

ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG MÚA RỐI NƯỚC TỰ ĐỘNG TỪ XA

CONTROLLING WATER PUPPETRY USING TELE-OPERATION INTERFACE

Nguyễn Minh Triều, Đặng Trí Dũng, Nguyễn Trường Thịnh

Viện Công nghệ Thông minh và Tương tác, Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh (UEH)

TÓM TẮT

Việc tích hợp tự động hóa vào múa rối nước tạo ra cách mạng nghệ thuật, mở đầu cho kỷ nguyên mới của nghệ thuật biểu diễn độc lập. Hệ thống tự động hóa vận hành con rối một cách chính xác và duyên dáng, loại bỏ người điều khiển truyền thống. Bộ điều khiển nhỏ gọn, giảm bậc tự do, và tích hợp động tác như chuyển động thẳng đứng, tiến/lùi, quay, và ngang. Thử nghiệm rộng rãi chứng minh hiệu quả và độ chính xác, tạo nên màn trình diễn hấp dẫn dưới nước. Sự kết hợp giữa truyền thống và tự động hóa mở ra nhiều khả năng mới, bảo tồn di sản văn hóa và làm nổi bật sự đổi mới của nghệ thuật Việt Nam.

Từ khóa: Múa rối nước; Tự động; Con rối; Điều khiển từ xa; Nghệ thuật truyền thống.

ABSTRACT

The infusion of automation technology into water puppetry revolutionizes the traditional art, enabling independent performances. This approach eliminates the need for puppeteer control, utilizing a compact and efficient system for automatic puppet movements with precision. The controller employs fewer degrees of freedom than human arms, ensuring seamless and synchronized puppetry. With 4 degrees of freedom, including vertical, forward/backward, rotational, and horizontal movements, experiments confirm the system's effectiveness underwater. This integration marks a significant advancement, expanding the possibilities of water puppetry and preserving Vietnam's cultural heritage with a blend of tradition and innovation. The automated water puppets captivate diverse audiences in various settings, showcasing the fusion of centuries-old artistry with cutting-edge technology.

Keywords: Water puppetry; Automation; Puppet; Tele-operation; Traditional Art.

1. TỔNG QUAN

Múa rối nước là một loại hình nghệ thuật độc đáo ở Việt Nam có nguồn gốc sâu xa trong di sản văn hóa của Việt Nam. Nghệ thuật trình diễn truyền thống này xuất hiện vào thế kỷ thứ 11 ở khu vực đồng bằng sông Hồng [1]. Múa rối nước là nguồn kỳ diệu, kết hợp sáng tạo độc đáo của người nông dân Việt Nam và cách kể chuyện về cuộc sống hàng ngày và sự tích dân gian. Như một cửa sổ mở ra về truyền thống và phong tục Việt Nam, nghệ thuật này thông qua con rối nước tinh tế mô tả đời sống nông thôn, từ cày ruộng, chăn trâu đến đánh cá, hòa mình vào bản chất của cuộc sống quê hương [2], [3]. Múa rối nước không chỉ thể hiện đời sống hàng ngày và hoạt động giải trí cộng đồng ở Việt Nam, mà còn tôn vinh lịch sử và văn hóa dân gian. Những buổi biểu diễn kết hợp động tác múa rối, âm nhạc và kể chuyện, tạo nên cảm giác đoàn kết và tinh thần cộng đồng. Múa rối nước không chỉ là biểu tượng của cuộc sống quê hương mà còn là cách bảo tồn và truyền đạt những truyền thuyết lịch sử và thần thoại đặc sắc của Việt Nam, giữ cho những câu chuyện này sống mãi qua thời gian và được chia sẻ với thế hệ sau [4]. Những màn trình diễn múa rối nước là biểu tượng cho sự sáng tạo và khéo léo của những người điều khiển rối trên sân khấu nước. Sự hòa quyện giữa nghệ thuật múa rối, âm nhạc, trang phục màu sắc và thiết kế dàn dựng phức tạp tạo ra cảnh tượng mê hoặc, hấp dẫn khán giả ở mọi độ tuổi. Chuyển động tinh tế của những con rối trên mặt nước không chỉ làm tăng chất lượng biểu diễn mà còn làm cho sự mê hoặc tổng thể trở nên hoàn hảo [5], [6]. Loại nghệ thuật này, lâu đời ở Việt Nam, thể hiện sự khéo léo và sáng tạo của nghệ nhân trong việc đưa những con rối gỗ vào

cuộc sống [4]. Mỗi con rối được chế tác tỉ mỉ từ gỗ sơn mài, tăng độ bền và tính thẩm mỹ. Những con rối không chỉ là những đồ vật vô tri vô giác, chúng có tên gọi riêng, đại diện cho các nhân vật trong đời thực và văn hóa dân gian [4], [7]. Chẳng hạn, chú Tễu là hiện thân của tinh thần người nông dân trẻ trung, kiên cường và nghèo khó, trong khi Rồng tượng trưng cho những sinh linh huyền bí đã ăn sâu vào văn hóa Việt Nam. Các nhân vật rối khác bao gồm Nàng tiên, Cáo, Vịt, v.v. [7-8]. Sự kỳ diệu của múa rối nước nằm ở sự đồng bộ liên mạch của các chuyển động của con rối, đi kèm với âm nhạc sinh động và lời hát. Các con rối múa và biểu diễn nhiều tiết mục hấp dẫn, thu hút khán giả ở mọi lứa tuổi. Những giai điệu và nhịp điệu của âm nhạc truyền thống Việt Nam càng nâng cao trải nghiệm nhập vai, đưa khán giả vào một thế giới đầy mê hoặc và giàu văn hóa. Trong những năm gần đây, việc tích hợp công nghệ robot (RT) đã cách mạng hóa nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống con người, bao gồm công nghiệp, giáo dục và chăm sóc sức khỏe [9]. Bằng cách tích hợp các kỹ thuật robot vào nghệ thuật múa rối nước, chúng tôi đã bắt tay vào một nhiệm vụ đổi mới. Khi kiểm tra kỹ chuyển động của các cánh tay robot, chúng tôi đã phát hiện ra sự tương đồng thú vị giữa mô hình chuyển động của chúng và mô hình múa rối nước, được đặc trưng bởi các chuyển động quay và tịnh tiến [11-13]. Kết hợp cánh tay robot với nghệ thuật múa rối nước đều là một thách thức thú vị và đầy tham vọng trong nghiên cứu của chúng tôi. Sự kết hợp này mở ra thời đại mới, nơi độ chính xác cơ học của robot giao thoa tinh tế với cách kể chuyện và sự tao nhã của múa rối nước. Công nghệ robot đã được tích hợp để bảo tồn và nâng cao loại hình nghệ thuật này, sử dụng hệ thống điều khiển tự động và



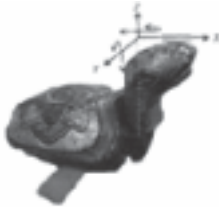
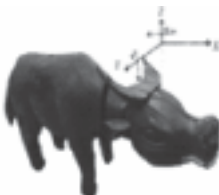
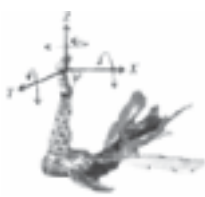
phát triển chương trình biểu diễn sáng tạo. Múa rối nước truyền thống, thường đòi hỏi sự tham gia của người điều khiển ẩn sau bức màn tre và ngâm mình trong nước, đã được cải tiến bằng cách sử dụng công nghệ để giữ bí mật hậu trường và tạo ra trải nghiệm mê hoặc và quyến rũ hơn cho khán giả [6]. Ra đời cùng Robot Technology (RT), múa rối nước chứng kiến sự tiến bộ trong hệ thống điều khiển tự động, mang lại độ chính xác và hiệu suất mới. Sự tích hợp của RT đã tạo ra chương trình múa rối đơn giản, hiệu quả, với chuyển động tự động và hành động đồng bộ, làm tăng cường cảnh tượng thị giác và giữ cho màn trình diễn liền mạch và hấp dẫn. Sự kết hợp giữa truyền thống và công nghệ tiên tiến không chỉ bảo tồn nghệ thuật múa rối nước mà còn tạo ra không gian cho sự thử nghiệm và đổi mới. Múa rối nước ngày nay không chỉ là một biểu tượng văn hóa quý báu ở Việt Nam, mà còn là một trải nghiệm hấp dẫn, thu hút khán giả toàn cầu và bảo tồn giá trị văn hóa cho thế hệ tương lai.

2. PHÁT TRIỂN RỐI NƯỚC TỰ ĐỘNG

Múa rối nước thường sử dụng nhạc cụ truyền thống như đàn tranh, đàn bầu và đàn tỳ bà, tạo ra âm nhạc phù hợp với câu chuyện. Con rối nước, thường làm từ gỗ thông và bọc lớp bông, được thiết kế độc đáo, mỗi con rối đại diện cho một nhân vật trong câu chuyện. Chúng được gắn vào hệ thống dây phức tạp,

và nghệ nhân sử dụng tay, ngón tay, cánh tay và chân để điều khiển chuyển động của chúng. Việc điều khiển nhiều dây đồng thời đòi hỏi kỹ năng và sự tập trung tuyệt vời. Múa rối nước đòi hỏi sự phối hợp giữa nhạc, ánh sáng và chuyển động của con rối, với nghệ nhân phải tính toán thời gian và điều khiển để tạo ra màn trình diễn hài hòa và lôi cuốn khán giả. Tóm lại, múa rối nước là nghệ thuật phức tạp và độc đáo, nơi nghệ nhân kỳ công điều khiển con rối và kết hợp với âm nhạc và ánh sáng để tạo nên những tác phẩm sống động và gây ấn tượng cho khán giả. Sân khấu biểu diễn của múa rối nước được thiết kế đặc biệt với các yếu tố quan trọng như hồ nước, màn diễn, ánh sáng, âm nhạc và phong cảnh. Trung tâm là hồ nước lớn, tạo điều kiện cho sự di chuyển tự nhiên và mượt mà của các con rối. Nước trong hồ được bơm để tạo hiệu ứng nước như sóng nhẹ. Màn diễn, giữa hồ, che giấu nghệ nhân và cơ cấu kỹ thuật, làm cho buổi biểu diễn trở nên bí ẩn và kỳ diệu. Ánh sáng đóng vai trò quan trọng, tạo không gian huyền ảo và làm nổi bật các con rối. Ngoài ra, sử dụng hình thức nền kịch và phong cảnh đơn giản làm bổ sung cho câu chuyện và tăng thêm hiệu ứng mỹ thuật. Sân khấu biểu diễn không chỉ là không gian hòa quyện giữa nghệ thuật, kỹ thuật và diễn xuất mà còn là nơi truyền thụ và bảo tồn nét văn hóa truyền thống của quê hương thông qua nghệ thuật múa rối nước [4].

Bảng 1. Phân tích các chuyển động của con rối trên cơ sở cơ học.

Con rối nước hình dạng người	Bậc tự do	Con rối nước hình dạng động vật	Bậc tự do
	Tịnh tiến theo trục x và y; Quay xung quanh trục x và z. $X=T(x,y,0)R(x,\alpha)R(z,\beta)$		Quay xung quanh trục z và y, tịnh tiến theo trục x, z. $X=R(y,\phi)R(z,\beta)T(x,0,z)$
	Tịnh tiến theo trục x và y; Quay xung quanh trục x và z. $X=T(x,y,0)R(x,\alpha)R(z,\beta)$		Quay xung quanh trục z và y, tịnh tiến theo trục x, z. $X=R(y,\phi)R(z,\beta)T(x,0,z)$
	Tịnh tiến theo trục x và y; Quay xung quanh trục x và z. $X=T(x,y,0)R(x,\alpha)R(z,\beta)$		Quay xung quanh trục z và y, tịnh tiến theo trục x, y. $X=R(y,\phi)R(z,\beta)T(x,y,0)$
	Tịnh tiến theo trục x và y; Quay xung quanh trục x và z. $X=T(x,y,0)R(x,\alpha)R(z,\beta)$		Quay xung quanh trục x, y và z, tịnh tiến theo trục z. $X=R(x,\alpha)R(y,\phi)R(z,\beta)T(0,0,z)$
	Tịnh tiến theo trục x và y; Quay xung quanh trục x và z. $X=T(x,y,0)R(x,\alpha)R(z,\beta)$		Quay xung quanh trục x, y và z, tịnh tiến theo trục z. $X= R(x,\alpha)R(y,\phi)R(z,\beta)T(0,0,z)$



Các chuyển động của con rối nước khi tự động hóa được thay thế bằng động cơ để tạo nên các chuyển động khác nhau tương tự như cánh tay và bàn tay của người múa rối nước. Những động cơ này sẽ điều khiển và thể hiện các hoạt động của con rối nước bằng các chuyển động quay và tịnh tiến. Hầu hết các con rối chúng ta đều có thể tích hợp lại với 4 bậc tự do với nhiều tổ hợp khác nhau. Mỗi động cơ sẽ tạo chuyển động được điều khiển của các con rối, giúp chúng có những chuyển động tương ứng như cánh tay người như Bảng 1. Qua bảng 1 với các thông số động học các con rối, thấy rằng dù là hai nhóm khác nhau, cơ cấu chuyển động cũng khác nhau nhưng quan trọng là điểm chung đều dựa trên cơ cấu 2 bậc tự do xoay là giống nhau. Do đó, nhóm nghiên cứu sẽ chọn cơ cấu chung nhất của các con rối là cơ cấu xoay 2 bậc tự do trên thân rối để thực hiện nghiên cứu này. Vấn đề động học trên con rối chỉ tạo ra được những cử động phong phú của chúng trong phần trình diễn, tuy nhiên một vấn đề khác cần bàn đến là động học tính vị trí của chúng. Đó là cơ cấu tạo ra chuyển động của cả con rối trong khắp sân khấu, có rất nhiều cơ cấu để có thể sử dụng nhưng trong đề tài này là kết hợp điều khiển tín hiệu từ tay người để truyền sang lệnh cho robot rối nước nên bị giới hạn bởi phạm vi hoạt động phù hợp với tay người nên nhóm nghiên cứu đề ra một số cơ cấu có thể phù hợp với yêu cầu của nghiên cứu này.

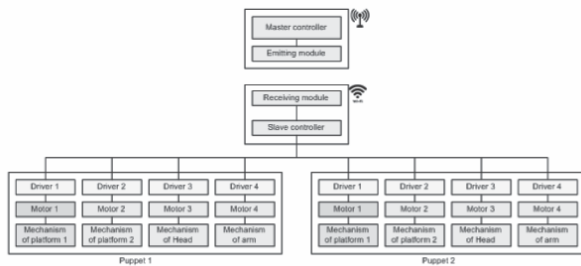
3. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MÚA RỐI NƯỚC TỰ ĐỘNG

Mô hình múa rối nước tự động sử dụng hệ thống điều khiển gọn nhẹ gồm một bộ điều khiển chính (Master) và nhiều bộ vi điều khiển phụ (Slave). Khi các chuỗi chuyển động đã lập trình của mô hình được nhập vào bộ điều khiển Master, với đầu vào là 12V, các thuật toán trong Master sẽ được xử lý và gửi hướng dẫn đến các

bộ vi điều khiển Slave. Các bộ vi điều khiển Slave chịu trách nhiệm điều khiển hoạt động đồng bộ hoặc không đồng bộ của các động cơ dựa trên các yêu cầu cụ thể. Master đóng vai trò là bộ não trung tâm của hệ thống, điều khiển và phối hợp các chuyển động và hành động khác nhau của các con rối nước. Nó xử lý các chuỗi chuyển động được lập trình sẵn, đảm bảo thực hiện chính xác từng chuyển động. Các thuật toán trong Master phân tích các đầu vào và tạo các lệnh tương ứng sau đó truyền đến các bộ vi điều khiển Slave. Các bộ vi điều khiển Slave, được phân phối khắp mô hình, nhận các lệnh từ Master và hoạt động như các đơn vị điều khiển riêng lẻ cho các thành phần hoặc bộ động cơ cụ thể. Chúng xử lý các hướng dẫn và điều khiển các động cơ chịu trách nhiệm tạo ra các chuyển động mong muốn. Tùy thuộc vào nhu cầu cụ thể về hiệu suất, các bộ vi điều khiển Slave có thể phối hợp hoạt động của nhiều động cơ đồng thời hoặc điều khiển chúng một cách độc lập để đạt được các hiệu ứng và hành động khác nhau.

Hệ thống điều khiển phân tán này cho phép quản lý mô hình múa rối nước hiệu quả và linh hoạt. Thiết kế gọn nhẹ của bộ vi điều khiển đảm bảo giảm thiểu sự can thiệp vào chuyển động của con rối đồng thời cung cấp khả năng kiểm soát chính xác đối với hành động của chúng. Bằng cách phân chia trách nhiệm điều khiển giữa bộ vi điều khiển Master và Slave, hệ thống có thể xử lý các chuỗi chuyển động phức tạp và duy trì hiệu suất đồng bộ. Việc sử dụng hệ thống điều khiển giúp nâng cao khả năng tự động hóa của mô hình múa rối nước, giúp các màn trình diễn liền mạch và lôi cuốn. Sự phối hợp chính xác của các chuyển động đạt được thông qua các thuật toán điều khiển bổ sung thêm một lớp tinh tế cho chuyển động của con rối, thu hút khán giả bằng sự uyển chuyển và duyên dáng của chúng. Sự tích hợp của bộ điều khiển Master và Slave thể hiện sự kết hợp giữa

công nghệ tiên tiến và nghệ thuật truyền thống, mở rộng ranh giới của những gì nghệ thuật múa rối nước có thể đạt được (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bộ điều khiển rối nước tự động từ xa.

4. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Thử nghiệm thực tế đã chứng minh rõ ràng chức năng hoàn hảo và tuổi thọ của mô hình múa rối nước tự động. Thông qua một loạt các thử nghiệm được thực hiện trong các buổi biểu diễn trực tiếp và các cuộc thi múa rối nước truyền thống tại các trường đại học, mô hình này đã nhận được sự hoan nghênh vang dội và tạo ra vô số phản hồi tích cực [10]. Các chuyên gia nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực múa rối nước đã được mời đến chứng kiến những màn trình diễn hấp dẫn, và họ đều cảm thấy hứng thú với loại mô hình mới mẻ này. Mô hình tự động không chỉ gây ấn tượng với hiệu suất làm việc tốt mà còn truyền tải liền mạch bản chất và chiều sâu tường thuật của những câu chuyện được miêu tả. Có lẽ điều đáng chú ý nhất là mô hình múa rối nước tự động đã dễ dàng vượt qua những giới hạn và yêu cầu về thể chất vốn đã đặt ra những thách thức trong lịch sử cho những người biểu diễn là con người. Các chuyên gia ngạc nhiên trước độ chính xác phi thường và sự đồng bộ hoàn hảo của mô hình, vượt qua khả năng của cả những nghệ sĩ múa rối dày dặn kinh nghiệm nhất. Hơn nữa, mô hình thể hiện khả năng biểu diễn cường độ cao không ngừng

nghi, thực hiện các động tác phức tạp mà không mệt mỏi. Đó là một biểu hiện phi thường của sự đổi mới công nghệ đan xen nhuần nhuyễn với nghệ thuật múa rối nước.



Hình 2. Một số hình ảnh thực nghiệm biểu diễn múa rối nước.

Xuyên suốt quá trình thử nghiệm nghiêm ngặt, hệ thống truyền động đã chứng tỏ là một phần cốt lõi của mô hình, các bộ truyền động vận hành êm ái và không gặp trở ngại nào. Đường ray trượt, được thiết kế tỉ mỉ để mang lại sự ổn định và chuyển động trôi chảy, đảm bảo hiệu suất liền mạch và đầy mê hoặc. Ấn tượng không kém là các dây đai cao su được sử dụng trong cơ chế của mô hình, thể hiện độ bền vượt trội khi chúng hoạt động hoàn hảo dưới nước trong thời gian dài, vẫn còn nguyên vẹn mà không có dấu hiệu hao mòn hoặc hư hỏng nhỏ nhất. Việc thử nghiệm và đánh giá toàn diện mô hình múa rối nước tự động đã mang lại thành công vang dội, khẳng định hiệu suất vượt trội và độ tin cậy vững chắc của nó. Hoạt động hoàn hảo của mô hình trong suốt quá trình thử nghiệm đã khơi dậy sự hứng thú và được đánh giá cao là một bước đột phá mới từ

các chuyên gia đáng kính cũng như khán giả. Sự đổi mới công nghệ mang tính đột phá này không chỉ thúc đẩy truyền thống múa rối nước trong tương lai mà còn đảm bảo sự bảo tồn lâu dài và khả năng tiếp cận rộng rãi hơn với khán giả trên toàn cầu. Về bản chất, mô hình múa rối nước tự động là minh chứng cho sự kết hợp hài hòa giữa công nghệ tiên tiến và biểu hiện nghệ thuật. Hoạt động hoàn hảo, màn trình diễn hấp dẫn và độ tin cậy vững chắc đã mở ra một kỷ nguyên mới cho nghệ thuật múa rối nước.

5. KẾT LUẬN

Tích hợp công nghệ robot vào múa rối nước mang lại nhiều lợi ích quan trọng. Hệ thống tự động giúp tiết kiệm thời gian và công sức của người múa rối, tăng tính ổn định và độ tin cậy trong biểu diễn. Ngoài ra, việc lưu giữ và chia sẻ kỹ thuật biểu diễn cũng được cải thiện, giúp bảo tồn và phát triển nghệ thuật múa rối nước. Sử dụng vật liệu tái chế trong robot không chỉ giảm chi phí mà còn thể hiện sự sáng tạo và bảo vệ môi trường. Kết quả nghiên cứu chứng minh hiệu suất ổn định của hệ thống và khả năng thực hiện nhiệm vụ múa rối nước một cách thành công. Tóm lại, việc tích hợp công nghệ hiện đại vào múa rối nước không chỉ mang lại hiệu quả về kỹ thuật mà còn hướng tới bảo tồn và phát triển nghệ thuật truyền thống này cho tương lai.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh (UEH). Nghiên cứu này được sự hỗ trợ về tài chính của Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh – UEH. Bài báo này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp trường có mã số CTD-2023-02 được tài trợ bởi Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh. ❖

Ngày nhận bài: **01/12/2023**

Ngày phản biện: **08/12/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Sam Pack, Michale Eblin, and Carrie Walther, “*Water Puppetry In The Red River Delta And Beyond: Tourism And The Commodification Of An Ancient Tradition*” in ASIA Network Exchange, vol. 19, no. 2, Spring 2012.
- [2]. Kathy Foley, “*The Metonymy of Art: Vietnamese Water Puppetry As a Representation of Modern Vietnam*”, in The Drama Review 45.4, December 2001, pp. 129-141.
- [3]. Gloria Contreras, “*Teaching about Vietnamese Culture: Water Puppetry as the Soul of the Rice Fields*”, in The Social Studies, vol. 86, no.1, pp.25-28, 1995.
- [4]. Nguyen Thi Thuy Linh, “*Water Puppetry And Peasant's Life In Vietnam*”, in Journal Mekong of Societies, 2005.
- [5]. Seb Rumsby, “*Methods of manipulation: Propaganda, ethnicity and representation in Vietnamese water puppetry*”, in Asian Affairs, vol. 46, no. 2, pp. 304-308, 2015.
- [6]. C. Ma Thi, N. Chetcuti-Sperandio, S.Laguerre, Thuy. N. T, and Duy. B. T, “*Towards an Ontology for Vietnamese Water Puppetry*”, in ICDAMT, 2017.
- [7]. Amanda Vander Hyde, “*Vietnamese Water Puppetry The Practical Development of the Structure and Form*”, in Western Oregon University Honors Program, 2018.
- [8]. Derek Gaboriault, “*Vietnamese Water Puppet Theatre: A Look Through The Ages*”, Spring 2009.
- [9]. Linda Baily Synovitz, “*Using Puppetry In A Coordinated School Health Program*”, in J Sch Health, vol. 69, no. 4, 1999.
- [10]. Link to see: <https://www.youtube.com/watch?v=edEN3yZ2Rzo>
- [11]. S. Zimmermann, R. Poranne, James M. Bern, and S. Coros, “*PuppetMaster: Robotic animation of marionettes*”, in ACM Transactions on Graphics, vol. 38, no. 4, pp. 1-11, July 2019.
- [12]. A. Causo, G. T. Vo, E. Toh, I-Ming Chen, S. H. Yeo, and P. W. Tzuo, “*Developing and Benchmarking Show & Tell Robotic Puppet for Preschool Education*”, in ICRA, 2015.
- [13]. E.Jochum, J. Schultz, E. Johnson, and T. D. Murphey, “*Robotic Puppets and the Engineering of Autonomous Theater*”, in Controls and Art, pp. 107-128, 2014.