

A GIS-BASED FLOOD FORECASTING MAP IN HA GIANG PROVINCE

Nguyen Kim Son*, Le Thu Trang

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 19/5/2022 Revised: 31/5/2022 Published: 31/5/2022	GIS is a highlight that widely developed and applied in many fields, especially the field of alerts. Natural disasters like floods cannot be prevented, but flood damage can be minimized by using GIS map-based flood warning systems. In this paper, the authors have used GIS map showing the location of the sensor set point flood data based on information of the measurement device. The software is implemented using C# programming language to help monitor data at flood warning points. From there, experts can follow up, make conclusions and warnings about floods to corresponding areas. The establishment of flood early warning systems help to prevent flash floods and reducing damage to people.
KEYWORDS Flash flood Flood warning Natural disaster GIS C#	

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS XÂY DỰNG BẢN ĐỒ CẢNH BÁO LŨ TỈNH HÀ GIANG

Nguyễn Kim Sơn*, Lê Thu Trang

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 19/5/2022 Ngày hoàn thiện: 31/5/2022 Ngày đăng: 31/5/2022	GIS là một công nghệ mới được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là lĩnh vực cảnh báo. Chúng ta không thể ngăn chặn được các thảm họa tự nhiên như lũ lụt nhưng có thể giảm thiểu thiệt hại của chúng bằng cách sử dụng các hệ thống cảnh báo lũ dựa trên bản đồ GIS. Trong bài báo này, nhóm tác giả đã sử dụng bản đồ GIS hiển thị vị trí các điểm đặt thiết bị cảm biến lũ dựa trên thông tin dữ liệu của các thiết bị đo. Phần mềm giúp theo dõi dữ liệu tại các điểm cảnh báo lũ được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình C#. Từ đó giúp các chuyên gia có thể theo dõi, đưa ra các kết luận và cảnh báo về lũ tới các vùng tương ứng, thiết lập được một hệ thống cảnh báo lũ sớm, đơn giản mà hiệu quả giúp phòng tránh lũ quét, giảm bớt thiệt hại cho người dân.
TỪ KHÓA Lũ quét Cảnh báo lũ Thiên tai GIS C#	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6017>

* Corresponding author. Email: nkson@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Khu vực miền núi phía Bắc là nơi thường xuyên chịu ảnh hưởng và chịu thiệt hại nặng nề bởi các loại hình thiên tai như lũ, lũ quét, sạt lở đất, mưa lớn... Lũ quét là một hiện tượng thiên tai tự nhiên nguy hiểm được hình thành do mưa kết hợp các tổ hợp bất lợi về điều kiện mặt đệm (địa hình, địa mạo, lớp phủ...) sinh ra dòng chảy lớn kèm bùn đá trên sườn dốc (lưu vực, sông suối) xảy ra trong khoảng thời gian ngắn, bất ngờ và gây ra những tàn phá nghiêm trọng đối với tự nhiên, dân cư và cơ sở hạ tầng [1].

Theo thống kê từ Văn Phòng Thường trực Ban chỉ đạo Quốc gia về Phòng chống thiên tai, trong những năm gần đây lũ quét gia tăng đáng kể về mức độ và tần suất. Có thể kể đến những con số thiệt hại do mưa lũ, sạt lở ở khu vực Bắc Bộ và Thanh Hóa trong các năm gần đây như sau [2]-[4]:

- Năm 2017, lũ xảy ra tại các tỉnh miền núi phía Bắc từ ngày 14/6 đến 12/7 làm 25 người chết, 2 người mất tích, 14 người bị thương.

- Trong năm 2018, chỉ tính riêng trong 4 ngày từ 23 đến 26/6, mưa, lũ quét, sạt lở đất xảy ra tại các tỉnh miền núi phía Bắc khiến 24 người chết, 8 người mất tích và 18 người bị thương.

- Các đợt mưa lũ xảy ra trong năm 2019 cũng gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới người và của, cụ thể có 32 người chết, khoảng 280 ngôi nhà bị thiệt hại hoàn toàn, hàng nghìn ha lúa và hoa màu bị cuốn trôi, các công trình giao thông, thủy lợi bị tàn phá.

Hà Giang là một tỉnh nằm trong khu vực miền núi phía Bắc, nơi có địa hình, địa chất đa dạng và phức tạp, cùng với đa số sông ngòi, khe rạch có độ dốc cao. Môi trường tự nhiên và ý thức người dân trong việc bảo vệ rừng đã ảnh hưởng không nhỏ đến địa chất, khí hậu, đây chính là những nguyên nhân làm Hà Giang luôn phải chịu ảnh hưởng nặng nề trong những trận lũ quét, lũ ống mỗi khi mùa mưa về.

Diễn hình như ở khu vực huyện miền núi huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang, chủ yếu dân cư sinh sống bằng sản xuất nông nghiệp. Người dân tại đây phần lớn là đồng bào dân tộc thiểu số có trình độ văn hoá thấp nên đời sống vật chất và tinh thần còn gặp nhiều khó khăn. Thiên tai do lũ lụt, lũ quét cũng gây thiệt hại không nhỏ cho người dân nơi đây.

Với đặc điểm địa hình và sự biến động mưa khá lớn giữa ba vùng hạ, trung và thượng lưu sông tại huyện Vị Xuyên khiến dòng chảy tập trung rất nhanh, không có vùng chuyển tiếp nên khi đổ về đồng bằng lũ dâng cao, kết hợp với pha triều lên ở vùng cửa sông ngăn chặn tiêu thoát lũ, làm cho ngập lụt càng nghiêm trọng hơn. Vì vậy, việc xây dựng một hệ thống cảnh báo lũ sớm sẽ là một công cụ trực quan rất hữu ích, hỗ trợ phòng ngừa lũ quét nhằm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra, giúp người dân yên tâm lao động sản xuất.

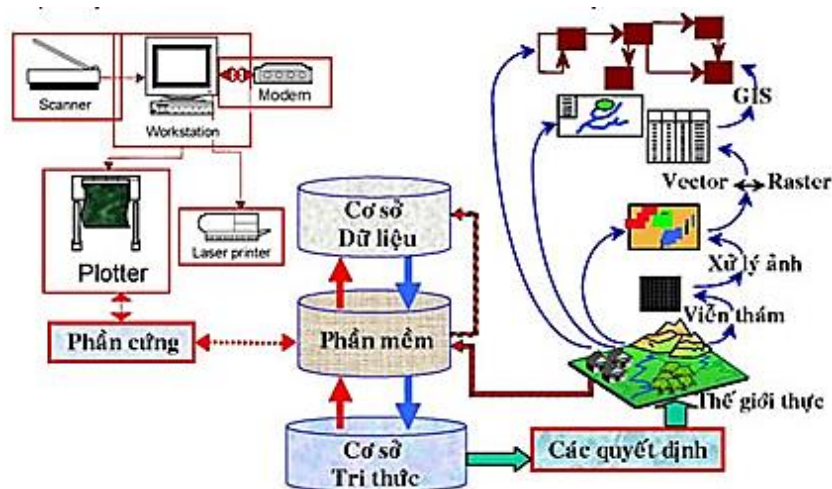
Hiện nay, sự kết hợp giữa GIS và các mô hình quyết định đa chỉ tiêu (Multiple Criteria Decision Making – MCDM) trong việc xác định những khu vực lũ quét đã đem lại hiệu quả rõ rệt [5]. Ngoài ra mô hình này cũng được nghiên cứu và áp dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới [6]-[8]. Nghiên cứu lũ và dự báo khí tượng thủy văn là biện pháp kiểm soát và giám sát lũ được quan tâm tại nhiều nước trên thế. Ở Việt Nam đã bắt đầu nghiên cứu và ứng dụng vào những năm cuối của thế kỷ 20. Các nghiên cứu chủ yếu kết hợp GIS và viễn thám để xây dựng bản đồ xác định nguy cơ lũ [9], [10]. Tuy nhiên, số lượng các hệ thống cảnh báo lũ còn hạn chế, đặc biệt là tại Hà Giang.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Công nghệ GIS

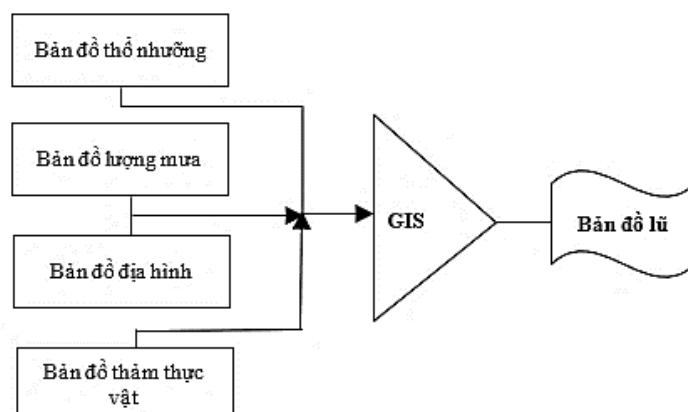
Công nghệ GIS ra đời từ sự kết hợp giữa công nghệ máy tính và công nghệ bản đồ. Hiện nay, rất nhiều lĩnh vực trong cuộc sống đã và đang được ứng dụng công nghệ này, đặc biệt là trong việc xây dựng bản đồ phân vùng cảnh báo lũ lụt.

Hình 1 mô tả mô hình công nghệ GIS hiện nay đang được áp dụng.



Hình 1. Công nghệ GIS

Hình 2 trình bày sơ đồ xây dựng bản đồ lũ. Dựa trên công nghệ GIS và việc phân tích các nhân tố chịu ảnh hưởng, sẽ xây dựng được bản đồ cảnh báo nguy cơ xảy ra lũ quét và sạt lở đất với các mức độ khác nhau từ không có nguy cơ xảy ra đến mức độ nguy cơ xảy ra cao nhất cho các khu vực trên địa bàn nghiên cứu lũ.



Hình 2. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong đánh giá lũ

2.2. Phân cấp nguy cơ lũ quét

Để theo dõi và cảnh báo một khu vực có nguy cơ xảy ra lũ quét hay không, chúng ta có thể dựa trên cấp độ rủi ro do lũ quét. Mỗi cấp độ sẽ có mức độ nguy hiểm và phạm vi ảnh hưởng khác nhau. Biết được mức độ nguy hiểm của lũ quét, chúng ta sẽ có kế hoạch phòng tránh một cách nhanh chóng, chính xác và đảm bảo an toàn về người và tài sản. Cũng như đưa ra các biện pháp ngăn ngừa khả năng xảy ra giúp giảm thiểu tối đa hậu quả của lũ quét.

CẤP ĐỘ RỦI RO DO LŨ QUÉT		
Cấp độ	Mức độ	Màu sắc
Cấp 1	Nhỏ	Xanh lá
Cấp 2	Trung bình	Vàng
Cấp 3	Lớn	Đỏ

Hình 3. Các cấp độ rủi ro thiên tai do lũ quét

Căn cứ vào lượng mưa thực tế đo được 24 giờ tại các trạm quan trắc khí tượng bề mặt, trạm đo mưa trong mạng lưới khí tượng thủy văn mà phân định các cấp mưa khác nhau. Theo quy định của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO), mưa lớn được chia làm 3 cấp:

- Mưa vừa: Lượng mưa đo được từ 16 đến 50 mm/24h, hoặc 8 đến 25 mm/12h.
- Mưa to: Lượng mưa đo được từ 51 đến 100 mm/24h, hoặc 26 đến 50mm/12h.
- Mưa rất to: Lượng mưa đo được > 100 mm/24h, hoặc > 50 mm/12h.

Từ các số liệu quan trắc được theo thời thực có thể đánh giá khả năng hình thành lũ quét. Có 3 cấp độ xảy ra lũ quét được đưa ra trong Hình 3 dựa trên dữ liệu về lượng mưa và lưu lượng dòng chảy thu nhận được từ các trạm đo mưa và vị trí trí đặt cảm biến. Với các thông số đo được giả định theo 3 cấp tương ứng (xanh lá cây, vàng, đỏ) biểu diễn nguy cơ xảy ra lũ tại các khu vực từ thấp đến cao. Các chuyên gia dựa trên kết quả này sẽ đánh giá tình hình lũ quét để có phương án phòng chống và giảm nhẹ thiên tai một cách tốt nhất. Ngưỡng mưa gây lũ quét (X_q), là giới hạn lượng mưa ngày lớn nhất mà từ đó tốc độ dòng chảy (Q_q) tăng đột biến. Lượng mưa càng lớn thì khả năng sinh lũ quét càng cao. Có thể phân cấp lượng mưa, lưu lượng dòng chảy một ngày lớn nhất theo các cấp như sau:

- Lượng mưa (X_q):

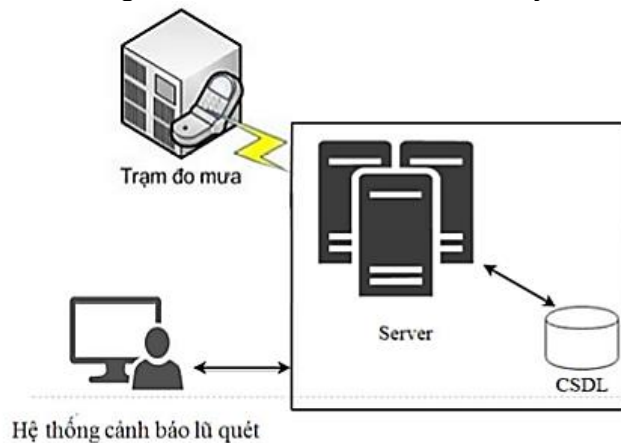
- Cấp 1: $X_{\max} < 50 \text{ mm} \rightarrow$ (màu xanh)
- Cấp 2: $50 \leq X_{\max} \leq 100 \text{ mm} \rightarrow$ (màu vàng)
- Cấp 3: $X_{\max} > 100 \text{ mm} \rightarrow$ (màu đỏ)

- Lưu lượng dòng chảy (Q_q):

- Cấp 1: $Q_{\max} < 200 \text{ l/h} \rightarrow$ (màu xanh)
- Cấp 2: $200 \leq Q_{\max} \leq 300 \text{ l/h} \rightarrow$ (màu vàng)
- Cấp 3: $Q_{\max} > 300 \text{ l/h} \rightarrow$ (màu đỏ)

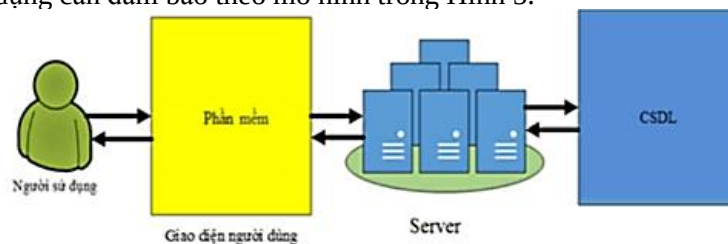
2.3. Sơ đồ hệ thống

Hệ thống dự báo nguy cơ lũ quét theo thời gian thực dựa trên bản đồ nguy cơ lũ quét với dữ liệu đo đạc từ các khu vực. Nhiệm vụ chính của hệ thống là cung cấp thông tin chính xác và kịp thời cho cơ quan quản lý và người dân trong vùng bị ảnh hưởng, từ đó ra quyết định ứng phó kịp thời. Sơ đồ ngữ cảnh của hệ thống được thiết kế như Hình 4 dưới đây:



Hình 4. Sơ đồ ngữ cảnh của hệ thống

Để xây dựng được một hệ thống cảnh báo lũ quét và đáp ứng các yêu cầu khai thác thông tin đối với người sử dụng cần đảm bảo theo mô hình trong Hình 5:

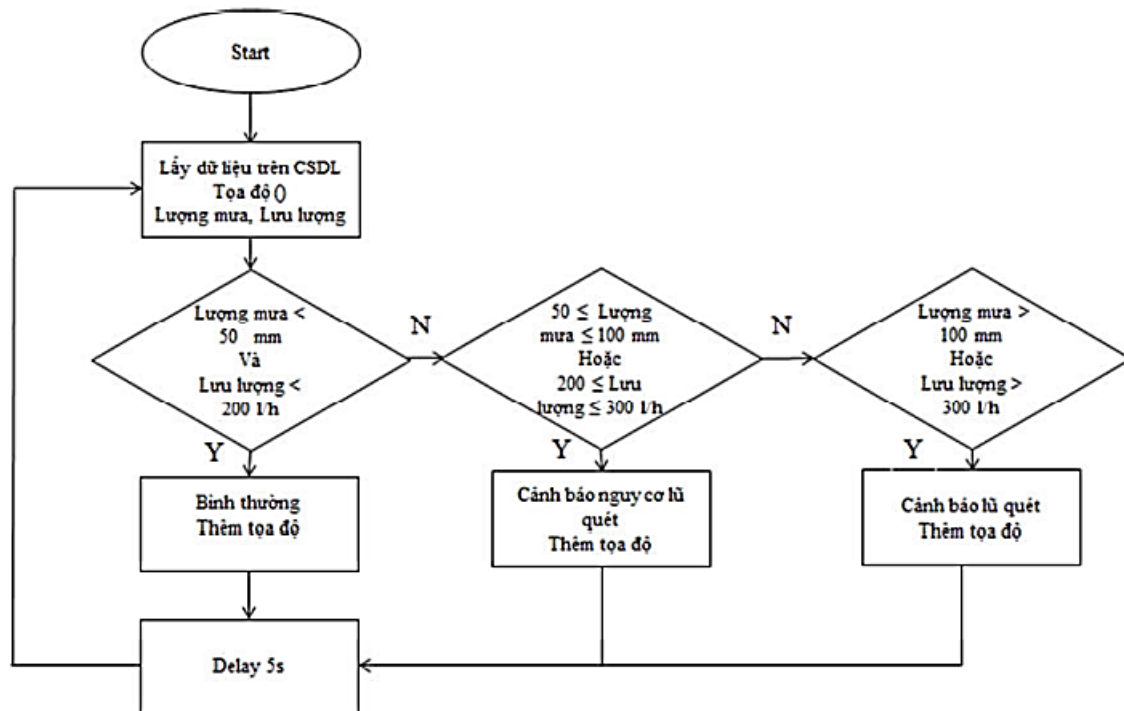


Hình 5. Sơ đồ khối hệ thống phần mềm

Trong sơ đồ khối hệ thống gồm có:

- Giao diện người dùng: Giao diện người dùng là một phần mềm hiển thị vị trí đặt các thiết bị theo dõi lũ quét tại một khu vực cụ thể.
- Server: Xử lý các dữ liệu cảnh báo lũ quét trong cơ sở dữ liệu.
- CSDL (cơ sở dữ liệu): Lưu trữ thông tin các dữ liệu bao gồm dữ liệu các nút sensor, dữ liệu tọa độ, dữ liệu lượng mưa, lưu lượng dòng chảy...

2.4. Lưu đồ thuật toán



Hình 6. Lưu đồ thuật toán của chương trình

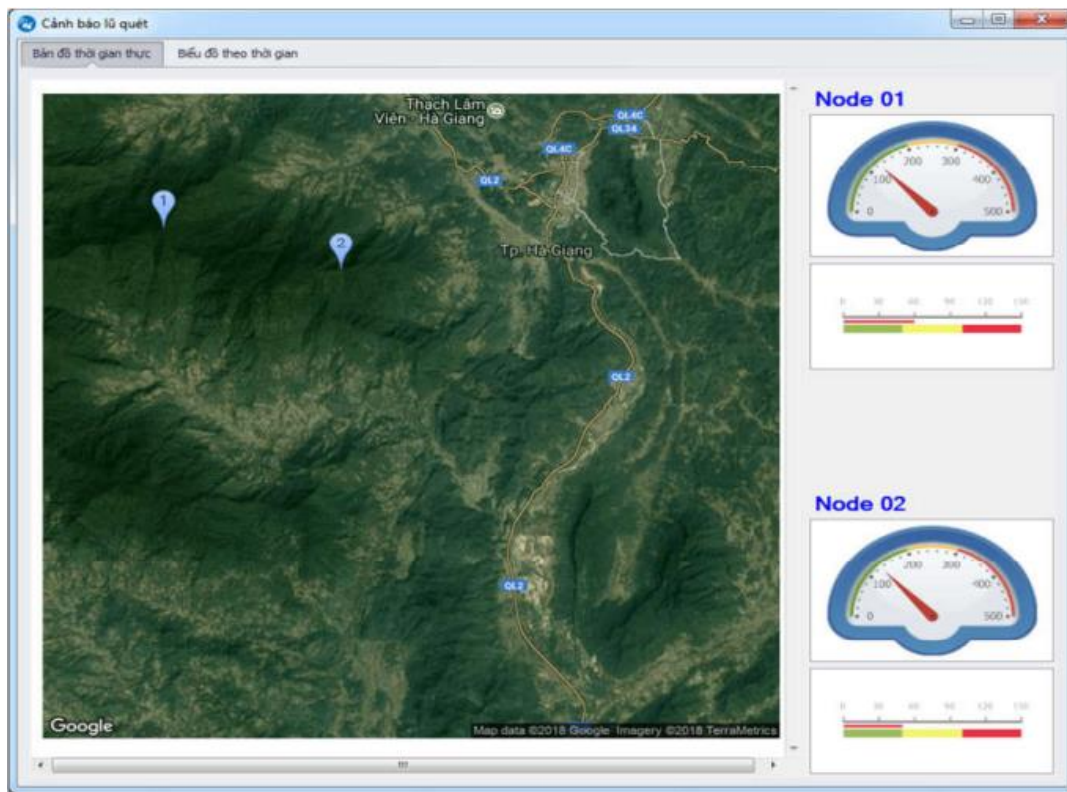
3. Kết quả và bàn luận

Hệ thống hoạt động dựa trên việc thu thập dữ liệu từ những sự thay đổi của môi trường mà cụ thể ở đây là lượng nước mưa và lưu lượng dòng chảy tại nơi lắp đặt thiết bị giám sát. Sau khi đã thu thập xong thiết bị này sẽ tự động gửi dữ liệu đó lên server. Tại nơi nhận dữ liệu và cảnh báo, người sử dụng sẽ dựa vào những dữ liệu mà server cung cấp để đưa ra những tính toán và có những phương pháp phòng, tránh lũ quét giảm thiệt hại thiên tai. Với mỗi mức cảnh báo sẽ có những tín hiệu thông báo khác nhau, người sử dụng có thể dựa vào tín hiệu đó để đưa ra những phương pháp kịp thời.

Dữ liệu bản đồ được nhận từ trang web maps.google và hiển thị dưới dạng bản đồ GIS. Tọa độ của khu vực cảnh báo sẽ được hiển thị trên giao diện của hệ thống, ở đây là tọa độ tỉnh Hà Giang, một tỉnh miền núi phía Bắc có nhiều nguy cơ xảy ra lũ quét.

Chương trình cảnh báo lũ quét được viết bằng ngôn ngữ lập trình C# [5] kết hợp với hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server [6].

Trong Hình 7 hiển thị bản đồ chính giúp chuyên gia có thể theo dõi các điểm cảnh báo lũ quét (2 điểm đặt cảm biến theo dõi lượng mưa và lưu lượng dòng chảy được đặt ở 2 vị trí là khu vực 1 và khu vực 2). Ở trạng thái bình thường, hình đại diện có dạng màu xanh biểu thị trạng thái an toàn, màu vàng biểu thị trạng thái có nguy cơ xảy ra lũ quét, màu đỏ biểu thị trạng thái báo động có lũ quét và sẽ phát ra loa tự động cảnh báo để chuyên gia dễ dàng phân biệt.

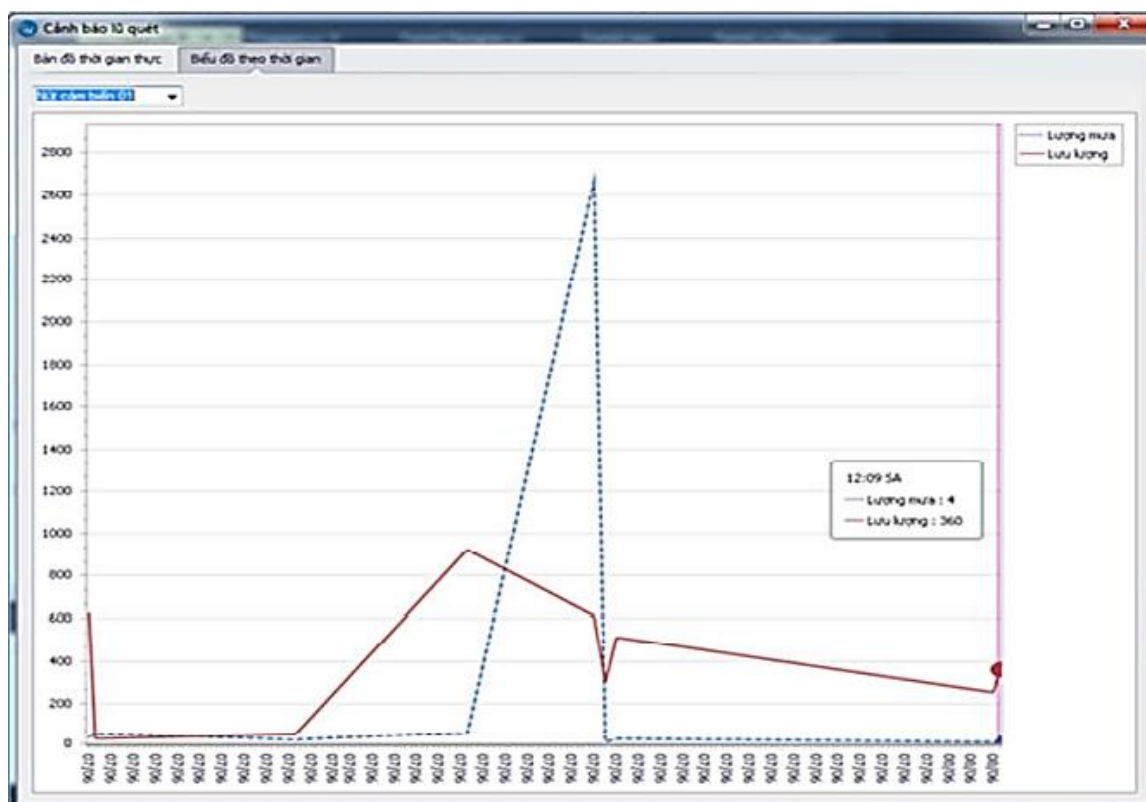


Hình 7. Giao diện chính của chương trình

Chức năng theo dõi các cấp độ nguy cơ xảy ra lũ quét theo lượng mưa và lưu lượng dòng chảy (Hình 8) biểu diễn trạng thái cấp độ của 2 nút Node 01 và Node 02 tương ứng với 2 điểm đặt cảm biến tại khu vực 1 và 2 trên bản đồ.



Hình 8. Biểu diễn cấp độ lưu lượng dòng chảy và lượng mưa



Hình 9. Biểu đồ thời gian

Chức năng theo dõi thông số dữ liệu theo thời gian được biểu diễn dưới dạng biểu đồ trên Hình 9.

Trong đó, trục ngang là trục thời gian biểu diễn các mốc thời gian cập nhập chi tiết của hệ thống, tính theo ngày. Trục thẳng đứng là các mốc lượng mưa và lưu lượng dòng chảy, bao gồm:

- Lượng mưa được biểu diễn dưới dạng đường thẳng nét đứt màu xanh, tính theo đơn vị mm (milimet).
- Lưu lượng dòng chảy được biểu diễn dưới dạng đường thẳng màu đỏ, tính theo đơn vị l/h (lít/giờ).

Các thông số dữ liệu được hiển thị trên biểu đồ để người dùng dễ dàng theo dõi.

4. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã xây dựng được chương trình theo dõi dữ liệu tại các điểm cảnh báo lũ dựa trên bản đồ GIS một cách nhanh chóng và tương đối chính xác với 3 cấp độ nguy cơ là thấp, trung bình và cao. Chương trình hỗ trợ cho các chuyên gia theo dõi và cảnh báo lũ quét đến các khu vực dân cư vùng núi kịp thời, nhanh chóng có kế hoạch cụ thể, khắc phục hậu quả của lũ quét. Tuy nhiên các thông số dữ liệu quan sát, đo đạc được chưa ổn định tuyệt đối, các điều kiện phương tiện, thiết bị thu tín hiệu, dữ liệu còn chưa hoàn toàn hiện đại. Vì vậy trong thời gian tiếp theo, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu về lũ quét dựa trên bản đồ GIS trong phạm vi lớn hơn để đồng bộ quá trình phân tích đánh giá và lựa chọn biện pháp đối phó với lũ một cách phù hợp. Đồng thời xây dựng hệ thống thông báo lượng mưa tại trạm đo bằng tin nhắn SMS kết hợp việc sử dụng công nghệ GIS. Sử dụng thiết bị đo mưa tự động ở vùng thượng nguồn các hồ chứa... để theo dõi, vận hành an toàn và hiệu quả các công trình thủy điện trong sản xuất và điều tiết lũ khi có mưa lớn kéo dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] A. H. Hoang, V. D. Hoang, and T. H. Van, "Research on flash flood warning procedures using FFG flash flood warning and CL critical flood control, piloting the upstream Ca River," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Hydro – Meteorology*, vol. 694, no. 10, pp. 10-27, 2018.
- [2] VietNam Disaster Management Authority, "Statistics of damage caused by natural disasters in 2017," August 25, 2019. [Online]. Available: <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/>. [Accessed Feb. 18, 2022].
- [3] VietNam Disaster Management Authority, "Statistics of damage caused by natural disasters in 2018," August 25, 2019. [Online]. Available: <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/>. [Accessed Feb. 18, 2022].
- [4] VietNam Disaster Management Authority, "Statistics of damage caused by natural disasters in 2019," Jul 31, 2020. [Online]. Available: <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/>. [Accessed Feb. 18, 2022].
- [5] T. L. Duong and P. L. Phuong, " Application of Multi Criteria Decision Model to assess flash flood risk in the context of global climate change. A case study: Northwest mountainous region–Vietnam," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Hydro – Meteorology*, vol. 721, no. 1, pp. 31-45, 2021.
- [6] T. D. Do and H. T. Tran, "Assessment of the impact of flooding to arable land usage in the coastline of Nghe An in the context of climate change," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Hydro – Meteorology*, vol. 674, no. 2, pp. 1-7, 2017.
- [7] R. Tincu, G. Lazar, and I. Lazar, "Modified flash flood potential index in order to estimate areas with predisposition to water accumulation," *Open Geosci*, vol. 10, pp. 593-606, 2018.
- [8] Y. Wang, H. Hong, W. Chen, S. Li, D. Pamučar, L. Gigović, S. Drobnjak, D. T. Bui, and H. Duan, "A hybrid GIS multi-criteria decision-making method for flood susceptibility mapping at Shangyou," *China. Remote Sens*, vol. 11, pp. 1-34, 2019.
- [9] N. N. Le, N. T. Nguyen, and T. H. La, "Integrating GIS and remote sensing to identify flash flood risk in Nang River basin, Bac Kan province," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Hydro – Meteorology*, vol. 652, no. 4, pp. 4-10, 2015.
- [10] T. A. Lai, N. T. Nguyen, X. C. Pham, and N. N. Le, "Application of hydro-dynamic model, remote sensing and GIS on flood forecasting and inundation warning on the Ky Cung River, Lang Son province," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Hydro – Meteorology*, vol. 694, no. 2, pp. 46-52, 2018.