****

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

**KHOA VIỄN THÔNG I**

****

**BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN**

**Môn học : Giải pháp và hệ thống IoT tiến tiến**

**ĐỀ TÀI: GIẢI PHÁP MỚI TRONG NHÀ THÔNG MINH  
CHO PHÉP KẾT NỐI ĐA HỆ SINH THÁI SỬ DỤNG  
GIAO THỨC MATTER**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nhóm :** | **01** |
| **Nhóm sinh viên** | **Mã sinh viên** |
| **Tạ Văn An** | **B20DCVT009** |
| **Vi Xuân Trường** | **B20DCVT009** |
| **Hoàng Thành Long** | **B20DCVT009** |
| **Nhóm lớp học :** | **IoT1** |
| **Giảng viên :** | **TS. Ngô Thị Thu Trang** |

Hà Nội – 2024

MỤC LỤC

[MỤC LỤC 2](#_Toc162785053)

[LỜI MỞ ĐẦU 2](#_Toc162785054)

[CHƯƠNG I. TÓM TẮT VỀ GIAO THỨC TRONG IOT 4](#_Toc162785055)

[1.1. Đặt vấn đề 4](#_Toc162785056)

[1.1.1 IoT và các giao thức trong IoT 4](#_Toc162785057)

[1.2 Giải pháp Matter 4](#_Toc162785058)

[1.2.1 Sự ra đời của Matter 4](#_Toc162785059)

[1.2.2 Matter Protocol là gì ? 5](#_Toc162785060)

[1.2.3 Đặc điểm 6](#_Toc162785061)

[CHƯƠNG II. GIAO THỨC MATTER 6](#_Toc162785062)

[2.1 Kiến trúc 6](#_Toc162785063)

[2.1.1 Kiến trúc phân lớp 6](#_Toc162785064)

[2.1.2 Kiến trúc mạng Matter 7](#_Toc162785065)

[2.1.3 Vai trò của BLE trong Matter Network (Bluetooth Low Energy) 10](#_Toc162785066)

[2.1.4 Những thành phần trong mạng Matter (Matter Network Components) 10](#_Toc162785067)

[2.2 Mô hình hệ thống 11](#_Toc162785068)

[2.2.1 Matter Data Model : 11](#_Toc162785069)

[2.2.2 The Matter Interaction Model 13](#_Toc162785070)

[2.3 . Matter Security 15](#_Toc162785071)

[2.3.1 Nguyên tắc 15](#_Toc162785072)

[2.3.2 Tổng quan về chứng chỉ và quy trình 15](#_Toc162785073)

[2.3.3 Message Protection: 16](#_Toc162785074)

[2.3.4 Commissioning Steps : 17](#_Toc162785075)

[2.3.5 Matter Security Requirements 21](#_Toc162785076)

[CHƯƠNG III .ỨNG DỤNG VÀ TRIỂN KHAI 22](#_Toc162785077)

[3.1 Các thiết bị có sử dụng Matter 22](#_Toc162785078)

[3.2 Tiềm năng phát triển 23](#_Toc162785079)

DANH MỤC BẢNG BIỂU

[Hình 1 Kiến trúc phân lớp 7](#_Toc162786166)

[Hình 2 Kiến trúc Matter Nework 9](#_Toc162786167)

[Hình 3 Thread Network 10](#_Toc162786168)

[Hình 4 Wifi Network 10](#_Toc162786169)

[Hình 5 Cấu trúc mạng hình sao 10](#_Toc162786170)

[Hình 6 Matter data Module 13](#_Toc162786171)

[Hình 7Điều khiển bóng đèn thông minh 14](#_Toc162786172)

[Hình 8 Interaction Module 15](#_Toc162786173)

[Hình 9 Confidentiality: Message payload is encrypted by the encryption key (AES) 17](#_Toc162786174)

[Hình 10 Privacy: Addresses are encrypted by the privacy key 18](#_Toc162786175)

[Hình 11 Public Key Infrastructure 19](#_Toc162786176)

[Hình 12 Quá trình commissioning 19](#_Toc162786177)

[Hình 13 Quá trình chứng thực 21](#_Toc162786178)

[Hình 14 Commissioning Process 22](#_Toc162786179)

[Hình 15 Matter devices 23](#_Toc162786180)

[Hình 16 300+ Matter Working Group Mambers 24](#_Toc162786181)

LỜI MỞ ĐẦU

Internet of Things (IoT) đã từng bước trở thành một phần không thể thiếu của cuộc sống hiện đại, mở ra nhiều cơ hội mới và thú vị trong việc kết nối các thiết bị và tự động hóa các quy trình hàng ngày. Từ thiết bị gia đình thông minh như đèn chiếu sáng và máy lạnh đến các ứng dụng công nghiệp như quản lý hệ thống sản xuất và theo dõi tài sản, IoT đã thúc đẩy sự phát triển và tiến bộ trong nhiều lĩnh vực.

Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh chóng của IoT, đã xuất hiện nhiều tiêu chuẩn và giao thức khác nhau, dẫn đến sự phức tạp và sự không tương thích giữa các thiết bị từ các nhà sản xuất khác nhau. Khách hàng cũng đối diện với thách thức khi lựa chọn các sản phẩm tương thích với hệ sinh thái của họ và việc chuyển đổi giữa các hệ sinh thái có thể gặp rất nhiều rắc rối. Để giải quyết vấn đề này, Matter Protocol đã ra đời với mục tiêu tạo ra một tiêu chuẩn giao thức chung và mở, cho phép các thiết bị IoT từ nhiều nhà sản xuất khác nhau có thể tương thích và tương tác với nhau một cách dễ dàng và linh hoạt. Matter Protocol hứa hẹn mở ra một tương lai IoT đơn giản hơn, tiện lợi hơn và đồng nhất hơn, mang lại lợi ích to lớn cho người dùng và doanh nghiệp.

CHƯƠNG I: TÓM TẮT VỀ GIAO THỨC TRONG IOT

1.1. Đặt vấn đề

* + 1. IoT và các giao thức trong IoT

Internet of Things (IOT) là công nghệ cho phép chúng ta truyền dữ liệu và lệnh tới các thiết bị thông minh trong thời gian thực. IoT là một mạng lưới các thiết bị được kết nối qua Internet, với một trung tâm có thể phân tích dữ liệu tổng hợp. Các điểm cuối IoT có thể là một người, một động vật, một ngôi nhà, một trang trại, một tòa nhà hoặc toàn bộ thành phố. Nhưng trong mọi trường hợp, những vật này có thể “nói chuyện” với nhau mà không cần bất kỳ sự can thiệp nào của con người thông qua giao thức IoT. Có nhiều giao thức khác nhau cho các lớp khác nhau trong kiến trúc IoT

Một số giao thức phổ biến trong IoT:

1. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): MQTT là một giao thức được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng IoT để truyền thông tin giữa các thiết bị và máy chủ. MQTT sử dụng mô hình publish-subscribe, trong đó các thiết bị có thể xuất bản (publish) dữ liệu và các thiết bị khác có thể đăng ký (subscribe) để nhận dữ liệu.

2. HTTP (Hypertext Transfer Protocol): Mặc dù HTTP không được thiết kế đặc biệt cho IoT, nhưng nó vẫn được sử dụng rộng rãi trong một số ứng dụng IoT.Các thiết bị IoT có thể sử dụng HTTP để truyền dữ liệu đến các máy chủ hoặc ứng dụng web, hoặc để nhận các chỉ thị điều khiển từ các máy chủ.

3. CoAP (Constrained Application Protocol): là một giao thức nhẹ, được thiết kế đặc biệt cho các thiết bị IoT có tài nguyên hạn chế như bộ nhớ, CPU và pin. Nó cung cấp một cách tiếp cận RESTful cho giao tiếp giữa các thiết bị IoT và máy chủ, giúp đơn giản hóa việc phát triển ứng dụng IoT.

4. Bluetooth và Bluetooth Low Energy (BLE): Bluetooth và BLE là các giao thức không dây được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng IoT ngắn phạm vi như các thiết bị đeo thông minh, cảm biến, và các hệ thống điều khiển nhà thông minh.

6. Zigbee và Z-Wave: Zigbee và Z-Wave là hai giao thức mạng không dây được thiết kế đặc biệt cho IoT, đặc biệt là trong các ứng dụng nhà thông minh và điều khiển thiết bị.

* 1. Giải pháp Matter

1.2.1 Sự ra đời của Matter

Trong những năm gần đây, với sự bùng nổ của IoT nhà thông minh ngày càng trở nên phổ biến và được dự đoán sẽ trở thành xu hướng của tương lai. Nhà thông minh là không gian sống được lắp đặt, trang bị các thiết bị công nghệ điện tử được điều khiển tự động hóa hay bán tự động thông qua các ứng dụng quản lý trên điện thoại, trợ lý ảo thông minh hoặc bằng giọng nói với bộ điều khiển trung tâm đặt bên trong ngôi nhà. Nhờ vào việc ứng dụng kết hợp các công nghệ như hồng ngoại, cảm biến, điện thoại thông minh, công nghệ đám mây, IoT, hệ thống tự động hóa, camera giám sát,… nhà thông minh có khả năng giúp bạn hoàn thành các công việc thường ngày như: kéo rèm, tắt, mở đèn, tivi, điều hòa, loa,... chỉ với vài thao tác chạm hoặc nói thông qua thiết bị mà không cần tốn quá nhiều công sức để trực tiếp thực hiện như trước đây.

Kết quả báo cáo tổng kết của Zion Market Research công bố cho thấy thị trường smarthome trên toàn cầu đạt giá trị khoảng 24,10 tỷ USD trong năm 2016 và đã tăng gần gấp đôi sau khoảng 6 năm với mức tăng trưởng dự kiến là 53,45 tỷ USD trong năm 2022 với mức tăng trưởng trung bình hàng năm đều trên 14,5%, một con số tăng trưởng vô cùng khả quan. Thị trường Bắc Mỹ và châu Âu được xem là nơi tiên phong của nhà thông minh, trong khi khu vực châu Á - Thái Bình Dương là khu vực có tiềm năng phát triển về nhà thông minh nhiều nhất với nhu cầu khổng lồ về thiết bị điều khiển tự động, thiết bị giải trí, an ninh trong ngôi nhà.

Theo thống kê từ Statista, Mỹ là quốc gia đứng đầu thế giới về nhu cầu sử dụng nhà thông minh với doanh thu 18 tỷ USD mỗi năm. Đứng ở vị trí thứ 2 là thị trường đông dân nhất thế giới, Trung Quốc với 6,5 tỷ USD và Nhật Bản hiện xếp thứ 3. Dự kiến, số lượng người sử dụng căn hộ thông minh tại Mỹ sẽ là 700.000 đến năm 2022. Các chuyên gia dự đoán tốc độ phát triển của smarthome cùng nhu cầu của người dân sẽ càng tăng cao, smarthome hoàn toàn có thể trở thành xu hướng lựa sống trong tương lai.

Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh chóng này đến từ các nhà sản xuất khác nhau, người tiêu dùng thường gặp phải một vấn đề lớn: sự không tương thích giữa các thiết bị từ các hãng khác nhau. Điều này dẫn đến một hệ sinh thái khó sử dụng, khi mà mỗi thiết bị thông minh đều yêu cầu ứng dụng và giao thức riêng biệt để hoạt động. Trong bối cảnh này, việc phát triển smarthome sử dụng đa hệ sinh thái đã trở thành một thách thức đáng kể. Các nhà sản xuất phải đối mặt với việc tích hợp các thiết bị từ nhiều nguồn khác nhau vào một hệ thống hoạt động một cách mượt mà và hiệu quả. Điều này không chỉ yêu cầu sự hợp tác giữa các nhà sản xuất, mà còn đòi hỏi một tiêu chuẩn chung về giao thức liên kết các thiết bị này với nhau.

=> Matter Protocol ra đời

1.2.2 Matter Protocol là gì ?

* Matter là một giao thức mạng không dây đặc biệt được thiết kế để hoạt động trên các tầng vật lý, liên kết dữ liệu, và mạng, cũng như tích hợp với các tầng cao hơn như tầng ứng dụng để cung cấp các dịch vụ IoT, Matter không là một phần của mô hình OSI.
* Matter được thiết kế để tạo ra một môi trường kết nối thông minh và tương thích cho các thiết bị trong ngôi nhà thông minh và Internet of Things (IoT).
* Là tiêu chuẩn thống nhất ngành được xác nhận qua Connectivity Standards Alliance với hơn 300 thành viên các công ty

1.2.3 Đặc điểm

* Đơn giản : Matter được thiết kế để dễ sử dụng cho người tiêu dùng và dễ phát triển cho các nhà sản xuất. Với giao thức này, việc kết nối và quản lý các thiết bị trong ngôi nhà thông minh trở nên đơn giản hơn bao giờ hết.
* Đáng tin cậy : cung cấp một mạng cục bộ đáng tin cậy, với các quy trình chứng nhận đảm bảo tính an toàn và tin cậy cho người dùng.
* Liền mạch : Với cấu trúc thống nhất, Matter cho phép các thiết bị tương tác với nhau một cách liền mạch, không gặp sự cản trở do sự không tương thích.
* Bảo mật : Matter thực hiện xác thực trước khi thiết bị tham gia mạng, và tất cả các giao tiếp giữa các thiết bị được mã hóa, đảm bảo tính bảo mật cho dữ liệu và thông tin cá nhân của người dùng.
* Mở : mã nguồn mở, tạo điều kiện cho sự hợp tác và phát triển từ cộng đồng lập trình viên

CHƯƠNG II. GIAO THỨC MATTER

2.1 Kiến trúc

2.1.1 Kiến trúc phân lớp

Kiến trúc được chia thành các lớp giúp phân tách các nhiệm vụ khác nhau .Để phù hợp cho việc triển khai, bốn tầng cuối cùng được xử lý như một Masaging Layer và một Transport Layer

A diagram of a pyramid

Description automatically generated

Hình 1 Kiến trúc phân lớp

1- Lớp ứng dụng (Application Layer):

* Tầng cao nhất trong kiến trúc Matter.
* Bao gồm logic cấp cao của thiết bị và ứng dụng người dùng.
* Xây dựng trên mô hình dữ liệu thống nhất để cải thiện tính tương thích và tương tác giữa các thiết bị.

2- Mô hình Dữ liệu (Data Model):

* Quản lý cách dữ liệu và các yếu tố hành động hỗ trợ chức năng của ứng dụng.
* Bao gồm định nghĩa của các yếu tố dữ liệu, không gian tên cho các điểm cuối, cụm và thuộc tính trong ứng dụng.

3- Mô hình Tương tác (Interaction Model):

* Xử lý các tương tác giữa các nút trong mạng.
* Quản lý cách dữ liệu được truyền giữa các nút.
* Thừa kế từ tiêu chuẩn dotdot của Zigbee.

4- Khung Hành động (Action Framing):

* Chuyển đổi các tương tác thành một gói dữ liệu.

5- Khung tin nhắn và Định tuyến(Message Framing and Routing):

* Cập nhật gói dữ liệu với thông tin định tuyến như fabric và Node ID.
* Đảm bảo việc định tuyến hiệu quả của các thông điệp trong mạng.

6- Lớp Vận chuyển và khung IP (Transport and IP Framing):

* Đảm bảo việc vận chuyển dữ liệu thông qua mạng IP.
* Bao gồm việc sử dụng TCP hoặc Matter's Message Reliability Protocol để quản lý IP của dữ liệu.2.1.2 Cấu trúc liên kết mạng

2.1.2 Kiến trúc mạng Matter

Matter phát triển dựa trên hai công nghệ kết nối nổi bật đó là : Thread và Wi-Fi. Thread là giao thức mạng lưới không dây công suất thấp tạo điều kiện liên lạc đáng tin cậy giữa các nút. Nó cho phép phạm vi phủ sóng mở rộng và kết nối đáng tin cậy để cải thiện hiệu suất tổng thể của hệ sinh thái IoT.

Matter cũng dựa trên IPv6 sử dụng các giao thức lớp vận chuyển như TCP/UDP để hỗ trợ việc đánh địa chỉ mạng và truyền các gói dữ liệu một cách đáng tin cậy. Do đó, Matter tương thích với nhiều tùy chọn kết nối (chẳng hạn như Thread và Wi-Fi). Tính linh hoạt này cho phép các thiết bị hỗ trợ Matter giao tiếp qua nhiều giao thức mạng khác nhau, đảm bảo khả năng tương thích và tích hợp rộng rãi với các công nghệ mạng khác nhau.

A close-up of a computer screen

Description automatically generated

Hình 2 Kiến trúc Matter Nework

Sức mạnh thực sự của Matter nằm ở khả năng tương tác. Các công ty hàng đầu trong ngành như Google, Apple, Amazon và Samsung Smart Things đã triển khai Matter trong các thiết bị IoT của họ, thúc đẩy việc áp dụng rộng rãi hơn từ các nhà sản xuất khác. Matter cũng hỗ trợ kết nối từ các công nghệ hiện có khác, chẳng hạn như Zigbee, Bluetooth® Mesh và Z-Wave. Điều này cho phép công nghệ IoT hiện có được tích hợp vào một môi trường có thể tương tác. Khả năng tương thích và tích hợp liền mạch giữa các thương hiệu tạo ra một hệ sinh thái thống nhất nơi các thiết bị thông minh của bạn hoạt động hài hòa.

Trên lý thuyết, Matter có thể hoạt động trên bất kỳ mạng chứa IPv6 nào. Tuy nhiên, trong thực tế, các thông số kỹ thuật của Matter tập trung hoàn toàn vào ba công nghệ lớp liên kết, cho phép Matter chạy trên các mạng Ethernet, Wi-Fi và Thread 802.15.4. Như đã đề cập ở trên, một trong những lợi ích lớn của Matter là tính linh hoạt của nó, đặc biệt là khi điều chỉnh cấu hình mạng.

Có hai Topology mạng cơ bản thường được sử dụng trong Matter. Đầu tiên là gọi là Topology mạng đơn, trong đó Matter chỉ chạy trên một mạng. Nghĩa là mạng Matter có thể chạy qua một mạng Thread 802.15.4 hoặc qua một mạng Wi-Fi. Trong trường hợp này, tất cả các thiết bị Matter được kết nối với cùng một mạng logic duy nhất.

|  |  |
| --- | --- |
| A screenshot of a phone  Description automatically generated  Hình 3 Thread Network | A close-up of a network  Description automatically generated  Hình 4 Wifi Network |

Cấu trúc liên kết mạng khác, phổ biến hơn là mạng hình sao, bao gồm nhiều mạng ngoại vi được nối với nhau bằng mạng trung tâm. Nếu sử dụng mạng ngoại vi, mạng đó phải được kết nối trực tiếp với hub thông qua một hoặc nhiều bộ định tuyến biên. Bộ định tuyến viền (hoặc bộ định tuyến biên) là một bộ định tuyến đặc biệt có thể cung cấp dịch vụ định tuyến giữa hai mạng con IP, hoạt động hiệu quả như một cầu nối giữa hai mạng khác nhau. Điều này cho phép rất linh hoạt và khả năng tương tác giữa các mạng gia đình khác nhau mà tất cả đều có thể được kết nối với nhau.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hình 5 Cấu trúc mạng hình sao

2.1.3 Vai trò của BLE trong Matter Network (Bluetooth Low Energy)

* Sử dụng chủ yếu cho việc khám phá và cấu hình thiết bị : Bluetooth LE cho phép thiết bị Matter được tìm kiếm và thiết lập kết nối với nhau trong quá trình khởi đầu.
* Kết nối thiết bị vào mạng Matter: Bluetooth LE được sử dụng để kết nối một thiết bị mới vào mạng Matter thông qua một bộ điều khiển Matter.
* Không sử dụng cho việc giao tiếp thiết bị đến thiết bị hoặc thiết bị đến bộ điều khiển sau khi hoàn tất quá trình cấu hình. Sau khi quá trình cấu hình được hoàn tất, BLE không được sử dụng cho việc giao tiếp giữa các thiết bị hoặc giữa thiết bị và bộ điều khiển.

2.1.4 Những thành phần trong mạng Matter (Matter Network Components)

* Platform: Một hệ thống nhà thông minh từ một nhà cung cấp cụ thể, có khả năng kết nối và điều khiển các thiết bị Matter từ nhiều nhà cung cấp khác nhau.
* Border Router (Thread): Một Bộ định tuyến Biên. Thread cho phép các thiết bị Thread kết nối vào mạng cục bộ, để chúng có thể giao tiếp với các thiết bị khác được xây dựng trên các công nghệ dựa trên IP như Wi-Fi hoặc Ethernet
* Thread có thể được tích hợp vào các sản phẩm hiện có, như các điểm truy cập Wi-Fi, loa thông minh và nhiều hơn nữa.
* Mesh Extender (Thread): Một Mesh Extender là một thiết bị được cung cấp bằng nguồn AC, lặp lại tín hiệu và mở rộng phạm vi hoặc phạm vi của mạng Thread đến các góc xa của nhà và tòa nhà. Mạng Thread mở rộng tự động khi có thêm nhiều mesh extender được thêm vào, do đó xây dựng một mạng mạnh mẽ, đáng tin cậy hơn.
* Home Gateway (ví dụ: Bộ định tuyến Wi-Fi, Điểm truy cập): Giao diện cho phép giao tiếp IP chảy giữa mạng nhà thông minh cục bộ và Internet.

+ Thread Border Router : kết nối các thiết bị Thread với mạng cục bộ, các thiết bị khác được xây dựng trên công nghệ dựa trên IP như Wi-Fi hoặc Ethernet và Internet.Bộ định tuyến biên đã được nhiều nhà cung cấp nền tảng đã tích hợp với hàng triệu thiết bị có mặt trong gia đình ngày nay, ví dụ:

* Amazon Echo (thế hệ thứ 4)
* Apple HomePod (thế hệ thứ 2) và HomePod mini
* Apple TV 4K
* Google Nest Hub Max
* Google Nest Hub (thế hệ thứ 2)
* Google Nest Wifi
* Samsung SmartThings hubs and Station…

2.2 Mô hình hệ thống

2.2.1 ****Matter Data Model**** :

Matter Data Modle là một cách thức tổ chức và mô tả dữ liệu trong giao thức Matter. Nó cung cấp một cấu trúc phân cấp giúp các thiết bị Matter hiểu và chia sẻ thông tin với nhau một cách hiệu quả.

Các thành phần chính của Matter Data Model :

**1**. Matter Node (Nút Matter):

* Đại diện cho một **thiết bị vật lý** (Physical Device) duy nhất trong mạng Matter (mỗi thiết bị chỉ có một **Matter Node)**
* Một node có thể chứa nhiều endpoint, tương tự một device có thể có nhiều node.
* Các node trong cùng mạng có thể giao tiếp trực tiếp với nhau.
* Ví dụ: bóng đèn thông minh, ổ cắm thông minh, thermostat thông minh,vv

**2.** Endpoint(s) (Điểm kết nối):

* Một **Matter Node** có thể chứa một hoặc nhiều **Endpoint(s)**.
* Mỗi **Endpoint** đại diện cho một **loại chức năng** (Device Function) cụ thể của thiết bị.
* Ví dụ: một bóng đèn thông minh có thể có một **Endpoint** cho chức năng chiếu sáng và một **Endpoint** khác cho cảm biến chuyển động.

**3.** Cluster(s) (Cụm):

* Mỗi **Endpoint** được liên kết với một hoặc nhiều **Cluster(s)**.
* **Cluster** là một nhóm các **Attribute(s)** (Thuộc tính) và **Command(s)** (Lệnh) được thiết kế để thực hiện một chức năng cụ thể.
* **Cluster** được xác định trước trong **Device Type** (Loại thiết bị) của thiết bị.
* Ví dụ: **Cluster** On/Off được sử dụng để điều khiển bật/tắt thiết bị, **Cluster** Color Control được sử dụng để điều khiển màu sắc của đèn.

**4.** Device Type (Loại thiết bị):

* **Device Type** (Loại thiết bị) xác định cấu trúc của một **Matter Node** (Nút Matter).
* Nó bao gồm các **Cluster** bắt buộc và tùy chọn mà **Endpoint(s)** (Điểm kết nối) của thiết bị phải hỗ trợ.
* Ví dụ: **Device Type** Dimmable Light (Đèn có thể điều chỉnh độ sáng) yêu cầu **Endpoint** hỗ trợ **Cluster** On/Off và Level Control.

**5.** Attribute(s) **(Thuộc tính):**

* Thuộc tính đại diện cho **trạng thái** (State) của một chức năng cụ thể được mô tả bởi **Cluster**.
* **Attribute** có giá trị, ví dụ: On/Off có thể có giá trị true (bật) hoặc false (tắt), Color Control có thể có giá trị là các thông số màu sắc (độ sáng, nhiệt độ màu, v.v.).

**6. Command(s) (Lệnh):**

* Lệnh đại diện cho **hành động** (Action) có thể được thực hiện trên một chức năng cụ thể được mô tả bởi **Cluster**.
* Ví dụ: On/Off có thể có lệnh TurnOn và TurnOff, Color Control có thể có lệnh SetColor.

Matter Data Model cung cấp một cách thức chuẩn hóa để các thiết bị Matter giao tiếp và chia sẻ dữ liệu với nhau. Bằng cách sử dụng các thành phần như **Matter Node**, **Endpoint**, **Cluster**, **Device Type**, **Attribute**, và **Command**, các thiết bị có thể hiểu rõ chức năng của nhau và tương tác một cách hiệu quả trong hệ thống nhà thông minh.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hình 6 Matter data Module

Client-Server Clusters : là một mô hình thiết kế quan trọng trong giao thức Matter, cho phép chia sẻ dữ liệu và chức năng giữa các thiết bị Matter một cách hiệu quả và an toàn. Mô hình này bao gồm hai thành phần chính:

1. **Clients (Thiết bị đầu cuối):**

* Các thiết bị Matter có khả năng truy cập dữ liệu và chức năng từ các Server.
* Ví dụ: bóng đèn thông minh, ổ cắm thông minh, v.v.

1. **Servers (Máy chủ):** Cung cấp dữ liệu và chức năng cho Clients. Có thể là:

* **Local Matter Server(** Chạy trên một thiết bị Matter trong mạng nội bộ). Ví dụ: Matter Hub
* **Cloud Matter Server (**Cung cấp dịch vụ từ xa) Ví dụ: dịch vụ của nhà sản xuất thiết bị.

**Cách thức hoạt động:**

**- Kết nối:** Clients kết nối với Servers bằng cách sử dụng giao thức Matter over IP (MQTT).

**- Truy cập dữ liệu:** Clients yêu cầu dữ liệu từ Servers bằng cách sử dụng các lệnh Matter.

**- Cập nhật dữ liệu:** Clients có thể cập nhật dữ liệu trên Servers.

**Ví dụ: : Điều khiển bóng đèn thông minh:**

* Client (bóng đèn) kết nối với Server (Matter Hub)
* Client yêu cầu Server bật đèn
* Server gửi lệnh bật đèn đến Client

A diagram of a light switch

Description automatically generated

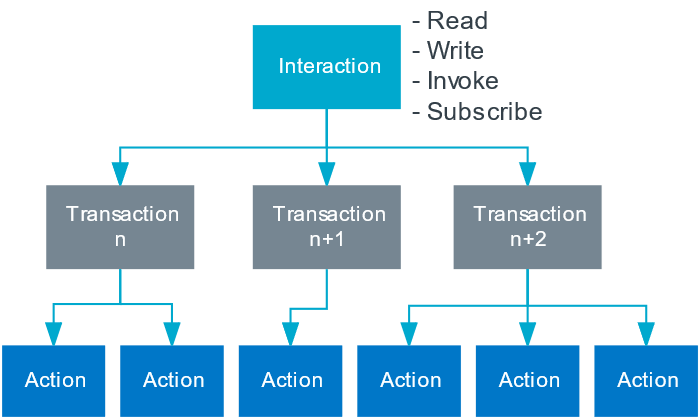
Hình 7Điều khiển bóng đèn thông minh

2.2.2 The Matter Interaction Model

Mô hình Tương tác Matter (IM) xác định các phương pháp giao tiếp giữa các nút và đóng vai trò là ngôn ngữ chung cho việc truyền thông thông tin từ nút này sang nút khác. Các nút giao tiếp với nhau thông qua các tương tác. Các tương tác là một chuỗi các Transactions, mà trong đó mỗi Transactions lại là một chuỗi các hành động.

Mô hình Tương tác hỗ trợ bốn loại tương tác:

* Read (Đọc) : Đọc lấy các thuộc tính, giá trị từ máy chủ
* Write (Ghi) : Thay đổi giá trị các thuộc tính
* Invoke (Kích hoạt) : Gửi lệnh đến client
* Subscribe (Đăng ký): Nhận dữ liệu từ thiết bị định kỳ thay vì phải yêu cầu gửi dữ liệu.



Hình 8 Interaction Module

Ví dụ: Thiết bị khóa cửa thông minh tích hợp giao thức Matter

READA close-up of a document

Description automatically generated

WRITE

A close-up of a message

Description automatically generated

INVOKE

A close-up of a diagram

Description automatically generated

SUBSCRIBE

A diagram of a door lock

Description automatically generated

2.3 . Matter Security

2.3.1 Nguyên tắc

* Không cho phép xâm nhập lạ (No anonymous joining) : Luôn yêu cầu “bằng chứng về quyền sở hữu” (nghĩa là mật mã dành riêng cho thiết bị).
* Chứng thực thiết bị: Mỗi thiết bị đều có danh tính duy nhất được nhà sản xuất xác thực và xác minh thông qua CSA như một thiết bị được chứng nhận.
* Thông tin xác thực hoạt động: Khi được đưa vào mạng Matter, mọi thiết bị đều được cấp thông tin xác thực hoạt động duy nhất sau khi xác minh thông tin xác thực của nhà sản xuất.
* Thông tin xác thực mạng: Khóa mạng Wi-Fi hoặc khóa Thread Master không được cung cấp cho đến khi chứng chỉ của thiết bị được xác minh và xác thực chính xác.
* Tiêu chuẩn mở: Phần mềm nguồn mở được mở cho các bên thứ ba xem xét các khiếu nại bằng cách kiểm tra tiêu chuẩn và kiểm tra mã nguồn.

2.3.2 Tổng quan về chứng chỉ và quy trình

* Mỗi thiết bị Matter nhận được hai chứng chỉ.  Đầu tiên, chứng chỉ thiết bị, được nhà sản xuất lập trình trước khi thiết bị được xuất xưởng. Điều này sẽ được sử dụng sau này để chứng thực thiết bị khi cố gắng tham gia mạng.
* Chứng chỉ còn lại là chứng chỉ vận hành do commissioner cấp trong giai đoạn vận hành thử. Chứng chỉ vốn sử dụng định dạng CHIP TLV nhưng có thể chuyển đổi sang/từ định dạng X.509. Tất cả các thiết bị đều được cấp chứng chỉ hoạt động để chứng minh quyền của chúng trên mạng Matter (kết cấu) và nhận dạng chúng một cách an toàn.
* Giao tiếp giữa các thiết bị Matter được bảo vệ bằng các khóa khác nhau ở các giai đoạn khác nhau.
* Ở giai đoạn chạy thử, khóa là kết quả của quá trình Thiết lập phiên xác thực bằng mật khẩu (PASE) trên kênh chạy thử bằng cách sử dụng mật mã từ mã QR của thiết bị làm đầu vào. Trong quá trình thiết lập ban đầu này, việc xác minh quyền sở hữu mật mã của cả người ủy quyền và thiết bị tham gia sẽ được xác nhận.
* Ở giai đoạn vận hành, khóa là kết quả của quy trình Thiết lập phiên xác thực chứng chỉ (CASE) qua kênh vận hành sử dụng chứng chỉ vận hành làm đầu vào. Các phiên này được sử dụng trong quá trình hoạt động bình thường giữa bộ điều khiển và thiết bị để xác thực rằng cả hai đều là một phần của mạng Matter.

2.3.3 Message Protection:

Các thuật toán mã hóa khác nhau được sử dụng để đảm bảo tính bảo mật và toàn vẹn của thông tin liên lạc

* Hashing Algorithm: SHA-256
* Message Authentication: HMAC-SHA-256
* Public Key: ECC Curve NIST P-256
* Message Encryption: AES-CCM (128 bit keys)

A diagram of a computer program

Description automatically generated

Hình 9 Confidentiality: Message payload is encrypted by the encryption key (AES)

A diagram of a computer

Description automatically generated

Hình 10 Privacy: Addresses are encrypted by the privacy key

2.3.4 Commissioning Steps :

Có bốn bước liên quan đến việc vận hành thử các thiết bị để bắt đầu tham gia trên mạng Matter:

**1. Khám phá Thiết bị (Device Discovery):** Trong giai đoạn này, thiết bị thông báo về sự sẵn có của nó để được kết nối. Commissioner (Commissioner) sau đó tìm ra thiết bị thông qua các thông tin như Discriminator, Vendor ID, Product ID. Sau khi xác định được thiết bị, commissioner kết nối với thiết bị để tiếp tục quá trình onboarding.

**2 .Kênh An Toàn (Secure Channel):** Giai đoạn này tập trung vào việc thiết lập một kênh an toàn giữa commissioner và thiết bị. Giao thức PASE (Password Authenticated Session Establishment) được sử dụng, dựa trên giao thức SPAKE2 +. Đồng thời sử dụng mật khẩu và verifiers để thiết lập một kết nối an toàn.

**Public Key Infrastructure (PKI)** : là một tập hợp các quy định, chính sách và thủ tục được sử dụng để tạo, quản lý, phân phối và thu hồi chứng chỉ kỹ thuật số cũng như quản lý mã hóa khóa công khai. PKI Matter để chứng thực thiết bị bao gồm:

* Certificate authorities: PAA (Product Attestation Authority) + PAI (Product Attestation Intermediate)
* Các tổ chức được ủy quyền: DAC (Chứng chỉ chứng thực Thiết bị)

A diagram of a company structure

Description automatically generated

Hình 11 Public Key Infrastructure

Certification Declaration (CD) là một cấu trúc dữ liệu quan trọng trong quá trình chứng thực thiết bị (Device Attestation) trong hệ thống Matter. CD là một tuyên bố chứng nhận được ký mã hóa bởi Liên minh Tiêu chuẩn Kết nối (CSA). Tuyên bố này chứa thông tin về Nhà sản xuất và Thiết bị cũng như Authority Assurance Party (PAA) của thiết bị. CD chứa các thông tin cụ thể về thiết bị và nhà sản xuất, đảm bảo rằng mọi thiết bị trong hệ thống Matter đều được xác thực một cách an toàn và đáng tin cậy.

Trong quá trình sản xuất, CD phải được đặt vào trong thiết bị để sử dụng trong quá trình chứng thực thiết bị. Quá trình này giúp xác minh danh tính và tính xác thực của thiết bị khi được thêm vào một mạng Matter. Khi một Node (thiết bị) được ủy quyền vào mạng (quá trình commissioning), Bộ điều khiển (Commissioner) sẽ yêu cầu CD được lưu trữ trước đó trong thiết bị. Điều này giúp đảm bảo rằng chỉ các thiết bị đã được CSA chứng nhận mới có thể được thêm vào mạng.

A diagram of a document

Description automatically generated

Hình 12 Quá trình commissioning

Distributed Compliance Ledger (DCL) là một sổ phân tán dựa trên công nghệ blockchain, đóng vai trò là nguồn thông tin bất biến và đáng tin cậy cho hệ thống Matter. DCL cho phép công chúng đọc thông tin một cách tự do để tăng cường minh bạch, nhưng chỉ cho phép các bên được ủy quyền như các tổ chức chứng nhận của CSA, các đơn vị thử nghiệm, và nhà sản xuất thêm (viết) dữ liệu vào. Điều này đảm bảo rằng chỉ có thông tin chính xác và được xác minh mới được ghi lại, làm cơ sở tin cậy cho quản lý và chứng nhận thiết bị.

DCL chứa các bản ghi về tất cả các thiết bị đã được chứng nhận, như:

* Trạng thái chứng nhận
* ID nhà cung cấp (VID)
* ID sản phẩm (PID)
* Tên sản phẩm
* Số phận và phiên bản
* Phiên bản phần mềm và firmware
* Hướng dẫn cấu hình đặc biệt
* URL đến trang sản phẩm và hướng dẫn sử dụng

**3. Device Attestation (xác nhận):** mỗi thiết bị được trang bị một chứng chỉ duy nhất do nhà sản xuất ký. Không có một Root Certificate Authority (CA) duy nhất áp dụng cho tất cả các thiết bị. Trong quá trình commissioning , thiết bị được kiểm tra để chứng minh sở hữu khóa riêng tư tương ứng. Chứng chỉ này có thể được xác thực thông qua Distributed Compliance Ledger (DCL) để xác minh trạng thái chứng nhận của thiết bị.

Cấu trúc của hệ thống cho phép tồn tại 3 cấp độ:

* Cấp độ đầu tiên là Product Attestation Authority (PAA).
* PAA sẽ được sử dụng để ký Product Attestation Intermediate (PAI).
* PAI sẽ được sử dụng để ký Device Attestation Certificate (DAC). DAC sẽ được chuyển đến commissioner và được xác minh so với DCL.

Quá trình xác thực chứng chỉ tập trung vào việc xác minh tính xác thực của Thiết bị. Các bước bao gồm:

* Commissioner xác minh các thông tin của Thiết bị như: Vendor ID (VID), Product ID (PID), trạng thái chứng nhận.
* Để thực hiện điều này, Commissioner sử dụng:

+ Các thông tin chứng nhận Thiết bị

+ Distributed Compliance Ledger (DCL) hoặc Certification Declaration

A cell phone with a blue and green rectangle

Description automatically generated

Hình 13 Quá trình chứng thực

Để trở thành một thiết bị hợp lệ, DAC được truy xuất và xác minh trước khi thiết bị tham gia mạng. Commissioner đưa ra một thách thức cho thiết bị để chứng minh rằng nó sở hữu khóa riêng tư tương ứng.

Trước tiên, Commissioner yêu cầu Thiết bị cung cấp CD, PAI Certificate, và DAC. Sau đó, Commissioner trích xuất Certificate ID, PAA Certificate, và Device VID/PID từ DCL để thực hiện xác minh. Sau khi kiểm tra chuỗi chứng chỉ từ DAC đến PAI, nếu mọi thứ đều kết nối chính xác, Commissioner so sánh certification ID từ DCL với CD ID từ chính thiết bị để đảm bảo thiết bị là một thiết bị được chứng nhận của CSA thật sự.

Bước cuối cùng là xác minh rằng khóa công khai trong DAC tương ứng với khóa riêng tư được chèn vào thiết bị trong quá trình sản xuất. Điều này được thực hiện bằng cách gửi một tin nhắn đến thiết bị trong bước cuối cùng của quá trình Attestation, và có tin nhắn được ký bởi thiết bị, sau đó chữ ký được xác minh bằng khóa công khai từ DAC.

Node Operational Credentials: cho phép một Node xác định chính nó trong một Fabric. Một Node nhận bộ thông tin xác thực ban đầu của Node khi nó được giao cho một Fabric bởi một Commissioner

Các thông tin xác thực của Node bao gồm :

* Node Operational Key Pair
* Node Operational Certificate (NOC)
* Intermediate Certificate Authority (ICA) Certificate (optional)
* Trusted Root Certificate Authority (CA) Certificate(s)

Commissioning Process sử dụng DAC để xác định rằng Commissioner đang nói chuyện với một Thiết bị Matter được chứng nhận và sau đó tải các định danh hoạt động cho mỗi hệ sinh thái mà nó tham gia.

A diagram of a light bulb

Description automatically generated

Hình 14 Commissioning Process

**4 . Cofniguration**

Quá trình cấu hình bao gồm :

1. Tải Node Operational Credentials cho mỗi hệ sinh thái:

* Fabric ID
* Node ID
* Trusted Root Certificate
* ICA Cert
* Operational Cert
* Node Operational Key Pair
* Access Control List (ACL)
* Operational Network
* Time (optional)

2. Thiết lập kết nối với các Node khác bằng cách sử dụng CASE (Cryptography for Authenticated Session Establishment).

Sau khi những bước này hoàn tất quá trình thuê giao và hiện đã sẵn sàng hoạt động trên Mạng Matter.

2.3.5 Matter Security Requirements

Yêu cầu bảo mật của Matter được quy định bởi CSA bao gồm :

1. Sản xuất: Các thiết bị Matter phải được cấp chứng chỉ/private key DAC duy nhất, Onboarding Payload (QR code), Certification Declaration (CD), và các dữ liệu tĩnh/dynamic khác trong quá trình sản xuất. (YÊU CẦU)
2. Thuê giao: DAC với VID/PID phải được kiểm tra trên DCL và CD phải được xác minh để đảm bảo chỉ có các thiết bị Matter chính thức và được chứng nhận được thuê giao. (YÊU CẦU)
3. Giao tiếp của Thiết bị: Giao tiếp giữa các thiết bị Matter phải được bảo mật và mã hóa bằng các khóa mật mã và PBKDF. (YÊU CẦU)
4. Cập nhật Phần mềm: Thiết bị phải hỗ trợ cập nhật phần mềm qua không dây (OTA) để cho phép vá các lỗ hổng. (YÊU CẦU)

CHƯƠNG III . ỨNG DỤNG VÀ TRIỂN KHAI

3.1 Các thiết bị có sử dụng Matter

Hiện tại Matter đã nhận được sự hỗ trợ từ nhiều nhà phát triển, bao gồm:

1. Các nhà sản xuất thiết bị:

* Google, Amazon, Apple, Samsung, Huawei, Xiaomi, LG, v.v.
* Các nhà sản xuất thiết bị gia dụng lớn như Whirlpool, Electrolux, Haier, v.v.
* Các nhà sản xuất thiết bị an ninh như ADT, Ring, Nest, v.v.

A group of electronic devices

Description automatically generated

Hình 15 Matter devices

1. Các nhà phát triển ứng dụng: SmartThings, Wink, Hubitat, Home Assistant, v.v.
2. Các nhà cung cấp dịch vụ: Amazon Alexa, Google Assistant, Apple HomeKit, v.v. Ngoài ra, còn có các nhà phát triển phần mềm độc lập, các công ty cung cấp giải pháp nhà thông minh, các nhà nghiên cứu và học giả.

A group of logos of company

Description automatically generated

Hình 16 300+ Matter Working Group Mambers

Sự hỗ trợ rộng rãi này là một dấu hiệu tích cực cho thấy Matter đang được đón nhận và có tiềm năng trở thành tiêu chuẩn thống nhất cho nhà thông minh.

Một số ví dụ cụ thể về sự hỗ trợ của nhà phát triển:

* Google đã tích hợp Matter vào Android 13 và Google Home.
* Amazon đã tích hợp Matter vào Alexa và Echo.
* Apple đã cam kết hỗ trợ Matter trong iOS và HomePod.
* Samsung đã phát triển SmartThings Hub mới hỗ trợ Matter.
* Các nhà phát triển ứng dụng như SmartThings và Hubitat đã thêm hỗ trợ cho
* Matter vào các nền tảng của họ.

3.2 Tiềm năng phát triển