

THIẾT KẾ HỆ HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH PHỤC VỤ QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

Designing a Decision Support System for Land Use Planning in Agricultural Production

Nguyễn Hải Thanh, Phan Trọng Tiến, Nguyễn Tuấn Anh

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày các kết quả đạt được trong việc thiết kế và xây dựng một hệ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp. Các nghiên cứu đã được tiến hành thực chất có tính liên ngành, bao gồm việc thu thập các số liệu sản xuất trồng trọt, phân tích và xử lý các dữ liệu GIS, thiết kế cơ sở dữ liệu cho hệ thống thông tin, khảo sát mô hình tuyến tính đa mục tiêu và mô hình ra quyết định nhóm nhằm thống nhất ý kiến chuyên gia để đưa ra các quyết định tập thể. Hệ hỗ trợ ra quyết định sử dụng đất được chúng tôi thiết kế có các chức năng: quản trị hệ thống, tác nghiệp dữ liệu bản đồ, quản lý cơ sở dữ liệu, giải mô hình quy hoạch tuyến tính và ra quyết định dựa trên ý kiến chuyên gia.

Từ khóa: Hệ hỗ trợ ra quyết định, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu, ra quyết định nhóm.

SUMMARY

This paper reports the results obtained in designing and building a decision support system for agricultural production land use planning. The work which has been done so far is multidisciplinary in nature, involving collecting data of crop production, analyzing and processing GIS data, designing databases of an information system, investigating multiobjective linear programming and group decision making models for achieving experts' consensus and collective decisions. The decision support system for land use planning as designed has the following functions: administrating system, plotting mapping data, managing databases, solving the multiobjective linear programming model and making group decision based on experts' opinions.

Keywords: Decision support system, group decision making, land use planning, multiobjective linear programming.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một nước nông nghiệp đất chật người đông, với tổng diện tích tự nhiên gần 33 triệu ha, đất sản xuất nông nghiệp có khoảng 9,3 triệu ha, chiếm khoảng 28,4% diện tích (Website Bộ Tài chính, 2008). Việc quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp với các biện pháp kinh tế, kỹ thuật và pháp chế thích hợp là nhiệm vụ cấp bách và lâu dài ở Việt Nam. Một trong các nhiệm vụ của quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp là cơ cấu lại diện tích và công thức trồng trọt tương ứng để đạt được mục tiêu phát triển nông nghiệp bền vững bao gồm việc nâng cao

hiệu quả sản xuất, tạo điều kiện bảo vệ đất và môi trường. Để hỗ trợ có hiệu quả việc đưa ra quyết định hợp lý phục vụ quy hoạch sử dụng đất cần áp dụng các công cụ mạnh của toán học và công nghệ thông tin để thiết kế và xây dựng hệ thống thông tin quản lý (Nguyễn Khang, 2004; Matthews và cộng sự, 1999). Hệ thống thông tin quản lý là một hệ thống các số liệu / dữ liệu được thu thập, tổ chức, phân tích, xử lý và lưu trữ trên máy tính / mạng máy tính dưới dạng thông tin hỗ trợ các quyết định quản lý. Các hệ hỗ trợ ra quyết định là loại hệ thống thông tin quản lý hoàn thiện nhất cho phép tích hợp quy trình ra quyết định

tương tác người – máy tính với các cơ sở dữ liệu và các mô hình tính toán nhằm hỗ trợ trực tiếp việc đưa ra quyết định (Recio và cộng sự, 2003; Nguyễn Hải Thanh, 2006).

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm thiết lập một hệ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp, có tích hợp các dữ liệu GIS và các dữ liệu về công thức trồng trọt, chi phí, lợi nhuận với các module tính toán, tổng hợp ý kiến chuyên gia và tác nghiệp bản đồ để đạt tới quyết định quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp hợp lý, đáp ứng mục tiêu phát triển nông nghiệp bền vững. Đề tài này cũng nhằm nghiên cứu sâu hơn các quy trình tính toán để tìm ra các phương án có tính chất tối ưu cho bài toán quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu và quy trình ra quyết định nhóm để xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp chuyên khảo nhằm thu thập và nghiên cứu cơ sở lý thuyết về mô hình tối ưu, ra quyết định nhóm và hệ hỗ trợ ra quyết định.

Phương pháp khảo sát điều tra số liệu thứ cấp để thu thập và phân tích các số liệu về quỹ đất, các mục đích và loại hình sử dụng đất, chi phí và lợi nhuận của các công thức trồng trọt, với các độ thích hợp đất canh tác tương ứng.

Phương pháp mô hình hoá toán học nhằm thiết lập và giải quyết mô hình quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu cũng như xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia phục vụ ra quyết định nhóm.

Phương pháp khảo sát, đặc tả, phân tích thiết kế CSDL và hệ hỗ trợ ra quyết định.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ HỆ HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH

3.1. Quy trình ra quyết định

Đã có nhiều sơ đồ được phát triển để mô tả quy trình ra quyết định của con

người. Phổ biến nhất là sơ đồ ba giai đoạn: *tri thức, thiết kế* và *chọn lựa* của Simon. Để đầy đủ hơn, pha *triển khai* được thêm vào như là một sự mở rộng cho sơ đồ trên (trích dẫn theo Mora và cộng sự, 2003).

3.2. Kiến trúc của một hệ hỗ trợ quyết định

Khái niệm về kiến trúc của một hệ hỗ trợ quyết định được hiểu khá đa dạng và khác nhau tùy theo từng tác giả. Theo Power (trích dẫn theo Mora và cộng sự, 2003), hệ hỗ trợ quyết định bao gồm bốn thành phần chính: giao diện người sử dụng, cơ sở dữ liệu, các mô hình và công cụ phân tích, thành phần cuối cùng là kiến trúc và mạng của hệ hỗ trợ quyết định. Còn Marakas lại đề xuất một kiến trúc gồm năm thành phần riêng biệt: Hệ thống quản lý dữ liệu, hệ thống quản lý mẫu, bộ máy tri thức, giao diện người sử dụng và người sử dụng (trích dẫn theo Mora và cộng sự, 2003).

3.3. Thiết kế tiêu chuẩn ra quyết định và các phương án quyết định

Các quy trình ra quyết định sử dụng các phương pháp khác nhau trong việc thiết kế và xây dựng các tiêu chuẩn quyết định cũng như các phương án quyết định. Trong nhiều trường hợp, các mô hình toán học, trong đó có bài toán quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu có thể được áp dụng. Trong các bài toán công nghệ, quản lý... nảy sinh từ thực tế, chúng ta thường phải xem xét để tối ưu hoá đồng thời một lúc nhiều mục tiêu. Việc giải các bài toán tối ưu đa mục tiêu, tức là tìm ra một phương án khả thi tốt nhất theo một nghĩa nào đó, thực chất chính là một bài toán ra quyết định. Bài toán quy hoạch tuyến tính (BTQHTT) đa mục tiêu có dạng sau:

$Max CX$ với ràng buộc $X \in D \subset R^n$, trong đó: C là ma trận cấp $p \times n$, $D = \{X \in R^n: AX \leq B\}$ và A là ma trận cấp mn và $B \in Rm$.

Khái niệm then chốt trong tối ưu hoá đa mục tiêu là khái niệm phương án tối ưu Pareto, còn gọi là phương án hữu hiệu. $X^* \in D$ được gọi là phương án tối ưu Pareto X^*

nếu mọi phương án khả thi $X \in D$ mà có một mục tiêu nào đó tốt hơn so với X ($f_i(X)$ tốt hơn $f_i(X^*)$) thì cũng phải có ít nhất một mục tiêu khác xấu hơn so với X ($f_j(X)$ xấu hơn $f_j(X^*)$, $j \neq i$).

Một số phương pháp giải BTQH TT đa mục tiêu đã được công bố bao gồm: phương pháp tìm nghiệm có khoảng cách ngắn nhất đến nghiệm lý tưởng, phương pháp giải theo dãy các mục tiêu, phương pháp người - máy của Geoffrion, Dyer và Fienberg (Steuer, 1986), phương pháp thoả dụng mờ tương tác cải biên (Nguyễn Hải Thanh, 2008).

3.4. Thiết kế cơ chế chọn lựa bằng ra quyết định nhóm

Ra quyết định nhóm là một vấn đề rất quan trọng và có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực kinh tế, quản lý và xã hội. Một quy trình ra quyết định nhóm tổng quát bao gồm ba bước cơ bản:

Bước 1: Từng cá thể trong nhóm phải xác định các hàm giá trị thứ tự / hay hàm thỏa dụng / hoặc quan hệ ưu tiên (rõ/mờ) tương ứng xác định trên tập các phương án/lựa chọn (xem Zimmermann, 1986).

Bước 2: Xác định hàm giá trị thứ tự / hay hàm thỏa dụng / hoặc quan hệ ưu tiên (rõ / mờ) của nhóm dựa trên việc kết hợp các giá trị thứ tự / hay giá trị thỏa dụng / quan hệ ưu tiên ở bước trước.

Bước 3: Nếu các ý kiến của mỗi cá thể trong nhóm đã được thống nhất (*consensus*) hoặc đã cụm sát nhau (*cluster*), đã được hoà hoãn chấp nhận được (*compromise*) hoặc đã có số đông thắng thế (*majority vote*) hoặc đã được người lãnh đạo quyết định (*decision by leader*) hoặc đã được trọng tài thuyết phục (*arbitration*) thì quá trình dừng với sự chọn lựa quyết định thích hợp. Nếu trái lại, sau khi trao đổi một số thông tin của các cá thể hay của toàn nhóm, trở về bước 1.

Trong nghiên cứu này chúng tôi đề xuất quy trình ra quyết định Delphy cải biên xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia nhằm đánh giá sắp hạng các phương án tối ưu của BTQH TT đa mục tiêu. Các điểm

khác biệt so với phương pháp Delphy được đề xuất bởi Kaufmann và Gupta (Kaufmann và cộng sự, 1988) là:

- Các chuyên gia sắp hạng các phương án bởi số mờ chứ không phải số rõ. Điều này làm cho sự đánh giá được “mềm” hơn, thực tế hơn.

- Bằng cách áp dụng phương pháp phân cụm dữ liệu, thông tin sau mỗi bước lập cung cấp cho các chuyên gia không chỉ bao gồm thông tin về điểm trung bình cộng toán nhóm của từng phương án, mà còn bao gồm cả điểm trung bình (là số mờ) trong các lớp cụm có chứa nhiều ý kiến. Điều này giúp cho việc sửa chỉnh lại các đánh giá của từng chuyên gia trong bước lập tiếp theo được thuận lợi hơn.

Thuật toán Delphy cải biên xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia như sau:

Bước khởi tạo

- Xin ý kiến n chuyên gia đánh giá một phương án ở các mức: rất tốt, tốt, khá phù hợp, không phù hợp, kém hiệu quả, không nên triển khai.

- Chọn l là số lớp để phân hoạch ý kiến các chuyên gia, thông thường chọn $l = 3$ hoặc $l = 4$.

- Chọn k_{max} là số bước lặp tối đa cần thực hiện (thông thường chọn $k_{max} = 10$ đến 15. Đặt $k = 1$).

Các bước lặp

Bước 1: Sử dụng phương pháp phân loại dữ liệu căn cứ vào thuật giải xấp xỉ dựa trên các tiêu chuẩn khoảng cách cực tiểu và bình phương bé nhất đã biết.

Bước 2:

- Nếu có ít nhất 75% ý kiến chuyên gia trong một lớp nào đó thì chuyển sang bước 3.

- Nếu có chưa tới 75% ý kiến chuyên gia trong cùng một lớp nào đó, nhưng $k+1 > k_{max}$ thì cũng chuyển sang bước 3.

- Nếu trái lại thì thông báo cho các chuyên gia ý kiến trung bình của một hoặc một số lớp.

- Xin các chuyên gia sửa chỉnh lại ý kiến của mình căn cứ thông báo trên và chuyển về bước 1.

Bước 3: Thông báo cho các chuyên gia biết ý kiến trung bình của tất cả các ý kiến. Dựa vào đó sắp hạng các ý kiến và chọn lựa quyết định.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THIẾT LẬP MÔ HÌNH QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

4.1. Các dữ liệu sử dụng đất sản xuất nông nghiệp tại huyện Tam Nông

Trên địa bàn huyện Tam Nông có 6 mục đích sử dụng đất chính với 11 loại hình sử dụng đất. ứng với mỗi loại hình sử dụng đất lại có một hoặc một số công thức trồng trọt tương ứng, tổng cộng có 24 công thức trồng trọt.

Trên cơ sở các bản đồ đơn tính (loại đất, độ dốc, địa hình tương đối, chế độ tưới tiêu, chế độ ngập úng, độ dày tầng canh tác, độ dày tầng đất và thành phần cơ giới), kết quả chồng ghép cho thấy trên địa bàn huyện có 63 đơn vị bản đồ đất đai (LMU).

Căn cứ kết quả khảo sát đất nông nghiệp tại Tam Nông, Phú Thọ, các mức độ thích hợp của 63 đơn vị đất đai tương ứng với 11 loại hình sử dụng đất được phân thành 3 cấp: S₁ (độ thích hợp 1), S₂ (độ thích hợp 2), N (không thích hợp). Sau đó, tiến hành phân nhóm các đơn vị đất đai thành 10 nhóm tùy theo mức độ thích

hợp của các loại hình sử dụng đất theo mục đích sử dụng.

Kết quả điều tra hiệu quả kinh tế cũng như mức độ sử dụng lao động của 11 loại hình sử dụng đất trên địa bàn huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ vào năm 2006 được tổng hợp trong bảng 1 (có mở rộng cho đất lâm nghiệp).

4.2. Thiết lập mô hình quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp

Khi xây dựng mô hình cần chú trọng tính *phù hợp, tính khả thi, tính thực tiễn* và *tính mục đích*. Sử dụng đất phải nhằm mục đích bền vững cần đạt được ba yêu cầu. Bền vững về mặt kinh tế: Cây trồng cho hiệu quả kinh tế cao, được thị trường chấp nhận; Bền vững về mặt môi trường: Bảo vệ được đất đai, ngăn chặn sự thoái hóa về đất, bảo vệ được môi trường tự nhiên; Bền vững về mặt xã hội: Thu hút được lao động, bảo đảm đời sống xã hội được phát triển.

Căn cứ vào kết quả xác định loại hình sử dụng đất, kết quả đánh giá và phân hạng thích hợp đất và phân nhóm thích hợp theo mục đích sử dụng, các biến số quyết định X_{ijk} của bài toán chính là diện tích đất nhóm i được sử dụng ở mức độ thích hợp j theo mục đích sử dụng k (tất cả có 10 nhóm đất với 2 độ thích hợp và 6 mục đích sử dụng).

Bảng 1. Hiệu quả kinh tế và mức độ sử dụng lao động của 11 loại hình sử dụng đất

TT	Mục đích, loại hình sử dụng đất	Tổng giá trị sản phẩm (1000đ/năm/ha)	Chi phí (1000đ/năm/ha)			Thu nhập (1000đ/năm/ha)	Số ngày công (công/năm)	Giá trị ngày công (1000đ/công)	Hiệu suất đồng vốn (lần)
			Tổng chi phí	Chi phí vật chất	Chi phí khác				
A	Đất chuyên trồng lúa (LUC)	30010	15959	9631	6328	14051	892	15.76	0.88
B	Đất trồng lúa còn lại (màu) (LUK)	25605	13691	8767	4924	11914	858	13.88	0.87
C	Đất trồng lúa còn lại (LUK): Lúa chiêm xuân-Cá	43003	15257	7957	7300	27746	860	32.26	1.82
D	Đất trồng cây hàng năm còn lại (HNC)	26652	13799	9758	4041	12854	893	14.40	0.93
E	Đất trồng cây lâu năm (CLN)	17427	6486	4718	1768	10941	401	27.27	1.69
F	Đất lâm nghiệp (LNP)	8920	2681	1969	712	6239	371	16.80	2.33

Như vậy bài toán quy hoạch sử dụng đất trên địa bàn huyện Tam Nông có tất cả 44 biến quyết định, được phát biểu như sau:
Các mục tiêu cần cực đại hoá:

Tổng thu nhập

$$\begin{aligned} Z1 = & X_{1_2_5} * 10941 + X_{1_2_6} * 6239 + X_{2_1_3} * 27746 + X_{3_1_1} * 14051 + \\ & X_{3_1_2} * 11914 + X_{3_2_3} * 27746 + X_{3_2_4} * 12854 + X_{3_2_5} * 10941 + \\ & X_{3_2_6} * 6239 + X_{4_1_1} * 14051 + X_{4_2_2} * 11914 + X_{4_2_3} * 27746 + \\ & X_{4_2_4} * 12854 + X_{4_2_5} * 10941 + X_{4_2_6} * 6239 + X_{5_2_1} * 14051 + \\ & X_{5_1_2} * 11914 + X_{5_2_3} * 27746 + X_{5_2_4} * 12854 + X_{5_2_5} * 10941 + \\ & X_{5_2_6} * 6239 + X_{6_2_1} * 14051 + X_{6_2_2} * 11914 + X_{6_2_4} * 12854 + \\ & X_{7_2_1} * 14051 + X_{7_2_2} * 11914 + X_{7_2_4} * 12854 + X_{7_2_5} * 10941 + \\ & X_{7_2_6} * 6239 + X_{8_2_1} * 14051 + X_{8_2_2} * 11914 + X_{8_2_3} * 27746 + \\ & X_{8_2_4} * 12854 + X_{9_2_1} * 14051 + X_{9_2_2} * 11914 + X_{9_2_3} * 27746 + \\ & X_{9_2_4} * 12854 + X_{9_2_6} * 6239 + X_{10_2_1} * 14051 + X_{10_2_2} * 11914 + \\ & X_{10_2_3} * 27746 + X_{10_2_4} * 12854 + X_{10_2_5} * 10941 + X_{10_2_6} * 6239 \end{aligned}$$

Tổng mức độ thích hợp lớn nhất

$$Z2 = X_{2_1_3} * 1 + X_{3_1_1} * 1 + X_{3_1_2} * 1 + X_{4_1_1} * 1 + X_{5_1_2} * 1$$

Tổng hiệu suất đồng vốn

$$\begin{aligned} Z3 = & X_{1_2_5} * 1.69 + X_{1_2_6} * 2.33 + X_{2_1_3} * 1.82 + X_{3_1_1} * 0.88 + \\ & X_{3_1_2} * 0.87 + X_{3_2_3} * 1.82 + X_{3_2_4} * 0.93 + X_{3_2_5} * 1.69 + X_{3_2_6} * 2.33 + \\ & X_{4_1_1} * 0.88 + X_{4_2_2} * 0.87 + X_{4_2_3} * 1.82 + X_{4_2_4} * 0.93 + X_{4_2_5} * 1.69 + \\ & X_{4_2_6} * 2.33 + X_{5_2_1} * 0.88 + X_{5_1_2} * 0.87 + X_{5_2_3} * 1.82 + X_{5_2_4} * 0.93 + \\ & X_{5_2_5} * 1.69 + X_{5_2_6} * 2.33 + X_{6_2_1} * 0.88 + X_{6_2_2} * 0.87 + X_{6_2_4} * 0.93 + \\ & X_{7_2_1} * 0.88 + X_{7_2_2} * 0.87 + X_{7_2_4} * 0.93 + X_{7_2_5} * 1.69 + X_{7_2_6} * 2.33 + \\ & X_{8_2_1} * 0.88 + X_{8_2_2} * 0.87 + X_{8_2_3} * 1.82 + X_{8_2_4} * 0.93 + X_{9_2_1} * 0.88 + \\ & X_{9_2_2} * 0.87 + X_{9_2_3} * 1.82 + X_{9_2_4} * 0.93 + X_{9_2_6} * 2.33 + X_{10_2_1} * 0.88 + \\ & X_{10_2_2} * 0.87 + X_{10_2_3} * 1.82 + X_{10_2_4} * 0.93 + X_{10_2_5} * 1.69 + \\ & X_{10_2_6} * 2.33 \end{aligned}$$

Với các ràng buộc:

Các ràng buộc về diện tích

$$X_{1_2_5} * 1 + X_{1_2_6} * 1 = 4680.41$$

$$X_{2_1_3} * 1 = 2135.53$$

$$X_{3_1_1} * 1 + X_{3_1_2} * 1 + X_{3_2_3} * 1 + X_{3_2_4} * 1 + X_{3_2_5} * 1 + X_{3_2_6} * 1 = 319.36$$

$$X_{4_1_1} * 1 + X_{4_2_2} * 1 + X_{4_2_3} * 1 + X_{4_2_4} * 1 + X_{4_2_5} * 1 + X_{4_2_6} * 1 = 640.3$$

$$X_{5_2_1} * 1 + X_{5_1_2} * 1 + X_{5_2_3} * 1 + X_{5_2_4} * 1 + X_{5_2_5} * 1 + X_{5_2_6} * 1 = 188.67$$

$$X_{6_2_1} * 1 + X_{6_2_2} * 1 + X_{6_2_4} * 1 = 3.08$$

$$X_{7_2_1} * 1 + X_{7_2_2} * 1 + X_{7_2_4} * 1 + X_{7_2_5} * 1 + X_{7_2_6} * 1 = 575.61$$

$$X_{8_2_1} * 1 + X_{8_2_2} * 1 + X_{8_2_3} * 1 + X_{8_2_4} * 1 = 11.93$$

$$X_{9_2_1} * 1 + X_{9_2_2} * 1 + X_{9_2_3} * 1 + X_{9_2_4} * 1 + X_{9_2_6} * 1 = 597.64$$

$$X_{10_2_1} * 1 + X_{10_2_2} * 1 + X_{10_2_3} * 1 + X_{10_2_4} * 1 + X_{10_2_5} * 1 + X_{10_2_6} * 1 = 1163.15$$

Các ràng buộc tương quan tỷ lệ

$$X_{3_1_1} + X_{4_1_1} + X_{5_2_1} + X_{6_2_1} + X_{7_2_1} + X_{8_2_1} + X_{9_2_1} + X_{10_2_1} \leq 3499.74$$

$$X_{3_1_2} + X_{4_2_2} + X_{5_1_2} + X_{6_2_2} + X_{7_2_2} + X_{8_2_2} + X_{9_2_2} + X_{10_2_2} \leq 3499.74$$

$$X_{2_1_3} + X_{3_2_3} + X_{4_2_3} + X_{5_2_3} + X_{8_2_3} + X_{9_2_3} + X_{10_2_3} \leq 5056.58$$

$$X_{3_2_4} + X_{4_2_4} + X_{5_2_4} + X_{6_2_4} + X_{7_2_4} + X_{8_2_4} + X_{9_2_4} + X_{10_2_4} \leq 3499.74$$

$$X_{1_2_5} + X_{3_2_5} + X_{4_2_5} + X_{5_2_5} + X_{7_2_5} + X_{10_2_5} \leq 7567.5$$

$$X_{1_2_6} + X_{3_2_6} + X_{4_2_6} + X_{5_2_6} + X_{7_2_6} + X_{9_2_6} + X_{10_2_6} \leq 8165.14$$

Ràng buộc về mức độ sử dụng lao động

$$X_{1_2_5} \cdot 401 + X_{1_2_6} \cdot 371 + X_{2_1_3} \cdot 860 + X_{3_1_1} \cdot 892 + X_{3_1_2} \cdot 858 + X_{3_2_3} \cdot 860 + X_{3_2_4} \cdot 893 + X_{3_2_5} \cdot 401 + X_{3_2_6} \cdot 371 + X_{4_1_1} \cdot 892 + X_{4_2_2} \cdot 858 + X_{4_2_3} \cdot 860 + X_{4_2_4} \cdot 893 + X_{4_2_5} \cdot 401 + X_{4_2_6} \cdot 371 + X_{5_2_1} \cdot 892 + X_{5_1_2} \cdot 858 + X_{5_2_3} \cdot 860 + X_{5_2_4} \cdot 893 + X_{5_2_5} \cdot 401 + X_{5_2_6} \cdot 371 + X_{6_2_1} \cdot 892 + X_{6_2_2} \cdot 858 + X_{6_2_4} \cdot 893 + X_{7_2_1} \cdot 892 + X_{7_2_2} \cdot 858 + X_{7_2_4} \cdot 893 + X_{7_2_5} \cdot 401 + X_{7_2_6} \cdot 371 + X_{8_2_1} \cdot 892 + X_{8_2_2} \cdot 858 + X_{8_2_3} \cdot 860 + X_{8_2_4} \cdot 893 + X_{9_2_1} \cdot 892 + X_{9_2_2} \cdot 858 + X_{9_2_3} \cdot 860 + X_{9_2_4} \cdot 893 + X_{9_2_6} \cdot 371 + X_{10_2_1} \cdot 892 + X_{10_2_2} \cdot 858 + X_{10_2_3} \cdot 860 + X_{10_2_4} \cdot 893 + X_{10_2_5} \cdot 401 + X_{10_2_6} \cdot 371 \geq 2500000$$

Điều kiện không âm của các biến: $\forall X_i \geq 0$ ($i = 1, \dots, 44$).

Các giá trị về phải của các ràng buộc về diện tích, tương quan tỷ lệ và mức độ sử dụng lao động được tính toán căn cứ các số liệu điều tra được về các đơn vị đất đai, mức độ thích hợp của các đơn vị đất đai theo mục đích sử dụng và dự báo về nhân lực sản xuất nông nghiệp (Nguyễn Hải Thanh, 2008).

5. THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ CÁC CHỨC NĂNG CỦA HỆ PHẦN MỀM HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT

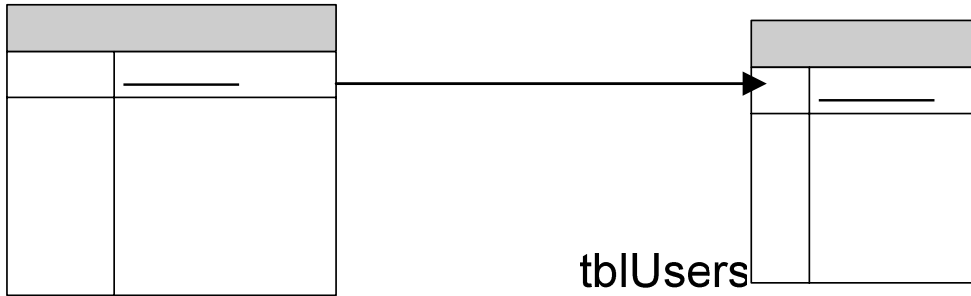
5.1. Thiết kế cơ sở dữ liệu

Dữ liệu về tài nguyên đất bao gồm dữ liệu địa lí và dữ liệu bản đồ đất đai. Dữ liệu về hiệu quả kinh tế của một số loại cây trồng và một số công thức luân canh.

Cơ sở dữ liệu được đặt trên máy chủ, các máy khách sử dụng chung cơ sở dữ liệu này. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu được lựa chọn là hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQLServer. Trong đề tài nghiên cứu B2006-11-44, cơ sở dữ liệu được thiết kế bao gồm các bảng dữ liệu sau:

- *tblUsers*(UserName, Password, QuyenTaoBT, QuyenXemDL, QuyenGiaiBT, QuyenCapNhatDL, QuyenCapNhatND).
- *tblPhanAn*(PhuongAn, TrongSo, Z1, Z2, ..., Zn).
- *tblYKienChuyenGia*(ChuyenGia, PhuongAn1, ..., PhuongAnn).

Quan hệ các bảng:



Các bảng dữ liệu tự động sinh ra từ bản đồ dữ liệu (GIS) thường có các trường với mỗi bản đồ được xây dựng có các dữ liệu thu thập cũng khác nhau) khi chạy trường khác nhau tùy thuộc vào người lập chương trình bao gồm:

- *Vung_TNong*(Obj, ID, Xa, Htrang, DVDD, Ldat_G, Ddat_G, Ddoc_SL, Cdt1_1, Cdn1_1, Ddctc_L, Ddtd_D, Tpcg_C, _2luamau, 2lua, Tlua2mat, Lua_mau, Lua_ca, C_mau, C_rau, C_lau_nam, C_an_qua, Nong_lam, Trong_rung, Nhom_dat, Thop_LoC, Thop_LoKm, Thop_LoKy, Thop_HNNC, Thop_CLN, Thop_LNP, Qhoach, Dien_tich, MI_Style).
- *Muctieu*(X₁, X₂,..., X_n, muctieu).
- *Rangbuoc*(X₁, X₂,..., X_n, quanhe, bj).
- *HieuQuaKinhTe*(Muc dich dat, Tong gia tri, Tong chi phi, Chi phi vat chat, Chi phi san xuat, Thu nhap thuan, So ngay cong, Gia tri ngay cong, Hieu suat cong vien).
- *CacGioiHan*(ID, So ngay cong, an toan luong thuc).

PK,FK1
User Name
Password
QuyenTapBT
QuyenXemDL
QuyenGiaiBT
QuyenCapNhatDL
QuyenCapNhatND

5.2. Dùng Stored Procedure để lưu dữ liệu

Chương trình có một module lấy dữ liệu bản đồ (GIS) rồi xuất vào cơ sở dữ liệu SQL Server để phục vụ cho bài toán ra quyết định. Nhưng không phải toàn bộ dữ liệu lấy được từ GIS đều phục vụ cho bài toán. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server hỗ trợ Stored Procedure (*thủ tục lưu dữ liệu*) khá mạnh, cho phép lập trình tạo ra các Stored Procedure có *chức năng lọc và lưu dữ liệu* để lấy dữ liệu cho bài toán.

5.3. Thiết kế các chức năng của hệ phần mềm hỗ trợ ra quyết định

- Các chức năng của hệ phần mềm hỗ trợ ra quyết định được thiết kế phù hợp với kiến trúc của hệ hỗ trợ ra quyết định:
- Chức năng quản trị hệ thống được thiết kế nhằm mục đích phân quyền người sử dụng.

- Chức năng tác nghiệp dữ liệu bản đồ cho phép xem bản đồ gốc và bản đồ quy hoạch được xây dựng bằng phần mềm MapInfo. Chức năng tác nghiệp bản đồ còn cho phép người sử dụng lấy được dữ liệu lưu trữ trong các file của MapInfo (file *.tab) để phục vụ cho bài toán ra quyết định.

- Chức năng quản lý cơ sở dữ liệu cho phép người sử dụng có thể tạo các bảng dữ liệu mới với các dữ liệu động. Chương trình cũng cho phép người sử dụng cập nhật dữ liệu trực tiếp trên giao diện của chương trình và thực hiện việc lọc và lưu dữ liệu nhằm lấy các trường dữ liệu cần thiết phục vụ cho bài toán. Chương trình có khả năng sinh ra bài toán một cách tự động.

- Chức năng giải bài toán quy hoạch tuyến tính (BTQH TT) đa mục tiêu sử dụng

thuật toán thỏa dụng mờ tương tác cải biên nhằm tìm ra các phương án có tính chất tối ưu Pareto.

- Chức năng ra quyết định nhóm Delphy cho phép xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia (nói chung là khác nhau). Khi có phương án thống nhất có thể vẽ bản đồ quy hoạch.

5.4. Giải BTQHTT đa mục tiêu

Với các ràng buộc và mục tiêu được chương trình lập tự động của huyện Tam Nông, người sử dụng kích vào menu bên trái *Chọn bài toán*. Chọn dữ liệu cho hàm mục tiêu và hàm ràng buộc phù hợp, người sử dụng kích trên menu trái *Tạo bảng Pay-off*, kết quả giải bài toán sẽ hiển thị cho người sử dụng xem kết quả (các số liệu trong bài báo này đều được copy trực tiếp từ các file kết quả chạy chương trình máy tính nên có dạng biểu diễn số thập phân như trên máy tính).

- Khi cực đại hoá riêng hàm mục tiêu Z1, sẽ thu được phương án với $Z1_{Max} = 199639407.68$, $Z2 = 2135.53$, $Z3 = 17622.1157$.

- Khi cực đại hoá riêng hàm mục tiêu Z2, sẽ thu được phương án với $Z1 = 118973195.5$, $Z2_{Max} = 3283.86$, $Z3 = 21257.6844$.

- Khi cực đại hoá riêng hàm mục tiêu Z3, sẽ thu được phương án với $Z1 = 110565323.94$, $Z2 = 2135.53$, $Z3_{Max} = 22936.0178$.

Lúc này dựa trên thông tin pay-off, các hàm thỏa dụng mờ tương ứng với ba mục tiêu được xác định theo công thức:

$$\mu_i(z_i) = \frac{z_i - z_i^w}{z_i^B - z_i^w}, \quad i = 1, 2, 3.$$

Hàm thỏa dụng tổ hợp được xây dựng từ các hàm thỏa dụng trên:

$$u = w_1\mu_1(z_1) + w_2\mu_2(z_2) + w_3\mu_3(z_3) \rightarrow \text{Max}$$

Trong đó: w_1, w_2, w_3 là các trọng số (phản ánh tầm quan trọng của từng hàm thỏa dụng trong thành phần hàm thỏa dụng tổ hợp) được người giải lựa chọn thỏa mãn điều kiện:

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1 \quad 0 \leq w_1, w_2, w_3 \leq 1.$$

Giả sử người sử dụng coi việc đạt được tổng thu nhập lớn nhất là quan trọng nhất, còn các mục tiêu khác ít quan trọng hơn. Việc này có thể thực hiện được bằng cách kích trên menu phía dưới, bên trái *Giải đa mục tiêu*, sau đó nhập trọng số cho các hàm mục tiêu: hàm mục tiêu nào quan trọng hơn thì có trọng số cao hơn. Tổng các trọng số phải bằng 1.

Người sử dụng nhập $W1 = 0.8, W2 = 0.1, W3 = 0.1$. Kết quả thu được có giá trị của các hàm mục tiêu: $Z1 = 199639407.68$, $Z2 = 2135.53$, $Z3 = 17622.115$. Chúng ta để ý kết quả này trùng với giải hàm mục tiêu Z1.

Nếu $W1 = 0.4, W2 = 0.3, W3 = 0.3$. Kết quả thu được có giá trị các hàm mục tiêu: $Z1 = 157005887.4$, $Z2 = 3283.86$, $Z3 = 20370.8957$.

Nếu $W1 = 0.6, W2 = 0.2, W3 = 0.2$. Kết quả thu được có giá trị các hàm mục tiêu: $Z1 = 181719693.44$, $Z2 = 3283.8$, $Z3 = 17007.0429$.

Người sử dụng muốn giá trị hàm mục tiêu Z1 nhỏ hơn một ngưỡng nào đó, giá trị này phải nằm trong khoảng $Z1_{Max}, Z1_{Min}$. Người sử dụng phải nhập giá trị cắt cho hàm mục tiêu Z1 nằm trong khoảng (110565323.94, 199639407.68), chẳng hạn là 180000000. Chọn $W1 = 0.4, W2 = 0.3, W3 = 0.3$. Kết quả giải bài toán: $X_{1_2_6} = 4680.41$ | $X_{2_1_3} = 2135.53$ | $X_{3_1_1} = 319.36$ | $X_{4_1_1} = 640.3$ | $X_{5_1_2} = 188.67$ | $X_{6_2_1} = 3.08$ | $X_{7_2_6} = 575.61$ | $X_{8_2_3} = 11.93$ | $X_{9_2_3} = 597.64$ | $X_{10_2_3} = 1163.15$ | $s[53] = 2537$ | $s[54] = 3311.07$ | $s[55] = 1148.33$ | $s[56] = 3499.74$ | $s[57] = 7567.5$ | $s[58] = 2909.12$ | $s[59] = 22994112.6$ | $s[60] = 1163.15$ | $s[61] = 3831721.36$ | $s[62] = 2135.53$ | $s[63] = 319.36$ | $s[64] = 640.3$ | $s[65] = 188.67$ | $s[66] = 3.08$ | $s[67] = 4680.41$ | $s[68] = 11.93$ | $s[69] = 597.64$ | $s[70] = 575.61$, các biến khác có giá trị bằng 0. Giá trị các hàm mục tiêu: $Z1 = 157005887.4$, $Z2 = 3283.86$, $Z3 = 20370.8957$.

5.5. Xử lý và tổng hợp ý kiến chuyên gia

Sau khi giải xong kích nút *Lưu phương án* và kích *Nhập ý kiến chuyên gia* sẽ thấy có năm phương án (hai phương án đã bị loại do có các phương án khác “trội”

hơn) như trong bảng 2. Các chuyên gia nhập ý kiến đánh giá các phương án này. Giả sử bài toán 5 chuyên gia đánh giá và số bước lặp tối đa cho phép là 5 bước, số lớp trong một phân hoạch là 3.

Bảng 2. Các phương án tối ưu

PhuongAn	TrongSo	Z1	Z2	Z3
Phuong an 1	PayOff1	199639407.68	2135.53	17622.12
Phuong an 2	PayOff2	118973195.52	3283.86	21257.68
Phuong an 3	PayOff3	110565323.94	2135.53	22936.02
Phuong an 4	b(0.4,0.3,0.3)	157005887.40	3283.86	20370.9
Phuong an 5	c(0.6,0.2,0.2)	181719693.44	3283.86	17007.04

Bước lặp thứ 1: Ý kiến chuyên gia được tổng hợp trong bảng 3.

Bảng 3. Ý kiến các chuyên gia bước lặp 1

ChuyenGia	PhuongAn1	PhuongAn2	PhuongAn3	PhuongAn4	PhuongAn5
cg1	Tốt	Không phù hợp	Kém hiệu quả	Khá phù hợp	Rất tốt
cg2	Rất tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Tốt	Tốt
cg3	Khá phù hợp	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Khá phù hợp
cg4	Tốt	Kém hiệu quả	Kém hiệu quả	Khá phù hợp	Rất tốt
cg5	Tốt	Không phù hợp	Không nên triển khai	Khá phù hợp	Rất tốt

Kết quả sau lần lặp đầu tiên

0.7 , 0.8 , 0.9	0.3 , 0.4 , 0.5	0.1 , 0.2 , 0.3	0.5 , 0.6 , 0.7	0.9 , 0.95 , 1
0.65 , 0.75 , 0.85	0.26 , 0.36 , 0.46	0.2 , 0.3 , 0.4	0.54 , 0.64 , 0.74	0.78 , 0.85 , 0.92
0.7 , 0.79 , 0.88	0.26 , 0.36 , 0.46	0.16 , 0.25 , 0.34	0.54 , 0.64 , 0.74	0.78 , 0.85 , 0.92

Trong từng cột ứng với mỗi phương án: Hàng thứ nhất thể hiện điểm trung bình của lớp có nhiều chuyên gia nhất. Hàng thứ hai thể hiện điểm trung bình của hai lớp có nhiều chuyên gia nhất. Hàng thứ ba là điểm trung bình chung của từng phương án. Phương án 2 đã được các chuyên gia thống nhất đánh giá ở mức không phù

hợp. Phương án 4 cũng đã được các chuyên gia thống nhất đánh giá. Các phương án khác chưa thống nhất được ý kiến chuyên gia (ý kiến được coi là thống nhất nếu có từ 75% trở lên ý kiến đánh giá trùng nhau), cần phải tiến hành bước lặp tiếp theo. Căn cứ các thông tin trên, các chuyên gia cho ý kiến đánh giá lại.

Bước lặp thứ 2: Ý kiến chuyên gia cho trong bảng 4.

Bảng 4. Ý kiến các chuyên gia bước lặp 2

ChuyenGia	PhuongAn1	PhuongAn2	PhuongAn3	PhuongAn4	PhuongAn5
cg1	Tốt	Không phù hợp	Kém hiệu quả	Khá phù hợp	Rất tốt
cg2	Rất tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Tốt	Tốt
cg3	Tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Tốt
cg4	Tốt	Kém hiệu quả	Kém hiệu quả	Khá phù hợp	Tốt
cg5	Tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Rất tốt

Kết quả sau bước lặp thứ hai

0.7 , 0.8 , 0.9	0.3 , 0.4 , 0.5	0.3 , 0.4 , 0.5	0.5 , 0.6 , 0.7	0.7 , 0.8 , 0.9
0.74 , 0.83 , 0.92	0.26 , 0.36 , 0.46	0.22 , 0.32 , 0.42	0.54 , 0.64 , 0.74	0.78 , 0.86 , 0.94
0.74 , 0.83 , 0.92	0.26 , 0.36 , 0.46	0.22 , 0.32 , 0.42	0.54 , 0.64 , 0.74	0.78 , 0.86 , 0.94

Phương án 1, 2 và 4 đã được các chuyên gia thống nhất được ý kiến chuyên gia, gia thống nhất đánh giá. Phương án 3 và 5 cần phải tiến hành bước lặp tiếp theo.

Bước lặp thứ 3: Ý kiến chuyên gia cho trong bảng 5.

Bảng 5. Ý kiến các chuyên gia bước lặp 3

ChuyenGia	PhuongAn1	PhuongAn2	PhuongAn3	PhuongAn4	PhuongAn5
cg1	Tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Rất tốt
cg2	Rất tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Tốt	Rất tốt
cg3	Tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Rất tốt
cg4	Tốt	Kém hiệu quả	Kém hiệu quả	Khá phù hợp	Tốt
cg5	Tốt	Không phù hợp	Không phù hợp	Khá phù hợp	Rất tốt

Kết quả sau bước lặp thứ ba

0.7 , 0.8 , 0.9	0.3 , 0.4 , 0.5	0.3 , 0.4 , 0.5	0.5 , 0.6 , 0.7	0.9 , 0.95 , 1
0.74 , 0.83 , 0.92	0.26 , 0.36 , 0.46	0.26 , 0.36 , 0.46	0.54 , 0.64 , 0.74	0.86 , 0.92 , 0.98
0.74 , 0.83 , 0.92	0.26 , 0.36 , 0.46	0.26 , 0.36 , 0.46	0.54 , 0.64 , 0.74	0.86 , 0.92 , 0.98

Các ý kiến chuyên gia đã được thống nhất nên chương trình dừng và sẽ in ra ba phương án có ý kiến đánh giá thống nhất tốt nhất để lưu lại, như sau:

Kết quả tổng hợp ý kiến chuyên gia các phương án tốt nhất

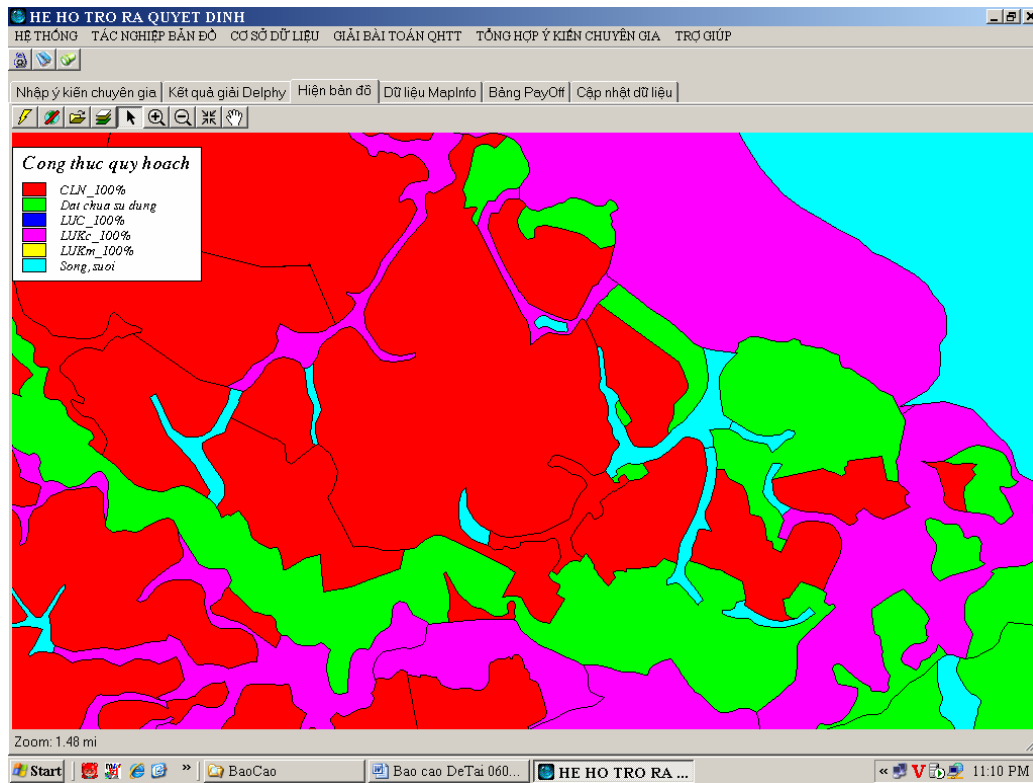
Phương án : 5 >Rất tốt	Phương án : 1 > Tốt	Phương án : 4 >Khá phù hợp
Trung bình = (0.9,0.95,1)	Trung bình = (0.7,0.8,0.9)	Trung bình = (0.5,0.6,0.7)
Xấp xỉ = (0.9,0.95,1)	Xấp xỉ = (0.7,0.8,0.9)	Xấp xỉ = (0.5,0.6,0.7)

Căn cứ vào kết quả giải, ta thấy phương án 5 được chuyên gia đánh giá là tốt nhất có ý kiến trung bình của các chuyên gia là (0.9, 0.95, 1.0). Tiếp theo là phương án 1 có ý kiến trung bình các chuyên gia là (0.7, 0.8, 0.9). Phương án 4 có ý kiến trung bình (0.5, 0.6, 0.7) xếp thứ ba. Các phương án trên được lưu trữ và báo cáo lại cho bộ máy quản lý. Sau khi cân

nhắc, phương án 5 được đưa ra triển khai.

5.6. Vẽ bản đồ và lưu trữ phương án quy hoạch

Kích vào *Tác nghiệp bản đồ/Bản đồ quy hoạch* hoặc kích vào thẻ (tab) *Hiện bản đồ* rồi chọn trên thanh công cụ (toolbar) nút chú giải (tooltip) *Bản đồ quy hoạch* để xem bản đồ quy hoạch theo phương án 3 (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ công thức quy hoạch

Để xem cụ thể phương án quy hoạch mới, kích *Tác nghiệp bản đồ / Lấy dữ liệu bản đồ*, chọn tệp lưu trữ dữ liệu Vung_TNong.tab, để biết hiện trạng sử dụng và công thức trồng trọt theo phương án mới trên từng diện tích (Bảng 6).

Bảng 6. Hiện trạng sử dụng và phương án quy hoạch

Địa danh xã	Hiện trạng sử dụng	Đơn vị đất đai	Phương án quy hoạch	Diện tích
Hien Quan	LUKc	20	LUKc_100%	20
Hien Quan	LUKm	43	LUKc_100%	1.06
Hien Quan	LUKm	43	LUKc_100%	4.01
Hien Quan	LUKc	31	LUKc_100%	1.18
Hien Quan	LUKc	31	LUKc_100%	1.18
Hien Quan	LUKc	20	LUKc_100%	3.65
Hien Quan	LUKm	43	LUKc_100%	0.85
Thanh Uyen	HNC	14	LUKc_100%	1.35
Huong Nha	LUC	17	LUKc_100%	12.43
Huong Nha	LUC	17	LUKc_100%	1.43
Huong Nha	HNC	43	LUKc_100%	1.36
Huong Nha	LUC	31	LUKc_100%	0.74
Huong Nha	LUKc	45	LUKc_100%	1.73
Tu My	LUC	10	LUC_100%	7.48

6. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Bài báo này trình bày các kết quả đạt được trong thiết kế và xây dựng hệ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp trên địa bàn cấp huyện bao gồm các nội dung: nghiên cứu các thành phần của hệ hỗ trợ ra quyết định; nghiên cứu thiết kế cơ sở dữ liệu về sử dụng đất trên cơ sở tích hợp dữ liệu không gian GIS và các dữ liệu thuộc tính về công thức trồng trọt, chi phí, lợi nhuận; thiết kế các module chương trình máy tính và tích hợp thành hệ hỗ trợ ra quyết định quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp.

Kết quả chính của nghiên cứu là việc thiết lập thành công hệ hỗ trợ ra quyết định quy hoạch sử dụng đất sản xuất nông nghiệp với các chức năng: quản trị hệ thống, tác nghiệp dữ liệu bản đồ, quản lý cơ sở dữ liệu, giải bài toán quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu và tổng hợp ý kiến chuyên gia để đưa ra quyết định tập thể. Hệ hỗ trợ ra quyết định đã được chạy kiểm thử cho các dữ liệu trên địa bàn huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ.

Hệ thống có các ưu điểm: sử dụng cơ sở dữ liệu lưu trữ các bảng dữ liệu động lấy được dữ liệu mong muốn; cho phép tạo bài toán một cách tự động thêm hoặc bớt các mục tiêu và điều kiện ràng buộc; hỗ trợ việc chọn lựa phương án quy hoạch sử dụng đất thông qua việc tổng hợp ý kiến chuyên gia và tích hợp được công nghệ GIS nhằm tạo ra các báo cáo bản đồ.

Các vấn đề nghiên cứu tiếp theo theo hướng nghiên cứu của đề tài có thể bao gồm: nghiên cứu quy trình tính toán giải BTQHĐT đa mục tiêu nhằm tìm ra cấu trúc của tập các phương án tối ưu; tiếp tục nghiên cứu mô hình quy hoạch sử dụng đất cũng như hoàn thiện module tác nghiệp bản đồ để triển khai cho các bài toán quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp với số biến lớn;

phát triển hệ thống lên mức dịch vụ bằng cách thiết lập và xây dựng một mô hình quản lý quy hoạch sử dụng đất thông qua mạng Internet; tích hợp hệ thống với các hệ chuyên gia khác nhằm hoàn thiện và phát triển các mô hình quy hoạch sử dụng đất nói chung và đất sản xuất nông nghiệp nói riêng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần của đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ "Nghiên cứu thiết kế hệ hỗ trợ ra quyết định quy hoạch sử dụng đất", mã số B2006 -11-44, được Bộ Giáo dục và Đào tạo cấp kinh phí. Các số liệu thứ cấp được thu thập với sự cộng tác và giúp đỡ của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp bền vững, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Kaufmann A. and M. Gupta (1988) .Fuzzy mathematical models in engineering and management science, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Matthews K. B., Sibbald A. R. and Crwa S. (1999). Implementation of a spatial decision support system for rural land use planning: integrating geographic information system and environmental model with search and optimisation algorithm, Computers and Electronics in Agriculture, No 23, pp. 9-26.
- Mora M., G. A. Forgionne, J. N. D. Gupta. (2003). Decision making support systems: achievements, trends and challenges for the new decade, Idea Group Publishing.
- Nguyễn Khang (2004). Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước "Ứng dụng công nghệ thông tin để hình thành hệ thống thông tin hiện đại phục vụ phát triển nông nghiệp và nông thôn", mã số KC.07.03, NXB. Nông nghiệp.

- Nguyễn Hải Thanh (2006). Một số vấn đề tính toán tối ưu trong lĩnh vực nông nghiệp, Tạp chí ứng dụng Toán học, Tập IV, Số 2, trang 33–50.
- Nguyễn Hải Thanh (2008). Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ "Nghiên cứu thiết kế hệ hỗ trợ ra quyết định quy hoạch sử dụng đất", mã số B2006–11–44, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Recio B., Rubio F. and Criado J. A. (2003). A decision support system for farm planning using AgriSupportII, Decision Support System, No 36, pp. 198 - 203.
- Steuer R. E. (1986). Multiple criteria optimization: theory, computation, and applications, NXB. John Wiley & Sons.
- Website của Bộ Tài chính (2008). Nghiên cứu trao đổi: Còn khá phổ biến tình trạng quy hoạch "treo" và sử dụng lãng phí đất đai, ngày 4 tháng 10, năm 2008.