



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0048683

(51)^{2022.01} G01B 11/16; G01M 5/00

(13) B

(21) 1-2023-07892

(22) 09/11/2023

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/01/2024 430A

(73) ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG (VN)

41 Lê Duẩn, Quận Hải Châu, Thành phố Đà Nẵng

(72) Châu Trường Linh (VN); Nguyễn Thu Hà (VN); Hoàng Tùng Dương (VN).

(54) HỆ THỐNG QUAN TRẮC BIẾN DẠNG, CHUYỂN VỊ CÔNG TRÌNH TỪ XA

(21) 1-2023-07892

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa bao gồm: thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình được kết nối với máy chủ thông qua liên kết không dây. Thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình gồm các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình, khối xử lý tín hiệu, khối chuyển đổi tín hiệu, vi điều khiển, khối thu phát wifi và khối nguồn. Thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình có chức năng thu thập các thông tin liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực và thực hiện chuyển thông tin về máy chủ thông qua khối thu phát wifi. Máy chủ bao gồm môđun lưu trữ, môđun quản lý trên nền tảng web, môđun tương tác dành cho ứng dụng di động. Trong đó, môđun lưu trữ có chức năng lưu trữ toàn bộ cơ sở dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực; môđun quản lý trên nền tảng web có chức năng xử lý chi tiết dữ liệu, chuyển đổi thành biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng theo thời gian thực, đặt giới hạn cảnh báo an toàn công trình về ứng suất, biến dạng, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng bằng đường, dải giới hạn trên biểu đồ tương quan theo thời gian thực; môđun tương tác dành cho ứng dụng di động có chức năng hiển thị trên thiết bị di động các thông số biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực, các biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng của công trình theo thời gian thực, và hiển thị các cảnh báo hoặc phát âm thanh cảnh báo trên thiết bị di động.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống quan trắc tình trạng của công trình xây dựng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cùng với sự phát triển bền vững trong xây dựng hiện nay đang được đề cao thì vấn đề đảm bảo an toàn, chất lượng cho các công trình khi xây dựng và đưa vào khai thác là rất cần thiết, hạn chế các sự cố thường xuyên xảy ra như biến dạng nứt kết cấu thép, kết cấu bê tông cốt thép, kết cấu đá, gạch xây, kết cấu gỗ, hư hỏng kết cấu mặt đường cứng hay mềm, ... dưới tác động của tĩnh tải, hoạt tải, và các nguyên nhân từ môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, xâm thực hóa học và nhiều yếu tố khác. Các sự cố trên nếu xảy ra sẽ làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu, làm giảm tuổi thọ, giảm độ an toàn của công trình. Do vậy các công trình cần được theo dõi và quan trắc thường xuyên để sớm phát hiện các nguy cơ phá hoại, đánh giá được nguyên nhân, cảnh báo an toàn trong khi khai thác và có biện pháp khắc phục kịp thời.

Thực tế nghiên cứu và sử dụng cho thấy có nhiều thiết bị thương mại chuyên dùng để đo đạc và quan trắc các biến dạng, lún, nghiêng, vết nứt như: TDS-303, TDS-630 với 30, 32 kênh đo của hãng TML (Nhật Bản) với nhiều chức năng như đo biến dạng, chuyển vị, đo lún, đo nứt, đo điện hóa, nhiệt độ...; UCAM-60B của hãng Kyowa (Nhật Bản) có thể đo được các biến dạng, chuyển vị, đo lún...; P3 STRAIN INDICATOR của hãng Micro-Measurements (Mỹ) có thể đo các biến dạng, vết nứt, chuyển vị...

Các thiết bị tương tự có thể được tìm thấy, ví dụ, trong tài liệu sáng chế CN105865522A, hệ thống quan trắc kết cấu cầu gồm nhiều loại cảm biến khác nhau kết hợp nhập khẩu và dùng hàng nội địa Trung Quốc, kết nối có dây với hệ thống thu thập, xử lý tín hiệu và chẩn đoán, đánh giá sức khỏe và an toàn công trình cầu. Một số cảm biến cần nguồn năng lượng riêng khi hoạt động được cung cấp điện từ một nguồn phát điện chung tại công trình. Sáng chế có tác dụng quan trắc, chẩn đoán sức khỏe công trình cầu tuy nhiên việc kết nối có dây và hệ thống xử lý, quan trắc tại chỗ hạn chế nhiều phạm vi lắp đặt cảm

biến, chiều dài dây dẫn kết nối và không thể giám sát từ xa quá trình quan trắc công trình cầu.

Hệ thống quan trắc cáp dự ứng lực gia cường kết cấu tường chắn, mái dốc trong tài liệu sáng chế KR20120037553A bao gồm các cảm biến biến dạng, chuyển vị. Mỗi cảm biến được kết nối với 1 bộ khuếch đại và chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số, và tất cả tín hiệu được truyền không dây đến thiết bị mô đun USN (Ubiquitous Sensor Network – mạng cảm biến không dây) có nhiệm vụ thu thập, đồng bộ dữ liệu rồi lại truyền không dây đến máy chủ để xử lý dữ liệu, cảnh báo an toàn. Tất cả các thiết bị đều sử dụng pin. Việc tín hiệu quan trắc phải qua 2 lớp truyền không dây mới đến máy chủ sẽ gặp nhiều rủi ro hơn trong việc truyền tín hiệu, thiết bị phức tạp, hơn nữa việc dùng pin cho tất cả thiết bị cảm biến, các mô đun truyền phát đòi hỏi có nhiều sự quan tâm hơn đến thiết bị khi quan trắc.

Trong tài liệu sáng chế US11181445B2, các cảm biến chuyên dụng với nhiều phép đo có bộ phát sóng vô tuyến hoặc wifi riêng kết nối với trạm chủ qua hệ thống mạng LAN/WAN, các trạm chủ này được kết nối với máy chủ trung tâm qua mạng có dây để truyền và xử lý dữ liệu, giám sát sức khỏe công trình. Các cảm biến hoạt động dựa vào pin lưu trữ hoặc nguồn năng lượng mặt trời, việc kết nối các trạm trung gian phức tạp, chi phí toàn bộ hệ thống lớn nên việc áp dụng trong điều kiện Việt Nam, cho các công trình nhỏ và vừa sẽ gặp nhiều khó khăn.

Trong tài liệu sáng chế CN110009872A, thiết bị quan trắc và cảnh báo sớm các thảm họa xảy ra trong quá trình thi công mái dốc đá, dữ liệu thu nhận từ các cảm biến quan trắc ứng suất (biến dạng), dịch chuyển và chấn động mái dốc đá do nổ phá đá gây nên được chế tạo riêng kết nối không dây với mô đun phân tích dữ liệu và mô đun cảnh báo sớm thảm họa nhằm có biện pháp bảo vệ nhân công, tài sản tại công trường và gia cố mái dốc kịp thời. Đặc điểm của hệ thống này là các cảm biến được chế tạo phức tạp có thiết bị phát sóng vô tuyến tương thích để kết nối với mô đun phân tích dữ liệu và cảnh báo nên cấu trúc thiết bị rất phức tạp, kéo theo chi phí cao. Hơn nữa yêu cầu phải có sóng wifi, sóng vô tuyến phủ kín toàn bộ công trường trong phạm vi đặt cảm biến.

Tài liệu sáng chế US20200142368A1 giới thiệu hệ thống giám sát hiệu suất khai thác cầu/mạng lưới cầu cầu thành bởi 3 lớp: mô đun cảm biến bao gồm các cảm biến đa chức năng đánh giá tình trạng khai thác cầu, được kết nối không dây hoặc có dây, có chức năng thu thập và lọc dữ liệu, định vị GPS vị trí cảm biến; mô đun dữ liệu xử lý, đánh giá mức độ an toàn khai thác cầu; Trạm giám sát và trung tâm điều khiển từ xa đặt tại trạm chủ là máy tính chuyên dụng để cảnh báo đến quản lý cầu và người tham gia giao thông. Các cảm biến chuyên dụng được sử dụng ở trên khó áp dụng các cảm biến thương mại thông thường, rẻ tiền và cần có nguồn năng lượng riêng từ pin, năng lượng mặt trời, điện gió, hoặc điện từ cáp kết nối cung cấp cho từng cảm biến.

Các hệ thống quan trắc trong cùng lĩnh sáng chế cho thấy rất đa dạng về cấu hình hệ thống, có thể thu nhận, xử lý tín hiệu từ cảm biến, các thiết bị có thể truyền tải tín hiệu đi xa qua mạng không dây, tuy nhiên kết cấu phức tạp, chuyên biệt dẫn tới chi phí quá cao, khó áp dụng cho công trình xây dựng nhỏ và vừa, chi phí đầu tư xây dựng thấp; hoặc giới hạn số lượng cảm biến quan trắc biến dạng, chuyển vị kết nối đồng thời, hoặc cần phải có nguồn điện tại chỗ cung cấp cho các thiết bị hoạt động nên khó có thể áp dụng sử dụng để quan trắc thường xuyên, đại trà ở các công trình cần nhiều điểm quan trắc ứng suất, biến dạng, chuyển vị; hơn nữa điều kiện để quan trắc tại hiện trường trong thời gian dài rất hạn chế do vấn đề an toàn của thiết bị, phải kết nối với máy tính và thiếu công nghệ theo dõi từ xa, nhiều thiết bị chỉ được dùng quan trắc và thu thập dữ liệu tại chỗ, yêu cầu có nhân lực giám sát thường xuyên tại hiện trường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa khắc phục được một số hoặc tất cả các nhược điểm nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình có cấu tạo đơn giản với chi phí thấp, nhỏ hơn ít nhất 1/10 về giá thành so với thiết bị hiện có trên thị trường.

Để đạt được một số hoặc tất cả các mục đích nêu trên, hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình theo sáng chế bao gồm:

thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100) được kết nối với máy chủ (200) thông qua liên kết không dây, trong đó:

thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100) bao gồm: các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101), khối xử lý tín hiệu (102), khối chuyển đổi tín hiệu (103), vi điều khiển (104), khối thu phát wifi (105) và khối nguồn (106);

khối xử lý tín hiệu (102) và khối chuyển đổi tín hiệu (103) lần lượt để lọc nhiễu do điện trở dây dẫn và khuếch đại, chuyển đổi qua tín hiệu số từ tín hiệu điện nhận được của các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101) trước khi vào vi điều khiển (104);

vi điều khiển (104) sau khi nhận các dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình từ các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101) đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực, định khoảng thời gian đọc dữ liệu, xử lý dữ liệu theo phương pháp xác suất thống kê toán, hiệu chỉnh dữ liệu và thực hiện chuyển dữ liệu về máy chủ (200) thông qua khối thu phát wifi (105);

khối nguồn (106) có chức năng cung cấp nguồn điện cho các cảm biến và các khối khác của thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100);

máy chủ (200) bao gồm mô đun lưu trữ (201), mô đun quản lý trên nền tảng web (202), mô đun tương tác dành cho ứng dụng di động (203), trong đó mô đun lưu trữ (201) có chức năng lưu trữ toàn bộ cơ sở dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực;

mô đun quản lý trên nền tảng web (202) có chức năng xử lý chi tiết dữ liệu, chuyển đổi thành biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng theo thời gian thực; đặt giới hạn cảnh báo an toàn công trình về ứng suất, biến dạng, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng bằng đường, dải giới hạn trên biểu đồ tương quan theo thời gian thực, cảnh báo bằng hộp thoại, phát âm thanh;

mô đun tương tác dành cho ứng dụng di động (203) có chức năng hiển thị trên thiết bị di động (300) các thông số biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực, các biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng của công trình theo thời gian thực, và có chức năng hiển thị các cảnh báo hoặc phát âm thanh cảnh báo trên thiết bị di động (300).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện máy chủ của hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện công trình cầu được quan sát biến dạng, chuyển vị từ xa bằng hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế;

Hình 4 đến Hình 7 là các ảnh chụp thực tế các khối của thiết bị thu thập thông tin biến dạng, chuyển vị của hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như thể hiện trên các hình vẽ từ Hình 1 đến Hình 7, hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế bao gồm (các) thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100 được kết nối với máy chủ 200 thông qua liên kết không dây. Thiết bị thu thập thông tin biến dạng, chuyển vị của công trình 100 bao gồm nhiều cảm biến biến dạng và chuyển vị công trình 101, khối xử lý tín hiệu 102, khối chuyển đổi tín hiệu 103, vi điều khiển 104, khối thu phát wifi 105 và khối nguồn 106; máy chủ 200 bao gồm môđun lưu trữ 201, môđun quản lý trên nền tảng web 202, môđun tương tác dành cho ứng dụng di động 203. Trong đó, vị trí, mật độ, chủng loại, số lượng các cảm biến biến dạng, chuyển vị công trình 101 cần phải lắp đặt được xác định tùy theo hiện trạng của công trình cùng với các yêu cầu khác nhau như xác định biến dạng để từ đó xác định ứng suất trong kết cấu, quan trắc độ võng, lún, nghiêng, phát triển vết nứt trong kết cấu công trình.

Hình 1 và Hình 2 là các hình vẽ diễn giải chi tiết sơ đồ khối sự làm việc của hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa và mối liên hệ, tương quan giữa các khối. Như thể hiện trên Hình 1 và Hình 2, tín hiệu điện từ các cảm biến biến dạng, chuyển vị công trình 101 được qua khối xử lý tín hiệu 102 để lọc nhiễu do điện trở dây dẫn, sau đó tiếp tục được khuếch đại, chuyển đổi qua tín hiệu số thông qua khối chuyển đổi tín hiệu 103 trước khi vào vi điều khiển 104, vi điều khiển 104 sau khi nhận các dữ liệu liên quan

đến biến dạng, chuyển vị của công trình từ các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình 101 đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực, định khoảng thời gian đọc dữ liệu, xử lý dữ liệu theo phương pháp xác suất thống kê toán, hiệu chỉnh dữ liệu. Dòng dữ liệu sau khi ra khỏi vi điều khiển 104 được lưu trực tiếp trên thiết bị bằng thẻ nhớ microSD và đồng thời thực hiện chuyển dữ liệu về máy chủ 200 thông qua khối thu phát wifi 105.

Khối nguồn 106 có chức năng cung cấp nguồn điện cho các cảm biến và các khối khác của thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100, trong đó khối nguồn 106 có thể là loại có tích hợp sẵn nguồn điện như: pin, ắc quy, pin năng lượng mặt trời v.v. hoặc loại có thể kết nối vào lưới điện có sẵn.

Máy chủ 200 bao gồm môđun lưu trữ 201, môđun quản lý trên nền tảng web 202, môđun tương tác dành cho ứng dụng di động 203.

Môđun lưu trữ 201 có chức năng lưu trữ toàn bộ cơ sở dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực;

Môđun quản lý trên nền tảng web 202 có chức năng xử lý chi tiết dữ liệu, chuyển đổi thành biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng theo thời gian thực; đặt giới hạn cảnh báo an toàn công trình về ứng suất, biến dạng, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng bằng đường, dải giới hạn trên biểu đồ tương quan theo thời gian thực, cảnh báo bằng hộp thoại, phát âm thanh. Ngoài ra, môđun quản lý trên nền tảng web 202 còn có chức năng hiệu chỉnh sự thay đổi nhiệt độ môi trường, kết cấu tại vị trí đặt cảm biến, sử dụng thuật toán trí tuệ nhân tạo để nội suy số liệu biến dạng, chuyển vị công trình 101 nào đó bị hỏng mà không thể khắc phục, thay thế được từ số liệu các cảm biến 101 lân cận.

Môđun tương tác dành cho ứng dụng di động 203 có chức năng hiển thị trên thiết bị di động 300 các thông số biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực, các biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng của công trình theo thời gian thực, và hiển thị các cảnh báo hoặc phát âm thanh cảnh báo trên thiết bị di động 300.

Hình 4 đến Hình 7 là các hình vẽ thể hiện cấu tạo chi tiết của thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100 theo một phương án thực hiện cụ thể của sáng chế.

Như thể hiện trên các hình vẽ này, thiết bị này có mạch in được thiết kế tối ưu hóa để liên kết các linh kiện điện tử, thiết bị nhận nguồn điện một chiều từ adapter 106 với dải điện áp đầu vào từ 9 – 36V qua cổng kết nối để hoạt động, giúp mở rộng phạm vi sử dụng các nguồn năng lượng khác nhau. Nguồn điện sẽ được đưa vào hệ thống mạch nguồn 11 để xử lý, lọc nhiễu; IC nguồn công nghiệp 12 kết nối với các linh kiện điện tử khác tạo thành một nguồn cách ly có tính ổn định cao, chống nhiễu, bảo vệ quá áp, quá dòng, tự ngắt khi chập đầu ra. Điện áp đầu ra cấp cho mạch hoạt động 5V – 2A, đèn led 13 báo hiệu thiết bị đã được cung cấp nguồn điện đầu vào và sẵn sàng hoạt động.

Như thể hiện trên các hình vẽ từ Hình 4 đến Hình 7, các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình 101 được kết nối với các cổng kết nối 14 và 15 trên mạch in và thông qua IC kiểm tra các cổng đo 16 và đèn led 17, người sử dụng sẽ biết được mình đang tiến hành đo đạc tại cổng nào của thiết bị.

Các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình 101 sẽ được kết nối với 1 vi trở 200 Ohm 18, 2 điện trở 120 Ohm 19 tạo thành mạch cầu Wheatstone có tác dụng khử nhiễu do điện trở dây dẫn. Tín hiệu điện sau đó tiếp tục được truyền đến khối chuyển đổi tín hiệu là khối chuyển đổi tín hiệu ADC 24bit 103, tại đây tín hiệu được ADC khuếch đại, chuyển đổi thành các tín hiệu số. Tín hiệu này được lọc nhiễu thêm một lần nữa tại khối lọc 22 trước khi được truyền đến khối vi điều khiển MCU 104.

Tín hiệu từ các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình 101, sau khi được xử lý sẽ được đưa đến khối vi điều khiển 104 thông qua các cổng kết nối 23 với 16 bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự analog và 54 bộ chuyển đổi số (digital) hỗ trợ cổng nối tiếp phân cứng và các chế độ giao tiếp khác. Theo một phương án thực hiện, khối vi điều khiển được sử dụng trong thiết bị là khối vi điều khiển Arduino Mega 2560 có sẵn RTC và các tính năng khác như bộ so sánh, timer, ngắt để điều khiển hoạt động, tiết kiệm điện năng và tốc độ nhanh hơn với xung thạch anh 16 Mhz với bộ xử lý trung tâm là chip Atmega 2560 25 xử lý tín hiệu. Khối vi điều khiển 104 đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực, định khoảng thời gian đọc dữ liệu, xử lý dữ liệu theo phương pháp xác suất thống kê toán, hiệu chỉnh dữ liệu và thực hiện chuyển dữ liệu về máy chủ 200 thông qua khối thu phát wifi 105. Ưu tiên là, khối thu phát wifi 105 gồm bộ xử lý trung tâm là chip CPU lõi kép công suất cực thấp 27;

có chuẩn kết nối không dây wifi 802.11 b/g/n và bluetooth version 4.2 (có thể chia sẻ sóng vô tuyến với wifi), có thể tùy biến cách thức kết nối với một thiết bị hòa mạng internet bất kỳ để truyền dữ liệu lên máy chủ 200. Ngoài ra, theo một phương án thực hiện, số liệu đo của các cảm biến 101 sẽ được lưu trữ trực tiếp tại thiết bị thông qua IC đọc thẻ nhớ 28 và thẻ nhớ SD 29.

Trong trường hợp công trình yêu cầu số lượng cảm biến quan trắc lớn, có thể sử dụng đồng thời nhiều thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100. Tất cả dữ liệu được đồng bộ lên máy chủ 200 duy nhất, tạo thành “hệ thống quan trắc từ xa biến dạng chuyển vị công trình” hoàn chỉnh. Trên máy chủ 200, việc xử lý chi tiết dữ liệu được truyền về được tiếp tục, hoàn chỉnh các biểu đồ tương quan biến dạng, chuyển vị theo thời gian thực; đặt các giới hạn cảnh báo an toàn về biến dạng - ứng suất, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng, ... tùy thuộc vào phép đo theo tiêu chuẩn hiện hành bằng các đường, dải giới hạn trên biểu đồ, đồng thời cảnh báo bằng hộp thoại, phát âm thanh mỗi lần có kết quả quan trắc từ một cảm biến nào đấy vượt qua mức giới hạn và biểu đồ được hiển thị ngay trên màn hình thiết bị quan sát. Trang chủ của máy chủ 200 có thể được thể hiện bao gồm: menu “Thiết bị đo” thể hiện các thiết bị quan trắc, các cảm biến được kết nối theo mã số người dùng thiết lập trên MCU 24 và tình trạng kết nối, trong menu này có menu con “Bộ công cụ - Toolkit” 33 cho phép người sử dụng thiết lập giới hạn cảnh báo an toàn công trình khi một trong các cảm biến có giá trị quan trắc vượt mức cho phép, phương pháp lọc, phân tích dữ liệu; menu “Database” lưu trữ tất cả dữ liệu đọc dạng file thô, có thể xuất dữ liệu dạng bảng thể hiện ở menu “Bảng số liệu” hoặc dạng biểu đồ theo thời gian thực ở menu “Biểu đồ”, menu “Download dữ liệu” cho phép người sử dụng tải xuống thiết bị cá nhân để lưu trữ, phân tích dữ liệu sâu hơn. Máy chủ 200 được phân quyền người quản trị hệ thống (admin), cấp quyền cho người sử dụng (user) có thể truy xuất, can thiệp thiết bị, dữ liệu ở các mức độ khác nhau.

Hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế được thử nghiệm trên 3 công trình thực tế, bao gồm:

a) Công trình tường chắn đất có cốt bằng thép tại địa chỉ: trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng. Tại công trình này, hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công

trình từ xa theo sáng chế bao gồm 6 thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100 kết nối đồng thời với 120 cảm biến đo biến dạng và 4 cảm biến đo chuyển vị (LVDT) nhằm xác định biến dạng, ứng suất (lực kéo) trong cốt, trong đất, quan trắc chuyển vị của vỏ tường có đến tải trọng phá hoại 300 kN/m^2 . Kết quả thu được từ hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa theo sáng chế được đối chiếu kết quả với TDS-303 và cho kết quả rất phù hợp.

b) Quan trắc phát triển vết nứt tại vị trí tiếp giáp móng cầu và vỏ tường BTCT lấp ghép tường chắn đất có cốt (cốt polymer) đường dẫn vào cầu Nguyễn Tri Phương, thành phố Đà Nẵng. Cầu được khánh thành vào tháng 4/2013, tuy nhiên ở thời điểm quan trắc, lưu lượng và tải trọng xe qua cầu rất lớn do trong giai đoạn xây dựng hạ tầng khu đô thị mới Hòa Xuân nên tại vị trí này xuất hiện vết nứt khá lớn. Thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình 100 của hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa được cấp điện từ tấm pin năng lượng mặt trời cung cấp nguồn 12V, lưu trữ qua ắc qui nên có thể hoạt động liên tục 24/7 ở nơi không có nguồn điện. Kết quả quan trắc vết nứt cho thấy tại thời điểm lưu lượng xe tải vận chuyển đất san nền nhiều nhất trong ngày vết nứt mở rộng hơn rất nhiều, lên đến hơn 1,8 mm trong khi bình thường duy trì giá trị trung bình từ 0,8 - 1,25 mm ở các vị trí đo, đồng thời kết quả quan trắc cũng cho thấy chiều vào khu đô thị cho kết quả quan trắc độ mở rộng vết nứt lớn hơn chiều ra do các xe đầy tải khi chạy vào khu đô thị.

c) Quan trắc sự phát triển vết nứt đáy dầm BTCT cầu Nam Ô tại thành phố Đà Nẵng. Kết cấu cầu gồm 13 nhịp dầm BTCT dự ứng lực 24,7m được xây dựng trước năm 1975, từ năm 1989 đến nay đã được thay 1 số dầm chủ nhưng vẫn còn nhiều dầm cũ đã xuống cấp, xuất hiện nhiều vết nứt ở bụng, đáy dầm. Trích đoạn kết quả quan trắc cho thấy sự biến đổi bề rộng thay đổi rất nhiều theo thời gian và tỉ lệ thuận với lưu lượng, tải trọng xe trên cầu. Có nhiều thời điểm vượt quá giới hạn độ mở rộng vết nứt (0,3 – 0,4 mm) theo các tiêu chuẩn khai thác cầu hiện hành, lập tức trên máy chủ 200 hiển thị trên thiết bị di động, máy tính xuất hiện hộp thoại “cảnh báo nguy hiểm” và phát âm thanh bằng giọng nói thu âm sẵn hoặc âm thanh có sẵn trong thiết bị. Kết quả này đã được cảnh báo cho đơn vị quản lý cầu giảm tải trọng qua cầu và có biện pháp gia cố sau này.

Những hiệu quả có thể được của sáng chế

Sáng chế được đề xuất, qua nghiên cứu, đánh giá qua các thử nghiệm thực tế cho thấy có thể ứng dụng trong quan trắc sự làm việc của kết cấu công trình theo thời gian thực tế khi chịu các tác động như tự trọng, tải trọng ngoài, ảnh hưởng điều kiện địa chất, môi trường,... làm cho công trình xuất hiện các trạng thái phá hoại như ứng suất, biến dạng, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng vượt mức cho phép.

Công trình có lắp đặt thiết bị sáng chế có thể quan trắc từ xa mọi lúc, mọi nơi diễn biến kết cấu theo thời gian thực có thể giúp các nhà quản lý, khai thác kịp thời đưa ra giải pháp xử lý phù hợp như giảm tải, hạ tải trọng khai thác, gia cố kịp thời để đảm bảo an toàn khi xây dựng, khai thác công trình.

Với các công trình khi quan trắc thông thường sẽ có nguy cơ mất an toàn cho người quan trắc như quan trắc đầm, trụ cầu vượt sông, mặt ngoài nhà cao tầng, tháp, ... thì việc xử dụng thiết bị sáng chế quan trắc từ xa sẽ đảm bảo an toàn hơn trong khi vẫn duy trì độ chính xác của các phép đo.

Một ứng dụng khác là khi kết hợp thiết bị sáng chế với các nguồn cảm biến có độ chính xác cao, có thể giúp kiểm chứng các mô hình lý thuyết hoặc thực nghiệm như các mô hình tính toán kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn, phương pháp sai phân, mô hình vật lý.

Chi phí chế tạo cho một thiết bị sáng chế dưới 20 triệu đồng, nhỏ hơn ít nhất 1/10 lần so với các thiết bị thương mại hiện có cùng tính năng nên không tăng nhiều chi phí xây dựng hoặc chi phí khai thác quản lý công trình khi lắp đặt thêm thiết bị sáng chế này. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho các chủ đầu tư các công trình nhỏ, tư nhân tiếp cận sử dụng thiết bị sáng chế này.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị công trình từ xa bao gồm:

Thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100) được kết nối với máy chủ (200) thông qua liên kết không dây, trong đó:

Thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100) bao gồm: các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101), khối xử lý tín hiệu (102), khối chuyển đổi tín hiệu (103), vi điều khiển (104), khối thu phát wifi (105) và khối nguồn (106);

khối xử lý tín hiệu (102) và khối chuyển đổi tín hiệu (103) lần lượt để lọc nhiễu do điện trở dây dẫn và khuếch đại, chuyển đổi qua tín hiệu số từ tín hiệu điện nhận được của các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101) trước khi vào vi điều khiển (104);

vi điều khiển (104) sau khi nhận các dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình từ các cảm biến đo biến dạng và chuyển vị công trình (101) đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực, định khoảng thời gian đọc dữ liệu, xử lý dữ liệu theo phương pháp xác suất thống kê toán, hiệu chỉnh dữ liệu và thực hiện chuyển dữ liệu về máy chủ (200) thông qua khối thu phát wifi (105);

khối nguồn (106) có chức năng cung cấp nguồn điện cho các cảm biến và các khối khác của thiết bị thu thập dữ liệu biến dạng, chuyển vị của công trình (100);

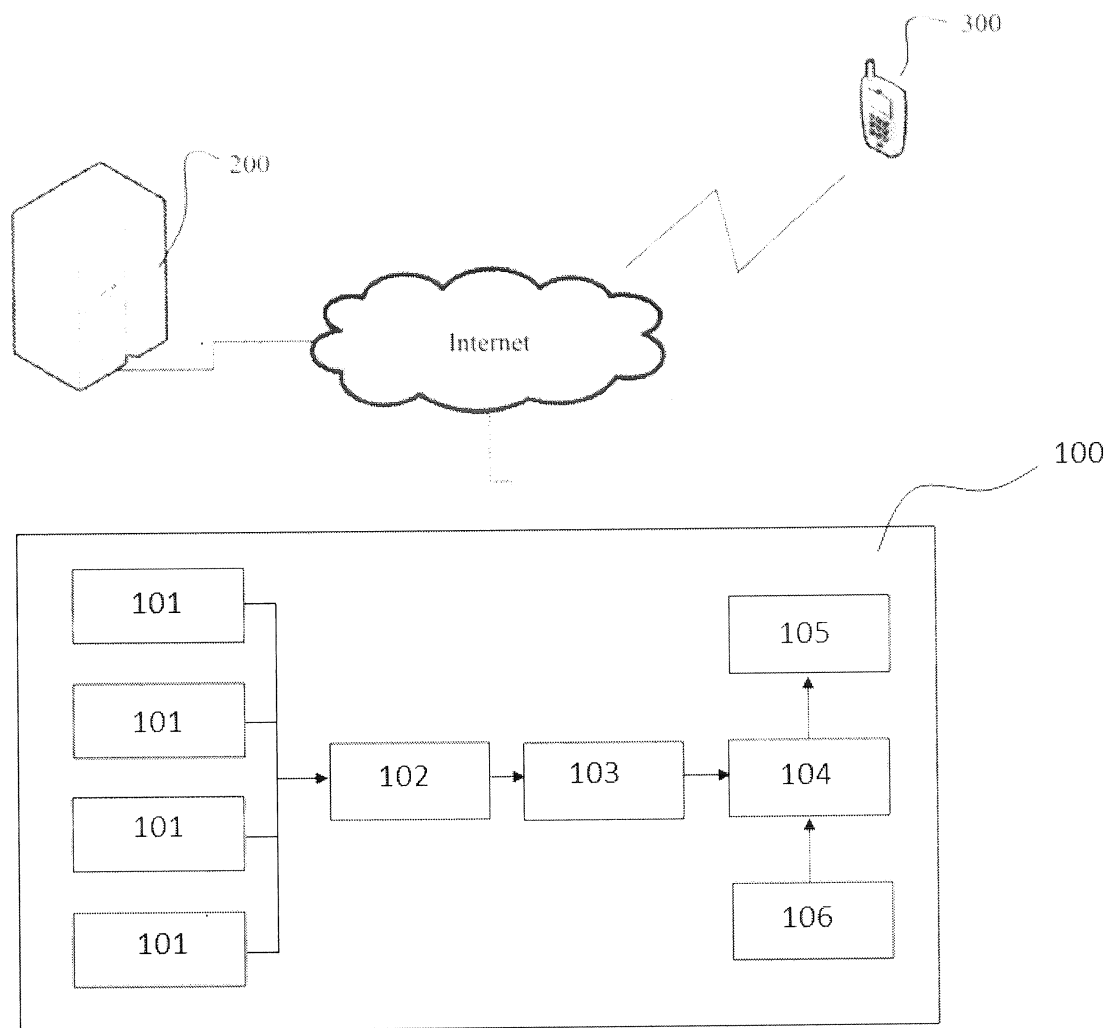
máy chủ (200) bao gồm môđun lưu trữ (201), môđun quản lý trên nền tảng web (202), môđun tương tác dành cho ứng dụng di động (203), trong đó:

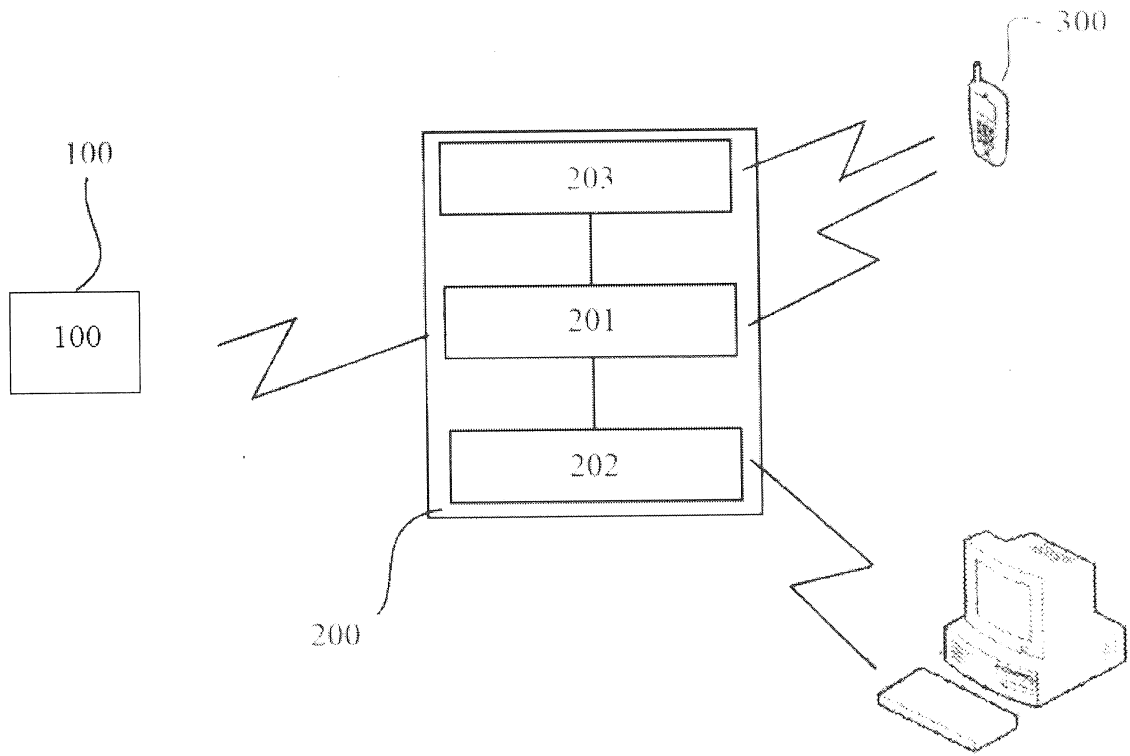
môđun lưu trữ (201) có chức năng lưu trữ toàn bộ cơ sở dữ liệu liên quan đến biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực;

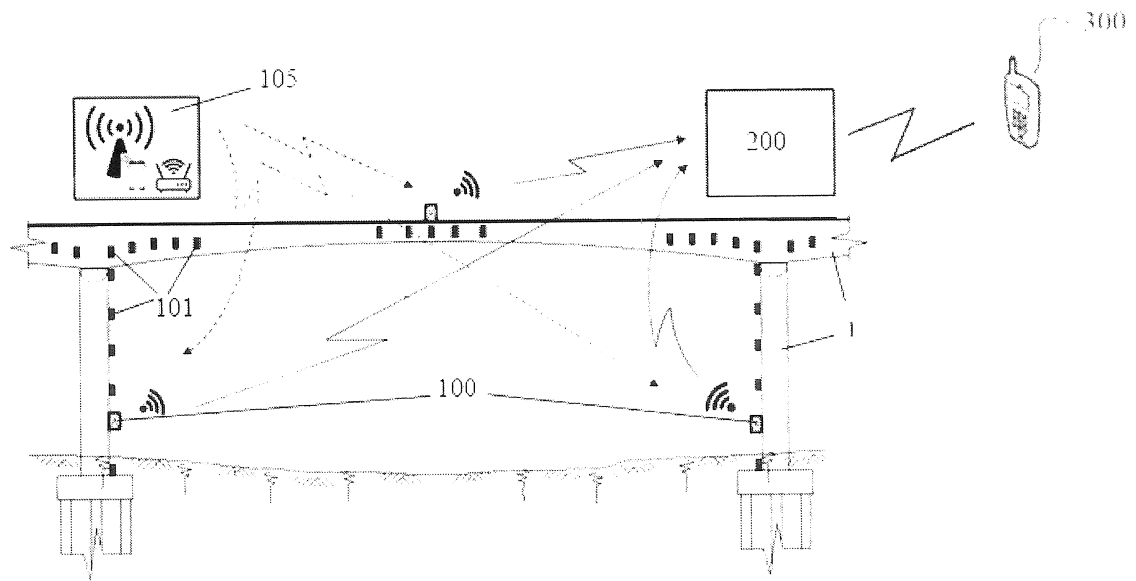
môđun quản lý trên nền tảng web (202) có chức năng xử lý chi tiết dữ liệu, chuyển đổi thành biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng theo thời gian thực; đặt giới hạn cảnh báo an toàn công trình về ứng suất, biến dạng, nứt, chuyển vị, lún, nghiêng bằng đường, dải giới hạn trên biểu đồ tương quan theo thời gian thực;

môđun tương tác dành cho ứng dụng di động (203) có chức năng hiển thị trên thiết bị di động (300) các thông số biến dạng, chuyển vị của công trình theo thời gian thực, các biểu đồ tương quan ứng suất-biến dạng, chuyển vị, nứt, lún hoặc nghiêng của công trình

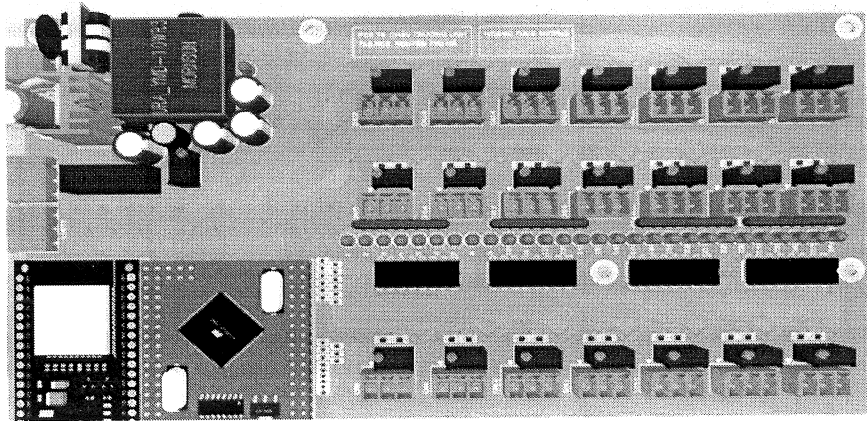
theo thời gian thực, và hiển thị các cảnh báo hoặc phát âm thanh cảnh báo trên thiết bị di động (300).

**Hình 1**

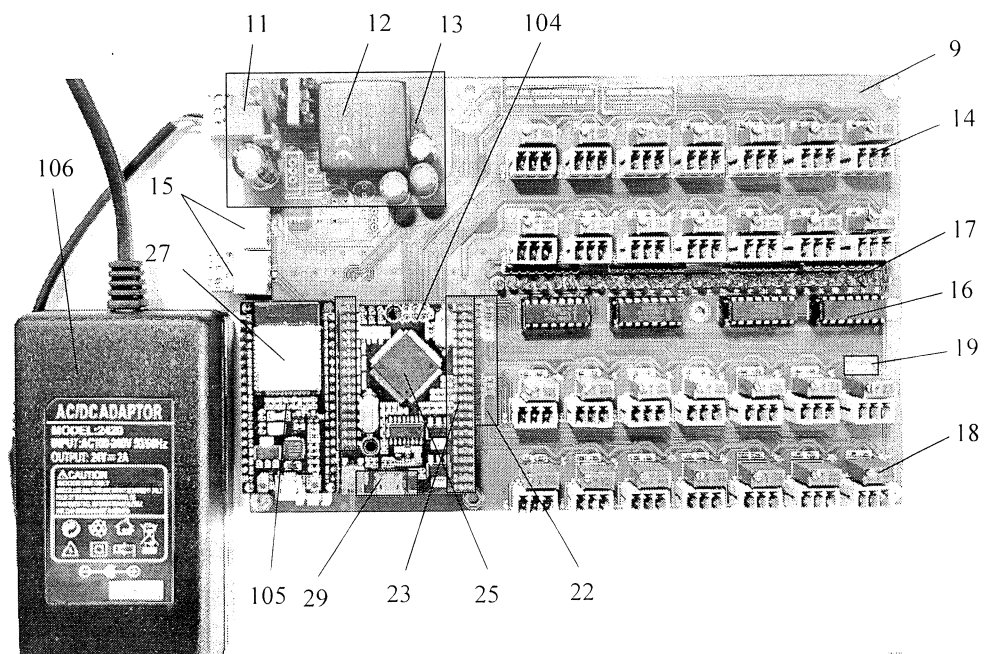
**Hình 2**



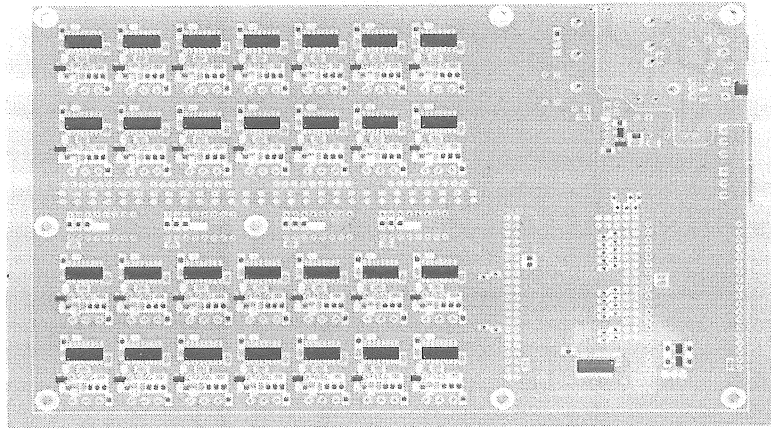
Hình 3



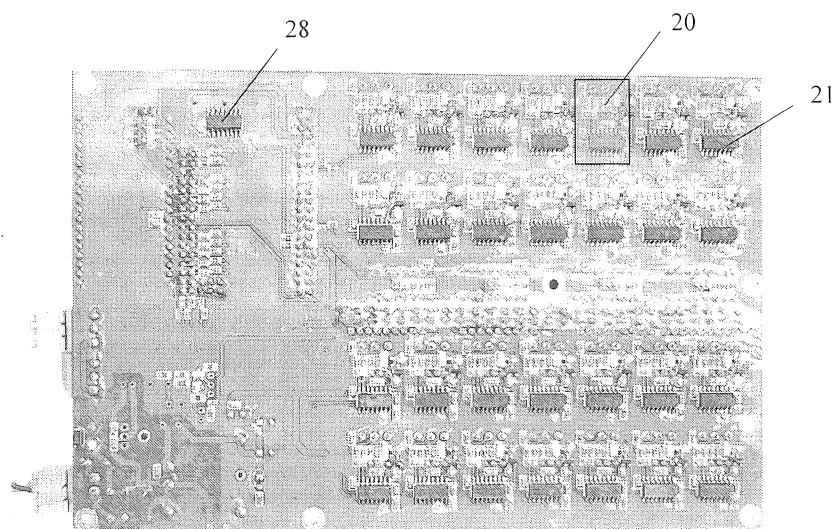
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7