

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN XÂY DỰNG MÔ HÌNH QUẢN LÝ, VẬN HÀNH HỆ THỐNG TƯỚI NƯỚC TỰ ĐỘNG

Nguyễn Quốc Hiệp, Lê Văn Lập

Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi

Tóm tắt: Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi (Trung tâm) đã kế thừa kết quả nghiên cứu từ các đề tài, dự án cấp Nhà nước, cấp Bộ về công nghệ thông tin, thiết bị tự động hóa do Trung tâm chủ trì thực hiện để tích hợp và phát triển thành mô hình quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động nhằm tăng cường năng lực quản lý, vận hành công trình thủy lợi, tăng hiệu quả sản xuất nông nghiệp, giảm thiểu tổn thất nước và khai thác có hiệu quả nguồn tài nguyên nước. Hệ thống này được Trung tâm liên tục nâng cấp, cập nhật các công nghệ mới tiên tiến trên thế giới và xây dựng các chức năng nhằm đáp ứng các yêu cầu của cơ quan quản lý cấp Trung ương và địa phương trên phạm vi cả nước.

Từ khóa: Hệ thống tưới tự động, SCADA, GIS

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay nhu cầu sử dụng nước của các ngành kinh tế, xã hội đang tăng nhanh, nhất là nước cho công nghiệp, sinh hoạt, nước cho nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi trong khi tài nguyên nước ở Việt Nam nói chung và ở khu vực tỉnh Quảng Ngãi nói riêng có hạn và đang bị suy thoái nhanh cả về số lượng lẫn chất lượng. Biến đổi khí hậu toàn cầu và khu vực đã và sẽ làm trầm trọng thêm các khó khăn và mức độ ác liệt của các thiên tai. Biến đổi khí hậu làm nhiệt độ tăng cao và nước biển dâng, dẫn đến: suy giảm tài nguyên nước, dòng chảy năm giảm, dòng chảy kiệt suy giảm lớn hơn (giảm từ -2% đến -24%), bốc thoát hơi nước tăng cao khiến nhu cầu sử dụng nước cũng tăng theo.

Vì vậy, việc xây dựng, thiết lập hệ thống hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động là rất cần thiết. Để xây dựng được hệ thống này, Trung tâm đã phối hợp với Chi cục Thủy lợi tỉnh Quảng Ngãi (cơ quan chủ trì) đăng ký và tổ chức thực hiện dự án KHCN: “Ứng dụng công nghệ thông tin thi điểm xây dựng mô hình quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động trên một phần diện tích

tưới của kênh NVC2 thuộc hệ thống kênh chính Nam Thạch Nham tại xã Nghĩa Lâm, huyện Tư Nghĩa, tỉnh Quảng Ngãi” với thời gian thực hiện là 34 tháng (sẽ hoàn thành trong tháng 4/2020) được Chủ tịch UBND tỉnh phê duyệt tại các Quyết định số: 1156/QĐ-UBND ngày 21/6/2017; 1826/QĐ-UBND ngày 26/10/2018; 1823/QĐ-UBND ngày 29/11/2019. Theo đó, dự án cần giải quyết được các vấn đề về công nghệ sau:

- Về thiết bị giám sát: phải thích ứng được với điều kiện khí hậu ở Việt Nam là nóng, ẩm; làm chủ được về công nghệ để khi gặp sự cố có thể sửa chữa hoặc thay thế để đảm bảo tính liên tục hoạt động của thiết bị, đồng thời giá thành phải phù hợp với điều kiện kinh tế của Việt Nam;
- Về cơ sở dữ liệu lớn (big data): cần có hệ thống máy chủ cho phép lưu trữ, xử lý dữ liệu phục vụ ngành thủy lợi như dữ liệu công trình thủy lợi, thửa đất, dữ liệu quan trắc,... đảm bảo hệ thống máy chủ hoạt động 24/24.
- Về phần mềm quản lý khai thác: phần mềm ứng dụng phải thân thiện với người dùng, có khả năng phân tích dữ liệu, dự báo, cảnh báo,

Ngày nhận bài: 19/3/2020

Ngày thông qua phản biện: 10/4/2020

Ngày duyệt đăng: 20/4/2020

tổng hợp báo cáo để hỗ trợ các đơn vị quản lý ra quyết định vận hành các công trình thủy lợi một cách tốt nhất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phương pháp kế thừa:

+ Trung tâm đã kế thừa kết quả nghiên cứu từ các đề tài/dự án cấp Nhà nước, cấp Bộ, cấp Tỉnh về công nghệ thông tin, thiết bị tự động hóa do Trung tâm chủ trì thực hiện để tích hợp và phát triển thành mô hình quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động;

+ Trung tâm đã kế thừa các thành tựu nghiên cứu về công nghệ thông tin trên thế giới, sử dụng các phần mềm mã nguồn mở: thư viện tương tác bản đồ Openlayer, thư viện tạo ảnh bản đồ MapServer, cơ sở dữ liệu PostgreSQL,... để xây dựng phần mềm.

- Phương pháp phân tích dữ liệu: Trung tâm đã sử dụng các dữ liệu thu thập được từ các trạm đo tự động, đo thủ công để phân tích, tính toán đưa ra các kết quả hỗ trợ điều hành hệ thống tưới.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

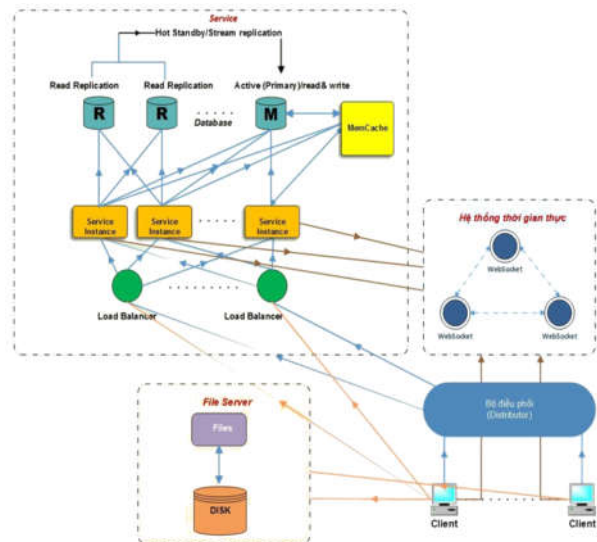
Kết quả nghiên cứu đạt được như sau:

3.1. Các công nghệ thành phần

- Công nghệ chế tạo các thiết bị giám sát, điều khiển: Trung tâm đã nghiên cứu chế tạo được các thành phần chính của hệ thống SCADA bao gồm: Thiết bị thu thập, lưu trữ và truyền số liệu từ xa (thiết bị RTU); Thiết bị đo lượng mưa, mực nước; Thiết bị đo độ mở tràn, cống,... Các sản phẩm với chất lượng tương đương ngoại nhập nhưng giá thành rẻ hơn 20-30%, đặc biệt có thể chủ động trong việc bảo hành, bảo trì sản phẩm, các thiết bị bị hỏng không cần thay mới, mà chỉ cần thay thế hoặc sửa chữa các linh kiện bên trong, chi phí rất thấp (chỉ bằng 5-10% so với thay mới). Các sản phẩm nghiên cứu của Trung tâm đã được áp dụng rộng rãi trong thực tế và đã phát huy được hiệu quả trong công tác

quản lý, giám sát hồ chứa, điều hành tưới, tiêu.. Sản phẩm do Trung tâm nghiên cứu chế tạo đã được khẳng định về chất lượng khi đưa vào sử dụng.

- Công nghệ lưu trữ dữ liệu lớn: Các số liệu trên được lưu trữ trên phạm vi cả nước, trong nhiều năm và là trung tâm dữ liệu cho các đơn vị khai thác sau này. Trung tâm đã nghiên cứu để xây dựng một mô hình đảm bảo an toàn về mặt dữ liệu, tốc độ truy vấn nhanh (hình 01):



Hình 1: Mô hình trung tâm cơ sở dữ liệu lớn

Hệ thống chia thành bốn khối như sau:

+ Bộ điều phối (Distributor): tiếp nhận các yêu cầu từ trình duyệt của máy khách để điều phối yêu cầu đến các khối khác nhau trong hệ thống.

+ Hệ thống thời gian thực: được xây dựng dựa trên WebSocket có nhiệm vụ truyền thông điệp đến các đích khác nhau trong thời gian thực. Người dùng không cần phải làm mới (refresh) lại trang web để nhận biết được các thông điệp mới.

+ File Server: tổ chức lưu trữ các loại tập tin khác nhau của hệ thống bao gồm bản đồ, ảnh vệ tinh.

+ Cơ sở dữ liệu: tổ chức lưu trữ dữ liệu theo mô hình single master nghĩa là có một máy chủ master tiếp nhận các yêu cầu ghi dữ liệu

và tự nhân bản dữ liệu cho N máy chủ đọc slave. Các máy chủ được truy cập thông qua các service được cài đặt trên các máy nhằm xác định các yêu cầu đến là truy vấn đến máy chủ master để ghi, truy vấn đọc từ các máy slave hay truy vấn đến các dữ liệu ít thay đổi được lưu trữ sẵn trong bộ nhớ MemCache. Các yêu cầu từ máy khách gửi đến sẽ phải đi qua một bộ cân bằng tải có nhiệm vụ phân phối các yêu cầu đến các máy chủ khác nhau trong hệ thống. Trong trường hợp máy chủ master lỗi, hệ thống sẽ tự thay quyền một máy chủ slave lên làm máy chủ master. Như vậy hệ thống cơ sở dữ liệu lớn đảm bảo được:

* Linh hoạt mở rộng dữ liệu theo thời gian;

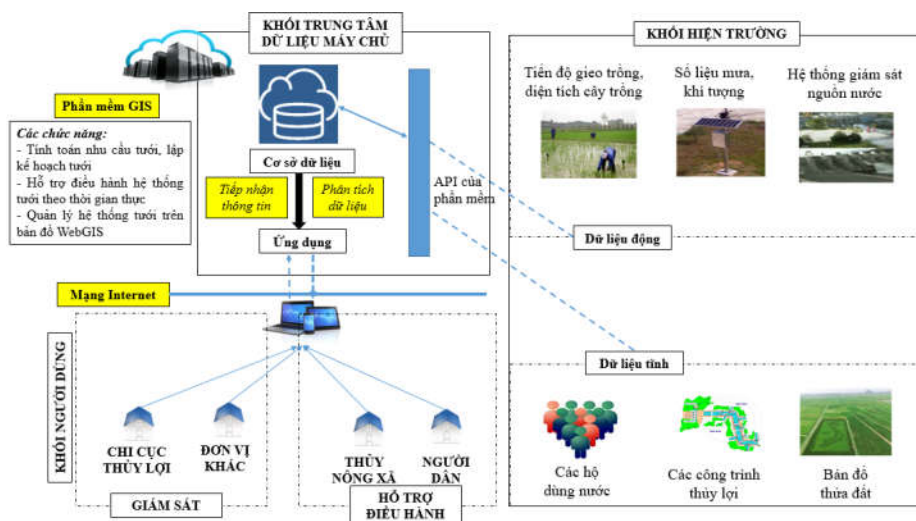
* An toàn dữ liệu, chạy ổn định 24/24 trong cả trường bị hỏng máy chủ thành phần.

- *Công nghệ phần mềm:* Hiện nay, sử dụng thiết bị di động và bản đồ số (GIS) để điều hành công việc đang là xu thế trên thế giới và ở Việt Nam, vì vậy Trung tâm đã sử dụng nền tảng công nghệ WebGIS để xây dựng và phát triển phần mềm. Công nghệ WebGIS hiện nay có hai xu hướng để phát triển phần mềm. Xu hướng thứ nhất: sử dụng công nghệ mã nguồn đóng của hãng ESRI để phát triển, ưu điểm của xu thế này là xây dựng, phát triển phần mềm đơn giản do

sử dụng các công cụ có sẵn, nhược điểm: cần phải mua bản quyền với giá tương đối cao (khoảng 600 triệu đồng cho một bản quyền). Xu thế thứ hai: Sử dụng mã nguồn mở của Hiệp hội phát triển mã nguồn mở, ưu điểm của xu thế này là không phải mất chi phí mua bản quyền phần mềm, nhược điểm là cần phải nghiên cứu mã nguồn để tích hợp và phát triển phần mềm. Để chủ động cho việc phát triển, triển khai phần mềm vào thực tế sau này và hiện tại không phải mua bản quyền, Trung tâm đã chọn cách tiếp cận phát triển phần mềm là sử dụng mã nguồn mở OpenLayers và MapServer.

3.2. Tích hợp các công nghệ đã được nghiên cứu để xây dựng mô hình quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động

Các kết quả nghiên cứu trên đã được Trung tâm tích hợp để tạo thành mô hình quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước. Hình 2 dưới đây là sơ đồ tổng thể kết quả xây dựng hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều khiển và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực dựa trên công nghệ WebGIS cho một phần diện tích tưới của kênh NVC2 thuộc hệ thống kênh chính Nam Thạch Nham tại xã Nghĩa Lâm, huyện Tư Nghĩa, tỉnh Quảng Ngãi.



Hình 2: Sơ đồ tổng thể thông tin quản lý, giám sát điều khiển và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực dựa trên công nghệ WebGIS

Trong đó:

(1). Khối thiết hiện trường: Cung cấp dữ liệu cho hệ thống hoạt động, dữ liệu bao gồm 2 loại là dữ liệu tĩnh và dữ liệu động. Dữ liệu tĩnh thường ít hay đổi, dữ liệu động là dữ liệu được thay đổi và cập nhật thường xuyên.

– Dữ liệu tĩnh:

+ Các hộ dùng nước: Là danh sách các đơn vị/hộ gia đình sử dụng nước.

+ Dữ liệu các công trình thủy lợi: Bao gồm công trình thủy lợi trên khu tưới như kênh, các cống trên kênh.

+ Bản đồ diện tích tưới: Là bản đồ diện tích tưới do kênh tưới phụ trách, trong đó gồm dữ liệu đất trồng và dữ liệu thông tin cây trồng. Toàn bộ dữ liệu đầu vào được

xử lý và cập nhật vào cơ sở dữ liệu lưu trữ.

– **Dữ liệu động:**

+ Tiến độ gieo trồng, diện tích cây trồng: Cập nhật thông qua giao diện phần mềm tiến độ gieo trồng từng ngày và diện tích trồng lúa, diện tích cây hoa màu.

+ Số liệu mưa, khí tượng: Là dữ liệu quan trắc của lượng mưa và khí tượng đo được theo thời gian dùng để phục vụ tính toán nhu cầu tưới (hình 03);

+ Hệ thống giám sát nguồn nước: Dữ liệu được truyền từ các thiết bị thu thập, lưu trữ và truyền số liệu từ xa (thiết bị RTU), thiết bị đo mực nước, thiết bị đo độ mở cống từ ngoài hiện trường về máy tính trung tâm (hình 03);



Hình 3: Trạm khí tượng và kiểm soát mực nước trên kênh tưới được lắp đặt tại kênh NVC2

(2). Khối trung tâm dữ liệu máy chủ:

Trên máy chủ cài đặt phần mềm quản lý, giám sát điều khiển và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực dựa trên công nghệ WebGIS, phần mềm có các chức năng sau:

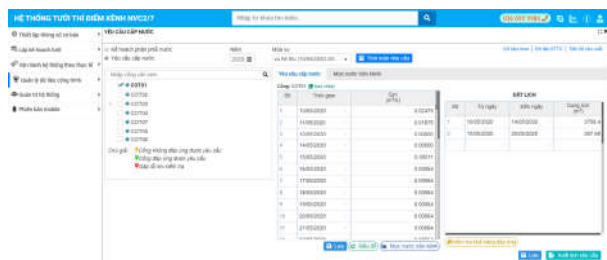
– Chức năng tính toán nhu cầu sử dụng nước, lập kế hoạch cấp nước:

+ Tính toán cân bằng nước về tổng lượng nước, trong trường hợp không đủ nguồn nước để cung cấp cho hệ thống thì cần phải khuyến cáo cho các hộ dùng nước để điều chỉnh tiến độ gieo trồng (nếu trong giai đoạn gieo trồng) hoặc thay đổi lịch tưới luân phiên (nếu trong giai đoạn tưới dưỡng). Trường hợp vẫn không đáp ứng được nhu cầu dùng nước thì cần phải

khuyến cáo các hộ dùng nước chuyển đổi cơ cấu cây trồng.

+ Tính toán đường mực nước trên hệ thống kênh, trong trường hợp mực nước trên kênh lớn hơn mực nước cho phép, cần phải điều chỉnh tiến độ gieo trồng (nếu trong giai đoạn gieo trồng) hoặc thay đổi lịch tưới luân phiên (nếu trong giai đoạn tưới dưỡng).

+ Hỗ trợ lập kế hoạch tưới cho các hệ thống tưới: Tự động tính toán theo giả lập khi người dùng điều chỉnh cơ cấu cây trồng, lịch gieo trồng, chế độ tưới luân phiên cho phù hợp với khả năng cấp nước của hệ thống (hình 04).



Hình 4: Giao diện lập kế hoạch tưới của phần mềm tại địa chỉ

<http://quangngai.thuyloivietnam.vn/>

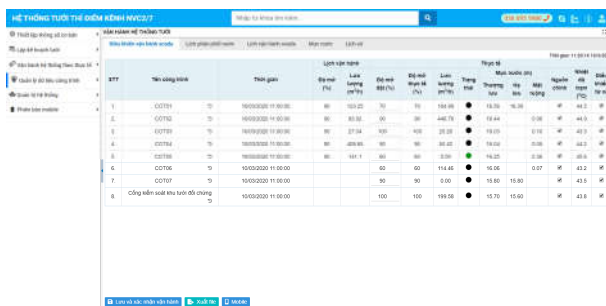
- Điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực:

+ Tính toán nhu cầu tưới và các điểm phân phối nước trên hệ thống từ các số liệu giám sát tự động theo thời gian thực và diện tích đồ ải, diện tích làm đất, diện gieo trồng được cập nhật trong ngày.

+ Tính toán lưu lượng đang cấp tại các điểm phân phối nước từ các số liệu giám sát theo thời gian thực.

+ Lập phương án điều chỉnh thời gian cho phù hợp với yêu cầu cấp nước.

+ Ra lệnh điều khiển vận hành hệ thống tưới từ trung tâm điều hành hoặc bất cứ đâu bằng máy tính, máy tính bảng, điện thoại smartphone có kết nối internet (hình 05).



Hình 5: Giao diện trang điều khiển, vận hành hệ thống tưới theo thời gian thực của phần mềm tại địa chỉ

<http://quangngai.thuyloivietnam.vn/>

- Chức năng quản lý công trình thủy lợi: quản lý toàn bộ hệ thống kênh và công trình trên kênh, diện tích tưới phụ trách của các cấp kênh của các hệ thống tưới trên nền bản đồ GIS nhằm tạo thành cơ sở dữ liệu về các công trình thủy lợi phục vụ công tác quản lý tài sản, sửa chữa nâng cấp hệ thống, nghiên cứu khoa học, quy hoạch,... (hình 06).



Hình 6: Giao diện trang chủ phần mềm tại địa chỉ <http://quangngai.thuyloivietnam.vn/>

(2). Khối người dùng:

Người dùng sử dụng các thiết bị có kết nối mạng Internet như máy tính, máy tính bảng, điện thoại Smartphone để sử dụng phần mềm quản lý, giám sát điều khiển và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực dựa trên công nghệ WebGIS.

4. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng khoa học công nghệ để tạo ra công cụ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý,

vận hành hệ thống tưới nước tự động (theo xu hướng cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư) do Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi phối hợp với các cơ quan, đơn vị chức năng ở các địa phương thực hiện được áp dụng vào thực tế đã bước đầu phát huy hiệu quả, góp phần hiện đại hóa hệ thống công trình thủy lợi, tăng cường năng lực quản lý, vận hành công trình thủy lợi, tăng hiệu quả sản xuất nông nghiệp, giảm thiểu tổn thất nước và khai thác có hiệu quả nguồn tài

nguyên nước.

Với những kết quả đạt được từ thực tế triển khai hoàn toàn có cơ sở để khẳng định việc ứng dụng khoa học công nghệ đã và đang phát huy hiệu quả tại các địa phương đã áp dụng. Do vậy công cụ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý, vận hành hệ thống tưới nước tự động nên được khuyến khích để dần từng bước được sử dụng trên phạm vi toàn quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Quốc Hiệp (2017), Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực, Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 57-59;
- [2] Module an toàn đập, hồ chứa, hệ thống cơ sở dữ liệu ngành thủy lợi <http://thuyloivietnam.vn>.