



ścią, wprowadzając system operacyjny Windows XP. Przejście na 32 bity zajęło aż 16 lat! Można się więc spodziewać, że przesiadka na 64 bity, choć celowa, nie jest już jednak aż taka pilna jak poprzednia zmiana, będzie trwała równie długo. To z kolei nie uśmiecha się firmom produkującym procesory. Starają się one więc przekonać użytkowników i producentów software'u do szybszego wdrażania 64-bitowych systemów operacyjnych i oprogramowania.

Na dwoje babka wróżyła

Koncepcję płynnej przesiadki z systemów 32- na 64-bitowe proponuje firma AMD ze swoimi układami z rodziny Hammer (Athlon 64 i Opteron) – patrz: CHIP 4/2002, 74. Podobnie jak przy przejściu z szesnastu (układy z serii 80286) na trzydzieści dwa bity (modele 80386), postawiono na pełną zgodność z istniejącym oprogramowaniem. Z kolei inżynierowie Intela tym razem postanowili odciąć się od zgodności z archaicznym zestawem instrukcji x86, tworząc zupełnie nową architekturę IA-64.

Pierwszy 64-bitowy układ Intela – procesor Itanium o kodowej nazwie Merced (patrz: CHIP 4/2000, 130) – który zadebiutował trzy lata temu, nie miał łatwego startu, a to za sprawą braku 64-bitowego oprogramowania, które działałoby na tym układzie. Co więcej, emulator kodu x86 wbudowany w Itanium, umożliwiający uruchamianie dotychczasowych 32-bitowych aplikacji, jest przeraźliwie wolny. Co prawda dostępna jest odpowiednia 64-bitowa wersja Windows 2000 i Windows XP, istnieją też stosowne wersje Linuksa, ale to wciąż zbyt mało, aby procesor przyjął się na rynku.

Z drugiej strony Itanium od początku potraktowany został przez Intel'a jako produkt eksperymentalny, podobnie jak wprowadzony w listopadzie 1995 roku serwerowy układ Pentium Pro. Ówczesne 16-bitowe programy „chodziły” na Pentium Pro znacznie wolniej niż na procesorach Pentium. Rynek korporacyjny wymusił jednak rozpoczęcie produkcji 32-bitowych aplikacji użytkowych. Dzięki temu można było pójść o krok dalej i najlepsze rozwiązania z Pentium Pro mogły już trafić do kolejnej generacji procesorów – układów Pentium II, Pentium III i Celeronów. Obecnie ta droga wdrażania nowych rozwiązań wydaje się więc znacznie lepsza niż proste rozszerzenie architektury, za którą opowiedziało się AMD.

Intel realizuje swój plan wdrożenia 64-bitowych procesorów

Autostrada bitów

Pamiętacie czasy Windows 3.1 i procesorów z serii i286 oraz i386? A czy wiecie, że Pentium Pro był krytykowany za to, że słabo sobie radził z 16-bitowymi aplikacjami? Itanium 2 wzbudza równie duże emocje.

Marcin Bieńkowski

Opotrzebie przejścia z 32 na 64 bity mówi się już od pewnego czasu. Programistom i części zaawansowanych użytkowników przydałaby się zwiększona przestrzeń adresowa. Dla procesorów 32-bitowych, takich jak Pentium 4 czy Athlon XP, maksymalny fizyczny rozmiar pamięci to zaledwie cztery gigabajty, a przecież nawet w domowych pecetach można już spotkać 1–2 GB RAM-u. Układy 64-bitowe mogą zaś teoretycznie zaadresować aż 18,5 EB (eksabajtów), czyli $18,5 \times 10^{18}$ bajtów. Taką liczbę komórek pamięci trudno sobie wręcz wyobrazić.

Kolejną korzyścią ze zwiększonej z 32 do 64 bitów szerokości słowa jest znaczny wzrost wydajności jednostki centralnej – i to wszystko bez konieczności przyspieszenia częstotliwości pracy zegara systemowego. Już od kilku lat tą drogą kroczą projektanci układów graficznych. Zegary akceleratorów 3D pracujące z częstotliwością 300–350 MHz, stanowiąc ułamek szybkości najwydajniejszych procesorów, dysponują porównywalną mocą obliczeniową. Dzieje się tak za sprawą 256- lub nawet 512-bitowej wewnętrznej architektury układów graficznych.

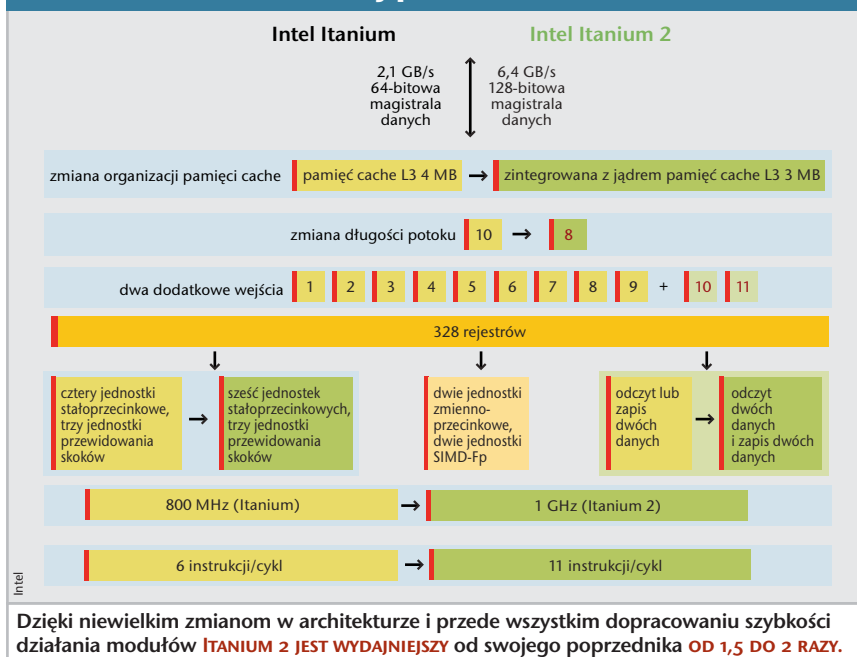
Dziwny jest ten świat

Zwiększanie długości instrukcji w przypadku procesorów nie jest już tak łatwe jak w układach graficznych. Na przeszkodzie stoją bowiem 32-bitowe systemy operacyjne i oprogramowanie, które nie ewoluje równie szybko jak komputery. Dzieje się tak przede wszystkim ze względu na użytkowników pragnących jak najdłużej zachować kompatybilność sprzętu z używanymi przez siebie aplikacjami. Nie należy się temu specjalnie dziwić, bo przecież nie każdy ma ochotę, by co chwilę wymieniać oprogramowanie i uczyć się nowych jego funkcji tylko dlatego, że pokazała się kolejna wersja software'u.

W październiku 1985 roku, gdy pojawił się 32-bitowy procesor Intela – 80386DX użytkownicy pecetów po raz pierwszy zetknęli się z problemem nienadążania oprogramowania za sprzętem. Wówczas w świecie pecetów królował 16-bitowy DOS i choć dostępne na rynku oprogramowanie działało na nowych układach, to nie wykorzystywało ich pełnego potencjału. Dopiero premiera Windows 95 zapoczątkowało erę aplikacji 32-bitowych, a w 2001 roku Microsoft ostatecznie zerwał z 16-bitową przeszło-

Procesory 64-bitowe: Itanium 2

Porównanie architektury procesorów Itanium i Itanium 2



Na początku był Cray

W następcy Itanium – układzie Itanium 2, znanym do niedawna pod kodową nazwą McKinley – konstruktorzy skoncentrowali się przede wszystkim na udoskonaleniu poszczególnych jednostek wykonaw-

czych i przyspieszeniu szybkości pracy całego systemu. Oczywiście Itanium 2, tak jak jego poprzednik, jest nadal układem zgodnym z architekturą IA-64, której podstawą jest jawnie równoległe przetwarzanie instrukcji EPIC (Explicitly Parallel Instruction

Processing). Technologia ta po raz pierwszy zastosowana została w 1965 roku w komputerze Cray CDC-6600.

W technice EPIC (patrz: CHIP 4/2000, 130) za równoległe przetwarzanie instrukcji i optymalne wykorzystanie jednostek wykonawczych, np. modułów arytmetyczno-logicznych, odpowiada... kompilator programu. Jest to odwrócenie sposobu działania klasycznych, 32-bitowych procesorów, takich jak Pentium 4 czy Athlon XP, gdzie funkcje te realizuje wewnętrzna logika układu.

Ponieważ procesory zgodne z architekturą IA-64 w dużym stopniu pozbawione są możliwości przewidywania skoków i rozgałęzień programu, kompilator ustala, kiedy i które rozkazy mogą być wykonywane równoległe, i odpowiednio je znakuje – stąd nazwa EPIC. W układach z rodziny Itanium mamy do czynienia z dwoma typami rozkazów – absolutnymi (niezależnymi od innych) lub predykowanymi, które zależą od wyników innych operacji.

W procesie optymalizacji działania procesorów z serii Itanium i Itanium 2 pomocny jest też sposób przesyłania instrukcji do jednostek wykonawczych. 128-bitowe słowo, tzw. paczka VLIW (Very Long Instruction Word), zawiera trzy krótsze, oznakowane

rozkazy, przeznaczone dla konkretnego modułu. Dozwolone są 24 kombinacje instrukcji, np. dwa rozkazy stałoprzecinkowe i jeden zmiennoprzecinkowy.

Rozkazów jedenaście

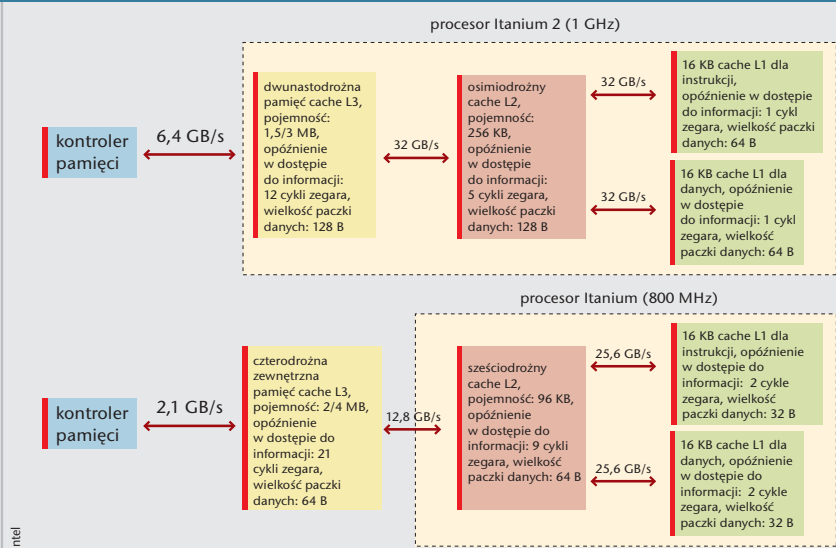
W stosunku do Itanium w procesorze Itanium 2 dodano dwie jednostki stałoprzecinkowe i dwa moduły MMX, tak więc układ Intel'a dysponuje teraz sześcioma stałoprzecinkowymi potokami wykonawczymi. Dodatkowe moduły nie znalazły się oczywiście w układzie przez przypadek. Okazało się bowiem, że Merced nie radził sobie w operacjach arytmetyczno-logicznych tak dobrze jak konkurencyjny serwerowy procesor Ultra Sparc III firmy Sun – potentata w dziedzinie 64-bitowych serwerów korporacyjnych. Dzięki tym dwóm dodatkowym modułom arytmetyczno-logicznym Itanium 2 nie tylko prześcignął swojego największego rywala, ale również jest szybszy od dotychczasowego lidera – układu Power4 (będącego w istocie dwoma procesorami w jednym chipie), opracowanego przez IBM-a (patrz: CHIP 6/2002, 118).

Nie bez wpływu na znaczny wzrost wydajności procesora jako całości, a zwłaszcza przyspieszenia współpracy z RAM-em, jest to, że zmodyfikowano jednostkę odpowiedzialną za zapis i odczyt informacji do i z pamięci (ang. Load-Store Unit). Dotychczas dwie dane mogły być albo pobrane, albo wysłane do pamięci, w Itanium 2 naraz są zaś przesyłane cztery informacje – dwie odczytywane i dwie zapisywane.

Ku pamięci

Nic więc dziwnego, że mimo niewielkiego zwiększenia prędkości zegara z 800 MHz do jednego gigaherca Itanium 2 potrzebuje znacznie większego pasma dostępu do pa-

Struktura pamięci cache w procesorze Itanium 2



Przebudowa podsystemu pamięci w procesorze Itanium 2 przeprowadzona została w taki sposób, aby maksymalnie ZWIĘKSZYĆ SZYBKOŚĆ DOSTARCZANIA DANYCH Z PAMIĘCI DO JEDNOSTEK WYKONAWCZYCH.

mięci operacyjnej. Konstruktorzy rozwiązali ten problem, stosując znaną z Pentium 4 magistralę systemową, pracującą w trybie Quad Pumped Bus z 400-megahercowym zegarem (zamiast dotychczasowego trybu DDR przy 266-megahercowym taktowaniu). Poszerzono też z 64 do 128 bitów szerokość magistrali danych. Kroki te zwiększyły przepływność pasma pamięci z 2,1 do 6,4 GB/s.

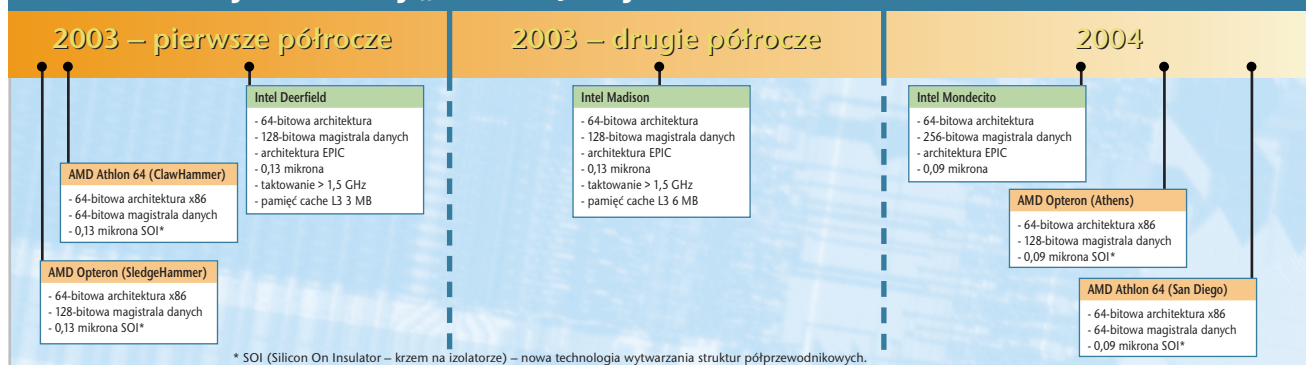
Ta szybkość transmisji jest wykorzystywana prawie wyłącznie do przesyłania danych pomiędzy RAM-em a pamięcią podręczną trzeciego poziomu. Co więcej, trzymegabajtowa pamięć L3 znajduje się bezpośrednio w strukturze procesora i pracuje z pełną prędkością zegara. Umożliwia ona przesłanie 32 GB danych w ciągu sekundy, a opóźnienie w dostępie do informacji wynosi maksymalnie dwanaście taktów zegara.

W porównaniu z Itanium cały podsystem pamięci cache w Itanium 2 uległ znacznej przebudowie i przyspieszeniu (patrz: rysunek „Struktura pamięci cache w procesorze Itanium 2”). Merced miał bowiem czteromegabajtową pamięć cache L3, ale znajdującą się, podobnie jak cache L2 w układach Pentium II, na oddzielnej płycie. Działała ona z połową częstotliwości rdzenia procesora. Wszystko to sprawiało, że dane do jądra przekazywane były po 20 cyklach zegara, a maksymalna przepustowość cache’u L3 wynosiła 11,7 GB/s. Pamięć podręczna drugiego poziomu w Itanium była znacznie mniejsza (96 KB), dostęp do danych wynosił zaś 12 cykli zegarowych.

McKinley dla mas

Na procesory Itanium 2 oczekują w tej chwili gotowe chipsety firm HP (zx1), Hitachi

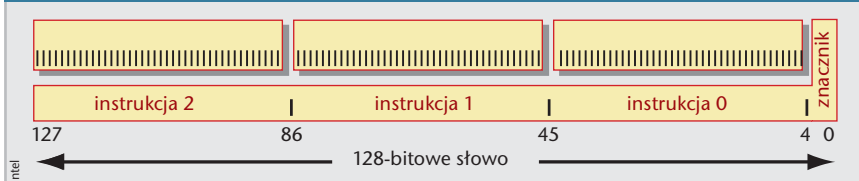
Procesorowy 64-bitowy „rozkład jazdy” na lata 2003–2004



W najbliższej przyszłości na rynku pojawiają się nie tylko następcy ITANIUM 2, ale również 64-bitowe procesory firmy AMD – OPTERON I ATHLON 64, znane do niedawna pod kodowymi nazwami SledgeHammer i ClawHammer.

Procesory 64-bitowe: Itanium 2

Budowa instrukcji VLIW



Przetwarzanie jawnie **RÓWNOLEGLE EPIC** wykorzystuje bardzo długie znakowane instrukcje VLIW (Very Long Instruction Word), przesyłane bezpośrednio do odpowiedniej jednostki wykonawczej. W Itanium 2 128-bitowe słowo zawiera trzy rozkazy.

(ColdFusion-2), IBM (Enterprise, znany pod kodową nazwą Summit) oraz NEC. Oczywiście własną konstrukcją, kryjącą się pod kryptonimem Tiger, dysponuje też sam Intel. Intel i870 (E8870), bo o nim mowa, wykonany jest w architekturze hubów, podobnie jak znane z pecetów zestawy układów sterujących, ot choćby najnowszy i845PE. Co ważne, dla chipsetu i870 istnieją dwie wersje układu MCH (Memory Controller Hub) odpowiedzialnego za komunikację z pamięcią i procesorem. Pierwszy przewidziany jest dla serwerów i obsługuje maksymalnie cztery procesory Itanium 2. Drugi, dwuprosesorowy układ – MCHW (Memory Controller Hub for Workstation) – wyposażono w dwa porty AGP 8x! Można się więc spodziewać, że wkrótce pojawią się 64-bito-

we, wydajne stacje robocze, przeznaczone do obróbki grafiki, obliczeń naukowych czy projektowania inżynierskiego. A stąd już jesteśmy tylko o dwa kroki od świata pecetów!

Oczywiście nie spodziewałbym się na razie w naszych domowych komputerach procesorów Itanium 2, przynajmniej w ich obecnej postaci. Ot, chociażby dlatego, że najtańsza wersja Itanium 2 (900 MHz i 1,5 MB pamięci cache L3) kosztuje, bagatela, 1300 dolarów, a za najdroższy model (1 GHz i 3 MB pamięci cache L3) trzeba zapłacić 4200 dolarów. Niemniej do przyszłych pecetów i następców Pentium 4, a przede wszystkim „lżejszych” serwerowych Xenonów, z pewnością trafią rozwiązania wypróbowywane obecnie w McKinleyu. Jest to tym bardziej prawdopodobne, że rozpoczął się

już proces tworzenia 64-bitowych aplikacji. A co z następcami Itanium 2? Otóż obecnie McKinley produkowany jest w technologii 0,18 mikrona. Zejście do rozmiaru technologicznego 0,13 μm przewidziano na połowę bieżącego roku. Procesor ten, pracujący z 1,5-gigahercowym zegarem, oznaczony jest nazwą kodową Deerfield. Mniej więcej w tym samym czasie pokaże się też następca Itanium 2 z sześciomegabajtowym cache’em trzeciego poziomu – Madison. W przyszłym roku światło dzienne ujrzy zaś kolejny przedstawiciel rodziny Itanium – 90-nanometrowy Montecito. Czy więc tego chcemy, czy nie, era 64-bitowych procesorów już się rozpoczęła! ■

INFO

ITANIUM 2

<http://www.intel.com/pressroom/kits/itanium/index.htm>



Na krążku w dziale **Hardware | Procesor Itanium 2** znajdują się publikowane wcześniej w CHIP-ie artykuły na temat procesorów Intel Itanium, AMD SledgeHammer (Opteron) i IBM Power4.