**Lưu trữ truyền thống**

Dữ liệu trong bộ lưu trữ được lưu dưới dạng các bit (0 và 1) trong bộ nhớ của thiết bị. Cách tổ chức và quản lý dữ liệu phụ thuộc vào loại bộ lưu trữ, thường chia thành ba loại chính: bộ lưu trữ từ tính (magnetic storage), bộ lưu trữ quang học (optical storage), và bộ lưu trữ trạng thái rắn (solid-state storage).

**1. Bộ lưu trữ từ tính (Magnetic Storage)**

Ví dụ phổ biến của bộ lưu trữ từ tính là ổ cứng HDD (Hard Disk Drive) và băng từ (magnetic tape).

* **Cách lưu trữ**: Dữ liệu được ghi và đọc bằng cách sử dụng một đầu từ di chuyển qua các bề mặt từ tính (platter) của ổ đĩa, từ đó biến đổi từ trường để tạo ra các tín hiệu 0 và 1.
* **Tổ chức dữ liệu**: Dữ liệu được chia thành các sector và track để dễ dàng truy xuất. Mỗi sector chứa một lượng dữ liệu nhất định (thường là 512 byte hoặc 4 KB), và các track là các vòng tròn đồng tâm trên bề mặt từ tính.
* **Tốc độ và độ bền**: Ổ đĩa từ có dung lượng cao, nhưng tốc độ không cao bằng SSD, và dễ bị ảnh hưởng bởi các va chạm cơ học.

**2. Bộ lưu trữ quang học (Optical Storage)**

Ví dụ của bộ lưu trữ quang học bao gồm CD, DVD, và Blu-ray.

* **Cách lưu trữ**: Dữ liệu được ghi bằng cách chiếu một tia laser vào bề mặt đĩa quang để tạo ra các "rãnh" (pits) và "mặt phẳng" (lands) đại diện cho 0 và 1.
* **Tổ chức dữ liệu**: Đĩa quang lưu trữ dữ liệu dưới dạng vòng xoắn liên tục từ tâm ra rìa, giúp tăng mật độ lưu trữ.
* **Tốc độ và độ bền**: Bộ lưu trữ quang học không thể ghi lại nhiều lần (ngoại trừ đĩa CD-RW/DVD-RW), và có độ bền tương đối tốt với thời gian, không bị ảnh hưởng bởi từ trường hay sốc cơ học.

**3. Bộ lưu trữ trạng thái rắn (Solid-State Storage)**

Ví dụ phổ biến của bộ lưu trữ trạng thái rắn là ổ SSD (Solid-State Drive) và USB Flash.

* **Cách lưu trữ**: SSD sử dụng chip nhớ flash NAND để lưu trữ dữ liệu. Mỗi bit dữ liệu được lưu dưới dạng các electron tích điện hoặc không tích điện trong các ô nhớ (memory cells).
* **Tổ chức dữ liệu**: Dữ liệu được tổ chức thành các khối và trang. Mỗi trang chứa một lượng dữ liệu nhỏ hơn (thường là 4 KB), và nhiều trang tạo thành một khối.
* **Tốc độ và độ bền**: SSD nhanh hơn rất nhiều so với HDD vì không có bộ phận cơ học. Tuy nhiên, mỗi ô nhớ flash chỉ chịu được một số lần ghi giới hạn trước khi không thể sử dụng.

Để tính khối lượng lưu trữ cho 13 triệu terabyte (TB), ta cần biết loại bộ lưu trữ được sử dụng, vì mỗi loại có mật độ lưu trữ và khối lượng khác nhau. Dưới đây là cách ước tính khối lượng cho ba loại lưu trữ phổ biến:

1. **Ổ cứng HDD (Hard Disk Drive)**:
   * Một ổ HDD 3.5 inch thông thường có dung lượng khoảng 1–10 TB và nặng khoảng 0.4–0.7 kg.
   * Giả sử mỗi ổ HDD là 10 TB và nặng 0.5 kg:

Số lượng ổ cứng cần thiết =  =1,300,000 ổ HDD

Tổng khối lượng=1,300,000×0.5 kg=650,000 kg

* + Vậy, cần khoảng **650 tấn** nếu dùng ổ HDD.

1. **Ổ trạng thái rắn SSD (Solid-State Drive)**:
   * Ổ SSD 2.5 inch có dung lượng phổ biến là 1–8 TB và nặng khoảng 0.1 kg.
   * Giả sử mỗi ổ SSD là 8 TB và nặng 0.1 kg:

Số lượng ổ SSD cần thiết = = 1,625,000 ổ SSD

Tổng khối lượng=1,625,000×0.1 kg=162,500 kg

* + Cần khoảng **162.5 tấn** nếu dùng SSD.

1. **Băng từ (Magnetic Tape)**:
   * Băng từ có thể lưu trữ dung lượng lớn hơn với khối lượng nhỏ hơn, mỗi băng có thể chứa khoảng 20 TB và nặng khoảng 0.1 kg.
   * Giả sử mỗi băng chứa 20 TB:

Số lượng băng từ cần thiết=13,000,000 TB20 TB == 650,000 băng từ

Tổng khối lượng=650,000×0.1 kg=65,000 kg

* + Cần khoảng **65 tấn** nếu dùng băng từ.

Tóm lại, khối lượng lưu trữ cho 13 triệu TB sẽ vào khoảng:

* **650 tấn** nếu dùng ổ HDD,
* **162.5 tấn** nếu dùng ổ SSD,
* **65 tấn** nếu dùng băng từ.

**Lưu trữ dạng DNA**

DNA lưu trữ dữ liệu bằng cách tận dụng bốn loại nucleotide - Adenine (A), Thymine (T), Cytosine (C), và Guanine (G). Mỗi nucleotide có thể được xem như một đơn vị mã hóa dữ liệu, và vì chỉ có bốn loại, ta có thể biểu diễn chúng trong hệ nhị phân với 2 bit.

**Giải thích chi tiết**

1. **Bốn trạng thái và hệ nhị phân 2 bit**:
   * Trong hệ nhị phân, 2 bit có thể biểu diễn 4 giá trị khác nhau: 00, 01, 10, và 11.
   * Tương tự, ta có thể gán mỗi giá trị 2 bit cho một nucleotide:
     + A = 00
     + T = 01
     + C = 10
     + G = 11
2. **Tương đương 2 bit mỗi nucleotide**:
   * Với 2 bit, chúng ta có thể biểu diễn một trong bốn loại nucleotide (A, T, C, G). Vì vậy, mỗi nucleotide trong chuỗi DNA lưu trữ tương đương 2 bit dữ liệu nhị phân.
   * Khi mã hóa dữ liệu thành DNA, ta chuyển đổi dữ liệu nhị phân sang chuỗi các nucleotide, tương tự như chuyển đổi nhị phân thành các ký tự mã hóa khác trong máy tính.

**Ví dụ mã hóa**

Giả sử muốn lưu trữ chuỗi nhị phân 00110110:

* Ta chia chuỗi nhị phân này thành các nhóm 2 bit: 00, 11, 01, 10.
* Sau đó, ta gán mỗi nhóm cho nucleotide tương ứng:
  + 00 → A
  + 11 → G
  + 01 → T
  + 10 → C
* Kết quả là chuỗi DNA: AGTC.

Vì vậy, mỗi nucleotide lưu trữ được 2 bit, giúp DNA đạt mật độ lưu trữ cao hơn so với các hệ thống lưu trữ thông thường chỉ dùng 1 bit cho mỗi trạng thái (0 hoặc 1).

1. Khối lượng cần thiết

Lý do DNA có thể lưu trữ dữ liệu khổng lồ với trọng lượng nhỏ là nhờ vào cấu trúc và tính chất hóa học đặc biệt của nó:

1. **Mật độ lưu trữ cao**: DNA có mật độ lưu trữ cao nhất trong các công nghệ lưu trữ hiện nay. Các phân tử DNA nhỏ gọn và chứa hàng tỷ nucleotide trong một cấu trúc siêu nhỏ, giúp lưu trữ dữ liệu ở mức độ phân tử.
2. **Bộ mã hóa 4 loại nucleotide**: DNA có bốn nucleotide - Adenine (A), Thymine (T), Cytosine (C), và Guanine (G) - có thể mã hóa thông tin nhị phân. Nhờ sự kết hợp của bốn loại nucleotide này, DNA có thể mã hóa dữ liệu với mật độ cao hơn nhiều so với các bộ lưu trữ nhị phân truyền thống (chỉ sử dụng hai trạng thái 0 và 1).
3. **Khối lượng cực nhẹ**: 1 gram DNA có thể lưu trữ khoảng 215 PB (215,000 TB) dữ liệu, vì mỗi phân tử DNA chỉ cần các nguyên tử nhẹ như carbon, hydrogen, nitrogen, oxygen, và phosphorus. Điều này khác xa so với các bộ lưu trữ vật lý như ổ cứng, vốn cần các thành phần nặng và cồng kềnh hơn nhiều.
4. **Ổn định lâu dài**: DNA có khả năng tồn tại và lưu trữ dữ liệu hàng ngàn năm trong điều kiện lý tưởng mà không bị hư hỏng, trong khi các công nghệ lưu trữ khác (như ổ đĩa, băng từ) chỉ có tuổi thọ từ vài chục đến một trăm năm.

Do đó, để lưu trữ lượng dữ liệu khổng lồ như 13 triệu TB, DNA có khả năng lưu trữ vượt trội với một khối lượng cực kỳ nhỏ.

DNA lưu trữ dữ liệu thông qua bốn nucleotide (A, T, C, G). Mỗi nucleotide tương đương khoảng 2 bit dữ liệu. Với cách mã hóa hiện nay, 1 gram DNA tổng hợp có thể lưu trữ khoảng 215 petabyte (PB), tức là 215,000 TB.

**Tính toán**

Số gram DNA =≈ 60.47 gram

Vậy, để lưu trữ 13 triệu TB dữ liệu trong DNA, ta cần khoảng **60.47 gram DNA**

Tuy nhiên ta có thể thông qua một số thuật toán mã hóa nén để tăng thông tin được lưu trữ . Do một nu có thể thay thế cho 2bit nên độ phân biệt giữa lưu trữ bằng adn và truyền thống có thể là 2^n.

1. Sơ đồ chuyển đổi

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, biểu đồ, Phông chữ

Mô tả được tạo tự động