

BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

Môn học: IoT và ứng dụng

Tên đề tài: Xây dựng hệ thống giám sát và quản lý nhà thông minh

Nhóm sinh viên

1. Vũ Trung Nghĩa - 20173284
2. Lê Vũ Lợi - 20173240
3. Đặng Lâm San - 20170111
4. Nguyễn Thanh Nhã - 20170103

Ngày 26 tháng 1 năm 2021

Outline

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Giới thiệu

- Hệ thống nhà thông minh đang ngày càng trở nên phổ biến trong thập kỉ vừa qua bởi những tiện nghi mà nó đem lại.
- Hệ thống nhà thông minh được tạo nên bởi các máy tính nhúng đặt trong các thiết bị gia dụng và được điều khiển thông qua các thiết bị tương tác với người dùng như điện thoại thông minh, robot điều khiển bằng giọng nói...

Giới thiệu

Các thành phần chính của hệ một hệ thống gồm có: Máy chủ trung tâm, thiết bị trung gian, máy tính nhúng và các thiết bị gia dụng. Trong đó:

- Các máy tính nhúng có nhiệm vụ tiếp nhận nguồn dữ liệu đầu vào và nhận về các tín hiệu điều khiển từ thiết bị tầng trên.
- Các thiết bị lưu trữ và xử lý trung gian có nhiệm vụ lưu trữ và xử lý một phần dữ liệu
- Máy chủ trung tâm thực hiện các tính toán phức tạp và đáp trả phản hồi đến từ các thiết bị khác nhau.

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Yêu cầu chức năng



- *Theo dõi, giám sát*: Theo dõi các thông số như: nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng không khí, ...
- *Quản lý, điều khiển*: Cho phép người dùng thực hiện điều khiển các thiết bị từ xa hoặc thông qua một robot nhận diện giọng nói (home assistant).

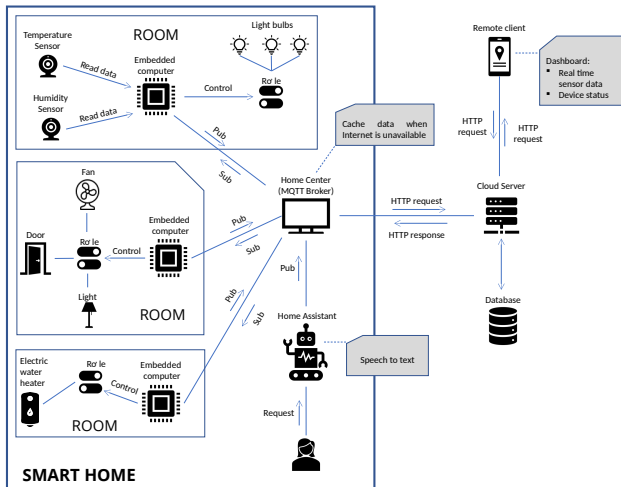
Yêu cầu phi chức năng

- Có thể phục vụ được khoảng 1000 người dùng.
- Có khả năng mở rộng để phục vụ nhiều người dùng hơn trong tương lai.
- Thời gian đáp ứng không quá 10s: hệ thống phải đảm bảo có đủ hiệu năng để phục vụ lưu lượng người dùng tăng đột ngột trong giờ cao điểm.
- Sử dụng được trên các loại cảm biến và thiết bị nhúng có giá thành rẻ, ví dụ như ESP8266, Arduino Uno,...
- Giá thành của một hệ thống khi triển khai không quá 5 triệu đồng

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 **Thiết kế tổng quan**
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Sơ đồ tổng quan các thành phần của hệ thống



Đặc tả các thành phần của hệ thống

- *Thành phần Local*: bao gồm các máy tính nhúng, các thiết bị gia dụng, các cảm biến, và robot Home Assistant hỗ trợ điều khiển thiết bị bằng giọng nói.
- *Thành phần Cloud*: bao gồm Server trung tâm đảm nhận việc xử lý yêu cầu đến từ thành phần Local và thành phần Client, cộng với Database để quản lý dữ liệu của tất cả người dùng sử dụng dịch vụ.
- *Thành phần Client*: smartphone sử dụng app quản lý hoặc máy tính truy cập Web.

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Công nghệ truyền thông

- Trong phạm vi của một ngôi nhà, các chuẩn Bluetooth hay NFC không thể sử dụng được vì phạm vi hoạt động quá nhỏ ($\text{NFC} < 0.2\text{m}$, $\text{Bluetooth} < 10\text{m}$).
- Chuẩn truyền thông được lựa chọn cho giao tiếp giữa các thiết bị cục bộ trong nhà của thiết kế này là WiFi. Giữa thành phần Local và thành phần Cloud ngoài WiFi có thể sử dụng kết nối có dây Ethernet.

Công nghệ phía server

- Các ngôn ngữ lập trình để lập trình phía server: Java, Python, PHP, Ruby, NodeJS, ...
- Nhóm sử dụng NodeJS vì các lý do:
 - NodeJS sử dụng mô hình xử lý theo sự kiện, mô hình vào ra bất đồng bộ, khiến nó vô cùng hiệu quả khi sử dụng
 - NodeJS là một môi trường thực thi dành cho code JavaScript, do đó chúng ta chỉ cần một ngôn ngữ duy nhất là JavaScript để lập trình cho cả backend và frontend

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu

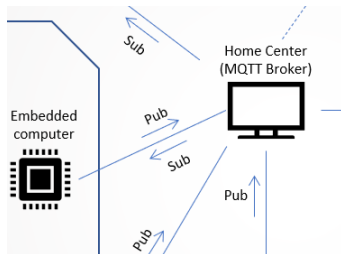
- Có 2 lựa chọn chính khi lựa chọn thiết kế một cơ sở dữ liệu: SQL và NoSQL. MongoDB là một cơ sở dữ liệu NoSQL, dữ liệu trong MongoDB được lưu trữ dưới dạng các document và không có nhiều ràng buộc, vì vậy rất thích hợp cho các dữ liệu có nhiều thay đổi về cấu trúc (schema).
- Các thao tác thêm hay xóa cột trong các hệ quản trị cơ sở dữ liệu truyền thống là các thao tác tốn kém nhưng lại có thể được thực hiện dễ dàng với một cơ sở dữ liệu phi quan hệ như MongoDB.

Công nghệ phía client và công nghệ nhúng

- Thiết kế của hệ thống lựa chọn React cho phần lập trình phía frontend.
- Yêu cầu đối với các thiết bị nhúng trong hệ thống này chỉ bao gồm khả năng kết nối WiFi. Lựa chọn đơn giản nhất cho các thiết bị này là module WiFi ESP8266. Đây là thiết bị được nhóm lựa chọn sử dụng.

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Tương tác giữa thiết bị nhúng với Home Center



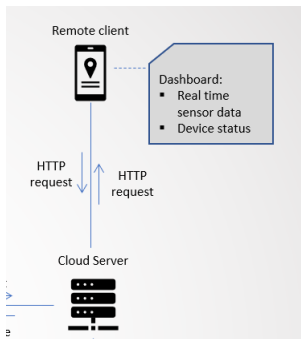
- Thiết bị nhúng cần gửi dữ liệu cảm biến Home Center Server, đồng thời nhận tín hiệu điều khiển từ Home Center để bật tắt các thiết bị gia dụng.
- Sử dụng giao thức MQTT

Tương tác Home Center với Cloud Server

Home Center cần gửi dữ liệu liên tục từ sensor lên Cloud Server, đồng thời cần nhận tín hiệu điều khiển từ Server gửi về, các giao tiếp này được thiết kế như sau:

- Home Center gửi dữ liệu lên Cloud Server: sử dụng giao thức HTTP, Home Center liên tục gửi request lên Cloud Server sau mỗi khoảng thời gian đều đặn.
- Cloud Server gửi dữ liệu về Home Center: Home Center chỉ là một thiết bị cục bộ nên không có địa chỉ IP tĩnh, do đó không thể gửi HTTP request từ Cloud Server về Home Center. Giải pháp ở đây là biến Cloud Server thành một MQTT Broker và Home Center sẽ subscribe topic điều khiển trong Broker này.

Tương tác Client với Cloud Server



Tương tác này khá đơn giản và phổ biến. Giao thức truyền thông được lựa chọn là HTTP. Cụ thể, Client gửi request đến Cloud Server và nhận response từ Server trả về.

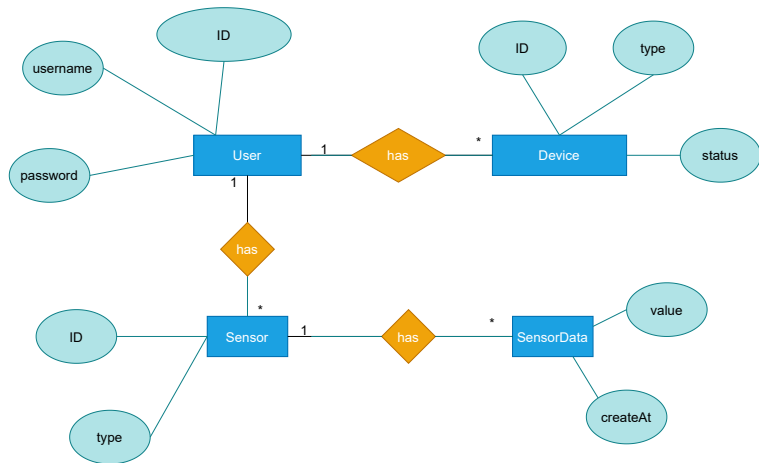
- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết**
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Cloud Server

Công nghệ được sử dụng để lập trình Server là NodeJS và Express. Server có nhiệm vụ định nghĩa các API để Client và Home Center truy vấn đến lấy dữ liệu, gồm có:

- /api/v1/auth/signin: dành cho người dùng muốn đăng nhập vào hệ thống. Để đăng nhập, người dùng gửi một HTTP POST request với body là username và password.
- /api/v1/sensor/user: lấy dữ liệu sensor từ cơ sở dữ liệu và hiển thị cho người dùng
- /api/v1/device/user: lấy dữ liệu thiết bị từ cơ sở dữ liệu và hiển thị cho người dùng.

Database



Biểu đồ thực thể liên kết

Home Center

- Home Center Server là thành phần trung gian giao tiếp giữa thiết bị nhúng với Cloud Server.
- Có nhiệm vụ quản lý tất cả các thiết bị nhúng trong một ngôi nhà, xử lý các tính toán phức tạp mà các thiết bị nhúng cấu hình thấp không thể xử lý được.
- Home Center là thành phần chịu lỗi của hệ thống khi có sự cố ngắt kết nối Internet với bên Cloud Server. Trong trường hợp này, Home Center sẽ lưu các dữ liệu chưa được đẩy lên Server và thực hiện đẩy lại một khi kết nối Internet được khôi phục.

Home Assistant



- Là một robot có nhiệm vụ chuyển các yêu cầu của người dùng bằng giọng nói về dạng dữ liệu text.
- Sau đó, dữ liệu text này sẽ được gửi qua một mô hình AI để dự đoán yêu cầu của người dùng và sau đó tạo ra một tín hiệu điều khiển tương ứng với mong muốn của người dùng.

Frontend

- Là thành phần tương tác trực tiếp với người dùng. Người dùng được cung cấp 2 dịch vụ chính là giám sát và điều khiển.
- Thông qua app quản lý nhà thông minh, người dùng có thể xem trạng thái bật tắt của các thiết bị trong nhà như: TV, tủ lạnh, điều hòa, bình nóng lạnh...
- Đồng thời người dùng có thể xem các thông số được đo được trên các cảm biến lắp trong nhà để có những can thiệp phù hợp. Với tính năng điều khiển, người dùng có thể điều khiển bật tắt thiết bị ngay trên app quản lý.

- 1 Giới thiệu
- 2 Các yêu cầu của hệ thống
- 3 Thiết kế tổng quan
 - Tổng quan các thành phần của hệ thống
 - Công nghệ sử dụng
 - Tương tác giữa các thành phần của hệ thống
- 4 Thiết kế chi tiết
- 5 Phân tích, đánh giá hiệu năng
- 6 Kết luận

Khả năng an toàn và bảo mật

An toàn và bảo mật của hệ thống được đảm bảo ở nhiều thành phần khác nhau:

- Phía Client: mật khẩu không hiển thị dưới dạng hiện khi người dùng thực hiện đăng nhập, yêu cầu mật khẩu đủ mạnh khi người dùng đăng ký.
- Trên các đường truyền: sử dụng giao thức HTTPS, giao thức POST, mã hóa dữ liệu bằng thuật toán Hash.
- Phía Server: không lưu trữ trực tiếp mật khẩu người dùng mà lưu trữ mã Hash.

Khả năng chịu lỗi

- Khi có sự cố ngắt kết nối giữa Home Center và Cloud Server, các dữ liệu gửi đi từ sensor sẽ tạm được lưu trữ trong Home Center. Các dữ liệu này sẽ được đẩy lại lên Cloud Server để lưu trữ lâu dài khi kết nối Internet được khôi phục.
- Dữ liệu lưu trên Cloud Server được nhân bản để đảm bảo khả năng khôi phục khi bị mất.

Khả năng mở rộng

- MongoDB là cơ sở dữ liệu phù hợp cho việc lưu trữ phân tán và dễ dàng mở rộng. Do đó, trong tương lai nếu có thêm nhiều người dùng thì việc mở rộng cơ sở dữ liệu là hoàn toàn khả thi.
- NodeJS là ngôn ngữ rất phù hợp để viết Server và có thể xử lý hàng nghìn request cùng lúc.

Kết luận

- Hệ thống nhà thông minh đang ngày càng trở nên phổ biến khi các công nghệ IoT đang ngày càng phát triển. Trong bài tập lớn môn học này, nhóm chúng em đã tìm hiểu và thiết kế nên một hệ thống nhà thông minh phù hợp với các yêu cầu và ràng buộc trong thực tế. Nhóm cũng đã cố gắng tìm hiểu một số công nghệ phổ biến được sử dụng trong IoT. Sản phẩm của nhóm chắc chắn không tránh khỏi còn nhiều thiếu sót, vậy nên chúng em rất mong nhận được sự góp ý và đánh giá của thầy.