

# HỆ THỐNG BẢN ĐỒ CẢNH BÁO RỦI RO SỬ DỤNG CẢM BIẾN NĂNG LƯỢNG THẤP VÀ ẢNH VIỄN THÁM

PGS.TS Phạm Quốc Cường

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Thông qua việc thực hiện đề tài cấp thành phố (TP): “Hệ thống bản đồ cảnh báo rủi ro (hazard map system) dùng các cảm biến năng lượng thấp và dữ liệu viễn thám”, với sự hỗ trợ kinh phí từ Sở Khoa học và Công nghệ TP Hồ Chí Minh, nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh đã nghiên cứu phát triển thành công những nội dung quan trọng nhất trong việc xây dựng hệ thống bản đồ cảnh báo rủi ro toàn diện, sử dụng cảm biến năng lượng thấp và ảnh viễn thám. Với hệ thống bản đồ này, người dân có thể cập nhật thông tin mọi nơi, mọi lúc theo thời gian thực; đồng thời chính quyền địa phương có thể đưa ra phản ứng kịp thời đối với các tình huống.

## Hệ thống cảnh báo rủi ro: Một yêu cầu của TP thông minh

Theo Chương trình Phát triển Liên hợp quốc (UNDP), hiện nay hơn 50% dân số trên thế giới sống tại các đô thị, con số này có thể lên tới 80% vào cuối thế kỷ này. Tốc độ đô thị hóa sẽ kéo theo nhiều vấn đề liên quan: sự quá tải của các cơ sở hạ tầng như đường xá, trường học, bệnh viện... đặc biệt không khí ngày càng ô nhiễm. Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), ô nhiễm không khí đang tiếp tục gia tăng với tốc độ đáng báo động, ảnh hưởng tới các nền kinh tế và chất lượng cuộc sống của con người. Thống kê năm 2018 cho thấy, 9/10 người dân phải hít thở không khí chứa hàm lượng các chất gây ô nhiễm cao. Ô nhiễm không khí cả ở bên ngoài và trong nhà gây ra khoảng 7 triệu ca tử vong hàng năm trên toàn cầu; chỉ tính riêng khu vực Tây Thái Bình Dương, khoảng 2,2 triệu người tử vong mỗi năm. Ở Việt Nam, khoảng 60.000 người chết mỗi năm có liên quan đến ô nhiễm không khí. Đây cũng là nguyên nhân chính đòi hỏi các TP ngày nay phải thông minh hơn. Một TP thông minh bền vững

là một TP sáng tạo trong sử dụng công nghệ thông tin truyền thông cũng như nhiều công nghệ khác để cải thiện chất lượng cuộc sống, hiệu quả hoạt động và dịch vụ đô thị, đáp ứng và phục vụ tốt hơn nhu cầu của người dân.

Hòa cùng xu thế của thế giới, TP Hồ Chí Minh cũng đang tích cực triển khai đề án TP thông minh. Năm 2017, UBND TP Hồ Chí Minh đã phê duyệt Đề án “Xây dựng TP Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017-2020, tầm nhìn đến năm 2025”. Năm 2021, TP đã phê duyệt Chương trình triển khai Đề án “Xây dựng TP Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh đến năm 2025”. Theo đó, TP sẽ phát triển kinh tế tương đối cao, bền vững, trên nền tảng khai thác tốt nhất các nguồn lực, với người dân là trung tâm của đô thị. Trong đó, người dân được phục vụ tốt hơn, có chất lượng sống và làm việc tốt hơn; tương tác và giám sát chính quyền hiệu quả hơn.

Tuy nhiên, với vị trí là đô thị lớn nhất nước, hiện nay TP Hồ Chí Minh đang phải đối mặt với nhiều

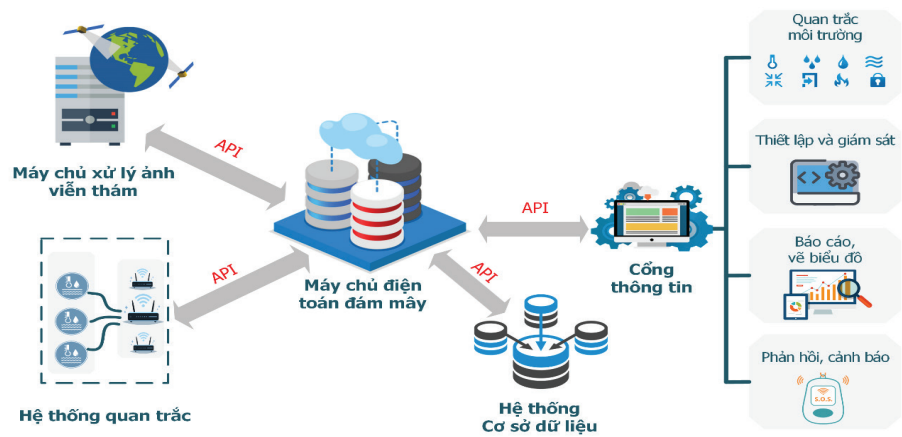
vấn đề như ô nhiễm không khí, ngập nước do triều cường, tắc nghẽn giao thông... Trong khi đó, mạng lưới quan trắc tại TP khá khiêm tốn. Điển hình như vị trí quan trắc không khí chỉ gồm 30 vị trí cố định với các thông số cơ bản như nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, hướng gió, áp suất khí quyển, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, tổng bụi lơ lửng (TSP), bụi PM10, bụi PM2.5 và tiếng ồn, bằng phương thức thủ công gián đoạn. Cụ thể, hiện trạng hệ thống theo dõi, đánh giá tổng quát hiện trạng chất lượng môi trường không khí của thành phố gồm: 3 vị trí quan trắc môi trường nền; 4 vị trí quan trắc khu vực dân cư; 4 vị trí quan trắc ảnh hưởng do các hoạt động công nghiệp; và 19 vị trí quan trắc do các hoạt động giao thông. Như vậy hiện tại TP vẫn chưa có một hệ thống bản đồ cảnh báo rủi ro hoàn chỉnh và tổng thể, mà qua đó có thể cung cấp đầy đủ thông tin về số liệu quan trắc môi trường ở chế độ thời gian thực cho người dân và các đơn vị quản lý. Việc dữ liệu không đồng nhất và không thường xuyên cập nhật cũng khiến công tác lập dự báo gặp khó khăn.

### Hệ thống bản đồ cảnh báo rủi ro sử dụng cảm biến năng lượng thấp và ảnh viễn thám

Nhằm góp phần giải quyết khó khăn nêu trên, nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh đã đề xuất và được TP hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài “Hệ thống bản đồ cảnh báo (hazard map system) dùng các cảm biến năng lượng thấp và dữ liệu viễn thám”. Mục tiêu tổng quát của đề tài nhằm phát triển hệ thống phục vụ định hướng TP thông minh của TP Hồ Chí Minh, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống người dân và khả năng quản lý của các ngành chức năng, như UBND, Sở Tài nguyên và Môi trường... Sau 3 năm triển khai thực hiện đề tài, nhóm nghiên cứu đã hoàn thành các nội dung đặt ra, cụ thể như sau:

**Thiết kế tổng quan bản đồ cảnh báo nguy hiểm:** Nhóm nghiên cứu đã thiết kế tổng quan mô hình hệ thống với cách tiếp cận chính là khảo sát thực tế khu vực TP Hồ Chí Minh để đề ra các giải pháp lắp đặt thử nghiệm cảm biến, các nguồn năng lượng khả thi cho các nốt cảm biến cũng như các nốt thu thập dữ liệu, chuẩn giao tiếp giữa các nốt cảm biến và nốt thu thập dữ liệu cũng như giao tiếp giữa nốt thu thập dữ liệu với môi trường điện toán đám mây (hình 1).

**Thiết kế các nốt cảm biến có khả năng giao tiếp không dây:** Các nốt cảm biến này sẽ đóng vai trò chính trong việc thu thập dữ liệu chính xác phục vụ việc xây dựng bản đồ cảnh báo rủi ro. Cụ thể trong đề tài này, các nốt cảm biến đã được thiết kế với khả năng hoạt động độc lập và giao tiếp với các nút thu thập dữ liệu thông qua một giao thức kết nối không dây. Các nút cảm biến có



Hình 1. Kiến trúc tổng quan hệ thống cảnh báo rủi ro.

định danh riêng, do đó ngoài việc gửi dữ liệu thu thập được về các điểm thu thập dữ liệu thì thông tin định danh cũng được gửi kèm để xác định được các vị trí rủi ro như nồng độ bụi, khí nguy hại cao.

**Thiết kế các điểm thu thập dữ liệu giao tiếp không dây:** Vai trò của các điểm này là giao tiếp với các khối cảm biến để thu thập dữ liệu và gửi về trung tâm lưu trữ, phân tích (ở đây là môi trường điện toán đám mây). Các điểm thu thập này có khả năng giao tiếp không dây với khoảng cách tương đối với các nốt cảm biến, đồng thời có khả năng giao tiếp với môi trường hiện hữu thông qua các công nghệ GSM hoặc Wifi để thực hiện việc gửi dữ liệu về môi trường lưu trữ và tính toán (hình 2).



Hình 2. Các điểm thu thập dữ liệu có chức năng thu thập dữ liệu từ các nốt cảm biến, sau đó chuyển dữ liệu về máy chủ.

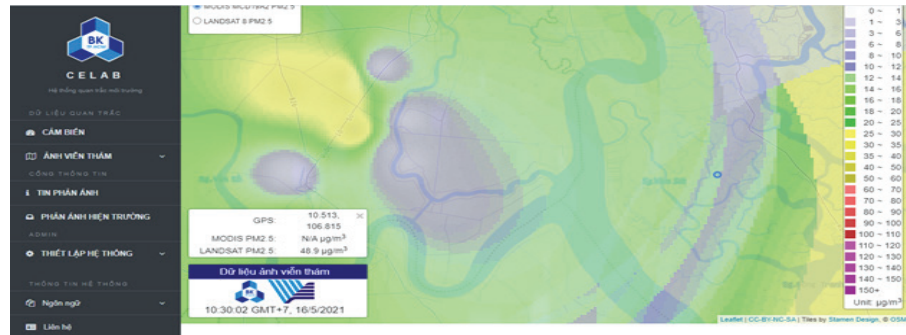
**Thiết kế bộ quản lý năng lượng cho các nốt cảm biến và điểm thu thập dữ liệu:** Mô hình quan trắc dựa trên công nghệ internet vạn vật (IoT) có nhiều ưu điểm song cũng có hạn chế lớn liên quan đến thời gian hoạt động của một nốt cảm biến. Trong nhiều trường hợp tại nơi lắp đặt cảm biến không có nguồn điện cố định, trong khi thời gian sống của một cảm biến là rất quan trọng. Với số lượng lớn các cảm biến được đặt rải rác khắp thành phố, việc thường xuyên phải bảo trì hoặc thay thế pin là điều không khả thi và tốn kém, do đó cần tối ưu năng lượng cho một nốt cảm biến. Trong đề tài này, các node cảm biến và điểm thu thập dữ liệu trung tâm có khả năng hoạt động với hai nguồn cung cấp năng lượng là pin tích hợp và năng lượng mặt trời, kết nối với nhau thông qua công nghệ không dây LoRa với chế độ bảo mật AES128. Ưu điểm của công nghệ LoRa và hệ thống pin năng lượng mặt trời là không phụ thuộc vào hạ tầng mạng viễn thông, điện lưới tại một số khu vực khó triển khai các hệ thống quan trắc như vùng sâu, vùng xa, khu vực có hóa chất độc hại (hình 3).



**Hình 3. Nốt cảm biến được thiết kế dạng tủ kín, sử dụng pin năng lượng mặt trời để đảm bảo hoạt động tốt ở cả những khu vực hẻo lánh.**

Mô hình rút trích dữ liệu từ ảnh vệ tinh: Để tài hướng đến việc sử dụng kết hợp dữ liệu thu thập từ cảm biến và dữ liệu từ các ảnh chụp vệ tinh để phân tích và đưa ra được các thông tin nhiệt độ bề mặt và các mức độ ô nhiễm khác nhau ở TP Hồ Chí Minh (ảnh do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ - NASA cung cấp miễn phí). Việc sử dụng kết hợp hai nguồn dữ liệu để xây dựng bản đồ cảnh báo rủi ro của đề tài là hướng tiếp cận mới, bổ sung cho nhau. Các cảm biến sẽ cung cấp các thông tin chính xác để các mô hình phân tích ảnh vệ tinh của khu vực TP Hồ Chí Minh được chính xác hơn. Ngược lại, việc phân tích các ảnh chụp để rút trích được các thông tin cảnh báo sẽ giúp cho việc triển khai được hiệu quả hơn khi mà không phải lúc nào cũng có thể triển khai các cảm biến đo đạc cũng như không phải lúc nào các cảm biến cũng hoạt động tốt.

Hiện nay, việc khai thác ảnh viễn thám để rút trích các dữ liệu phục vụ cho nghiên cứu khoa học được tiến hành dựa trên các phần mềm viễn thám chuyên dụng như ENVI, QGIS, Arcgis... Hầu hết những phần mềm này được đóng gói theo hình thức thương mại hóa với giá rất cao, tuy nhiên, chỉ cho phép thao tác với ảnh viễn thám thông qua quá trình sử dụng trực tiếp phần mềm, không hỗ trợ xử



**Hình 4. Thông tin quan trắc môi trường rút trích từ ảnh viễn thám được hiển thị trên nền bản đồ tương tác.**

lý tự động. Để khắc phục vấn đề này, nhóm nghiên cứu đã xây dựng một máy chủ xử lý ảnh viễn thám tự động để rút trích một số thông số phục vụ cho phạm vi đề tài. Máy chủ này đóng vai trò là vệ tinh của máy chủ điện toán đám mây, hỗ trợ việc xử lý và cung cấp thông tin liên quan đến ảnh viễn thám. Máy chủ được xây dựng dựa trên nền tảng lập trình Python, cho phép tự động hóa quá trình thu thập, rút trích các dữ liệu liên quan đến nhiệt độ bề mặt, độ dày quang học bụi mịn từ hai nguồn dữ liệu viễn thám Landsat và MODIS

*Thiết kế các chuẩn giao tiếp giúp tích hợp các nguồn dữ liệu khác nhau:* Mặc dù phạm vi đề tài chỉ sử dụng dữ liệu từ hai nguồn là cảm biến và ảnh viễn thám để xây dựng bản đồ cảnh báo rủi ro. Nhưng với mục tiêu tổng quát là phục vụ định hướng xây dựng TP thông minh nên đề tài đã nghiên cứu cung cấp một giao thức mở để cho phép các nguồn dữ liệu khác có thể gia nhập và hiển thị trên bản đồ cảnh báo, ví dụ như tình trạng ngập úng, tắc đường...

*Thiết kế môi trường điện toán đám mây phục vụ lưu trữ dữ liệu và hiển thị bản đồ:* Nhóm nghiên cứu đã nghiên cứu và thiết kế các dịch vụ điện toán đám mây để phục vụ việc lưu trữ dữ liệu thu thập từ các cảm biến, dữ liệu phân tích được từ ảnh vệ tinh và hiển thị bản đồ (hình 4).

Bên cạnh đó, thông qua việc thực hiện đề tài, nhóm nghiên cứu đã làm

chủ các công nghệ về: cảm biến không khí, điện toán đám mây, rút trích ảnh viễn thám cũng như nắm vững công nghệ thiết kế mạch nhiều lớp. Nhóm nghiên cứu cũng đã đăng ký một giải pháp hữu ích mang tên: “Phương pháp xây dựng bản đồ cảnh báo rủi ro bằng cảm biến năng lượng thấp và ảnh viễn thám”, và đã được Cục Sở hữu trí tuệ chấp nhận đơn.

Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu, thiết kế các nốt cảm biến và thu thập dữ liệu của đề tài còn có khả năng ứng dụng vào rất nhiều lĩnh vực khác nhau từ kiểm soát chất lượng nước, kiểm soát các thông tin trong nông nghiệp công nghệ cao... Do được thiết kế trong nước nên giá thấp hơn nhiều so với sản phẩm nhập ngoại cùng loại. Các kết quả về mô hình xử lý ảnh viễn thám có thể được ứng dụng cho các TP khác trên cả nước, khi mà ở Việt Nam hiện có khá nhiều TP hướng đến việc xây dựng TP thông minh và đô thị xanh. Nhìn chung, thành công của đề tài sẽ cung cấp một ứng dụng cho phép người dân truy xuất các thông tin cảnh báo nguy hiểm dưới dạng các bản đồ. Từ các thông tin này, chất lượng cuộc sống của người dân trong TP sẽ được nâng cao hơn khi họ có thể hạn chế những ảnh hưởng, nguy hại đến sức khỏe, công việc của mình. Bên cạnh đó, thông tin cung cấp trực quan và theo thời gian thực cũng giúp chính quyền địa phương có những phản ứng nhanh chóng và hiệu quả hơn ✍