

Тема 14. Багатомашинні та багатопроцесорні комп'ютерні системи

Обчислювальні системи можуть будуватися на базі декількох комп'ютерів або на базі декількох процесорів. В першому випадку ОС буде багатомашинною, в другому - багатопроцесорною.

Багатомашинна ОС містить деяке число комп'ютерів, інформаційно взаємодіючих між собою. Комп'ютери можуть знаходитися поряд один з одним, а можуть бути віддаленими один від одного на деяку, іноді значну відстань (обчислювальні мережі).

В багатомашинних ОС кожний комп'ютер працює під управлінням своєї операційної системи (ОпС). А оскільки обмін інформацією між комп'ютерами, що взаємодіють один з одним, виконується під управлінням ОпС, динамічні характеристики процедур обміну дещо погіршуються (потрібен час на узгодження роботи самих ОпС). Інформаційна взаємодія комп'ютерів в багатомашинній ОС може бути організовано на рівні:

- процесорів;
- оперативної пам'яті;
- каналів зв'язку.

При безпосередній взаємодії процесорів один з одним інформаційний зв'язок реалізується через реєстри процесорної пам'яті і вимагає наявності в ОпС дуже складних спеціальних програм.

Взаємодія на рівні оперативної пам'яті (ОП) зводиться до програмної реалізації загального поля оперативної пам'яті, що дещо простіше, але також вимагає суттєвої модифікації ОпС. Під загальним полем мається на увазі рівнодоступність модулів пам'яті: всі модулі пам'яті доступні всім процесорам і каналам зв'язку.

На рівні каналів зв'язку взаємодія організовується найбільш просто і може бути досягнуто зовнішніми по відношенню до ОпС програмами-драйверами, що забезпечують доступ від каналів зв'язку однієї машини до зовнішніх пристроїв

інших (формується загальне поле зовнішньої пам'яті і загальний доступ до пристроїв вводу-виводу).

Все вищесказане ілюструється схемою взаємодії комп'ютерів в двохмашинній ОС, представленій на рис. 13.14.

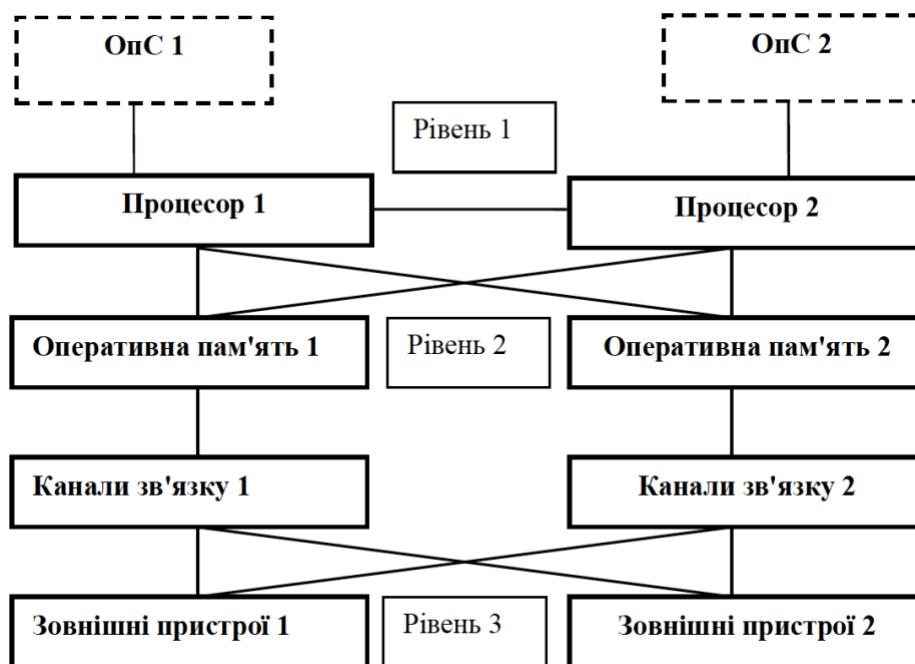


Рисунок 13.14 – Схема взаємодії комп'ютерів в ОС

Зважаючи на складність організації інформаційної взаємодії на 1-у і 2-у рівнях в більшості багатомашинних ОС використовується 3-й рівень, хоча і динамічні характеристики (в першу чергу швидкодія), і показники надійності таких систем істотно нижче.

В багатопроцесорній ОС є декілька процесорів, інформаційно взаємопов'язаних між собою або на рівні регістрів процесорної пам'яті, або на рівні ОЗП. Цей тип взаємодії використовується в більшості випадків, бо організовується значно простіше і зводиться до створення загального поля оперативної пам'яті для всіх процесорів. Загальний доступ до зовнішньої пам'яті і пристроїв вводу-виводу забезпечується звичайно через канали ОЗП. Важливим є і те, що багатопроцесорна обчислювальна система працює під управлінням

єдиної ОпС, загальної для всіх процесорів. Це істотно покращує динамічні характеристики ОС, але вимагає наявності спеціальної, дуже складної ОпС.

Схема взаємодії процесорів в ОС показана на рис. 13.15.

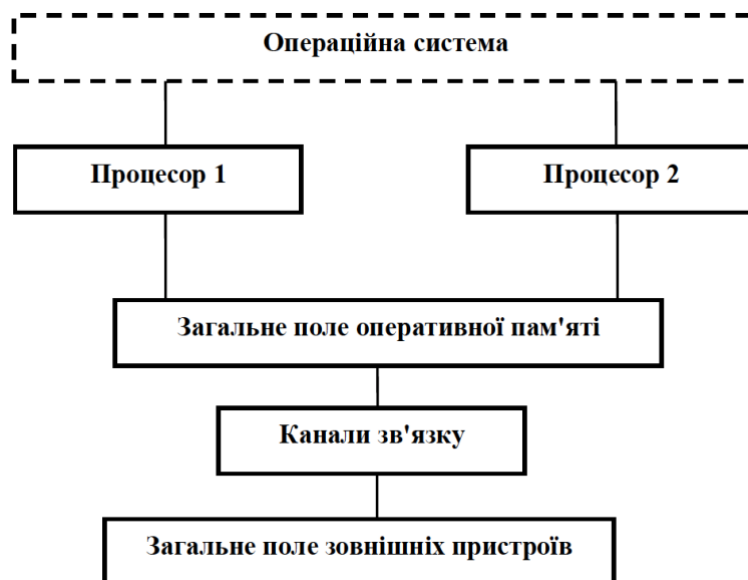


Рисунок 13.15 – Схема взаємодії процесорів в ОС

Швидкодія і надійність багатопроцесорних ОС в порівнянні з багатомашинними, взаємодіючими на 3-у рівні, істотно підвищуються,

по – перше, із-за більш швидкого обміну інформацією між процесорами, більш швидкого реагування на ситуації, що виникають в системі;

по – друге, зважаючи на більший ступінь резервування пристроїв системи (система зберігає працездатність, поки працездатні хоча б по одному модулю кожного типу пристроїв).

Типовим прикладом масових багатомашинних ОС можуть служити комп'ютерні мережі, прикладом багатопроцесорних ОС – суперкомп'ютери.

14.1 Сучасні суперкомп'ютери

Нові наукові області вимагають все більше обчислювальної потужності. Сучасне прогнозування погоди, моделювання ядерних випробувань, моделювання клітин на молекулярному рівні і навіть імітація людського мозку з кожним днем вимагають все більше і більше від потужних суперкомп'ютерів.

Існує дуже багато компаній які конкурують між собою у створенні найпотужнішого суперкомп'ютера в світі. У процесі такої своєрідної гонки інженери розробляють, модифікують багато частин і компонентів комп'ютера. Більшість з них дуже схожі на компоненти звичайного настільного комп'ютера.

Центральний процесор. Сучасні суперкомп'ютери часто об'єднують десятки тисяч споживчих процесорів в масиви.

Охолодження. Потужні суперкомп'ютери споживають дуже багато енергії. Наприклад, для нормальної роботи Tianhe 2 потрібно стільки енергії скільки споживає невелике місто. Велика частина цієї енергії виділяється як тепло, тому інженери повинні подбати про те щоб їх суперкомп'ютера для нормальної роботи було досить прохолодно.

Транзистори. Чим більше транзисторів на інтегральній схемі, тим більше її обчислювальна потужність і здатність виконувати більшу кількість операцій.

Розглянемо п'ять перших суперкомп'ютерів зі списку Top500 в 2017 році.

Проект Top-500 був запущений в 1993-му, і двічі на рік (у червні і листопаді) публікує актуальний рейтинг найпотужніших суспільно відомих комп'ютерних систем світу.

Найпотужнішим суперкомп'ютером в світі на 2017 рік є Sunway TaihuLight.

Продуктивність Sunway TaihuLight становить 93 петафлопс (10 в 15-му ступені обчислювальних операцій з плаваючою комою в секунду).

Sunway TaihuLight, який використовується для кліматичного моделювання і проведення медико-біологічних досліджень, містить 10,65 мільйонів ядер - близько 41 тисячі вузлів. Суперкомп'ютер розроблений Національним дослідницьким центром паралельної обчислювальної техніки і технологій КНР, його розмістили в Національному центрі суперкомп'ютерів в місті Усі провінції Цзяньсу.

Втім, комп'ютер TaihuLight, з його продуктивністю в 93 петафлопса, здасться блідою плямою на тлі ексафлопсного комп'ютера, який китайський уряд планує створити до 2020 року. Але вже в цьому році, згідно з повідомленнями офіційних ЗМІ країни, Китай планує розробити першу робочу модель

ексафлопсної кібернетичної машини. Один ексафлоп дорівнює тисячі петафлоп і означає мільярд мільярдів (або квінтільйон, або 10 000 000 000 000 000 000) операцій в секунду.

Tianhe-2 раніше був відомий як MILKYWAY-2 був розроблений Національним університетом технологій оборони Китаю. Став найпотужнішим суперкомп'ютером у світі в 2013 році коли обігнав свого конкурента Titan. На сьогоднішній день він стоїть на другому місці. Максимальна швидкість досягає 33,86 petaFLOPS. Така величезна продуктивність завдяки 16 тисячам вузлів які складаються з Intel Ivy Bridge і Xeon Phi. Китай створив цей суперкомп'ютер спеціально для моделювання різних додатків безпеки.

Третю позицію займає потужний швейцарський суперкомп'ютер Piz Daint, який в 2016 році отримав велике оновлення. Модифікація дозволила збільшити продуктивність в три рази, таким чином Piz Daint отримав швидкість 25,3 petaFLOPS. Таким чином зараз цей суперкомп'ютер найпотужніший за межами Азії. Незабаром вчені планують підключити його до Великого адронного колайдера.

На четвертому місці знаходиться система Gyoukou, що належить Японському агентству науки і технологій з вивчення морських надр (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). Суперкомп'ютер має 1250 16-ядерних процесорів Xeon і шину Infiniband EDR, але більшу частину обчислювальної потужності йому забезпечують 19,84 млн ядер прискорювачів Rezu-SC2. Максимальна стійка продуктивність системи становить 19,14 PFLOPS, а пікова – 28,19 PFLOPS. Дуже суттєвою особливістю Gyoukou стала висока ефективність енергоспоживання, яка становить 14,17 GFLOPS / Вт і в два рази перевершує ефективність сусідів цього суперкомп'ютера по рейтингу Top500.

Gyoukou змістив з раніше займаних місць американський суперкомп'ютер Titan, побудований компанією Cray, а також Sequoia, створений IBM.

Titan є самим відомим суперкомп'ютером на заході. Знаходиться він в Національній лабораторії Oak Ridge в Теннесі. Довгий час був найпотужнішим суперкомп'ютером у світі, поки Tianhe-2 не обігнав його в 2013 році. Titan

перший хто об'єднав в собі процесори AMD Opteron і графічні процесори NVIDIA Tesla, таким чином його продуктивність становить 19,14 PFLOPS, а пікова - 27 petaFLOPS.