

# THIẾT BỊ MÔ PHỎNG VẬN ĐỘNG NHAI CỦA HÀM RĂNG

● HỒ THỊ THÙY DƯƠNG - NGUYỄN THỦ KHOA  
- TRẦN NAM CƯỜNG - NGUYỄN TƯỜNG LONG

## TÓM TẮT:

Nghiên cứu trình bày quá trình vận động nhai của hàm răng, đồng thời đưa ra giải pháp và thiết bị thử chất lượng răng giả, giúp kiểm tra chất lượng trước khi phục hồi cho bệnh nhân. Việc thiết kế sẽ được hỗ trợ bằng phần mềm thiết kế dựa trên quá trình vận động biên của điểm răng cửa ghi trên mặt phẳng dọc giữa (sơ đồ Posselt) và vận động của hàm dưới trên mặt phẳng ngang (cung Gothic). Nghiên cứu mô hình hóa chuyển động sang bên và chuyển động trước sau của hàm thành hai chuyển động tịnh tiến, chuyển động xoay khớp bản lề hàm dưới thành chuyển động quanh trục qua cầu lồi. Chuyển động tịnh tiến sẽ được thực hiện bộ truyền đai, chuyển động xoay sẽ được thực hiện bộ truyền bánh răng. Mô hình thực tế được chế tạo bằng công nghệ in 3D với các bộ dẫn động là các động cơ bước được điều khiển bằng Arduino. Nghiên cứu đã xây dựng bộ điều khiển trung tâm để tiến hành đo lực tác động lên răng bằng loadcell, bên cạnh đó nó cũng đảm nhiệm chức năng kết nối với máy tính thông qua wifi/bluetooth để điều khiển quá trình chuyển động của hàm. Để tạo thân thiện cho người sử dụng, mô hình đã dựng các bối cảnh thử nghiệm cơ bản (mở, đóng, cắn,...) phối hợp với xây dựng giao diện phần mềm trên nền tảng Visual C++ .Net. Qua quá trình vận hành thử nghiệm, nghiên cứu đã xây dựng được cơ cấu chuyển động của hàm theo lực nhai, điều này đã giúp các bác sĩ có được giải pháp định lượng lực nhai để kiểm tra răng giả trước khi đưa vào sử dụng. Với thiết kế nhỏ gọn và điều khiển không dây, máy có thể đáp ứng các yêu cầu khác nhau của các bác sĩ trong môi trường sử dụng linh hoạt. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã và đang cập nhật các yêu cầu từ người sử dụng để xây dựng thêm các bối cảnh chuyển động của hàm, cũng như các chuyển động phức tạp để có thể phát triển mô hình hoàn thiện để đưa vào sử dụng rộng rãi.

**Từ khóa:** hàm nhai, Visual C++ .Net.

## 1. Đặt vấn đề

Hiện nay, vấn đề răng miệng đang được quan tâm nhiều, không chỉ quan tâm về tính thẩm mỹ mà còn liên quan đến sức khỏe. Hiện tượng bệnh lí về răng phổ biến ngày nay là sâu răng và mất răng. Răng là một bộ phận quan trọng của cơ thể,

đóng vai trò lớn trong việc tạo nên sự cân đối trên khuôn mặt, khả năng phát âm và là khởi điểm của quá trình tiêu hóa thức ăn và hấp thu chất dinh dưỡng. Hiểu biết về cấu trúc răng hàm để hạn chế những tổn thương và có biện pháp can thiệp chỉnh nha kịp thời. Riêng nói về vấn đề mất răng, để có

thể phục hồi răng thì việc trồng răng giả là giải pháp phổ biến nhất, nên vấn đề chất lượng chất lượng răng giả cần được quan tâm, vì vậy trong nghiên cứu này, chúng tôi đưa ra thiết bị hợp lý để có thể đảm bảo cho việc kiểm tra chất lượng của răng giả và đảm bảo về chất lượng y tế. Trồng răng giả được xem là giải pháp phổ biến nhất, mang tính thẩm mỹ và không quá phức tạp, chất lượng răng phải được đảm bảo, nếu không dễ dẫn đến nguy cơ gây viêm nhiễm, viêm tủy, viêm nướu, chảy máu chân răng, chức năng nhai suy giảm, tiêu xương hàm diễn ra nhanh, gây biến dạng khuôn hàm.

Để giúp cho việc kiểm tra chất lượng răng giả đạt chuẩn khi đưa vào sử dụng cho bệnh nhân, nghiên cứu của chúng tôi sẽ tập trung bước đầu đưa ra thiết bị có thể mô phỏng quá trình vận động nhai theo quỹ đạo thực tế để làm nền tảng cho việc có thể thử nghiệm kiểm tra chất lượng răng giả một cách nhanh nhất và tiện lợi nhất sau này và đáp ứng yêu cầu cho chất lượng về y tế. Ngoài ra, chúng tôi cũng nghiên cứu tìm hiểu dựa trên các bài báo về thiết kế thiết bị vận động của hàm răng khi nhai.

Phương pháp nghiên cứu thực hiện theo quy trình sau: nhu cầu về tình trạng bệnh lý mất răng hiện nay càng phổ biến; Xây dựng mô hình tính toán dựa trên nền tảng dữ liệu về đường quỹ đạo chuyển động của hàm răng dưới thu được từ thực nghiệm; Tính toán dựa trên thông số thực nghiệm tham khảo; Chế tạo thiết bị thực nghiệm.

## 2. Động học

### 2.1. Bậc tự do

Hàm dưới khi thực hiện vận động thực hiện chức năng cắn, nghiền, nhai thì hệ cơ sinh học của hàm sẽ chuyển động với với 6 DOF theo quỹ đạo mà hàm gi lại. Các chuyển động này gồm các chuyển động xoay, tịnh tiến tại vị trí thái dương hàm. Một chuyển động tịnh tiến giúp hàm chuyển động sang bên (qua trái và phải), một chuyển động tịnh tiến giúp hàm chuyển động trước sau, tại mỗi cầu lồi ở thái dương hàm thực hiện 2 chuyển động xoay. Với cơ chế chuyển động linh

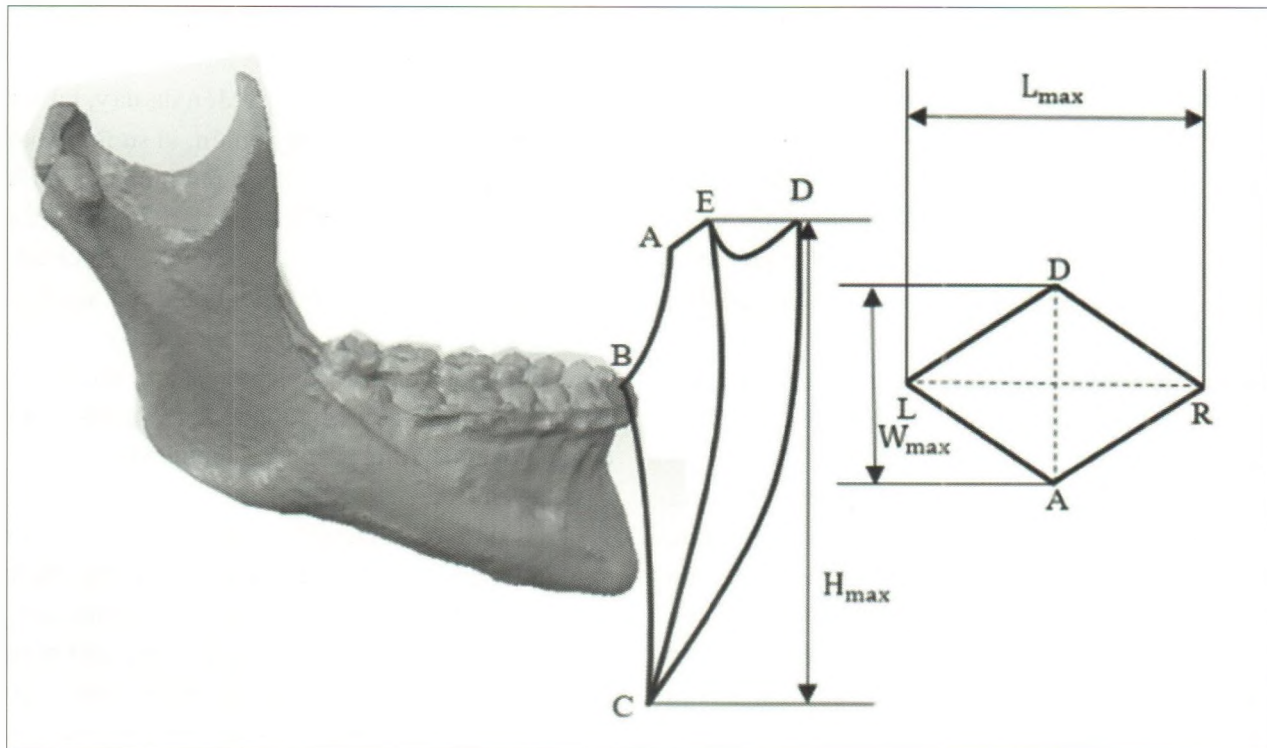
hoạt của hàm dưới, giúp cho việc cắn, xe, nhai, nghiền thức ăn dễ dàng. Bên cạnh đó, hỗ trợ rất nhiều cho hệ tiết nước bọt để làm mềm thức ăn, nghiền nát thức ăn trước khi đi đến dạ dày, hỗ trợ bảo vệ cho hệ tiêu hóa. Tuy nhiên, vì sự linh hoạt của hệ cơ nên khó có thực hiện mô hình hóa thiết kế thiết bị có khớp chuyển động đáp ứng nhu cầu về bậc tự do của hàm dưới của người, nên chúng tôi đã dựa trên thông qua phân tích động học của con người bắt buộc, người ta thấy rằng chuyển động bắt buộc chỉ cần 5 độ chính của tự do, là các bậc tự do tịnh tiến theo hướng X và Y và bậc quay của tự do theo hướng X, Y và Z tương ứng.

### 2.2. Thiết bị

Trên thực tế, hàm chuyển động và tạo ra lực cắn được nhờ vào một hệ các cơ vận động, được bố trí một cách phức tạp trên 2 hàm. Cùng nhau, chúng tạo ra các chuyển động đa dạng cho hàm dưới trong quá trình nhai và nghiền thức ăn. Nghiên cứu, đã thực hiện ghi lại chuyển động này dựa trên phương pháp xử lý ảnh. Cụ thể, nghiên cứu chọn một điểm cố định trên hàm dưới của tình nguyện viên, đánh dấu lại, sau đó sử dụng camera để ghi lại chuyển động nhai trên hai mặt phẳng vuông góc với nhau, với các hướng nhìn lần lượt là hướng nhìn từ phía trước nhìn trực tiếp vào hàm và hướng nhìn bên cạnh nhìn vào má hàm.

Việc thiết kế sẽ được hỗ trợ bằng phần mềm thiết kế dựa trên quá trình vận động biên của điểm răng cửa ghi trên mặt phẳng dọc giữa (sơ đồ Posselt) và vận động của hàm dưới trên mặt phẳng ngang (cung Gothic). Vận động của hàm dưới tới những vị trí tối đa mà nó có thể đạt được. Nếu đánh dấu một vị trí ở hàm dưới và cho hàm dưới thực hiện vận động biên theo mọi hướng, điểm được đánh dấu sẽ vẽ nên một hình trong không gian. Nghiên cứu mô hình hóa chuyển động sang bên và chuyển động trước sau của hàm thành hai chuyển động tịnh tiến, chuyển động xoay khớp bản lề hàm dưới thành chuyển động quanh trục qua cầu lồi. Chuyển động tịnh tiến sẽ được thực hiện bộ truyền đai, chuyển động xoay sẽ được thực hiện bộ truyền bánh răng. (Hình 1, Bảng 1)

Hình 1: Bộc tự do



Bảng 1. Kích thước

Giai đoạn	Ký hiệu	Size (mm)
Khi miệng mở to nhất	H_max	43 - 50
Khi hàm chuyển động trước sau	L_max	10 - 12
Khi hàm chuyển động sang trái và phải	W_max	1.5 - 5

### 3. Thiết kế BK-DD

#### 3.1. Cơ sở

Chọn gốc tọa độ tại vị trí điểm răng cửa của hàm dưới thực hiện thiết kế gá gắn cho hàm dưới. Đồng thời bộ truyền động cặp bánh răng được chọn là truyền động cặp bánh răng trụ thẳng vì mặt răng tiếp xúc giữa các bánh răng đều tiếp xúc hoàn toàn trực tiếp sẽ ít tiêu hao năng lượng hơn loại truyền động của các loại bánh răng khác. Mặt khác bánh răng trụ thẳng cũng có hình dạng và cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo nên dẫn đến việc bánh răng hư hỏng thấp, tỷ lệ sản phẩm hoàn thành cao, thời gian sản xuất ngắn dẫn đến chi phí sản xuất thấp. Chọn gốc tọa độ tại vị trí điểm răng cửa của hàm dưới thực hiện thiết kế gá gắn cho hàm dưới. Toàn bộ hệ

thống vận động xoay bản lề của hàm dưới gồm động cơ bước, cặp truyền động bánh răng, trục truyền động, ổ đỡ bi, gá cho hàm dưới và hàm dưới. Khi động cơ bước khởi động sẽ truyền moment làm cho bộ truyền đai chuyển động dẫn đến dây đai chuyển động tịnh

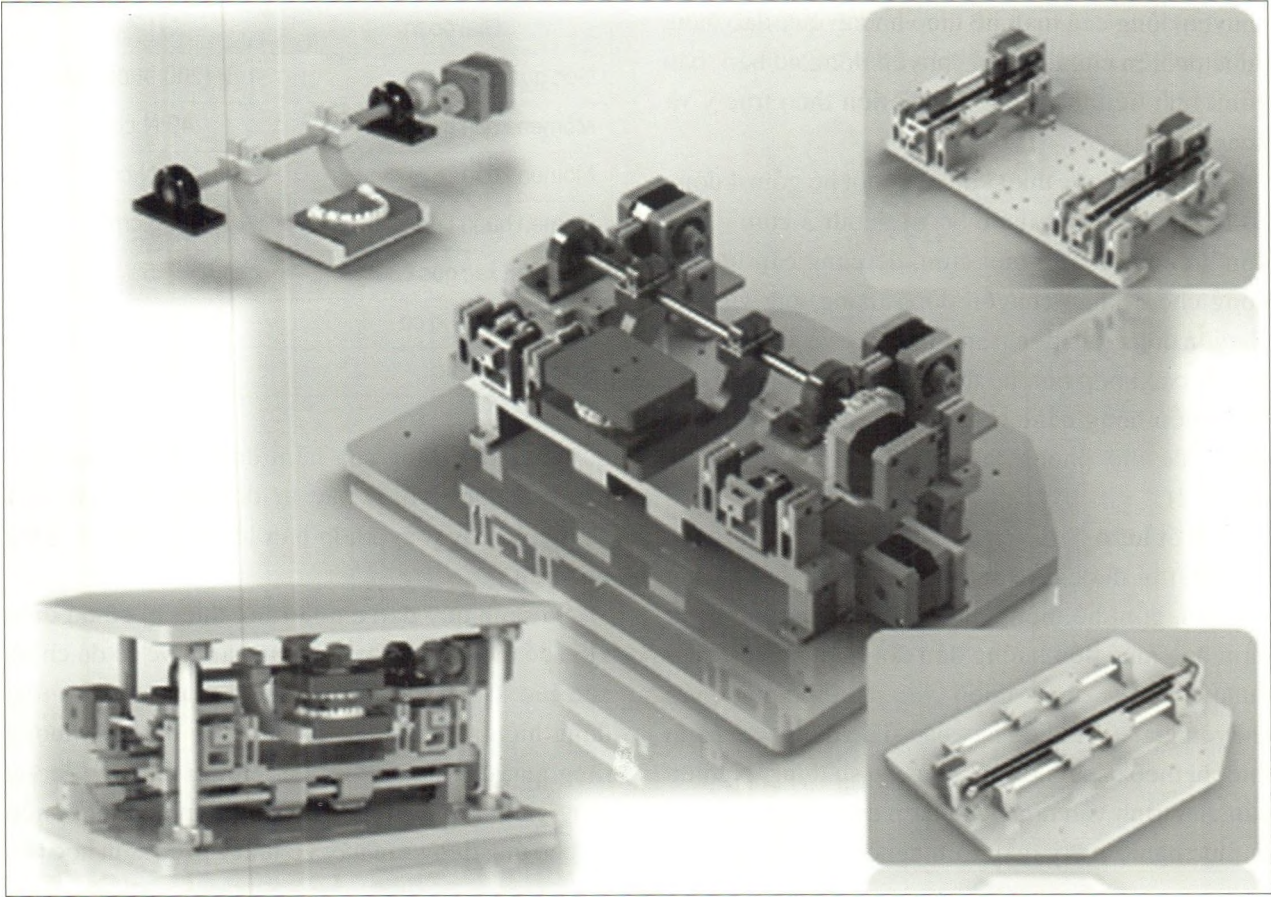
tiến. Sau khi thiết kế thiết bị chúng tôi đã đơn giản quá trình đường đi của hàm dưới theo các chuyển động cơ bản sử dụng bộ truyền đai và bánh răng để có thể mô phỏng quá trình khi thực hiện vận động nhai của hàm dưới. (Hình 2)

#### 3.2. Mô phỏng (Hình 3)

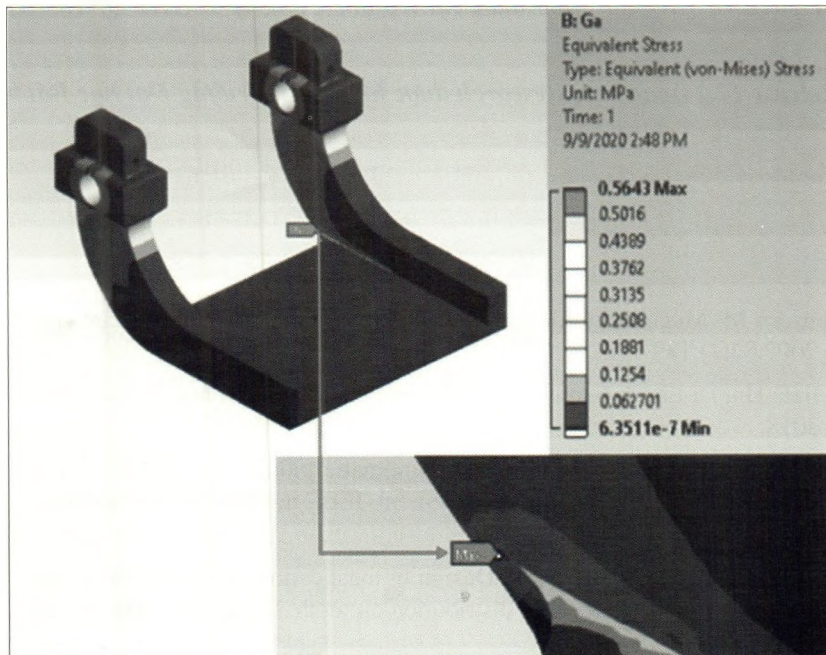
#### 3.3. Vận hành

Thiết bị được chế tạo và đặt tại phòng Tính toán Cơ học. Trước tiên là tiến hành gia công các chi tiết cơ khí, tiếp theo là in 3D các chi tiết, việc in các chi tiết 3D được in bằng máy in 3D đặt tại phòng Tính toán Cơ học, sau khi các chi tiết được in xong thì được phủ một lớp sơn bóng, việc này giúp các chi tiết được sang đẹp và hạn chế bụi bám, cuối cùng là thiết kế mạch điều khiển cho thiết bị.

Hình 2: Phác thảo mô hình



Hình 3: Mô phỏng



Hệ thống vận động sang bên là bộ truyền đai gồm một động cơ bước cung cấp moment. Hệ thống vận động trước sau là bộ truyền đai gồm 2 động cơ bước cùng cung cấp moment cho 2 bộ truyền động cùng lúc. Hệ thống vận động khớp bản lề gồm một động cơ bước cung cấp moment trực tiếp sang cặp truyền bánh răng trụ thẳng.

### 3.4. Điều khiển

Thông qua các giải thuật xử lý bằng ngôn ngữ python, nghiên cứu thu được một tập các tọa độ trên 3 trục. Sau đó, nội suy từ tập dữ liệu này, nghiên cứu thu được phương trình quỹ

đạo hàm. Dựa vào đó, chúng tôi đã mô hình hóa các chuyển động của toàn hệ theo những quỹ đạo đang được nghiên cứu thành 3 chuyển động cơ bản, bao gồm: tịnh tiến theo trục x, tịnh tiến theo trục y và xoay theo trục z.

Hệ thống được thiết kế gồm: một hệ gồm 4 động cơ NEMA Stepper được bố trí thành 3 cụm - từ 1 đến 2 động cơ trên một cụm, để cung cấp lực tác động cho 3 khâu chuyển động tương ứng với các chuyển động tịnh tiến trên 2 trục x, y và xoay quanh trục x, các khớp nối, hệ thống đai dẫn động và các hệ truyền động bánh răng. Thiết kế này giúp đáp ứng việc mô phỏng lại chuyển động của hàm. (Bảng 2)

**4. Kết luận**

Thiết bị được đề xuất, thiết kế, chế tạo và thử nghiệm, gồm hệ thống điện, điều khiển linh hoạt, đảm bảo mục tiêu hướng đến đối tượng. Giao diện được thiết kế thân thiện với người dùng, giúp chuyên gia về vật liệu hay bác sĩ dễ dàng vận hành thiết bị theo các mục đích yêu cầu sử dụng. Nghiên cứu quá trình vận động của hàm dưới theo quỹ đạo từ thực nghiệm lấy mẫu trên người, xây dựng được

**Bảng 2. Thông số**

Giai đoạn	Ký hiệu
Góc quay mỗi bước	1.8° (200 bước/vòng)
Mômen xoắn giữ	40 N.cm
Mômen xoắn	2,2 N.cm
Mômen quán tính Rotor	54 g.cm <sup>2</sup>
Độ chính xác góc bước	± 5%
Kích thước động cơ	42x42x40 mm
Đường kính trục	5 mm

quỹ đạo vận động của hàm dưới từ thực nghiệm. Chuyển động với 3 bậc tự do được thực hiện 1 chuyển động xoay khớp bản lề và 2 chuyển động tịnh tiến.

So sánh quỹ đạo chỉ ra rằng thiết bị có đủ điều kiện có thể được chuyển động bắt buộc có độ chính xác cao. Công việc tương lai sẽ tập trung vào ứng dụng hiệu suất lâu dài của thiết bị thử chất lượng răng giả, ứng dụng thiết kế thiết bị thử chất lượng răng giả, từ đó đưa ra giải pháp làm nền tảng, tiền đề cho ứng dụng sau này về lĩnh vực cơ sinh học ■

*Lời cảm ơn:*

❖ *Bản quyền phần mềm AutoCAD2020 và Inventor2020 được hỗ trợ bởi Công ty TNHH ONECAD VIETNAM.*

❖ *Bản quyền phần mềm ANSYS Release 17.2 Academic Research được hỗ trợ bởi Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP. Hồ Chí Minh.*

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- Xu W, Lewis D, Bronlund J, Morgensern M. Mechanism, design and motion control of a linkage chewing simulator for food evaluation. J Food Eng 2007;82(2):189-198.
- Limin Ren, Jiaqi Yang, Yisong Tan, Jiale Hu, Di Liu & Jianhua Zhu. An intelligent dental robot. ISSN: 0169-1864 (Print) 1568-5535 (Online). 11 Jun 2018.
- Haiying Wen, Weiliang Xu, Senior Member, IEEE, and Ming Cong. Kinematic model and analysis of an actuation redundant parallel robot with higher kinematic pairs for jaw movement. IEEE transactions on industrial electronic, Vol.62, No. 3, March 2015.
- Seung-Ju Leea, Bum-Keun Kim, Yong-Gi Chun, Dong-June Park. Design of mastication robot with life-sized linear actuator of human muscle and load cells for measuring force distribution on teeth. Editor Dr. S Haliyo. 28 March 2018: 127-136.

5. Sarig R, Slon V, Abbas J, et al. Malocclusion in early anatomically modern human: a reflection on the etiology of modern dental misalignment. Plos One. 2013;8(11):e80771.
6. Laurb9. <https://github.com/laurb9/StepperDriver>. 2020.

Ngày nhận bài: 10/8/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/9/2024

Ngày chấp nhận đăng bài: 18/9/2024

Thông tin tác giả:

1. HỒ THỊ THÙY DƯƠNG<sup>1</sup>

2. NGUYỄN THỦ KHOA<sup>2</sup>

3. TRẦN NAM CƯỜNG<sup>1</sup>

4. TS. NGUYỄN TƯỜNG LONG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Công ty Tính toán và Mô phỏng

## SIMULATED CHEWING DEVICE FOR DENTAL PROSTHESIS EVALUATION

- HO THI THUY DUONG<sup>1</sup>
- NGUYEN THU KHOA<sup>2</sup>
- TRAN NAM CUONG<sup>1</sup>
- Ph.D NGUYEN TUONG LONG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh City University of Technology,  
Vietnam National University - Ho Chi Minh City

<sup>2</sup>Computing and Simulation Company

### ABSTRACT:

The study presented a novel approach to evaluating denture quality by simulating human chewing movements. By analyzing the Posselt diagram and Gothic arch, the study developed a mechanical model capable of replicating lateral, anterior-posterior, and rotational jaw movements. This model utilizes a combination of belt and gear transmissions actuated by stepper motors, controlled via Arduino and a custom software interface. A load cell integrated into the design measures the force exerted on the denture during simulated chewing, providing quantitative data for assessment. This innovative solution offers a reliable and efficient method for dentists to evaluate denture quality before patient delivery, ensuring optimal fit and function. Future developments aim to incorporate more complex jaw movements and enhance the user interface for broader clinical applications.

**Keywords:** chewing jaw, Visual C++ .Net.