

NGHIÊN CỨU TÍNH TỒN LƯU CỦA CÁC HIỆN TƯỢNG KHÍ QUYỀN⁽¹⁾

Nguyễn Thuyết - Phòng Khoa học kỹ thuật

I - Đặt vấn đề

Trong toán học xác suất - thống kê, ta thường quen thuộc với sơ đồ Bernoulli được diễn tả như sau :

Trong một cái thùng có chứa p quả bóng trắng và q quả bóng đỏ. Mỗi lần lấy ra một quả gọi là một quan trắc, việc lấy được một quả bóng màu nào đó gọi là một hiện tượng. Sau đó lại bỏ quả bóng đã lấy ra vào thùng và tiến hành một quan trắc sau. Sau n quan trắc như vậy (gọi là một phép thử), tính xác suất xảy ra x lần một hiện tượng (lấy được quả bóng trắng chẳng hạn) trong n quan trắc ấy.

Với sơ đồ Bernoulli, ta có luật phân bố Poisson :

$$P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!} \quad (1)$$

Trong đó m là tỷ trung bình $\bar{x}$ trong N phép thử.

Trong sơ đồ Bernoulli, rõ ràng hiện tượng xảy ra lần sau hoàn toàn độc lập với hiện tượng xảy ra lần trước, vì sau khi lấy ra, quả bóng đó lại được bỏ vào thùng vẫn chứa p bóng trắng và q bóng đỏ như cũ, khả năng xảy ra một hiện tượng không thay đổi.

Trong thực tế của khí tượng, sự việc không xảy ra như vậy, mà một hiện tượng nào đã xảy ra thì nó sẽ làm tăng khả năng xảy ra hiện tượng ấy trong lần quan trắc sau, ta bảo các hiện tượng khí quyển mang "tính tồn lưu" (persistance).

Do đó, có thể xác định được giữa các giá trị liên tiếp của một biến khí hậu nào đó (như nhiệt độ, lượng mưa chẳng hạn) tồn tại một độ phụ thuộc rõ ràng, nó giảm đi khi tăng khoảng cách thời gian giữa 2 lần quan trắc. Thí dụ tổng lượng mưa năm nay thì hầu như độc lập với tổng lượng mưa năm trước, nhưng tổng lượng mưa tháng giữa hai tháng liên nhau đủ thể hiện một quan hệ tồn lưu dù là còn nhỏ, đến lượng mưa hai ngày liên tiếp thì mức độ phụ thuộc đã rõ rệt. Xác suất để một ngày có mưa khi ngày trước đó có mưa rõ ràng lớn hơn khi ngày trước không mưa. Trong các biến khí hậu, nhiệt độ có tính tồn lưu mạnh hơn khi áp và giáng thủy.

Vì thế, sử dụng sơ đồ Bernoulli trong một số vấn đề nghiên cứu qui luật phân bố của các hiện tượng khí tượng không thỏa đáng, vì nó không tính đến tính tồn lưu của hiện tượng.

Xét đến tính tồn lưu của một hiện tượng, Polya đưa ra một mô hình như sau :

Trong thùng chứa p bóng trắng và q bóng đỏ như trên, nhưng sau mỗi lần lấy ra thì không phải chỉ bỏ lại vào thùng quả bóng đã lấy ra, mà bỏ thêm r quả bóng cùng màu nữa. Như vậy, khả năng lần sau lấy ra được quả bóng cùng màu với quả bóng lấy ra lần trước đã được tăng lên, do bỏ thêm vào r quả.

(1) Báo cáo tại Hội nghị Khoa học lần thứ nhất của Chương trình khí hậu nhiệt đới.

Luật phân bố Polya được biểu diễn như sau :

$$P_1 = \frac{m(m+d) + \dots + (m+(i-1)d)}{1! (1+d) \frac{m}{d} + 1} \quad (2)$$

với

$$P_0 = \frac{1}{(1+d) \frac{m}{d}} ; \quad P_1 = \frac{m}{1! (1+d) \frac{m}{d} + 1} \quad (3)$$

Trong đó m là số lần trung bình xuất hiện hiện tượng cần khảo sát, d là một đại lượng biểu thị "độ tồn lưu" của hiện tượng, tính được theo công thức :

$$d = \frac{\sigma^2}{m} - 1 \quad (4)$$

trong đó σ^2 là phương sai của sự phân bố.

Với một tập số liệu đã phân nhóm thì :

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i s_i^2}{N} - m^2 \quad (5)$$

$s_i = x_i - 1$; x_i là giá trị của nhóm ; n_i là số lượng nhóm tương ứng.

Suy từ các công thức (2), (3) rút ra được công thức thuận lợi cho tính toán sau :

$$P_1 = P_{1-1} \frac{m + (i-1)d}{1+d} \quad (6)$$

Hàm tự hiệp biến (autocovariance) quen thuộc với chúng ta.

$$C_{11}(\tau) = \sum_i x_i x_{i+\tau} \quad (7)$$

cũng là một đặc trưng biểu thị tính tồn lưu của hiện tượng.

Tuy nhiên, hàm tự hiệp biến là một đặc trưng định tính của tính tồn lưu, còn sơ đồ Polya thường được khai thác về mặt mô phỏng một sự phân bố thành những nhóm có giá trị khác nhau của một quá trình tự nhiên.

Nghiên cứu định lượng về tính tồn lưu của hiện tượng mưa L. Besson và Köppen đưa ra 2 hệ số tồn lưu :

- Hệ số Besson :

$$R_B = \frac{p_1 - p}{1 - p} \quad (8)$$

- Hệ số Köppen :

$$R_K = 1 - \frac{N}{N_1 (N - N_1)} \sum G_r \quad (9)$$

Trong công thức tính hệ số tồn lưu của Besson (R_B), p là xác suất ẩm một ngày có mưa, p_1 là xác suất của một ngày có mưa liền sau một ngày đã mưa. Rõ ràng theo (8), hệ số $R_B = 0$ khi $p_1 = p$, điều đó không phản ánh đúng tính tồn lưu của hiện tượng (?).

Trong công thức tính hệ số tồn lưu R_K của Köppen, N là tổng số ngày của giai đoạn khảo sát, N_1 là số ngày xảy ra hiện tượng cần khảo sát; $\bar{r}$ là tổng số nhóm mưa từ 1 đến r ngày liên. Theo công thức (9), hệ số R_K có thể có giá trị âm, khi đó chứng tỏ tính tồn lưu của hiện tượng chỉ tồn tại được không đến r ngày.

Đối với các biến liên tục (nhiệt độ, khí áp), hệ số tồn lưu có dạng :

$$R = \frac{\bar{G}\sqrt{2}}{\bar{G}_r} - 1 \quad (10)$$

trong đó $\bar{G}$ là độ lệch chuẩn (cấp bậc 2 của phương sai) của tập số liệu quan trắc, $\bar{G}_r$ là độ lệch chuẩn của tập các hiệu số của hai quan trắc cách nhau r ngày. Khi $R \leq 0$ chứng tỏ tính tồn lưu của hiện tượng chấm dứt.

Từ các điều trình bày trên, để khảo sát tính tồn lưu của hiện tượng mưa chúng tôi dùng sơ đồ Polya và hệ số tồn lưu của Köppen (R_K), và hệ số R , tính theo công thức (10), đối với các tập số liệu nhiệt độ và khí áp. Chúng tôi đã viết chương trình tính bằng ngôn ngữ FORTRAN - 4 để tính các đại lượng trên.

II - Thuật toán

Chúng tôi phân biệt hai khái niệm hệ số tồn lưu. Một là hệ số tồn lưu của một ngày mưa đến 1, 2, ... r ngày sau, hai là hệ số tồn lưu của một chuỗi liên tục 2, 3, ... r ngày mưa đến 1, 2, ... r ngày sau.

Các tác giả trước thường sử dụng các đại lượng biểu thị tính tồn lưu theo ý nghĩa thứ nhất của hệ số tồn lưu. Chúng tôi sẽ nêu việc tìm hiệu chỉnh theo ý nghĩa thứ hai.

II.1 - Sơ đồ Polya :

Trong sơ đồ Polya, đại lượng đặc trưng cho tính tồn lưu là :

$$d = \frac{\bar{G}^2}{m} - 1.$$

Xét một tập quan trắc về mưa, ta phân thành từng nhóm mưa i ngày với $i = 1, 2, \dots, n$, gọi giá trị của nhóm là x_i , như vậy $x_1 = 1, x_2 = 2, \dots, x_n = 1$ (số đo của x_i bằng 1). Số lượng nhóm của mỗi nhóm i ngày là n_i , và tổng số lượng nhóm là N ; tổng số ngày có mưa là S ; S_r là số ngày mưa sau r ngày mưa liên tiếp. Ta có :

$$N = \sum n_i \quad (11)$$

$$S = \sum n_i x_i \quad (12)$$

$$S_r = \sum n_i (x_i - r) \quad (13) \text{ với điều kiện } i > r.$$

Từ đó suy ra :

$$m_r = \frac{S_r}{N} \quad (14)$$

$$\bar{G}_r^2 = \frac{N \sum n_i s_{i,r}^2 - (\sum n_i s_{i,r})^2}{N^2} \quad (15) \text{ với } s_{i,r} = x_i - r.$$

$$d_r = \frac{N \sum n_i s_{i,r}^2 - (\sum n_i s_{i,r})^2}{N \sum n_i s_{i,r}} - 1 \quad (16)$$

$$P_0 = \frac{1}{\frac{6^{2 \frac{\ln_1}{d_1}}}{\ln_1}} \quad (17)$$

Sử dụng công thức (14), (15), (16), (17) và (6) đã được dùng để viết chương trình tính sơ đồ Polya.

II.2 - Hệ số Köppen R_K .

Cần lưu ý trong công thức (9) tính hệ số Köppen R_K , N không phải là tổng số nhóm như trong các công thức (14), (15), (16) khi tính sơ đồ Polya mà là tổng số ngày T trong giai đoạn quan trắc, thí dụ ta xét một tập quan trắc $\{X_1\}$ của một năm thì $T = 365$; nhân tử N_1 chính là đại lượng S_r tính được theo công thức (13); còn $\sum G_r = \sum n_r$ tức tổng các nhóm từ 1 đến r ngày, mưa liên tiếp, như vậy $(\sum G_r)_{\max} = N = \sum n_1$. Cuối cùng công thức tính hệ số Köppen thành:

$$R_K = 1 - \frac{T \cdot \sum n_1}{\sum n_1 s_{1,r} (T - \sum n_1 s_{1,r})} \quad (18)$$

Công thức (18) được dùng để viết chương trình tính hệ số R_K .

II.3 - Hệ số R của các biến khí hậu liên tục.

Đối với biến khí hậu liên tục như nhiệt độ, khí áp, hệ số tồn lưu R được tính theo công thức (10), trong đó $\hat{\sigma}$ là độ lệch chuẩn của chính tập quan trắc $\{X_1\}$. Tập này không phân thành nhóm, nên $\hat{\sigma}$ được tính theo công thức:

$$\hat{\sigma} = \left(\frac{\sum X_1^2}{N} - \bar{X}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

trong đó N là tổng số phần tử chứa trong tập $\{X_1\}$ và $\bar{X}$ là trị trung bình của tập.

Còn $\hat{\sigma}_r$ là độ lệch chuẩn của tập $\{X'_1\}$ mà:

$$\{X'_1\} = \{X_1 - X_{1+r}\} \quad (20)$$

và

$$\hat{\sigma}_r = \left(\frac{\sum X_1'^2}{N-r} - \bar{X}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

Cuối cùng:

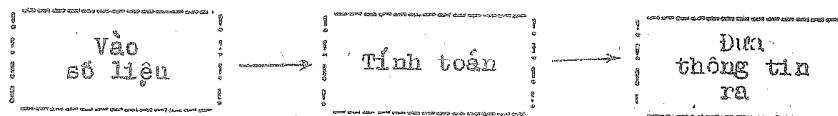
$$R = \frac{\left(\frac{\sum X_1^2}{N} - \bar{X}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2} - \left(\frac{\sum X_1'^2}{N-r} - \bar{X}^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{\sum X_1'^2}{N-r} - \bar{X}^2 \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (22)$$

Công thức (22) được dùng để viết chương trình tính hệ số R .

III - Chương trình tính

Chương trình tính hệ số tồn lưu của chúng tôi mang tên PERCOEF, được viết cho máy tính IBM - 360 bằng ngôn ngữ Fortran. Chương trình mềm dẻo để có thể dùng để

tính hệ số tồn lưu vừa đối với biến khí hậu liên tục, vừa đối với biến khí hậu rời rạc mà việc điều khiển được thông qua trị giá của tham số KHOA. Sơ đồ thực hiện của chương trình như sau :



III.1 - Khối tính toán chia làm hai khối nhỏ :

1. Khối tính toán 1 để tính hệ số R bằng chương trình con RCCEF. Chương trình con RCCEF gồm 2 bước tính :

- Bước chuẩn bị số liệu để tính tập $\{X_i\}$; tính các trị trung bình $\bar{X}$ và $\bar{X}'$ bằng FUNCTION RMEAN ; tính các tổng $\sum X_i^2$ và $\sum X_i'^2$ bằng FUNCTION SUM.

- Bước tính toán theo công thức (22).

Chương trình được điều khiển chuyển đến khối tính toán 1 khi KHOA = 0.

2. Khối tính toán 2 để tính sơ đồ Polya và hệ số R_K . Từ các công thức (14) - (18), ta thấy để tính sơ đồ Polya và hệ số R_K trước hết đều phải tính các tập n_1 , S_r , vì vậy khối tính toán 2 gồm các bước :

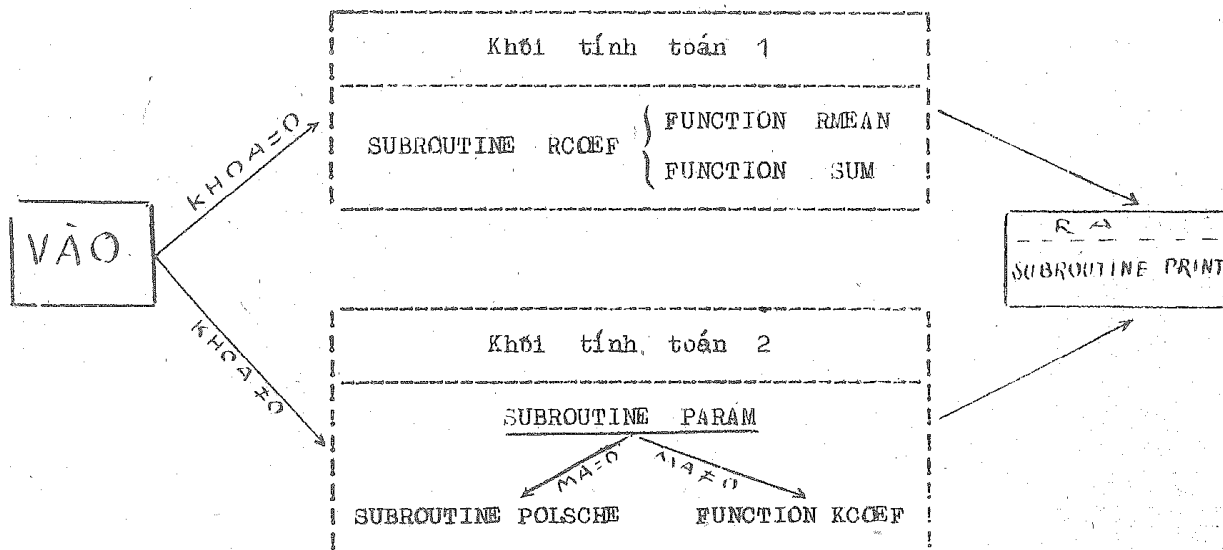
- Bước chuẩn bị các tham số, thực hiện việc tính các tập $\{n_1\}$, $\{S_r\}$, bằng chương trình con PARAM.

- Bước tính toán sơ đồ Polya và hệ số R_K . Sơ đồ Polya được tính bằng chương trình con POLSCHE. Trong đó với $r = 1$ tính toán bộ các đại lượng m_r , σ^2 , d_r , P_0 và P_1 theo các công thức (14), (15), (16), (17) và (6). Với $r > 1$ chỉ tính đặc trưng d_r để xem xét độ tồn lưu của hiện tượng. Chương trình được điều khiển, đến toán tử gọi SUBROUTINE POLSCHE khi giá trị của tham số MA = 0.

- Hệ số R_K được tính bằng chương trình con KCCEF (FUNCTION KCCEF) theo công thức (18).

Chương trình cũng cho phép vừa tính hệ số R_K , vừa tính sơ đồ Polya. Các phép tính được thực hiện cho đến khi các đặc trưng d_r và R_K có trị giá : $d_r \leq 0$ và $R_K \leq 0$.

III.2 - Khối đưa thông tin ra được thực hiện bằng chương trình con PRINT.



III - Kết luận

Chương trình PERCOLF đã được dùng để tính hệ số tồn lưu của các chuỗi mưa ở Hà nam ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Việc tính toán được tiến hành cho từng giai đoạn 2 tháng một ở thời kỳ đầu mùa mưa (tháng V và VI), giữa mùa mưa (VII và VIII) và cuối mùa mưa (IX và X), và cho cả thời kỳ 10 năm (mùa mưa). Kết quả đang được phân tích, đánh giá. Rõ ràng với các quá trình tự nhiên khác nhau, tính tồn lưu của hiện tượng mưa là khác nhau, vì vậy hy vọng rằng, hệ số tồn lưu sẽ giữ vai trò là một tham số có hệ số ý nghĩa lớn trong trường tham số nhận dạng các loại hình khí hậu nhiệt đới./.

VÀI SUY NGHĨ VỀ KHÍ TƯỢNG VỚI SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

(Tiếp theo trang 10)

cứu về mặt khí hậu nông nghiệp. Miền bắc có mùa đông lạnh thích hợp cho các cây trồng và con nuôi ngoại nhiệt đới. Nhưng phải nhập những giống cây trồng và con nuôi ngoại nhiệt đới gì cho thích hợp với một giai đoạn rất ngắn này? Cũng do tính chất hoạt động của gió mùa, thường bùng nổ những đợt mưa lớn rất dễ gây ngập lụt, thì giống cây lương thực cần phải như thế nào? có độ cao bao nhiêu là thích hợp?

Trong vài chục năm qua, chúng ta đã tiến hành nhiều đề tài nghiên cứu thuộc lãnh vực khí hậu nông nghiệp, đã tổng kết được các điều kiện khí hậu của các vụ lúa chính, đã có làm phân vùng khí hậu nông nghiệp. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu còn tản mạn, chưa có sự hợp tác chặt chẽ giữa các ngành hữu quan, vì thế chưa được đánh giá đầy đủ để có thể công bố trở thành một tài sản quốc gia. Nhiều loại cây lương thực khác còn chưa được nghiên cứu, vấn đề quan hệ giữa khí tượng với bảo quản lương thực chống thất thu sau thu hoạch còn chưa được đề cập tới.

Phục vụ Nghị quyết lần thứ 3 của Ban chấp hành trung ương Đảng sẽ là một dịp để các ngành hữu quan hiểu rõ nhau hơn, xích gần lại với trong công cuộc hợp tác nghiên cứu trên tinh thần xã hội chủ nghĩa, chúng ta sẽ đạt nhiều thắng lợi hơn trong cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật trong lãnh vực khí tượng nông nghiệp, đảm bảo xây dựng một cơ sở khoa học kỹ thuật vững chắc cho một nền sản xuất nông nghiệp lớn, tiên tiến và đạt năng suất cao./.