

програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2008). – Дніпропетровськ : В-во ДНУ, 2008. – С. 266-267.
3. Мейер Д. Теория реляционных баз данных: Пер. с англ. / Д. Мейер. – М.: Мир, 1987. – С.9-19.

Поступила 19.01.2009р.

УДК 621.3

Ю.О.Головін, к.т.н., доцент, А.Ю. Головін, ІСЗЗІ НТУУ «КПІ», м. Київ

АНАЛІЗ СКЛАДНИХ МЕРЕЖ НА ПРИКЛАДІ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ В ІНТЕРНЕТ

Today Social Network Analysis (SNA) is rather actual research direction. A new branch of the discrete mathematics was developed. It is called complex network theory. Besides topology analysis, it explores characteristics of each node and of the entire network. This article covers the exploration of one of the biggest social network in Internet.

Вступ.

Аналіз соціальних мереж зараз широко використовується в економіці (аналіз ринків), менеджменті (відносини між підприємствами та в середині організацій), соціології, медицині (розповсюдження вірусів інфекцій) та криміналістиці (взаємозв'язки терористичних організацій, шляхи розповсюдження наркотиків та зброї).

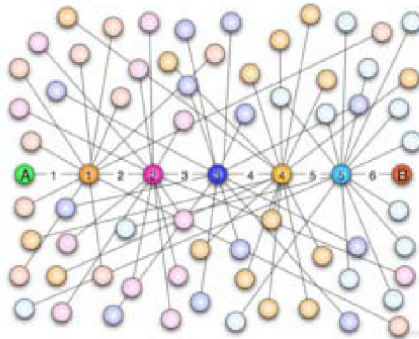


Рис.1. Структурна схема зв'язків

У соціальних мережах є концепція «малого світу». Згідно неї, обравши будь-яку людину поміж всього населення Землі, з'ясується що вона, фактично, може спілкуватися з будь-якою іншою людиною на Землі,

використовуючи тільки свої власні знайомства. За результатами досліджень, проведених у 1950-х та 1970-х роках виявилось, що ці дві людини (А та В на Рис.1) зв'язані між собою в середньому через 5 посередників (6 зв'язків), а в середині однієї країни ця відстань може становити 3 посередники. Так виникло поняття «відношення через шістьох» (*Six degrees of separation*).

В даній статті представлений власний механізм аналізу соціальних мереж, виконана її візуалізація, а також підтверджено, що концепція «малого світу» справедлива для реальної соціальної мережі в Інтернет.

Основна частина.

Для побудови моделі мережі використовувався Інтернет-робот, реалізований на мові *Perl*. Робот сканує анкети в соціальній мережі (що налічує більш ніж 30 мільйонів користувачів) та збирає інформацію про відносини між користувачами, тобто будує залежності *персона-ї друзі*. Було зроблено декілька вибірок для порівняння характеристик мережі в залежності від її масштабу.

Треба зазначити, що дослідженню підлягала лише деяка частина мережі. Це обумовлено складністю застосування алгоритмів для підрахунку характеристик мережі (зокрема – алгоритму по знаходженню мінімального шляху між вузлами), а також тим, що соціальна мережа являє собою динамічну структуру, яка постійно еволюціонує. В процесі дослідження було виявлено, що мережа зберігає свої властивості при зміні масштабу вибірки. Це означає, що результати проведеного дослідження можна поширити на всю соціальну мережу.

З математичної точки зору соціальну мережу можливо представити графом, вершинами якого є люди, а ребрами – зв'язки між ними.

Для аналізу соціальних мереж використовується цілий ряд кількісних і якісних характеристик, таких як *ступінь централізації*, *ступінь кластерності*, *зв'язність*, *середня відстань*.

Розглянемо властивості складних мереж, що були досліджені в даній роботі:

1. Відстань між вузлами мережі. Застосовуючи це поняття до соціальної мережі визначимо, що відстань - це шлях (кількість проміжних персон) між двома довільними людьми (акторами). Для визначення найкоротшого шляху між всіма парами людей (вершин графа) використовувався алгоритм Флойда-Уоршола. За допомогою цього алгоритму можна знайти найкоротші шляхи між всіма парами вершин. Вхідними даними алгоритму є матриця суміжності G_{ij} , елементами якої є «1» (якщо існує ребро між вершинами i та j), а також деяке велике число « ∞ » (якщо зв'язку немає). На виході отримуємо матрицю D_{ij} , в кожному елементі якої буде довжина найкоротшого шляху між вершинами i та j .

2. Коефіцієнт кластерності. Для окремого вузла мережі він

визначається як відношення реальної кількості ребер, об'єднуючих між собою найближчих сусідів, до максимально можливої $\left[\frac{1}{2}k(k-1) \right]$:

$$clust = \frac{\text{кількість_ребер}}{\frac{1}{2}k(k-1)},$$

де k – кількість вершин.

3. Ступінь вузла. Даний параметр характеризує кількість прямих сусідів даного вузла.

Також нас цікавлять значення максимальної та мінімальної відстані для кожного вузла та для мережі в цілому.

Обрахунок характеристик здійснювався для вибірок в 418, 546, 642, 929, 1196, 1754, 2334 та 3500 користувачів.

Фрагмент результатів обрахунку зображено на Рис.2:

```

Vertex 868:
.degree = 11
.centricity = 0.01014
.average path = 2.87500
.max path = 3
-----
Vertex 869:
.degree = 35
.centricity = 0.03226
.average path = 2.82651
.max path = 3
-----
Vertex 870:
.degree = 1
.centricity = 0.00092
.average path = 3.74030
.max path = 4

whole network:
.clustering = 0.00252
.average path = 3.61284
.vertexes : 929
.edjes : 1085
.max path = 4

```

Рис.2. Результати обчислень

З результатів видно, що для вибірки в 929 персон середня величина найкоротшого шляху становить 3,61284, а максимальна - не перевищує 4. Тобто будь-яка людина в досліджуваній вибірці може зв'язатися з довільною людиною максимум через 4 посередника. Динаміка величини середнього шляху для різних масштабів вибірок зображена на Рис.3.:

Для невеликих вибірок значення найкоротшого середнього шляху сильно варіюється, але для більш-менш великої кількості персон - виходить на стійку величину, близьку до 5. Безперечно, із збільшенням масштабів вибірки ця величина буде дещо зростати, але, навіть, для досить великої кількості персон (десятки мільйонів) - не перевищить 8-9 посередників.

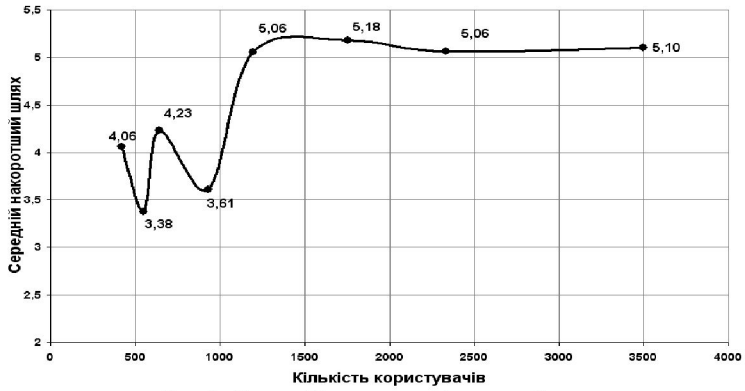


Рис.3. Середній шлях для різних вибірок

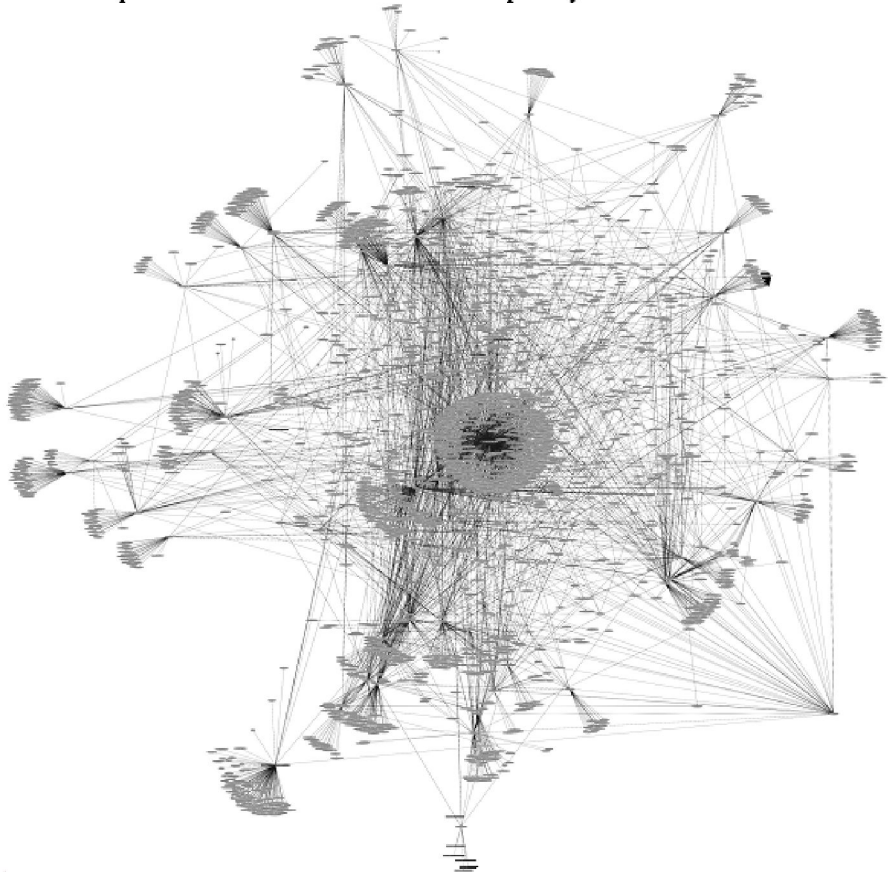


Рис.4. Візуалізація мережі програмою *aiSee*

Візуалізація мережі виконувалась за допомогою програм *aiSee* (Рис.4) та *TouchGraph* (Рис.5).

aiSee автоматично малює план графів, що описуються на мові GDL. Засобами *aiSee* була виконана візуалізація мережі із 10000 користувачів соціальної мережі. В центрі видно велике скупчення акторів навколо «лідера» - людини, у якої найбільше прямих зв'язків. Найчастіше це політичний діяч, зірка або просто дуже популярна персона.

Також в мережі присутні «посередники» – актори, що поєднують різні підгрупи. Посередники мають авторитет перед іншими учасниками соціальної мережі, адже вони є важливою ланкою, учасниками багатьох груп, та, по суті, кісткою мережі.

Третій тип акторів – «замикаючі». Замикаючі знаходяться на окраїнах мережі. Найчастіше такі люди не можуть або не бажають заводити прямі контакти із іншими. Такі актори не є корисними для мережі, а лише додатково навантажують її. Цілком можливо, що ці люди – новачки у мережі і тільки намагається ввійти в колектив. В інакшому випадку треба видаляти таких користувачів із мережі або проводити комплекс мір щодо збільшення прямих зв'язків із іншими користувачами.

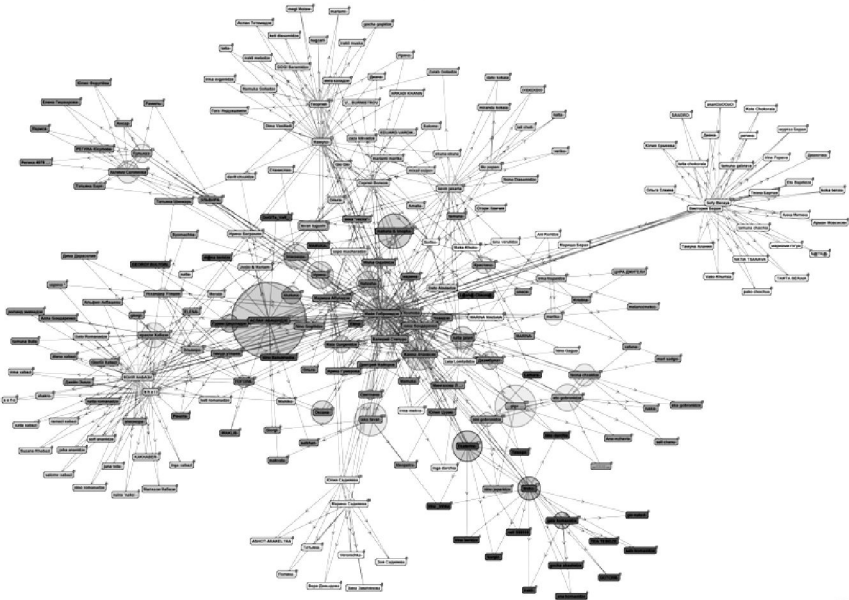


Рис.5. Візуалізація мережі програмою *TouchGraph*

TouchGraph схожий по функціональному призначенню продукт. Основною відмінністю є те, що вхідні дані не потребують особливого опису і можуть бути імпортовані, наприклад, з Excel. Додатковою є функція виділення підгруп (кластерів, клік), а також можливість фільтрації.

Наприклад, можливо відфільтрувати замикаючих (із незначною кількістю зв'язків).

Ще однією можливістю відображення мережі є її представлення у вигляді кругової діаграми (Рис.6). Це зроблено із застосуванням графічної бібліотеки *GD* мови *Perl*.

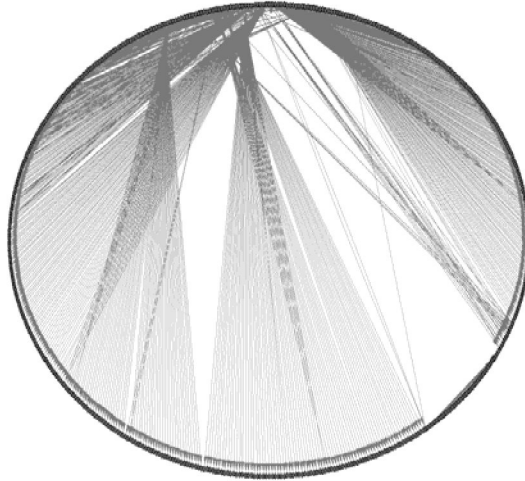


Рис.6. Візуалізація мережі у вигляді кругової діаграми

Кругова діаграма дозволяє оцінити ступінь вузла. Вузли із найбільшою кількістю зв'язків знаходяться зверху.

Висновки

В результаті виконаних досліджень було розроблено власний метод аналізу складних мереж на прикладі соціальної мережі в Інтернет та виконано декілька варіантів візуалізації мережі.

Щодо результатів аналізу, то ми переконалися у вірності теорії «малого світу». Дійсно, зв'язки між опосередкованими людьми є не такими далекими, як це здається на перший погляд.

Соціальна мережа, по суті, являє собою об'єднання тисяч підмереж. Чим швидше розвиваються ці підмережі, тим швидший розвиток мережі в цілому.

1. Ландэ Д.В., Снарский А.А. Динамическая сеть понятий из веб-публикаций <http://www.infostream.com.ua/infostream/news48/dinam-dwl.pdf>
2. Давыдов А.А. Системная социология, изд. ЖКИ 2007 – 248 с.
3. Сазанов В.М. Социальные сети <http://ntl-cbm.narod.ru/CBM-NET/cbm-net.ppt>
4. Прохоров А., Ларичев Н. Компьютерная визуализация социальных сетей www.compress.ru/article.aspx?id=16593&iid=771
5. Матеріали сайту [http:// wikipedia.org/](http://wikipedia.org/)

Поступила 26.01.2009р.

Тарік (Мох'д Тайсір) Алі Аль Омари, аспірант НУ «Львівська політехніка»,
В.М.Теслюк, к.т.н., доцент кафедри САП, НУ «Львівська політехніка»,
П.Ю.Денисюк, к.т.н., ст. викл. кафедри САП, НУ «Львівська політехніка»,
Хамза Алі Юсеф Аль Шавабкех, аспірант НУ «Львівська політехніка».

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АКУСТИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕМС

У статті представлено розроблене інформаційне, лінгвістичне та математичне забезпечення підсистеми для розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації. Побудована модель для оптимізації конструкційних параметрів акустичних елементів МЕМС та наведено результати.

In the article the information, linguistic and mathematical software of subsystem for the decision of tasks of multicriterion optimization are developed. The model for optimization of construction parameters of acoustic elements of MEMS is built and results are presented.

Вступ

При розробленні об'єктів різного функціонального призначення виникає потреба в розв'язанні 3 типів задач: аналізу, синтезу та оптимізації [1]. Ядром задач синтезу є оптимізація, яка призначена для знаходження найкращих результатів для об'єкта проектування в заданих умовах. У задачах оптимізації з одним критерієм потрібно визначити відповідне значення цільової функції. Під час аналізу та синтезу складних об'єктів та систем виникає проблема з необхідністю досягнення декількох цілей, які частково або повністю суперечать одна одній. Один з шляхів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації (ЗБО) пов'язаний з вибором одного домінуючого, а інші приймаються як обмеження і оптимізація проводиться по домінуючому критерію. Такий підхід до розв'язання практичних задач значно знижує їх ефективність. Відомі системи для розв'язання задач лінійного програмування та імітаційного моделювання MATHCAD, MATLAB не дають можливості переглянути хід розв'язку та проміжні дані розрахунку. Тому, робота, яка присвячена розробленню підсистеми для розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації є актуальною.

1. Формулювання багатокритеріальної оптимізаційної задачі

Задача багатокритеріального математичного програмування має такий вигляд, знайти оптимум для цільових функцій [2-6]: