

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

TRƯỜNG DUY TRUNG

**XÂY DỰNG THUẬT TOÁN DẪN ĐƯỜNG
VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO PHƯƠNG TIỆN NGẦM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

TRƯƠNG DUY TRUNG

**XÂY DỰNG THUẬT TOÁN DẪN ĐƯỜNG
VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO PHƯƠNG TIỆN NGẦM**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Mã số: 62 52 02 16

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS Trần Đức Thuận**
- 2. TS Nguyễn Quang Vinh**

HÀ NỘI 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Những nội dung, số liệu và kết quả trình bày trong luận án là hoàn toàn trung thực và chưa có tác giả nào công bố trong bất cứ một công trình nào khác.

Tác giả luận án

Trương Duy Trung

LỜI CẢM ƠN

Công trình nghiên cứu này được thực hiện tại Viện Tên lửa, Viện Tự động hoá thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự - Bộ Quốc phòng.

Tác giả xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc tới tập thể cán bộ giáo viên hướng dẫn khoa học:

PGS. TS Trần Đức Thuận

TS Nguyễn Quang Vịnh

Đã tận tình hướng dẫn và giúp đỡ trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Tác giả luận án xin chân thành cảm ơn Ban Lãnh đạo, Chỉ huy Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, Phòng Đào tạo Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, Viện Tên lửa, Viện Tự động hoá các đồng nghiệp đã luôn động viên, quan tâm và giúp đỡ để hoàn thành luận án.

Xin chân thành cảm ơn các Thầy giáo, các nhà Khoa học và gia đình đã quan tâm giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu, cổ vũ và động viên tác giả hoàn thành công trình khoa học này.

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, VIẾT TẮT.....	vi
DANH MỤC ĐỒ THỊ, HÌNH VẼ	xi
PHẦN MỞ ĐẦU	1
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ DẪN ĐƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO PHƯƠNG TIỆN NGẦM	5
1.1 Tổng quan về phương tiện ngầm.....	5
1.2 Các hệ tọa độ sử dụng trong mô tả chuyển động của phương tiện ngầm.....	15
1.2.1 Hệ tọa độ quán tính	15
1.2.2 Hệ tọa độ cố định tâm trái đất.....	15
1.2.3 Hệ tọa độ địa lý	16
1.2.4 Hệ tọa độ gắn liền	16
1.2.5 Ma trận chuyển tọa độ.....	17
1.2.5.1 Phương pháp góc Ole.....	17
1.2.5.2 Phương pháp sử dụng tham số Rodrig – Hamilton	20
1.3 Tổng quan về dẫn đường quán tính	22
1.3.1 Nguyên tắc dẫn đường quán tính	22
1.3.1.1 Dẫn đường quán tính có đế	24
1.3.1.2 Dẫn đường quán tính không đế.....	27
1.3.2 Kết hợp các hệ thống định vị và dẫn đường	28
1.4 Mô tả động học phương tiện ngầm tự hành dạng ngư lôi	31
1.4.1 Các lực, mô men quán tính và hướng tâm của phương tiện ngầm tự hành	32
1.4.2 Các lực và mô men ngoại lực tác động lên phương tiện ngầm tự hành.....	33
1.4.2.1 Các lực và mô men gây ra bởi trọng lực và lực nổi	33
1.4.2.2 Các lực và mô men khối nước kèm.....	33
1.4.2.3 Các lực và mô men thủy động.....	34
1.4.2.4 Các lực và mô men của bánh lái	36
1.4.3 Các yếu tố môi trường tác động lên phương tiện ngầm tự hành.....	38
1.5 Kết luận chương 1	39
Chương 2: XÂY DỰNG THUẬT TOÁN XÁC ĐỊNH THAM SỐ DẪN ĐƯỜNG CHO VŨ KHÍ CHỐNG NGẦM	41

2.1	Xây dựng thuật toán dẫn đường quán tính không đề cho vũ khí chống ngầm...42
2.1.1	Xây dựng thuật toán xác định tham số dẫn đường cho vũ khí chống ngầm ở giai đoạn chuyển động trong khí quyển.....43
2.1.2	Xây dựng thuật toán xác định tham số dẫn đường cho vũ khí chống ngầm ở giai đoạn chuyển động trong nước.....50
2.2	Xây dựng thuật toán dẫn đường quán tính có đề cho vũ khí chống ngầm59
2.2.1	Xây dựng thuật toán xác định ma trận Côsin định hướng giữa hệ tọa độ đề với hệ tọa độ địa lý theo phương pháp phối hợp véc tơ vận tốc khi thả vũ khí chống ngầm từ máy bay phản lực 60
2.2.2	Xây dựng thuật toán xác định ma trận Côsin định hướng giữa hệ tọa độ đề với hệ tọa độ địa lý theo phương pháp phối hợp véc tơ vận tốc khi thả vũ khí chống ngầm từ máy bay lên thẳng 66
2.2.3	Thuật toán dẫn đường 70
2.3	Kết luận chương 2 72
Chương 3: XÂY DỰNG THUẬT TOÁN NHẬN DẠNG VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO VŨ KHÍ CHỐNG NGẦM 73	
3.1	Phương trình chuyển động của vũ khí chống ngầm 73
3.1.1	Phương trình chuyển động tổng quát..... 73
3.1.2	Phương trình chuyển động trong các mặt phẳng 76
3.1.2.1	Phương trình chuyển động trong mặt phẳng đứng..... 76
3.1.2.2	Phương trình chuyển động trong mặt phẳng ngang 78
3.1.2.3	Phương trình chuyển động theo góc lác..... 79
3.2	Nhận dạng mô hình vũ khí chống ngầm..... 79
3.3	Điều khiển hồi tiếp đầu ra neuron mờ thích nghi trực tiếp cho vũ khí chống ngầm...82
3.4	Dẫn đường cho vũ khí chống ngầm hiệu chỉnh quỹ đạo sau khi chạm nước.....91
3.4.1	Phương pháp dẫn đường cho vũ khí chống ngầm trong mặt phẳng ngang..91
3.4.2	Phương pháp dẫn đường cho vũ khí chống ngầm trong mặt phẳng đứng ...94
3.5	Kết luận chương 3 96
Chương 4: MÔ PHÒNG KIỂM NGHIỆM THUẬT TOÁN NHẬN DẠNG, DẪN ĐƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO VŨ KHÍ CHỐNG NGẦM97	
4.1	Mô phỏng xác định tham số dẫn đường cho vũ khí chống ngầm.....97

4.1.1 Xây dựng các hàm động học và hàm quan sát.....	97
4.1.2 Thực hiện bộ lọc Kalman.....	99
4.1.3 Kết quả mô phỏng.....	100
4.1.3.1 Giai đoạn vũ khí chống ngầm chuyển động trong khí quyển.....	100
4.1.3.2 Giai đoạn vũ khí chống ngầm chuyển động trong nước.....	101
4.2 Mô phỏng xác định ma trận Côsin định hướng giữa hệ tọa độ đế và hệ tọa độ địa lý theo phương pháp phối hợp véc tơ vận tốc.....	102
4.2.1 Trường hợp thả vũ khí chống ngầm từ máy bay phản lực.....	102
4.2.2 Trường hợp thả vũ khí chống ngầm từ máy bay lên thẳng.....	103
4.3 Mô phỏng nhận dạng tham số mô hình vũ khí chống ngầm.....	104
4.3.1 Nhận dạng tham số mô hình vũ khí chống ngầm theo góc chúc góc.....	104
4.3.2 Nhận dạng tham số mô hình vũ khí chống ngầm theo góc hướng.....	106
4.4 Mô phỏng điều khiển hồi tiếp đầu ra nơron mờ thích nghi trực tiếp cho vũ khí chống ngầm.....	109
4.4.1 Mô phỏng điều khiển vũ khí chống ngầm theo góc hướng.....	109
4.4.2 Mô phỏng điều khiển vũ khí chống ngầm theo góc chúc góc.....	111
4.4.3 Mô phỏng điều khiển vũ khí chống ngầm theo góc lắc.....	113
4.4.4 Mô phỏng điều khiển hồi tiếp đầu ra nơron mờ thích nghi trực tiếp cho vũ khí chống ngầm tổng hợp theo góc hướng, góc chúc góc và góc lắc.....	114
4.5 Kết luận chương 4.....	116
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	117
1. Kết luận.....	117
2. Những đóng góp mới của luận án.....	118
3. Kiến nghị.....	119
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ.....	120
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	122
PHỤ LỤC A.....	A1
PHỤ LỤC B.....	B1

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, VIẾT TẮT

X, Y, Z	Các ngoại lực tác dụng lên AUV (N)
K, M, N	Các mô men ngoại lực tác dụng lên AUV (Nm)
u, v, w	Các thành phần vận tốc chiếu lên các trục hệ tọa độ gắn liền (m/s)
u_c, v_c, w_c	Các thành phần vận tốc dòng chảy đối với hệ tọa độ gắn liền (m/s)
p, q, r	Các thành phần vận tốc góc chiếu lên hệ tọa độ gắn liền (rad/s)
x, y, z	Vị trí AUV trong hệ tọa độ địa lý (m)
γ, ϑ, ψ	Các góc Öle (rad)
$X_{\dot{u}}$	Hệ số lực khối nước kèm (kg)
$X_{wq}, X_{qq}, X_{vr}, X_{rr}$	Hệ số lực khối nước kèm chéo trục (kg/rad)
$X_{u u }, X_{v v }$	Hệ số lực cản theo trục X_b của hệ tọa độ gắn liền (kg/m)
$X_{w w }, X_{uv}, X_{uw}$	Hệ số lực cản theo trục X_b của hệ tọa độ gắn liền (kg/m)
X_{up}	Hệ số lực bánh lái (kg/rad)
$X_{uu\delta_l}$	Hệ số lực của bánh lái ($kg/m.rad$)
X_{pl}	Lực đẩy động cơ (N)
$Y_{\dot{v}}, Y_{\dot{r}}$	Hệ số lực khối nước kèm (kg)
$Y_{v v }$	Hệ số lực cản (kg/m)
Y_{wp}, Y_{pq}	Hệ số lực khối nước kèm chéo trục Y_b (kg/rad)
Y_{uv}	Hệ số khối nước kèm chéo trục, lực nâng và lực cản (kg/rad)
Y_{ur}	Hệ số khối nước kèm chéo trục, lực nâng (kg/rad)
$Y_{uu\delta_h}$	Hệ số lực của bánh lái ($kg/m.rad$)
$Z_{\dot{w}}, Z_{\dot{q}}$	Hệ số lực khối nước kèm (kg)
$Z_{w w }$	Hệ số lực cản (kg/m)
Z_{uq}	Hệ số lực khối nước kèm chéo trục và lực nâng (kg/rad)
Z_{vp}, Z_{rp}	Hệ số lực khối nước kèm chéo trục (kg/rad)
Z_{uw}	Hệ số lực khối nước kèm chéo trục, lực nâng và lực cản (kg/rad)

$Z_{uu\delta_s}$	Hệ số lực của bánh lái ($kg/m.rad$)
K_p	Hệ số mô men khối nước kèm ($kg.m^2/rad^2$)
$K_{uu\delta_i}$	Hệ số mô men bánh lái đối với hệ tọa độ gắn liền (kg/rad)
K_{uu}	Hệ số mô men khối nước kèm (kg/rad)
K_{up}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục (kg/rad)
$M_{\dot{q}}, M_{\dot{w}}$	Hệ số mô men khối nước kèm ($kg.m^2/rad^2$)
M_{uw}	Hệ số mô men thân và thành phần bánh lái (kg)
M_{rp}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục ($kg.m^2/rad^2$)
M_{uq}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục và lực nâng ($kg.m/rad$)
M_{vp}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục ($kg.m/rad$)
$M_{uu\delta_s}$	Hệ số mô men bánh lái (kg/rad)
$N_{\dot{v}}, N_{\dot{r}}$	Hệ số mô men khối nước kèm ($kg.m^2/rad^2$)
N_{ur}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục và lực nâng ($kg.m/rad$)
N_{uv}	Hệ số mô men thân và bánh lái (kg)
N_{wp}, N_{pq}	Hệ số mô men khối nước kèm chéo trục ($kg.m/rad$)
$N_{uu\delta_h}$	Hệ số mô men bánh lái (kg/rad)
B	Lực nổi (lực Acsimet) (N)
W	Lực trọng lực (N)
D	Lực cản (N)
L	Lực nâng (N)
ρ	Mật độ nước (kg/m^3)
A_f	Tổng diện tích bề mặt theo hướng vận tốc AUV (m^2)
α, β	Các góc tấn công và góc trượt ngang của AUV (rad)
S_{bl}	Diện tích bề mặt của bánh lái (m^2)
δ_e	Góc ảnh hưởng của bánh lái (rad)
x_{bl}	Khoảng cách từ trục các bánh lái đến tâm trọng lực (m)
δ_{h1}, δ_{h2}	Góc quay các bánh lái hướng (rad)

δ_{s1}, δ_{s2}	Góc quay các bánh lái sâu (<i>rad</i>)
δ_h	Tổng góc bề lái điều khiển theo góc hướng (<i>rad</i>)
δ_l	Tổng góc bề lái điều khiển theo góc lắc (<i>rad</i>)
δ_s	Tổng góc bề lái điều khiển theo góc chúc ngóc (<i>rad</i>)
M_{RB}	Ma trận quán tính của AUV
C_{RB}	Ma trận hướng tâm Coriolis của AUV
$\underline{\tau}_{RB}$	Véc tơ ngoại lực và mô men ngoại lực tác động lên thân AUV
G_b	Tâm khối của AUV trong hệ tọa độ gắn liền
I_0	Ma trận mô men đường chéo theo các trục hệ tọa độ gắn liền
M_A	Ma trận quán tính khối nước kèm
$C_A(\underline{\chi})$	Ma trận hướng tâm Coriolis khối nước kèm
$D(\underline{\chi})$	Ma trận lực và mô men thủy động
$g(\underline{\eta})$	Véc tơ lực và mô men liên quan đến trọng lực và lực nổi
$L(\underline{\chi})$	Ma trận thông số lực và mô men của bánh lái
$\underline{\tau}_{bl}$	Véc tơ lực và mô men của bánh lái
$\underline{\tau}_{pl}$	Véc tơ lực và mô men của động cơ đẩy
C_f	Tâm nổi của AUV
R_μ, R_l	Bán kính cong của trái đất theo tham chiếu Ellip
R	Bán kính của trái đất khi xem trái đất là hình cầu
\underline{V}	Véc tơ vận tốc dài trong hệ tọa độ gắn liền
$\underline{\omega}$	Véc tơ vận tốc góc trong hệ tọa độ gắn liền
$\underline{\Omega}$	Véc tơ vận tốc góc tuyệt đối của hệ tọa độ địa lý
\underline{U}	Véc tơ vận tốc góc trái đất
$\underline{\Gamma}$	Véc tơ vận tốc đối tượng đối với hệ tọa độ cố định tâm trái đất
$\underline{\chi}$	Véc tơ vận tốc dài và vận tốc góc trong hệ tọa độ gắn liền
$\underline{\eta}$	Véc tơ vị trí và góc Ole trong hệ tọa độ địa lý
l, μ	Kinh độ, vĩ độ