

Công nghệ dự báo lũ khi xét đến tính bất định của mô hình thủy văn: Cơ sở lý thuyết

Nguyễn Tiền Giang^{1,*}, Daniel van Putten², Phạm Thu Hiền¹

¹Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

²Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Twente, PO Box 217, 7500AE, Enschede, Hà Lan

Nhận ngày 25 tháng 11 năm 2009

Tóm tắt. Mô hình toán ngày càng trở thành công cụ hữu hiệu đối với dự báo khí tượng thủy văn nói chung và dự báo lũ nói riêng. Độ chính xác của kết quả dự báo lũ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: số liệu quan trắc, xử lý số liệu, mô hình ứng dụng, bộ thông số tối ưu, điều kiện biên, điều kiện ban đầu... Các sai số yếu tố có thể gặp trong dự báo lũ tạo nên một khoảng bất định, ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả dự báo. Do đó cần thể hiện tính bất định vào kết quả mô hình dự báo lũ bằng cách đưa ra một khoảng giá trị dự báo thay vì một giá trị duy nhất của mỗi yếu tố tại một thời điểm cần dự báo. Bài báo này giới thiệu cơ sở lý thuyết được nhóm tác giả áp dụng để xây dựng một sơ đồ cùng các công cụ tính toán dự báo lũ cho lưu vực sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi. Cốt lõi của công nghệ là phương pháp ước lượng bất định GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation) nhằm tính toán và thể hiện khoảng bất định dự báo sử dụng phân tích Monte Carlo cùng với ước lượng Bayes và/hoặc tập mờ.

Từ khóa: WetSpa, GLUE, mô hình thủy văn, dự báo lũ, khoảng bất định

1. Giới thiệu

Dự báo lũ hiện vẫn luôn là một bài toán khó đối với các nhà khoa học, các chuyên gia dự báo khí tượng thủy văn không chỉ Việt Nam mà cả các nước tiên tiến trên thế giới. Có thể phân loại các phương pháp dự báo thủy văn ra thành các nhóm như: hồi quy, phân tích chuỗi thời gian, mô hình nhận thức, thống kê khách quan, tổng hợp địa lý, địa mạo... Trong dự báo lũ (hạn ngắn) thì nhóm phương pháp sử dụng các

mô hình nhận thức đang được phát triển và ứng dụng rộng rãi nhất. Nguyễn Thanh Sơn đã tổng quan khá đầy đủ các mô hình nội và ngoại như HYDROGIS, KOD, VRSAP, NLRMM, HMC, SSARR, TANK, NAM, MIKE, MARINE, v.v. được ứng dụng ở Việt Nam [1].

Ở nước ta, đã có nhiều các công trình công bố liên quan đến nghiên cứu, xây dựng công nghệ dự báo lũ. Bùi Văn Đức và nnk (2000), đã nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mực nước lũ sông Cửu Long tại Tân Châu và Châu Đốc; Cao Đăng Dư (2003, 2005) đã đề xuất các quy trình dự báo, cảnh báo lũ trên các sông Trà

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-35581283
E-mail: giangnt@vnu.edu.vn

Khúc và sông Vệ; Đặng Ngọc Tĩnh (2002) đã đề nghị áp dụng tin học trong dự báo, cảnh báo lũ Miền Trung; Nguyễn Lan Châu và nnk (2000) đã đề xuất công nghệ dự báo lũ thượng lưu hệ thống sông Thái Bình; Trần Tân Tiến và nnk (2006) đã xây dựng công nghệ dự báo lũ bằng mô hình số thời hạn 3 ngày cho khu vực Trung Bộ Việt Nam; Trần Thục và nnk (2003) đã xây dựng công nghệ dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Kết quả thu được từ những công trình này đã và đang mang lại những lợi ích thiết thực trong việc phòng chống lũ lụt, góp phần phát triển kinh tế xã hội [2].

Tuy nhiên để các mô hình thủy văn có thể áp dụng trong dự báo nghiệp vụ cần phải mất nhiều công sức tìm được bộ tham số của mô hình, đặc biệt với các mô hình thủy văn phân phối. Hơn nữa, do thiếu sự hiểu biết về lưu vực nghiên cứu và số liệu thực đo nên dẫn đến các trường hợp có nhiều bộ tham số trong mô hình hay nhiều mô hình cùng đưa ra kết dự báo có chất lượng như nhau [3, 4]. Để chọn được một mô hình cùng bộ thông số có thể dùng trong dự báo tác nghiệp cho một trường hợp cụ thể, các thành phần sau đây cần được xác định, đo đạc và ước lượng [5]: (1) Mô hình: cấu trúc, các tham số, các biến trạng thái, điều kiện ban đầu và điều kiện biên, và (2) Dữ liệu: giá trị đo đạc các biến vào và ra mô hình. Tất cả các thành phần trên đều chứa đựng tính bất định làm ảnh hưởng đến giá trị dự báo. Vì vậy, đánh giá độ bất định cấu trúc, tham số và số liệu đầu vào của mô hình dự báo đóng vai trò rất quan trọng [6, 7]. Đồng thời, vai trò của việc lượng hoá các loại bất định trong dự báo, đặc biệt là dự báo lũ ở nước ta hiện nay chưa được xem xét và đánh giá đúng.

Từ những nhận định trên, bài báo này giới thiệu phương pháp ước lượng bất định (GLUE)

và quy trình ứng dụng nó trong bài toán dự báo lũ cho lưu vực sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi. Mô hình thủy văn phân phối WetSpa [8, 9], là mô hình được sử dụng đồng thời với phương pháp GLUE, đã được giới thiệu bởi Nguyễn Tiên Giang và Nguyễn Thị Thủy [7]. Phần kết quả ứng dụng sẽ được trình bày trong bài báo kế tiếp (Xây dựng công nghệ dự báo lũ cho lưu vực sông Vệ khi xét đến tính bất định tham số của mô hình dự báo: Ứng dụng).

2. Cơ sở lý thuyết của công nghệ dự báo lũ có xét tới tính bất định của mô hình

Như trên đã nêu, để khắc phục những tồn tại của các phương pháp dự báo, xu hướng nghiên cứu hiện nay của nhiều chuyên gia dự báo trên thế giới là sử dụng phương pháp ước lượng bất định (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation - GLUE).

Phương pháp GLUE được đưa ra bởi Beven và Binley [10] nhằm xác định và tính toán độ bất định trong các mô hình. Với mục đích ban đầu là tìm phương pháp hiệu chỉnh và ước tính độ bất định trong mô hình phân phối. Cơ sở của phương pháp GLUE dựa trên quan điểm cho rằng: từ cấu trúc mô hình, số liệu quan trắc đến kiểm định và hiệu chỉnh mô hình đều tồn tại những sai số nhất định. Vì vậy không thể xác định được một bộ thông số chính xác tuyệt đối đại diện cho mô hình. Từ đó, phương pháp GLUE không tập trung vào tìm một bộ thông số tối ưu mà xác định một tập hợp các thông số phù hợp dựa vào mô phỏng Monte Carlo [10]. Phương pháp GLUE cho phép tính toán bất định, ngoài ra có thể cập nhật khoảng bất định dựa trên bộ dữ liệu đầu vào mới. Phương pháp GLUE được cụ thể hóa qua 5 bước chính sau:

1. Lựa chọn hay định nghĩa một chỉ tiêu để đánh giá độ phù hợp

2. Xác định khoảng giá trị và hàm phân bố của các tham số

3. Thiết lập quy trình sử dụng chỉ tiêu đánh giá phù hợp để tính toán khoảng bất định

4. Thiết lập quy trình cập nhật độ phù hợp khi có thêm số liệu

5. Đánh giá giá trị của chuỗi số liệu bổ sung đối với thay đổi giá trị khoảng bất định.

Với mục tiêu của bài báo nêu trên, các bước 1 đến 4 sẽ được trình bày chi tiết dưới đây. Đồng thời sự khác biệt khi áp dụng chúng cho chế độ mô phỏng và dự báo cũng được đề cập.

2.1. Xác định chỉ tiêu đánh giá độ phù hợp

Đây là bước đầu tiên để đưa ra một chỉ tiêu đánh giá mức độ phù hợp cho bộ tham số. Chỉ tiêu đánh giá cho biết mức độ phù hợp của mô phỏng (với mỗi bộ tham số) so với thực tế. Theo [10] chỉ tiêu đánh giá phải tuân thủ một số đặc điểm nhất định. Giá trị của chỉ tiêu nên bắt đầu từ giá trị 0 đối với tất cả các mô phỏng cho kết quả hoàn toàn không phù hợp với thực tế và đơn điệu tăng khi mức độ phù hợp giữa kết quả mô phỏng và thực tế tăng. Đặc tính này có thể thỏa mãn bởi nhiều công thức, do đó người sử dụng mô hình có thể lựa chọn nhiều chỉ tiêu đánh giá phù hợp. Các nghiên cứu từ trước đã sử dụng các chỉ tiêu phù hợp khác nhau, và chúng đều bao gồm hai thành phần: công thức xác định chỉ tiêu và giá trị ngưỡng loại bỏ.

- Trong phương pháp GLUE thường sử dụng chỉ tiêu Nash, được xác định bởi công thức sau:

$$NS_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^M (Q_{s_{i,j}} - Q_{o_j})^2}{\sum_{j=1}^M (Q_{o_j} - Q_{o_{ave}})^2} \quad (1)$$

Trong đó:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$ là số lần mô phỏng

NS_i là chỉ số phù hợp của lần mô phỏng thứ i

$j = 1, 2, 3, \dots, M$ là bước của của mô phỏng

$Q_{s_{ij}}$ là lưu lượng tính toán của lần mô phỏng thứ i tại thời điểm của bước thời gian j

Q_{o_j} là lưu lượng quan trắc tại bước thời gian j

$Q_{o_{ave}}$ là lưu lượng trung bình quan trắc được

Chỉ tiêu thứ hai là chỉ tiêu hiệu quả mô hình (ME) đã được sử dụng nhiều trong GLUE. Công thức xác định hiệu quả mô hình như sau:

$$L_i = \exp\left(-W \frac{\sigma_i^2}{\sigma_0^2}\right) \quad (2)$$

Trong đó:

$i = 1, 2, \dots, N$ là số lần mô phỏng

L_i là mức độ phù hợp của mô phỏng thứ i

σ_i là phương sai của số dư của lần mô phỏng thứ i

σ_0 là phương sai của các giá trị quan trắc

W là trọng số có thể điều chỉnh được

Trong nghiên cứu này W có thể tăng từ giá trị 1, 5, ... 100. Theo Blassone (2008) thì với $W = 5$ là hợp lý đối với tính toán bất định.

Theo [10] sử dụng chỉ tiêu phương sai EV (error variance), được tính như sau:

$$L_i = (\sigma_i^2)^{-V} \quad (3)$$

Trong đó:

$i = 1, 2, \dots, N$ là số lần thực hiện mô phỏng

L_i là độ phù hợp của mô phỏng thứ i

σ_i^2 là phương sai của số dư của lần mô phỏng thứ i

V là trọng số

Trong phạm vi nghiên cứu này V tăng từ 1, 5, 10. Với giá trị $V = 5$ được chỉ ra là phù hợp với đánh giá độ bất định

- Giá trị ngưỡng loại bỏ: là một giá trị dùng để phân biệt các mô phỏng được chấp nhận và không phù hợp. Các mô phỏng không phù hợp có trị số các chỉ tiêu đánh giá bằng 0 và các mô phỏng này bị loại bỏ trong quá trình ước lượng khoảng bất định. Trong thực tế giá trị ngưỡng loại bỏ này thường là một giá trị xác định của một chỉ tiêu đánh giá (ví dụ chỉ tiêu $NS > 0.8$).

Với chỉ tiêu đánh giá thứ nhất, Andersen, Refsgaard, và Jensen (2001) đã sắp xếp mức độ mô phỏng từ kém, trung bình và tốt với giá trị giới hạn là 0,7: NS nhỏ hơn 0,7 được đánh giá là mô phỏng kém, từ 0,7 trở lên được đánh giá là trung bình đến tốt (NS càng cao càng tốt).

Với chỉ tiêu đánh giá thứ hai, giá trị ngưỡng được đưa ra dựa trên thử nghiệm của Lamb, Beven và Myrabo (1998) là 10% các mô phỏng cho giá trị tốt nhất.

Theo Beven và Binley thì với chỉ tiêu đánh giá thứ ba không có giá trị giới hạn của chỉ tiêu, nghĩa là các mô phỏng đều được đưa vào trong ước lượng khoảng bất định.

2.2. Xác định khoảng giá trị và hàm phân bố của các tham số

Trong phương pháp GLUE, việc xác định khoảng giá trị của các tham số là cần thiết. Độ rộng của dải giá trị phải phù hợp. Nếu rộng quá sẽ dẫn đến những mô phỏng không cần thiết, ngược lại sẽ bỏ qua nhiều giá trị của tham số. Trong bước này cần phải chú ý:

- Lựa chọn tham số: cần xem xét các tham số nào có ảnh hưởng thực sự đối với điều kiện

thực tế áp dụng. Có thể dùng phân tích độ nhạy để lựa chọn các tham số này.

- Xác định khoảng giá trị và hàm phân bố các tham số: thông thường các khoảng giá trị của các tham số được xác định từ các nghiên cứu trước đây và đối với hàm phân bố thường được lấy là hàm phân bố đều khi ta không biết nhiều về giá trị của chúng.

- Phương pháp chọn mẫu: có hai phương pháp chính là chọn mẫu ngẫu nhiên (Monte Carlo) và chọn mẫu theo phương pháp siêu lập phương Latin (Latin Hypercube Sample - LHS).

2.3. Thiết lập quy trình sử dụng chỉ tiêu đánh giá độ phù hợp để tính toán khoảng bất định

Sau khi xác định chỉ tiêu đánh giá và khoảng giá trị ban đầu của tham số, sử dụng phương pháp phân tích Monte Carlo tính toán với nhiều bộ thông số. Trong thực tế nếu thời gian mô phỏng dài (đối với các mô hình phân phối), người ta thường sử dụng phương pháp chọn LHS để tăng hiệu quả của quá trình tính toán. Thực chất LHS là phương pháp Monte Carlo cải tiến. Trong nghiên cứu này, phương pháp LHS được sử dụng và số mẫu mô phỏng là 200.

Với mỗi bộ thông số được tạo ra bởi phương pháp LHS, mô hình WetSpa sẽ tính toán được lưu lượng dòng chảy ra. Từ đó giá trị của chỉ tiêu đánh giá đã chọn được tính toán. Có thể sử dụng một trong ba chỉ tiêu đánh giá nêu trên. Trong nghiên cứu này cả ba chỉ tiêu đánh giá được thử nghiệm. Do quy trình tính toán chỉ áp dụng với một chỉ tiêu nên sau đây là mô tả các bước tiếp theo khi sử dụng một chỉ tiêu duy nhất.

Khi các giá trị của chỉ tiêu đánh giá được xác định, các mô phỏng được chấp nhận ($NS_i >$

0.7) được giữ lại để tính toán khoảng bất định bằng việc sử dụng giá trị ngưỡng loại bỏ. Giá trị của các chỉ tiêu của các mô phỏng được chấp nhận sau đó được biến đổi sao cho tổng của chúng bằng một đơn vị theo công thức sau:

$$RL_i = L_i / (L_1 + L_2 + \dots + L_n) \quad (4)$$

Trong đó: RL_i là giá trị biến đổi chỉ số độ phù hợp của mô phỏng thứ i , L_i giá trị của chỉ số phù hợp của mô phỏng thứ i , L_1 and L_2 tương ứng là giá trị của các chỉ số phù hợp của các mô phỏng được chấp nhận thứ nhất và thứ hai, và L_N là giá trị của chỉ số của mô phỏng cuối cùng được đánh giá là phù hợp khi dùng giá trị ngưỡng loại bỏ.

Ở mỗi bước thời gian, giá trị lưu lượng ứng với 5% và 95% của hàm phân bố lũy tích các chỉ số phù hợp được sử dụng làm khoảng bất định của giá trị dự báo. Lưu lượng $Q_{5\%}$ và $Q_{95\%}$ được xác định bởi công thức 5.

$$Q_{n\%} = Q_{nnb} + \frac{CL_{n\%} - CL_{nnb}}{CL_{nna} - CL_{nnb}} (Q_{nna} - Q_{nnb}) \quad (5)$$

Trong đó, $Q_{n\%}$ là lưu lượng tương ứng với $n\%$ của hàm phân bố lũy tích các chỉ số phù hợp; $CL_{n\%}$ là giá trị của chỉ số phù hợp tương ứng với $n\%$ của hàm phân bố lũy tích các chỉ số phù hợp; CL_{nna} , CL_{nnb} tương ứng là giá trị của các chỉ số phù hợp ngay trên và dưới giá trị $CL_{n\%}$; Q_{nna} và Q_{nnb} tương ứng là giá trị lưu lượng ngay trên và dưới giá trị $Q_{n\%}$.

2.4. Thiết lập quy trình cập nhật độ phù hợp khi có thêm số liệu

Trong quy trình tính toán bất định theo phương pháp GLUE, có thể cập nhật giá trị chỉ tiêu đánh giá độ phù hợp khi có dữ liệu mới. Sau đó các giá trị này có thể được cập nhật, sử dụng phương trình Bayes:

$$L(\Omega y) = L(\Omega|y)L(\Omega) \quad (6)$$

Trong đó:

$L(\Omega)$ là phân phối các chỉ tiêu phù hợp của tập các bộ tham số trước khi cập nhật

$L(\Omega|y)$ là phân phối các chỉ tiêu phù hợp khi có các số liệu mới (trước khi áp dụng ngưỡng)

$L(\Omega y)$ là phân phối các chỉ tiêu phù hợp của tập các bộ tham số sau khi cập nhật (trước khi áp dụng ngưỡng loại bỏ)

Phân phối các chỉ tiêu phù hợp được cập nhật sau đó được sử dụng để cập nhật khoảng bất định. Chú ý rằng khi sử dụng các chỉ tiêu ME, EV, giá trị ngưỡng loại bỏ có thể giữ nguyên. Còn khi sử dụng chỉ tiêu NS thì ngưỡng giá trị loại bỏ cần được tính lại theo công thức sau:

$$NS > 0,7^n \quad (7)$$

với n là số tập số liệu được bổ sung.

2.5. Chế độ mô phỏng và chế độ dự báo

Các quy trình tính toán và cập nhật chỉ tiêu phù hợp có thể sử dụng trong cả chế độ mô phỏng và chế độ dự báo. Đối với chế độ mô phỏng thì số liệu mưa và dòng chảy đã có sẵn, và từ những dữ liệu này các bước trong phương pháp GLUE thực hiện tính toán ước lượng và cập nhật bất định. Do số liệu về lưu lượng thực đo đã có nên đường quá trình thực đo cùng các khoảng giá trị bất định có thể cùng vẽ lên trên một biểu đồ để xem xét tính phù hợp. Đối với chế độ dự báo thì số liệu dòng chảy chưa có. Số liệu mưa đưa vào quy trình là mưa thiết kế hay mưa dự báo, từ đó mô hình WetSpa sẽ sử dụng bộ thông số ban đầu để tính toán dòng chảy và sử dụng các chỉ số phù hợp được xác định trước cộng với lũ mô phỏng để tính toán khoảng bất

định. Và như vậy, quy trình chỉ có thể áp dụng được ở chế độ dự báo sau khi đã áp dụng nó ở chế độ mô phỏng.

3. Kết quả vào thảo luận

Tóm lại, phương pháp ước lượng bất định GLUE đã được khai triển theo các quy trình đã trình bày ở phần 2 để áp dụng cho dự báo lũ sử dụng mô hình WetSpa. Ngôn ngữ Matlab đã được sử dụng để thực hiện các bước trong phương pháp GLUE. Trong đó bao gồm hai quy trình chính như sau:

3.1. Quy trình ước lượng khoảng bất định

Kết quả xây dựng quy trình phương pháp ước lượng bất định bằng phần mềm Matlab thể hiện trong hình 1.

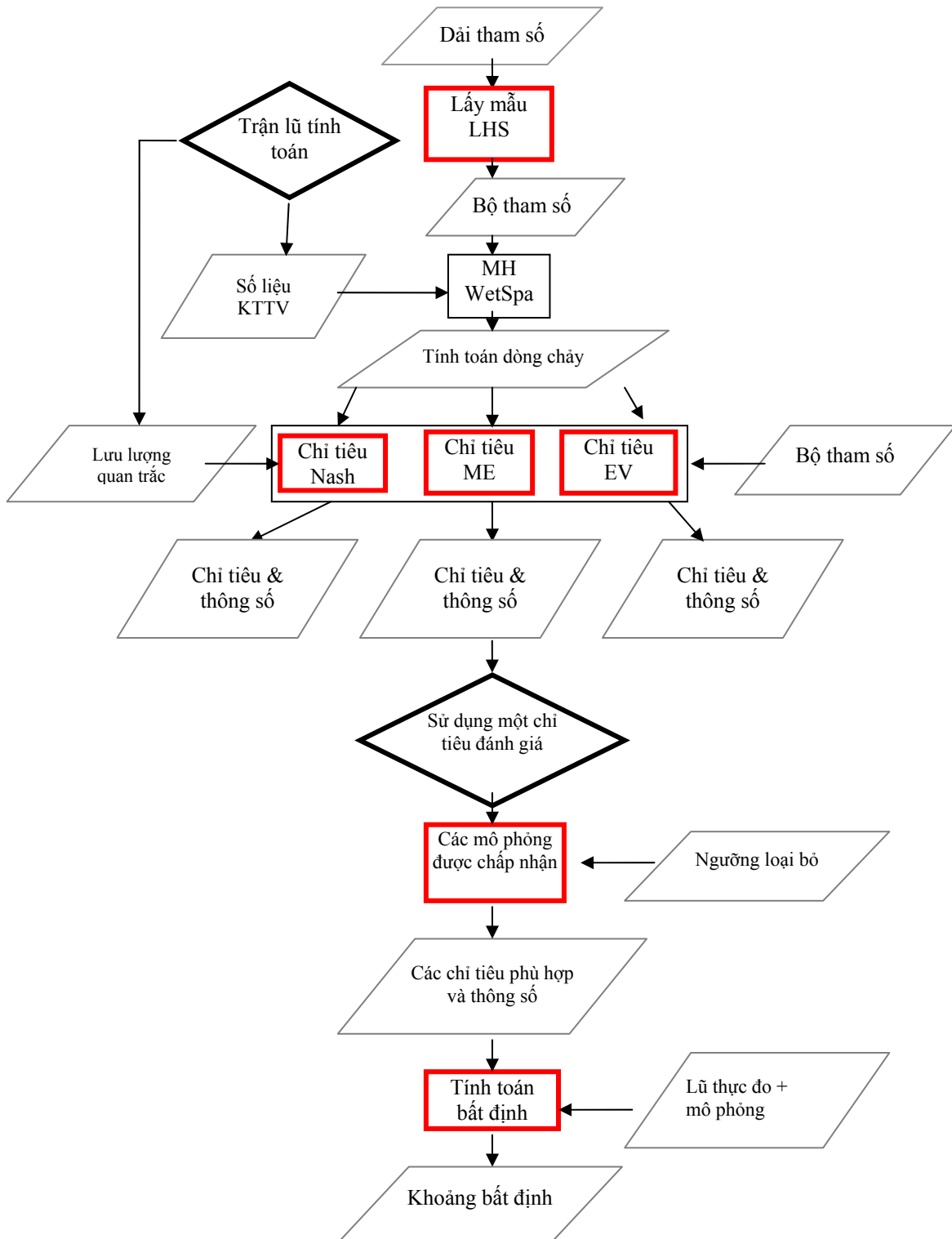
- Phương pháp chọn mẫu LHS: được dùng để tạo ra một bộ tham số ngẫu nhiên từ các dãy số. Giới hạn của các dãy số này được ghi lại trong cơ sở của LHS trong phần mềm Matlab. Vì vậy khi muốn thay đổi giới hạn thì phải sử dụng phương pháp chọn mẫu LHS và xác định rõ số lượng các tham số và khoảng giá trị của các tham số.

- Mô hình WetSpa: cần 2 loại dữ liệu đầu vào là số liệu KTTV và bộ tham số. Mô hình WetSpa chỉ có thể mô phỏng được 1 trận lũ tại thời điểm, do đó khi sử dụng cần phải lựa chọn 1 trận lũ để mô phỏng hay chạy mô hình nhiều lần cho các trận lũ khác nhau. Ngoài ra, bộ thông số phải được ghi lại theo đúng định dạng theo hướng dẫn của mô hình và số lượng bộ thông số trong 1 file dữ liệu tối đa là 1000 (nếu lớn hơn thì mô hình không xử lý được).

- Các chỉ tiêu NS, ME, EV: từ kết quả mô phỏng của mô hình sẽ thu được giá trị các chỉ tiêu phù hợp từ các chỉ tiêu đánh giá nêu trong mục 2.1 bằng các tập lệnh Matlab. Để thực hiện tập lệnh này cần hai dữ liệu đầu vào là lưu lượng tính toán bằng mô hình WetSpa và lưu lượng thực đo.

- Các mô phỏng được chấp nhận: trong tập lệnh Matlab này có thể xử lý một chỉ tiêu phù hợp và 1 trận lũ tại 1 thời điểm xác định. Dữ liệu đầu vào của nó gồm: các chỉ số phù hợp, các bộ thông số và các lưu lượng mô phỏng cũng như thực đo.

- Tính toán khoảng bất định: tập lệnh tính toán khoảng bất định sẽ thực hiện các bước đã nêu ở trên. Kết quả là biểu đồ của dòng chảy quan trắc và các giới hạn trên, dưới của nó.



Hình 1. Sơ đồ tính toán khoảng bất định dự báo sử dụng phương pháp GLUE và mô hình WetSpa (các ô vuông chỉ các tập lệnh Matlab được thiết lập để tính toán khoảng dự báo).

3.2. Quy trình cập nhật khoảng bất định

Trong phương pháp GLUE, quy trình ước lượng giới hạn bất định đã trình bày ở trên. Khi bổ sung thêm dữ liệu thực đo mới thì khoảng bất định được cập nhật ở các bước như sau:

- Các mô phỏng được chấp nhận: Đối với trường hợp cập nhật, có hai loại file số liệu đầu vào để thực hiện bước này. Đó là file chứa phân phối các chỉ tiêu phù hợp của tập các bộ tham số trước khi cập nhật $L(\Omega)$ và $L(\Omega|y)$ - phân phối các chỉ tiêu phù hợp khi có các số liệu thực đo mới (trước khi áp dụng ngưỡng). Hai loại file số liệu đầu vào phải theo đúng định dạng được quy định. Trong trường hợp có nhiều bộ dữ liệu, quá trình cập nhật chỉ thực hiện đối với từng bộ dữ liệu tại một thời điểm xác định.

- Ước lượng bất định: mô đun này sử dụng thuật toán của Matlab thực hiện ước lượng khoảng bất định như đã trình bày ở trên. Số liệu đầu vào gồm 2 phần chính: kết quả của bước tính các mô phỏng được chấp nhận và các dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo. Việc chọn trận lũ nào (lũ mô phỏng hay lũ dự báo) để thể hiện lên kết quả phụ thuộc vào lựa chọn của người sử dụng.

Ở chế độ mô phỏng, chỉ số phù hợp mới được dùng để xác định khoảng bất định cho với trận lũ mô phỏng, sử dụng số liệu thực đo của trận lũ đó. Đồng chỉ số phù hợp mới này cũng có thể được dùng để xác định khoảng bất định của số liệu lũ thực đo mới cập nhật (sử dụng số liệu dòng chảy tương ứng với bộ dữ liệu mới).

Ở chế độ dự báo, như đã trình bày ở những phần trên, dòng chảy tính toán trong quá trình dự báo được mô hình WetSpa tính toán từ mưa thiết kế với bộ thông số ban đầu. Trận lũ mô phỏng này sẽ được tính toán khoảng bất định dựa trên chỉ số phù hợp cũ thu được từ các mô phỏng trước.

4. Kết luận

Vấn đề phân tích tính toán độ bất định và khoảng dự báo trong dự báo lũ là vấn đề khá mới mẻ ở Việt Nam. Nghiên cứu này đã trình bày cơ sở lý thuyết của phương pháp ước lượng bất định GLUE. Từ đó, kết hợp với mô hình WetSpa xây dựng chương trình tính toán khoảng dự báo bằng phần mềm Matlab. Kết quả là sơ đồ quá trình tính toán khoảng dự báo được thiết lập, bao gồm các thủ tục con dễ hiểu và dễ hiệu chỉnh đầu vào. Ưu điểm của quy trình là các thủ tục con, chỉ tiêu đánh giá linh hoạt và thực hiện theo từng bước một cách rõ ràng, nhất quán. Ngoài ra khả năng cập nhật dữ liệu và thực hiện tính toán đối với dữ liệu mới và bộ thông số ban đầu đảm bảo tính liên tục trong tính toán và hợp lý của dữ liệu.

Việc đưa ra một khoảng giới hạn dự báo nhằm nâng cao chất lượng dự báo lũ là mong muốn của nhiều nhà khoa học. Thực tế trên thế giới đã có một số nghiên cứu về tính toán ước lượng bất định nhưng chỉ ở mức độ nghiên cứu với các trận lũ đã xảy ra, và chưa thể sử dụng thực tế trong dự báo. Do đó nghiên cứu này là bước đầu trong phân tích tính toán bất định và giới hạn dự báo ở Việt Nam, từng bước hoàn chỉnh để xây dựng một quy trình dự báo lũ chính xác và hiệu quả hơn. Kết quả ứng dụng quy trình dự báo lũ này cho lưu vực sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi sẽ được công bố ở bài báo sau.

Lời cảm ơn

Nội dung bài báo này là một phần kết quả của đề tài QG-09-25 do Đại học Quốc Gia Hà Nội tài trợ. Mã nguồn của mô hình WetSpa được GS. De Smith, Đại học Tự Do Bussel, Bỉ cung cấp và cho phép sử dụng cũng như phát triển. Tác giả xin chân thành cảm ơn những sự giúp đỡ quý báu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thanh Sơn, *Nghiên cứu mô phỏng quá trình mưa-dòng chảy phục vụ dự báo lũ các lưu vực sông ngòi miền trung*, Luận án tiến sĩ địa lý, Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN (2008).
- [2] Nguyễn Lan Châu và các cộng sự, Các bài toán trong ứng dụng mô hình thủy văn Marine để mô phỏng và dự báo lũ sông Đà, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* (2005) 1.
- [3] T. G. Nguyen, J. L. De Kok, Systematic testing of an integrated systems model for coastal zone management using sensitivity and uncertainty analyses, *Environmental Modelling & Software* 22 (2007) 1572.
- [4] S. Uhlenbrook et al., Prediction uncertainty of conceptual rainfall-runoff models caused by problems in identifying model parameters and structures, *Hydrological Sciences Bulletin* 44 (5), (1999) 779.
- [5] T. Wagener, H.V. Gupta, Model identification for hydrological forecasting under uncertainty, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 19 (2005) 378.
- [6] K. J. Beven, Uncertainty in Predictions of Floods and Hydraulic Transport, *Publ. Inst. GeoPhys. Pol. Acad. Sc.*, E-7 (2007) 401.
- [7] Nguyễn Tiên Giang, Nguyễn Thị Thủy, Khai thác mô hình WetSpa phục vụ dự báo lũ các lưu vực sông quốc tế: tính bất định số liệu, tham số, cấu trúc mô hình và đề xuất các giải pháp, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25 (1S), (2009) 35.
- [8] V.B. Liu, F.De Smedt, *Document and user manual WetSpa extension*, Belgium 2004.
- [9] Y. B. Liu et al., A diffusive transport approach for flow routing in GIS-based flood modeling, *Journal of Hydrology* 283 (2003) 91.
- [10] K.J. Beven, A.M. Binley, The future of distributed models: model calibration and uncertainty prediction, *Hydrological Process* 6 (1992) 279.

Flood forecasting technology dealing with uncertainty of Hydrological models methodology

Nguyen Tien Giang¹, Daniel van Putten², Pham Thu Hien¹

¹*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, College of Science, VNU
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

²*Faculty of Engineering Technology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE, Enschede, The Netherlands*

Mathematical models have increasingly become an effective tool to hydro-meteorological forecasting in general and flood forecasting in particular. The accuracy of forecasting results depends on various factors, such as: observed data, data processing, applied models, optimal parameter set, initial and boundary conditions... Errors related to these factors create the uncertainty, affecting the forecasting results. Therefore, it is necessary to present this uncertainty in the forecasting results by introducing a uncertainty bounds (interval). This paper presents the theoretical background applied by the authors to establish a computational scheme and accompanying tools for flood forecasting in Ve River basin, Quang Ngai province. The core of this technology is the GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation) method, which computes and presents the forecasting uncertainty interval using Monte Carlo and Bayesian/fuzzy estimations.