

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Thuộc chương trình hỗ trợ sinh viên kỹ sư tài năng tham gia NCKH

Thiết kế sản phẩm móc khóa thông minh (Smart Keyring) dựa trên nền tảng công nghệ Bluetooth Low Energy (BLE)

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Phạm Hoàng Anh

Sinh viên thực hiện:

51203774 - Trương Hoài Thương

51204417 - Võ Tấn Tùng

Tháng 11 Năm 2016

Lời cam đoan

Nhóm chúng tôi cam đoan ngoài những nguồn trích dẫn tham khảo được nhắc đến chi tiết trong bài viết, những nội dung còn lại trong bài là bản gốc và chưa được đăng và xem xét ở bất kỳ trung tâm nghiên cứu cũng như trường đại học nào khác. Bài nghiên cứu khoa học này là thành quả của chính chúng tôi và không bao gồm thành quả của các nghiên cứu khác ngoại trừ những giúp đỡ trong mục lời cảm ơn.

Tháng 11 Năm 2016

Lời cảm ơn

Nhóm chúng tôi muốn gửi lời cảm ơn tới Trường Đại học Bách khoa TP.HCM đã tài trợ đề tài, tạo điều kiện hiện thực đề tài và lời cảm ơn giáo viên hướng dẫn TS. Phạm Hoàng Anh đã hướng dẫn định hướng phát triển đề tài cũng như tài trợ thiết bị nghiên cứu.

Tóm tắt

Trong bản thuyết trình này, nhóm chúng tôi sẽ giới thiệu về công nghệ Bluetooth Low Energy (BLE) và khả năng ứng dụng thực tiễn và hiện thực thiết kế sản phẩm móc khóa thông minh dựa trên nền tảng công nghệ BLE và lập trình ứng dụng di động sử dụng công nghệ này.

Tài liệu sẽ gồm có 3 phần chính:

- Tổng quan: giới thiệu về công nghệ BLE, các thiết bị phần cứng đang được phát triển và ứng dụng.
- Thiết kế và hiện thực sản phẩm móc khóa: xác định mục tiêu ứng dụng và lựa chọn thiết bị phần cứng, thiết kế mô hình thiết bị và giao thức với ứng dụng thiết bị di động, lập trình ứng dụng dành cho hệ điều hành Android.
- Thử nghiệm và kết quả đạt được: thử nghiệm khả năng ứng dụng thiết bị trong thực tế.
- Tổng kết: rút ra các kết luận nhận xét về kết quả đạt được và hướng phát triển trong tương lai.

Mục lục

Danh sách hình vẽ	vii
Danh sách bảng	viii
1 Tổng quan	1
1.1 Mở đầu	1
1.1.1 Mục đích đề tài và tính cấp bách	1
1.1.2 Mô tả đề tài	2
1.1.3 Mục tiêu - Phạm vi - Đối tượng nghiên cứu	2
1.2 Bluetooth Low Energy (BLE)	2
1.2.1 Khái niệm và lịch sử phát triển Bluetooth	3
1.2.2 Phân loại vai trò thiết bị BLE	5
1.2.3 Cách thức hoạt động của BLE	6
1.2.4 Các vi điều khiển tích hợp công nghệ BLE	7
2 Thiết kế và hiện thực	
sản phẩm móc khóa thông minh - Smart Keyring	9
2.1 Thiết kế sản phẩm	9
2.2 Các hướng tiếp cận vấn đề	10
2.2.1 Phát triển thiết bị chỉ dựa vào SoC CC2540/2541	10
2.2.2 Kết hợp MCU và Module BLE HM-10	11
2.3 Sơ đồ hoạt động	12
2.3.1 Tổng quát	12
2.3.2 Nhận lệnh báo từ thiết bị di động	12
2.3.3 Kích hoạt thiết bị di động bật chế độ báo hiệu	13
2.3.4 Sơ đồ trạng thái hoạt động khi ngắt kết nối	15
2.4 Hiện thực phần cứng	16

2.4.1	Thiết kế board mạch	16
2.4.2	Hiện thực sản phẩm	18
2.5	Hiện thực ứng dụng di động trên Android	18
2.5.1	Các khái niệm trong lập trình BLE trên Android	18
2.5.2	Phát triển ứng dụng Android	19
3	Thử nghiệm và đánh giá kết quả đạt được	20
3.1	First section of the third chapter	20
3.1.1	First subsection in the first section	20
3.1.2	Second subsection in the first section	20
3.1.3	Third subsection in the first section	21
3.2	Second section of the third chapter	21
3.3	The layout of formal tables	21
4	Tổng kết	24
4.1	Thành quả đạt được và khó khăn	24
4.2	Tính ứng dụng thực tiễn của sản phẩm	24
	Tài liệu tham khảo	25

Danh sách hình vẽ

1.1	Các ứng dụng Bluetooth	4
1.2	Sơ đồ hoạt động của BLE	7
1.3	Module HM-10	8
2.1	Module BLE HM-10	10
2.2	Sơ đồ hoạt động tổng quát	12
2.3	Sơ đồ hoạt động khi nhận lệnh báo từ thiết bị di động	13
2.4	Sơ đồ kích hoạt thiết bị di động bật chế độ báo hiệu	14
2.5	Sơ đồ trạng thái trên thiết bị Smart Keyring	15
2.6	Sơ đồ hoạt động trên thiết bị di động	16
2.7	Schematic của thiết bị Smart Keyring	17

Danh sách bảng

1.1	Bảng so sánh các công nghệ truyền không dây	3
3.1	A badly formatted table	22
3.2	A nice looking table	23
3.3	Even better looking table using booktabs	23

Chương 1

Tổng quan

1.1 Mở đầu

1.1.1 Mục đích đề tài và tính cấp bách

Trong cuộc sống bận rộn hiện nay, con người chúng ta hay có xu hướng bị xao nhãng và bỏ quên các thiết bị nhỏ. trong đó có thiết bị điện thoại di động và chùm chìa khóa là hai vật rất quan trọng và thường hay bỏ quên nhất. Và tìm kiếm chúng không hề dễ dàng, nhất là khi đang vội thì sẽ làm mọi thứ rối tung lên.

Và đồng thời hiện nay công nghệ phát triển cho các thiết bị kết nối không dây phát triển mạnh, có thể ứng dụng cho nhiều lĩnh vực. Bluetooth Low Energy là một trong những cái tên nổi bật nhất trong các công nghệ truyền dữ liệu không dây bởi đặc tính tiện lợi, phổ biến và tiết kiệm năng lượng. Và nhóm chúng tôi muốn tìm hiểu và ứng dụng công nghệ này vào cuộc sống thực tiễn.

Từ điều đó đã thúc đẩy nhóm chúng tôi tìm cách giải quyết và nảy ra ý tưởng tạo ra sản phẩm móc khóa thông minh - Smart Keyring có chức năng kết nối với thiết bị di động sử dụng công nghệ BLE để giải quyết vấn đề trên dựa trên các tính năng của BLE.

1.1.2 Mô tả đề tài

Đề tài sẽ chia làm 2 phần chính:

- **Sản phẩm móc khóa:** 1 thiết bị có kích thước nhỏ, năng lượng tiêu thụ ít.

Chức năng:

- Báo hiệu bằng âm thanh và ánh sáng khi có yêu cầu định vị.
- Điều khiển chức năng định vị trên thiết bị di động qua nút ấn.
- Báo hiệu khi mất kết nối với thiết bị di động.

- **Ứng dụng di động:** ứng dụng chạy trên nền tảng Android.

Chức năng:

- Gửi yêu cầu định vị tới sản phẩm móc khóa để kích hoạt tính năng báo hiệu trên móc khóa.

- Báo hiệu bằng âm thanh yêu cầu định vị.
- Báo hiệu khi bị mất kết nối với sản phẩm móc khóa.

1.1.3 Mục tiêu - Phạm vi - Đối tượng nghiên cứu

Xuất phát từ các lý do trình bày ở trên, chúng tôi đã thực hiện đề tài “Thiết kế sản phẩm móc khóa thông minh (Smart Keyring) dựa trên nền tảng công nghệ Bluetooth Low Energy (BLE)”. Mục tiêu của đề tài là:

- Tìm hiểu về công nghệ Bluetooth Low Energy
- Kế thiết bị “Móc khóa thông minh - SmartKeyring” sử dụng công nghệ Bluetooth và kết nối với ứng dụng Android trên điện thoại.

1.2 Bluetooth Low Energy (BLE)

Như đã được đề cập ở mục ??, BLE xuất hiện từ phiên bản 4.0, là một bước ngoặt lớn trong sự phát triển kết nối không dây. Các mạch BLE rất nhỏ cùng với công suất tiêu

thụ hiệu năng cực thấp (khoảng vài chục μA khi hoạt động), nên hầu hết các thiết bị đều có thể tích hợp công nghệ này, từ các thiết bị nhỏ bé như tai nghe, chìa khóa.. cho tới các thiết bị lớn như tủ lạnh, tivi, xe máy... Nhờ đó, các thiết bị có thể trở nên "smart".

1.2.1 Khái niệm và lịch sử phát triển Bluetooth

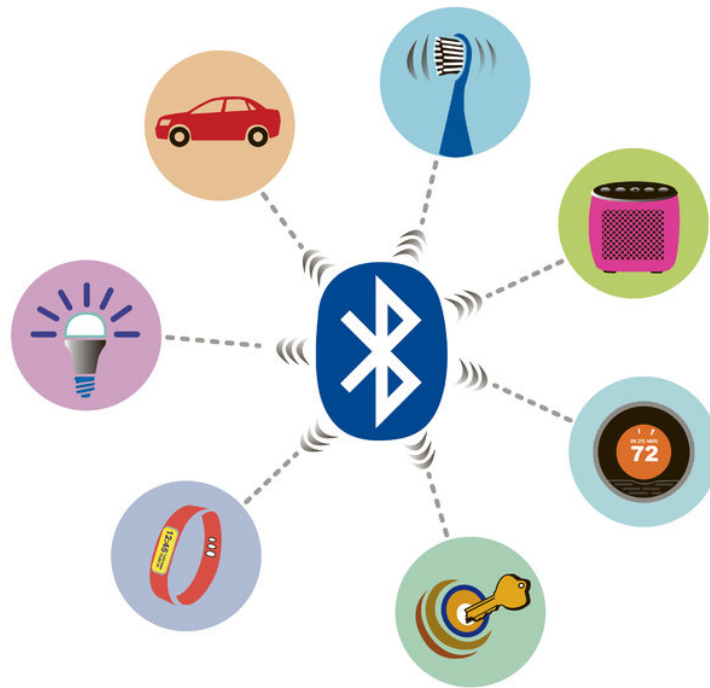
Bluetooth là công nghệ không dây cho phép các thiết bị điện, điện tử giao tiếp với nhau trong khoảng cách ngắn, bằng sóng vô tuyến qua băng tần chung ISM (Industrial, Scientific, Medical) trong dãy tần 2.40- 2.48 GHz. Đây là dãy băng tần không cần đăng ký được dành riêng để dùng cho các thiết bị không dây trong công nghiệp, khoa học, y tế.

	Bluetooth	BLE	Wifi	Zigbee
Radio Frequency	2.4G	2.4G	2.4G	2.4G
Distance Range	10m	>60m	30m	10-100m
Air Datarate	1-3Mbps	1Mbps	54Mbps	250kbps
Application Throughput	0.7-2.1Mbps	305kbps	Depend	120kbps
Security	64bit, 128bit	128-bit	AES SSID, WEP	128-bit AES
Power consumption	Low	Very Low	High	Low
Certification Body	Bluetooth SIG	Bluetooth SIG	IEEE802.11	IEEE802.15.4
Network topology	Point-to-Point Scatternet	Point-to-Point Star	Point-to-Hub	Mesh, Ad-hoc

Bảng 1.1 Bảng so sánh các công nghệ truyền không dây

Lịch sử phát triển:

- Bluetooth 4.0 - Bluetooth Low Energy: Là sự kết hợp của các đời Bluetooth trước đó với nhau. Bluetooth 4.0 đạt tốc độ truyền tải lên đến 25Mbps, dễ dàng ghép đôi các thiết bị với nhau, hiệu năng tiêu thụ thấp. Đây là chuẩn Bluetooth được sử dụng trên hầu hết các thiết bị hiện nay.



Hình 1.1 Các ứng dụng Bluetooth

- Bluetooth 4.1 và 4.2: Là phiên bản ra đời đầu năm 2014 với nhiều cải tiến vượt bậc so với Bluetooth 4.0 như khả năng điều chỉnh công suất tín hiệu, kết nối thực sự thông minh và khả năng truyền dữ liệu độc lập mà không cần phụ thuộc vào trung tâm điều khiển. Phiên bản 4.2 được phát triển có khả năng truyền tải cao và bảo mật hơn, nhưng quan trọng hơn cả là cho phép các vi xử lý sử dụng chuẩn giao thức Ipv6 để truy cập trực tiếp vào internet.

- Bluetooth 5.0: theo dự kiến sẽ bắt đầu xuất hiện trên các thiết bị thương mại vào cuối 2016 nay hoặc đầu năm 2017 (Q1). Bluetooth 5.0 có tầm phủ sóng tăng lên gấp 4 lần so với Bluetooth 4.2 hiện nay, còn tốc độ truyền dữ liệu thì tăng lên cao nhất là 2 lần. Việc mở rộng khả năng phủ sóng của Bluetooth sẽ giúp các thiết bị Internet of Things sẽ có thể giao tiếp với nhau cũng như với trạm điều khiển một cách dễ dàng hơn, vượt qua bức tường của một căn nhà bình thường, trong khi lại tăng tốc thu thập

và truyền dữ liệu. Chuẩn Bluetooth mới cũng sẽ giúp các beacon và giải pháp nhận diện địa điểm trở nên thông minh, chính xác và phản hồi nhanh hơn với sự hiện diện của người dùng.

1.2.2 Phân loại vai trò thiết bị BLE

Có 4 loại thiết bị BLE (có thể gọi là chế độ hoạt động) đó là Peripheral, Central, Observer và Broadcaster và bình thường thì một thiết bị BLE chỉ hoạt động trong một chế độ.

- **Central** là thiết bị sẽ chủ động yêu cầu kết nối đến các thiết bị BLE khác (thường là smartphone, tablet). Sau khi kết nối thì chúng ta lại gọi BLE Central là BLE Master.

- **BLE Peripheral** là thiết bị chấp nhận yêu cầu kết nối (thường là đồ vật BLE). Tương tự, sau khi kết nối thì chúng ta gọi BLE Peripheral là BLE Slave.

- **BLE Observer** là BLE Central nhưng chỉ nhận dữ liệu nhận dạng của các thiết bị xung quanh nhưng không bao giờ tạo kết nối

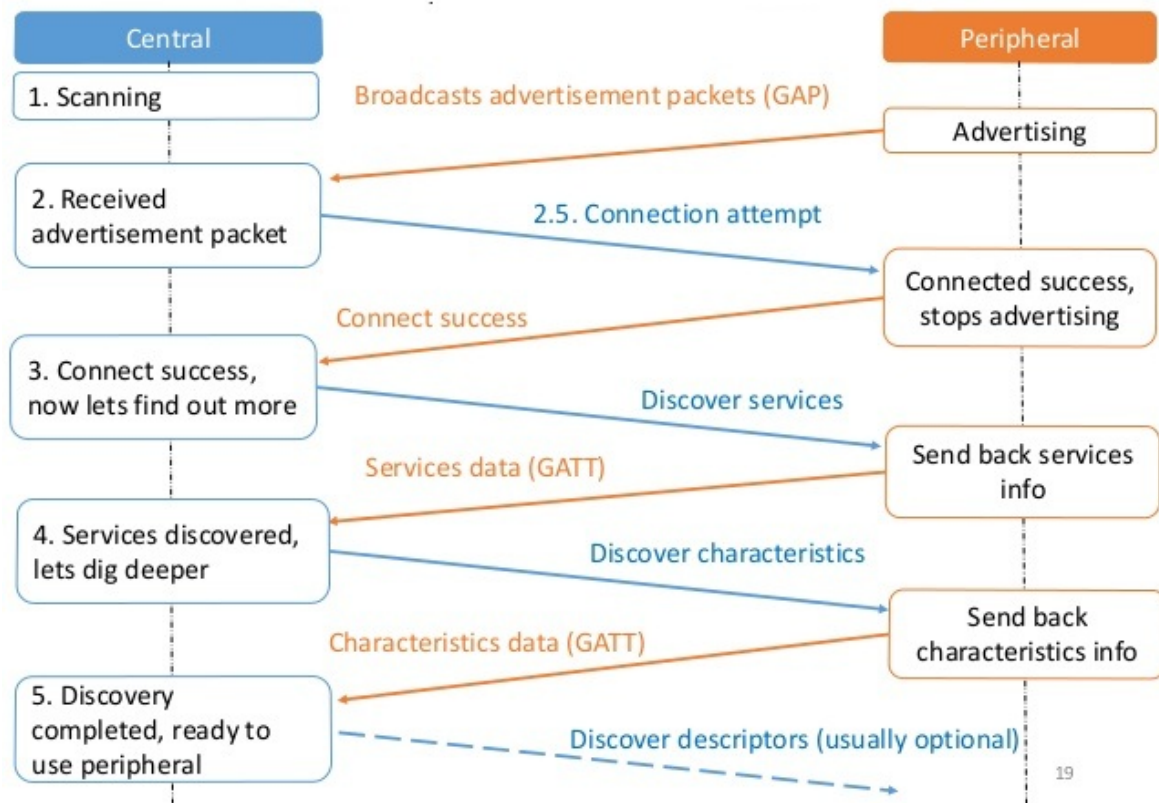
- **BLE Broadcaster** là BLE Peripheral chỉ phát dữ liệu nhận dạng nhưng không bao giờ chấp nhận yêu cầu kết nối từ các BLE Central.

1.2.3 Cách thức hoạt động của BLE

Theo chuẩn BLE định nghĩa thì các thiết bị BLE có 4 hoạt động cơ bản như sau:

- **Advertising:** là hoạt động phát dữ liệu nhận dạng cơ bản của thiết bị BLE Peripheral ra môi trường xung quanh trước khi kết nối
- **Scanning:** là hoạt động của thiết bị BLE Central để thu thập dữ liệu nhận dạng của nhiều thiết bị BLE Peripheral xung quanh
- **Connecting:** là hoạt động của cả thiết bị BLE Central và BLE peripheral trong đó thiết bị BLE Central có thể gửi yêu cầu thêm thông tin nhận dạng (gọi là Scan Request) và BLE Peripheral gửi theo yêu cầu (gọi là Scan Response). Sau đó BLE Central sẽ kiểm tra đầy đủ thông tin nhận dạng (từ Advertising data và từ Scan Response data) và gửi yêu cầu kết nối (gọi là Connection Request), cuối cùng thiết bị BLE Peripheral sẽ trả lời chấp nhận hay từ chối kết nối (gọi là Connection Response)
- **Discovering:** là hoạt động của thiết bị BLE Client sau khi kết nối nhằm lấy thông tin về các loại dữ liệu mà thiết bị BLE Server có thể cung cấp. Ví dụ, thiết bị BLE Server có thể có dữ liệu về gia tốc, hoặc có dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm, v.v.. và thiết bị BLE Client sẽ có nhu cầu biết các loại dữ liệu nào có thể nhận từ BLE Server

Cách thức hoạt động của BLE ở hình 1.2:



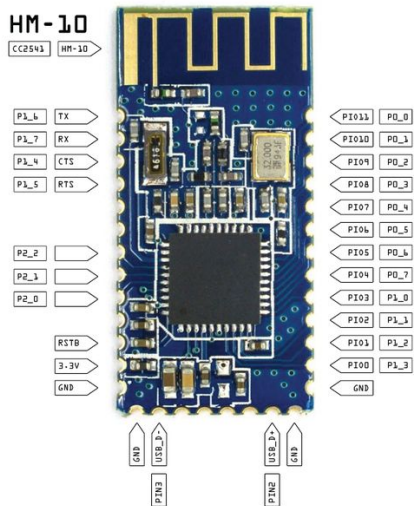
Hình 1.2 Sơ đồ hoạt động của BLE

1.2.4 Các vi điều khiển tích hợp công nghệ BLE

Các SoC tích hợp sẵn công nghệ BLE phổ biến có thể kể đến:

- Texas Instruments: CC2540/CC2541, dòng CC256x, CC26xx
- Nordic Semiconductor: nRF51822, nRF8001
- CSR CSR101x
- Cypress Semiconductor PSoC 4 BLE / PSoC 5 BLE

Tuy nhiên ở Việt Nam tại thời điểm bắt đầu nghiên cứu và hiện thực đề tài thì 2 loại chipset phổ biến và có giá tiền phổ thông là CC2540 và CC2541 được cung cấp theo dạng Module HM-10.



Hình 1.3 Module HM-10

Chương 2

Thiết kế và hiện thực sản phẩm móc khóa thông minh - Smart Keyring

2.1 Thiết kế sản phẩm

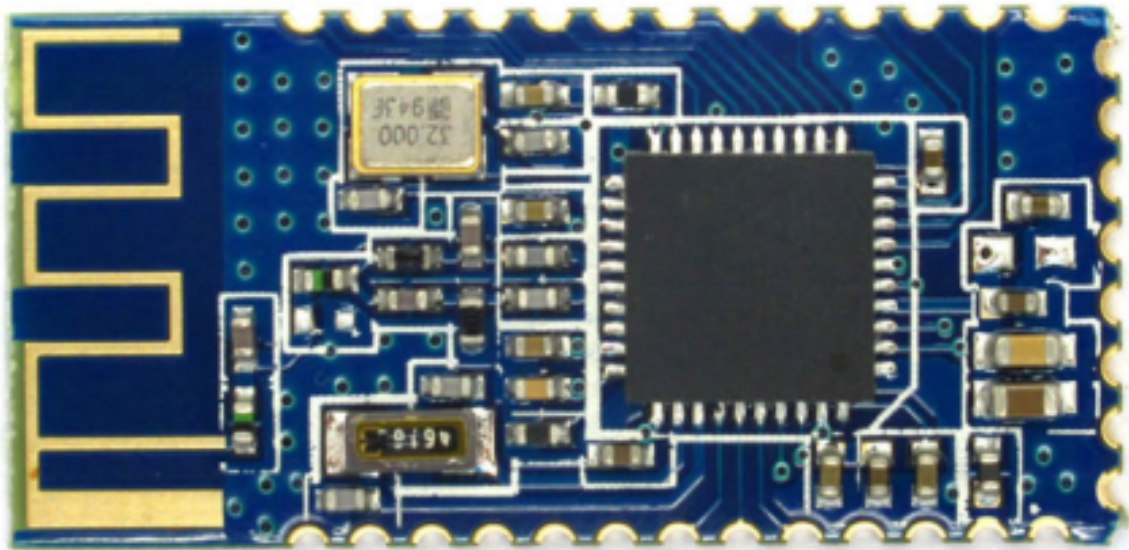
Thiết kế tính năng sản phẩm:

Sản phẩm Smart Keyring sẽ có các tính năng cơ bản như:

- Báo hiệu khi mất kết nối: hỗ trợ việc cảnh báo người tránh bỏ quên 1 trong 2 thiết bị.
- Báo hiệu khi kích hoạt chức năng tìm kiếm: cho phép người dùng định vị thiết bị còn lại trong phạm vi kết nối.
- Hai chế độ báo hiệu bằng âm thanh hoặc ánh sáng đèn led hoặc cả 2: mục đích sử dụng trong nhiều trường hợp khác nhau như đêm tối, không gian yên tĩnh...

2.2 Các hướng tiếp cận vấn đề

Tại thời điểm tìm hiểu và hiện thực đề tài NCKH, tại Việt Nam chỉ có module HM-10 có sử dụng chip BLE CC2540/2541 được phát triển thành board mạch hoàn chỉnh nên phần này chỉ nói về hướng phát triển với board mạch này.



Hình 2.1 Module BLE HM-10

2.2.1 Phát triển thiết bị chỉ dựa vào SoC CC2540/2541

Về hướng này chúng ta sẽ phát triển lập trình thiết bị chỉ trên duy nhất 1 SoC CC2540/2541.

Ưu điểm:

- Có thể thu nhỏ thiết kế đến mức tối thiểu
- Viết ứng dụng ngay trên nền tảng BLE sẽ tiết kiệm tối đa năng lượng tiêu thụ.

Nhược điểm:

- Bị hạn chế về khả năng phát triển cả về phần cứng lẫn phần mềm.
- Không tìm được source code firmware cho module.

- Không có tài liệu chính thống nào hướng dẫn các bước lập trình cho vi điều khiển CC2540/2541 được tích hợp trên module HM-10

- Nhà sản xuất không công khai thiết kế mạch của sản phẩm HM-10

- Chỉ có duy nhất 1 phần mềm hỗ trợ các gói thư viện lập trình cho CC2540/2541 là IAR Embedded Workbench for 8051 thuộc Texas Instrument nhưng bản quyền cho phần mềm có giá quá cao và các thư viện này sử dụng mã nguồn đóng nên không chuyển sang các phần mềm khác được.

Vì những cản trở đó, nhóm quyết định chuyển sang phương pháp tiếp cận khác đơn giản và khả thi hơn.

2.2.2 Kết hợp MCU và Module BLE HM-10

Cách tiếp cận này khá quen thuộc với đa số hệ thống và sản phẩm hiện nay bao gồm 1 vi điều khiển trung tâm: chứa toàn bộ chương trình hoạt động của sản phẩm và các thiết bị ngoại vi (sensor, các module giao tiếp rf, Bluetooth...)

Ưu điểm:

- Dễ tiếp cận, do người hiện thực có thể kiểm soát được công nghệ mình sử dụng
- Tùy biến các loại vi điều khiển sao cho thích hợp nhất đối với yêu cầu đề tài.

Các vi điều khiển riêng rẽ hiện nay rất đa dạng chủng loại và chức năng, đi kèm theo nó là hệ thống hỗ trợ cực kì tốt từ nhà sản xuất về tài liệu, môi trường lập trình, các forum trao đổi. điển hình là các thương hiệu Atmel, Microchip...

Nhược điểm:

- Đối nghịch lại với ưu điểm của cách tiếp cận đầu tiên thì hướng tiếp cận này sẽ cần nhiều không gian hơn (thêm 1 vi điều khiển).

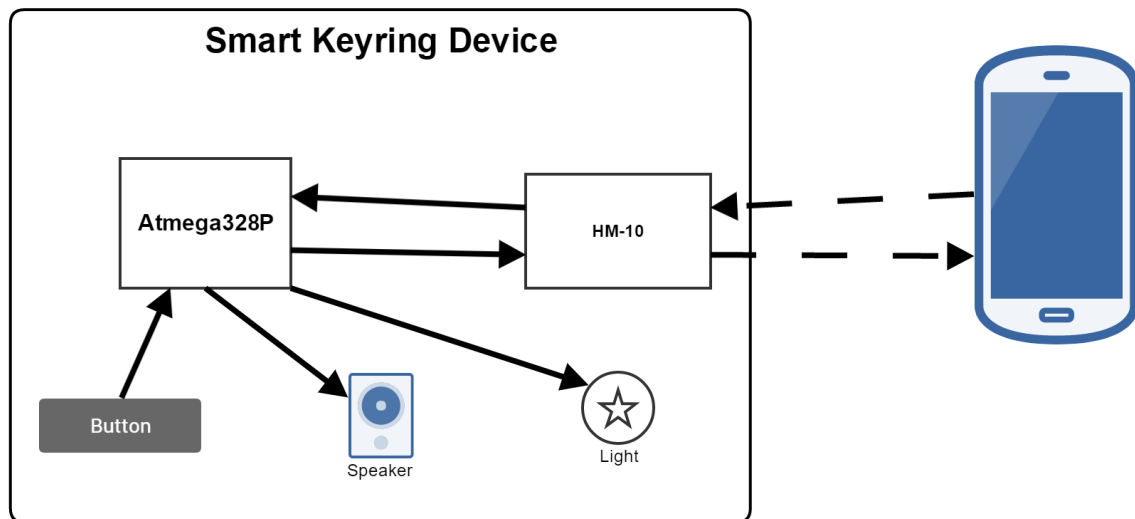
- Làm cho hệ thống mất đi tính linh động và gọn nhẹ so với tính chất sản phẩm cũng như là năng lượng tiêu thụ không được tối ưu.

- Thêm 1 vi điều khiển tương đương với việc thêm 1 nguồn tiêu thụ điện, giảm thời gian hoạt động của sản phẩm.

2.3 Sơ đồ hoạt động

2.3.1 Tổng quát

Sơ đồ hoạt động tổng quát:



Hình 2.2 Sơ đồ hoạt động tổng quát

Như hình 2.2, thiết bị Smart Keyring giao tiếp với thiết bị di động thông qua module BLE HM-10 và được điều khiển bởi MCU ATmega328P đảm nhận chức năng quản lý I/O như nút ấn, loa báo hiệu và đèn cũng như là truyền nhận thông điệp với module HM10.

2.3.2 Nhận lệnh báo từ thiết bị di động

Chức năng tìm kiếm thiết bị được kích hoạt bởi thiết bị di động được mô tả ở hình 2.3.

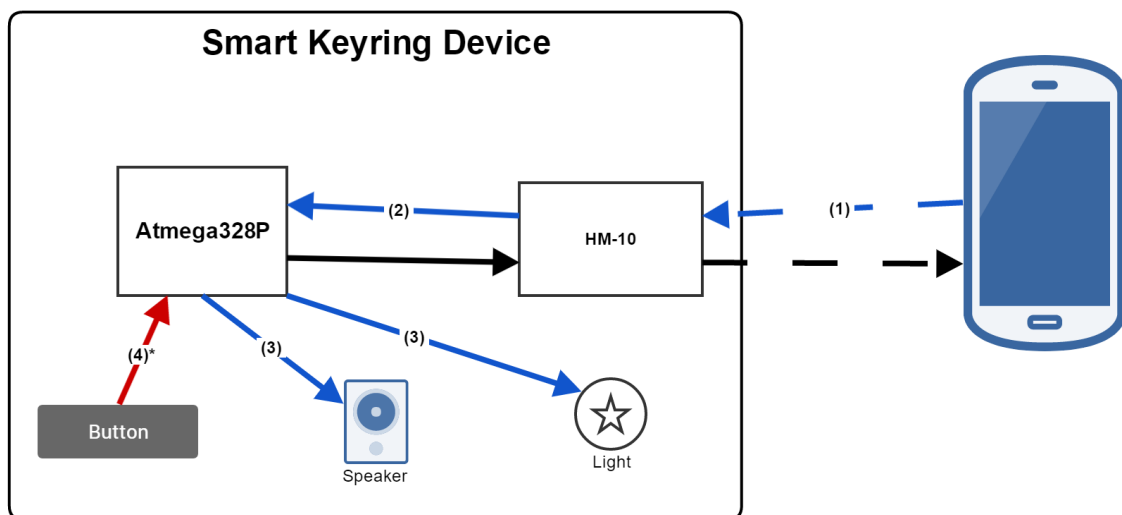
Trình tự các hoạt động như sau:

(1) Thiết bị di động gửi gói tin với nội dung yêu cầu phát tín hiệu báo tới module HM-10.

(2) MCU ATmega328P nhận gói tin từ module HM-10 bằng giao thức UART với chế độ interrupt.

(3) Loa và đèn báo hiệu được kích hoạt tùy theo nội dung gói tin: kích hoạt cả hai hoặc chỉ kích hoạt đèn báo hiệu

(4*) Nút nhấn có chức năng ngắt chế độ báo hiệu khi cần thiết thông qua interrupt GPIO



Hình 2.3 Sơ đồ hoạt động khi nhận lệnh báo từ thiết bị di động

Sơ đồ hoạt động trên đúng với chức năng ngắt báo hiệu thiết bị được điều khiển bởi thiết bị di động, chỉ khác tại bước (3) là ngắt loa và đèn và không có bước (4).

2.3.3 Kích hoạt thiết bị di động bật chế độ báo hiệu

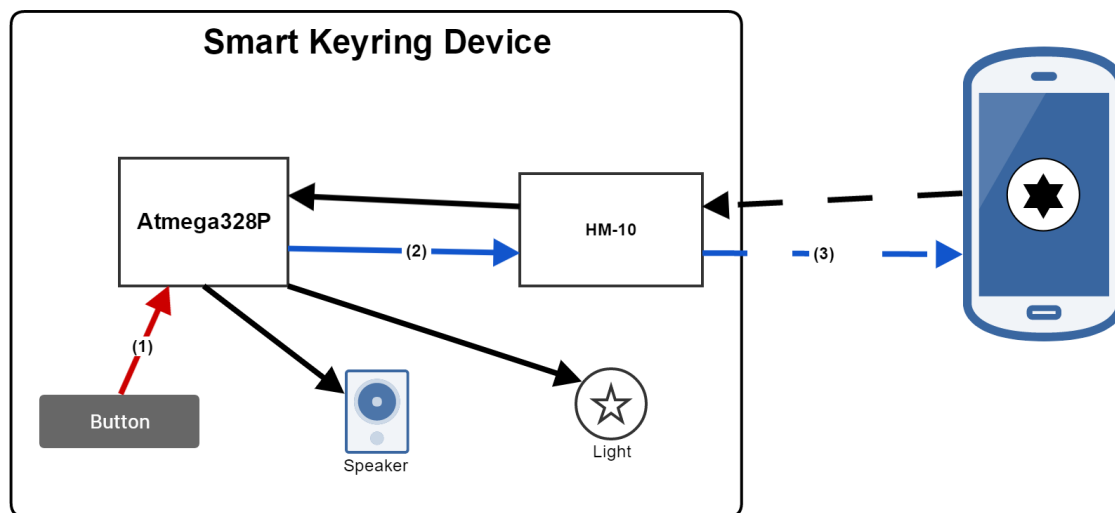
Chức năng kích hoạt thiết bị di động bật chế độ báo hiệu được mô tả ở hình 2.4.

Trình tự các hoạt động như sau:

(1) MCU ATmega328P nhận tín hiệu điều khiển từ nút ấn thông qua interrupt GPIO

(2) Module BLE HM-10 nhận gói tin điều khiển từ MCU ATmega328 thông qua UART

(3) Thiết bị di động nhận gói tin truyền từ Module HM-10 và kích hoạt chế độ báo hiệu

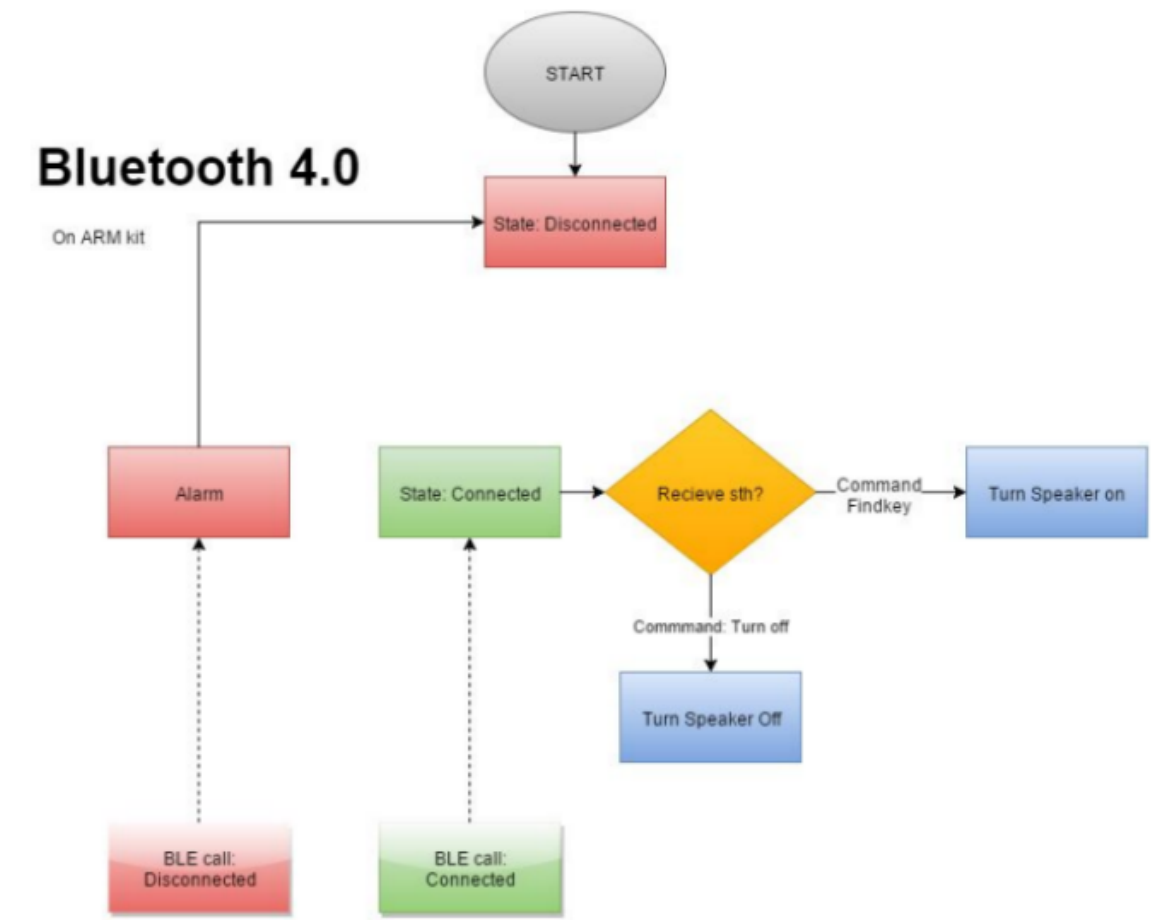


Hình 2.4 Sơ đồ kích hoạt thiết bị di động bật chế độ báo hiệu

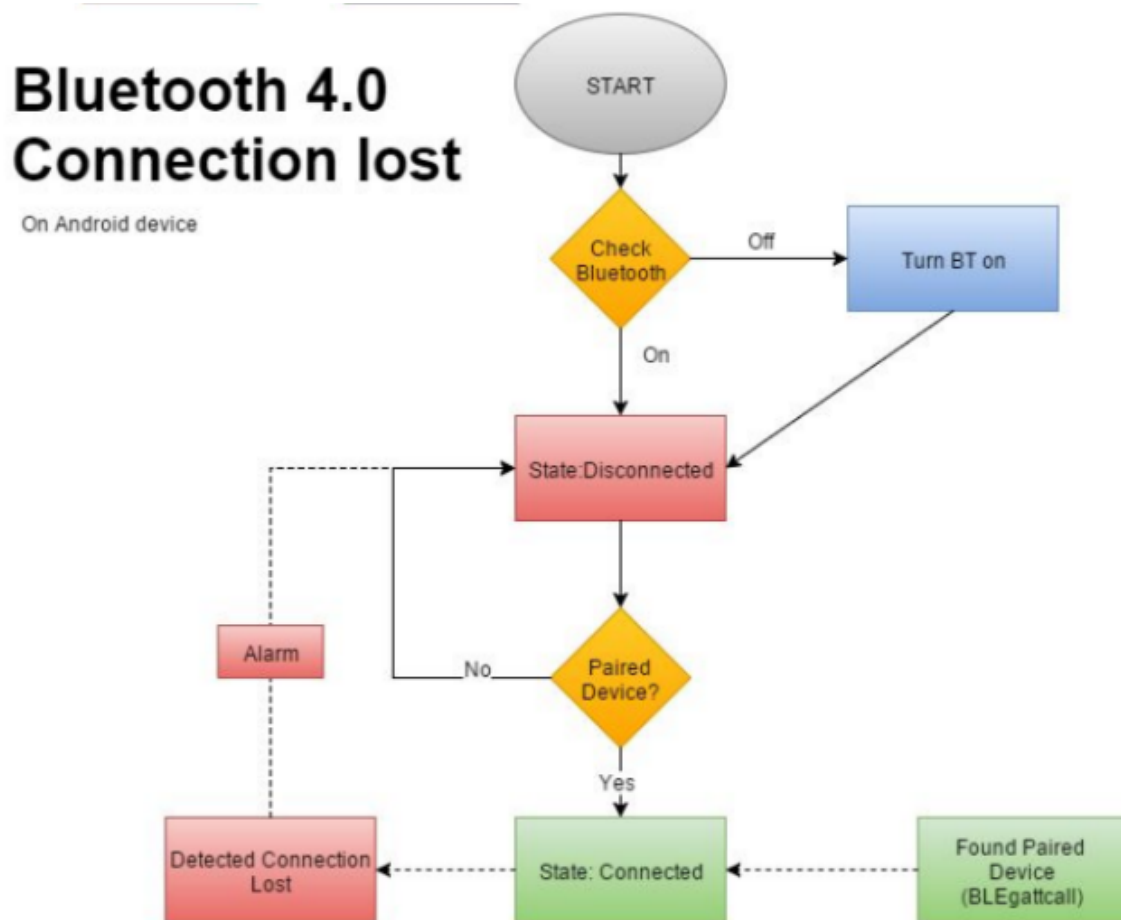
2.3.4 Sơ đồ trạng thái hoạt động khi ngắt kết nối

Dựa theo tính năng sản phẩm ở mục 2.1, sơ đồ trạng thái hoạt động được thiết kế ở hình 2.5 và 2.6

Bluetooth 4.0 (cùng với bộ thư viện và công nghệ BLE)



Hình 2.5 Sơ đồ trạng thái trên thiết bị Smart Keyring



Hình 2.6 Sơ đồ hoạt động trên thiết bị di động

2.4 Hiện thực phần cứng

2.4.1 Thiết kế board mạch

Theo như yêu cầu chức năng ở mục 2.1, schematic được thiết kế như hình 2.7

Các thiết bị linh kiện bao gồm:

- 01 MCU ATmega328P
- 01 Module BLE HM-10
- 01 LED báo hiệu
- 01 Buzzer

2.4.2 Hiện thực thiết bị

2.5 Hiện thực ứng dụng di động trên Android

2.5.1 Các khái niệm trong lập trình BLE trên Android

Dưới đây là những khái niệm chính về BLE được sử dụng:

Generic Attribute Profile (GATT) - Cấu hình thuộc tính chung — Cấu hình GATT là đặc điểm kỹ thuật chung cho việc truyền nhận các gói dữ liệu nhỏ được biết đến như là các "đặc tính" trên đường truyền BLE. Tất cả các cấu hình ứng dụng BLE đều dựa trên GATT.

Attribute Protocol (ATT) - Thuộc tính của giao thức—GATT được xây dựng bên trên lớp ATT, thường được nhắc đến là GATT/ATT. ATT được tối ưu hóa trên các thiết bị BLE và sử dụng ít dữ liệu nhất có thể. Các thuộc tính này được định danh duy nhất bởi Universally Unique Identifier (UUID), là 1 chuỗi định danh dưới chuẩn 128-bit để định danh thông tin duy nhất. Các thuộc tính được truyền bởi ATT được định dạng dưới các characteristics và services.

Characteristic—A characteristic contains a single value and 0-n descriptors that describe the characteristic's value. A characteristic can be thought of as a type, analogous to a class.

Descriptor—Descriptors are defined attributes that describe a characteristic value. For example, a descriptor might specify a human-readable description, an acceptable range for a characteristic's value, or a unit of measure that is specific to a characteristic's value.

Service—Service là một gói tổng hợp các characteristic. Ví dụ, ta có thể có service gọi là "Theo dõi nhịp tim" vừa bao gồm các characteristic như "đo nhịp tim". Danh sách các cấu hình GATT và service có thể tìm thấy tại bluetooth.org

2.5.2 Phát triển ứng dụng Android

Chương 3

Thử nghiệm và đánh giá kết quả đạt được

3.1 First section of the third chapter

And now I begin my third chapter here ...

And now to cite some more people Read [6], Ancey et al. [2]

3.1.1 First subsection in the first section

...and some more

3.1.2 Second subsection in the first section

...and some more ...

3.1.2.1 First subsub section in the second subsection

...and some more in the first subsub section otherwise it all looks the same doesn't it?

well we can add some text to it ...

3.1.3 Third subsection in the first section

...and some more ...

3.1.3.1 First subsub section in the third subsection

...and some more in the first subsub section otherwise it all looks the same doesn't it?
well we can add some text to it and some more and some more and some more and
some more and some more and some more and some more ...

3.1.3.2 Second subsub section in the third subsection

...and some more in the first subsub section otherwise it all looks the same doesn't it?
well we can add some text to it ...

3.2 Second section of the third chapter

and here I write more ...

3.3 The layout of formal tables

This section has been modified from “Publication quality tables in \LaTeX^* ” by Simon Fear.

The layout of a table has been established over centuries of experience and should only be altered in extraordinary circumstances.

When formatting a table, remember two simple guidelines at all times:

1. Never, ever use vertical rules (lines).
2. Never use double rules.

Bảng 3.1 A badly formatted table

	Species I		Species II	
Dental measurement	mean	SD	mean	SD
I1MD	6.23	0.91	5.2	0.7
I1LL	7.48	0.56	8.7	0.71
I2MD	3.99	0.63	4.22	0.54
I2LL	6.81	0.02	6.66	0.01
CMD	13.47	0.09	10.55	0.05
CBL	11.88	0.05	13.11	0.04

These guidelines may seem extreme but I have never found a good argument in favour of breaking them. For example, if you feel that the information in the left half of a table is so different from that on the right that it needs to be separated by a vertical line, then you should use two tables instead. Not everyone follows the second guideline:

There are three further guidelines worth mentioning here as they are generally not known outside the circle of professional typesetters and subeditors:

3. Put the units in the column heading (not in the body of the table).
4. Always precede a decimal point by a digit; thus 0.1 *not* just .1.
5. Do not use ‘ditto’ signs or any other such convention to repeat a previous value.

In many circumstances a blank will serve just as well. If it won’t, then repeat the value.

A frequently seen mistake is to use ‘`\begin{center}`’ ... ‘`\end{center}`’ inside a figure or table environment. This center environment can cause additional vertical space. If you want to avoid that just use ‘`\centering`’

Bảng 3.2 A nice looking table

Dental measurement	Species I		Species II	
	mean	SD	mean	SD
I1MD	6.23	0.91	5.2	0.7
I1LL	7.48	0.56	8.7	0.71
I2MD	3.99	0.63	4.22	0.54
I2LL	6.81	0.02	6.66	0.01
CMD	13.47	0.09	10.55	0.05
CBL	11.88	0.05	13.11	0.04

Bảng 3.3 Even better looking table using booktabs

Dental measurement	Species I		Species II	
	mean	SD	mean	SD
I1MD	6.23	0.91	5.2	0.7
I1LL	7.48	0.56	8.7	0.71
I2MD	3.99	0.63	4.22	0.54
I2LL	6.81	0.02	6.66	0.01
CMD	13.47	0.09	10.55	0.05
CBL	11.88	0.05	13.11	0.04

Chương 4

Tổng kết

4.1 Thành quả đạt được và khó khăn

4.2 Tính ứng dụng thực tiễn của sản phẩm

1. Never, ever use vertical rules (lines).
2. Never use double rules.

Tài liệu tham khảo

- [1] Abramovich, Y. A., Aliprantis, C. D., and Burkinshaw, O. (1995). Another characterization of the invariant subspace problem. *Operator Theory in Function Spaces and Banach Lattices*. The A.C. Zaanen Anniversary Volume, *Operator Theory: Advances and Applications*, 75:15–31. Birkhäuser Verlag.
- [2] Ancey, C., Coussot, P., and Evesque, P. (1996). Examination of the possibility of a fluid-mechanics treatment of dense granular flows. *Mechanics of Cohesive-frictional Materials*, 1(4):385–403.
- [3] Aupetit, B. (1991). *A Primer on Spectral Theory*. Springer-Verlag, New York.
- [4] Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*. Springer-Verlag, New York, second edition.
- [5] Ljubič, J. I. and Macaev, V. I. (1965). On operators with a separable spectrum. *Amer. Math. Soc. Transl. (2)*, 47:89–129.
- [6] Read, C. J. (1985). A solution to the invariant subspace problem on the space l_1 . *Bull. London Math. Soc.*, 17:305–317.