

CÁC TÍN HIỆU MỚI TỪ NHỮNG VỆ TINH GPS THẾ HỆ MỚI

TS. NGUYỄN NGỌC LÂU

*Bộ môn Địa Tin Học
Trường Đại học Bách khoa TP HCM*

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu các tín hiệu mới L2C và L5 trên các vệ tinh GPS Block IIR-M và Block IIF; các đặc điểm và cấu trúc của loại tín hiệu mới; và sự ảnh hưởng của nó đối với cộng đồng dân sự sử dụng GPS cho những ứng dụng chính xác cao.

1. GIỚI THIỆU

Kể từ khi vệ tinh GPS đầu tiên thế hệ Block I được đưa vào quỹ đạo vào năm 1973 cho đến vệ tinh cuối cùng của thế hệ Block IIR, tín hiệu phát từ các vệ tinh GPS này luôn luôn thống nhất. Chúng bao gồm các mã đo khoảng cách C/A, mã P/Y, thông báo hàng hải (NAV) được truyền trên hai tần số sóng tải L1 1575,42 MHz và L2 1227,60 MHz. Tuy nhiên, trong số các thành phần tín hiệu này, người sử dụng dân sự chỉ nhận được các trị đo khoảng cách trên mã C/A và trị đo pha sóng tải tích hợp trên L1. Chỉ có các máy thu quân sự của Mỹ hay các máy thu đắt tiền với kỹ thuật giải mã phức tạp mới có khả năng cung cấp trị đo khoảng cách trên mã P/Y và trị đo pha tích hợp trên L2. (Xem hình 1)

Quá trình hiện đại hóa tín hiệu GPS đã, đang và sẽ tiến hành cho các vệ tinh ở thế hệ Block IIR-M, Block IIF và Block III (xem hình 1). Trong đó vệ tinh đầu tiên của Block IIR-M đã được phóng vào ngày 26-9-2005, và tiếp tục sẽ có đủ 8 vệ tinh loại này trên quỹ đạo. Mười hai vệ tinh Block IIF đang được công ty Boeing chế tạo và dự kiến sẽ phóng vào quỹ đạo từ năm 2009. Những tín hiệu trên các vệ tinh này được thống kê trên bảng 1, còn phổ năng lượng của chúng được cho ở hình 2.

Đáng chú ý nhất trong bảng 1 là hai tín hiệu L2 Civil (còn gọi là L2C) và L5 Civil vì chúng sẽ được cung cấp miễn phí cho người sử dụng dân sự tương tự như mã C/A trước đây. Hiện nay chưa có vệ tinh Block IIF trên quỹ đạo nên chúng ta chưa có L5. Tuy nhiên tín hiệu L2C thì đã bắt đầu phát từ năm 2005. Ngoài ra còn có thêm mã M (viết tắt của Military) được điều biến trên cả hai tần số L1 và L2. Mã này chỉ được khai thác cho mục đích quân sự nên nó được giữ bí mật tương tự như mã P/Y. (xem hình 2)

Người sử dụng GPS tại Việt Nam vẫn còn ngỡ ngàng với những loại tín hiệu mới và cũng chưa hình dung hết những lợi ích thiết thực do chúng mang lại. Vì vậy mục đích của bài báo này là giới thiệu các đặc tính và cấu trúc của những tín hiệu dân sự mới. Quan trọng hơn là chúng tôi sẽ phân tích để chỉ ra các thuận lợi từ việc sử dụng các tín hiệu đó đối với người sử dụng dân sự.

2. TÍN HIỆU DÂN SỰ L2C

Trong quá trình hiện đại hóa tín hiệu GPS, đã có ý kiến cho rằng nên trộn mã C/A vào sóng tải L2 là đơn giản nhất. Mã C/A được đề xuất vào những năm 1970. Nó là mã rất ngắn phù hợp với công nghệ thu nhận dữ liệu vào lúc bấy giờ. Với sự tiến bộ vượt bậc trong thế kỷ 21, hiện nay một mã dài có thể thu nhận một cách nhanh chóng



Block IIR-M



Block IIF



Block III

Hình 1: Các vệ tinh GPS thế hệ mới

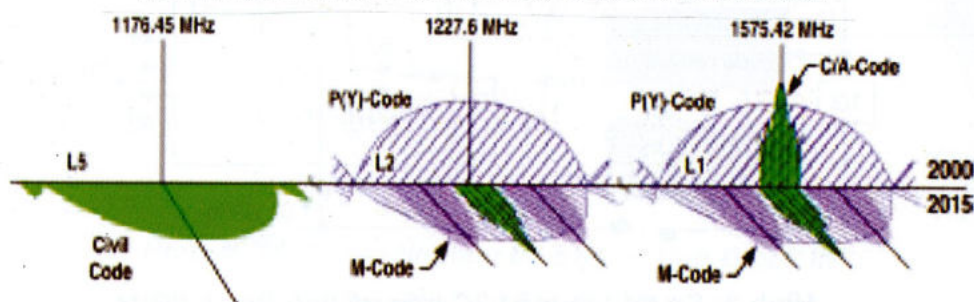
bằng một số lượng lớn các bộ tương quan số. Vì vậy mã C/A cũ nên được thay thế bằng một mã hiện đại tốt hơn cho những đòi hỏi của các ứng dụng mới và thách thức hơn.

Tín hiệu L2C chứa hai mã có chiều dài khác nhau được trình bày trên hình 3. Một mã có tên là CM – là mã điều tiết chiều dài chứa 10,230 chip, lặp lại mỗi 20 mili giây, và được điều biến với dữ liệu thông báo (NAV). Mã CL – mã dài chứa 767,250 chip, lặp lại mỗi 1,5 giây, được đồng bộ với Z-count 1,5 giây, và không có điều biến dữ liệu. (Xem hình 3)

Các chọn lựa tín hiệu được điều khiển bởi hai công tắc A và B. Trong cả hai công tắc, vị trí '1' là mặc định. Vị trí A2 cho phép mã C/A cũ được truyền đi. Khi công tắc B ở vị trí '2', mã C/A được điều biến với dữ liệu thông báo (NAV). Tuy nhiên vị trí thích hợp hơn là B1 sẽ truyền riêng mã C/A mà không có dữ liệu điều biến. Mã CM điều biến và mã CL không điều biến được kết hợp theo từng bit bằng bộ multiplexer. Chip CM được truyền đi trước, theo sau là chip CL. Do đó mã truyền đi có một tốc độ chip chung là 1,023 MHz tương tự như mã C/A. Các máy thu L2 cần thiết kế sao cho có thể phát hiện khi nào có mã C/A hay có mã L2C.

Bảng 1: Tín hiệu trên các vệ tinh GPS
(Tham khảo từ tài liệu [1])

Tín hiệu \ Block	IIR	IIR-M	IIF
L1 C/A	✓	✓	✓
L1 P/Y	✓	✓	✓
L1 M		✓	✓
L2 Civil		✓	✓
L2 P/Y	✓	✓	✓
L2 M		✓	✓
L5 Civil			✓



Hình 2: Phổ năng lượng của các tín hiệu GPS cũ và mới
(Tham khảo từ tài liệu [2])

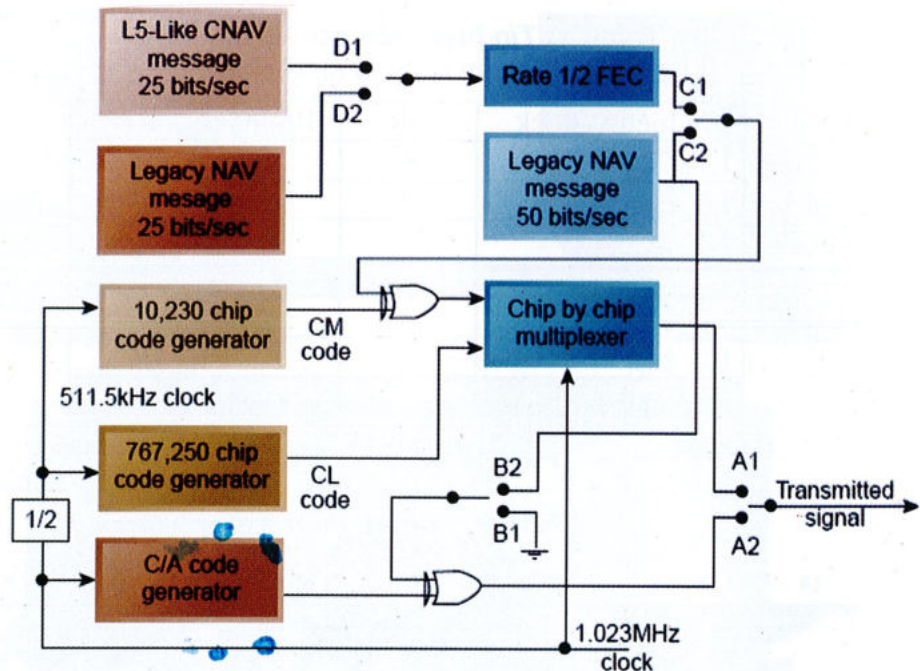
Cấu trúc tín hiệu L2C chia tín hiệu dân sự được truyền đi thành hai thành phần có năng lượng như nhau, một thành phần có chứa dữ liệu còn thành phần kia thì không. Trong khi đó mã L1 C/A đặt tất cả năng lượng tín hiệu dân sự vào một mã duy nhất có chứa dữ liệu. Vì vậy mức năng lượng mã C/A tham khảo là 0,0 dB cho kênh dữ liệu và không có năng lượng cho kênh không dữ liệu. Hai thành phần tín hiệu L2C có một nửa năng lượng tổng cộng, hay -3 dB. Mặc dù năng lượng L2C cho dữ liệu chiếm một nửa, ngưỡng phục hồi dữ liệu của nó là 5 dB tốt hơn mã C/A.

Việc thu nhận L2C là một vấn đề khác. Mã CM dài hơn mã C/A 10 lần và nó chỉ có một nửa năng lượng tổng cộng. Do đó, việc thu nhận tín hiệu L2C chiếm thời gian lâu hơn mã C/A 20 lần. Hiện nay điều này có thể thực hiện được bằng hàng trăm bộ tương quan số đặt trong các chipset GPS. Công nghệ tương quan số hiện đại cho phép việc thu các mã dài một cách nhanh chóng với

hoạt động tương quan chéo tốt hơn. Đây là một sự cải tiến quan trọng, bởi vì các tính chất tương quan chéo nghèo nàn của mã C/A sẽ cho phép các tín hiệu GPS mạnh lấn áp các tín hiệu yếu ớt và bỏ qua chúng. Các mã L2C dài hơn sẽ khắc phục khó khăn này.

3. TÍN HIỆU L5

Tín hiệu dân sự mới sẽ được phát trên tần số L5 $f_{L5} = 1176,45$ MHz. Như đã chỉ ra ở hình 4, không có tín hiệu quân sự trên L5. Cả hai mã trộn trên L5 đều là dân sự. Mã g_1 được điều biến với dữ liệu hàng hải (NAV) và số hiệu chỉnh sai số trước (FEC). Thông báo hàng hải đòi hỏi tốc độ 50 bps, nhưng FEC cần 100 ký hiệu trên 1 giây. Cả hai mã có độ dài 10,230 chíp, và được truyền đi ở tốc độ 10,23 Mcps. Các mã Neumann-Hoff (NH) đều được điều biến vào g_1 và g_2 với mục đích là làm tăng chiều dài của mã g_1 từ 10,230 chíp lên 102,300 chíp, mã g_2 từ 10,230 chíp lên 204,600 chíp. (Xem hình 4)



Hình 3: Sơ đồ tạo mã L2C trên vệ tinh Block IIR-M
(tham khảo từ tài liệu [1])

Giống L1 nhưng khác với L2, L5 nằm trong băng thông ARNS (Aero-nautical Radio Navigation Service). Do đó, việc xử lý L1 và L5 sẽ rất thích hợp cho các ứng dụng hàng không. Tương tự như L2C, các mã trên L5 dài hơn mã C/A 10 lần. Tốc độ tạo chip sẽ là 10,23 Mcps thay vì 1,023 Mcps. Do có tốc độ tạo chip cao hơn, L5 sẽ giúp các máy thu giải quyết tốt hơn vấn đề đa đường.

4. NHỮNG ẢNH HƯỞNG CỦA TÍN HIỆU MỚI ĐỐI VỚI NGƯỜI SỬ DỤNG GPS

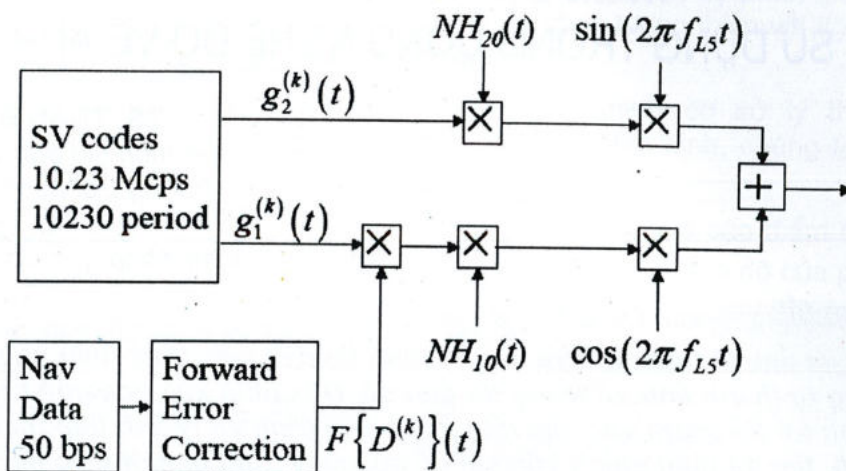
Đối với các ứng dụng trong trắc địa, trị đo GPS được quan tâm nhiều nhất là trị đo pha. Trước đây để có được trị đo pha tích hợp trên tần số L2, các máy thu GPS thường áp dụng kỹ thuật giải mã phức tạp vì không biết cấu trúc của mã P/Y. Điều này góp phần làm tăng giá thành của các máy thu GPS trắc địa 2 tần số. Với sự có mặt của mã L2C, việc phục hồi trị đo pha trên tần số L2 sẽ dễ dàng hơn nhiều và đạt chất lượng cao hơn. Vì vậy chúng ta có thể thấy trước xu hướng chung

là giá thành của máy thu GPS loại này sẽ nhanh chóng giảm xuống, trong khi sẽ có nhiều chức năng hơn trước.

Nếu trước đây người sử dụng dân sự chỉ thu được các trị đo trên một tần số, thì nay có thể có các trị đo trên cả ba tần số. Ba tần số dân sự này cho phép khử triệt để hơn ảnh hưởng độ trễ điện ly - nguồn sai số lớn nhất trong GPS - và giảm đáng kể các nguồn sai số khác. Ngoài ra vì có nhiều trị đo hơn nên sẽ cho phép ta cải thiện được độ chính xác định vị hơn nữa.

Với ba tần số, khả năng giải tham số đa trị sẽ dễ dàng và có độ tin cậy cao hơn ngay cả cho các đường đáy dài. Vì vậy giới hạn cự ly của kỹ thuật đo RTK sẽ tăng lên. Theo ước tính, nếu khoảng cách dưới 10 km, độ chính xác cm có thể dễ dàng đạt được. Nếu khoảng cách dưới 100km có thể đạt độ chính xác dm.

Độ chính xác định vị điểm đơn sẽ được cải thiện một cách đáng kể so với trước đây.



Hình 4: Sơ đồ tạo tín hiệu L5 trên vệ tinh Block IIF

(Tham khảo từ tài liệu [2])

Bằng cách sử dụng các trị đo trên cả 3 tần số sóng tải, người ta hy vọng định vị điểm có thể đạt độ chính xác từ cm đến dm khi đo tĩnh và từ dm đến m cho đo động.

Cùng với L1, tần số mới L5 nằm trong băng thông ARNS với một cấu trúc tín hiệu được thiết kế để cải thiện các ứng dụng hàng không.

5. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã trình bày một cách ngắn gọn các đặc điểm và cấu trúc của tín hiệu dân sự mới L2C và L5. Ưu điểm của những tín hiệu này so với mã C/A cũ đã được chỉ ra. L5 có năng lượng cao nhất và nằm trong băng thông ARNS, trong khi L2C có hoạt động tương quan chéo tốt nhất. Sự xuất hiện của những tín hiệu mới này sẽ làm cho thị trường máy thu GPS thay đổi theo chiều hướng có lợi cho người sử dụng, cải thiện độ chính xác định vị và triển khai nhiều ứng dụng trong lĩnh vực hàng không.

Tuy nhiên cũng cần nói thêm rằng để có thể nhận được tín hiệu L2C, ta cần phải có các máy thu thế hệ mới như Trimble R7, Leica mojoRTK, Topcon NET-G3, vv. Còn tín hiệu L5 thì phải chờ thêm một thời gian nữa.○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Richard D.F., Wai C., and Tom S., (2001), "The Modernized L2 Civil Signal: Leaping forward in the 21st Century", GPS World, September, pp. 28-34.

[2]. Enge P., (2003), "GPS Modernization: Capabilities of the New Civil Signals", Invited paper for the Australian International Aerospace Congress, Brisbane – Australia.

[3]. GPS Navstar JPO and Rockwell International, (2003), "ICD-GPS-200C", Navstar GPS Space Segment / Navigation User Interfaces, 164pp.○