**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**A red and white rectangular sign with a yellow and white circle and a yellow and red stripe

Description automatically generated with medium confidence**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**Thiết kế hệ thống theo dõi tàu hỏa thời gian thực**

**Đỗ Tiến Dũng**

Dung.dt203378@sis.hust.edu.vn

**Ngành kỹ thuật điện tử - viễn thông**

|  |  |
| --- | --- |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | PGS. TS. Đỗ Trọng Tuấn  Chữ ký của GVHD |
| **Khoa:** | Điện tử viễn thông |
| **Trường:** | Điện – Điện tử |

**HÀ NỘI, 7/2024**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tiêu chí**  (Điểm tối đa) | **Hướng dẫn đánh giá tiêu chí** | **Điểm tiêu chí** |
| 1 | **Thái độ làm việc**  **(2,5 điểm)** | Nghiêm túc, tích cực và chủ động trong quá trình làm ĐATN |  |
| Hoàn thành đầy đủ và đúng tiến độ các nội dung được GVHD giao |
| 2 | **Kỹ năng viết quyển ĐATN (2 điểm)** | Trình bày đúng mẫu quy định, bố cục các chương logic và hợp lý: Bảng biểu, hình ảnh rõ ràng, có tiêu đề, được đánh số thứ tự và được giải thích hay đề cập đến trong đồ án, có căn lề, dấu cách sau dấu chấm, dấu phẩy, có mở đầu chương và kết luận chương, có liệt kê tài liệu tham khảo và có trích dẫn, v.v. |  |
| Kỹ năng diễn đạt, phân tích, giải thích, lập luận: Cấu trúc câu rõ ràng, văn phong khoa học, lập luận logic và có cơ sở, thuật ngữ chuyên ngành phù hợp, v.v. |
| 3 | **Nội dung và kết quả đạt được**  **(5 điểm)** | Nêu rõ tính cấp thiết, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết, phạm vi ứng dụng của đề tài. Thực hiện đầy đủ quy trình nghiên cứu: Đặt vấn đề, mục tiêu đề ra, phương pháp  nghiên cứu/ giải quyết vấn đề, kết quả đạt được, đánh giá và kết luận. |  |
| Nội dung và kết quả được trình bày một cách logic và hợp lý, được phân tích và đánh giá thỏa đáng. Biện luận phân tích kết quả mô phỏng/ phần mềm/ thực nghiệm, so sánh kết quả đạt được với kết quả trước đó có liên quan. |
| Chỉ rõ phù hợp giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai. Hàm lượng khoa học/ độ phức tạp cao, có tính mới/tính sáng tạo trong nội dung và kết quả đồ án. |
| 4 | **Điểm thành tích**  **(1 điểm)** | Có bài báo KH được đăng hoặc chấp nhận đăng/ đạt giải SV NCKH giải 3 cấp Trường trở lên/ Các giải thưởng khoa học trong nước, quốc tế từ giải 3 trở lên/ Có đăng ký bằng phát minh sáng chế. **(1 điểm)** |  |
| Được báo cáo tại hội đồng cấp Trường trong hội nghị SV NCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/ Đạt giải khuyến khích trong cuộc thi khoa học trong nước, quốc tế/ Kết quả đồ án là sản phẩm ứng dụng có tính hoàn thiện cao, yêu cầu khối lượng thực hiện lớn.  **(0,5 điểm)** |
|  | | **Điểm tổng các tiêu chí:** |  |
| **Điểm hướng dẫn:** |  |

**Cán bộ hướng dẫn**

(Ký và ghi rõ họ tên)

***Nhận xét khác*** *(về thái độ và tinh thần làm việc của sinh viên)*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ngày: … / … / 20…  **Người nhận xét**  (Ký và ghi rõ họ tên) |

**ĐÁNH GIÁ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

(DÀNH CHO CÁN BỘ PHẢN BIỆN)

Tên đề tài: Hệ thống theo dõi tàu hỏa thời gian thực

Họ tên SV: Đỗ Tiến Dũng MSSV: 20203378

Cán bộ hướng dẫn: PGS. TS. Đỗ Trọng Tuấn

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tiêu chí**  (Điểm tối đa) | **Hướng dẫn đánh giá tiêu chí** | **Điểm tiêu chí** |
| 1 | **Chất lượng slides/Bản vẽ kỹ thuật**  (1,5 điểm) | Sử dụng các minh họa hỗ trợ: Hình ảnh, biểu đồ rõ nét và phù hợp, dễ hiểu |  |
| Không quá nhiều từ, biết sử dụng từ khoá; bố cục logic, có đánh số trang |
| 2 | **Kỹ năng thuyết trình**  (1,5 điểm) | Tự tin, làm chủ nội dung trình bày, đúng thời gian quy định |  |
| Dễ hiểu, dễ theo dõi, lô-gic, lôi cuốn. |
| 3 | **Nội dung và kết quả đạt được**  (4 điểm) | Nêu rõ tính cấp thiết, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết, phạm vi ứng dụng của đề tài. Thực hiện đầy đủ quy trình nghiên cứu: Đặt vấn đề, mục tiêu đề ra, phương pháp nghiên cứu/ giải quyết vấn đề, kết quả đạt được, đánh giá và kết luận. |  |
| Nội dung và kết quả được trình bày một cách logic và hợp lý, được phân tích và đánh giá thỏa đáng. Biện luận phân tích kết quả mô phỏng/ phần mềm/ thực nghiệm, so sánh kết quả đạt được với kết quả trước đó có  liên quan. |
| Chỉ rõ phù hợp giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai. Hàm lượng khoa học/ độ phức tạp cao, có tính mới/ tính sáng tạo trong nội dung và kết quả đồ án. |
| 4 | **Trả lời câu hỏi**  (2,5 điểm) | Trả lời ngắn gọn, chính xác, đi thẳng vào vấn đề của câu hỏi. |  |
| Nắm vững kiến thức cơ bản liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu/ công việc của đồ án. |
| 5 | **Điểm thành tích**  (1 điểm) | Có bài báo KH được đăng hoặc chấp nhận đăng/ đạt giải SV NCKH  giải 3 cấp Trường trở lên/ Các giải thưởng khoa học trong nước, quốc tế từ giải 3 trở lên/ Có đăng ký bằng phát minh sáng chế. **(1 điểm)** |  |
| Được báo cáo tại hội đồng cấp Trường trong hội nghị SV NCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/ Đạt giải khuyến khích trong cuộc thi  khoa học trong nước, quốc tế/ Kết quả đồ án là sản phẩm ứng dụng có tính hoàn thiện cao, yêu cầu khối lượng thực hiện lớn. **(0,5 điểm)** |
|  |  | **Điểm tổng các tiêu chí:** |  |
|  | | **Điểm bảo vệ:** |  |

**Cán bộ thành viên HĐ**

(Ký và ghi rõ họ tên)

***Nhận xét khác*** *(về thái độ và tinh thần làm việc của sinh viên)*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ngày: … / … / 20…  **Người nhận xét**  (Ký và ghi rõ họ tên) |

**ĐÁNH GIÁ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

(DÀNH CHO CÁN BỘ THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG)

Tên đề tài: Hệ thống theo dõi tàu hỏa thời gian thực

Họ tên SV: Đỗ Tiến Dũng MSSV: 20203378

Cán bộ hướng dẫn: PGS. TS. Đỗ Trọng Tuấn

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tiêu chí**  (Điểm tối đa) | **Hướng dẫn đánh giá tiêu chí** | **Điểm tiêu chí** |
| 1 | **Chất lượng slides/Bản vẽ kỹ thuật**  (1,5 điểm) | Sử dụng các minh họa hỗ trợ: Hình ảnh, biểu đồ rõ nét và phù hợp, dễ hiểu |  |
| Không quá nhiều từ, biết sử dụng từ khoá; bố cục logic, có đánh số trang |
| 2 | **Kỹ năng thuyết trình**  (1,5 điểm) | Tự tin, làm chủ nội dung trình bày, đúng thời gian quy định |  |
| Dễ hiểu, dễ theo dõi, lô-gic, lôi cuốn. |
| 3 | **Nội dung và kết quả đạt được**  (4 điểm) | Nêu rõ tính cấp thiết, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết, phạm vi ứng dụng của đề tài. Thực hiện đầy đủ quy trình nghiên cứu: Đặt vấn đề, mục tiêu đề ra, phương pháp nghiên cứu/ giải quyết vấn đề, kết quả đạt được, đánh giá và kết luận. |  |
| Nội dung và kết quả được trình bày một cách logic và hợp lý, được phân tích và đánh giá thỏa đáng. Biện luận phân tích kết quả mô phỏng/ phần mềm/ thực nghiệm, so sánh kết quả đạt được với kết quả trước đó có  liên quan. |
| Chỉ rõ phù hợp giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai. Hàm lượng khoa học/ độ phức tạp cao, có tính mới/ tính sáng tạo trong nội dung và kết quả đồ án. |
| 4 | **Trả lời câu hỏi**  (2,5 điểm) | Trả lời ngắn gọn, chính xác, đi thẳng vào vấn đề của câu hỏi. |  |
| Nắm vững kiến thức cơ bản liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu/ công việc của đồ án. |
| 5 | **Điểm thành tích**  (1 điểm) | Có bài báo KH được đăng hoặc chấp nhận đăng/ đạt giải SV NCKH  giải 3 cấp Trường trở lên/ Các giải thưởng khoa học trong nước, quốc tế từ giải 3 trở lên/ Có đăng ký bằng phát minh sáng chế. **(1 điểm)** |  |
| Được báo cáo tại hội đồng cấp Trường trong hội nghị SV NCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/ Đạt giải khuyến khích trong cuộc thi  khoa học trong nước, quốc tế/ Kết quả đồ án là sản phẩm ứng dụng có tính hoàn thiện cao, yêu cầu khối lượng thực hiện lớn. **(0,5 điểm)** |
|  |  | **Điểm tổng các tiêu chí:** |  |
|  | | **Điểm bảo vệ:** |  |

**Cán bộ thành viên HĐ**

(Ký và ghi rõ họ tên)

***Nhận xét khác*** *(về thái độ và tinh thần làm việc của sinh viên)*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ngày: … / … / 20…  **Người nhận xét**  (Ký và ghi rõ họ tên) |

**LỜI CẢM ƠN**

Đối với mỗi sinh viên nói chung và sinh viên Đại học Bách Khoa Hà Nội nói riêng, đồ án tốt nghiệp luôn là minh chứng cho nhưng kiến thức và kĩ năng được rèn luyện trong suốt quá trình tham gia học tập tại trường. Để đạt được các mục tiêu cũng như những kiến thức nền tảng về chuyên ngành, không thể thiếu được sự quan tâm và giúp đỡ tận tình của các thầy cô trong trường.

Lời đầu tiên em xin gửi lời cảm ơn đến toàn thể thầy cô ở Đại Học Bách Khoa Hà Nội nói chung và các thầy cô trường Điện – Điện Tử nói riêng đã tận tình hỗ trợ bọn em trong suốt quá trình học tập. Đặc biệt, em xin gửi lời cảm ơn chân thành nhất đến thầy PGS.TS. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, giảng viên tại Trường Điện – Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội. đã quan tâm giúp đỡ, định hướng nghiên cứu, động viên, hướng dẫn tận tình và tạo điều kiện tốt nhất cho em trong suốt quá trình thực hiện đề tài. Bên cạnh đó, thầy còn giúp em có thêm những kinh nghiệm quý báu về quy trình làm việc cũng như các kiến thức thực tiễn giúp em có thêm hành trang để vững bước trong cuộc sống.

Cuối cùng. Em xin gửi lời cảm ơn tới gia đình người thân cũng như bạn bè, đã luôn bên cạnh chia sẻ, động viên hỗ trợ em trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành đồ án. Đó luôn là nguồn động lức lớn nao giúp em có thể yên tâm làm việc và nỗ lực phấn đấu.

Cuối cùng, em xin gửi lời cảm ơn tới gia đình người thân, đã luôn bên cạnh chia sẻ, động viên khích lệ trong suốt quá trình học tập và hoàn thành đồ án. Gia đình luôn là nguồn động lực to lớn, là điểm tựa vững chắc để em yên tâm học tập, nỗ lực phấn đấu hết mình.

**LỜI NÓI ĐẦU**

Ngày nay, công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) đã phát triển với tốc độ chóng mặt, đóng vai trò quan trọng trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0. Công nghệ 4.0, với sự kết hợp của các hệ thống vật lý - số và Internet vạn vật (IoT), đã tạo ra những thay đổi to lớn trong cách chúng ta sống và làm việc. Các hệ thống tự động hóa, trí tuệ nhân tạo (AI), và dữ liệu lớn (Big Data) đang ngày càng trở nên phổ biến và mang lại những giá trị to lớn cho xã hội.

Trong bối cảnh này, việc ứng dụng các công nghệ hiện đại vào các lĩnh vực truyền thống đang mở ra nhiều cơ hội mới, đặc biệt là trong ngành giao thông vận tải. Việc theo dõi và quản lý các phương tiện giao thông, như tàu hỏa, bằng công nghệ thời gian thực giúp nâng cao hiệu quả vận hành, đảm bảo an toàn và mang lại sự tiện lợi cho người sử dụng.

Từ những tìm hiểu của mình, với mong muốn vận dụng kiến thức đã được học tại Trường Điện - Điện tử, Đại học Bách khoa Hà Nội, em đã lựa chọn đề tài: “**Ứng dụng theo dõi tàu thời gian thực**” để làm đề tài đồ án tốt nghiệp của mình. Qua quá trình nghiên cứu và phát triển, em hy vọng rằng sản phẩm của mình sẽ đóng góp vào việc cải thiện chất lượng quản lý và vận hành hệ thống tàu hỏa, đồng thời giúp hành khách có được trải nghiệm tốt hơn khi sử dụng dịch vụ.

Sau quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài, sản phẩm đã đạt được những thành quả bước đầu. Dù đã rất cố gắng nhưng vì kiến thức còn hạn chế cho nên sản phẩm không tránh khỏi những thiếu sót và hạn chế nhất định. Vì vậy, em xin chân thành cảm ơn sự quan tâm và mong nhận được những đóng góp ý kiến, bổ sung của các thầy cô để đề tài có thể hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

**LỜI CAM ĐOAN**

Tôi là Đỗ Tiến Dũng , mã số sinh viên 20203378, sinh viên lớp Điện Tử 06 – K65. Người hướng dẫn là PGS.TS. -\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung nghiên cứu được trình bày trong đồ án “Thiết kế hệ thống theo dõi tàu thời gian thực” là kết quả quá trình tìm hiểu và nghiên cứu của tôi được thực hiện tại ASE Lab – C7 E734, Bộ môn Điện tử Hàng Không Vũ Trụ. Các dữ liệu được nêu trong đồ án là hoàn toàn trung thực và phản ánh đúng kết quả đo đạc thực tế. Mọi thông tin trích dẫn đều tuân thủ các quy định về sở hữu trí tuệ; các tài liệu tham khảo được liệt kê rõ ràng. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm với những nội dung được viết trong đồ án này

Hà Nội, ngày 7 tháng 7 năm 2024

**Người cam đoan**

**Đỗ Tiến Dũng**

**MỤC LỤC**

[DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT xiii](#_Toc171070579)

[DANH MỤC BẢNG BIỂU xiv](#_Toc171070580)

[DANH MUC HÌNH VẼ xv](#_Toc171070581)

[CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN 1](#_Toc171070582)

[1.1 Đặt vấn đề 1](#_Toc171070583)

[1.2 Mục đích của đồ án 2](#_Toc171070584)

[1.3 Bố cục và nội dung đồ án 2](#_Toc171070585)

[CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT 4](#_Toc171070586)

[2.1 Tín hiệu GPS 4](#_Toc171070587)

[2.1.1 Lí thuyết về GPS 4](#_Toc171070588)

[2.1.2 Nguyên lý hoạt động của GPS 6](#_Toc171070589)

[2.1.3 Ưu điểm và Ứng dụng của GPS 7](#_Toc171070590)

[2.1.4 Ứng dụng của GPS vào đồ án: 9](#_Toc171070591)

[2.2 Giao thức MQTT 9](#_Toc171070592)

[2.2.1 Giới thiệu MQTT 9](#_Toc171070593)

[2.2.2 Cơ chế hoạt động của giao thức MQTT 10](#_Toc171070594)

[2.2.3 Ứng dụng MQTT vào đồ án 12](#_Toc171070595)

[CHƯƠNG 3. LỰA CHỌN THIẾT BỊ 13](#_Toc171070596)

[3.1 Xây dựng sơ đồ khối hệ thống 13](#_Toc171070597)

[3.2 Thiết kế chi tiết hệ thống 14](#_Toc171070598)

[3.2.1 Máy tính nhúng Raspberry Pi 3B 14](#_Toc171070599)

[3.2.2 Module GPS GY-NEO 6M V2 14](#_Toc171070600)

[3.3 Lập trình hệ thống 14](#_Toc171070601)

[3.3.1 Thuật toán xác định khoảng cách giữa 2 điểm trên dải địa chỉ xác định 15](#_Toc171070602)

[3.3.2 Thuật toán thông báo vị trí tàu dến các điểm mốc quan trọng 18](#_Toc171070603)

[CHƯƠNG 4. KIỂM THỬ VÀ ĐÁNH GIÁ 20](#_Toc171070604)

[4.1 Chuẩn bị các thành phần kiểm thử 20](#_Toc171070605)

[4.1.1 Chuẩn bị môi trường phục vụ kiểm thử 20](#_Toc171070606)

[4.1.2 Thực nghiệm mô phỏng 20](#_Toc171070607)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 21](#_Toc171070608)

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

DANH MỤC BẢNG BIỂU

DANH MUC HÌNH VẼ

**TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỒ ÁN­­­**

Một ứng dụng “Theo dõi tàu hỏa thời gian thực” hoàn chỉnh theo mong muốn và thực tiễn cần đảm bảo được nhiều yếu tố về thời gian, độ chính xác, và nhanh chóng từ dữ liệu cảm biến là 1 yếu tố đặc biệt quan trọng. Từ thực tiễn và những phân tích trên, Đồ án này đã nghiên cứu và triển khai ứng dụng qua 2 bước cụ thể. Bước đầu tiên, đồ án sẽ thực hiển xây dựng ứng dụng mô phỏng thực hiện dựa trên việc lấy mấu các giá trị ảo . Mỗi chạm sẽ thực hiện nhận dạng qua cảm biến và chuyền thông tin về vị trí ảo được lấy mẫu trên bản đồ thực sau đó hiển thị nó lên trên bản đồ. Bước tiếp theo, Đồ án sẽ tiến hành thực nghiệm dựa trên việc triển khai truyền thông tín hiệu liên quan tới địa chỉ (Kinh độ, Vĩ Độ, ), cũng như tốc độ thực từ Module GPS.

Trong quá trình thực hiện đồ án, em đã vận dụng các kiến thức về linh kiện điện tử phần cứng, lập trình C, C++,..và kiến thức về vi điều khiển để lập trình firmware làm việc với các cảm biến và module. Cũng như sử dụng ngôn ngữ Python - Tkinter Python, để lập trình ứng dụng theo dõi tàu. Bên cạnh đó em còn sử dụng 1 số phần mềm liên quan như Visual Studio Code, Ardruino IDE… để tiến hành thực nghiệm.

Kết quả mà đồ án đã đạt được, Ứng dụng có thể hiển thị vị trí trên bản đồ của một môi trường với độ chính xác cao. Ngoài ra, khả năng truyền tin từ hệ thống đọc tín hiệu từ module GPS đến máy để thực hiện với độ chênh lệch không quá lớn. Toàn bộ tóm tắt trên là những mục tiêu mà đồ án đã đề ra và những kết quả khởi đầu đã đạt được khá tích cực. tuy nhiên vẫn còn rất nhiều hạn chế cần được cải thiện để có thể tối ưu cũng như nâng cao khả năng của robot.

**ABSTRACT**

A complete "Real-Time Train Tracking" application, according to the requirements and practical considerations, must ensure several factors regarding time, accuracy, and promptness from sensor data, which is a particularly important factor. Based on practical considerations and the above analysis, this project has researched and implemented the application through two specific steps. The first step involves building a simulation application by sampling the range of address values ​​within the route of the train moving from Hanoi – Hai Duong, Hai Duong – Hai Phong. The signal is sent in a pre-constructed JSON format including: time, longitude, latitude, speed, and direction of movement. The next step is to conduct experiments based on deploying communication signals related to the address (longitude, latitude), as well as the actual speed from the GPS module, testing the ability to transmit and receive information between the two sides.

During the implementation of the project, I applied knowledge of electronic hardware components, programming in C, C++, and knowledge of microcontrollers to program firmware working with sensors and modules. I also used the Python - Tkinter Python language to program the train tracking application. Additionally, I utilized several related software tools such as Visual Studio Code, Arduino IDE, etc., to conduct the experiments.

The results achieved by the project show that the application can display the position on the map of an environment with high accuracy. Additionally, the ability to transmit information from the system reading signals from the GPS module to the computer is accomplished with minimal discrepancy. The overall summary above outlines the objectives set by the project and the initial results that have been quite positive. However, there are still many limitations that need to be improved to optimize and enhance the capabilities of the system.

# TỔNG QUAN

Trong chương này, đồ án sẽ đưa ra những vấn đề liên quan tới thưc tiễn, đặt ra những mục đích để thực hiên đồ án, nêu rõ điều đồ án cần đạt được và trình bày về bố cục của đồ án.

## Đặt vấn đề

Từ xưa đến nay tàu hỏa luôn đóng vai trò thiết yếu trong công cuộc phát triển của một đất nước, mang lại nhiều lợi ích kinh tế và xã hội. Hệ thống đường sắt cung cấp phương tiện vận chuyển hàng hóa và hành khách hiệu quả, an toàn và bền vững. Với khả năng chuyên chở khối lượng lớn hàng hóa với chi phí thấp, tàu hỏa giúp giảm áp lực lên giao thông đường bộ, giảm tắc nghẽn và ô nhiễm môi trường. Đường sắt kết nối các khu vực nông thôn và thành thị, thúc đẩy phát triển kinh tế vùng và tăng cường giao thương. Nhờ những lợi ích này, hệ thống tàu hỏa đóng góp quan trọng vào sự phát triển bền vững và nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân.



Hinh 1.1: HÌnh ảnh các toa tàu tại 1 trạm tàu.

Tại Việt Nam, Hệ thống đường sắt mặc dù mang lại nhiều lợi ích về nhiều mặt nhưng đâu đó vẫn tồn tại nhiều hạn chế đáng kể. Việc quản lý và vận hành của tàu hỏa phụ thuộc vào con người, nó không có sự linh hoạt cần thiết, Mỗi khi cần thông báo tới các trạm điều khiển tại các nút vị trí, những nhân viên trực tàu sẽ cần liên hệ và đảm bảo tín hiệu thông báo qua truyền tin cơ bản là gọi điện, Mà chưa biết rõ chính xác vị trí nó nằm ở đâu trên bản đồ để đưa ra các hành động cụ thể. Hệ thống đường sắt vẫn chưa được ứng dụng nhiều về mặt công nghệ, dẫn đến giảm tính linh an toàn và hiệu quả vận hành.

Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ hiện tại thời kì công nghệ 4.0, dựa trên cộng nghệ IoT đem đến nhiều cơ hội cũng như tiềm năng về phát hiển hệ thống nhằm giúp cho việc quản lý cũng như vận hành tàu trở nên hiệu quả và an toàn hơn. Song, ẩn sau bên trong của ứng dụng cần đảm bảo được vấn đề cơ bản cốt lõi nhất đó là ứng dụng phải đảm bảo dược tính thực thi, tức có thể thực hiện và hoàn thiện được với tiêu chí, an toàn, nhanh chóng, chính xác.

Do đó, em mong muốn có thể thiết kế ra 1 sản phẩm có thể hỗ trợ những nhân viên tại các trạm tàu có thể theo dõi và nắm bắt thông tin 1 cách nhanh chóng và hiệu quả hơn. Cùng với sự hướng dẫn của thầy PSG.TS\_\_\_\_\_\_\_, Em đã chọn đề tài **“ Thiết kế hệ thống theo dõi tàu thời gian thực** ” làm mục tiêu nghiên cứu cho đồ án tốt nghiệp của mình.

## Mục đích của đồ án

Mục đích của đồ án là tìm hiểu, tiến hành nghiên cứu, phát tiển cũng như áp dụng các phương thức để xây dựng nên ứng dụng theo dõi đoàn tàu, Có thể theo dõi chính xác với độ trễ thâp trong quá trình thu thập thông tin cũng như truyền tải thông tin.

Từ mục đích và yêu cầu đưa ra đó, mục tiêu chính mà đồ án cần đạt được là lắm rõ các phương pháp xây dựng lên 1 hệ thống, các phép tính toán xác định vị trí vật thể, Các chuẩn truyền thông tin phổ biến và hiệu quả kết hợp với việc tìm hiểu về các phần cứng cần thiết để xây dựng lên hệ thống theo dõi từ xa. Từ các phương án đó tiếp tục đưa ra những giải pháp cụ thể nhằm đảm bảo tín an toàn và khả năng thực thi khi đưa dự án vào thực tế.

Ngoài ra, đồ án cũng mong muốn hướng tới việc tạo ra sản phẩm có giá trị thực tiễn để giúp cải thiện sự linh hoạt và tiện lợi trong công việc nói chung và cho tàu hỏa nói riêng. Từ đó sẽ làm tăng được hiệu quá công việc và độ an toàn nhất có thể đối với công việc quản lý và vận shành tàu. Bên cạnh đó, cũng đưa ra những lợi ích mở đầu để có thể kế thừa và phát triển thêm trong tương lai giúp đảm bảo về mọi mặt.

## Bố cục và nội dung đồ án

Đồ án được chỉa thành 5 phần như sau:

**Chương 1: Giới thiệu**, chương này sẽ đưa ra những vấn đề, các luận điểm để giới thiệu tổng quát về đề tài và sẽ giải quyết trong phạm vi đồ án này

**Chương 2: Cơ sở lý thuyết:** Tổng quan về công nghệ GPS, Công nghệ truyền tin HiveMQ sử dụng dụng giao thức MQTT.

**Chương 3: Mô hình ứng dụng các công nghệ:** Đưa ra thực trạng các điểm yếu còn tồn tại trong hệ thống

**Chương 4: Mô phỏng, đánh giá:** Chương này sẽ đưa ra kết quả của quá trình thực nghiệm hệ thống, đưa ra các kịch bản kiểm thử giúp đưa ra những kết luận về cải thiện và phát triển hệ thống

**Chương 5: Kết luận và phát triển:** Chương này đưa ra kết luận của đề tài tài, đưa ra phương hướng phát triển thêm sau này của sản phẩm.

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trong chương này, đồ án sẽ trình bày cơ sở lí thuyết về Tín hiệu vệ tinh GPS. Giới thiệu tổng quan về cấu tọa và nguyên lý hoạt động của module đọc tín hiệu GPS. Trình bày về giao thức truyền tin MQTT để truyền thông tin GPS đọc dược.

## Tín hiệu GPS

### Lí thuyết về GPS

Global Positioning System (GPS) là một hệ thống định vị toàn cầu sử dụng các vệ tinh để xác định vị trí chính xác của người dùng trên Trái Đất. Hệ thống này được phát triển bởi Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ trong những năm 1970 và 1980, và ban đầu được thiết kế cho các ứng dụng quân sự, bao gồm việc dẫn đường cho tên lửa và các hoạt động quân sự khác. Tuy nhiên, từ những năm 1990, GPS đã trở nên phổ biến và được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng dân sự.



Hinh 2.1: Mô hình hệ thống GPS.

GPS cung cấp thông tin về vị trí (tọa độ), tốc độ và thời gian,…,giúp người dùng dễ dàng định vị và dẫn đường trong nhiều ứng dụng khác nhau như giao thông vận tải, khảo sát địa hình, nghiên cứu khoa học, hoạt động ngoài trời và nhiều lĩnh vực khác. Các thành phần chính của GPS bao gồm:

* **Phần không gian (Space Segment): GPS bao gồm một mạng lưới các vệ tinh quay quanh Trái Đất ở độ cao khoảng 20.200 km. Hiện tại có 31 vệ tinh hoạt động, đảm bảo rằng người dùng ở bất kỳ đâu trên Trái Đất cũng có thể nhận tín hiệu từ ít nhất 4 vệ tinh tại bất kỳ thời điểm nào. Các vệ tinh này được phân bổ đều trong không gian để cung cấp độ bao phủ toàn cầu.**
* **Phần kiểm soát (Control Segment): Phần kiểm soát của GPS bao gồm một mạng lưới các trạm điều khiển mặt đất, có nhiệm vụ giám sát và điều chỉnh các vệ tinh để đảm bảo chúng hoạt động chính xác. Các trạm kiểm soát chính bao gồm một trạm kiểm soát chính ở Colorado Springs, Hoa Kỳ, và các trạm kiểm soát phụ ở khắp nơi trên thế giới. Các trạm này theo dõi các vệ tinh, điều chỉnh quỹ đạo và đồng bộ thời gian để đảm bảo tính chính xác của hệ thống.**
* **Phần người dùng (User Segment): Phần người dùng bao gồm các thiết bị nhận GPS, từ các thiết bị cầm tay nhỏ gọn như điện thoại di động, đồng hồ thông minh, đến các hệ thống phức tạp hơn như thiết bị dẫn đường trên ô tô, máy bay, tàu thuyền và các hệ thống quân sự. Các thiết bị nhận GPS thu nhận tín hiệu từ các vệ tinh và sử dụng thông tin này để tính toán vị trí, tốc độ và thời gian hiện tại của người dùng.**

**Tín hiệu GPS**

Các vệ tinh GPS phát đi nhiều loại tín hiệu vô tuyến trên các tần số khác nhau. Các tín hiệu này bao gồm:

* **L1 (1575.42 MHz)**
* **Mã C/A (Coarse/Acquisition):**
  + Đây là mã dân sự được sử dụng phổ biến nhất. Mã C/A là mã hóa nhị phân chạy với tốc độ 1.023 Mbps, được sử dụng để xác định thời gian truyền từ vệ tinh đến thiết bị nhận.
  + Mã C/A có chu kỳ lặp lại mỗi mili giây, và mỗi vệ tinh có một mã C/A duy nhất để phân biệt với các vệ tinh khác, được gọi là PRN (Pseudo-Random Noise).
  + Các thiết bị nhận GPS dân sự sử dụng mã C/A để xác định khoảng cách từ vệ tinh đến thiết bị nhận, từ đó xác định vị trí.
* **Mã P(Y):**
  + Mã P(Y) là mã quân sự với độ dài và độ chính xác cao hơn mã C/A, được sử dụng bởi các thiết bị quân sự.
  + Mã P(Y) chạy với tốc độ 10.23 Mbps và được mã hóa để bảo vệ chống lại truy cập trái phép. Mã này chỉ có thể được giải mã bởi các thiết bị nhận GPS có quyền truy cập mã khóa quân sự.
  + Mã P(Y) giúp cải thiện độ chính xác và khả năng chống nhiễu của hệ thống GPS.
* **L2 (1227.60 MHz)**
* **Mã P(Y):**
  + Cũng giống như trên tần số L1, mã P(Y) trên tần số L2 chủ yếu được sử dụng cho mục đích quân sự. Mã này cung cấp khả năng định vị chính xác cao và có độ bảo mật cao hơn so với mã C/A.
  + Tín hiệu trên tần số L2 giúp các thiết bị quân sự có thể nhận tín hiệu GPS trong môi trường nhiễu cao, đảm bảo hoạt động liên tục và chính xác trong các tình huống khẩn cấp.
  + Tần số L2 cũng hỗ trợ trong việc cải thiện độ chính xác của các tín hiệu GPS dân sự thông qua việc sử dụng kỹ thuật hai tần số, cho phép giảm thiểu ảnh hưởng của tầng điện ly (ionosphere).
* **L5 (1176.45 MHz)**
* **Tín hiệu mới nhất:**
  + L5 là tín hiệu GPS mới nhất, được thiết kế đặc biệt cho các ứng dụng yêu cầu độ chính xác và độ tin cậy cao như hàng không, tìm kiếm và cứu nạn, và các dịch vụ an toàn khác.
  + Tín hiệu L5 chạy trên tần số cao hơn và có băng thông rộng hơn, giúp cải thiện khả năng chống nhiễu và độ chính xác của định vị.
* **Mã hóa L5:**
  + Tín hiệu L5 bao gồm hai loại mã hóa: mã I (In-phase) và mã Q (Quadrature). Mã I được sử dụng cho thông tin định vị, trong khi mã Q chứa thông tin sửa lỗi và hỗ trợ thêm cho định vị chính xác.
  + Tín hiệu L5 được phát đi với công suất cao hơn các tín hiệu L1 và L2, giúp cải thiện khả năng nhận tín hiệu trong các môi trường có nhiều cản trở như đô thị và rừng rậm.

### Nguyên lý hoạt động của GPS

Nguyên lý hoạt động của GPS dựa trên phương pháp tam giác hóa (trilateration), một kỹ thuật toán học giúp xác định vị trí trên mặt đất dựa trên thông tin về khoảng cách từ người dùng đến các vệ tinh GPS. Dưới đây là các thành phần và công cụ chính trong quá trình hoạt động của GPS.

**Các thành phần chính của GPS**

* **Vệ tinh GPS:**
  + Hệ thống GPS gồm một mạng lưới các vệ tinh quay quanh Trái Đất ở độ cao khoảng 20.200 km.
  + Mỗi vệ tinh phát đi các tín hiệu vô tuyến chứa thông tin về thời gian và vị trí của chính nó.
* **Thiết bị nhận GPS:**
  + Thiết bị nhận GPS trên mặt đất nhận các tín hiệu từ ít nhất 4 vệ tinh (thông thường là nhiều hơn).
  + Thiết bị này sử dụng thời điểm mà các tín hiệu được nhận và dữ liệu về vận tốc của ánh sáng để tính toán khoảng cách từ thiết bị đến mỗi vệ tinh.

**Phép toán trilateration**

* **Xác định khoảng cách:**
  + Thiết bị nhận GPS tính khoảng cách đến từng vệ tinh bằng cách đo thời gian mà tín hiệu từ mỗi vệ tinh mất để đến thiết bị.
  + Công thức tính khoảng cách di​ từ thiết bị đến vệ tinh thứ i là:

A black and white math equation

Description automatically generated

Trong đó:

* + - di​ : Khoảng cách từ thiết bị đến vệ tinh thứ i.
    - c: Tốc độ ánh sáng (khoảng 299,792,458 m/s).
    - ti​: Thời gian trễ mà tín hiệu từ vệ tinh thứ i phải mất để đi từ vệ tinh đến thiết bị nhận.
* **Tam giác hóa (trilateration):**
  + Sau khi tính được khoảng cách từ thiết bị đến từng vệ tinh, GPS sử dụng phép toán tam giác hóa để xác định vị trí của thiết bị.
  + Đối với mỗi vệ tinh, vị trí của thiết bị được xác định như một điểm nằm trên một cung nửa hình cầu với bán kính là khoảng cách từ thiết bị đến vệ tinh đó.
  + Giao điểm của các cung nửa hình cầu này chính là vị trí chính xác của thiết bị.
  + Phương trình mô tả mối quan hệ giữa các vệ tinh và vị trí thiết bị là:

A math equations with black text

Description automatically generated with medium confidence

Trong đó:

* + - (xi,yi,zi): Tọa độ của vệ tinh thứ i.
    - (x,y,z): Tọa độ của thiết bị cần xác định.
    - di ​: khoảng cách từ thiết bị đến vệ tinh thứ i.

### Ưu điểm và Ứng dụng của GPS

**Ưu điểm của GPS**

Các tín hiệu GPS khác nhau cung cấp các mức độ chính xác và khả năng chống nhiễu khác nhau, phục vụ cho các ứng dụng đa dạng từ dân sự đến quân sự. Việc sử dụng nhiều tần số và mã hóa phức tạp giúp hệ thống GPS hoạt động hiệu quả và tin cậy trong nhiều điều kiện khác nhau.

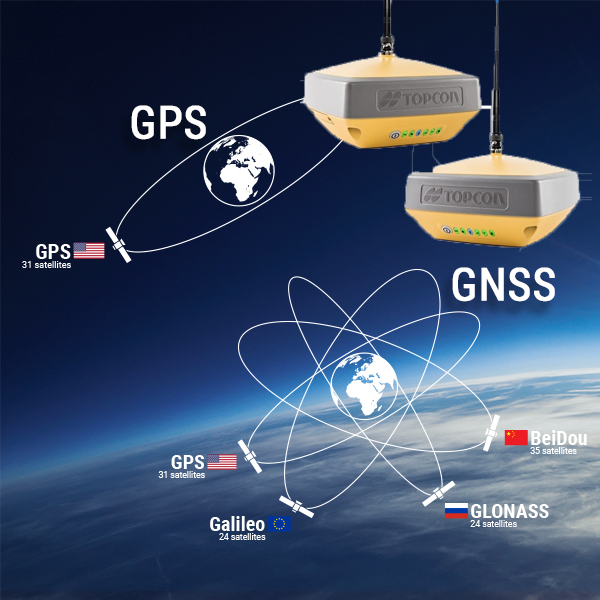
* **Độ chính xác: Sử dụng các tín hiệu trên nhiều tần số cho phép các thiết bị nhận GPS cải thiện độ chính xác định vị bằng cách giảm thiểu ảnh hưởng của tầng điện ly và các yếu tố môi trường khác.**
* **Độ tin cậy: Các tín hiệu GPS được thiết kế để hoạt động liên tục và chính xác, ngay cả trong các môi trường khó khăn và nhiễu cao, đảm bảo rằng người dùng có thể tin cậy vào hệ thống GPS trong các tình huống khẩn cấp và quan trọng.**
* **Ứng dụng rộng rãi: Từ dẫn đường ô tô và điện thoại di động đến các hệ thống quân sự và hàng không, GPS đã trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống hiện đại và các hoạt động chuyên môn.**

**Ứng dụng của GPS:**

GPS có nhiều ưu điểm vượt trội, bao gồm khả năng cung cấp thông tin vị trí chính xác, hoạt động liên tục 24/7 trong mọi điều kiện thời tiết và trên toàn cầu. Những ưu điểm này làm cho GPS trở thành công cụ không thể thiếu trong nhiều lĩnh vực:

* **Định vị và dẫn đường:** GPS được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị dẫn đường ô tô, điện thoại di động, và các thiết bị định vị cầm tay, giúp người dùng dễ dàng xác định vị trí và lên kế hoạch lộ trình.
* **Khảo sát và bản đồ:** GPS hỗ trợ trong việc lập bản đồ và khảo sát địa hình với độ chính xác cao, giúp các nhà khảo sát và kỹ sư thực hiện công việc một cách hiệu quả.
* **Quân sự:** GPS cung cấp thông tin định vị chính xác cho các hoạt động quân sự, bao gồm dẫn đường cho tên lửa, máy bay chiến đấu và các phương tiện quân sự khác.
* **Hàng không và hàng hải:** GPS giúp dẫn đường cho máy bay và tàu biển, đảm bảo an toàn và hiệu quả trong vận hành.
* **Nông nghiệp:** GPS hỗ trợ trong việc quản lý đất đai, phân bón và trồng trọt chính xác, giúp nông dân tối ưu hóa sản xuất và bảo vệ môi trường.
* **Hoạt động ngoài trời:** GPS được sử dụng trong các hoạt động như leo núi, đi bộ đường dài, và các hoạt động thể thao ngoài trời khác để định vị và dẫn đường.

**Hệ thống định vị tương tự GPS**



Hinh 2.2 Các hệ thống định vị trên toàn cầu.

Ngoài GPS của Hoa Kỳ, còn có các hệ thống định vị vệ tinh khác trên thế giới, bao gồm:

* **GLONASS:** Hệ thống định vị toàn cầu của Nga, tương tự như GPS, cung cấp dịch vụ định vị và thời gian trên toàn cầu.
* **Galileo:** Hệ thống định vị vệ tinh của Liên minh châu Âu, được thiết kế để cung cấp độ chính xác cao hơn và khả năng tương thích tốt hơn với các hệ thống khác.
* **BeiDou:** Hệ thống định vị vệ tinh của Trung Quốc, cung cấp dịch vụ định vị và thời gian trên toàn cầu.
* **QZSS:** Hệ thống định vị vệ tinh khu vực của Nhật Bản, cung cấp dịch vụ bổ sung cho GPS ở khu vực châu Á - Thái Bình Dương.

GPS là một công nghệ quan trọng, mang lại nhiều lợi ích cho cuộc sống và công việc của con người, từ các ứng dụng hàng ngày đến các nhiệm vụ chuyên môn phức tạp.

### Ứng dụng của GPS vào đồ án:

Dựa vào quá trình tìm hiểu ở trên, nên em đã ứng dụng GPS để thực hiện các nội dung sau:

* Đo được chính xác thông tin của vật thể gửi tín hiệu GPS bao gồm: Kinh độ, Vĩ độ, Tốc độ, Hướng di chuyển.
* Thực hiện tính toán khoảng cách giữa 2 điểm trên bản đồ bằng cách thực hiện công thức mối quan hệ giữa 2 điểm tại phần **Tam giác hóa (trilateration) – Nguyên lý hoạt động của GPS.**

## Giao thức MQTT

### Giới thiệu MQTT

**Giao thức MQTT là gì ?**

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) là một giao thức nhắn tin nhẹ, được thiết kế để vận hành trên các mạng có băng thông hạn chế, độ tin cậy thấp hoặc độ trễ cao. Giao thức này được phát triển bởi Andy Stanford-Clark của IBM và Arlen Nipper của Arcom (nay là Eurotech) vào năm 1999. MQTT được tiêu chuẩn hóa bởi OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) và ISO (International Organization for Standardization).

**Ưu Điểm Chính Của MQTT**

* **Publish/Subscribe: Thay vì mô hình request/response, MQTT sử dụng mô hình publish/subscribe, giúp các thiết bị không cần thiết lập kết nối trực tiếp với nhau. Điều này giúp giảm tải và tăng tính linh hoạt của hệ thống**
  + **Publisher (Người gửi):** Gửi thông điệp đến một hoặc nhiều topic (chủ đề).
  + **Subscriber (Người nhận):** Đăng ký để nhận thông điệp từ một hoặc nhiều topic.
  + **Broker:** Máy chủ trung gian quản lý và chuyển tiếp thông điệp từ publisher đến các subscriber.
* **Nhẹ và Hiệu Quả: MQTT có kích thước thông điệp nhỏ và yêu cầu tài nguyên hệ thống thấp, giúp tiết kiệm băng thông và năng lượng.**
* **Độ Tin Cậy: MQTT hỗ trợ nhiều mức độ chất lượng dịch vụ (QoS), từ không đảm bảo giao hàng đến đảm bảo giao hàng đúng một lần. MQTT hỗ trợ ba mức QoS để đảm bảo độ tin cậy của thông điệp:**
* **QoS 0 (At most once):** Thông điệp được gửi một lần và không cần xác nhận từ người nhận.
* **QoS 1 (At least once):** Thông điệp được gửi ít nhất một lần và cần xác nhận từ người nhận.
* **QoS 2 (Exactly once):** Thông điệp được gửi đúng một lần và cần xác nhận qua nhiều bước để đảm bảo không có sự trùng lặp.
* **Tính Linh Hoạt: MQTT phù hợp với nhiều ứng dụng khác nhau, từ các hệ thống IoT nhỏ đến các hệ thống lớn và phức tạp.**
* **Khả năng kết nối: có thể kết nối nhiều thiết bị (MQTT client) thông qua một MQTT server (broker)**

**Nhược Điểm Chính Của MQTT**

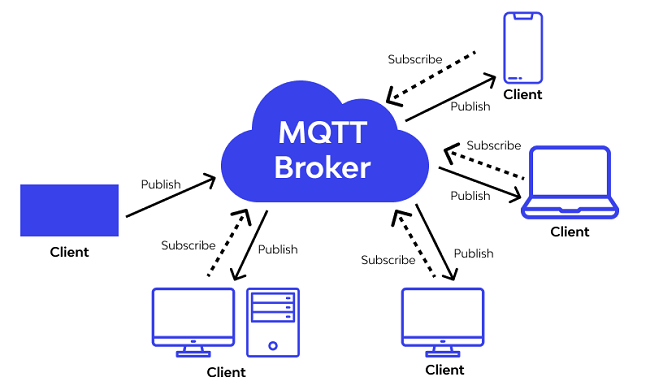
* **Bảo mật:** MQTT không có cơ chế bảo mật nội tại. Để đảm bảo an toàn, cần sử dụng các biện pháp bảo mật bổ sung như TLS/SSL để mã hóa dữ liệu và xác thực người dùng.
* **Khả năng mở rộng:** Broker có thể trở thành điểm nghẽn nếu số lượng client quá lớn. Cần có chiến lược mở rộng và phân tải hợp lý để xử lý số lượng lớn kết nối đồng thời.

**Ứng Dụng Thực Tế**

* **Nhà thông minh:** Điều khiển và giám sát các thiết bị gia đình như đèn, máy điều hòa, và hệ thống an ninh.
* **Công nghiệp:** Giám sát và điều khiển từ xa trong các nhà máy, xí nghiệp.
* **Nông nghiệp thông minh:** Quản lý và theo dõi môi trường trồng trọt, tưới tiêu tự động.
* **Y tế:** Giám sát tình trạng bệnh nhân từ xa và quản lý thiết bị y tế thông minh.
* **Giao thông:** Giám sát và quản lý các phương tiện giao thông và hạ tầng giao thông.

### Cơ chế hoạt động của giao thức MQTT

MQTT hoạt động dựa trên mô hình publish/subscribe, trong đó các thiết bị gửi và nhận thông điệp qua một máy chủ trung gian gọi là broker.Broker có nhiệm vụ điều phối tất cả thông tin ở phía gửi đến đúng phía nhận. Ngoài ra, nhiệm vụ phụ của Broker bao gồm việc đảm nhận một số tính năng khác liên quan đến quá trình truyền thông như bảo mật tin nhắn, lưu trữ tin và ghi logs. 1 client có các chế độ Publisher, Subscriber hoặc cả hai. Client chỉ làm ít nhất một trong 2 việc là publish các bản tin lên một/nhiều topic cụ thể hoặc subscribe một/nhiều topic nào đó để nhận message từ topic này.



Hinh 2.3: Mô hình Publish/Subrice trong giao thức MQTT

**Cơ chế hoạt động**

A blue line on a black background

Description automatically generated

Hinh 2.4 Cơ chế hoạt động của MQTT

* **Kết Nối**
* **CONNECT:** Khi một client muốn tham gia vào mạng MQTT, nó sẽ gửi thông điệp CONNECT đến broker để thiết lập một kết nối. Thông điệp này chứa thông tin về client ID, username, password (nếu cần), và các tùy chọn khác như Keep Alive Interval và Clean Session.
* **CONNACK:** Broker xác nhận yêu cầu kết nối bằng cách gửi thông điệp CONNACK trở lại client. Thông điệp này cho biết liệu kết nối có thành công hay không.
* **Gửi và Nhận Thông Điệp**
* **PUBLISH:** Publisher gửi thông điệp PUBLISH đến broker. Thông điệp này bao gồm tên topic và payload (dữ liệu thực sự).
* **SUBSCRIBE:** Subscriber đăng ký nhận thông điệp từ một hoặc nhiều topic bằng cách gửi thông điệp SUBSCRIBE đến broker. Thông điệp này chứa danh sách các topic và mức QoS mong muốn.
* **SUBACK:** Broker xác nhận việc đăng ký bằng cách gửi thông điệp SUBACK trở lại subscriber.
* **MESSAGE FLOW:** Khi broker nhận được thông điệp PUBLISH từ publisher, nó sẽ kiểm tra danh sách các subscriber đã đăng ký các topic tương ứng và gửi thông điệp đó đến các subscriber này**.**
* **Duy Trì Kết Nối**
* **PINGREQ/PINGRESP:** Để duy trì kết nối và đảm bảo broker biết client vẫn còn hoạt động, client sẽ gửi thông điệp PINGREQ định kỳ. Broker trả lời bằng thông điệp PINGRESP.
* **Keep Alive Interval:** Client thông báo cho broker biết khoảng thời gian tối đa mà nó sẽ chờ trước khi gửi một thông điệp hoặc gửi một PINGREQ để giữ kết nối sống.
* **Ngắt Kết Nối**
* **DISCONNECT:** Khi client muốn ngắt kết nối, nó sẽ gửi thông điệp DISCONNECT đến broker. Điều này giúp broker biết rằng client đã ngắt kết nối một cách bình thường.

### Ứng dụng MQTT vào đồ án

Dựa vào quá trình nghiên cứu và tìm hiểu về MQTT, Em đã áp dụng MQTT vào đồ án tại các nội dung sau:

* Truyền thông tin bao gồm địa chỉ, tốc độc hướng từ module gửi đến máy tính để xử lý
* Sử dụng thay đổi tốc độ tàu, trong bước thực nghiệm ứng dụng trên mô hình tàu hỏa

# THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Sau khi đã nắm rõ được mục tiêu đề ra ở chương 1, có những phương pháp tính toán GPS và phương án truyền tin từ chương 2. Ở chương này, đồ án triển khai việc thiết kế chi tiết hệ thống từ việc thiết kế sơ đồ khối, thiết kế chi tiết hệ thống cho đến việc lựa chọn linh kiện. Và từ những chức năng và mục tiêu của ứng dụng, sẽ đưa ra những thuật toán nổi bật được sử dụng để thực hiện như, Tính khoảng cách giữa 2 điểm, Thông báo khi tàu gần đến điểm mục tiêu quan trọng.

## Xây dựng sơ đồ khối hệ thống

A diagram of a computer process

Description automatically generated

Hinh 3.1 Sơ đồ khối hệ thống

Để tiến hành thực nghiệm để xây dựng hệ thống, ứng dụng nó vào thực tiễn, Hệ thống cần có hệ thông phần cứng và phần mềm được tổ chức để đảm bảo, việc truyền tin giữa 2 hệ thống có thể hoạt động hiệu quả thời gian truyền tin với độ trễ thấp và tránh được sai số trong việc họat động. Cấu trúc hệ thống được xây dựng thành 2 khối chính, được thể hiện cụ thể như sau:

* **Khối dữ liệu:**
* Khối được gắn lên trên tàu hỏa nhằm lấy thông tin thời gian thực. Khối sử dụng máy tính nhúng Raspberry Pi 3B đảm nhiệm là thành phần nhận tín hiệu GPS từ module.
* Module GPS sẽ lấy mẫu tín hiệu GPS, đồng thời phân tách nó ra thành các thành phần cụ thể như kinh độ, vĩ độ, tốc độ, hướng di chuyển. Raspberry Pi 3B sẽ tiến hành tiền xử lý tín hiệu nhận về chuyển nó thành các định dạng mã JSON.
* VD: 1 bản tin có dạng {“RealTime”:“10:10:2023”,“Latitude”: 20.0456, “Longitude”:106.052314, “speed”: 20 ,”direction ”: “Bắc Nam”}
* Từ đó sẽ tiến hành gửi thông tin tới Khối hiển thị tại ga tàu qua giao thức MQTT và từ giá trị đươc xử lý trước đó hiển thị thông tin trực tiếp lên ứng dụng trên máy tính nhúng Raspberry pi 3B.
* **Khối hiển thị tại ga tàu:**
* Ta sử dụng 1 máy tính, đảm nhiệm nhiệm vụ chạy ứng dụng theo dõi tàu hỏa thời gian thực. Tín hiệu sau quá trình định dạng và chuyển thành 1 bản tin JSON, khối hiển thị tại ga tàu sẽ tiến hành nhận tín hiệu, lấy mẫu tín hiệu.
* Ứng dụng thực hiện các chức năng cơ bản như: Hiển thị kinh độ, vĩ độ, tốc độ và hướng di chuyển, đặt mục tiêu di chuyển do người dùng nhập vào để thông báo qua các file âm thanh, hiển thị vị trí nó trên bản đồ thực tế, tính toán khoảng cách giữa các điểm trên toa tàu. Sau quá trình nhận tín hiệu, nó sẽ được lưu tới trang dữ liệu để hiển thị và thêm lựa chọn xuất data nhận về dưới dạng file excel để tiện lợi cho quá trình xử lý.

## Thiết kế chi tiết hệ thống

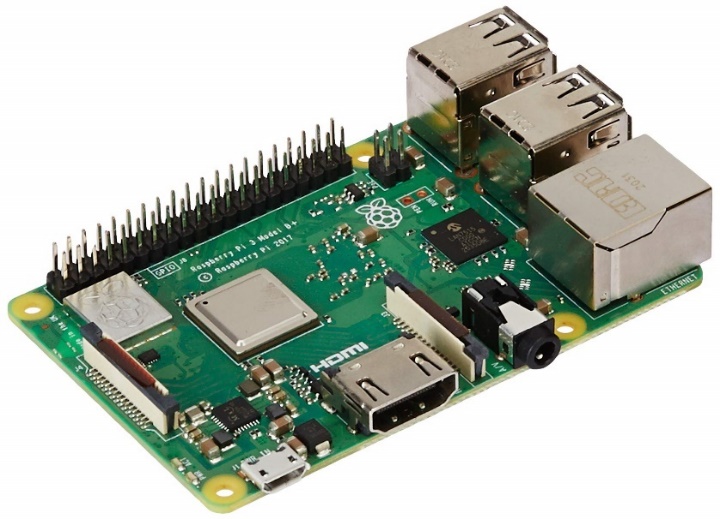
**Lựa chọn phần cứng, linh kiện**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| STT | Khối | Linh kiện | Số lượng |
| 1 | Khối dữ liệu | Raspberry Pi 3B | 1 |
| 2 | Khối dữ liệu | Module GPS NEO 6M | 1 |
| 3 | Khối dữ liệu | Nguồn cho Raspberry Pi 3B | 1 |
|  |

Table 1 Bảng các linh kiện sử dụng

### Máy tính nhúng Raspberry Pi 3B

Raspberry Pi 3B là một sản phẩm nổi bật trong dòng máy tính nhúng Raspberry Pi, ra mắt vào cuối tháng 3 năm 2018. Với nhiều tính năng tiên tiến và hiệu năng vượt trội, Raspberry Pi 3B đã nhanh chóng trở thành lựa chọn hàng đầu cho nhiều ứng dụng công nghệ. Dưới đây là chi tiết về cấu hình, các chân kết nối và những ứng dụng phổ biến của Raspberry Pi 3B.



Hinh 3.2 Board Raspberry Pi 3B

**Cấu hình chi tiết của Raspberry Pi 3B**

* **Bộ vi xử lý (CPU)**: Raspberry Pi 3B được trang bị bộ vi xử lý Broadcom BCM2837B0, là một trong những vi xử lý mạnh mẽ nhất trong dòng Raspberry Pi. CPU này là một quad-core ARM Cortex-A53 64-bit, hoạt động ở tốc độ 1.4GHz. Đây là một bước tiến lớn so với các phiên bản trước, mang lại hiệu suất xử lý nhanh hơn và khả năng xử lý đa nhiệm tốt hơn.
* **Bộ nhớ (RAM):** Raspberry Pi 3B đi kèm với nhiều tùy chọn bộ nhớ, bao gồm 1GB, 2GB và 4GB LPDDR2-3200 SDRAM. Điều này giúp người dùng có thể lựa chọn phiên bản phù hợp với nhu cầu của mình, từ các ứng dụng đơn giản đến các tác vụ phức tạp đòi hỏi nhiều bộ nhớ.
* **Kết nối mạng**: Raspberry Pi 3B hỗ trợ nhiều chuẩn kết nối mạng hiện đại:
* **Wi-Fi**: Hỗ trợ chuẩn IEEE 802.11 b/g/n/ac trên băng tần kép 2.4GHz và 5GHz, cho phép kết nối không dây nhanh chóng và ổn định.
* **Bluetooth**: Hỗ trợ phiên bản Bluetooth 4.2 và Bluetooth Low Energy (BLE), giúp kết nối với các thiết bị ngoại vi và IoT một cách dễ dàng.
* **Ethernet**: Cổng Ethernet Gigabit qua USB 2.0, cho phép tốc độ truyền tải tối đa lên đến 300Mbps, đảm bảo kết nối mạng dây nhanh chóng và ổn định.
* **Cổng kết nối:** Raspberry Pi 3B được trang bị nhiều cổng kết nối để phục vụ cho các nhu cầu khác nhau:
* **USB:** 4 cổng USB 2.0, cho phép kết nối với nhiều thiết bị ngoại vi như chuột, bàn phím, ổ cứng ngoài.
* **HDMI:** 1 cổng HDMI chuẩn, hỗ trợ xuất video và âm thanh độ phân giải cao.
* **Micro USB**: 1 cổng micro USB để cấp nguồn cho thiết bị.
* **GPIO:** 1 cổng GPIO 40 chân, cho phép kết nối với các module và cảm biến khác nhau.
* **CSI**: Cổng CSI dành cho camera, cho phép kết nối với camera chuyên dụng của Raspberry Pi.
* **DSI**: Cổng DSI dành cho màn hình, hỗ trợ kết nối với các màn hình tương thích.
* **Video và Audio:** Raspberry Pi 3B hỗ trợ nhiều chuẩn video và âm thanh hiện đại:
* **Giải mã video**:Hỗ trợ giải mã H.265/H.264, đảm bảo khả năng phát video độ phân giải cao mượt mà.
* **Mã hóa video:** Hỗ trợ mã hóa H.264, giúp tạo video chất lượng cao.
* **OpenGL**:Hỗ trợ OpenGL ES 3.0, cho phép chạy các ứng dụng đồ họa và game một cách mượt mà.
* **Audio**: Cổng stereo output và composite video 4 chân, cho phép kết nối với các thiết bị âm thanh khác nhau.
* **Lưu trữ:** Raspberry Pi 3B sử dụng thẻ nhớ MicroSD làm bộ nhớ chính, cho phép lưu trữ hệ điều hành, ứng dụng và dữ liệu. Điều này giúp dễ dàng thay đổi và nâng cấp bộ nhớ khi cần thiết.
* **Nguồn cung cấp:** Raspberry Pi 3B có nhiều tùy chọn cấp nguồn:
* **Micro USB**: 5V/2.5A DC qua cổng micro USB.
* **GPIO**: 5V DC trên chân GPIO.
* **PoE**: Hỗ trợ Power over Ethernet (PoE) thông qua PoE HAT, giúp cấp nguồn và kết nối mạng qua cùng một cáp Ethernet (yêu cầu thêm PoE HAT).
* **Kích thước:** Với kích thước nhỏ gọn 85 x 56 x 17 mm, Raspberry Pi 3B dễ dàng tích hợp vào các hệ thống và thiết bị khác nhau mà không chiếm nhiều không gian.

**Các chân kết nối trên Raspberry Pi 3B**

Raspberry Pi 3B có đầu nối GPIO 40 chân, bao gồm các chân cấp nguồn, chân nhập xuất dữ liệu (GPIO), và các chân chức năng đặc biệt như PWM, UART, SPI và I2C. việc này giúp cho ta có thể giao tiếp với các ngoại vi bên ngoài

A close-up of a circuit board

Description automatically generated with low confidence

Hinh 3.3 Vị trí các chân chức năng trong đầu nối 40 chân của Raspberry Pi 3B

Chức năng cơ bản của từng nhóm chân trong pin kết nối ngoại vi của Raspberry Pi 3B

A diagram of a circuit board

Description automatically generated with low confidence

Hinh 3.4 Chức năng từng chân trong đầu nối 40 chân của Raspberry Pi

* **Chân cấp nguồn:** Các chân cấp nguồn bao gồm 3.3V và 5V, cung cấp điện năng cho các module và cảm biến kết nối với Raspberry Pi.
* **Chân nhập xuất dữ liệu (GPIO):** Raspberry Pi 3B có 26 chân GPIO có thể thiết lập để nhập hoặc xuất dữ liệu tùy theo nhu cầu của người sử dụng. Các chân này có thể hoạt động ở hai trạng thái: logic cao (3.3V) và logic thấp (0V).
* **Chân xuất dữ liệu (Output**): Khi được thiết lập ở chế độ xuất dữ liệu, các chân GPIO có thể cung cấp mức điện áp 3.3V (logic cao) hoặc 0V (logic thấp) với dòng điện tối đa là 16mA mỗi chân.
* **Chân nhập dữ liệu (Input):** Khi được thiết lập ở chế độ nhập dữ liệu, các chân GPIO có thể đọc mức điện áp 3.3V (logic cao) hoặc 0V (logic thấp). Có thể cấu hình điện trở kéo lên hoặc kéo xuống bên trong thông qua mã nguồn điều khiển.
* **Chức năng đặc biệt:** Một số chân GPIO trên Raspberry Pi 3B có tích hợp các chức năng đặc biệt như PWM, UART, SPI và I2C:
* **PWM (Điều chế độ rộng xung)**: GPIO12, GPIO13, GPIO18, GPIO19.
* **UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)**: GPIO14 (TxD) và GPIO15 (RxD).
* **SPI (Serial Peripheral Interface)**:
  + SPI0: GPIO7, GPIO8, GPIO9, GPIO10, GPIO11.
  + SPI1: GPIO16, GPIO17, GPIO18, GPIO19, GPIO20, GPIO21.
* **I2C (Inter-Integrated Circuit)**: GPIO2 (SDA), GPIO3 (SCL).
* **EEPROM I2C**: GPIO0 (SDA), GPIO1 (SCL).

### Module GPS GY-NEO 6M V2



Hinh 3.5 Module GPS GY-NEO 6M V2

Mạch định vị GPS GY-NEO 6M V2 là một module GPS phổ biến, được sử dụng rộng rãi trong các dự án định vị và theo dõi. Module này sử dụng chip NEO-6M của U-Blox, cung cấp khả năng định vị chính xác và hiệu quả. Dưới đây là các chi tiết về cấu hình, các chân kết nối, và những ứng dụng phổ biến của mạch định vị GPS GY-NEO 6M V2.

**Cấu hình chi tiết của mạch định vị GPS GY-NEO 6M V2**

* **Chip GPS:** Module GY-NEO 6M V2 sử dụng chip NEO-6M của U-Blox, một trong những chip GPS được đánh giá cao về độ chính xác và độ tin cậy. Chip NEO-6M có khả năng bắt tín hiệu từ nhiều vệ tinh GPS để cung cấp vị trí chính xác.
* **Antenna:** Module đi kèm với một antena GPS hoạt động ở dải tần 1575.42 MHz. Antenna này có thể được gắn trực tiếp lên module hoặc gắn bên ngoài thông qua cáp nối dài để cải thiện khả năng bắt sóng trong các điều kiện môi trường khác nhau.
* **Bộ nhớ EEPROM:** Mạch định vị GPS GY-NEO 6M V2 có tích hợp bộ nhớ EEPROM để lưu trữ các thông số cấu hình và dữ liệu tạm thời. Điều này giúp module khởi động nhanh hơn và duy trì cấu hình ngay cả khi mất điện.
* **Tốc độ truyền dữ liệu:** Module hỗ trợ tốc độ truyền dữ liệu mặc định là 9600 bps, nhưng có thể được cấu hình lên đến 115200 bps tùy theo nhu cầu của ứng dụng. Tốc độ truyền dữ liệu cao hơn giúp giảm thời gian truyền tải và xử lý dữ liệu định vị.
* **Điện áp hoạt động:** Module GPS GY-NEO 6M V2 hoạt động với điện áp từ 3.3V đến 5V, phù hợp với hầu hết các vi điều khiển và board phát triển phổ biến như Arduino và Raspberry Pi.

**Các chân kết nối trên mạch định vị GPS GY-NEO 6M V2**

Module GY-NEO 6M V2 có các chân kết nối đơn giản và dễ sử dụng, phù hợp cho các dự án DIY và học tập:

* **VCC**: Chân cấp nguồn, hoạt động ở điện áp từ 3.3V đến 5V.
* **GND**: Chân nối đất, kết nối với GND của hệ thống.
* **TX**: Chân truyền dữ liệu (Transmitter), gửi dữ liệu GPS đến vi điều khiển hoặc board phát triển.
* **RX**: Chân nhận dữ liệu (Receiver), nhận lệnh cấu hình từ vi điều khiển hoặc board phát triển.

## Lập trình hệ thống

Dựa vào mục tiêu và định hướng của đồ án đã được nêu ở phía trên, Đồ án đưa ra việc phát triển ứng dụng “ Theo dõi vị trí tàu hỏa thời gian thực” bao gồm 3 trang với các chức năng cụ thể cho từng trang như sau:

**Trang Trạng thái**

Trang Trạng thái là nơi cung cấp các thông tin quan trọng về tình trạng hiện tại của tàu hỏa. Các chức năng chính của trang này bao gồm:

* **Hiển thị Địa chỉ Chính xác của Tàu: Dữ liệu kinh độ và vĩ độ được chuyển đổi thành địa chỉ cụ thể, giúp người dùng dễ dàng xác định vị trí chính xác của tàu trên bản đồ.**
* **Hiển thị Tốc độ Thực tế của Đoàn tàu: Ứng dụng thu thập và hiển thị tốc độ di chuyển hiện tại của tàu, giúp người dùng nắm bắt được tình trạng di chuyển của tàu.**
* **Hiển thị Trạng thái Tàu và Trạng thái Tốc độ: Dựa trên so sánh tốc độ thực tế của tàu với tốc độ tiêu chuẩn, ứng dụng sẽ đưa ra trạng thái của tàu (bình thường, chậm, nhanh).**
* **Hiển thị Hướng Di chuyển: Hướng di chuyển của tàu được xác định và hiển thị trên bản đồ.**
* **Chức năng Nhập Địa chỉ Mục tiêu: Người dùng có thể nhập địa chỉ mục tiêu trên tuyến đường tàu để ứng dụng tính toán khoảng cách và thông báo khi tàu gần đến địa chỉ đó.**

**Trang Theo dõi Tàu**

Trang Theo dõi Tàu cung cấp thông tin chi tiết về vị trí và trạng thái của tàu hỏa. Các chức năng chính của trang này bao gồm:

* **Hiển thị Thông tin Chi tiết: Kinh độ, vĩ độ, tốc độ, vị trí và hướng di chuyển của tàu được hiển thị rõ ràng trên bản đồ.**
* **Hiển thị Vị trí Thời gian Thực: Ứng dụng liên tục cập nhật và hiển thị vị trí hiện tại của tàu trên bản đồ.**
* **Tương tác với Bản đồ: Khi người dùng nhấn chuột phải vào bản đồ, họ có thể lựa chọn lấy giá trị địa chỉ tại vị trí đó hoặc xóa các mục tiêu đã đặt ra từ trước.**
* **Hiển thị Khoảng cách giữa các Điểm Mục tiêu: Khi có dữ liệu về điểm mục tiêu, ứng dụng sẽ tính toán và hiển thị khoảng cách giữa hai điểm trên bản đồ dựa theo tuyến đường di chuyển.**

**Trang Dữ liệu**

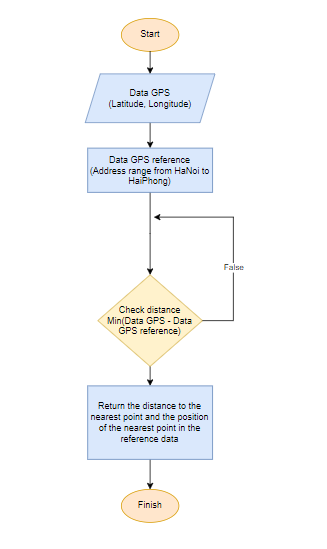
Trang Dữ liệu là nơi tổng hợp và quản lý toàn bộ thông tin dữ liệu nhận về từ quá trình theo dõi tàu. Các chức năng chính của trang này bao gồm:

* **Hiển thị Toàn bộ Thông tin Dữ liệu: Kinh độ, vĩ độ, vị trí, tốc độ, thời gian và trạng thái của tàu được tổng hợp và hiển thị đầy đủ.**
* **Hỗ trợ Xuất ra File Excel: Người dùng có thể xuất dữ liệu ra file Excel để hỗ trợ trong việc phân tích và làm báo cáo.**

### Thuật toán xác định khoảng cách giữa 2 điểm trên dải địa chỉ xác định

Thuật toán xác định khoảng cách giữa hai điểm trên dải địa chỉ từ Hà Nội đến Hải Phòng được cấu tạo và xử lý dựa trên hai chu trình chính. Mục tiêu của thuật toán là xác định vị trí của tàu trên dải địa chỉ so với các tọa độ tham chiếu có trong dữ liệu đã được lấy mẫu sẵn, sau đó tính toán khoảng cách giữa các điểm mục tiêu. Thuật toán sẽ cho người dùng biết khoảng cách tương đối giữa 2 điểm. Việc thực hiện khoảng cách sai số sẽ phụ thuộc nhiều vào giá trị Data GPS tham chiếu, giá trị khoảng lấy mấu tham chiếu càng nhiều, độ chính xác khoảng cách càng lớn.

**Chu trình 1: Xác định Vị trí của Tàu**

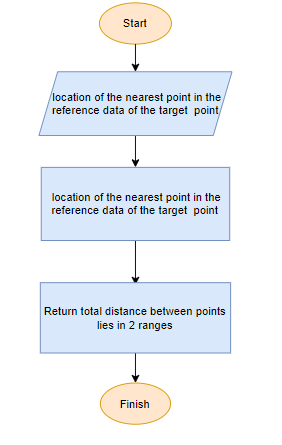
****

Hinh 3.6 Lưu đồ thuật toán tìm khoảng cách tới điểm gần nhất trong dữ liệu tham chiếu

Trong chu trình đầu tiên, thuật toán sẽ xác định vị trí hiện tại của tàu dựa trên dữ liệu kinh độ và vĩ độ so với các tọa độ tham chiếu đã được lưu trữ sẵn. Quá trình này bao gồm các bước sau:

* **Thu thập Dữ liệu Kinh độ và Vĩ độ của Tàu: Ứng dụng thu thập dữ liệu kinh độ và vĩ độ của tàu từ các cảm biến GPS hoặc các nguồn dữ liệu khác.**
* **Tạo Danh sách Các Tọa độ Tham chiếu: Một danh sách các tọa độ tham chiếu dọc theo tuyến đường Hà Nội – Hải Phòng đã được chuẩn bị sẵn. Các tọa độ này được chọn để bao phủ toàn bộ tuyến đường và được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.**
* **Tính Khoảng cách đến Các Tọa độ Tham chiếu: Thuật toán tính khoảng cách giữa tọa độ hiện tại của tàu và từng tọa độ tham chiếu trong danh sách. Khoảng cách này có thể được tính bằng công thức Haversine hoặc các công thức khác phù hợp để tính toán khoảng cách giữa hai điểm trên mặt cầu.**
* **Xác định Tọa độ Gần Nhất: Trong danh sách các tọa độ tham chiếu, tọa độ nào có khoảng cách ngắn nhất đến vị trí hiện tại của tàu sẽ được xác định là điểm gần tàu nhất. Tọa độ này sẽ được coi là mốc vị trí của tàu hiện tại.**
* **Cập nhật Vị trí của Tàu: Vị trí tàu hiện tại được cập nhật dựa trên tọa độ tham chiếu gần nhất. Thông tin này sẽ được sử dụng cho các chu trình và tính toán tiếp theo.**

**Chu trình 2: Tính Toán Khoảng Cách giữa Các Điểm Mục tiêu**



Hinh 3.7 Lưu đồ thuật toán tính khoảng cách giữa 2 điểm tạo độ tàu và điểm mục tiêu

Sau khi xác định vị trí hiện tại của tàu, thuật toán sẽ chuyển sang chu trình thứ hai để tính toán khoảng cách giữa các điểm mục tiêu. Các bước trong chu trình này bao gồm:

* **Nhập Địa chỉ Mục tiêu: Người dùng nhập địa chỉ mục tiêu trên tuyến đường di chuyển của tàu. Địa chỉ này sẽ được chuyển đổi thành tọa độ kinh độ và vĩ độ thông qua các dịch vụ địa lý hoặc cơ sở dữ liệu có sẵn.**
* **Tính Khoảng cách Giữa Hai Điểm: Ta sử dụng thuật toán tìm điểm gần nhất phía trên để tính toán địa chỉ của điểm mục tiêu trong dữ liệu tham chiếu. Ta sẽ biết được vị trí của nó trong dải địa chỉ tham chiếu. Thuật toán tính khoảng cách giữa vị trí hiện tại của tàu (tọa độ tham chiếu gần nhất) và tọa độ của địa chỉ mục tiêu (tọa độ tham chiếu gần nhất). Khoảng cách này cũng có thể được tính bằng công thức Haversine hoặc các công thức tương tự.**
* **Hiển thị Khoảng cách Trên Bản đồ: Kết quả khoảng cách được hiển thị trên bản đồ để người dùng dễ dàng theo dõi và đánh giá vị trí của tàu so với mục tiêu.**
* **Cập nhật và Thông báo: Nếu tàu di chuyển gần đến địa chỉ mục tiêu, ứng dụng sẽ cập nhật khoảng cách và có thể gửi thông báo cho người dùng để cảnh báo hoặc cung cấp thông tin hữu ích.**

### Thuật toán thông báo vị trí tàu dến các điểm mốc quan trọng

Thuật toán hoạt động cho quãng đường từ Hà Nội tới Hải Phòng với việc xét các điểm mục tiêu quan trọng. Với đồ án này, điểm mục tiêu quan trọng sẽ được xét là khoảng cách từ tàu tới 3 điểm tọa độ: Tọa độ của ga Hà Nội, tọa độ của ga Hải Dương, tọa độ của ga Hải Phòng

A diagram of a program

Description automatically generated

Hinh 3.8 Lưu đồ thuật toán khối thông báo

Thuật toán được hoạt động trên 1 luồng riêng biệt với chương trình, nhưng vẫn sử dụng chung dữ liệu GPS nhận về. Các bước trong thông báo như sau

* **Thu thập Dữ liệu Kinh độ và Vĩ độ của Tàu: Ứng dụng thu thập dữ liệu kinh độ và vĩ độ của tàu từ các cảm biến GPS hoặc các nguồn dữ liệu khác.**
* **Kiểm tra nút thông báo: Nút thông báo dùng để bật tắt chế độ hoạt động của hệ thống thông báo. Khi nút nhân được bật hệ thống sẽ tiến hành kiểm tra khoảng cách, khi điều kiện thỏa mãn sẽ thông báo tới người dùng. Nếu thông báo tắt nó sẽ không tiến hành thực thi lệnh nào.**
* **Tính Khoảng cách Giữa Hai Điểm: Khoảng cách giữa 2 điểm ,được tính đơn giản bằng việc xét khoảng cách giữa chúng theo đường thẳng, mục đích nhằm báo báo việc tàu đã đến các điểm mốc quan trọng.**

# KIỂM THỬ VÀ ĐÁNH GIÁ

Từ quá trình tìm hiệu lí thuyết được trình bày ở chương 2 và chi tiết sản phẩm được thiết kế và thuật toán ở chương 3, trong chương này đồ án sẽ tiến hành kiểm thử và đánh giá các tính năng của chương trình. Đồ án sẽ tiến hành kiểm tra theo 2 bước, bước đầu tiên sẽ tiến hành kiểm tra qua dữ liệu địa chỉ ảo, sau đó sẽ tiến hành thực hiện thực nghiệm thực tế và đánh giá kết quả. Vì còn những hạn chế về quá trình thực nghiệm nên đồ án chỉ đưa ra các kiểm thử để kiểm tra tốc độ truyền tin giữ raspberry pi 3B ( Trên tàu ) và máy tính ( Tại ga tàu ).

## Chuẩn bị các thành phần kiểm thử

### Chuẩn bị môi trường phục vụ kiểm thử

* 1. **Anaconda**

A black and white logo

Description automatically generated

Hinh 4.1 Ứng dụng Anaconda

Anaconda là phần mềm mã nguồn mở, nghĩa là phần mềm này miễn phí cả về phần tải về lẫn phần bản quyền. Người dùng có quyền sửa đổi, cải tiến, phát triển, nâng cấp theo một số nguyên tắc chung được nhà phát hành cho phép mà không cần xin phép ai, điều mà họ không được phép làm đối với các phần mềm nguồn đóng.

Tuy là phần mềm mã nguồn mở nhưng khả năng bảo mật thông tin của Anaconda là vô cùng tuyệt vời. Khi phát hiện lỗi, nhà phát hành sẽ vá nó và cập nhật rất nhanh, đảm bảo thông tin của người dùng không bị mất hoặc rò rỉ ra bên ngoài.

Anaconda cung cấp nhiều công cụ hữu ích như: Navigator, conda, jupyter notebook, spyde.

Ngoài ra, Anaconda còn hỗ trợ hơn 700 thư viện, được viết và chia sẻ bởi nhà phát hành Anaconda và cộng đồng người dùng. Mọi người có thể tận dụng chúng cho dự án của riêng mình mà không cần phải bỏ ra bất kỳ chi phí nào.

Việc sử dụng Anaconda không chỉ giúp chuẩn bị môi trường kiểm thử một cách hiệu quả mà còn tăng cường tính linh hoạt và khả năng quản lý dự án, đảm bảo quá trình kiểm thử diễn ra mượt mà và đạt chất lượng cao nhất.

Trong đồ án lần này, ta sẽ sử dụng chức năng **conda** để tạo môi trường python 3.8, từ đó ta sẽ cài đặt đặt thư viện sử dụng cho quá trình mô phỏng.

**b, VNC viewer**

A blue background with black text

Description automatically generated

Hinh 4.2 Phần mềm VNC viewer

VNC Viewer là một công cụ điều khiển máy tính từ xa vô cùng tiện lợi. Giống như nhiều phần mềm cùng loại, VNC Viewer cho phép kết nối và chia sẻ dữ liệu giữa các máy tính. Bạn có thể sử dụng máy tính của mình để điều khiển máy tính của người khác từ xa, và ngược lại, người khác cũng có thể điều khiển máy tính của bạn từ bất kỳ đâu.

Chức năng này rất hữu ích cho việc trao đổi công việc hoặc sửa chữa máy tính từ xa mà không cần gặp mặt trực tiếp. VNC Viewer hoạt động trên các hệ điều hành Windows, macOS, Linux, và Unix. Ngoài ra, phần mềm cũng hỗ trợ các thiết bị di động chạy Android và iOS.

Một trong những ưu điểm nổi bật của VNC Viewer là khả năng kết nối giữa hai máy tính ở khoảng cách xa và giao diện người dùng đơn giản, dễ thao tác. Với phần mềm này, bạn có thể hỗ trợ sửa máy tính cho bố mẹ khi không ở nhà hoặc trao đổi tài liệu và thảo luận công việc với đồng nghiệp mọi lúc, mọi nơi. Một số tính năng khác của VNC Viewer bao gồm:

* **Truy cập từ xa toàn diện: Cho phép truy cập vào thư mục, thay đổi các tùy chọn và thực hiện các thao tác sửa đổi trên máy tính từ xa.**
* **Cấu hình VNC server: Cho phép xác định server và lựa chọn chế độ mã hóa.**
* **Kết nối mã hóa mạnh: Cung cấp các tùy chọn kết nối mã hóa mạnh mẽ để bảo vệ dữ liệu, cũng như kết nối không mã hóa khi cần thiết.**
* **Tùy chỉnh cài đặt nâng cao: Hỗ trợ tùy chỉnh các cài đặt nâng cao để phù hợp với nhu cầu cụ thể của người dùng.**

Với VNC Viewer, việc điều khiển và quản lý máy tính từ xa trở nên đơn giản và hiệu quả hơn, giúp bạn tiết kiệm thời gian và tăng cường khả năng làm việc từ xa.

Trong đồ án lần này, sẽ sử dụng VNC Viewer trong phần thực nghiệm trực tế trên raspberry pi 3B. Với việc sử dụng VNC ta có thể hiển thị màn hình và điều khiển raspberry pi 3B mà không cần các thiết bị ngoại vi như: màn hình, bàn phím,…

**c, Google Earth Pro**



Hinh 4.3 Phần mềm Google Earth Pro

Google Earth Pro là một công cụ mạnh mẽ cho phép người dùng khám phá và tương tác với bản đồ ba chiều của Trái Đất. Khác với phiên bản Google Earth thông thường, Google Earth Pro cung cấp các tính năng nâng cao giúp hỗ trợ công việc nghiên cứu, phân tích dữ liệu địa lý, và lập bản đồ chi tiết.

Với Google Earth Pro, người dùng có thể phóng to và thu nhỏ để xem từ cấp độ vệ tinh đến cấp độ đường phố, khám phá các địa danh nổi tiếng, và thậm chí đi dạo ảo qua các thành phố lớn trên toàn thế giới. Phần mềm này tương thích với các hệ điều hành Windows và macOS.

**Một số tính năng nổi bật của Google Earth Pro bao gồm:**

* **Đo đạc và phân tích địa lý: Cho phép đo đạc khoảng cách, diện tích và chu vi của bất kỳ khu vực nào trên bản đồ. Công cụ này rất hữu ích cho các nhà nghiên cứu và chuyên gia địa lý.**
* **In ấn và xuất bản chất lượng cao: Hỗ trợ in ấn và xuất bản hình ảnh với độ phân giải cao, thích hợp cho việc sử dụng trong các báo cáo và thuyết trình chuyên nghiệp.**
* **Lớp dữ liệu phong phú: Cung cấp nhiều lớp dữ liệu khác nhau như ranh giới hành chính, lớp giao thông, lớp khí hậu, và lớp dân cư, giúp người dùng có cái nhìn toàn diện về bất kỳ khu vực nào.**
* **Quản lý và nhập dữ liệu: Hỗ trợ nhập dữ liệu từ các tệp CSV, shapefile và KML, giúp người dùng dễ dàng quản lý và trực quan hóa dữ liệu địa lý của mình.**
* **Chụp ảnh và quay video: Cho phép chụp ảnh màn hình và quay video các chuyến tham quan ảo, hỗ trợ tạo nội dung hấp dẫn cho mục đích học tập và trình bày.**

Google Earth Pro là một công cụ không thể thiếu cho các chuyên gia địa lý, nhà nghiên cứu, nhà quy hoạch đô thị và bất kỳ ai quan tâm đến việc khám phá và phân tích dữ liệu địa lý. Với các tính năng mạnh mẽ và dữ liệu phong phú, Google Earth Pro giúp người dùng nắm bắt thông tin địa lý một cách trực quan và chi tiết.

### Chuẩn bị điều kiện cho thực nghiệm mô phỏng

Với quá trình thực nghiệm mô phỏng, ta tiến hành cấu hình thiết bị phục vụ cho quá trình kiểm thử được mô tả như sau:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| STT | Cấu hình | Thiết bị gửi dữ liệu | Thiết bị nhận dữ liệu |
| 1 | Hệ điều hành | Windows 11 | Windows 11 |
| 2 | Cấu hình máy | AMD Ryzen 5 5500U Ram 16 gb | AMD Ryzen 5 5500U Ram 16 gb |
| 3 | Màn hình |  | 15.6 inch, 1920x1080 |
| 4 | Phần mềm sử dụng | Python 3.8, Visual code, anaconda | Python 3.8, Visual code, anaconda |
| 5 | Mục đích sử dụng | Gửi dữ liệu data mô phỏng | Nhận và xử lý thông tin |
| 6 | Yêu cầu | Có kết nối Internet | Có kết nối Internet |

Table 2 Bảng thiết bị thực thi thực nghiệm mô phỏng.

Để chuẩn bị dữ liệu tham chiếu cho đồ án ta sẽ lấy giá trị địa chỉ mô phỏng bao gồm kinh độ và vĩ độ từ phầm mềm Google earth.

A map of a city

Description automatically generated

Hinh 4.4 Quá trình lấy dữ liệu địa chỉ trên phần mềm Google Earth Pro

Trong đồ án này, giá trị địa chỉ sẽ được lấy mẫu theo quãng đường sắt từ Hà Nội – Hải Dương – Hải phòng. Sau quá trình lấy mẫu, ta sẽ lưu dải giá trị vị trí bao gồm kinh độ và vĩ độ vào trong Excel để làm dữ liệu tham chiếu cho ứng dụng.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hinh 4.5 Dữ liệu lưu vào Excel sau quá trình lấy mẫu

**Kịch bản kiểm thử**

Tại thiết bị gửi dữ liệu: Tiến hành gửi dữ liệu dải địa chỉ từ Hà Nội tới Hải Phòng

Tại thiết bị nhận dữ liệu: Tiến hành xử lý và đặt 1 điểm mục tiêu ở ga Hải Dương, khi vị trí tàu gần tới điểm mục tiêu sẽ thông báo tới người dùng, khoảng cách thống báo xét 500m .

### Chuẩn bị điều kiện cho thực nghiệm thực tế

Với quá trình thực nghiệm thực tế, ta tiến hành cấu hình thiết bị phục vụ cho quá trình kiểm thử được mô tả như sau:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| STT | Cấu hình | Thiết bị gửi dữ liệu | Thiết bị nhận dữ liệu |
| 1 | Hệ điều hành | Raspberrry | Windows 11 |
| 2 | Cấu hình máy | Raspberry Pi 3B  Thẻ nhớ SD Card 64gb | AMD Ryzen 5 5500U Ram 16 gb |
| 3 | Màn hình |  | 15.6 inch, 1920x1080 |
| 4 | Phần mềm sử dụng | Python 3.8, Visual code | Python 3.8, Visual code, anaconda |
| 5 | Mục đích sử dụng | Gửi dữ liệu data thực tế đo từ Module GPS | Nhận và xử lý thông tin |

Table 3 Bảng thiết bị thực thi thực nghiệm thực tế

**Kịch bản kiểm thử**

Do trong quá trình thực hiện đồ án còn nhiều hạn chế về mặt năng lực, khả năng thực thi cũng như hạn chế về mặt phần cứng nên sản phầm chưa thể thực hiện được ở môi trường ga tàu, vì vậy để đảm bảo tính đúng đắn nhất tôi đã xây dựng lên điều kiện thực nghiệm hoàn hảo để phục vụ cho quá trình kiểm thử.

Thực nghiệm được tiến hành tại phòng kín với điều kiện cần cho quá trình kết nối mạng lý tưởng nhất, thời tiết không xuất hiện mưa bão và không di chuyển vị trí thiết bị gửi dữ liệu.

A circuit board with wires attached to it

Description automatically generated

Hinh 4.6 Lắp đặt phần cứng cho quá trình thực nghiệm thực tế

## Các bước tiến hành thực nghiệm

### Các bước tiến hành cho thực nghiệm mô phỏng

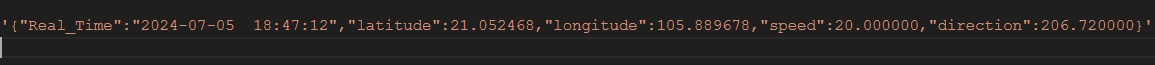
**Tại thiết bị gửi dữ liệu**

Bước 1: Đọc dữ liệu địa chỉ tham chiếu

* **Dựa vào quá trình chuẩn bị bên trên, ta tiến hành đọc giá trị ở dải địa chỉ đã được lưu vào file Excel.**

Bước 2: Thực hiện mã hóa dữ liệu thành bản tin JSON

* **Cố định các giá trị về tốc độ và hướng**
* **Thêm giá trị biến thời gian, để hỗ trợ cho quá trình theo dõi**

****

Hinh 4.7 Cấu trúc bản tin gửi đi

Bước 3: Gửi dữ liệu lên trên Docker

* **Đăng kí gửi dữ liệu lên địa chỉ cụ thể “mqtt\_topic”**
* **Thực hiện gửi định kì theo khoảng thời gian 2 giây sẽ gửi 1 lần**A computer screen shot of text

  Description automatically generated

Hinh 4.8 Quá trình thực hiện tại thiết bị gửi dữ liệu

* **Tiến hành chạy chương trình để gửi dữ liệu**

**Tại thiết bị nhận dữ liệu**

Thiết bị sẽ tiến hành chạy chương trình, khi kết nối thành công sẽ nhận về bản tin từ bên gửi và giải mã bản tin, thu thập dữ liệu để phục vụ cho công việc tính toán.



Hinh 4.9 Bản tin nhận được từ bên gửi

Kết quả của quá trình chạy thực nghiệm sẽ được trình bày chi tiết ở mục 4.3.1 kết quả thực nghiệm mô phỏng

### Các bước tiến hành cho thực nghiệm thực tế

Bước 1: Kết nối Raspberry Pi 3B với máy tính

* **Laptop và Raspberry pi 3B sẽ được kết nối chung 1 mạng wifi**

A black screen with white text

Description automatically generated

Hinh 4.10 Kết nối vào cùng 1 mạng

* **Chú ý tại Raspberry pi phần Name và Password phải được cấu hình ngay từ ban đầu khi cài hệ điều hành cho Raspberry Pi để đảm Pi có thể tự kết nối tới Wifi cùng với Laptop.**
* **Bật nguồn để Raspberry Pi tìm wifi và kết nối sau khi Raspberry Pi đã kết nối được Wifi ta sẽ được thông tin về Device name, IP address, MAC address được hiển thị ở phần mô tả trên trang modern mạng như hình dưới đây.**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hinh 4.11 Kết nối Raspberry Pi thành công

Bước 3: VNC tới Raspberry Pi qua phần mềm VNC viewer.

* **Ở màn hình chính nhập IP address của Raspberry Pi và kết nối với.**
* **Trong đó giá trị User name – Password của máy được cấu hình lúc cài đặt hệ điều hành.**

|  |  |
| --- | --- |
| A screenshot of a computer  Description automatically generated | A screenshot of a computer  Description automatically generated |
|  |  |

Hinh 4.12 Giao diện đăng nhập của VNC viewer

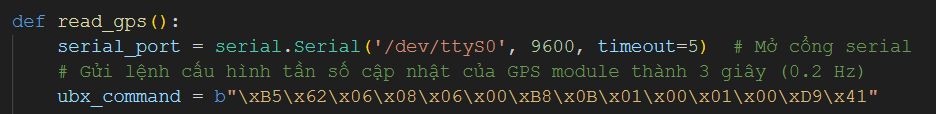
* **Sau khi kết nối ta được màn hình hiển thị như sau.**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hinh 4.13 Giao diện hệ điều hành Raspberry Pi

* **Để đảm bảo đường dẫn UART từ Module GPS và Raspberry được chuẩn xác ta tiến hành:**
* **Vào terminal gõ câu lệnh “dmesg | grep tty” để kiểm tra xem serial kết nối. Tiếp theo đó mở file “RaspberryPi.py” thay thế đường dẫn tới file USB device tương ứng.**
* **Cấu hình tốc độ lấy mẫu tín hiệu GPS.**



Hinh 4.14 Đường dẫn file USB device và cấu hình tốc độ lấy mẫu GPS

Bước 3: Chạy chương trình

* **Tại thiết bị gửi dữ liệu và thiết bị nhận tín hiệu, tiến hành chạy chương trình. Kết quả của quá trình chạy sẽ được mô tả rõ hơn ở trong phần 4.3.1 Kết quả và đánh giá thực nghiệm mô phỏng.**

## Kết quả thực nghiệm và đánh giá

### Kết quả và đánh giá thực nghiệm mô phỏng

**Kết quả thực nghiệm**

Sau quá trình thực nghiệm với điều kiện cụ thể. Kết quả thu được khách quan với các chức năng của hệ thống hoạt động ổn định. Chi tiết các thành phần sẽ được mô tả chi tiết ở phần bên dưới.

Tại trang đầu tiên, trang “Trạng thái tàu” sẽ hiển thị vị trí tàu được chuyển đổi từ 2 giá trị kinh độ và vĩ độ. Dựa vào địa điểm được gắn giá trị địa chỉ trên trang dữ liệu của google map, ứng dụng sẽ lấy và hiển thị lên trang. Chức năng đặt mục tiêu, Mục tiêu được đặt tại ga Hải Dương, với việc lấy giá trị bao gồm kinh độ và vĩ độ tại ga Hải Dương. Ta sẽ tính được khoảng cách và hiển thị điểm mục tiêu lên trên màn hình. Ngoài ra các chức năng khác hiển thị dữ trên dữ liệu được set mặc định.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Hinh 4.15 Màn hình hiển thị vị trí hiện tại và điểm mục tiêu

Tại trang tiếp theo, trang “Theo dõi tàu” sẽ hiển thị vị trí thực tế của tàu và vị trí điểm mục tiêu được sét ở trang 1 lên trên bản đồ. Từ đó tiến hành tính khoảng cách giữa chúng. Giá trị khoảng cách giữa 2 điểm dựa vào khoảng giá trị lấy mẫu giữa điểm thực tế và điểm tham chiếu trong dữ liệu dải địa chỉ từ Hà Nội tới Hải Phòng được chuẩn bị ở phần trước. Giá trị được tính là giá trị ước lượng với khoảng sai số nhỏ. Khoảng sai số phụ thuộc vào số điểm lấy mẫu trên chương trình

A map of a road

Description automatically generated

Hinh 4.16 Màn hình hiển thị tàu trên bản đồ và khoảng cách giữa tàu - điểm mục tiêu

Trang cuối cùng, trang “Trang dữ liệu” sẽ lưu giữ các giá trị vị trí của tàu vào 1 bảng giá trị. Bảng giá trị có tác dụng hiển thị chi tiết các thông số và thời gian tín hiệu tàu. Nó phục vụ cho việc làm báo cáo theo dõi tàu tại các ga tàu.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Trần Bách, Lưới điện và hệ thống điện, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, 2004. |
| [2] | Abe Masayuki, “A Practical Approach to Accurate Fault Location on Extra High Voltage Teed Feeders,” *IEEE Transaction on Power Delivery,* pp. 159-168, 1995. |
| [3] | Microsoft, "Add citations in a Word document," 2017. |