

# *Sáng kiến” Cảm biến Châu Á” và ứng dụng vào hệ thống cảnh báo sớm hiện tượng sụt lở đất.*

**Honda Kiyoshi<sup>1,2</sup>, Aadit Shrestha<sup>1</sup>, Rassarin Chinnachodteeranun<sup>1</sup>, Apichon Witayangkurn<sup>1</sup>, Nguyen Duy Hung<sup>1</sup>, Hiroshi Shimamura<sup>3</sup>**

1 Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Thái lan; E-mail: honda@ait.ac.th, aadit@ait.ac.th, rassarin@ait.ac.th, NguyenDuy.Hung@ait.ac.th

2 Mie University, Tsu., Japan

3 elab experience Inc., Japan; E-mail: h.shimamura@elab-experience.com

## ***Tóm tắt***

Cảm biến Châu Á là một sáng kiến mới trong việc triển khai mạng cảm biến thời gian thực mật độ cao bằng cách sử dụng các máy đo trường ở Châu Á để thu thập các thông tin môi trường khác nhau. Thông tin từ mạng cảm biến sẽ góp phần vào việc kiểm soát và mô hình hóa các vấn đề môi trường khác nhau ở Châu Á, bao gồm nông nghiệp, thực phẩm, ô nhiễm, thảm họa, thay đổi khí hậu, v.v.. Sáng kiến này là sự phát triển GIS và hệ thống tích hợp Cảm biến như một hệ thống hạ tầng gọi là Mạng thiết bị cảm biến (SSG) cho việc nhận biết dễ dàng và lắp đặt và vận hành với chi phí thấp mạng máy đo trường. Máy đo trường là một robot quan sát liên mạng có thể cung cấp giải pháp ngoài trời trong việc kiểm soát các tham số môi trường trong thời gian thực.

Một hệ thống cảnh báo sớm hiện tượng sụt lở đất đã được phát triển và triển khai tại Vùng Banjarnegara của Indonexia như một phần của Dự án nghiên cứu liên kết Châu Á và Sáng kiến Cảm biến Châu Á. Một máy đo trường được sử dụng để thu thập dữ liệu từ nhiều bộ cảm biến khác nhau và hiển thị lên một trang mạng theo thời gian thực tế. Hệ thống này bao gồm một máy ảnh nổi mạng, hai thiết bị đo kích thước ở phía trên và dưới điểm thu thập dữ liệu để kiểm tra độ dịch chuyển của đất, và một vũ lượng kế để kiểm tra lượng mưa lịch sử cũng như lượng mưa hiện tại có thể ảnh hưởng tới sự chuyển động của đất. Đồng thời một thiết bị đo áp suất nước cũng được bố trí ở độ sâu 2,5m để đo mực nước ngầm. Dữ liệu từ bộ cảm biến và hình ảnh từ máy ảnh được thu thập và lưu vào cơ sở dữ liệu trên nền hệ Linux có sẵn.

Hệ thống ứng dụng một thuật toán dựa trên các quan sát cục bộ của các chuyên gia nghiên cứu hiện tượng sụt lở đất để đưa ra những lời cảnh báo ở các mức độ khác nhau. Các mức độ cảnh báo được xác định theo các dữ liệu thu thập từ hai thiết bị đo kích thước và vũ lượng kế. Một giao diện đồ họa cũng được cung cấp tại hiện trường địa phương để người dân nhìn thấy được sự dịch chuyển và mức độ cảnh báo.

Dữ liệu và hình ảnh thu thập tại hiện trường cũng được gửi tới máy chủ ở Viện Công nghệ Châu Á (AIT) Thái lan, để có thể đưa công khai lên mạng. Nếu không có hệ thống hạ tầng ổn định cho việc truy cập mạng tại hiện trường ở Banjarnegara, thì một mô-đem GPRS sẽ được sử dụng. Hệ thống này thu thập dữ liệu 5 phút một lần và gửi các dữ liệu này tới AIT một giờ một lần. Hệ thống kiểm soát thời gian thực và cảnh báo sớm này có thể là một hệ thống xử lý lý tưởng tại các vùng dễ bị sụt lở đất trên toàn thế giới.

**Từ khóa:** hệ thống cảnh báo sớm hiện tượng sụt lở đất, mạng cảm biến, máy đo trường, Cảm biến Châu Á

## ***Giới thiệu***

Đã có quan sát thấy rằng hiện tượng sụt lún đất đã tăng lên trong những năm gần đây. Nó gây ra các thiệt hại to lớn về người và của, chủ yếu tại các nước không có sự chuẩn bị đầy đủ các hệ thống cảnh báo sớm và đo lường ngăn chặn và kiểm chế thảm họa. Cần phải có hệ thống kiểm soát sụt lún đất thời gian thực để có thể thu thập dữ liệu từ các cảm biến và công bố rộng rãi trên mạng để các chuyên gia phân tích và đóng góp cho việc cảnh báo sớm cho khu vực nông thôn.

Một sáng kiến tên là Cảm biến Châu Á hướng tới phát triển và triển khai một mạng cảm biến mật độ cao tại Châu Á bằng cách sử dụng Máy đo trường, đây có thể là một hệ thống xử lý lý tưởng cho việc cảnh báo sụt lún đất sớm. Mạng thiết bị cảm biến (SSG) là hệ thống cốt lõi trong sáng kiến Cảm biến Châu Á nhằm thực hiện “cảm biến cảm là chạy” từ lúc lắp đặt các nút cảm biến đến khi thấy được và công bố dữ liệu cho các ứng dụng. Do vậy, cấu hình hệ dẫn dữ liệu từ đầu đến cuối ứng dụng là có thể thực hiện được.

Indonesia là một trong nhiều nước có nhiều vùng đất có nguy cơ sụt lún cao do địa hình đồi núi và thường xuyên có lượng mưa lớn. Hệ thống cảnh báo sụt lún đất sớm đã được phát triển và triển khai ở Vùng Banjarnegara của Indonesia như một phần của Dự án Nghiên cứu liên kết Châu Á về Cảnh báo sớm hiện tượng sụt lún đất do Tập đoàn quốc tế về sụt lún đất (ICL) dẫn dắt, cùng với sự cộng tác của Đại học Gadjah Mada, Indonesia và Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Thái lan. Hệ thống cảnh báo sớm cho phép quan sát dữ liệu cục bộ và có thể gửi dữ liệu cho máy chủ mạng tại AIT để công bố hình ảnh trên mạng. Vị trí tại Banjarnegara đã từng được xem là có dịch chuyển đất lớn và rất cần phải có hệ thống này trong cộng đồng dân cư.

## ***Cảm biến Châu Á***

Chúng tôi đã đề nghị Sáng kiến Cảm biến Châu Á xúc tiến xây dựng mạng lưới quan trắc thực địa mật độ cao bằng cách sử dụng máy đo trường. Mạng thiết bị cảm biến (SSG) sẽ cung cấp công nghệ và nền tảng cốt lõi để thực hiện được sáng kiến này trên toàn Châu Á bằng cách sử dụng các mạng cảm biến và công nghệ GIS. SSG dựa trên tiêu chuẩn GIS mở để cung cấp thiết bị cảm biến chuẩn, nhiều thiết bị mạng tốc độ cao cho người sử dụng, như cảm biến cảm là chạy và an ninh. Chúng tôi mừng tượng rằng bất kỳ người nào cũng có thể lắp đặt cảm biến, thu được dữ liệu cảm biến, và nhận được hình ảnh với các cảm biến có sẵn mà không cần có kỹ sư cảm biến/mạng có trình độ cao.

SSG sẽ cung cấp một hệ thống thiết bị hữu hiệu và nhiều ứng dụng khách điều khiển dòng quan sát của cảm biến từ các nút cảm biến tới các thiết bị khác của người sử dụng. Người sử dụng có thể là người sử dụng công cộng dùng trình duyệt mạng hoặc Google Earth để tìm kiếm dữ liệu cần thiết, hoặc là người sử dụng có trình độ muốn có dữ liệu gốc và có thể cung cấp thêm các yêu cầu xử lý sâu hơn, lập nhóm cảm biến, tạo lập báo động cảm biến, v.v.. Cộng đồng SSG được hình thành động để chia sẻ các nguồn cảm biến. Các quan sát cảm biến được tìm kiếm, xử lý liên mạch, và tích hợp và chuyển điện tử tới người sử dụng cuối cùng

khi có yêu cầu. SSG cung cấp nền tảng cho mạng cảm biến mở và rộng khắp. Các câu hỏi và trả lời tới/từ các nút cảm biến dựa trên XML chuẩn hóa. Trong phần lõi của hệ thống xử lý là Thiết bị quan sát cảm biến GIS mở (SOS). Các dữ liệu cảm biến được định dạng theo các dạng mã Quan sát và Đo lường chuẩn (O&M).

Máy đo trường (FS), được Trung tâm nghiên cứu Nông nghiệp Nhật Bản (NARC) phát triển, là một Robot quan trắc thực địa theo mạng bao gồm một tập hợp các cảm biến phức, một máy chủ mạng, một máy ảnh giao thức mạng (IP), một mô đun Mạng nội bộ (LAN) và một mô đun mạng LAN không dây. Nó có thể cung cấp một giải pháp ngoài trời trong việc kiểm soát môi trường và có thể sử dụng để ứng dụng cảm biến thời gian thực trên diện rộng. Bên trong FS là một máy chủ mạng được cài sẵn và một bộ chuyển đổi tương tự thành số A/D. Điện áp tương tự từ cảm biến được chuyển đổi và hiển thị trên trang mạng như dữ liệu dạng bảng.



*Hình 1. Máy đo trường điện hình*

Cùng với hệ thống các cảm biến, FS được trang bị một máy ảnh mạng IP đính kèm. Máy ảnh mạng có thể chuyển các hình ảnh động và âm thanh trong thời gian thực qua Internet hoặc mạng nội bộ. Máy ảnh được trang bị giao diện mạng chuẩn Ethernet. Máy ảnh có bộ phận chuyển động ngang (trái/phải) và dọc (lên/xuống) gắn sẵn và có thể điều khiển qua trình duyệt mạng để thay đổi hướng ống kính máy ảnh. Máy ảnh có thể được cài đặt trước để di chuyển tới các vị trí xoay và phóng khác nhau trong khoảng thời gian cố định.

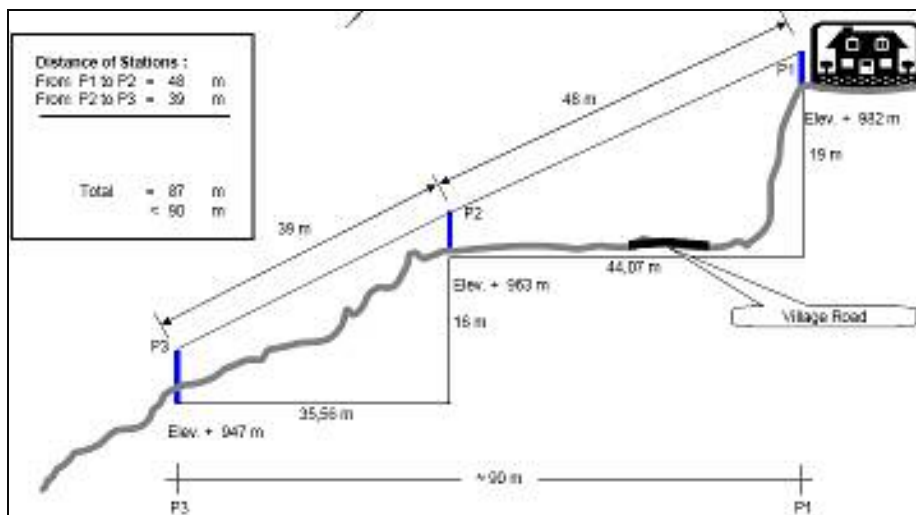
Bản thân máy đo trường là một thiết bị thu thập dữ liệu hoàn hảo. Chúng tôi kết hợp thiết bị này với một Hộp LINUX và thực hiện khả năng SOS, được gọi là Trạm SOS. Nó hoạt động như một bộ phận thực địa của SSG và đơn giản hóa các nhiệm vụ khác.

### ***Toàn cảnh thực hiện***

Hệ thống cảnh báo sớm bao gồm một Máy đo trường là bộ phận cốt lõi, nó thu thập dữ liệu từ các cảm biến sau:

- i) Hai thiết bị đo kích thước
- ii) Vũ lượng kế
- iii) Cảm biến đo áp suất nước
- iv) Máy ảnh mạng

Máy đo trường và các thiết bị điện tử và mạng liên kết khác được đặt trong một hộp đặt ngoài trời được định vị trên một điểm cố định tại vị trí P2 như trong Hình 2. Dây hợp kim invar của thiết bị đo khoảng cách được kéo dài từ trên xuống dưới điểm cố định, như vậy chúng có thể đo lường sự dịch chuyển đất theo cả hai hướng tại hai điểm này. Vị trí cố định tại điểm P2, và dây dẫn thiết bị đo kích thước được kéo từ các điểm P1 và P3. Hình 2 cũng cho thấy vị trí các căn nhà và đường làng là khu vực dân cư nằm trong nguy hiểm.



Hình 2. Lắp đặt thiết bị đo kích thước phía trên và dưới vị trí đặt Máy đo trường.

Cảm biến đo áp suất nước được đặt gần Máy đo trường (P2) và được đặt ở độ sâu 251cm với mục đích đo lường độ sâu nước ngầm. Vũ lượng kế và máy ảnh mạng được định vị trên đỉnh của điểm cố định P2 để không bị các tán cây xung quanh cản trở. Các dữ liệu tức thời từ cảm biến được Máy đo trường thu thập và chuyển sang dạng số và công khai trên trang mạng. Có một hệ thống máy tính riêng lẻ trong nhà để thu thập dữ liệu và đưa vào cơ sở dữ liệu. Các dữ liệu cũng được gửi tới AIT qua mạng. Hộp Máy đo trường ngoài trời và thiết bị máy tính trong nhà được nối bằng cáp mạng LAN.



Hình 3. Điểm cố định có vũ lượng kế và máy ảnh mạng, và hộp ngoài trời có Máy đo trường và các mạch liên kết.

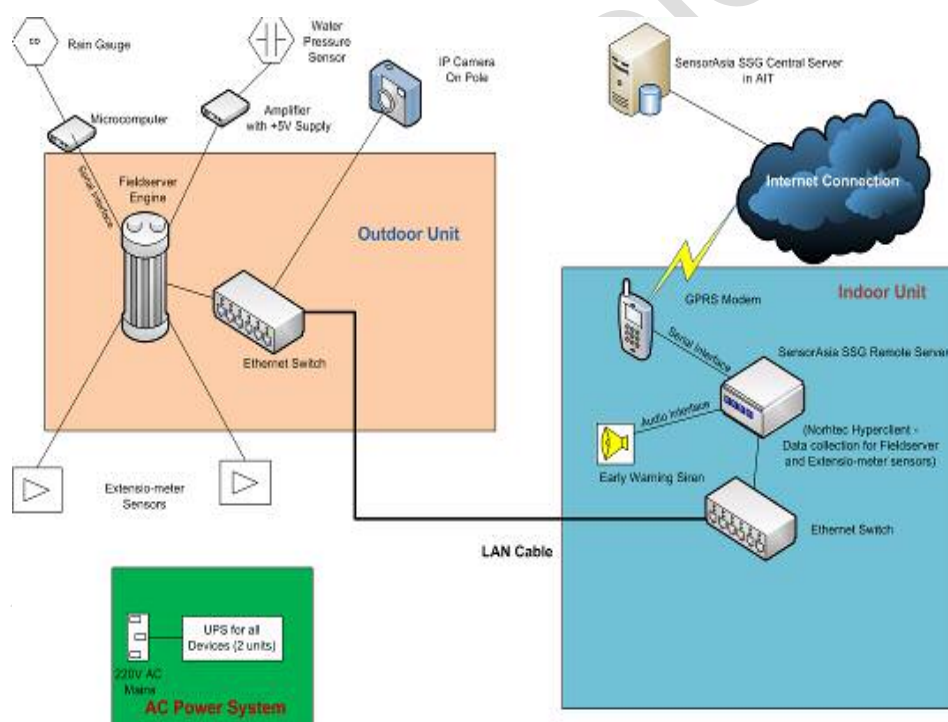
### Chi tiết hệ thống

Máy đo trường là thiết bị nằm ở trung tâm hệ thống cảnh báo sớm hiện tượng sụt lún đất. Máy đo trường mà một là một Robot quan trắc thực địa theo mạng bao gồm một tập hợp các cảm biến phức, một máy chủ mạng, một máy ảnh giao thức mạng (IP), một mô đun Mạng nội bộ (LAN) và một mô đun mạng LAN không dây. Nó có thể cung cấp một giải pháp ngoài trời trong việc kiểm soát môi trường và có thể sử dụng để ứng dụng cảm biến thời gian thực trên đồng ruộng và các tiện ích khác. Bên trong FS là một máy chủ mạng được cài sẵn và một bộ

chuyển đổi tương tự thành số A/D. Điện áp tương tự từ cảm biến được chuyển đổi và hiển thị trên trang mạng như dữ liệu dạng bảng.

Máy đo trường được trang bị một máy ảnh mạng IP Toshiba IK-WB21A đính kèm. Máy ảnh mạng IK-WB21A có thể chuyển các hình ảnh động hoặc ảnh tĩnh trong thời gian thực qua Internet hoặc mạng nội bộ. Máy ảnh được trang bị giao diện mạng chuẩn Ethernet. Máy ảnh có bộ phận chuyển động ngang (trái/phải) và dọc (lên/xuống) gắn sẵn và có thể điều khiển qua trình duyệt mạng để thay đổi hướng ống kính máy ảnh. Máy ảnh có thể được cài đặt trước để di chuyển tới các vị trí xoay và phóng khác nhau trong khoảng thời gian cố định.

Bộ phận trong nhà bao gồm chủ yếu là các máy tính PC mini chạy trên nền Linux. Bên trong hộp Linux, các dữ liệu từ cảm biến kết nối với Máy đo trường được thu thập định kỳ bởi một chương trình phụ và lưu trong một cơ sở dữ liệu riêng biệt. Các hình ảnh được máy ảnh mạng đưa lên cũng có thể được lưu nguồn trong cơ sở dữ liệu bởi chương trình phụ này. Bên cạnh chương trình phụ cũng có chương trình tạo tệp tin phân cách bằng dấu phẩy (CSV). Tệp tin CSV được tạo ra định kỳ và được chuyển một giờ một lần tới máy chủ SSG tại AIT bằng SFTP. Mục đích là để chuẩn hóa dữ liệu trên thực địa vào cơ sở dữ liệu trong máy chủ ở AIT. Các hình ảnh từ máy ảnh mạng cũng được chuyển tới AIT. Do không có nối mạng ổn định ở các khu vực vùng xa, một mô dem GPRS được sử dụng để nối mạng như nêu trong Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ mạng và toàn cảnh hệ thống

Hình vẽ cũng cho thấy một số chi tiết kết nối cảm biến. Vũ lượng kế thuộc loại thùng lật và được đấu nối tiếp với Máy đo trường qua một bộ đếm. Cảm biến đo áp suất nước, là biến dạng kế, được đấu nối với Máy đo trường qua một bộ khuếch đại. Máy ảnh mạng nối với hệ thống với giao diện Ethernet. Vì khu vực này dễ bị mất điện, có các bộ nguồn dự phòng UPS được cấp cho các hệ thống ngoài nhà và trong nhà với thời gian sử dụng nhiều giờ.

Đầu tiên liên kết không dây sẽ được kiểm tra giữa các bộ phận và thiết bị trong nhà, sau đó thay thế bằng liên kết LAN có dây, việc kết nối không dây chứng tỏ sự không ổn định do thiếu đường truyền thẳng thích hợp cho các tín hiệu WiFi.

Thiết bị nối âm thanh cũng được cấp cho Hộp Linux đã được thiết kế để phát ra các âm thanh cảnh báo khác nhau tùy theo mức độ khẩn cấp.

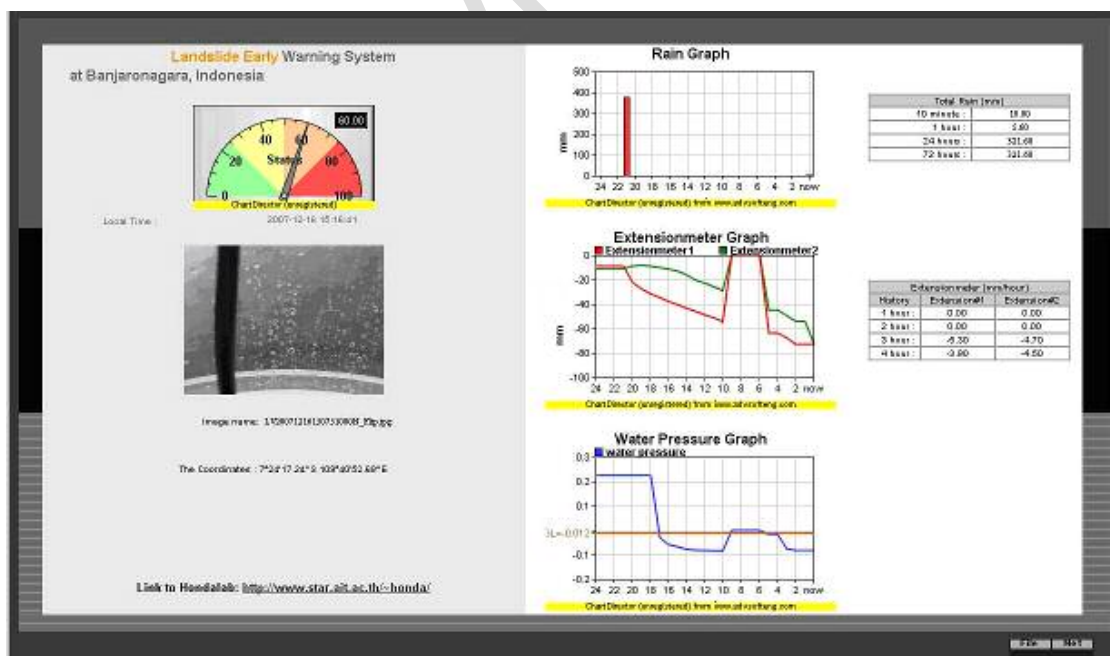
### ***Tiêu chuẩn Cảnh báo sớm và Giao diện đồ họa***

Hệ thống ứng dụng một thuật toán dựa trên các quan sát cục bộ để đưa ra những lời cảnh báo theo các mức độ khác nhau. Các mức độ cảnh báo được xác định theo dữ liệu từ hai thiết bị đo kích thước, và vũ lượng kế. Tiêu chuẩn cảnh báo được mô tả như sau (R24 và R72 là lượng mưa ban đầu trong vòng 24 giờ và 72 giờ, và e1 và e2 là các hệ số dịch chuyển):

Cảnh báo I (Cảnh báo đầu tiên, Màu vàng)  
Nếu ( $R_{24} > 100\text{mm}$  &&  $R_{24} > 250\text{mm} - R_{72}$ )

Cảnh báo II (Chuẩn bị sơ tán, Màu da cam)  
Nếu ( $R_{24} > 150\text{mm}$  &&  $R_{24} > 350\text{mm} - R_{72}$ ) || (Cảnh báo I && ( $e_1 > 2\text{mm/hr}$  or  $e_2 > 2\text{mm/hr}$ ))

Cảnh báo III (Sơ tán, Màu đỏ)  
Nếu (Cảnh báo I || Cảnh báo II) && ( $e_1 > 5\text{mm/hr}$  ||  $e_2 > 5\text{mm/hr}$ )



*Hình 5. Giao diện đồ họa cho quan sát tại địa phương và toàn cầu*

Bên cạnh việc dự phòng kết nối với loa phóng thanh để phát đi các âm thanh cảnh báo khác nhau, một giao diện đồ họa được đưa ra tại địa phương để dân cư có thể thấy dữ liệu thể hiện

các mức độ cảnh báo khác nhau bằng cách sử dụng các màu sắc khác nhau. Giao diện đồ họa cũng thể hiện hình ảnh từ máy ảnh mạng các dữ liệu từ cảm biến theo dạng đồ thị và bảng biểu đơn giản (Hình 5). Một màn hình được nối với Hộp Linux tại địa phương để dân cư có thể thấy được trạng thái hiện tại. Chúng tôi nghĩ rằng dạng trình bày đồ thị về mức độ cảnh báo để mọi người có các hành động thực tế là vô cùng quan trọng, bởi vì những người không có trình độ không thể hiểu được các dữ liệu quan trắc thô.

Giao diện hình ảnh tương tự có thể được đưa lên mạng cùng với các dữ liệu và hình ảnh được gửi tới máy chủ SSG ở AIT, Thái lan.

### ***Thảo luận***

Chúng tôi nhận thấy kết nối mạng GPRS hoạt động hiệu quả khi thử trong phòng thí nghiệm, nó không ổn định như vậy khi ứng dụng trên thực địa. Các dữ liệu từ Banjarnegara tới AIT thường xuyên bị ngắt quãng. Mặc dù việc công bố dữ liệu trên mạng có thể bị cản trở thường xuyên nếu làm theo cách này, hệ thống cảnh báo cho khu vực nông thôn tại hiện trường địa phương lại không bị trở ngại. Dân cư địa phương hoàn toàn có thể sử dụng hệ thống cảnh báo sớm và khả năng quan sát dữ liệu. Các dữ liệu công bố trên mạng có thể luôn được đưa lên nếu có kết nối mạng.

Mặc dù hệ thống cảnh báo sớm này không hoàn hảo 100%, chúng tôi tin tưởng rằng hệ thống kiểm soát thời gian thực có thể là một mô hình cho hệ thống xử lý tại các khu vực dân cư dễ bị sạt lở đất trên toàn thế giới. Khi được kết nối với SSG, hệ thống cảm biến này có thể được ứng dụng rộng rãi không chỉ trong hệ thống cảnh báo sớm hiện tượng sạt lở đất mà còn có thể ở các dạng khác của hệ thống ngăn chặn và giảm thiểu thảm họa, trong việc kiểm soát môi trường và nông nghiệp, trong các ngành công nghiệp, an ninh và hỗ trợ cuộc sống hàng ngày.

Cảm biến Châu Á được hỗ trợ bởi Mạng thiết bị cảm biến (SSG) và Trạm SOS sẽ cho chúng ta một giải pháp cho việc kiểm soát môi trường thời gian thực mật độ cao. Việc ứng dụng không giới hạn trong lĩnh vực nghiên cứu sạt lở đất mà có thể ứng dụng cho các loại thảm họa khác, an toàn thực phẩm và an ninh và cả các vấn đề môi trường khác.