

LẮP RÁP MÁY THU GPS RẺ TIỀN TẠI VIỆT NAM PHỤC VỤ CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA VÀ ĐỊA CHÍNH

TS. NGUYỄN NGỌC LÂU
Đại học Bách Khoa TP. HCM

Tóm tắt:

Giá thành các loại máy thu GPS một tần số chính xác vẫn ở mức cao. Điều này làm hạn chế khả năng áp dụng công nghệ GPS vào công tác Trắc địa và Địa chính tại Việt Nam. Chúng tôi đã nghiên cứu sử dụng các OEM GPS rẻ tiền và lắp ráp thành công máy thu GPS một tần số tại Việt Nam với giá thành chỉ bằng 1/2 đến 1/3 nhập ngoại. Quá trình đo kiểm nghiệm cho thấy máy thu này có thể định vị các đường dây ngắn hơn 10km với độ chính xác mm-cm, hoàn toàn đáp ứng yêu cầu cho các ứng dụng độ chính xác cao và trung bình trong Trắc địa và Địa chính.

1. Giới thiệu

Hiện nay 100% các máy thu GPS tại Việt Nam đều nhập ngoại. Trong đó những máy thu dùng cho mục đích trắc địa rẻ tiền nhất là loại một tần số cũng có giá bán vài ngàn USD (xem bảng 1).

Để đo tương đối, người sử dụng phải sử dụng ít nhất hai máy thu đo đồng thời. Có nghĩa chi phí tối thiểu để mua một cặp máy thu phải từ 4000 USD trở lên cho máy xuất xứ Trung Quốc và từ 8000 USD trở lên cho các loại máy khác. Điều này phần nào làm hạn chế khả năng áp dụng vào công tác Trắc địa và Địa chính ở Việt Nam. Trong đó chủ yếu là dùng để đo các cấp lưới khống chế tương đương với cấp địa chính.

Với mong muốn làm sao có thể hạ giá thành của máy thu GPS ở Việt Nam, chúng tôi đã nghiên cứu thử nghiệm một số mô đun

GPS rẻ tiền có khả năng cung cấp dữ liệu đo thô.

2. Thử nghiệm mô đun GPS của GARMIN

Một máy thu GPS trắc địa thường bao gồm 6 thành phần cơ bản được liệt kê ở hình 1. Trong đó bộ phận GPS mô đun có thể được xem là trái tim của mỗi máy thu. Đây là nơi diễn ra quá trình giải mã tín hiệu thu được từ các vệ tinh GPS để xuất ra hai loại trị đo khoảng cách: trị đo mã (còn gọi giả cự ly) và trị đo pha sóng tải. Thông qua sự điều khiển chung của bộ phận vi xử lý, những trị đo này được ghi vào bộ nhớ nội của máy thu hay hiển thị ra màn hình cho người sử dụng xem và kiểm tra. (Xem hình 1)

Chất lượng trị đo của một máy thu phụ thuộc rất nhiều vào quá trình giải mã của mô đun GPS. Do đó bộ phận này thường chiếm

Bảng 1: Giá bán của một số máy thu GPS trắc địa một tần số

| STT | Loại máy thu GPS một tần số | Giá bán/1cái |
|-----|-------------------------------|--------------|
| 1 | Leica Viva Uno 10 (T huy Sỹ) | 4000 USD |
| 2 | Magellan ProMark 3 (Pháp) | 4000 USD |
| 3 | Trimble R3 (Mỹ) | 4000 USD |
| 4 | South S65 (Trung Quốc) | 2000 USD |
| 5 | Hi Target HD8200 (Trung Quốc) | 2000 USD |

tỷ lệ khá lớn trong toàn bộ chi phí của một máy thu. Bảng 2 liệt kê giá bán của mô đun GPS của một số công ty khác nhau. Trong đó loại U-block LEA-6T và Garmin 15H/L cung cấp trị đo pha trên nửa bước sóng. Các loại còn lại là nguyên bước sóng. (xem bảng 2)

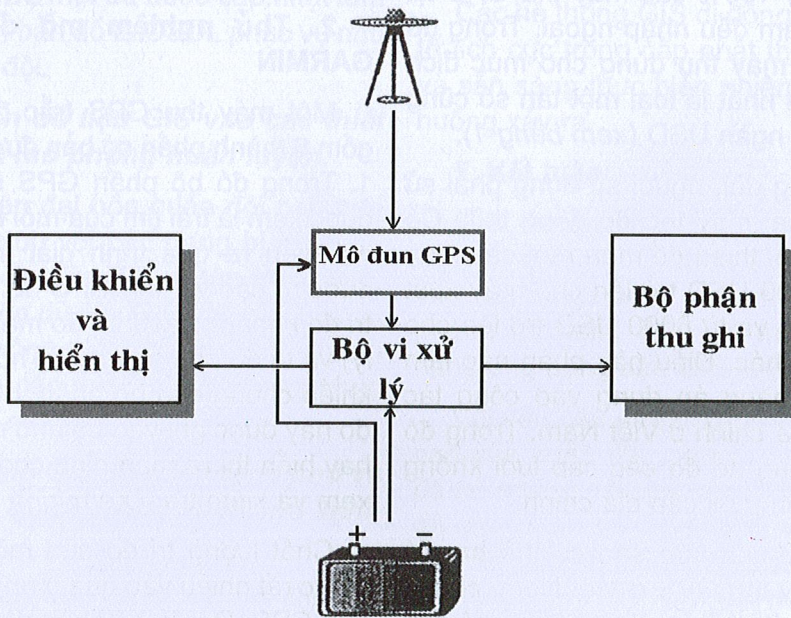
Nhược điểm của trị đo pha nửa bước sóng là làm giảm độ tin cậy của quá trình sửa chữa trượt chu kỳ và giải tham số đa trị [2]. Tuy nhiên ưu điểm của các mô đun GPS loại này thường có giá thành thấp hơn so với loại còn lại. Để có thể giảm giá thành thấp nhất của máy thu GPS, chúng tôi đã tập trung nghiên cứu các OEM GPS rẻ tiền của

Garmin. (xem hình 2)

Quá trình thử nghiệm trên các mô đun GPS của Garmin đã bắt đầu từ năm 2005, khi chúng tôi dựa trên ý tưởng của giáo sư Antonio Taberero Galan [1] để viết ra phần mềm RINEXLogger. Phần mềm cho phép lấy dữ liệu thô từ một số máy định vị cầm tay GPS của Garmin để hậu xử lý. Kết quả xử lý dữ liệu Garmin khi trộn chung với các máy thu GPS chất lượng cao khác cho sai số khoảng 5 mm trên đường đáy dài 4.4 km [2].

Khó khăn khi dùng các máy định vị cầm tay Garmin là cần phải có máy laptop để chứa dữ liệu thô (xem hình 2). Trong khi nguồn pin của máy laptop chỉ duy trì 2 đến

Hình 1: Các thành phần của một máy thu GPS



Bảng 2: Giá bán của một số mô đun GPS

| STT | Loại GPS module một tần số | Giá bán/1cái |
|-----|------------------------------|----------------|
| 1 | U-block LEA-6T (Thụy Sĩ) | 350 USD |
| 2 | Ashtech DG14 (Mỹ) | 2395 USD |
| 3 | Novatel OEMSTAR (Canada) | 720 USD |
| 4 | Crescent GPS module (Canada) | 300 USD |
| 5 | Garmin 25 series (Mỹ) | Ngừng sản xuất |
| 6 | Garmin 15H/L (Mỹ) | 54 USD |

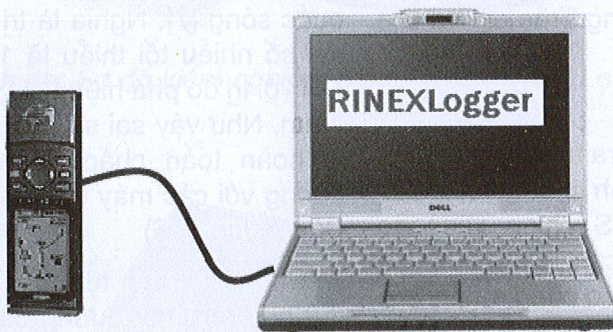
3 giờ. Do đó chúng tôi chuyển sang thử nghiệm các OEM của Garmin loại GPS 25 LP và GPS 15H/L (hình 3). Đây là những mô đun GPS có mức tiêu thụ năng lượng nhỏ, có thể thu tín hiệu đồng thời của 12 vệ tinh GPS. Kết quả định vị khi xử lý dữ liệu từ các OEM này đều cho kết quả rất lạc quan [3, 5]. (Xem hình 3)

3. Máy thu GPS “MADE IN VIETNAM”

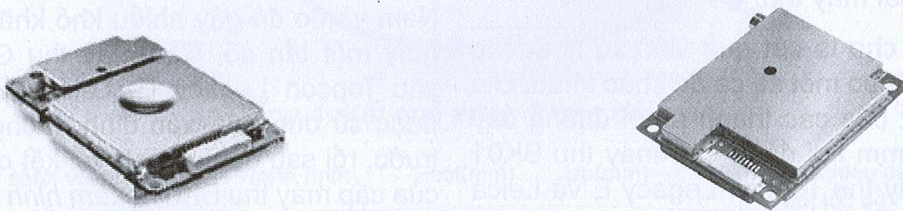
Từ việc thử nghiệm thành công các OEM của Garmin, chúng tôi tiến tới lắp ráp máy thu GPS đầu tiên tại Việt Nam, được đặt tên là BK01. Máy thu có các thông số kỹ thuật sau: (Xem bảng 3, hình 4)

Theo bảng 3, máy có kích thước nhỏ gọn

Hình 2: Lấy dữ liệu thô của máy Garmin 12XL



Hình 3: Garmin GPS 25 series (trái) và GPS 15H/L (phải)



Bảng 3: Các thông số kỹ thuật của máy thu GPS BK01

| | |
|-------------|--|
| Kích thước | 20×40×110 (mm) |
| Trọng lượng | 300g |
| Màn hình | LCD 131×131 pixel, 12 bit màu |
| Bàn phím | 9 phím chức năng |
| GPS mô đun | Garmin GPS 15H/L |
| Bộ nhớ | Micro SD card 512 MB |
| Bộ vi xử lý | Atmel mega 128 |
| Nguồn pin | Li-ion 3.7V |
| Ăng ten | Ăng ten ngoài Garmin GA 25MCX, Yhongyu ZYAGP -S014 |
| Ngôn ngữ | Tiếng Việt |

nư như một điện thoại di động do đó rất tiện lợi khi thu thập dữ liệu ngoài thực địa. Nguồn pin của máy có thể sử dụng liên tục trong 6 giờ mà không cần sạc lại. Bộ nhớ Micro SD card 512MB cho phép máy ghi lại dữ liệu đo với tốc độ 1s liên tục hơn 24 giờ.

Máy có hai chức năng: (i) định vị điểm đơn thời gian thực với độ chính xác 5-15m và (ii) lưu lại dữ liệu đo để hậu xử lý. Chúng tôi sẽ nhấn mạnh chức năng hậu xử lý tương đối của máy ở phần 4 vì chức năng này có thể đáp ứng các ứng dụng đòi hỏi độ chính xác cao và trung bình trong Trắc địa và Địa chính.

4. Kiểm nghiệm

Để kiểm tra trị đo xuất ra từ máy thu GPS BK01, chúng tôi đã so sánh chúng với các trị đo từ một máy thu GPS chính xác cao Topcon Legacy E hay Leica system 500. Cả hai máy thu này đều nối vào cùng một anten Topcon LEGANT2 (hay Leica AT 502) thông qua một bộ chia tín hiệu (xem hình 4). Thử nghiệm này tạo ra một đường đáy "zero" mà giá trị khảo sát của nó sẽ cho ta sai số định vị của cả hai máy thu.

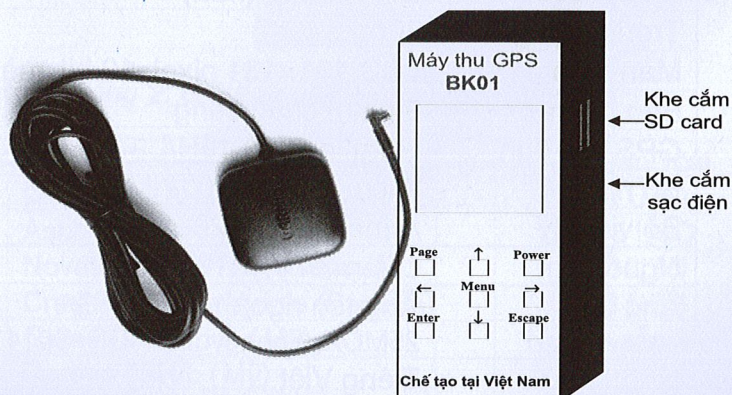
Bảng 4 cho ta kết quả việc xử lý đường đáy "zero" theo một số ca đo khác nhau. Giá trị lớn nhất của các thành phần đường đáy "zero" là 5mm khi đánh cặp máy thu BK01 với các máy thu Topcon Legacy E và Leica system 500. Hình 5 minh họa cho trị đo pha

và mã ở dạng hiệu đòì của các máy thu TOPCON-BK01. Sai số trị đo pha khoảng ± 0.03 chu kỳ $\sim \pm 6$ mm, đối với trị đo mã là ± 2 m. Hình 6 thể hiện phần dư trị đo pha hiệu đòì L1 của cặp máy thu TOPCON-BK01 ngày 22-09-2011 có giá trị trung bình là -1 mm với sai số trung phương là ± 4 mm. Vì vậy chúng tôi kết luận rằng trị đo pha L1 của máy thu BK01 có độ chính xác vài mm. (Xem hình 4a, 4b, bảng 4)

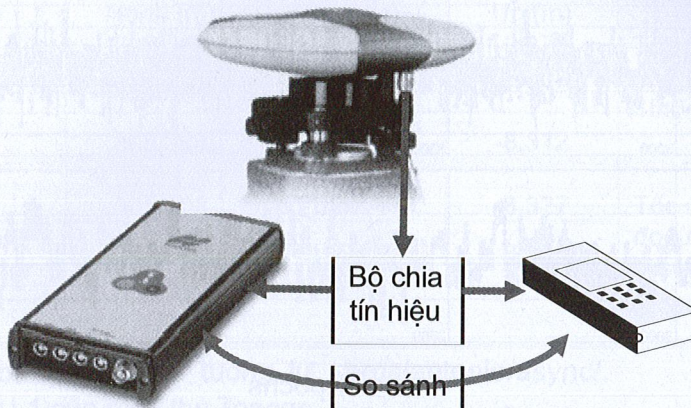
Cần lưu ý rằng các máy thu GPS ngày nay có sai số độ nhiễu chiếm khoảng 1% bước sóng [7]. Nghĩa là trị đo pha L1 sẽ có sai số nhiễu tối thiểu là $1\% \cdot 0.19\text{m} \sim 2\text{mm}$. Đối với trị đo pha hiệu đòì L1 sẽ là $2\text{mm} \cdot \sqrt{4} = 4\text{mm}$. Như vậy sai số của máy thu BK01 là hoàn toàn chấp nhận được và tương đương với các máy thu GPS chính xác cao. (Xem hình 5, 6)

Chúng tôi tiếp tục thực hiện thử nghiệm thứ hai trên một đường đáy dài 11km phân bố theo hướng Đông – Tây (xem hình 7). Theo tài liệu [3], các đường đáy phân bố theo hướng Đông – Tây sẽ chịu ảnh hưởng của tầng điện ly nặng nề hơn hướng Bắc – Nam và do đó gây nhiều khó khăn cho các máy một tần số. Các máy thu GPS chính xác Topcon Legacy E, Leica system 500 được sử dụng để xác định đường đáy này trước, rồi sau đó so sánh với kết quả định vị của cặp máy thu BK01. (Xem hình 7, bảng 5)

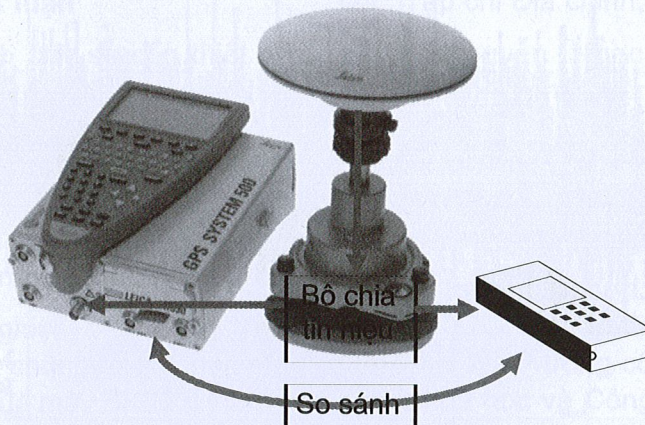
Hình 4: Hình dạng máy thu GPS BK01



Hình 4a: Sơ đồ kiểm nghiệm máy thu BK01 với Topcon Legacy E



Hình 4b: Sơ đồ kiểm nghiệm máy thu BK01 với Leica system 500



Bảng 4: Kết quả xử lý đường đáy zero

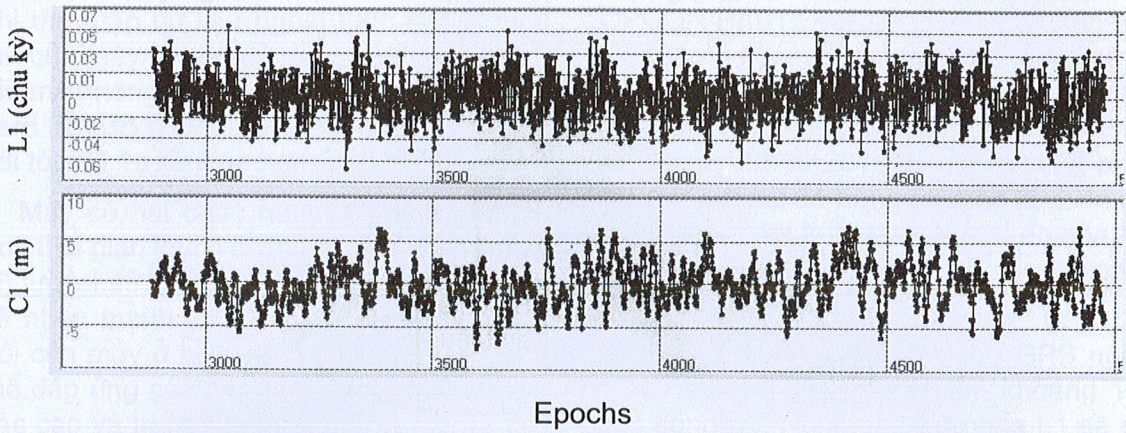
| So sánh với máy thu | North (mm) | East(mm) | Up(mm) | Ngày đo, chiều dài ca đo, tốc độ |
|---------------------|------------|----------|--------|----------------------------------|
| Topcon Legacy E | +2 | +5 | 0 | 22-09-11, 30m, 1sec |
| Topcon Legacy E | +1 | +5 | -2 | 24-09-11, 30m, 1sec |
| Topcon Legacy E | +2 | +2 | +1 | 04-10-11, 110m, 1sec |
| Leica System 500 | +3 | 0 | -3 | 07-11-11, 90m, 10sec |

Bảng 5 cho kết quả xử lý đường đáy theo một số phương án khác nhau. Kết quả xử lý trị đo L3 của máy thu Leica được coi là chính xác nhất (cho ở dòng đầu của bảng 5), vì trị đo L3 có thể giảm được hơn 90% ảnh hưởng của tầng điện ly. Dòng 2 bảng 5 là kết quả xử lý trị đo L1 của máy thu Leica. So với L3, L1 cho độ lệch hướng Đông 4-6cm còn độ cao đến 5-7cm. Như vậy ngay cả các máy

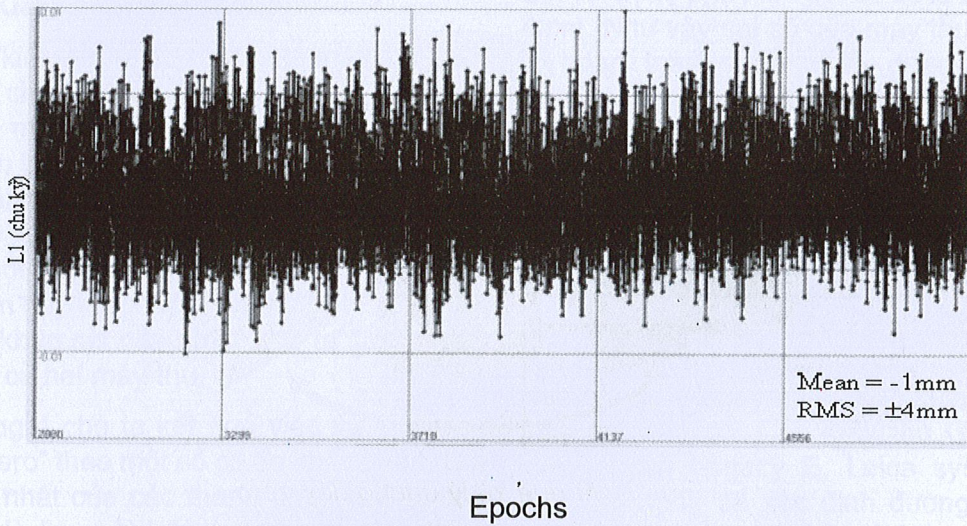
thu chính xác cao, kết quả định vị dùng trị đo L1 cũng kém chính xác do ảnh hưởng của tầng điện ly. Đối với máy thu BK01, khi xử lý L1 có sai số tương tự: hướng Đông 3-6cm, độ cao 2-5cm (dòng 4 bảng 6).

Để giảm ảnh hưởng của tầng điện ly, chúng tôi hiệu chỉnh trị đo L1 theo mô hình Klobuchar [7], thì độ chính xác của hướng Đông được cải thiện đáng kể và chỉ còn ở

Vệ tinh PRN06-PRN16



Hình 5: Trị đo pha (trên) và mã (dưới) ở dạng hiệu đôi giữa máy thu TOPCON-BK01



Hình 6: Phần dư trị đo pha hiệu đôi L1 của máy TOPCON-BK01



Hình 7: Đường dây thử nghiệm theo hướng Đông - Tây

Bảng 5: Kết quả xử lý đường đày 11km ngày 7-11-2011

| Máy thu/trị đo | North (m) | East (m) | Up (m) | Ghi chú |
|---|-----------|------------|--------|---|
| Leica 500 L3 | 305.298 | -11652.498 | -8.378 | Tốc độ thu 10s, đo từ 13:22 đến 15:04 |
| Leica 500 L1 | 305.304 | -11652.460 | -8.309 | |
| Leica 500 L1 hiệu chỉnh Klobuchar | 305.308 | -11652.505 | -8.312 | |
| BK01 L1 | 305.306 | -11652.439 | -8.327 | Tốc độ thu 1s, đo từ 15:07 đến 16:42 |
| BK01 L1 hiệu chỉnh Klobuchar | 305.306 | -11652.488 | -8.324 | |

mức 1cm (dòng 5 bảng 5). Điều tương tự cũng xảy ra khi xử lý L1 của máy thu Topcon và Leica.

5. Tóm tắt và kết luận

Chúng tôi đã trình bày sự cần thiết của máy thu GPS rẻ tiền phục vụ cho các ứng dụng độ chính xác trung bình tại Việt Nam. Máy thu GPS BK01 có thể xem là máy thu chính xác đầu tiên được lắp ráp Việt Nam với giá thành dự báo chỉ bằng 1/2 máy Trung Quốc và 1/3 so với máy từ Châu Âu và Mỹ.

Qua việc đo thử nghiệm đường đày "zero" và đường đày 11 km, chúng tôi kết luận rằng sai số trị đo pha L1 của máy BK01 ở mức vài mm và hoàn toàn tương đương với các máy thu chính xác cao. Độ chính xác định vị các đường đày ngắn hơn 10 km có thể đạt vài cm ở thành phần mặt bằng và độ cao.

Tuy nhiên, để máy thu trên có thể trở thành sản phẩm thương mại thực sự, chúng tôi còn phải thực hiện nhiều việc như thiết kế lại mẫu mã cho phù hợp với người sử dụng, hoàn thiện phần mềm xử lý trị đo pha trên nửa bước sóng, và liên kết với một đối tác khác để đưa sản phẩm ra thị trường.○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Antonio Taberero Galan, (2002), "Obtaining raw data from some Garmin units", website
<http://artico.lma.fi.upm.es/numerico/miem->

bros/antonio/async/.

[2]. Nguyễn Ngọc Lâu, (2007), "Khai thác các máy định vị cầm tay GPS trong Trắc địa", Tạp chí Địa chính, Vol. 1, pp. 3-7.

[3]. Nguyễn Ngọc Lâu, Hồ Nguyễn Hoàng Vũ, Dương Tuấn Việt, (2007), "Khảo sát cự ly giới hạn của máy thu GPS một tần số tại TP. Hồ Chí Minh", Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 10, Đại học Bách Khoa TP HCM.

[4]. Nguyễn Ngọc Lâu và Ung Lê Huy, (2009), "Khai thác trị đo pha của chip OEM GARMIN 25LP trong công tác trắc địa", Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 11 tại Đại học Bách Khoa TP. HCM, pp. 1684-1687.

[5]. Nguyễn Ngọc Lâu và Dương Tuấn Việt, (2011), "Thử nghiệm khả năng xử lý trị đo pha trên nửa bước sóng của các phần mềm thương mại", Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Số 9 tháng 9/2011.

[6]. Nguyễn Ngọc Lâu và Dương Tuấn Việt, (2011), "Ứng dụng thuật toán LAMBDA để xử lý trị đo pha nửa bước sóng từ các máy thu GPS rẻ tiền", Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 12 tại Đại học Bách Khoa TP HCM.

[7]. Rizos C., (1996), "Principles and Practice of GPS Surveying", Course Notes.○