CHƯƠNG TRÌNH MÔ PHỎNG CANH TÁC NHỜ NƯỚC MƯA

Phan Đình Lội, Huỳnh Ngọc Phiên, Bạch Hưng Khang

Tóm tắt

Dựa vào một mô hình toán học, chương trình NG2M được cài đặt trên máy vi tính nhằm giải quyết bài toán đánh giá khả năng tận dụng nước mưa trong canh tác nông nghiệp trên một khu vực. Chương trình này áp dụng quá trình "phân tích cân bằng nước" dựa vào việc mô phỏng lượng nước mưa và lượng nước bốc hơi hàng ngày.

Trong mô phỏng, xích Markov với hai trạng thái được sử dụng trong quá trình phát sinh lượng mưa hàng ngày. Mô hình Thomas-Fierling được sử dụng để phát sinh lượng nước bốc hơi. Các tham số, sử dụng trong các mô hình con về mưa hoặc bốc hơi, được xác định từ những dữ liệu lịch sử.

Chương trình NG2M đưa ra một số yếu tố quan trọng trong canh tác nông nghiệp, giúp người sử dụng xác định ngày gieo trồng hợp lý cho các loại cây trồng khác nhau, xác định lượng nước tối thiểu cần cung cấp, cũng như lượng nước cần tiêu thoát. Hơn nữa chương trình này còn cung cấp một số xác suất có ích cho dự báo trạng thái mưa nắng hàng ngày.

1. Mở đầu

Ở nhiều nước, những nơi mà các hệ thống thuỷ lợi còn chưa được xây dựng hoàn chỉnh, canh tác nước mưa trên thực tế vẫn còn được áp dụng rộng rãi. Để nâng cao sản lượng nông nghiệp, một điều quan trọng là cần phải cung cấp được lượng nước phù hợp cho cây trồng quá trình sinh trưởng. Vì vậy cần phải đánh giá được lượng nước mưa để sử dụng một cách tốt nhất lượng nước có thể có. Hơn nữa, bằng cách dịch chuyển ngày gieo trồng của một loại cây trong một chuỗi ngày, sau đó tính toán các yếu tố quan trọng trong quá trình canh tác, so sánh các kết quả tính được mà từ đó ngày gieo trồng thích hợp nhất cho loài cây này sẽ được xác định.

Một số nghiên cứu về lĩnh vực này đã được tiến hành tại Viện Kỹ thuật châu Á (Asian Istitute of Technology AIT). Trong một công trình nghiên cứu gần đây, một mô hình toán học do Dr. Phiên và các cộng sự xây dựng nên [1985] đã được thử nghiệm để xác định ngày reo trồng hợp lý cho 8 loại cây trồng chính.

Bài báo này trình bày một chương trình được cài đặt trên máy vi tính nhằm xác định các nhu cầu tưới tiêu cho bất cứ loại cây nào được gieo trồng trong bất cứ ngày nào và trên bất cứ loại đất nào. Hơn nữa nó có thể được dùng để xác định ngày gieo trồng thích hợp nhất cho một loài cây ứng với một hàm mục tiêu cho trước. Ngoài ra chương trình máy tính này cũng được sử dụng để dự báo trạng thái mưa nắng cho một chuỗi ngày.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1 Mô hình toán học cho canh tác nhờ nước mưa

Mô hình bao gồm ba mô hình con, tương ứng với luật sinh lượng mưa, luật sinh lượng nước bốc hơi trong ngày và sự phân tích cân bằng nước. Ba mô hình con này được mô tả tóm tắt như sau:

2.1.1. Mô hình con cho mưa:

a) Các trạng thái

Xích Markov với hai trạng thái, trong đó lượng mưa trong những ngày ướt được biểu diễn bằng phân phối chuẩn loga dịch chuyển, được sử dụng trong nghiên cứu này. Hai trạng thái đó là:

(1) Trạng thái khô: một ngày là trong trạng thái khô nếu lượng mưa $< x_0$.

(2) Trạng thái ướt: một ngày là trong trạng thái ướt nếu lượng mưa $> x_0$. Đối với nước ta, $x_0 = 1$ mm.

b) Sự xấp xỉ các tham số cho từng tháng

(1) Xác suất chuyển đổi và các tham số của phân phối loga chuẩn được xấp xỉ. Ma trận chuyển đổi được biểu diễn như sau:

$$P = \begin{vmatrix} a & 1-a \\ b & 1-b \end{vmatrix} \qquad (1)$$

trong đó a là xác suất có điều kiện của sự kiện một ngày là ngày khô nếu hôm trước là ngày khô, b là xác suất có điều kiện của sự kiện một ngày là khô nếu hôm trước là ngày ướt. Chúng ta có thể dùng kí hiệu:

a = xác suất (ngày khô/ngày ướt).

b = xác suất (ngày khô/ngày ướt).

căn cứ vào các số liệu lịch sử các tham số này có thể được dễ dàng xấp xỉ theo phương pháp "hợp lệ cực đại":

$$a = f_{11}/(f_{11} + f_{12}) \qquad (2)$$

$$b = f_{21}/(f_{21} + f_{22}) \qquad (3)$$

trong đó f_{ij} (i,j = 1,2) biểu diễn tần số lịch sử của sự chuyển đổi từ trạng thái i sang trạng thái j tính theo ngày. Các tham số của phân phối có thể được ước tính như sau:

$$\mu = (l/n)\ \ln(x - x_0) \qquad (4)$$

$$\delta^2 = (l/n)\ [\ln(x - x_0) - \mu]^2 \qquad (5)$$

ở đây n là số ngày có lượng mưa $x > x_0$.

(2) Đánh giá trạng thái mưa của ngày thứ nhất:

q = xác suất (ngày thứ nhất là ngày khô), ta có thể ước tính q theo phương trình:

$$q = F_1 / (F_1 + F_2)$$

trong đó F_i (i = 1,2) là tần số lịch sử của sự việc ngày thứ nhất ở trạng thái i.

c) Thủ tục sinh

Sau khi thu được q, các trạng thái và lượng mưa cho ngày thứ nhất có thể được xác định theo các bước sau đây:

(1) Sinh một số ngẫu nhiên đều v trên khoảng (0,1).

(2) So sánh v với q,

nếu v<q thì ngày thứ nhất là khô (i=1) và lượng mưa bằng 0. Ngược lại, ngày thứ nhất là ướt (i=2), một giá trị x của phân phối loga chuẩn với các tham số μ, δ được sinh ra và lượng mưa sẽ là:

$$R = x + x_0 \tag{7}$$

(3) Một số ngẫu nhiên đều u trên (0,1) sau đó được phát sinh ra.

(4) Sau khi biết được trạng thái i của một ngày, trạng thái của ngày hôm sau được xác định bằng cách so sánh u với a đối với i=1, hãy so sánh u với b khi i=2,

Nếu u<a (hay b) thì ngày tiếp sau là khô và vì vậy j=1

Ngược lại j=2

(5) Nếu j=1 (ngày hôm sau khô) lượng mưa trong ngày này bằng 0.

Nếu j=2 giá trị x của phân phối loga chuẩn (với tham số μ) được sinh và lượng mưa cho ngày này được tính theo công thức (7)

(6) cho i=j, nếu độ dài của quá trình sinh đã đạt được, thì dùng thủ tục sinh, ngược lại quay lại bước (3).

Có nhiều hàm phát sinh số ngẫu nhiên. Có thể hàm phát sinh tốt nhất là do Whichman đề xuất. Hàm phát sinh đó được dùng trong nghiên cứu này. Các giá trị của hàm phân phối loga chuẩn có thể được phát sinh trước hết bằng cách sản xuất ra giá trị của phân phối chuẩn, sau đó dùng hàm mũ. Các giá trị của dạng phân phối chuẩn có thể dễ dàng sinh ra bằng phương pháp của Box và Muler [1958]

$$Z = (-2 * \ln U) * \cos(2 * \pi * V), \text{ hay}$$

$$Z = (-2 * \ln U) * \sin(2 * \pi * V)$$

ở đây U và V là hai số ngẫu nhiên đều trên khoảng (0,1). Số x của dang phân phối loga chuẩn với các tham số μ, δ nhận được như sau:

$$x = \exp(\delta * Z + \mu)$$

2.1.2. Mô hình con cho 'Thế năng bốc hơi toàn phần'

a) Phương pháp Penman

Những dữ liệu cho sự bốc hơi toàn phần không phải có sẵn, vì vậy cần phải ước tính 'thế năng bốc hơi toàn phần' PET (potential evapotranspiration). Hai phương pháp quan trọng cho ước tính này được trình bày sau đây:

(i) Công thức Penman

Công thức do Penman đề xuất [1948] là đáng tin cậy, nó dẫn đến sự ước tính chính xác nhất, nhưng đòi hỏi nhiều dữ liệu khí tượng. Trong nghiên cứu này công thức cải biến của công thức Penman được sử dụng như sau:

$$PET = C [W * Rn + (1-W) * f(u) * (e_a - e_d)] \tag{8}$$

trong đó W là hệ số tải trọng, Rn là bức xạ mang trong sự bốc hơi toàn phần tương đương, f(u) là hàm số của gió, e - e là hiệu số giữa áp suất hơi nước bão hòa và áp suất hơi nước thực tế và C là hệ số chính để bù cho tác động của khí hậu ngày và đêm.

Các tham số trên được khảo cứu chi tiết trong báo cáo của Doorenbos và Pruitt [5]

(ii) Phát sinh 'thế năng bốc hơi toàn phần' (PET)

Giá trị mô phỏng được PET(j,k), sử dụng cho ngày k của tháng j, thu được trong mô hình Thomas - Fiering [9] theo công thức truy hồi:

$$PET(j,k) = Petba(j,k) + b(j,k)*(PET(j,k-1)-Petba(j,k-1) + S(j,k)*(1-R(j,k)^2)^{1/2} *Z(k) \tag{9}$$

Để thống nhất với việc chỉ sử dụng một ma trận chuyển đổi cho mỗi tháng trong mô hình con cho mưa, tất cả R(j,k) được thay bằng giá trị trung bình của chúng:

$$RK(j) = (1/n) \sum_{k=1}^{m} R(j,k) \tag{10}$$

Do đó

$$PET(j,k) = Petba(j,k) + RK(j)*S(j,k)*(PET(j,k-1)-Petba(j,k-1)/S(j,k-1) + S(j,k)*(1-R(j,k)^2)*Z(k) \tag{11}$$

Ở đây Petba(j,k): Trị trung bình của các giá trị lịch sử của PET tại ngày k của tháng j,

S(j,k): độ lệch tiêu chuẩn của những giá trị lịch sử của PET tại ngày k của tháng j,

R(j,k): hệ số tương quan giữa những giá trị lịch sử cua PET trong những ngày k và k-1

Z(k): một giá trị của phân phối chuẩn, và b(j,k) = R(j,k)*S(j,k)/S(j,k-1)

File dữ liệu lịch sử phải được dùng để ước tính các tham số bốc hơi nói trên. Những tham số này sau đó sẽ lưu trữ lại như những dữ liệu cho từng tháng, thay vì phải lưu giữ tất cả các giá trị PET ước tính từ các số liệu khí tượng lịch sử. Điều này giúp tiết kiệm đáng kể thời gian và bộ nhớ.

b) Phương pháp Pan

Cách đơn giản nhất để thu được PET là từ sự bốc hơi pan (ET) theo công thức:

$$PET = Kp*EP \tag{12}$$

ở đây Kp là hệ số pan bốc hơi và EP là lượng bốc hơi (mm/ngày). Kp có thể được tính toán theo các công thức trong [5].

Khi các số liệu bốc hơi lịch sử đã có sẵn thì chúng có thể dùng để tính các tham số bốc hơi, sau đó các tham số bốc hơi toàn phần cũng theo đó mà tính được. Các tham số này được sử dụng để phát sinh ra các giá trị của PET. Trong phương pháp này Etba(j,k), Se(j,k), (j) và Z(k) tương ứng có cùng ý nghĩa với Petba(k,j), S(k,j), R(j) và Z(k) nhưng với các giá trị ET chứ không phải với giá trị PET. Các tham số bốc hơi toàn phần tính được theo các quan hệ:

Petba(k,j) = Kp*Etba(j,k); S(k,j) = Kp*Se(k,j); R(k,J) = Kp* (k,j)

Chú ý: vì các giá trị PET không thể âm, nên ta có thể cho:

PET(j,k) = Petba(j,k) nếu PET(j,k) < 0

2.1.3. Mô hình con cân bằng nước

a) Các yếu tố quan trọng

Mô hình này bao gồm các yếu tố quan trọng sau đây:

(i) Độ sâu nước tại điểm bão hòa (WDS)

Độ sâu này biến đổi theo các đặc tính của cây trồng và đất. Nó có thể được ước tính bằng phương trình sau:

WDS = f*B*D/100 (13)

ở đây f,B và D tương ứng là độ rộng, gia tốc trong trường biểu kiến và độ sâu của vùng rễ.

(ii) Độ sâu nước tại độ ẩm thực địa (WDFC)

Giống như WDS, độ sâu này cũng thay đổi phụ thuộc vào các đặc tính của cây trồng và đất. Nó có thể được ước tính theo:

WDFC = FC*B*D/100 (14)

ở đây FC là độ ẩm thực địa tính bằng phần trăm.

(iii) Giới hạn trên của độ sâu nước (UP)

Giới hạn này xác định độ sâu nước lớn nhất cho phép lưu trên mặt đất. Ví dụ đối với ruộng lúa:

UP = WDS + UPSTDR (15)

(UPSTDR ký hiệu cho giới hạn trên của mực nước đứng). Giá trị này được xem như bằng 150 mm [3]. Nhưng đối với các cây trồng trên vùng cao, chúng ta có:

UP = WDS (16)

(iv) Giới hạn dưới của độ sâu nước (DMIN)

Đối với ruộng lúa:

DMIN = WDFC (17)

Đối với cây vùng cao:

DMIN = [FC - P*(FC-WTP)]*B*D (18)

ở đây P là phân số của lượng nước có trong đất, WTP là điểm khô héo cây. Cách đánh giá các giá trị này được trình bày theo [5].

(v) Độ thấm sâu (DPER)

Đối với ruộng lúa 'độ thấm sâu' DPER xuất hiện khi có nước đọng trên mặt đất. nó có thể được coi là hằng số đối với loại đất. Trong nghiên cứu này, chúng ta giả thiết rằng:

DPER = 3 mm/ngày cho đất sét pha cát

DPER = 1 mm/ngày cho đất sét

DPER = 0 cho các loại cây trồng vùng cao

b) Định nghĩa 'ngày khắc nghiệt'

Độ sâu nước trong ngày k được tính theo biểu thức:

$WD_k = WD_K + R_k - ET_k - PER_k$ (19)

ở đây WD_k, R_k, ET_k và PER_k tương ứng là độ sâu, lượng mưa, lượng bốc hơi toàn phần và độ thấm sâu trong ngày k

Giá trị lượng thấm sâu được tính như sau:

$PER_k = 0$ nêu $WD_{k-1} < WDS$ (20)

$= DPER$ Nêu $WD_{k-1} > WDS$

Một ngày bị gọi là 'ngày khắc nghiệt' nếu độ nước sâu trong ngày đó nhỏ hơn DMIN. Đối với những ngày này các đại lượng như tổng số lần xuất hiện, khoảng thời gian xuất hiện, các tần suất xuất hiện ứng với các khoảng thời gian xuất hiện và độ khắc nghiệt, cần phải được quan tâm xem xét. Trong nghiên cứu này hệ số khắc nghiệt (Ks) và thừa số ngày khắc nghiệt (Sd) được định nghĩa:

Sd = 1 - Ks

trong đó Ks có thể được tính như sau:

Nếu WD > DMIN : Ks = 1

Nếu WDO = WD < DMIN:

Ks = (Wd - WDO)/(DMIN -WDO)

= 1 - (DMIN - WD)/(DMIN - WDO) (21)

Rõ ràng với định nghĩa này Ks biểu thị độ khắc nghiệt của một ngày trong ý nghĩa nói trên.

c) Sự tính lượng bốc hơi toàn phần

Lượng bốc hơi toàn phần thực tế hàng ngày (ET) được tính từ thế năng bốc hơi toàn phần theo công thức:

ET = Ck *PET (22)

ở đây CK = Kc * Ks (23)

và Kc là hệ số cây trồng; Ks là hệ số khắc nghiệt

Nhu cầu bốc hơi khí quyển của một loài cây trồng mùa sinh trưởng được biểu diễn bằng ETcrop, nó được định nghĩa:

ETcrop = Kc * PET (24)

vì vậy: $ET = Ks * ETcrop$ (25)

d) Tính toán cân bằng nước

Theo công thức (19), chúng ta phải xét tới ba khả năng sau đây:

(1) Nếu $WD > UP$, sẽ có hiện tượng tràn và lượng nước tràn (OFL) được tính như sau:

$OFL_k = WD_k - UP$, sau đó gán $WD_k = UP$ (26)

Tương ứng lượng mưa có ích (ER) trong ngày k được tính từ:

$ER_k = WD_k - WD_{k-1} + ET_k + PER_k$ (27)

(2) Nếu $DMIN_p \leq WD_k \leq UP$, thì WD trong pt.(17) độ sâu thực tế của ngày k, trong trường này chúng ta có:

$ER_k = R_k$ & (28)

$OFL_k = 0$ (29)

(3) Nếu $WD_k < DMIN$, ngày k là một ngày khắc nghiệt, vì vậy

$ER_k = 0$ và $OFL_k = 0$

Lượng nước cần tiêu thoát được tính bằng tổng nước tràn và nước thấm sâu

$DR_k = OFL_k + PER_k$ (30)

Lượng nước thiếu hụt trong mỗi một chuỗi ngày khắc nghiệt có thể được tính như sau:

$DEW(Ns) = \text{Maximum}\ \{ DW(j,k) \}$

$k = l,..,l+Ns$

ở đây $DW(j,k) = DMIN - WD(k,j)$ (khi $WD(j,k)$ DMIN

$DW(j,k)$ - độ sâu nước thiếu trong ngày k của tháng j

$WD(j,k)$ - độ nước sâu trong ngày k của tháng j

và l có thể được biểu diễn như : l {1,2...,tổng số ngày của tháng j} & Ns ngày liên tục bắt đầu từ ngày l là những ngày khắc nghiệt.

Lượng nước tối thiểu cần cung cấp (SWR) được tính:

$SWR = WDR - WD$

Đối với lúa: $WDR = WDS + STDR$ (31)

(STDR kí hiệu cho mực nước đúng cần thiết)

Đối với cây vùng cao: $WDR = WDFC$ (32)

2.2. Tính toán các tham số khí tượng

Đối với cả mô hình con về mưa và mô hình con về bốc hơi, các moment trung tâm của các mẫu thử ngẫu nhiên (chúng là các số liệu lịch sử) rất cần thiết cho công việc mô phỏng.

Mặc dầu chúng có thể được tính toán một cách thuận lợi bằng cách trước tiên tính các moment của các số liệu ban đầu, sau đó áp dụng các mối quan hệ giữa chúng và giữa các moment. Nhưng kết quả có thể có nhiều sai số, do có nhiều phép làm tròn. Hơn nữa thuật toán cho các tính toán này khá phức tạp, đặc biệt đối với các tham số cho sự bốc hơi, nó tiêu tốn thời gian khi giải quyết trên các máy vi tính.

Một cách tốt hơn để tính các moment trung tâm là sử dụng phương pháp "Làm mới". Phương pháp này tỏ ra tiện lợi, có hiệu quả và chính xác.

2.2.1. Kỹ thuật "Làm mới"

Giả sử x kí hiệu các giá trị mẫu của biến ngẫu nhiên X, $l = 1,2...,n$. Trị trung bình và phương sai (ký hiệu bằng m và S) của các giá trị này được định nghĩa:

$$m = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} x_k \tag{33}$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} (x - m)^2 \tag{34}$$

Trị trung bình và tổng độ lệch bình phương được định nghĩa:

$$m = \frac{1}{l} \sum_{k=1}^{l} x_k \tag{35}$$

$$S = \sum_{k=1}^{l} (x_k - m_l)^2 \tag{36}$$

a) Công thức truy hồi cho trị trung bình

Theo [6], chúng ta có công thức truy hồi cho trị trung bình:

$m_l = [(l-1) * m_{l-1} + x_l]/l$ (For $l \geq 2$) (37)

Vì vậy trung bình của các giá trị mẫu có thể được tính truy hồi bằng công thức (36) như thế nó là m_n.

b) Công thức truy hồi cho tổng độ lệch bình phương

Theo [6] chúng ta có công thức truy hồi cho tổng độ lệch bình phương:

$S_l = S_{l-1} + (l-1)*(x_l - m_{l-1})^2/l$ (38)

Do đó, phương sai của các giá trị mẫu có thể được tính bằng công thức (38) như thể nó là S /n.

2.2.2. Tính toán các tham số mưa

Trong phần 2.2.1 chúng ta đã nói rằng đối với mô phỏng mưa, trị trung bình μ và độ lệch tiêu chuẩn δ cũng như các tham số a,b và q đều cần thiết phải biết cho mỗi tháng. những tham sô này được ước tính từ những dữ liệu lịch sử.

a) Tính trị trung bình và độ lệch tiêu chuẩn hàng tháng

Đối với năm thứ I, nếu chúng ta xem số liệu mưa của tháng j là một giá trị mẫu thì các giá trị $\ln(x_k - x_o)$ cũng là các mẫu (ở đây x_k là lượng mưa trong ngày thứ k của tháng j, x_o là cận trên cho điều kiện khô). do đó có thể áp dụng kỹ thuật "Làm mới" để tính trị trung bình và độ lệch tiêu chuẩn của các $\ln(x_k - x_o)$ bằng cách như được mô tả bằng mã giả (pseudo code):

```
While k ≤ tổng số ngày của tháng j, Do
Begin
  If xk > x0 & k1 < k2<... <kl-1 < k : xm > x0 & m ∈ {k1 ,..., kl-1 } then
    Begin
      {làm mới trị trung bình và phương sai:}
      μl  = [(l-1) * μl-1 + ln(xk - x0 )]/l
      Sl  = Sl-1 + (l - 1)*[(ln(xk - x0) - μl-1 ]/l
    End; k = k + 1
End
μ = μl
S = Sl /l
δ = √S
```

b) Tính ma trận chuyển đổi (a & b) và tham số q

Đối với tháng j của mỗi năm lịch sử, phép tính này có thể được mô tả bằng mã giả như sau:

```
Set a1 = a12 = b2 = b22 = q = 0
If x1 ≤ xo then q = q + 1
While k ≤ tổng số ngày của tháng j Do
  Begin
    If xk < x0 & xk-1 < x0 then a1 = a1 + 1
      elseif xk-1 < x0 then a12 = a12 + 1
        elseif xk-1 > x0 & xk < x0 then b2 = b2 + 1
          else b22 = b22 + 1
    endif
   k = k + 1
  End
If (a1 + a12) < > 0 then a = a1/(a1 + a12)
If (b2 + b22) < > 0 then b = b2/(b2 + b22)
```

Giá trị cuối cùng của a, b và q cho tháng j, chúng được giữ lại cho mô phỏng sau này, sẽ tương ứng bằng trung bình của các a, b và q cho tháng j cua tất cả các năm lịch sử.

2.2.3. Tính các tham số bốc hơi

Nếu dùng e(i,j,k) để kí hiệu cho lượng bốc hơi trong ngày thứ k, tháng j cua năm thứ I trong chuỗi năm lịch sử, Petba(j,k), S(j,k) và R(j,k) tương ứng kí hiệu cho trị trung bình, độ lệch tiêu chuẩn và hệ số tương quan của ngày k và ngày k-1, thì thủ tục "Làm mới" cho các giá trị này được mô tả bằng mã giả như sau:

```
While I ≤ tổng số năm lịch sử Do
   While j ≤ 12 Do
       While k ≤ tổng số ngày của tháng j Do
         begin
           { quá trình "Làm mới":}
           Petbai(j,k) = [(I-1)*Petbai-1 + e(i,j,k)]/I
           Si(j,k) = Si-1 + (I-1)*[e(i,j,k)-Petbai-1(j,k)]²/I
           Ri(j,k) = Ri-1(j,k) + (I-1)*[e(i,j,k)-Petbai-1(j,k)]*[e(i,j,k-1)-Petbai-1(j,k-1)]
           k=k+1
       end; j=j+1
    end; I=I+1
end
While j ≤ 12 Do
  begin
   S(j,1) = sqrt(Si(j,k)/tổng số năm lịch sử)
    While 2 ≤ k ≤ tổng số ngày trong tháng j Do
      begin
        S(j,k) = sqrt(Sj(j,k)/tổng số năm lịch sử)
        R(j,k) = Ri(j,k)/(s(j,k)*S(j,k-1)*tổng số năm lịch sử)
        k=k+1
    end; j=j+1
end.
```

2.3. Dự báo tình trạng mưa cho một chuỗi ngày

2.3.1 Dự báo trạng thái mưa của một ngày bất kỳ

Định nghĩa: một ngày được gọi là ngày tạnh nếu nó trong trạng thái khô, một ngày là mưa nếu nó trong trạng thái ướt.

Bây giờ chúng ta xét không gian S bao gồm hai sự kiện {tạnh, mưa} cho một ngày và một sự kiện E:

E là sự kiện 'hôm qua là một ngày tạnh'

E là sự kiện 'hôm qua là một ngày mưa'

E là sự kiện 'hôm nay là một ngày tạnh'

Rõ ràng là $E_1 \cap E_2 = \Phi$ và $E_1 \cup E_2 = S$, nên định lý Bayes dẫn tới:

$P(E) = P(E / E_1)*P(E_1) + P(E / E_2)*P(E_2)$(39)

Trong nghiên cứu này, xác suất của sự kiện ngày k là một ngày tạnh được tính bởi (39). Ở đây xác suất của những dữ kiện 'ngày k-1 là một ngày tạnh', 'ngày k là ngày tạnh và ngày k-1 là ngày tạnh'và sự kiện 'ngày k là ngày tạnh và ngày k-1 là ngày mưa' được tính từ những dữ liệu lịch sử. Các xác suất này tương ứng có thể được ước tính bằng chính tần suất xuất hiện của chúng.

Chú ý

- Đối với ngày đầu tiên của mỗi tháng chúng ta dùng a và b, chúng là hai thành phần của ma trận chuyển đổi của tháng trước như là $P(E_1)$ và $P(E_2)$ trong công thức (39), và ngày k-1 được xem như ngày cuối cùng của tháng trước.

- Đối với ngày đầu năm, xác suất cho trạng thái tạnh là tần suất của những ngày tạnh.

2.3.2. Dự báo tình trạng mưa cho một chuỗi ngày bất kì

Công việc này có thể mô tả như sau:

```
Begin
   input(ngày tháng của ngày đầu chuỗi, độ dài N của chuỗi)
   xác định Tập hợp {ngày tháng L , I=1,2,...,N} cho toàn chuỗi
  for I=1 to N do
  begin
   P = P('ngày I là ngày tạnh')
   print "ngày L là ngày tạnh với xác suất là ";P
  end
End.
```

2.3.3. Dự báo tình trạng mưa cho một ngày khi biết tình trạng mưa của ngày hôm trước

Đối với một ngày thứ k bất kì của tháng j, nếu ta biết được tình trạng mưa nắng của ngày K-1, thì tình trạng mưa của ngày k có thể được dự báo bằng cách :

```
Begin
  P1 = Xác suất ('ngày k-1 là ngày tạnh và ngày k là ngày tạnh')
  P2 = Xác suất ('ngày k-1 là ngày mưa và ngày k là ngày tạnh')
  If ngày k-1 là tạnh then
    Print 'ngày k sẽ là ngày tạnh với xác suất ';P1
  else Print 'ngày k sẽ là ngày tạnh với xác suất ';P2
End
```

2.4. Chế độ "dịch chuyển" và những vấn đề liên quan

2.4.1. Chế độ "không dịch chuyển"

Đối với một loại cây trồng, chế độ này được mô tả bằng

```
Begin
     Input{ (NG,TH) = (ngày tháng) cho ngày gieo trồng}
      Thực hiện mô phỏng canh tác cho giống cây này trên cặp (NG,TH)
    Thử một báo cáo kết quả đối với ngày gieo trồng nói trên
End.
```

2.4.2. Chế độ "dịch chuyển"

Đối với một loại cây trồng, chế độ này được mô tả như sau

```
Begin
    Input{ (ngày, tháng) cho ngày bắt đầu, độ dài dịch chuyển N}
     Xác định tập hợp {bộ-ba[I] = ngày-gieo[I], tháng-gieo[I],tháng-thu-hoạch[I]} (I = 1,2,...,N)
   For I = 1 to N do
    begin
       Mô phỏng canh tác cho giống cây này đối với bộ-ba[I]
       Thu báo-cáo[I] đối với cặp(ngày-gieo[I], tháng-gieo[I])
    end
End.
```

Với chế độ này cuối cùng chúng ta thu được một tập hợp (ký hiệu là Γ^*), các báo-cáo, chúng mô tả các kết quả mô phỏng cách tác nhờ nước mưa

2.4.3. Những vấn đề liên quan

Trong nghiên cứu này các hàm mục tiêu sau đây được xét tới

f_1 = minimum tổng số ngày khắc nghiệt,
f_2 = minimum nước cần cung cấp (SWR)
f_3 = minimum lượng nước cần tháo (DR),
f_4 = minimum nước thiếu (DEW),
f_5 = maximum lượng mưa có ích (ER),
f_6 = f1 & minimum (SWR*A + DR*B)

(Ở đây A là giá phải chi cho một mm nước cần cung cấp và B là giá cần phải chi cho một mm nước cần thoát).

Trong chế độ làm việc "dịch chuyển", các vấn đề liên quan đến mô phỏng canh tác nhờ nước mưa có thể được mô tả như sau:

(1) Phát sinh báo cáo tương ứng với hàm mục tiêu đã chọn f_j

Begin
  Tìm ra báo-cáo [i] thoả mãn f_j trong tập hợp Γ
    Ghi báo-cáo này lên file chọn bởi người sử dụng
end.

(2) Phát sinh báo-cáo cho bất cứ ngày gieo trồng nào trong chuỗi ngày được dịch chuyển:

Begin
  Get {(ngày-gieo NG, tháng-gieo TG)}
    Xác định i sao cho ngày-gieo [i] = NG & tháng-gieo [i] = TG
  Ghi báo-cáo [i] trống lên file chọn bởi người sử dụng
End

(3) Thay hàm mục tiêu để thử báo-cáo mong muốn khác trên file chọn trước

Begin
  Get { f_k ($k <> j$, $k \in \{1,2,3,4,5,6\}$)}
  Áp dụng (1) với f_k, thay vì f_j
End

3. Thiết kế chương trình

Mục đích của nghiên cứu này là cài đặt một chương trình cho máy vi tính dựa trên mô hình đã mô tả trong phần trước. Sơ đồ mang chuyển dữ liệu tổng quan (overal data flow diagram) của trình được trình bày trong hình 1.

Chương trình NG2M dùng để mô phỏng canh tác nhờ nước mưa bao gồm bốn bộ phận chính:

(1) Bộ phận đưa dữ liệu vào
(2) Bộ phận mô phỏng mưa
(3) Bộ phận mô phỏng sự bốc hởi
(4) Bộ phận phân tích cân bằng nước

3.1. Bộ phận đưa dữ liệu vào

Nhiệm vụ chính của bộ phận này là thực hiện quá trình trao đổi giữa người sử dụng và máy, nó cho phép người sử dụng đưa các yêu cầu vào. Nhờ các yêu cầu này máy xác định được chế độ làm việc cho mô phỏng, các đặc tính của cây trồng cũng như các đặc tính của đất trên đó cây được gieo trồng.

Bộ phận này sau đó trình bày các đặc tính cần thiết của cây và đất trên màn hình, lần nữa máy có thể đối thoại với người sử dụng để chỉnh lý chúng nếu việc đó là cần thiết. Điều này làm cho các tham số sử dụng trong tính toán trở nên phù hợp hơn với thực tế.

3.2 Bộ phận mô phỏng mưa

Bộ phận này tính toán các tham số mưa từ các dữ liệu lịch sử chuẩn bị sẵn, sau đó lưu đủ chúng lên file PARAS (sẽ được mô tả trong phần sau). Đến thời điểm thích hợp bộ phận này dùng các tham số mưa nói trên theo phương pháp mô tả trong phần 2.1.1.c để phát sinh lượng mưa hàng ngày cho cả quá trình sinh trưởng của cây.

3.3. Bộ phận mô phỏng sự bốc hởi

Cũng như bộ phận mô phỏng mưa, bộ phận này ước tính các tham số bốc hởi từ dữ liệu lịch sử, lưu chúng lên file PARAS. sau đó sử dụng các tham số này trong mô hình của Thomas-Fiering để phát sinh ra lượng bốc hởi hàng ngày cho cả quá trình sinh trưởng của cây.

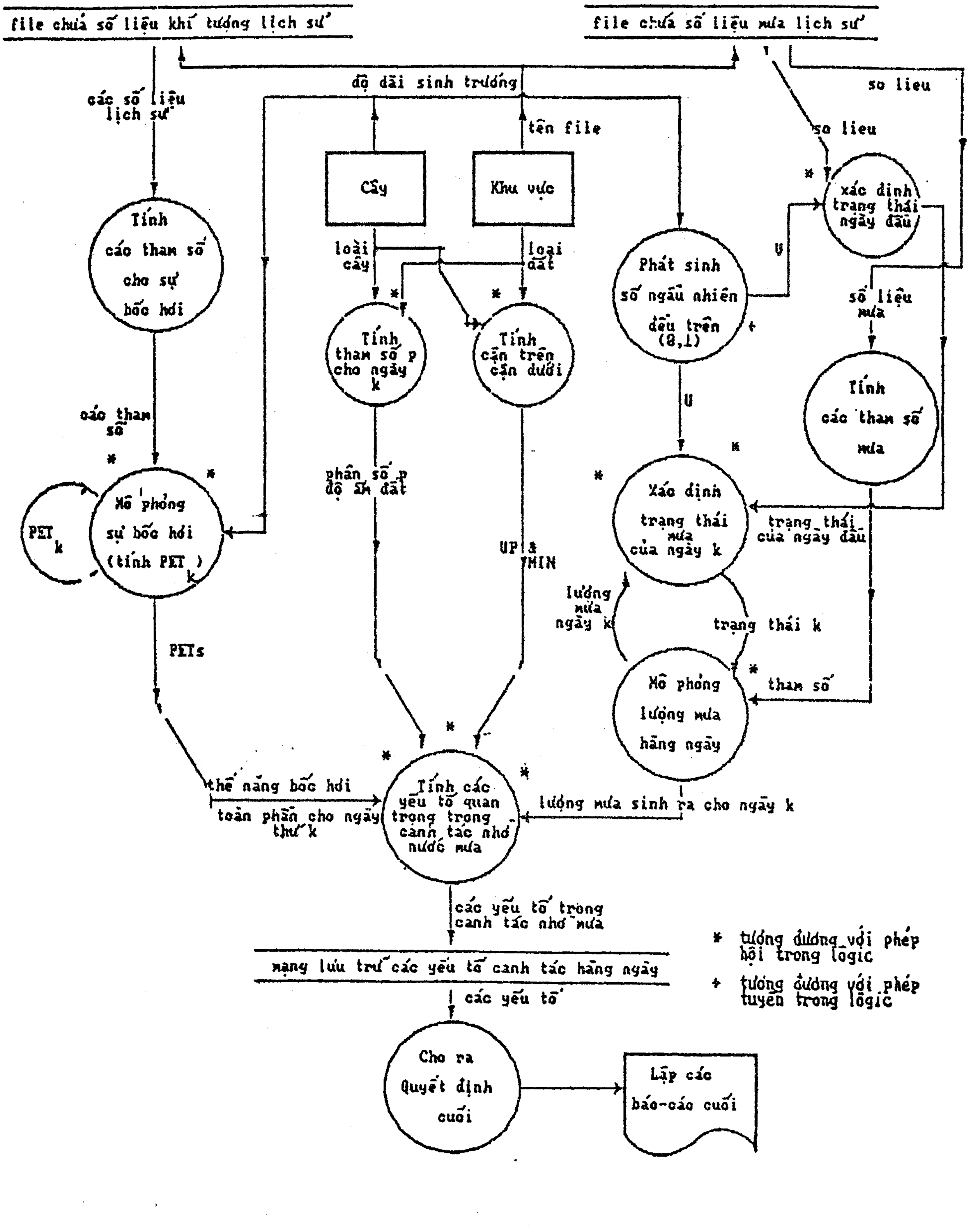
File PARAS được sử dụng cho hai bộ phận mô phỏng khí tượng. Nó được tự động lập lên trong lần đầu tiên sử dụng trình NG2M cho một khu vực nào đó. Có thể giữ file này lại làm file chứa tham số đặc trưng cho khu vực canh tác đó. File PARAS chiếm khoảng 11 Kbyte trên đĩa mềm.

3.4. Bộ phận phân tích cân bằng nước

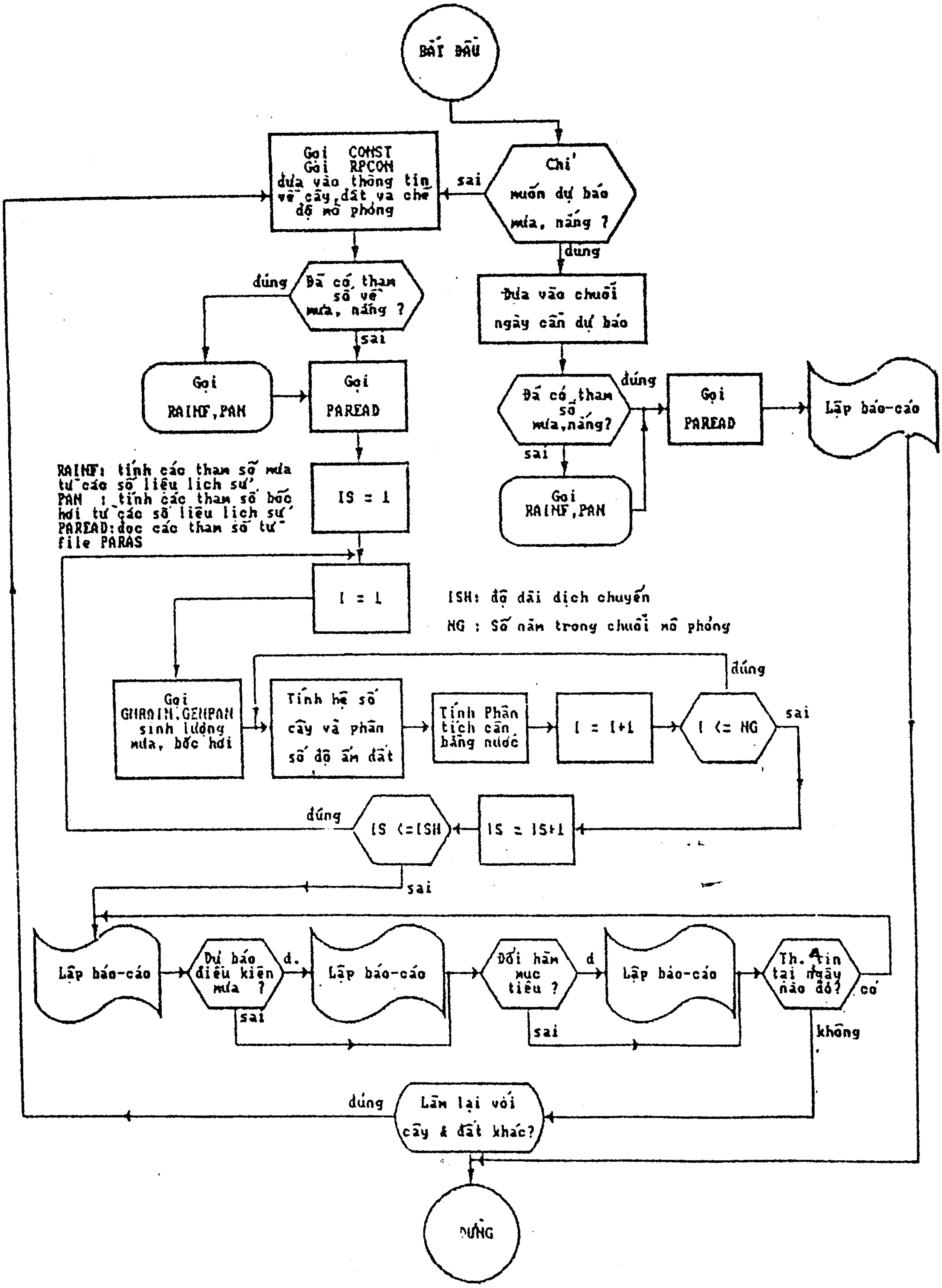
Đây là phần chính của trình NG2M. Nó tổng hợp các dữ liệu được phát sinh ra trong ba bộ phận trên trong một quá trình "phân tích cân bằng nước" để xác định những yếu tố quan trọng trong canh tác nước mưa, từ đó lập nên bảng biểu báo cáo cuối cùng.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, dựa trên một mô hình toán học, một chương trình được gọi tên là NG2M đã được xây dựng nhằm thực hiện một hệ thống mô phỏng canh tác nhờ nước mưa. Chương trình này bao gồm bốn bộ phận: Bộ phận đưa dữ liệu vào, bộ phận mô phỏng mưa, bộ phận mô phỏng sự bốc hởi và bộ phận phân tích cân bằng nước. Trình NG2M chiếm khoảng 320 Kbyte trên đĩa mềm, nó có thể chạy trên máy vi tính IBM/PC hay trên các máy tương thích với loại máy này.



Hình 1. Sơ đồ mạng chuyển dữ liệu tổng quan



Hình 2. Sơ đồ khối của chương trình NG2M

Nhờ bộ phận đưa dữ liệu vào. NG2M có thể áp dụng được cho bất cứ loại cây trồng nào trên bất cứ loại đất nào. các đặc trưng của cây trồng và đất có thể do chương trình tự động xác định, nhưng người sử dụng có thể dễ dàng chỉnh lý chúng sao cho phù hợp với thực tế.

Các ước tính cho những tham số mưa và bốc hơi được giải quyết bằng cách áp dụng các công thức của kỹ thuật "làm mới". Điều này giúp làm giảm bộ nhớ yêu cầu trong khi vẫn giữ được tính chính xác và tăng tốc độ tính toán.

Bằng chế độ làm việc "dịch chuyển", ngày gieo trồng hợp lý nhất cho một loại cây được tự động xác định. Ý nghĩa của "hợp lý nhất" có thể hiểu theo sáu cách tương ứng với sáu hàm mục tiêu nếu trong mục 2.3.4. Đối với hàm mục tiêu cuối cùng, theo một nghĩa nào đó nó có thể được hiểu là hàm mục tiêu kinh tế: Với nó ngày gieo trồng được tìm ra là ngày bảo đảm tổng số ngày khắc nghiệt trong toàn vụ nhỏ nhất mà chi phí cho việc tưới tiêu cũng nhỏ nhất. Sở dĩ có các hàm mục tiêu khác vì có những khu vực canh tác hệ thống tưới tiêu chưa được hoàn chỉnh không thể tưới tiêu như mong muốn.

Trong quá trình mô phỏng, người sử dụng nếu muốn có thể nhìn thấy biểu diễn đồ thị của thừa số ngày khắc nghiệt trên màn hình hay trên bảng báo cáo cuối cùng. Điều này rất có ích trong việc dự báo những ngày nào là xấu đối với cây trồng trong mùa sinh trưởng, vì vậy người sử dụng có thể được chuẩn bị trước để lấy nước vào từ nơi dự trữ nước.

Cuối cùng trình NG2M cho phép người sử dụng dự báo tình trạng mưa cho bất kỳ chuỗi ngày nào, hay dự báo trạng thái mưa cho một ngày nếu biết trạng thái mưa của ngày trước. Việc dự báo này cũng là cần thiết cho công việc đồng áng.

Chương trình NG2M đã được thử nghiệm, nó cho kết quả khả dĩ so sách được với các kết quả thu được trên máy lớn (main frame) trình bày trong các báo cáo của AIT. Người sử dụng có thể dễ dàng thử nghiệm trên vùng canh tác rộng lớn. Chương trình NG2M có thể được cải biến sao cho quá trình phát sinh lượng mưa, và cách ước tính lượng bốc hơi sát với thực tế của các địa phương.

*Chú ý: Từ phần này trở đi, vì khuôn khổ có hạn của bài báo, các tác giả dùng phương phát viết mã giả (pseudo code) để mô tả các thuật toán hay các phương pháp giải cụ thể một vấn đề nào đó. Trong mã giả, các từ khóa như 'begin, 'while', 'do', 'if', 'elseif', v.v... là những từ khóa tiêu chuẩn và quen thuộc trong các ngôn ngữ lập trình, nên chúng không được dịch ra tiếng Việt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. H.N. Phiên, 'A mathematical model for the assessment of rainfed irrigation', Internationnal Journal for Development Technology, 1,129-40, 1983
2. H.N. Phiên, and A. Anakularmphal, and Yu-Min Wang, 'A model for Assessment of Rainfed Agriculture in Thailand'. Southeast Asian Studies Vol.23,No.1,June 1985, pp 61-81.
3. V.E. Hansen, O.W. Israelsen, and G.E Stingh, 'Irrigation Principles and Practices'. New York: John Wiley & Sons.1979
4. AIT 1984 'Agriculture Practices Under Rainfed Condition in Thailand'. Report prepared for Committee for Coodination and Acceleration of Water Resources Development, the Secreteriat of the Prime Minister, Kingdom of Thailand.
5. J. Dooenbos and W.O. Pruit, 'Guidelines for Predicting Crop Water Requirements', FAO Irrigation and Drainage Paper, No.24. Rome.
6. H.N. Phiên, 'On the Camputation of Sample Central Moments'. Internationnal Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 1987 (in press)
7. P.D. Loi, 'A Microcomputer Package for Rainfed Agriculture Simulation'. Master Thesis, Asian Institute of Technology, 1987
8. R.S. Pressman, 'Software Engineering: A Practitioner's Approach'. McGraw - Hill Series in Software Engineering and Techonology, 1982

OREST - CÔNG CỤ XÂY DỰNG HỆ CHUYÊN GIA ... (Tiếp theo trang 19)

Tài Liệu THAM KHẢO CHÍNH

1. J. Somsel, "Expert Object and Humble: Object-Based Shell", tap chí AI Expert, Novembre 1987.
2. D.Colnet et al., Les langagues Orientes Objets, CRIN 86-R-077, 9.1986.
3. Proceeding of the International Workshop on Expert Systems and their Applications, Avignon, 1985, 1986, 1987.

Nhận ngày 25 - 2 - 1988

ABSTRACT

OREST - A TOOL FOR BUILDING EXPERT SYSTEMS BASED
ON THE OBJECT - RULE KNOWLEDGE REPRESENTATION

We present in this paper some features of design and implementation of the OREST system. OREST is a general inference system, permitting building expert systems based on the representation of knowledge by objects and rules.