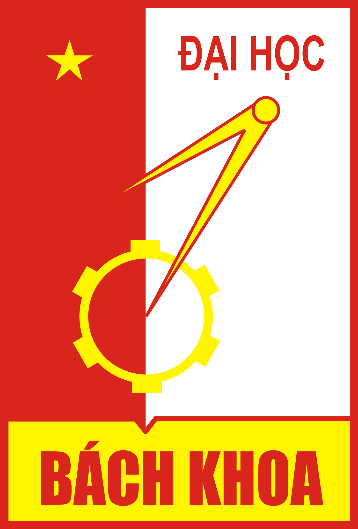
Đại học Bách Khoa Hà Nội

|  |
| --- |
| Close-up image showing the leaf-sides of two oversized books side-by-side on a bookshelf, with additional books in soft focus background |
| THIẾT KẾ GATEWAY  CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ  QUẢN LÝ THIẾT BỊ TRONG PHÒNG HỌC |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | NHÓM 12 | HÀ NỘI, 2019 | THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG | |

Viện Điện



THIẾT KẾ GATEWAY CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ QUẢN LÝ THIẾT BỊ TRONG PHÒNG HỌC

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS Nguyễn Quốc Cường

Thành viên trong nhóm:

|  |  |
| --- | --- |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Hà Nội, 2019**Mục lục**

[I. Mục tiêu đề tài 4](#_Toc9449996)

[1. Mục tiêu của đề tài: 4](#_Toc9449997)

[2. Kết quả cần đạt: 4](#_Toc9449998)

[3. Các thành phần trong hệ thống 4](#_Toc9449999)

[II. Các thành phần của hệ thống 5](#_Toc9450000)

[1. App người dùng: 5](#_Toc9450001)

[2. Node 5](#_Toc9450002)

[3. Gateway 6](#_Toc9450003)

[4. Cloud 6](#_Toc9450004)

[III. Hoạt động chi tiết của hệ thống 7](#_Toc9450005)

[1. Một số khái niệm cơ bản dùng trong hệ thống: 7](#_Toc9450006)

[2. Quá trình hoạt động của hệ thống 7](#_Toc9450007)

[IV. Mô hình phần cứng Gateway: 7](#_Toc9450008)

[V. Triển khai lập trình 7](#_Toc9450009)

[1. Danh sách các tập lệnh cần thiết để vận hành hệ thống. 7](#_Toc9450010)

[2. Mô hình chương trình của Gateway 7](#_Toc9450011)

[3. Tóm tắt các đoạn mã chương trình xử lý lệnh từ Smartphone 7](#_Toc9450012)

[4. Lập trình các module chương trình: 7](#_Toc9450013)

[VI. Kết quả thử nghiệm. 7](#_Toc9450014)

VII. Nhật ký họp nhóm…..………………………….………………………………………………………………………………………………………19

**Lịch sử sử đổi**

|  |  |
| --- | --- |
| Báo cáo lần 1 | Thêm: I. Mục tiêu đề tài |
| Báo cáo lần 2 | Sửa đổi: I. Mục tiêu đề tài  Thêm: II. Địa chỉ trong hệ thống.  Thêm: III. Quá trình hoạt động của hệ thống. |
| Báo cáo lần 3 | Sửa đổi: III. Quá trình hoạt động của hệ thống |
| Báo cáo lần 4 | Thêm: IV. Danh sách các tập lệnh cần thiết kế để vận hành hệ thống.  Thêm: V. Tóm tắt các đoạn mã chương trình xử lý lệnh từ smartphone. |
| Báo cáo lần 5 | Sửa đổi hình thức trình bày của toàn bộ báo cáo: Thêm mục lục, thay đổi bố cục báo cáo.  Thêm: IV. Mô hình phần cứng Gateway  Thêm: V.2 Mô hình chương trình Gateway. |
| Báo cáo lần 7 | Bỏ mục 4.1: Lập trình cho module BLE.  Bỏ mục 4.4: Lập trình tương tác với SQLite.  Bỏ mục 4.5: Lập trình chương trình chính.  Bỏ mục 5: tổng hợp chương trình.  Thêm kết quả thực nghiệm. |
| Báo cáo lần 8 | Chỉnh sửa lại mục 4. Sơ đồ các khối lập trình  Thêm kết quả thử nghiệm ở mục 5. |

**Sinh viên thực hiện**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Họ và tên | MSSV | Công việc | Phần trăm  công viêc(%) |
| Phan Văn Hải | 20151214 | Triển khai phần Bluetooth: gửi, nhận, xử lý dữu liệu. | 30% |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 | Triển khai phần SQLite và chương trình chính. | 30% |
| Dương Việt Bắc | 20150258 | Tìm hiểu MQTT, thực hiện truyền nhận dữ liệu MQTT giữa người dùng và Gateway | 20% |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 | Triển khai ghép nối phần cứng, truyền nhận dữ liệu UART, làm slide, video. | 20% |

# Mục tiêu đề tài

## Mục tiêu của đề tài:

Thiết kế thiết bị Gateway BLE – Wi-Fi dùng trong hệ thống quản lý và điều khiển các thiết bị điện trong phòng học thông qua smartphone.

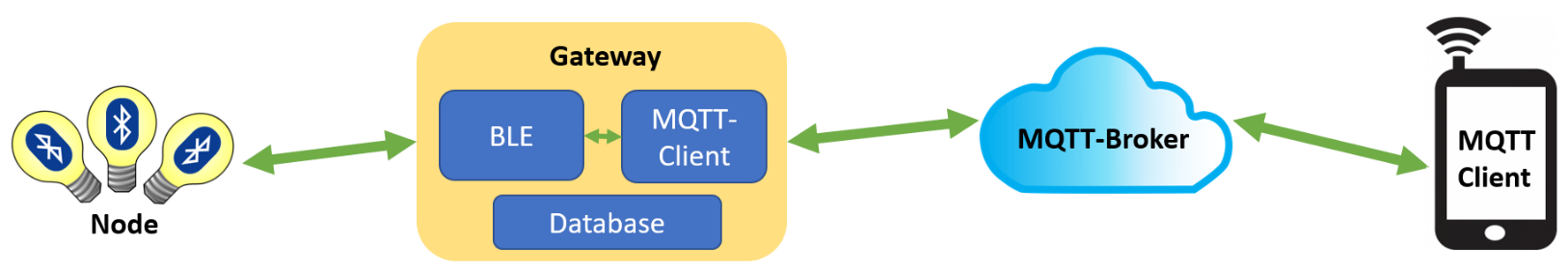
## Kết quả cần đạt:

Chức năng: nhận và xử lý các yêu cầu từ smartphone và Node.

Giao tiếp Gateway với các Node thông qua Bluetooth. Node là các thiết bị BLE.

Giao tiếp giữa Gateway và App dùng giao thức MQTT. Trong đó, Gateway và smartphone là Client–MQTT, cloudMQTT sẽ là Broker–MQTT.

## Các thành phần trong hệ thống



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Node**   * Ban đầu là Peripheral BLE để smartphone kết nối tới mời kết nối tới Gateway. * Sau đó chuyển thành Central BLE kết nối tới Gateway để tham gia vào mạng. | **Gateway**  **Chức năng:** xử lý yêu cầu từ App và Node.   * Cho phép điều khiển qua Bluetooth hoặc Wi-Fi. * Nhiều smartphone có thể kết nối tới.   **Cấu trúc** gồm 2 khối chính:   * Module BLE: **nRF52832**   - Có khả năng hoạt động với 20 kết nối đồng thời.   * Là Peripheral BLE để smartphone/Node kết nối tới. * Module Wi-Fi: **Raspberry Pi** * Đóng vai trò là Client-MQTT * Lưu trữ database * Khối xử lý trung tâm | **App người dùng**   * Có khả năng kết nối BLE. * Là Client-MQTT * Lưu database. * Thêm, cấu hình các thiết bị vào mạng. * Điều khiển mạng thông qua Gateway. |

# Các thành phần của hệ thống

## App người dùng:



* Hệ thống có thể đươc điều khiển bời: 1 người dùng có quyền là Admin và nhiều người dùng với quyền là Guest.
* Admin: Không bị giới hạn khả năng tương tác với hệ thống. Các khả năng quan trọng của admin như quản lý hệ thống: thêm, chỉnh sửa, xóa thiết bị khỏi hệ thống và khả năng điều khiển, vận hành hệ thống.
* Guest: khả năng tương tác bị hạn chế ở việc chỉ có thể điều khiển, vận hành hệ thốngvà mất đi khả năng quản lý hệ thống so với tài khoản Admin.

Hệ thống cho phép người dùng kết nối tới hệ thống (tới Gateway) thông qua Bluetooth hoặc Wi-Fi. Mục địch chính là điều khiển qua Wi-Fi, điều khiển qua Bluetooth là trường hợp dữ phòng khi mất kết nối Wi-Fi nên sẽ bị giới hạn các hoạt động cấu hình, chỉnh sửa hệ thống. Do đó, khuyến khích ngườ dùng nên điều khiển qua Wi-Fi khi có thể.

* Cơ sở dữ liệu người dùng:

Cả Admin và Guest đều dùng chung “cơ sở dữ liệu chung của hệ thống”, cơ sở dữ liệu này bao gồm các thông tin của toàn bộ Node trong hệ thống: Name, Status… Từ cơ sở dữ liệu chung này, mỗi người dùng sẽ có riêng “cơ sở dữ liệu người dùng” để điều khiển-quản lý hệ thống. Mỗi người dùng có thể tự tạo, chỉnh sửa các kịch bản, nhóm độc lập với người dùng khác.

## Node

Node là các đối tượng, thiết bị mà người dùng muốn quản lý, điều khiển như: đèn, quạt,… Người dùng kết nối trực tiếp với các thiết bị cần thêm vào hệ thống để thêm thiết bị đó vào hệ thống. Sau khi được thêm, các thiết bị này được chính thức Node trong mạng. Mỗi Node sẽ tự động tìm kiếm và kết nối tới Gateway của nó thông qua Bluetooth. Node được điều khiển trực tiếp bởi Gateway theo yêu cầu của người dùng.

## Gateway

Gateway là trung tâm của hệ thống, là thiết bị trung gian để người dùng và các thiết bị Node tương tác với nhau. Nó sẽ có khả năng kết nối Bluetooth và Wi-Fi đồng thời. Cơ sở dữ liệu của Gateway sẽ gồm mọi thông tin của hệ thống bao gồm:

“Cơ sở dữ liệu chung của hệ thống”

“Tất cả các “cơ sở dữ liệu người dùng”

Mọi hoạt động giao tiếp giữa Node và người dùng đều được đi qua Gateway, được Gateway đọc – phân tích và xử lý các yêu cầu đó. Và gateway có khả năng giữ kết nối đồng thời lên đến 20 Node.

## Cloud

Do hệ thống sử dụng giao thức MQTT nên sẽ sử dụng Cloud MQTT Broker.

# Hoạt động chi tiết của hệ thống

## Một số khái niệm cơ bản dùng trong hệ thống:

### *Địa chỉ trong hệ thống*

Địa chỉ có độ dài 2-byte: địa chỉ này dùng để gán cho từng Node và các Group trong hệ thống. Địa chỉ do Gateway tạo ra và quản lý đảm bảo cho địa chỉ là duy nhất, không bị trùng lặp.

### *Topic Publish-Subscribe của Gateway:*

Gateway Subscribe-Publish tới các topic do App cài đặt để nhận-gửi dữ liệu từ-tới ứng dụng người dùng. Các ứng dụng sẽ publish dữ liệu đến cùng 1 Topic mà Gateway subscribe. Các ứng dụng sẽ subscribe tới cùng 1 Topic mà Gateway publish để nhận các thông tin Gate gửi cho người dùng. Gateway giữ kết nối với các Node mà nó quản lý (Node đóng vai trò là Central BLE, còn Gateway là Peripheral BLE). Khi một gói tin từ smartphone gửi tới Topic mà Gateway đang subscribe tới, Gateway sẽ xử lý và gửi dữ liệu cho các thiết bị (App hoặc Node tùy thuộc vào yêu cầu).

## Quá trình hoạt động của hệ thống

Bước 1: Cấu hình Gateway.

Bước 2: Thêm Node mới vào mạng.

Bước 3: Cấu hình Node.

Bước 4: Quản lý-điều khiển mạng.

### *Cấu hình Gateway*

Gateway cần biết Wi-Fi nó sẽ kết nối tới, cũng như các Topic mà nó Publish-Subscribe (ví dụ Topic: TC\_208). Người dùng sẽ kết nối với Gateway bằng Bluetooth, sau đó gửi các thông tin cấu hình trên cho Gateway.

***Note:*** *Sau khi Gateway đã kết nối được Wi-Fi, người dùng (App) có thể giao tiếp với Gateway qua kết nối Wi-Fi hoặc Bluetooth 🡪 Khi mất mạng Wi-Fi, người dùng vẫn có thể điều khiển được mạng qua Bluetooth.*



### *Thêm Node mới vào mạng*

Quá trình để thêm một thiết bị mới tham gia vào mạng:

* App kết nối tới thiết bị cần thêm bằng Bluetooth.
* App lấy thông tin về thiết bị cần thêm.
* App gửi tới Gateway báo muốn thêm 1 thiết bị mới với các thông tin của thiết bị đó.
* Gateway lưu thông tin của thiết bị sắp được thêm vào và trả về cho App địa chỉ của thiết bị đó.
* App gửi cho thiết bị cần thêm địa chỉ MAC của Gateway và địa chỉ của nó trong hệ thống.
* Thiết bị ngắt kết nối với App, tự động kết nối tới Gateway theo địa chỉ MAC được cung cấp.
* Khi 1 thiết bị được cấp cho 1 địa chỉ của hệ thống thì nó chính thức được tham gia vào mạng. Và được gọi là Node.



### *Các thao tác từ ứng dụng (do người dùng)*



### *Quản lý-điều khiển mạng.*

Sau khi đã cầu hình xong, App có thể điều khiển các Node thông qua Gateway:

* Điều khiển các Node trong nhóm:
* Điều khiển trực tiếp.
* Điều khiển theo cảnh có sẵn.
* Hẹn giờ-lập lịch:
* Hẹn giờ trực tiếp.
* Hẹn giờ cho cảnh có sẵn.

Ngoài ra, mỗi lần App kết nối tới Gateway, nó phải lấy thông tin về các Node trong mạng bằng cách gửi gói tin “Get All Status”.



**Note:**

* Gateway sẽ gửi gói tin tới tất cả các Node.
* Chỉ Node nào Subcribe tới địa chỉ mà gói tin muốn gửi tới mới được xử lý gói tin.
* Khi Node gửi gói tin, nó sẽ luôn gửi tới Gateway, nhưng địa chỉ đích trong gói tin sẽ là địa chỉ Publish đã.

Cài đặt bởi App trong bước cấu hình 🡪 Gateway gửi gói tin này tới tất cả các Node, và chỉ Node nào Subscribe tới địa chỉ này mới xử lý gói tin.

# Mô hình phần cứng Gateway:

Gateway gồm 2 khối phần cứng chính: module BLE và Raspberry Pi. 2 khối này sẽ giao tiếp với nhau qua UART



# Triển khai lập trình

## Danh sách các tập lệnh cần thiết để vận hành hệ thống.



## Mô hình chương trình của Gateway



## Tóm tắt các đoạn mã chương trình xử lý lệnh từ Smartphone

### *Thiết lập các cài đặt cho Gateway theo lệnh từ Smartphone*













### *Thao tác thêm - xóa Node thông qua Smartphone*





### *Thao tác quản lý các thiết bị trong mạng thông qua Smartphone*









### *Thao tác điều khiển thông qua Smartphone*









## Lập trình các module chương trình:

### *Quá trình Pi truyền nhận dữ liệu UART*

Giao tiếp giữa Raspberry Pi và Module BLE dùng UART. Gói tin truyền trên UART sẽ theo 1 khung gói tin đã quy định sẵn.



### *Quá trình Pi truyền – nhận MQTT*

Dữ liệu truyền qua MQTT cũng được đóng gói theo khung quy đinh. Dữ liệu này là các yêu cầu của người dùng hoặc phản hồi của Gateway.



### *Quá trình Module BLE nhận dữ liệu*

Phía bluetooth có thế sẽ nhận được yêu cầu từ 2 nơi:

* Từ phía đường truyền Bluetooth: đây là trường hợp nhận dữ liệu từ các Node hoặc từ ứng dụng người dùng kết nối Bluetooth.
* Từ phía UART: đây là các yêu cầu do khối trung tâm (Raspberry Pi) gửi.



### *Quá trình xử lý các yêu cầu*

Khối xử lý trung tâm sẽ thực hiện các yêu cầu lấy từ danh sách các yêu cầu theo kiểu FIFO, yêu cầu (nhận từ phía Blueooth hay phía MQTT) nào nhận trước sẽ xử lý trước. Các yêu cầu này có thể sẽ cần phải truy xuất đến cơ sở dữ liệu. Sau khi xử lý, khối xử lý trung tâm sẽ gửi phản hồi ra MQTT hoặc Bluetooth hoặc cả 2 tùy yêu cầu.



# Kết quả thử nghiệm.

Nhóm đã thử nghiệm thành công các yêu cầu:

* Thay đổi được tên Gateway, tên Wi-Fi trong quá trình khởi tạo mạng.
* Thêm/ xóa Node.
* Tạo/ xóa nhóm, kịch bản.
* Điều khiển mạng: điều khiển riêng lẻ, điều khiển nhóm, điều khiển theo kịch bản, hẹn giờ.
* Gửi – nhận dữ liệu từ App tới Node bằng MQTT và Bluetooth.

# Nhật ký họp nhóm

**Tuần 1**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 15h Thứ 3, ngày 19/3/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Xác định chức năng của Gateway: chủ yếu là chuyển tiếp gói tin.
* Lựa chọn phần cứng: Module nRF52832 và Module ESP8266.
* Xây dựng 1 mô hình hệ thống để ứng dụng Gateway: hệ thống quản lý-điều khiển thiết bị trong phòng học.

Phân công công việc cho tuần sau:

|  |  |
| --- | --- |
| Phan Văn Hải | Tìm hiểu cách lập trình Module BLE Nordic chạy multi-peripheral. |
| Lương Tấn Đạt | Tìm hiểu cách lập trình triển khai MQTT trên Module ESP8266. |
| Dương Việt Bắc | Tìm hiểu lý thuyết về giao thức MQTT. |
| Đinh Văn Tuân | Tìm hiểu việc lập trình cho Node để mô phỏng kết nối giữa Gateway và thiết bị Bluetooth khác. |

**Tuần 2**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 11h30 Thứ 3, ngày 26/3/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Xây dựng lại hệ thống:
* Xây dựng lại chức năng của Gateway.
* Lựa chọn lại phần cứng: Module nRF52832 và Raspberry Pi.
* Phân chia lại công việc.

Phân công công việc cho tuần sau:

|  |  |
| --- | --- |
| Phan Văn Hải | Xây dựng- thiết kế sơ đồ khối bài toán.  Tìm hiểu cách lập trình Multi-peripheral cho module BLE. |
| Lương Tấn Đạt | Lập trình tương tác với SQL trên máy ảo Linux. |
| Dương Việt Bắc | Lập trình truyền nhận cơ bản MQTT trên máy ảo Linux. |
| Đinh Văn Tuân | Lập trình truyền nhận UART đơn giản trên Raspberry Pi. |

**Tuần 3**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 10h00 Thứ 3, ngày 10/4/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Xây dựng hệ thống:
* Bàn về các chức năng của gateway.
* Xây dựng các hoạt động cụ thể của gateway dưới dạng flow chart.

Phân công công việc cho tuần sau:

|  |  |
| --- | --- |
| Phan Văn Hải | Xây dựng- thiết kế sơ đồ khối bài toán.  Tìm hiểu cách lập trình Multi-peripheral cho module BLE. |
| Lương Tấn Đạt | Lập trình tương tác với SQL trên máy ảo Linux. |
| Dương Việt Bắc | Lập trình truyền nhận cơ bản MQTT trên máy ảo Linux. |
| Đinh Văn Tuân | Lập trình truyền nhận UART đơn giản trên Raspberry Pi. |

**Tuần 4**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 16h00 Thứ 4, ngày 17/4/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Trao đổi về các loại gói tin trong hệ thống, cũng như xây dựng cách xử lý khi nhận các gói tin đó.

Phân công công việc cho tuần sau:

|  |  |
| --- | --- |
| Phan Văn Hải | Tìm hiểu cách lập trình Multi-peripheral cho module BLE. |
| Lương Tấn Đạt | Lập trình SQL trên máy ảo Linux. |
| Dương Việt Bắc | Lập trình truyền nhận MQTT trên máy ảo Linux. |
| Đinh Văn Tuân | Lập trình truyền nhận UART trên Raspberry Pi. |

**Tuần 5**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 12h00 Thứ 4, ngày 24/4/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Chỉnh sửa lại nội dung báo cáo.
* Trao đổi cách làm video báo cáo.

Phân công công việc cho tuần sau: các thành viên tiếp tục triển khai các công việc được giao.

**Tuần 6**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208A | Thời gian: 16h00 Thứ 4, ngày 8/5/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Trao đổi về các phần lập trình, hỗ trợ nhau giải quyết các vấn đề gặp phải

Phân công công việc cho tuần sau: các thành viên tiếp tục thực hiện và hoàn thiện các công việc được giao.

|  |  |
| --- | --- |
| Phan Văn Hải | Lập trình Multi-peripheral cho module BLE. |
| Lương Tấn Đạt | Lập trình SQL trên máy ảo Linux. |
| Dương Việt Bắc | Lập trình truyền nhận MQTT trên máy ảo Linux. |
| Đinh Văn Tuân | Lập trình truyền nhận UART trên Raspberry Pi |

**Tuần 7**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 10h00 Thứ 5, ngày 16/5/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Tiến trình công việc hiện tại.

Phân công công việc cho tuần sau: tiến hành test, sửa lại chức năng (nếu có).

**Tuần 8**

|  |  |
| --- | --- |
| Địa điểm: TC-208 | Thời gian: 10h00 Thứ 4, ngày 33/5/2019 |

|  |  |
| --- | --- |
| Thành viên tham gia | MSSV |
| Phan Văn Hải | 20151214 |
| Lương Tấn Đạt | 20150837 |
| Dương Việt Bắc | 20150258 |
| Đinh Văn Tuân | 20154058 |

Nội dung trao đổi:

* Thử nghiệm các yêu cầu của đề tài.