**Phần 4: Hệ thống tập tin Linux.**

**A.1 Hệ thống tệp linux là gì?**

Hệ thống tệp Linux là một cấu trúc nhiều mặt bao gồm ba lớp thiết yếu. Về cơ bản, Hệ thống tệp logic đóng vai trò là giao diện giữa ứng dụng người dùng và hệ thống tệp, quản lý các hoạt động như mở, đọc và đóng tệp. Trên hết, Hệ thống tệp ảo tạo điều kiện cho nhiều hệ thống tệp vật lý hoạt động đồng thời, cung cấp giao diện được tiêu chuẩn hóa để tương thích. Cuối cùng, Hệ thống tệp vật lý chịu trách nhiệm quản lý và lưu trữ hữu hình các khối bộ nhớ vật lý trên đĩa, đảm bảo phân bổ và truy xuất dữ liệu hiệu quả. Cùng với nhau, các lớp này tạo thành một kiến ​​trúc gắn kết, điều phối việc xử lý dữ liệu có tổ chức và hiệu quả trong hệ điều hành Linux.

**Cấu trúc hệ thống tệp Linux:**

***1. Hệ thống tệp logic:***

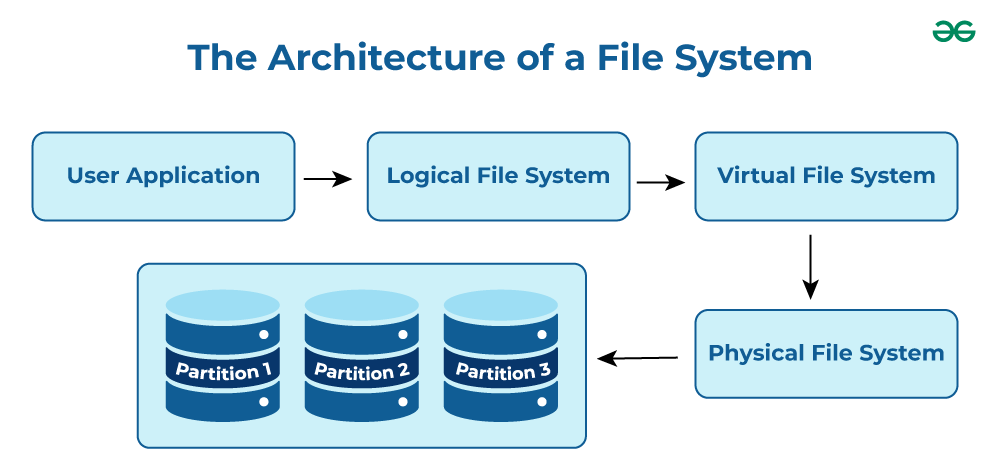
Hệ thống tệp logic hoạt động như giao diện giữa các ứng dụng người dùng và chính hệ thống tệp. Nó tạo điều kiện thuận lợi cho các hoạt động thiết yếu như mở, đọc và đóng tập tin. Về cơ bản, nó đóng vai trò là giao diện người dùng thân thiện với người dùng, đảm bảo rằng các ứng dụng có thể tương tác với hệ thống tệp theo cách phù hợp với mong đợi của người dùng.

***2. Hệ thống tệp ảo:***

Hệ thống tệp ảo (VFS) là một lớp quan trọng cho phép hoạt động đồng thời của nhiều phiên bản của hệ thống tệp vật lý. Nó cung cấp một giao diện được tiêu chuẩn hóa, cho phép các hệ thống tệp khác nhau cùng tồn tại và hoạt động đồng thời. Lớp này trừu tượng hóa sự phức tạp cơ bản, đảm bảo tính tương thích và gắn kết giữa các triển khai hệ thống tệp khác nhau.

***3. Hệ thống tệp vật lý:***

Hệ thống tệp vật lý chịu trách nhiệm quản lý và lưu trữ hữu hình các khối bộ nhớ vật lý trên đĩa. Nó xử lý các chi tiết cấp thấp về lưu trữ và truy xuất dữ liệu, tương tác trực tiếp với các thành phần phần cứng. Lớp này đảm bảo việc phân bổ và sử dụng hiệu quả các tài nguyên lưu trữ vật lý, góp phần nâng cao hiệu suất và độ tin cậy tổng thể của hệ thống tệp.



***Đặc điểm của một hệ thống tập tin***

Quản lý không gian : cách dữ liệu được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ. Liên quan đến các khối bộ nhớ và các phương pháp phân mảnh được áp dụng trong đó.

Tên tệp : hệ thống tệp có thể có một số hạn chế nhất định đối với tên tệp như độ dài tên, việc sử dụng các ký tự đặc biệt và phân biệt chữ hoa chữ thường.

Thư mục : các thư mục/thư mục có thể lưu trữ các tệp theo cách tuyến tính hoặc phân cấp trong khi duy trì bảng chỉ mục của tất cả các tệp có trong thư mục hoặc thư mục con đó.

Siêu dữ liệu : đối với mỗi tệp được lưu trữ, hệ thống tệp lưu trữ nhiều thông tin khác nhau về sự tồn tại của tệp đó như độ dài dữ liệu, quyền truy cập, loại thiết bị, ngày giờ sửa đổi và các thuộc tính khác. Đây được gọi là siêu dữ liệu.

Tiện ích : hệ thống tệp cung cấp các tính năng để khởi tạo, xóa, đổi tên, di chuyển, sao chép, sao lưu, phục hồi và kiểm soát quyền truy cập các tệp và thư mục.

Thiết kế : do việc triển khai, hệ thống tệp có những hạn chế về lượng dữ liệu mà chúng có thể lưu trữ.

**Một số thuật ngữ quan trọng:**

1) Nhật ký:

Hệ thống tệp ghi nhật ký giữ một nhật ký được gọi là nhật ký, nhật ký này theo dõi các thay đổi được thực hiện đối với tệp nhưng chưa được cam kết vĩnh viễn vào đĩa để trong trường hợp hệ thống bị lỗi, những thay đổi bị mất có thể được khôi phục lại.

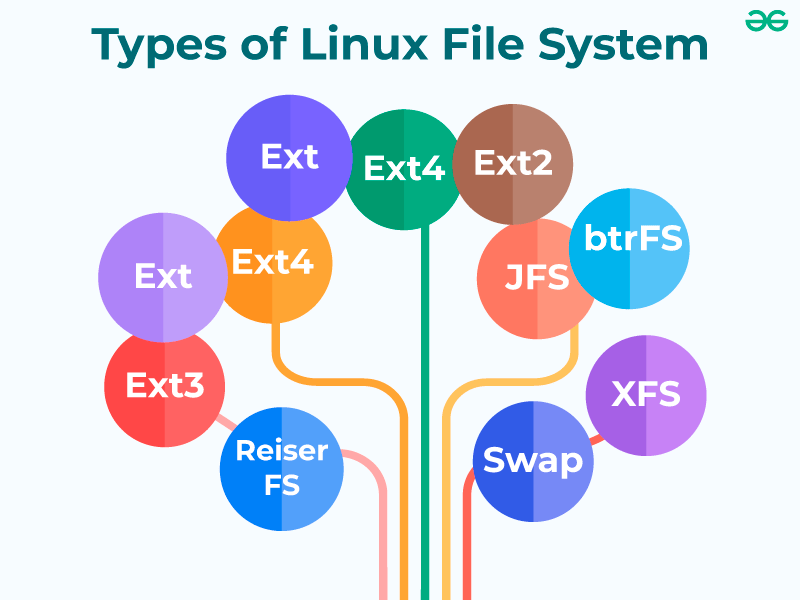
2) Phiên bản:

Hệ thống tệp lập phiên bản lưu trữ các phiên bản đã lưu trước đó của tệp, tức là các bản sao của tệp được lưu trữ dựa trên các cam kết trước đó vào đĩa theo cách thức hàng phút hoặc hàng giờ để tạo bản sao lưu.

3) Nút:

Nút chỉ mục là sự thể hiện của bất kỳ tệp hoặc thư mục nào dựa trên các tham số - kích thước, quyền, quyền sở hữu và vị trí của tệp và thư mục.

Bây giờ, chúng ta đến phần thảo luận về các cách triển khai khác nhau của hệ thống tệp trong Linux cho các thiết bị lưu trữ đĩa.



***Các loại hệ thống tệp trong Linux***

**1) ext (Hệ thống tệp mở rộng) :**

Được triển khai vào năm 1992, đây là hệ thống tệp đầu tiên được thiết kế dành riêng cho Linux. Nó là thành viên đầu tiên của họ hệ thống tập tin mở rộng.

**2) máy lẻ 2 :**

Phần mở rộng thứ hai được phát triển vào năm 1993. Đây là một hệ thống tệp không ghi nhật ký được ưu tiên sử dụng với ổ đĩa flash và SSD. Nó giải quyết được các vấn đề về dấu thời gian riêng biệt để truy cập, sửa đổi inode và sửa đổi dữ liệu. Do không được ghi nhật ký nên lúc khởi động máy tải chậm.

**3) Xiaf :**

Cũng được phát triển vào năm 1993, hệ thống tệp này kém mạnh mẽ và chức năng hơn ext2 và không còn được sử dụng ở bất kỳ đâu.

**4) máy lẻ 3 :**

Phần mở rộng thứ ba được phát triển vào năm 1999 là hệ thống tệp nhật ký. Nó đáng tin cậy và không giống như ext2, nó ngăn chặn sự chậm trễ kéo dài khi khởi động hệ thống nếu hệ thống tệp ở trạng thái không ổn định sau khi tắt máy không sạch sẽ. Các yếu tố khác làm cho nó tốt hơn và khác biệt hơn ext2 là sự phát triển của hệ thống tệp trực tuyến và lập chỉ mục HTree cho các thư mục lớn.

**5) JFS (Hệ thống tệp được ghi nhật ký) :**

Được IBM tạo lần đầu tiên vào năm 1990, JFS ban đầu đã được đưa sang nguồn mở để triển khai cho Linux vào năm 1999. JFS hoạt động tốt dưới các loại tải khác nhau nhưng không còn được sử dụng phổ biến nữa do việc phát hành ext4 vào năm 2006 mang lại hiệu suất tốt hơn.

**6) ReiserFS :**

Nó là một hệ thống tệp tạp chí được phát triển vào năm 2001. Bất chấp những vấn đề trước đó, nó có [phần đuôi đóng gói](https://en.wikipedia.org/wiki/Block_suballocation#Tail_packing) như một kế hoạch để giảm sự phân mảnh bên trong. Nó sử dụng Cây B+ mang lại ít thời gian tuyến tính hơn trong việc tra cứu và cập nhật thư mục. Đó là hệ thống tệp mặc định trong SUSE Linux cho đến phiên bản 6.4, cho đến khi chuyển sang ext3 vào năm 2006 cho phiên bản 10.2.

**7) XFS :**

XFS là một hệ thống tệp ghi nhật ký 64-bit và được chuyển sang Linux vào năm 2001. Hiện tại nó hoạt động như hệ thống tệp mặc định cho nhiều bản phân phối Linux. Nó cung cấp các tính năng như ảnh chụp nhanh, chống phân mảnh trực tuyến, tệp thưa thớt, kích thước khối thay đổi và dung lượng tuyệt vời. Nó cũng vượt trội trong các hoạt động I/O song song.

**8) Bí đao :**

Được phát triển vào năm 2002, hệ thống tệp này ở chế độ chỉ đọc và chỉ được sử dụng với các hệ thống nhúng cần chi phí thấp.

**9) Reiser4 :**

Đây là một mô hình gia tăng của ReiserFS. Nó được phát triển vào năm 2004. Tuy nhiên, nó không được điều chỉnh hoặc hỗ trợ rộng rãi trên nhiều bản phân phối Linux.

**10) máy lẻ 4 :**

Phần mở rộng thứ tư được phát triển vào năm 2006 là hệ thống tệp ghi nhật ký. Nó có khả năng tương thích ngược với ext3 và ext2 và nó cung cấp một số tính năng khác, một số trong đó là phân bổ trước liên tục, số lượng thư mục con không giới hạn, kiểm tra tổng siêu dữ liệu và kích thước tệp lớn. ext4 là hệ thống tệp mặc định cho nhiều bản phân phối Linux và cũng có khả năng tương thích với Windows và Macintosh.

**11) btrfs (Tốt hơn/Bơ/B-cây FS) :**

Nó được phát triển vào năm 2007. Nó cung cấp nhiều tính năng như chụp nhanh, gộp ổ đĩa, lọc dữ liệu, tự phục hồi và chống phân mảnh trực tuyến. Đây là hệ thống tập tin mặc định cho Fedora Workstation.

**12) bchef:**

Đây là hệ thống tệp sao chép khi ghi được công bố lần đầu tiên vào năm 2015 với mục tiêu hoạt động tốt hơn btrfs và ext4. Các tính năng của nó bao gồm mã hóa toàn bộ hệ thống tệp, nén gốc, ảnh chụp nhanh và tổng kiểm tra 64-bit.

**13) Khác :**

 Linux cũng hỗ trợ các hệ thống tệp của hệ điều hành như NTFS và exFAT, nhưng chúng không hỗ trợ cài đặt quyền Unix tiêu chuẩn. Chúng chủ yếu được sử dụng để có khả năng tương tác với các hệ điều hành khác.

Quan sát:

Chúng tôi thấy rằng XFS, ext4 và btrfs hoạt động tốt nhất trong tất cả các hệ thống tệp khác. Trên thực tế, btrfs có vẻ gần như là tốt nhất. Mặc dù vậy, họ hệ thống tệp mở rộng đã trở thành mặc định cho hầu hết các bản phân phối Linux trong một thời gian dài. Vậy điều gì đã khiến các nhà phát triển chọn ext4 làm mặc định thay vì btrfs hay XFS? Vì ext4 rất quan trọng đối với cuộc thảo luận này nên hãy mô tả nó nhiều hơn một chút.

ext4 trong Hệ thống tệp Linux

Ext4 được thiết kế để tương thích ngược với ext3 và ext2, các thế hệ trước của nó. Nó tốt hơn các thế hệ trước ở những điểm sau:

Nó cung cấp một hệ thống tệp lớn như được mô tả trong bảng trên.

Sử dụng các phạm vi cải thiện hiệu suất tệp lớn và giảm phân mảnh.

Cung cấp khả năng phân bổ trước liên tục để đảm bảo phân bổ không gian và bộ nhớ liền kề.

Phân bổ bị trì hoãn cải thiện hiệu suất và giảm phân mảnh bằng cách phân bổ hiệu quả lượng dữ liệu lớn hơn cùng một lúc.

Nó sử dụng các chỉ mục HTree để cho phép số lượng thư mục con không giới hạn.

Thực hiện kiểm tra nhật ký cho phép hệ thống tệp nhận ra rằng một số mục nhập của nó không hợp lệ hoặc không đúng thứ tự sau khi xảy ra sự cố.

Hỗ trợ dấu thời gian thời gian tạo và dấu thời gian được cải thiện để tạo ra mức độ chi tiết.

Mã hóa minh bạch.

Cho phép làm sạch các bảng inode ở chế độ nền, từ đó tăng tốc độ khởi tạo. Quá trình này được gọi là khởi tạo lười biếng .

Cho phép viết rào cản theo mặc định. Điều này đảm bảo rằng siêu dữ liệu của hệ thống tệp được ghi và sắp xếp chính xác trên đĩa, ngay cả khi bộ đệm ghi bị mất nguồn.

Vẫn còn một số tính năng đang trong quá trình phát triển như kiểm tra siêu dữ liệu, hỗ trợ hạn ngạch hạng nhất và khối phân bổ lớn.

Tuy nhiên, ext4 có một số hạn chế. Ext4 không đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu của bạn, nếu dữ liệu bị hỏng khi đã có trên đĩa thì nó không có cách nào phát hiện hoặc sửa chữa lỗi đó. Hệ thống tệp ext4 không thể xóa tệp một cách an toàn, điều này được cho là có thể ghi đè lên tệp khi xóa. Nó dẫn đến dữ liệu nhạy cảm xuất hiện trong nhật ký hệ thống tệp.

XFS hoạt động rất tốt đối với các hệ thống tệp lớn và mức độ đồng thời cao. Vì vậy, XFS ổn định, tuy nhiên không có ranh giới chắc chắn nào khiến bạn chọn nó thay vì ext4 vì cả hai đều hoạt động như nhau. Trừ khi bạn muốn một hệ thống tệp trực tiếp giải quyết vấn đề của ext4 như có dung lượng > 50TiB.

Mặt khác, Btrfs , mặc dù cung cấp các tính năng như quản lý nhiều thiết bị, tổng kiểm tra theo từng khối, sao chép không đồng bộ và nén nội tuyến, nhưng lại không hoạt động tốt nhất trong nhiều trường hợp sử dụng phổ biến so với ext4 và XFS. Một số tính năng của nó có thể có lỗi và dẫn đến giảm hiệu suất cũng như mất dữ liệu.

Một số ví dụ thực hành trên hệ thống tệp Linux

Ví dụ: nếu use\_case của chúng tôi là thiết lập một máy chủ trước tiên sẽ lưu trữ và phân phát các tệp đa phương tiện lớn (video và âm thanh). Trong trường hợp đó, chúng ta phải ưu tiên tốc độ và việc sử dụng không gian lưu trữ một cách hiệu quả.

Theo yêu cầu này, hệ thống tệp XFS sẽ là lựa chọn tốt hơn. Bởi vì chúng tôi biết rằng XFS được tối ưu hóa cho các tệp lớn và có thể hoạt động với khối lượng truyền dữ liệu lớn, điều này nói chung khiến nó trở nên lý tưởng cho các máy chủ phương tiện.