Trang bìa

Trang phụ bìa

Tóm tắt

Sản phẩm đề tài sau khi hoàn thành bao gồm 2 phần:

Thứ nhất, xe hai bánh tự cân bằng, có khả năng tự đứng thăng bằng trên hai bánh tại mặt phẳng và mặt nghiêng. Xe hai bánh tự cân bằng này hoàn toàn có thể được coi là một hệ thống cơ điện tử hoàn chỉnh bao gồm cảm biến tiếp nhận thay đổi môi trường, vi xử lý tiếp nhận thông tin từ cảm biến và gửi tín hiệu điều khiển một hệ cơ học. Cảm biến trong các hệ cơ điện tử là rất quan trọng nó có thể xem như các giác quan của hệ thống, sản phẩm khóa luận sử dụng cảm biến gia tốc ba trục MPU6050 một cảm biến thu thập thông tin về góc tương đối phổ biến và có thể ứng dụng trong nhiều thiết kế cũng như hệ cơ điện tử. Đề tài là một hướng dẫn cho việc tiếp cận và sử dụng các dòng cảm biến cho hệ cơ điện tử cũng như trong các ứng dụng. Vi xử lý 32 bit STM32F103C8T6 được sử dụng làm phần vi xử lý cho sản phẩm của khóa luận, khi mà hiện nay sự lên ngôi mạnh mẽ của các dòng vi xử lý 32 bit thay thế cho dòng vi xử lý 8 bit truyền thống, nhưng các tài liệu cũng như hướng dẫn về dòng vi điều khiển này chưa được nhiều. Qua đề tài khóa luận, em muốn giới thiệu và cách thức sử dụng dòng vi xử lý mạnh mẽ này.

Thứ hai, phần mềm điều khiển, theo dõi, cài đặt cho xe sử dụng được trên thiết bị di động android. Có khả năng điều khiển xe di chuyển và ghi lại giao động của xe tự cân bằng. Phần mềm dược lập trình bằng ngôn ngữ QML và C++. Việc xây dựng phần mềm di động để quản lý thiết bị là nhu cầu tất yếu trong thời đại công nghiệp 4.0 cùng với sự phát triển của IoT. Có một phần mềm đi kèm với thiết bị sẽ giúp tăng giá trị thiết bị, tuy nhiên phần lớn các sinh viên học cơ điện tử thì tương đối yếu phần lập trình giao diện điều khiển. Do đó, em muốn giới thiệu thêm về phương pháp cũng như cách thức để tạo nên một phần mềm di động đơn giản.

Từ khóa: Xe hai bánh tự cân bằng, cảm biến gia tốc 3 trục MPU6050, vi điều khiển 32 bit STM32F103, phần mềm lập trình ứng dụng Qt.

Tài liệu tham khảo

Lời cam đoan

Em xin cam đoan đây là công trình tìm hiểu, nghiên cứu và chế tạo độc lập của riêng em. Các số liệu sử dụng phân tích trong luận án đều có nguồn gốc rõ rang, đã công bố theo đúng quy định. Các kết quả, thiết kế trong luận án do em tự tìm hiểu phân tích một cách trung thực, khách quan và chưa được công bố trong các công trình khác. Nếu không đúng như đã nếu trên, em xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về đề tài của mình.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Hà Nội ngày 20, tháng 04, năm 2018  Người cam đoan  PHẠM TIẾN THÀNH |

Mục lục

Các ký hiệu viết tắt

Lời nói đầu

Đất nước ta đang trong tiến trình phát triển công nghệ ngày một nhanh chóng cùng với sự phát triển của nền công nghiệp 4.0 lan tỏa trên toàn thế giới. Điều này đòi hỏi một lượng lớn kỹ sư nói chung và kỹ sư cơ điện tử nói riêng cống hiến sức mình cho sự phát triển của đất nước trong thời đại mới. Trải qua bốn năm ngồi trên ghế nhà trường với trăn trở làm sao để thực hiện được những điều Bác dặn em đã không ngừng học hỏi, tìm tòi góp nhặt những kiến thức quý báu mà các thầy các cô đã giảng dạy để hôm nay đây em có thể hoàn thành đồ án này. Như là một lời chứng minh sắt đá rằng em đã sẵn sàng bước vào công cuộc xây phát triển và xây dựng đất nước, góp một phần nhỏ của mình vào công cuộc đưa đất nước sánh vai với các cường quốc năm châu.

Lời cảm ơn

“Không thầy đố mày làm lên” – Đúng như câu tục ngữ, em đã không thể hoàn thành đề tài của luận văn này nều không có sự giúp đỡ của các thầy các cô cũng như người thân và bạn bè xung quanh. Do vậy với sự trân trọng và lòng cảm kích em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến ThS. Hoàng Văn Mạnh, thầy không chỉ là người đã hướng dẫn em trong suốt quá trình hoàn thành đồ án tốt nghiệp mà còn là người cho em những động lực rất lớn để em không ngừng sáng tạo và phát triển sản phẩm, nâng cao chất lượng nghiên cứu. Xin cảm ơn thầy cô trong khoa Cơ học kỹ thuật và cũng như thầy cô trong toàn trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN đã truyền đạt nhiều kiến thức quý báu trong suốt 4 năm học, những kiến thức đó là chìa khóa giúp em thực hiện được những hoài bão trong cuộc sống và là hành trang cho em bước vào thời kỳ phát triển mới của đất nước. Cảm ơn Nguyễn Xuân Tiến, người bạn đã sát cánh cùng em qua nhiều khó khăn trong quá trình học tập và tìm hiểu kiến thức khoa học. Tiến cũng là người nhiệt tình giúp đỡ em trong nhiều phần khó khăn của đề tài. Ngoài ra, em xin cảm ơn bố, mẹ và em trai của em những người đã, đang và luôn là chỗ dựa tinh thần cho em mọi lúc mọi nơi.

Trong quá trình làm luận văn và thực hiện đề tài, dù đã cố gắng tuy nhiên không thể tránh được sai sót không đáng có. Em rất mong thầy cô chỉ bao thêm giúp em hoàn thành và đạt kết quả tốt hơn nữa. Em xin chân thành cảm ơn

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Hà Nội, ngày 20 tháng 4 năm 2018  Sinh viên thực hiện |

PHẦN I: GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VÀ TẦM QUAN TRỌNG CỦA ĐỀ TÀI, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO

1. Khái quát về đề tài “Thiết kế, chế tạo xe hai bánh tự cân bằng sử dụng cảm biến gia tốc 3 trục MPU6050 và vi điều khiển 32bit”

Xe hai bánh tự cân bằng là gì?

Đối với các loại xe ba hay bốn bánh thì việc giữ thăng bằng và ổn định là nhờ trọng tâm chủa chúng nằm trong bề mặt chân đế do các bánh xe tạo nên. Còn đối với xe hai bánh tự cân bằng (hai bánh song song) để giữ thăng bằng cho xe trọng tâm của xe phải cần được giữ nằm cân bằng ngay giữa hai bánh xe. Giống như việc chúng ta giữ một cây gậy thẳng đúng cân bằng trong lòng bàn tay vậy.

Nội dung của đề tài là nghiên cứu và chế tạo ra chiếc xe hai bánh có khả năng tự cân bằng trong đó sử dụng cảm biến gia tốc 3 trục MPU6050 để đo góc nghiêng giữa xe và mặt phẳng sàn, sử dụng vi điều khiển 32 bit làm bộ phận xử lý trung tâm của xe trong đề tài này em sử dụng vi điều khiển 32 bit STM32F103C8T6 của hãng STMicrocontroler.

2. Tầm quan trọng của đề tài

Đề tài tuy đơn giản chỉ là tạo ra sản phẩm xe hai bánh tự cân bằng, nhưng có thể nói xe hai bánh tự cân bằng là một ví dụ rất rõ nét về một hệ cơ điện tử với đầy đủ các phần cảm biến thu thập thông tin môi trường, vi xử lý tiếp nhận thông tin từ cảm biến và gửi tín hiệu điều kiển xuống bộ phận chấp hành. Việc nghiên cứu chế tạo chiếc xe cũng là việc nghiên cứu chế tạo một hệ cơ điện tử. Qua đó đề tài giúp sinh viên có cái nhìn tổng quan về hệ cơ điện tử và nắm được quy trình làm việc của hệ cơ điện tử. Điều này là rất quan trọng giúp ích trực tiếp cho những cử nhân tương lai trên con đường xây dựng, cống hiến cho đất nước.

Ngoài ra việc sử dụng vi điều khiển 32 bit. Một dòng vi điều khiển hiện nay đang rất được ưa chuộng trên thế giới, bởi tính mạnh mẽ và tốc độ xử lý nhanh hơn hẳn so với dòng vi điều khiển 8 bit truyền thống, cũng là một điều cần làm trong thời đại mới khi nền công nghiệp 4.0 đang ngày càng lan tỏa rộng khắp trên toàn thế giới, IoT đang tiếng gần hơn đến mọi nhà thì việc cập nhật các công nghệ mới và tiên tiến là điều tất yếu mà mỗi kỹ sư, cử nhân cơ điện tử cần làm. Đề tài này cũng chính là những tài liệu thiết thực cho sinh viên các lứa về việc tìm hiểu các dòng vi điều khiển mới.

3. Phương pháp nghiên cứu chế tạo

Có nhiều phương pháp để thiết kế và chế tạo các sản phẩm, tuy nhiên quá trình làm việc, cũng như việc đảm bảo tiến độ hoàn thành sản phẩm phụ thuộc rất nhiều vào việc lựa chọn phương pháp mà mỗi người áp dụng. Một khi có phương pháp rõ ràng, sẽ giúp ích rất nhiều so với không có một phương pháp nào cụ thể.

3.1. Phương pháp tìm hiểu, phân tích tổng kết kinh nghiệm

Bằng việc tìm hiểu các tài liệu liên quan đến xe hai bánh tự cân bằng như con lắc ngược, PID,... cũng như các kiến thức về vi xử lý, vi điều khiển, cảm biến,... đã được học tại nhà trường. Phân tích những thiếu sót kiến thức cần có cho đề tài. Và qua quá trình tổng hợp đã giúp em nhận ra được những việc cần làm và sắp xếp công việc vào những thời gian hợp lý.

3.2. Phương pháp thực nghiệm

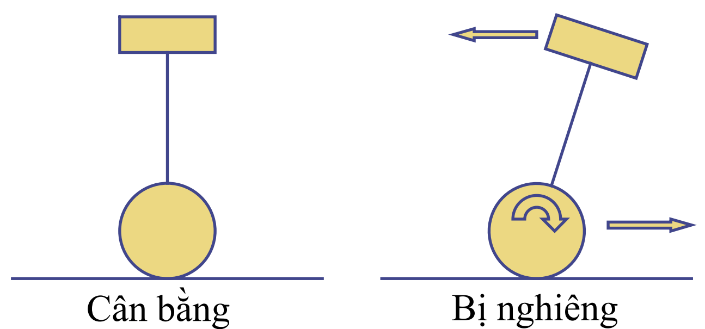
Quá trình thiết kế chế tạo hoàn thành tuy nhiên xe tự cân bằng vẫn chưa thể cân bằng được ngay trong những lần đầu tiên. Hay đơn giản như việc thử các phần nhỏ của đề tài như nhận tín hiệu từ cảm biến, điều khiển động cơ, viết phần mềm điều khiển,... đều không thể thành công hoàn toàn trong lần đầu tiên được. Việc sử dụng phương pháp thực nghiệm và hiệu chỉnh các thông số mang lại kết quả ngày càng tốt hơn trong các lần sau. Đây chính là phương pháp giúp em đạt được kết quả cuối cùng như trong báo cáo.

PHẦN II: NỘI DUNG VÀ QUY TRÌNH NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ

Chương 1. Cơ sở lý thuyết

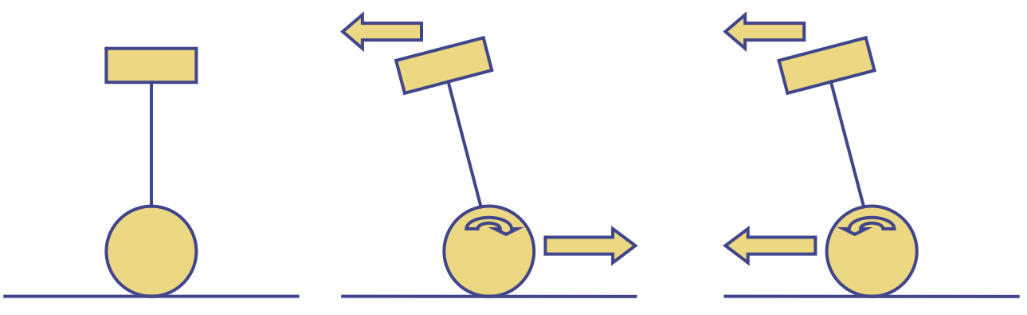
1.1. Xe hai bánh tự cân bằng

1.1.1. Thế nào là xe hai bánh tự cân bằng



Mô tả nguyên lý giữ thăng bằng

Đối với các loại xe ba hay bốn bánh thì việc giữ thăng bằng và ổn định là nhờ trọng tâm chủa chúng nằm trong bề mặt chân đế do các bánh xe tạo nên. Còn đối với xe hai bánh tự cân bằng (hai bánh song song) để giữ thăng bằng cho xe trọng tâm của xe phải cần được giữ nằm cân bằng ngay giữa hai bánh xe. Giống như việc chúng ta giữ một cây gậy thẳng đúng cân bằng trong lòng bàn tay vậy.



Mô tả cách thức di chuyển

Tuy nhiên việc xác định trọng tâm của xe là tương đối khó khăn do hình dạng xe và các vật gắng trên xe có phần phức tạp. Tuy nhiên chúng ta hoàn toàn có thể xác định được góc giữa mặt phẳng sàn nhà và xe cũng như trọng lực. Do đó, thay vì đi tìm trọng tâm nằm giữa hai bánh ta cần giữ cho xe luôn thẳng đứng, vương góc với mặt sàn.

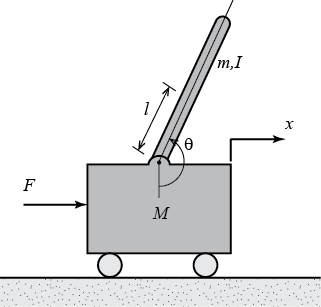
Đi kèm với đó là việc khi ta giữ một góc giữa xe và mặt sàn khác 90 độ thì xe có xu hướng tiến hoặc lùi (tùy theo quy ước) về phía trước hoặc sau. Đây chính là nguyên lý để vân hành xe di chuyển. Để dừng lại thì ta chỉ cần điều chỉnh lại góc về giá trị 90 độ.

1.1.2. Phương trình toán học, phương pháp tính toán động lực học của xe hai bánh tự cân bằng

Có nhiều phương pháp dùng để tính động lực học, chẳng hạn: phương pháp Newton, phương pháp Lagrange, phương pháp theo năng lượng…Nhưng trong đề tài này, phương pháp Newton được sử dụng với các ưu điểm của nó. Thứ nhất, nó sử dụng các phương pháp tính cơ học thông thường. Thứ hai, các công thức và hệ phương trình trong quá trình tính không quá phức tạp. Thứ ba, kết quả tính động lực học của mô hình con lắc ngược được phổ biến hiện nay ở các tài liệu tham khảo được sử dụng để kiểm tra sự sai sót trong quá trình tính toán động lực học của mô hình xe hai bánh tự cân bằng.

Bên cạnh các ưu điểm này, nó vẫn có nhược điểm là phải tuyến tính hóa tính toán tại vị trí góc α = 0 độ. Tuy nhiên việc này không trầm trọng trong mô hình của đề tài, vì mô hình chỉ hoạt động xung quanh vị trí 0 độ ( ±10 độ).

Nền tảng mô hình toán học, phương trình con lắc ngược



Mô hình con lắc ngược

Ta xem xét mô hình toán học của con lắc ngược với các tham số như sau:

() Khối lượng xe (kg)

() Khối lượng con lắc (kg)

() Ma sát của xe (N)

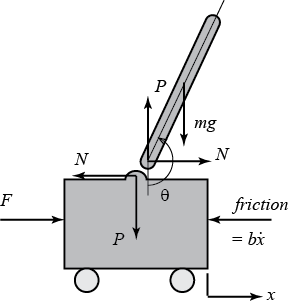
() chiều cài ½ con lắc (m)

() Momen quan tính của con lắc (Nm)

() Lực tác độn vào xe (N)

() Vị trí của xe (m)

() Góc của con lắc so với phương thẳng đứng (rad)



Phân tích lực trên xe và trên con lắc

Tổng hợp các lực trong sơ đồ tác dụng lên xe theo hướng ngang, ta sẽ có được phương trình chuyển động sau đây.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Tổng hợp các lực trong sơ đồ tác dụng lên con lắc theo hướng ngang, ta sẽ có biểu hiện sau đây cho lực phản ứng .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

Thay thế phương trình này vào phương trình đầu tiên, ta sẽ có được một trong hai phương trình điều khiển cho hệ thống này.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

Để có được phương trình thứ hai của chuyển động cho hệ thống này, ta tổng hợp các lực vuông góc với con lắc. Giải quyết hệ thống dọc theo phương này bằng cách đơn giản hóa toán học. Ta sẽ nhận được phương trình sau đây.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

Để thoát khỏi và thuật ngữ trong phương trình ở trên, tổng hợp momen tại khối tâm của con lắc để có được phương trình sau đây.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5) |

Kết hợp hai biểu thức cuối cùng này, bạn sẽ có được phương trình điều khiển thứ hai.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (6) |

Vì các kỹ thuật phân tích và kiểm soát mà chúng ta sẽ sử dụng trong ví dụ này chỉ áp dụng cho các hệ thống tuyến tính nên tập hợp các phương trình này cần được tuyến tính hóa. Cụ thể, chúng ta sẽ linearize phương trình về vị trí cân bằng trở lên,, và sẽ cho rằng hệ thống nằm trong một khu phố nhỏ của equillbrium này. Giả định này phải có giá trị hợp lý vì được kiểm soát mà chúng tôi mong muốn rằng con lắc không lệch hơn 20 độ so với vị trí đứng lên trên. Để cho đại diện cho độ lệch của vị trí của bàn đạp từ cân bằng, nghĩa là,. Một lần nữa giả sử một độ lệch nhỏ () từ cân bằng, chúng ta có thể sử dụng các phép tính xấp xỉ nhỏ sau đây của các hàm phi tuyến trong các phương trình hệ của chúng ta:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (7) |
|  |  | (8) |
|  |  | (9) |

Sau khi thay thế xấp xỉ trên vào phương trình điều phối phi tuyến của chúng ta, chúng ta đi đến hai phương trình tuyến tính của chuyển động. chú thích đã được thay thế cho đầu vào

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | (10) | | |
|  |  | | (11) |

1.1.3. Tại sao phải thiết kế xe hai bánh tự cân bằng

Các dòng xe nhiều hơn 3 bánh trong thực tế là chủ yếu, do việc giữ thăng bằng là đơn giản. Tuy nhiên với nhiều trường hợp như nghiên cứu các robot di chuyển trong địa hình hẹp thì việc sử dụng các robot tự cân bằng 2 bánh mang lại ưu điểm rất lớn ví dụ như xe có thể lập tức quay ngoắt 180 độ trong khoảng không hẹp.

Hơn nữa với địa hình gồ ghề phức tạp như dốc lớn thì việc trọng tâm của các xe lớn hơn 3 bánh lại gặp khó khăn. Ngược lại, các xe hai bánh tự cân bằng lại rất linh động trong việc giữ thăng bằng khi di chuyển trên địa hình phức tạp.

Không chỉ thế việc phát triển xe hai bánh tự cân bằng còn là ý tưởng cho việc thiết kế các robot giống người di chuyển và giữ cân bằng trên hai chân. Vì vậy việc phát triển và thiết kế xe hai bánh tự cân bằng có một tầm quan trọng nhất định trong sự phát triển của khoa học công nghệ hiện nay của nước ta cũng như trên thế giới.

1.1.4. Một số hình ảnh về xe hai bánh tự cân bằng đã được tiến hành trong và ngoài nước

1.2. Cảm biến, cảm biến gia tốc 3 trục MPU6050

1.2.1. Cảm biến là gì? Tầm quan trọng của cảm biến

Cảm biến là các phần tử nhạy cảm dùng để biến đổi các đại lượng đo lường, kiểm tra hay điều khiển từ dạng này sang dạng khác thuận tiện hơn cho việc tác động của các phần tử khác. Cảm biến là một thiết bị chịu tác động của đại lượng cần đo m không có tính chất điện và cho một đặc trưng mang bản chất điện (như điện tích, điện áp, dòng điện, trở kháng) kí hiệu là s có . Cảm biến thường dùng ở khâu đo lường và kiểm tra. Căn cứ theo dạng đại lượng đầu vào người ta phân ra các loại cảm biến như: cảm biến chuyển dịch thẳng, chuyển dịch góc quay, tốc độ, gia tốc, mô men quay, nhiệt độ, áp suất, quang, bức xạ,...

Hiện nay công nghệ về cảm biến được ứng dụng rất nhiều trong khoa học kỹ thuật, cảm biến chính là công cụ không thể thiếu để số hóa các đại lượng đo lường trong cuộc sống, thay thế cho các thiết bị đo tương tự truyền thống ví dụ như: Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm (DHT11, DHT22) thay thế cho nhiệt kế thủy ngân, nhiệt kế lò xo; Cảm biến siêu âm (SRF04, SRF05) giúp xác định độ xa thay thế cho một số thước truyền thống; Cảm biến nhịp tim sử dụng ánh sáng thay thế cho việc đo nhịp tim thông thường,... Không những thế các cảm biến còn giúp xác định được thêm những đại lượng tương đối khó đo được trong tự nhiên như cảm biến ánh sáng (LS6b), cảm biến vân tay,... Và ưu điểm mà cảm biến mang lại là rất lớn không những giúp số hóa các đại lượng để thu thập phân tích một cách dễ dàng mà tốc độ làm việc và độ chính xác của các cảm biến hiện nay là rất cao. Điều này khiến tầm quan trọng của cảm biến trong các ngành khoa học kỹ thuật nói chung và ngành cơ điện tử nói riêng là không thể không nhắc đến. Việc nghiên cứu về cảm biến để hiểu và sử dụng thành thạo một cảm biến đóng vai trò rất lớn trong thành công của một đề tài cơ điện tử.

1.2.2. Cảm biến gia tốc 3 trục MPU6050

1.3. Vi điều khiển 32 bit STM32F103C8T6

Đề tài sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6 một trong những dòng vi xử lý của hãng STMicroelectronics. Hãng STMicroelectronics là công ty hàng đầu trên thế giới trong việc cung cấp các giải pháp bán dẫn có đóng góp tích cực cho cuộc sống của con người, ngày nay và tương lai. Đặc biệt là các giải pháp cho Smart Driving và IoT. Các chuyên gia của công ty nhận định rằng, trong thời gian không xa 80% xe hơi sẽ được khởi động bởi hệ thống chip điện tử. Do đó việc phát triển các dòng vi xử lý hiện đại sẽ hoàn toàn phù hợp trong thời gian tới. Dòng vi điều khiển 32 bit có nhiều ưu điểm và chức năng mới, thuận tiện cho người kỹ sư lập trình. Tốc độ xử lý nhanh (lên đến 72Mhz đối với dòng STM32F1, 168Mhz đối với STM32F4), có ưu điểm cao hơn hẳn so với dòng vi điều khiển 8 bit thông thường. Mặc dù vi điều khiển 8 bit hoàn toàn đáp ứng đề tài, nhưng em vẫn quyết định ứng dụng dòng vi xử lý 32 bit vào đề tài nhằm tìm hiểu công nghệ cho sự phát triển sau này. Cũng như góp một phần nhỏ tài liệu cho những bạn muốn tìm hiểu về các dòng vi xử lý 32 bit hiện nay.

Chương 2. Quy trình thiết kế chế tạo

2.1. Thiết kế mô hình phần cứng cho Xe hai bánh tự cân bằng

2.2. Đọc dữ liệu từ cảm biến gia tốc MPU6050

2.3. Thiết kế bộ điều khiển PID cho động cơ

2.4. Thiết kế mạch điện cho hệ thống

2.5. Thiết kế phần mềm điều khiển

Chương 3. Thực nghiệm và hiệu chỉnh

PHẦN III. KẾT LUẬN

PHỤ LỤC