

Kopírujeme přírodu

Mouchy, žraloci nebo květiny leccos umějí – a vědci je napodobují. Myšlenky **ODKOUKANÉ OD PŘÍRODY** jim pomáhají řešit komplexní technické problémy. Vznikají tak úsporná auta, ploché fotoaparáty a rychlejší počítače.

ANDREAS HENTSCHEL

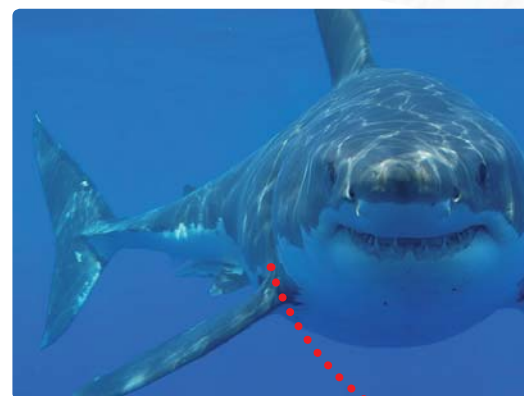
Plavecká kombinéza dnes může přímo rozhodovat o vítězství, či o porážce. Od února do května dosáhli nositelé nového plaveckého oblečku Speedo „Fastskin LZR Racer“ (vyslov „laser“) třiceti osmi světových rekordů – z celkových čtyřiceti, které byly za tu dobu zaznamenány. Momentálně je LZR Racer považován za nejrychlejší koupací úbor na světě. „V něm mám pocit, jako bych plavala z kopce,“ žasla australská mistryně světa Lisbeth Trickettová. Tajemství úspěchu LZR Raceru spočívá v tom, že jeho vývoj trval miliony let. Hlavní práci totiž vykonala evoluce. Vývojáři firmy Speedo se pak pro svůj špičkový pro-

dukt jen inspirovali přírodou – a pomocí počítačů jej dovedli k dokonalosti.

Žádná „biovlna“: Bionika není módní ekologický aktivismus

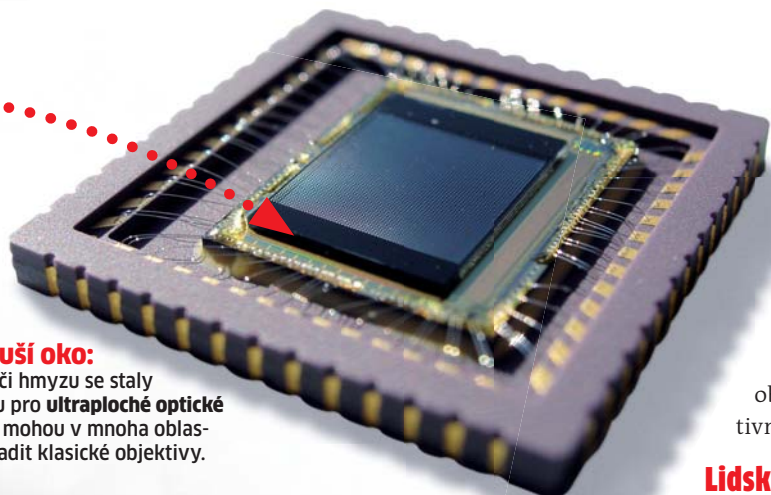
Zhruba od poloviny minulého století studuje člověk přírodu systematicky, aby její konstrukční formy využil v technice. Tento vědět se začalo říkat bionika (složenina ze slov „biologie“ a „technika“). „Nejde o žádnou z alternativních technik vynesených na povrch dnešní biovlny,“ napsal berlínský profesor bioniky Ingo Rechenberg v pojednání o vzniku této vědy, uveřejněném v roce 2000. Je to mnohem spíše disciplína, v níž biolog-

Vzor žraločí kůže: Zvláštním způsobem uspořádané rýhované rybí šupiny inspirovaly vynálezce profesionálních plaveckých obleků.





Vzor muší oko:
Složené oči hmyzu se staly předlohou pro **ultraploché optické čočky**. Ty mohou v mnoha oblastech nahradit klasické objektivy.



tu do žil, které se stále více rozvětvují, až nakonec vyústí do vlásečnic o průměru pouhých několika mikrometrů. „Tento systém optimalizuje transport látek,“ vysvětluje Bruno Michel. „Krevní oběh musí dopravovat kyslík a cukr do svalů, kde se přetvářejí v sílu. Díky své hierarchické struktuře zařídí krevní oběh tento transport nesmírně efektivně.“

Lidský ideál: Chlazení čipu technikou krevního oběhu

Bruno Michel a jeho tým nyní stavbu krevního oběhu přenesli na systém pro chlazení procesorů. Odstupňované uspořádání umožňuje optimalizovat nejen transport látek, ale i výměnu a přenos termické energie – tepla. „V chladicím procesu je zapotřebí maximalizovat povrch, na němž se kapalina stýká s chladičem,“ říká Michel. „Musíme co nejvíce zvýšit rychlost proudění a současně co nejvíce snížit tlak, abychom na zásobení systému kapalinou a odvod tepla museli vynaložit co nejméně energie.“

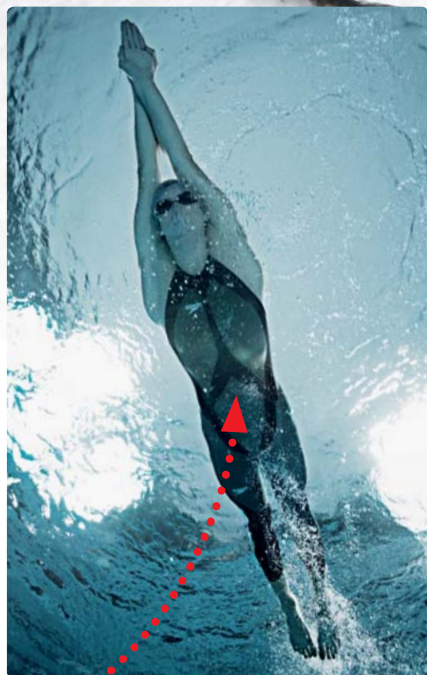
Abyste švýcarští výzkumníci firmy IBM dokázali, zkonstruovali chladicí těleso, které chladicí kapalinu přes stále více se rozvětvující systém kapilár přivádí přímo k povrchu čipu – a druhým systémem ji zase odvádí. Má to být asi o 40 % efektivnější než běžné vodní chlazení – a přinášet i další výhody.

Vyšší teplota chladicí vody by například umožnila další využití odpadního tepla z čipu, třeba pro vyhřívání místnosti. Prototyp už je hotov. „Nyní se systémem pokoušíme způsobit přání našich inženýrů,“ oznamuje Michel. Ti by jej pak mohli dále vyjít až po sériovou výrobu. K nasazení by mohlo dojít nejdříve za několik

ky vzdělání inženýři využívají výdobytky evoluce, jichž bylo dosaženo po milionech let. „To šetří čas věnovaný přemýšlení i experimentům,“ pokračuje Rechenberg.

Optimalizační metody přírody přejímají vědci od hmyzu nebo rostlin – často ale i od člověka. Jako například Dr. Bruno Michel, biochemik a fyzik, který v curyšské výzkumné laboratoři badá pro IBM v oblasti počítačových technik zítřka. Velkým hlavolamem jsou pro něj především důsledky „Moorova zákona“. Spoluzakladatel Intelu Gordon E. Moore v polovině 60. let zformuloval zákon, který v mírně pozměněné formě platí dodnes: Počet tranzistorů na čipu se zhruba každých osmnáct měsíců zdvojnásobuje. A to znamená nejen vyšší výpočetní výkon, ale také větší vývin tepla. Dnešní chladicí technologie, domnívá se Michel, proto brzo narazí na hranice svých možností.

Energetická bilance počítače, jak říká Michel, je přímo zhoubná. Z energetického hlediska je člověk stotisíckrát efektivnější než počítač. Je tedy logické, že si výzkumník IBM při badání, jak odnaučit počítač plýtvat energií, vzal za vzor právě člověka. Nyní vyvinul chladicí techniku fungující obdobně jako krevní oběh, který je koncipován hierarchicky: Krev proudí přes aor-



Úspora času: Mnohé už vynalezla evoluce.

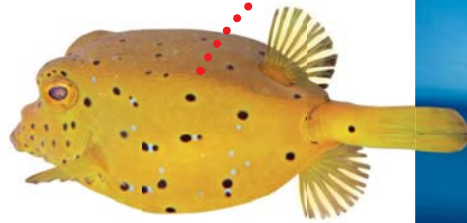
let, ale i potom jen ve vysokovýkonných počítačích: „Rozšíření této nové techniky by se dalo přirovnat k formuli 1,“ říká Michel. „Tam se drahá technika, která žene výkony nahoru, nejprve vyzkouší a teprve pak se rozšíří na celou paletu produktů.“

Paralelní činnosti: Počítače budou brzy myslet jako lidský mozek

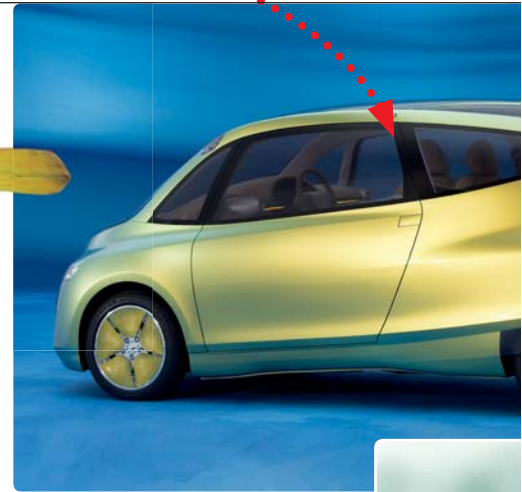
Že pro počítačovou techniku bude mít rozhodující význam bionika, o tom Bruno Michel vůbec nepochybuje: „Domnívám se, že to potrvá ještě nějakých deset let, ale pak se bionika v oblasti IT pevně etabluje.“ Hybnou silou zde jsou dnes tak populární úspory energie. „V průběhu evoluce se hospodaření s energií každého živého tvora optimalizovalo na základě selekce. Živočich, který s polovičním množstvím potravy dokáže podat stejný výkon jako jiný, je jasně ve výhodě. Této zákonitosti se budou muset podřídit i počítače. Energetická hustota v počítačích se bude přibližovat optimu,“ prorokuje Michel.

A vpád bioniky se nebude týkat jen hardwaru – asi bude nutno zásadně přepsat také software. „Náš mozek pracuje paralelně a to se prosadí i ve světě IT. Předpokládá to změny v architektuře – nejprve u hardwaru, software bude následovat.“

Bionika je vysoce technizována teprve několik let. Původně byla spíše disciplínou pro domácí kutily a vynálezce, někdy i tak trochu ve stylu Járy Cimrmana: Rakouský botanik a mikrobiolog Raoul Heinrich Francé vynalezl roku 1920 sypací slánku podle vzoru makovice – a obdržel na ni první německý bionický patent. Švýcarský inženýr Georges de Mestral si zase položil otázku, proč v srsti jeho psa zůstávaly přichyceny plody lopuchu většího (bodláku). Vkládal bodlinate kuličky pod mikroskop – a na základě svých pozorování si v roce 1951 nechal patentovat suchý zip.



Vzor havýš: Designéři automobilky Mercedes-Benz propůjčili svému **konceptnímu autu** poněkud podivnou formu této tropické ryby, která překvapuje dobrou aerodynamikou.



Tajemství přírody však nelze tak snadno rozluštit pokaždé. Německý botanik Wilhelm Barthlott potřeboval v 70. letech ke zjištění, proč se listy lotosu nezašpiní, dokonce rastrovací elektronový mikroskop. Při léta trvajících experimentech přenesl hydrofobní mikro- a nanostruktury rostliny na technické povrchy a připravil tak cestu pro výrobu fasádových barev odpuzujících vodu, které se nešpiní, a pro samočisticí skla, která se používají v kamerách mýtných bran na dálnicích.

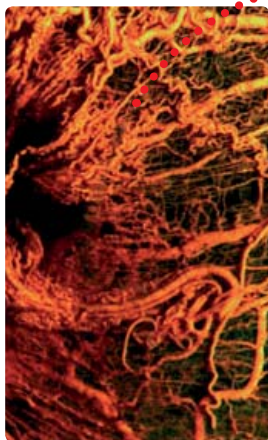
Tu a tam bionika vystačí s čistým kopírováním přirozených forem. Tak například společnost Mercedes-Benz vyvinula před třemi lety bionický konceptní vůz. Jeho předobrazem byla tropická ryba ostracion cubicus, česky havýš žlutohnědý (název je však výstižnější v němčině: Kofferfisch nebo v angličtině: boxfish). Tato ryba vzdor svému podivnému „kufrovitému“ tvaru vykazuje téměř perfektní hodnotu Cx – tedy velmi nízký součinitel odporu vzduchu.

Dnes už bionika nemá s kutilstvím mnoho společného. Stala se z ní uznávaná věda, která v maximální míře profituje ze stále rychlejších počítačů a z trvale se rozšiřujících možností mikrotechniky. Za pomoci těchto prostředků se daří zkoumat a napodobovat i ty nejjemnější struktury rostlinné a živočišné říše.

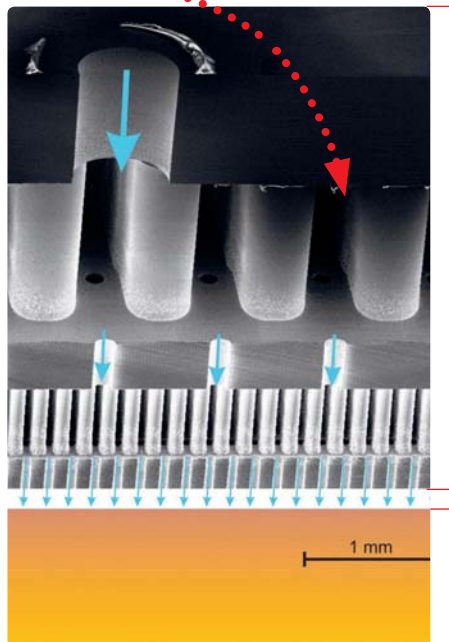
Milióny let vývoje: Špičková technologie inspirovaná žraločí kůží

Na základě takových pozorování vznikly i první nové plavecké obleky pro vrcholové závodníky. Vzorem pro ně byla kůže žraloka, které evoluce nadělila speciálně rýhované šupiny. Díky nim je žraločí kůže tak kluzká, že chrupavkovitá ryba, nežádka vážící i přes tunu, klouže vodou při minimálním odporu. V souladu s předlohou také byly první „žraločí“ plavky posety tisíci syntetickými šupinami. S přesvědčivým účinkem: Plavci, kteří je používali, zaplavali stometrovou trať asi o 1,5 vteřiny rychleji než stejně silní konkurenti poplatní konvenční plavecké módě.

Dnes už však mrzké napodobeniny žraločí kůže na lámání rekordů nestačí – jsou příliš tlusté a těžké. Ve výzkumných laboratořích Speedo mezitím vznikla syntetická látka, která je ještě hladší než žraločí kůže a zároveň velice tenká; koneckonců bionika chce být něčím víc než jen neohrabanou kopií přírody. Tak vznikl Fastskin LZR Racer. Vyvinul jej výzkumný tým univerzity v Nottinghamu za přispění počítačového modelu: Dr. Herve Morvan, mechanik hydrodynamické laboratoře, tam u počítače zkoumá chování kapalin v pohybu.



Vzor krevní oběh: Hierarchicky strukturovaný krevní oběh člověka je perfektní distribuční systém energie. Vědci z IBM teď tuto strukturu využívají pro novou a podstatně efektivnější chladičovou techniku.

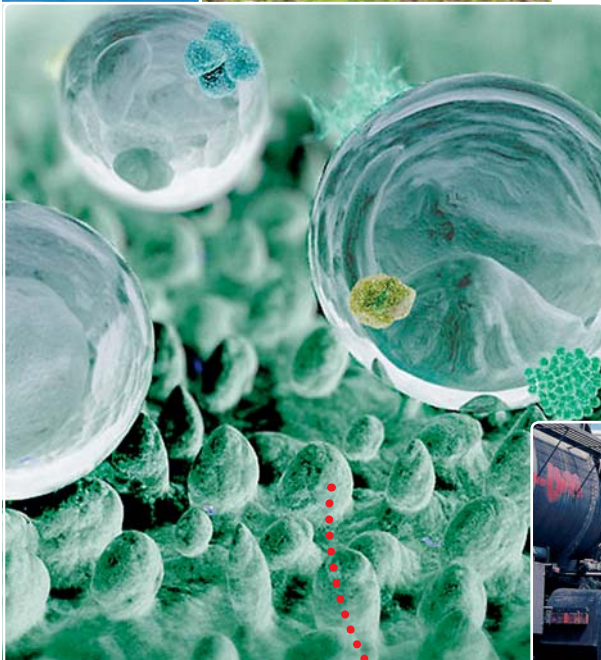


Chladičové těleso se systémem větvících se kapilár, jimiž je rozváděna chladičová kapalina.

Povrch čipu



Vzor bodlák: Bionická klasika. Plody lopuchu posloužily jako model pro dnes už všední suchý zip.



Vzor lotos Listy rostliny díky své mikrostruktúře odpuzují vodu a nečistoty. **Samočisticí skla**, založená na stejném principu, se nyní používají na mytých brnách dálnic.



Počítačový model se u společnosti Speedo stal ideálním nástrojem vývojářů: Ti proměřili těla 400 plavců a zjištěnými údaji pak Morvanův tým „nakrmil“ své počítače. Jimi pak analyzoval chování vody proudící podél plaveckých těl. Tak se podařilo přesně zjistit, na které oblasti těla vyvíjí voda jak velký tlak a kde vznikají brzdicí efekty. Na základě těchto vědomostí pak mohli designéři nasadit na problémové zóny zvláště hladké materiály.

Příklad plaveckého obleku je pro bioniku příznačný. Do všednodenního života totiž dosud proniklo jen málo biologicky inspiro-

vaných technik. Momentálně využívají poznatky této vědy skoro výhradně jen drahé produkty vyspělých technologií a ty ke zralosti vhodné pro sériovou výrobu budou v nejlépeším případě potřebovat ještě několik let.

Tak je tomu i se superplochými fotoaparáty, které na Fraunhoferově institutu pro aplikovanou optiku a jemnou mechaniku v Jeně (IOF) vyvinul Dr. Jacques Duparré. Jejich objektivy, napodobující fasetové (složené) oko hmyzu, mají tloušťku pouze 0,2 mm, a jsou tedy natolik tenké, aby mohly zmizet v kreditní kartě. Na vývoj ekvivalentu mušního oka, vypláva-

ného evolucí po miliony let, potřeboval fyzik Duparré se svými spolupracovníky tři roky.

Přísně se při tom držel přírodního vzoru: Hmyzí oko sestává podle velikosti ze stovek až desetitisíců jednotlivých čoček. Každá z nich přenáší informaci o dopadajícím světle do příslušných receptorů – v mozku mouchy se pak z mnoha jednotlivých obrázků skládá celkový obraz. Také umělé fasetové oko sestává z tyčinkovitých mikročoček, které převádějí světlo k CCD- nebo CMOS-senzorům, jaké se používají ve všech digitálních fotoaparátech.

Ostrážitě muší oko: Neviditelné ploché kamery

Pro digitální fotoaparáty a videokamery se však ploché objektivy nehodí: Jejich rozlišení je omezené, neboť prakticky každý pixel potřebuje svou vlastní čočku. „Pro mobily to tedy nebude,“ říká Andreas Brückner, vědecký pracovník IOF. Vidí však jiné oblasti nasazení – například senzoriku. „Velký zájem projevuje automobilový průmysl,“ prozrazuje. S plochými kamerami se dá realizovat spousta bezpečnostních opatření. Například detektory usínání, které spustí poplach, jestliže řidič začne dřímát. Nebo čidla, která zachycují pozice sedících cestujících. „Jestliže bezpečnostní systém pozná, že je osoba nakloněna dopředu nebo trochu ke straně, může tomu způsobit řízení airbagů,“ uvádí jiný příklad Brückner.

K tomu není zapotřebí žádných megapixelů, tady plní fasetové oči jiné, mnohem důležitější požadavky. Díky svým rozměrům se snadno vejdou do interiéru auta, navíc ploché přístroje jsou levné. Umělé, fasetové oči se vyrábějí podobně jako počítačové čipy na křemíkových plátech (waferech) – ruční práce, obvyklá u běžných čoček, už není nutná. Andreas Brückner však v průlom této technologie věří ještě z jiného důvodu. „Je to sice velmi choulostivý faktor, ale taková kamera je absolutně nenápadná. Nikdo si jí nevšimne.“

Neviditelné kamery, výkonnější počítače, zcela nové softwarové koncepce – opravdu se zdá, že přírodní vzory svět informačních technologií v příštích letech hodně přetvoří. Například Paul S. Otellini, šéf společnosti Intel, byl v novém interview nedávno dotázán, co přijde po digitální revoluci. Stručná odpověď zněla: „Snad bionika.“



„Během asi deseti let se bionika etabluje v IT technice.“

Dr. Bruno Michel, IBM Research Zürich

AUTOR@CHIP.CZ