

Tính toán song song và phân tán

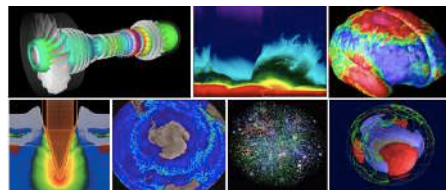
PGS.TS. Trần Văn Lăng

langtv@vast.vn

Tài liệu: Introduction to Parallel Computing

Blaise Barney, Lawrence Livermore National Laboratory

https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/



Introduction to Parallel Computing

Author: Blaise Barney, Lawrence Livermore National Laboratory

Table of Contents

1. About
2. Overview
3. What is Parallel Computing?
4. Why Use Parallel Computing?
5. Concepts and Terminology
6. Performance Considerations
7. Parallelism in Nature
8. Parallelism in Computers
9. Shared Memory Architectures
10. Distributed Memory Architectures
11. Hybrid Architectures
12. OpenMP
13. MPI
14. GPU Computing
15. Summary

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

1

Kiến trúc bộ nhớ của máy tính song song

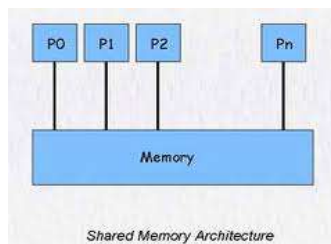
- Shared Memory (bộ nhớ chia sẻ)
- Distributed Memory (bộ nhớ phân tán)
- Hybrid Distributed – Shared Memory

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

2

Shared Memory

- Kiến trúc bộ nhớ chia sẻ
- Hay còn gọi là Global Memory



Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

3

Những đặc trưng chung

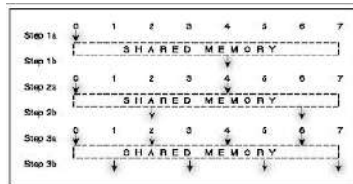
- Máy tính song song có bộ nhớ chia sẻ khác nhau rất nhiều, nhưng có cùng chung đặc tính đó là tất cả các bộ xử lý đều truy cập đến tất cả các bộ như như là một không gian địa chỉ chung (global address space)
- Nhiều bộ xử lý có thể hoạt động độc lập nhưng chia sẻ cùng một tài nguyên bộ nhớ.

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

4

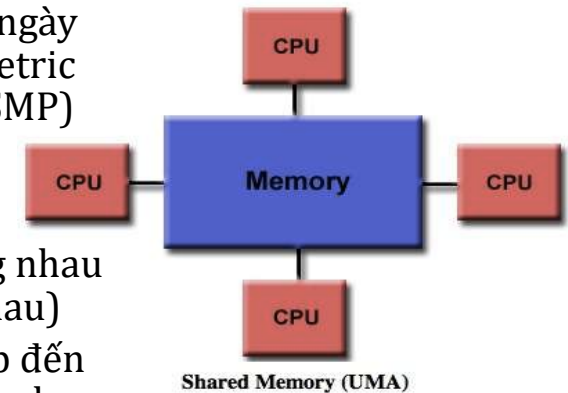
Những đặc trưng chung

- Thay đổi dữ liệu ở một vị trí bộ nhớ được thực hiện bởi một bộ xử lý này thì tất cả các bộ xử lý khác có thể thấy được sự thay đổi đó
- Máy có bộ nhớ chia sẻ có thể phân thành hai lớp chính dựa trên thời gian truy cập bộ nhớ: **UMA** và **NUMA**.



Uniform Memory Access (UMA)

- Đại diện đa phần ngày nay là máy Symmetric Multiprocessor (SMP)

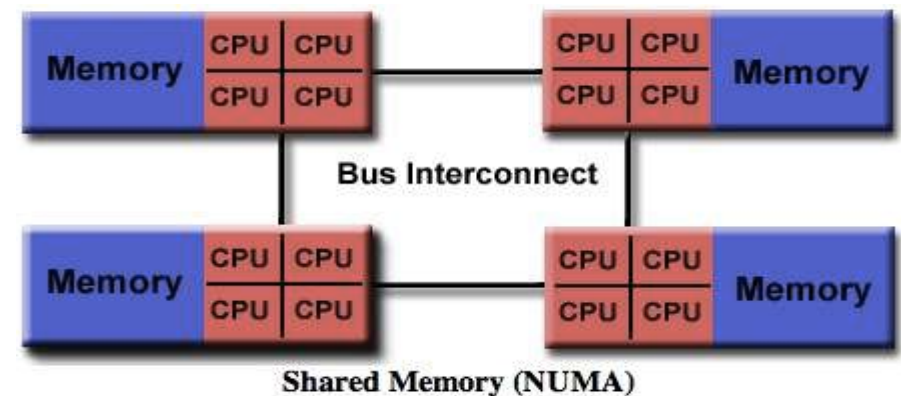


- Các bộ xử lý giống nhau (đồng nhất với nhau)
- Thời gian truy cập đến các bộ nhớ là như nhau

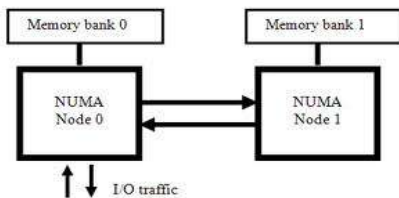
Uniform Memory Access (UMA)

- Đôi khi còn được gọi là CC-UMA - Cache Coherent UMA.
 - Cache nhất quán (coherent) nghĩa là nếu một bộ xử lý cập nhật dữ liệu ở một vị trí trong bộ nhớ chia sẻ thì tất cả các bộ xử lý khác biết về sự cập nhật này
 - Sự nhất quán của cache được thực hiện ở mức phần cứng.

Non-Uniform Memory Access (NUMA)



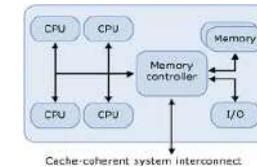
- Về mặt vật lý, thường được tạo nên từ hai hoặc nhiều hơn các SMP
- Một SMP có thể truy cập trực tiếp đến bộ nhớ của SMP khác.



Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

9

- Không phải tất cả các bộ xử lý đều có thời gian truy cập đến các bộ nhớ là như nhau.
- Truy cập bộ nhớ thông qua các liên kết nên chậm.



Cache-coherent system interconnect.

- Nếu cache coherency được duy trì, thì cũng có thể gọi CC-NUMA - Cache Coherent NUMA

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

10

Ưu điểm

- Không gian địa chỉ chung cung cấp cách thức truy cập bộ nhớ thân thiện với người lập trình
- Dữ liệu chia sẻ giữa các task vừa nhanh vừa nhất quán

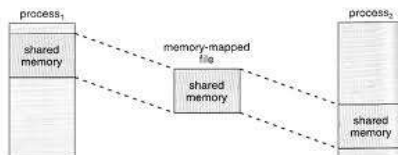


Figure 9.24 Shared memory in Windows using memory-mapped I/O.

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

11

Nhược điểm

- Bất lợi đó là việc thiếu khả năng mở rộng (tỷ lệ) giữa bộ nhớ và các CPU.
 - Việc tăng thêm nhiều CPU làm gia tăng lưu lượng truy cập giữa CPU và bộ nhớ chia sẻ;
 - Và ngay cả với việc quản lý giữa cache và bộ nhớ.



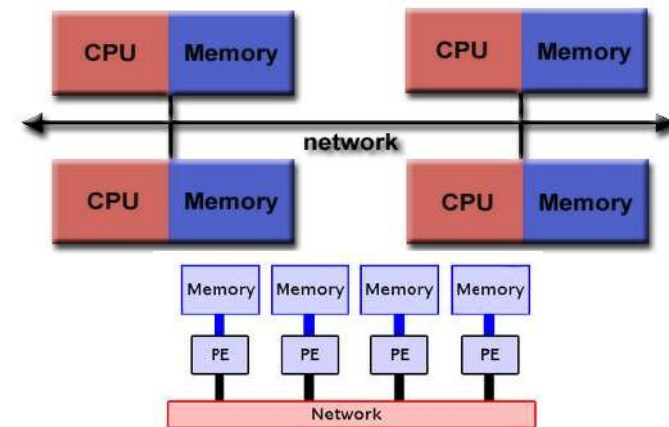
Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

12

- Người lập trình phải chịu trách nhiệm trong việc xây dựng sự đồng bộ sao cho bảo đảm đúng khi truy cập bộ nhớ chung
- Về mặt chi phí: càng ngày càng khó khăn và tốn kém trong việc thiết kế và sản xuất máy tính có bộ nhớ chia sẻ; Trong khi thực tế, việc gia tăng số bộ xử lý là một nhu cầu trong sản xuất máy tính.

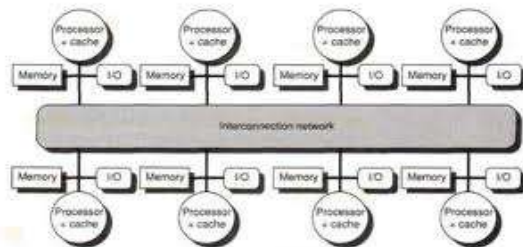
2. Distributed Memory

- Distributed Memory (bộ nhớ phân tán)



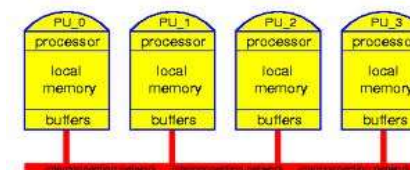
Đặc tính chung

- Hệ thống bộ nhớ phân tán đòi hỏi có một mạng giao tiếp để kết nối giữa bộ nhớ của các bộ xử lý

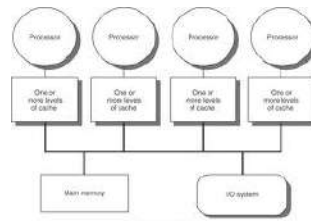


- Bộ xử lý có bộ nhớ địa phương riêng.
 - Địa chỉ bộ nhớ trong một bộ xử lý không ảnh xạ đến bộ xử lý khác,
 - Vì vậy không có khái niệm không gian địa chỉ toàn cục xuyên qua tất cả các bộ xử lý

DISTRIBUTED-MEMORY COMPUTER with 4 PUs



- Mỗi bộ xử lý có bộ nhớ riêng, hoạt động độc lập.
 - Nên việc thay đổi bộ nhớ cục bộ này không làm ảnh hưởng đến bộ nhớ của bộ xử lý khác.
 - Từ đây, khái niệm nhất quán của cache (cache coherency) không áp dụng.



- Khi một bộ xử lý cần truy cập đến dữ liệu trong bộ xử lý khác, thường đó là nhiệm vụ của người lập trình.
 - Họ phải xác định rõ cách nào và khi nào dữ liệu được truyền.
 - Việc đồng bộ hóa giữa các task cũng là nhiệm vụ của người lập trình



Ưu điểm

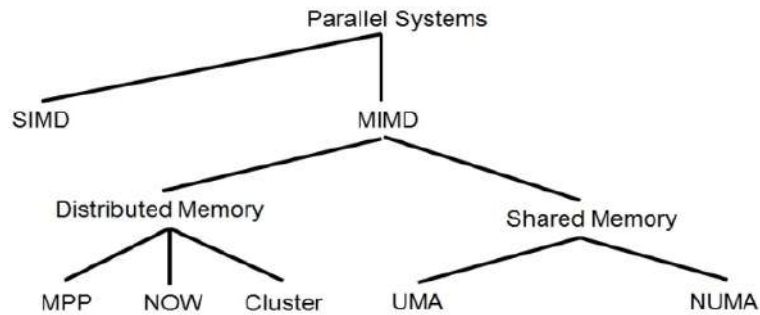
- Bộ nhớ tỷ lệ với số bộ xử lý:
 - Tăng số bộ xử lý thì kích thước bộ nhớ cũng tăng tương ứng
- Mỗi bộ xử lý nhanh chóng truy cập đến bộ nhớ riêng không cần bất kỳ một sự can thiệp nào và cũng không phát sinh thêm chi phí.

Nhược điểm

- Người lập trình chịu trách nhiệm nhiều chi tiết liên quan đến việc truyền dữ liệu giữa các bộ xử lý.
- Khó khăn khi ánh xạ cấu trúc dữ liệu tồn tại (trên cơ sở bộ nhớ toàn cục) đến tổ chức của bộ nhớ phân tán này.
- Thời gian truy cập bộ nhớ không đồng nhất (NUMA)

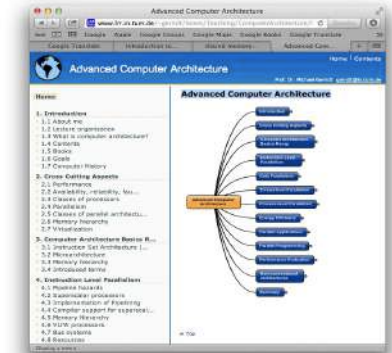
Nhận xét

- Phân loại chung



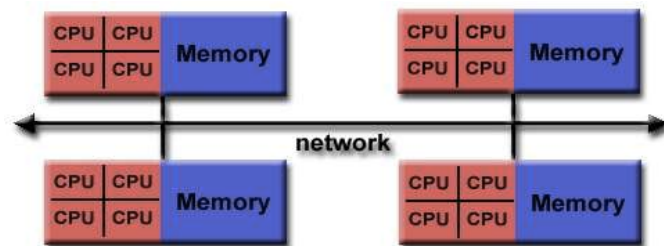
Tham khảo thêm

- Advanced Computer Architecture (4 Nov 2012)
<http://www.lrr.in.tum.de/~gerndt/home/Teaching/ComputerArchitecture/Script/index.html>

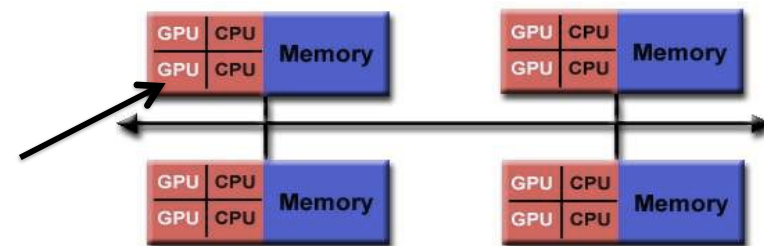


3. Hybrid Distributed-Shared Memory

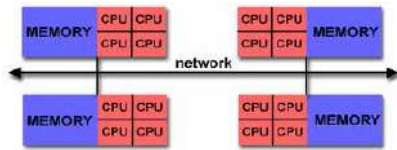
- Các máy tính lớn nhất và nhanh nhất thế giới hiện nay đều sử dụng kiến trúc bộ nhớ chia sẻ và phân tán



- Các thành phần của bộ nhớ chia sẻ có thể là một máy SMP với cache coherence hoặc (và) là GPU (Graphics Processing Unit).



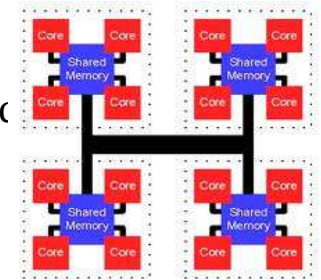
- Các thành phần của một bộ nhớ phân tán là mạng của các máy SMP/GPU,
 - Nên chỉ biết về bộ nhớ của chính nó mà không biết bộ nhớ của máy khác.
 - Vì vậy, giao tiếp mạng là cần thiết để di chuyển dữ liệu từ SMP/GPU đến các máy khác.



Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

25

- Xu hướng hiện nay chỉ ra rằng loại kiến trúc bộ nhớ này tiếp tục chiếm ưu thế và gia tăng trong tương lai gần



- **Ưu điểm và nhược điểm:** có tất cả những ưu và nhược điểm của cả hai loại kiến trúc.

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

26

Minh chứng loại này

- Titan, a Cray XK7 system installed at Oak Ridge, achieved 17.59 Petaflop/s (quadrillions of calculations per second) on the Linpack benchmark. **Titan has 560,640 processors, including 261,632 NVIDIA K20x accelerator cores.**

(<http://www.top500.org/lists/2012/11>)

Dr. Tran Van Lang, Assoc. Prof. in Computer Science

27