

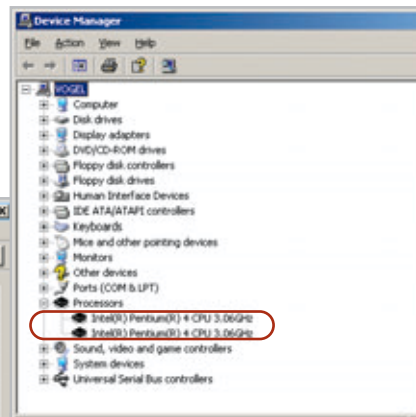
Komputery z procesorem Pentium 4 3,06 GHz są oznaczone nowym znakiem graficznym z literami HT.

przede wszystkim dlatego, że poszczególne operacje są ze sobą powiązane - np. dane dla kolejnej instrukcji są wynikiem działania poprzedniego rozkazu. Aby ominąć ten problem, w układach superskalarnych stosuje się mały trik, polegający na zmianie kolejności wykonywania instrukcji (ang. out of order execution), tak aby równolegle przetwarzać niezależne od siebie rozkazy. Dopiero na końcu na podstawie informacji zgromadzonych w buforze zmiany kolejności instrukcji (ang. ROB - ReOrder Buffer) wszystkie dane są porządkowane zgodnie z przebiegiem wykonywanego przez procesor programu.

Wszystkie opisane tu zabiegi umożliwiają zwiększenie liczby wykonywanych w jednym czasie instrukcji. Dla Pentium 4 mającego pięć jednostek wykonawczych współczynnik IPC (ang. Instruction Per Cycle) wynosi nieco ponad trzy operacje, a Athlon XP z dziewięcioma modułami wykonawczymi jest w stanie naraz przetworzyć sześć rozkazów. Jak widać, w każdym procesorze tkwi jeszcze zapas niewykorzystanej mocy. Co więcej, średnie obciążenie jednego potoku nie przekracza 30%. A gdyby zwiększyć użycie potoków, wprowadzając do obróbki jeszcze jeden wątek?

Co ma software do...

Od strony programistycznej idea wielozadaniowego (ang. multitasking) przetwarzania danych nie jest nowa, pochodzi bowiem z początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. W świecie komputerów PC pierwszym systemem „wielozadaniowym” był Windows 3.1, w którym pojawiła się tzw. wielozadaniowość bez wyłączenia - system mógł jednocześnie wykonywać kilka aplikacji (zadań). Wielowątkowość, czyli możliwość się rozgałęzienia się jednego procesu (np. programu) na kilka niezależnie wykonywanych wątków



Przy włączonym Hyper-Threadingu Windows 2000 i XP WYKRYWAJĄ DWA PROCESORY.

Pentium 4 3,06 GHz to forpoczta nowej generacji CPU

Schizofrenia procesora

Nie samą częstotliwością procesor żyje. Tak jednym zdaniem można podsumować to, co dzieje się od kilku lat w dziedzinie konstruowania nowych jednostek centralnych.

Marcin Bieńkowski

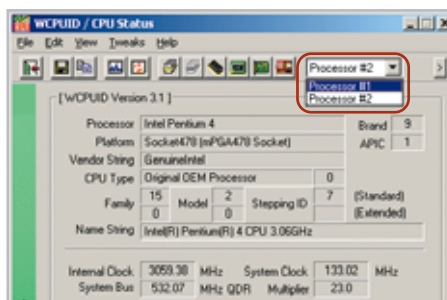
Najczęściej stosowanym, zarówno przez użytkowników, jak i producentów, parametrem określającym szybkość pracy komputera jest częstotliwość zegara procesora. Nie ma w tym nic dziwnego, każdy przecież wie o tym, że lepiej mieć „na liczniku” 2 GHz niż 1,7 GHz. Czasami jednak taka prosta logika się nie sprawdza, o czym dobrze wiedzą posiadacze komputerów z układami Athlon XP, w których szybkość zegara nie odzwierciedla wydajności układu. Stąd pojawił się system oznaczania odnoszący się bezpośrednio do mocy przerobowej Athlona.

Przyśpieszenie działania procesorów ponad to, co wynikałoby li tylko z samej częstotliwości zegara taktującego, spowodowane jest zwielokrotnieniem jednostek wykonawczych (architektura superskalarna) i rozbiem cyklu przetwarzania pojedynczej instrukcji na wiele faz (tzw. wielopotokowość) - patrz: CHIP 2/2002, 62. Takie

działanie umożliwia procesorom równoległe wykonywanie kilku operacji w jednym taktie zegara, dzięki czemu zwiększa się moc obliczeniowa pojedynczego CPU (Central Processing Unit).

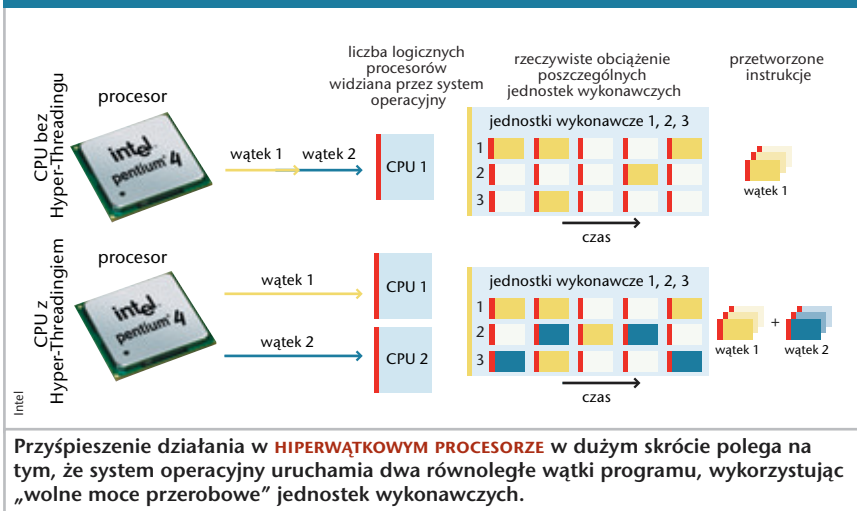
A ja nie mam co robić

Jednostki wykonawcze w procesorze superskalarnym nie zostają jednak nigdy w stu procentach wykorzystane, gdyż sama struktura programu uniemożliwia równoległe wykonywanie kilku operacji. Dzieje się tak



Technologie: Hyper-Threading

Hiperwątkowość, czyli sztuka kierowania ruchem



(ang. threads) w domowych komputerach pojawiła się wraz z premierą Windows 95. Współczesne systemy operacyjne z wielozadaniowością i wielowątkowością radzą sobie dość dobrze, przy czym trzeba pamiętać, że procesor jest w stanie na raz wykonywać za ledwie jeden wątek, a każde zadanie lub proces są co jakiś czas przerywane, po to aby CPU mógł się zająć kolejnym wątkiem z następnego zadania lub procesu. Ta misja spoczywa właśnie na systemie operacyjnym, który notabene też składa się z wielu jednocześnie uruchomionych procesów.

Niestety, przełączanie procesora z jednego zadania na drugie wymaga czasu. Straty w wydajności często sięgają setek cykli zegara, a im więcej uruchomiłmy na naszym komputerze procesów, tym częściej mamy do czynienia z większymi sumarycznymi stratami wydajności. Szybkość działania peceta maleje więc w miarę wzrostu liczby zadań. Kto nie wierzy, niech uruchomi naraz, kilka mało wymagających programów (np. skaner antywirusowy, pocztę, pobieranie plików klientem FTP) i włączy odtwarzanie plików MP3, a przekona się, jak szybko komputer zacznie się „ślimaczyć”.

Do niedawna, aby zwiększyć wydajność komputera i umożliwić jednoczesne wykonywanie większej liczby wątków, stosowano klasyczne maszyny wieloprocessorowe typu SMP (Symetrical Multi Processing) lub różnego rodzaju rozwiązania klastrowe (ang. cluster). W obu przypadkach system operacyjny musi zatroszczyć się o optymalne przydzielenie zadań wszystkim jednostkom centralnym.

Gra pozorów

Jak już wspomniałem, jednostki wykonawcze w procesorze w trakcie przetwarzania

programu są zajęte średnio w 30%. Oznacza to, że poszczególne potoki często oczekują na informacje obrabiane przez inny moduł układu. Ponieważ relacje pomiędzy poszczególnymi wątkami w wykonywanym programie nie mają żadnego wpływu na możliwość równoległego wykonywania kolejnych instrukcji przez procesor, istnieją warunki do zaprzęgnięcia niewykorzystanych bloków wykonawczych do równoległego przetwarzania drugiego wątku. Co więcej, podczas obliczeń CPU nie musi być przełączany na drugi wątek – oba wykonują się jednocześnie, tak jak ma to miejsce w dwuprocessorowych systemach SMP.

Przedstawiona wcześniej idea nazywa się wielowątkowością współbieżną (SMT – Simultaneous Multi Threading). Pierwsze próby zaimplementowania tej technologii w seryjnie produkowanych układach na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego

wieku podjęli inżynierowie z firmy Digital. Ich procesor – Alpha EV8 – był zdolny do jednoczesnego wykonywania aż czterech wątków. Niestety po przejściu Digitala przez korporację Compaq prace nad Alpha EV8 wstrzymano i układ ten nigdy nie zszedł z desek projektantów.

W 1996 roku swoje prace nad współbieżną wielowątkowością rozpoczął Intel. Początkowo badania nad intelowską technologią SMT znane były pod kryptonimem Jackson’s Technology. W 2001 roku na konferencji Intel Developer Forum zaprezentowany został pierwszy układ z zaimplementowaną technologią SMT, która do celów marketingowych nazwana została Hyper-Threadingiem (hiperwątkowością).

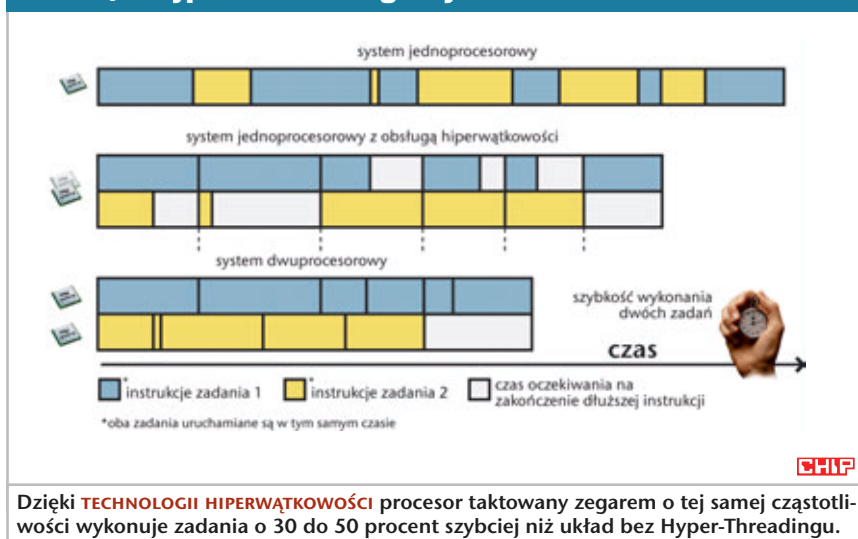
Pierwsze koty za płoty

Technologia hiperwątkowości początkowo trafiła do serwerowych procesorów Xeon z jądrem o kodowej nazwie Foster. Układ ten skonstruowany jest na bazie tego samego rdzenia – Willamette – co pierwsze kości Pentium 4. Kolejną jednostką centralną z hiperwątkowością jest Xeon DP z jądrem Prestonia, będącym odpowiednikiem dobrze znanego użytkownikom domowych pecetów Northwooda, czyli obecnego, 0,13-mikronowego Pentium 4.

Współbieżna wielowątkowość trafiła w końcu pod strzechy i właśnie zadebiutowała na masowym rynku w najnowszym procesorze Pentium 4 HT 3,06 GHz. Także starsze procesory Pentium 4 mają wbudowane mechanizmy obsługujące hiperwątkowość, z tym że są one jednak wyłączone. Można się tego było domyślić wcześniej, chociażby z różnic konstrukcyjnych pomiędzy

74 »

Co daje Hyper-Threading użytkownikowi?



Technologie: Hyper-Threading

Willamette'em, a Northwoodem. Nie licząc pamięci podręcznej, oba procesory są identyczne, a w Northwoodzie znalazła się spora liczba nadmiarowych tranzystorów, których nie dało się przypisać do żadnych znanych jednostek wykonawczych.

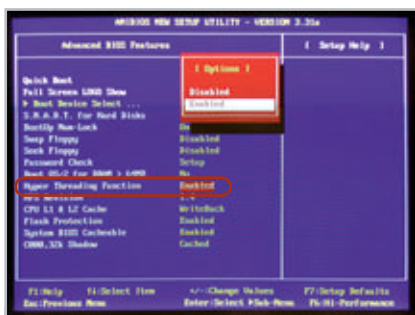
Tranzystorów moc

Jeżeli chodzi o architekturę z hiperwątkowością i bez niej, układy Pentium 4 niczym się nie różnią. W tym pierwszym przypadku dodano jedynie kilka buforów i rejestrów danych, tablice przemianowywania rejestrów, stos przewidywania rozkazów dla drugiego wątku, dodatkowy Trace Cache śledzący wykonywanie programu oraz wskaźnik rozkazów (patrz: rysunek „Hiperwątkowość i Pentium 4”). W sumie dodatkowe elementy stanowią 5% powierzchni układu. Według Intela nadmiarowe tranzystory przekładają się na dziesięcioprocentowy wzrost kosztów produkcji pojedynczego krzemowego wafla, z którego wycinane są następnie procesory. Czy jednak skórka warta jest wyprawki?

Dzięki technologii Hyper-Threading stopień wykorzystania jednostek wykonawczych wynosi teraz nie 30 a 50%, zaś współczynnik IPC podniósł się z trzech do ok. pięciu. Oznacza to, że w większości aplikacji możemy się spodziewać średniego wzrostu wydajności w zakresie od 15 do 30 procent. W pełni potwierdziły to nasze testy (patrz: CHIP 12/2002, 116). Co więcej, w niektórych przypadkach, zwłaszcza przy operacjach zmiennoprzecinkowych, wzrost wydajności może dochodzić nawet do 40-50%. Niestety, zdarzają się też aplikacje, szczególnie testy niskopoziomowe, w których nie tylko nie obserwujemy wzrostu, ale wręcz nieznaczny spadek mocy.

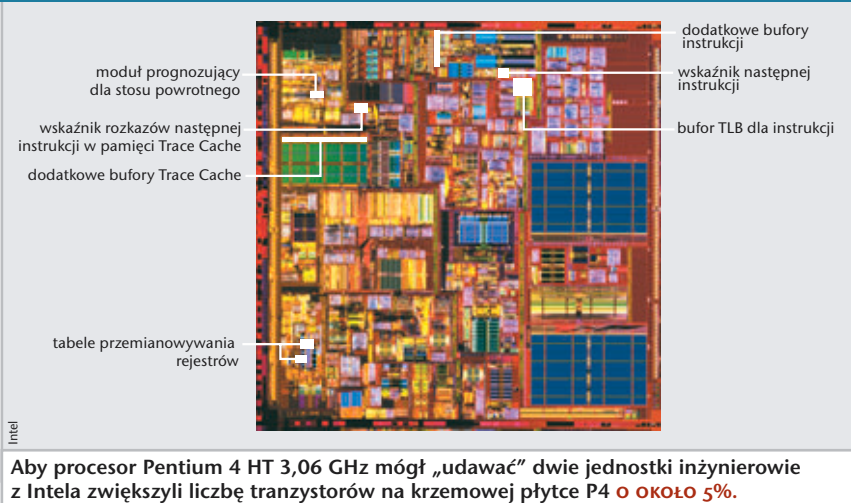
Co na to OS?

Pojedynczy procesor Pentium 4 HT 3,06 GHz przez system operacyjny, a także niektóre



Aby odczuć wzrost wydajności, oprócz odpowiedniego systemu operacyjnego również musimy dysponować PŁYTA OBSŁUGUJĄCĄ HYPER-THREADING.

Hiperwątkowość i Pentium 4



Aby procesor Pentium 4 HT 3,06 GHz mógł „udawać” dwie jednostki inżynierowie z Intela zwiększyli liczbę tranzystorów na krzemowej płytce P4 o OKOŁO 5%.

płyty główne widziany jest (logicznie, nie fizycznie) jako dwa oddzielne, niezależne układy. Aby skorzystać z zalet hiperwątkowości, należy użyć wieloprocesorowego systemu operacyjnego, takiego jak Windows NT/2000/XP lub Linuxa. Warto wiedzieć, że Intel zaleca stosowanie jedynie Windows XP (może być też to wersja Home Edition, formalnie przewidziana do obsługi tylko jednego procesora) z Service Packiem 1 oraz Linuxa z jądrem w wersji 2.4.x lub nowszym.

Użycie innych wieloprocesorowych systemów wiąże się czasami z brakiem wzrostu wydajności lub niekiedy wręcz z obniżeniem wydajności komputera. Otóż starszy system operacyjny, niedostosowany do obsługi Hyper-Threadingu, może rozdzielić wątki w taki sposób, że będą one ze sobą rywalizowały o te same potoki wykonawcze procesora. Sytuacja taka najczęściej zdarza się w programach zoptymalizowanych na maszynie SMP (np. 3DStudio Max), gdzie równoległe wątki składają się z identycznych ciągów operacji. Na szczęście w systemach rozpoznających procesor z hiperwątkowością taka sytuacja się nie zdarzy, ponieważ równoległe wątki są celowo realizowane z pewnym przesunięciem czasowym, tak aby nie konkurowały o dostęp do tych samych jednostek wykonawczych.

Nie ma nic za darmo

Począwszy od modelu 3,06 GHz wszystkie nowe procesory Pentium 4, będą układami zgodnymi z technologią Hyper-Threading. Co więcej, Intel zapowiedział, że w sprzedaży pojawią się też wolniejsze hiperwątkowe układy – prawdopodobnie od częstotliwości 2,4 GHz. Wszystkie nowe procesory w starszych płytach głównych widziane będą tak

jak dotychczasowe kości P4. Jeżeli chcemy zaś skorzystać z zalet hiperwątkowości, czeka nas, niestety, kupno nowej płyty. Spośród chipsetów firmy Intel do współpracy z hiperwątkowymi procesorami przewidziane są modele i845PE, i845GE, i845GV oraz działający z pamięciami RDRAM Intel 850E. Starsze płyty z tym ostatnim chipsetem mogą wymagać jedynie aktualizacji BIOS-u. W przyszłości pojawią się też nowe chipsety Springdale (i865) i Canterwood (i875). Konkurencja również nie zasypia gruszek w popiele i też przygotowała swoje rozwiązania pod nowe układy Intela. Są to układy VIA P4X400, VIA P4X600 oraz nowo opracowywana wersja chipsetu SIS 648 oraz SIS 655.

Na koniec można zadać pytanie czy warto kupić procesor z hiperwątkowością. Na pewno tak, lecz, niestety, w tej chwili cena modelu Pentium 4 HT 3,06 GHz wynosi ok. 3200 zł. Na szczęście wkrótce pojawią się kolejne modele układów P4 HT i koszty zakupu zaczną spadać. Niemniej, decydując się dzisiaj na płytę główną, koniecznie trzeba wybrać egzemplarz dostosowany do nowej technologii. No cóż, a jeśli się nam Hyper-Threading nie spodoba, to przecież zawsze możemy go wyłączyć w BIOS-ie. ■

INFO

TECHNOLOGIA HYPER-THREADING

<http://www.intel.com/pressroom/kits/p4/index.htm>



W dziale **Hardware** | **Hyper-Threading** umieściliśmy publikowany

w CHIP-ie test procesora Pentium 4 3,06 GHz oraz artykuł na temat architektury współczesnych procesorów.