

TỰ ĐỘNG XÁC ĐỊNH VÀ ĐO MỨC NƯỚC TỪ HÌNH ẢNH QUAN TRẮC

Nguyễn Hữu Tài⁽¹⁾, Phạm Văn Chinh⁽¹⁾, Hoàng Thị Ngàn⁽¹⁾,

Nguyễn Thanh Tùng⁽¹⁾, Hoàng Viêt Long⁽²⁾

⁽¹⁾Trung tâm Kỹ thuật quan trắc khí tượng thủy văn

⁽²⁾Đài Khí tượng thủy văn Nam Bộ và Tây Nguyên

Ngày nhận bài: 18/3/2025; ngày chuyển phản biện: 19/3/2025; ngày chấp nhận đăng: 18/4/2025

Tóm tắt: Trong bối cảnh chuyển đổi số đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng công nghệ thị giác máy tính (Computer Vision) vào quan trắc thủy văn mang lại tiềm năng lớn trong công việc tự động hóa đo mực nước. Bài báo này trình bày một phương pháp tự động xác định và đo mực nước từ hình ảnh quan trắc trên thủy chí và giàn đồ máy tự ghi mực nước, dựa trên thuật toán Nhận dạng chữ viết bằng OCR (Nhận dạng ký tự quang học) và thuật toán so khớp đặc điểm. Giải pháp này không chỉ giúp nâng cao độ chính xác, giảm thiểu sai số cho người dùng mà còn tận dụng tối đa cơ sở hạ tầng quan trắc hiện có tại các trạm thủy văn trên mạng lưới quốc gia. Kết quả nghiên cứu đã được áp dụng thực tế tại các trạm thủy văn, mở ra hướng đi mới cho việc phát triển rộng rãi trong quan trắc mực nước đa ngành. Với ưu điểm chi phí thấp, dễ khai thác, trực quan và phù hợp với các điều kiện địa hình phức hợp, phương pháp này góp phần thúc đẩy nhanh quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực thủy văn, hỗ trợ phát triển kinh tế - xã hội.

Từ khóa: Tự động đo mực nước, thị giác máy tính, nhận dạng chữ viết.

1. Mở đầu

Công nghệ thị giác máy tính (Computer Vision) đã trở thành công cụ hữu ích trong việc giám sát và xác định giá trị mực nước. Tuy nhiên, điều kiện thời tiết, môi trường luôn ảnh hưởng đến hiệu năng của công nghệ thị giác máy tính. Đặc biệt, đối với điều kiện khí hậu Việt Nam, dẫn đến có sự phức tạp trong việc xác định giá trị mực nước.

Xử lý hình ảnh là kỹ thuật cốt lõi của thị giác máy tính, giúp phát triển nhiều ứng dụng thực tế. Xử lý ảnh cho phép chuyển đổi và thao tác trên hàng nghìn ảnh cùng lúc, từ đó trích xuất những thông tin chi tiết và quan trọng [1-14]. Các bước chính trong việc giải quyết bài toán trong thị giác máy tính, được thông qua các bước chính trong việc giải quyết bài toán trong thị giác máy tính trong việc xử lý hình ảnh liên quan đến nhận dạng mực nước như sau:

Thu thập dữ liệu: Bước đầu tiên trong quá trình giải quyết bài toán thị giác máy tính là thu

thập dữ liệu [15-17]. Dữ liệu trong bài toán này là hình ảnh được lấy từ hình ảnh, video, từ đầu ghi hình camera, trực tiếp từ địa chỉ IP camera hoặc từ địa chỉ trang web hiển thị ảnh tại các trạm thủy văn trong phạm vi nghiên cứu.

Tiền xử lý dữ liệu: Sau khi thu thập dữ liệu, bước tiếp theo là tiền xử lý dữ liệu. Điều này bao gồm loại bỏ các dữ liệu không mong muốn, chuẩn hóa dữ liệu, cắt giảm dữ liệu, v.v. [18-35].

Chọn và huấn luyện mô hình: Sau khi tiền xử lý dữ liệu, ta sử dụng các thuật toán để huấn luyện mô hình. Bước này bao gồm lựa chọn mô hình và tinh chỉnh các siêu tham số để tối ưu hóa độ chính xác.

Đánh giá mô hình: Sau khi huấn luyện mô hình, tiến hành đánh giá mô hình để xác định độ chính xác và hiệu suất của nó. Bước này có thể bao gồm sử dụng các tập dữ liệu kiểm tra để đánh giá mô hình [18-35].

Triển khai mô hình: Cuối cùng, khi mô hình được đánh giá và chấp nhận, có thể được triển khai vào sản phẩm hoặc ứng dụng thực tế. Việc triển khai mô hình có thể liên quan đến các bước như tối ưu hóa mã và tích hợp mô hình vào sản phẩm hoặc ứng dụng thực tế [18-35].

Liên hệ tác giả: Nguyễn Hữu Tài

Email: taikttv@gmail.com

Thông qua quá trình đó, đòi hỏi một khối lượng tính toán vô cùng phức tạp. Nhằm tối ưu hoá các bước công việc cũng như tối ưu hóa về tốc độ, công cụ và thuật toán là thành phần không thể tách rời trong quá trình xử lý ảnh.

2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Nghiên cứu tự động quan trắc từ hình ảnh thủy chí

Nhận diện vị trí (theo pixel) của mực nước trong ảnh, mục đích: Tìm điểm giao giữa mực nước và thước đo (Hình 1).

Sử dụng kết hợp cả hai thuật toán sau:

- Trượt cửa sổ và so sánh mẫu
- Trượt cửa sổ và so sánh độ sáng

Việc trượt cửa sổ được tiến hành như sau:

- Chia ảnh thước (đã trích xuất) thành N phần có độ cao bằng nhau, gọi là các cửa sổ.
- Sau đó, xuất phát từ cửa sổ trên cùng.
- Di chuyển dần dần cửa sổ đó xuống dưới cùng.



Hình 1. thủy chí

- Ở mỗi vị trí, ta xét cửa sổ trên và dưới kề nhau.

So sánh các đặc điểm của hai cửa sổ này để xem chúng có phải là giao của thước và mực nước không? (Hình 2).

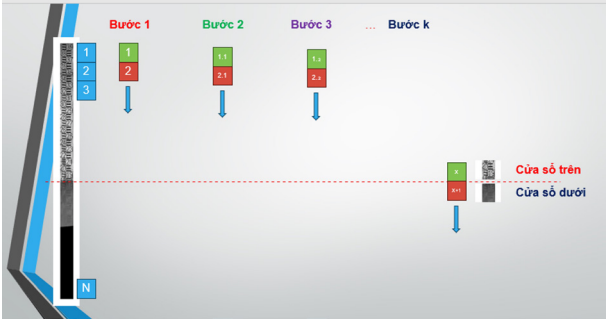
Trượt cửa sổ và so sánh mẫu

Nhận thấy cửa sổ chứa thước sẽ rất giống với cửa sổ tương ứng bên ảnh so khớp (Hình 3). Do đó, nếu cửa sổ trên giống với bên so khớp, và cửa sổ dưới rất khác ảnh bên so khớp, mốc đó sẽ được xem là giao điểm cần tìm giữa thước và mực nước.

Mức độ giống nhau của hai bức ảnh được đo bởi thang đo SSIM (Structural similarity index measure).

Trượt cửa sổ và so sánh độ sáng

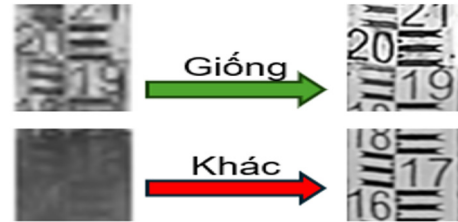
Thuật toán này được áp dụng vào buổi đêm, khi camera bật chế độ hồng ngoại và ảnh chụp là ảnh đen trắng. Nhận thấy trong các ảnh, khu vực nước sẽ tối hơn nhiều so với khu vực thước. Do đó, nếu cửa sổ trên hầu hết là các điểm ảnh rất trắng, và cửa sổ dưới hầu hết là các điểm ảnh rất đen, thì mốc đó là giao điểm cần tìm (Hình 4).



Hình 2. Thuật toán trượt cửa sổ và so sánh mẫu



Hình 3. Quy trình làm việc



Hình 4. Thuật toán trượt cửa sổ và so sánh độ sáng

Nội suy giá trị đo của thước

Giả sử:

- Ảnh thước trích xuất ra có chiều cao h

- Bước 2 nhận diện giao điểm ở độ cao level (tính từ trên xuống)

- Thước bắt đầu từ start, kết thúc ở end

Khi đó, công thức nội suy giá trị đo là:

$$Value = start + \left(\frac{end - start}{h}\right) \times (h - level) \quad (1)$$

Trong đó: $Value$ là giá trị cần tìm; $start$ là giá trị ban đầu; end là giá trị lúc kết thúc; h là chiều cao; $level$ là mực nước.

2.1.2. Nghiên cứu tự động quan trắc từ hình ảnh gián đồ

Bước 1: Lấy ảnh từ stream RTSP

Mục đích: Thu thập hình ảnh liên tục từ camera qua giao thức RTSP.

Giải thích: RTSP cho phép truyền dữ liệu video theo thời gian thực, giúp hệ thống luôn có ảnh mới để xử lý và phân tích.

Bước 2: Cắt bỏ các phần thừa và chỉ giữ lại vùng ảnh chứa số liệu đầu ngày

Mục đích: Loại bỏ các phần không cần thiết trong ảnh, chỉ giữ lại vùng chứa thông tin đo mực nước ban đầu.

Giải thích: Bằng cách cắt ảnh, ta tập trung vào vùng quan trọng, giảm nhiễu và cải thiện hiệu quả của các bước xử lý tiếp theo.

Bước 3: Dùng công cụ PaddleOCR để đọc mực nước ghi đầu ngày

Mục đích: Trích xuất giá trị mực nước từ hình ảnh đã được cắt bằng công nghệ nhận dạng ký tự quang học

Giải thích: PaddleOCR chuyển đổi phần số liệu trên ảnh thành dữ liệu số (Hình 5), cung cấp mực nước ban đầu làm căn cứ cho các bước tính toán sau này.

Bước 4: Xử lý sau khi có mực nước ban đầu

Sau khi có giá trị mực nước ban đầu, thuật toán tiếp tục với các bước xử lý chi tiết như sau:

a) Chuẩn hóa hình ảnh (Quay và cắt lại):

Mục đích: Điều chỉnh góc quay và kích thước ảnh để đảm bảo các đối tượng đo đạc (như đường gián đồ) được căn chỉnh đúng.

Giải thích: Việc chuẩn hóa giúp loại bỏ các sai lệch do góc quay của camera và đảm bảo tính

nhất quán giữa các ảnh.

b) Xác định vị trí ngòi bút bằng thuật toán Template Matching:

Mục đích: Tìm vị trí của “ngòi bút” (điểm đánh dấu trên thiết bị đo) trong ảnh.

Giải thích: Thuật toán so khớp mẫu (template matching) so sánh mẫu hình ảnh của ngòi bút với ảnh gốc để định vị chính xác vị trí của nó (Hình 6).

c) Cắt phần ảnh bên phải ngòi bút:

Mục đích: Giữ lại phần ảnh chứa đường gián đồ - nơi mà các giá trị mực nước được thể hiện - và loại bỏ phần không liên quan bên trái.

Giải thích: Vì chỉ vùng bên phải ngòi bút chứa thông tin quan trọng về đường gián đồ, nên việc cắt ảnh giúp giảm độ phức tạp và tăng hiệu quả xử lý.

d) Theo dõi sự thay đổi vị trí ngòi bút theo thời gian:

Mô tả: Trong ảnh, vị trí của ngòi bút có đặc điểm là:

Tung độ (trục đứng) không thay đổi.

Hoàn độ (trục ngang) tăng dần theo thời gian (Hình 7).

Giải thích: Điều này giúp hệ thống xác định được sự chuyển động của mực nước dựa trên vị trí của ngòi bút trên ảnh.

e) Đặt công thức mô tả mực nước:

Gọi $h = f(t)$ là mực nước tại thời điểm t (đơn vị cm).

f) Tính giá trị mực nước tại một thời điểm cụ thể t_0 :

Giả sử: Ta cần tính h_0 tại thời điểm t_0 và đã có dữ liệu $f(t)$ cho tất cả $t < t_0$.

Ý tưởng: Xét một hiệu số cố định Δ . Nếu có một thời điểm $t' < t_0$ sao cho hiệu giữa h_0 và $f(t')$ bằng Δ (tức $h_0 - f(t') = \Delta$), ta có thể tính h_0 bằng công thức: $h_0 = f(t') + \Delta$

Giải thích: Ý tưởng ở đây là dùng một giá trị tham chiếu cố định Δ để “định vị” h_0 dựa trên một giá trị đã có trong quá khứ.

g) Tìm thời điểm t' ứng với Δ :

Cách thực hiện:

Vẽ đường thẳng ngang với giá trị $h = h_0 - \Delta$.

Đồ thị $h = f(t)$ biểu diễn sự thay đổi mực nước theo thời gian.

Giao điểm giữa đường thẳng và đồ thị sẽ cho ta tọa độ $(t', f(t'))$, trong đó t' là thời điểm cần

tìm (Hình 8).

Giải thích: Giao điểm này cho biết thời điểm trước đó khi mực nước thấp hơn h_0 đúng Δ , từ đó dùng để tính lại h_0 .

h) Quy đổi hệ quy chiếu từ giản đồ sang ảnh chụp:

Mô tả:

Gọi $y = g(x)$ là hàm mô tả độ cao của giản đồ trong ảnh tại hoành độ x .

Việc quy đổi giữa hệ quy chiếu giản đồ và hệ quy chiếu của ảnh cho phép định vị chính xác vị trí của các đường thẳng biểu diễn mực nước.

Giải thích: Trong hệ ảnh, vị trí của ngòi bút (điểm đánh dấu) là cố định theo tung độ, do đó các đường ngang như $h = h_0$ và $h = h_0 - \Delta$ cũng được cố định. Điều này giúp việc tìm giao điểm với đồ thị $h = f(t)$ trở nên dễ dàng và chính xác.

i) Xác định đường giản đồ trong ảnh:

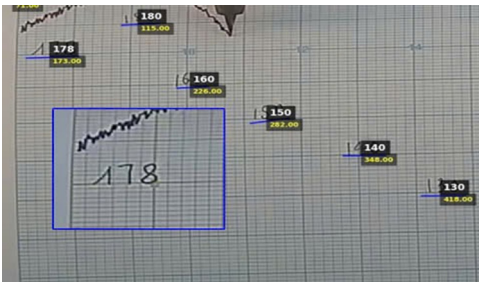
Cách làm:

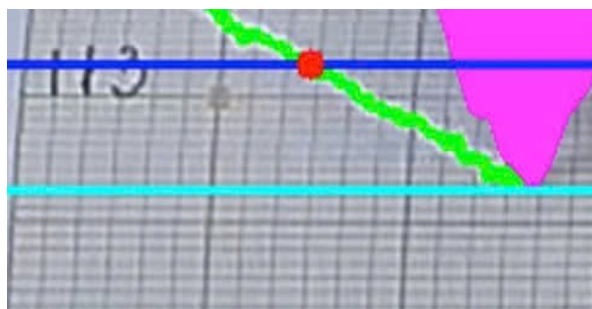
Xác định miền màu đặc trưng của đường giản đồ.

Tìm tất cả các điểm ảnh có màu nằm trong miền này và xem đó là các điểm thuộc đường giản đồ.

Giải thích: Quá trình này giúp tách biệt rõ ràng đường giản đồ ra khỏi phần còn lại của ảnh, từ đó hỗ trợ cho việc định vị giao điểm với đường tham chiếu $h = h_0 - \Delta$.

j) Tìm giao điểm giữa đường tham chiếu và





Hình 9. Cài đặt trong thực tế

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá kết quả ứng dụng công nghệ thị giác máy tính vào quan trắc thủy văn

Dưới đây là kết quả ứng dụng công nghệ thị giác máy tính vào quan trắc thủy văn trên thủy chí (Hình 10, 11, 12) và giả đồ máy tự ghi SW-40:

a) Đánh giá ứng dụng công nghệ thị giác máy tính vào quan trắc thủy văn trên thủy chí

Hình ảnh thu được từ camera dưới dạng video (stream), modul phần mềm liên tục phân tích ảnh và đưa ra kết quả. Kết quả được ghi lại ngay trên ảnh thể hiện được số hiệu thủy chí

(P1, P2; P3...); cao độ điểm “o” của thủy chí (CD); số đọc tương ứng của kết quả phân tích (H). Ở đây, quan trắc viên hay còn gọi là người dùng dễ dàng bằng mắt thường để đối sánh kết quả đưa ra và bằng kinh nghiệm chuyên môn để xác định modul phần mềm có phân tích đúng hay sai (Hình 13).

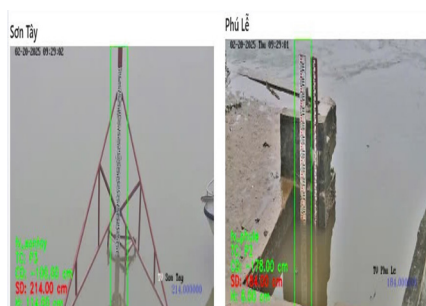
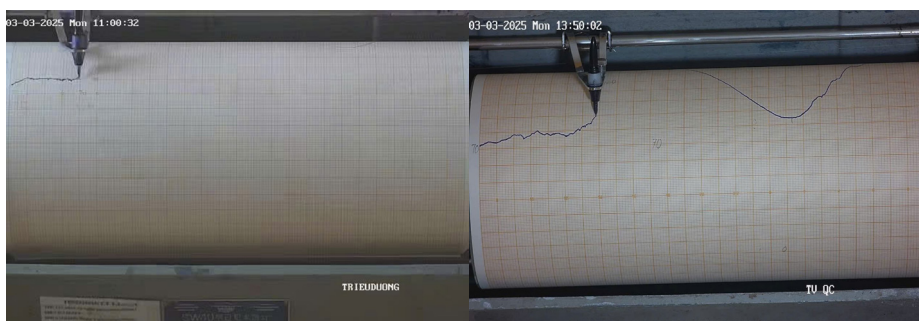
Ngoài kết quả được ghi trên hình ảnh, kết quả được lưu dưới dạng txt để view dạng bảng, phục vụ vẽ đường quá trình, xuất báo cáo thống kê. Kết quả cũng sẽ được cập nhật lên hệ thống giám sát trên nền tảng Website để phục vụ đồng đảo người dùng hơn (Hình 14).



Hình 10. Hình ảnh thủy chí tại thủy văn Sơn Tây, Phú Lễ, Thượng Cát ban ngày



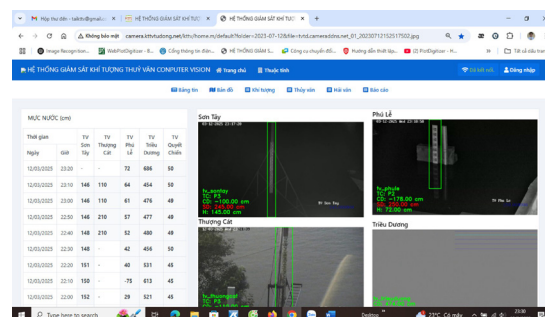
Hình 11. Hình ảnh thủy chí tại Trạm thủy văn Sơn Tây, Phú Lễ, Thượng Cát ban đêm



Hình 13. Hình ảnh kết quả nhận dạng thủy chí tại thủy văn Sơn Tây, Phú Lễ

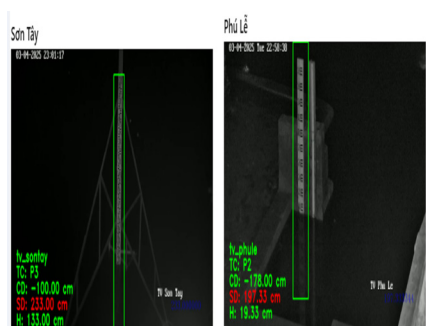
Trong điều kiện ban đêm, kết quả cũng cho thấy độ chính xác của thuật toán ít có sự khác biệt với ban ngày. Như ảnh dưới đây tại trạm thủy văn Sơn Tây, tại thủy chí (TC: P3); có Cao độ (CD: -100 cm); kết quả phân tích (SD: 233 cm); mực nước (H: 133 cm). Kết quả này trùng khớp với người dùng đọc bằng mắt thường trên thủy chí. Tương tự với trạm thủy văn Phú Lễ, ngoài ra trên hình ảnh cũng cho ta thấy thời gian thực hiện ghi hình trên ảnh (Hình 15).

Trong quá trình thử nghiệm, năm 2024 trên Sông Hồng có trận lũ lịch sử, do ảnh hưởng của cơn bão số 3 năm 2024; sự cố cây cối trôi trên sông, trạm thủy văn Sơn tây và trạm thủy văn Thương Cát hệ thống thủy chí bị ảnh hưởng



Hình 14. Website kết quả dạng txt, hình ảnh hiển thị

ngghiêm trọng. Dẫn tới việc khắc phục lại hệ thống thủy chí. Trong quá trình khắc phục lại có những ngữ cảnh của hình ảnh thủy chí thêm đa dạng hơn. Chẳng hạn hình ảnh thủy chí dưới đây cho thấy, hình ảnh hầu như bị che khuất toàn bộ do quá trình khắc phục (Hình 16). Nhưng modul phần mềm vẫn có thể phân tích và cho kết quả chính xác được. Hình ảnh trạm thủy văn Thượng Cát, với cảnh bị che khuất gần như toàn bộ, người dùng cũng khó đọc bằng mắt thường được; nhưng kết quả phân tích vẫn cho kết quả thủy chí (TC: P3); cao độ “0” thủy chí (CD: -110 cm); số đọc (SD: 320 cm); mực nước (H: 210 cm); kết quả trùng khớp với đọc bằng mắt thường.



Hình 15. Kết quả trên hình ảnh hiển thị



Hình 16. Kết quả điều kiện bị che khuất

b) Đánh giá ứng dụng công nghệ thị giác máy tính vào quan trắc thủy văn trên giản đồ tự ghi

Về mặt thuật toán và phương pháp tính toán nêu trên, cho ra kết quả khả quan với điều kiện hình ảnh ổn định, lắp đặt giản đồ chính xác. Trong điều kiện:

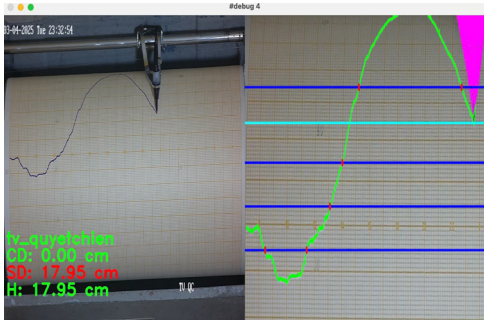
- Số ghi giá trị mực nước ban đầu rõ ràng, dễ nhận diện (Hình 17);
- Lắp giản đồ không bị xê dịch giản đồ (Hình 18).

c) Đánh giá ứng dụng phần mềm website giám sát khí tượng thủy văn Computer Vision

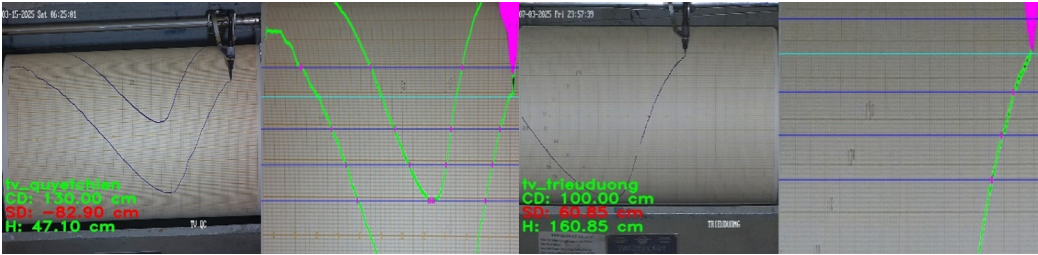
Hệ thống giám sát khí tượng thủy văn Computer Vision, được xây dựng trên nền tảng

Website thân thiện với người dùng, thuận lợi trong việc giám sát một cách trực quan. Hình ảnh thực tế tại trạm được tiếp nhận dưới hình thức livestream trực tiếp, người dùng nhìn và đọc mực nước bằng mắt thường, thông qua hình ảnh giản đồ, thủy chí với thời gian thực. Ngoài ra hình ảnh cũng cho kết quả giá trị thực tế ghi trên ảnh. Đồng thời giá trị dạng txt hiển thị dạng bảng. Đây có thể nói là hình ảnh trực quan về diễn biến mực nước.

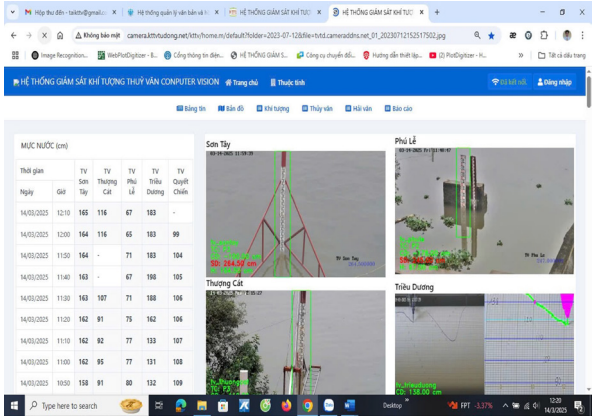
Hệ thống giám sát cũng mang lại người dùng về thiết lập báo cáo dạng bảng, dạng biểu đồ (Hình 19), nhằm phân tích tính toán thống kê, báo cáo một cách khoa học nhất (Hình 20).



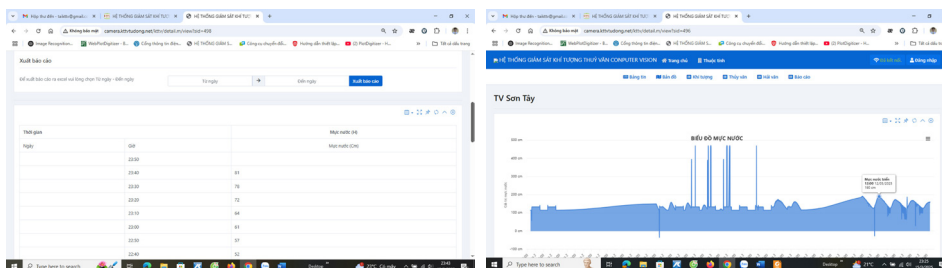
Hình 17. Kết quả phân tích trên hình ảnh giản đồ



Hình 18. Kết quả phân tích của hai trạm trên hình ảnh giản đồ



Hình 19. Website giám sát tổng thể



Hình 20. Số liệu dạng txt báo cáo và biểu đồ mực nước

4. Kết luận

Nội dung nghiên cứu lựa chọn được mô hình, thuật toán, cơ chế học máy của mô hình học máy thị giác máy tính để tự động tính toán giá trị mực nước từ hình ảnh quan trắc trên giản đồ máy tự ghi mực nước.

Nghiên cứu cũng đã chỉ ra những thuận lợi, khó khăn và một số giải pháp để nâng cao hiệu quả trong nhận dạng, tính toán giá trị mực nước từ giản đồ. Đây là điểm quan trọng để thực hiện nội dung xây dựng quy trình lắp đặt và vận hành. Cũng là cơ sở để đưa ra các tiêu chí khi triển khai nhân rộng.

So sánh kết quả phân tích từ modul phần mềm so với kết quả quan trắc hàng ngày tại các trạm trên thủy chí khá chính xác. Đối với trên thủy chí hầu như ít sai số, có sai số 1 cm đến 2 cm những lúc ảnh hưởng bèo dày. Đối với giản đồ sai số nhiều hơn, trung bình 2 cm (giản đồ phụ thuộc vào nhiều yếu tố của quan trắc viên khi thay giản

đồ); kết quả rất khả quan với hình ảnh và lắp đặt giản đồ ổn định. Quan trắc bằng hình ảnh cũng có những nhược điểm là khi mất điện tại khu vực trạm, dẫn tới mất mạng internet, không truyền được hình ảnh để phân tích. Đối với giản đồ, phụ thuộc rất nhiều vào quan trắc viên khi thay giản đồ, giản đồ có phẳng hay không. Ngoài ra sai số do độ chính xác của giản đồ, nếu giản đồ có chính xác sẽ ít sai số, giản đồ không chính xác sẽ dẫn đến sai số.

Kết quả nghiên cứu đã được áp dụng thực tế tại các trạm thủy văn, mở ra hướng đi mới cho việc phát triển rộng rãi trong quan trắc mực nước đa ngành. Với ưu điểm chi phí thấp, dễ khai thác, trực quan và phù hợp với các điều kiện địa hình phức hợp, phương pháp này góp phần thúc đẩy nhanh quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực thủy văn, hỗ trợ phát triển kinh tế xã hội. Kết quả được triển khai tại các trạm thủy văn thuộc Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Bộ

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Nguyễn Hữu Tài; Xử lý số liệu: Nguyễn Hữu Tài; Viết bản thảo bài báo: Nguyễn Hữu Tài, Hoàng Thị Ngân, Phạm Văn Chinh, Hoàng Việt Long, Nguyễn Thanh Tùng; Chỉnh sửa bài báo: Nguyễn Hữu Tài.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của nhiệm vụ: "Nghiên cứu xây dựng công nghệ thị giác máy tính (computer vision) để tự động xác định và đo mực nước thủy văn từ hình ảnh quan trắc".

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Nam Đức và cộng sự (2023), "Ứng dụng AI trong quan trắc mực nước bằng Camera Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 747, 113-126; doi:10.36335/VNJHM.2023(747).113-126 <http://tapchikttv.vn/>
2. Phạm Lê Phương và cộng sự (2021), "DigiMeto: Công cụ trợ giúp đọc giản đồ tự ghi Khí tượng thủy văn", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 725, 49-59.
3. Trần Văn Tình, Doãn Hà Phong (2017), "Sử dụng ảnh viễn thám và Gis nghiên cứu biến động đường bờ biển mũi Cà Mau", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 684, 35-40.

4. Nguyễn Quốc Hiệp, Nguyễn Vũ Việt(2019), "Cách tiếp cận mới xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng việc sử dụng ảnh viễn thám radar SENTINEL-1", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 706, 10-19.
5. Lãnh Bảo Trung và cộng sự (2018), "Nghiên cứu sử dụng số liệu định vị sét kết hợp với ảnh radar để cảnh báo đợt mưa lớn từ 01-06/8/2017 trên khu vực Tây Bắc", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 685, 48-53.
6. Phạm Thị Thanh Ngà (2019), "Nghiên cứu tương quan giữa đặc tính mây và mưa lớn cho khu vực Hồ Chí Minh bằng dữ liệu vệ tinh Himawari-8 và GSMaP", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 702, 21-30.
7. Trần Thành Công và cộng sự (2020), "Ứng dụng số liệu ảnh mây vệ tinh Himawari trong dự báo và cảnh báo mưa dông cho khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 713, 1-13.
8. Trần Anh Phương và cộng sự (2020), "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Google Earth Engine đánh giá sự thay đổi thảm thực vật theo không gian và thời gian ở Bến Tre trong mùa khô giai đoạn 2016-2020", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 713, 47-55.
9. Đặng Văn Đức (2013), *Phát triển phần mềm xử lý ảnh viễn thám trên nền phần mềm GRASS*, Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam, 10/02/2025. Trục tuyến: <https://vast.gov.vn/tin-chi-tiet/-/chi-tiet/phan-trien-phan-mem-xu-ly-anh-vien-tham-tren-nen-phan-mem-grass-3068-463.html>.
10. Ban biên tập (2020), *Áp dụng giải pháp nhận dạng ký tự quang học (OCR) trong biên mục tài liệu lưu trữ*, Thư viện lạc việt, 11/2/2025. Trục tuyến: <https://thuvien.lacviet.vn/vi/news/index/ap-dung-giai-phap-nhan-dang-ky-tu-quang-hoc-ocr-trong-bien-muc-tai-lieu-luu-tru>.
11. Markus Neteler and Helena Mitasava (2008), *Open source GIS: A GRASS GIS Approach*, second edition, The International Series in Engineering and Computer Science: Volume 773, 406 pages, 80 illus., Springer, New York
12. Tesseract OCR, <http://code.google.com/p/tesseract-ocr/>
13. Ray Smith (2007), "An Overview of the Tesseract OCR Engine", *IEEE Computer Society*, 629-633.
14. Chirag Patel (2012), "Optical Character Recognition by Open Source OCR Tool Tesseract: A Case Study", *International Journal of Computer Applications*, 55(10):50-56, DOI:10.5120/8794-2784.
15. ISO/IEC 15459-5:2014-Information technology-Automatic identification and data capture techniques - Unique identification - Part 5: Individual returnable transport items (RTIs).
16. Burboa, A. (2020), *PluvioReader: a software for digitizing weekly siphoning-type 1 pluviograph strip charts*, *Computers and Geosciences*, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2020.104463>.
17. Pons, F. (2016), "Hydrometry data rescue, a stake for the future", in the *Proceeding of 3rd European Conference on Flood Risk Management*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20160704021>.
18. Deidda, R. et al. (2007), "An automatic system for rainfall signal recognition from tipping bucket gage strip charts", *J. Hydrol.* 333, 400-412.
19. Radon, J. (2017), "Digitizing of Analogue Data-Charts from Thermohygrographs", *J. Applied Comput. Sci.* 25, 49-60.
20. She.; Teng, C. et al. (2021), "Polymer Optic Fiber Liquid Level Sensor: Review", *IEEE Sensors Journal*. 22, 1081-1091, DOI:10.1109/JSEN.2021.3132098.
21. Paul, JD et al. (2020), "Technical review of Lidar-based river level measurement", *Water source. Res.* 56 , e2019WR026810.
22. Li, S. et al. (2019), "Design Fluviograph Based on Micro Pressure Sensor", *Sensors*, 19, 4615.
23. Girum, KB et al. (2021), "Learning with Contextual Feedback Loops for Powerful Medical Image Segmentation", *IEEE Trans. Med. Images*, 40 , 1542-1554.
24. Li, G. et al. (2020), "A deep learning-based image enhancement method for autonomous driving at night", *Knowledge-based system*, 213, 106617.
25. Hu, C.-H. et al. (2020), "Restoring facial illumination for deep learning under severe light variations", *Pattern recognition*, 111, 107724.
26. Zhang, Z. et al. (2019), "Visually measuring water levels in complex lighting conditions", *Sensors* 19, 4141.

26. Eltner, A. et al. (2018), "Automated image-based water phase measurements for long-term observations in waterless batches", *Water source. Res.*, 54, 10362-10371.
27. Lo, S.-W. et al. (2015), "Visual Sensors for Urban Flood Monitoring", *Sensors*, 15, 20006-20029.
28. Girshick, R. et al. (2014), "Feature-rich hierarchies for precise object detection and semantic segmentation", *In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Columbus, OH, USA, 23-28 June 2014; pages 580-587.
29. Bottle, E.; Zhi, M. (2017), *Fast pedestrian detection algorithm based on deformable part model*. Proc. SPIE, 10420, 104200Q.
30. Girshick, R. (2015), "Quick R-CNN", *In Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Santiago, Chile, December 7-13, pages 1440-1448.
31. Ren, S. et al. (2015), "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with area recommendation networks", *Advance Neural Inf. Handling Syst. (NIPS)* 2015, 28, 91-99.
32. Dai, J. et al (2-16), "R-FCN: Area-Based Fully Valid Network Object Detection", *Advance Neural Inf. Handling Syst. (NIPS)* 2016, 29, 379-387.
33. Devries, T.; Taylor, GW (2017), "Improve the regularity of complex neural networks with CutOut", *arXiv 2017*, arXiv: 1708.04552. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1708.04552>.
34. Redmon, J. et al. (2016), "You See Only Once: Real-Time, Unified Object Detection", *In Proceedings of the IEEE 2016 Conference on Pattern Recognition and Computer Vision (CVPR)*, Las Vegas, NV, USA, June 27-30,; pages 779-788.
35. Redmon, J.; Farhadi, A. (2017), "YOLO9000: Better, Faster, Stronger", *In Proceedings of the 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Honolulu, HI, USA, July 21-26, 2017; pages 7263-7271.

AUTOMATICALLY DETERMINE AND MEASURE WATER LEVEL FROM MONITORING IMAGES

**Nguyen Huu Tai⁽¹⁾, Pham Van Chinh⁽¹⁾, Hoang Thi Ngan⁽¹⁾,
Nguyen Thanh Tung⁽¹⁾, Hoang Viet Long⁽²⁾**

⁽¹⁾*Center for Hydrometeorological Observation Techniques*

⁽²⁾*Southern and Central Highlands Hydrometeorological Station*

Received: 18/3/2025; Accepted: 18/4/2025

Abstract: *In the context of strong digital transformation, the application of computer vision technology to hydrological monitoring brings great potential in the automation of water level measurement. This paper presents a method for automatically identifying and measuring water levels from monitoring images on hydrographs and diagrams of automatic water level recorders, based on the OCR (Optical Character Recognition) and feature matching algorithms. This solution not only helps to improve accuracy and minimize errors for users, but also makes the most of the existing monitoring infrastructure at hydrological stations on the national network. The research results have been practically applied at hydrological stations, opening up a new direction for widespread development in multidisciplinary water level monitoring. With the advantages of low cost, easy exploitation, intuitiveness and suitability for complex terrain conditions, this method contributes to accelerating the digital transformation process in the field of hydrology, supporting socio-economic development.*

Keywords: *Automatic water level measurement, computer vision, handwriting recognition.*