

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MA TRẬN PHUN NƯỚC NGHỆ THUẬT THEO NHẠC DỰA TRÊN BỘ PHÂN LỚP ÂM NHẠC

Phan Đình Duy¹, Trần Ngọc Đức¹, Trần Văn Quang¹, Vũ Đức Lung¹

¹ Khoa Kỹ Thuật Máy Tính, Trường Đại học Công nghệ thông tin, ĐHQG TP.HCM

duydp@uit.edu.vn, ductn@uit.edu.vn, quangtv@uit.edu.vn, lungvd@uit.edu.vn

TÓM TẮT— Bài báo trình bày một phương pháp mới để điều khiển nhạc nước tự động theo dạng ma trận các vòi phun. Trong đó, mỗi vòi phun sẽ được gán với một tần số âm nhạc phù hợp và sẽ thay đổi độ cao theo cao độ của tần số được gán. Khác với các phương pháp trước đây điều khiển cao độ theo từng mức bằng các van điện từ, thì trong phương pháp này chúng tôi điều khiển theo phương pháp băm xung liên tục tỉ lệ với cao độ của tần số nên các vòi phun sẽ mượt và đẹp mắt hơn. Để hệ thống tự động điều khiển theo nhạc tốt hơn, bài báo đề xuất hệ thống phân lớp âm nhạc cho 5 loại nhạc Việt và tương ứng là 5 bộ thông số điều khiển hệ thống cho từng loại nhạc này. Hệ thống vòi phun được thiết kế theo ma trận 10x10 kết hợp với hệ thống đèn chiếu sáng được thử nghiệm cho hiệu ứng phun nước đẹp mắt theo đánh giá của các chuyên gia.

Từ khóa— Nhạc nước, điều khiển, tự động, phun nước, hệ thống nhúng, phân lớp âm nhạc.

I. GIỚI THIỆU

Nhạc nước nghệ thuật là một loại hình nghệ thuật kết hợp giữa âm nhạc, nước phun và ánh sáng để tạo nên không gian nổi bật với những hình dạng thiết kế độc đáo cùng màu sắc và âm thanh ấn tượng cho người xem. Trên thế giới, nhất là khu vực châu Âu, đài phun nước đã để lại dấu ấn sâu đậm và đặc sắc trong cấu trúc đô thị của một thời vàng son, vương giả. Ngày nay, đài phun nước không chỉ đạt tới đỉnh cao của nghệ thuật tổ chức không gian, thiết kế đô thị mà còn ở cả khía cạnh kỹ thuật xây dựng và óc sáng tạo nghệ thuật tuyệt vời của con người. Đó là sự kết hợp công nghệ xây dựng, trang thiết bị và các công nghệ điều khiển mới vào các hệ thống nhạc nước. Nổi bật trong số các công trình nhạc nước nghệ thuật trên thế giới như công trình phun nước của khách sạn Bellagio [10] (Las Vegas, Mỹ), Dubai Fountain [11], Singapore Marina Bay [12], Dancing fountains - Burj Khalifa [13]. Trong nước cũng có nhiều công trình nổi tiếng như công trình phun nước ở Vịnh Hạ Long, Vinpearl Land, Công viên Đầm Sen,...

Tuy có rất nhiều công trình thực tế nổi tiếng như vậy, nhưng các công bố khoa học trong lĩnh vực này thì lại rất hạn chế. Có thể kể đến vài công trình nghiên cứu ở nước ngoài về lĩnh vực nhạc nước nghệ thuật như công trình “Creating Musical-Fountain Shows” [1] của tác giả Min-Joon và “Computer aided design system for developing musical fountain program” [2] của tác giả Liu Dan. Cả hai công trình này đều trình bày ở mức độ đơn giản và trong khuôn khổ mô phỏng, thử nghiệm chứ chưa hiện thực trong thực tế. Trong nước, chỉ có các công trình của nhóm tác giả Vũ Đức Lung và các cộng sự gồm: công trình thứ nhất là “Nghiên cứu các phương pháp thiết kế và điều khiển nhạc nước từ đó xây dựng mô hình thử nghiệm” [3] trình bày phân tích thiết kế và xây dựng mô hình nhạc nước trên hồ nước hiện hữu, trong khuôn viên của trường Đại học Công nghệ thông tin, Đại học Quốc gia TP.HCM; công trình thứ hai là “A Compact autonomous display in space using water drops” [4] tại Hội thảo toàn quốc về công nghệ thông tin năm 2013 tại Đại học Cần Thơ, trình bày về thiết kế màn hình hiển thị thông tin dựa trên các giọt nước rơi. Ngoài các công trình nghiên cứu trên, phần lớn những công trình nhạc nước là sản phẩm nghiên cứu và kinh doanh của các công ty nên có rất ít các công bố về mặt khoa học. Và thường những công trình này được thiết kế theo những dạng hình thù cố định theo kích thước hồ nước hoặc những hiệu ứng mong muốn như dãy tia, hình bông hoa, hình vòng cung, hình núi,... cùng các bài nhạc cố định và không có khả năng thêm mới một bài nhạc khác.

Bài báo này tập trung vào một trong các loại hình nhạc nước nghệ thuật đó là ma trận phun nước nghệ thuật. Trong đó các vòi phun được bố trí như một ma trận và người dùng có thể lập trình để tạo ra nhiều hình dạng phun nước khác nhau như có thể tạo ra các dãy tia, vòng tròn, hình núi, hình gợn sóng,... Các hệ thống trên thực tế hiện nay đều được lập trình tạo kịch bản cố định theo một vài bài nhạc mà không có sự mềm dẻo để có thể cho phép thay đổi hệ thống. Trong bài này đề xuất một phương pháp mới cho phép người dùng có thể đạo diễn (mô phỏng) một kịch bản cho bất kỳ bài hát nào trên máy tính để sau đó cho thể hiện trên ma trận phun nước thật. Ngoài ra hệ thống cũng cho phép phân tích các tần số âm nhạc một cách tự động để lấy ra các tần số cần thiết cho việc điều khiển.

II. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Từ việc nghiên cứu các hệ thống phun nước nghệ thuật trong và ngoài nước, cả trên máy tính lẫn thăm quan trực tiếp có thể thấy các hệ thống đều có hai phần chính là phần cứng và phần mềm nhưng trên đó để điều khiển các thiết bị hoạt động. Trong đó các thông số hệ thống cần được xem xét khi thiết kế gồm: tính nghệ thuật, khả năng thay đổi – mở rộng, mức tiêu thụ năng lượng.

Bài báo này đặt ra mục tiêu chú trọng vào phát triển 2 yếu tố tính nghệ thuật và khả năng thay đổi-mở rộng hệ thống. Theo đó để đảm bảo với nguồn kinh phí vừa phải, đảm bảo hệ thống có thể dễ dàng tháo ráp, dễ dàng thay đổi-mở rộng, hệ thống phun nước nghệ thuật tự động theo nhạc được lựa chọn là dạng ma trận 10x10 bao gồm 4 thành phần: phần

cứng cơ khí, phần điện điều khiển, phần mềm nhúng và phần mềm trên máy tính. Hình 1 mô tả tổng quan hệ thống phun nước tự động theo nhạc.



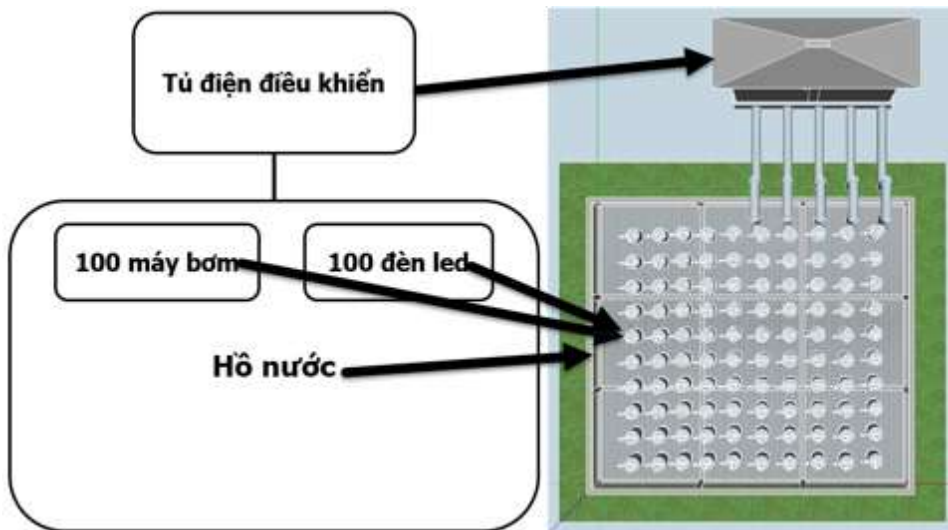
Hình 1. Tổng quan hệ thống ma trận phun nước

Trong hệ thống, các thành phần đều được thiết kế theo module để dễ dàng có thể mở rộng hoặc thay đổi. Một điểm đặc biệt của hệ thống đặt ra là kịch bản biểu diễn của một bài hát bất kỳ có thể thêm vào một cách dễ dàng. Vấn đề này được giải quyết trong công trình bằng một phần mềm trên máy tính với khả năng mô phỏng kịch bản biểu diễn và chuyển thành các thông số hệ thống sau đó đưa xuống phần mềm nhúng điều khiển hệ thống.

III. HIỆN THỰC HỆ THỐNG

A. Phần cứng hệ thống

Phần cứng của hệ thống ma trận phun nước nghệ thuật bao gồm 4 thành phần chính là: hồ nước, máy bơm, đèn và tủ điều khiển. Đó là những thành phần được nhìn thấy như trong Hình 2.



Hình 2. Bảng vẽ thiết kế phần cứng

Trong đó:

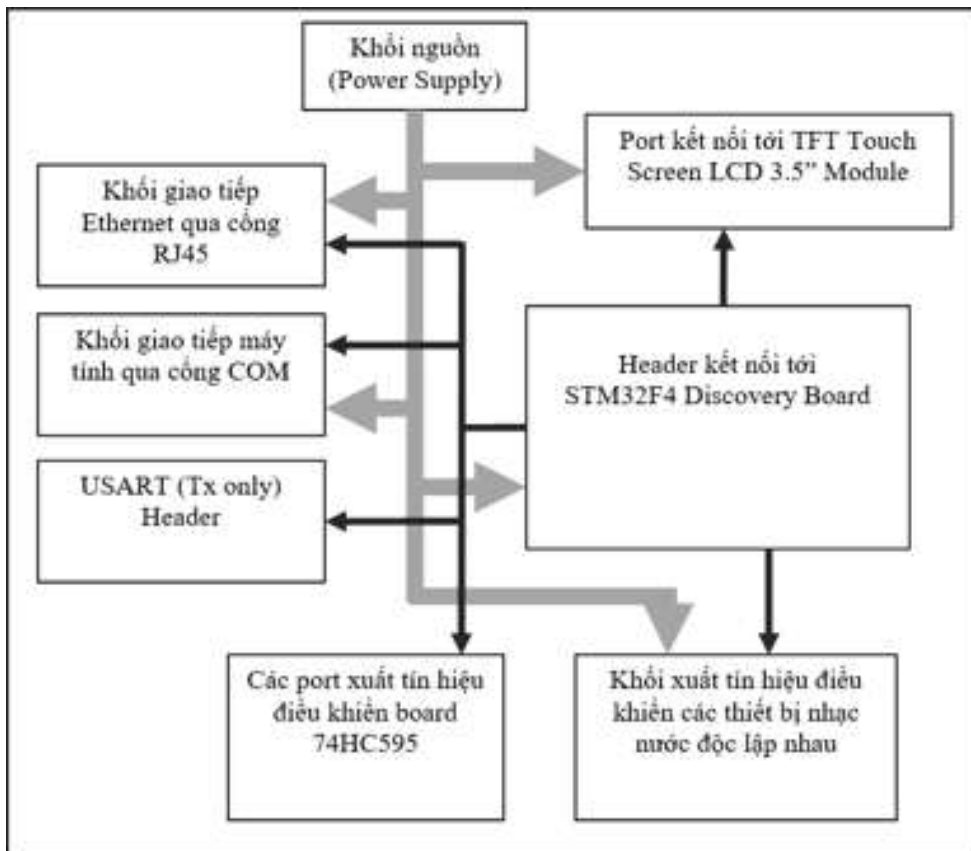
- Hệ thống máy bơm: sử dụng máy bơm 12V-DC có khả năng điều khiển tốc độ quay của động cơ bằng việc sử dụng phương pháp băm xung PWM để điều chỉnh độ cao cột nước. Hệ thống máy bơm được thiết kế theo kiểu ma trận 10x10, qua đó được lập trình chạy các hiệu ứng theo tần số âm thanh đã được phân tích từ phần mềm máy tính gửi tín hiệu điều khiển xuống board điều khiển.
- Hệ thống tủ điều khiển thiết kế bao gồm 3 phần chính: Tủ điều khiển trung tâm, tủ công suất và tủ nguồn:
 - Tủ điều khiển trung tâm: Có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ phần mềm máy tính và dựa vào mức tần số đã gán cho cho máy bơm để xuất ra tín hiệu PWM ra các chân tương ứng với từng máy bơm và truyền các tín hiệu điều khiển tới tủ công suất để kích máy bơm. Để điều khiển một số lượng lớn máy bơm cùng các tín hiệu điều khiển đèn, cần thiết phải sử dụng một phần cứng khá mạnh và board STM32F4DISCOVERY Discovery [9] có các thông số đáp ứng phù hợp nhất đã được lựa chọn.
 - Tủ công suất: Có nhiệm vụ nhận tín hiệu điều khiển từ tủ điều khiển và khuếch đại dòng điều khiển để có thể điều khiển được máy bơm với dòng khoảng 10A và điện áp 12V.

- Tủ nguồn: Cung cấp toàn bộ nguồn cho hệ thống máy bơm và tủ công suất cũng như tủ điều khiển, tủ nguồn sử dụng các biến áp tạo ra nguồn điện 12V-DC.
- Hệ thống đèn trong hệ thống được nghiên cứu và chế tạo từ đèn LED, có khả năng chịu được trong môi trường nước và tiêu thụ điện thấp, tuổi thọ cùng hiệu suất chiếu sáng cao. Đèn LED được chế tạo từ chip LED với 3 màu cơ bản R/G/B qua kỹ thuật điều khiển phối màu tạo ra được hàng trăm màu sắc khác nhau tùy thuộc và trạng thái và nhịp độ của âm nhạc, tăng thêm tính nghệ thuật cho hệ thống.
- Phần cơ khí hồ nước được thiết kế có khả năng tháo ráp dễ tiện cho việc di chuyển hệ thống đi triển lãm hoặc trình diễn trong các sự kiện khác nhau, với thiết kế gọn gàng bố trí máy bơm và tủ điện đảm bảo được tính thẩm mỹ của hệ thống.

B. Thiết kế module điều khiển trung tâm

Module quan trọng nhất của hệ thống là khối điều khiển trung tâm. Khối này điều khiển ma trận nước và được chia nhỏ thành các module nhỏ hơn để thuận tiện trong việc lắp đặt và mở rộng quy mô hệ thống. Mô hình tổng quan của module điều khiển trung tâm được thể hiện ở Hình 3. Việc thiết kế board mạch cho module này khá phức tạp vì ngoài nhu cầu tính toán, còn phải giao tiếp với nhiều thiết bị bên ngoài, với mạng máy tính, với máy tính cá nhân, với màn hình hiển thị.

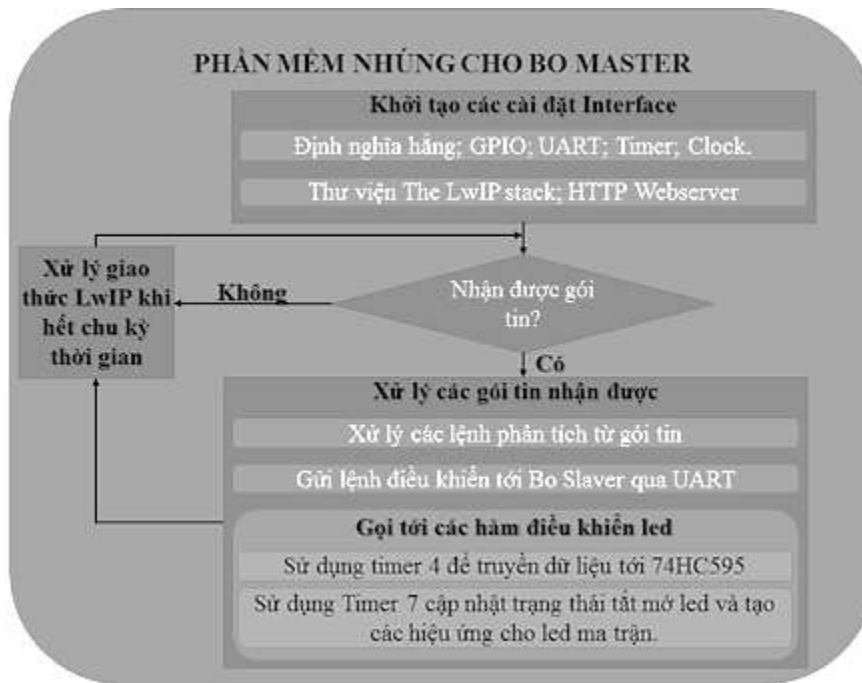
Để mở rộng hệ thống dễ dàng hơn, module này lại được thiết kế gồm 1 board mạch chủ (master) và kết nối với nó là các board mạch tớ (slaver). Với mỗi board mạch chủ có thể kết nối 64 board mạch tớ và với mỗi board mạch tớ có thể xuất ra 64 tín hiệu điều khiển máy bơm cũng như đèn led.



Hình 3. Mô hình tổng quan của module điều khiển trung tâm

C. Phần mềm nhúng

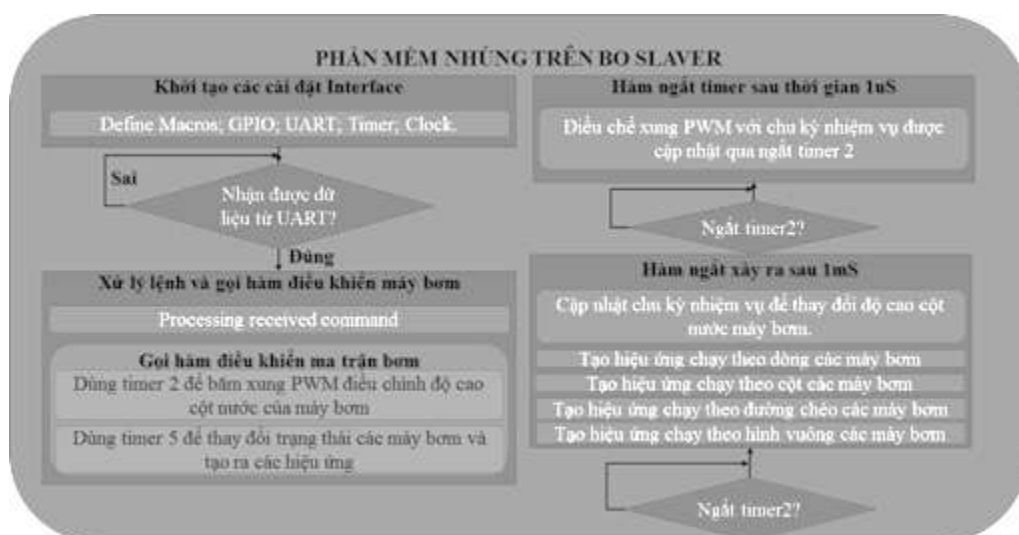
Phần mềm nhúng được thiết kế phù hợp cho từng board điều khiển bao gồm 1 board master để nhận tín hiệu từ máy tính và các tín hiệu điều khiển khác sau đó truyền tín hiệu điều khiển board slaver và hệ thống đèn và 2 board slaver (số board slaver có thể mở rộng lên tối đa 64) để nhận tín hiệu từ board master và trực tiếp điều khiển 100 máy bơm theo phương pháp băm xung. Sơ đồ khối các thành phần trong phần mềm nhúng trên board master được thể hiện trong Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ các thành phần trong phần mềm nhúng trên board master

- Module nhận tín hiệu điều khiển có chức năng giao tiếp với máy tính thông qua một số chuẩn giao tiếp như Ethernet, UART,... để nhận các tín hiệu điều khiển mà phần mềm máy tính gửi xuống.
- Module phân tích tín hiệu nhận các command mà phần mềm máy tính gửi xuống dưới dạng các chuỗi ký tự gồm các thông số như: Chỉ số máy bơm, độ cao cột nước, màu đèn LED... từ những command nhận được, module sẽ phân tích ý nghĩa các thông số cụ thể của lệnh để từ đó gọi tới các hàm điều khiển máy bơm và đèn led tương ứng.
- Điều khiển PWM theo tần số: Module này dựa vào các thông số độ cao cột nước, vị trí của các máy bơm mà module phân tích tín hiệu có được qua đó, sử dụng bộ timer của microcontroller kết hợp với các giải thuật điều khiển để tạo ra tín hiệu PWM điều khiển độ cao cột nước các máy bơm tương ứng với tần số và biên độ của bài nhạc trên máy tính.
- Điều khiển đèn: Phần này cũng dựa vào thông số vị trí, màu sắc của đèn LED từ module phân tích tín hiệu sử dụng timer kết hợp với giải thuật điều khiển xuất tín hiệu điều khiển tới các board công suất qua chuẩn SPI để điều khiển hiệu ứng đèn LED, tăng thêm tính nghệ thuật cho hệ thống.

Sơ đồ khối các thành phần trong phần mềm nhúng trên board slaver được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5. Sơ đồ các thành phần trong phần mềm nhúng trên board slaver

D. Phần mềm máy tính

Phần mềm máy tính được nhóm thiết kế có thể thực hiện 2 chế độ: chế độ điều khiển ma trận nước tự động và chế độ cấu hình bài hát theo ý của người sử dụng. Trong cả hai chế độ hoạt động, phần mềm sẽ nhận vào các file âm thanh và

có giao diện phát nhạc để chạy các hiệu ứng. Đồng thời phần mềm sẽ có chế độ mô phỏng 3D các hiệu ứng để người dùng có thể xem trước các hiệu ứng trước khi chạy xuống board. Phần mềm sẽ truyền các tín hiệu sau khi phân tích xuống hệ thống điều khiển thông qua LAN hoặc Wifi. Trong đó khối “Bộ phân lớp âm nhạc” sẽ làm nhiệm vụ nhận dạng bài hát đưa vào là khối khá phức tạp nên sẽ được trình bày riêng trong một mục bên dưới. Các thành phần của phần mềm như trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ các khối phần mềm trên máy tính

Trong chế độ điều khiển ma trận phun nước tự động thì phần mềm sẽ tự động phân tích các bài hát mà người dùng đưa vào dựa vào thuật toán FFT [3, 5] để đưa ra các cột tần số âm thanh tương ứng. Người dùng sẽ gán các tần số mà mình muốn vào các cột nước tương ứng cố định hoặc thay đổi theo các kịch bản cho trước để tạo các hiệu ứng phun nước đẹp mắt theo các bài hát. Chế độ tự động này có thể chạy được bất kỳ bài nhạc nào mà không cần cấu hình trước và cũng có thể chạy được nhạc hoặc các âm thanh trực tiếp từ hệ thống âm thanh như karaoke, nhạc sống.

Trong chế độ nhạc cấu hình theo bài hát, phần mềm sẽ cho phép người dùng thiết lập các thông số về các hiệu ứng của tất cả các vòi phun tự do hoặc theo kịch bản của 1 số hiệu ứng đã được cài đặt trước theo mỗi giai điệu của bản nhạc để tạo nên các hiệu ứng đẹp mắt theo ý mình.

E. Bộ phân lớp âm nhạc

Bộ phân lớp âm nhạc sẽ phân tích và phân loại một bài hát, bài nhạc bất kỳ vào 1 trong 5 thể loại mà bài báo này tiến hành thử nghiệm như sau:

- Nhạc Cách mạng
- Nhạc Trẻ
- Nhạc Rock Việt
- Nhạc Thiếu nhi
- Nhạc Trữ tình

Sau khi nghiên cứu nhiều công trình về rút trích đặc trưng của âm nhạc [6-8], nhóm tác giả đã lựa chọn 68 đặc trưng về phổ âm thanh trong bài báo này như trong bảng 1.

Bảng 1. Số lượng thuộc tính của các đặc trưng của tập dữ liệu nhạc Việt

Tên đặc trưng	Số đặc trưng
Spectral Centroid	4
Spectral Rolloff	4
Spectral Flux	4
Spectral Entropy	4
MFCC	52
Tổng cộng	68

Trong bài báo này nhóm tác giả thực hiện phân tích một bài nhạc thành các frame với độ dài khoảng 20ms và ứng với mỗi frame đó, chương trình sẽ phân tích ra 68 đặc trưng. Khi bài nhạc được đưa vào phần mềm sẽ tiến hành rút trích đoạn tập các đặc trưng nhằm phân bài nhạc vào thể loại tương ứng. Để phân lớp âm nhạc, trong bài báo tiến hành thử nghiệm hai phương pháp khá thông dụng và cho kết quả tốt trong giải quyết các bài toán này là:

- Phân lớp dùng Support Vector Machine (SVM), sử dụng kỹ thuật Cross - validation (folds =10):
- Phân lớp dùng K-Nearest Neighbor (K-NN)

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Thử nghiệm bộ phân lớp âm nhạc

Tập dữ liệu thử nghiệm của bài báo là 250 bài nhạc Việt Nam, được tải từ hai website nghe nhạc trực tuyến nổi tiếng tại Việt Nam là <http://mp3.zing.vn> và <http://nhaccuatui.com>. Các bài nhạc được chia thành 5 thể loại là nhạc Cách mạng, nhạc trẻ, nhạc rock Việt, nhạc thiếu nhi và nhạc trữ tình. Mỗi thể loại là 50 bài nhạc định dạng .mp3, 128kbps, với dung lượng khoảng 1GB.

Dữ liệu được chia thành 10 phần bằng nhau, mỗi phần 25 mẫu, và quá trình Train/Test thực hiện lặp lại 10 lần. Tại mỗi lần Train/Test 1 phần dữ liệu dùng để Test và 9 phần còn lại dùng để Train. Tỷ lệ phân loại chính xác với SVM là 85.2%. Với Phương pháp phân lớp dùng K-NN, kết quả phụ thuộc vào số láng giềng gần K như bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân lớp với thuật toán K-NN của tập dữ liệu nhạc Việt

Số K	Kết quả
K = 1	77.2%
K = 2	75.6%
K = 3	82.4%
K = 4	84.4%
K = 5	85.6%
K = 6	84%
K = 7	83.2%
K = 8	84.4%
K = 9	81.6%
K = 10	84%

Như vậy, với số láng giềng K=5 cho kết quả phân lớp cao nhất với tỷ lệ 85.6%. Tỷ lệ này tuy không cao nhưng so với các công trình [6-8] thì kết quả này cao hơn một ít cho thấy có thể chấp nhận được. Để hiện thực hệ thống, phương pháp dùng K-NN với K=5 được lựa chọn.

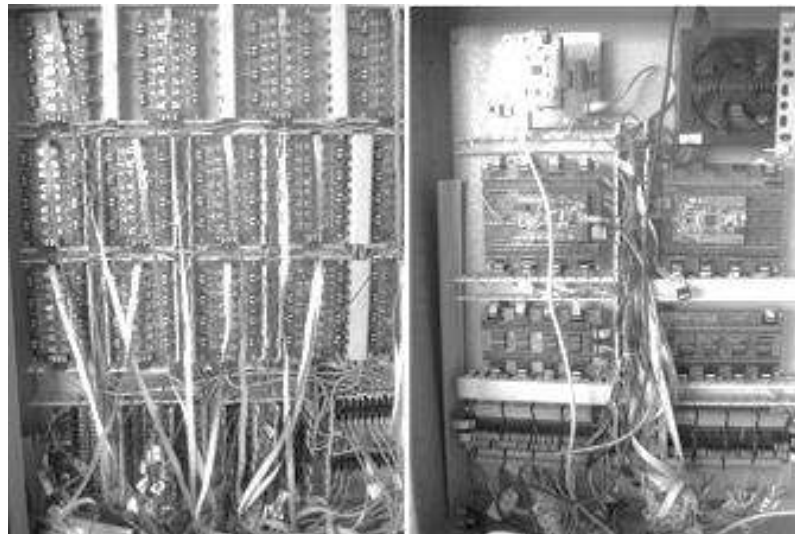
B. Thử nghiệm toàn hệ thống

Để thử nghiệm đánh giá, một hệ thống hồ phun nước hoàn chỉnh gồm 100 vòi phun gắn kèm với 100 máy bơm và 100 đèn LED chiếu sáng, theo dạng ma trận các vòi phun đã được xây dựng. Vòi phun được thiết kế để cột nước phun lên mang tính thẩm mỹ và kết hợp với ánh sáng của các đèn LED bên dưới tạo nên các cột nước mang màu sắc thay đổi đẹp mắt. Hệ thống được lắp đặt tại tầng thượng trường Đại học Công nghệ thông tin – ĐHQG TP.HCM như hình 7.



Hình 7. Hệ thống ma trận 10x10 thực tế

Phần cứng hệ thống đã được thiết kế gồm có board điều khiển và board công suất dựa vào MCU ARM Cortex M4 và các loại thiết bị điện tử như: Mosfet, Diode, IC74595,... Các bộ phận điện tử này được phân chia và lắp đặt trong 2 tủ: tủ công suất và tủ điều khiển như hình 8.



Tủ điện công suất

Tủ điện điều khiển

Hình 8. Hệ thống điện tử điều khiển ma trận

So với hệ thống phun nước tự động theo nhạc mà trước đây nhóm đã xây dựng [3] thì ở đề tài này đã được phát triển chuyên nghiệp hơn về việc bố trí lắp đặt các vòi phun, phương pháp điều khiển và độ mịn đáp ứng của vòi phun với cao độ của các tần số âm thanh. Để đánh giá tính nghệ thuật của các kịch bản biểu diễn, chúng tôi mời chuyên gia nghệ thuật từ công ty chuyên về lĩnh vực này và được đánh giá là cho kết quả tốt hơn rất nhiều so với phiên bản trước.

Tuy nhiên hệ thống vẫn còn có sự chậm trễ nhỏ (khoảng 0,5 giây) mặc dù rất khó phát hiện trong sự đồng bộ của nhạc với phản ứng của các vòi phun. Nhóm đang thử nghiệm cho phần mềm phát nhạc chậm hơn 0,5 giây so với tín hiệu điều khiển máy bơm để người nghe vẫn thấy được sự đồng bộ. Phần mềm mô phỏng trên máy tính cũng chưa được đẹp, mượt mà như mong đợi và cần được phát triển tiếp.

V. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một phương pháp để điều khiển phun nước nghệ thuật theo dạng ma trận dựa trên việc bám xung liên tục tỉ lệ với cao độ của tần số, và dựa vào việc phân lớp âm nhạc để có các thông số điều khiển phù hợp. Để kiểm nghiệm, nhóm tác giả đã xây dựng một hệ thống thực tế bao gồm các board phân cứng, phần mềm nhúng trên các board này và phần mềm trên máy tính để thực hiện điều khiển hệ thống ma trận các vòi phun. Kết quả khoa học của bài báo chưa nhiều, nhưng độ phức tạp khá cao do được thiết kế từ đầu gồm phần cứng, phần mềm nhúng và phần mềm trên máy tính. Kết quả cũng cho thấy giá trị thực tiễn cao và có thể chuyển giao công nghệ để cho ra các sản phẩm phục vụ nhu cầu thực tế.

VI. LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Sở KHCN TP HCM đã tài trợ kinh phí cho chúng tôi thực hiện đề tài “Nghiên cứu xây dựng ma trận phun nước nghệ thuật” mã số 273/2014/HĐ-SKHCN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Min-Joon, Yoo and In-Kwon Lee, “Creating Musical-Fountain Shows, IEEE Computer Graphics and Applications”, vol 29, issue 5, p.p 6-13, 2009.
- [2] Liu Dan et al., “Computer aided design system for developing musical fountain programs”, Tsinghua Science and Technology, vol 8, issue 5, p.p 612-616, 2003.
- [3] Vũ Đức Lung, “Automatic Musical Fountain with Audio Frequency Analysis using FFT Algorithm”, Proceedings of the 3rd International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET2011), 2011.
- [4] Lê Văn La, Phan Đình Duy, Võ Thanh Xuyên, “A Compact Autonomous Display in Space Using Water Drops”, Hội thảo Toàn quốc về công nghệ thông tin tại Đại học Cần Thơ, 2013.
- [5] Liu Xuejun, Liu Chang, Wang Jingzhi, Xing Jisheng, “Interharmonic Parameter Estimation Based on FFT and MUSIC”, Power System Protection and Control, vol.37, pp.37-40, 2009.
- [6] Babu Kaji Baniya, “Automatic Music Genre Classification Using Timbral Texture and Rhythmic Content Features”, ICACT Transactions on Advanced Communications Technology (TACT), 2014.
- [7] Dalwon Jang and Sei-Jin Jang, “Very Short Feature Vector For Music Genre Classification Based On Distance Metric Learning”, International Conference on Audio, Language and Image Processing (ICALIP), 2014.
- [8] G. Tzanetakis, Cook, “Musical genre classification of audio signals”, IEEE Transactions on Audio and Speech Processing, 2002.
- [9] <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF252419>.

- [10] Bellagio fountain show, Las Vegas - Michael Jackson - Billy Jean. <http://www.youtube.com/watch?v=401wv1eKc2c>.
- [11] Dubai Fountain 2010 Thriller Michael Jackson. <http://www.youtube.com/watch?v=MoxxK-8MeWw>.
- [12] Beautiful Fountain Water Show in Singapore Marina Bay. http://www.youtube.com/results?search_query=fountain+show+singapore.

AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF MUSICAL MATRIX FOUNTAIN BASED ON MUSIC GENRE CLASSIFICATION

Phan Dinh Duy, Tran Ngoc Duc, Tran Van Quang, Vu Duc Lung

ABSTRACT— *The study shows a novel method for automation control of the musical matrix fountain. In each nozzle, the variation of nozzle height is assigned to a frequency appropriately. In contrast to the other control method, which is used digital valve to control, the proposed method focus on the continuous pulse modulation, which is proportional to frequency level. Base on that technique, the nozzle effect is more smoothly. To control the system better, the classifier for 5 genres of Vietnamese music have been proposed and respectively 5 control parameter sets for each genre are also proposed. Finally, the whole system are designed in a matrix form with 10 x 10 nozzle and lighting system. The system was tested and shows spectacular effects, according to the experts.*