

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
KHOA AN TOÀN THÔNG TIN



BÁO CÁO TIỂU LUẬN

MÔN HỌC: AN TOÀN HỆ ĐIỀU HÀNH

Đề tài: Tìm hiểu hệ thống file phân tán OpenAFS

Giảng viên: Hoàng Xuân Dậu

Lớp: ATHĐH01 (2023)

Nhóm : G03

Thành viên:

1. B20DCAT052 - Đặng Xuân Hải
2. B20DCAT053 - Nguyễn Đăng Hạnh
3. B20DCAT054 - Nguyễn Minh Hiền
4. B20DCAT056 - Dương Ngô Hiếu
5. B20DCAT059 - Nguyễn Cảnh Hiếu
6. B20DCAT063 - Trịnh Việt Hiếu

Hà Nội, Tháng 3/2023

Tìm hiểu hệ thống file phân tán openAFS

1. GIỚI THIỆU	3
1.1. AFS	3
1.2. Hệ thống file phân tán OpenAFS	3
2. NỘI DUNG	3
2.1. Kiến trúc	3
2.1.1. Một số công cụ quản trị	4
2.1.2. Một vài vấn đề trong thiết kế của AFS	5
2.2. Thành phần	5
2.2.1. Server	6
2.2.2. Clients	6
2.3. Cơ chế hoạt động	7
2.3.1. Mô hình hoạt động	7
2.3.2. Cách thức hoạt động	8
2.4. Cài đặt	9
2.4.1. Cài đặt hệ thống	9
2.4.2. Sử dụng	18
2.4.2.1. Server	18
2.4.2.2. Client	19
2.5. Ưu điểm và nhược điểm	20
2.5.1. Ưu điểm	20
2.5.2. Nhược điểm	21
3. KẾT LUẬN	21
4. TÀI LIỆU THAM KHẢO	21

1. GIỚI THIỆU

1.1. AFS

- AFS là một sản phẩm hệ thống tệp phân tán, được tiên phong tại Đại học Carnegie Mellon và được hỗ trợ và phát triển như một sản phẩm của Transarc Corporation (nay là IBM Pittsburgh Labs). Nó cung cấp kiến trúc máy khách - máy chủ để chia sẻ tệp được liên kết và phân phối nội dung chỉ đọc được sao chép, cung cấp tính độc lập về vị trí, khả năng mở rộng, bảo mật và khả năng di chuyển minh bạch. AFS có sẵn cho một loạt các hệ thống không đồng nhất bao gồm UNIX, Linux, MacOS X và Microsoft Windows IBM đã phân nhánh nguồn của sản phẩm AFS và tạo một bản sao của nguồn có sẵn để phát triển và bảo trì cộng đồng. Họ gọi bản phát hành là OpenAFS. Hệ phân tán là một tổ hợp các máy tính độc lập mà đối với người dùng nó có vẻ như là một hệ thống đơn nhất quán.
- AFS giúp mọi người dễ dàng làm việc cùng nhau trên cùng một tệp, bất kể tệp được đặt ở đâu. Người dùng AFS không phải biết máy nào đang lưu trữ tệp và quản trị viên có thể di chuyển tệp từ máy này sang máy khác mà không bị gián đoạn quyền truy cập của người dùng. Người dùng luôn xác định một tệp có cùng tên đường dẫn và AFS tự động tìm tệp chính xác, giống như xảy ra trong Hệ thống tệp cục bộ trên một máy duy nhất. Mặc dù AFS giúp chia sẻ tệp dễ dàng, nhưng nó không ảnh hưởng đến tính bảo mật của phần được chia sẻ Tập tin. Nó cung cấp một chương trình bảo vệ tinh vi.

1.2. Hệ thống file phân tán OpenAFS

- Là một triển khai mã nguồn mở của hệ thống tệp phân tán Andrew (AFS).
- OpenAFS là một hệ thống file phân tán được xây dựng trên nền tảng phân tán dành cho các máy tính có hệ điều hành khác nhau, cung cấp một shared filesystem phân tán dành cho các thiết bị trong một mạng. Hệ thống file phân tán OpenAFS cung cấp công cụ để liên kết dữ liệu của bạn ở bất kỳ đâu trong một mạng lớn, cũng như cấp phép hợp lý để xác định dữ liệu nào được truy cập bởi những người nào trong mạng.

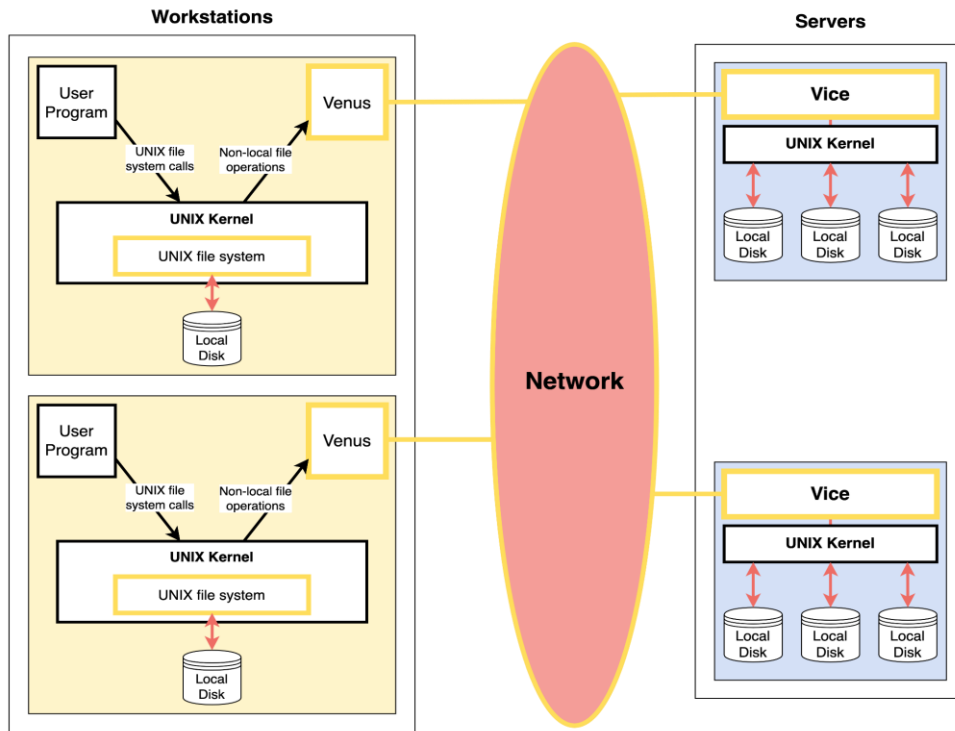
2. NỘI DUNG

2.1. Kiến trúc

- AFS phân biệt giữa các máy client và các máy chủ server chuyên dụng. Các server và client ban đầu chỉ chạy 4.2 BSD UNIX, nhưng AFS đã được chuyển đến nhiều hệ điều hành. Các client và server được kết nối với nhau bởi một mạng của các mạng LAN hoặc WAN.
- Các client được đại diện với không gian được phân vùng của các tên file: một không gian tên cục bộ (local namespace) và một không gian tên được chia sẻ (shared namespace). Các máy chủ chuyên dụng, được gọi chung là Vice. Không gian tên được chia sẻ hiện tại tới các client như một sự đồng nhất, và trong suốt về vị trí file phân cấp. Các không gian tên cục bộ là hệ thống file gốc của một máy trạm, từ đó mà các không gian tên được chia sẻ xuống. Các máy trạm chạy các giao thức Virtue để giao tiếp với Vice và mỗi trong số chúng được yêu cầu để có một đĩa cục bộ mà các lưu trữ của nó là không gian tên cục bộ.
- Ở một mức độ chi tiết tốt hơn, các client và server được cấu trúc trong các cụm liên kết với nhau bởi một mạng WAN. Mỗi cụm bao gồm một tập hợp các máy

trạm trên một mạng LAN và một đại diện của Vice được gọi là một cluster server và mỗi cụm được kết nối tới mạng WAN bởi một router. Việc khai triển thành các cụm được thực hiện chủ yếu để giải quyết vấn đề quy mô.

- Kiến trúc hệ thống file cũng dựa trên những xem xét của tỷ lệ. Khám phá cơ bản là giảm tải công việc từ các server tới các client, kinh nghiệm chỉ ra rằng tốc độ CPU của máy chủ là nút cổ chai của hệ thống.



- Vice: Hệ thống tệp Andrew cung cấp một không gian tên tệp đồng nhất, minh bạch về vị trí cho tất cả các máy trạm client bằng cách sử dụng một nhóm máy chủ đáng tin cậy được gọi là Vice. Phân phối phần mềm Berkeley của hệ điều hành Unix được sử dụng trên cả máy khách và máy chủ. Mỗi hệ điều hành của máy trạm sẽ chặn các cuộc gọi hệ thống tệp và chuyển hướng chúng đến quy trình cấp người dùng trên máy trạm đó.
- Venus: Cơ chế này, được gọi là Venus, lưu các tệp từ Vice vào bộ nhớ đệm và trả về các phiên bản cập nhật của các tệp đó cho máy chủ mà chúng bắt nguồn từ đó. Chỉ khi một tệp được mở hoặc đóng, Venus mới giao tiếp với Vice; các byte riêng lẻ của tệp được đọc và ghi trực tiếp trên bản sao được lưu trong bộ nhớ cache, bỏ qua Venus. Kiến trúc hệ thống tệp này phần lớn được lấy cảm hứng từ nhu cầu về khả năng mở rộng. Để tăng số lượng client mà một máy chủ có thể phục vụ, Venus thực hiện nhiều công việc nhất có thể thay vì Vice. Vice chỉ giữ các chức năng cần thiết cho tính toàn vẹn, tính khả dụng và bảo mật của hệ thống tệp. Các máy chủ được thiết lập như một liên minh lỏng lẻo với rất ít kết nối giữa chúng.

2.1.1. Một số công cụ quản trị

- OpenAFS cung cấp một bộ công cụ quản trị để quản lý và giám sát hệ thống tệp phân tán. Những công cụ này cho phép quản trị viên định cấu hình máy chủ, quản lý người dùng và quyền, theo dõi hiệu suất hệ thống và khắc phục sự cố. Một số công cụ quản trị có sẵn, bao gồm:

- **vos** - Công cụ quản lý quản lý các Volume (khối lượng dữ liệu) trong hệ thống AFS. Nó cho phép bạn tạo, xóa, sao chép, di chuyển, tách và gộp các Volume.
- **fs** - Công cụ quản lý các tập tin và thư mục trong hệ thống AFS. Nó cho phép bạn tạo, xóa, sao chép, di chuyển và phân quyền các tập tin và thư mục.
- **pts** - Công cụ quản lý hệ thống phân quyền trong AFS. Nó cho phép bạn tạo, xóa và quản lý các nhóm và tài khoản người dùng.
- **bos** - Công cụ quản lý các dịch vụ AFS, chẳng hạn như quản lý máy chủ và định kỳ sao lưu. Nó cho phép bạn khởi động, dừng hoặc khởi động lại các dịch vụ AFS trên máy chủ.
- **fsck** - Công cụ kiểm tra và sửa chữa các lỗi hệ thống trong các Volume AFS.
- **volser** - Công cụ quản lý và thao tác với dữ liệu được lưu trữ trong các Volume AFS. Nó cho phép bạn tạo và xóa các Volume, chuyển dữ liệu giữa các Volume và phục hồi dữ liệu đã bị mất

2.1.2. Một vài vấn đề trong thiết kế của AFS

- Client di động: các client là có thể truy cập bất kỳ file nào trong không gian tên được chia sẻ từ bất kỳ máy trạm nào. Một client có thể nhận biết một vài sự xuống cấp hiệu năng ban đầu do lưu khay của các file khi truy cập các file từ một máy trạm khác
- Bảo mật: giao diện Vice được coi là ranh giới của sự tin cậy bởi vì không có chương trình client được thực thi trên các máy Vice. Các chức năng lan truyền bảo mật và xác thực được cung cấp như một phần của một kết nối dựa trên gói truyền thông dựa trên mô hình RPC. Sau khi xác thực lẫn nhau, một server Vice và một client giao tiếp thông qua tin nhắn được mã hóa. Mã hóa được thực hiện bởi các thiết bị phần cứng hoặc trong phần mềm. Thông tin về các client và các nhóm được lưu trữ trong một cơ sở dữ liệu bảo mật được sao lưu tại mỗi server.
- Bảo vệ: AFS cung cấp danh sách truy cập (access lists) các thư mục bảo vệ và các bit UNIX để bảo vệ file. Danh sách truy cập có thể chứa thông tin về các người dùng được phép truy cập vào một thư mục, cũng như thông tin về các người dùng không được truy cập nó. AFS hỗ trợ các kiểu truy cập đọc, ghi, tìm kiếm, chèn, quản trị, khóa và xóa.
- Tính không đồng nhất: Định nghĩa một giao diện rõ ràng đối với Vice là khóa để tích hợp của phần cứng máy trạm đa dạng và các hệ điều hành. Vì vậy, không đồng nhất được tạo điều kiện, một vài file trong thư mục cục bộ /bin là các liên kết biểu tượng trỏ tới các máy cụ thể thực thi các file cư trú trong Vice.

2.2. Thành phần

- Bao gồm máy chủ và máy khách được sử dụng trong mạng AFS :Bất kỳ máy tính nào tạo yêu cầu tệp máy chủ AFS được lưu trữ trên mạng đều đủ điều kiện làm máy khách.Tệp được lưu trong bộ đệm cục bộ của máy khách và được hiển thị cho người dùng sau khi máy chủ phản hồi và truyền tệp được yêu cầu.Khi người dùng truy cập AFS, máy khách sẽ gửi tất cả các sửa đổi

đến máy chủ thông qua cơ chế gọi lại. Bộ nhớ đệm cục bộ của máy khách lưu trữ các tệp được sử dụng thường xuyên để truy cập nhanh chóng

2.2.1. Server

- AFS Server: Là phần mềm chạy trên các máy chủ AFS, cung cấp dịch vụ quản lý các tập tin và thư mục được lưu trữ trong hệ thống OpenAFS. AFS Server được hỗ trợ trên nhiều nền tảng, bao gồm các bản phân phối Linux và các hệ điều hành khác. AFS Server có thể hoạt động trên một hoặc nhiều máy chủ, tùy thuộc vào quy mô của hệ thống và số lượng người dùng sử dụng.
- Một số tính năng của AFS Server bao gồm:
 - Quản lý và lưu trữ các tập tin và thư mục AFS trên máy chủ.
 - Cho phép chia sẻ tập tin và thư mục giữa nhiều người dùng trên mạng.
 - Đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu và độ tin cậy của hệ thống bằng cách sao lưu và phục hồi dữ liệu tự động.
 - Sử dụng giao thức Kerberos để xác thực người dùng và đảm bảo tính bảo mật của dữ liệu truyền qua mạng.
 - Cho phép quản lý quyền truy cập và phân quyền cho người dùng và nhóm người dùng trên hệ thống.
 - Cung cấp khả năng tìm kiếm và duyệt các tập tin trên hệ thống.
- AFS Server bao gồm các thành phần sau:
 - AFS File Server: Thành phần này quản lý và cung cấp truy cập cho các tập tin và thư mục trên hệ thống AFS. Nó lưu trữ dữ liệu trên đĩa cứng và hỗ trợ việc chia sẻ tập tin và thư mục cho người dùng trên hệ thống AFS.
 - AFS Volume Server: Thành phần này quản lý các khối dữ liệu (volumes) trên hệ thống AFS. Nó giúp đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu bằng cách sao lưu và phục hồi dữ liệu trong trường hợp có sự cố.
 - AFS Backup Server: Thành phần này được sử dụng để sao lưu dữ liệu trên hệ thống AFS. Nó đảm bảo tính an toàn và độ tin cậy cho dữ liệu bằng cách sao lưu các tập tin và thư mục trên AFS File Server và AFS Volume Server.
 - AFS Authentication Server: Thành phần này quản lý các thông tin xác thực của người dùng trên hệ thống AFS. Nó sử dụng các giao thức bảo mật như Kerberos để đảm bảo tính bảo mật và xác thực người dùng trên hệ thống AFS.
 - Database Server: Một máy chủ cung cấp dịch vụ cơ sở dữ liệu cho hệ thống AFS. Các cơ sở dữ liệu được sử dụng bao gồm các máy chủ phân tán (VLDB) để lưu trữ thông tin về vị trí tập tin và thư mục, và các máy chủ PTS để lưu trữ thông tin về người dùng và nhóm người dùng.

2.2.2. Clients

- AFS client là một phần mềm hoạt động trên máy tính cá nhân hoặc máy chủ, được cài đặt để kết nối với hệ thống AFS và cung cấp khả năng truy cập tập trung và chia sẻ tập tin AFS. Client AFS hoạt động như một cầu nối giữa máy tính và hệ thống AFS, cho phép người dùng truy cập các tập tin AFS, thực hiện các thao tác đọc/ghi và thực hiện các chức năng quản lý tập tin trên máy tính của họ. AFS client được hỗ trợ trên nhiều nền tảng, bao gồm Windows, macOS và các bản phân phối Linux.

- Một số tính năng của AFS client bao gồm:
 - Sử dụng giao thức Kerberos để xác thực người dùng và đảm bảo tính bảo mật của dữ liệu truyền qua mạng.
 - Cho phép truy cập đến các tệp tin AFS thông qua hệ thống tệp tin ảo.
 - Tự động đồng bộ hóa các thay đổi trên máy tính của người dùng và trên hệ thống AFS.
 - Cung cấp khả năng tìm kiếm và duyệt các tệp tin trên hệ thống AFS.
 - Cho phép tạo, sửa đổi và xóa các tệp tin trên hệ thống AFS.
- AFS Client bao gồm các thành phần sau:
 - AFS Client Kernel Module: Đây là một module nhân của hệ thống được sử dụng để kết nối với các máy chủ AFS và quản lý các tệp và thư mục trên hệ thống AFS.
 - AFS Authentication Client: Thành phần này cung cấp các chức năng xác thực và quản lý thông tin xác thực của người dùng trên hệ thống AFS. Nó là một ứng dụng chạy trên máy tính client và được sử dụng để đăng nhập vào hệ thống AFS.
 - Kerberos Client: Đây là một thành phần quan trọng của AFS Client, giúp xác thực người dùng và đảm bảo tính bảo mật cho các hoạt động trên hệ thống AFS. Nó sử dụng thông tin xác thực của người dùng như tên đăng nhập và mật khẩu để xác thực và cấp quyền truy cập vào các tệp tin và thư mục trên hệ thống AFS.
 - AFS Cache Manager: Thành phần này được sử dụng để quản lý bộ đệm (cache) trên máy tính client. Nó giúp cải thiện tốc độ truy cập và giảm lưu lượng mạng bằng cách lưu trữ các tệp tin và thư mục được sử dụng thường xuyên trên hệ thống AFS trên máy tính client.
 - AFS Volume Location Server: Thành phần này cung cấp thông tin về vị trí các tệp tin và thư mục trên hệ thống AFS. Nó giúp AFS Client tìm kiếm và truy cập các tệp tin và thư mục trên hệ thống AFS.

2.3. Cơ chế hoạt động

2.3.1. Mô hình hoạt động

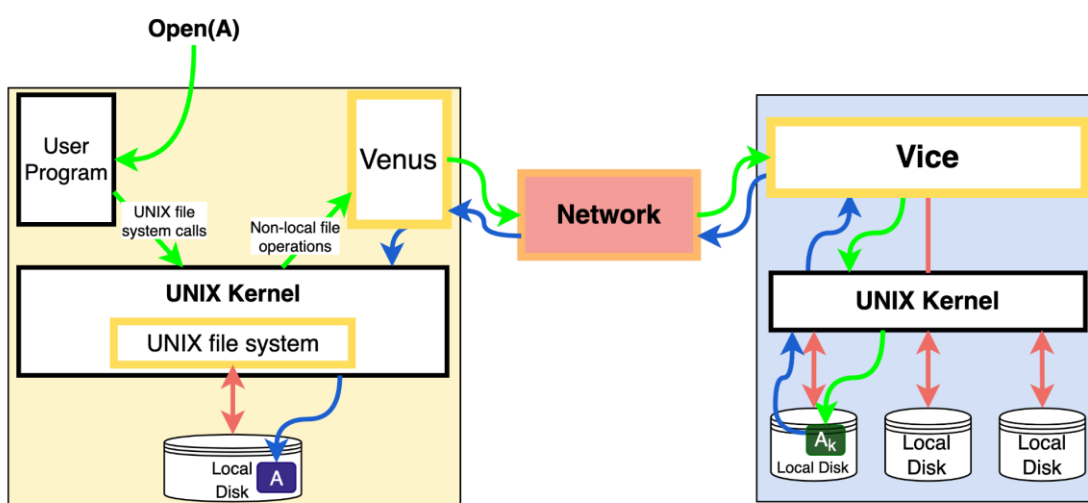
- AFS sử dụng mô hình client/server computing. Trong mô hình đó
 - Server machines: lưu trữ dữ liệu và thực hiện các dịch vụ cho máy khách
 - Client machines: thực hiện tính toán cho người dùng và truy cập dữ liệu và dịch vụ do máy chủ cung cấp
- OpenAFS hoạt động bằng cách cung cấp một công cụ file được phân tán giữa nhiều máy tính trong một mạng. Dữ liệu được lưu trữ trên các máy tính cùng với nhau bởi một hai server đặc biệt:
 - + Volume Server lưu trữ dữ liệu trong cơ sở dữ liệu của hệ thống
 - + Authentication Server cung cấp tính năng xác thực tải xuống và tải lên.
- AFS chia các máy trên mạng thành hai lớp cơ bản :
 - File server machines lưu trữ tệp trong hệ thống tệp phân tán và quá trình máy chủ chạy trên máy chủ tệp sẽ phân phối và nhận tệp. Máy chủ tệp AFS chạy một số quy trình máy chủ. Mỗi quy trình có một chức năng đặc biệt, chẳng hạn như duy trì cơ sở dữ liệu quan trọng đối với quản trị

AFS, quản lý bảo mật hoặc xử lý khối lượng. Thiết kế mô-đun này cho phép mỗi quy trình máy chủ chuyên về một lĩnh vực và do đó hoạt động hiệu quả hơn.

- Máy khách, thường làm việc trực tiếp cho người dùng, cung cấp sức mạnh tính toán và các công cụ cho mục đích chung khác nhưng cũng có thể là các máy chủ khác sử dụng dữ liệu được lưu trữ trong AFS để cung cấp các dịch vụ khác. Khách hàng cũng cung cấp cho người dùng quyền truy cập vào các tệp được lưu trữ trên máy chủ tệp. Khách hàng chạy Trình quản lý bộ nhớ cache, thường là sự kết hợp của một mô-đun hạt nhân và một quy trình đang chạy cho phép chúng giao tiếp với các quy trình máy chủ AFS đang chạy trên máy chủ tệp và vào bộ đệm tệp

2.3.2. Cách thức hoạt động

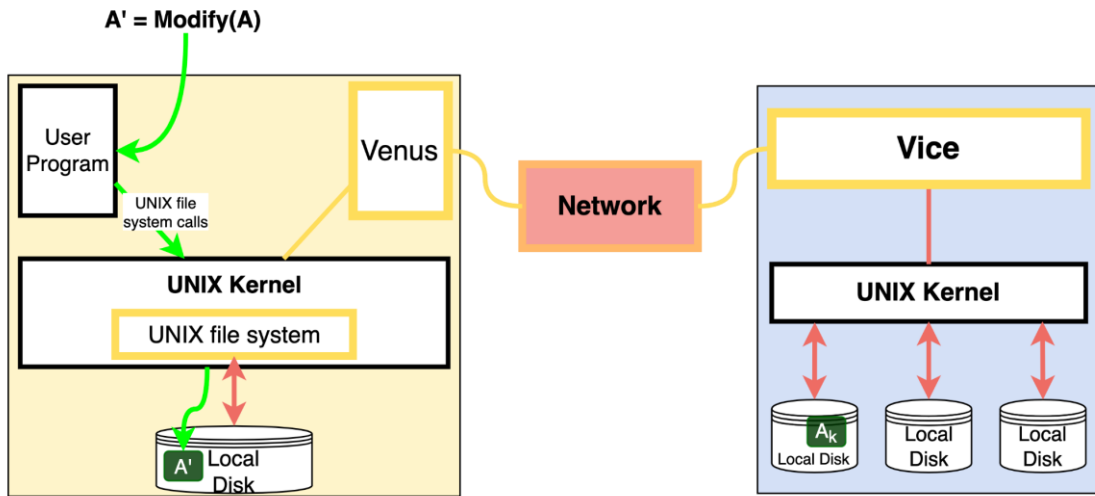
2.3.2.1. Khi mở



- Các quá trình client được giao tiếp với một nhân (kernel) UNIX với các thiết lập thông thường của system calls
- Nếu FileName đề cập đến một tệp trong không gian tệp được chia sẻ, chuyển yêu cầu đến Venus
- Venus thực hiện các thành phần dịch tên đường dẫn bởi các thành phần: file Vice hoặc thư mục được xác định bởi một định danh cấp thấp được gọi là fid. Mỗi mục nhập thư mục AFS ánh xạ một thành phần tên đường dẫn đến một fid. Fid dài 96 bit và có ba thành phần có chiều dài bằng nhau: số âm lượng, số vnode và iiniquifier. Số vnode được sử dụng làm chỉ mục thành một mảng chứa các chế độ tệp trong một âm lượng duy nhất
- Nó là một ánh xạ lưu trữ mà các volume kết hợp tới các vị trí server để tránh sự truy vấn server cho một vị trí volume đã được biết đến. Nếu một volume không có trong lưu trữ này, Venus liên lạc với bất kỳ server mà nó đã có một kết nối, các yêu cầu thông tin vị trí, và nhập vào thông tin đó vào ánh xạ lưu trữ. Trừ khi, Venus đã có một kết nối tới server, nó thành lập một kết nối mới. Sau đó nó sử dụng kết nối này để lấy các file hoặc thư mục. Thành lập kết nối là cần thiết cho xác thực và cung cấp bảo mật.
- Sau đó vice chuyển một bản sao của tập tin và một callback promise với máy trạm. Ghi lại callback promise.

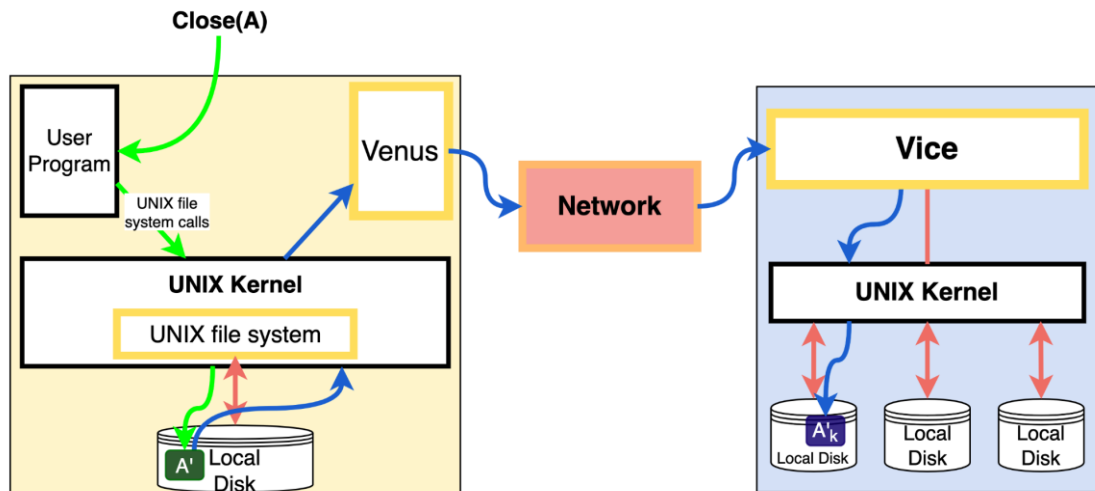
- Khi một file mục tiêu được tìm thấy và được lưu trữ, một bản sao được tạo ra trên đĩa cục bộ. Venus sau đó quay lại các nhân, mở các bản sao được lưu trữ và trả về xử lý của nó tới quá trình client.

2.3.2.2. Khi đọc /ghi



- Thực hiện đọc, ghi bình thường UNIX trên bản sao cục bộ

2.3.2.3. Khi đóng



- Khi đóng bản sao cục bộ sau đó Kernel sẽ thông báo cho Venus rằng tập tin đã được đóng lại. Nếu bản sao cục bộ đã được thay đổi, Venus gửi 1 bản sao chép vào Vice Server. Vice sẽ thay thế nội dung của file và gửi 1 callback cho tất cả các máy client đang giữ callback promises trên file

2.4. Cài đặt

2.4.1. Cài đặt hệ thống

2.4.1.1. Server

- Cài đặt máy chủ Kerberos :

- Cấu hình FQDN:

+ Thay đổi FQDN của máy chủ Kerberos bằng lệnh : `hostnamectl set-hostname afs1.atdh.io`

+ Chỉnh sửa ect/hosts/ qua câu lệnh : sudo vim /etc/host, với ip máy ubuntu là 192.168.200.171

```
root@af1: /home/athdhg03_01_2023
127.0.0.1    localhost
127.0.1.1    athdh
192.168.200.171 afs1.athdh.io afs1
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1        ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0    ip6-localnet
ff00::0    ip6-mcastprefix
ff02::1    ip6-allnodes
ff02::2    ip6-allrouters
~
~
:w!
```

- Cài đặt Kerberos bằng lệnh : sudo apt install -y krb5-{admin-server,user}

```
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo apt install krb5-{admin-server,kdc}
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  systemd-hwe-hwdb
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.
The following additional packages will be installed:
  krb5-config krb5-user libgssapi-krb5-2 libgssrpc4 libkadm5clnt-mit12
  libkadm5srv-mit12 libkdb5-10 libkrb5-3 libkrb5support0 libverto-libevent1
  libverto1
Suggested packages:
  krb5-kpropd krb5-kdc-ldap krb5-k5tls krb5-doc
```

Configuring Kerberos Authentication

When users attempt to use Kerberos and specify a principal or user name without specifying what administrative Kerberos realm that principal belongs to, the system appends the default realm. The default realm may also be used as the realm of a Kerberos service running on the local machine. Often, the default realm is the uppercase version of the local DNS domain.

Default Kerberos version 5 realm:

ATHDH.IO

<Ok>

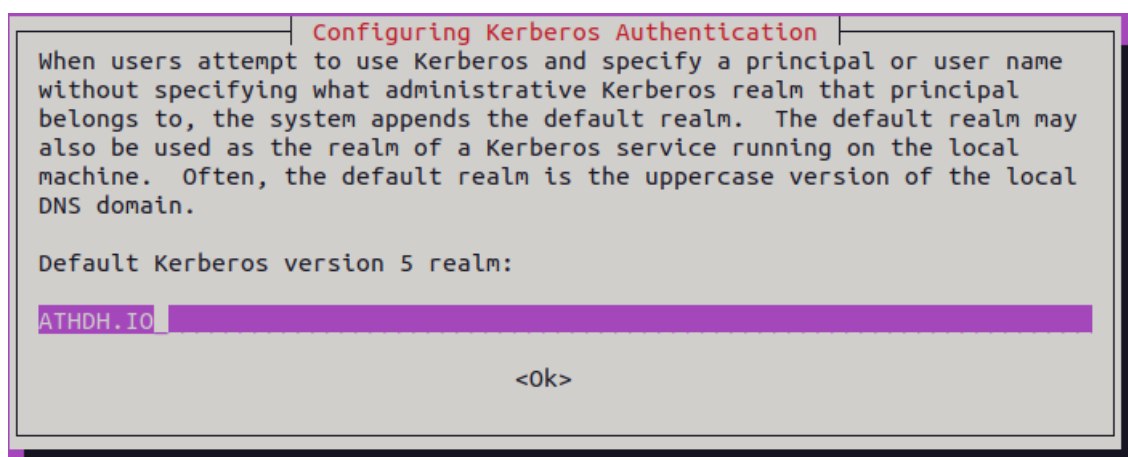
Configuring Kerberos Authentication

Enter the hostnames of Kerberos servers in the ATHDH.IO Kerberos realm separated by spaces.

Kerberos servers for your realm:

afs1.athdh.io

<Ok>



- Tạo một Kerberos Realm bằng câu lệnh: `sudo krb5_newrealm`

```
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo krb5_newrealm
This script should be run on the master KDC/admin server to initialize
a Kerberos realm. It will ask you to type in a master key password.
This password will be used to generate a key that is stored in
/etc/krb5kdc/stash. You should try to remember this password, but it
is much more important that it be a strong password than that it be
remembered. However, if you lose the password and /etc/krb5kdc/stash,
you cannot decrypt your Kerberos database.
Loading random data
Initializing database '/var/lib/krb5kdc/principal' for realm 'ATHDH.IO',
master key name 'K/M@ATHDH.IO'
You will be prompted for the database Master Password.
It is important that you NOT FORGET this password.
Enter KDC database master key:
Re-enter KDC database master key to verify:

Now that your realm is set up you may wish to create an administrative
principal using the addprinc subcommand of the kadmin.local program.
Then, this principal can be added to /etc/krb5kdc/kadm5.acl so that
you can use the kadmin program on other computers. Kerberos admin
principals usually belong to a single user and end in /admin. For
example, if jruser is a Kerberos administrator, then in addition to
the normal jruser principal, a jruser/admin principal should be
created.

Don't forget to set up DNS information so your clients can find your
KDC and admin servers. Doing so is documented in the administration
guide.
athdhg03_01_2023@af1:~$
```

- Cấu hình KDC Kerberos Server

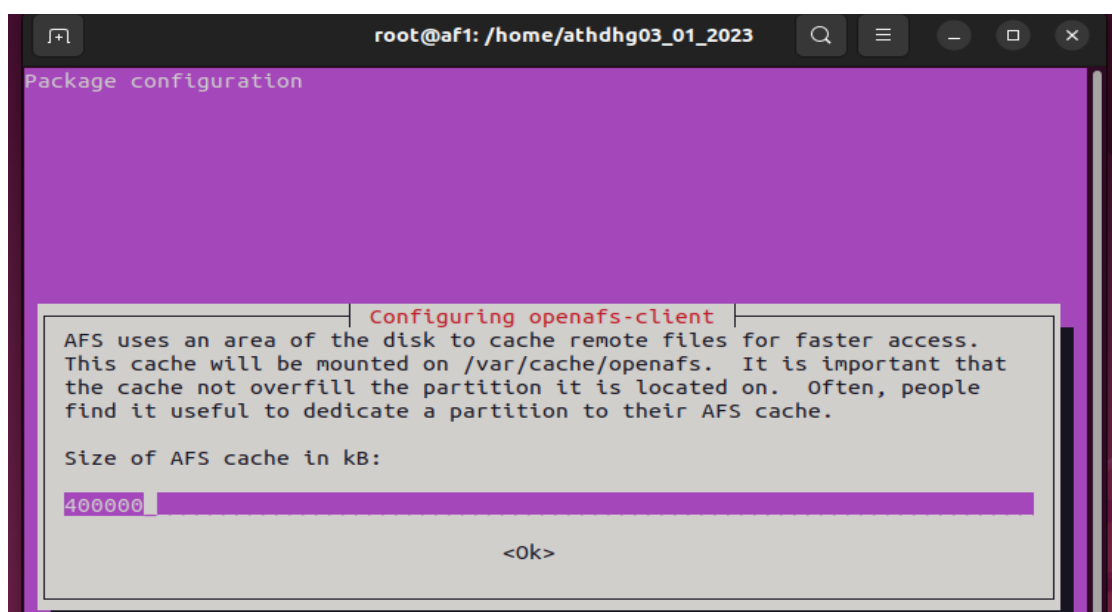
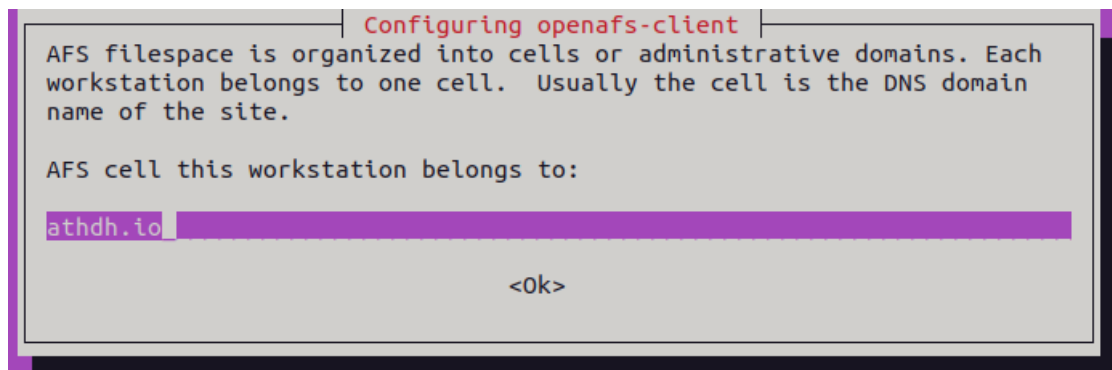
- + File cấu hình Realm được khởi tạo bởi bộ cài có đường dẫn /etc/krb5.conf, sửa lại file cấu hình theo FQDN và Realm nhập lúc cài đặt:

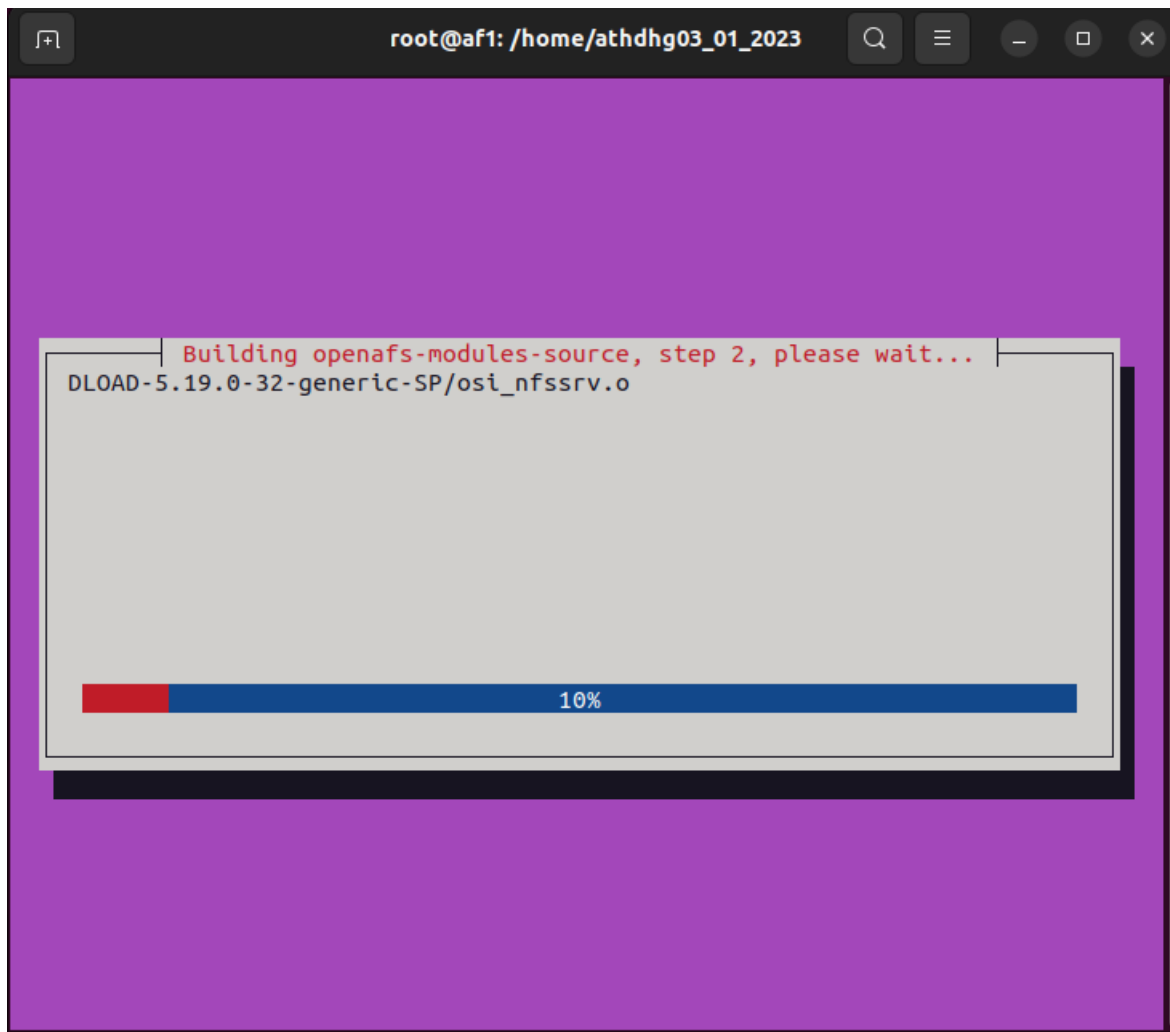
```
}  
[domain_realm]  
  .mit.edu = ATHENA.MIT.EDU  
  mit.edu = ATHENA.MIT.EDU  
  .media.mit.edu = MEDIA-LAB.MIT.EDU  
  media.mit.edu = MEDIA-LAB.MIT.EDU  
  .csail.mit.edu = CSAIL.MIT.EDU  
  csail.mit.edu = CSAIL.MIT.EDU  
  .whoi.edu = ATHENA.MIT.EDU  
  whoi.edu = ATHENA.MIT.EDU  
  .stanford.edu = stanford.edu  
  .slac.stanford.edu = SLAC.STANFORD.EDU  
  .toronto.edu = UTORONTO.CA  
  .utoronto.ca = UTORONTO.CA  
  .athdh.io = ATHDH.IO  
  athdh.io = ATHDH.IO  
:w!
```

○ Cài đặt máy chủ OpenAFS

- Cài đặt mô đun AFS bằng cách thực hiện lần lượt các lệnh:

- + sudo su
- + apt install -y module-assistant
- + m-a prepare openafs ; m-a a-i openafs
- + modprobe openafs





- Cài đặt OpenAFS bằng lệnh :

```
sudo apt-get install openafs{fileserver,dbserver,krb5}
```

```
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo apt-get install openafs-{fileserver,dbserver,krb5}
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  systemd-hwe-hwdb
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.
Suggested packages:
  openafs-doc
The following NEW packages will be installed:
  openafs-dbserver openafs-fileserver openafs-krb5
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 272 not upgraded.
Need to get 1.754 kB of archives.
After this operation, 6.649 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://vn.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates/universe amd64 openafs-k
```

- Thiết lập khoá truy cập AFS trong Kerberos

- + Truy cập giao diện dòng lệnh quản trị của Kerberos với câu lệnh :
`sudo kadmin.local`
- + Tạo khóa cho người quản trị: root/admin, tạo khóa cho dịch vụ afs, thêm người quản trị mới vào danh sách truy cập quyền quản trị:

```

athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo kadmin.local
Authenticating as principal root/admin@ATHDH.IO with password.
kadmin.local: addprinc root/admin
No policy specified for root/admin@ATHDH.IO; defaulting to no policy
Enter password for principal "root/admin@ATHDH.IO":
Re-enter password for principal "root/admin@ATHDH.IO":
Principal "root/admin@ATHDH.IO" created.
kadmin.local: addprinc -policy service -randkey afs/athdh.io
WARNING: policy "service" does not exist
Principal "afs/athdh.io@ATHDH.IO" created.
kadmin.local: ktadd -k /tmp/afs.keytab -norandkey afs/athdh.io
Entry for principal afs/athdh.io with kvno 1, encryption type aes256-cts-hmac-sh
a1-96 added to keytab WRFILE:/tmp/afs.keytab.
Entry for principal afs/athdh.io with kvno 1, encryption type aes128-cts-hmac-sh
a1-96 added to keytab WRFILE:/tmp/afs.keytab.
kadmin.local: quit
athdhg03_01_2023@af1:~$

```

+ Thêm nguyên tắc quản trị 'root' vào danh sách kiểm soát truy cập bằng cách chỉnh sửa tệp '/etc/krb5kdc/kadm5.acl'.

```

athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo asetkey add rxkad_krb5 1 18 /tmp/afs.keytab afs/athdh.io
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo asetkey add rxkad_krb5 1 17 /tmp/afs.keytab afs/athdh.io
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo vi /etc/krb5kdc/kadm5.acl
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo cat /etc/krb5kdc/kadm5.acl
# This file is the access control list for krb5 administration.
# When this file is edited run service krb5-admin-server restart to activate
# One common way to set up Kerberos administration is to allow any principal
# ending in /admin is given full administrative rights.
# To enable this, uncomment the following line:
# */admin *
root/admin@ATHDH.IO *
athdhg03_01_2023@af1:~$

```

- Cài đặt Kerberos Realm chỉ định cho OpenAFS:

```

athdhg03_01_2023@af1:~$ echo "ATHDH.IO" | sudo tee /etc/openafs/server/krb.conf
ATHDH.IO
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo cat /etc/openafs/server/krb.conf
ATHDH.IO
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo bos listkeys afs1 -localauth
All done.
athdhg03_01_2023@af1:~$ sudo invoke-rc.d krb5-5-kdc restart ; sudo invoke-rc.d krb5-adm
in-server restart
athdhg03_01_2023@af1:~$

```

- Tạo phân vùng dữ liệu cho OpenAFS:

```

root@af1:/home/athdhg03_01_2023# dd if=/dev/zero of=/var/lib/openafs/vicepa bs=1024k co
unt=1024
1024+0 records in
1024+0 records out
1073741824 bytes (1,1 GB, 1,0 GiB) copied, 0,918174 s, 1,2 GB/s
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# mke2fs /var/lib/openafs/vicepa
mke2fs 1.46.5 (30-Dec-2021)
Discarding device blocks: done
Creating filesystem with 262144 4k blocks and 65536 inodes
Filesystem UUID: a496a3fb-589e-438d-8828-6968a9180505
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

root@af1:/home/athdhg03_01_2023# mkdir /vicepa
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# mount -o loop /var/lib/openafs/vicepa /vicepa
root@af1:/home/athdhg03_01_2023#

```


- File cấu hình Cell được khởi tạo bởi bộ cài ở đường dẫn
/etc/openafs/CellServDB, ta cần sửa file cấu hình để Cell có thể hoạt động:

```

root@af1: /home/athdhg03_01_2023
>athdh.io
192.168.200.171 #afs1
>grand.central.org #GCO Public CellServDB 14 May 2018
18.9.48.14 #grand.mit.edu
128.2.13.219 #grand-old-opry.central.org

```

- Tạo Cell với với câu lệnh: sudo afs-newcell

```

Do you meet these requirements? [y/n] y
If the fileserver is not running, this may hang for 30 seconds.
service openafs-fileserver stop
What administrative principal should be used? root/admin

/etc/openafs/server/CellServDB already exists, renaming to .old
service openafs-fileserver start
bos adduser af1.athdh.io root.admin -localauth

Creating initial protection database. This will print some errors
about an id already existing and a bad ubik magic. These errors can
be safely ignored.

pt_util: /var/lib/openafs/db/prdb.DB0: Bad UBIK_MAGIC. Is 0 should be 354545
Ubik Version is: 2.0
Error while creating system:administrators: Entry for id already exists

bos create af1.athdh.io ptserver simple /usr/lib/openafs/ptserver -localauth
bos create af1.athdh.io vlserver simple /usr/lib/openafs/vlserver -localauth
bos create af1.athdh.io dafs dafs -cmd '/usr/lib/openafs/dafileserv -p 23 -bus
yat 600 -rxpck 400 -s 1200 -l 1200 -cb 65535 -b 240 -vc 1200' -cmd /usr/lib/open
afs/davolserver -cmd /usr/lib/openafs/salvageserv -cmd /usr/lib/openafs/dasalv
ager -localauth
bos setrestart af1.athdh.io -time never -general -localauth
Waiting for database elections: done.
vos create af1.athdh.io a root.afs -localauth
Volume 536870912 created on partition /vicepa of af1.athdh.io
service openafs-client force-start
Starting AFS services: afsd.
afsd: All AFS daemons started.

Now, get tokens as root/admin in the athdh.io cell.
Then, run afs-rootvol.
athdhg03_01_2023@af1:~$

```

- Nhận tokens AFS với tư cách là người dùng quản trị, sau đó chạy afs-rootvol

```

root@af1:/home/athdhg03_01_2023# kinit root/admin
Password for root/admin@ATHDH.IO:
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# aklog
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# cd D
Desktop/ Documents/ Downloads/
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# klist -5f
Ticket cache: FILE:/tmp/krb5cc_0
Default principal: root/admin@ATHDH.IO

Valid starting      Expires            Service principal
01/03/2023 10:13:58  01/03/2023 20:13:58  krbtgt/ATHDH.IO@ATHDH.IO
        renew until 02/03/2023 10:13:54, Flags: FPRIA
01/03/2023 10:14:06  01/03/2023 20:13:58  afs/athdh.io@ATHDH.IO
        renew until 02/03/2023 10:13:54, Flags: FPRAT
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# tokens

Tokens held by the Cache Manager:

User's (AFS ID 1) rxkad tokens for athdh.io [Expires Mar  1 20:13]
--End of list--
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# afs-rootvol
Prerequisites

In order to set up the root.afs volume, you must meet the following
pre-conditions:

```

```

root@af1:/home/athdhg03_01_2023# afs-rootvol
Prerequisites

In order to set up the root.afs volume, you must meet the following
pre-conditions:

1) The cell must be configured, running a database server with a
   volume location and protection server. The afs-newcell script will
   set up these services.

2) You must be logged into the cell with tokens in for a user in
   system:administrators and with a principal that is in the UserList
   file of the servers in the cell.

3) You need a fileserver in the cell with partitions mounted and a
   root.afs volume created. Presumably, it has no volumes on it,
   although the script will work so long as nothing besides root.afs
   exists. The afs-newcell script will set up the file server.

4) The AFS client must be running pointed at the new cell.
Do you meet these conditions? (y/n) y

You will need to select a server (hostname) and AFS partition on which to
create the root volumes.

What AFS Server should volumes be placed on? afs1
What partition? [a] a

```

- Hoàn tất cài đặt


```
fs sa /afs/athdh.io/user system:anyuser rl
vos create afs1 a service -localauth
Volume 536870921 created on partition /vicepa of afs1
fs mkm /afs/athdh.io/service service
fs sa /afs/athdh.io/service system:anyuser rl
ln -s athdh.io /afs/athdh.io/.root.afs/athdh
ln -s .athdh.io /afs/athdh.io/.root.afs/.athdh
fs rmm /afs/athdh.io/.root.afs
vos addsite afs1 a root.afs -localauth
Added replication site afs1 /vicepa for volume root.afs
vos addsite afs1 a root.cell -localauth
Added replication site afs1 /vicepa for volume root.cell
vos release root.afs -localauth
Released volume root.afs successfully
vos release root.cell -localauth
Released volume root.cell successfully
root@af1:/home/athdhg03_01_2023#
```

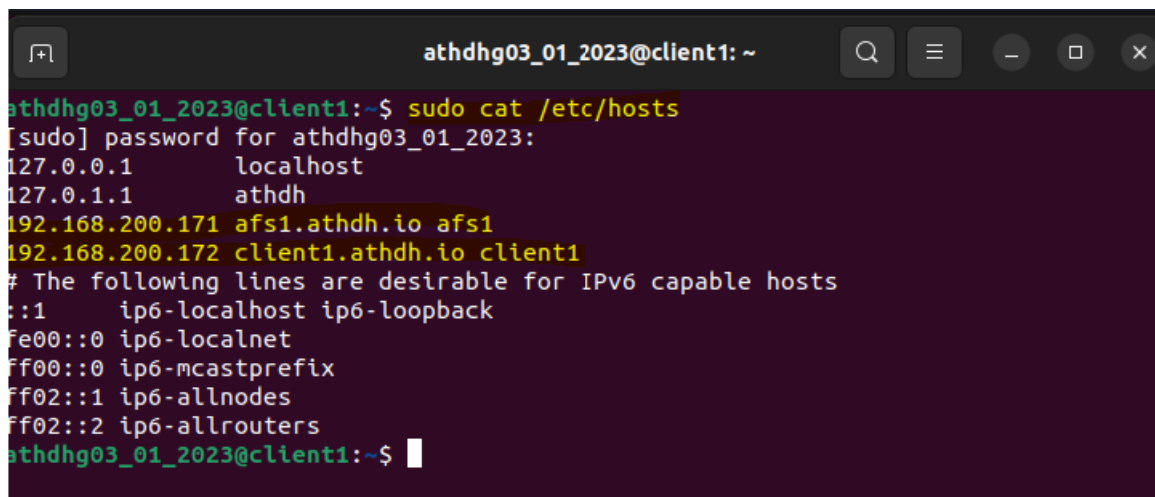
2.4.1.2. Client

- Cài đặt máy khách Kerberos:

- Cấu hình FQDN

- + Cấu hình FQDN trên máy khách bằng lệnh sau: `hostnamectl set hostname client1.athdh.io`

- + Sau đó chỉnh sửa `/etc/hosts/` qua câu lệnh : `sudo nano /etc/hosts` như bên dưới của cả server và client



```
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo cat /etc/hosts
[sudo] password for athdhg03_01_2023:
127.0.0.1      localhost
127.0.1.1      athdh
192.168.200.171 afs1.athdh.io afs1
192.168.200.172 client1.athdh.io client1
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1          ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0      ip6-localnet
ff00::0      ip6-mcastprefix
ff02::1      ip6-allnodes
ff02::2      ip6-allrouters
athdhg03_01_2023@client1:~$
```

- Cài đặt Kerberos Client (các thông tin về Realm tương tự như Kerberos Server) với câu lệnh: `Sudo apt -y install krb5-{config,user} libpam-krb5`

- Cấu hình Kerberos `/etc/krb5.conf`:

```

athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo vi /etc/krb5.conf
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo tail /etc/krb5.conf
    .csail.mit.edu = CSAIL.MIT.EDU
    csail.mit.edu = CSAIL.MIT.EDU
    .who.i.edu = ATHENA.MIT.EDU
    who.i.edu = ATHENA.MIT.EDU
    .stanford.edu = stanford.edu
    .slac.stanford.edu = SLAC.STANFORD.EDU
    .toronto.edu = UTORONTO.CA
    .utoronto.ca = UTORONTO.CA
    .athdh.io = ATHDH.IO
    athdh.io = ATHDH.IO
athdhg03_01_2023@client1:~$

```

- Tạo key trên máy khách với tài khoản quản trị của Kerberos Server:

```

athdhg03_01_2023@client1:~$ kadmin -p root/admin@ATHDH.IO
Authenticating as principal root/admin@ATHDH.IO with password.
Password for root/admin@ATHDH.IO:
kadmin: addprinc -randkey host/cl.athdh.io
No policy specified for host/cl.athdh.io@ATHDH.IO; defaulting to no policy
Principal "host/cl.athdh.io@ATHDH.IO" created.
kadmin: quit
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo su
root@client1:/home/athdhg03_01_2023# kadmin -p root/admin@ATHDH.IO
Authenticating as principal root/admin@ATHDH.IO with password.
Password for root/admin@ATHDH.IO:
kadmin: ktadd host/cl.athdh.io
Entry for principal host/cl.athdh.io with kvno 2, encryption type aes256-cts-hmac-sha1-96
added to keytab FILE:/etc/krb5.keytab.
Entry for principal host/cl.athdh.io with kvno 2, encryption type aes128-cts-hmac-sha1-96
added to keytab FILE:/etc/krb5.keytab.
kadmin: quit
root@client1:/home/athdhg03_01_2023#

```

o Cài đặt máy khách OpenAFS:

- Cài đặt mô đun AFS Kernel (lấy file từ Server):

```

athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo scp athdhg03_01_2023@afs1:/usr/src/openafs-modules*.deb /usr/src
^Cathdhg03_01_2023@client1:~$ sudo scp athdhg03_01_2023@afs1:/usr/src/openafs-modules*.deb /usr/src
The authenticity of host 'afs1 (192.168.200.171)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:d2BNl0a9a2NykUEq57VJSh8k8um87iwtjZTldnh2pog.
This key is not known by any other names
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added 'afs1' (ED25519) to the list of known hosts.
athdhg03_01_2023@afs1's password:
openafs-modules-5.19.0-32-generic_1.8.8.1-3ubuntu2~22.04.1+5.19.0 100% 4990KB 80.9MB/s 00:00
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo dpkg -i /usr/openafs-modules*.deb
dpkg: error: cannot access archive '/usr/openafs-modules*.deb': No such file or directory
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo dpkg -i /usr/src/openafs-modules*.deb
Selecting previously unselected package openafs-modules-5.19.0-32-generic.
(Reading database ... 198708 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../openafs-modules-5.19.0-32-generic_1.8.8.1-3ubuntu2~22.04.1+5.19.0-32.33~22.04.1_amd64.deb ...
Unpacking openafs-modules-5.19.0-32-generic (1.8.8.1-3ubuntu2~22.04.1+5.19.0-32.33~22.04.1) ...
Setting up openafs-modules-5.19.0-32-generic (1.8.8.1-3ubuntu2~22.04.1+5.19.0-32.33~22.04.1) ...
athdhg03_01_2023@client1:~$ sudo modprobe openafs
athdhg03_01_2023@client1:~$ lsmod |grep afs
openafs                2809856  0
athdhg03_01_2023@client1:~$

```

- Cài đặt các thư viện cho AFS bằng câu lệnh: `sudo apt install -y libafs*`
- Cài đặt OpenAFS Client (cấu hình tương tự OpenAFS Server) bằng câu lệnh : `sudo apt install -y openafs-{client,krb5}`

2.4.2. Sử dụng

2.4.2.1. Server

- o Tạo người dùng và thử nghiệm

```
root@af1: /home/athdhg03_01_2023
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# kadmin.local
Authenticating as principal root/admin@ATHDH.IO with password.
kadmin.local: addprinc covid
No policy specified for covid@ATHDH.IO; defaulting to no policy
Enter password for principal "covid@ATHDH.IO":
Re-enter password for principal "covid@ATHDH.IO":
Principal "covid@ATHDH.IO" created.
kadmin.local: addprinc hieutv
No policy specified for hieutv@ATHDH.IO; defaulting to no policy
Enter password for principal "hieutv@ATHDH.IO":
Re-enter password for principal "hieutv@ATHDH.IO":
Principal "hieutv@ATHDH.IO" created.
kadmin.local: quit
```

```
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# kinit root/admin ;aklog
Password for root/admin@ATHDH.IO:
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# pts createuser -name covid -id 20001
User covid has id 20001
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# pts createuser -name hieutv -id 20002
User hieutv has id 20002
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# vos create -server afs1 -partition /vicepa -name user.covid -ma
quota 100000
vos: Unrecognized or ambiguous switch '-maquota'; type 'vos help create' for detailed help
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# vos create -server afs1 -partition /vicepa -name user.covid -ma
xquota 100000
Volume 536870924 created on partition /vicepa of afs1
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# vos create -server afs1 -partition /vicepa -name user.hieutv -m
axquota 100000
Volume 536870927 created on partition /vicepa of afs1
root@af1:/home/athdhg03_01_2023#
```

```
root@af1: /home/athdhg03_01_2023
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# mkdir -p /afs/athdh.io/user/c/cv
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# mkdir -p /afs/athdh.io/user/h/hi
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# fs mkmount -dir /afs/athdh.io/user/c/cv/covid -vol user.covid -
rw
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# fs mkmount -dir /afs/athdh.io/user/h/hi/hieutv -vol user.hieutv
-rw
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# fs setacl -dir /afs/athdh.io/user/c/cv/covid-acl covid all
fs: Missing required parameter '-acl'
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# fs setacl -dir /afs/athdh.io/user/c/cv/covid -acl covid all
root@af1:/home/athdhg03_01_2023# fs setacl -dir /afs/athdh.io/user/h/hi/hieutv -acl hieutv all
root@af1:/home/athdhg03_01_2023#
```

- Thử đăng nhập với người dùng, truy cập vào thư mục được cấp quyền, thử truy cập vào thư mục không được cấp quyền:

```
athdhg03_01_2023@af1:~$ kinit hieutv ; aklog
Password for hieutv@ATHDH.IO:
athdhg03_01_2023@af1:~$ date > /afs/athdh.io/user/h/hi/hieutv/time.txt
athdhg03_01_2023@af1:~$ cat /afs/athdh.io/user/h/hi/hieutv/time.txt
Thứ tư, 01 Tháng 3 năm 2023 10:33:23 +07
athdhg03_01_2023@af1:~$ ls -al /afs/athdh.io/user/c/cv/covid
ls: cannot open directory '/afs/athdh.io/user/c/cv/covid': Permission denied
athdhg03_01_2023@af1:~$
```

2.4.2.2. Client

- o Vào thư mục AFS:
 - Sử dụng tài khoản truy cập vào thư mục được cấp quyền, và thử truy cập vào thư mục không được cấp quyền:

```

covid@afs1:~$ kinit covid ; aklog
Password for covid@ATHDH.IO:
covid@afs1:~$ cd /afs/athdh.io/user/c/cv/covid/
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ whoami
covid
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ date
Thứ tư, 01 Tháng 3 năm 2023 11:03:05 +07
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ tee test.txt
ls -a^C
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ ls -a
.. test.txt
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ (whoami ; date) |tee test.txt
covid
Thứ tư, 01 Tháng 3 năm 2023 11:04:13 +07
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ cat test.txt
covid
Thứ tư, 01 Tháng 3 năm 2023 11:04:13 +07
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ ls -a
.. test.txt
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ unlog ;kdestroy
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ ls -a
ls: cannot open directory '.': Permission denied
covid@afs1:/afs/athdh.io/user/c/cv/covid$ cd
covid@afs1:~$

```

2.5. Ưu điểm và nhược điểm

2.5.1. Ưu điểm

- Cải thiện khả năng mở rộng: Tương đối dễ dàng để thêm nhiều máy chủ hơn vào hệ thống phân tán để tăng cường dung lượng hoặc cải thiện hiệu suất. Hệ thống tệp phân tán có thể xử lý một lượng lớn dữ liệu và hỗ trợ một số lượng lớn người dùng, làm cho chúng rất phù hợp cho các tổ chức có nhu cầu lưu trữ dữ liệu ngày càng tăng.
- Tính khả dụng tốt hơn: Các hệ thống tệp phân tán được thiết kế để có tính khả dụng cao, có nghĩa là chúng có khả năng chống lại các điểm lỗi đơn lẻ. Nếu máy chủ gặp sự cố, người dùng vẫn có thể truy cập dữ liệu của họ từ các máy chủ khác trong mạng.
- Cải thiện hiệu suất: Hệ thống tệp phân tán có thể phân phối tải đọc và ghi dữ liệu trên nhiều máy chủ, điều này có thể cải thiện hiệu suất tổng thể của hệ thống.
- Cải thiện khả năng chịu lỗi: Một hệ thống tệp phân tán có thể tiếp tục hoạt động ngay cả khi một máy chủ duy nhất bị lỗi, vì dữ liệu được lưu trữ trên nhiều máy chủ.
- Quyền đối với tệp: AFS cho phép kiểm soát tốt hơn quyền đối với tệp trong thư mục của một người. Cá nhân có thể cấp đặc quyền cho cá nhân hoặc nhóm do người dùng tạo. Điều này là lý tưởng cho các dự án nhóm. Người dùng AFS cần học một bộ lệnh mới và quyền đối với tệp khác với những quyền mà họ có thể đã sử dụng trong NFS. Một điểm khác biệt quan trọng: AFS không hỗ trợ các quyền dựa trên tệp; Quyền AFS chỉ áp dụng cho các thư mục. Các quyền AFS được đề cập trong phần Cài đặt Quyền.
- Cung cấp các tính năng vận hành an toàn trên mạng lưới.
- Hỗ trợ cho các máy chủ và các hệ thống cơ sở dữ liệu nhất định.
- Tốc độ truy xuất và chia sẻ lớn.

- Bảo mật: AFS kết hợp với Kerberos cung cấp khả năng bảo mật tuyệt vời vì nó xác thực người dùng và công việc chứ không phải máy móc (điều này làm giảm khả năng giả mạo IP). Nó cũng cung cấp mã hóa thông qua Kerberos, do đó giúp giảm nguy cơ ai đó đánh cắp mật khẩu của bạn ra khỏi các gói.

2.5.2. Nhược điểm

- độ phức tạp hệ thống: Một hệ thống tệp phân tán có thể phức tạp hơn để thiết lập và quản lý so với hệ thống tệp tập trung.
- AFS không sử dụng ngữ nghĩa tệp Unix: nó chỉ hỗ trợ quyền thư mục. Điều này có thể gây nhầm lẫn cho những người đã quen với các bộ quyền chmod Unix tiêu chuẩn
- Tăng chi phí: Các hệ thống tệp phân tán thường yêu cầu nhiều máy chủ và phần cứng khác, điều này có thể làm tăng chi phí tổng thể của hệ thống.
- Kiểm soát hạn chế: Vì dữ liệu được lưu trữ trên nhiều máy chủ trong hệ thống tệp phân tán, quản trị viên có thể khó kiểm soát quyền truy cập và quản lý dữ liệu hơn.
- Xác thực có thể gây ra vấn đề: Nhu cầu xác thực mọi thứ và mọi người đôi khi có thể gây ra vấn đề cho những người không biết cách xử lý xác thực. Hy vọng rằng điều này sẽ thay đổi khi bảo mật trở thành một vấn đề lớn hơn và mọi người nhận ra nhu cầu xác thực nhiều hơn.
- Vấn đề tương thích: Hệ thống tệp phân tán có thể không tương thích với tất cả các ứng dụng và có thể yêu cầu phần mềm đặc biệt để truy cập dữ liệu.
- Hệ thống đòi hỏi tốc độ chia sẻ tệp lớn và tốc độ truy xuất khá lớn
- Hỗ trợ mã hóa tệp rất trễ và sự phân bố không đồng đều trong khu vực hoặc lãnh thổ
- Không hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình
- Không hỗ trợ giao diện người dùng thân thiện

3. KẾT LUẬN

- Bài Báo cáo trên đã tìm hiểu các nội dung của hệ thống file phân tán OpenAFS:
 - + Giới thiệu
 - + Cấu trúc
 - + Thành phần
 - + Cơ chế hoạt động
 - + Cài đặt
 - + Ưu và nhược điểm

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- <https://userswww.pd.infn.it/~sgaravat/Balbi/afs.html>
- <https://www.techopedia.com/definition/11029/andrew-file-system-afs>
- <https://www.geeksforgeeks.org/andrew-file-system/>
- <https://openafs.org/>
- <https://www.howtoforge.com/how-to-setup-kerberos-server-and-client-on-ubuntu-1804-lts/>
- <http://www.bx.psu.edu/~nate/openafs-servers.txt>