



รายงานการวิจัยและนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
Development of Automated Reservoir Management System in
Chao Phraya River Basin

โดย
รศ.ดร.อารีญา ฤทธิมา และคณะ
มหาวิทยาลัยมหิดล

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2566
พ.ศ. 2567

รายงานการวิจัยและนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
Development of Automated Reservoir Management System in Chao Phraya River Basin

โดย
รศ.ดร.อารีญา ฤทธิมา และคณะ
มหาวิทยาลัยมหิดล

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2566
พ.ศ. 2567

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติทุนอุดหนุนกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2566 ภายใต้หัวข้อวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา” โดยดำเนินการผ่านศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะนักวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกท่านของสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กองการจัดการทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าร่วมกิจกรรม CO-RUN สนับสนุนด้านข้อมูลวิจัย รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นอย่างดี นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อปรับแก้รายงานวิจัยให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

ทางคณะนักวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่ง ผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้จะได้รับการผลักดันให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการน้ำของประเทศต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.อารียา ฤทธิมา
หัวหน้าโครงการวิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดจากการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัยในแผนงานที่ 3 เรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเสริมการเพิ่มน้ำต้นทุนของเขื่อนหลักเพื่อการพัฒนาลุ่มน้ำเจ้าพระยา” ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์ของโครงการวิจัยเข้มแข็ง ด้านสังคม การบริหารจัดการน้ำ ประจำปีงบประมาณ 2564 สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งบทบาทสำคัญของคณะวิจัยภายใต้โครงการวิจัยเข้มแข็งด้านการบริหารจัดการน้ำนั้น ได้มีการขับเคลื่อนผลการดำเนินงานวิจัยและผลลัพธ์จากงานวิจัยบางส่วนเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ผ่านกิจกรรม CO-RUN ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยในการทดสอบ CO-RUN ได้มีการเชื่อมโยงและส่งต่อข้อมูลผลลัพธ์ในแต่ละโครงการวิจัยย่อยของแผนงานวิจัยที่ 3 มาใช้ในงานบริหารเขื่อน-อ่างเก็บน้ำเพื่อกำหนดแนวทางการระบายน้ำล่วงหน้าทุกสัปดาห์ ด้วยเหตุนี้ ระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติ (Automated Reservoir Management System) จึงได้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้ โดยระบบสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทั้งในส่วนของกรนำเข้าข้อมูลส่วนต่าง ๆ การรันโปรแกรมเพื่อประมวลผลผลลัพธ์จากแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบและพัฒนาโดยอาศัยเทคโนโลยีด้านประดิษฐ์ไว้จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา รวมถึงการแสดงผลจากแบบจำลองเพื่อรายงานผลและสนับสนุนการตัดสินใจในงานบริหารเขื่อน-อ่างเก็บน้ำแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกำหนดการระบายน้ำรายวันของ 4 เขื่อนหลักในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนของเขื่อนหลักในระยะยาว เพื่อตอบสนองความต้องการน้ำในภาคเกษตรกรรมและนอกภาคเกษตรกรรมในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) สำหรับงานด้านปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำและการปรับตัวมีชื่อเสียงมากขึ้น เป็นลำดับในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มีการเน้นย้ำถึงความสำคัญของ AI ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีอยู่ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ AI ยังช่วยในการตัดสินใจที่ดีขึ้นในหลาย ๆ ด้านสำหรับผู้ปฏิบัติงานซึ่งกำลังเผชิญอยู่กับสถานการณ์น้ำท่วมและภัยแล้งที่รุนแรงได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติที่ใช้ AI สำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งมอบเครื่องมือปฏิบัติการที่ทันสมัยสำหรับหน่วยงานปฏิบัติการหลักในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทย ด้วยเหตุนี้ แบบจำลองการโปรแกรมแบบข้อจำกัด (Constraint Programming, CP) สำหรับจำลองระบบการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง และแบบจำลองการพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง (Machine Learning, ML) ได้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการพัฒนาระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทั้งนี้เพื่อกำหนดปริมาณการระบายน้ำที่เหมาะสมของ 4 เขื่อนหลัก ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยระบบสามารถประมวลผลและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่สะดวกและใช้งานได้ง่าย โดยมีข้อมูลนำเข้าหลักในแบบจำลองได้แก่ ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลปริมาณฝนคาดการณ์ ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลประมาณการ Potential Side Flow และข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานที่ทำการประเมินโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติผ่าน API จากระบบคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ และโครงการวิจัยในแผนงานที่ 3 นอกจากนี้ ระบบยังออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าสถานการณ์สมมติต่าง ๆ ของแบบจำลองการโปรแกรมแบบข้อจำกัดได้ เช่น ประเภทของแบบจำลอง เปอร์เซ็นต์ Potential Side Flow ขีดจำกัดสูงสุดของปริมาณน้ำเก็บกัก และรูปแบบของข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำ ซึ่งพีเจอาร์แบบอินเทอร์แอกทีฟนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์และความสามารถของระบบได้อย่างชัดเจนแบบเรียลไทม์ อาจกล่าวได้ว่า ระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้นับได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างในลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีประสิทธิภาพจากความสามารถในการแสดงผลข้อมูลประกอบการตัดสินใจที่จะช่วยให้สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทช.) สามารถนำไปใช้ในการกำหนดแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้งระยะสั้นและระยะยาวได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคงด้านน้ำและบรรเทาปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งในภูมิภาคในที่สุด

คำสำคัญ: ระบบการจัดการอ่างเก็บน้ำแบบอัตโนมัติ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้แบบเครื่องแบบจำลองการโปรแกรมแบบข้อจำกัด ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Abstract

Artificial Intelligence (AI) technologies for reservoir operation and adaptability have grown in reputation in recent decades. It is emphasized that AI is a powered solution to hold the key to optimizing current water supply sources properly. Moreover, AI can offer enhanced decision-making capabilities in various ways for dam operators facing critical flood and drought situations. This study developed the automated AI-based decision support system for multiple reservoir management in the Chao Phraya River Basin (CPYRB) aiming to deliver modern operative tool for key operational agencies in water resource management in Thailand. The Constraint Programming (CP) model for multiple reservoir operation system in CPYRB and reservoir inflow prediction model using Machine Learning (ML) technique were developed to specify the optimal volume of reservoir releases of 4 main dams namely, Bhumibol (BB), Sirikit (SK), Khwae Noi Bumrung Dan (KNB), and Pasak Cholasite (PS). The main focus of this study was to develop the automated reservoir management system which can be fully processed and visualized their results through a user-friendly web service. The key input data for the model such as reservoir data, predicted rainfall, predicted inflow, estimated potential side flow, and estimated satellite-based water demand was automatically accessed through an API from National Hydroinformatics Data Center, Thailand (NHC) and Research Project (Plan 3). Additionally, the provided CP model's scenario settings empower users to adjust factors like model types, percentage of potential side flow, storage limit, and water demand scenarios. This interactive feature allows users to proactively analyze diverse outcomes and explore the system's capabilities. As a result, the automated reservoir management system can be proven as an effective supportive tool in decision making for real-time multiple reservoir operation in CPYRB. This effectiveness stems from its ability to provide crucial information, allowing the Office of National Water Resource of Thailand (ONWR) to formulate effective short-term and long-term water resource management plans, ultimately strengthening water security against floods and droughts in the region.

Key Words: Automated Reservoir Management System, Artificial Intelligence Technology, Machine Learning, Constraint Programming, Chao Phraya River Basin