


THÔNG TIN CHUNG CỦA BÁO CÁO

- Link YouTube video của báo cáo (tối đa 5 phút):
<https://youtu.be/vH30DOVwRtg>
- Link slides (dạng .pdf đặt trên Github):
<https://github.com/hoan-cosmos/CS2205.CH181/blob/main/Hoan%20Nguyễn%20Đức%20-%20xCS2205.DeCuong.FinalReport.Template.Slide.pdf>
- Mỗi thành viên của nhóm điền thông tin vào một dòng theo mẫu bên dưới
- Sau đó điền vào Đề cương nghiên cứu (tối đa 5 trang), rồi chọn Turn in

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Họ và Tên: Nguyễn Đức Hoan• MSSV: 230201011  | <ul style="list-style-type: none">• Lớp: CS2205.CH181• Tự đánh giá (điểm tổng kết môn): 9/10• Số buổi vắng: 0• Số câu hỏi QT cá nhân: 0• Link Github: https://github.com/hoan-cosmos/CS2205.CH181/ |
|--|---|

ĐỀ CƯƠNG NGHIÊN CỨU

TÊN ĐỀ TÀI (IN HOA)

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐỌC CHỈ SỐ NƯỚC TRÊN DIỆN
RỘNG TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG THẤP ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ EDGE-AI

TÊN ĐỀ TÀI TIẾNG ANH (IN HOA)

TOWARDS EDGE-AI APPROACH FOR LOW POWER WATER METER
READING RECOGNITION ON LARGE SCALE AREAS

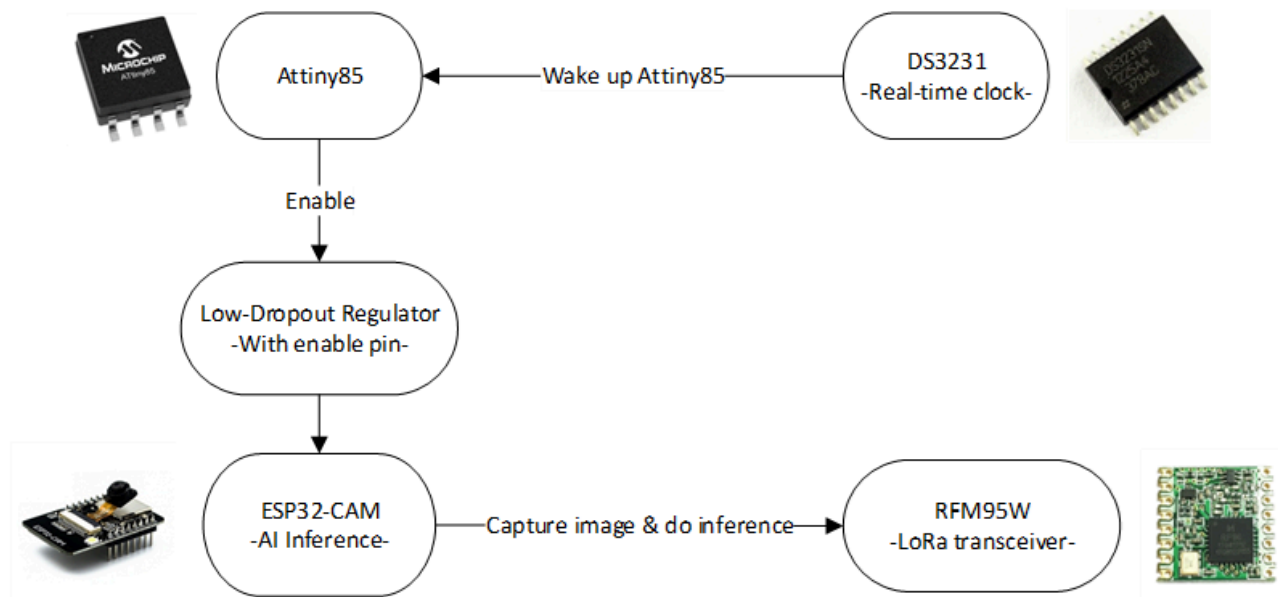
TÓM TẮT *(Tối đa 400 từ)*

Hiện nay để biết được lượng nước tiêu thụ tại mỗi hộ dân trên một khu vực rộng lớn thì vẫn phải đến từng nhà để ghi chép chỉ số khối nước. Cách làm này lộ rõ khuyết điểm là tốn thời gian, nhân lực và chi phí thuê nhân công cho một tác vụ quá đơn giản. Đề tài hướng đến mục tiêu nghiên cứu chế tạo một thiết bị cấu hình thấp, chi phí thấp, có thể hoạt động liên tục trong nhiều năm chỉ với một lần sạc pin trong khi vẫn có khả năng thực thi các thuật toán xử lý ảnh và trí tuệ nhân tạo để nhận diện chỉ số nước trên đồng hồ nước truyền thống mà không cần đến kết nối Internet hay phải tác động vật lý vào bên trong các đồng hồ nước hiện tại.

GIỚI THIỆU *(Tối đa 1 trang A4)*

Hiện nay trên thế giới đã có các nghiên cứu được công bố. Hệ thống [1] đọc thông tin đồng hồ nước bằng cách gắn một nam châm vào bên trong đồng hồ nước và sử dụng một cảm biến bên ngoài để đọc dữ liệu. Thông tin từ nhiều đồng hồ nước được gửi lên Internet thông qua dây ethernet đến router hoặc sóng wifi/bluetooth kết nối đến một điện thoại thông minh có kết nối Internet gần đó. Bài báo [2] sử dụng một vi điều khiển kết nối camera để chụp ảnh mặt đồng hồ nước, nhưng sau đó thiết bị cần phải có kết nối Internet để nhận diện ký tự số khối nước từ ảnh chụp được. Nghiên cứu [3] sử dụng vi điều khiển kết nối camera để chụp ảnh mặt đồng hồ nước và sau đó gửi ảnh tới một máy tính nhúng Raspberry Pi được thiết kế như một LoRa Gateway. Ảnh chụp được xử lý nhận diện ký tự số trực tiếp tại Gateway này mà không cần kết nối đến Internet. Những nghiên cứu này vẫn còn tồn đọng những vấn đề sau: Cần phải can thiệp vào bên trong đồng hồ nước để đo đặc lưu lượng nước, hay không can thiệp vào bên trong nhưng phải có kết nối Internet để nhận diện số khối nước, khoảng cách truyền ngắn, khó triển khai trên diện rộng, độ tin cậy thấp do phải phụ thuộc vào LoRa Gateway,...

Đó là lý do đề tài này ra đời để nghiên cứu chế tạo một thiết bị ứng dụng Trí tuệ nhân tạo trong việc nhận diện chữ số trên đồng hồ nước kết hợp công nghệ LoRa.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống dự kiến

Thiết bị có khả năng edge - processing ảnh chụp mặt đồng hồ từ đó cho ra dữ liệu chỉ số khối nước trực tiếp ngay tại đồng hồ nước mà không cần kết nối Internet. Thiết bị cũng được tích hợp công nghệ LoRa giúp giảm chi phí vận hành, kích thước nhỏ gọn, khoảng cách truyền xa để triển khai trên diện rộng, không cần can thiệp vào bên trong đồng hồ nước, thời gian hoạt động lâu dài chỉ với một lần sạc pin và đảm bảo độ tin cậy cao do không phụ thuộc vào Gateway để xử lý dữ liệu, nhờ đó mà giải quyết được tất cả những nhược điểm được đề cập ở các đề tài nghiên cứu [1] - [3].

MỤC TIÊU

(Viết trong vòng 3 mục tiêu, lưu ý về tính khả thi và có thể đánh giá được)

- + Nghiên cứu tìm hiểu và triển khai thuật toán xử lý ảnh viết bằng ngôn ngữ lập trình C/C++ để tiền xử lý ảnh chụp đồng hồ nước ngay trên ESP32-Cam trước khi đưa vào huấn luyện và chạy dự đoán Máy học.
- + Xây dựng mô hình Máy học, tùy biến sâu vào kiến trúc mạng bên trong mô hình hoặc tự lập trình thuật toán Máy học thủ công bằng ngôn ngữ lập trình C/C++ để sau khi thu thập dữ liệu và huấn luyện có thể chạy dự đoán ngay trên thiết bị cấu hình thấp mà không cần kết nối Internet, với input là ảnh chụp đồng hồ nước và output là nhãn dự đoán gồm số từ 0 đến 9 và có thể bao gồm nhãn của số quay $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$,...
- + Xây dựng thiết bị sử dụng vi điều khiển không có hệ điều hành để tiết kiệm năng lượng hết mức có thể, chi phí thấp, kích thước nhỏ gọn, dễ dàng triển khai thực tế tích hợp module truyền phát LoRa để truyền dữ liệu đi xa hàng km.

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

(Viết nội dung và phương pháp thực hiện để đạt được các mục tiêu đã nêu)

Nội dung 1: Lập trình nhúng điều khiển giữa hai vi điều khiển với nhau và với các ngoại vi

Nội dung: Lập trình điều khiển camera, thẻ nhớ, đèn flash, module truyền phát LoRa thông qua ESP32 – Cam. Lập trình sử dụng Attiny85 đọc dữ liệu từ module RTC DS3231 và bật/tắt ESP32 – Cam.

Phương pháp thực hiện: Tham khảo, sử dụng và chỉnh sửa nếu cần các bộ thư viện mã nguồn mở sẵn có.

Kết quả dự kiến: Điều khiển thành công các MCU và ngoại vi.

Nội dung 2: Lập trình ứng dụng web hiển thị chỉ số khối nước

Nội dung: Lập trình ứng dụng web hiển thị dữ liệu chỉ số nước thu thập được từ thiết bị.

Phương pháp thực hiện: Sử dụng HTML, CSS, Javascript cùng giao thức HTTP Request để tự động lấy dữ liệu lưu trên The Things Network.

Kết quả dự kiến: Đạt được một giao diện website hoàn chỉnh, chạy ổn định.

Nội dung 3: Thiết kế cơ khí vỏ hộp có tính toán

Nội dung: Thiết kế vỏ hộp sao cho tránh được các tia sáng bị lóa trên mặt đồng hồ nước do hiện tượng phản xạ ánh sáng làm che đi chữ số trong ảnh chụp từ ESP32 - Cam

Phương pháp thực hiện: Sử dụng phần mềm mã nguồn mở Blender, phần mềm miễn phí ANSYS SpaceClaim Academic để thiết kế vỏ hộp, mô phỏng khúc xạ/phản xạ ánh sáng và tiến hành in 3D.

Kết quả dự kiến: Hoàn thành được vỏ hộp có hình dạng nhỏ gọn nhất có thể. Khi chụp ảnh từ ESP32-Cam không bị lóa sáng che mất chữ số.

Nội dung 4: Tiền xử lý ảnh chụp từ camera

Nội dung: Tiền xử lý ảnh chụp từ camera trên ESP32 - Cam trước khi đưa vào huấn luyện và chạy dự đoán Máy học.

Phương pháp thực hiện: Nghiên cứu thử nghiệm các giải thuật xử lý ảnh trên Matlab sau đó viết lại giải thuật để chạy xử lý ảnh bằng ngôn ngữ C/C++ trên ESP32-Cam.

Kết quả dự kiến: Ảnh được tiền xử lý ở mức độ mà mô hình máy học có thể dễ dàng huấn luyện và chạy dự đoán.

Nội dung 5: Nghiên cứu xây dựng mô hình Máy học và phương pháp để thu thập dữ liệu huấn luyện

Nội dung: Xây dựng mô hình Máy học sử dụng Tensorflow, PyTorch hoặc các thuật toán, mô hình khác sử dụng ngôn ngữ lập trình C/C++,.... Tìm hiểu các bộ

dataset về ảnh chụp mặt đồng hồ nước có sẵn trên Internet [4] [5], nếu dataset không phù hợp thì tiến hành nghiên cứu phương pháp tự thu thập dữ liệu huấn luyện.

Phương pháp thực hiện: Tìm hiểu cách xây dựng và tùy biến sâu vào một mô hình state-of-the-art Học sâu hoặc thuật toán Máy học để triển khai trên thiết bị nhúng cấu hình thấp. Nếu tự thu thập dataset thì sử dụng điều chế xung PWM điều khiển động cơ gắn bên trong đồng hồ nước giúp quay số khối nước trong khi camera tự động chụp hình lấy mẫu.

Kết quả dự kiến: Thu được một mô hình máy học và bộ tham số để chạy dự đoán trên ESP32-Cam. Lấy mẫu huấn luyện và thu được thành công một bộ dataset. Nhãn dự đoán đầu ra gồm các số từ 0 đến 9 và có thể chứa cả các nhãn số quay $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, ...

Nội dung 6: Thiết kế phần cứng PCB

Nội dung: Vẽ sơ đồ nguyên lý, layout cho board mạch của toàn hệ thống.

Phương pháp thực hiện: Layout PCB bằng phần mềm miễn phí KiCad.

Kết quả dự kiến: PCB hoàn chỉnh.

Nội dung 7: Đóng gói sản phẩm, chạy thử nghiệm và đánh giá kết quả

Nội dung: Đóng gói thiết bị và chạy thử nghiệm, đo đạc các thông số như thời gian hoạt động, năng lượng tiêu thụ, khoảng cách truyền phát LoRaWAN.

Phương pháp thực hiện: Đặt thiết bị lên đồng hồ nước và chạy thử nghiệm.

Kết quả dự kiến: Hệ thống hoạt động đúng với yêu cầu đề ra. Báo cáo đề tài.

KẾT QUẢ MONG ĐỢI

(Viết kết quả phù hợp với mục tiêu đặt ra, trên cơ sở nội dung nghiên cứu ở trên)

- Thuật toán xử lý ảnh và trí tuệ nhân tạo được triển khai và thực thi thành công trực tiếp ngay trên thiết bị bằng ngôn ngữ C/C++ với độ chính xác hơn 85%.
- Thiết kế phần cứng đạt mức năng lượng tiêu thụ thấp giúp thiết bị hoạt động trong ít nhất một năm chỉ với một viên pin 18650 dung lượng 2600 mAh.
- Thiết bị dễ dàng lắp đặt và triển khai thực tế trên diện rộng với số lượng lớn các node đặt ở nhiều khu vực khác nhau trong thành phố trong khi vẫn có thể truyền dữ liệu đi xa ở khoảng cách ngắn nhất là 1 km.
- Chi phí chế tạo sau cùng của thiết bị có giá thành nhỏ hơn một số lượng các mẫu đồng hồ nước thông minh đang có mặt trên thị trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (Định dạng DBLP)

[1] M Suresh et al., “A novel smart water-meter based on IoT and smartphone app for city distribution management”, in 2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP),

doi: 10.1109/TENCONSpring.2017.8070088

[2] Vlad Paul FERNOAGA et al., “OCR-based Solution for The Integration of Legacy And-Or Non-Electric Counters in Cloud Smart Grids”, in 2018 IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), doi: 10.1109/SIITME.2018.8599200

[3] Stefano Alvisi et al., “Wireless Middleware Solutions for Smart Water Metering”, in 2019 Middleware Solutions for Wireless Internet of Things - ISBN 978-3-03921-037-4, <https://doi.org/10.3390/s19081853>

[4] [Online]. Available: <https://github.com/HCIILAB/Water-Meter-Number-DataSet>.

[5] NAIM, Ayman; AAROUD, Abdessadek; AKODADI, Khalid; El Hachimi, Chouaib (2020), “MR-AMR Dataset”, Mendeley Data, V1, doi: 10.17632/8xjhrrk9rx.1