorní algoritmus rozpoznávání pohybujících se předmětů se v našich očích a mozku používá stále (samozřejmě vedle jiných, dokonalejších mechanismů, které se vyvinuly později, a ve spolupráci s nimi). Pokud se o tom chcete přesvědčit, postavte se třeba před portál svatovítského chrámu na Hradčanech a zkuste tam mezi tou spoustou gotických ozdob najít holuba, který tam někde sedí. Bude vám to trvat hodně dlouho, pokud se vám to vůbec podaří. Jakmile ale ten holub zamává křídly, uvidíte ho okamžitě. Přesně takové výsledky dává algoritmus rozpoznávání pohybujících se předmětů, který jsem zde popsal. Je pro život tak užitečný, že navzdory své primitivnosti přečkal celý vývoj našeho způsobu vidění a zůstal nám zachován dodnes. Onen nejprimitivnější způsob výběru směru cesty podle nejsvětlejšího místa v okolí se nám, lidem, už nezachoval a byl nahrazen dokonalejšími algoritmy, které se vyvinuly později, zajícům ale nejspíš zůstal zachován a uplatní se vždy, když se zajíc něčeho vyděsí. To ostatně známe i my, lidé. V úleku či v panice také jednáme spíš instinktivně než rozumně. Prastaré primitivní vrozené algoritmy jsou totiž použitelné okamžitě, bez přemýšlení, zatímco našemu (určitě dokonalému!) rozumu nějakou dobu trvá, než najde řešení, a za tu dobu už může být pozdě. Zajíc vyděšený přijíždějícím autem se strašlivou září se určitě také řídí prastarými primitivními instinkty, které mohou začít fungovat okamžitě kdykoliv. Jestli je schopen po nějaké době (třeba po několika vteřinách) i nějakého jiného, rozumnějšího chování, to už je námět pro diskusi a třeba i pro nějaké experimenty.

3) Vyhledávat partnery svého druhu a pářit se s nimi:

Přibližující se partner je velký a patří proto na první pohled do kategorie nepřátel. Skutečně můžeme u mnoha druhů zvířat pozorovat, jak samice před přibližujícím se samcem prchá jako před dravcem. Partner tedy musí mít nějaké poznávací znamení nenapodobitelné nepřítelem. Toto rozpoznávací znamení musí být přitom dostatečně jednoduché, aby se dalo rozpoznat i nedokonalými rozpoznávacími metodami, o jakých se zde zmiňuji. Navíc by mělo být i poznávacím znamením druhu, aby nedocházelo k různým nežádoucím křížením různých druhů. Každý druh zvířat proto musí mít poznávací znamení jiné. Proto je u takových poznávacích znamení různých druhů nutná co největší rozmanitost. Tvar těla se k tomu nehodí, protože rozpoznat určitý složitější tvar na sejmutém obraze není zrovna jednoduché. Navíc tvar těla není stálý, při pohybu se mění. Mimoto mnoho tvorů v přírodě má mimikry právě proto, aby nebylo možno je snadno rozeznat. Např. algoritmus pro rozeznání pruhovaného nebo nějak jinak vzorovaného předmětu na členitém pozadí je nesmírně složitý a dodnes není v počítačích uspokojivě vyřešený. Nehybný tygr v křoví, sejmutý kamerou, je i nejlepšími současnými programy na počítačích prakticky nerozeznatelný. Dokonce i naše lidské vidění, náš způsob rozpoznávání viděných předmětů, který patří k nejdokonalejším v přírodě, zvládne takový úkol jen s největšími obtížemi, pokud vůbec. Na tom jsou ostatně založeny i mnohé optické klamy a jiné hříčky či hlavolamy typu skrývaček.

Poznávací znamení druhu se samozřejmě neomezují jen na vizuální informace, kterými především se v této práci zabývám. Patří sem např. zpěv ptáků, kuňkání žab, světla

světlušek, či různé pachy či feromony. Využívání feromonů pro lákání samečků škodlivého hmyzu do pastí je už dnes běžné. Dokazuje, že k rozpoznávání samiček u těchto druhů skutečně slouží tak primitivní algoritmy, jaké zde popisuji, a přesto pro život těmto druhům naprosto stačí. Rozpoznávání pachů je ovšem dosud technicky nevyřešené, náš lidský čich nám také mnoho informací neposkytuje, takže nám chybí zkušenosti a poznatky, jakým způsobem lze různé pachy rozpoznávat a co všechno z toho plyne. Svět pachů a vůní je nepochybně stejně pestrý jako svět obrazů viděných očima, ale o tom my lidé zatím nevíme nic. Nezbývá tedy než se omezit jen na zpracování informací viděných očima, v čemž my lidé máme největší zkušenosti.

K vizuálním poznávacím znamením patří třeba ocas páva či kohouta, svatební tance některých ptáků, barevné skvrny na těle nebo rohy sudokopytníků. Na pavím ocase jsou nejnápadnější veliká modrá kruhová oka. Nejsnadněji rozpoznatelný tvar je právě jednobarevný kruh. Zajímavá souvislost.

Druhým nejsnadněji rozpoznatelným tvarem jsou linie, třeba i různě tlusté. Přesně tak se zobrazují na sítnici oka rohy a parohy kopytníků. Některé z nich mají tak bizarní tvary, že se nehodí ani k obraně ani k čemukoliv jinému. Jako poznávací znamení druhu jsou ovšem ideální. Zatímco tvar těla se při pohybu či při různých úhlech pohledu mění, tvar rohů či parohů zůstává ze všech směrů pohledu prakticky stejný. Význam rohů pro rozpoznání vlastního druhu prokazují i zkušenosti dobytkářů na prérii, kteří potřebují od volně žijících a pasoucích se býků získat semeno pro umělé oplodnění. Používají k tomu upravený pick-up s dírou v zadní stěně nástavby. Býk na auto skočí jako na krávu, a onou dírou dobytkář uvnitř auta provede odběr. Přitom auto vůbec nemusí vypadat jako kráva. Naprosto stačí, když má vpředu na řidičově kabině připevněné kravské rohy. Nic víc žádný býk nepotřebuje.

Podobný význam možná mají i kly chobotnatců. Sloní kly by snad ještě mohly sloužit jako zbraň, z vykopávek ale známe spoustu dalších, již vyhynulých chobotnatců, jejichž kly byly úplně jiné. Do kruhu zatočené kly mamutů byly jako zbraň naprosto bezcenné. K čemu tedy asi mamutům složily? Přitom jako poznávací znamení druhu byly naprosto dokonalé.

Jsou i jiné možnosti. Rytmus opakování vzhledu ptáka, poskakujícího při svatebním tanci před nehybným pozadím je totiž snadno detekovatelný. Pro jeho rozpoznání stačí už známý algoritmus rozpoznávání pohybujících se předmětů. Poznávacím znamením je pak výška a rytmus poskoků a ostatních pohybů, které jsou vrozené a které žádný dravec nedokáže napodobit naprosto přesně stejně.

Je zajímavé, že určité náznaky primitivního poznávacího znamení druhu můžeme možná najít i u nás samých, u lidí. Tvar ženského ňadra splňuje všechny podmínky. V přírodě se tento tvar nikde jinde nevyskytuje. Žádné zvíře nic takového nikde na těle nemá. V běžném každodenním životě ženám jejich prsa k ničemu užitečnému nejsou, dokonce asi spíš překáží. Každý ženský lékař potvrdí, že ani schopnost kojení nijak nesouvisí s velikostí či tvarem ňader. Zato na většinu mužů působí nezakrytá ženská ňadra úplně stejně jako kravské rohy na býka. Nabízí se ale hned dvě zajímavé otázky: My lidé jsme přece rozumné bytosti a žádné tak primitivní poznávací znamení přece proto nepotřebujeme. A druhá: Od kterého zvířete bychom se asi tak měli tímto neopakovatelným tvarem odlišovat, když žádné zvíře se nám nepodobá?

K první otázce: Dnes možná jsme rozumné bytosti a žádné poznávací znamení už nepotřebujeme, i bez něj dovedeme rozeznat člověka od zvířete, ale naši předkové před mnoha sty tisíci lety či miliony let tak rozumní nemuseli být. Odpověď na druhou otázku

je podobná: Dnes na Zemi nežije žádné zvíře, které by se nám podobalo, ale v minulosti tomu bylo jinak. Antropologové a paleontologové nacházejí stále nové a nové druhy dávných lidoopů a opolidí a nemohou se dohodnout, které z nich jsou naši předkové a které patří do postranních větví vývoje člověka a našimi předky proto nejsou, jen žili vedle našich předků. Dnes už se asi nedozvíme, vůči které z těchto postranních větví nás kdysi odlišil tvar ženských ňader. Z vykopaných koster už se nepozná, jestli třeba neandrtálkyně měla či neměla velká prsa.

Tyto úvahy jsou o to obtížnější, že my lidé máme těch poznávacích znamení možná víc. Zatím nevíme, kolik těch postranních větví vývoje bylo, od kolika jiných podobných tvorů se naši předkové potřebovali v průběhu vývoje nějak jednoduše odlišit (jejich rozumové schopnosti tehdy ještě nebyly takové jako schopnosti dnešních lidí!). Holá kůže bez chlupů nás nepochybně kdysi odlišila od opic. Jiné vysvětlení faktu, že nám chybí srst, se těžko hledá. Jedna teorie např. tvrdí, že za to může tropické horké podnebí. Tahle teorie ale zapomíná, že existuje spousta tropických zvířat, které také žijí v horkém podnebí a přesto jim srst nechybí. Samo podnebí k tomu tedy nestačí. Také bychom jen těžko hledali nějaké jiné rozumné vysvětlení, proč holá kůže bez chlupů je nedílnou součástí ženské krásy. Prostě v nás přežívají prastaré instinkty rozpoznávání vlastního druhu ještě z dob vývoje člověka z opice.

4) Neohrožovat vlastní mláďata:

Mláďata samozřejmě patří svojí velikostí do kategorie potravy. I v tomto případě však můžeme v přírodě nalézt řadu možností, jak to zařídit, aby náš robot neohrožoval svoje potomstvo.

Mnoho druhů ryb má např. svoje trdliště, kam připlují jen v době tření a jindy se tam nezdržují. Potěr pak tam žije v bezpečí před svými rodiči a opouští tato místa až když přeroste přes hranici velikosti potravy. Podobný význam mají nepochybně také tahy lososů nebo mořských želv, a k naprosté dokonalosti je tento systém přiveden u obojživelníků, kteří během dorůstání zcela změní životní prostředí. Tímto způsobem je zcela vyloučeno, že by naše žáby mohly ohrozit své pulce.

Akvaristé si mohou všimnout, že mláďata živorodých ryb po narození neplavou. Bez pohybu klesají ke dnu a tam zůstávají nehybně ležet. Jak již bylo popsáno, pro uvedený algoritmus rozpoznávání pohybujících se předmětů jsou nehybné předměty neviditelné. Po několika hodinách, kdy mláďata začínají plavat, je mateřská ryba už dávno pryč. V přírodě, samozřejmě. V akváriu nemůže odplavat nikam pryč, takže po několika hodinách, kdy potěr začíná plavat, mateřská ryba ho rozpozná jako kořist a sežere ho. Akvaristé dobře vědí, že mateřskou rybu musí včas odlovit a přemístit do jiné nádrže.

Mezi těmi, kdo o svá mláďata pečují, najdeme zase druhy, které po celou dobu této péče hladoví a nežerou vůbec nic. Nemohou tak svým mláďatům ublížit. Proto mohou některé druhy ryb chránit svoje potomstvo ve vlastní tlamě. Nespolknou je, protože v té době nepolykají vůbec nic.

Zajímavá situace se vyvinula u ptáků. To jsou tvorové z hlediska kybernetiky často pořád ještě stejně primitivní jako ten náš robot. Jejich mláďata ale létat nemohou, a nejen proto, že se rodí bez peří. Letečtí modeláři vědí, že pro malé modely platí zcela jiné aerodynamické zákony než pro velká letadla. Vědí, že přesná zmenšenina velkého, i vynikajícího, letadla zaručeně létat nebude, a naopak zvětšenina výborně létající papírové vlaštovky by také nelétala. Na tenhle problém jako první před stamilióny lety

narazil hmyz. Proto se u něj vyvinulo larvální stadium jako první část života, a po něm přeměna. Jinak to nejde: z mušího vajíčka nemůže vylézt malá moucha, zmenšenina dospělé mouchy. Nebyla by schopná letu. Napřed musí vyrůst. U ptáků se vyvinulo jiné řešení. Zákony aerodynamiky je přinutily vykrmovat svoje mláďata tak dlouho, dokud nedorostou do velikosti dospělého ptáka. Nejen že tedy ptáci po dobu péče o mladé nemohou hladovět, ale ještě je musí umět rozeznávat tak dobře, aby je mohli krmit. Jedno řešení se přímo nabízí: když už pták umí nějakým způsobem nalézt svoje hnízdo, pak technicky nejjednodušší je považovat za svoje mláďata to, co v tom hnízdě je. Když ovšem mládě vypadne z hnízda, rodiče si ho ani nevšimnou, i když ho dole pod stromem vidí a slyší. Není ale v jejich hnízdě, není to tedy jejich mládě. Když pak kukačka snese do jejich hnízda svoje vejce, ptáci její mládě krmí jako svoje. Je v jejich hnízdě, je to tedy jejich mládě.

Zde se dá namítnout, že se občas najde ptačí pár, který kukaččí mládě rozpozná a z hnízda ho vyhodí. Jistě, dalo by se odpovědět, že v živé přírodě má každé pravidlo svoji výjimku, navíc takový případ je velice vzácný. Nějaké vysvětlení ovšem musí existovat i pro takovou výjimku, a je velice jednoduché. Ptáci mají za sebou desítky miliónů let vývoje. To je dost dlouhá doba, aby se u nich vyvinuly i nějaké dokonalejší metody rozpoznávání vlastních mláďat. Přesto kukačky dosud nevyhynuly. Stále nacházejí dostatek cizích hnízd a ptačích párů, kteří jejich mládě nerozpoznají a vykrmují ho. Nasvědčuje to tomu, že ptáci se od dob svého vzniku v druhohorách příliš nezměnili. Jejich vývoj toho za tu dobu mnoho nepředvedl.

Slepice hnízdo tolik nepoužívá, svoje kuřata vodí a musí je tedy poznat jinak. Kuře se ozývá už ve vajíčku, slepice si ten zvuk zapamatuje a pak vše, co takový zvuk vydává, považuje za svá kuřata. To dobře věděli staří sedláci, když dávali pod kvočnu kachní vejce. Slepice si zapamatovala hlas kachňat a vodila je jako svoje kuřata. Neodradilo ji ani to, když kachňata naskákala do rybníka a plavala na vodě. Slepice pobíhala po břehu, volala je k sobě, ale ani pak je nepřestala považovat za svoje kuřata. Pořád totiž vydávaly zvuky, které si slepice zapamatovala od jejich vajec.

Výrazně žlutá barva kuřat má ovšem také svůj význam. Je to jejich ochranné zbarvení, ovšem v trochu jiném smyslu. Samozřejmě, že tak bezbranný tvor s tak nápadným zbarvením by se bez ochrany své kvočny stal snadnou kořistí. Pokud ovšem hrozí nějaké nebezpečí, pak kvočna ví, že ty zářivě žluté skvrny, které se k ní tak rychle ze všech stran přibližují, nepředstavují nebezpečí a není proto třeba je uklovat a zabíjet. Lepší rozpoznávání svých kuřat tedy kvočna v žádné životní situaci nepotřebuje a proto se ani nevyvinulo. Co by ovšem udělala taková kvočna vodící podstrčená kachňata, kdyby se k ní v nebezečí sbíhala ze všech stran a neměla onu poznávací žlutou barvu, to asi zatím nevyzkoušel nikdo.

Malé odbočení: Jak vlastně pták najde svoje hnízdo? Může toho být vůbec schopen tak primitivní tvor, za jakého řadu druhů (nikoliv všechny!) ptáků považuji? Spousta druhů ptáků si staví hnízda kruhového tvaru (při pohledu shora - tedy ze směru, odkud přilétávající pták hnízdo vidí). Může to mít i jiné důvody, ale kruhový tvar je nejsnáze rozpoznatelný. Navíc se v přírodě jinak vyskytuje dost vzácně. Pták se tedy prostě posadí tam, kde vidí kruh. V této souvislosti je zajímavé, že čápům se od nepaměti dává jako podklad pro jejich hnízdo staré kolo od vozu. Na podkladě jiného tvaru (třeba na starých dveřích) by si hnízdo nepostavili? Zkoušel to někdy někdo?

Své hnízdo ovšem pták uvidí jen na vzdálenost posledních několika desítek metrů. Nebo možná stovek metrů - ptáci mají v tomto směru lepší oči než my. V každém případě pták

musí umět najít své hnízdo i z mnohem větší vzdálenosti. Tažní ptáci i přes půl zeměkoule. Po způsobu, jak to dělají, se pátrá už hodně dlouho. První, co se jako vodítko nabízí, je magnetické pole Země. Teď si asi každý představí kompas. To ovšem není nejlepší představa. Kompas ukazuje jen jednu složku směru siločar. V trojrozměrném světě jsou ovšem ty složky tři, a navíc existuje i intenzita magnetického pole v daném místě. Nic z toho kompas neukazuje. Pokud bereme v úvahu všechny čtyři tyto veličiny, změřené s dostatečnou přesností, pak dostaneme pro každé místo na zeměkouli naprosto unikátní hodnoty magnetického pole, jaké se jinde nevyskytují. Navíc toto magnetické pole se při pohybu kolem zeměkoule mění spojitě, takže pokud si pták pamatuje, jaké byly tyto čtyři veličiny v místě jeho rodného hnízda, pak mu jejich změny za letu neomylně říkají, zda letí směrem ke svému hnízdu nebo někam jinam. Tímto způsobem může magnetické pole Země přivést i hodně primitivního ptáka třeba přes půl zeměkoule až na dohled jeho rodného hnízda. Je to tak prosté, že by to uměl i autopilot, jaký se používal v letadlech před půl stoletím. Ve zbývajících metrech už se pták může orientovat zrakem - rozpozná kruhový tvar svého hnízda.

Tímto způsobem se dá vysvětlit i jiná zvláštnost: U některých druhů tažných ptáků odlétají mláďata dříve než jejich rodiče. Rodiče tady svá mláďata určitě do teplých krajin nevedou. Mláďata sama vědí, kudy a kam mají letět. Odkud to vědí? Pokud by však měly ve svých vrozených instinktech - ve své genetické výbavě nějak zakódovány hodnoty magnetického pole, jaké jsou v jejich zimovišti v teplých krajinách, pak je tam nikdo vést nemusí. Povedou je změny magnetického pole. Stačí vrozený instinkt, který jim řekne, že když se dny u nás zkrátí pod jistou mez, je třeba se přemístit tam, kde je magnetické pole takové a takové. Kterým směrem to je, to už ptáci cítí sami podle toho, jak se magnetické pole mění při jejich letu.

Jak tedy může vypadat taková (primitivní) navigace podle magnetického pole Země? Dokud pták sedí na jednom místě, pak samozřejmě nemůže vědět, kterým směrem se jak mění magnetické pole. U tak primitivního tvora totiž nepředpokládám, že by si dokázal zapamatovat, odkud přiletěl, či dokonce že by znal nazpaměť krajinu, ve které žije. Jakmile tedy vzlétne, musí nad místem svého startu nejdříve zakroužit, aby si zjistil, jak se v kterém směru mění magnetické pole a ve kterém směru se magnetické pole mění tím správným způsobem. Přesně takto startují např. labutě. Když se labuť zvedne z hladiny rybníka do vzduchu, nejdřív nad rybníkem několikrát zakrouží a teprve potom se vydá přímo nějakým směrem. Těžko hledat nějaký jiný význam pro toto kroužení. Rozhodně neslouží k nějakému získávání výšky. Labuť totiž krouží nad hladinou stále ve stejné výšce.

To všechno má ale jeden závažný nedostatek. Biologové už se pokoušeli najít u ptáků nějaký magnetický orgán, nějaké magnetické krystaly v mozku či něco podobného. Nenašli nic. Tak jednoduché to tedy není. Nabízí se ale jiná možnost: Ptačí tělo je samozřejmě elektricky vodivé, a pohybuje-li se elektrický vodič v magnetickém poli, indukuje se v něm elektrické napětí. Při velikosti ptačího těla a rychlosti jejich letu jsou to jen milivolty či zlomky milivoltů, ale taková malá napětí se např. v neuronech vyskytují a slouží k přenosu vzruchů mezi jejich výběžky. Lze si tedy představit i nějaký orgán citlivý na takto nízká napětí indukovaná zvnějšku. Měl by se ostatně i z čeho vyvinout, na rozdíl od oněch magnetických krystalů, jejichž vznik a vývoj je podle zákonů vývoje živých organismů velice nepravděpodobný. Z velikosti a směru indukovaného elektrického napětí pak lze zcela snadno a přesně odvodit velikost a směr mateřského magnetického pole. Teoreticky sice záleží ještě i na rychlosti letu ptáka, ale vzhledem k tomu, že ptáci (zejména při tahu) létají stále zhruba stejnou rychlostí, nějaká korekce podle rychlosti není nutná. Všechno to, co jsem až dosud psal o magnetickém poli, platí tedy beze změny

i pro indukované elektrické napětí. Pokud je tedy pták schopen vnímat slabá elektrická napětí, která se v jeho těle za letu indukukují, pak se může podle nich orientovat stejně spolehlivě a přesně jako podle samotného magnetického pole Země.

Některá pozorování naznačují, že ptáci skutečně něco takového vnímají. Je zaznamenáno, že když se hejno tažných ptáků dostalo do paprsku radiových vln vysílaných radarem, ptáci se naráz rozprchli na všechny strany "jako když střelí do vrabců". Museli tedy nějakým způsobem ty radiové vlny ucítit. My je necítíme. Radiové vlny ovšem v každám vodivém předmětu indukují nějaké napětí a proudy jako v jakékoliv jiné anténě. My tak nízké indukované něpětí necítíme. Ptáci asi ano.

Zbývá jen jediné: ten orgán vnímající elektrické napětí v ptačím těle najít. Zatím nevím, že by se o to někdy někdo pokoušel. Malá nápověda pro ty, kteří by chtěli začít v ptačím těle pod mikroskopem hledat: nejpravděpodobnějšími místy jsou konce křídel, a pak hlava a špička ocasu (u pečené husy se tomu místu říká "biskup"). Prostě místa, která jsou za letu od sebe navzájem co možná nejvíce vzdálená. A co by tam měli hledat? Možná jen nějaká jiná nervová zakončení - jiná než toho druhu, jaký slouží ke zjišťování teploty těla nebo mechanického dráždění.

Abych ptáky pořád jen nepomlouval: Ernest Thompson Seton v jedné své povídce z přírody píše, že havran dokáže rozeznat člověka s puškou od člověka bez pušky. Havrani jsou sice chytří ptáci, ale tohle zní neuvěřitelně, téměř jako pohádka. Vymyslel si to Seton, anebo to skutečně odpozoroval v přírodě? Puška je předmět dlouhý a tenký. Na sítnici oka se zobrazí jako tenká černá čárka, podobně jako se zobrazují třeba rohy přímorožců. Rozeznat rovnou čáru je jednodušší než rozeznat křivku. Havran tedy má v tomto případě jednodušší úlohu než býk, který touží po páření. Zbytek se už pak podobá Pavlovovým pokusům se slintajícími psíky. Havran se prostě musí naučit, že když z toho tvora, kterého vidí na zemi, trčí dlouhá tenká čárka, znamená to nebezpečí a je třeba uletět pryč. Je známo, že havrani jsou schopni se učit, a že se dovedou naučit ledasjaké "ptákoviny". Seton tedy technicky vzato může mít pravdu. Já osobně jsem ochoten mu to věřit, i když jsem to sám na vlastní oči nikdy neviděl.

Pro většinu savců je ovšem nejdůležitějším a hlavně nejcitlivějším orgánem čich. Např. laň pozná svého koloucha podle pachu. Když na něj člověk sáhne, kolouchův pach se změní a laň ho již nepozná. Odejde od něho jako od nějakého cizího neznámého zvířete a dál zoufale hledá svého koloucha. Totéž platí o většině ostatních savců.

Když samice zahyne, její mládě je většinou odsouzeno k smrti. U některých druhů se ale osiřelého mláděte ujme jiná samice ze stáda a přijme ho za svého. Vedou se o tom různé složité teorie, jaký to má význam pro zachování genů vlastního rodu či druhu či ještě nějaký jiný ještě složitější význam. Nabízí se jiné, mnohem jednodušší vysvětlení: Samice nerozeznává své mládě od cizího, má vrozený či naučený jen pach mláďat svého druhu bez ohledu na to, které samici se narodily. Pro zachování druhu přesnější rozlišování pachů není zapotřebí. Pouze v případě druhu, jehož některý predátor páchne hodně podobně, by mohlo hrozit vyhynutí. Pouze u takovýchto druhů se muselo vyvinout dokonalejší rozlišování pachů, a samice těchto druhů pak dovedou rozlišit svoje mládě od cizího, a jiné než své mládě nepřijmou - pro jistotu, aby si omylem nepustily k tělu predátora.

Můžeme tedy konstatovat, že původní algoritmus zjištěný u žabího oka stačí rozšířit o několik málo technicky jednoduchých doplňků a takto definovaný robot bude schopen života v podmínkách volné přírody. A co je podstatné: tento robot se bude chovat

nápadně podobným způsobem, jako se chovají některá živá zvířata. Z toho lze usoudit, že v chování těchto živých tvorů v přírodě se uplatňují podobné algoritmy, jaké jsou použity u našeho robota.

Nejzajímavější mi na tom připadá, že náš robot, třebaže se orientuje pouze zrakem, nepotřebuje pro své přežití umět rozpoznávat složitější tvary, a už vůbec nemusí umět poznat, co vlastně vidí. To, co je pro nás, lidi, naprosto samozřejmé, možná pro zvířata v přírodě vůbec samozřejmé není, a je dokonce možné se bez toho docela dobře obejít. Biologové vedou spory o to, zda zvířata vidí barvy či zda jsou barvoslepá, ale zda rozeznávají nějaké tvary a jaké, či zda dovedou poznat, co vlastně vidí, to zatím nezkoumal nikdo.

Náš robot má ovšem nevýhodu: přijímá informace pouze zrakem. Ostatní smysly nemá, ani žádné algoritmy (instinkty), které s nimi souvisejí. Proto podobnost v chování můžeme hledat jen u těch tvorů, kteří se orientují převážně pomocí zraku. Jsou to především ptáci, ale i spousta druhů z ostatních tříd, ovšem s výjimkou savců, kteří se v převážné většině orientují čichem a navíc se už neřídí jen jednoduchými instinkty, ale jsou schopni se v mláděcím věku naučit od svých rodičů mnoho dalších prvků chování. I tyto prvky lze sice popsat podobným algoritmickým způsobem, jsou však u každého jedince jiné a i celá tato problematika je již úplně jiná.

Vraťme se zas k našemu robotovi a uvažujme další souvislosti. Každý druh v přírodě má svého dravce, který reguluje jeho množství. Jak by měl vypadat dravec, lovící takovéhle roboty? Pokud pomineme dravce, kteří na svou kořist číhají v úkrytu, musí se dravec ke své kořisti napřed přiblížit. Jak by se měl k takovému robotovi přibližovat, aby ten robot před ním neutekl? Je to jasné: nesmí být příliš velký. V této souvislosti je zajímavé, že štika nemusí být větší než její kořist. Dokáže spolknout kořist stejně velkou, jako je sama. V mořské fauně existuje hlubinná ryba, která dokáže spolknout kořist dokonce třikrát větší, než je sama. I mnohý had dokáže spolknout kořist větší, než je průměr jeho těla.

Existuje ale ještě jedna možnost. K útoku na kořist není třeba celé tělo dravce. K tomu úplně stačí jen samotné čelisti a ovšem oči, které budou ty čelisti navádět na cíl. Vše ostatní je při útoku zbytečné. Pokud by se zbytek těla útoku nezúčastnil a zůstal nehybný, byl by vlastně neviditelný a na jeho velikosti by pak nezáleželo. Tento způsob útoku vede tedy k dravci s malou hlavičkou na dlouhém pohyblivém krku a s velkým tělem, který nehybně číhá na svou kořist, až přijde sama na dosah jeho dlouhého krku.

Ještě je třeba zvolit směr útoku. Nejvhodnější je směr shora dolů, při něm je totiž útěk oběti nejobtížnější. Oběť nemůže prchat přesně opačným směrem než ve kterém vidí přibližující se čelisti, protože to by musela prchat svisle dolů pod zem. Útěk vodorovně po povrchu země, tedy kolmo ke směru útoku, po tangentě, vždycky poskytuje pronásledovateli nezanedbatelnou výhodu. Nejlepší tedy bude, když tento dravec bude čekat na kořist vztyčený na zadních nohách. O úkryt se starat nemusí: pokud bude číhat nehybně, bude neviditelný. A protože je to tvor primitivní, který na dvou nohách rovnováhu bez pohybu neudrží, potřebuje mít vzadu ještě třetí nohu - silný ocas. Dostáváme typického dinosaura. Jeho přizpůsobení tomuto způsobu lovu šlo tak daleko, že se mu i mozek rozdělil na dvě části: v hlavičce zůstala jen ta část, která byla potřebná pro navádění čelistí na cíl, a vše ostatní se přestěhovalo do trupu, do páteře na hřbetě. Výsledný tvor byl zřejmě tak úspěšný, že stejný tvar těla se paralelně vyvinul v mnoha řádech druhohorních plazů.

Z neobyčejného rozšíření tohoto tvaru těla v druhohorách můžeme soudit, že druhohory

se jen hemžily tvory z kybernetického hlediska nerozeznatelnými od našeho robota. To znamená, že algoritmy použité pro definici našeho robota představují asi úplný popis chování těchto druhohorních tvorů. Rozdíly mohou být jen v detailech, protože podstatnější rozdíl by způsobil, že by se draví dinosauři vyvinuli jinak anebo ne v takovém množství. A protože některé druhy zvířat se od druhohor příliš nezměnily (např. právě žáby), lze předpokládat, že z definice našeho robota lze odvodit popis chování i některých dnešních primitivnějších zvířat, možná dokonce mnoha.

Z rozvoje dinosaurů lze totiž odvodit ještě jeden zajímavý poznatek: zatímco se vyvíjely ony podivuhodné a nepochybně vysoce optimální tvary dinosauřích těl, chování jejich kořisti se asi vůbec nezměnilo. Jinak by totiž asi vývoj dravých dinosaurů velice rychle a předčasně skončil. To tedy znamená, že příroda dokáže změnit tvar těla mnohem snáze a rychleji než změnit instinkt (algoritmus chování). Můžeme tedy usuzovat, že pokud se za sto milionů let nezměnil tvar těla, pak se nezměnily ani algoritmy chování. Ostatně stejný způsob lovu, pro jaký se přizpůsobili dinosauři, používají dodnes někteří vodní ptáci, třeba marabu, čápi i jiní.

Jakým způsobem se může náš robot bránit proti takovému útoku? Jednu možnost naznačuje druhohorní stegosaurus s hřbetem ježícím se velikými hrotitými deskami. Proti útoku shora byly asi výbornou ochranou. Naproti tomu boky měl stegosaurus zcela nechráněné. Útok odjinud než shora asi v jeho době vůbec nepřicházel v úvahu.

Dobrá ochrana se vyvinula u žab. Nejenže skok je nejrychlejší formou útěku, ale ve chvílích mezi jednotlivými skoky sedí žába na zemi nehybně, takže je pro dravce s primitivním viděním neviditelná. Jistě není náhodou, že se žáby do dnešní podoby vyvinuly právě v době největšího rozšíření dinosaurů.

Jinou možnost najdeme u želv. Nikoliv jejich krunýř, ale jejich pomalý pohyb, který je také činí téměř neviditelnými. Krunýř potřebovaly želvy spíš proto, aby je (neviditelné) někdo omylem nerozšlápl. Tenhle důvod může někomu připadat směšný. Jeden renomovaný zoolog se mi kvůli tomu vysmál, že něco takového si může myslet jen technik - laik, který nic neví a ničemu nerozumí. Ten zoolog asi nevěděl, co vědí paleontologové, totiž že vodním želvám se krunýř časem redukuje. Z vykopávek znají dokonce druh, který měl dva krunýře nad sebou, oba redukované. Vysvětlují to tím, že tento druh, původně samozřejmě suchozemský, začal žít v mořích a krunýř se mu tam zredukoval na bezvýznamný pozůstatek. Později tento druh přešel zpět k životu na suché zemi, a tam krunýř zase začal potřebovat. Protože ale vývoj se nikdy nevrací zpět (technik snadno pochopí, proč to tak je, zatímco biologové žádný důvod tohoto jevu neuvádějí), z reliktu původního krunýře už se plnohodnotný krunýř nazpět vyvinout nemohl. Vyvinul se tedy vedle něho nový, náhradní. Potom tento druh přešel zase zpět k životu ve vodě a tam i ten jeho náhradní krunýř se zase časem zredukoval. V přírodě, jak známo, zakrní či redukuje se jen to, co se nepoužívá, co není pro přežití druhu zapotřebí. Z toho snad lze usoudit, že ve vodě želva krunýř nepotřebuje tak moc jako na souši. Určitě ne proto, že by vodní dravci byli méně nebezpeční než suchozemští. Žralok si co do velikosti čelistí či zubatosti určiře nezadá s tyranosaurem. Rozšlápnutí však ve vodě skutečně nikomu nehrozí. Nejstarší druhy želv ostatně ani neuměly zatahovat hlavu do krunýře a nikdo jim ji neukousl. Mohly ji jen přitáhnout ke krunýři, což proti rozšlápnutí stačí. Navzdory výsměchu slovutného zoologa se tedy jen těžko hledá nějaké jiné nebezpečí, které by želvám hrozilo jen na souši, ale v mořích nikoliv. Onen zoolog ostatně také žádnou jinou možnost hrozícího nebezpečí neuváděl, spokojil se jen se samotným výsměchem.

Číhajícího dravce je možno rozeznat také podle jeho očí. Zornice očí jsou kruhové útvary

a kruh je nejsnáze rozeznatelný ze všech geometrických tvarů. Proto asi tolik zvířat dráždí upřený pohled a proto tolik dravců má oči nějak maskované - buď štěrbinou víček částečně zakrývajících kruhový tvar duhovky, anebo u ryb třeba barevným pruhem přes oko. Podobné černé pruhy přes oči má i gepard. Jiní dravci (kočka) zase mají zornice nikoliv kruhové, ale ve tvaru štěrbiny.

Oko dravce, které se dívá jinam a není tedy upřeno na kořist, se promítá na sítnici oka kořisti jinak: jeho zornice už nemá kruhový tvar, ale tvar elipsy, a ta už není rozpoznatelná tak snadno jako kruh. Možná by stálo za to pomocí pokusů zjistit, pro kolik druhů zvířat znamená černý kruh (případně dva černé kruhy vedle sebe) nebezpečí, a nakolik dovedou zvířata rozeznat černý kruh od černé elipsy.

Z ostatních možností už jen jednu: druhohorní předchůdci savců se na rozdíl od dinosaurů začali orientovat čichem. Dravec na číhané, ať už je nehybný a neviditelný nebo ne, zapáchá pořád stejně. Tím ovšem vývoj savců přešel na zcela jinou kolej, kde zpracování viděné informace už nehrálo rozhodující roli. Proto u savců už se po zániku dinosaurů až na pár výjimek znova nevyvinuly tvary těl typických pro dinosaury, i když, jak známo, i velmi vývojově vzdálené řády ve stejném životním prostředí vyvinou velmi podobné tvary těl. Že savci nejsou výjimkou, mohou dokazovat dnešní nosorožci a řada jejich dávných příbuzných, kteří se ve třetihorách vyvinuli a posléze zase vyhynuli, a kteří se až překvapivě podobají velikostí i tvarem těla druhohorním dinosaurům ceratopsidům, např. monokloniu. Životní prostředí na konci druhohor a na začátku třetihor byly asi dost podobné. Po konci druhohor už ale chyběla ta spousta tvorů, jejichž hlavním orientačním smyslem byl zrak, a to zrak dosti primitivní. To byla ovšem dost podstatná změna životních podmínek dravců i jejich kořisti, a proto se vývoj savců vydal jiným směrem, i když podnebí začátku třetihor se možná podobalo podnebí konce druhohor.

Zbývá ještě zajímavá otázka: proč my, lidé se orientujeme hlavně zrakem, když pro většinu savců je nejdůležitější čich? Důvodem jsou naši předkové opice, kteří žili na stromech a skákali z větve na větev. Žádná větev se přitom nesměla pod nimi zlomit. To znamená, že opice musí umět na dálku poznat, zda větev, na kterou chce skočit, je dostatečně silná a kvalitní, zda není shnilá, nalomená či nějak jinak narušená. Tohle musí umět zjistit velice rychle, aby nemusela před každým skokem půl hodiny přemýšlet, a musí to poznat naprosto spolehlivě, protože splést se může jen jednou v životě. Je na tom hůř než jiní tvorové, kteří také žijí ve větvích. Pták, když se pod ním větev zlomí, zamává křídly a sedne si na jinou. Veverka křídla nemá, ale zato má huňatý ocas, který ji jako padák uchrání před úrazem při pádu se stromu. Opice nic takového nemá. Proto se u našich předků, asi dost velkých opic, nutně muselo vyvinout nejdokonalejší vidění, jaké v přírodě existuje. Jedině tak mohli naši předkové včas uvidět každou skvrnku, každou sebemenší vadu na větvi, na kterou chtěli skočit. Tohle jejich dokonalé vidění jsme po nich zdědili. Někdy podléháme dojmu, že takhle dokonale musí vidět všechna zvířata v přírodě, a nedovedeme si představit, že zvířata mohou mít vidění světa mnohem primitivnější.

Nabízí se ještě jedna námitka: Ptáci přece vidí mnohem lépe než my! Sokolí oko je pověstné. Dravec kroužící na obloze prý uvidí myš běžící v trávě i z kilometrové výšky. To člověk nedokáže. Takhle se ale dokonalost zraku porovnávat nedá, protože se zde míchají dvě různé věci. Dokonalost ptačího zraku spočívá v rozlišovací schopnosti. Ta je určena nejmenším možným zorným úhlem dvou vzdálených bodů, které ještě oko dokáže od sebe navzájem rozeznat. V tom jsou ptáci asi opravdu lepší než my. Tato schopnost je dána hustotou světločivných buněk - čípků a tyčinek na sítnici oka. V technice se hodnotí počtem pixelů připadajících na určitý prostorový úhel. Něco jiného je ale schopnost

rozpoznat a vyhodnotit to, co oko vidí. To už je záležitost mozku a v tom jsme zase lepší my, lidé. Pták možná zpozoruje myš v trávě, otázkou ovšem je, jestli ji dovede rozlišit od šedivé krabičky od sirek tažené na niti. To zatím nezkusil nikdo. Tahle schopnost už se nedá hodnotit počtem pixelů.

Z uvedeného vyplývá, že mnohé z chování živých tvorů v přírodě se dá vysvětlit vlastnostmi algoritmů známých z technické kybernetiky a lze tedy usoudit, že podobné algoritmy se vyskytují i u živých zvířat. Vývoj prehistorických plazů ve druhohorách naznačuje, že chování mnoha tehdejších zvířat, možná dokonce většiny, bylo stejně primitivní jako chování našeho hypotetického jednoduchého robota. Od těch dob se sice mnohé změnilo, vyvinuly se nové druhy zvířat i nové způsoby chování, ale popsané algoritmy se dochovaly v přírodě dodnes a ovlivňují chování i mnoha dnešních žijících zvířat. Jistě nejsou jediné. Vůbec jsem se zde nezabýval např. algoritmy spojenými s ostatními smysly - sluchem, čichem atd. Navíc řada i dost primitivních tvorů je dnes schopna naučit se alespoň několik jednoduchých podmíněných reflexů, což je vlastně vytváření nových algoritmů. Chování většiny dnes žijících zvířat je tedy samozřejmě mnohem složitější než chování našeho primitivního robota, přesto však mnohé zajímavosti v chování zvířat se dají jednoduše vysvětlit známými metodami technické kybernetiky. Složitější způsoby chování teprve čekají na prozkoumání a vysvětlení. Možná budou čekat tak dlouho, dokud nebudou odpovídající složitější algoritmy vynalezeny a realizovány v technice. Biologové sice nemají techniku příliš v lásce, proto asi je zkoumání živé přírody z hlediska techniky a známých technických zákonů dost opomíjeno, ale právě tento přístup může přinést někdy až překvapující výsledky.
17.10.2005

ing Miloš Pulda

Tenhle můj článek mi vyšel v březnu 1991 v časopise "Věda a technika mládeži", ovšem redakčně divoce seškrtaný a v tak nemožné redakční úpravě, že se k němu raději ani moc nehlásím.

http://milos.blgz.cz/meta-contenttexthtml-charsetwindows-12.html