Đại học Quốc gia
Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận hồ sơ	
Mã số đề tài	

THUYẾT MINH
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

A1. THÔNG TIN CHUNG

Tên đề tài

- Tên tiếng Việt: Nghiên cứu điều khiển chuyển động bước đi trên humanoid robot
- Tên tiếng Anh: Study on walking control of humanoid robot

A2. Thuộc ngành/nhóm ngành

Cơ khí, Tự động hóa, Kỹ thuật Giao thông;

A3. Loại hình nghiên cứu: Nghiên cứu ứng dụng

A4. Thời gian thực hiện: 12 tháng (kể từ khi được duyệt)

A5. Tổng kinh phí

Tổng kinh phí: 20.000.000 đồng (Bằng chữ: Hai mươi triệu đồng) , gồm
- Kinh phí từ ĐHQG-HCM: 20.000.000 đồng (Bằng chữ: Hai mươi triệu đồng)
- Kinh phí từ nguồn huy động: 0 đồng (Bằng chữ: Không đồng), trong đó:
  - Vốn tự có: 0 đồng (Bằng chữ: Không đồng)
  - Vốn khác: 0 đồng (Bằng chữ: Không đồng)

A6. Chủ nhiệm

Học hàm, học vị, họ và tên: PGS.TS Nguyễn Tấn Tiến
Ngày, tháng, năm sinh: 29/06/1968, Phái: Nam
Số CMND: 021962686, Ngày cấp: 02/11/2011, Nơi cấp: Tp. Hồ Chí Minh
Mã số thuế cá nhân: 0308085327
Số tài khoản: 1940201061166 Tại ngân hàng: AGR
Địa chỉ cơ quan: 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, Tp Hồ Chí Minh
Điện thoại: 0918255355, Email: nttien@hcmut.edu.vn

Tóm tắt hoạt động nghiên cứu và đào tạo sau đại học có liên quan đến đề tài của chủ nhiệm:

Đồng chủ nhiệm

Học hàm, học vị, họ và tên: Nguyễn Văn Tiến Anh
Ngày, tháng, năm sinh: 19/05/1992, Phái: Nam
Số CMND: 241286159, Ngày cấp: 18/04/2014, Nơi cấp: Đắk Lắk
Mã số thuế cá nhân: 0308085327
Số tài khoản: 0004100016456003 Tại ngân hàng: OCB (PGD Lý Thường Kiệt);
Địa chỉ cơ quan: 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, Tp Hồ Chí Minh
Điện thoại: 01262020921, Email: nvtienanh@gmail.com

A7. Cơ quan chủ trì

Tên cơ quan: Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG Tp. Hồ Chí Minh
Họ và tên thủ trưởng: GS.TS Vũ Đình Thành
Điện thoại: (84-8) 38.636.856 Fax: (84-8) 38.636.984
Email: khcn@hcmut.edu.vn
Số tài khoản: Tại kho bạc:

A8. Cơ quan phối hợp thực hiện

A9. Nhân lực nghiên cứu

TT	Học hàm, học vị, Họ và tên	SHCC/MSSV	Đơn vị công tác	Số tháng làm việc quy đổi
Thành viên chủ chốt				
1	PGS.TS Nguyễn Tấn Tiến	001612	Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG Tp.HCM	3
2	Nguyễn Văn Tiến Anh	1570055	Trung tâm Nghiên cứu TB&CN Cơ Khí Bách Khoa	3
Nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên				
1	Nguyễn Đức Chinh (21200363)	21200363	Khoa Cơ khí	3
2	Nguyễn Nhật Đăng Khoa (1670044)	1670044	Khoa Cơ khí	2
3	Phạm Nhật Tân (21103091)	21103091	Khoa Cơ khí	4

B. MÔ TẢ NGHIÊN CỨU

B1. Tổng quan tình hình nghiên cứu trong, ngoài nước

Robot di chuyển bằng hai chân là phần quan trọng trong nghiên cứu về robot dáng người, những nghiên cứu thành công đều phát triển từ robot đi bằng hai chân như Wabian với WL-5, Honda với E0.

Một trong các nghiên cứu thành công về robot dáng người có thể kể đến quá trình nghiên cứu của Honda. Để có được sản phẩm robot ASIMO, Honda đã sành gần 20 năm để thực nghiện các nghiên cứu về robot dáng người, bắt đầu từ nghiên cứu về robot đi hai chân E0. Các nghiên cứu sau đó tiếp cải thiện tốc độ di chuyển, kích thước và khối lượng. Phải đến tận gần 10 năm sau, Honda mới có thể phát triển thêm phần thân, hai tay cho robot lúc này cấu trúc của robo mới gần với cơ thể con người. Sản phẩm mới đây nhất là ASIMO có kích thước nhỏ gọn: cao 130 cm, nặng 8 kg, có tổng cộng 57 bậc tự do và có thể di chuyển với vận tốc 3 km/h.

Hình 1. Quá trình nghiên cứu robot dáng người của Honda

Bảng 1. Một số nghiên cứu robot dáng người

Nơi nghiên cứu	Thông tin về robot	Năm
Đại học Waseda	WABOT-1: robot hai chân có tổng cộng 10 bậc tự do, sử dụng cơ cấu truyền động thủy lực.	1973
	WL-10RD: robot hai chân có 12 bậc tự do và truyền động thủy lực	1985
	Wabian: robot dáng người có 48 bậc tự do, sử dụng động cơ điện	1996
Công ty Honda	ASIMO: có tổng cộng 34 bậc tự do có thể đi với vận tốc tối đa 0.75m/s và chạy với vận tốc 2.5m/s. Phiên bản nâng cấp vào năm 2011 có tổng cộng 57 bậc tự đo	2000
AIST và công ty KAWADA	Dòng robot HRP (HRP-2P, HRP-2, HRP-3P, HRP-3, HRP-4C and HRP-4), trong đó mới nhất là robot HRP-4 với tổng cộng 34 bậc tự do nặng chỉ 39 kg và có thể di chuyển với vận tốc 0.5m/s	2002
Beijing Institute of Technology	BHR: có tổng cộng 32 bậc tự do, cao 1.6m và nặng 63 kg, robot có thể đi với vận tốc tối da 1.4m/s	2004
Viện KAIST (Hàn Quốc)	Dòng robot KHR với robot mới nhất là HUBO-2, với tổng cộng 41 bậc tự do và nặng 52 kg có thể di chuyển với vận tốc 0.35 m/s	2006

Aldebaran Robotics	Nao: có tối đa 25 bậc tự do, cao 0.58 m nặng 4.3 kg, là một robot phục vụ giải trí	2007
EU project RobotCub	iCub: có tổng cộng 53 bậc tự do, cao 1m nặng 24kg và có	2010
Aldebaran Robotics	Nao: có tối đa 25 bậc tự do, cao 0.58 m nặng 4.3 kg, là một robot phục vụ giải trí	

Ở Việt Nam cũng đã có những nghiên cứu về robot đi hai chân như Hubot-1 của DCSELab và HUTECH-1. Hai nghiên cứu trên cũng đã được những kết quả ban đầu như bài toán động học, tạo quỹ đạo đã được giải quyết tuy nhiên việc áp dụng xuống mô hình thực còn gặp nhiều hạn chế, robot di chuyển khá nặng nề và kém ổn định.

Vấn đề chính của nghiên chuyển động đi hai chân là hoạch định ra quỹ đạo di chuyển mong muốn và điều khiển robot giữ thăng bằng và bám theo quỹ đạo đó. Một số phương pháp đã áp dụng thành công để tạo quỹ đạo cho robot như: model-based gait, biological mechanism-based gait and natural dynamics-based gait. Tuy nhiên việc phân tích ổn định của robot đi bằng hai chân là một bài toán phức tạp bởi đây là một hệ có độ phi tuyến lớn, underactuated, chịu tác động của ngoại lực và có nhiều trạng thái thay đổi trong suốt quá trình hoạt động. Để phân tích ổn định của robot đi hai chân có các phương pháp: ZMP, periodicity-based gait, theory of capture points và foot placement estimator.

B2. Ý tưởng khoa học, tính cấp thiết và tính mới

Từ hạn chế của nghiên cứu về robot dáng người đã có ở Việt Nam: di chuyển chậm và kém ổn định, chúng tôi đề xuất một hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu về robot dáng người ở nước ta đó là sử dụng một cấu hình phần cứng của một robot thương mại (robot UXA-90 Light), chúng tôi tiến hành nghiên cứu và áp dụng luật điều khiển của mình và kiểm tra thực nghiệm trên robot đó. Sau khi đã áp dụng thành công và nắm rõ các vấn đề trong việc điều khiển robot, việc xây dựng một cấu hình robot sẽ được tiến hành ở giai đoạn sau của hướng nghiên cứu.

Quá trình thực hiện nghiên cứu gồm có hai vấn đề chính:

- Hoạch định quỹ đạo đi hai chân: từ thông số của robot, cần tính toán quỹ đạo của trọng tâm, hai chân theo thời gian.
- Mô hình hóa robot: giải bài toán động học thuận, động học ngược và thiết kế bộ điều khiển bám quỹ đạo đã hoạch định

Hình 2. Sơ đồ thực hiện chuyển động đi hai chân trên robot UXA-90 Light

B3. Kết quả nghiên cứu sơ khởi (nếu có)

Hình 2. Thông số động học robot hai chân

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện những nghiên cứu ban đầu về robot bot hai chân 12 bậc tự do có cấu trúc như Hình 2 và thông số động học trong Bảng 2 và thông sô bước đi trong Bảng 3 thì thu được kết quả mô phỏng thể hiện trong Hình 4 và Hình 5

Bảng 2. Thông số động học robot hai chân

l	200mm	w_f	80mm
l_1	300mm	l_f	150mm
l_2	200mm	l_a	100mm
l_3	50mm	l_b	50mm

Bảng 3. Thông số bước đi

Walking step	125mm
Walking stride	250mm
Single support phase	0.8s
Double support phase	0.2s

Hình 4. Quỹ đạo CoM và của bàn chân

Hình 5. Mô phỏng bộ điều khiển bám quỹ đạo

B4. Tài liệu tham khảo

1. Nhựt, N.T., Lam, C.T.: Walking planning for biped robot hubot. J. Comput. Sci. Cybern. 26, 361–374 (2012).
2. Phuong, N.T., Huy, T.D., Cuong, N.C., Loc, H.D.: A simple walking control method for biped robot with stable gait. J. Comput. Sci. Cybern. 29, 105–115 (2013).
3. Kato, I., Tsuiki, H.: The hydraulically powered biped walking machine with a high carrying capacity. In: Dubrovnik, Y. (ed.) Proc. of the 4th International Symposium on External Control of Human Extremities. pp. 410–421 (1972).
4. Hirose, M., Ogawa, K.: Honda humanoid robots development. Philos. Trans. R. Soc. Math. Phys. Eng. Sci. 365, 11–19 (2007).
5. Hirukawa, H., Kanehiro, F., Kaneko, K., Kajita, S., Fujiwara, K., Kawai, Y., Tomita, F., Hirai, S., Tanie, K., Isozumi, T., Akachi, K., Kawasaki, T., Ota, S., Yokoyama, K., Handa, H., Fukase, Y., Maeda, J., Nakamura, Y., Tachi, S., Inoue, H.: Humanoid robotics platforms developed in HRP. Robot. Auton. Syst. 48, 165–175 (2004).
6. Kanehira, N., Kawasaki, T.U., Ohta, S., Ismumi, T., Kawada, T., Kanehiro, F., Kajita, S., Kaneko, K.: Design and experiments of advanced leg module (HRP-2L) for humanoid robot (HRP-2) development. In: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2002. pp. 2455–2460 vol.3 (2002).
7. Park, I.-W., Kim, J.-Y., Park, S.-W., Oh, J.-H.: Development of humanoid robot platform khr-2 (kaist humanoid robot 2). Int. J. Humanoid Robot. 2, 519–536 (2005).
8. Nelson, G., Saunders, A., Neville, N., Swilling, B., Bondaryk, J., Billings, D., Lee, C., Playter, R., Raibert, M.: Petman: A humanoid robot for testing chemical protective clothing. □□□□□□□□□. 30, 372–377 (2012).
9. Al-Shuka, H.F.N., Allmendinger, F., Corves, B., Zhu, W.-H.: Modeling, stability and walking pattern generators of biped robots: a review. Robotica. 32, 907–934 (2014).
van Zutven, P., Kostić, D., Nijmeijer, H.: On the stability of bipedal walking. In: Simulation, modeling, and programming for autonomous robots. pp. 521–532. Springer (2010).
10. Radavelli, L., Simoni, R., De Pieri, E., Martins, D.: A Comparative Study of the Kinematics of Robots Manipulators by Denavit-Hartenberg and Dual Quaternion. Mecánica Comput. Multi-Body Syst. 31, 2833–2848 (2012).
11. Sahu, S., Biswall, B. B., Subudhi, B.: A Novel Method for Representing Robot Kinematics using Quaternion Theory, In Proceedings of IEEE Sponsored Conference on Computational Intelligence, Control and Computer Vision in Robotics and Automation, 2008. pp. 181–184.
12. Kajita, S., Kanehiro, F., Kaneko, K., Yokoi, K., Hirukawa, H.: The 3D linear inverted pendulum mode: a simple modeling for a biped walking pattern generation. In: 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2001. Proceedings. pp. 239–246 vol.1 (2001).
13. Huang, Q., Yokoi, K., Kajita, S., Kaneko, K., Arai, H., Koyachi, N., Tanie, K.: Planning walking patterns for a biped robot. Robot. Autom. IEEE Trans. On. 17, 280–289 (2001).
14. Rose, J., Gamble, J.G. eds: Human walking. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2006).
Kajita, S., Hirukawa, H., Harada, K., Yokoi, K.: Introduction to Humanoid Robotics. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2014).
15. Huang, Q., Yokoi, K., Kajita, S., Kaneko, K., Arai, H., Koyachi, N., Tanie, K.: Planning walking patterns for a biped robot. IEEE Trans. Robot. Autom. 17, 280–289 (2001).
16. Kajita, S., Kanehiro, F., Kaneko, K., Fujiwara, K., Harada, K., Yokoi, K., Hirukawa, H.: Biped walking pattern generation by using preview control of zero-moment point. In: Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA'03. IEEE International Conference on. pp. 1620–1626. IEEE (2003).

Giới thiệu chuyên gia/nhà khoa học am hiểu đề tài này

TT	Họ và tên	Hướng nghiên cứu chuyên sâu	Cơ quan công tác, địa chỉ	Điện thoại, Email
1			,	,

TT	Họ và tên	Hướng nghiên cứu chuyên sâu	Cơ quan công tác, địa chỉ	Điện thoại, Email
2			,	,

B5. Kế hoạch và phương pháp nghiên cứu

B5.1 Mục tiêu

Điều khiển chuyển động đi ổn định cho humanoid robot

B5.2 Nội dung

Nội dung 1: Phân tích động học hai chân robot UXA-90 Light
Mục tiêu:

- Giải bài toán động học thuận và động học ngược cho hai chân của robot

Chỉ tiêu đánh giá:

- Kết qủa của nội dụng 1 là một phần nằm trong bài báo khoa học của đề tài nghiên cứu bao gồm: bảng thông số DH, lời giải cho bài toán động học ngược của robot UXA-90 Light

Kế hoạch thực hiện:

- Thời gian dự kiến: 10/2016 - 1/2017
- Người thực hiện: Nguyễn Đức Chính
- Các công việc thực hiện: Đo đạc thông số động học của robot, đặt hệ trục toạ độ theo quy tắc DH, lựa chọn phương án gia bài toán động học ngược.

Phương pháp:

- Dùng phần mềm Matlab để tính toán bài toán động học cho hai chân của robot UXA-90 Light

Nội dung 2: Hoạch định quỹ đạo di chuyển hai chân
Mục tiêu:

- Xác định được sự thay đổi góc quay của các khớp trong thời gian robot đi hai chân.

Chỉ tiêu đánh giá

- Kết qủa của nội dụng 2 là đồ thị thể hiện vị trí của 12 khớp theo thời gian.

Kế hoạch thực hiện:

- Thời gian dự kiến: 1/2017 - 3/2017
- Người thực hiện: Nguyễn Nhật Đăng Khoa
- Các công việc thực hiện: Xác định quỹ đạo của trọng tâm robot, quỹ đạo của hai chân trong qúa trình di chuyển

Phương pháp:

- Sử dụng mô hình con lắc ngược để hoạch định quỹ đạo trọng tâm và phương pháp nội suy để xác định quỹ đạo của hai chân.
- Sử dụng kết qủa của Nội dung 1 để giải động học ngược tìm vị trí góc quay của các khớp.

Số liệu thu được của nội dụng 2 là vị trí góc quay mà động cơ cần thực hiện để robot có thể di chuyển được.
Nội dung 3: Mô hình hoá và thực nghiệm chuyển động đi bằng hai chân
Mục tiêu:

- Xây dựng được mô hình robot ảo trên máy tính để kiểm tra các tính toán, thiết kế mà các nội dụng trước đã thực hiện.

Chỉ tiêu đánh giá:

- Kết qủa của nội dụng này là mô hình robot được lập trình trên máy tính và có thể biểu diễn được chuyển động đi hai chân trên môi trường 3D.

Kế hoạch thực hiện:

- Thời gian dự kiến: 1/2017 - 6/2017
- Người thực hiện: Phạm Nhật Tân và Nguyễn Văn Tiến Anh
- Các công việc thực hiện: Viết chương trình mô phỏng robot hai chân

Phương pháp:

- Sử dụng phần mềm Matlab để lập trình mô hình hoá lại hệ thông robot hai chân.
- Số liệu thu được thể hiện sự di chuyển của robot trong điều kiện lý tưởng, đây là cơ sở để so sánh với số liệu thu được từ mô hình thật của robot UXA-90

Nội dung 4: Thực nghiệm chuyển động đi hai chân trên robot UXA-90 Light
Mục tiêu:

- Thực hiện để robot có thể đi bằng hai chân

Chỉ tiêu đánh giá:

- Kết qủa của nội dụng 4 là số liệu thực nghiệm từ mô hình robot thật.

Kế hoạch thực hiện:

- Thời gian dự kiến: 6/2017 - 10/2017
- Người thực hiện: Nguyễn Văn Tiến ANh
- Các công việc thực hiện: Lập trình giải thuật điều khiển và áp dụng cho robot UXA-90 Light.

Phương pháp:

- Thực nghiệm trên mô hình robot có sẵn

Nội dung 5: Viết báo cáo khoa học
Mục tiêu:

- Đăng tải kết qủa nghiên cứu lên ấn phẩm khoa học đã đăng ký

Chỉ tiêu đánh giá:

- Báo cáo được ban biên tập chấp nhận đăng.

Kế hoạch thực hiện:

- Thời gian dự kiến: 7/2017 - 10/2017
- Người thực hiện: Nguyễn Văn Tiến ANh
- Các công việc thực hiện: Tổng hợp các nội dung đã thực hiện và trình bày trong báo cáo khoa học.

Phương pháp:

- Tổng hợp và trình bày phương pháp thực hiện và kết qủa thu được

B5.3 Phương án phối hợp (nếu có)

Đề tài nghiên cứu này thực hiện phối hợp với:
Trong nước
- Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị và Công nghệ Cơ khí Bách khoa (BK-RECME): sử dụng cơ sở vật chất và thiết bị của đơn vị
- Nhóm nghiên cứu HiTech Mechatronics Lab: hợp tác với một số thành viên nghiên cứu của đơn vị

Ngoài nước

- Công ty RobotBuilder, Hàn quốc: trao đổi kinh nghiệm điều khiển humanoid robot bằng cách Cty RobotBuider hỗ trợ nhóm nghiên cứu thực tập tại công ty tại Seoul, Hàn quốc

B6 Kết quả nghiên cứu

B6.1 Ấn phẩm khoa học

TT	Tên sách/bài báo dự kiến	Số lượng	Dự kiến nơi công bố (tên Tạp chí, Nhà xuất bản)	Ghi chú
Bài báo đăng trên tạp chí trong nước				
1	Nghiên cứu điều khiển bước đi cho humanoid robot	1	Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ ĐHQG	
Bài báo đăng trên kỷ yếu hội nghị trong nước				
2	Nghiên cứu điều khiển bước đi trên robot UXA-90 Light	1	VCM2016	

B6.2 Đăng ký sở hữu trí tuệ

TT	Hình thức đăng ký	Số lượng	Nội dung dự kiến đăng ký	Ghi chú

Mô tả sản phẩm/kết quả nghiên cứu

Dạng I: Các sản phẩm mềm

TT	Tên sản phẩm	Chỉ tiêu đánh giá (định lượng)	Ghi chú

Dạng II: Các sản phẩm cứng

TT	Tên sản phẩm cụ thể và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu của sản phẩm	Đơn vị đo	Mức chất lượng			Dự kiến số lượng/quy mô sản phẩm tạo ra
			Chỉ tiêu đánh giá (định lượng)	Mẫu tương tự (theo các tiêu chuẩn mới nhất)		
				Trong nước	Thế giới	

Mức chất lượng các sản phẩm dạng II so với các sản phẩm tương tự trong nước và thế giới

B6.3 Kết quả đào tạo

TT	Cấp đào tạo	Số lượng	Nhiệm vụ được giao trong đề tài	Dự kiến kinh phí (Triệu đồng)
1	Thạc sĩ	1	Mô hình hóa và thiết kế bộ điều khiển bước đi cho humanoid	30

B7. Khả năng ứng dụng kết quả nghiên cứu

B7.1 Khả năng ứng dụng trong lĩnh vực đào tạo, nghiên cứu khoa học & công nghệ, chính sách, quản lý...

Có khả năng sử dụng cho đào tạo về robotics, điều khiển tự động

B7.2 Khả năng về ứng dụng các kết quả nghiên cứu vào sản xuất kinh doanh, về liên doanh liên kết với các doanh nghiệp, về thị trường

Đây là nghiên cứu tiền đề cho bài toán thiết kế chế tạo humanoid phục vụ giải trí tại VN

B7.3 Phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu

Thông qua công bố khoa học

B8. Tổng hợp kinh phí đề nghị ĐHQG-HCM cấp

Đơn vị tính: triệu đồng

TT	Các khoản chi phí	Đề nghị ĐHQG-HCM cấp		
		Kinh phí	**Trong đó khoán chi (*)**	**%**
1	Khoản 1: Trả công lao động	20,00	20,00	100,00%
2	Khoản 2: Nguyên vật liệu, năng lượng	0,00	0,00	0,00%
3	Khoản 3: Thiết bị, máy móc	0,00	0,00	0,00%
4	Khoản 4: Xây dựng, sửa chữa nhỏ	0,00	0,00	0,00%
5	Khoản 5: Chi khác	0,00	0,00	0,00%
	Cộng:	20,00		100%

(*) Theo quy định tại Thông tư số 93/2006/TTLT/BTC-BKHCN của liên Bộ Tài chính - Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành ngày 04/10/2006 và Thông tư số 44/2007/TTLT/BTC-BKHCN của liên Bộ Tài chính - Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành ngày 07/5/2007.

Ngày ..... tháng ..... năm .....
Chủ tịch hội đồng thẩm định [i]

Ngày 11 tháng 08 năm 2025

Chủ nhiệm **Đồng chủ nhiệm**

PGS.TS Nguyễn Tấn Tiến **Nguyễn Văn Tiến Anh**

Ngày ..... tháng ..... năm .....
Cơ quan chủ trì [ii]

Ngày ..... tháng ..... năm .....
Cơ quan chủ quản [iii]