Висновки

Таким чином, у даній роботі поставлена задача створення інформаційної системи автоматизованого тестування знань. В результаті проведеного дослідження були сформульовані функціональні та не функціональні вимоги до програмної системи. До основних функціональних вимог належать створення тестів, проведення тестування, оцінка рівня знань та оцінка надійності тестів. До нефункціональних вимог належать зручність використання та здатність до перенесення.

Перспективою вирішення поставленої задачі є проектування, реалізація, тестування інформаційної системи та її апробація у навчальному процесі.

Список літератури: **1**. *Steyer R.* Classical (Psychometric) Test Theory [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://metheval.uni-jena.de/materialien/ publikationen/ctt.pdf/ — 01.08.2011 г. — Загл. с экрана. **2**. *Челышкова, М. Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие [Текст] / М. Б. Челышкова. — М. : Логос, 2002. — 432 с.**3**. *Wright, B.* Measurement Essentials. 2nd edition [Text] / B. Wright, M. Stone. — Wilmington, Delaware : Wide Range, Inc., 1999. — 221 p.**4**. *Reeve B*. An Introduction to Modern Measurement Theory [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://moaweb.nl/bibliotheek/materiaal-bijeenkomsten-1/2009/pretesten-van-vragenlijsten-23-juni/ — 19.08.2011 г. — Загл. с экрана.**5**. *Ким, В. С.* Тестирование учебных достижений. Монография. [Текст] / В. С. Ким. — Уссурийск : Издательство УГПИ, 2007. — 169 с.**6**. *Майоров, А. Н.* Теория и практика создания тестов для системы образования (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования) [Текст] / А. Н. Майоров. — М. : Интеллект-центр, 2001. — 296 с.**7.** Программа NetTest для компьютерного тестирования знаний в сети [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://kpolyakov.narod.ru/prog/nettest.htm, 05.11.2011.**8**. MyTest X – система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://mytest.klyaksa.net, 05.11.2011.**9**. Компьютерная система тестирования знаний «OpenTEST» [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://opentest.com.ua/opentest-2-1-0-portable/#more-53, 05.11.2011.10. Программные требования (Software Requirements по SWEBOK) [Электронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://swebok.sorlik.ru/1_software_requirements.html, 10.11.2011.

Поступила в редколлегию 23.11.2011

УДК 621.39

В.И.ТИХОНОВ, канд.техн.наук, доц., Одесская НАС им. А.С. Попова
Е.В.ТИХОНОВА, асп., Одесская НАС им. А.С. Попова

НОРМАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Сформульовано узагальнену модель взаємодії виділених об'єктів інфо-комунікаційної мережі у вигляді фракталу мережі для довільного типу продукту обміну. Проведено нормалізацію фрактальної моделі інформаційних потоків.
Ключові слова: Модель мережі, інформаційний потік, фрактал, нормалізація

Сформулирована обобщенная модель взаимодействия выделенных объектов инфо-коммуникационной сети в виде фрактала сети для произвольного типа продуктов обмена. Проведена нормализация фрактальной модели информационных потоков.

Ключевые слова: Модель сети, информационный поток, фрактал, нормализация

The unified object interaction model defined in form of the network fractal for arbitrary product type exchange in the info-communication network. The normalization provided for the information flow fractal model.
Keywords: Network model, information flow, fractal, normalization

Введение

Одним из направлений повышения качества обслуживания в инфо-коммуникационных сетях и системах является динамическая реконфигурация сетей и оптимальное управление сетевыми ресурсами на основе компьютерного моделирования сетей. В этой области используются такие известные методы, как теория графов [1] и сетей Петри [2], теория массового обслуживания [3], фрактальный анализ [4], искусственные нейронные сети [5] и др.

Перспективным подходом к управлению сетевыми ресурсами в сетях является применение тензорной методологии анализа и синтеза сетей [6]. Тензорные методы позволяют исследовать в общей модели совместно структурные и функциональные свойства сетей [7]. В работе [8] получена тензорная модель цифровых потоков, которая описывает взаимодействие объектов сети в комплексном пространстве состояний. В отличие от других тензорных моделей сети, она позволяет описать свойства анизотропии потоков в открытых сетях. *Однако* эта модель сформулирована в достаточно общем виде и требует дальнейшей конкретизации, в частности преобразования модели к нормализованному виду, удобному для расчетов на цифровых ЭВМ.

Целью данной работы является нормализация модели взаимодействия объектов инфо-коммуникационной сети для произвольного типа информационного продукта, передаваемого по сети.

1. Фрактал инфо-комуникационной сети

Пусть в некоторой сети *Web* условно выделена сеть *V*, состоящая из множества $\bar{X}$ сетевых объектов $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\dots, N$ (подсетей, серверов, узлов опорной сети, и т.п.) и системой телекоммуникации $Ø$, которая является *внутренним полем взаимодействия* для объектов множества $\bar{X}$ между собой и с *внешним полем G,* т.е. сетевым окружением сети *V*. Будем считать, что поле $Ø$ «*открыто наружу*» (т.е. имеет открытый канал связи с *внешним полем G*) и «*открыто вовнутрь», т.е.* имеет свое собственное локальное сетевое окружение, в которое не входят объекты множества $\bar{X}$.

Объединим множество $\bar{X}$ с полем $Ø$ во множество $X=\bar{X} U Ø$. Поле $Ø$ назовем *открытым пустым элементом* множества *X*, а само множество *X* назовем *связным замкнуто-открытым множеством.* Множество *X* замкнуто в том смысле, что оно «имеет оболочку», т.е. все объекты $x_n \in \bar{X}$ множества $\bar{X} \subset X$ изолированы от прямого контакта с внешним полем *G*; в то же время, множество *X* открыто в том смысле, что в оболочке множества *X* имеется канал взаимодействия внутреннего поля $Ø \in X$ с внешним полем *G*.

Объекты $x_n \in \bar{X}$ множества $\bar{X}$ и поле $Ø$ будем считать *частицами* объединенного множества *X*, и сохраним для них обозначение x_n, полагая, что индекс n для частиц x_n изменяется в диапазоне от 0 до N: $x_n \in X$, $n=0, 1,..., N$. Объекты $x_n \in \bar{X}$, а также множество $\bar{X}$ будем считать «*открытыми вовнутрь*», в том смысле, что каждый объект $x_n \in \bar{X}$ может быть представлен в виде связного замкнуто-открытого множества X^{-1} ниже лежащего уровня иерархии. Множество X может быть представлено как открытый вовнутрь объект множества $\bar{X}^{+1}$ вышележащего уровня иерархии.

Таким образом, сеть V снаружи выглядит как открытый вовнутрь объект множества $\bar{X}^{+1}$, а изнутри сеть V выглядит как связное замкнуто-открытое множество X, в котором имеется открытый пустой элемент $\varnothing$ (соединяющий все объекты $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,..., N$ в целостную связную сеть и обеспечивающий открытость множества X по отношению к внешнему полю G). Множество X, состоящее из $N+1$ частиц $x_n \in X$, $n=0, 1,..., N$, обладающее указанными выше свойствами, будем рассматривать как типовой структурный сегмент многоуровневой иерархической инфо-комуникационной сети. Это множество назовем *фракталом инфо-комуникационной сети,* или просто *фракталом* (обозначим его F).

Сложная инфо-комуникационная сеть может быть представлена как объединение фракталов различных уровней иерархии, каждый из которых может иметь внутреннюю структуру.На рис.1 показан фрактал сети V для случая $N=2$. Открытость вовнутрь всех трех частиц множества X обозначена пунктирной окружностью вокруг каждой частицы. Открытость наружу частицы $x_0=\varnothing$ обозначена открытым каналом связи во внешнее поле G.

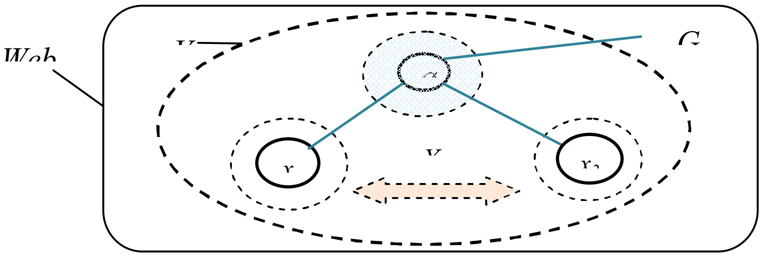

Рис. 1. Фрактал сети V из трех частиц

Связность сети V обозначена двумя *обязательными* симметрическими связями объектов x_1 и x_2 с элементом $\varnothing$. Эти связи назовем *слабыми (*или *топологическими) связями.* Объекты $x_n \in \bar{X}$ также могут иметь (симметричные и/или асимметричные) прямые связи, показанные двусторонней пунктирной стрелкой; эти связи назовем *сильными, или структурными связями*.

2. Структура таблицы потоков для фрактала сети

Будем полагать, что взаимодействие между всеми частицами $x_n \in X$, $n=0, 1,..., N$ фрактала F осуществляется путем обмена структурными единицами Δe информационного продукта e. Продукт e назовем *абстрактной энергией*, а единицы Δe − *квантами действия*, или просто *квантами.* В зависимости от постановки задачи моделирования инфо-коммуникационной сети, в качестве квантов Δe могут быть выбраны: бит, байт, кадр, пакет, сегмент данных, сообщение, файл, и др.

Как показано в [9], фрактал с отсутствующими сильными (т.е. прямыми) связями между объектами $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,..., N$ является *дискретным топологическим пространством* (т.е. пространством с *тривиальной топологией*). Для конкретизации обобщенной фрактальной модели сети необходимо количественно описать все возможные информационные связи между частицами $x_n \in X$, $n=0, 1,\ldots, N$ фрактала, т.е. определить конкретную (нетривиальную) топологию и метрику фрактала.

Предположим, что внутри сети *Web* в течение некоторого интервала наблюдения T (час, сутки, неделя и т.п.) проведен эксперимент по регистрации квантов действия между различными сущностями сети *Web*. В результате эксперимента определена обобщенная модель инфо-коммуникационной сети V в виде фрактала этой сети F, т.е. идентифицировано множество X частиц фрактала F и построена таблица $F(n, m)$ потоков обмена квантами Δe между частицами фрактала. Таблица $F(n, m)$ описывает топологию и метрику фрактала F, поэтому обозначим ее тем же символом, что и фрактал, т.е. F. Структура таблицы F для $N=2$ показана рис.2.

$F(n, m)=$

m / n	0		1	2
0	$Ø \leftarrow G$	$Ø \rightarrow G$	$x_1 \rightarrow Ø$	$x_2 \rightarrow Ø$

Рис. 2. Структура таблицы потоков для фрактала F при $N=2$

Каждая пара диагональных элементов таблицы F количественно описывает взаимодействие частиц фрактала с внешним полем G. Левый элемент пары $F(n, n)$ – это количество продукта $\overleftarrow{e}_n$ (выраженное в единицах Δe), принятое («поглощенное») частицей $x_n \in X$, $n=0, 1,\ldots, N$ из внешнего поля G за время наблюдения T. Аналогично, правый элемент пары $F(n, n)$ – это количество продукта $\vec{e}_n$ в единицах Δe, направленное (излученное) частицей $x_n \in X$, $n=0, 1,\ldots, N$ во внешнее поле G.

Каждая пара недиагональных элементов таблицы потоков F описывает взаимодействие между частицами фрактала. Все недиагональные пары элементов нулевой строки и нулевого столбца таблицы F – это взаимодействия объектов $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ с частицей $x_0=Ø$, т.е. с внутренним полем. По отношению к выделенной инфо-коммуникационной сети V, частица $x_0=Ø$ играет роль телекоммуникационной составляющей сети V, а множество объектов $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ играет роль информационной составляющей сети V. Таким образом, недиагональные пары элементов нулевой строки и нулевого столбца таблицы потоков F описывают взаимодействия информационных объектов сети V с сегментом телекоммуникационной сети, включенным в состав сети V. Такое взаимодействие, как правило, является служебной и/или технологической составляющей общих потоков сети.

Недиагональные пары элементов $F(n, n)$, $n=1,2,.., N$ таблицы F, не принадлежащие нулевой строке и/или нулевому столбцу таблицы потоков F, описывают прямые взаимодействия объектов $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ между собой. Эти взаимодействия выше были названы сильными взаимодействиями. Они определяют конкретную топологию и метрику подпространства, определенного на множестве $\bar{X}$.

3. Нормировка таблицы потоков для фрактала сети

Условимся, что за время наблюдения T в сети V было зарегистрировано L пар квантов действия Δe. Обозначим $\Delta\varepsilon=2\cdot\Delta e$ *квант взаимодействия* для одной пары квантов действия Δe. Назовем величину $E=L\cdot\Delta\varepsilon$ *полной энергией фрактала* F как модели взаимодействия объектов в сети V. Средняя мощность p сети V есть функция

$$p = E/T = 2\cdot L\cdot \Delta e/T = 2\cdot\Delta e\cdot(L/T)= 2\cdot\Delta e\cdot\nu\ , \qquad (1)$$

где $\nu = L/T$ – средняя частота появления пар квантов действия Δe в сети V за время T.

Введем нормировочную константу взаимодействия h таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$E=2\cdot L\cdot\Delta e=h\cdot\nu. \qquad (2)$$

Отсюда $$h = 2\cdot\Delta e\cdot T = \Delta\varepsilon\cdot T\,. \qquad (3)$$

Для формализации обобщенной фрактальной модели взаимодействия объектов в сети V выделим некоторую часть ε_0 полной энергии E, которую назовем *связанной энергией* фрактала. Оставшуюся часть $\varepsilon=E-\ \varepsilon_0$ назовем *свободной энергией* фрактала. Будем считать, что энергия ε_0 определяет минимальный уровень связности всех частиц фрактала (между собой, а также с внешним полем G), при котором фрактал сохраняет свою целостность и не распадается на отдельные части. Свободная энергия ε может распределяться между различными частицами, изменяя уровень связности частиц во фрактале.

Примем следующую *аксиому о связанной энергии*: связанная энергия ε_0 равномерно распределена между всеми элементами нулевой строки и нулевого столбца в таблице потоков $F(n, m)$, а величина связанной энергии равна

$$\varepsilon_0=[2\cdot(N+1)]\cdot\Delta e = (N+1)\cdot\Delta\varepsilon. \qquad (4)$$

Построим таблицу распределения квантов действия Δe для фрактала F, имеющего $N+1$ частиц $x_n\in X,\ n=0,\ 1,\ldots,\ N$, рис.3. Для простоты далее будем полагать, что все элементы в таблице потоков $F(n, m)$ записаны в единицах Δe (т.е. в квантах действия). Из аксиомы связанной энергии следует, что каждый элемент нулевой строки и нулевого столбца в таблице потоков $F(n, m)$ должен содержать хотя бы одну единицу связанной энергии ε_0 (т.е. один квант действия Δe), рис. 3.

$F\ (n,\ m)=$

<table>
<tr><td>m
n</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1</td><td>3</td><td>3</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>

$=\Phi(n,\ m)$

Рис. 3. Пример распределение энергий ε_0 и ε в таблице потоков F при $N=2$

Элементы таблицы $F(n,\ m)$ с ненулевыми индексами n и m образуют вложенную в F таблицу $\Phi(n,\ m),\ n,\ m=1,2,\ldots,N$. Общее количество диагональных клеток в таблице Φ равно $2\cdot N$; количество недиагональных клеток равно $N\cdot(N-1)$; количество всех клеток таблицы Φ равно $N\cdot(N+1)$. Выберем величину кванта действия Δe таким образом, чтобы свободная энергия ε оказалась равной

$$\varepsilon=[2\cdot N\cdot(N-1)\cdot(N+1]\cdot\Delta e = N\cdot(N-1)\cdot(N+1)\cdot\Delta\varepsilon\,. \qquad (5)$$

Если энергия ε равномерно распределена в диагональных клетках таблицы Φ, то в каждой диагональной клетке будет по $(N-1)\cdot(N+1)$ квантов Δe; в недиагональных клетках – по $2\cdot(N+1)$ квантов Δe; во всех клетках таблицы Φ – по $2\cdot(N-1)$ квантов Δe. Таким образом, выбранная нами нормировка (5) таблицы потоков $F(n, m)$ дает возможность равномерно и симметрично распределить всю свободную энергию ε на диагонали вложенной таблицы Φ, вне диагонали этой таблицы и во всех клетках таблицы Φ.

Полная энергия взаимодействия для фрактала F равна сумме вида

$$E=\varepsilon_0+\varepsilon=[2\cdot(N+1)+2\cdot N\cdot(N-1)\cdot(N+1)]\cdot\Delta e=2\cdot(1+N^3)\cdot\Delta e \qquad (6)$$

В частности, при $N=2$ имеем: $\varepsilon_0=6\cdot\Delta e=3\cdot\Delta\varepsilon$; $\varepsilon=12\cdot\Delta e=6\cdot\Delta\varepsilon$; $E=18\cdot\Delta e=9\cdot\Delta\varepsilon$. Из (6) получим константу h:

$$h=\frac{E}{\nu}=\frac{\Delta e}{\nu}\cdot 2\cdot(1+N^3)=\frac{\Delta e}{\nu}\cdot(1+N^3)\,. \qquad (7)$$

Примем аксиому свободной энергии фрактала: *Свободная энергия ε фрактала F распределяется таким образом, что в одну клетку таблицы потоков F может быть распределено не более половины всей свободной энергии ε.*

Из аксиомы свободной энергии следуют свойства:

Свойство 1. Если свободная энергия фрактала ε локализована в одной паре клеток таблицы $F(n, m)$, расположенных симметрично относительно главной диагонали таблицы F, то свободная энергия ε распределяется поровну в каждую из этих клеток (т.е. по $\varepsilon/2$).

Свойство 2. Максимально возможная энергия в одной клетке таблицы $F(n,m)$ равна $1+\varepsilon/2$ (если клетка находится в нулевой строке или нулевом столбце таблицы F) и равна $\varepsilon/2$ (если клетка находится в ненулевой строке и ненулевом столбце таблицы F); отсюда возможное число квантов действия Δe в одной клетке таблицы $F(n,m)$ равно $(\Delta e+\varepsilon/2)/\Delta e=1+\varepsilon/(2\cdot\Delta e)=1+\varepsilon/\Delta\varepsilon$ (если клетка находится в нулевой строке или нулевом столбце таблицы F) и $(\varepsilon/2)/\Delta e=\varepsilon/(2\cdot\Delta e)=\varepsilon/\Delta\varepsilon$ (для ненулевой строки и ненулевого столбца).

Примем аксиому четности распределения энергии фрактала:

Общее количество квантов действия для каждой пары симметричных элементов должно всегда оставаться четным числом.

Рассмотрим некоторые топологические свойства фрактала F. Как отмечено выше, связанная энергия ε_0 обеспечивает фракталу топологическую структуру с минимальной степенью связности частиц; эта связность осуществляется через посредство внутреннего поля $\varnothing$. Распределение свободной энергии ε определяет многообразие топологических типов и свойств фрактала. Рассмотрим некоторые частные случаи распределений свободной энергии ε в таблице потоков $F(n,m)$ фрактала F.

1) Свободная энергия ε равномерно и симметрично распределена между всеми диагональными элементами вложенной таблицы Φ, рис. 4. Данное распределение означает, что частицы x_1 и x_2 фрактала F сильно взаимодействуют с внешним полем G, однако между собой не имеют взаимодействия. Этот структурный тип фрактала в известной мере соответствует понятию «*дискретное топологическое пространство*» в классической топологии на множествах (обозначим его коротко *DTS* – Discrete Topological Space) [10].

$F(n, m)=$

<table>
<tr><td>m
n</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1</td><td>3</td><td>3</td><td colspan="2">0</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">0</td><td>3</td><td>3</td></tr>
</table>

$=\Phi(n, m)$

Рис. 4. Симметричная глобальная дискретная топология фрактала

2) Свободная энергия ε равномерно и симметрично распределена между недиагональными элементами нулевой строки и нулевого столбца таблицы F (кроме двух элементов с индексами $n=0$ и $m=0$, в которых имеются по одному кванту Δe связной энергии ε_0.), рис. 5.

$F(n, m)=$

<table>
<tr><td>m
n</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="2">4</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">4</td><td>0</td><td>0</td><td colspan="2">0</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">4</td><td colspan="2">0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>

$=\Phi(n, m)$

Рис. 5. Симметричная локальная дискретная топология фрактала

Распределение свободной энергии на рис.5 также близко по смыслу к известному понятию DTS, поскольку частицы x_1 и x_2 фрактала F не имеют взаимодействия между собой, но сильно взаимодействуют с внутренним полем $\varnothing$. Таким образом, фрактал F может иметь две симметричные топологии, близкие по смыслу к DTS, отличающиеся между собой тем, что в первом случае частицы x_1 и x_2 фрактала F сильно связаны с внешним полем G (рис.4), а во втором – с внутренним полем $\varnothing$ (рис.5). Обозначим эти две топологии соответственно как *симметричная глобальная дискретная (SGD*) и *симметричная локальная дискретная (SLD*) топологии фрактала.

Дискретные топологии SGD и SLD являются вырожденными (тривиальными) структурами фрактала. Еще одна (противоположная по смыслу) тривиальная структура фрактала представлена на рис. 6.

$F(n, m)=$

<table>
<tr><td>m
n</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1</td><td>0</td><td>0</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">6</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>

$=\Phi(n, m)$

Рис. 6. Симметричная анти-дискретная топология

Как известно из классической топологии [11], на множестве элементов $\varnothing$, x_1 , x_2 можно определить только две топологии, которые обе являются тривиальными (одна дискретная, а вторая – анти-дискретная, или примитивная). На аналогичном множестве частиц фрактала можно определить значительно большее число тривиальных топологий, например: симметричная анти-дискретная топология (рис.6), симметричные дискретные топологии (рис.7). Некоторым из симметричных дискретных топологий на рис.7 можно поставить в соответствие различные асимметричные дискретные топологии. Фрактал из трех частиц $\varnothing$, x_1 , x_2 допускает несколько нетривиальных топологий (например, на рис.3). Если N>2, то фрактал допускает различные асимметричные анти-дискретные топологии.

1	1	1		1	
1		3	3	0	
1		0		3	3

1	1	1		1	
1		6	6	0	
1		0		0	0

1	1	1		1	
1		0	0	0	
1		0		6	6

1	1	4		4	
4		0	0	0	
4		0		0	0

1	1	7		1	
7		0	0	0	
1		0		0	0

1	1	1		7	
1		0	0	0	
7		0		0	0

Рис. 7. Симметричные дискретные топологии фрактала при $N=2$

Из приведенных рассуждений видно, что метрика и топология фрактала F определяются характером распределения квантов взаимодействия $\Delta\varepsilon=2\cdot\Delta e$ свободной энергии ε между отдельными клетками таблицы потоков F. Минимальное изменение фрактала определяется перестановкой любой пары квантов действия $2\cdot\Delta e$ в таблице потоков F. Это значит, что у одной пары симметричных элементов таблицы F изымается пара квантов действия $2\cdot\Delta e$ свободной энергии ε, а некоторой другой паре симметричных элементов таблицы F добавляется пара квантов $2\cdot\Delta e$ симметричным или асимметричным способом. Такое изменение может выполняться и для самой пары элементов (пара квантов действия $2\cdot\Delta e$ перераспределяется внутри пары элементов). При этом общее количество свободной энергии ε и полной энергии E во фрактале F остается неизменным.

Согласно аксиоме четности, общее количество квантов действия для каждой пары симметричных элементов должно всегда оставаться четным числом. Назовем такое изменение фрактала *квантом работы* Δw. Квант работы будем считать количественно равным кванту энергии взаимодействия, т.е. $\Delta w=\Delta\varepsilon=2\cdot\Delta e$. Последовательное преобразование топологии и метрики фрактала F квантами работы Δw назовем *непрерывным преобразованием фрактала.* В отличие от стандартного анализа, понятие непрерывности преобразований объекта типа «фрактал» не требует сохранения топологической структуры объекта. Так, например, цепочка непрерывных преобразований может перевести любой фрактал в состояние, при котором частицы $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ «почти исчезают», т.е. свободная энергия взаимодействия ε полностью переходит в энергию взаимодействия внутреннего поля $\varnothing$ с внешним полем G. При этом частицы $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ остаются различимыми на минимальном уровне энергии взаимодействия этих частиц с внутренним полем $\varnothing$ (каждая частица $x_n \in \bar{X}$, $n=1, 2,\ldots, N$ имеет энергию взаимодействия $\Delta\varepsilon=2\cdot\Delta e$).

Вывод

В работе получена обобщенная фрактальная модель взаимодействия объектов инфо-коммуникационной сети для произвольного типа квантованного информационного продукта обмена. Для фрактала сети построена нормализованная таблица информационных потоков. Определены некоторые типовые топологии для фрактала сети. Нормализованная фрактальная модель может быть использована для построения комплексного тензора взаимодействия объектов инфо-коммуникационной сети, описанного в [9].

Список литературы: **1.**_Свами М._ Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман. – М.: Мир, 1984.– 455с. **2**. _Зайцев Д.А._ Синтез моделей Петри телекоммуникационных протоколов / Д.А.Зайцев // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова. – 2005. – №2. – С.36-42. **3**._Клейнрок Л._ Вычислительные системы с очередями / Клейнрок Л. – М.: Мир, 1979. –600 с. **4.**Фрактальный анализ и процессы в компьютерных сетях : учеб. пособие / Ю.Ю. Громов, Н.А. Земской, О.Г. Иванова, А.В. Лагутин, В.М. Тютюнник. – 2-е изд. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 108 с.5.A Brief Introduction to Neural Networks. David Kriesel. – Режим доступа:http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks **6**._Петров А.Е._ Тензорный метод Крона, LT метод Бартини-Кузнецова и двойственные сети / А.Е.Петров // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». – 2010. – том 6, №4 (9), ст. 2. – С. 13-32. **7**.Лемешко О.В. Теоретичні основи управління мережними ресурсами з використанням тензорних математичних моделей телекомунікаційних систем: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. техн.наук / Лемешко Олександр Віталійович. – Харків, 2005. – 37 с. **8**._Тихонов В.И._ Построение тензорной модели асимметричных цифровых потоков в комплексном пространстве [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. – 2011. – № 2 (4). – С. 42 – 53. – Режим доступа к журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/2/1/112_tikhonov_tensor.pdf **9**._Тихонов В.И._ Фрактальная топологическая модель открытой телекоммуникационной сети / В.И.Тихонов // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова. – 2010. – №1. – С.49-58. **10**._Kuratowski K._ Set theory / K. Kuratowski, A. Mostowski. – Amsterdam: North-Holland Publishing Company,1976. – 416 p. **11**._Дж.Келли._ Общая топология / _Дж.Келли._ – М.:Наука, 1968. – 384 с.

Поступила в редколлегию 23.11.2011

УДК 004.91:004.8

**Е.В. БОДЯНСКИЙ**, докт.техн.наук, проф., ХНУРЭ, Харьков
**Н.В. РЯБОВА**, канд.техн.наук, зав. каф., ХНУРЭ, Харьков
**О.В. ЗОЛОТУХИН**, асп., ХНУРЭ, Харьков

ОБРАБОТКА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНОГО НЕЧЕТКОГО ОБУЧАЕМОГО ВЕКТОРНОГО КВАНТОВАНИЯ

Рассматривается проблема интеллектуальной обработки текстов. Представлена архитектура нейро-фаззи системы для классификации текстовых документов и on-line алгоритм обучения сети адаптивного нечеткого векторного квантования.
Ключевые слова: текстовый документ, нечеткая классификация, AFLVQ

Розглядається проблема інтелектуальної обробки текстів. Представлена архітектура нейронечіткої системи для класифікації текстових документів та on-line алгоритм навчання мережі адаптивного нечіткого векторного квантування.
Ключові слова: текстовий документ, нечітка класифікація, AFLVQ

This article discusses a problem of an intelligent text processing. Architecture of the neuro-fuzzy system is presented for classification of text documents and on-line learning algorithm for fuzzy network adaptive vector quantization.
Keywords: text document, fuzzy classification, AFLVQ

1.Введение

Обработка текстовых документов, по сути, включает в себя комплекс взаимосвязанных задач, направленных на представление текстов в виде, пригодном для их использования компьютерными программами. Одной из