

Ứng dụng bộ lọc tối ưu nhằm nâng cao độ chính xác trong định vị thiết bị khảo sát trên biển

Nguyen Xuân Tiến¹, Nguyễn Tiến Anh², Nguyễn Văn Toàn², Vương Hải Tú³, Trần Đức Tân⁴,

¹ Khoa Điện tử viễn thông, Đại học Kỹ thuật - Hậu cần CAND

² Khoa Hóa - Lý Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân Sự

³ Công ty EGS Việt Nam

⁴ Khoa Điện tử viễn thông, Trường ĐH Công nghệ, Đại học Quốc Gia Hà Nội

Abstract – Phương pháp định vị sử dụng sóng âm hiện nay đang là một trong những phương pháp tối ưu nhất được sử dụng để xác định hình dạng và vị trí các vật thể dưới mặt nước. Nguyên tắc chung để xác định vị trí của vật thể là dựa vào thời gian từ lúc phát tín hiệu tới khi nhận được tín hiệu phản hồi từ vật thể và tốc độ truyền sóng âm trong môi trường nước, để xác định khoảng cách từ nguồn phát sóng âm chủ động tới vật thể cần khảo sát. Với mỗi ứng dụng người ta sử dụng hệ thống có chiều dài đường cơ sở khác nhau. Có rất nhiều nguyên nhân gây ra sai số thông tin định vị như sai số vận tốc âm thanh, sai số do góc thu của các cảm biến... Bài báo này đề cập tới phương pháp giảm các sai số nói trên sử dụng bộ lọc Kalman trong định vị thiết bị khảo sát với hệ thống chiều dài cơ sở cực ngắn (USBL). Phương pháp này dùng kết quả từ phương pháp định vị thủ công kết hợp các giá trị điều chỉnh từ bộ lọc để khắc phục những sai số khi hệ thống USBL bị gián đoạn. Giải pháp đã được kiểm chứng sử dụng dữ liệu thực nghiệm cho kết quả cải thiện vị trí đáng kể.

Keywords – USBL system, Kalman filter, Sonar system, towfish sonar

I. GIỚI THIỆU

Hầu hết các thiết bị đo đều sử dụng sóng âm ở dải tần siêu âm từ cỡ 10 kHz đến 500 kHz [14]. Các thiết bị đo âm địa chấn có dải tần thấp hơn (vài kHz) do phải truyền qua các lớp đất đá sâu dưới đáy biển. Các thiết bị đo có thể được lắp đặt trên tàu khảo sát [3-7]. Một số thiết bị khác như các máy đo quét ngang âm bề mặt, máy đo từ trường, hay máy đo âm địa chấn thường được thả và kéo theo tàu bằng các sợi cáp (vừa chịu lực và truyền dẫn tín hiệu, nhằm duy trì khoảng cách tới đáy biển để đảm bảo độ phân giải và dải đo, giảm thiểu ảnh hưởng của các nguồn nhiễu từ tàu, giảm thiểu sai số do sóng biển. Tùy thuộc vào độ sâu mực nước ở vùng khảo sát, chiều dài thả cáp có thể lên tới 4000-5000 m. Hiện nay hệ thống định vị toàn

cầu vi sai DGPS được sử dụng phổ biến để xác định vị trí có thể cho độ chính xác lên tới 10-20 cm. Các thiết bị lắp đặt trên tàu được xác định vị trí từ hệ thống DGPS dựa vào các khoảng cách tới ăng-ten GPS và phương vị của tàu. Các thiết bị kéo theo tàu đòi hỏi phức tạp hơn, ở khoảng cách ngắn có thể sử dụng chiều dài cáp để tính theo cách tương tự. Ở những vị trí có mực nước sâu và chiều dài cáp lớn cần sử dụng hệ thống định vị sóng âm như USBL (ultra-short baseline) hay LBL (long baseline). Tuy nhiên không phải lúc nào hệ thống này cũng hoạt động tốt, phụ thuộc vào việc lắp đặt chính xác, lựa chọn hệ thống phù hợp và chất lượng của hệ thống AHRS. Bài báo này đề cập đến vấn đề tìm ra một giải pháp định vị tốt hơn trong trường hợp không có hệ thống định vị sóng âm, hoặc hệ thống đó hoạt động không tốt, sử dụng các thông tin về chuyển động từ các cảm biến gắn trên thiết bị kéo theo tàu.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

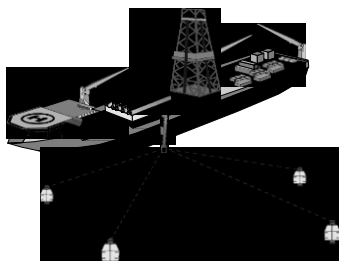
A. Phương pháp định vị bằng sóng âm

Phương pháp định vị bằng sóng âm sử dụng một dãy các phân tử thu - phát sóng âm chủ động có vị trí xác định trước [1, 2]. Khoảng cách từ thiết bị phát sóng âm tới vật thể cần xác định vị trí được tính toán dựa vào thời gian từ lúc phát tín hiệu đến lúc thu được tín hiệu phản hồi và vận tốc sóng âm truyền trong môi trường nước giống như các hệ thống đo đạc bằng sóng âm khác. Đường thẳng nối giữa hai phân tử thu phát được gọi là đường cơ sở (baseline), và khoảng cách giữa hai phân tử thu phát được dùng để phân loại các hệ thống định vị bằng sóng âm [14].

1. Phương pháp đường cơ sở dài LBL

Phương pháp đường cơ sở dài (LBL) sử dụng một dãy các bộ thu phát sóng âm đặt cố định tại các vị trí có tọa độ biết trước trên bề mặt đáy biển (xem hình 1). Khoảng cách từ tàu tới các bộ thu phát được xác định

và với 3 hoặc nhiều hơn 3 khoảng cách thì có thể tính toán được vị trí của tàu. Hệ thống LBL không cần các thiết bị hỗ trợ thông tin về chuyển động và hướng của tàu



Hình 1. Hệ thống định vị đường cơ sở dài LBL

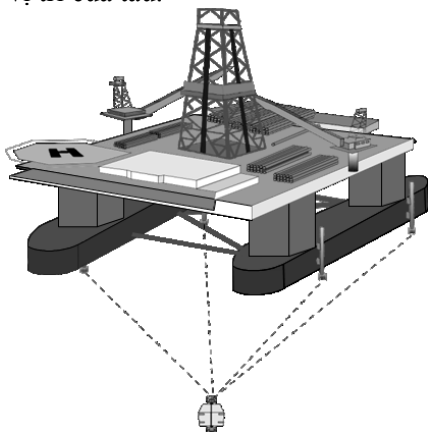
Nhược điểm:

- Hệ thống phức tạp và đắt tiền
- Cần nhiều thời gian để lắp đặt/tháo dỡ
- Đòi hỏi hiệu chỉnh mỗi lần lắp đặt và vận hành

2. Phương pháp đường cơ sở ngắn SBL

Hệ thống SBL sử dụng dây gồm tối thiểu 3 bộ thu phát gắn trên tàu hoặc giàn nổi với vị trí xác định trong hệ tọa độ cục bộ của tàu (xem hình 2). Cùng với việc xác định được khoảng cách từ vật thể tới các bộ thu - phát, hệ thống còn có thể xác định được hướng dựa vào việc so sánh thời gian trễ của tín hiệu gửi về các bộ thu - phát.

Vì khoảng cách và hướng được xác định theo các bộ thu phát gắn trên tàu nên các hệ thống SBL cần có thông tin hỗ trợ từ hệ thống tham chiếu chuyển động và hướng của tàu, cũng như một hệ thống định vị để cung cấp vị trí của tàu.



Hình 2. Hệ thống định vị đường cơ sở ngắn SBL

Ưu điểm:

- Hệ thống đơn giản và giá thành thấp hơn LBL
- Độ chính xác cao
- Chỉ cần 1 bộ thu phát lắp đặt dưới đáy biển, giảm thời gian lắp đặt/tháo dỡ

Nhược điểm:

- Đòi hỏi khoảng cách cơ sở lớn để đảm bảo độ chính xác trong vùng nước sâu
- Vị trí lắp đặt các bộ thu phát đòi hỏi được đo đạc chính xác và được hiệu chỉnh
- Độ chính xác phụ thuộc cả vào các thiết bị phụ trợ tham chiếu chuyển động và hướng
- Lắp đặt các bộ thu phát tại 3 vị trí khác nhau trên tàu, tốn kém hơn

3. Phương pháp đường cơ sở cực ngắn USBL

Là phương pháp định vị được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng khảo sát và đo đạc hiện nay (xem hình 3). Khác với hệ thống SBL, các phần tử thu phát được thiết kế và sắp xếp trong một bộ thu phát duy nhất, cho phép lắp đặt dễ dàng và thuận tiện cho các tàu cỡ nhỏ. USBL sử dụng một dãy các phần tử thu phát nhỏ với sơ đồ bố trí khác nhau (thường phân bố theo hai hướng cơ sở trực giao với nhau, số lượng ít nhất là 3) để xác định khoảng cách và phương vị của bộ phát đáp gắn trên vật thể cần xác định vị trí.

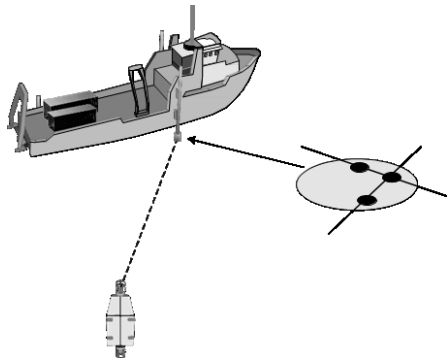
Tương tự như hệ thống SBL, các bộ thu phát được gắn trên tàu, do đó cần có các thiết bị phụ trợ thông tin tham chiếu chuyển động và hướng, cũng như một hệ thống định vị để xác định vị trí của tàu

Ưu điểm:

- Hệ thống đơn giản
- Không cần lắp đặt các bộ thu phát dưới đáy biển
- Chỉ có một bộ thu phát lắp đặt trên tàu tại 1 vị trí duy nhất

Nhược điểm:

- Hiệu chỉnh phải được thực hiện tốt
- Độ chính xác phụ thuộc vào chất lượng các thông tin tham chiếu chuyển động và hướng



Hình 3. Hệ thống định vị USBL

4. Tần số sử dụng trong các hệ thống định vị sóng âm

Tần số là một trong các yếu tố ảnh hưởng đến phạm vi truyền sóng, độ phân giải và độ chính xác của kết quả đo (xem bảng 1)

Bảng 1 - Phạm vi hoạt động của sóng âm theo dải tần số

Dải tần số	Băng thông	Phạm vi hoạt động
Dải tần số thấp (LF)	8-16 kHz	>10 Km
Dải tần số trung (MF)	18-36 kHz	2-3.5 Km
Dải tần số cao (HF)	30-60 kHz	1.5 Km
Dải tần số siêu cao (EHF)	50-110 kHz	<1000 m
Dải tần số cực cao (VHF)	200-300 kHz	<100 m

B. Các vấn đề nhiễu ảnh hưởng tới độ chính xác

1. Nhiễu môi trường

Nhiễu môi trường đến từ các yếu tố bên ngoài như sóng, gió, mưa hay động vật dưới nước... Thông thường các nguồn nhiễu này ở mức thấp và ở dải tần số từ 10kHz đến 100kHz, nhỏ hơn 40dB re 1μPa ở dải tần độ rộng 1Hz. Tuy nhiên mưa lớn có thể tăng mức nhiễu thêm 15-25dB ở tần số 10kHz. Ở cùng điều kiện, nhiễu môi trường ở vùng nước nông thường cao hơn vùng nước sâu khoảng 9dB

2. Nhiễu tự sinh

Nhiễu tự sinh chủ yếu đến từ các yếu tố như hoạt động của chân vịt, động cơ của tàu, dòng chảy và nhiễu mạch điện. Nhiễu do chân vịt là loại nhiễu phổ biến do hoạt động của các loại chân vịt tạo ra bong bóng. Các loại chân vịt có độ nghiêng của cánh thay đổi được thường gây ra nhiễu nhiều hơn so với các loại có độ nghiêng cố định. Mức nhiễu tăng theo tần số và lớn nhất ở dải tần số từ 100Hz đến 1000Hz sau

đó giảm khoảng 6db/octave, và do đó ảnh hưởng đến các hệ thống hoạt động ở dải tần số thấp nhiều hơn. Nhiễu chân vịt cũng tỷ lệ với tốc độ và khoảng cách từ các bộ thu phát tới vị trí của nguồn nhiễu.

3. Nhiễu động cơ

Loại nhiễu này xuất phát từ hoạt động của động cơ, các tời kéo trên tàu hay các hệ thống thủy lực của các thiết bị lặn điều khiển từ xa dưới nước, và rất khó để định lượng. Thực tế cho thấy nhiễu âm từ các hệ thống thủy lực (bơm, van...) trên các thiết bị lặn dưới nước thường là một trong các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của các hệ thống định vị bằng sóng âm, và đôi khi có thể gây gián đoạn hoàn toàn hoạt động của các hệ thống này

4. Nhiễu thủy động học

Nhiễu dòng chảy được tạo ra do sự nhiễu động của nước tại ranh giới các lớp dòng chảy. Nói chung đây là nguồn nhiễu ít ảnh hưởng tới hoạt động của hệ thống định vị bằng sóng âm, trừ khi nguồn nhiễu đến từ các cấu trúc, bộ phận bên ngoài của vỏ tàu. Tuy vậy nó có thể ảnh hưởng tới các thiết bị thu phát được thả chìm và kéo theo tàu nếu hoạt động ở tốc độ di chuyển cao và có đặc tính thủy động học không tốt.

5. Nhiễu vọng

Có thể phân loại làm 4 loại chính:

- Nhiễu vọng do các vật chất dạng hạt trong nước
- Nhiễu vọng từ bề mặt đáy biển
- Nhiễu vọng từ các lớp địa chất dưới đáy biển
- Nhiễu vọng từ các công trình do con người tạo ra

Ba loại nguồn nhiễu cuối cùng có ảnh hưởng nghiêm trọng tới hoạt động của hệ thống sóng âm do các tín hiệu phản hồi đến theo nhiều đường đi khác nhau và có thể có độ tương quan cao, dẫn đến hiện tượng giao thoa triệt tiêu với tín hiệu phản hồi thẳng trực tiếp từ các bộ phát đáp.

6. Tầm nhìn thẳng

Hai yếu tố chính ảnh hưởng tới hoạt động của các hệ thống định vị bằng sóng âm là nhiễu và tầm nhìn thẳng bị hạn chế giữa các bộ thu phát. Bất kỳ cản trở nào trên đường truyền sóng trực tiếp từ các bộ thu phát đều ảnh hưởng đến sai số hoặc làm gián đoạn hoạt động của các hệ thống định vị sóng âm

7. Hiện tượng đường truyền sóng bị bẻ cong và vùng mù

Tốc độ âm thanh lan truyền trong nước biển thay đổi theo nhiệt độ, độ dẫn điện và độ sâu (áp suất) dẫn đến hiện tượng khúc xạ, phản xạ khi lan truyền và làm đường truyền sóng bị bẻ cong. Các thiết bị đo vận tốc âm thanh theo độ sâu được sử dụng để hiệu chỉnh, tham chiếu cho các hệ thống đo và định vị chính xác dùng sóng âm ngày nay. Các phương pháp đo vận tốc âm thanh trong nước phổ biến hiện nay là phương pháp đo trực tiếp và gián tiếp:

- Phương pháp trực tiếp: sử dụng một bộ thu phát sóng âm và một mặt phản xạ đặt ở một khoảng cách nhất định. Tốc độ âm thanh được xác định bằng cách chia tổng quãng đường (biết trước và bằng hai lần khoảng cách từ bộ thu phát tới mặt phản xạ) cho tổng thời gian sóng lan truyền (đo được)
- Phương pháp gián tiếp: sử dụng các cảm biến đo nhiệt độ, áp suất và độ dẫn điện. Tốc độ âm thanh được tính dựa theo các công thức đã được đề xuất, trong đó ở độ sâu dưới 1000m công thức của Chen và Millero (1977) là phù hợp nhất và ở độ sâu lớn hơn công thức của Dell Grosso được sử dụng [15].

C. Bộ lọc Kalman

Theo lý thuyết thì bộ lọc Kalman là ước lượng cho vấn đề phương trình tuyến tính đó là vấn đề của việc ước lượng trạng thái tức thời của hệ thống tuyến tính động bị nhiễu bởi nhiễu trắng và bởi việc sử dụng các phương pháp đo tuyến tính có liên quan tới trạng thái nhưng lại bị ngắt bởi nhiễu trắng. Ước lượng cuối cùng là thống kê tối ưu với sự thừa nhận bất kỳ hàm phương trình nào của lỗi ước lượng [13].

1. Lý do cho việc sử dụng bộ lọc Kalman

- Cho phép tiến hành đo độ chính xác vị trí được dự đoán cho các tính toán có thể hủy diệt vũ khí; tính toán ước đoán điểm ảnh hưởng.
- Cho phép thực hiện tối ưu các phép đo độ chính xác thay đổi với n ; các phép đo lỗi, sự không đồng đều giữ các lần đo.
- Cho phép tối ưu sử dụng thông tin ưu tiên khi có thể
- Cho phép các mục tiêu động được sử dụng trực tiếp để tối ưu hóa các thông số bộ lọc
- Sự bổ sung của sự biến đổi vận tốc ngẫu nhiên làm cho bộ lọc Kalman luôn ổn định.

2. Mô hình bộ lọc Kalman

2.1. Mô hình trạng thái động

Bộ lọc Kalman được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực và ứng dụng khác nhau [9-13]. Mô hình trạng thái động biểu diễn động lực học của mô hình hệ thống thời gian liên tục [8]

$$\dot{x}(t) = F(t)x(t) + G(t)w(t) \quad (1)$$

ở đó: x là các trạng thái của hệ thống động; F là ma trận hằng số biểu diễn động lực học của hệ thống; G là ma trận tạo hình cho nhiễu trắng đầu vào; w là hàm cường độ bức ngẫu nhiên, nhiễu Gaussian trị trung bình bằng 0.

2.2. Mô hình trạng thái đo lường

Mô hình đo lường gồm tập giám sát z có thể đánh giá các trạng thái x . Vector trạng thái x có liên quan tới vector giám sát [8]:

$$Z_k = H_k x_k + v_k \quad (2)$$

ở đó Z_k là vector đo lường; H_k là ma trận thiết kế; v_k là vector nhiễu đo lường.

Mỗi bộ lọc dưới sự so sánh là các bộ lọc Kalman mở rộng lập do sử dụng mô hình phép đo phi tuyến tính tự nhiên.

D. Đối tượng khảo sát

Số liệu sử dụng trong bài báo này được thu thập tại hiện trường trong dự án khảo sát địa vật lý tại Vịnh Thái Lan phục vụ việc đánh giá định kỳ hiện trạng của các giàn khoan, đường ống dẫn cũ và xây dựng các giàn khoan, đường ống mới cho tập đoàn khai thác và sản xuất dầu khí Chevron Thái Lan

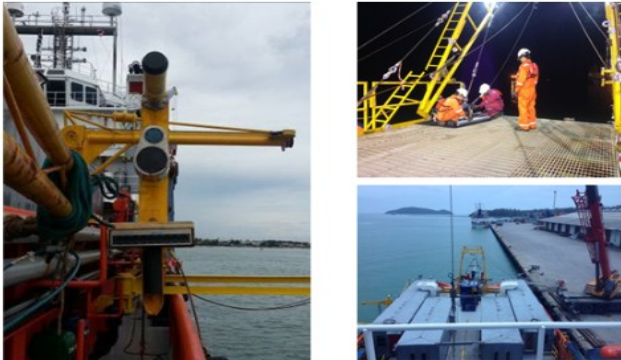
III. SỬ DỤNG BỘ LỌC KALMAN TRONG XỬ LÝ DỮ LIỆU

A. Mô hình khảo sát

Các thiết bị sử dụng để thu thập số liệu (hình 4) gồm:

- Tàu khảo sát MV Miclyn Energy
- Hai hệ thống DPGS (chính + phụ): Veripos LD6 + Ăng-ten V460
- Hai hệ thống la bàn điện tử (chính + phụ): Raytheon Standard 22
- Hai hệ thống tham chiếu chuyển động (chính + phụ): Seatex MRU5

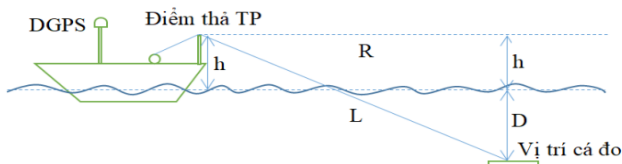
- Hệ thống USBL Sonardyne Scout Plus bao gồm bộ thu phát 8204 băng rộng, bộ phát đáp Costal và 8071 băng rộng
- Hệ thống cá đo quét ngang âm bề mặt đáy biển EdgeTech 4200MP
- Các hệ thống khác như hệ thống đo đa tia R2Sonic 2024, hệ thống đo âm địa chấn Sparker kèm theo nguồn phát CSP-D1200



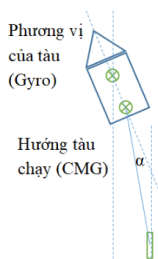
Hình 4. Tàu khảo sát

B. Thu thập và xử lý dữ liệu theo phương pháp truyền thống

Trong một số điều kiện khảo sát nhất định không sử dụng hệ thống USBL như khu vực nước nông gần bờ, hay các trường hợp hệ thống USBL bị nhiễu hoặc hoạt động chậm chạp, không tin cậy người ta sử dụng phương pháp định vị thủ công dựa trên chiều dài thả cáp, độ sâu và hướng của thiết bị (xem hình 5a, 5b).



Hình 5a. Mặt cắt đứng theo phương pháp xác định khoảng cách từ điểm thả tới cá đo



Hình 5b. Mặt cắt ngang, xác định góc phương vị

C. Xử lý số dữ liệu sử dụng bộ lọc Kalman

1. Thu thập và đánh giá dữ liệu

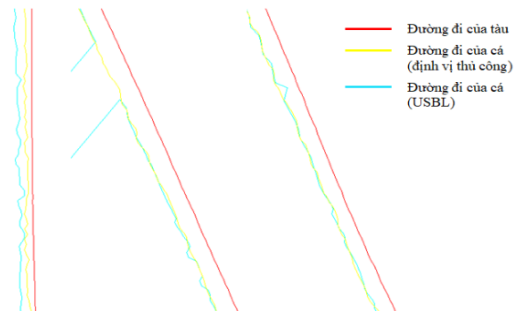
Trong bài báo này đề xuất ước lượng góc hướng phương vị α theo hai cách:

Bằng góc hướng ngược với hướng của cá đo: Cảm biến góc hướng trên cá khá ổn định và gần với góc hướng α xác định bởi hệ thống USBL. Tuy vậy có những thời điểm khi hướng chạy của tàu thay đổi lớn, hướng của cá đo dao động mạnh hoặc có một độ lệch so với góc hướng α

Bằng quan hệ tuyến tính với hướng của cá đo và hướng của tàu chạy:

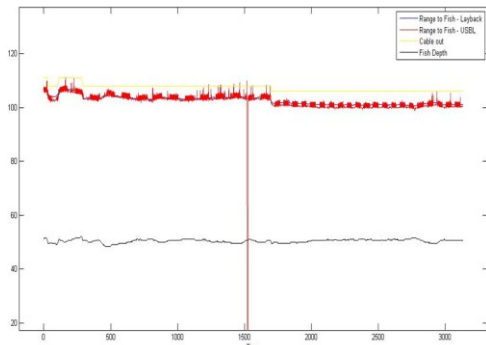
$$\alpha = a \times \text{hướng tàu chạy} + (1 - a) \times \text{hướng cá đo} + b \quad (3)$$

trong đó hệ số a và độ lệch b được xác định khi so sánh với kết quả của hệ thống USBL. Góc hướng α sau đó được lọc bằng một bộ lọc thông thấp để loại bỏ nhiễu tần số cao. Bộ số liệu được thu thập trên đường khảo sát có chiều dài khoảng 5.3km, điều kiện thời tiết xấu dẫn đến hệ thống USBL hoạt động không tốt ở một số thời điểm (Hình 6)

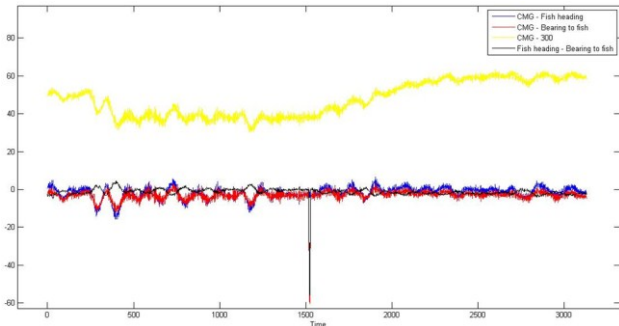


Hình 6. Một vài ví dụ điển hình của hệ thống USBL khi hoạt động không tốt

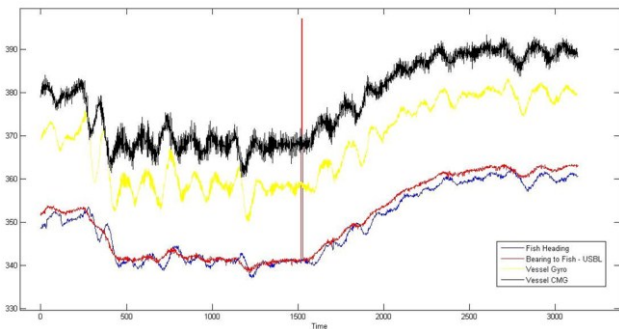
Số liệu khoảng cách từ điểm thả tới cá đo được thu thập theo phương pháp thủ công và sử dụng hệ thống USBL như hình 7.



Hình 7. Khoảng cách từ điểm thả cá đo tính theo phương pháp thủ công và của USBL



Hình 8.a Tương quan giữa hướng của cá, hướng của cáp thả và hướng tàu chạy CMG



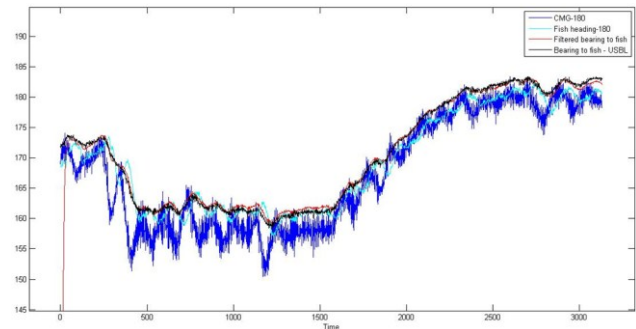
Hình 8.b Tương quan giữa hướng của cá đo, hướng phương vị α của hệ thống USBL, hướng phương vị của tàu và hướng tàu chạy

Ở những thời điểm tốt vị trí của cá đo tính theo phương pháp thủ công và bằng hệ thống USBL khá trùng khớp. Với phương pháp tính thủ công, khoảng cách từ điểm thả tới cá đo R rất ổn định do chỉ phụ thuộc vào chiều dài thả cáp và độ sâu của cá, trong khi hướng của cá đo từ cảm biến bị thay đổi do nhiễu động của môi trường và bản thân cảm biến

Với hệ thống USBL, khoảng cách R đo được bị nhiễu (trong trường hợp này xảy ra theo chu kỳ) nhưng vẫn bám sát khoảng cách R so với phương pháp tính thủ

công và phù hợp với thay đổi của chiều dài thả cáp. Hướng từ điểm thả cáp tới cá đo ổn định và khá tương đồng với hướng của cá đo. Hướng của cá và dây cáp luôn có xu hướng tiệm cận đến hướng tàu chạy (hướng lực kéo), trong khi hướng của dây cáp thay đổi nhanh hơn hướng của cá khi hướng tàu chạy thay đổi. Sai khác giữa hướng của cá và hướng dây cáp có xu hướng tiệm cận về 0 và sai khác lớn khi hướng của tàu chạy thay đổi đột ngột. Ở bước tiếp theo, góc hướng phương vị α sau đó được xác định bằng mối liên hệ tuyến tính với hướng của cá và hướng tàu chạy (3.1), hệ số $a = 0,4$ và độ lệch $b = 2$ (độ).

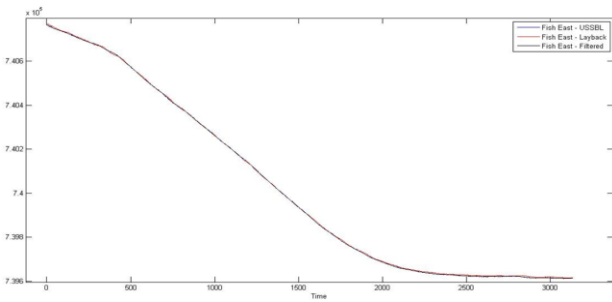
Do hướng tàu chạy chứa nhiều tần số cao, góc phương vị α sau đó được lọc bởi một bộ lọc thông thấp. Kết quả cho thấy rất tốt khi đối chiếu với kết quả của hệ thống USBL và tạo ra sự khác biệt lớn trong kết quả của phương pháp định vị thủ công.



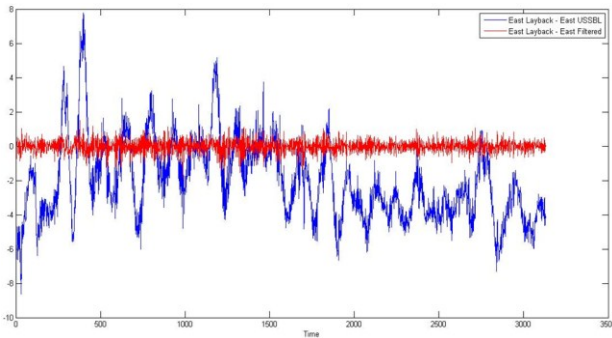
Hình 9. Hướng phương vị từ điểm thả cáp tới cá mô hình bằng quan hệ tuyến tính với hướng của cá và hướng tàu chạy

Đầu vào x là kết quả vị trí từ phương pháp định vị thủ công với góc hướng từ điểm thả cáp tới cá đo α được ước lượng bằng chính hướng của cá, trong khi đầu vào y là kết quả vị trí từ hệ thống USBL sau khi đã nội suy các vị trí ở thời điểm hoạt động của hệ thống USBL bị gián đoạn.

Kết quả xử lý tính toán theo hướng đồng được mô tả trong hình 10. Để thấy rõ chất lượng xử lý, hình 11 trình bày sai lệch tọa độ theo hướng đồng giữa phương pháp tính thủ công và USBL trước và sau lọc.

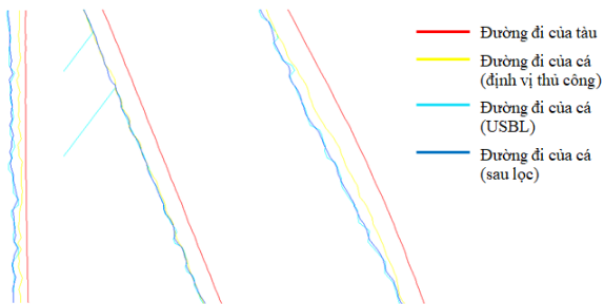


Hình 10. Tọa độ (E) của phương pháp thủ công, USBL và sau khi lọc



Hình 11. Sai lệch tọa độ (E) giữa phương pháp tính thủ công và USBL trước và sau lọc

Tương tự như vậy có thể thu được kết quả xử lý theo hướng bắc. Tổng hợp các kết quả ta được kết quả đường đi của cá đo, trước và sau lọc trình bày trong hình 12.

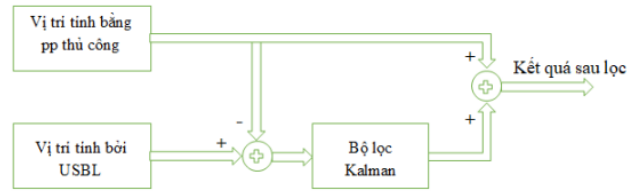


Hình 12. Đường đi của cá đo sau lọc

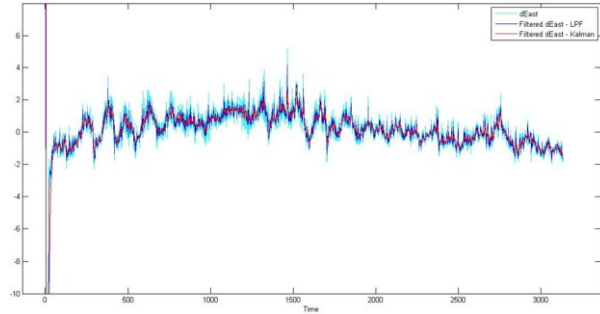
2. Sử dụng bộ lọc Kalman

Trong một đề xuất khác, nhóm nghiên cứu đề xuất sơ đồ áp dụng bộ lọc Kalman để cải thiện chất lượng xử lý tọa độ (hình 13). Hình 14 trình bày kết quả so sánh tọa độ theo hướng Đông của lọc thông thấp và Kalman. Với cách làm tương tự, hình 15 trình bày kết

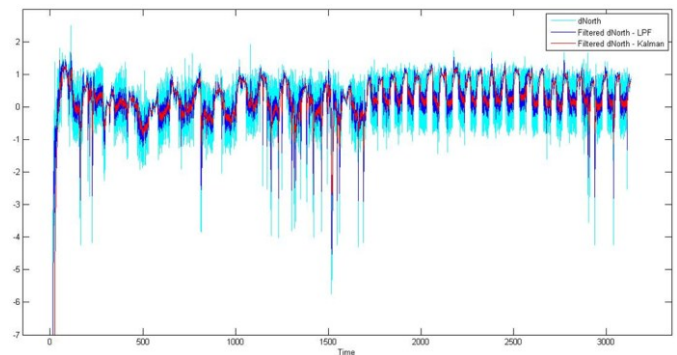
quả so sánh tọa độ theo hướng Đông của lọc thông thấp và Kalman.



Hình 13. Sơ đồ áp dụng bộ lọc Kalman thay thế



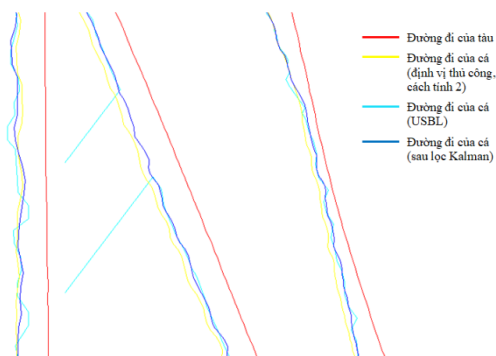
Hình 14. So sánh kết quả (tọa độ theo hướng Đông) của lọc thông thấp và Kalman



Hình 15. So sánh kết quả (tọa độ North) của lọc thông thấp và Kalman

IV. THẢO LUẬN

Dựa trên số liệu thu thập được có thể khẳng định tương quan chặt chẽ giữa chiều dài thả cáp và khoảng cách tương đối R từ điểm thả cáp tới cá đo, giữa hướng từ điểm thả cáp tới cá đo và hướng tàu chạy, hướng của cá đo. Khoảng cách R xác định bằng phương pháp thủ công tương đối ổn định và chính xác dựa trên so sánh với kết quả đo của hệ thống USBL. Trong khi đó hướng dây cáp có độ ổn định thấp hơn và sai lệch nhiều hơn so với kết quả của hệ thống USBL như hình 16.



Hình 16. Kết quả vị trí sau khi áp dụng bộ lọc Kalman

Phương pháp được sử dụng trong khảo sát là dùng bộ lọc Kalman để loại bỏ những sai số do các nguyên nhân về sự thay đổi hướng tàu. Tuy nhiên các kết quả thử nghiệm chỉ dựa trên số lượng dữ liệu thấp. Trên thực tế, đường đi của tàu và cá đo rất lớn, do vậy kết quả của bộ lọc có thể cho độ chính xác khả quan hơn. Việc sử dụng nhiều cảm biến thu ROV có tác dụng tốt hơn trong việc cập nhật dữ liệu, giảm tỉ lệ lỗi nhưng điều này không thường được áp dụng trong thực tế.

V. KẾT LUẬN

Bài báo đã thành công trong việc nâng cao chất lượng định vị của cá đo (towfish). Kết quả thu được được kiểm chứng với số liệu đo của hệ thống USBL (hoàn toàn độc lập với tất cả các số liệu khác). Đề xuất trong bài có thể giúp cho phương pháp định vị thủ công có độ chính xác cao trong trường hợp hệ thống USBL hoạt động gián đoạn hoặc không tốt. Khi áp dụng bộ lọc bù với đầu vào là kết quả của phương pháp tính thủ công và kết quả đo của hệ thống USBL đã giải quyết tốt các bất thường và gián đoạn trong kết quả đo của hệ thống USBL. Hướng nghiên cứu tiếp theo tập trung vào sử dụng bộ cảm biến quán tính gắn trên cá đo để phát triển bài toán dẫn đường quán tính sử dụng bộ lọc Kalman áp dụng cho xác định vị trí của cá đo. Đây là phương pháp sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng để ước lượng vị trí của cá đo sử dụng đầu vào là dữ liệu của phép đo thủ công, các nhiễu phi tuyến và hệ thống định vị quán tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Jonathan Martin, Subsea positioning through the ages, www.sonardyne.com
- Keith Vickery (1998), Acoustic Positioning Systems, A Practical Overview Of Current Systems, Sonardyne, Inc.
- Airmar Technology Corporation, Theory of Operations.
- L3 Communications SeaBeam Instruments (2000), Multibeam Sonar Theory of Operation.
- S.Adrián-Martínez, M.Ardid, M.Bou-Cabo, I.Felis, C.Llorens, J.A.Martínez-Mora, M.Saldaña, Acoustic signal detection through the cross-correlation method in experiments with different signal to noise ratio and reverberation conditions.
- Sonardyne, Wideband™ Fusion LBL and USBL
- Sonardyne, Fusion USBL System Manual
- Walter T. Higgins, Jr., A Comparison of Complementary and Kalman Filtering, IEEE Transactions On Aerospace And Electronic Systems Vol. Aes-1 1, No. 3.
- Tran, D. T., Luu, M. H., Nguyen, T. L., Nguyen, D. D., & Nguyen, P. T. (2014). Land-vehicle mems INS/GPS positioning during GPS signal blockage periods. Journal of Science, Vietnam National University, Hanoi., Vol. 23(4), pp. 243-251.
- Tan, T. D., Tue, H. H., Long, N. T., Thuy, N. P., & Van Chuc, N. (2006, November). Designing Kalman filters for integration of inertial navigation system and global positioning system. In The 10th biennial Vietnam Conference on Radio & Electronics, REV-2006. Hanoi, November (pp. 6-7).
- Tan, T. D., Ha, L. M., Long, N. T., Thuy, N. P., & Tue, H. H. (2007). Performance Improvement of MEMS-Based Sensor Applying in Inertial Navigation Systems. Research-Development and Application on Electronics, Telecommunications and Information Technology, (2), 19-24.
- Tan, T. D., Ha, L. M., Long, N. T., Tue, H. H., & Thuy, N. P. (2008, December). Novel MEMS INS/GPS Integration Scheme Using Parallel Kalman Filters. In Proceedings of the 2008 IEEE International Symposium on System Integration (pp. 72-76).
- Tan, T. D., Ha, L. M., Long, N. T., Tue, H. H., & Thuy, N. P. (2007, October). Feedforward Structure Of Kalman Filters For Low Cost Navigation. In International Symposium on Electrical-Electronics Engineering (ISEE2007) (pp. 1-6).
- GS.TSKH Phạm Hoàng Lân , PGS.TS Đặng Nam Chinh(2003), *Trắc địa biển*, NXB Hà nội.

