

NGHIÊN CỨU & PHÁT TRIỂN THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH TRỢ GIẢNG SỐ SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ AI VÀ IOT

Bùi Quang Chung, Vũ Hữu Đạo
Học viện Công nghệ Bưu Chính Viễn Thông

Abstract—Bài báo này trình bày nghiên cứu & thiết kế phát triển thử nghiệm một mô hình trợ giảng số ứng dụng trong giảng dạy ở trường đại học, sử dụng công nghệ AI và IoT. Ý tưởng thiết kế bao gồm các khía cạnh quan trọng được xét đến đó là dễ dàng thực hiện, chi phí thấp, có khả năng mở rộng ứng dụng trong thực tế. Nền tảng mô hình trợ giảng số bao gồm 4 thành phần: thiết bị xử lý trung tâm sử dụng máy tính nhúng Raspberry Pi 4; IoT node thu thập dữ liệu sử dụng các cảm biến, camera, mic và vi điều khiển Arduino; IoT networks sử dụng mạng Zigbee và Internet để trao đổi dữ liệu giữa IoT node và trung tâm xử lý; và Server lưu trữ dữ liệu điện toán đám mây sử dụng ThingBoard IoT. Kết quả kiểm chứng cho thấy, mô hình trợ giảng số đề xuất chạy ổn định, thu thập dữ liệu và điều khiển các thiết bị chính xác, đọc chính xác nội dung bài giảng trên slides và tự động giải đáp được các thắc mắc cơ bản liên quan tới nội dung môn học cho sinh viên. Trên cơ sở đó, mô hình trợ giảng số được đề xuất có thể triển khai trong các lớp học thông minh hoặc các phòng lab thực hành chuyên sâu để quản lý tự động lớp học và hỗ trợ cho sinh viên học tập.

Keywords—Trợ giảng số, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Raspberry Pi

I. GIỚI THIỆU

Internet truyền thống kết nối con người với con người đã khởi đầu một kỷ nguyên “Kết nối” trong hơn bốn thập kỷ qua. Tuy nhiên ngày nay, trọng tâm công nghệ đã chuyển dần sang kết nối con người và tất cả các thiết bị thông qua một môi trường gọi là IoT (Internet of Things). IoT đang trở thành một trong những xu hướng công nghệ mới của thế giới, với dự đoán sẽ có hơn 35 tỷ vật dụng kết nối Internet trong năm 2025 [1]. IoT đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực từ nhà thông minh [2], thành phố thông minh [6], giao thông thông minh [3], y tế thông minh [4], nông nghiệp thông minh [5]. Cùng với sự phát triển đột phá của các công nghệ số mới như trí thông minh nhân tạo AI (Artificial Intelligence) [7], mạng 5G (5th-Generation) [8] và Big data [9], IoT đã và đang thay đổi cách thức con người-thiết bị tương tác với nhau, thiết bị-thiết bị tương tác với nhau, từ đó tạo ra nhiều cơ hội học tập nghiên cứu, sản xuất kinh doanh, hình thức kinh doanh khác nhau cho các nhà khoa học và doanh nghiệp.

Hiện nay, trên thế giới có nhiều Trường Đại học và các tổ chức nghiên cứu lớn đã phát triển các phòng lab chuyên dụng, các trung tâm để thực hiện việc nghiên cứu và giảng dạy các chuyên ngành IoT. Ví dụ như nghiên cứu [10] cung cấp một nền tảng thí nghiệm quy mô lớn cho phép các nhà nghiên cứu, nhà thiết kế, nhà phát triển và kỹ sư IoT thiết kế, đánh giá và tối ưu hóa các giao thức, ứng dụng và dịch vụ. Trung tâm C-DAC (Centre For Development of Advanced Computing) đã phát triển IoT-Lab bao gồm Wi-Fi Mote, Ubimote, BLE Mote, UbiSense and WINGZ [11]. Một nền tảng IoT Lab dùng Arduino/Genuino UNO, ngôn ngữ lập trình Python và ThingSpeak IoT được giới thiệu trong nghiên cứu [12]. Tại Việt Nam, các khu công nghệ cao tại Hà Nội và Tp.HCM đã và đang ưu tiên ươm tạo các công ty khởi nghiệp mảng IoT và thường xuyên tổ chức các hội thảo về IoT. Đặc biệt, Khu Công nghệ cao Hòa Lạc, Bộ Khoa học Công nghệ đã tổ chức khai trương Phòng thí nghiệm Hòa Lạc IoT Lab, trưng bày công nghệ IoT như Smart Home, Smart City, IoT trong công nghiệp, giao thông, y tế, giáo dục thông minh.

Một trong những ứng dụng quan trọng của IoT trong giáo dục đó là mô hình lớp học thông minh & trợ giảng số (mô hình trợ lý ảo trong các ứng dụng khác) [13]-[16]. Ví dụ nghiên cứu [13] tích hợp một chatbot vào một trang web trực tuyến của một cổng thông tin web giáo dục để hỗ trợ sinh viên. Bot được thực hiện trả lời các câu hỏi thường gặp và có thể cung cấp thông tin cơ bản về các khóa học. Nghiên cứu [14] đã sử dụng một công cụ E-Learning để dạy điều tra pháp y kỹ thuật số cho một lớp học của sinh viên khoa học dữ liệu. Chatbot được thiết kế để giúp các sinh viên học cách trả lời các câu hỏi liên quan đến khóa học. Nghiên cứu [15] trình bày một hệ thống gồm hai phần, một ứng dụng Android và một nền tảng máy chủ. Ứng dụng android thực hiện một chatbot tương tác với cả sinh viên và máy chủ. Mục tiêu của hệ thống là cho phép học sinh thực hiện một số hành động liên quan đến các nghiên cứu của họ như: tham khảo các câu hỏi của kỳ thi, nhận các khuyến nghị về tài liệu học tập, đặt câu hỏi về khóa học và kiểm tra. Nghiên cứu [16] trình bày một ứng dụng Android có chứa một Chatbot giáo dục được thiết kế cho những người khiếm thị. Ứng dụng chạy bằng Google Voice Search và được sử dụng bằng cách đặt câu hỏi bằng ngôn ngữ tự nhiên nói, sau đó ứng dụng sẽ chuyển đổi thành văn bản và chạy truy vấn đối với cơ sở dữ liệu AI. Câu trả lời được trả về dưới dạng văn bản và giọng nói.

Trong bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày một nghiên cứu thiết kế phát triển thử nghiệm mô hình trợ giảng số sử dụng công nghệ AI và IoT, ứng dụng trong các lớp học

Tác giả liên hệ: Bùi Quang Chung,
Email: chungbv@ptit.edu.vn

Đến tòa soạn: 11/2023, chỉnh sửa: 12/2023, chấp nhận đăng: 01/2024.

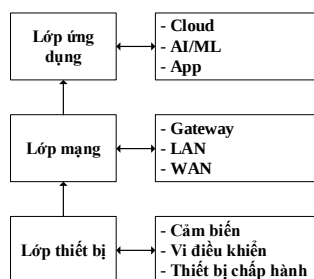
thông minh hoặc các phòng lab thực hành chuyên sâu để quản lý tự động lớp học và hỗ trợ cho sinh viên học tập. Mô hình đề xuất là một hệ thống IoT hoàn chỉnh gồm 3 modul thành phần như modul phần cứng, modul phần mềm & cloud và modul truyền thông, với các tính năng mở. Ý tưởng thiết kế bao gồm các khía cạnh quan trọng được xét đến đó là dễ dàng thực hiện, chi phí thấp, có khả năng mở rộng đa trạm kết nối, thu thập dữ liệu và điều khiển được các thiết bị trong lớp, hỗ trợ sinh viên học tập và thực hành trên các lab. Các đóng góp chính của nghiên cứu có thể được tóm tắt như sau:

- ✓ Nghiên cứu tiến hành khảo sát các mô hình trợ giảng số
- ✓ Nghiên cứu đề xuất mô hình kiến trúc cho trợ giảng số
- ✓ Thiết kế & thi công mô hình thử nghiệm trợ giảng số
- ✓ Thử nghiệm kết quả và đánh giá các tính năng của trợ giảng số
- ✓ Nghiên cứu đề xuất các hướng mở rộng phát triển của mô hình trợ giảng số

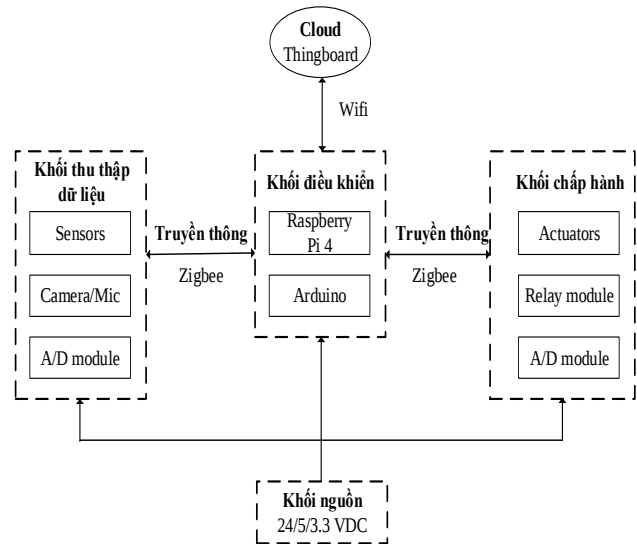
Cấu trúc của bài báo bao gồm các phần như sau: Phần II giới thiệu mô hình hệ thống; phần III trình bày thiết kế và thi công mô hình bao gồm IoT node, IoT gateway và IoT server. Trong phần IV, các tính năng của mô hình được kiểm chứng và đánh giá. Cuối cùng, một số kết luận được trình bày ở phần V.

II. MÔ HÌNH HỆ THỐNG

Để có tư duy thiết kế một ứng dụng IoT vào thực tiễn, mô hình kiến trúc tham chiếu của IoT đóng vai trò là nền tảng quan trọng. Tùy thuộc vào quy mô từng hệ thống cụ thể mà mô hình kiến trúc IoT có thể có từ 3 đến nhiều lớp. Ví dụ mô hình kiến trúc IoT 3 lớp bao gồm lớp ứng dụng, lớp mạng và lớp vật lý; mô hình kiến trúc IoT 4 lớp bao gồm lớp cảm biến và thiết bị chấp hành, lớp thu thập dữ liệu và Internet Gateway, lớp thực hiện điện toán biên, lớp trung tâm dữ liệu điện toán; mô hình kiến trúc IoT 5 lớp gồm lớp cảm biến, lớp truy nhập dữ liệu, lớp mạng, lớp middleware và lớp ứng dụng [17]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình kiến trúc IoT 3 lớp bao gồm lớp thiết bị, lớp mạng và lớp ứng dụng, được mô tả như Hình 1. Dựa trên mô hình kiến trúc IoT 3 lớp, mô hình hệ thống trợ giảng số được đề xuất như trong Hình 2, bao gồm các khối cơ bản như khối nguồn, khối thu thập dữ liệu, khối điều khiển, khối chấp hành, khối truyền thông, và IoT cloud.



Hình 1: Mô hình kiến trúc 3 lớp IoT



Hình 2: Mô hình hệ thống trợ giảng số

A. Khối nguồn (Power Suplly 24/5/3.3VDC):

Khối nguồn cung cấp nguồn điện 24/5/3.3VDC cho hệ thống bao gồm các cảm biến, camera, mic, relay, raspberry, arduino...Khối nguồn đảm bảo cung cấp nguồn điện một chiều ổn định cho các thiết bị điện tử hoạt động đúng công suất và hiệu quả.

B. Khối thu thập dữ liệu

Khối thu thập dữ liệu có nhiệm vụ thu thập dữ liệu về môi trường, con người, sự kiện để truyền tới khối điều khiển. Khối này bao gồm các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, hồng ngoại, chuyển động, camera, micro...

C. Khối điều khiển

Khối điều khiển thu nhận dữ liệu từ khối thu thập dữ liệu, tính toán và đưa ra các quyết định điều khiển tới khối chấp hành. Khối điều khiển bao gồm máy tính nhúng raspberry xử lý giọng nói và hình ảnh, kết nối với vi điều khiển arduino để điều khiển các thiết bị.

D. Khối chấp hành

Khối chấp hành thu nhận quyết định điều khiển từ khối điều khiển và chấp hành mệnh lệnh, bao gồm hệ thống đèn chiếu sáng, động cơ, loa, relay...

E. Khối truyền thông

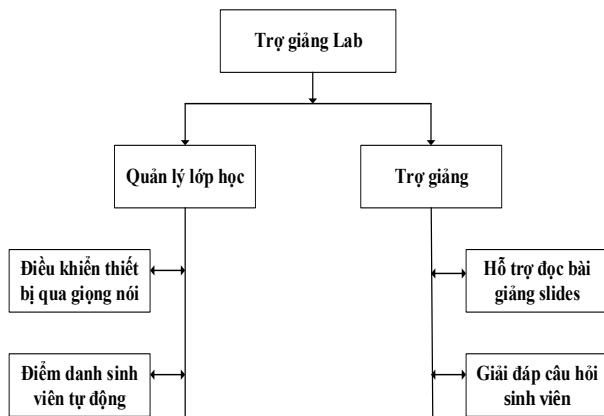
Khối truyền thông kết nối các khối điều khiển với nhau và để kết nối các khối điều khiển và khối chấp hành thông qua các giao thức không dây và có dây, bao gồm các giao thức RS232/485, Zigbee, Wifi...

F. IoT cloud

Đám mây điện tử lưu trữ dữ liệu của IoT, hỗ trợ các API (Application Programming Interface) lưu trữ và truy xuất dữ liệu từ các thiết bị qua giao thức HTTP (Hypertext Transfer Protocol), MQTT (Message Queue Telemetry Transport) qua Internet hoặc mạng cục bộ.

Các tính năng chính của mô hình trợ giảng số đề xuất được thiết kế như Hình 3, bao gồm điều khiển thiết bị qua giọng nói, điểm danh sinh viên tự động, hỗ trợ đọc bài giảng slides và giải đáp thắc mắc liên quan tới nội dung môn học cho sinh viên. Trong phần tiếp theo, chúng tôi sẽ trình bày chi tiết quá trình thiết kế và thi công mô hình,

bao gồm các thiết kế IoT networks, IoT node, IoT gateway, và IoT cloud.



Hình 3: Các tính năng chính của trợ giảng số

III. THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG

Trong ý tưởng về thiết kế và thi công mô hình, các khía cạnh quan trọng được xét đến đó là dễ dàng thực hiện, chi phí thấp, thu thập dữ liệu và điều khiển được các thiết bị trong lớp học/lab, hỗ trợ cơ bản cho giảng viên/sinh viên, và có khả năng mở rộng đa trạm kết nối.

A. IoT networks

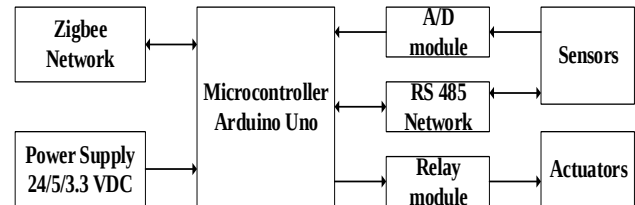
Trong quá trình thiết kế, việc lựa chọn mạng truyền thông không dây để kết nối các IoT node với nhau và để kết nối các IoT node và IoT gateway đóng vai trò rất quan trọng. Dựa vào các đặc tính kỹ thuật của các mạng truyền thông không dây hiện có như mô tả trong Bảng 1, mạng Zigbee với các ưu điểm nổi trội về khoảng cách truyền dẫn và năng lượng tiêu thụ phù hợp, đã được sử dụng trong thiết kế mô hình trợ giảng số. Zigbee cũng chính là giao thức được sử dụng trong các ứng dụng của IoT về nhà thông minh và lớp học thông minh [2].

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật một số mạng không dây

Giao thức	Băng tần	Tốc độ	Khoảng cách	Năng lượng tiêu thụ
IEEE 802.15.4	868/915MHz, 2.4GHz	250Kpbs	10-300m	Rất thấp
Bluetooth	2.4GHz	723Kpbs	10m	Thấp
Wifi	2.4, 5.8GHz	11-105Mbps	10m	Cao
Zigbee	2.4GHz 868/915MHz	20-50Kpb	1-75m	Rất thấp
Z-wave	868.42MHz, EU 908.42MHz, USA	100Kpbs	30m	Thấp
LoraWan	867,869MHz, EU 902.3-914.9MHz, USA	21.9Kpbs	10-20km	Thấp

B. Khối thu thập dữ liệu: IoT node

Chức năng của IoT node là thu thập dữ liệu từ các cảm biến, camera, micro, thông qua mô-đun A/D (Analog/Digital) hoặc RS232/485, SPI/I2C (Serial Peripheral interface/Inter-Integrated Circuit), sau đó xuất tín hiệu điều khiển từ arduino tới các thiết bị chấp hành thông qua mô-đun relay. IoT node sẽ thực hiện việc truyền thông với IoT gateway thông qua mạng không dây Zigbee. Sơ đồ khối của IoT node được trình bày như trong Hình 4, bao gồm:



Hình 4: Sơ đồ khối của mô-đun IoT node

- Bộ xử lý trung tâm được xây dựng dựa trên nền tảng là vi điều khiển Arduino UNO có thể sử dụng 3 vi điều khiển họ 8bit AVR là ATmega8, ATmega168, ATmega328. USART chạy với tốc độ lên tới 12,5Mbit/s, 5 cổng SPI chạy với tốc độ lên tới 50 Mbit/s, 3 cổng I2C, 1 cổng SDIO chạy ở tốc độ 48 MHz, AD 12 bit đạt 2,4 MSPS, 11 bộ định thời 16 và 32 bit.

- Phần truyền thông bao gồm truyền thông mạng không

dây Zigbee và mạng có dây RS485. Phần cứng Zigbee được thiết kế dựa trên mô-đun Zigbee 02 SX1278 được kết nối với chân SPI của vi điều khiển và phần cứng RS485 được thiết kế dựa trên vi mạch MAX485 được kết nối với các chân TXD và RXD của vi điều khiển. Phần thu thập dữ liệu và điều khiển sẽ thực hiện việc thu thập thông tin cảm biến thông qua mô-đun A/D hoặc giao tiếp nối tiếp RS485 và tạo ra các tín hiệu điều khiển truyền tới các cơ cấu chấp hành thông qua các ngõ ra số hoặc giao tiếp nối tiếp RS485.

- Phần nguồn được thiết kế để hỗ trợ các mức điện áp nguồn theo chuẩn công nghiệp 24VDC, 5VDC và 3.3VDC cung cấp điện áp làm việc cho IoT node.

Đặc tính kỹ thuật và thông số làm việc của các chân chức năng trên IoT node được mô tả trong Bảng 2. Việc điều khiển các chân chức năng này sẽ được thực hiện thông qua việc điều khiển các thanh ghi chức năng đặc biệt trong vi điều khiển Arduino UNO. Quan hệ điều khiển giữa các thanh ghi chức năng đặc biệt trong vi điều khiển Arduino UNO và các thiết bị tích hợp trên IoT node được mô tả chi tiết ở Bảng 3.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của các chân chức năng trên mô-đun IoT node

STT	Tên chân	Công dụng	Thông số
1	24V	Ngõ vào cung cấp điện áp cho hệ thống hoạt động	$V_{IN}=24V_{DC}$
2	GND		$I_{IN}(MIN) = 2000mA$
3	485-A	Cổng giao tiếp nối tiếp theo giao thức RS485	
4	485-B		
5	DI1-DI4	Ngõ vào tín hiệu số	Logic 1: 17V – 24V Logic

			0: 0V – 7V
6	AI1-AI4	Ngõ vào tín hiệu tương tự (ADC có độ phân giải 12bit).	IIN = 0 – 20mA VIN = 0V – 3,3VDC
7	OC1 – OC4	Ngõ ra cực thu hờ	ISINK(MAX) = 100mA
8	NO1 – NO4	Chân thường hở của các Relay.	Tiếp điểm: 10A/250VA C 10A/30VDC
9	COM1 – COM4	Chân chung của các Relay.	Tiếp điểm: 10A/250VA C 10A/30VDC
10	NC1 – NC4	Chân thường đóng của các Relay.	Tiếp điểm: 10A/250VA C 10A/30VDC

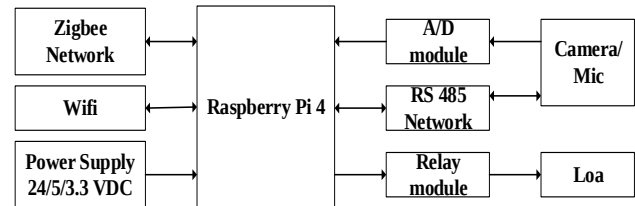
Bảng 3. Quan hệ điều khiển giữa vi điều khiển Arduino và module IoT node

ST T	IoT Node		Arduino	Điều khiển	Công dụng
1	485 Bus	485 -A	PB6/TX	...	Truyền thông RS485
		485 -B	PB7/RX		Truyền thông RS485
			PB7	[1] – Trans mit [0] – Receiv e	Cho phép gửi dữ liệu Cho phép nhận dữ liệu
2	Digital Input	DI1	NODE_REG[4]	[1] – 17V... 24V [0] – 0V...7 V	Đọc vào các dữ liệu số
		DI2	NODE_REG[5]		
		DI3	NODE_REG[6]		
		DI4	NODE_REG[7]		
3	Analog Input	AI1	NODE_REG[0]	Dãy giá trị ADC (ADC có độ phân giải 12bit) [0][40 96]	Đọc vào các dữ liệu tương tự
		AI2	NODE_REG[1]		
		AI3	NODE_REG[2]		
		AI4	NODE_REG[3]		
4	OC Output	OC 1	NODE_REG[12]	[1] BJT dẫn [0] BJT ngắt	Điều khiển các BJT (cực thu để hở) dẫn hoặc ngắt
		OC 2	NODE_REG[13]		
		OC 3	NODE_REG[14]		
		OC 4	NODE_REG[15]		

			]		
5	Relay Output	R1	NODE_REG[8]	[1] – Relay đóng [0] – Relay ngắt	Điều khiển các relay đóng hoặc ngắt
		R2	NODE_REG[9]		
		R3	NODE_REG[10]		
		R4	NODE_REG[11]		

C. Khối điều khiển trung tâm: IoT gateway

Chức năng của mô-đun IoT gateway là nhận thông tin được gửi từ các IoT node thông qua mạng không dây Zigbee, xử lý các thông tin nhận được và sau đó gửi các thông tin này đến Server ThingBoard. Ngoài ra, IoT gateway còn có khả năng thu thập được các thông tin hình ảnh và giọng nói từ camera và micro để xử lý câu lệnh. Sơ đồ khối của IoT gateway được trình bày trong Hình 5, bao gồm:



Hình 5: Sơ đồ khối của IoT gateway

- Bộ xử lý trung tâm được xây dựng dựa trên nền tảng là mô-đun Raspberry Pi 4 xử lý hình ảnh và giọng nói.
- Phần truyền thông bao gồm truyền thông cục bộ (được xây dựng dựa trên nền tảng là mạng không dây Zigbee và mạng có dây RS485) và mạng Internet
- Phần thu thập dữ liệu và điều khiển được thiết kế để thu thập thông tin từ camera/mic và được tích hợp thêm các mô-đun relay để có thể điều khiển được các thiết bị chấp hành như loa.

Đặc tính kỹ thuật và thông số làm việc của các chân chức năng trên IoT gateway được mô tả trong Bảng 4. Quan hệ điều khiển giữa mô-đun Raspberry Pi và các thiết bị tích hợp trên IoT gateway được mô tả chi tiết ở Bảng 5. Việc điều khiển các chân chức năng này và loa tích hợp trên mô-đun IoT gateway sẽ được thực hiện thông qua việc điều khiển các chân GPIO (General-Purpose Input/Output) trên mô-đun Raspberry Pi.

Bảng 4. Công dụng và thông số của các chân chức năng trên mô-đun IoT gateway

STT	Tên chân	Công dụng	Thông số
1	24V	Ngõ vào cung cấp điện áp cho hệ thống hoạt động	VIN=24VDC IIN(MIN) = 2000mA
2	GND		
3	485-A	Cổng giao tiếp nối tiếp theo giao thức RS485	
4	485-B		
5	DI1-DI2	Ngõ vào tín hiệu số	Logic 1: 17V – 24V Logic 0: 0V – 7V
6	NO1 –	Chân thường hở của các	Tiếp điểm:

	NO2	Relay.	10A/250VAC 10A/30VDC
7	COM1 – COM2	Chân chung của các Relay.	Tiếp điểm: 10A/250VAC 10A/30VDC
8	NC1 – NC2	Chân thường đóng của các Relay.	Tiếp điểm: 10A/250VAC 10A/30VDC

Bảng 5. Quan hệ điều khiển giữa mô-đun Raspberry Pi và mô-đun IoT gateway

STT	IoT Gateway		Raspberry Pi	Điều khiển	Công dụng
1	485 Bus	485-A	GPIO14/TX GPIO15/RX GPIO18	...	Truyền thông RS485
		485-B			Truyền thông RS485
2	Digital Input	DI1	GPIO23 GPIO22	[1] – 17V...24V [0] – 0V...7V	Đọc vào các dữ liệu số
		DI2			
3	Relay Output	R1	GPIO17 GPIO27	[1] – Relay đóng [0] – Relay ngắt	Điều khiển các relay đóng hoặc ngắt
		R2			
4	LED	LED1	GPIO5 GPIO6	[1] – LED bật [0] – LED tắt	Điều khiển các LED bật tắt
		LED2			

D. IoT cloud: ThingBoard

Đám mây điện tử lưu trữ dữ liệu IoT được sử dụng trong mô hình đề xuất sử dụng nền tảng ThingBoard. ThingBoard một ứng dụng cung cấp mã nguồn mở cho các ứng dụng của IoT. Mã nguồn này hỗ trợ các API lưu trữ và truy xuất dữ liệu từ các thiết bị qua giao thức HTTP hoặc MQTT qua Internet hoặc mạng cục bộ. ThingBoard được phát triển và OpenSource trên GITHUB [18].

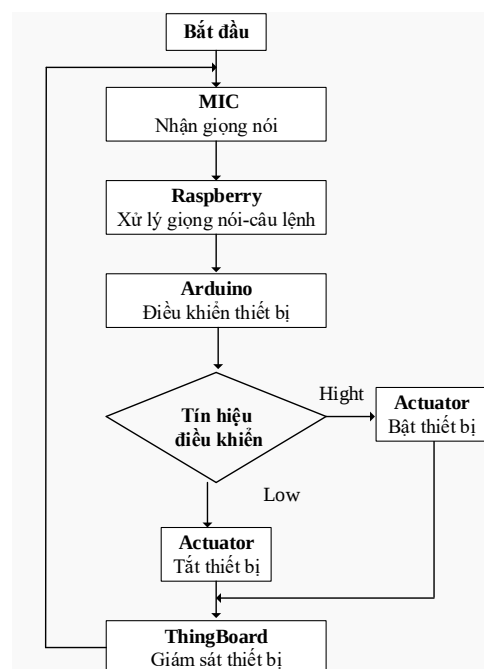
Sau khi thiết kế xong phần cứng của mô hình, phần mềm code thực hiện các tính năng của mô hình được viết trên phần mềm Python cho Raspberry Pi. Lưu đồ thuật toán thực hiện các tính năng chính của trợ giảng số như điều khiển thiết bị qua giọng nói, điểm danh sinh viên tự động, hỗ trợ đọc bài giảng slides và giải đáp thắc mắc liên quan tới nội dung môn học cho sinh viên, được mô tả trong các Hình 6-9, bao gồm:

- Lưu đồ giải thuật tính năng điều khiển thiết bị qua giọng nói được cho trong Hình 6. Đầu tiên người dùng ra lệnh điều khiển thiết bị qua giọng nói. Thiết bị thu nhận như micro sẽ chuyển tín hiệu giọng nói tới Raspberry để xử lý, phân tích thành câu lệnh. Sau đó Raspberry gửi câu lệnh xuống trung tâm điều khiển thiết bị là Arduino. Bộ trung tâm điều khiển ra lệnh cho thiết bị cần điều khiển. Thiết bị được điều khiển sau khi nhận lệnh sẽ hoạt động theo nhu cầu của người ra lệnh và có thể sẽ có phản hồi lại bằng giọng nói cho người dùng biết.

Lưu đồ giải thuật tính năng điểm danh tự động Face ID được cho trong Hình 7. Đầu tiên thiết bị thu nhận như camera sẽ lấy hình ảnh khuôn mặt của người dùng, và chuyển nó tới Raspberry để xử lý, phân tích và nhận dạng Face ID. Nếu hình ảnh khuôn mặt có trong cơ sở dữ liệu, việc điểm danh thành công. Nếu hình ảnh khuôn mặt không có trong cơ sở dữ liệu, việc điểm danh không thành công và sẽ cập nhật thêm vào danh sách. Sau đó Raspberry gửi danh sách đã cập nhật lên trên ThingBoard.

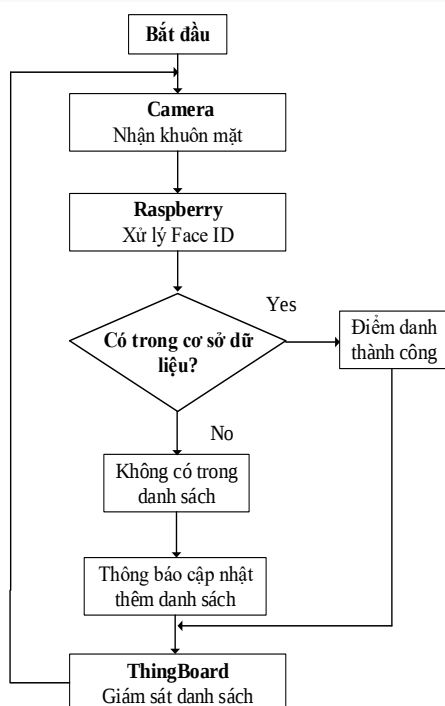
Lưu đồ giải thuật tính năng đọc bài giảng slides được cho trong Hình 8. Đầu tiên người dùng yêu cầu trợ giảng đọc bài giảng qua giọng nói. Thiết bị thu nhận như micro sẽ chuyển tín hiệu giọng nói tới Raspberry để xử lý phân tích thành câu lệnh. Nếu đúng là yêu cầu đọc bài giảng, Raspberry sẽ tìm file bài giảng trong database có sẵn. Sau đó Raspberry xử lý chuyển file text thành giọng nói và phát ra loa. Trong quá trình đọc bài giảng, nếu có câu lệnh khác từ người dùng, trợ giảng sẽ tạm dừng đọc, giải quyết câu lệnh xong rồi quay trở lại đọc tiếp. Tất cả các thao tác đều được Raspberry cập nhật lên trên ThingBoard.

Lưu đồ giải thuật tính năng giải đáp thắc mắc cho sinh viên được cho trong Hình 9. Đầu tiên sinh viên yêu cầu trợ giảng giải đáp thắc mắc liên quan tới nội dung môn học qua giọng nói. Thiết bị thu nhận như micro sẽ chuyển tín hiệu giọng nói tới Raspberry để xử lý phân tích thành câu lệnh. Nếu đúng là câu hỏi về bài giảng,

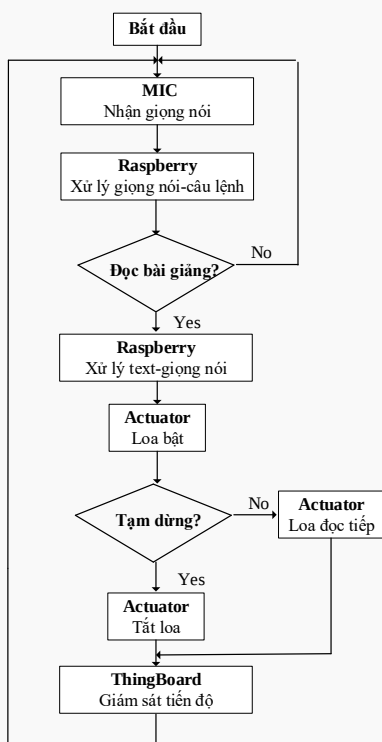


Hình 6: Lưu đồ giải thuật tính năng điều khiển thiết bị

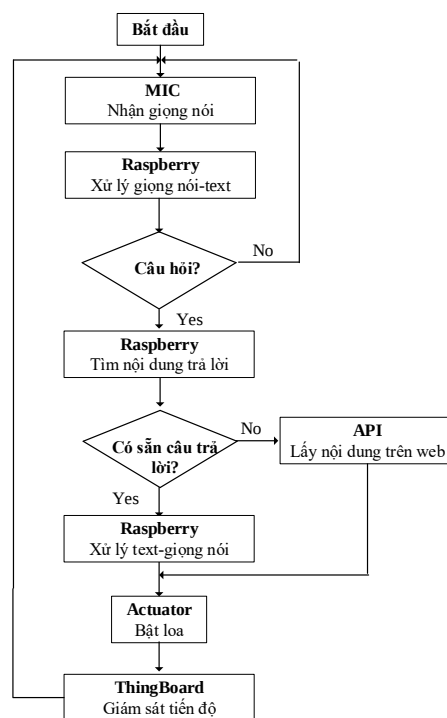
Raspberrry sẽ tìm file trả lời tương ứng trong database có sẵn. Sau đó Raspberrry xử lý chuyển file text thành giọng nói và phát ra loa. Nếu câu trả lời không có sẵn trong database, Raspberrry sẽ tìm kiếm nội dung trên web thông qua API. Tất cả các thao tác đều được Raspberrry cập nhật lên trên ThingBoard.



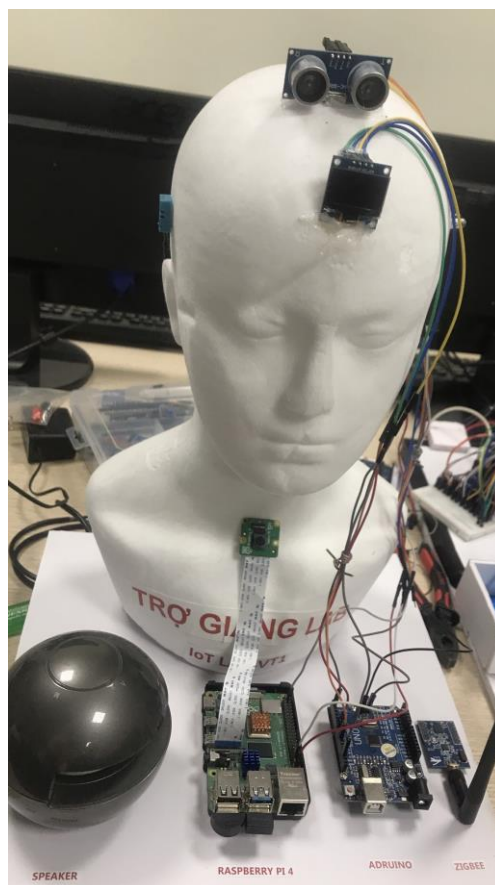
Hình 7: Lưu đồ giải thuật tính năng điểm danh tự động



Hình 8: Lưu đồ giải thuật tính năng đọc bài giảng slides



Hình 9: Lưu đồ giải thuật tính năng trả lời câu hỏi sinh viên



Hình 10: Hình ảnh thực tế sản phẩm



Hình 11: Mô tả tính năng điều khiển thiết bị qua giọng nói trên IoT node

IV. PHÂN TÍCH TÍNH NĂNG

Trong phần này, các mạch thiết kế được kiểm chứng thực nghiệm các tính năng chính của trợ giảng số như thu thập dữ liệu và truyền nhận dữ liệu qua mạng, điều khiển thiết bị qua giọng nói, điểm danh sinh viên tự động, hỗ trợ đọc bài giảng slides và giải đáp thắc mắc về nội dung bài giảng môn học của sinh viên, để đánh giá độ chính xác của thiết bị phần cứng vừa thiết kế. Kỹ thuật xử lý giọng nói của Raspberrry được chúng tôi tham khảo tại mã nguồn mở [19]. Kỹ thuật xử lý hình ảnh sử dụng kỹ thuật CNN của Raspberrry được chúng tôi tham khảo tại mã nguồn mở [20]. Do có giới hạn về số trang báo nên không trình bày chi tiết ở đây. Ngoài ra các tham số khác về mạng Zigbee hay Wifi có thể tham khảo ở Bảng 1.

A. Tính năng điều khiển & quản lý thiết bị lớp học qua giọng nói và điểm danh face ID

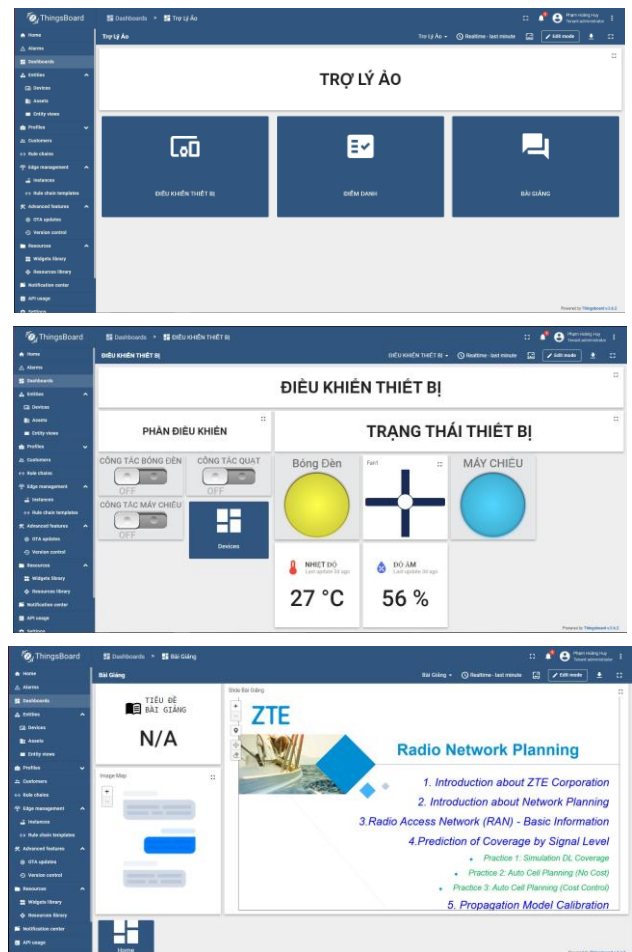
Để kiểm nghiệm hiệu quả của tính năng điều khiển & quản lý thiết bị, chúng tôi sẽ thử nghiệm để Raspberrry đặt ở node xử lý trung tâm IoT gateway, như mô tả ở Hình 10, điều khiển các thiết bị tại IoT node như bóng đèn, quạt, relay được mô tả trong mô Hình 11. Theo lưu đồ giải thuật ở Hình 6, Raspberrry sẽ nhận mệnh lệnh thông qua giọng nói từ micro được kết nối trực tiếp tới Raspberrry, xử lý thành câu lệnh và gửi xuống trung tâm điều khiển thiết bị tại IoT node là Arduino thông qua mạng Zigbee. Arduino ra lệnh cho thiết bị cần điều khiển hoạt động. Với tính năng điểm danh Face ID, chúng tôi sử dụng camera kết nối tới Raspberrry theo lưu đồ giải thuật ở Hình 7, Raspberrry sẽ nhận hình ảnh khuôn mặt sinh viên từ camera, xử lý nhận dạng khuôn mặt, sau đó cập nhật kết quả vào danh sách.

Cách thức để đánh giá hiệu quả của tính năng điều khiển thiết bị qua giọng nói là sau khi nhận lệnh từ giọng nói, thiết bị được bật/tắt thành công. Tương tự với tính năng Face ID là sau khi nhận khuôn mặt, sinh viên được cập nhật thêm vào danh sách thành công. Các yếu tố liên quan tới trễ hay tạp nhiễu chúng tôi chưa xét ở đây. Thông qua việc thống kê kiểm nghiệm thực tế, kết quả của tính năng điều khiển thiết bị qua giọng nói và face ID trong lớp học được thể hiện trong Hình 13. Trong đó, Raspberrry điều khiển thiết bị thành công là trên 95%, trong khi tỷ lệ thành công của tính năng face ID là trên 85%. Một số lỗi dẫn đến điều khiển thất bại có thể là Raspberrry không nhận đúng câu lệnh, do đường truyền vô tuyến Zigbee tới Arduino không tốt, hoặc do các thiết bị chấp hành như đèn hay relay hoạt động không

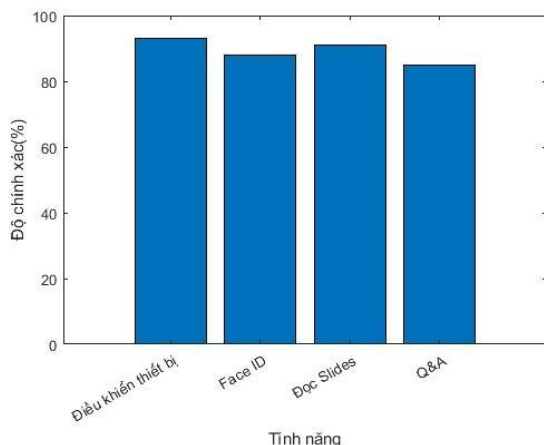
tốt. Nhưng về cơ bản hai tính năng điều khiển thiết bị lớp học qua giọng nói và điểm danh face ID của trợ giảng số hoạt động tương đối ổn định và chuẩn xác. Lưu ý là tất cả các dữ liệu này đều được cập nhật theo thời gian thực trên ThingBoard như mô tả trong Hình 12.

B. Tính năng đọc slides bài giảng & giao tiếp với sinh viên

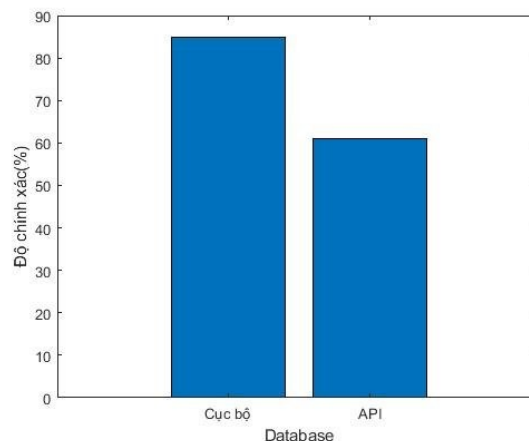
Để kiểm nghiệm hiệu quả của tính năng đọc slides bài giảng, chúng tôi sẽ cung cấp file nội dung dưới 3 định dạng: .word, .pdf và .ppt để Raspberrry tiến hành đọc nội dung bên trong, theo như lưu đồ giải thuật ở Hình 9. Theo đó, Raspberrry sẽ nhận mệnh lệnh từ micro, tìm kiếm file nội dung trong database có sẵn, xử lý text-giọng nói và phát ra loa. Kỹ thuật xử lý text-giọng nói của Raspberrry được chúng tôi tham khảo tại mã nguồn mở [21]. Cách thức để đánh giá hiệu quả của tính năng đọc slides bài giảng là sau khi nhận lệnh từ giọng nói, các slides được đọc đúng nội dung bên trong (đang xét ở chế độ text).



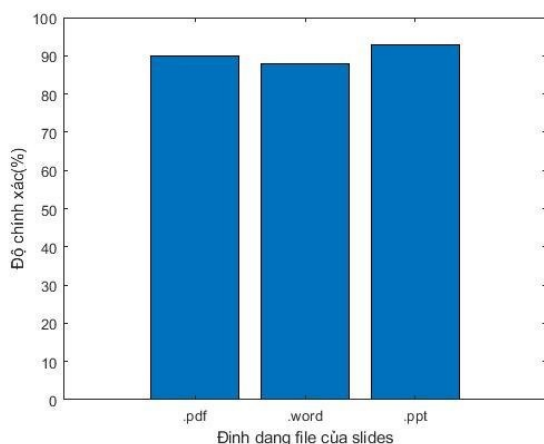
Hình 12: Dữ liệu được cập nhật trên ThingBoard



Hình 13: Thống kê kết quả thử nghiệm các tính năng



Hình 15: So sánh tính năng trả lời thắc mắc sinh viên về nội dung môn học



Hình 14: So sánh tính năng đọc slides về nội dung môn học trong 3 định dạng file

Với tính năng trả lời thắc mắc của sinh viên liên quan tới nội dung môn học (Q&A) trước mắt chúng tôi sẽ cung cấp các câu trả lời có sẵn nội dung trong database để Raspberry tiến hành tìm kiếm và trả lời sinh viên, theo như lưu đồ giải thuật ở Hình 10. Ngoài ra, nếu như câu trả lời không có sẵn, Raspberry sẽ tự tìm kiếm nội dung trên web thông qua API để trả lời sinh viên. Cách thức để đánh giá hiệu quả là nội dung trả lời đúng với nội dung bên trong slides bài giảng.

Thông qua việc thống kê kiểm nghiệm thực tế, kết quả của tính năng đọc slides bài giảng & giao tiếp với sinh viên được thể hiện trong Hình 13. Trong đó, Raspberry điều khiển đọc bài giảng thành công là trên 90%, trong khi tỷ lệ thành công của tính năng trả lời câu hỏi là trên 80% (có sẵn nội dung trong database). Nguyên nhân lỗi chủ yếu là do quá trình chuyển đổi text-giọng nói từ Raspberry nhiều khi chưa chính xác. So sánh hiệu quả đọc bài giảng từ các định dạng file khác nhau được thể hiện như trong Hình 14, trong đó định dạng file .pdf có kết quả cao nhất. Ngoài ra, chúng tôi cũng làm một phép so sánh hiệu quả giữa việc Raspberry sử dụng câu trả lời có sẵn trong database cục bộ và việc tự tìm kiếm thông qua API, được thể hiện trong Hình 15. Kết quả cho thấy tỷ lệ thành công của tính năng trả lời câu hỏi khi sử dụng API là thấp hơn, khoảng trên 50%. Nguyên nhân là do quá trình tìm kiếm nội dung trên web chưa chính xác và tính năng này cần phải cải thiện thêm.

V. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã đề xuất thiết kế một nền tảng mô hình trợ giảng số có thể được sử dụng trong việc giảng dạy tại các lớp học thông minh hoặc các phòng lab thực hành để quản lý tự động lớp học và hỗ trợ cho sinh viên học tập. Nền tảng được đề xuất bao gồm 4 thành phần là mô-đun IoT gateway sử dụng Raspberry Pi, mô-đun IoT node sử dụng chip Arduino UNO, IoT network sử dụng mạng Zigbee và Internet, nền tảng đám mây điện tử ThingBoard. Kết quả kiểm chứng thực tế ban đầu cho thấy mô hình đề xuất chạy ổn định và thực hiện được các tính năng cơ bản của một trợ giảng số như trong thiết kế. Các kết quả áp dụng cho thấy tính hiệu quả của mô hình đề xuất, có thể triển khai thử nghiệm tại các lớp học/lab thông minh. Trong tương lai, chúng tôi sẽ tiếp tục cải thiện độ chính xác và tích hợp thêm các tính năng thông minh hơn cho mô hình như tính năng xác thực giọng nói, tính năng học hỏi thói quen học tập của sinh viên để nâng cao hiệu quả hỗ trợ học tập-giảng dạy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] I. Lee and K. Lee. "The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises." *Bus. Horiz.* 58.4 (2015): 431–440.
- [2] Z. A. Almusaylim and N. Zaman. "A review on smart home present state and challenges: linked to context awareness internet of things (IoT)." *Wirel. Networks.* 25.6 (2019): 3193–3204.
- [3] F. Arelli, A. Guerrieri, C. Mastroianni, G. Spezzano, and A. Vinci. "The Internet of things for smart urban ecosystems." Springer, 2019.
- [4] S. T. U. Shah, H. Yar, I. Khan, M. Ikram, and H. Khan. "Internet of things-based healthcare: recent advances and challenges." *Applications of Intelligent Technologies in Healthcare*, Springer, 2019:153–162
- [5] A. Khanna and S. Kaur. "Evolution of internet of things (IoT) and its significant impact in the field of precision agriculture." *Comput. Electron. Agric.* 157 (2019): 218–231
- [6] W. Ejaz and A. Anpalagan. "Internet of things for smart cities: overview and key challenges." *Internet of Things for Smart Cities*, Springer, (2019): 1–15
- [7] Y. Liu, C. Yang, L. Jiang, S. Xie, and Y. Zhang. "Intelligent edge computing for IoT-based energy management in smart cities." *IEEE Netw.* 33.2 (2019): 111–117

- [8] W. Ejaz, A. Anpalagan, et al. "IoT in 5G." IEEE Access. 4.2 (2016): 10310 - 10314
- [9] S. Khare, M. Totaro. "Big data in IoT." IEEE ICCCNT, 2019
- [10] E. Fleury, N. Mitton, T. Noel, and C. Adjih. "FIT IoT-LAB: The largest iot open experimental testbed." 2015.
- [11] N. M. Shweta et al. "Applications of IoT lab kit in educational sector." IETE J. Educ., 2019: 1–9
- [12] D. Dobrilovic and S. Zeljko. "Design of open-source platform for introducing Internet of Things in university curricula." 2016 IEEE 11th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 2016: 273–276
- [13] B. R. Ranoliya, N. Raghuwanshi, et al. "Chatbot for university related FAQs." ICACCI, 2017
- [14] M. N. Kumar, P. L. Chandar, et al. "Android based educational Chatbot for visually impaired people." ICCIC, 2016
- [15] M. Dibitonto, K. Leszczynska, et al. "Chatbot in a Campus Environment: Design of LiSA, a Virtual Assistant to Help Students in Their University Life." International Conference on Human-Computer Interaction, 2018
- [16] V. Fernoagă, G.-A. Stelea, et al. "Intelligent Education Assistant Powered by Chatbots." The International Scientific Conference eLearning and Software for Education, 2018.
- [17] J. Macías-Guarasa, J. M. Montero, R. San-Segundo, Á. Araujo, and O. Nieto-Taladriz. "A project-based learning approach to design electronic systems curricula." IEEE Trans. Educ. 49.3(2006): 389–397.
- [18] <https://github.com/iobridge/thingboard>.
- [19] https://github.com/syamkakarla98/Face_Recognition_Using_Convolutional_Neural_Networks
- [20] <https://github.com/WinstonMoh/Voice-controlled-Home-Automation-System>
- [21] <https://github.com/myguidingstar-zz/vie-hts>

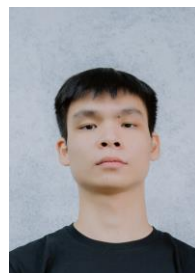
DESIGN OF DIGITAL TEACHING ASSISTANT MODEL USING AI AND IOT TECHNOLOGIES

Abstract: In this article, the digital teaching assistant platform applied in university curricula, is designed using AI and IoT technologies. The designed ideas have covered some important aspects of a building platform including easy to implement, low-cost, ability to data acquisition and control, easy to expand multi-node connection. The digital teaching assistant platform includes 4 components such as a processing center device using a embedded computer Raspberry Pi 4; IoT node using sensors, cameras, mics and Arduino microcontrollers; IoT networks use Zigbee and Internet to exchange data between IoT node and processing center; Cloud computing data storage server using ThingBoard IoT. The results show that the proposed digital teaching assistant platform runs stably and can meet the requirements of data acquisition, transmission and controls devices quite accurately. Moreover, it is easy to deploy in smart classrooms or practice labs to support classroom management and student learning.

Keywords— Digital Teaching Assistant, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Raspberry Pi



Bùi Quang Chung nhận bằng tiến sĩ kỹ thuật năm 2019 tại Đại học Khoa học và Công nghệ Trung quốc (USTC), Trung Quốc. Từ năm 2019-2022, tác giả công tác tại Đại học An Huy, Trung Quốc với vai trò là giảng viên. Từ năm 2022 đến nay, tác giả công tác tại Học viện công nghệ Bưu chính Viễn Thông với vai trò là giảng viên Khoa Viễn thông 1. Mối quan tâm nghiên cứu hiện tại của tác giả là trong lĩnh vực IoT, AI và ứng dụng.



Vũ Hữu Đạo nhận bằng kỹ sư Điện tử và Viễn thông năm 2023 tại Học viện công nghệ Bưu chính Viễn Thông. Mối quan tâm nghiên cứu hiện tại của tác giả là trong lĩnh vực AI và ứng dụng.