

Висновок

Наведені результати досліджень підтверджують доцільність оцінювання ефективності інтелектуальної діяльності операторського персоналу на підставі емпіричної функції щільності бета-розподілу і можуть бути використані у системах профвідбору, навчання та атестації операторського персоналу у різноманітних системах опрацювання візуальної інформації.

1. Психологічний словник. – К.: Вища шк., 1982. – 216 с. 2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит. – 2006. – 816 с. 3. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Издательское объединение “ЮНИТИ”, 1998. – 1000 с. 4. Вадзинский Р. Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001. – 295 с. 5. Cooper John C. B. The first class honours grade: an application of the beta distribution // Applied Probability Trust 2007. – P. 73-74. <http://ms.appliedprobability.org/data/files/Articles%2039/39-2-8.pdf>. 6. Ульянов М. В., Петрушин В. Н., Кривенцов А. С. Доверительная трудоемкость – новая оценка качества алгоритмов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 2. – С. 23 – 37. 7. Заболотский В. П., Оводенко А. А., Степанов А. Г. Математические модели в управлении: учеб. пособ. – СПб.: СПбГУФП, 2001. – 196 с. 8. Каминский Р. Н. Оценка оперативности действий персонала в системах управления // Проблемы управления и информатики. – 1997. – № 2. – С. 132 – 140. 9. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1968. – 720 с. 10. Камінський Р. М. Визначення параметрів розподілу на підставі кумуляти для показника оперативності персоналу автоматизованих систем розпізнавання зображень // Моделювання та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова, 2003. – С. 100 – 108.

УДК 004.942

В.В. Пасічник, Н.М. Іванушак

Національний університет “Львівська політехніка”,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ЙМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ КОМП’ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

© Пасічник В. В., Іванушак Н. М., 2011

Здійснено наочне ймовірнісне моделювання процесу зародження та кластеризації локальної комп’ютерної мережі. Розроблено модель, яка дає змогу отримати зображення мережі для різних початкових умов, динамічно візуалізувати процес її структуризації.

Ключові слова: комп’ютерні мережі, дендритний ріст, модель ДОА.

In this work there is given the probabilistic visualization of modeling of nucleation and clustering of local computer network. The developed model allows the network to obtain images of different initial conditions and dynamically visualize the process of structuring.

Key words: computer networks, dendritic growth, DLA model.

Вступ

У географічному просторі, де спостерігається тенденція до утворення локальної комп’ютерної мережі, існує певна кількість потенційних користувачів послуг. Вони розподілені нерівномірно, тому є сенс говорити про різну концентрацію споживачів. У тих місцях, де концентрація є найбільшою, виникає ймовірність утворення серверів мережі, до яких починається

“дифузне” переважне приєднання споживачів. У віддалених користувачів малою є можливість приєднання. У цих умовах мережа може структуруватися так, щоб за мінімальної витрати ресурсів простягатися у тому напрямі, де є більша кількість споживачів. Мережа починає обростати відростками у різних напрямках, утворюючи деревоподібні форми – *дендрити*.

Спостерігається аналогія між процесом структуризації комп’ютерної мережі та кристалізації твердого тіла з розплаву під час відведення від нього тепла. Тому в основу моделі ми заклали процеси дифузії та явища переносу: в нашому випадку “дифузне” об’єднання користувачів у мережу.

Дифузійні процеси – це узагальнене подання просторово розподілених явищ різної природи. Їх об’єднує той факт, що усі вони відбуваються в активних середовищах, які підтримують їхній розвиток на усьому просторі. Такі процеси описуються системами диференційних рівнянь з частинними похідними. Отримати аналітичні розв’язки таких рівнянь фактично неможливо, тому необхідно застосовувати числові методи їх розв’язку на комп’ютерах. Активізується дослідження клітинних автоматів (КА) як альтернатива диференційним рівнянням. До переваг клітинних автоматів необхідно зарахувати абсолютну обчислювальну стійкість, відсутність помилок заокруглення, а також доволі просте задання граничних умов. Безумовно, КА-моделі мають свої власні проблеми, які потребують вирішення. Серед них найважливішою є проблема обліку фізичних величин (концентрації, температури, тиску тощо) під час побудови правил переходу автомата. Більше того, не існує формалізованої процедури для побудови КА-моделей.

Клітинне подання дифузійного процесу

Процеси дифузії описуються таким диференційним рівнянням:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

де C – концентрація, яка бере участь у моделюванні; D – коефіцієнт дифузії; t – час; x, y – просторові координати.

Розглянемо квадратну область розміром $N \times N$ вузлів, у центрі якої знаходиться зародок. Горизонтальну та вертикальну відстані між вузлами позначимо h : $x = ih$, $y = jh$ (i, j – цілі числа). Надалі зручно вважати $h = 1$. Крок за часом Δt теж задається одиничним: $\Delta t = lt$, $l = 1$, t – цілі числа.

У рівнянні дифузії (1) величина $\nabla^2 C$ у вузлі (i, j) дорівнює різниці середнього значення концентрації у сусідніх вузлах $\langle C_{(i,j)} \rangle$ і концентрації у самому вузлі:

$$\nabla^2 C \approx (\langle C_{(i,j)} \rangle - C_{i,j}) / h^2. \quad (2)$$

Середнє значення можна обчислювати по-різному. Наведемо загальну формулу:

$$\langle C_{(i,j)} \rangle = (C_{i+1,j} + C_{i-1,j} + C_{i,j+1} + C_{i,j-1} + w(C_{i+1,j+1} + C_{i+1,j-1} + C_{i-1,j+1} + C_{i-1,j-1})) / (4 + 4w).$$

Коефіцієнт $0 \leq w \leq 1$ враховує вплив діагональних сусідів. В [1] він $w = \frac{1}{2}$, інший розумний

вибір $w = \frac{1}{4}$. Тоді (2) набуває вигляду:

$$\nabla^2 C = \frac{\langle C_{(i,j)} \rangle - C_{i,j}}{(4 + 4w)(1 + 2w)h^2}.$$

Тобто у першому наближенні, використовуючи явну різницеву схему, нове значення концентрації після кожного часового кроку обчислюється згідно з формулою

$$\hat{C}_{i,j} = C_{i,j} + Dt \nabla^2 C.$$

Ця схема є стійкою за $\frac{Dt}{h^2} < \frac{1}{4}$.

Перейдемо до *дендритного* росту. Розглянемо стан кожного вузла n . $n = 0$ відповідає стану, коли частка не приєдналася до початкового зародка, а $n = 1$ відповідає приєднанню і утворенню нової структури. Тоді для того, щоб вузол був об'єднаний у структуру, необхідно, щоб він знаходився на межі, тобто мав хоча б одного сусіда з $n = 1$.

Саме цей принцип використовується для моделювання процесів кластеризації у моделі обмеженої дифузії агрегації (ДОВА) Сандера [2, 3], яка описує динамічний режим кінетичних процесів утворення фракталів.

Модель *обмеженої дифузії агрегації* (ДОВА) є найпопулярнішим підходом до описання утворення масових фракталів. Ця модель може бути легко реалізована у вигляді комп'ютерного алгоритму і добре підходить для числового дослідження фрактальної геометрії об'єктів.

Існує безліч варіантів моделі ДОВА, які відрізняються геометрією задачі, особливостями взаємодії частинок і кластерів та їх переміщенням в просторі. Ми обмежимося розглядом найпростішого класичного варіанта ДОВА – моделі *частинка-кластер*. У ній кластер, що зростає, завжди нерухомий у просторі, а частинки, які приєднуються до нього, переміщуються в просторі випадковими траєкторіями незалежно одна від одної до моменту “зіткнення” з кластером, після чого вони стають частиною кластера.

Розглянемо цю задачу детальніше. Як зародок майбутнього кластера виступає частинка, яку можна ототожнити з *сервером мережі*, до якої у подальшому приєднуюватимуться інші *частинки-споживачі*. Частинки запускаються по одній з довільної випадково вибраної точки на колі заданого радіуса r_0 , побудованого навколо центрального зародка, більшого, ніж радіус кластера r_{max} , та слідує своїми траєкторіями доти, доки не зіштовхнуться із агрегатом.

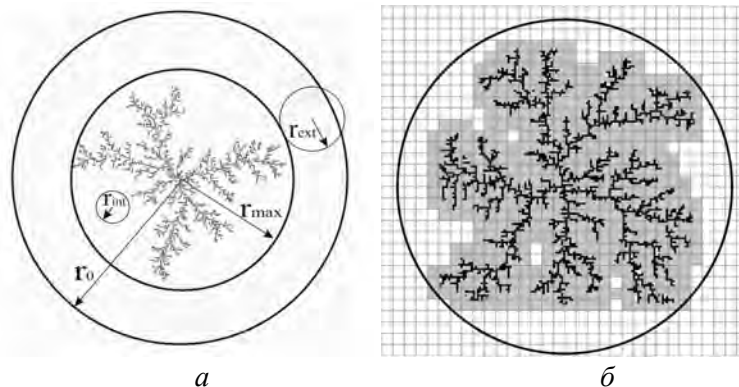


Рис. 1. Схематичне зображення оптимізованих траєкторій

Якщо в процесі свого руху частинка віддаляється від центра кластера на відстань, що перевищує $3r_0$, то ця частинка вилучається, і запускається наступна. У моделі ДОВА, де частинки випадково блукають, здійснюючи унітарні кроки протягом дискретного проміжку часу, існує стандартний метод, який дає змогу частинкам поза початковим колом здійснювати довгі випадкові кроки завдовжки r_{ext} , якщо ці кроки не приведуть частинку всередину початкового кола, як показано на рис. 1, а. Адекватний вибір – це $r_{ext} = \max(r - r_{max} - d, 1)$, де r – відстань від блукаючої частинки до початкової, і було використано мале допустиме відхилення $d = 5$. Крім того, броунівське блукання у великих порожніх областях у внутрішній частині, яка обмежує кластер ($r < r_{max}$), займає дуже багато комп'ютерного часу, особливо для великих агрегатів. Болл і Брейді [4] запропонували стратегію, яка дає змогу частинкам усередині початкового кола здійснювати великий крок довжини r_{int} , якщо вони не перетинаються у будь-якій частині агрегата, як показано на рис. 1, а. Аналогічні процедури були використані в інших роботах [5–7].

Моделююча програма працює за таким алгоритмом: *Створення нової точки. Блукання точки.* (Важлива особливість цієї програми: точка завжди досягає периметра). *Приєднання точки до кластера.* Результатом алгоритму блукання є координати точки на периметрі кластера. Відбувається збільшення кластера на одну точку у вказаних координатах, збільшується і периметр кластера.

Проектні рішення:

1. Частинки, що формують кластер, представлені за допомогою класу "Point".
2. Кластер представлений за допомогою лінійного однонапрявленого списку. Елементи списку в проблемній частині містять "Point".

3. Периметр у жоден спосіб не фіксується і не задається (для економії пам'яті). Для перевірки потрапляння блукаючої частинки на периметр реалізована функція FindPerimeter в класі "Cluster".

4. Ймовірність переміщення частинки в одному із восьми напрямів – 1/8. Реалізація випадкового блукання здійснена на основі генератора випадкових чисел за допомогою модуля time.h.

5. На кожному кроці частинка перевіряється на належність до периметра кластера. Якщо частинка знаходиться на периметрі, то вона стає частиною кластера – додається в кінець списку. Пошуковий механізм для визначення того, коли і де блукаюча частинка зіткнеться з агрегатом, являє собою основний часовий крок у процесі моделювання. Просторові координати частинки, що належить кластеру, зберігаються в одновимірному масиві як послідовності агрегації. Отже, перевірка цього масиву здійснюється на кожному кроці моделювання. Для оптимізації пошукового механізму здійснюється перевірка списку у зворотному порядку, в якому частинки були додані у кластер, оскільки для зовнішніх частинок більше шансів для агрегації, ніж для внутрішніх.

6. Для оптимізації часу росту кластера частинка здійснює крок більшої величини за більшої відстані цієї частинки до кластера. Під таке рішення приведені функції DToCluster і SetStep, відповідно функція розрахунку відстані (найкоротшої) від цього місцезнаходження цієї точки до кластера і задання кроку залежно від цієї відстані. Правильний алгоритм для визначення довжини внутрішніх кроків r_{int} має вирішальне значення для ефективності роботи програми. Для того, щоб виконати це завдання, ми задаємо квадратну область зі стороною L , зосереджену навколо початкового зародкового зерна, яка обмежує увесь агрегат. Ця область повинна бути доволі великою для того, щоб гарантувати, що агрегат не перевищує її межі. Тоді область ділиться на грубозернисту сітку з клітинками розміром $2r_{int} \times 2r_{int}$, як показано на рис. 1, б. Кожна клітинка сітки асоціюється з елементом $K \times K$ квадратної матриці A , де $K=L/(2r_{int})$, яка має значення 1, якщо клітинка або одна з її найближчих чи наступних за найближчими сусідами містить частку агрегата, або 0 – в іншому випадку. Клітинки зафарбовані сірим кольором ($A_{ij}=1$) ті, в яких випадкове блукання може перетнути кластер після кроку завдовжки r_{int} , оскільки вони є частиною або суміжні з кластером. Отже, великі кроки, починаючи з сірих клітинок, заборонені.

При ДОО окремі частинки після кількох випадкових блукань осідають на кластері, породжуючи випадкові фрактали, які моделюють дендритний ріст комп'ютерної мережі. Для них характерна деревоподібна структура з багаточисленними "фьордами" на багатьох розмірних масштабах. Причина утворення подібних структур при ДОО полягає у тому, що блукаюча частинка осідає, як правило, поблизу виступу фрактала, а не в глибині фьорда. Ймовірність проникнення у глибокий фьорд надзвичайно мала.

Для обчислення ймовірності прикріплення частинки до кластера відмітимо, що частинка, будучи квадратом, може мати з кластером одну, дві або три спільні вершини. На рис. 2 зображений кластер із трьох частин – клітинок з координатами (1;1), (1;2), (2;1), зафарбованими в темний колір. Блукаюча частинка може приєднатися до цього кластера, потрапивши в одну із 12 білих клітинок. Кількість однокрокових шляхів, якими частинка може потрапити в білу клітинку, записана всередині клітинки. Кутіві клітинки мають один зв'язок з кластером, серединні – два зв'язки, фьорд –

три зв'язки. Оскільки усього існує 42 однокрокових маршрути, що ведуть в білі клітинки ззовні, то ймовірність p_k того, що частинка потрапить у білу клітинку з k зв'язками:

$$p_1 = 23/42 \approx 0,5476, \quad p_2 = 12/42 \approx 0,2857, \quad p_3 = 1/42 \approx 0,0238.$$

5	3	4	
3		1	4
3			3
5	3	3	5

Рис. 2. Ймовірності прикріплення

Ми бачимо, що з'єднатися з кластером всередині фьорда у частинки мало шансів. Це означає, що під час реального моделювання всередині фьорда концентрація частинок менша, оскільки більшість з них уже приєднались до кластера. У межах виступів концентрація висока, оскільки поки що мало частинок з цієї околиці приєдналось до дендрита.

Структуру фрактального кластера, змодельованого за цією методикою, зображено на рис. 3.

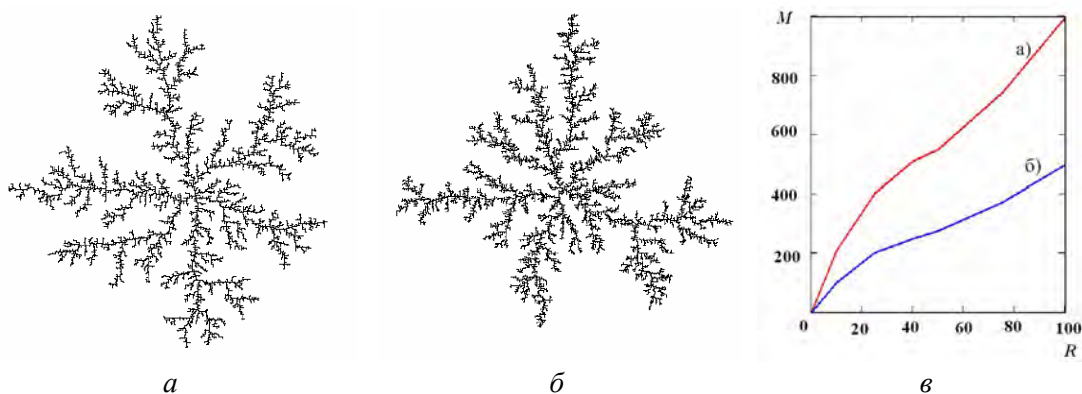


Рис. 3. Фрактальна структура кластера мережі: а – за значення $D=1$; б – за значення $D=0,5$

Ця модель простежує на якісному рівні процес кластеризації комп'ютерної мережі і дає змогу здійснити оцінки залежності кількості приєднаних у мережу споживачів M від радіуса кластера мережі (рис. 3, в). Однак у ній не вдається врахувати той факт, що комп'ютерна мережа локалізується в структуру з часток (світців, споживачів) з різними ступенями приєднання до мережі. Тому в наступному розділі запропонована модель, яка дає можливість зімітувати ріст комп'ютерної мережі у вигляді дендритів з врахуванням вказаних недоліків.

Ймовірнісне моделювання росту локальної комп'ютерної мережі

Локальні комп'ютерні мережі є об'єктами графових структур і тому для їхнього дослідження можуть бути застосовані методи теорії графів.

Згідно з проведеними дослідженнями слід відмітити, що локальні мережі у 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.

Під час моделювання росту комп'ютерних мереж ми використали 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 та різними ступенями приєднання вузлів мережі

$P(k)$. Вершинами мережі є сервери, світчі та користувачі, загальну кількість яких позначимо N ; $N(k)$ – це кількість вершин із заданими ступенями k [8].

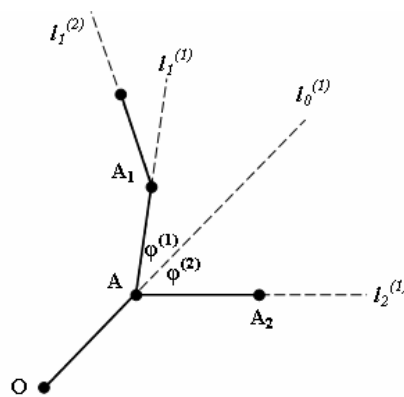


Рис. 5. Побудова сегмента комп'ютерної мережі

Ймовірність реалізації цього ступеня k визначимо діленням $N(k)$ на загальну кількість вершин: $P_0(k) = N(k)/N$. Якщо знехтувати внеском користувачів, то N позначатиме вже загальну кількість серверів і світчів і $P(k) = N(k)/N$.

Початковою точкою O мережі вважається сервер, якому приписується z зв'язків, які визначають напрями $l_0^{(z)}$ зростання мережі. До складу мережі входять два типи часток – світчі, кількість яких дорівнює n , та споживачі. Кожному із n світчів у випадковий спосіб приписується різна кількість k зв'язків, яка визначається кількістю портів світча та змінюється дискретно, набуваючи значень: 5, 8, 16, як найпоширеніших під час проектування локальних мереж.

У модель закладаються: 1) розподіл величини кута j між початковим напрямом першого кроку l_0 та напрямом наступного кроку моделювання; 2) імовірність розгалуження світча $P(k)$.

Вздовж променя l_0 робиться корок OA певної довжини, точка A з імовірністю $P(k)$ є початком наступного кроку (який відкладається від напрямку попереднього кроку OA під випадковим кутом $j^{(k)}$ відповідно до розподілу кута), і з імовірністю $1 - P(k)$ – не є початком наступного кроку, тобто є кінцем сегмента.

Під час програмування здійснюється вибірка для реальних комп'ютерних мереж ймовірностей приєднання світчів відповідно до табл. 1 як розподілів ступенів вершин мереж $P(k)$ ($k = 5, P(k) = 0.25$; $k = 8, P(k) = 0.143$; $k = 16, P(k) = 0.018$).

Таблиця 1

Характеристики комп'ютерних мереж

BW-Star & Fox Net в м. Чернівцях				"Авеню" в м. Сумах [9]		
k	$N(k)$	$P_0(k)$	$P(k)$	$N(k)$	$P_0(k)$	$P(k)$
1	2	3	4	5	6	7
1	213	0,792	0	631	0,840	0
2	3	0,011	0,053	5	0,007	0,042
3	5	0,019	0,089	18	0,024	0,15
4	10	0,037	0,178	13	0,017	0,108
5	14	0,052	0,25	15	0,020	0,125
6	3	0,011	0,053	13	0,017	0,108
7	6	0,022	0,107	9	0,012	0,075
8	8	0,029	0,143	15	0,020	0,125

1	2	3	4	5	6	7
9	2	0,007	0,036	3	0,004	0,025
10	2	0,007	0,036	6	0,008	0,05
11	2	0,007	0,036	2	0,003	0,017
12	0	0	0	3	0,004	0,025
13	0	0	0	4	0,005	0,033
14	1	0,004	0,018	6	0,008	0,05
15	0	0	0	4	0,005	0,033
16	1	0,004	0,018	1	0,001	0,008

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

Програма допускає корегування форми, розміру, орієнтування у просторі мережі, а також кількості споживачів, які утворюють простір моделювання. Користувачу програми доступні функції запуску процесу моделювання, його зупинки у довільний момент часу, програма автоматично генерує зображення та поновлює його після кожного кроку моделювання.

Розроблений програмний продукт дає змогу спостерігати за процесом росту мережі на різних стадіях, що дає можливість відслідковувати зміни в структурі не тільки в часі, але і в просторі.

За допомогою імітаційного моделювання досліджувався вплив початкових умов – напрямів 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 за деякого набору параметрів. Пізніше параметри з цього набору змінювались окремо. Результати комп'ютерного експерименту показано на рис. 5.

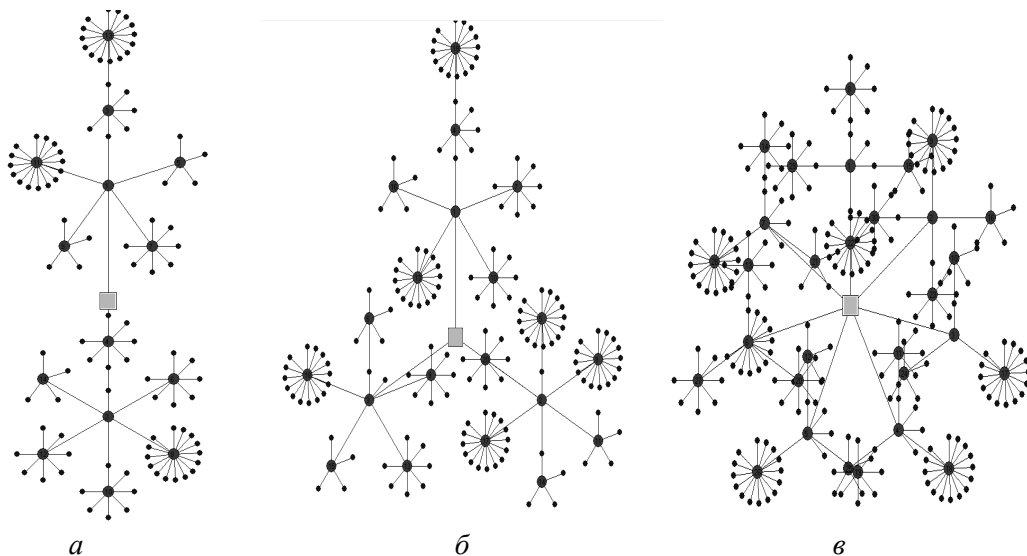


Рис. 5. Результати комп'ютерного моделювання мережі:
(□ – сервер мережі, червоні кружечки – світчі, сині – споживачі)

Розроблена імітаційна модель дає змогу отримати зображення мережі для різних початкових умов, динамічно візуалізувати процес її структуризації та відслідковувати його у довільний момент часу.

На рис. 5 показано отримані в експериментальний спосіб (за 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 – $z = 7, n = 30$).

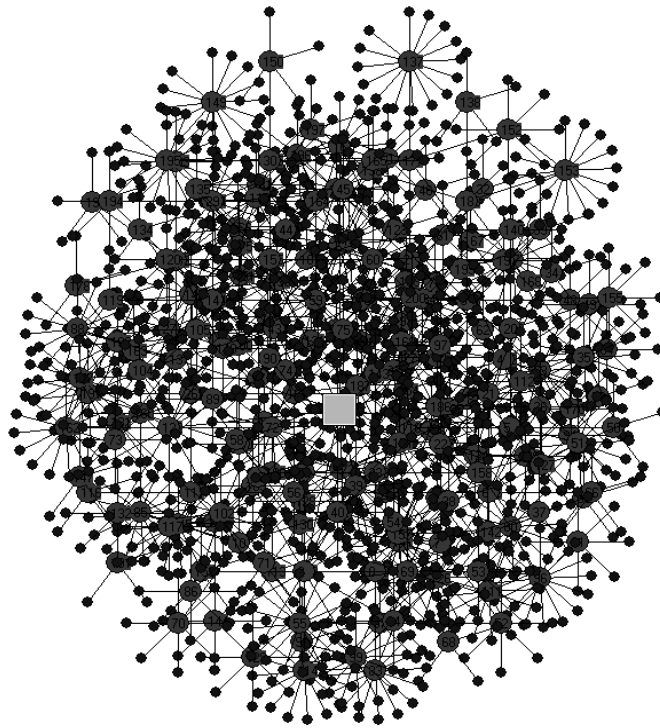


Рис. 6. Генерування кластера мережі

Із наведених зображень зрозуміло, що за $z = 2$ вітки мережі спрямовуються від сервера у двох протилежних напрямках, за $z = 3$ мережа структурується у вигляді трикутника, а за $z = 5$ і більше розростається зіркою, до світців якої у ймовірнісний спосіб приєднується різна кількість користувачів. За достатньо великих значень z та поступового збільшення кількості світців n спостерігається розростання мережі у чітку ієрархічну структуру та її кластеризація (рис. 6).

За досягнення граничного значення кількості споживачів, за якого зростає кількість колізій і падає пропускна здатність мережі, слід здійснити за допомогою числового моделювання перехід від моделі “частинка-кластер” до складнішої моделі “кластер-кластер”. Програма моделювання відтворює топологію мережі, містить інформацію про кількість вузлів, конфігурацію зв’язків, дає можливість підмінити процес у реальному масштабі часу на прискорений у темпі роботи програми, що може бути використаним для прогнозування зростання системи.

Використавши дані, наведені у табл. 1, для обох локальних комп’ютерних мереж, здійснюючи багаточисленні вибірки із комп’ютерних експериментів для характеристик мережі, порівнюючи їх із реальними показниками та узгодивши реальний масштаб часу росту мережі з темпом роботи програми, вдалося здійснити прогнозування росту кількості споживачів для кожної мережі (табл. 2) та їхні характеристики.

Таблиця 2

Прогнозування кількості споживачів

Комп’ютерна мережа	Кількість користувачів мережі		
	2008 р.	2010 р.	2012 р. (прогноз)
BW-Star & Fox Net	260	460	940
“Авеню”	748	-	2590

Висновки

У роботі здійснено 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 [8] механізмів еволюції складних мереж та росту дендритних кристалів. Розроблена модель,

яка дає змогу отримати зображення локальної мережі для різних початкових умов росту, динамічно візуалізувати процес та відслідковувати його у довільний момент часу. Розглянута оригінальна концепція моделювання процесів утворення та росту фрактальних кластерів комп'ютерної мережі за алгоритмом обмеженої дифузії агрегації та росту дендритних дерев нейронів. Отримані результати порівнюються із реальними показниками та характеристиками комп'ютерних мереж.

1. Liu F., Goldenfeld N. *Generic features of late-stage crystal growth* // *Physical Review A*. – 1990. – V. 42, N 2. – P. 895–903. 2. Сандер Л. *Континуальна ДОА: случайный фрактальный рост, порождаемый детерминистической моделью* / *Фракталы в физике: Труды VI Международного симпозиума по фракталам в физике (МЦТФ, Триест, Италия, 9–12 июля 1985)*. – М.: Мир, 1988. – С. 336 – 344. 3. Тоффоли Т., Марголус Н. *Машины клеточных автоматов*. – М.: Мир, 1991. 4. R. C. Ball and R. M. Brady, *J. Phys. A: Math. Gen.* 18, L809 (1985). 5. P. Meakin and T. Vicsek, *Phys. Rev. A* 32, 685 (1986). 6. S. G. Alves and S. C. Ferreira, *Phys. Rev. E* 73, 051401 (2006). 7. S. C. Ferreira, *Eur. Phys. J. B* 42, 263 (2004). 8. Пасічник В. В., Івануцак Н. М. *Дослідження та моделювання складних мереж* // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2010. – 2/3 (44). – С. 43–48. 9. Головач Ю., Олемской О., Фербер фон К., Головач Т., Мриглод О., Олемской І., Пальчиков В. *Складні мережі* // *Журнал фізичних досліджень*. – 2006. – Т.10, № 4. – С. 247–289.

УДК 004.738.5+004.773.2

А.М. Пелецишин, Р.Б. Кравець, Ю.О. Серов
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТИПІВ ВІРТУАЛЬНИХ СПІЛЬНОТ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ТА ПОБУДОВА МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНОЇ СПІЛЬНОТИ НА ОСНОВІ ВЕБ-ФОРУМУ

© Пелецишин А.М., Кравець Р. Б., Серов Ю. О., 2011

Проведено аналіз існуючих типів віртуальних спільнот та розглянуто їхні особливості. Побудовано формальну модель віртуальної спільноти та веб-форуму.

Ключові слова: World Wide Web, віртуальна спільнота, соціальна мережа, он-лайн-спільнота, веб-форум, чат, гостьова книга, модель віртуальної спільноти.

In this paper existing types of virtual communities and their features were analyzed. Formal model of virtual community and web forum was developed.

Key words: World Wide Web, virtual community, social network, online-community, web forum, chat, guestbook, virtual community model.

Вступ

Розвиток Інтернету та WWW за останні п'ять років і нині значною мірою здійснюється активним впровадженням багатьох принципів та технологій, які отримали спільну назву “веб 2.0”. Сам термін “веб 2.0” вперше з'явився у 2004 році та покликаний ілюструвати якісні зміни у WWW на другому десятилітті його існування. По своїй суті веб 2.0 не є запереченням існуючих веб-технологій, а є їхнім логічним розвитком. Іншим важливим аспектом веб 2.0 є зміна пріоритетів та акцентів у використанні технологій та задоволенні потреб користувачів.