



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053715

(51)^{2023.01} G01S 19/00

(13) B

(21) 1-2023-09262

(22) 26/12/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2024 432

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.

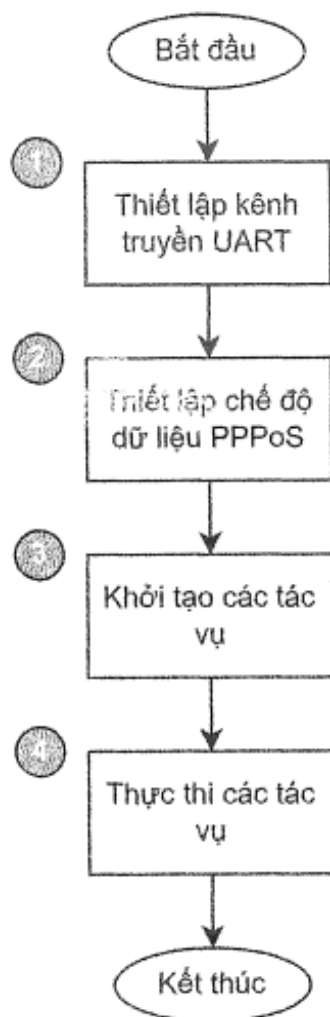
(72) CHU QUANG DÂN (VN); TRẦN NGỌC KHIÊM (VN); LÊ PHƯƠNG NAM (VN); PHAN THỊ HỒNG LINH (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO TẦN SUẤT CẬP NHẬT DỮ LIỆU CHO HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ RTK

(21) 1-2023-09262

(57) Sáng chế đề cập đến đến phương pháp kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định vị đồng thời sử dụng mạng 4G cho hệ thống định vị RTK chi phí thấp sử dụng giao thức PPPoS và thư viện LwIP cũng như quy trình triển khai áp dụng phương pháp này vào các hệ thống thực tế. Phương pháp đã giúp nâng cao tần suất cập nhật dữ liệu, đảm bảo được độ chính xác thông tỉ lệ chế độ định vị RTK Fixed cao cho các hệ thống RTK giá rẻ, giúp phần tối ưu đáng kể chi phí phần cứng hệ thống. Sáng chế đã được chứng minh hiệu quả trong triển khai thử nghiệm thực tế, cho thấy sự cải thiện rõ rệt và khắc phục hoàn toàn nhược điểm của phương pháp sử dụng tập lệnh AT trước đây.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp nâng cao tần suất cập nhật dữ liệu cho các hệ thống định vị có độ chính xác mức độ cen-ti-mét với chi phí thấp sử dụng công nghệ định vị động học thời gian thực (Real Time Kinematics - RTK). Cụ thể, sáng chế có thể áp dụng cho một số lĩnh vực yêu cầu định vị vị trí với độ chính xác cao, chi phí thấp như nông nghiệp chính xác, xe tự hành, vật thể bay tự hành, địa chính, biên phòng, cảng biển, sân bay.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các ứng dụng quản lý đội xe phục vụ vận chuyển người, hàng hóa với không gian ngoài trời như cảng biển, sân bay; nông nghiệp chính xác; hay các ứng dụng giám sát tọa độ địa lý ứng dụng cho đo đạc địa chính, biên phòng, hệ thống định vị vị trí độ chính xác cao, thời gian thực đóng một vai trò chủ chốt cho hoạt động chính xác, hiệu quả của thiết bị. Đa phần các ứng dụng này yêu cầu độ chính xác định vị với độ chính xác rất cao cỡ hàng cen-ti-mét và khả năng cập nhật dữ liệu theo thời gian thực. Tuy nhiên đối với các hệ thống định vị thông thường sử dụng công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu truyền thống (GNSS – Global Navigation Satellite System), độ chính xác đạt được thường không cao (cỡ $<10\text{m}$) tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể, do đó về cơ bản không thể đáp ứng yêu cầu.

Hiện nay phương pháp RTK (Real Time Kinematics – định vị động học theo thời gian thực) là phương pháp cho phép định vị đạt độ chính xác cao nhất cỡ cen-ti-mét với thời gian hội tụ nhanh từ 10 đến 60 giây. Phương pháp này phù hợp cho các ứng dụng có phạm vi hoạt động với khoảng cách máy thu và trạm tham chiếu dưới 20 km. Do đó phương pháp định vị sử dụng công nghệ RTK sẽ phù hợp các ứng dụng định vị cần độ chính xác cao, vùng hoạt động nhỏ và cần cập nhật dữ liệu thời gian thực.

Kỹ thuật RTK hoạt động dựa trên các kỹ thuật định vị GNSS vi sai kép (Double Difference) nhằm khử các sai số kết hợp với kỹ thuật xác định khoảng cách dựa trên sóng mang (Carrier-based ranging) thay vì dựa trên thông tin mã hóa (Code-based ranging) như GNSS truyền thống. Khoảng cách giữa vệ tinh và máy thu được xác định

dựa trên số nguyên lần bước sóng sóng mang truyền từ vệ tinh tới máy thu thông qua quá trình phân giải mơ hồ số nguyên (Integer Ambiguity Resolution). Để thực hiện được kỹ thuật này, máy thu GNSS cần nguồn dữ liệu theo chuẩn của Ủy ban Kỹ thuật Vô tuyến cho Dịch vụ Hàng hải (RTCM - Radio Technical Commission for Maritime Services) từ một trạm tham chiếu (Reference Station) với tọa độ đã biết để tiến hành hiệu chỉnh. Một số phương pháp thiết lập đường truyền không dây để có thể truyền/nhận phổ biến giữa máy thu và trạm tham chiếu hiện nay có thể kể đến là sử dụng sóng vô tuyến tầm ngắn Bluetooth, sóng vô tuyến tầm xa LoRa (Long Range Radio) và mạng di động 4G/LTE. Trong đó, phương pháp phổ biến là sử dụng công nghệ mạng di động 4G/LTE do có băng thông lớn, khả năng mở rộng thiết bị tốt, dễ dàng triển khai sử dụng mô hình truyền tải dữ liệu RTCM qua giao thức mạng (NTRIP - Network Transport of RTCM via Internet Protocol).

Đối với các hệ thống định vị RTK cho phép chi phí lớn, bộ xử lý chính của thiết bị được sử dụng thường hỗ trợ chạy hệ điều hành (Operation System – OS) cho năng lực xử lý mạnh, tần suất cập nhật dữ liệu lớn (20 bản tin RTK/giây), tuy nhiên nhược điểm của các hệ thống này là giá thành cao có giá đến hàng nghìn USD, năng lượng tiêu thụ lớn. Đặc điểm này khiến các hệ thống này không phù hợp cho các ứng dụng có chi phí thấp và cần tiết kiệm năng lượng như các ứng dụng kể trên.

Đối với các hệ thống có giá thành rẻ, bộ xử lý chính của thiết bị được sử dụng thường là vi điều khiển, có nhiệm vụ xử lý, giao tiếp với mô-đun GNSS RTK và mô-đun mạng di động 4G qua chuẩn truyền thông nối tiếp bất đồng bộ (UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) mô tả trong Hình 1. Hệ thống này có ưu điểm là giá thành rẻ, dễ dàng thiết kế, năng lượng tiêu thụ thấp, tuy nhiên nhược điểm là sức mạnh xử lý hạn chế, tần suất cập nhật dữ liệu thấp (10 đến 15 giây/ bản tin). Hạn chế này đến từ việc sử dụng phương pháp giao tiếp truyền thông bằng tập lệnh AT giữa vi điều khiển và mô-đun mạng 4G/LTE theo chuẩn UART khiến luồng kéo dữ liệu NTRIP qua Giao thức truyền tải siêu văn bản HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) bị ngắt quãng khi thực hiện gửi bản tin vị trí về máy chủ. Trong khi đó, phương pháp định vị RTK yêu cầu việc duy trì luồng dữ liệu NTRIP liên tục để lấy dữ liệu theo chuẩn RTCM trong suốt quá trình hoạt động để có thể phân giải số nguyên sóng mang. Sự ngắt quãng

sẽ khiến thiết bị mất trạng thái định vị độ chính xác cao nhất “Fixed” (chế độ nghiệm nguyên), xuống các trạng thái định vị có độ chính xác thấp hơn là “Float” (chế độ nghiệm thực), hoặc “DGNSS” (chế độ định vị vi sai). Việc khôi phục lại trạng thái “Fixed” thông thường mất tối thiểu 10 giây. Do đó, tần suất gửi dữ liệu tọa độ bị hạn chế, không đáp ứng được một số ứng dụng yêu cầu tần suất cập nhật dữ liệu lớn và thời gian thực.

Bởi vậy, nhóm tác giả đề xuất một phương pháp giúp nâng cao được tần suất cập nhật dữ liệu RTK cho các hệ thống RTK có chi phí thấp và tiêu thụ năng lượng thấp sử dụng giao thức PPPoS (Point to Point Protocol over Serial) và bộ thư viện LwIP (Lightweight IP) cho phép kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định về máy chủ đồng thời sử dụng duy nhất một mô-đun mạng 4G mà không làm ngắt quãng luồng dữ liệu NTRIP. Trong sáng chế này, nhóm tác giả cũng đề xuất một lưu đồ chương trình hiệu chỉnh và cập nhật định vị đồng thời CNUS (Correct and Navigation Update Simultaneously) cho phép triển khai ứng dụng phương pháp trên các nền tảng phần cứng thông dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế này sẽ đề xuất phương pháp sử dụng giao thức PPPoS (Point-Point Protocol over Serial – PPPoS) kết hợp với bộ thư viện LwIP (Lightweight IP) để thực hiện truyền, nhận dữ liệu đồng thời giữa vi điều khiển và mô-đun mạng di động 4G, từ đó cải thiện được tần suất cập nhật dữ liệu cho các hệ thống định vị độ chính xác cao chi phí thấp. Nhóm tác giả cũng đề xuất một lưu đồ chương trình CNUS triển khai phương pháp đề xuất dựa trên sự phân chia chương trình thành các tác vụ sử dụng hệ điều hành thời gian thực (Real Time Operation System – RTOS) quản lý hai tác vụ chính là kéo luồng dữ liệu hiệu chỉnh qua giao thức HTTP và đọc, giải mã dữ liệu, gửi bản tin vị trí về máy chủ thông qua giao thức truyền thông điệp (MQTT - Message Queuing Telemetry Transport) hay bất kì giao thức sử dụng bộ Giao thức mạng TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) nào khác ở tầng ứng dụng. Phương pháp này cho phép kéo luồng dữ liệu hiệu chuẩn RTCM từ một trạm NTRIP liên tục qua giao thức HTTP trong khi vẫn có thể thực hiện đọc, giải mã bản tin vệ tinh theo chuẩn dữ liệu của Hiệp hội Điện tử Hàng hải Quốc gia NMEA (National Marine

Electronics Association) và gửi dữ liệu về máy chủ qua duy nhất một đường truyền mạng 4G.

Phương pháp này sẽ khác biệt so với phương pháp cũ sử dụng tập lệnh AT ở một số điểm như sau:

- Sử dụng giao thức PPPoS thay vì sử dụng tập lệnh AT, cho phép vi điều khiển giao tiếp trực tiếp với mô-đun 4G ở lớp liên kết dữ liệu (Data-Link) do đó cho phép khả năng truyền/nhận dữ liệu hiệu quả hơn.

- Dữ liệu hiệu chuẩn RTCM được kéo về từ máy chủ NTRIP thông qua giao thức HTTP truyền trực tiếp qua vi điều khiển sau đó giải mã và truyền đến mô-đun GNSS RTK qua giao tiếp UART để tiến hành hiệu chuẩn.

- Quá trình đóng gói bản tin theo các chuẩn giao thức MQTT hay HTTP ở lớp ứng dụng sẽ được thực hiện ở vi điều khiển sau đó được gửi sang mô-đun 4G đã được cấu hình sẵn ở chế độ chờ dữ liệu để có thể gửi về máy chủ.

Quy trình thực hiện triển khai hệ thống định vị RTK áp dụng phương pháp kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định vị đồng thời sử dụng mạng 4G được mô tả bao gồm các bước chính như sau: thiết lập kênh truyền UART, thiết lập chế độ dữ liệu PPPoS, khởi tạo các tác vụ, và thực thi các tác vụ:

- Thiết lập kênh truyền UART: khởi tạo và cấu hình các tham số hai bộ UART cho hai kênh giao tiếp giữa vi điều khiển với mô-đun mạng 4G và mô-đun GNSS RTK.
- Thiết lập chế độ dữ liệu PPPoS: tiến hành các bước cần thiết để khởi động, khởi tạo mô-đun 4G, sau đó thiết lập mô-đun 4G từ chế độ tập lệnh AT sang chế độ dữ liệu PPPoS trên kênh truyền UART đã thiết lập.
- Khởi tạo các tác vụ: khai báo tài nguyên và khởi tạo các tác vụ chính là kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi bản tin lên máy chủ chạy trên hệ điều hành RTOS.
- Thực thi các tác vụ: tiến hành chạy các tiến trình cần thiết trong các tác vụ chính đã được khai báo và khởi tạo trước đó.

Mô tả tóm tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả một hệ thống phần cứng định vị RTK chi phí thấp sử dụng phương pháp tập lệnh AT;

Hình 2 là hình vẽ mô tả quy trình thực hiện triển khai hệ thống định vị RTK áp dụng phương pháp kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định vị đồng thời;

Hình 3 là hình vẽ mô tả quy trình thực hiện khởi tạo và thiết lập chế độ giao tiếp dữ liệu dựa trên giao thức PPPoS giữa vi điều khiển và mô-đun mạng 4G;

Hình 4 là hình vẽ mô tả lưu đồ thực hiện các tác vụ chính và các tiến trình chính trong các tác vụ áp dụng phương pháp trong sáng chế;

Hình 5 là hình vẽ mô tả hệ thống phần cứng định vị RTK chi phí thấp sử dụng giao thức PPPoS và bộ thư viện LwIP;

Hình 6 là hình vẽ mô sơ đồ kết nối kênh giao tiếp UART giữa vi điều khiển, mô-đun 4G và mô-đun GNSS RTK;

Hình 7 là hình minh họa các vị trí được đánh dấu dựa trên dữ liệu thu được từ máy chủ trên nền vệ tinh bản đồ Google trong thử nghiệm thực tế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như đã mô tả sơ bộ ở phần trước, sáng chế sẽ tập trung vào việc cải thiện tần suất cập nhật dữ liệu của hệ thống định vị RTK GNSS chi phí thấp bằng cách thay đổi phương thức giao tiếp giữa vi điều khiển và mô-đun mạng 4G từ phương thức sử dụng tập lệnh AT sang phương thức sử dụng giao thức PPPoS kết hợp với bộ thư viện LwIP lập trình trên hệ điều hành RTOS.

Phương pháp được đề xuất này bao gồm bốn bước chính được mô tả như trong lưu đồ Hình 2. Chi tiết các bước như sau:

Bước 1: khởi tạo kênh truyền UART;

Hệ thống sử dụng vi điều khiển làm bộ phận xử lý trung tâm (có thể là cấu trúc lõi ARM hoặc RISC-V), thực hiện các nhiệm vụ chính như sau:

- Giao tiếp với mô-đun mạng 4G thông qua giao tiếp UART nhằm thực hiện nhiệm vụ kéo luồng dữ liệu Ntrip về thông qua giao thức HTTP;
- Gửi dữ liệu Ntrip định dạng RTCM sang mô-đun RTK qua giao tiếp UART;

- Nhận và giải mã dữ liệu GNSS định dạng NMEA từ mô-đun RTK qua giao tiếp UART;
- Đóng gói bản tin dữ liệu dạng MQTT và gửi lên máy chủ.

Kênh truyền được sử dụng cho giao tiếp giữa vi điều khiển và mô-đun 4G và mô-đun RTK là UART với phần cứng chuyên biệt phụ trách trên vi điều khiển, cho phép truyền nhận song công. Trước khi thực hiện truyền, nhận dữ liệu cần khai báo cấu hình như: chân truyền, xung nhịp, trình phục vụ ngắt, tốc độ Baud, bit chẵn/lẻ, số lượng bit dữ liệu, bit dừng.

Bước 2: thiết lập chế độ dữ liệu PPPoS;

Quy trình khởi tạo và thiết lập chế độ giao tiếp dữ liệu dựa trên giao thức PPPoS giữa vi điều khiển và mô-đun mạng 4G được mô tả trong Hình 3 bao gồm:

- Khởi động mô-đun 4G: việc khởi động mô-đun sẽ thực hiện bằng cách kéo chân kích nguồn (Powerkey) của mô-đun 4G xuống đất trong một khoảng thời gian, thông thường khoảng 200ms. Sau đó vi điều khiển sẽ điều khiển gửi các tập lệnh “AT” (chu kì khoảng 1 giây) cho đến khi nhận về phản hồi “OK” từ mô-đun. Nếu mô-đun phản hồi “OK” có nghĩa mô-đun đã được khởi động thành công.
- Thực hiện cấu hình các thông số cơ bản: cấu hình điểm truy cập APN (Access Point Name), cấu hình nhà mạng, cấu hình băng tần (B1, B3, B8 cho mạng 4G tại Việt Nam), chế độ hoạt động, kiểm tra trạng thái nhận SIM, thuê bao qua IMSI (Internal Mobile Subscriber Identity) và ICCID (Integrated Circuit Card ID) và một số thông số khác tùy thuộc vào loại mô-đun 4G sử dụng. Sau đó thực hiện kiểm tra tình trạng sóng di động, trạng thái đăng ký kết nối vào mạng lõi. Sau bước này, về cơ bản là mô-đun đã có thể kết nối vào mạng.
- Chuyển từ chế độ tập lệnh AT sang chế độ giao tiếp dữ liệu: gửi tập lệnh “ATD*99***1#” xuống mô-đun 4G, chờ phản hồi “CONNECT” từ mô-đun, sau bước này mô-đun đã được chuyển đổi thành công sang chế độ giao tiếp dữ liệu.
- Khởi tạo và chạy ngăn xếp LwIP trên vi điều khiển: thực hiện đăng kí các hàm trả về các trạng thái kết nối mạng (bắt đầu, kết thúc, đã kết nối, mất kết nối, ...), gán giao diện mạng PPPoS vào ngăn xếp của giao thức LwIP (nền giao thức TCP/IP) và khởi chạy sau đó chờ phản hồi địa chỉ IP. Địa chỉ IP được phản hồi

về chứng tỏ chế độ dữ liệu PPPoS giữa vi điều khiển và mô-đun 4G đã được thiết lập thành công, sẵn sàng cho truyền, nhận dữ liệu qua mạng 4G.

Bước 3: khởi tạo các tác vụ;

Để phù hợp với mục tiêu của phương pháp đề xuất và phù hợp với các nền tảng phần cứng có hiệu năng hạn chế như vi điều khiển, nhóm tác giả nhận thấy hệ điều hành thời gian thực RTOS là thích hợp để quản lý và thực thi chương trình, chia nhỏ chương trình thành các tác vụ. Chương trình hoạt động của hệ thống có thể được chia thành hai tác vụ chính cho vi điều khiển bao gồm: một là tác vụ kéo dữ liệu NTRIP, hai là tác vụ gửi bản tin lên máy chủ. Hai tác vụ này phải được thực hiện đồng thời (không theo tuần tự). Trước khi thực hiện quá trình chạy các tác vụ, cần khai báo, cấu hình và khởi tạo các tham số của các tác vụ trong đó có một số thông số chính quan trọng như: bộ nhớ Stack, mức độ ưu tiên và lỗi thực hiện (đối với những vi điều khiển đa lõi).

Bước 4: thực thi các tác vụ;

Khâu cuối cùng của phương pháp chính là thực thi các tác vụ đã được khởi tạo để hoàn thành một chương hoàn chỉnh. Chương trình chạy trên hệ điều hành RTOS cho phép quản lý tài nguyên vi điều khiển, thực thi và quản lý hai tác vụ là kéo dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu lên máy chủ. Các tác vụ này sẽ có mức độ ưu tiên giống nhau và được hệ điều hành RTOS quản lý theo cơ chế lập lịch quay vòng (Round-robin Scheduling). Mỗi tác vụ sẽ phải thực thi một số tiến trình tuần tự nhất định sẽ được mô tả chi tiết ở phần tiếp theo.

Dựa theo các bước thực hiện theo phương pháp đề xuất, chương trình chạy trên vi điều khiển sẽ đảm bảo được cập nhật dữ liệu vị trí lên máy chủ dữ liệu với tần suất được cải thiện ít nhất một bản tin/ giây mà không gây gián đoạn luồng kéo dữ liệu NTRIP và đẩy sang mô-đun RTK trên một mô-đun 4G duy nhất. Kết quả sẽ được đánh giá thông qua chỉ số tỷ lệ phân bổ chế độ định vị, được trình bày ở phần thử nghiệm thực tế thiết bị thử nghiệm ứng dụng phương pháp đề xuất của sáng chế.

Để triển khai thực tế phương pháp đề xuất, nhóm tác giả tiến hành xây dựng một lưu đồ chương trình hiệu chỉnh và cập nhật định vị đồng thời CNUS cho phép thực hiện phương pháp đề xuất trên hầu hết các nền tảng phần cứng giá rẻ thông dụng. Hình 4 mô tả các tác vụ và các tiến trình chính trong các tác vụ cần thực hiện chạy trên RTOS của

hệ thống. Mỗi tác vụ sẽ bao gồm các tiến trình chính được thực hiện tuần tự. Các tác vụ này được khởi tạo, lập lịch và kiểm soát thông qua hệ điều hành RTOS.

Tác vụ kéo dữ liệu NTRIP: các tiến trình chính cần thực hiện bao gồm:

- Kiểm tra phân giải DNS (Domain Name System) và mở cổng kết nối HTTP (tạo và kết nối).
- Đóng gói bản tin và gửi bản tin yêu cầu theo chuẩn HTTP (HTTP request) bao gồm một số thông tin như: địa chỉ máy chủ (tên miền hoặc IP), địa chỉ cổng, đường dẫn, mã xác thực. Mã xác thực được tạo nên bằng cách mã hóa ID và mật khẩu của tài khoản người dùng đăng ký với nơi cung cấp dịch vụ NTRIP theo chuẩn mã hóa “Base64”. Dạng xác thực được sử dụng là dạng cơ bản (Basic).
- Gửi tọa độ máy thu: gửi tọa độ máy thu tới NTRIP Server định dạng NMEA có chứa thông tin tọa độ, có thể sử dụng dạng bản tin GNGGA. Trên thực tế, máy chủ dịch vụ NTRIP chỉ trả về dữ liệu NTRIP khi nhận được được tọa độ của máy thu.
- Thực hiện đọc phản hồi HTTP từ máy chủ dịch vụ NTRIP theo từng đoạn dữ liệu, gửi dữ liệu đọc được sang mô-đun RTK qua UART, thực hiện liên tục cho đến khi không còn dữ liệu phản hồi sau đó lặp lại tác vụ.

Tác vụ gửi bản tin lên máy chủ: các tiến trình cần thực hiện bao gồm:

- Giải mã dữ liệu GNSS: đọc và giải mã bản tin định dạng NMEA gửi từ mô-đun RTK qua chuẩn giao tiếp UART.
- Đóng gói bản tin: đóng gói dữ liệu tọa độ và các dữ liệu khác thành bản tin theo định dạng mong muốn.
- Gửi bản tin: sử dụng thư viện LwIP mở kết nối tới MQTT Broker, đăng ký nhận dữ liệu vào kênh phản hồi, gửi dữ liệu đến kênh (Topic) đã được quy định.
- Nhận phản hồi từ máy chủ: nếu có cấu hình hay phản hồi từ máy chủ qua kênh đã đăng ký, vi điều khiển có thể nhận và cấu hình lại thiết bị theo thiết lập từ trên máy chủ.

Trên đây là chi tiết phương pháp và lưu đồ chương trình CNUS cho phép kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định vị đồng thời sử dụng mạng 4G, mục tiêu nhằm

nâng cao tần suất cập nhật dữ liệu cho các hệ thống định vị độ chính xác cao với chi phí thấp sử dụng công nghệ định vị RTK, phần tiếp theo sẽ mô tả một hệ thống ví cụ thể áp dụng phương pháp đề cập trong sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Một mô hình ví dụ có thể sử dụng cho hệ thống định vị độ chính xác cao thời gian thực với chi phí thấp được mô tả như trong Hình 5. Phương pháp kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu định vị đồng thời sử dụng mạng 4G cho hệ thống định vị RTK chi phí thấp đã được nhóm tác giả áp dụng lên một hệ thống giá rẻ với cấu hình phần cứng chính như bảng 1 với chi phí dưới 300 USD.

Bảng 1: Cấu hình phần cứng hệ thống áp dụng phương pháp trong sáng chế

STT	Chức năng	Mã hiệu	Cấu hình
1	Mô-đun GNSS RTK	ZED_F9P (uBlox)	○ Băng tần: L1/L2/L5 ○ Vệ tinh: GPS + QZSS/SBAS, Glonass, Galileo, Beidou ○ Độ chính xác RTK: 0,01 m + 1 ppm CEP ○ Thời gian hội tụ RTK: < 10 giây ○ Tần suất cập nhật vị trí RTK: 20 Hz
2	Mô-đun 4G/LTE	A7682E (Simcom)	○ LTE Cat 1 ○ Băng tần: B1/B3/B5/B7/B8/B20 ○ Tốc độ: UL 5Mbps, DL 10 Mbps
3	Vi điều khiển	ESP32-S3 (Espressif)	○ 2.4 GHz Wifi và Bluetooth 5 (LE) ○ SRAM: 512 kB ○ Xung nhịp: 240 MHz
4	Ăng-ten	AN-608 (TOPGNSS)	○ Độ lợi: 36 dB ○ Dải tần: GNSS L1/L2 ○ Vệ tinh: GPS, Glonass, Beidou, Galileo ○ Kháng nước: IP67

Sơ đồ đầu nối chân của các cổng giao tiếp giữa 3 cấu phần chính của hệ thống được mô tả trong Hình 6.

Các thiết lập cơ bản các tham số về mặt phần mềm được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2: Các tham số phần mềm

STT	Thông số	Giá trị thiết lập
1	Toàn bộ các đường giao tiếp UART	UART cứng, baudrate: 115200, 8 bit dữ liệu, 1 bit dừng, 0 bit chẵn/lẻ
2	Bộ đệm dữ liệu NTRIP	2048 byte
3	Bộ đệm dữ liệu NMEA	1024 byte
4	Cấu hình task RTOS	Stack size: 8192 byte, mức ưu tiên: 5
5	Cấu hình yêu cầu HTTP	Web_server: “vngeonet.vn”, web_port: 2103, mountpoint: “SB.105M6”
6	Định dạng bản tin vị trí gửi lên NTRIP Caster	NMEA GNGGA
7	Tần suất cập nhật dữ liệu NMEA đầu ra	1 Hz
8	Tần suất cập nhật dữ liệu	1 giây/bản tin
9	Phiên bản thư viện LwIP	2.1.2
10	Định dạng bản tin NTRIP	RTCM3

Để so sánh hiệu quả của phương pháp mới sử dụng giao thức PPPoS và thư viện LwIP, nhóm tác giả cũng đồng thời thực hiện phương pháp cũ sử dụng tập lệnh AT trên cùng một hệ thống phần cứng như trên. Đối với phương pháp sử dụng tập lệnh AT, nhóm tác giả lựa chọn hai tần suất cập nhật dữ liệu là 15 giây/bản tin và 30 giây/bản tin. Việc lựa chọn hai tần suất cập nhật dữ liệu nhằm so sánh thời gian hội tụ thực tế của mô-đun RTK. Hiệu quả của phương pháp được đánh giá dựa trên phân bố trạng thái định vị của thiết bị.

Về kết quả phân bố trạng thái định vị, kết quả được thực nghiệm ở khu vực thông thoáng, ít bị che chắn bởi các yếu tố như tòa nhà, cây cối và không nằm trong vùng lồi lõm sóng di động, cụ thể khu vực cầu Nhật Tân – Tây Hồ - Hà Nội để đánh giá độ tin cậy của phương pháp do nhóm tác giả đề xuất. Số lượng mẫu dữ liệu – số bản tin dữ liệu vị trí cho cả ba phép thử là 7200 mẫu, thử nghiệm trong cùng một khu vực. Kết quả được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: Kết quả so sánh hiệu năng của các phương pháp đề xuất và phương pháp cũ thông qua phân bố tỷ lệ trạng thái định vị

Phương pháp	Tỷ lệ RTK “Fixed”	Tỷ lệ RTK “Float”	Tỷ lệ “DGNSS”	Tỷ lệ “GNSS”
-------------	-------------------	-------------------	---------------	--------------

Phương pháp PPPoS + LwIP 1 giây/bản tin	97,7%	2,1%	0,2%	0%
Phương pháp tập lệnh AT 15 giây/bản tin	70,5%	15,6%	12,9%	1,0%
Phương pháp tập lệnh AT 30 giây/bản tin	94,3%	4,5%	1,1%	0,1%

Trong đó các chế độ định vị lần lượt là RTK “Fixed” (4) – chế độ định vị độ chính xác cao nhất, RTK “Float” (5) – chế độ định vị khi chưa phân giải được số nguyên lần bước sóng, “DGNSS” (2) – chế độ định vị vi sai, GNSS (1) – chế độ định vị đơn. Khi thiết bị đạt được trạng thái định vị RTK “Fixed” có nghĩa thuật toán phân giải mơ hồ số nguyên bước sóng đã thành công và thiết bị đạt được độ chính xác cao nhất. Hình 7 minh họa các vị trí được đánh dấu dựa trên dữ liệu thu được từ máy chủ trên nền vệ tinh bản đồ Google trong thử nghiệm thực tế.

Kết quả cho thấy phương pháp sử dụng PPPoS + LwIP do nhóm tác giả đề xuất có khả năng cập nhật dữ liệu định vị về máy chủ với tần suất đạt 1 giây/bản tin với tỉ lệ chế độ định vị RTK “Fixed” đạt được cao nhất (97,7%) cao hơn phương pháp cũ sử dụng tập lệnh AT (70,5% và 94,3%) trong môi trường ít bị che chắn. Đối với phương pháp cũ sử dụng tập lệnh AT, do luồng dữ liệu RTCM bị gián đoạn trong quá trình gửi bản tin dữ liệu vị trí về máy chủ khiến cho thiết bị cần nhiều thời gian hơn để phân giải số nguyên bước sóng. Trong trường hợp thực tế thử nghiệm, điều kiện ngoại cảnh phần nào ảnh hưởng đến khả năng hội tụ của thuật toán RTK, do đó mô-đun RTK cần nhiều thời gian để hội tụ hơn so với thông số lý tưởng của mô-đun là < 10 giây. Điều này lý giải cho trường hợp sử dụng phương pháp tập lệnh AT với tần suất cập nhật 30 giây/bản tin đạt được tỉ lệ RTK “Fixed” (94,3%) cao hơn so với tần suất 15 giây/bản tin (70,5%) – tương ứng với thời gian nhận dữ liệu RTCM và chạy thuật toán RTK dài hơn.

Kết quả trên cho thấy phương pháp sử dụng giao thức PPPoS kết hợp với bộ thư viện LwIP do nhóm tác giả đề xuất trong sáng chế giúp cải thiện đáng kể tần suất cập nhật dữ liệu hành trình và đảm bảo được độ chính xác thông qua tỉ lệ đạt định vị RTK Fixed tốt hơn so với phương pháp sử dụng tập lệnh AT cũ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Phương pháp sử dụng giao thức PPPoS kết hợp với bộ thư viện LwIP để thực hiện kéo luồng dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu đồng thời sử dụng mạng di động 4G cho các hệ thống định vị RTK độ chính xác cao chi phí thấp mang lại hiệu quả tốt và rất dễ áp dụng cho nhiều nền tảng phần cứng phổ thông và giá rẻ. Phương pháp đã giải quyết được vấn đề tần suất cập nhật dữ liệu chậm do sử dụng phương pháp tập lệnh AT cũ. Việc triển khai thực tế phương pháp đã cho thấy khả năng cải thiện đáng kể về tần suất cập nhật dữ liệu từ 10 giây/bản tin lên 1 giây/bản tin cũng như cải thiện được tỷ lệ đạt định vị RTK “Fixed”. Qua đó giúp tối ưu chi phí hệ thống phần cứng mà vẫn đảm bảo được hoạt động của thiết bị.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nâng cao tần suất cập nhật dữ liệu cho hệ thống định vị RTK bao gồm các bước như sau:

bước 1: khởi tạo kênh truyền UART;

hệ thống sử dụng vi điều khiển làm bộ phận xử lý trung tâm (có thể là cấu trúc lõi ARM hoặc RISC-V), thực hiện các nhiệm vụ chính như sau:

giao tiếp với mô-đun mạng 4G thông qua giao tiếp UART nhằm thực hiện nhiệm vụ kéo luồng dữ liệu Ntrip về thông qua giao thức HTTP;

gửi dữ liệu Ntrip định dạng RTCM sang mô-đun RTK qua giao tiếp UART;

nhận và giải mã dữ liệu GNSS định dạng NMEA từ mô-đun RTK qua giao tiếp UART;

đóng gói bản tin dữ liệu dạng MQTT và gửi lên máy chủ.

kênh truyền được sử dụng cho giao tiếp giữa vi điều khiển và mô-đun 4G và mô-đun RTK là UART với phần cứng chuyên biệt phụ trách trên vi điều khiển, cho phép truyền nhận song công; trước khi thực hiện truyền, nhận dữ liệu cần khai báo cấu hình như: chân truyền, xung nhịp, trình phục vụ ngắt, tốc độ baud, bit chẵn/lẻ, số lượng bit dữ liệu, bit dừng;

bước 2: thiết lập chế độ dữ liệu PPPoS;

quy trình khởi tạo và thiết lập chế độ giao tiếp dữ liệu dựa trên giao thức PPPoS giữa vi điều khiển và mô-đun mạng 4G bao gồm:

khởi động mô-đun 4G: việc khởi động mô-đun sẽ thực hiện bằng cách kéo chân kích nguồn (Powerkey) của mô-đun 4G xuống đất trong một khoảng thời gian, thông thường khoảng 200ms; sau đó vi điều khiển sẽ điều khiển gửi các tập lệnh “AT” (chu kỳ khoảng 1 giây) cho đến khi nhận về phản hồi “OK” từ mô-đun. Nếu mô-đun phản hồi “OK” có nghĩa mô-đun đã được khởi động thành công;

thực hiện cấu hình các thông số cơ bản: cấu hình điểm truy cập APN (access point name), cấu hình nhà mạng, cấu hình băng tần (B1, B3, B8 cho mạng 4G tại Việt Nam), chế độ hoạt động, kiểm tra trạng thái nhận SIM, thuê bao qua IMSI (internal mobile subscriber identity) và ICCID (integrated circuit card ID) và một số thông số khác tùy thuộc vào loại mô-đun 4G sử dụng; sau đó thực hiện kiểm tra tình trạng sóng di động, trạng thái đăng ký kết nối vào mạng lõi; sau bước này, về cơ bản là mô-đun đã có thể kết nối vào mạng;

chuyển từ chế độ tập lệnh AT sang chế độ giao tiếp dữ liệu: gửi tập lệnh “ATD*99***1#” xuống mô-đun 4G, chờ phản hồi “CONNECT” từ mô-đun, sau bước này mô-đun đã được chuyển đổi thành công sang chế độ giao tiếp dữ liệu;

khởi tạo và chạy ngăn xếp LwIP trên vi điều khiển: thực hiện đăng kí các hàm trả về các trạng thái kết nối mạng (bắt đầu, kết thúc, đã kết nối, mất kết nối, ...), gán giao diện mạng PPPoS vào ngăn xếp của giao thức LwIP (nền giao thức TCP/IP) và khởi chạy sau đó chờ phản hồi địa chỉ IP; địa chỉ IP được phản hồi về chứng tỏ chế độ dữ liệu PPPoS giữa vi điều khiển và mô-đun 4G đã được thiết lập thành công, sẵn sàng cho truyền, nhận dữ liệu qua mạng 4G;

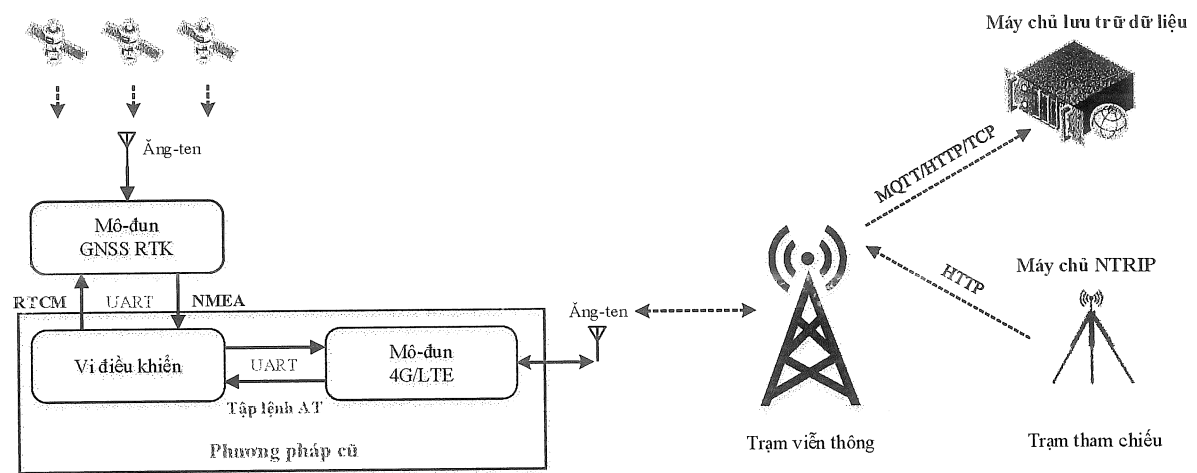
bước 3: khởi tạo các tác vụ;

chương trình hoạt động của hệ thống có thể được chia thành hai tác vụ chính cho vi điều khiển bao gồm: một là tác vụ kéo dữ liệu NTRIP, hai là tác vụ gửi bản tin lên máy chủ; hai tác vụ này phải được thực hiện đồng thời (không theo tuần tự); trước khi thực hiện quá trình chạy các tác vụ, cần khai báo, cấu hình và khởi tạo các tham số của các tác vụ trong đó có một số thông số chính quan trọng như: bộ nhớ stack, mức độ ưu tiên và lỗi thực hiện (đối với những vi điều khiển đa lõi);

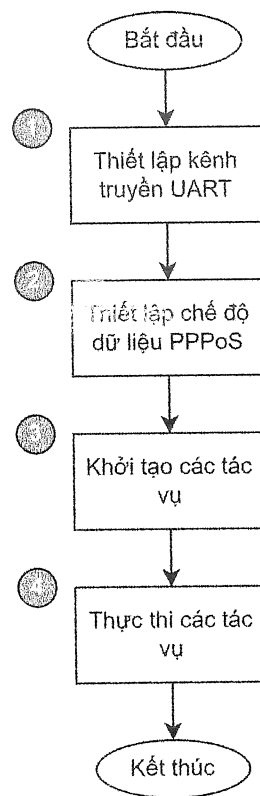
bước 4: thực thi các tác vụ;

chương trình chạy trên hệ điều hành RTOS cho phép quản lý tài nguyên vi điều khiển, thực thi và quản lý hai tác vụ là kéo dữ liệu NTRIP và gửi dữ liệu lên máy chủ; các tác vụ này sẽ có mức độ ưu tiên giống nhau và được hệ điều hành RTOS quản lý theo cơ chế lập lịch quay vòng (round-robin scheduling); mỗi tác vụ sẽ phải thực thi một số tiến trình tuần tự nhất định sẽ được mô tả chi tiết ở phần tiếp theo;

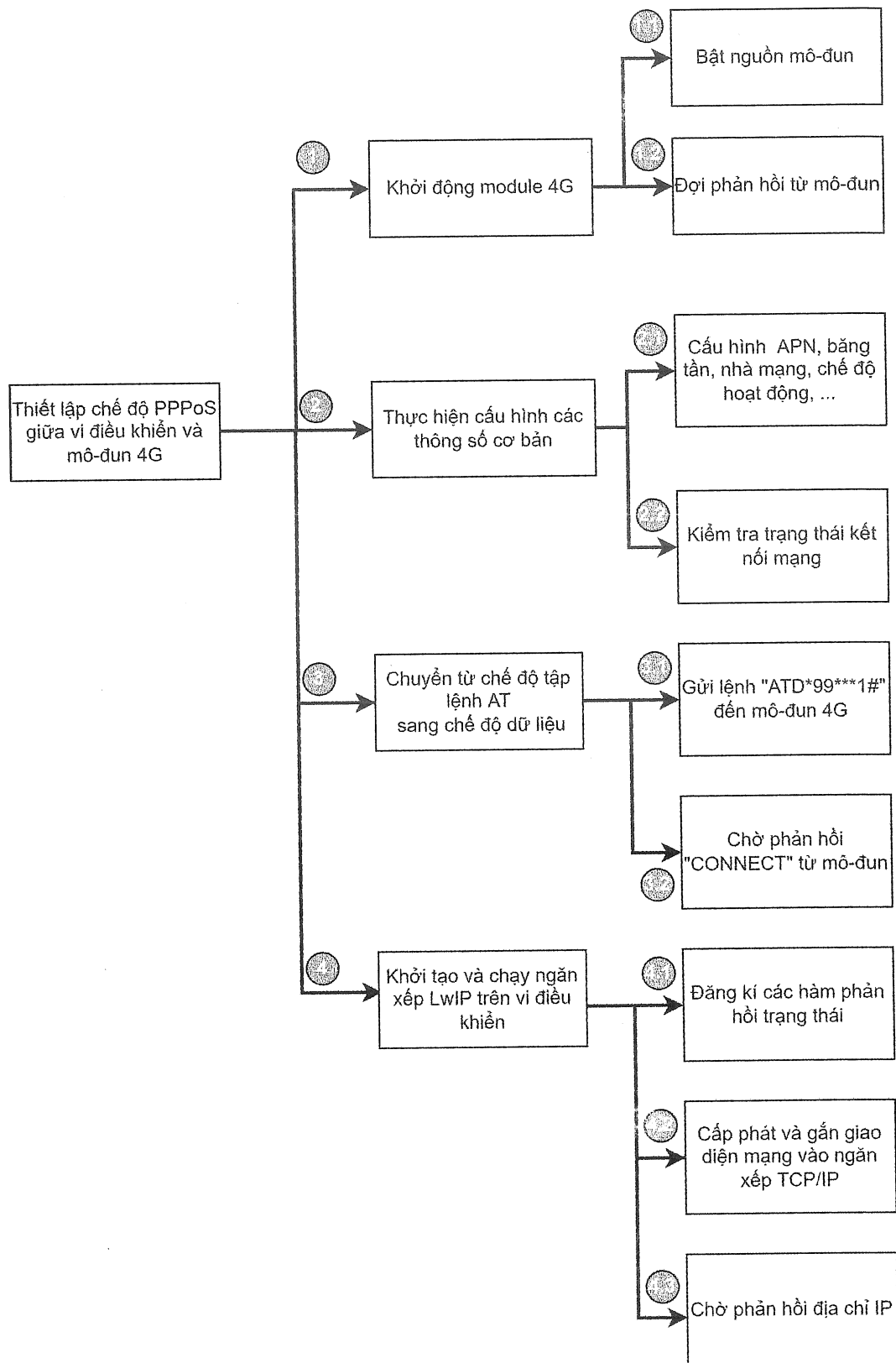
dựa theo các bước thực hiện theo phương pháp đề xuất, chương trình chạy trên vi điều khiển sẽ đảm bảo được cập nhật dữ liệu vị trí lên máy chủ dữ liệu với tần suất được cải thiện ít nhất một bản tin/ giây mà không gây gián đoạn luồng kéo dữ liệu NTRIP và đẩy sang mô-đun RTK trên một mô-đun 4G duy nhất; kết quả sẽ được đánh giá thông qua chỉ số tỷ lệ phân bố chế độ định vị, được trình bày ở phần thử nghiệm thực tế thiết bị thử nghiệm ứng dụng phương pháp đề xuất của sáng chế.



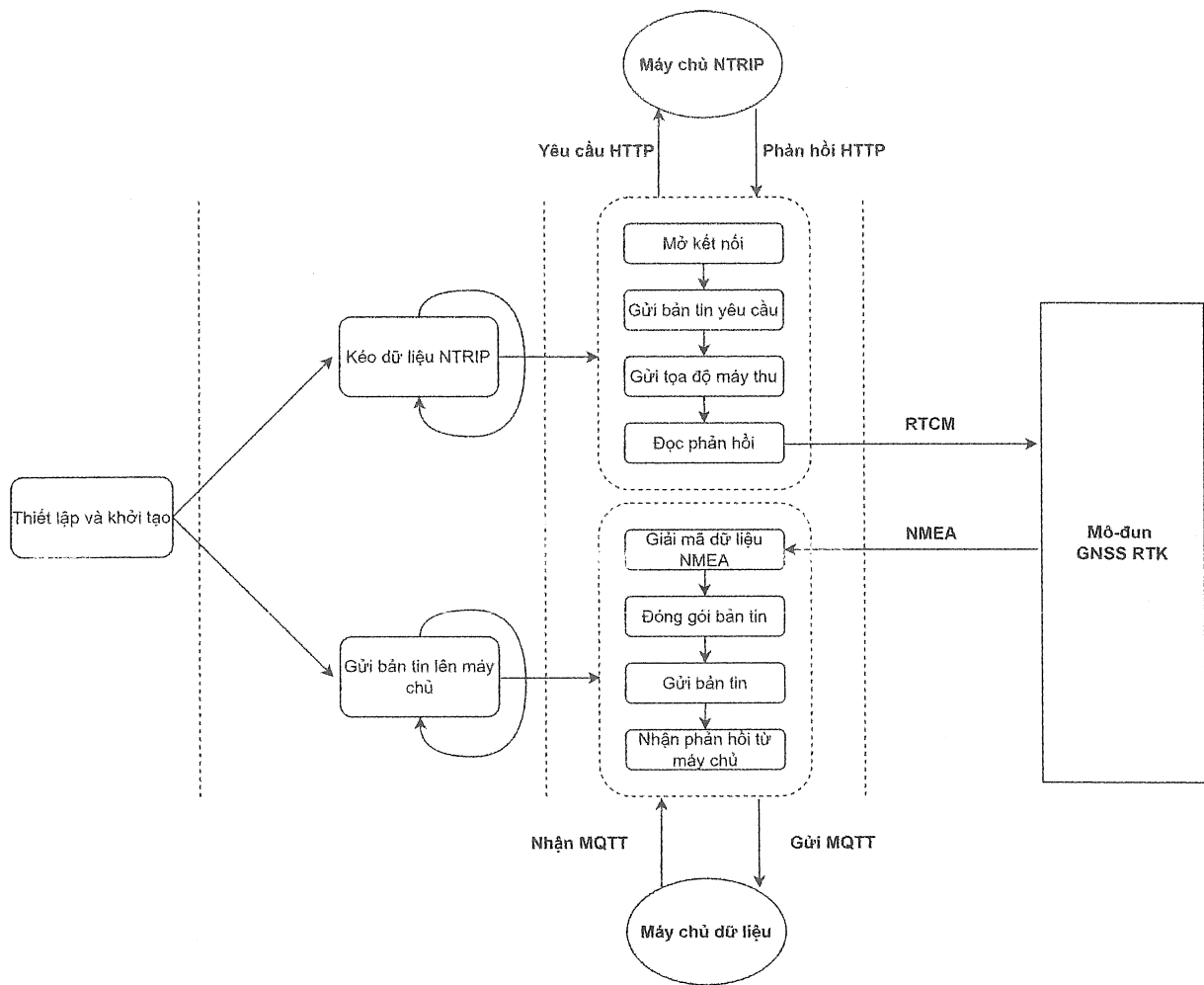
Hình 1



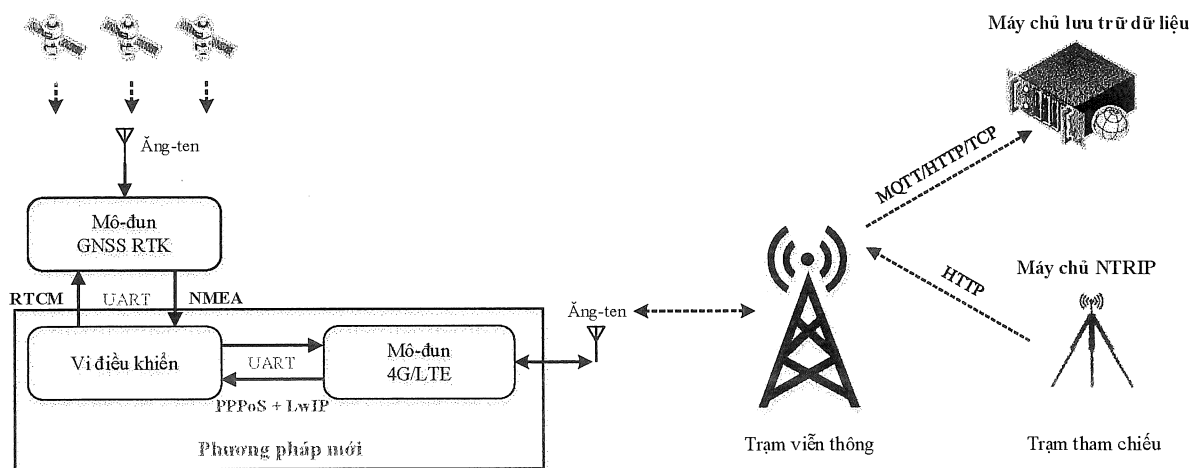
Hình 2



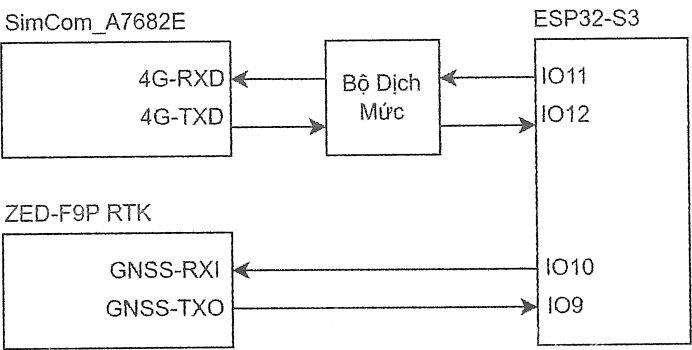
Hình 3



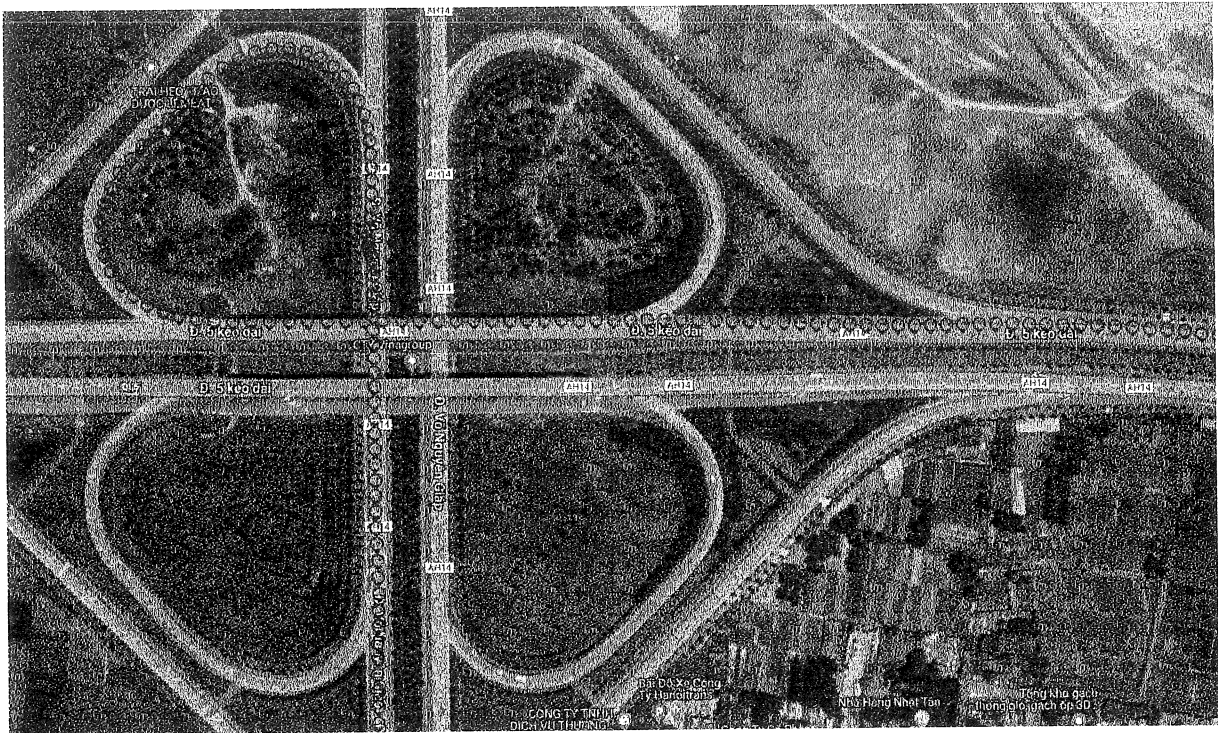
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7