

## **1. Co to jest system rozproszony?**

System rozproszony - zbiór komputerów połączonych siecią i wyposażony w oprogramowanie mające zapewnić zintegrowane środowisko przetwarzania. System rozproszony jest zbiorem niezależnych komputerów (aspekt sprzętowy), które z punktu widzenia użytkowników systemu sprawiają wrażenie pojedynczego komputera (aspekt programowy).

## **2. Jakie są różnice między wieloprocesorami a multikomputerami?**

Systemy rozproszone mogą być dwójakiego rodzaju: wieloprocesory i multikomputery.

Wieloprocesory to zespół dwóch lub więcej jednostek centralnych korzystających ze wspólnej pamięci operacyjnej. Multikomputery natomiast to odrębne procesory, każdy z prywatną pamięcią, połączone za pomocą sieci. Zanim pojawiło się pojęcie rozproszonej pamięci współdzielonej, podczas

budowy systemów rozproszonych borykano się z problemami wynikającymi z powyższego podziału.

Z punktu widzenia programisty maszyna wieloprocesorowa jest bardziej pożądana. Wynika to z faktu, iż jest ona łatwa do programowania. Komunikacja między jednostkami centralnymi odbywa się

poprzez wpisywanie wiadomości do pamięci przez jeden procesor i odczytanie jej przez drugi.

Problem synchronizacji rozwiązywany jest podobnie jak w przypadku komunikacji międzyprocesowej

w pojedynczym procesorze. Chodzi tu oczywiście o zastosowanie sekcji krytycznych z semaforami lub monitorów. Niestety problem stanowi projektowanie takiej maszyny. Systemy wieloprocesorowe są stosunkowo drogie i wolne lub też mało skalowalne.

Multikomputery są natomiast łatwe w konstrukcji. Procesory wyposażone we własną pamięć i interfejs sieciowy można łączyć w wielotysięczne zespoły. Problem pojawia się przy programowaniu

takich maszyn. Do komunikacji trzeba stosować przekazywanie komunikatów (message passing).

Wprowadza to trudności związane z m.in. zaginionymi komunikatami, blokowaniem, buforowaniem wiadomości, nadzorowaniem przepływu.

### **3. Czym różni się architektura powiązań szynowych od przełączanych?**

W architekturze powiązanej szynowo mamy dostępną tylko jedną szynę danych łączącą procesory (posiadające własną pamięć podręczną) z główną pamięcią.

W architekturze przełączanej mamy pewną ilość procesorów i pewną ilość modułów pamięci. Każdy procesor jest połączony z każdym modułem pamięci przy pomocy wybieraka krzyżowego.

Architektura szynowa - cechy:

- Wprowadzona na szeroką skalę w minikomputerach.
- Podstawą architektura jest szyna (zespół przewodów połączonych z gniazdami).
- Komputer ma postać kasety lub szafy z wymiennymi modułami –szufladami
- Moduły:
  - » procesory
  - » pamięci
  - &sterowniki wejścia - wyjścia
- Łatwa rekonfiguracja i rozbudowa komputera.
- Stosunkowo niska cena.
- Sterowniki urządzeń wejścia-wyjścia dostępne do procesora w taki sam sposób jak pamięć.
- Model szynowy stanowi wygodny model logiczny komputera, niezależnie od fizycznej implementacji (wszystkie współczesne komputery mają model logiczny (programowy) bazujący na modelu szynowym).

Architektura powiązań przełączanych:

- Nie ma szyny wolnych urządzeń wejścia-wyjścia.
- Część połączeń szynowych została zastąpiona połączeniami typu punkt-punkt, o dużo większej przepustowości.
- Mostek północny zawiera sterownik pamięci.
- Mostek południowy nie pełni roli mostu pomiędzy szynami, lecz zawiera sterowniki większości niezbędnych w komputerze PC urządzeń zewnętrznych.

a)Od 2006:

- Sterownik pamięci umieszczony jest w procesorze.
- Mostek północny wyposażony w indywidualne łącza dla sterowników urządzeń zewnętrznych, zrealizowane w standardzie PCI express.
- Mostek południowy jest zintegrowanym sterownikiem urządzeń zewnętrznych.
- Szyna PCI została zachowana w celu umożliwienia podłączenia starszych sterowników urządzeń (skazana na usunięcie podobnie jak kiedyś EISA).

#### 4. Co to jest szyna? Jak procesory korzystają z szyny porozumiewając się z pamięcią?

Szyna jest połączeniem między jednostką centralną i pamięcią komputera. Ze względu na specyfikacje połączeń wyróżniamy:

Szyna sterująca (ang. *control bus*) - połączenie między jednostką centralną i pamięcią oraz układem wejścia-wyjścia, które przenosi sygnały od mikroprocesora, określające jaki rodzaj operacji ma wykonać układ współpracujący (np. odczyt lub zapis pamięci).

Szyna adresowa (ang. *address bus*) – połączenie między jednostką centralną i pamięcią, które przenosi adres z/do miejsc, gdzie jednostka centralna chce czytać lub pisać. Liczba bitów szyny adresowej określa maksymalną wielkość pamięci, do jakiej procesor ma dostęp.

Szyna danych (ang. *data bus*) – część magistrali odpowiedzialna za transmisję właściwych danych, w odróżnieniu od danych adresowych (za co odpowiedzialna jest szyna adresowa), czy sygnałów sterujących. Podział taki ma sens jedynie dla magistrali, w których taka część jest wydzielona, czyli na ogół dla magistral równoległych.

Szerokość szyny danych (liczba linii danych, a więc równolegle przesyłanych bitów) oraz częstotliwość z jaką dane są na nią podawane (najczęściej jest to częstotliwość cyklu zegarowego magistrali) określa szybkość transmisji danych danej magistrali.

W bardziej złożonych systemach komputerowych, gdzie jest wiele różnych magistral, może być również wiele szyn danych.

Przykładowo moduły pamięci DDR SDRAM używają 64-bitowej szyny danych, a dane są na nią podawane z częstotliwością dwukrotnie większą niż cykl zegara.

#### 5. Wyjaśnić pojęcie spójności pamięci w wieloprocessorach.

W wieloprocessorze, każdy procesor posiada własna pamięć podręczną oraz ogólną pamięć dla wszystkich procesorów. Muszą istnieć mechanizmy zapewniające przechowywanie takich samych informacji w pamięci podręcznej procesora i wspólnej pamięci wszystkich procesorów.

Niewielkie wieloprocesory używają protokołu spójność. Posiada on trzy ważne cechy:

- Spójność jest osiągana poprzez monitorowanie szyny przez wszystkie pamięci podręczne.
- Protokół jest wbudowany w jednostkę zarządzającą pamięcią.
- Cały algorytm jest wykonany w ramach cyklu pamięci.

Spójność pamięci utrzymywana jest w sposób

sprzętowy, podobny do zastosowanego w przypadku wieloprocesorów szynowych. Jednostkami

przesyłania danych, na które podzielona jest pamięć wspólna, są 32-bajtowe bloki.

## **6. Jakie właściwości muszą posiadać pamięci podręczne w wieloprocesorach, aby zapewnić spójność pamięci.**

Pamięć podręczna musi być przepisywalna – powinna przepisywać dane do pamięci ogólnej. Podglądająca – powinna podsłuchiwać szynę i sprawdzać czy dane zapisywane do pamięci ogólnej są aktualne z tymi przechowywanymi w pamięci podręcznej i w razie konieczności aktualizować dane.

**Pamięć podręczna przepisywalna** (angielskie *write--through cache*), pamięć podręczna, która powoduje automatyczne przepisywanie uaktualnianych w niej informacji do pamięci operacyjnej.

**Pamięć podręczna podglądająca** (angielskie *snoopy cache, snooping cache*), pamięć podręczna obserwująca ruch w szynie wieloprocesora, dzięki czemu może automatycznie unieważniać własne bloki danych uaktualniane w innych pamięciach podręcznych systemu wieloprocesorowego.

## **7. Czy wieloprocesory szynowe mogą być budowane z większej liczby procesorów niż przełączane, czy z mniejszej? Wyjaśnić, dlaczego?**

Wieloprocesory szynowe mogą być budowane z mniejszej liczby procesorów niż przełączane ze względu na charakter współpracy z pamięcią. W architekturze szynowej tylko jeden procesor może komunikować się w danej chwili z pamięcią, a w architekturze przełączanej każdy procesor może współpracować z odrębnym modułem pamięci w danej chwili, co jest bezpośrednim efektem użycia wybieraków krzyżowych.

## **8. Wyjaśnić ideę przełącznika krzyżowego stosowanego w wieloprocessorach.**

Przełącznik krzyżowy łączy proces z modulem pamięci. W przypadku gdy mamy dostępnych  $n$  procesorów i  $m$  modułów pamięci możemy skonstruować macierz  $n \times m$ , gdzie na przecięciu każdego wiersza i kolumny umieszczamy jeden przełącznik krzyżowy. Umożliwia na to połączenie dowolnego z procesorów z dowolnym z dostępnych modułów pamięci.

**Wybierak krzyżowy** (z angielskiego *crossbar switch*), elektromechaniczny lub elektroniczny przełącznik zawierający prostopadle biegnące ścieżki, które można łączyć ze sobą parami (pionowa z poziomą). W wykonaniu elektronicznym wybierak krzyżowy służy do przełączania między procesorami a modułami pamięci.

## **9. Wyjaśnić ideę sieci „Omega” stosowaną w wieloprocessorach.**

Sieć omega (angielskie *omega network*), organizacja wieloprocessora alternatywna wobec wybieraka krzyżowego; sieć przełączająca kojarząca moduły **pamięci** z procesorami za pomocą wielopunktowych przełączników. W sieci Omega dzięki zastosowaniu przełączników poczwórnych możemy stworzyć sieć przełączającą łączącą dowolny procesor z dowolnym modulem pamięci tylko przy użyciu tej samej liczby przełączników co procesorów czy modułów pamięci. Dodatkowo sposób łączenia przełączników z procesorami i modułami pamięci umożliwia zestawienie wielu bezkonfliktowych połączeń pomiędzy wybranymi procesorami a modułami pamięci.

## **10. Czym różnią się prawdziwe systemy rozproszone od stosowanych obecnie powszechnie systemów sieciowych?**

Sieciowe systemy operacyjne:

Stacje robocze połączone są siecią LAN.

Każda maszyna ma własny system operacyjny

Prawdziwe systemy rozproszone:

Wiele komputerów połączonych siecią

Wrażenie jednolitego systemu (wirtualny monoprocesor)

Wszyscy wykonują jeden system operacyjny w  $n$  kopiach

Dzielenie plików na dobrze określonej semantyce.

### Sieciowe systemy operacyjne

- Jest to powszechnie obecnie stosowane podejście do systemów operacyjnych dla komputerów pracujących w środowisku rozproszonym. Polega ono na uzupełnieniu istniejącego systemu (np. Unix, Windows) o funkcje związane z obsługą sieci.

- Zdalne logowanie i praca na innej maszynie.
- Transfer plików do/i zdalnej maszyny.
- Sieciowy system plików (zaimplementowany na jednej maszynie)
- e-mail, www, etc.

- Generalnie w tym podejściu użytkownicy są świadomi istnienia wielu maszyn,

a korzystanie z zasobów innej maszyny odbywa się w sposób jawny.

### Systemy rozproszone

- W tego typu systemach korzystanie z zasobów zdalnych wygląda tak samo, jak

korzystanie z zasobów lokalnych.

- Użytkownicy nie są świadomi istnienia wielu maszyn.
- Migracja procesów. Proces (lub jego część) z maszyny obciążonej może migrować do maszyn mniej obciążonych.
- Migracja danych. Dane z maszyny zdalnej mogą migrować na maszynę lokalną.
- Systemy rozproszone są obecnie przedmiotem intensywnych badań podstawowych i stosowanych .
- Przykład: OpenMosix cluster
- Przykład: klastry wykorzystujące systemy kolejkowe.

## **11. Jak działa system operacyjny w przypadku wieloprocessora.**

Wiele jednostek centralnych z pamięcią podręczną, wspólna pamięć dzielona, wspólny dysk (dyski), połączenie szyną, jedna kolejka uruchomień procesów.

System operacyjny działa wówczas na zasadzie wieloprocessowości.

Wieloprocessorowość symetryczna - Symmetric multiprocessing (SMP)

) Każdy procesor wykonuje identyczną kopię systemu operacyjnego.

) Wiele procesów może się wykonywać równocześnie.

) Większość współczesnych systemów pozwala na SMP

□ Wieloprocessorowość asymetryczna

) Każdemu procesorowi powierzane jest specyficzne zadanie; procesor główny (master) planuje i przydziela zadania procesorom podrzędnym (slave).

) Częściej stosowana w bardzo dużych systemach.

## **12. Wyjaśnić pojęcie przezroczystości w systemach rozproszonych?**

**Przezroczystość** (ang. *transparency*) – właściwość systemu powodująca postrzeganie systemu przez użytkownika jako całości, a nie poszczególnych składowych; Postrzeganie systemu przez użytkownika jako całości, a nie poszczególnych składowych. Pewne zjawiska zachodzą głęboko wewnątrz systemu operacyjnego bez wiedzy i udziału użytkowników systemu.

## **13. Co oznacza przezroczystość położenia (location transparency) w systemach rozproszonych.**

W rozproszonym systemie operacyjnym użytkownicy uzyskują dostęp do zasobów zdalnych w taki sam sposób jak do zasobów lokalnych, bez znajomości ich lokalizacji; użytkownicy nie mogą określić położenia zasobu, np. na podstawie jego nazwy.

## **14. Co oznacza przezroczystość zwielokrotnienia w systemach rozproszonych?**

Podstawowym nakazem schematu zwielokrotniania jest umieszczanie replik zasobów w maszynach, które są od siebie niezależne w wypadku awarii. Oznacza to, że na dostępność jednej kopii nie ma wpływu dostępność pozostałych kopii. Możliwe jest więc użycie wielu kopii obiektów informacji bez wiedzy użytkowników i programów użytkowych o zwielokrotnieniach. Użytkownicy nie są w stanie określić liczby istniejących kopii, a stwierdzić faktu istnienia takich kopii; użytkownik nie zauważa faktu zwielokrotniania zasobów.

## **15. Co oznacza przezroczystość wędrówki – migracji (migration transparency) w systemach rozproszonych?**

Zasoby mogą być przemieszczane bez wpływu na działania użytkowników i programów użytkowych. Wędrówka danych i procesów z jednego stanowiska do innego odbywa się pod nadzorem systemu operacyjnego; można przenosić zasoby między serwerami bez zmiany odwoływania się do nich.

