

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:

51204417 - Trương Hoài Thương

51203774 - Võ Tấn Tùng

Tháng 11 Năm 2016

Lời cam đoan

I hereby declare that except where specific reference is made to the work of others, the contents of this dissertation are original and have not been submitted in whole or in part for consideration for any other degree or qualification in this, or any other university. This dissertation is my own work and contains nothing which is the outcome of work done in collaboration with others, except as specified in the text and Acknowledgements. This dissertation contains fewer than 65,000 words including appendices, bibliography, footnotes, tables and equations and has fewer than 150 figures.

Tháng 11 Năm 2016

Lời cảm ơn

Nhóm chúng tôi muốn gửi lời cảm ơn tới giáo viên hướng dẫn TS. Phạm Hoàng Anh, các bạn sinh viên trong khoa đã giúp đỡ nhóm thực hiện đề tài này ...

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	1
1.1.2 Giới thiệu về công nghệ Bluetooth	1
1.1.3 Mục tiêu - Phạm vi - Đối tượng nghiên cứu	3
1.2 Tổng quan về công nghệ Bluetooth	3
1.2.1 Khái niệm Bluetooth	3
1.2.2 Đặc điểm của Bluetooth	3
1.2.3 Quá trình phát triển	5
1.3 Bluetooth Low Energy (BLE)	7
1.3.1 Phân loại vai trò thiết bị BLE	7
1.3.2 Cách thức hoạt động của BLE	8
1.3.3 Các vi điều khiển tích hợp công nghệ BLE	9
2 Thiết kế và hiện thực	
sản phẩm móc khóa thông minh - Smart Keyring	11
2.1 Thiết kế sản phẩm	11
2.1.1 Tính năng sản phẩm	11
2.1.2 Các thiết bị phần cứng	12
2.2 Hiện thực phần cứng	13
2.2.1 Mô hình hoạt động	13
2.2.2 Hiện thực	13
2.3 Hiện thực ứng dụng di động trên Android	14

2.3.1	Mô hình hoạt động	14
2.3.2	Các module trong ứng dụng Android	14
3	Thử nghiệm và đánh giá kết quả đạt được	15
3.1	First section of the third chapter	15
3.1.1	First subsection in the first section	15
3.1.2	Second subsection in the first section	15
3.1.3	Third subsection in the first section	16
3.2	Second section of the third chapter	16
3.3	The layout of formal tables	16
4	Tổng kết	19
4.1	Thành quả đạt được và khó khăn	19
4.2	Tính ứng dụng thực tiễn của sản phẩm	19
	Tài liệu tham khảo	20

Danh sách hình vẽ

1.1	Các ứng dụng Bluetooth	4
1.2	Sơ đồ hoạt động của BLE	9
1.3	Module HM-10	10
2.1	Sơ đồ hoạt động trên sản phẩm	13
2.2	Sơ đồ hoạt động trên thiết bị di động	14

Danh sách bảng

1.1	Bảng so sánh các công nghệ truyền không dây	2
3.1	A badly formatted table	17
3.2	A nice looking table	18
3.3	Even better looking table using booktabs	18

Chương 1

Tổng quan

1.1 Mở đầu

1.1.1 Mục đích đề tài

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.

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 Giới thiệu về công nghệ Bluetooth

Ngày nay, xã hội phát triển mạnh mẽ, kỹ thuật ngày càng hiện đại nên nhu cầu về trao đổi thông tin, giải trí, nhu cầu về điều khiển thiết bị từ xa, . . . ngày càng cao. Và những hệ thống dây cáp phức tạp lại không thể đáp ứng tốt nhu cầu này, nhất là ở

những khu vực chật hẹp, những nơi xa xôi, trên các phương tiện vận chuyển,... Vì thế công nghệ không dây đã ra đời và đang phát triển mạnh mẽ, tạo rất nhiều thuận lợi cho con người trong đời sống hằng ngày. Kỹ thuật không dây phục vụ rất nhiều nhu cầu khác nhau của con người, từ nhu cầu làm việc, học tập đến các nhu cầu giải trí như chơi game, xem phim, nghe nhạc, v.v... Với các nhu cầu đa dạng và phức tạp đó, kỹ thuật không dây đã đưa ra nhiều chuẩn với các đặc điểm kỹ thuật khác nhau để có thể phù hợp với từng nhu cầu, mục đích và khả năng của người sử dụng như IrDA, WLAN với chuẩn 802.11, ZigBee, OpenAir, UWB, Bluetooth,...

Mỗi chuẩn kỹ thuật đều có những ưu, khuyết điểm riêng của nó, và Bluetooth đang dần nổi lên là kỹ thuật không dây tầm ngắn có nhiều ưu điểm, rất thuận lợi cho những thiết bị di động. Với một tổ chức nghiên cứu đông đảo, hiện đại và số lượng nhà sản xuất hỗ trợ kỹ thuật Bluetooth vào sản phẩm của họ ngày càng tăng, Bluetooth đang dần lan rộng ra khắp thế giới, xâm nhập vào mọi lĩnh vực của thiết bị điện tử và trong tương lai mọi thiết bị điện tử đều có thể được hỗ trợ kỹ thuật này.

	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

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
- 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 Tổng quan về công nghệ Bluetooth

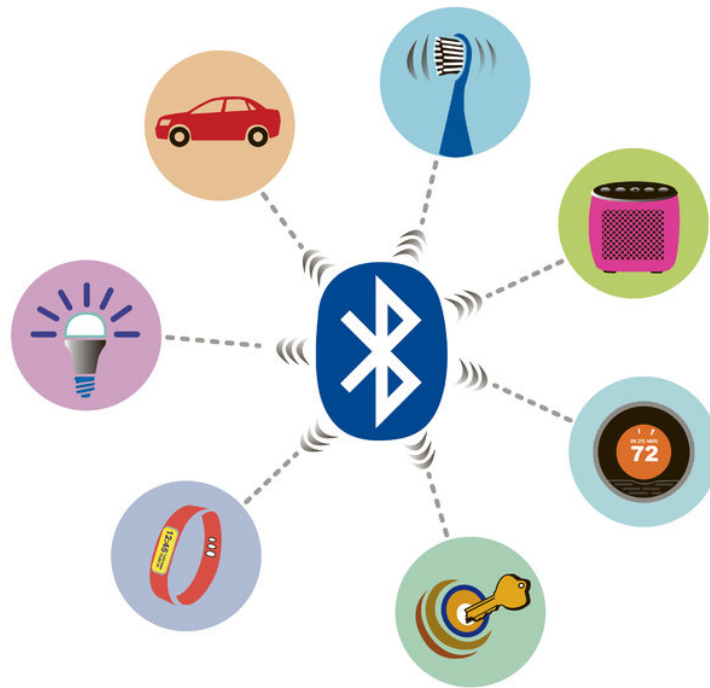
1.2.1 Khái niệm Bluetooth

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 được thiết kế nhằm mục đích thay thế dây cable giữa máy tính và các thiết bị truyền thông cá nhân, kết nối vô tuyến giữa các thiết bị điện tử lại với nhau một cách thuận lợi với giá thành rẻ. Khi được kích hoạt, Bluetooth có thể tự động định vị những thiết bị khác có chung công nghệ trong vùng xung quanh và bắt đầu kết nối với chúng. Nó được định hướng sử dụng cho việc truyền dữ liệu lẫn tiếng nói.

1.2.2 Đặc điểm của Bluetooth

- Tiêu thụ năng lượng thấp, cho phép ứng dụng được trong nhiều loại thiết bị, bao gồm cả các thiết bị cầm tay và điện thoại di động.
- Giá thành hạ (giá một chip Bluetooth đang giảm dần)



Hình 1.1 Các ứng dụng Bluetooth

- Khoảng cách giao tiếp cho phép :
 - Khoảng cách giữa hai thiết bị đầu cuối có thể lên đến 10m ngoài trời, và 5m trong tòa nhà.
 - Khoảng cách thiết bị đầu cuối và Access point có thể lên tới 100m ngoài trời và 30m trong tòa nhà.
- Bluetooth sử dụng băng tần không đăng ký 2.4Ghz trên dãy băng tần ISM. Tốc độ truyền dữ liệu có thể đạt tới mức tối đa 1Mbps (do sử dụng tần số cao) mà các thiết bị không cần phải thấy trực tiếp nhau (light-of- sight requirements)
- Dễ dàng trong việc phát triển ứng dụng: Bluetooth kết nối một ứng dụng này với một ứng dụng khác thông qua các chuẩn “Bluetooth profiles”, do đó có thể độc lập về phần cứng cũng như hệ điều hành sử dụng.

- Bluetooth được dùng trong giao tiếp dữ liệu tiếng nói: có 3 kênh để truyền tiếng nói, và 7 kênh để truyền dữ liệu trong một mạng cá nhân.
- An toàn và bảo mật: được tích hợp với sự xác nhận và mã hóa (build in authentication and encryption)
- Tính tương thích cao, được nhiều nhà sản xuất phần cứng cũng như phần mềm hỗ trợ.

1.2.3 Quá trình phát triển

Đặc tả Bluetooth được phát triển đầu tiên bởi Ericsson (hiện nay là Sony Ericsson và Ericsson Mobile Platforms), và sau đó được chuẩn hoá bởi Bluetooth Special Interest Group (SIG). Chuẩn được phát hành vào ngày 20 tháng 5 năm 1999. Ngày nay được công nhận bởi hơn 1800 công ty trên toàn thế giới. Được thành lập đầu tiên bởi Sony Ericsson, IBM, Intel, Toshiba và Nokia, sau đó cùng có sự tham gia của nhiều công ty khác với tư cách cộng tác hay hỗ trợ. Bluetooth có chuẩn là IEEE 802.15.1.

Các phiên bản Bluetooth:

1. Bluetooth 1.0: Là phiên bản đầu tiên của chuẩn kết nối Bluetooth được đưa vào sử dụng với tốc độ truyền tải dữ liệu là 1Mbps, tuy nhiên thực tế tốc độ của phiên bản này chỉ đạt được mức 720kbs.

2. Bluetooth 2.0 + ERD: Phiên bản nâng cấp sau Bluetooth 1.0 được nâng cấp tốc độ truyền tải lên 2.1 Mbs cùng với chế độ truyền tải mới ERD (enhanced data rate). Phiên bản 2.1 được nâng cấp về tốc độ truyền tải nhưng lại hạn chế trên thiết bị sử dụng do ERD chỉ là chế độ tùy chọn, một số nhà sản xuất đã không đưa chế độ này vào sản phẩm của mình để giảm chi phí sản xuất.

3. Bluetooth 2.1+ ERD: Được nâng cấp từ Bluetooth 2.0 vào năm 2007 với thay đổi quan trọng như hiệu năng cao hơn, giảm điện năng tiêu thụ. Phiên bản này được

sử dụng trên các thiết bị như điện thoại di động, laptop, tai nghe Tuy nhiên, Bluetooth 2.1 vẫn chưa cho người dùng truyền tải các tập tin có dung lượng lớn.

4. Bluetooth 3.0 + HS: Năm 2009 bluetooth 3.0 ra đời với thay đổi lớn về tốc độ truyền tải, đạt 24Mbps ở phiên bản này các thiết bị có thể tương tác dễ dàng với nhau hơn, có thể tự dò tìm các thiết bị ở gần.

5. 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.

6. 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 chống chéo 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.

7. 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.

1.3 Bluetooth Low Energy (BLE)

Như đã được đề cập ở mục 1.2.3, BLE xuất hiện từ phiên bản 4.0, là một bước ngoặc 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 uA 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".

1.3.1 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

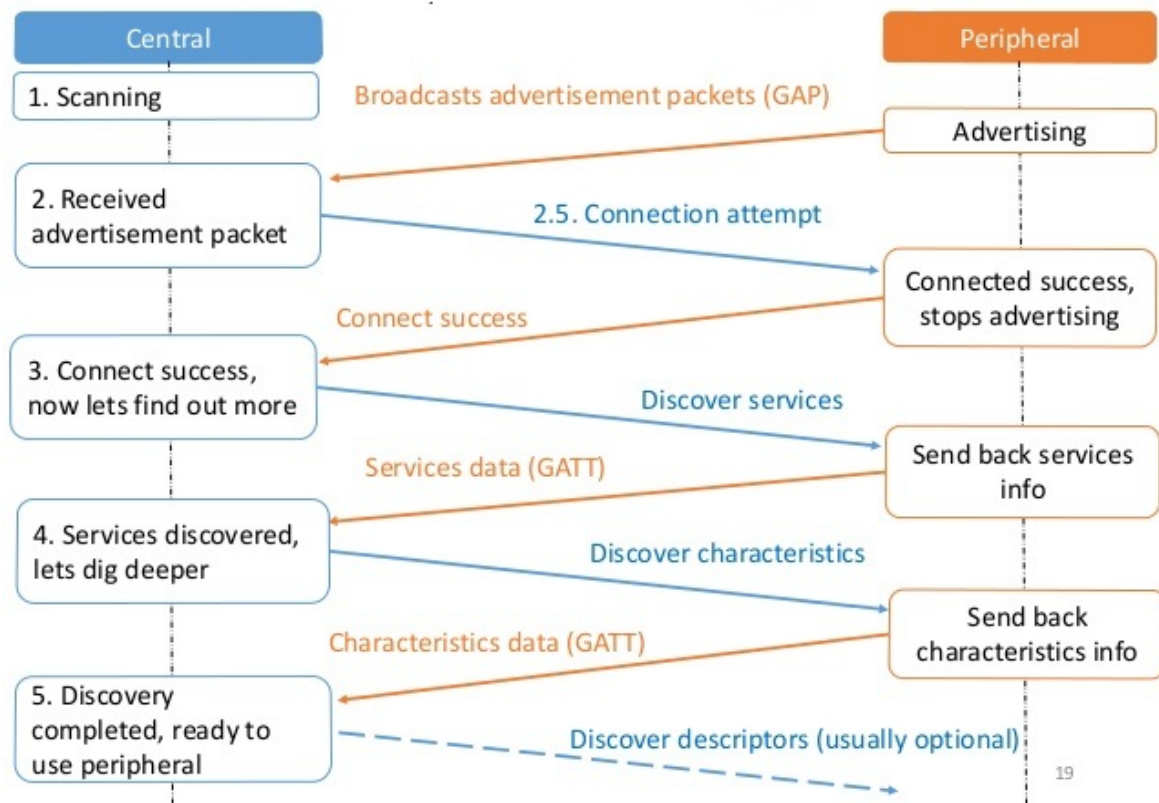
- **BLE Broadcaster** là BLE Peripheral chỉ phát dữ liệu nhận dạng nhưng không bao giờ chấp nhận yêu cầu kết nối từ các BLE Central.

1.3.2 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:



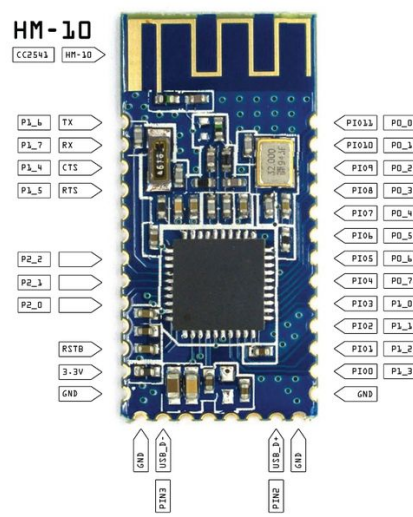
Hình 1.2 Sơ đồ hoạt động của BLE

1.3.3 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 / PROBLE

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

2.1.1 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...

2.1.2 Các thiết bị phần cứng

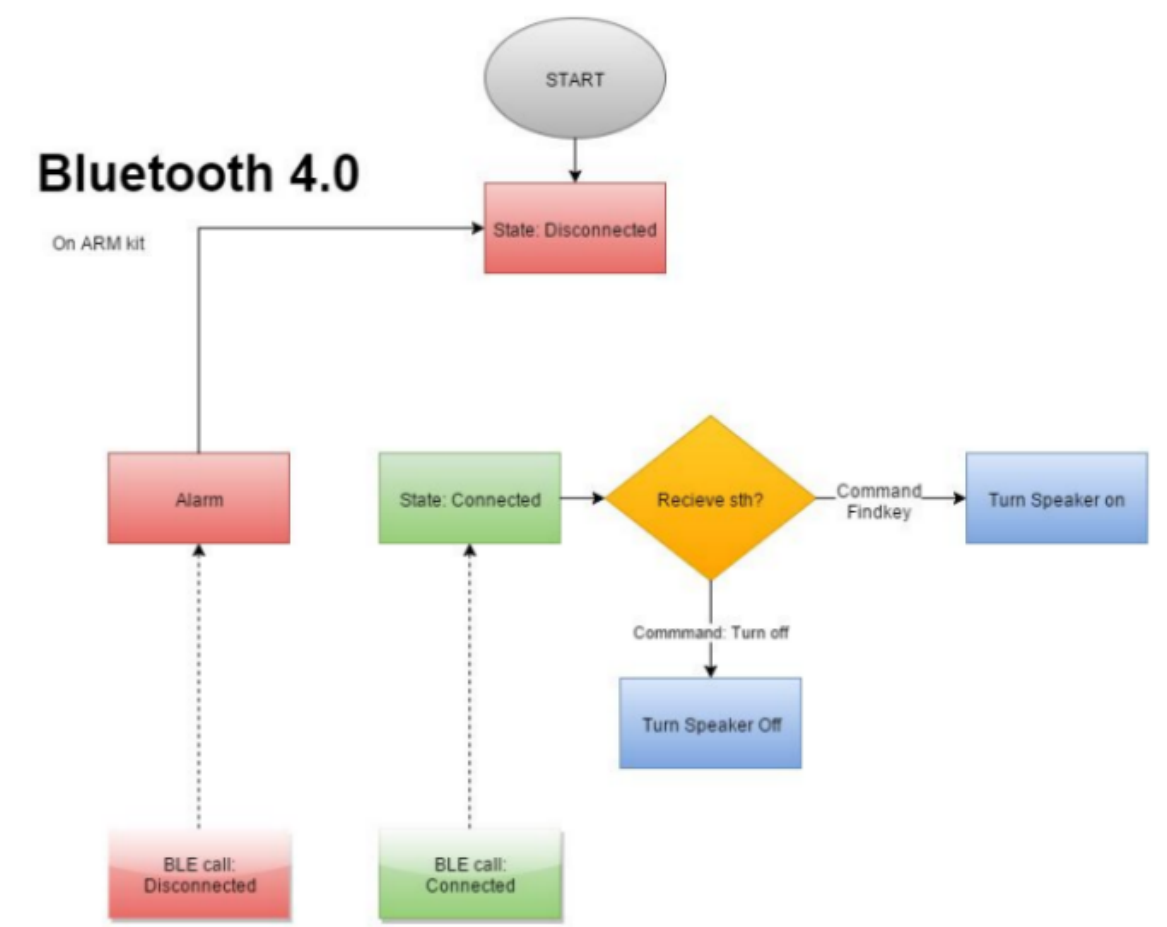
Sử dụng module HM-10 dùng chip CC2541 vì có thể tìm được tại các cửa hàng thiết bị linh kiện Mo Atmel

2.2 Hiện thực phần cứng

2.2.1 Mô hình hoạt động

Dựa theo tính năng sản phẩm ở mục 2.1.1, mô hình ứng dụng khi bị thất lạc được thể kể như hình 2.1

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



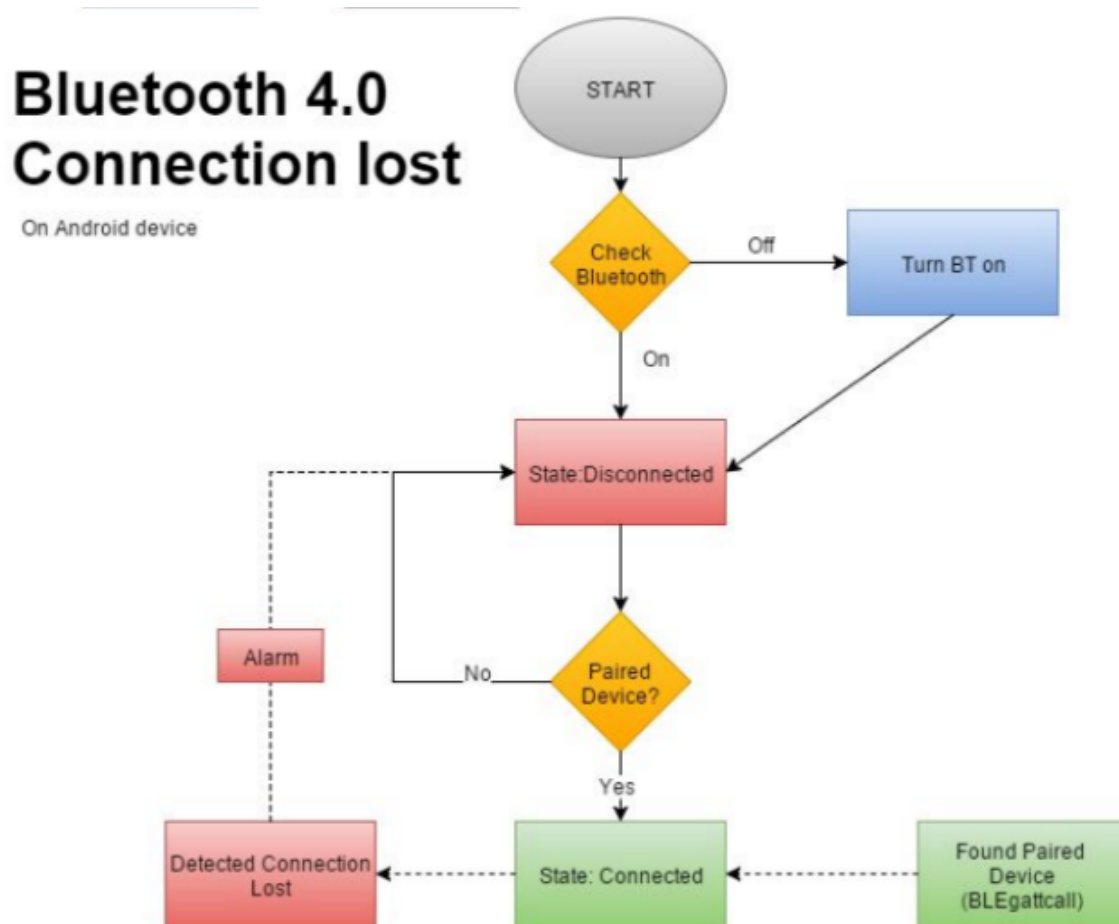
Hình 2.1 Sơ đồ hoạt động của ứng dụng

2.2.2 Hiện thực

2.3 Hiện thực ứng dụng di động trên Android

2.3.1 Mô hình hoạt động

Dựa theo tính năng sản phẩm ở mục 2.1.1, mô hình ứng dụng khi bị thất lạc được thể kế như hình 2.2



Hình 2.2 Sơ đồ hoạt động của ứng dụng

2.3.2 Các module trong 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.