



Nejrychlejší počítače světa

Ultrarychlé počítačové stroje se dnes používají v pestrém spektru zajímavých projektů – například k simulacím magnetických anomálií na povrchu Měsíce, k meteorologickým předpovědím nebo při řešení záhad duševních poruch. *Michal Černý, michal.cerny@vogelburda.cz*

Jedna ze slavných povídek polského spisovatele Stanisława Lema pojednává o misi kosmické lodi k planetě Saturn. Posádka má za úkol vypustit do prázdného prostoru Saturnova prstence průzkumnou sondu. Dojde však k nehodě, sonda se zaklíní ve výpusti a celá loď začne nekontrolovatelně rotovat. Hlavní pilot Calder musí loď řídit za složitých podmínek, kdy se

loď otáčí pod bočním tahem zaklíněné sondy, a navíc se pohybuje v komplikovaném gravitačním poli. Dochází k matematickým dostihům mezi hlavním pilotem a podmínkami, které se mění s rostoucí rychlostí. Druhý pilot, který tento zápas s obdivem sleduje, potom u výsledku říká: „Řešení, která Calder získával ve zlomcích sekund, musela být pouhými aproximacemi. Nebyla →

Ceny za supercomputing padají

Rok	1991	1998	2005
Systém	Cray Y-MPC C916	Sun HPC10000	PC
Výkon (gigaflopy)	10	10	10
Cena	40 000 000 USD	1 000 000 USD	4 000 USD
Postavení v žebříčku Top 500	1.	500.	–
Zákazníci	vládní laboratoře	velké podniky	každý technik či vědec

Zatímco výkony špičkových systémů byly v průběhu let na přibližně stejné úrovni (10 Gflopů), ceny spadly ze 40 milionů dolarů za superpočítač Cray v roce 1991 na čtyři tisíce dolarů za výkonný PC v roce 2005. Trendem v odvětví je dostat supercomputing ze šera laboratoří ke každému vědci či technikovi. Jak říká Microsoft: „Supercomputing goes mainstream...“

Zdroj: Microsoft



GRAFICKÝ VÝKON: Vědec firmy IBM Ronald Ridgeway ukazuje počítačový systém založený na vysoce výkonném procesoru Cell Broadband Engine

→ ideálně přesná, nemohla být, ani kdyby se změnil v nejrychlejší počítač světa.“

Lemova povídka byla napsaná někdy v šedesátých letech minulého století. Od té doby se jistě mnohé změnilo. Podle žebříčku pěti set nejvýkonnějších superpočítačů z listopadu 2006 je nejrychlejším superpočítačem IBM Blue Gene, který je schopen provést 280,6 bilionu operací s plovoucí desetinnou čárkou za sekundu. Kdyby se pilot Calder v Lemově povídce skutečně přeměnil na současný nejrychlejší superpočítač světa, možná by z celé šlamastyky se zaklíněnou sondou vyvázl celkem bez problémů.

Přesná definice neexistuje

Superpočítače se dnes samozřejmě nepoužívají převážně k řízení kosmických lodí, ale hlavně k simulacím a analýze dat z vědeckých výzkumů. Navštívili jsme některá pracoviště v České republice (ať už jsou to firmy jako SGI, IBM či Intel, které tyto superpočítače uvádějí na trh, nebo například vysoké školy) a dali jsme si za cíl po problematice supercomputingu – či „high performance computing“ – trochu zapátrat.

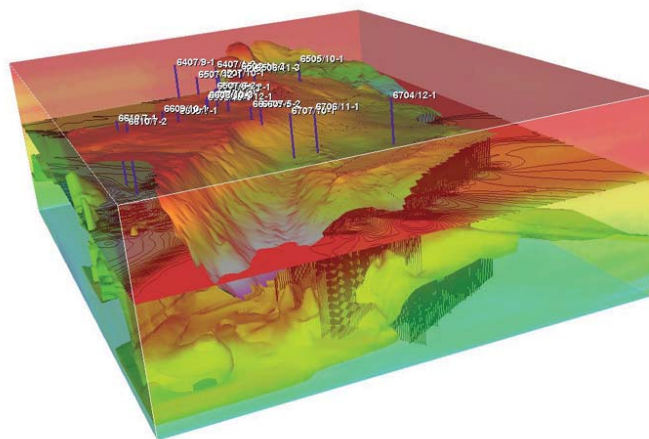
Co si představit pod pojmem superpočítač? Leckdo by si mohl vybavit velké šedivé boxy, monotónně hučící v klimatizovaných místnostech, někdo by si mohl vybavit pojmy jako teraflop či klast. „Podle mého názoru definice toho, co je to superpočítač, která by se dala najít v encyklopedii, neexistuje,“ říká Petr Havlík, vedoucí hardwarové divize firmy IBM. „Obecně se za superpočítač dá považovat vše, co je z pohledu běžného uživatele vysoce výkonné a co je používáno pro specifický typ výpočtů.“

Havárie ve virtuálním prostoru

A jaké jsou konkrétní úlohy, k nimž se ultrarychlé počítačové stroje využívají? Docela zajímavým oborem jsou známé simulace nárazů aut, tedy známé crash testy. Například mladoboleslavská firma Škoda Auto byla v roce 2004 vybavena systémem SGI Altix 3000, složeným z 96 procesorů. Využívá se zejména pro simulaci a analýzu crash testů a také pro simulace obtékání vzduchu kolem karoserie – takzvané fluidní dynamiky – pomocí aplikace Fluent. Výpočetní kapacita tohoto systému SGI Altix se blíží 500 miliardám operacím za sekundu.

Jeden procesor = jeden neuron

Jedním z konkrétních projektů, při nichž mají být superpočítače využity, je simulace funkcí dosud nejsložitější struktury v nám známém vesmíru – lidského mozku. Vědci ze švýcarského Brain Mind Institute při École Polytechnique



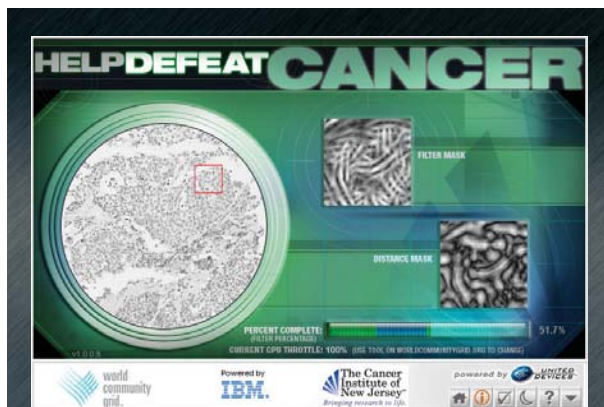
TĚŽEBNÍ ANALÝZA: Výpočty, které lze využít při maximalizaci výtěžnosti ropy nebo zemního plynu, se provádějí pomocí aplikace Geocap

Fédérale de Lausanne (EPFL) přišli s projektem Blue Brain, který by měl výzkum posunout na další úroveň pomocí superpočítače Blue Gene.

O tom, jak lidský mozek funguje, zatím víme poměrně málo. Pomocí digitálního modelu budou vědci provádět počítačové simulace mozku na molekulární úrovni, což by mělo osvětlit vnitřní procesy jako myšlení, vnímání nebo paměť. Autoři výzkumu také doufají, že se jim podaří lépe pochopit, proč dochází k dysfunkcím některých mikrookruhů v mozku (což je považováno za příčinu psychiatrických poruch, jako je autismus, schizofrenie nebo deprese).

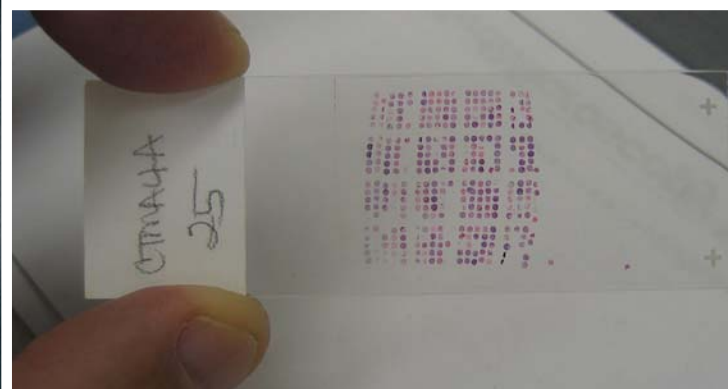
Systém, který bude nainstalován v EPFL, bude zabírat místo jako čtyři ledničky a bude vykazovat rychlost zpracování minimálně 22,8 bilionu operací s plovoucí desetinnou čárkou za sekundu (22,8 teraflopu).

V první fázi projektu bude vytvořena softwarová replikace sloupce neokortexu (mozkové kůry). Elektrická aktivita jednotlivých neuronů bude dešifrována a musí se odhalit principy „jazyka“, který je ke komunikaci buněk a jejich skupin použit. Výsledky poté budou testovány na Blue Gene. Každý jednotlivý procesor počítače bude v tomto modelu reprezentovat jeden virtuální neu- →



Pomocí gridu proti rakovině

S problematikou superpočítačů souvisí i další oblast, která u veřejnosti v poslední době získává na popularitě: distribuované výpočty pomocí rozprostřených sítí – gridů. Jedná se o několik desítek či stovek tisíc malých osobních počítačů propojených přes internet, které svým malým dílkem přispívají k náročným výpočtům mimořádně složitých problémů. Pokud se chceme zapojit do projektu World Community Grid (který probíhá pod patronací firmy IBM), stačí se zaregistrovat a stáhnout si bezplatný software. Výpočty pak probíhají pouze v době, kdy je počítač zcela nevyužíván, aplikace funguje jako šetřič obrazovky. Jedná se tedy o určitou formu novodobého dárcovství. V současnosti věnuje více než 200 000 jednotlivců pomocí sítě World Community Grid výkon zhruba 360 000 počítačů pro rozvoj výzkumu rakoviny.



→ ron. Celkem osm tisíc procesorů tedy bude navzájem komunikovat a pracovat paralelně, přesně jako ve skutečném mozku. Ani tak vyspělá technika však zdaleka nedosahuje komplexnosti mozku – je známo, že tento neuvěřitelně složitý orgán obsahuje nervových buněk na miliardy.

Když dojdou peníze...

V zahraničí bychom jistě našli mnoho dalších zajímavých projektů, které se na těchto strojích řeší. Jak to však s „high performance computingem“ vypadá v České republice? Jistě není žádným tajemstvím, že naše země zrovna nepatří mezi centra světové vědy a techniky a že podmínky pro rozvoj jsou zde poměrně skromné. Superpočítače SGI Altix se používají například v Centru intenzivních výpočtů na ČVUT či na Univerzitě Karlově. Dá se však říci, že výkon těchto systémů nedosahuje ani průměrných hodnot, které jsou obvyklé v západní Evropě.

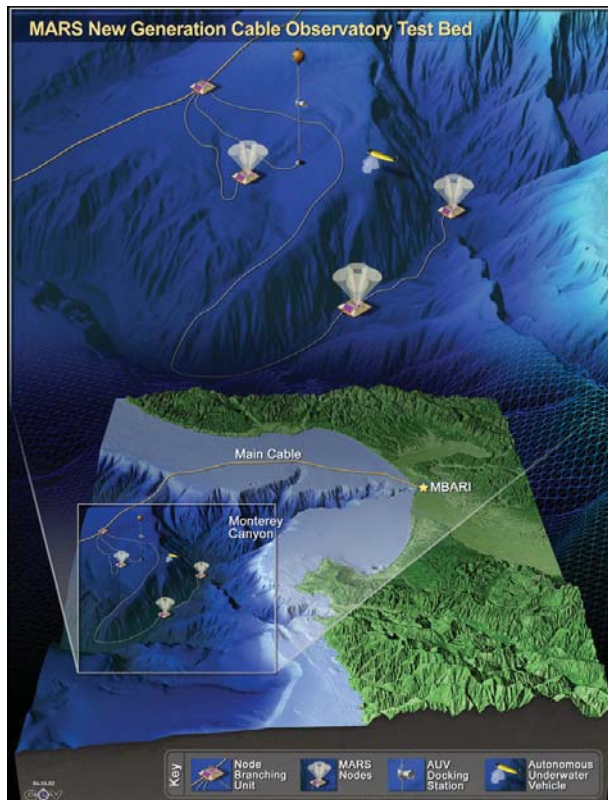
I na tomto poli najdeme některé nespelněné sny a zkrachovalé projekty – jedním z nich je také projekt Národního superpočítačového centra. „Mělo na něj být vynaloženo více než 250 milionů korun, za což by se dal koupit superpočítač skutečně excelentní,“ uvádí Petr Pospíšil z ČVUT. „Dalo by se říci, že Česká republika by se tak v oblasti supercomputingu dostala na úroveň slušné vysoké školy v západní Evropě.“ Bohužel, pečlivě připravený projekt nakonec zkrachoval na finančních problémech.

Amálka vypočítá místa základen

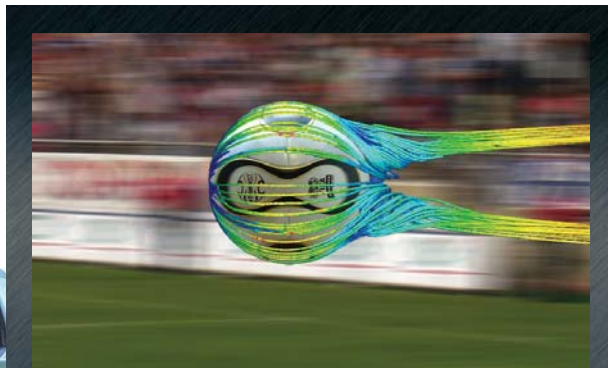
Nejvýkonnějším superpočítačem u nás tak zůstává systém s poetickým jménem Amálka, který je využíván v Ústavu fyziky atmosféry (UFA). Během posledních dvou let stroj pomohl s vysvětlením řady procesů, k nimž dochází v magnetosféře Země, a s vytvořením modelu magnetického pole Mer-

kuru, který slouží pro plánování družicových misí BepiColombo a Messenger k této planetě. Nedávno provedená inovace v konfiguraci pak umožní zapojení Amálky do projektů, jako jsou již zmíněné studium magnetických anomálií na Měsíci nebo příprava klíčových misí k výzkumu Slunce (Solar Orbiter a Solar Probe, plánované na příští desetiletí).

Po nedávno provedeném upgradu na čtvrtou generaci nyní systém obsahuje 84 dvoujádrových procesorů Intel Xeon 5140 (42 počítačů) a 192 původních jednojádrových procesorů Intel Xeon s frekvencí 2,8 GHz (96 počítačů). Amálka tak obsahuje 360 výpočetních jader, jejichž teoretický výkon dosahuje 2,58 Tflopu (bilionu operací v plovoucí desetinné čárce za sekundu).



DATA Z HLUBIN: Informační technologie se mají významně podílet také na projektu Neptune, který zkoumá dno oceánu.



Proudy kolem míče Teamgeist

Tým výzkumníků vedený dr. Mattem Carré na univerzitě v Sheffieldu použil software Computational Fluid Dynamics (CFD) pro simulaci vzdušných proudů kolem pohybujících se objektů. Tým studoval a srovnával fyzikální chování čtyř míčů, použitých v různých ročnících mistrovství světa, včetně míče Teamgeist z roku 2006 na MS v Německu.

Od teraflopů k petaflopům

Vývoj superpočítačů se nikdy nezastaví na mrtvém bodě – vždy když si nějaká instituce koupí nový superpočítač, netrvá to dlouho a objeví se další náročná aplikace či výpočet, na který už nový stroj nestačí. Vývoj se tak stále rychle posouvá dopředu. Například v projektu hybridního superpočítače Roadrunner, s jehož instalací v americkém Národním úřadu pro jadernou bezpečnost v Los Alamos společnost IBM začíná (dokončení v roce 2008), bude 16 000 procesorů AMD Opteron spolupracovat s více než 16 000 procesory Cell B. E. To vše bude umístěno na ploše o velikosti zhruba tří basketbalových hřišť. Cílem projektu je postavit počítač, který bude schopen výkonu až 1600 bilionů výpočtů za sekundu – tedy 1,6 petaflopů. Výkony superpočítačů tak přecházejí od dosud postačujících teraflopů k hodnotám vyššího řádu – s předponou „peta“.

Michal Černý

ODKAZY

www.sprinx.cz, www.top500.org,
www.supercomputingonline.com

