

Моделювання системи надання послуг на основі спінових моделей Ізінга (на прикладі туристичної галузі обслуговування)

Ярослав Виклюк*, Наталія Іванушак**

* Кафедра інформаційних систем та мереж, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул.С.Бандери, 12, E-mail: vyklyuk@ukr.net

*** Кафедра комп'ютерних систем та мереж, Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, УКРАЇНА, м.Чернівці, вул.Коцюбинського, 2, E-mail: ivanushchaknata2008@yandex.ru

Abstract – In article we describe the construction of semantical networks for the description of the mechanism of granting services. Modelling is carried out on an example of tourist branch with use of spin Ising models.

Ключові слова – модель Ізінга, семантичні мережі, самоорганізовані системи, туристична галузь.

I. Вступ

На даний момент торгівля послугами є однією з найбільш розвинутих форм міжнародних економічних зв'язків. Послуги стали предметом обміну між країнами на світовому ринку. Вони є результатом функціонування найважливіших сфер людської діяльності: науки, техніки, виробництва, керування.

Послуга – це цілеспрямована дія економічного змісту, результат якої виражається в термінах споживання вартості та проявляється як задоволення конкретної потреби людини.

Специфіку окремих видів послуг визначає характер учасників ринку послуг і порядок їх взаємодії, технологія надання послуг та їх природа і мета. Інакше кажучи, об'єктивними критеріями класифікації послуг є характер їх учасників і факторів, а саме:

- суб'єктів послуг;
 - предметів і об'єктів послуг;
 - взаємин між учасниками ринку послуг;
- механізм реалізації послуг.

II. Необхідність моделювання механізму надання послуг

На сьогоднішній день, ринок послуг України значно відстає за своїм рівнем розвитку від європейських країн. Основними причинами цього є недостатність розвинутої інфраструктури, відсутність кваліфікованого персоналу, низький рівень побутового комфорту, високі ціни на послуги та ін.

Це призводить до того, що надання послуг в Україні здійснюється майже «всліпу» без врахування важливих факторів, таких як попит, оптимальна ціна, формування комплексних видів послуг.

Механізм надання та реалізації послуг потребує глибокої аналітичної обробки, пов'язаної з впровадженням новітніх моделей представлення знань.

Одним з ефективних методів для побудови систем надання послуг являється формування мережевих структур для опису відношень між об'єктами і

поняттями предметної області і використання спінових моделей Ізінга для їх оцінки.

Метою даної роботи являється побудова семантичних мереж для опису механізму надання послуг, функціонування яких описується спіновою системою Ізінга.

III. Модель Ізінга – математична модель статистичної фізики

Системи Ізінга – клас моделей, які введені початково для фізичних досліджень магнітних матеріалів [1,2]. Кожній вершині кристалічної решітки співставляється число, яке називається спіном, дорівнює +1 або -1 («поле вверх»/«поле вниз») і яке являє собою магнітний момент. Кожному можливому варіанту розміщення спінів приписується енергія попарної взаємодії спінів сусідніх вузлів решітки, тоді повна енергія системи:

$$E(S) = -\frac{J}{2} \sum_{\langle i,j \rangle} S_i S_j, \quad (1)$$

S_i – спін вузла у вершині «i», $S_i = \begin{cases} +1, & \text{вверх} \\ -1, & \text{вниз} \end{cases}$, J – енергія обмінної взаємодії, $\langle i, j \rangle$ позначає сумування по парах найближчих сусідів.

Паралельно ($\uparrow\uparrow$) розміщуватися спінам «вигідно» - цьому відповідає енергія $-J$, $J>0$. Антипаралельні спіни ($\uparrow\downarrow$) енергетично не вигідні – на утворення кожної такої пари потрібна додатна енергія $+J$.

Зв'язок між двома спінами можна представити у вигляді пружини [3], яка при паралельних спінах знаходиться у нормальному стані і розтягнута, коли спіни є антипаралельними. Кожна розтягнута пружина несе одну одиницю енергії.

Так як S_i може приймати 2 значення, у системи з n спінів є 2^n різних конфігурацій. Нижче подані $2^4=16$ можливих конфігурацій спінів і відповідні енергії для решітки 2×2 .

E=-4J				E=4J			
+	+	-	-	+	-	-	+
+	+	-	-	-	+	+	-

Рис.1. Паралельне та антипаралельне розміщення спінів для решітки 2×2 .

$$E=0$$

-	+	+	-	+	+	+	+
+	+	+	+	+	-	-	+
+	-	-	+	-	-	-	-
-	-	-	-	-	+	+	-
-	-	+	-	+	+	-	+
+	+	+	-	-	-	-	+

Рис.2 Інші конфігурації спінів для решітки 2×2.

Для феромагнетика константа обмінної взаємодії $J > 0$ і енергія є мінімальною для спінів, напрямлених в один бік. Система вироджена, так як одній енергії відповідає декілька різних конфігурацій спінів. Ентропія системи $S(E)$ росте зі збільшенням степеня виродження станів з енергією E , вона мінімальна у впорядкованому стані і швидко зростає з ростом енергії.

IV. Моделювання взаємовідношень між об'єктами семантичних мереж з використанням математичної моделі Ізінга

Спираючись на основні концепції побудови активних семантичних мереж, пропонується інший підхід до визначення структури та механізмів функціонування об'єктів мережі. Суть полягає в тому, що замість нейроподібного механізму при визначенні процесу функціонування вузлів мережі використовується спінова модель Ізінга [1,2], в якій вузол A_i мережі розглядається як клітинний автомат, стан якого характеризується величиною спіна. Іншою характеристикою вузла є енергія взаємодії з сусідніми вузлами мережі, значення якої залежить від взаємного розміщення спінів та типу зв'язків між вузлами. Величина максимальної енергії зв'язку враховує значення загального енергетичного ресурсу системи при кожній конкретній зміні стану вузла.

Для прикладу розглянемо побудову мережевої структури для опису механізму надання послуг туристичним комплексом, в якій збережемо деякі терміни і поняття, які взяті з фізичного контексту і які викликають змістовні асоціації.

На сьогоднішній день туристичні фірми надають широкий спектр послуг, проте туристичний бізнес в Україні розвивається на дуже низькому рівні. Туристичні фірми не здатні сформувати набори послуг, які користувалися б найбільшим попитом серед користувачів. Однією з причин неефективності ведення туристичного бізнесу є те, що всі послуги надаються без врахування взаємозв'язків між ними та факторів ефективності їх функціонування. Важливу роль у цьому процесі відіграє моделювання поведінки людини, яке можна здійснити використовуючи

семантичні мережі, що функціонують на основі спінових систем Ізінга [4].

Кожному вузлу мережі ставиться у відповідність певна послуга, що надається користувачеві.

Функціонування вузлів здійснюється згідно з наступними правилами:

1. Стан кожного вузла мережі A_i характеризується величиною спіна $s(A_i)$, який приймає значення (\uparrow , \downarrow) і має наступний фізичний зміст:
 \uparrow - користувачу надана послуга;
 \downarrow - користувачу не надана послуга.

2. Взаємодія між вузлами вимірюється енергією взаємодії $E(A_i)$, яка кількісно дорівнює величині $E_{\max} > 0$ і визначає вартість послуги, що надається користувачу.

3. Значення енергії взаємодії залежить від взаємного розміщення спінів і типу зв'язку між вузлами.

Розглядають два типи зв'язків:

- *конкурентні* (-), які характеризуються енергією зв'язку $E(A_i) = E_{\max}$ при $s(A_i)\uparrow s(A_j)$ і нульовою енергією зв'язку $E(A_i) = 0$ при $s(A_i)\uparrow\downarrow s(A_j)$;
- *партнерські* (+), які характеризуються енергією зв'язку $E(A_i) = E_{\max}$ при $s(A_i)\uparrow\uparrow s(A_j)$ і нульовою енергією $E(A_i) = 0$ при $s(A_i)\uparrow\downarrow s(A_j)$.

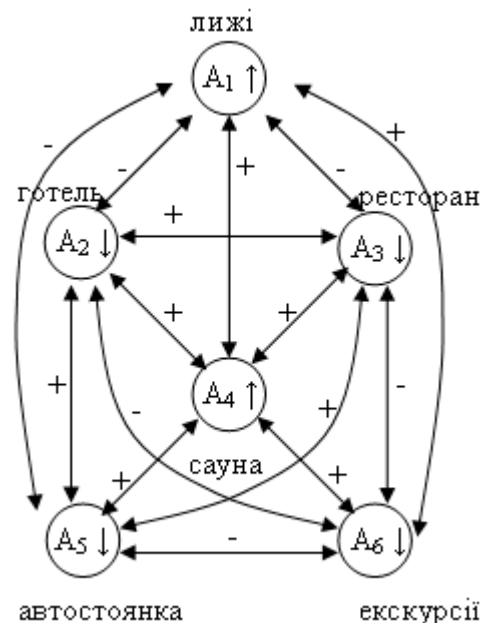


Рис.3. Приклад семантичної мережі для опису надання послуг користувачу.

На рис.3 зображений простий приклад надання послуг користувачу. Вузли мережі визначають види послуг, які туристичний комплекс може запропонувати відвідувачу. Тип зв'язків між вузлами (партнерські та конкурентні) може змінюватися в залежності від індивідуальних потреб користувача.

При побудові мережевої системи важливим фактором є мінімізація її повної енергії, оскільки вузли системи прагнуть перебувати в стані з найменшим енергетичним потенціалом $\min(E(A_i))$. Мінімізація системи дозволяє сформувати набори послуг, які будуть користуватися найбільшим попитом і встановити їх оптимальну вартість. Розроблено програмний продукт, який здійснює мінімізацію системи послуг для конкретних видів зв'язків між вузлами семантичної мережі. На рис.4 наведені результати мінімізації системи з 6 вузлів, зображених на рис.3. Столпчик «Зв'язки» представляє собою вид зв'язків між вузлами (партнерські, конкурентні). Столбець «Вага зв'язків» являє собою числове значення вартості послуги. Конфігурація спінів подається у вигляді $A_1A_2A_3A_4A_5A_6$.

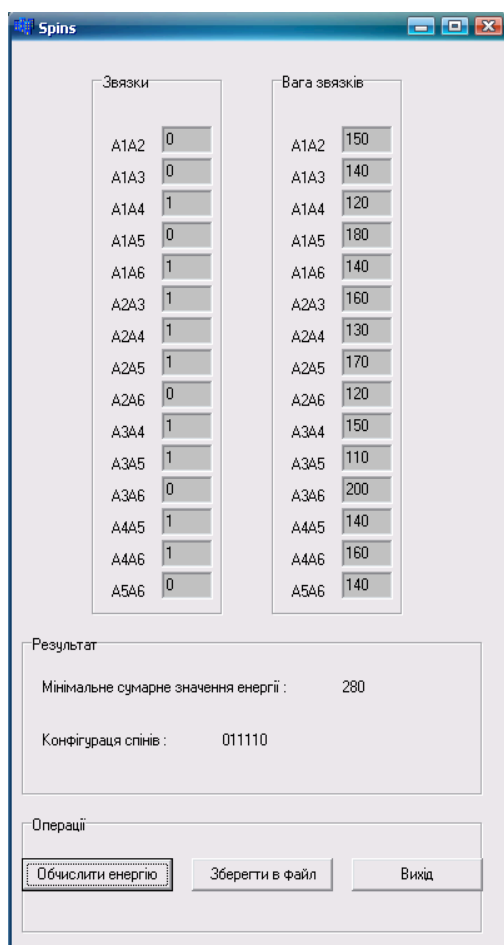


Рис. 4. Результати мінімізації системи з 6 вузлів.

Змінюючи тип зв'язків між вузлами мережі, кожен раз отримуємо нові значення мінімізованої енергії системи, а отже, і нові конфігурації спінів вузлів (можливих послуг туристичного комплексу).

При проведенні числових розрахунків по мінімізації повної енергії системи, яка являється сумарною енергією зв'язків, отримуємо різні значення конфігурацій. Для системи із шести спінів кількість можливих конфігурацій, які відповідають різним наборам послуг, наданих користувачам, дорівнює 64.

Із них в таблиці 1 наведені оптимальна конфігурація спінів системи та три близьких до неї.

ТАБЛИЦЯ 1

Значення спінових конфігурацій

№	Конфігурація спінів	Лічильник k
1	000000	1
2	000001	1
3	011011	25
4	011110	29

Лічильник k виражає кількість ітерацій, при яких конфігурація спінів вважалась оптимальною. Чим більше значення k, тим ближча конфігурація до оптимального значення. Для всіх інших 60 конфігурацій значення k дорівнює нулю.

Висновок

Запропонована модель побудови семантичних мереж дозволяє описати відношення між об'єктами туристичного комплексу та їх функціонування. Розроблено програмний продукт, який здійснює мінімізацію системи послуг для конкретних видів зв'язків між вузлами семантичної мережі. У результаті моделювання самоорганізації системи сформовані набори послуг, які будуть користуватися найбільшим попитом у користувачів.

Література

- [1] Ising E. // Zeitschrift f. Physik. 1925. Bd.31. S.253-258.
- [2] Ising E. // American J. Physics. 1950. V.18. P.235-236.
- [3] Тоффоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов. – М: Мир, 1991. – 180.
- [4] Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга // Проблемы управления и информатики. – 1995. - №1. – С. 89-97.