

ДЕЯКІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН

Козел А.М.

*старший викладач кафедри міжнародної інформації
Національного університету «Львівська політехніка»
e-mail: a_kozel@mail.ru*

З розвитком обчислювальної техніки та обчислювальних методів теорія графів стала повноцінною дисципліною входячи у склад предмету дискретної математики або теоретичних основ інформатики. Методи математики використовувалися не тільки у фізиці, а й активно почали проникати в інші дисципліни та сфери людської діяльності. Одним із інструментів проникнення є теорія графів.

Виникнення теорії графів сягає 1736 року, коли Леонард Ейлер опублікував розв'язок «задачі про кенігсберзькі мости». Хоча використання терміну «граф» почалося тільки у ХХ столітті.

Своє застосування графи знайшли у політичних науках і дотичних до політології, як соціологія, психологія, теорія управління, теорія комунікації, теорія інформації, економіка тощо.

Отже, граф є математичною моделлю найрізноманітніших об'єктів, явищ і процесів, що досліджуються і використовуються в науці, техніці та на практиці. Коротко окреслимо найвідоміші застосування теорії графів, які мають хоча б мінімальне значення дотичне до міжнародних відносин.

Наприклад, у вигляді графа можуть бути зображені транспортні мережі, інформаційні мережі, карти автомобільних, залізничних і повітряних шляхів, газо- і нафтопроводів, моделі ігор, генеалогічні дерева тощо. Прикладами застосування теорії графів є знаходження циклів (когнітивні карти), знаходження гамільтонових циклів (обійти всі вершини графа, побувавши в кожній з них лише один раз (задача комівояжера)), знаходження ейлерових циклів (обійти всі ребра (контроль дієздатності мережі)), фарбування графів: розфарбування географічних карт, укладання розкладів, розміщення ресурсів (політичні карти, геоінформаційні системи), знаходження центрів графа: вершин, максимальна відстань від яких до всіх інших вершин графа є мінімальною (“столиць”) тощо.

Соціальні мережі. У суспільних, політичних процесах важливе місце займає фактор комунікації. Часто постає проблема побудови моделей поширення інформації між індивідами суспільства. Для простоти можна вважати, що кожен, хто володіє певною інформацією, передає її двом, трьом або більше індивідам. Кількість власників цієї інформації зростатиме у геометричній прогресії. Розв'язок такої задачі є очевидним. Для адекватності моделі необхідно врахувати той випадок, що є особини суспільства, які володіють інформацією з альтернативних джерел, а інші, з деяких причин, не зможуть нею володіти. Процес комунікації вже буде нелінійним. Існує ряд інших прихованих факторів, які призводять до утворення стійких об'єднань носіїв інформації.

Соціальна мережа (англ. social network) – соціальна структура (математично – граф), яка складається з групи вузлів, якими є соціальні об'єкти (люди чи організації), і зв'язки між ними (соціальні взаємозв'язки). Фактично засновником аналізу соціальних мереж вважають американського соціолога Якоба Леві Морено [1], який досліджував взаємозв'язки між людьми, створюючи соціограми. Сам термін був введений у 1954 році соціологом «Манчестерської школи» Джеймсом Барнсом.

Одним з найважливіших прикладів аналізу соціальних мереж є експеримент американського соціолога Марка Грановеттера (1970), який довів [2], що для багатьох задач (напр. пошук роботи, передвиборча агітація, ...), слабкі зв'язки є ефективніші за сильні. Для стійкості соціальної мережі велике значення мають індивіди, через яких проходить великий масив інформації, це експерти, інформаційні оператори та ін. Дослідження дзвінків користувачів мобільних телефонів англійськими вченими довели, що якщо вилучити з мережі сильні зв'язки, то мережа збереже свою цілісність завдяки слабким зв'язкам. В протилежному випадку, забравши слабкі зв'язки, соціальна мережа розпадеться на менші ізольовані мережі.

Незважаючи на великі розміри соціальних мереж, існує порівняно мала відстань між будь-якими вузлами мережі. До цього висновку прийшов американський психолог Стенлі Мілграм (1967), який стверджував, що «всього шість рукостискань відокремлює його від аборигена Австралії» [2]. Пізніше було доведено, що середня відстань між будь-якими вузлами мережі зростає як логарифм від загальної кількості вузлів. Наприклад, гіпотетично, кількість жителів – 4 млрд., а

кількість користувачів соціальної інтернет мережі – 4 млн. Тоді віднайти знайомого в соціальній мережі можна через, приблизно, 6 контактів, а знайомого земного жителя через 10 контактів. Різниця невелика всилу поведінки логарифмічної функції.

Для аналізу соціальних мереж використовуються кількісні та якісні характеристики, які визначаються з допомогою математичного апарату теорії графів. Наприклад, шлях між вузлами мережі – це послідовність вершин і ребер, які зв'язують дві вершини. Відстань між вузлами – кількість кроків від одної вершини до іншої. При аналізі соціальних мереж методами теорії графів виділяють задачі обчислення параметрів окремих вузлів, обчислення параметрів мережі, виокремлення мережових підструктур.

Для окремих вузлів виділяють наступні параметри: вхідна степінь вузла, вихідна степінь вузла, відстань між двома вибраними вузлами, середнє значення відстані від будь-якого до інших вузлів, ексцентриситет, центральність.

Загальні параметри мережі – це такі, як кількість вузлів, кількість ребер, густина, кількість симетричних, середнє значення відстані між вузлами, діаметр.

Цікавою задачею є знаходження кластерів соціальних мереж та перемичок (слабих зв'язків) між ними, вилучення яких утворює ізольовані підмережі, а також виявлення підмереж, які мають подібну структуру.

Когнітивні карти. Історично вперше застосування когнітивної карти у вигляді знакового графа для аналізу слабоформалізованих проблемних областей належить Аксельроду. Когнітивна карта являє собою когнітивну модель

Знаковий граф – це граф, ребра якого мають ваги +1 або -1, де знак + позначає позитивний зв'язок, знак – позначає негативний зв'язок. Вага шляху дорівнює добутку ваг його ребер, тобто позитивний, якщо кількість негативних ребер у ньому парна, і негативний, якщо це кількість непарна.

Одна з основних задач, що розв'язується у термінах знакових графів – це задача про стійкість. У цій задачі ребра графа інтерпретуються як деякі відносини і не обов'язково причинно-наслідкові. Якщо відносини симетричні, то ситуація представляється неорієнтованим знаковим графом, вершини якого відповідають суб'єктам відносин.

Позитивний цикл – це контур позитивного зворотного зв'язку; якщо факторам додані деякі ваги, то збільшення ваги фактору в циклі веде до його подальшого збільшення й, в остаточному підсумку, до необмеженого зросту. Негативний цикл протидіє відхиленням від початкового стану, однак можлива нестійкість у вигляді значних коливань, що виникають при проходженні порушення по циклі. Розрізняють випадки лінійного, експонентного росту значень факторів або знако-змінний зріст значень факторів.

Використання знакових графів в моделюванні когнітивних карт має ряд недоліків, бо не враховується сила впливу фактора. Виходом з цієї ситуації може бути використання функціональних графів (ваги ребер мають функціональну залежність напр. від часу), у яких параметри залежності одержані внаслідок статистичного аналізу даних.

Модель представлення знань – семантична мережа. Мережна модель подання знань – це граф, як правило, орієнтований, вершини якого відповідають певним поняттям, сутностям, а дуги – відношенням та зв'язкам між ними [4].

Для моделювання механізму пам'яті людини базованого на асоціативному зв'язку доцільно застосовувати семантичні мережі.

Семантична мережа – це орієнтований граф, вершини якого – поняття, а дуги – відношення між ними. Мережні моделі формально залежать від множини інформаційних одиниць, множини типів зв'язків між інформаційними одиницями, відображення, що задається між інформаційними одиницями, що входять у зв'язки з заданого набору типів зв'язків.

Вершини графа можуть являти собою: поняття, події, властивості, мітки вершин являють собою деякі імена, слова природної мови, мітки дуг позначають елементи множини відношень [4].

Особливе значення для аналітика має факт застосування графів для моделювання суспільних відносин, можливість прогнозування їхнього розвитку. Також когнітивне картографування як інструмент є корисним для розуміння міжнародних процесів.

Додатково, що може пригодитися для роботи аналітика – це організація знань у вигляді семантичних мереж на основі специфічної предметної області, створення структурних схем та дерев для прийняття рішень.

З розвитком обчислювальної техніки і накопиченням статистичних даних теорія графів буде знаходити своє застосування щораз більше у суспільних науках.

1. Прохоров А. Социальные сети и Интернет // КомпьютерПресс. – № 10. 2007.
2. Фурашев В.Н., Ландэ Д.В., Брайчевский С.М. Моделирование информационно-электоральных процессов: Монография.- К.: НИЦПИ АпрН Украины, 2007. – 182 стр.
3. Кузнецов О.П. Когнитивное моделирование слабо структурированных ситуаций.
<http://posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html>
4. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
5. Бергс К. Теория графов и ее применения. – М.: Изд-во ин. лит-ры., 1962. – 319 с.