

Ứng dụng lý thuyết trò chơi hợp tác trong tiết kiệm chi phí khắc phục ô nhiễm

- Nguyễn Ngọc Quỳnh Như
- Bùi Tá Long
- Nguyễn Đình Huy

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 30 tháng 10 năm 2015, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2015)

TÓM TẮT

Lý thuyết trò chơi được ứng dụng giải quyết nhiều bài toán thực tiễn, trong đó có bài toán tiết kiệm chi phí xử lý ô nhiễm và chia sẻ lợi ích khai thác tài nguyên thiên nhiên. Bài toán này trở nên cấp thiết hơn ở một nước đang hàng ngày đối mặt với ô nhiễm nguồn nước như Việt Nam. Nghiên cứu này tập trung xây dựng chương trình ứng dụng lý thuyết trò chơi trong việc tiết kiệm chi phí xử lý ô nhiễm, quá trình này đề ra lược đồ ứng dụng công nghệ tự động hóa xử lý số liệu và tính toán phương án tối ưu

giải quyết bài toán xử lý nước thải tại Tp.Hồ Chí Minh. Phương pháp tiếp cận được sử dụng là phương pháp Shapley. Giá trị Shapley do Shapley phát hiện ra vào năm 1953 được phân bổ cho mỗi đơn vị tham gia dựa trên sự đóng góp trung bình cho tất cả các tổ chức hợp tác và theo thứ tự sắp xếp. Bài báo này đề cập đến vấn đề xác định cơ chế phân bổ chi phí xử lý nước thải có thể chấp nhận được giữa các đơn vị độc lập khi họ phải tham gia thực hiện cùng nhau để đáp ứng được các tiêu chuẩn môi trường.

Từ khóa: Lý thuyết trò chơi, xử lý nước thải, phương pháp Shapley, lỗi, chi phí.

1. MỞ ĐẦU

Lý thuyết trò chơi được phát triển vào nửa đầu thế kỷ 20 nhằm hướng tới mục tiêu phân bổ và chia sẻ hài hòa lợi ích. Trong lý thuyết trò chơi ta phân biệt trò chơi đối kháng và trò chơi hợp tác. Nếu trong trò chơi đối kháng, mỗi người chơi cần tìm một chiến thuật tối ưu cho mình thì trong trò chơi hợp tác mỗi người chơi được khuyến khích thành lập liên minh để tất cả người chơi đều giành được tối ưu. Để giải quyết nhiều bài toán kinh tế - xã hội, lý thuyết trò chơi đã được áp dụng nhằm hài hòa lợi ích cho các nhóm cá nhân hay công ty. Lý thuyết trò chơi đã được nghiên cứu nhằm hoạch định chính sách trong một số

lĩnh vực: thông tin liên lạc, giao thông vận tải, hàng không, năng lượng. Ứng dụng của lý thuyết trò chơi trong quản lý tài nguyên nước gần đây đã được chú ý bởi tài nguyên nước là nguồn tài nguyên quý giá cho sự sống, hiện đang trở nên khan hiếm và chất lượng suy giảm. Tại nước ta, theo đánh giá của nhiều chuyên gia và tổ chức, do có sự khác nhau về địa lý, lượng mưa phân bố không đều, dân số ngày một tăng lên, sự suy giảm môi trường nước và nhiều nguyên nhân khác đã khiến nguồn nước ngày càng khan hiếm. Vì vậy cần có một sự phân bổ nguồn nước hợp lý và công bằng cho từng khu vực, tránh sự tranh chấp và

mâu thuẫn giữa những khu vực đó. Bên cạnh đó, tại nhiều khu đô thị của Việt Nam, một lượng nước thải lớn hàng ngày được xả xuống sông. Để khắc phục và kiểm soát ô nhiễm cần phải xây dựng các nhà máy xử lý nước thải, sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn mới cho phép xả thải xuống sông. Bài toán này dẫn tới sự cần thiết phải liên minh một số quận huyện thành các nhóm nhằm giảm chi phí xử lý. Để đạt được sự phân bổ công bằng, hợp lý và hiệu quả đòi hỏi phải có sự hợp tác giữa các bên liên quan trong việc chia sẻ trách nhiệm. Lý thuyết trò chơi hợp tác đã được ứng dụng thành công trong nhiều lĩnh vực như thông tin liên lạc, giao thông vận tải, hàng không, năng lượng, vì vậy cần xem xét tính khả dụng của nó trong bài toán bảo vệ môi trường và quản lý tài nguyên.

2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

Lý thuyết trò chơi được sử dụng trong lý nhiều lĩnh vực khác nhau, trong đó có quản lý tài nguyên nước được đặc biệt chú ý bởi lẽ lưu vực sông thường thuộc nhiều tỉnh thành hay quốc gia khác nhau. Những ứng dụng đầu tiên trong quản lý tài nguyên nước là phân chia lợi ích trong đàm phán hiệp ước giữa Ấn Độ và các tỉnh Đông Pakistan, cùng chia sẻ tài nguyên nước của sông Ganger và Brahmaputra (Rogers, 1969). Năm 1975, Ấn Độ hoàn thành một đập trên sông Hằng ở Farakka, gần biên giới Bangladesh, có khả năng chuyển hướng dòng chảy. Kể từ đó, đã có rất nhiều căng thẳng giữa hai nước về việc chia sẻ và làm tăng các dòng chảy. Vì vậy tác giả đã đưa ra mô hình làm tăng lợi ích tổng thể của từng người chơi. Lý thuyết trò chơi là một công cụ hữu ích cho phân bổ chi phí của dự án chia sẻ nguồn nước, chia sẻ chi phí xử lý chất thải trong khu vực. Trong mỗi trường hợp, từng quốc gia được coi là các đấu thủ trong trò chơi. Lý thuyết trò chơi áp dụng thành công để phân tích và giải quyết các cuộc tranh chấp liên quan đến phân bổ nguồn nước và giảm nitơ trong dự án vận chuyển nước Nam- Bắc ở Trung Quốc (Shouke Wei,

2010). Nghiên cứu của (Kucukmehmetoglu, 2004) áp dụng vào phân bổ nguồn nước quốc tế ở sông Euphrates và Tigris nằm giữa Thổ Nhĩ Kỳ, Syria và Iran. Trong thời gian qua xuất hiện các cuộc xung đột, có xu hướng ngày càng tăng kể từ đầu năm 1970. Để giúp cho việc phân tích các xung đột này bài báo xây dựng một mô hình tối ưu hóa phân bổ nguồn nước ở Lưu vực sông Euphrates và Tigris (ETRBM). Khái niệm lý thuyết trò chơi hợp tác được sử dụng để xác định phân bổ nước ổn định, theo đó cả ba nước tìm thấy lợi ích cho sự hợp tác. Nghiên cứu tập trung vào xây dựng mô hình tối ưu hoá phân bổ nguồn nước và mô hình phân bổ lợi ích, sử dụng các khái niệm và kỹ thuật của lý thuyết trò chơi. Quản lý tài nguyên nước ở lưu vực sông Rio bằng lý thuyết trò chơi được thực hiện trong nghiên cứu (Rebecca, 2008), Để đáp ứng mục tiêu quản lý nước cho Rio Grande/Bravo trong khi vẫn đáp ứng nhu cầu hiện tại của tất cả các lĩnh vực, tất cả các phân đoạn trong cả hai quốc gia, một mô hình quy hoạch tài nguyên nước đã được phát triển để phân tích các cơ hội cải thiện quản lý nguồn nước. Việc phân bổ giá trị Shapley từ mô hình đã chứng minh rằng có sự gia tăng lợi ích cho tất cả người chơi trong trò chơi thông qua hợp tác. (Okada, 1992) nghiên cứu ứng dụng lý thuyết trò chơi nhằm phân bổ hợp lý nơi xử lý chất thải. Nghiên cứu của (Dinar et.al., 1997) được thực hiện nhằm giảm chi phí xử lý ô nhiễm. Dự án phát triển phân bổ chi phí xử lý nước thải tập trung và xử lý lại cơ sở (Giglio et.al., 1972; Dinar et.al., 1997). (Tisdell et.al., 1992) đã sử dụng lý thuyết trò chơi hợp tác khác nhau để phân bổ mô hình hiệu quả và công bằng xã hội về nước trong sáu trang trại đại diện tại Queensland, Úc.

Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết trò chơi vào cấp nước đô thị được thực hiện trong nghiên cứu của (Young, 1979). Công trình này đề cập tới mười tám thành phố của Thụy Điển có nhu cầu phát triển hệ thống cấp nước đô thị. Hệ thống được chia thành sáu nhóm, mỗi nhóm được coi là

đại lý duy nhất, bao gồm một phân bổ chi phí trong những thành phố duy nhất trong mỗi nhóm. Nghiên cứu của nhóm tác giả (Abrishamchi et al., 2011), phương pháp tiếp cận lý thuyết trò chơi hợp tác cũng được đề xuất để giải quyết vấn đề phân bổ nguồn nước ở Iran. Về vấn đề này lỗi, giá trị Shapley và xu hướng phá vỡ Gately được áp dụng để đánh giá các trường hợp có thể hợp tác giữa các bên ven sông. Hơn nữa, nó không chỉ phân bổ hiệu quả và công bằng với những người sử dụng khác nhau, mà còn đảm bảo sự ổn định của quá trình phân bổ được khảo sát. Đặc biệt, thông qua nghiên cứu này đã chứng minh được tính hiệu quả và lợi thế tiềm năng của phương pháp. Mô hình ORBM là một mô hình tối ưu tuyến tính được thiết kế để tối đa hóa tổng lợi ích ròng của đối tượng sử dụng. Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng lý thuyết trò chơi hợp tác có thể được áp dụng như một công cụ hữu ích để đánh giá các kịch bản quản lý nước trong lưu vực sông Orumieh kết hợp với một mô hình quy hoạch nước toàn diện. Trong nghiên cứu của nhóm tác giả (Siehlow 2012) sử dụng lý thuyết trò chơi cho sông Orange, một con sông xuyên biên giới chảy theo một hướng về phía Tây vào Đại Tây Dương chỉ số do Falkenmark đưa ra đã xác định tình trạng khan hiếm nước trong khu vực này. Sự khan hiếm và phân phối không đồng đều của các nguồn tài nguyên nước ngọt là một trong những yếu tố cơ bản đặt ra một mối đe dọa cho sự phát triển kinh tế và xã hội của Nam Phi (Heynes, 2004)m, . Ở đây sử dụng khái niệm lý thuyết trò chơi hợp tác để chia sẻ lợi ích hiệu quả giữa các thành viên của mỗi liên minh. Lỗi được tính toán bằng việc Sử dụng GAMS. Ngoài ra lý thuyết trò chơi còn được áp dụng ở sông Nile, và nhiều lưu vực sông khác.

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trong nghiên cứu này cơ chế phân bổ chi phí kiểm soát môi trường dựa vào một số giả thiết: các đơn vị sẵn sàng tham gia vào một hành động xử lý chung nhằm giảm thiểu chi phí kinh

tế và đáp ứng được những tiêu chuẩn môi trường; có sự khác nhau về năng lực và kinh tế giữa các bên liên quan nên sự phân bổ chi phí khác nhau giữa các nhóm này; các cơ quan môi trường phải tồn tại độc lập.

3.1 Bài toán tiết kiệm chi phí

Gọi $N = \{1, 2, \dots, n\}$ là tập hợp có hữu hạn phần tử, $P(N)$ là tập hợp tất cả các tập con của N , $c: P(N) \rightarrow R$, $c(\emptyset) = 0$ là hàm số thực xác định trên $P(N)$. Ta định nghĩa: trò chơi hợp tác (với người chơi) là một cặp $G = (N, c)$, N là "liên minh lớn" (Grand coalition), S gọi là một liên minh, $S \subseteq N$ là hàm đặc trưng hoặc hàm liên minh, C là "giá trị" của S ; n và s lần lượt là số các phần tử của N, S .

Trong trò chơi $G = (N, c)$ nếu hàm liên minh C biểu diễn chi phí có thể chia sẻ giữa các thành viên thì ta có trò chơi chia sẻ chi phí và kí hiệu là $C(N)$. Trò chơi $C(N)$ được gọi là lồi nếu với: $\forall S, T \subseteq N, S \cap T = \emptyset$ thì:

$$c(S \cup T) + c(S \cap T) \leq c(S) + c(T) \quad (\text{Parrachino, 2006})$$

3.2 Lỗi của trò chơi

Khái niệm lõi (the core) của trò chơi hợp tác giữa n đối tác đặc trưng cho một sự phân bổ mà ưu thế hơn hẳn bất kỳ nhóm phân bổ nào khác. Lỗi đã tạo ra một sự ràng buộc (hoặc tối thiểu là chi phí) cho mỗi đơn vị tham gia. Theo (Shubik, 1982) lỗi đáp ứng các yêu cầu cho cá nhân và nhóm chung một cách hợp lý và mang lại hiệu quả hợp tác. Gọi x_i là chi phí phải trả của người chơi thứ i ; $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^N$ là vector phân phối. Lỗi là tập hợp các vector phân phối sao cho thỏa điều kiện sau:

$$x_i \leq c(i) \quad (1)$$

$$\sum_i x_i \leq c(S); \quad \forall S \subset N \quad (2)$$

$$\sum_i x_i = c(N) \quad (3)$$

Trong $c(N)$ phân phối theo lõi $x \in \text{Core}(G)$ chỉ ra rằng, đối với mỗi người chơi việc thành lập liên minh sẽ tiết kiệm chi phí

hơn hoạt động một mình. Nếu lỗi không rõ ràng ta có thể tìm phân phối đảm bảo có lợi cho mỗi thành viên của liên minh, mỗi thành viên nhận được lợi ích nhiều hơn khi chơi riêng lẻ. Điều kiện (1) gọi là điều kiện phân chia cá nhân; điều kiện (2) gọi là điều kiện phân chia nhóm; điều kiện (3) gọi là điều kiện đạt năng suất cao. Tất cả các điều kiện này hướng đến việc khuyến khích thành lập liên minh.

3.3 Giá trị Shapley

Có nhiều cách tiếp cận phân bổ chi phí cho các hoạt động chung (hợp tác) được đề xuất trong các nghiên cứu thuộc nhiều lĩnh vực. Biddle và Sieinberg (1984) đã tổng quan các cách tiếp cận như vậy. Trong ví dụ nghiên cứu trong bài báo này, ta tập trung nghiên cứu phương pháp Shapley. Giá trị Shapley do Shapley phát hiện ra vào năm 1953 phân bổ cho mỗi đơn vị tham gia dựa trên sự đóng góp trung bình cho tất cả các tổ chức hợp tác và theo thứ tự sắp xếp. Trong tính toán, người ta gán một tần suất bằng nhau cho bất kỳ sự hợp tác nào được hình thành.

Cho $G(N)$, gọi giá trị Shapley là vector phân phối $X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^N$.

$$x_i = \sum_{s \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (c(S \cup i) - c(S)) \quad (4)$$

Phân bổ Shapley đáp ứng các yêu cầu của lỗi, công bằng và hiệu quả.

3.4 Chỉ số sức mạnh và tính ổn định của giải pháp

1.1. Chỉ số sức mạnh

$$\alpha_i = \frac{x_i - c(i)}{\sum_{j \in N} (x_j - c(j))}, i \in N; \sum_{j \in N} \alpha_j = 1 \quad (5)$$

Chỉ số sức mạnh α_i cũng có thể được sử dụng để tính toán mức độ ổn định cho các giải pháp khác nhau. Tính ổn định được tính như sau:

$$S_\alpha = \frac{\sigma_\alpha}{\bar{\alpha}} \quad (6)$$

Trong đó: σ_α là độ lệch chuẩn, $\bar{\alpha}$ là giá trị trung bình của phân bố. Giá trị của S_α càng lớn, sự bất ổn của giải pháp phân bổ càng lớn.

3.5 Xu hướng phá vỡ

Gately (1974) đã giới thiệu các khái niệm về "xu hướng phá vỡ" liên minh, đây là tỷ lệ các thành viên khác sẽ thiệt hại bao nhiêu so với thành viên i nếu i từ chối hợp tác. Khái niệm này cũng được Gately (1974) áp dụng cho một vấn đề đầu tư vào điện năng ở Ấn Độ, được sửa đổi và áp dụng (cho $N > 3$) bởi Straffin và Heaney (1981) đối với trường hợp của Thung lũng Tennessee. Theo Straffin và Heaney, xu hướng của i để phá vỡ phân bổ là:

$$d_i = \frac{c(i) - c(N) + c(N-i)}{x_i} - 1, i \in N \quad (7)$$

d_i : mức độ thiệt hại cho các thành viên trong liên minh N_i so với thiệt hại của thành viên i , nếu thành viên này phá vỡ liên minh.

Những giá trị càng thấp phản ánh việc phân bổ là khá tốt. Khi tỷ lệ này lớn, thì thành viên i là một mối đe dọa mạnh mẽ để phá vỡ liên minh trừ khi phân bổ của thành viên này được cải thiện. Sử dụng khái niệm này có thể làm giảm độ tương tác phân bổ giữa các thành viên bằng cách sẽ loại bỏ bất kỳ thành viên nào mà xu hướng phá vỡ của họ cao hơn một giá trị nhất định.

4. VÍ DỤ MINH HOẠ

4.1 Trường Hợp Xem Xét-Chi Phí Xử Lý Ô Nhiễm

Để thấy được ứng dụng của phương pháp Shapley làm giảm chi phí khi có sự liên minh giữa các bên, trong bài báo này xem xét chi phí xử lý nước thải của 12 lưu vực xử lý nước thải của TP.HCM tính đến năm 2025.



Hình 12: Bản đồ 12 lưu vực thoát nước thải tới năm 2025

Theo Quyết định số 24/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 06/01/2010 về phê duyệt điều chỉnh quy hoạch chung xây dựng thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025: Phân vùng thoát nước thải: khu vực có mật độ dân cư tập trung cao bao gồm các khu vực nội thành hiện hữu (13 quận: quận 1; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 11; quận Tân Bình, quận Tân Phú, quận Phú Nhuận, quận Bình Thạnh, quận Gò Vấp), khu nội thành phát triển (gồm 6 quận mới: quận 2; 7; 9; 12; quận Bình Tân, quận Thửa Đức), 5 huyện ngoại thành (Củ Chi, Hóc Môn, Bình Chánh, Nhà Bè, Cần Giờ) sẽ phân chia làm 12 lưu vực thoát nước thải, trong đó khu vực nội thành cũ có 4 lưu vực, khu vực nội thành phát triển và ngoại thành có 8 lưu vực, nước thải trong khu vực nằm ngoài 12 lưu vực

trên, sẽ được thu gom và xử lý theo từng khu vực có quy mô nhỏ. Cụ thể như sau:

Mặc dù có 12 lưu vực trong quy hoạch nhà máy xử lý nước thải tính đến năm 2025 nhưng nếu mỗi lưu vực được xem là một người chơi độc lập trong trò chơi là không cần thiết và làm phức tạp phân tích của chúng tôi. Thay vào đó, chúng tôi hạn chế người chơi thành 6 khu vực sau :

Khu vực 1: Lưu vực 1.

Khu vực 2: Lưu vực 2, 3, 10.

Khu vực 3: Lưu vực 4.

Khu vực 4: Lưu vực 5, 6, 7.

Khu vực 5: Lưu vực 8, 11, 12.

Khu vực 6: Lưu vực 9.

Bảng 1: Quy hoạch nhà máy xử lý nước thải tại Tp. HCM

Lưu vực	Địa bàn Quận - Huyện	Công suất nhà máy (10 ³ m ³ /n.đ)	Vị trí dự kiến xây dựng
Lưu vực 1 (Tàu Hủ- Bến Nghe - Đồi Tè)	1,3,4,5,6,8,10, Tân Bình, Bình Chánh	512	Bình Hưng, Bình Chánh
Lưu vực 2 (Tây Sài Gòn)	12, Tân Phú, Tân Bình, Gò Vấp, Bình Tân	180	Gần công viên Tân Thắng, Tân Phú
Lưu vực 3 (Tân Hóa- Lò Gốm)	6,8,11, Tân Bình, Tân Phú, BTân, Bình Chánh	300	Xã Tân Nhựt, Bình Chánh
Lưu vực 4 (Nam Sài Gòn)	7, Nhà Bè	200	Xã Phước Kiển, Nhà Bè
Lưu vực 5 (Đông Sài Gòn)	2, Thủ Thiêm	350	Cát Lái, Q.2
Lưu vực 6 (Bắc Sài Gòn 2)	9	130	P. Long Trường, Q.9
Lưu vực 7 (Bắc Sài Gòn 1)	Thủ Đức	170	Trường Thọ, Thủ Đức
Lưu vực 8 (Tham Lương Bến Cát)	12, Bình Thạnh, Gò Vấp	250	P. An Phú Đông, Quận 12
Lưu vực 9 (Nhiều Lộc – Thị Nghè)	1,3,10, Bình Thạnh, Gò Vấp, Phú Nhuận, Tân Bình	500	Xã Nhơn Đức, Nhà Bè
Lưu vực 10 (Bình Tân)	Bình Tân	110	Gần khu vực Kênh Đen
Lưu vực 11 (Rạch Cầu Dừa)	12, Hóc Môn	100	Cạnh Rạch Dừa
Lưu vực 12 (Tây Bắc)	Củ Chi, Hóc Môn	130	Cạnh Kênh Xáng

Giá xử lý nước thải được cho như sau :

- Chi phí xử lý lượng nước dưới 600.000 m³
: 2.470 đồng/m³
- Chi phí xử lý lượng nước từ 600.000->
1.200.000 m³ : 2.230 đồng/m³

- Chi phí xử lý lượng nước từ 1.200.000-
>2.400.000 m³ : 1.976 đồng/m³
- Chi phí xử lý lượng nước từ 2.400.000-
>2.800.000 m³ : 1.778 đồng/m³
- Chi phí xử lý lượng nước 2.800.000 m³
trở lên : 1.689 đồng/m³

Từ đó ta có hàm đặc trưng sau:

Bảng 2: Công suất xử lý nước thải của sáu khu vực

Khu vực	Công suất nhà máy ($10^3 \text{ m}^3/\text{n.đ}$)
Khu vực 1	512
Khu vực 2	592
Khu vực 3	200
Khu vực 4	650
Khu vực 5	480
Khu vực 6	500

Bảng 3: Hàm đặc trưng cho từng trường hợp liên minh

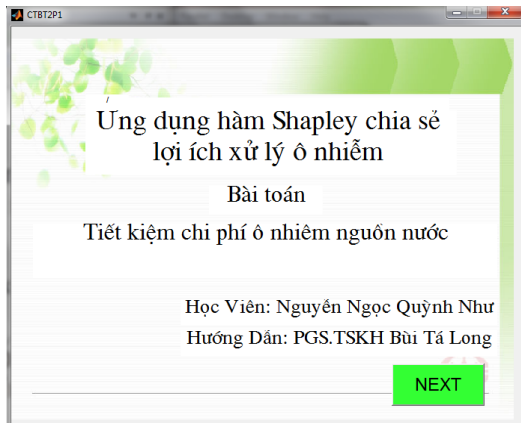
STT	Khu vực	Công suất nhà máy ($10^3 \text{ m}^3/\text{n.đ}$)	Chi phí xử lý (tỷ đồng)	Tiết kiệm (triệu đồng)
1	1	512	1.265	
2	2	590	1.457	
3	3	200	0.494	
4	4	650	1.450	
5	5	480	1.186	
6	6	500	1.235	
7	1,2	1102	2.457	265
8	1,3	712	1.588	171
9	1,4	1162	2.591	124
10	1,5	992	2.212	239
11	1,6	1012	2.257	243
12	2,3	790	1.762	189
13	2,4	1240	2.450	457
14	2,5	1.070	2.386	257
15	2,6	1090	2.431	261
16	3,4	850	1.896	48
17	3,5	680	1.516	164
18	3,6	700	1.561	168
19	4,5	1130	2.520	116
20	4,6	1150	2.565	120
21	5,6	980	2.185	236
22	1,2,3	1302	2.573	643
23	1,2,4	1752	3.462	710
24	1,2,5	1582	3.126	782

25	1,2,6	1602	3.166	791
26	1,3,4	1362	2.691	518
27	1,3,5	1192	2.658	287
28	1,3,6	1212	2.395	599
29	1,4,5	1642	3.245	656
30	1,4,6	1662	3.284	666
31	1,5,6	1492	2.948	738
32	2,3,4	1440	2.845	556
33	2,3,5	1270	2.510	627
34	2,3,6	1290	2.549	637
35	2,4,5	1720	3.399	694
36	2,4,6	1740	3.438	704
37	2,5,6	1570	3.102	776
38	3,4,5	1330	2.628	502
39	3,4,6	1350	2.668	511
40	3,5,6	1180	2.631	284
41	4,5,6	1630	3.221	650
42	1,2,3,4	1952	3.857	809
43	1,2,3,5	1782	3.521	881
44	1,2,3,6	1802	3.561	890
45	1,2,4,5	2232	4.410	948
46	1,2,4,6	2252	4.450	957
47	1,2,5,6	2082	4.114	1029
48	1,3,4,5	1842	3.640	755
49	1,3,4,6	1862	3.679	765
50	1,3,5,6	1692	3.343	837
51	1,4,5,6	2142	4.233	903
52	2,3,4,5	1920	3.794	793
53	2,3,4,6	1940	3.833	803
54	2,3,5,6	1770	3.498	874
55	2,4,5,6	2220	4.387	941
56	3,4,5,6	1830	3.616	749
57	1,2,3,4,5	2432	4.324	1528
58	1,2,3,4,6	2452	4.360	1541
59	1,2,3,5,6	2282	4.509	1128
60	1,2,4,5,6	2732	4.857	1736
61	1,3,4,5,6	2342	4.628	1002
62	2,3,4,5,6	2420	4.303	1519
63	1,2,3,4,5,6	2932	4.952	2135

Vấn đề đặt ra là với chi phí $c(1,2,3,4,5,6) = 4.952$ tỷ (bốn tỷ chín trăm năm mươi hai triệu) sẽ chia như thế nào cho hợp lý. Tính hợp lý ở đây là mỗi khu vực phải chịu chi phí thấp hơn so với lúc đầu, càng ít càng tốt và sự phân bổ này phải hướng đến việc hợp tác.

Lập trình Matlab

- Chạy chương trình



Hình 13. Giao diện hệ thống

- Bấm “NEXT” để tiếp tục.
- Kết quả tính toán

	Khu Vực 1	Khu Vực 2	Khu Vực 3	Khu Vực 4	Khu Vực 5	Khu Vực 6
Phân Bò Theo Giá Trị Shapley	908.817	929.95	268.083	1086.45	863.217	863.75
Chỉ Số Sức Mạnh	0.165919	0.245513	0.105237	0.16935	0.15036	0.163621
Xu Hướng Phá Vỡ	-0.322196	0.218345	0.488343	-0.243407	-0.311676	-0.313154
Tính Ổn Định Của Phương Pháp	0.101357					

Hình 14. Kết quả tính toán

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán trong mô hình đã cho thấy nếu sáu khu vực trên liên minh lại với nhau thì sẽ tiết kiệm được một khoản chi phí tương đối lớn. Ví dụ nếu hoạt động độc lập khu vực 1 sẽ phải chịu chi phí là 1.265 tỷ, còn khi liên minh lại thì chỉ phải chịu chi phí là 908 triệu. Tương tự cho các khu vực còn lại. Chỉ số ổn định của phương pháp đã chỉ ra rằng sự bất ổn của giải pháp rất thấp. Xu hướng phá vỡ số cho thấy các người chơi trong trò chơi không xem xét việc tách khỏi liên minh lớn. Một số người chơi có xu hướng phá vỡ cao hơn những người khác, nhưng nhìn chung vẫn ổn định. Trong số tất cả sáu khu vực, khu vực 1 có xu hướng cao nhất để duy trì liên minh. Những người chơi khác có những chỉ số khác nhau về mức ổn định của xu hướng phá vỡ. Khu vực 3 có giá trị cao nhất về xu hướng phá vỡ, vì vậy khu vực này có nhiều khả năng sẽ tách khỏi liên minh ở những điều kiện nhất định.

6. KẾT LUẬN

Mô hình này là động lực cho sáu khu vực trên tham gia vào liên minh để chia sẻ lợi ích từ việc hợp tác, cung cấp lợi ích tối đa cho từng thành viên. Sử dụng lý thuyết trò chơi, giá trị Shapley làm nổi bật giá trị của sự hợp tác.

Cooperative game theory and its application to cost saving pollution

- Quynh Nhu Nguyen Ngoc
- Huy Nguyen Dinh
- Long Bui Ta

Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

The game theory is applied for solving many real matters, in which there is the matter for saving the pollution treatment cost, and sharing the benefits of exploiting the natural resources. This matter becomes more urgent in the country encountering daily the water pollution like Vietnam. This research concentrates on build the game theory application in economizing the pollution treatment cost and to make the

diagram of applying the data treatment automation and calculating the optimal solution for the waste water treatment stations in Ho Chi Minh city. In this study, the approach as Shapley value is used. This article addressed the issue that defines the allowable cost for wastewater treatment when administrative units attached to each other, to meet environmental standards and reduce costs.

Key words: Game theory, waste water treatment, Shapley value, core, cost

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ariel Dinar, and E. Howitt .“Mechanism for Allocation of Enviromental Control Cost: Empirical Tests of Acceptability and Stability”, (1995).
- [2] Ggiglio R.J, and Wrightington. “Methods for apportioning the costs of a water resources project”, (1972).
- [3] H.P. Young, and N. Okada .“Cost Allocation in Water Resources Development –A case Study of Sweden”, (1979).
- [4] Irene Parrachino. “Cooperative game theory and its application tonatural,environmental and water resource issues Basic Theory-Applocation to Natural and Environmental Resources-Application to Water Resources”, (2006).
- [5] L.Z.Wang,L.Fang,and K.W.Hipel. “Water Resources Allocation:A Cooperative Game Theoretic Approach”.Univer of Waterloo,Waterloo,Ontario N2L3G1,Canada, (2013).
- [6] Markus Siehlow, and Jakob Reif. “Using Methods of Cooperative Game Theory for Water Allocation Management in the Orange Senqu River Basin”, (2008).
- [7] Mehmet Kucukmehmetoglu. “International water resources allocation and conflicts:

- The case of the Euphrates and Tigris. The Ohio State University”, (2004).
- [8] Norio Okada, and Yoshiko Mikami. “A game theoretic Approach to Acid Rain Abatement: Conflict Analysis of Enviromental Load Allocation”, (1992).
- [9] Rebecca L.Teasley, and Daene C. McKinney. “Water resources management in the Rio Grande/Bravo River Basin using Cooperative Game Theory. University of Texac at Austin, United States”, (2008).
- [10] Rogers. “A game Theory Approach to the Problems of International River Basins. Water Resources Research 5(4)”, (1969).
- [11] Shouke Wei, and Hong Yang. “Game theory based models to analyze water conflicts in the Middle Route of the South to North Water Transfer Project in China”, (2010).
- [12] J.G Tisdell, and Harrison, SR. “Estimating an optimal distribution of water entitlement”, (1992).
- [13] A. Abrishamchi, M.Danesh Yazdi, and M. Tajrishy. “Conflict Resolution of Water Resources Allocations Game Theoretic Approach: The Case of Orumieh River Basin In Iran”, (2011).