

УДК 681.3

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЧТОВОГО СЕРВЕРА

Галиакбаров Р.А., Ладыженский Ю.В.

Донецкий национальный технический университет

Рассматривается архитектура и ее экспериментальная программная реализация в условиях операционной системы Windows на языке программирования С#, взаимодействие клиента почтового сервера и клиента сервера распознавания с программными интерфейсами серверов, организация очереди сообщений на распознавание и очереди распознанных файлов.

В настоящее время распознавание широко используется для конвертации книг и документов в электронный вид, для автоматизации систем учета в бизнесе или для публикации текста на веб-страницах. Оптическое распознавание текста позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тексту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь.

Эффективным решением для автоматизации работы с большими объемами нераспознанных изображений может быть применение почтового сервера.

Система включает в себя:

- почтовый сервер (IceWarp Mail Server, Courier Mail Server, IBM Lotus Domino и др.);
- программу распознавания изображений (ABBYY FineReader, Autobahn DX и др.);
- программу-клиент почтового сервера;
- программу-клиент системы распознавания.

Система разворачивается в компьютерной сети, включающей почтовый сервер и один или несколько компьютеров с программами распознавания.

Для работы системы необходима настройка почтового сервера, установка и настройка программы-клиента почтового сервера, а также установка программ-клиентов системы распознавания на все компьютеры с установленными программами распознавания.

Общая архитектура системы представлена на рисунке 1.

На почтовом сервере создается учетная запись для хранения писем для распознавания. На созданную учетную запись настраивается фильтр, который будет перенаправлять письма с изображениями. Программа-клиент почтового сервера содержит почтовый клиент, способный принимать и отправлять письма по протоколам SMTP, POP3 и IMAP и TCP/IP клиент для взаимодействия с машинами распознавания.

Программа-клиент почтового сервера выполняет следующие функции:

1. Проверяет учетную запись на почтовом сервере на наличие

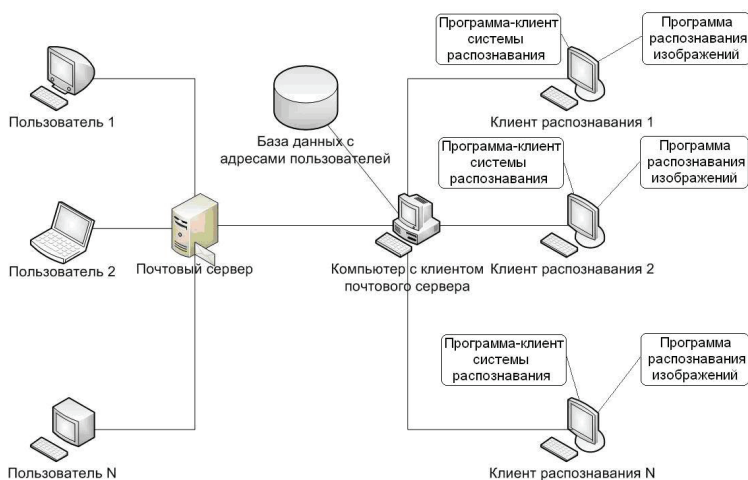


Рисунок 1 – Архитектура системы

- новых писем с изображениями.
2. Скачивает письма с почтового сервера и сохраняет их на диске.
 3. Загружает изображения из писем и отправляет их на свободную машину распознавания. Система может параллельно работать с несколькими машинами распознавания.
 4. Принимает распознанные изображения с машин распознавания, прикрепляет их к письмам и отправляет адресату.

Задачей программы-клиента системы распознавания является прием изображений от клиента почтового сервера, отправка изображений на распознавание с помощью API-интерфейса программы OCR и передача распознанных файлов программ-клиенту почтового сервера.

Разработанная система может применяться для обработки большого количества изображений и автоматически контролировать интенсивный поток почты. Система позволяет полностью автоматизировать и значительно ускорить процесс распознавания.

Литература

- [1] Дуглас Э. Камер Компьютерные сети и Интернет. – М.: Вильямс, 2002. – 640 с.
- [2] Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – М.: Питер, 2003. 878 с.
- [3] RFC 2821 Simple Mail Transfer Protocol. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc2821>.
- [4] Официальный сайт компании IceWarp Unified Communications. – Режим доступа: <http://www.icewarp.com/>.
- [5] Официальный сайт компании Aquaforest. – Режим доступа: <http://www.aquaforest.com>

УДК 004.942

МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТРУКТУРИЗАЦІЯ СКЛАДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Наталія Івануцак¹, Володимир Пасічник²

¹ Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича

² Національний університет «Львівська політехніка»

*У роботі приведені основні характеристики, на основі яких вивчаються топологія та еволюція в часі мереж, що виникли в результаті життєдіяльності людини. Розглянуто правила генерації та моделі структуризації складних мереж. Досліджено топологію локальної комп'ютерної мережі *BW-Star & Fox Net* в місті Чернівці. Означені основні фактори впливу на ріст та генерацію вузлів мережі. Здійснено імітаційне моделювання росту локальної комп'ютерної мережі.*

Вступ

У роботі розглянуті моделі та сформульовані правила структуризації складних комп'ютерних мереж. Здійснено аналіз факторів впливу на генерацію та кластеризацію складних мереж, зокрема вплив природного росту мереж, соціально-виробничих закономірностей на генерацію їх вузлів. Приведені фізичні аналогії росту та динаміки досліджуваних систем. Здійснено імітаційне моделювання росту локальної комп'ютерної мережі.

1 Основні характеристики та моделі складних мереж

До основних характеристик, які використовуються при дослідженні та моделюванні мереж відносяться:

1. Середній найкоротший шлях між вузлами:

$$\langle l \rangle = 2/N(N-1) \sum_{i>j} l_{ij}. \quad (1)$$

2. Коефіцієнт кластерності C_m , який відповідає рівню зв'язаності вузла у мережі і характеризує тенденцію до утворення груп взаємозв'язаних вузлів:

$$C_m = 2E_m / k_m (k_m - 1). \quad (2)$$

3. Розподіл ступенів вузлів $P(k)$, що визначає імовірність того, що випадково вибрана вершина буде мати рівно k ребер. До найчастіше спостережуваних прикладів розподілу ступенів вузлів відносяться:

- розподіл Пуассона $P(k) = e^{-\langle k \rangle} \langle k \rangle^k / k!$,
- експоненційний розподіл $P(k) \sim e^{-k/\langle k \rangle}$,
- степеневий розподіл $P(k) \sim 1/k^\gamma$, $k \neq 0$, $\gamma > 0$.

Явища, що відбуваються у складних мережах, пояснюються багатьма різними моделями. Основними з них є класичний випадковий граф Ердоша-Рені, розподіл ступенів вузлів якого $P(k)$ визначається формулою Пуассона, мережа тісного світу Ватса-Строгаца з експоненційним законом розподілу та безмасштабна мережа Барабаші-Альберта, що є прикладом зростаючої мережі зі степеневим розподілом.

В нашій роботі [1] досліджено ріст та динамічні властивості глобальної Інтернет-мережі і продемонстровано, що вона відноситься до безмасштабних мереж та локальної комп'ютерної мережі BW-Star & Fox Net в м. Чернівцях, яка займає проміжне місце між класичним випадковим і безмасштабним графами за основними характеристиками мережі.

2 Фактори впливу на динаміку росту комп'ютерних мереж

Аналіз розвитку комп'ютерної мережі ґрунтується на встановленні *факторів впливу* на генерацію вузлів та умов утворення і приєднання в мережі нових серверів зі своєю структурою.

Серед факторів впливу на ріст мережі в першу чергу необхідно вирізнити *розмір* або *протяжність* локальної мережі, що визначається відстанню між найбільш віддаленими станціями,

при якій за нормальної роботи вузлів чітко розпізнаються колізії, та кількістю об'єднаних в мережу комп'ютерів. Для Інтернет-мережі цей розмір називається діаметром мережі і складає відстань порядку 1 км. При цьому кількість вузлів в мережі складає ~ 86.

Обмеження мережі за довжиною являється передумовою вибору структури мережі, розбиття її на окремі частини, появи додаткових серверів з новою мережею зв'язків. Спостерігається динаміка мережі, своєрідна **кластеризація**, сервери виступають центрами утворених кластерів, відбувається просторове розміщення компонент мережі в чітку ієрархічну структуру.

Приєднання нових вузлів диктується **економічною вигідністю**, тобто ресурсними затратами, які залежать від географічного розміщення споживачів.

Таким чином, на утворення нових зв'язків у мережі впливають різні фактори, кожному з яких можна присвоїти свою вагу, а вузлам мережі – певне значення енергії, яка залежить від способу об'єднання вузлів у графі.

3 Фізичні аналогії росту складних мереж

Для найбільш чітко сформованих мереж нами був підібраний відповідний аналог серед кристалографічних систем, який таким чином, є абстрактною, спрощеною, але достатньо наглядною моделлю комп'ютерної мережі [2]. На основі «кристалізаційних» уявлень можна розробити різні способи наглядного графічного, динамічного зображення росту складної мережі і розвитку її компонент. Аналіз топології та росту локальних комп'ютерних мереж демонструє їх чітку ієрархічну структуру. Центрами росту та кластеризації мережі являються сервери, від яких географічно в різних напрямках розходяться кабелі та підключаються користувачі. Аналогічним чином відбувається процес кристалізації твердого тіла, який починається з утворення кристалічних зародків (центрів кристалізації) і продовжується в процесі росту їх числа і розмірів.

За механізмом утворення складні мережі повторюють в процесі своєї еволюції ріст дендритних кристалів. Вони проходять

однакові стадії зародження і розвитку: мають свій початок відліку, свій зміст і форму, виступають як оформлені цілісні об'єкти, що мають свою історію розвитку.

4 Статистичний підхід до опису складних мереж

Оскільки випадковий граф містить велику кількість вершин і ребер, то його кількісний опис потребує використання статистичного підходу [3]. Вершинам графів приписується певне значення енергії E_i , тоді ймовірність P_i , що вершина має енергію E_i , визначається з умови максимуму ентропії

$$S = -\sum_i P_i \cdot \ln P_i. \quad (3)$$

Статистика неорієнтованих графів із фіксованою кількістю вершин N , що не мають петель, підпорядковується великому канонічному ансамблю, поведінка якого визначається енергією

$$E = \mu M, \quad (4)$$

тут μ – хімічний потенціал, а M – кількість ребер графа. Розрахована повна імовірність реалізації графа набуває вигляду біномного розподілу, який у межі безмежно малого значення ймовірності реалізації одного зв'язку набуває стандартної форми

Пуассона $P = e^{-\langle M \rangle} \langle M \rangle^M / M!$, в границі, коли $\langle M \rangle \rightarrow \infty$, розподіл стає самоподібним, безмасштабним і ймовірність реалізації графа набуває степеневі форми: $P \sim \langle M \rangle^{-\gamma}$.

5 Імітаційне моделювання росту локальної комп'ютерної мережі

Аналіз топології та росту локальних комп'ютерних мереж, які являються об'єктом наших досліджень, демонструє їх чітку ієрархічну структуру. Центрами росту та кластеризації мережі являються сервери, від яких географічно в різних напрямках розходяться кабелі та підключаються користувачі.

Локальні комп'ютерні мережі є об'єктами графових структур

і тому для їх дослідження можуть бути застосовані методи теорії графів. Проте алгоритми і моделі, побудовані на основі цих методів, не дозволяють врахувати динамічну зміну характеристик та випадкових факторів при рості локальних мереж. Тому застосування імітаційного моделювання, розробка спеціалізованих структур та алгоритмів, що дозволяють найкращим чином вирішувати поставлені завдання, значно полегшать цей процес і забезпечать перехід на новий, якісно вищий рівень проектування та управління мережами.

Згідно з проведеними дослідженнями слід відмітити, що локальні мережі в процесі розвитку та еволюції в часі проходять етапи становлення від класичного випадкового графа до безмасштабних мереж. Тому для імітаційного моделювання вибраний принцип випадкового приєднання вузлів як для класичного випадкового графа.

В нашій роботі здійснюється імітаційне моделювання процесу росту комп'ютерної мережі у вигляді дендритів. Це пов'язано зі схожістю як у структурному рості, так і в математичному ймовірнісному описі [1, 3] механізмів еволюції складних мереж та росту дендритних кристалів. Розроблена модель, яка дозволяє отримати зображення локальної мережі для різних початкових умов росту, динамічно візуалізувати процес та відслідковувати його в довільний момент часу.

При моделюванні росту комп'ютерних мереж нами були використані аналогії моделювання росту дендритних дерев нейронів.

Мережа розглядається як упорядкована множина сегментів, кожен з яких закінчується точкою розгалуження чи кінцем мережі. Вона характеризується низкою числових характеристик: довжинами сегментів, кутами між сегментами, які є випадковими величинами, що описуються своїм розподілом.

Початковою точкою O мережі вважається сервер, якому приписується z зв'язків, які визначають напрямки $l_0^{(z)}$ зростання мережі. До складу мережі входять два типи часток – світчі, кількість

яких дорівнює n , та споживачі. Кожному із n світчів випадковим чином приписується різна кількість s зв'язків, яка змінюється дискретно, набуваючи значень: 5, 8, 16.

У модель закладаються:

1. Розподіл величини кута φ між початковим напрямком першого кроку l_0 та напрямком наступного кроку моделювання.
2. Розподіл довжин кроків δ .
3. Імовірність розгалуження світча $p(s)$.

Вздовж променя l_0 робиться корок OA випадкової довжини згідно з розподілом кроку. Точка A з імовірністю δ є початком наступного кроку (який відкладається від напрямку попереднього кроку OA під випадковим кутом $\varphi^{(s)}$ відповідно до розподілу кута), і з імовірністю $1 - p(s)$ - не є початком наступного кроку, тобто є кінцем сегмента.

На основі розроблених алгоритмів реалізована програма, результатом роботи якої являється зображення динаміки росту локальної комп'ютерної мережі, виявлені та проаналізовані особливості роботи запропонованого алгоритму.

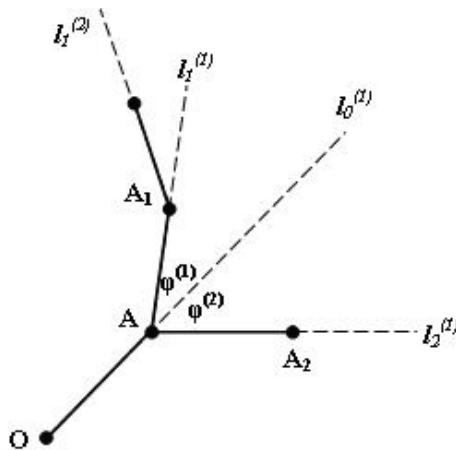


Рисунок 1 – Побудова моделі сегмента комп'ютерної мережі

Програма допускає коректування форми, розміру, орієнтування у просторі мережі, а також кількості споживачів, які утворюють простір моделювання. Користувачу доступні функції запуску процесу моделювання, його зупинки в довільний момент часу. Програма автоматично генерує зображення та поновлює його після кожного кроку моделювання. Розроблений програмний продукт дозволяє спостерігати за процесом росту мережі на різних стадіях, що дає можливість відслідковувати зміни в структурі не тільки в часі, але і в просторі.

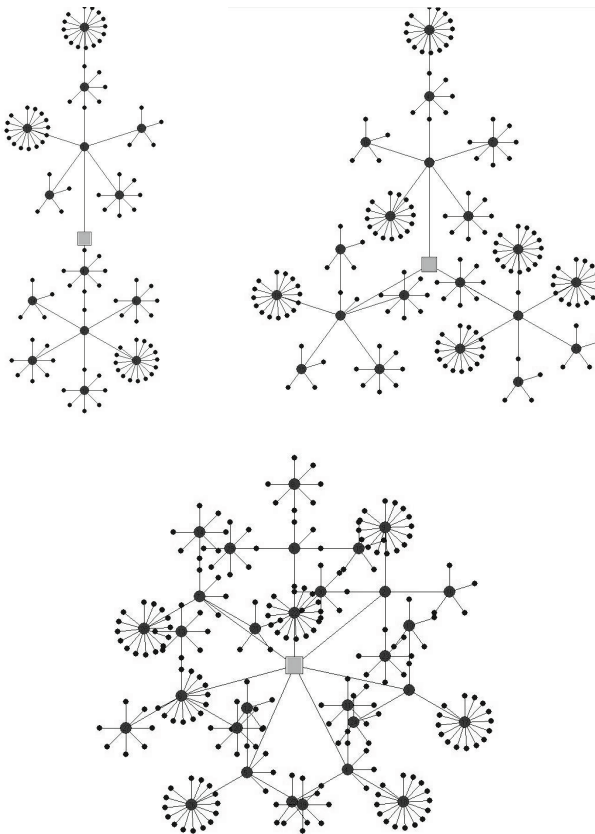


Рисунок 2 – Приклади імітаційного моделювання мережі (□ - сервер мережі, великі кружечки – світчі, малі - споживачі).

З допомогою імітаційного моделювання досліджувався вплив початкових умов – напрямків розгалуження мережі, кількості вузлів-світців з різними ступенями приєднання споживачів на ріст локальної мережі. Для того, щоб дослідити як впливає деякий параметр на структуру графа, спочатку був змодельований ріст при деякому наборі параметрів. Пізніше параметри з цього набору змінювались окремо. Результати комп'ютерного експерименту подані на рис. 2.

Розроблена нами імітаційна модель дозволяє отримати зображення мережі для різних початкових умов, динамічно візуалізувати процес її структуризації та відслідковувати його в довільний момент часу.

На рис. 2 представлені отримані експериментальним чином (з допомогою комп'ютерної симуляції) імовірнісні моделі локальної комп'ютерної мережі для різних значень її числових характеристик (а) $z=2$, $n=14$; б) $z=3$, $n=20$; в) $z=7$, $n=30$).

Із наведених зображень видно, що при $z=2$ вітки мережі спрямовуються від сервера у двох протилежних напрямках, при $z=3$ мережа структуризується у вигляді трикутника, а при $z=5$ і більше розростається зіркою, до світців якої ймовірнісним чином приєднується різна кількість користувачів. При достатньо великих значеннях z спостерігається кластеризація мережі (рис. 3).

Висновок

Розглянуті моделі генерації, сформульовані правила структуризації та фактори впливу на динаміку росту складних мереж

В рамках проведеної роботи виділені основні фактори, які впливають на процес росту локальної комп'ютерної мережі, сформульована послідовність дій, необхідних для побудови моделі системи.

З допомогою імітаційного моделювання досліджено вплив початкових умов – напрямків розгалуження мережі, кількості вузлів з різними ступенями приєднання споживачів на ріст локальної мережі.

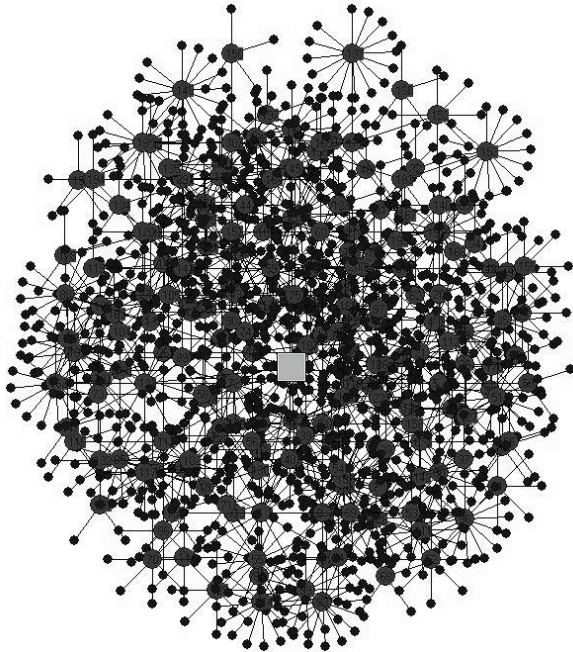


Рисунок 3 – Генерування кластера мережі

Література

- [1] Пасічник В.В., Іванущак Н.М. Дослідження та моделювання складних мереж // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – 2/3 (44), С. 43-48.
- [2] Пасічник В.В., Іванущак Н.М. Структуризація та динамічні властивості складних комп'ютерних мереж // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – 4/9 (46), С. 16-21.
- [3] Головач Ю., Олемской О., К. фон Фербер, Головач Т., Мриглод О., Олемской І., Пальчиков В. Складні мережі. // Журнал фізичних досліджень. – 2006. – т.10, №4, С. 247-289.