**Chương 2: Ước lượng đơn giản, tổng quan**

Trong một cuộc phỏng vấn thiết kế hệ thống, đôi khi bạn sẽ được yêu cầu ước lượng khả năng hoặc yêu cầu hiệu suất của hệ thống bằng cách sử dụng phương pháp ước lượng tờ giấy lề. Theo Jeff Dean, Đồng Sáng lập Viện Viện Thành viên Cao cấp của Google, "các tính toán tờ giấy lề là các ước lượng bạn tạo ra bằng cách sử dụng sự kết hợp của các thí nghiệm tư duy và các con số hiệu suất phổ biến để có được một cảm giác tốt về những thiết kế nào sẽ đáp ứng yêu cầu của bạn" [1].

Bạn cần phải có một ý thức tốt về cơ bản về tính mở rộng để thực hiện hiệu quả việc ước lượng tờ giấy lề. Các khái niệm sau đây nên được hiểu rõ: sức mạnh của hai [2], số liệu trễ mà mọi lập trình viên nên biết, và số liệu về tính sẵn có.

**Sức mạnh của hai**

Mặc dù khối lượng dữ liệu có thể trở nên rất lớn khi làm việc với các hệ thống phân tán, nhưng tính toán cuối cùng dựa vào các khái niệm cơ bản. Để có được các tính toán chính xác, việc biết đơn vị khối lượng dữ liệu bằng sức mạnh của 2 là rất quan trọng. Một byte là một chuỗi gồm 8 bit. Một ký tự ASCII sử dụng một byte bộ nhớ (8 bit). Dưới đây là một bảng giải thích về đơn vị khối lượng dữ liệu (Bảng 2-1).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sức mạnh | Giá trị gần đúng | Tên đầy đủ | Tên viết tắt |
| 10 | 1 nghìn | 1 Kilobyte | 1 KB |
| 20 | 1 triệu | 1 Megabyte | 1 MB |
| 30 | 1 tỉ | 1 Gigabyte | 1 GB |
| 40 | 1 nghìn tỉ | 1 Terabyte | 1 TB |
| 50 | 1 triệu tỉ | 1 Petabyte | 1 PB |

**Các số liệu trễ mà mọi lập trình viên nên biết**

Tiến sĩ Dean từ Google tiết lộ độ dài của các hoạt động máy tính điển hình vào năm 2010 [1]. Một số con số đã lỗi thời khi máy tính trở nên nhanh hơn và mạnh mẽ hơn. Tuy nhiên, những con số đó vẫn nên có thể cho chúng ta một ý tưởng về sự nhanh chóng và chậm chạp của các hoạt động máy tính khác nhau.

|  |  |
| --- | --- |
| Tên hoạt động | Thời gian |
| Tham chiếu bộ nhớ cache L1 | 0.5 ns |
| Dự đoán nhánh sai | 5 ns |
| Tham chiếu bộ nhớ cache L2 | 7 ns |
| Khóa/Mở khóa Mutex | 100 ns |
| Tham chiếu bộ nhớ chính | 100 ns |
| Nén 1K byte bằng Zippy | 10,000 ns = 10 µs |
| Gửi 2K byte qua mạng 1 Gbps | 20,000 ns = 20 µs |
| Đọc 1 MB tuần tự từ bộ nhớ | 250,000 ns = 250 µs |
| Đi lại trong cùng một trung tâm dữ liệu | 500,000 ns = 500 µs |
| Tìm kiếm đĩa | 10,000,000 ns = 10 ms |
| Đọc 1 MB tuần tự từ mạng | 10,000,000 ns = 10 ms |
| Đọc 1 MB tuần tự từ đĩa | 30,000,000 ns = 30 ms |
| Gửi gói tin từ CA (California) -> Hà Lan -> CA | 150,000,000 ns = 150 ns |

Notes:

ns = nanosecond, µs = microsecond, ms = millisecond

1 ns = 10^-9 seconds

1 µs= 10^-6 seconds = 1,000 ns

1 ms = 10^-3 seconds = 1,000 µs = 1,000,000 ns

Một kỹ sư phần mềm của Google đã xây dựng một công cụ để minh họa các con số của Tiến sĩ Dean. Công cụ cũng xem xét yếu tố thời gian. Hình 2-1 hiển thị các số liệu trễ được minh họa tính đến năm 2020 (nguồn của hình ảnh: tài liệu tham khảo [3]).



Bằng cách phân tích các số liệu trong Hình 2-1, chúng ta đưa ra các kết luận sau:

- Bộ nhớ nhanh nhưng ổ đĩa chậm.

- Tránh tìm kiếm trên ổ đĩa nếu có thể.

- Các thuật toán nén đơn giản là nhanh.

- Nén dữ liệu trước khi gửi qua internet nếu có thể.

- Các trung tâm dữ liệu thường ở các vùng khác nhau, và mất thời gian để gửi dữ liệu giữa chúng.

**Các số liệu về tính sẵn có**

Tính sẵn có cao là khả năng của một hệ thống hoạt động liên tục trong một khoảng thời gian mong muốn. Tính sẵn có cao được đo lường dưới dạng phần trăm, với 100% có nghĩa là dịch vụ không gặp sự cố downtime. Hầu hết các dịch vụ nằm trong khoảng từ 99% đến 100%.

Một thỏa thuận mức dịch vụ (SLA) là một thuật ngữ phổ biến được sử dụng cho các nhà cung cấp dịch vụ. Đây là một thỏa thuận giữa bạn (nhà cung cấp dịch vụ) và khách hàng của bạn, và thỏa thuận này định rõ mức độ hoạt động của dịch vụ của bạn. Các nhà cung cấp dịch vụ đám mây như Amazon [4], Google [5] và Microsoft [6] đều đặt SLA của họ ở mức 99,9% trở lên. Thời gian hoạt động được truyền thống đo bằng các số "nines". Càng nhiều số "nines", càng tốt. Như được thể hiện trong Bảng 2-3, số lượng số "nines" tương quan với thời gian downtime của hệ thống được mong đợi.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| % khả dụng | Thời gian ngừng hoạt động mỗi ngày | Thời gian ngừng hoạt động mỗi năm |
| 99% | 14.40 phút | 3.65 ngày |
| 99.9% | 1.44 phút | 8.77 tiếng |
| 99.99% | 8.64 giây | 52.60 phút |
| 99.999% | 864.00 triệu giây | 5.26 phút |
| 99.9999% | 86.40 triệu giây | 31.56 giây |

**Ví dụ: Ước lượng Twitter QPS và yêu cầu lưu trữ**

Vui lòng lưu ý rằng các con số sau chỉ dành cho bài tập này vì chúng không phải là con số thực tế từ Twitter.

Giả định:

• 300 triệu người dùng hoạt động hàng tháng.

• 50% số người dùng sử dụng Twitter hàng ngày.

• Người dùng đăng 2 tweet mỗi ngày trung bình.

• 10% số tweet chứa phương tiện truyền thông.

• Dữ liệu được lưu trữ trong 5 năm.

Ước lượng:

Ước lượng Query per second (QPS):

• Người dùng hoạt động hàng ngày (DAU) = 300 triệu \* 50% = 150 triệu

• Tweets QPS = 150 triệu \* 2 tweets / 24 giờ / 3600 giây = ~3500

• QPS tối đa = 2 \* QPS = ~7000

Chúng ta chỉ sẽ ước lượng lưu trữ phương tiện ở đây.

• Kích thước trung bình của tweet:

• tweet\_id 64 byte

• nội dung 140 byte

• phương tiện 1 MB

• Lưu trữ phương tiện: 150 triệu \* 2 \* 10% \* 1 MB = 30 TB mỗi ngày

• Lưu trữ phương tiện trong 5 năm: 30 TB \* 365 \* 5 = ~55 PB

Một số gợi ý

Ước lượng tờ giấy lề là về quá trình. Giải quyết vấn đề quan trọng hơn việc thu được kết quả. Nhà phỏng vấn có thể kiểm tra kỹ năng giải quyết vấn đề của bạn. Dưới đây là một số gợi ý để tuân theo:

• Làm tròn và ước lượng. Việc thực hiện các phép toán toán học phức tạp trong buổi phỏng vấn khó khăn. Ví dụ, kết quả của "99987 / 9.1" là gì? Không cần phải dành thời gian quý báu để giải quyết các vấn đề toán học phức tạp. Không cần đòi hỏi sự chính xác. Sử dụng các số tròn và ước lượng một cách có lợi. Câu hỏi chia này có thể được đơn giản hóa như sau: "100,000 / 10".

• Ghi lại các giả định của bạn. Đây là một ý kiến tốt để ghi lại các giả định của bạn để có thể tham khảo sau này.

• Gắn nhãn cho các đơn vị của bạn. Khi bạn viết xuống "5", nó có nghĩa là 5 KB hay 5 MB? Bạn có thể làm mình bối rối với điều này. Viết xuống các đơn vị vì "5 MB" giúp loại bỏ sự mơ hồ.

• Các ước lượng tờ giấy lề thường được hỏi: QPS, QPS cao nhất, lưu trữ, bộ nhớ cache, số lượng máy chủ, v.v. Bạn có thể luyện tập các phép tính này khi chuẩn bị cho một buổi phỏng vấn. Luyện tập làm cho hoàn hảo.

Chúc mừng bạn đã đi được đến đây! Bây giờ hãy tự mình tán dương mình. Làm việc tốt!