

HỆ THỐNG CẢNH BÁO SẠT LỖ

Nguyễn Công Tín, Hà Kim Tùng, Võ Thành Nghĩa
Lớp K18EVT, Khoa Điện – Điện Tử, Trường Đại học Duy Tân
Đà Nẵng, Việt Nam

Email: congtin@outlook.com, linhhoaichau@gmail.com, vothanhnghia15@gmail.com

GVHD: TS. Hà Đắc Bình
Khoa Điện – Điện Tử, Trường Đại học Duy Tân

Tóm tắt— Sạt lở đất là một hiện tượng phổ biến trên thế giới và Việt Nam, những thiệt hại mà nó gây ra ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống và tài sản người dân. Tuy nhiên việc dự đoán và cảnh báo về nó vẫn còn sơ sài. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một thiết kế hệ thống cảnh báo sạt lở đất dựa trên mạng cảm biến không dây. Hệ thống này có thể phát hiện chuyển động đất, đo lường mức độ di chuyển và gửi mức cảnh báo và vị trí sạt lở hoặc có nguy cơ sạt lở cho trung tâm. Trong hệ thống này chúng tôi sử dụng vi điều khiển của Texas Instruments MSP430F2274 cho mỗi nút cảm biến. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống đã đáp ứng được các yêu cầu của thực tế và hoạt động tốt trong môi trường mà chúng tôi đã thử nghiệm.

Từ khóa— mạng cảm biến không dây, hệ thống cảnh báo, sạt lở

I. GIỚI THIỆU

Sạt lở đất là một hiện tượng địa chất xảy ra do sự dịch chuyển của các lớp đất đá ở tầng mặt hoặc các tầng bên dưới, nó có thể xảy ra ở xa bờ, ven biển hoặc đất liền. Như bạn đã biết, Việt Nam là quốc gia có địa hình hẹp, trải dài từ Bắc vào Nam, là quốc gia có nhiều núi và sông, đặc biệt Việt Nam còn thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, do đó sạt lở trở thành một hiện tượng rất phổ biến ở nước ta.

Sạt lở đất là một trong những mối đe dọa lớn đối với con người, gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới cơ sở hạ tầng, tài sản và tính mạng người dân. Theo tổng kết của các SafeLand [1], châu Âu là vùng có số tử vong cao thứ hai và thiệt hại kinh tế cao nhất do sạt lở đất so với các châu lục khác trong thế kỷ 20 với con số thống kê là 16.000 người thiệt mạng vì sạt lở đất và thiệt hại vật chất lên tới hơn 1,7 tỷ USD. Hơn nữa, số lượng người bị ảnh hưởng bởi sạt lở đất là lớn hơn nhiều so với báo cáo. Cũng như sự biến đổi khí hậu, sạt lở đất cũng là một trong những mối quan tâm lớn của Chính phủ trong việc đưa ra các cảnh báo và biện pháp khắc phục.

Việc phát hiện nguy cơ sạt lở và cảnh báo về nó có thể cung cấp thông tin hữu ích cho mọi người nhằm giảm thiểu các tổn thất nghiêm trọng, ngoài ra còn hỗ trợ việc phát triển quy hoạch sử dụng đất. Các phát hiện được thực hiện bằng cách sử dụng các yếu tố có liên quan đến sạt lở đất, ước tính khả năng xảy ra sạt lở, từ đó thiết lập được mối quan hệ giữa các yếu tố liên quan và sạt lở đất để có thể dự đoán nguy cơ sạt lở đất trong tương lai và đưa ra cảnh báo hợp lý nhất.

Hệ thống cảnh báo sạt lở đất đã được nghiên cứu khá kỹ lưỡng. Tại hội thảo về sạt lở đất ngày 27/04/2012, giáo sư Hirojasu Otshu, Giảng viên Địa Kỹ thuật, hiện nghiên cứu và giảng dạy tại Đại học Kyoto (Nhật Bản) và Viện Công nghệ Châu Á (AIT) đã dẫn chứng các con số thống kê cho thấy việc sạt lở đất ngày càng gia tăng. Ngoài ra ông cũng đã giới thiệu Hệ thống quan trắc được hỗ trợ bởi các thiết bị ra đa theo dõi dòng chảy trước mặt, sự thâm thấu của nước mưa vào các tầng đất của mái dốc, qua đó tính toán được khả năng sạt lở của mái dốc và đưa ra được biện pháp khắc phục. Hệ thống này được lắp đặt tại Phuket (Thái Lan). Tại Australia, có công trình Landslide Monitoring

Technologies & Early Warning System xuất bản tháng 08/2010 của 2 biên tập viên Robert SUPPER and Ivo BARON. Tại Italia, hệ thống cảnh báo sớm sạt lở được lắp đặt bên sườn núi, nhằm cảnh báo cho các phương tiện giao thông bên dưới, hệ thống này sử dụng các dây thép cùng một số cảm biến và camera để tính toán và đưa ra cảnh báo sớm cho khu này, khi sắp có sạt lở, hệ thống sẽ khởi động rào chắn 2 bên đường để chặn các phương tiện sắp đi vào vùng nguy hiểm.

Ngoài ra, với công nghệ viễn thám (Remote sensing), người ta có thể chụp ảnh các khu vực ở một tọa độ nhất định, sau đó dựa vào độ xê dịch theo thời gian của các khu vực đất này để tính toán và đưa ra các cảnh báo về việc sạt lở trong tương lai.

Nước ta chủ yếu đi thẳng vào việc phòng chống chứ thực sự chưa có công trình nghiên cứu nào nhằm đưa ra cảnh báo sớm sạt lở. Tiêu biểu như công nghệ Geotube - công nghệ Geotube sử dụng các ống vải địa kỹ thuật có dạng con lươn, được độn đầy cát bên trong. Ống này có thể đặt ngầm, song song với vạch bờ biển để giảm sóng, lắng đọng phù sa; đặt vuông góc với vạch bờ nhằm hạn chế dòng ven bờ, tăng cường bồi tụ phù sa hoặc đặt sát chân cồn để bảo vệ trực tiếp các cồn cát. Phía dưới là các tấm phẳng làm bằng vật liệu đặc biệt nhằm chống lún và chống xói, chắn đỡ sức công phá của dòng nước, giảm nhẹ tác dụng thủy lực, công nghệ này hiện đang được áp dụng ở Trà Vinh với chiều dài hơn 1 km, rộng 0.6 km dọc theo bờ biển.

Từ những tìm hiểu trên, và cũng vì tính cấp thiết của tình hình sạt lở, nên chúng tôi đã quyết định xây dựng một hệ thống với nhiệm vụ chính là cảnh báo sớm nhằm đưa ra những dự đoán và cảnh báo cho các khu vực có nguy cơ sạt lở với mục đích nắm bắt được công nghệ cảnh báo sạt lở đất. Hệ thống đề xuất dựa trên mạng cảm biến không dây và cảm biến gia tốc.

II. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Để thiết kế được hệ thống thì chúng ta phải tìm hiểu các cơ chế sạt lở của đất.

1. Các dạng sạt lở

Sạt lở đất có nhiều dạng khác nhau. Theo ghi nhận của Sassa [], sạt lở đất thường được phân loại liên quan đến chiều sâu và tốc độ. Sạt lở đất sâu và nhanh là nguy hiểm nhất. Sạt lở đất nông và nhanh cũng có thể nguy hiểm khi nhiều vụ sạt lở xảy ra trong cùng một thời điểm. Sạt lở đất chậm là tương đối an toàn cho người dân vì chúng ta có thể di tản ngay cả khi nó đang chuyển động. Tốc độ trượt chậm và độ dịch chuyển không nhiều đối với loại sạt lở này; tuy nhiên, nó có thể phá hủy các ngôi nhà, trường học và các công trình khác nằm trên đường đi của nó, gây thêm nhiều thiệt hại to lớn cho tài sản của người dân. Với loại sạt lở nông và chậm tương đối không nguy hiểm nên nó ít được giám sát bởi LEWS (landslide early warning system). Các loại sạt lở ở tầng đất sâu, nhanh và chậm có nhiều cơ chế khác nhau, vì vậy cơ chế cảnh báo đối với mỗi loại cũng phải khác nhau.

Để đánh giá được nguy cơ các dạng sạt lở ta chia chúng thành các dạng như hình 1. Dưới đây là các dạng chính :

1.1. Dạng trượt :

Dạng này xuất hiện khi mảng đất phía trên không còn liên kết với mảng đất bên dưới và trượt xuống, mà nguyên nhân chính là do các thành phần cơ bản của đất bị mất ổn định, chỗ ranh giới mất ổn định này được gọi là ranh giới trượt. Dựa vào hình dạng đất sau khi sạt lở, ta chia làm 2 loại: trượt xoay và trượt tịnh tiến.

1.2. Dạng rơi :

Dạng này xuất hiện khi 1 mảng đất đá bên sườn núi đột ngột tách rời và rơi xuống bên dưới. Khi rơi xuống, mảng đất sẽ tạo thành các dạng như rơi tự do hoặc lăn. Nguyên nhân gây ra là do lực hấp dẫn, phong hóa và sự xói mòn của nước.

1.3. Dạng đổ :

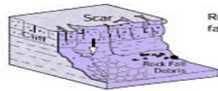
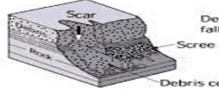
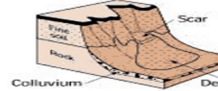
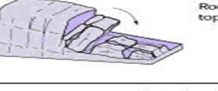
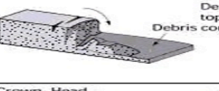
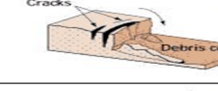





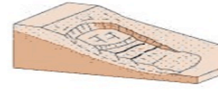
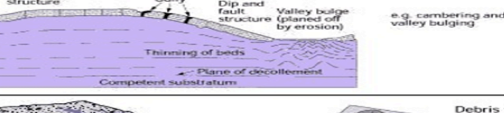





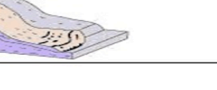
Dạng này xuất hiện khi có sự đổ sập của một khối đá hoặc đơn vị đất xuống bên dưới theo hình vòng cung, nguyên nhân chủ yếu là do các vết nứt cộng với sự tác động của phong hóa và xói mòn nước.

1.4. Dòng chảy :

Đặc trưng bởi sự di chuyển hàng loạt của đất đá, nguyên nhân là do sự thay đổi lớn về tính chất bên trong của mảng đất, khi di chuyển chúng có thể kết hợp với nước lũ tạo nên lũ quét, có tính chất nguy hiểm hơn rất nhiều so với dạng trượt.

1.5. Dạng phân tách :

Xảy ra khi sự trượt của mảng đất bị chặn lại gây ra sự dồn nén phía bên dưới và giãn cách phía trên của mảng đất, loại sạt lở này gây ra các vết nứt và rãnh sâu. Nguyên nhân chủ yếu cũng giống như dạng trượt nhưng bị chặn ở dưới, nó gây nguy hiểm cho các đối tượng nằm phía trên mảng đất.

Material		ROCK	DEBRIS	EARTH
FALLS				
				
SLIDES	Rotational			
	Translational (Planar)			
SPREADS				
FLOWS				
COMPLEX				

Hình 1. Các dạng sạt lở

2. Mạng cảm biến không dây

Để theo dõi tình hình sạt lở, chúng tôi sử dụng cảm biến không dây, mạng bao gồm nhiều nút, mỗi nút tương ứng với vị trí cần giám sát trong thực tế. Mạng cảm biến không dây hoạt động bằng giao thức định tuyến. Cụ thể là giao thức hình cây, giao thức này bao gồm nút chủ và nhiều nút con. Mỗi nút

có thể quản lý tối đa 30 nút con. Nút con gửi dữ liệu đến nút chủ của mình, sau đó nút chủ sẽ gửi dữ liệu này về trạm phát chính, từ đây dữ liệu sẽ được gửi đến trung tâm. Trong trường hợp nút chủ chết, tín hiệu từ nút con có thể được nhận bởi một nút chủ khác nếu số nút con của nút này chưa tới 30. Khi khởi tạo mạng, mỗi nút chủ sẽ cấp cho nút con của mình một linkID. Liên kết ID được viết vào tin nhắn và không thể thay đổi. Nếu nút con tham gia vào mạng lưới của một nút chính, nó sẽ được cung cấp ID liên kết khác để giao tiếp với nút chủ mới nhưng liên kết trong tin nhắn ID cũ không thay đổi. Bằng cách này, chúng ta có thể xác vị trí cụ thể của nút con ngay cả khi cảm biến không dây mạng có thay đổi về cấu trúc.

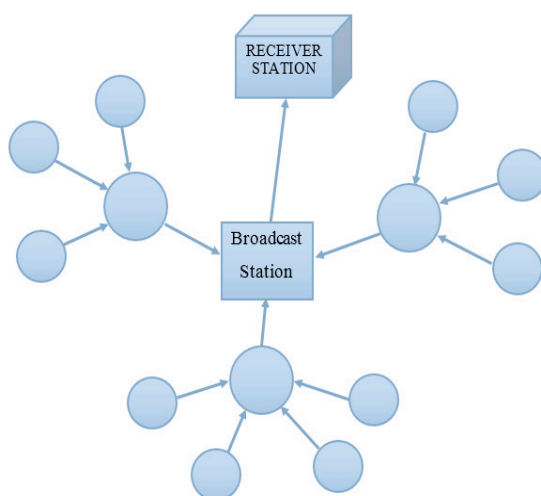
Mạng cảm biến bao gồm các nút như hình 2 :

- Nút hình tròn : nút cảm biến, có khả năng thu thập và truyền tín hiệu đến các nút chủ trên theo hướng mũi tên như hình. Nó được xây dựng bao gồm 3 khối:

- + Khối cảm biến - ADX-L335
- + Khối xử lý - MSP430F2274
- + Khối truyền - CC2500

- Nút vuông : nút phát sóng chỉ nhận được tín hiệu và gửi nó đến trung tâm. Nút này có một năng lượng lớn để truyền dữ liệu đi. Nó được xây dựng bao gồm 2 khối :

- + Khối xử lý - MSP430F2274
- + Khối truyền - CC2500



Hình 2. Mạng cảm biến

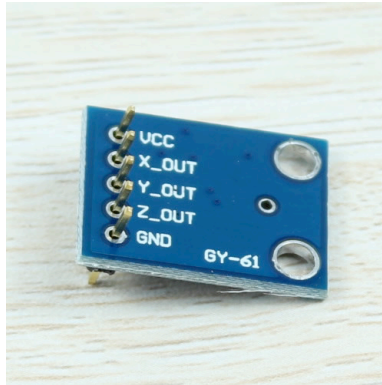
Khi có sự chuyển động của các tầng đất, hệ thống sử dụng sóng RF để liên kết các nút với nhau để tạo thành một mạng lưới với khả năng tính toán, phân tích và gửi dữ liệu đến trung tâm. Trung tâm này sẽ xử lý và đưa ra các giải pháp phù hợp cho những người đang ở trong vùng có nguy cơ sạt lở đất. Hệ thống này sử dụng KIT EZ430-RF2500 và cảm biến ADXL335.

2.1. Khối cảm biến:

Cảm biến gia tốc ADXL335, cảm biến này sử dụng để đo độ nghiêng và được đặt trong lòng đất.

Đặc tính :

- Nguồn cung cấp từ 3.3V đến 5V.
- Cung cấp các dữ liệu của trục XYZ dưới dạng tín hiệu analog.

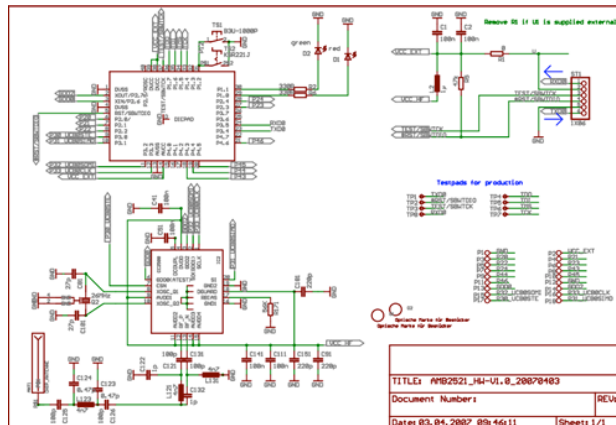


Hình 3. Cảm biến gia tốc: module ADX335

2.2. Khối xử lý:

Sơ đồ nguyên lý của khối xử lý như hình 4. MSP430F2274 là một vi điều khiển được thiết kế để hoạt động với năng lượng cực thấp được tích hợp bộ timer 16 bit, giao diện truyền thông nối tiếp không đồng bộ (UART), tích hợp thêm bộ ADC 10 bit và bộ vận chuyển dữ liệu (DTC), hai mạch tạo và khuyết đại xung, và 32 chân I/O. chúng tôi sử dụng MSP430F2274 để đọc tín hiệu từ cảm biến ADXL335 bằng chức năng ADC được tích hợp, sau đó gửi dữ liệu này tới IC CC2500 để phát sóng. Trong khối nhận, chúng tôi dùng MSP430F2274 để chuyển đổi tín hiệu analog đọc được từ cc2500 sang tín hiệu digital sau đó xử lý nó và truyền lên máy tính.

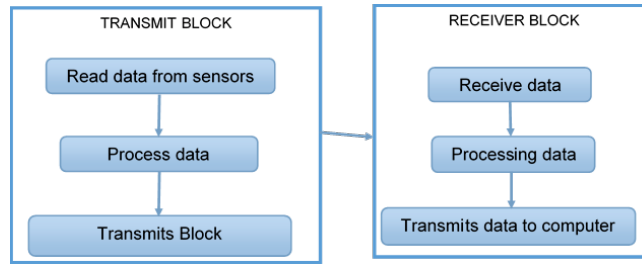
- Chân A0 đọc dữ liệu từ các cảm biến.
- Chân 3.0 và 3.1 gửi dữ liệu đến IC CC2500.



Hình 4. Sơ đồ khối xử lý

2.3. Khối truyền và nhận dữ liệu:

Khối truyền và nhận dữ liệu như hình 5.



Hình 5. Khối truyền và nhận

CC2500 là một IC thu phát 2.4 GHz chi phí thấp được thiết kế cho các ứng dụng không dây sử dụng năng lượng thấp. Các mạch này có thể triển khai cho các ISM và SRD với băng tần 2400-2483.5 MHz.

Mạch thu phát RF được tích hợp với một modem băng tầng cơ sở cấu hình cao. Các modem hỗ trợ các định dạng điều chế khác nhau và có tốc độ cấu hình dữ liệu lên đến 500 kbaud.

CC2500 cung cấp hỗ trợ phần cứng mở rộng để xử lý gói tin, dữ liệu đệm, truyền tốc độ cao, xác định kênh, chất lượng liên kết và.

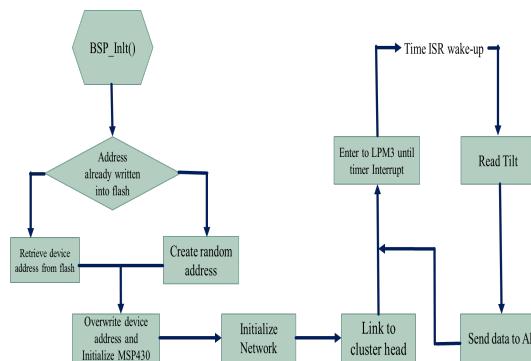
CC2500 có phần cứng hỗ trợ đóng gói thủ công, bộ đệm dữ liệu, tăng dung lượng truyền, đánh giá kênh truyền, chỉ số chất lượng liên kết và bật tắt thủ công

Các thông số hoạt động chính và 64-byte truyền/nhận FIFOs của CC2500 có thể được điều khiển thông qua một giao diện SPI. Trong một hệ thống điển hình, CC2500 sẽ được sử dụng cùng với một vi điều khiển và một vài thành phần bổ sung.

Chúng tôi sử dụng nó để truyền và nhận dữ liệu. Thường xuyên được thiết lập tự động.

3. Lưu đồ thuật toán:

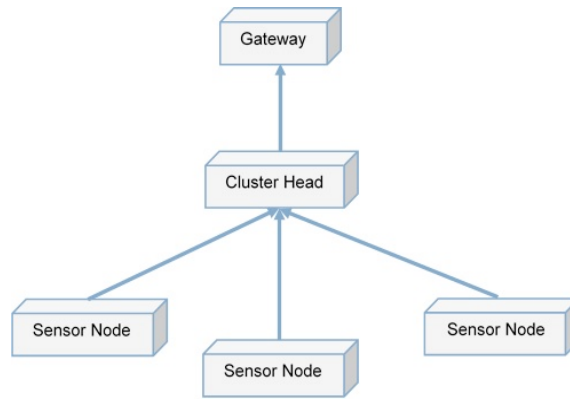
Hình 6 là lưu đồ thuật toán của node cảm biến.



Hình 6: Lưu đồ thuật toán

4. Giao thức định tuyến

Chúng tôi sử dụng mạng hình cây cho hệ thống này như hình 8. Và để thử nghiệm hệ thống đó, chúng tôi đã thiết kế 1 mạng gồm 3 nút con và 1 nút chính.



Hình 8. Sơ đồ giao thức

Khi sạt lở không xuất hiện, các nút cảm biến gửi dữ liệu đến nút chủ với chu kỳ 3 giờ 1 lần, sau đó nút chủ sẽ xử lý thông điệp này và gửi đến trung tâm. Khi sạt lở xuất hiện, các nút con sẽ gửi dữ liệu liên tục trong một khoảng thời gian nhất định đến nút chủ, sau đó dữ liệu sẽ lập tức được gửi đến trạm. Khi xong nhiệm vụ, các nút cảm biến sẽ ngủ cho đến khi quay trở lại chu kỳ.

III. KẾT QUẢ THU ĐƯỢC

Để kiểm tra khả năng của hệ thống chúng tôi mô phỏng các hiện tượng sạt lở ở quy mô nhỏ.

Bước 1: Dựng một ngọn đồi nhỏ bằng cát.

Bước 2: Đặt nút cảm biến bên trong đồi cát.

Bước 3: Chúng tôi thực hiện cho sạt lở đất bằng cách đào và quan sát tín hiệu trên màn hình.

Những tiêu chí để đánh giá hiệu quả của hệ thống bao gồm môi trường, khoảng cách giữa các trạm và các nút, cường độ tín hiệu và thời gian hoạt động

Kết quả so sánh giữa lý thuyết và thực tế của nút cảm biến như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả so sánh giữa lý thuyết và thực tế

	Lý thuyết	Thực tế
Khoảng cách	0 - 30m	0 - 11m
Cường độ tín hiệu	100% - 35%	75% - 37%
Thời gian hoạt động	7h	7h

Chúng tôi thấy rằng hệ thống này có tồn tại một số vấn đề về tín hiệu, cụ thể là nhiễu vì nó chia sẻ băng tần 2.4GHz với rất nhiều thiết bị. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi sẽ nâng cao cường độ phát sóng của IC hoặc thay đổi tần số.



Hình 9. Một nút của hệ thống

IV. KẾT LUẬN

Hệ thống này có thể phát hiện chuyển động của đất, đo lường được mức độ di chuyển và gửi dữ liệu cảnh báo cho trung tâm. Nhưng hơn hết hệ thống còn có khả năng xác định được vị trí sạt lở với độ sai lệch vài mét. Nhờ đó việc cảnh báo và phòng chống sạt lở trở nên hiệu quả hơn. Trong tương lai, chúng tôi sẽ nâng cấp vi mạch RF để tăng khoảng cách giữa trạm và nút cảm biến. Cả giao diện và giao thức sẽ được cải tiến để hoàn hảo hơn. Giao diện mới sẽ được tối ưu hóa để thân thiện với người sử dụng. Ngoài ra, hệ thống sẽ có thêm khả năng đo được nhiệt độ và độ ẩm để hỗ trợ các công việc nghiên cứu của các nhà địa chất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. <http://www.safeland-fp7.eu>
- [2]. Hirojasu Otshu. Development of Road Slope Risk Management System Focusing on an Evaluation of Optimum Maintenance and Repair Plan
http://www.piarc.org/en/publications/PIARC-International-Seminars-Proceedings/PIARC-International-Seminars-2006/hanoi_April06.htm
- [3]. ADXL335 Data Sheet
- [4]. MSP430F2274 Data Sheet.
- [5]. <Http://www.ti.com/tool/ez430-rf2500>
- [6]. <Http://processors.wiki.ti.com/index.php/EZ430-RF2500>
- [7]. <Http://forum.processing.org/one/recent.htm>
- [8]. <Http://processing.org/reference/>