

DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.111

## XÂY DỰNG ỨNG DỤNG MÃ NGUỒN MỞ ĐỂ TỐI ƯU DIỆN TÍCH SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP

Nguyễn Hồng Thảo<sup>1</sup> và Nguyễn Hiếu Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật Cần Thơ

<sup>2</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 25/04/2017

Ngày nhận bài sửa: 30/05/2017

Ngày duyệt đăng: 30/10/2017

### Title:

Establish open-source application for optimization agricultural land-use area

### Từ khóa:

Phân tích đa tiêu chí, quy hoạch tuyến tính, quy hoạch sử dụng đất, Tối ưu hóa sử dụng đất đai, LPSolve, Mã nguồn mở

### Keywords:

Multiple criteria decision making, linear programming, land use planning, land use optimization, LPSolve, open source

### ABSTRACT

Nowadays, the Multiple Criteria Decision Making using Linear Programming (MCDMLP) have been becoming popular in land-use planning. However, these applications of this method still have some difficulty because of the majority solver software are designed for general purpose, thus the land use planers need more programming skills to implement solving models. This study is aimed to build a specific linear programming application named LandOptimizer for agricultural land use optimizing based on social-economic and environmental factors. The application was built with Visual Basic.Net programming language and was based on the open source library LPSolve 5.5.2.5 for MCDM LP solving. This resource was able to help the non-programming users for land management field especially. For verifying the application, an optimization of agricultural land use of Co Do district, Can Tho city have been launch on both LandOptimizer and the GAMS platform, the solved results using of LandOptimizer and GAMS platform were showed correspondingly.

### TÓM TẮT

Phương pháp hỗ trợ ra quyết định dựa trên phân tích đa tiêu chí bằng quy hoạch tuyến tính (MCDM LP) được ứng dụng rộng rãi và hiệu quả trong quy hoạch sử dụng đất đai hiện nay. Tuy nhiên việc áp dụng phương pháp này trong thực tế thường gặp một số khó khăn do đa số các phần mềm quy hoạch tuyến tính được thiết kế cho các bài toán tổng quát, nhà quy hoạch hay cán bộ kỹ thuật phải có kỹ năng lập trình để thiết lập bài toán cho các lĩnh vực cụ thể. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng một ứng dụng mã nguồn mở có tên là LandOptimizer để hỗ trợ tối ưu cho quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp dựa trên các điều kiện về kinh tế, xã hội và môi trường. Ứng dụng được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Visual Basic.Net và phương pháp MCDM LP dựa trên bộ thư viện phần mềm tối ưu mã nguồn mở LPSolve 5.5.2.5, có khả năng hỗ trợ cho người dùng không chuyên lập trình đặc biệt là chuyên ngành quản lý đất đai. Và để kiểm chứng độ tin cậy của ứng dụng, đề tài đã xây dựng bài toán tối ưu diện tích đất nông nghiệp trong một trường hợp ứng dụng ở huyện Cờ Đỏ, Thành phố Cần Thơ bằng ứng dụng LandOptimizer và bằng phần mềm GAMS, kết quả cho thấy có sự tương đồng giữa phần mềm GAMS và LandOptimizer.

Trích dẫn: Nguyễn Hồng Thảo và Nguyễn Hiếu Trung, 2017. Xây dựng ứng dụng mã nguồn mở để tối ưu diện tích sử dụng đất nông nghiệp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 52a: 62-71.

### 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

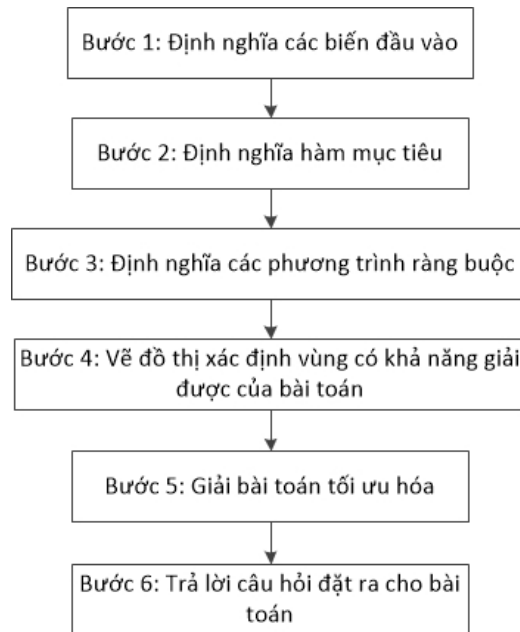
Trong lĩnh vực quy hoạch sử dụng đất đai, phương pháp hỗ trợ ra quyết định dựa trên đa tiêu chí bằng quy hoạch tuyến tính (MCDM LP) được nhiều tác giả nghiên cứu và ứng dụng để tìm kiếm diện tích phân bố các kiểu sử dụng đất đai tối ưu (Lê Cảnh Định, 2011; Lê Quang Trí và *ctv.*, 2013; Phạm Thanh Vũ và *ctv.*, 2014). Các nghiên cứu tập trung vào việc lập mô hình toán đánh giá đa tiêu chí với mục tiêu chung được tổng hợp từ lợi nhuận cao, sử dụng lao động, hệ số bảo vệ môi trường cao kết hợp với các điều kiện ràng buộc về diện tích thích nghi, kinh tế xã hội (vốn, lao động, lợi nhuận, chính sách ưu tiên) của địa phương (Nguyễn Hồng Thảo, 2007; Lê Quang Trí và *ctv.*, 2013; Nguyễn Hiếu Trung và *ctv.*, 2015). Các tác giả đã sử dụng các công cụ từ đơn giản như add-in Excel Solver với số biến hạn chế đến các phần mềm thương mại có khả năng xử lý số lượng phương trình lớn như GAMS (*General Algebraic Modeling System*, McCarl, 1998), Gurobi (2016), hoặc các phần mềm mã nguồn mở như GLPK (GLPK, 2016), LPSolve (LPSolve, 2016), CBC (Forrest and Lougee-Heimer, 2005). Tuy nhiên, việc sử dụng các phần mềm này hiện nay vẫn còn khá khó khăn, các phần mềm thương mại có ràng buộc về bản quyền và chi phí cao nên khó triển khai ứng dụng rộng trong khi các phần mềm nguồn mở lại hạn chế về giao diện người dùng, đòi hỏi kỹ năng lập trình để giải bài toán. Bên cạnh đó các phần mềm được thiết kế cho nhiều mục đích ứng dụng khác nhau nên đòi hỏi

người dùng cần có các kiến thức toán học và kỹ năng lập mô hình toán. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng một công cụ theo nguyên tắc mã nguồn mở, chuyên dùng để tối ưu hóa diện tích sử dụng đất nông nghiệp. Với tiêu chí nguồn mở, người dùng có sử dụng trực tiếp hoặc tiếp tục phát triển cho phù hợp với các tình huống ứng dụng nhằm mở rộng khả năng ứng dụng phương pháp tối ưu hóa đa tiêu chí trong hỗ trợ công tác quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp.

### 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1 Phương pháp ra quyết định đa tiêu chí dựa trên quy hoạch tuyến tính

Phương pháp ra quyết định đa tiêu chí (Multi criteria decision-making MCDM) là phương pháp xem xét hỗ trợ việc ra quyết định dựa trên việc phân tích nhiều tiêu chí trong môi trường áp dụng (Hendriks *et al.*, 1992). Quy hoạch tuyến tính (LP) hay còn gọi là tối ưu hóa tuyến tính là phương pháp tìm kiếm kết quả tốt nhất trong một mô hình toán với các điều kiện ràng buộc và mục tiêu được biểu diễn bằng hệ các phương trình tuyến tính. Phương pháp LP được nhiều tác giả nghiên cứu và ứng dụng trong đánh giá đất đai (Nguyễn Hồng Thảo, 2007; Lê Cảnh Định, 2011; Lê Quang Trí và *ctv.*, 2013; Phạm Thanh Vũ và *ctv.*, 2014). Đặc biệt trong nông nghiệp, các bài toán tối ưu thường được sử dụng trong quy hoạch kinh tế - sinh thái vùng, hay xác định diện tích canh tác, cơ cấu cây trồng - vật nuôi, bài toán đặt ra là phải tìm được lời giải tối ưu toàn cục.



Hình 1: Các bước ứng dụng phương pháp giải quyết vấn đề với quy hoạch tuyến tính

Phương pháp nghiên cứu tối ưu hóa dựa trên quy hoạch tuyến tính được thực hiện qua 6 bước cơ bản như Hình 1. Trong đó, bước đầu tiên của bài toán là phải xác định rõ các biến bao gồm cả các biến cần tính toán giá trị tối ưu và bước tiếp theo là xác định được hàm mục tiêu. Hàm mục tiêu trong bài toán tối ưu diện tích sử dụng đất nông nghiệp thường được biến đổi thành hàm kết hợp nhiều yếu tố về lợi nhuận, lao động, môi trường... Sau khi có hàm mục tiêu, người dùng cần xác định được các yếu tố ràng buộc để lập hệ phương trình. Hệ phương trình ràng buộc thường ở dạng bất phương trình tuyến tính, các bất phương trình này có thể biểu diễn dưới dạng đồ thị trên hệ trục tọa độ vuông góc hai chiều tạo ra miền xác định của bài toán, miền này giới hạn phần không gian lời giải của bài toán. Việc xác định bằng đồ thị trong phương pháp này nhằm hạn chế trường hợp mô hình toán được xây dựng thiếu ràng buộc dẫn đến không giải được. Cuối cùng là giải hệ phương trình tối ưu hóa mục tiêu với các điều kiện ràng buộc đặt ra sẽ tìm ra được bộ giá trị của các biến cần xác định.

**2.2 Xác định hàm mục tiêu và các ràng buộc**

*2.2.1 Hàm mục tiêu đa tiêu chí*

Đối với bài toán tối ưu hóa diện tích các kiểu sử dụng đất (LUT), hàm mục tiêu tối đa hóa được kết hợp từ nhiều tiêu chí như phương trình (1). Trong đó, lợi nhuận với thích nghi đất đai, sử dụng lao động của địa phương (Nguyễn Hải Thanh, 2005), chỉ số phục hồi môi trường được thiết lập như phương trình (1) gồm các biến và chỉ số:

$$\sum LN_{ij}TN_{ij}LD_{ij}MT_{ij}X_{ij} \rightarrow Max \quad (1)$$

$X_{ij}$  là diện tích của LUT<sub>j</sub> ở đơn vị đất đai i cần tìm (đơn vị tính: ha).

Trong đó  $i=1..n$  ,  $n$  là số lượng đơn vị đất đai,  $j=1..m$  với  $m$  là số lượng LUT.

$LN_{ij}$  : Lợi nhuận của LUT<sub>j</sub> ở đơn vị đất đai i (đơn vị tính: triệu đồng/ha).

$LD_{ij}$  : Số ngày công lao động cần thiết /ha của LUT<sub>j</sub> ở đơn vị đất đai i (đơn vị tính: ngày công).

$MT_{ij}$  : Chỉ số phục hồi môi trường của LUT<sub>j</sub> ở đơn vị đất đai i. Chỉ số từ 0-100. Càng tiến về 100 thì LUT có chỉ số hồi phục môi trường càng cao. Chỉ số này được tính bằng phần bù của chỉ số bao gồm các yếu tố gây tác hại đến môi trường (100%-tác hại môi trường) để phù hợp với hàm mục tiêu tích hợp các tiêu chí đồng biến tăng. Các yếu tố tác hại môi trường được tính tổng hợp tỷ lệ phần trăm mức độ gia tăng dịch bệnh, mức độ giảm đa dạng sinh học, mức độ phèn hóa, mặn hóa (Lê Quang Trí và ctv.,2008; Phạm Thanh Vũ và ctv., 2014).

$CP_{ij}$  : Chi phí của LUT j ở đơn vị đất đai i (đơn vị tính: triệu đồng/ha).

$TN_{ij}$  : Cấp thích nghi của LUT j ở đơn vị đất đai i (Mã hóa 0, 1, 2, 3, giá trị 0 ứng với các mức Không thích nghi, tương tự giá trị 1,2,3 ứng với cấp thích nghi S1, S2, S3).

$DT_i$  : Diện tích tự nhiên của đơn vị đất đai i (đơn vị tính: ha).

$YC\_LUT_j$  : Diện tích yêu cầu của LUT j ở địa phương (đơn vị tính: ha).

*2.2.2 Thiết lập các phương trình ràng buộc*

Các phương trình ràng buộc về diện tích tự nhiên, vốn đầu tư, yêu cầu lao động, diện tích tối thiểu của mỗi LUT cần đạt được thiết lập trong các bất phương trình (2) đến (5). Cụ thể như sau:

Phương trình (2) ràng buộc tổng diện tích tối ưu của từng LUT trong một đơn vị đất đai cần tìm phải nhỏ hơn diện tích thích nghi của đơn vị đất đai.

$$\sum TN_{ij}X_{ij} \leq DT_i \quad (2)$$

Phương trình ràng buộc chi phí đầu tư của các LUT phải thấp hơn tổng nguồn vốn đầu tư của địa phương theo phương trình (3)

$$\sum TN_{ij}CP_{ij}X_{ij} \leq \text{Tổng vốn đầu tư} \quad (3)$$

Tổng nhu cầu lao động của các LUT mà mô hình cân đối tính toán với hàm mục tiêu sao cho không được vượt quá nguồn lao động nông nghiệp của địa phương để đảm bảo chiến lược phát triển được thực hiện.

$$\sum TN_{ij}LD_{ij}X_{ij} \leq \text{Tổng ngày công lao động} \quad (4)$$

Ràng buộc về nhu cầu phát triển của các LUT: Diện tích của từng LUT mà mô hình tính toán với hàm mục tiêu tối đa hoá phải lớn hơn hoặc bằng định hướng phát triển nhằm đảm bảo mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và môi trường của địa phương.

$$\sum TN_{ij}X_{ij} \geq YC_{LUT_j} \quad (5)$$

**2.3 Phương pháp lập trình ứng dụng dựa trên thư viện LPSolve 5.5.2.5**

Ứng dụng được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Visual Basic.Net, ngôn ngữ lập trình giúp xây dựng các ứng dụng tương thích tốt với hệ điều hành Windows, tiện lợi cho người dùng khi đóng gói và cài đặt ứng dụng. Hình 2 thể hiện một cách tổng hợp các kỹ thuật ứng dụng để giải bài toán tối ưu sử dụng đất nông nghiệp.



**Hình 2: Sơ đồ ứng dụng thư viện LPSolve để tối ưu sử dụng đất**

Trong Hình 2, bản đồ đơn vị đất đai được nạp vào ứng dụng và hiển thị bản đồ nhờ vào thư viện nguồn mở Shapelib 1.4.0RC1 (Shapelib, 2016). Tiếp theo, ứng dụng đọc các bảng dữ liệu như mức thích nghi đất đai của các đơn vị đất đai với các LUT, mức lợi nhuận và chi phí của các kiểu sử dụng thích nghi cao nhất, số lượng lao động cần thiết cho từng kiểu sử dụng, chỉ số đánh giá mức độ phục hồi của môi trường đối với từng LUT. Trên cơ sở đó, xây dựng phương trình toán cho hàm mục tiêu và các phương trình ràng buộc. Phương trình toán được lưu theo định dạng .lp, đây là định dạng được các phần mềm tối ưu hỗ trợ. Cấu trúc hàm mục tiêu và ràng buộc như sau:

$$\begin{aligned} &\max: a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n; \\ &[\text{ràng buộc các biến } x_i]; \end{aligned}$$

Sau khi có hàm mục tiêu, ứng dụng sẽ gọi hàm tối ưu mã nguồn mở LPSolve để giải mô hình, sau đó đọc kết quả hàm mục tiêu và đọc, xuất kết quả các biến tìm được cho người dùng.

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mục tiêu chính của nghiên cứu này nhằm xây dựng một ứng dụng mã nguồn mở cho tối ưu sử dụng đất nông nghiệp. Với phương châm phát triển theo hướng mở cho những nghiên cứu phát triển tiếp theo thông qua đánh giá lựa chọn công cụ tối ưu tuyến tính để giải bài toán quy hoạch đa tiêu chí

và quy trình xây dựng ứng dụng cũng như kiểm chứng độ chính xác của ứng dụng với phần mềm thương mại GAMS trong nghiên cứu này.

#### 3.1 Đánh giá và lựa chọn công cụ tối ưu tuyến tính

Từ kết quả tổng hợp các phần mềm tối ưu tuyến tính hiện nay ở Bảng 1 cho thấy các phần mềm thương mại hoạt động ổn định, tỷ lệ giải bài toán phức tạp thành công cao, tốc độ xử lý nhanh do sử dụng các thuật toán song song và được hỗ trợ bởi nhiều CPU. Tuy nhiên, người dùng phải trả tiền bản quyền phần mềm nên gặp hạn chế nếu muốn xây dựng ứng dụng chuyên môn dựa vào các phần mềm này để phổ biến rộng rãi cho nhiều người dùng. Bên cạnh các phần mềm thương mại thì các phần mềm tối ưu tuyến tính mã nguồn mở như phần mềm GLPK và LPSolve được đánh giá cao (Yamamura and Tamura, 2012), trong đó LPSolve được đánh giá cao hơn GLPK một chút về mặt thực thi (Gearhart *et al.*, 2013). Phần mềm LPSolve có thời gian cập nhật thường xuyên hơn GLPK, tài liệu và ví dụ minh họa tốt hơn. LPSolve vừa cung cấp giao diện để giải bài toán trực tiếp vừa cung cấp thư viện lập trình cho nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau trên nhiều hệ điều hành. Đây là thư viện hỗ trợ thực thi bài toán quy hoạch tối ưu mã nguồn mở, thường xuyên được nâng cấp, khắc phục lỗi, hỗ trợ phân tích độ nhạy, không giới hạn số lượng biến và phương trình ràng buộc để giải quyết bài

toán MCDM LP trong phân tích lựa chọn các kiểu sử dụng đất nông nghiệp. LPSlove với phiên bản 5.5.2.5 cập nhật ngày 24/09/2016 được lựa chọn để giải quyết bài toán tối ưu tuyến tính trong nghiên cứu này theo hướng tiện dụng cho người dùng từ

khâu nhập liệu, kết xuất dữ liệu tối ưu và giúp trao đổi dữ liệu với các phần mềm tối ưu hóa khác nhằm đơn giản hóa việc ứng dụng phương pháp MCDM LP trong việc hỗ trợ ra quyết định sử dụng đất đai.

**Bảng 1: So sánh các phần mềm tối ưu hóa tuyến tính thương mại và mã nguồn mở**

Phần mềm	Bản quyền	Thời gian thực thi (Đơn vị thời gian - Gurobi làm chuẩn)	Xử lý song song	Hỗ trợ ngôn ngữ lập trình
CPLEX (GAMS)	Thương mại	1.45	X	C++, Java, .NET
Gurobi	Thương mại	1	X	C, C++, C#, Java, MATLAB, Python, R Visual Basic
XPress	Thương mại	1.29	X	C/C++, C#, Java, MATLAB, VBA, VB.NET
GLPK	Nguồn mở	22.11		C, Java,
CBC	Nguồn mở	10.2		C++
LPSolve	Nguồn mở	19.40		C++, C#, Java, .NET, MATLAB, Python, Scilab, R

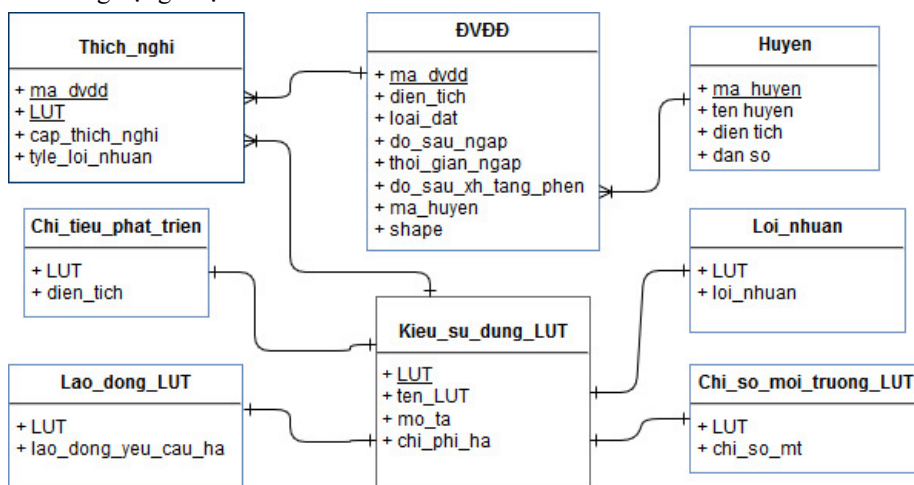
(Nguồn: Tổng hợp từ Meindl and Templ, 2012; Yamamura and Tamura, 2012; Gearhart et al., 2013)

**3.2 Xây dựng cơ sở dữ liệu dùng cho ứng dụng**

Dựa trên phân tích dữ liệu đầu vào của các nghiên cứu trước đây (Nguyễn Hồng Thảo, 2007; Lê Cảnh Định, 2011; Lê Quang Trí và ctv., 2013; Nguyễn Hiếu Trung và ctv., 2015;; Lê Quang Trí và ctv., 2013; Phạm Thanh Vũ và ctv., 2014), dữ liệu đầu vào cho bài toán tìm giải pháp tối ưu phụ thuộc vào việc xây dựng bản đồ đơn vị đất đai, kết quả phân cấp thích nghi đất đai về tự nhiên, các chỉ tiêu kinh tế xã hội, như lợi nhuận, chi phí, ngày công lao động và khả năng đầu tư vốn cho các kiểu sử dụng.

Dựa vào các đặc điểm dữ liệu trên, cơ sở dữ liệu đầu vào cho ứng dụng được thiết kế và lưu trữ

dạng quan hệ như Hình 3 cho thấy Bảng đơn vị đất đai (DVĐĐ) có khóa là mã đơn vị đất đai (ma\_dvdd), mỗi đơn vị đất đai thuộc một huyện. Có nhiều kiểu sử dụng được lưu trong bảng *Kieu\_su\_dung\_LUT*, mỗi LUT có thể có nhiều cấp thích nghi được lưu trong bảng *Thich\_nghi* với mức tỷ lệ lợi nhuận được lưu trong thuộc tính *tyle\_loi\_nhuan*. Về mặt ràng buộc, mỗi LUT được liên kết với nhiều bảng dữ liệu ràng buộc khác. Cụ thể, mỗi LUT sẽ có một mức lợi nhuận tại thời điểm điều tra, mỗi LUT có yêu cầu số lượng lao động (Bảng *Lao\_dong\_LUT*), có chỉ số phục hồi môi trường và có ràng buộc diện tích phát triển theo chỉ tiêu của địa phương.



**Hình 3: Tổ chức cơ sở dữ liệu đầu vào của bài toán tối ưu diện tích sử dụng đất**

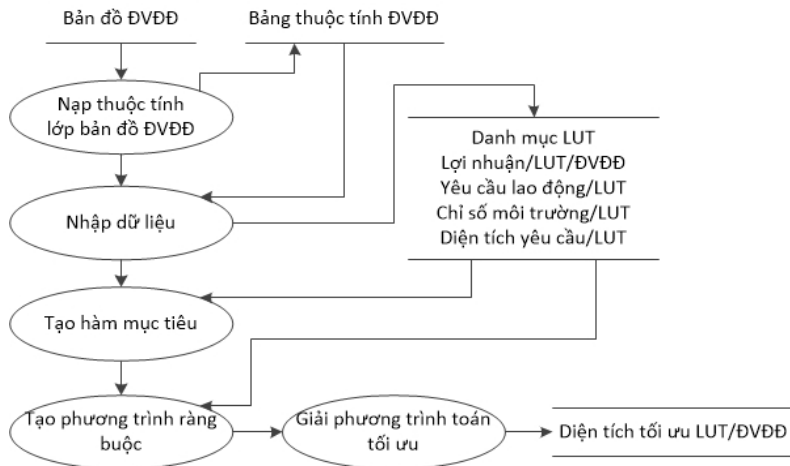
Ghi chú: Khối chữ nhật: bảng và các thuộc tính; —: Liên kết 1- 1 giữa 2 bảng;

—> : Liên kết 1- nhiều

### 3.3 Mô hình luồng dữ liệu của ứng dụng

Sơ đồ chức năng chính của ứng dụng được phân tích trong Hình 4. Khởi đầu, ứng dụng sẽ nạp bản đồ đơn vị đất đai dạng shapefile, hiển thị hình ảnh và đọc danh mục thuộc tính của ĐVĐĐ. Tiếp theo, ứng dụng sẽ đọc các dữ liệu người dùng nhập bao gồm danh sách các LUT, lợi nhuận của LUT ở các ĐVĐĐ, ngày công lao động yêu cầu của

LUT, chỉ số phục hồi môi trường của LUT và diện tích theo chi tiêu phát triển ở địa phương của từng LUT. Bước tiếp theo sau khi có dữ liệu, ứng dụng sẽ tạo hàm mục tiêu từ nguồn dữ liệu đã nhập sau đó xây dựng các phương trình ràng buộc. Cuối cùng giải bài toán và xuất kết quả diện tích tối ưu của các LUT trên từng ĐVĐĐ.



Hình 4: Sơ đồ luồng dữ liệu ứng dụng tối ưu sử dụng đất nông nghiệp

Ghi chú: Hình ellipse: khối xử lý; Mũi tên: đường đi của tiến trình xử lý và đường đi của dữ liệu; Hai gạch song song: dữ liệu được lưu trữ

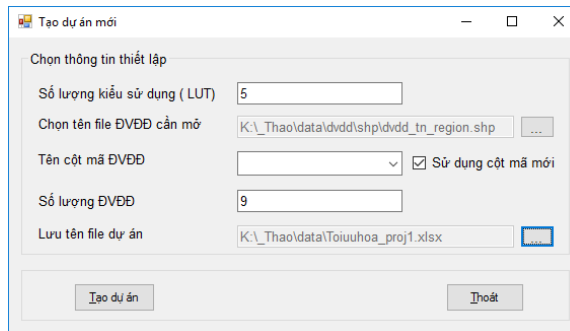
### 3.4 Kiểm chứng ứng dụng qua trường hợp nghiên cứu ở huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ

Ứng dụng tối ưu hóa diện tích đất nông nghiệp sử dụng mã nguồn mở của nghiên cứu được đặt tên là LandOptimizer và để đánh giá kết quả của ứng dụng thì nghiên cứu sử dụng mô hình trên GAMS với cùng bộ tham số đầu vào, hàm mục tiêu và các phương trình ràng buộc để đối chứng kết quả. Cụ thể, trường hợp ứng dụng ở huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ với dữ liệu kế thừa từ kết quả nghiên cứu về mô hình toán trên GAMS của Nguyễn Hồng Thảo (2007) được lựa chọn nhằm kiểm chứng độ

chính xác về kết quả tối ưu diện tích sử dụng đất nông nghiệp.

#### 3.4.1 Nhập dữ liệu đầu vào cho mô hình toán

Nguồn dữ liệu đầu vào trong trường hợp ứng dụng gồm: 9 đơn vị đất đai (ĐVĐĐ), 5 kiểu sử dụng đất (LUT) bao gồm LUT1: Lúa + Tôm càng xanh, LUT2: 2 lúa+cà, LUT3: 2 Lúa + Mầu, LUT4: 3 Lúa, LUT5: Chuyên cá; Lợi nhuận của từng LUT ở từng ĐVĐĐ, yêu cầu lao động của từng LUT, và các chỉ tiêu phát triển diện tích các LUT của huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ.



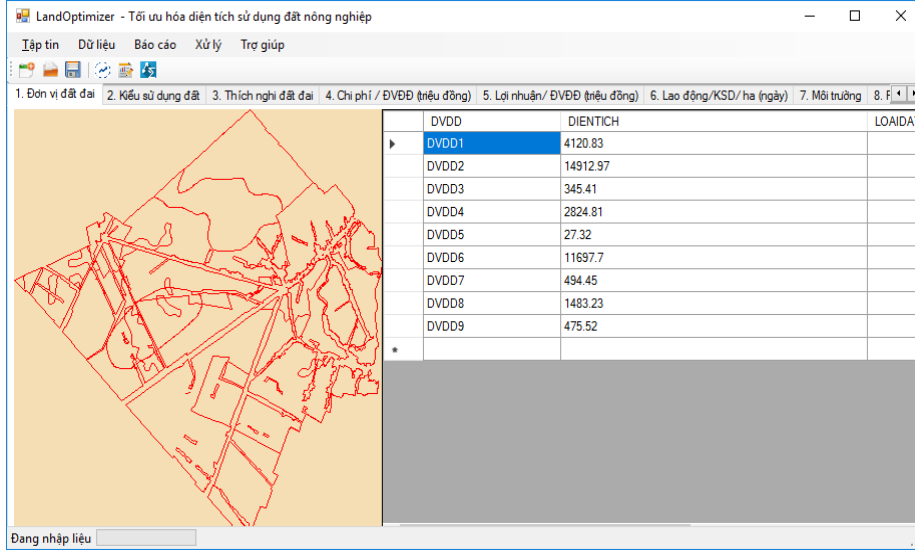
Hình 5: Chức năng tạo file dự án mới

Ứng dụng cho phép tạo dự án mới, cho phép người dùng xác định số lượng ĐVĐĐ và số lượng

LUT cần lập mô hình toán hoặc đọc dữ liệu ĐVĐĐ từ file bản đồ (Hình 5) để từ đó tạo ra khung nhập

chi tiết các bảng dữ liệu giúp hạn chế sai sót khi nhập liệu. Nếu các ĐVĐĐ đã được xây dựng trên bản đồ, người dùng có thể chọn tên file chứa các ĐVĐĐ, ứng dụng sẽ nạp bảng thuộc tính của bản đồ. Khi nạp bản đồ, danh sách mã ĐVĐĐ và LUT được ứng dụng tự động gán thêm để người dùng khai báo khi tạo dự án mới. Các mã ĐVĐĐ và

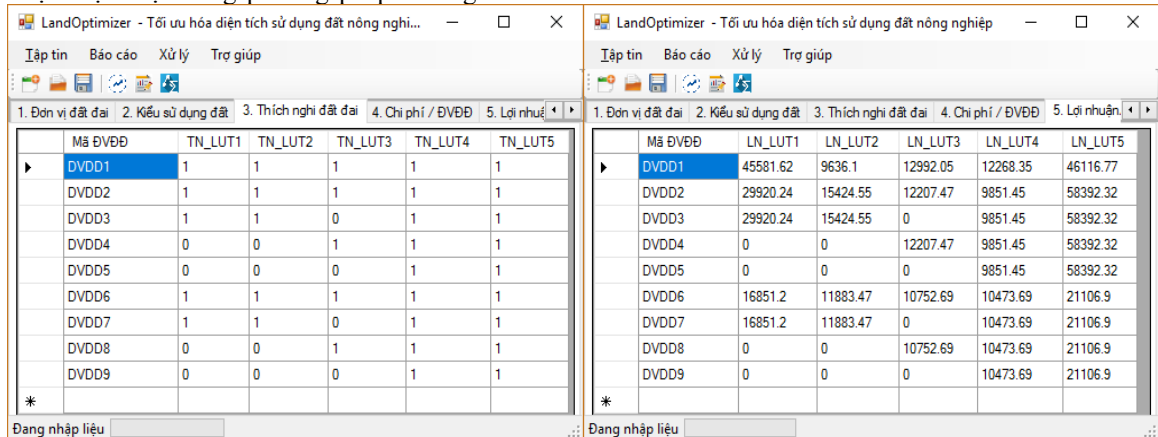
LUT này sẽ được dùng chung cho tất cả các mục dữ liệu còn lại của ứng dụng. Ngoài ra, dữ liệu nhập sẽ được chỉ định để lưu vào file theo định dạng Excel gồm nhiều sheet để người sử dụng có thể nạp lại dữ liệu, thuận tiện trong việc cập nhật, hiệu chỉnh khi tinh chỉnh dữ liệu trong xây dựng phương trình tối ưu.



Hình 6: Bản đồ đơn vị đất đai thuộc huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ

Hình 6 minh họa bản đồ dữ liệu thuộc tính của các ĐVĐĐ được nạp từ bản đồ dạng shapefile vào ứng dụng LandOptimizer. Trong ứng dụng LandOptimizer, thông tin về đánh giá thích nghi được thực hiện bằng phương pháp đánh giá thích

nhghi (FAO,1982) để cung cấp thông tin về mức độ thích nghi của các LUT đối với các ĐVĐĐ. Dữ liệu nhập được đánh số bằng giá trị các trọng số 1 ứng với các cấp thích nghi S1, S2, S3 và trọng số là 0 ứng với không thích nghi như thể hiện ở Hình 7.



Hình 7: Khung nhập dữ liệu thích nghi đất đai và lợi nhuận

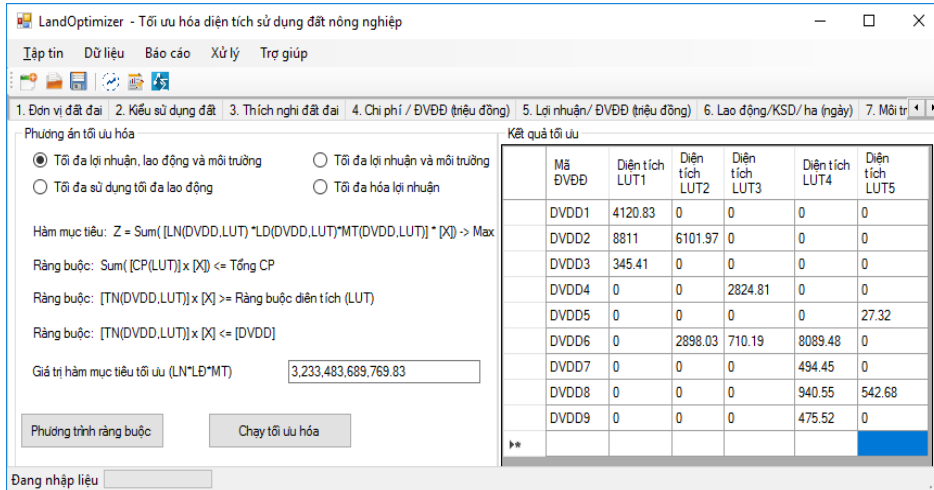
Chi phí và lợi nhuận của các LUT đối với từng ĐVĐĐ được liệt kê sẵn nhằm giúp người dùng xác định được dữ liệu cần nhập, tạo thuận lợi trong quá trình phân tích và thiết lập phương trình ràng buộc. Trong trường hợp có ràng buộc mỗi LUT triển khai trên một diện tích (diện tích >0), các ràng buộc này sẽ được đưa diện tích cho từng LUT vào khung

nhập liệu. Nếu không nhập chỉ tiêu ràng buộc diện tích cần có của một LUT, ứng dụng sẽ tự xác định diện tích yêu cầu từng LUT lớn hơn hoặc bằng 0. Khi đó trong mỗi ĐVĐĐ có nhiều LUT cùng thỏa điều kiện phân bố sẽ có trường hợp đơn vị đất đai được phân bố hết cho một LUT nào đó và các LUT khác sẽ không có diện tích phân bố.

Khả năng đầu tư và tổng số lao động trong độ tuổi của địa phương là các ràng buộc quan trọng giúp người hoạch định chính sách có cơ sở để kiểm thử các phương án đầu tư, từ đó có thể điều chỉnh chính sách của địa phương. Các dữ liệu này được đưa vào các phương trình ràng buộc về chi phí của các kiểu sử dụng và số lượng lao động có thể đáp ứng của địa phương.

### 3.4.2 Xây dựng hệ phương trình ràng buộc và thực thi mô hình toán

Vấn đề khi lập mô hình tối ưu tuyến tính là xây dựng các phương trình và hệ phương trình. Đặc biệt khi nguồn dữ liệu lớn, số lượng các điều kiện ràng buộc lớn, việc lập phương trình toán sẽ khó khăn khi có số lượng biến và số lượng phương trình ràng buộc rất nhiều.



Hình 8: Chạy tối ưu và hiển thị kết quả

Trong ứng dụng LandOptimizer, mục tiêu cần tối ưu được tích hợp từ nhiều tiêu chí bao gồm thích nghi, lợi nhuận, lao động, môi trường (Nguyễn Hải Thanh, 2005). Các thông số đầu vào được lựa chọn tổng hợp từ nhiều nghiên cứu (Nguyễn Hải Thanh, 2005; Nguyễn Hồng Thảo, 2007; Phạm Thanh Vũ và *ctv.*, 2014) và được thiết lập như đã trình bày trong phần phương pháp (Mục 2.2). Các phương trình ràng buộc được thiết lập sẵn dựa trên các nghiên cứu về dữ liệu đầu vào của Nguyễn Hải Thanh (2005). Trong quá trình sử dụng người dùng có thể chọn một trong những tổ hợp phương án thiết lập sẵn để ứng dụng thực hiện hàm mục tiêu tích hợp tương ứng.

Vấn đề khó khăn ứng dụng gặp phải là việc thay đổi dữ liệu đầu vào bổ sung các ràng buộc mới, để khắc phục điều này, ứng dụng LandOptimizer có tích hợp sẵn công thức xây dựng phương trình và cho phép kết xuất hệ phương trình toán cho tối ưu sử dụng đất theo định dạng tập tin văn bản .lp (xem cú pháp ở mục 2.4). Hệ phương trình này có thể được chạy trực tiếp trên phần mềm tối ưu tuyến tính LPSolve IDE hoặc được chỉnh sửa phù hợp với mục đích của người dùng. Việc giải bài toán tối ưu đa tiêu chí trong ứng dụng được thực hiện nhờ vào công cụ tối ưu hóa tuyến tính của thư viện LPSolve, kết quả được sắp xếp và

hiển thị trên khung kết quả của ứng dụng LandOptimizer như Hình 8.

### 3.4.3 So sánh kết quả của LandOptimizer với phần mềm GAMS

Mô hình tối ưu sử dụng đất ở trường hợp nghiên cứu được thực hiện bằng LandOptimizer và GAMS. So sánh diện tích tối ưu của từng LUT trên mỗi ĐVĐĐ của ứng dụng và phần mềm GAMS, hai kết quả có tổng diện tích các LUT bằng nhau như ở Bảng 2. Diện tích phân bố chi tiết của các LUT ở các ĐVĐĐ giữa hai kết quả có sự khác nhau, cụ thể sự phân bố diện tích ở các ĐVĐĐ 6,7,8 của LUT4 và đơn vị đất đai 4, 8 của LUT5. Ở các LUT này có nhiều ĐVĐĐ có cùng mức lợi nhuận và cùng cấp thích nghi (Hình 7). Một bài toán quy hoạch tuyến tính, có nhiều tổ hợp biến thỏa ràng buộc, có cùng kết quả hàm mục tiêu, vì thế sự phân bố diện tích LUT ở các ĐVĐĐ khác nhau sao cho tổng diện tích của LUT và lợi nhuận bằng nhau giữa 2 phần mềm ứng dụng như trong trường hợp này là hoàn toàn tương đồng vì cùng đạt được một mục tiêu như nhau. Do đó, khi bố trí đất đai trên thực tế, người ra quyết định ở địa phương cần có quyết định phù hợp với tình hình địa phương dựa trên sự hỗ trợ của các phần mềm ứng dụng.



**Bảng 2: So sánh kết quả tối ưu diện tích đất đai bằng ứng dụng LandOptimizer và mô hình toán GAMS**

DVDD	Kết quả tối ưu trên LandOptimizer					Kết quả tối ưu trên GAMS				
	LUT1	LUT2	LUT3	LUT4	LUT5	LUT1	LUT2	LUT3	LUT4	LUT5
DVDD1	4120.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4120.8	0.0	0.0	0.0	0.0
DVDD2	8811.0	6102.0	0.0	0.0	0.0	8811.0	6102.0	0.0	0.0	0.0
DVDD3	345.4	0.0	0.0	0.0	0.0	345.4	0.0	0.0	0.0	0.0
DVDD4	0.0	0.0	2824.8	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	2824.8	0.0	<b>542.7</b>
DVDD5	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3
DVDD6	0.0	2898.0	710.2	<b>8089.5</b>	0.0	0.0	2898.0	710.2	<b>7546.8</b>	0.0
DVDD7	0.0	0.0	0.0	<b>494.5</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>494.5</b>	0.0
DVDD8	0.0	0.0	0.0	<b>940.6</b>	<b>542.7</b>	0.0	0.0	0.0	<b>1483.2</b>	<b>0.0</b>
DVDD9	0.0	0.0	0.0	475.5	0.0	0.0	0.0	0.0	475.5	0.0
Tổng diện tích (ha)	13277.2	9000	3535	<b>10000</b>	<b>570</b>	13277.2	9000	3535	<b>10000</b>	<b>570</b>

Ghi chú: DVDDi là các mã đơn vị đất đai được gán thêm khi đọc dữ liệu từ bản đồ đơn vị đất đai

**4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**

**4.1 Kết luận**

Ứng dụng LandOptimizer mã nguồn mở<sup>1</sup> được xây dựng cho bài toán tối ưu hóa đa tiêu chí về sử dụng đất nông nghiệp ở cấp huyện và cấp tỉnh. Ứng dụng gồm các chức năng đọc dữ liệu từ bản đồ đơn vị đất đai dạng shapfile, hỗ trợ thành lập mô hình toán từ dữ liệu đầu vào dạng bảng biểu, thực hiện tối ưu dựa trên thư viện nguồn mở LPSolve.

Ứng dụng cho phép xuất hệ phương trình toán để người dùng có xem lại mô hình toán, điều chỉnh phương trình khi cần thiết. Điều này tạo ra sự linh động cho người dùng khi cần thay đổi hệ phương trình ràng buộc. Kết quả tối ưu diện tích các kiểu sử dụng đất được trích lọc gọn gàng và hiển thị dưới dạng bảng dữ liệu tiện lợi cho người sử dụng.

Kết quả tối ưu tuyến tính của LandOptimizer được kiểm chứng với kết quả chạy cùng mô hình trên GAMS (sử dụng thuật toán tối ưu tuyến tính của CPLEX) cho thấy hai bộ kết quả có sự tương đồng.

**4.2 Đề xuất**

Kết quả của ứng dụng cung cấp tổng diện tích của kiểu sử dụng đất nông nghiệp trên từng đơn vị đất đai nhưng chưa đưa ra sự phân bố không gian cụ thể diện tích tìm được. Với kết quả đạt được và mã nguồn mở được công bố, ứng dụng cần được tiếp tục mở rộng, tạo ra sự linh động hơn cho người dùng trong thay đổi, bổ sung các biến đầu vào và lập các phương trình ràng buộc mới. Bên cạnh đó,

cần thiết để tiếp tục nghiên cứu mở rộng ứng dụng để giải quyết vấn đề phân bố không gian các kiểu sử dụng đất phù hợp với đặc điểm kinh tế xã hội và môi trường nhằm hỗ trợ tốt hơn cho công tác quy hoạch sử dụng đất đai.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

FAO, 1982. A framework for land evaluation, Soil Resources, Management and Conservation Service (Ed.), 1981. 2. print. ed, FAO soils bulletin. FAO, Rome.

Forrest, J., Lougee-Heimer, R., 2005. CBC User Guide. <http://www.coin-or.org/Cbc/cbcuserguide.html>. Accessed on 14/10/2016.

GAMS, 2016. GAMS home page, <https://www.gams.com/>. Accessed on 29/5/2016.

Gearhart, J.L., Adair, K.L., Detry, R.J., Durfee, J.D., Jones, K.A., Martin, N., 2013. Comparison of Open-Source Linear Programming Solvers, Sandia report, Sandia National Laboratories.

GNU, 2016. GLPK (GNU Linear Programming Kit). <http://www.gnu.org/software/glpk/>. Accessed 14/10/2016.

Gurobi, 2016. Gurobi Optimization - The best mathematical programming solver, <http://www.gurobi.com/>. Accessed 29/5/2016.

Hendriks, M.M.W.B., de Boer, J.H., Smilde, A.K., Doornbos, D.A., 1992. Multicriteria decision making. Chemom. Intell. Lab. Syst. 16, 175–191. doi:10.1016/0169-7439(92)80036-4

Lê Cảnh Định, 2011. Tích hợp GIS và kỹ thuật tối ưu hóa đa mục tiêu mở để hỗ trợ quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp. Luận án tiến sĩ chuyên ngành Bản đồ. Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

Lê Quang Trí, Võ Thị Hương, Phạm Thanh Vũ, Nguyễn Thị Song Bình, Nguyễn Hữu Kiệt và Võ Văn Chiến. 2008. Đánh giá sự thay đổi đặc tính đất và sử dụng đất của 03 huyện ven biển tỉnh

<sup>1</sup>Địa chỉ download mã nguồn: <https://github.com/nhthao/LandOptimizer>

- Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ. 2008:9 59-68.
- Lê Quang Trí, Nguyễn Phạm Xuân Tài và Phạm Thanh Vũ, 2013. Tối ưu hóa trong việc lựa chọn các mô hình sử dụng đất nông nghiệp bền vững cấp huyện nghiên cứu cụ thể huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long. Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ. 25 (2013): 173-182.
- LPSolve, 2016. LPSolve 5.5 reference guide. <http://lpsolve.sourceforge.net>. Accessed on 14/10/ 2016.
- McCarl, B.A., 1998. Agricultural Impact Analysis using GAMS. Texas A&M.
- Nguyễn Hải Thanh, 2005. Tin học ứng dụng trong ngành nông nghiệp. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 503 trang.
- Nguyễn Hiếu Trung, Phạm Thanh Vũ, Lê Quang Trí, Vương Tuấn Huy, Phan Hoàng Vũ, 2015. Quy hoạch chiến lược sử dụng bền vững tài nguyên đất và nước thích ứng với biến đổi khí hậu Đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 188 trang.
- Nguyễn Hồng Thảo, 2007. Tối ưu hoá sử dụng đất sản xuất nông nghiệp tại huyện Cờ Đỏ, TP. Cần Thơ bằng mô hình toán - GAMS (generalized algebraic modeling system) và kỹ thuật GIS (Geographic Information System). Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Đất. Trường Đại học Cần Thơ.
- Phạm Thanh Vũ, Lê Quang Trí, Văn Phạm Đăng Trí, 2009. Ứng dụng công cụ hỗ trợ quyết định trong công tác quy hoạch và sử dụng bền vững nguồn tài nguyên đất đai. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2009:11 71-79.
- Phạm Thanh Vũ, Lê Quang Trí, Nguyễn Hiếu Trung, Vương Tuấn Huy, Nguyễn Tân Đạt và Lê Thị Nương, 2014. Ứng dụng phân tích đa tiêu chí hỗ trợ quyết định trong sử dụng đất nông nghiệp tại tỉnh Bạc Liêu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 31 (2014): 106-115.
- Shapelib, 2016. Shapelib 1.4.0. <http://lists.maptools.org/pipermail/shapelib/2016-December/000631.html>. Accessed on 9/12/2016.
- Yamamura, K., Tamura, N., 2012. Finding all solutions of separable systems of piecewise-linear equations using integer programming. Journal of Computational and Applied Mathematics 236 (11):2844-2852.