

Dvě jádra AMD

Technologie a testy Dual Core řešení

LUKÁŠ ERBEN, PETR MATUŠKA

MMX, SSE, NetBurst, Hyperthreading, Dualcore – technologie, které výrobce procesorů dokáže proměnit v marketingový nástroj. Posledním trendovým slůvkem je právě Dualcore: označení dvoujádrových procesorů, které spojuje technologii a marketing.

Podíváme-li se na celou problematiku s větším odstupem, je jasné, že současné dvoujádrové procesory jsou stejnou měrou technologickou evolucí i cestou z nouze. Či z krize, které výrobci procesorů (především Intel) čelí, neboť se jejich současné architektury přiblížily takzvanému frekvenčnímu stropu, tedy maximální pracovní frekvenci, které lze dosáhnout se současnými technologiemi. Došlo k tomu dříve, než se původně předpokládalo. Budoucí architektury sice umožní dosahovat opět vyšších frekvencí, jejich zvyšování bude ale stále technicky náročnější a výrobci procesorů proto hledají jiné cesty, jak výkon zvýšit. Sloučení dvou (a v budoucnu jistě i více) procesorových jader (tedy de facto dvou procesorů – jádro je vlastní kře-

míková destička, obsahující veškeré logické obvody procesoru, zatímco jako procesor se obvykle označuje kompletní „balení“ v keramickém či plastovém pouzdře) je bezpochyby legitimní cestou. Nové postupy s sebou ale často přinášejí nemalé komplikace.

Dvou či vícejádrové procesory jsou na první pohled jednoduchou cestou k dosažení vyššího výkonu. Až doposud design nového – výkonnějšího – CPU spočíval ve vylepšení či přidání výpočetních (exekučních) jednotek, vylepšení jednotky pro odhad větvení, zvětšení vyrovnávací paměti a současného zvýšení pracovní frekvence. Poté byly v průběhu několika (zhruba pěti) následujících let vylepšovány výrobní procesy, zmenšována struktura a prováděny drobné mo-

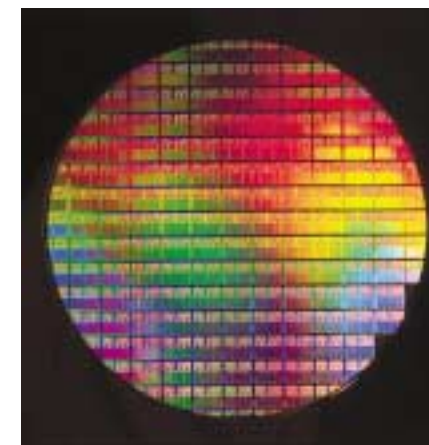
difikace, což umožnilo zvyšování pracovní frekvence a tím i výkonu. Dvoujádrový procesor umožňuje poměrně výrazné zvýšení výpočetního výkonu prostým spojením dvou procesorů do jednoho „balení“ – to sice vyžaduje jisté zásahy do designu jádra procesoru, jedná se ale o relativně „drobné“ úpravy s relativně nízkými náklady na vývoj a výzkum.

Uvedení dvoujádrových procesorů ale není, jak jsme již naznačili, jen trikem Intelu či AMD, který by měl jednoduše vyřešit otázku zvyšování výkonu. Pentium D a Athlon 64 X2 jsou ve skutečnosti prvním krokem směrem k budoucím generacím procesorů, které nebudou obsahovat dvě či tři, ale časem patrně i desítky jader. Na rozdíl od současných vícejádrových procesorů, které jsou složeny ze dvou identických CPU, se ale bude jednat o kombinaci různých specializovaných jader (dalo by se říci specializovaných procesorů a koprocesorů), které budou vzájemně spolupracovat – či přesněji jimž budou aplikace a operační systém zadávat specifické úlohy. Prvním čipem tohoto typu je Cell, který společností IBM, Sony a Toshiba vyvinuly pro PlayStation3 (a budoucí spotřební elektroniku). Ten obsahuje vedle jádra PowerPC také specializovaná vektorová jádra.

Tato změna půjde ruku v ruce s vývojem aplikací a operačních systémů. Hardwarová a softwarová architektura PC byla totiž původně navržena pro sériové (postupné) zpracování úloh. V průběhu devadesátých let se sice objevily víceprocesorové systémy s PC architekturou, schopné zpracovat úlohy paralelně, prakticky výhradně se ale jednalo o řešení určená pro servery či pracovní stanice. S příchodem Windows 2000 se možnost využít tzv. „multithreading“ otevřela i běžným uživatelům, ale do nástupu hyperthreadingu, který lze označit za virtuální formu multithreadingu, zůstalo obvykle pouze u potenciálu operačního systému, neboť aplikace se až na výjimky možnosti rozdělit zpracováváné úlohy na více „vláken“ nepřizpůsobily.

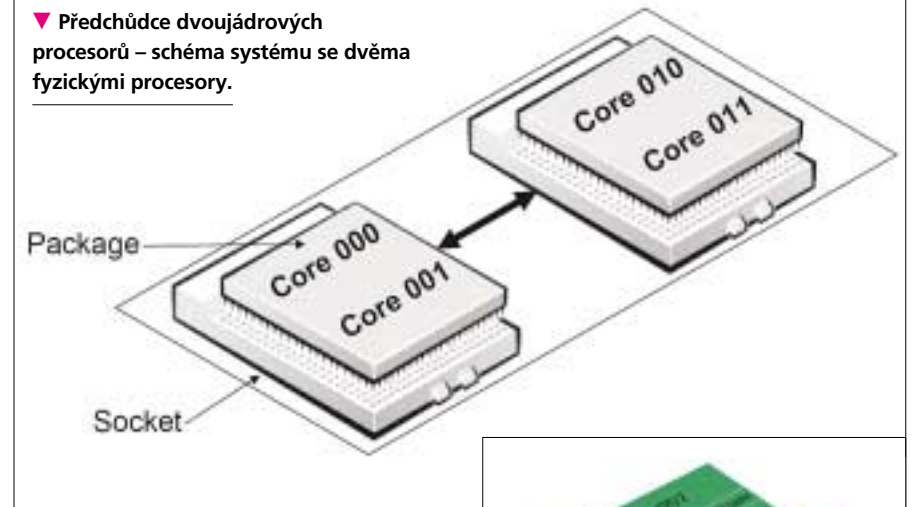
S příchodem dvoujádrových procesorů tak jsou stolní (a v příštím roce přibudou i mobilní) počítače schopny skutečného multithreadingu – tedy paralelního zpracování dvou úloh (či více – záleží na počtu vláken, threadů, které může procesor současně provádět) současně bez viditelného zpomalení, spíše než zásadního urychlení PC.

V mnoha případech byste totiž přechod z jednoho na dvoujádrový procesor patrně nezaznamenali. Jednoduše proto, že většina současných programů a aplikací nedokáže multithreading využít – mezi výjimky patří zejména profesionální programy pro práci s grafikou (Photoshop) a vizualizaci (3D Studio, Maya, Lightwave). Procesory se dvěma jádry nabídnou vyšší (respektive nesnížený) výkon především v případě, že pracujete s několika aplikacemi současně.



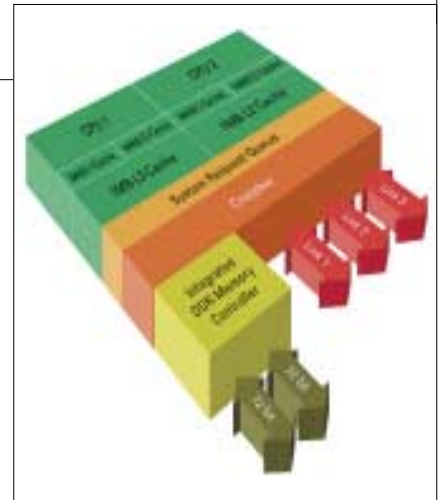
Dvoujádrové procesory tedy nejsou (nebo přinejmenším zpočátku nebudou) ideální investicí pro každého. Je velmi pravděpodobné, že stále větší počet programů bude časem multithreading podporovat a není pochyb o tom, že budoucí operační systémy – jmenovitě Windows Longhorn, plánované na konec příštího roku – budou pro využití dvou či vícejádrových procesorů navrženy a pro jejich optimální běh budou patrně doporučeny dvoujádrové procesory. Můžeme pochopitelně diskutovat o tom, zda v tomto případě Intel a AMD nahrávají do rukou Microsoftu či naopak, jen stěží na tom ale

▼ **Předchůdce dvoujádrových procesorů – schéma systému se dvěma fyzickými procesory.**



něco změníme (ostatně tato vzájemná „výpomoc“ při prodeji nových procesorů a operačních systémů má dlouholetou tradici).

Nepatříte-li do některé specifické skupiny uživatelů, která intenzivně pracuje s aplikacemi využívajícími multithreading, případně nepracujete-li často s velkým počtem aplikací současně, není důvod s koupí dvoujádrového procesoru před uvedením Windows Longhorn spěchat. To platí zejména pro PC hráče, jimž nemají dvoujádrové procesory opravdu co nabídnout, což ostatně přiznává kupříkladu i AMD (podle tohoto výrobce budou dvoujádrové procesory pro hráče atraktivní až koncem roku 2006).



▲ Schéma dvoujádrového procesoru AMD.

Když dva dělají totéž.

Pojďme se nyní podívat blíže na rozdíly v architektuře dvoujádrových procesorů AMD a Intel. Intel zvolil nejjednodušší způsob spolupráce dvou jader: vložil do pouzdra dva procesory, které vzájemně komunikují pomocí sběrnice FSB. Takové řešení klade minimální nároky na výzkum a vývoj, nutnost vést komunikaci přes základní desku ale způsobila, že pro nová Pentia D jsou třeba i nové základní desky. Ani samotná volba FSB není ideální – jedná se o typický příklad úzkého hrdla, které částečně omezuje efektivitu spolupráce obou jader. Konečně existence na jedné FSB znamená, že obě jádra musí pracovat na stejných frekvencích, což omezuje možnosti úsporu energie.

Postup, který zvolilo AMD pro Athlon 64 X2, je odlišný a vychází zejména z výhod architektury běžného Athlonu 64. Jádra jsou propojena přímo uvnitř procesoru pomocí tzv. rozhraní systémových požadavků (systém request interface) a křížového přepínače, který komunikuje s paměťovým řadičem a rozhraním hypertransport – obě tato rozhraní jsou integrována přímo v procesoru. Veškerá komunikace mezi oběma jádry tak probíhá uvnitř procesoru – dvoujádrové procesory AMD díky tomu nepotřebují nové základní desky, postačí update BIOSu na prakticky libovolné desce s patičkou S939. Je velmi pravděpodobné, že AMD s možností vícejádrových procesorů počítalo už při původním návrhu jádra K8.

Vítejte v realitě

Athlon 64 X2 ani Pentium D ale rozhodně nemohou nabídnout dvojnásobek výkonu procesorů s jedním jádrem na stejné frekvenci. To je dáno jednak nedostatečně optimalizovanými aplikacemi, ale i skutečností, že obě jádra musí ve všech případech sdílet dostupné zdroje jako je systémová sběrnice či RAM a periferie. Rozdílům ve výkonu obou řešení se podrobně věnoval kolega Petr Matuška v „praktické“ části tohoto článku, v souvislosti s nimi ale stojí za zmínku velmi odlišná cenová politika AMD a Intelu.

Zatímco dvoujádrová Pentia D jsou dostupná v nižších frekvencích a adekvátně nízkých cenách (od cca 5 do 12 tisíc Kč), Athlon 64 X2 je nabízen jako luxusní zboží od cca 12 do 24 tisíc – nelze se zbavit dojmu, že AMD tak reguluje případnou vysokou poptávku po vlastních dvoujádrových procesorech, neboť současné výrobní kapacity by patrně nestačily uspokojit poptávku v případě výrazně nižších cen.

Nejpodstatnější ale je, zda dvoujádrový procesor vůbec dokážete využít. Pakliže pracujete s mnoha programy současně či s profesionálními programy pro vizualizaci, odpověď nejspíše zní ANO. Naopak používáte-li spíše kancelářské aplikace či hry, je v současné době investice do dvoujádrového procesoru prakticky zbytečná.

DualCore AMD v praxi

Po teoretické, či spíše technologické části vás můžeme seznámit s praktickými testy nových procesorů AMD. K dispozici jsme měli dvoujádrový procesor AMD Athlon 64 X2 4800+, usazený do patice Socket 939. Procesor pracoval na frekvenci 2 400 MHz a obsahoval ke každému jádru přidělenou cache druhé úrovně o velikosti 1 MB. Svými parametry přesně odpovídá jednojádrovému procesoru AMD Athlon 64 4000+, který jsme měli v době testu také k dispozici. Dostali jsme tak možnost porovnat výkonnostní rozdíl, který přináší druhé jádro procesoru za stejných podmínek. Ty v testu zajišťovala základní deska Asus A8N-SLI s upraveným BIOSem, podporujícím dvoujádrové procesory AMD. Motherboard využívá služeb čipové sady NVIDIA nForce4 SLI a doprovázen byl dvojicí operačních pamětí Corsair s časováním 2-5-2-3-2, zapojených ve 128bitovém režimu přístupu do paměti, nazývaného také Dual-DDR. Každý modul měl kapacitu 512 MB a pracoval na frekvenci 400 MHz. V grafickém slotu PCI Express x16 byla osazena karta NVIDIA GeForce 6800 Ultra s 256 MB paměti GDDR3. K ukládání dat sloužil pevný disk Western Digital Raptor, připojený k Serial ATA II řadiči, disponující kapacitou 74 GB, s 10 000 otáčkami za minutu.

Operační systém

Na testovacím počítači byl kromě 32bitové anglické verze Microsoft Windows XP Professional s nainstalovaným Service Pack 2 také 64bitový operační systém Microsoft Windows XP 64-Bit Professional Edition. Testy jsme provedli na obou systémech za účelem porovnání kompatibility a výkonového přírůstku/úbytku v současné době, kdy ještě nejsou programy z velké části optimalizované pro provoz pod 64bitovým systémem.

SiSoft Sandra

Program společnosti SiSoft s názvem Sandra 2005 měl v našich testech za úkol zjistit propustnost systému z hlediska operačních pamětí a celkového systému, do kterého se započítává průchodnost pa-



měti, cache procesoru a rychlost systémové sběrnice. Použitá verze programu SiSoft Sandra Lite 2005.SR1 (10.50) podporovala jak 32bitové MS Windows XP, tak i 64bitovou verzi tohoto operačního systému. První údaj v tabulce udává paměťovou propustnost systému, druhý propustnost celého systému včetně cache procesoru. V porovnání s předchozími testy jsou obě hodnoty vyšší, což bylo způsobeno zejména optimalizací BIOSu. Rozdíl v propustnosti přinesla podpora 64 bitů, kde v testu Sandra Chipset dosáhl systém o necelých 500 bodů více než v 32bitovém systému. V porovnání obou procesorů byly výsledné rozdíly zanedbatelné, pod hranicí statistické chyby.

Aida32

Programem Aida32 jsme testovali průchodnost pamětí. I když se tento software již nevyrvíjí a poslední verze 3.93 je již několik měsíců stará, přesto velmi dobře vypovídá o propustnosti paměti. Výsledky se nijak zásadně nelišily od hodnot naměřených s jednojádrovým a dvoujádrovým proceso-

rem a v obecné rovině nevybočovaly nad hodnoty dosahované velmi dobře vyladěným systémem.

3DMark 03 a 05

Sérii syntetických testů jsme zahájily herními benchmarky od společnosti FutureMark: 3DMark03 ve verzi 3.6.0 a 3DMark05 ve verzi 1.2.0. Dosažené výsledky u 3DMark03 dávají jasně najevo, že v herních aplikacích, které nejsou optimalizovány pro více jader, dualcore procesor těžší pouze ze své výpočetní síly – frekvence a paměti cache, stejně jako jeho jednojádrový kolega. Rozdílů jsou v tomto případě minimální. Co se týká použití testů v 64bitovém operačním systému, zde se potvrdilo, že výkon je závislý na optimalizaci programu a použitých ovladačů zařízení. Výsledky byly o necelých 900 bodů nižší než u testů na 32bitovém operačním systému. U novějšího benchmarku 3DMark05 se jednalo dokonce o ztrátu výkonu, nepřekračující ovšem statistickou chybu měření. Znatelný byl opět pokles výkonu při použití 64bitového operačního systému.

DVDShrink

Ryze praktický test čekal procesory v testu pomocí programu DVDShrink 3.2.0.15, který měl za úkol převést obsah DVD Video na předem definovaný formát. Výsledkem je čas, za který se to systému povedlo. V tomto testu se poprvé projevila síla dvoujádrového procesoru AMD Athlon 64 X2, který zvládl komprimaci téměř dvakrát rychleji než procesor AMD Athlon 64 4000+ s jedním jádrem. Hodnota 9 minut a 7 sekund je dokonce o tři desítky sekund nižší, než zvládl v minulém čísle testovaný procesor Intel Pentium Extreme Edition 840. Stejný test provedený v 64bitové verzi operačního systému byl o několik sekund pomalejší.

Doom3

Nezapomněli jsme ani na herní benchmarky. Prvním z nich byl reálný test v aktuální hře Doom3 verze 1.1, která využívá k renderování OpenGL. Zvolili jsme standardní nastavení, používané pro testy – rozlišení 1 024 x 768 obrazových bodů, nejnižší detaily a vypnuté celoobrazovkové vyhlazování. Testovali jsme pomocí přednastavené sekvence DEMO1. Při tomto nastavení dosáhl dvoujádrový procesor hranice 120 snímků za sekundu, stejného výsledku ale dosáhl i shodně taktovaný procesor AMD Athlon 64 4000+. Výsledek v MS Windows XP 64-Bit Professional Edition byl shodně o čtyři snímky za sekundu nižší než u 32bitové verze, což je dáno především neoptimalizovanými ovladači.

Half-Life 2

Druhou hru, pomocí níž jsme měli možnost otestovat výkon nového procesoru, byl Half-Life2 od společnosti Sierra. Hra využívá moderního rozhraní DirectX 9.0b. Testy probíhaly na sadě předurčených sekvencí v rozlišení 1 024 x 768 a se standardním nastavením, bez zapnutého celoobrazovkového vyhlazování. Výsledkem je hodnota, signalizující průměrný počet snímků za sekundu. Rozdílů byly opět jako v předchozím testu znát pouze u použitého operačního systému, mezi procesory jsme žádné nezaznamenali.

SysMark 2004

Test postavený na reálných aplikacích BaPCo SysMark 2004 s instalovaným Patchem 2 velmi dobře projevily výkonnostní potenciál nového procesoru AMD Athlon 64 X2 4800+. Celkové dosažené skóre 277 bodů je hodnota, která překonala všechny předchozí systémy. Zde byl asi přínos více jader v jednom procesoru vidět nejvíce, i navzdory tomu, že tento test není konkrétně optimalizován pro dvoujádrové procesory, pouze pro HyperThreading u procesorů Intel Pentium 4. Výsledek stejně taktovaného jednojádrového procesoru byl 217 bodů, což je opravdu znatelný rozdíl. V tabulce jsou uvedeny i hodnoty dílčích částí Internet Content Creation a Office Produktivity. Pro porovnání s testem dvoujádrového procesoru Intel v minulém čísle uvádíme ve speciální tabulce i hodnoty SysMarku 2004 v rozlišení 1 280 x 1 024 obrazových bodů.

Lame 3.96.1

Jako poslední je uveden test, při kterém jsme porovnali přínos druhého jádra v procesoru, a to díky dvěma programům DVDShrink a Lame. První měl za úkol převést předem stanoveným způsobem DVD Video, druhý program pak převáděl soubor WAV o velikosti 810 MB a s délkou nahrávky 78 minut a 26 sekund do formátu MP3, definovaného tímto příkazem `- lame -h -b 192 -m s -V 5 - priority 4 test.wav test.mp3`. Měřili jsme opět výsledky s oběma procesory a v obou operačních systémech. A jak to dopadlo? Dvoujádrový procesor AMD zvládl komprimaci videa téměř o polovinu rychleji než jednojádrový procesor, převod do formátu MP3 naproti tomu probíhal téměř stejně rychle díky chybějící podpoře více jader. Zajímavých výsledků jsme ovšem dosáhli při spuštění obou těchto programů najednou, což odpovídá například komprimaci DVD Video. Zde má jednoznačnou výhodu procesor se dvěma jádry. Navýšení rychlosti je téměř 100procentní.

Závěrečné shrnutí

Jak je uvedeno v technologické části článku, dvoujádrové procesory AMD Athlon 64 X2 jsou vnitřně navrženy lépe než jejich protivníci Intel Pentium Extreme Edition 840 a Intel Pentium D 840. Nespornou výhodou je také fakt, že nejvyšší dvoujádrový model má stejné parametry (frekvence 2 400 MHz a velikost paměti L2 ca-

che 1 MB) jako v současné době druhý nejrychlejší procesor společnosti AMD – Athlon 64 4000+. Rychlejší je pouze exkluzivní verze FX-55 s frekvencí 2 600 MHz a 1 MB vyrovnávací paměti druhé úrovně.

V testech nový procesor předvedl, že v aplikacích, které nejsou optimalizovány pro práci více jader, pracuje minimálně stejně rychle jako model 4000+. V porovnání s maximální frekvencí procesoru Intel, která je nyní 3 800 MHz, pracují dvoujádrové procesory Intel na frekvenci 3 200 MHz a tudíž podávají v porovnání s tímto procesorem u neoptimalizovaných aplikací nižší výkon. Mezi tyto aplikace patří především počítačové hry, které nedokáží využít druhé jádro procesoru, což ostatně potvrdily i naše testy.

Co se týče výkonu samotného procesoru, je opravdu špičkový. Ovšem s poměrem výkonu a ceny je to již o trochu horší – 1 001 dolarů za nejvýkonnější procesor AMD Athlon 64 X2 4800+ je opravdu pouze pro několik vybraných jedinců. Na druhou stranu je potřeba zmínit fakt, že k pořízení nového procesoru AMD nebude potřeba kupovat novou základní desku, paměti ani napájecí zdroj, což u Intelu nutné je.

S postupem času se využití dvou a vícejaderných procesorů bude rozšiřovat, v současné době ale využije jejich plný potenciál pouze několik málo programů. To se ale velmi rychle může změnit.

5 0353/VAC □



Hodnoty SysMark 2004 v rozlišení 1 280 x 1 024

	AMD Athlon 64 X2 4800+ Windows XP 32 bit.	AMD Athlon 64 4000+ Windows XP 32 bit.
SysMark 2004 – celkem (body)	233	183
SysMark 2004 ICC/OP* (body)	313/173	214/156

* ICC – Internet Content Creation, OP – Office Productivity.

Testy plné zátěže procesoru pomocí dvou programů pro kódování videa a audia

	DVDShrink [čas]	Lame [čas]	DVDShrink + Lame [čas]
AMD Athlon 64 X2 4800+ Windows XP 32 bit.	9 min 7 s	7 min 50 s	12 min 59 s/7 min 50 s
AMD Athlon 64 X2 4800+ Windows XP 64 bit.	9 min 9 s	7 min 50 s	13 min 12 s/7 min 53 s
AMD Athlon 64 4000+ Windows XP 32 bit.	17 min 39 s	7 min 53 s	25 min 33 s/7 min 56 s
AMD Athlon 64 4000+ Windows XP 64 bit.	18 min 1 s	7 min 52 s	25 min 54 s/7 min 55 s

* ICC – Internet Content Creation, OP – Office Produktivity.