

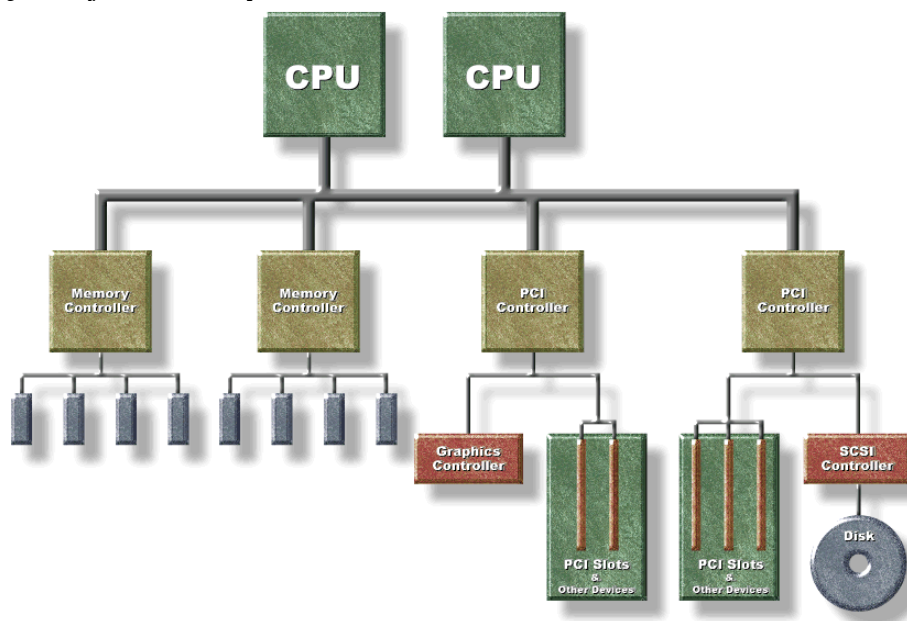
Wstęp

Nowoczesne aplikacje związane z analizą finansową, projektowaniem wspomaganym komputerowo czy cyfrową obróbką obrazów i grafiki, wymagają od komputera wysokiej wydajności. Związane jest to ze zwiększającym się zapotrzebowaniem nie tylko na moc obliczeniową ale także na pasmo przenoszenia poszczególnych podsystemów komputera. Dotychczas, użytkownicy Windows NT na platformie X86 nie mieli wydajnych stacji roboczych porównywalnych z systemami RISC. Compaq reagując na te potrzeby zaprojektował nową, własną architekturę systemu dającą taki stopień wydajności i możliwości rozbudowy, który powinien zaspokoić wymagających użytkowników.

Wydajna architektura równoległa jest skonstruowana na zasadzie równoległości pracy procesorów, kontrolerów pamięci i kontrolerów podsystemów wejścia-wyjścia. Została ona zaprojektowana dla wydajnych procesorów Pentium Pro lub Pentium II. Podstawą tej nowej technologii są dwa równoległe kontrolery pamięci dające znaczące zwiększenie przepustowości toru między procesorami i urządzeniami wejścia-wyjścia, a pamięcią operacyjną. Także podwójne kontrolery współbieżnych szyn PCI podwajają potencjał przepustowości kanałów wejścia-wyjścia.

Podstawy architektury

W przeciwieństwie do standardowej architektury systemów używających procesory X86, nowa architektura zaimplementowana przez firmę Compaq zapewnia wysoką wydajność w systemach wieloprocessorowych. Na rys. 1 pokazano strukturę nowej architektury.



Rys. 1. Architektura równoległa

Jest ona łatwo skalowana w celu zwiększenia wydajności systemu dając możliwość obsługi wielu procesorów Pentium Pro lub Pentium II.

Procesor Pentium Pro

Rodzina procesorów Pentium Pro jest obecnie podstawą wysokowydajnych desktopów, stacji roboczych i serwerów najwyższej klasy. Stacja Compaq Professional Workstation 8000 używa tych procesorów pracujących z częstotliwością 2000 MHz i zawierających 512 kB pamięci podręcznej drugiego poziomu, która pracuje z wewnętrzną częstotliwością procesora.

Procesor Pentium II

Procesory Pentium II są następną generacją procesorów P6 Intel. W obecnej chwili wchodzi do powszechnego

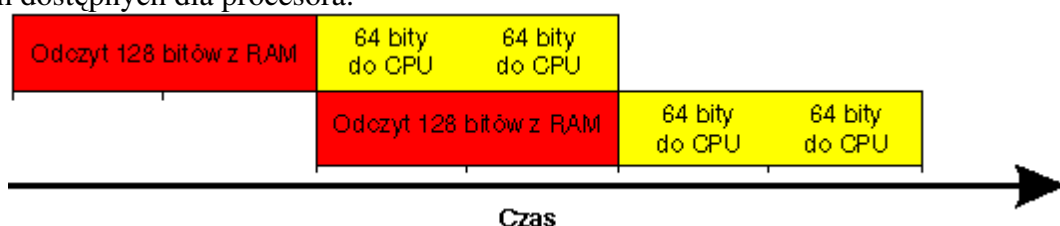
zastosowania w wydajnych komputerach różnej klasy. Zastosowaliśmy w naszych Professional Workstation 6000 procesory Pentium II pracujące z częstotliwością 266 lub 300 MHz ze zintegrowaną pamięcią podręczną 512 kB.

Procesory Pentium II są rozwinięciem Pentium Pro. Mają one rozszerzenia w stosunku do poprzednika, lecz także pewne ograniczenia. Pentium II mają wbudowane rozszerzenia obsługi multimediów MMX □ 57 dodatkowych rozkazów zwiększających wydajność w aplikacjach multimedialnych. Ograniczeniem jest zakres rozbudowy pamięci operacyjnej, która nie może przekraczać 512 MB.

Podwójna magistrala pamięci

Nowa architektura zawiera dwie niezależne magistrale pamięci operacyjnej. Każda z nich pracuje z szybkością 533 MB/s. W ten sposób podwojono przepustowość toru pamięciowego do 1,07 GB/s □ jest ona dwa do czterech razy większa od typowej wydajności innych stacji roboczych X86/NT. Ta wydajność pozwala możliwie najlepiej wykorzystać moc procesora w zastosowaniach jedno i wieloprocesorowych.

Każda z magistrali ma szerokość 144 bity, w tym 128 bitów danych i 16 bitów dla korekcji błędów (ECC). Nowa architektura używa modułów DIMM pamięci EDO 60 ns, stosując przeplot. Przy zastosowaniu przeplotu, banki pamięci są dzielone na dwa lub więcej rozdzielonych obszarów. Kolejne dane zapisywane są w różnych obszarach banku pamięci. Powoduje to, że możliwe jest rozpoczęcie odczytywania danych z banku B zanim skończy się poprzedni odczyt z banku A. W ten sposób zastosowanie przeplotu w dostępie do pamięci zwiększa wydajność w odczytach sekwencyjnych. Pamięci EDO przekazują dane w co drugim cyklu zegara (30 ns przy szynie 66 MHz). Dla porównania starsze pamięci (Fast Page Mode) potrafią przekazywać dane w co czwartym cyklu zegara (60 ns przy szynie 66 MHz). Połączenie pamięci EDO z przeplotem daje transfer całych 128 bitów (plus 16 bitów ECC) w ciągu jednego cyklu. Rysunek 2 ilustruje przekazywanie pierwszych 64 bitów do procesora w pierwszym impulsie zegara, a następne w drugim. Umożliwia to osiągnięcie maksymalnej szybkości przesyłu danych dostępnych dla procesora.



Rys. 2. Pamięć EDO z przeplotem odczytuje 128 bitów danych jednocześnie z transferem danych w innym cyklu zegara.

Ponieważ obydwie magistrale pamięci są zdolne do przekazywania danych z pełną szybkością 533 MB/s, to wydawałoby się, że wąskim gardłem jest magistrala procesora pracująca też z taką szybkością. Jednak tak nie jest. Aby dowiedzieć się dlaczego, należy wyjaśnić jak pracuje pamięć DRAM..

Dostęp do pamięci DRAM jest stosunkowo wolny ponieważ pamięć nie może przekazywać danych w sposób ciągły. Dane są transferowane tylko w jednym na trzy cykły zegara. W pierwszym pamięć musi zostać wybrana, w drugim przekazywany jest adres, a dopiero w trzecim przekazywane są dane. W niektórych przypadkach pamięć może przekazywać dane szybciej. Dzieje się tak w przypadku sekwencyjnego wybierania adresów na tej samej stronie pamięci. Wtedy przy dwóch równoległych magistralach możliwe jest do osiągnięcia pasmo 1,07 GB/s.

Lecz w typowych zastosowaniach wieloprocesorowych najczęściej występują odczyty z bardzo różnych miejsc pamięci przez różne procesory. Typowy transfer danych z pamięci może osiągnąć wartość 177,7 MB/s co jest ogólnym zjawiskiem we wszystkich systemach. Poprzez wprowadzenie podwójnej magistrali pamięciowej osiągamy wydajność do 355 MB/s.

Optymalne wykorzystanie podwójnej magistrali pamięci wymaga zastosowania optymalizacji rozmieszczenia modułów DIMM w poszczególnych bankach pamięci. I tak, dla ogólnej pojemności 128 MB najlepiej zastosować 8 modułów po 16 MB, a najmniej optymalnie, dwa po 64 MB. Moduły 16 MB rozkładają się równomiernie na wszystkie banki w obydwu magistralach dając maksymalizację transferu równoległego. Dla ogólnej pojemności 2 GB pamięci operacyjnej, optymalnie jest zastosować osiem modułów po 256 MB.

Taka optymalizacja pamięci ogranicza w pewien sposób możliwości rozbudowy ponieważ chcąc zachować optymalne rozmieszczenie modułów przy zwiększaniu pamięci ze 128 MB do 512 MB należy wymienić moduły

16 MB na moduły 64 MB. Zwiększa się w ten sposób koszt rozszerzeń pamięci, co jednak przy obecnych stosunkowo niskich cenach pamięci nie stanowi to istotnej wady przy tak znaczącym wzroście wydajności.

Wzrost wydajności systemu spowodowany poprzez zastosowanie podwójnej magistrali pamięci jest różny w zależności od używanych aplikacji. W aplikacjach operujących na małych zestawach danych może być mniejszy od 1%, ale przy aplikacjach operujących na wielkich danych wzrost wydajności może dochodzić do 33%.

Dwie współbieżne magistrale PCI

Większość stacji roboczych wymaga możliwie największej przepustowości urządzeń wejścia-wyjścia. Związane jest to z wielkimi zasobami danych które są obrabiane.

W nowej architekturze funkcję zwiększenia wydajności kanałów I/O powierzono dwóm równoległym, pracującym współbieżnie magistralom PCI. Przy wydajności każdej z nich 133 MB/s daje to sumaryczną wydajność 267 MB/s.

Ponieważ każda z magistrali pracuje niezależnie, możliwe jest jednoczesne transferowanie danych w trybie PCI Bus-Master poprzez dwie magistrale. Mając w systemie dwa lub więcej wydajnych kontrolerów urządzeń wejścia-wyjścia należy możliwie równomiernie rozłożyć na poszczególne magistrale ich zapotrzebowanie na pasmo przenoszenia.

Nowa architektura zawiera także specjalną pamięć podręczną I/O o wielkości 32 bajtów umożliwiającą przesyłanie danych do pamięci z pełną szybkością magistrali procesora (533 MB/s) co następuje po wypełnieniu się tego bufora. Podczas odczytu z pamięci kontroler automatycznie odczytuje pełne 32 bajty do bufora, co przy zazwyczaj sekwencyjnym odczycie stosowanym w trybie *bus master* znacząco zwiększa wydajność transferu.

Dodatkową zaletą dwóch magistrali PCI jest możliwość stosowania większej liczby gniazd rozszerzeń w standardzie PCI. Daje to większe możliwości rozszerzeń systemu.

Wielokrotne napędy dyskowe

Wysoki poziom wydajności architektury równoległej może zostać zwiększony poprzez zastosowanie odpowiedniej pamięci dyskowej. Użycie wielokrotnych napędów dyskowych połączonych w jeden napęd logiczny pozwala na zwiększenie wydajności aplikacji intensywnie korzystających z wielkich zestawów danych. Dane które nie mieszczą się w pamięci operacyjnej muszą zostać przeniesione do wirtualnej pamięci dyskowej. Poprzez zastosowanie macierzy dyskowych RAID 0 zwiększa się wydajność tej pamięci masowej dając możliwość jednoczesnego dostępu do dwóch lub więcej fizycznych dysków twardych.

Podsumowanie

Architektura równoległa została zastosowana w stacjach roboczych przeznaczonych dla najbardziej wymagających aplikacji. Stacje serii Professional Workstation 6000 i 8000 realizują standardy wydajności dostępne dotychczas tylko w komputerach z procesorami RISC. Dając wysoką wydajność, rozszerzalność i bezprecedensowy poziom przepustowości urządzeń wewnętrznych pozwalają na zastosowanie platformy X86 w połączeniu z Windows NT w aplikacjach wymagających najwyższych standardów w tych zakresach. Compaq ponownie zademonstrował swoją najbardziej zaawansowaną technologię, pokazując że cały czas jest czołową firmą tworzącą nowoczesne technologie. Obecnie planuje się zastosowanie tej technologii w nowych serwerach firmy Compaq.