

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

12(160)
2009

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с ноября 1995 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ
Издательство "Новые технологии"

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

- Загорюлько Ю. А., Боровикова О. И. Информационная модель портала научных знаний . . . 2
Савченко В. В., Пономарев Д. А. Оптимизация фонетической базы данных по группе дикторов на основе информационной теории восприятия речи 7

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

- Вашкевич Н. П., Бикгашев Р. А. Формализация алгоритма синхронизации процессов при диспетчеризации задач в многопроцессорных системах с использованием механизма "рандеву" 12
Сериков Д. А. К математическому моделированию процесса диспетчеризации задач в распределенной вычислительной среде 17
Коваленко О. Н. Влияние метода обработки очередей на качество обслуживания трафика мультисервисной сети 25
Волосатова Т. М., Беломойшев Д. Е. Технологии и библиотеки методов построения пикосетей мобильных устройств 28

БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ

- Андреев О. О. Интеграция моделей логического разграничения доступа, описанных на специализированном языке 29
Ушмаев О. С. Проблемы применения биометрической идентификации в комплексной защите информации 34

WEB-ТЕХНОЛОГИИ

- Владыкин А. А., Шальто А. А. Непроцедурный текстовый язык описания автоматных обработчиков XML-документов и его применение 38
Асратян Р. Э. Служба синхронизации процессов в сети 45

МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Оцоков Ш. А. Применение модулярной арифметики с фиксированной точкой для ослабления влияния ошибок округления компьютерных вычислений 50
Голубинский А. Н. Методика проверки на адекватность математической модели речевого сигнала экспериментальным данным 54

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

- Анищенко В. С., Булдакова Т. И., Довгалецкий П. Я., Лифшиц В. Б., Гриднев В. И., Суятин С. И. Концептуальная модель виртуального центра охраны здоровья населения . 59

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ И СИСТЕМЫ

- Махортов С. Д. Интегрированная среда логического программирования LPEexpert . . . 65
Кирьянов А. А., Сироткин В. Ю., Сироткин Ю. В., Смирнова А. А. Программный комплекс для автоматизированной системы мониторинга экологического состояния на предприятии 67

ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ

- Вяткин В. Б. Синергетический подход к определению количества информации 68
Указатель статей, опубликованных в журнале "Информационные технологии" в 2009 году . . 73
Указатель приложений к журналу "Информационные технологии", опубликованных в 2009 году 77
Contents 78
Приложение. Валиахметова Ю. И., Мухачева Э. А., Филиппова А. С., Гильманова Н. А., Карягов У. А. Мультимедийная технология ортогональной упаковки и ее применение в задачах транспортной логистики.

Главный редактор
НОРЕНКОВ И. П.

Зам. гл. редактора
ФИЛИМОНОВ Н. Б.

Редакционная
коллегия:

АВДОШИН С. М.
АНТОНОВ Б. И.
БАТИЩЕВ Д. И.
БАРСКИЙ А. Б.
БОЖКО А. Н.
ВАСЕНИН В. А.
ГАЛУШКИН А. И.
ГЛОРИОЗОВ Е. Л.
ГОРБАТОВ В. А.
ДОМРАЧЕВ В. Г.
ЗАГИДУЛЛИН Р. Ш.
ЗАРУБИН В. С.
ИВАННИКОВ А. Д.
ИСАЕНКО Р. О.
КОЛИН К. К.
КУЛАГИН В. П.
КУРЕЙЧИК В. М.
ЛЬВОВИЧ Я. Е.
МАЛЬЦЕВ П. П.
МЕДВЕДЕВ Н. В.
МИХАЙЛОВ Б. М.
НАРИНЬЯНИ А. С.
НЕЧАЕВ В. В.
ПАВЛОВ В. В.
ПУЗАНКОВ Д. В.
РЯБОВ Г. Г.
СОКОЛОВ Б. В.
СТЕМПКОВСКИЙ А. Л.
УСКОВ В. Л.
ЧЕРМОШЕНЦЕВ С. Ф.
ШИЛОВ В. В.

Редакция:

БЕЗМЕНОВА М. Ю.
ГРИГОРИН-РЯБОВА Е. В.
ЛЫСЕНКО А. В.
ЧУГУНОВА А. В.

Информация о журнале доступна по сети Internet по адресу <http://www.informika.ru/text/magaz/it/> или <http://novtex.ru/IT>.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования.

Журнал входит в Перечень научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

К модулям, связанным с работой интерфейса в данном программном комплексе, относятся:

- система определения прав доступа, которая обеспечивает возможность управления и получения статистических данных в общих сетях предприятия;
- модуль модельного анализа виртуальной экологической карты;
- модуль статистической обработки исходных данных;
- модуль принятия решений;
- модуль интерфейса редактора математической модели.

В модуле модельного анализа виртуальной экологической карты осуществляется прогнозирование возникновения аварий и выявление точек повышенной опасности. Данный программный компонент значительно ускоряет и облегчает процесс обнаружения очагов загрязнения. В модуле статистической обработки исходных данных происходит анализ тенденций изменения концентраций вредных веществ на территории предприятия. При этом происходит последовательный перебор всех объемов сетки, к каждому из которых применяются критерии локализации частицы. Анализ данных, полученных в модуле статистической обработки, происходит в модуле принятия решения. Полученные значения концентрации вредных веществ сравниваются с допустимыми концентрациями, а также с концентрациями, полученными на предыдущих этапах.

К модулям и алгоритмам статистики, анализа и прогнозирования относятся:

- модуль формирования банка данных с виртуальными тест-объектами, где происходит эмуляция реальной ситуации за счет генерации машинограмм, которые необходимы для отладки и проверки работоспособности программного комплекса;
- алгоритм прогнозирования возможной аварии;

- алгоритм анализа аварии для локализации источников загрязнения.

Модуль взаимодействия с контрольно-экологической системой (модуль транспортного характера) является связующим звеном между сохраненными и преобразованными исходными данными и всеми рабочими модулями, обеспечивающим обработку и анализ этих данных.

При ухудшении экологической обстановки система подает звуковой сигнал, и на экране монитора компьютера появляется информация, указывающая на зоны, в которых отмечаются тенденции к повышению концентраций вредных веществ.

Вывод

Разработанный программный комплекс позволяет собрать всю информацию с различных датчиков в единую базу данных и в короткие сроки создавать виртуальную карту, достаточно полно отражающую картину экологического состояния предприятия.

Программный продукт был разработан на предприятии ООО "Связь-Строй".

По вопросам использования обращаться по телефону: (495) 507-93-11.

Список литературы

1. Ephraim Goldenberg, Shaul Serero, David Cohen, Yechiel Spector, Esther Jacobson. Method and system for detecting gases or vapors in a monitored area. Патент США № 6061141, 2000.
2. Алашриев А. Б., Безрук Д. Б., Князева В. В., Марасанов А. М., Пирумов У. Г., Рыбачук О. С., Юров Н. Н., Шейпак С. А. Программный комплекс "Гарант-Универсал" // Экология производства. № 1. 2007. С. 50–55.
3. Банни В. Н., Герасимов И. А., Губяк В. Е. Система экологического контроля окружающей среды. Патент РФ, № 2078357, 2005.

ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ

УДК 519.7

В. Б. Вяткин, канд. техн. наук, г. Екатеринбург, e-mail: vbv@yandex.ru

Синергетический подход к определению количества информации

Излагается новый подход к определению количества информации, в котором за информацию принимаются сведения о конечном множестве как едином целом, а мерой информации является средняя длина интегративного кода элементов.

Ключевые слова: негэнтропия, количество информации, отражение, конечное множество, элемент, признак, интегративный код.

Введение

Исследуя ту или иную дискретную систему, мы, как правило, по отличительным признакам выделяем в ее составе совокупность частей, представляющих собой конечные множества элементов. В том случае, когда какие-либо части системы, выделенные в плоскостях различных признаков, имеют непосредственную взаимосвязь

друг с другом, наблюдается пересечение соответствующих множеств элементов. При этом очевидно, что любые два пересекающихся множества отражают (воспроизводят) друг о друге, как о целостном образовании, определенную информацию, количественная оценка которой представляет практический интерес. С гносеологической точки зрения процесс получения этой информации

Рисунок 1:

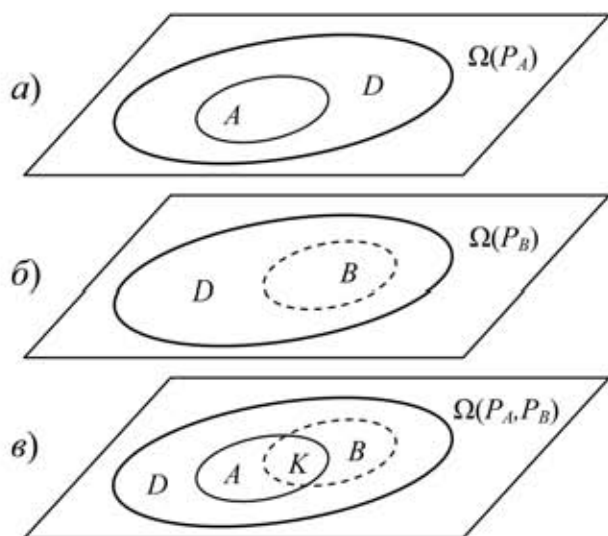


Рис. 1. Система D и множества A, B, K в плоскостях признаков P_A и P_B

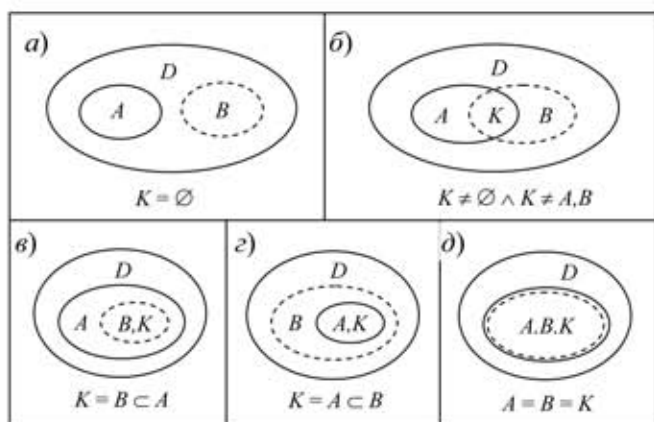


Рис. 2. Модели взаимосвязи множеств A и B в составе системы D : а — модель отсутствия взаимосвязи; б, в, г — модель частичной (статистической) взаимосвязи; д — модель полной (взаимно однозначной) взаимосвязи

познающим субъектом (аналитической системой) состоит из трех этапов, и на примере произвольной системы D и отличительных признаков P_A и P_B выглядит следующим образом.

На первом этапе система D рассматривается в плоскости $\Omega(P_A)$ признака P_A (рис. 1, а) и те элементы $d \in D$, у которых наблюдается признак P_A , выделяются в виде множества A . На втором этапе идет рассмотрение системы в плоскости $\Omega(P_B)$ признака P_B (рис. 1, б) и аналогично выделяется множество B .

После завершения операций первых двух этапов познающий субъект находится в состоянии неопределенности относительно существования непосредственной взаимосвязи между множествами A и B . Эта неопределенность снимается на третьем этапе после рассмотрения выделенных множеств A и B в совмещенной плос-

кости $\Omega(P_A, P_B)$ признаков P_A и P_B (рис. 1, в). Если при этом выявляется третье (связующее) множество K такое, что $K = A \cap B$, $K \neq \emptyset$, то познающий субъект снимает (ликвидирует) свою неопределенность относительно непосредственной взаимосвязи множеств A и B и получает информацию (I_{AB}), которую эти множества отражают друг о друге. В противном случае, когда $K = \emptyset$, отмеченная неопределенность также снимается, но при этом делается вывод, что между множествами A и B существует только косвенная взаимосвязь, заключающаяся в том, что как A , так и B принадлежат одной и той же системе D .

В настоящее время синонимом неопределенности чего-либо, а также отсутствия или недостатка знаний (информации) о чем-либо принято считать энтропию [1, 2, 3]. Поэтому информацию I_{AB} , для ее отличия от других видов информации, будем называть негэнтропией отражения (принимая при этом во внимание также негэнтропийный принцип Бриллюэна, согласно которому "информация представляет собой отрицательный вклад в энтропию" [4, с. 34]). То есть негэнтропия отражения представляет собой информацию I_{AB} , которую отражают друг о друге два пересекающихся конечных множества A и B . Желая определить, чему равна негэнтропия отражения I_{AB} , поставим задачу по ее количественному определению следующим образом.

Пусть в составе некоторой системы $D = \{d\}$ (рис. 2) по отличительным признакам P_A и P_B выделены три конечных множества $A = \{a|P_A(a)\} = \{d|P_A(d)\}$, $B = \{b|P_B(b)\} = \{d|P_B(d)\}$ и $K = A \cap B$, $K \neq \emptyset$. Число элементов в составе каждого из множеств равно M_A , M_B , M_K соответственно. Требуется определить, чему равна негэнтропия отражения I_{AB} , т. е. количество информации, которую отражают друг о друге конечные множества A и B .

Актуальность количественной оценки негэнтропии отражения во многих предметных областях не вызывает сомнений (например, при решении задач, связанных с оценкой информативности признаков). Вместе с тем установлено [5], что известные подходы к определению количества информации [6] не позволяют решить поставленную задачу. Более того, широко известная информационно-энтропийная мера Шеннона [7] при наиболее полной взаимосвязи конечных множеств A и B (рис. 2, д), когда они должны отражать друг о друге максимальное количество информации, приводит к нонсенсу, показывая, что $I_{AB} = 0$. Это объясняется тем, что математические основы теории информации, начиная с работ Хартли [8], традиционно разрабатывались под эгидой того, что информация неразрывно связана с управлением и представляет собой снимаемую неопределенность выбора одной из множества возможностей. Другой же вид информации, объективно существующий в природе независимо от управления и не связанный с выбором [9], при этом остался в тени. К этому виду информации, по всей видимости, относится и негэнтропия отражения, для количественной оценки которой автором статьи разработан новый — синергетический — подход к определению количества информации. Ниже дается изложение этого подхода.

Самоотражение конечных множеств

Анализируя модели взаимосвязи конечных множеств A и B (рис. 2), можно утверждать, что при постоянстве M_A и M_B негэнтропия отражения I_{AB} увеличивается по

мере роста M_x и является максимальной, когда $A = B = K$. В этом случае отражение множеств A и B друг через друга не отличается от их самоотражения, т. е. отражения через самих себя. Соответственно, негэнтропия I_{AB} при $A = B = K$ равна самоотражаемой информации, которую каждое из множеств отражает о самом себе как едином целом. Это говорит о том, что негэнтропия отражения и информация, самоотражаемая конечными множествами, имеют одну и ту же природу. Поэтому, прежде чем непосредственно решать поставленную задачу по оценке негэнтропии отражения, рассмотрим информационные аспекты самоотражения конечных множеств.

Будем исходить из общеупотребительного и наиболее простого определения информации как сведений о чем-либо и примем в наших исследованиях за информацию сведения о конечном множестве как едином целом. При этом, используя словосочетание "единое целое", мы имеем в виду, что, во-первых, конечное множество в контексте его отражения является неделимым, а во-вторых, элементы множества в своей совокупности представляют не механическое собрание предметов, существующих независимо друг от друга, а целостное образование, в составе которого элементы обладают интегративными характеристиками, не присущими им в их разобранном виде. Короче говоря, показателем конечного множества как единого целого являются интегративные характеристики его элементов. Соответственно, наличие у этих характеристик какого-либо числового параметра, зависящего от общего числа элементов, может служить основой для определения количества информации, самоотражаемой конечным множеством. Определим это количество информации, для чего примем следующий аксиоматический базис.

1. Информация представляет собой сведения о конечном множестве элементов как едином целом.

2. Количество информации I_A , самоотражаемой конечным множеством A , является монотонно возрастающей функцией от общего числа его элементов M_A и, соответственно, для любых двух конечных множеств A и B с числом элементов M_A и $M_B = M_A + 1$ имеет место неравенство

$$I_B > I_A \quad (1)$$

3. Показателем конечного множества A как единого целого является интегративный код его элементов, представляющий собой индивидуальную для каждого элемента последовательность символов какого-либо алфавита, число которых L_A (длина кода) является функцией от общего числа элементов M_A в составе множества.

Рассмотрим процесс увеличения числа элементов M_A , представив его в виде роста ориентированного дерева, совокупность висячих вершин которого взаимно однозначно соответствует множеству элементов $a \in A$, а максимальное число дуг, выходящих из одной вершины, равно числу символов n алфавита, выбранного для составления интегративных кодов. При этом каждой из смежных дуг в алфавитном порядке ставится в соответствие свой символ и, как следствие, в качестве индивидуального интегративного кода какого-либо элемента выступает последовательность символов, находящихся на пути движения из начальной вершины дерева в соответствующую данному элементу висячую вершину.

Модель такого дерева, которое будем называть деревом кодов, при $n = 2$ и использовании в качестве алфа-

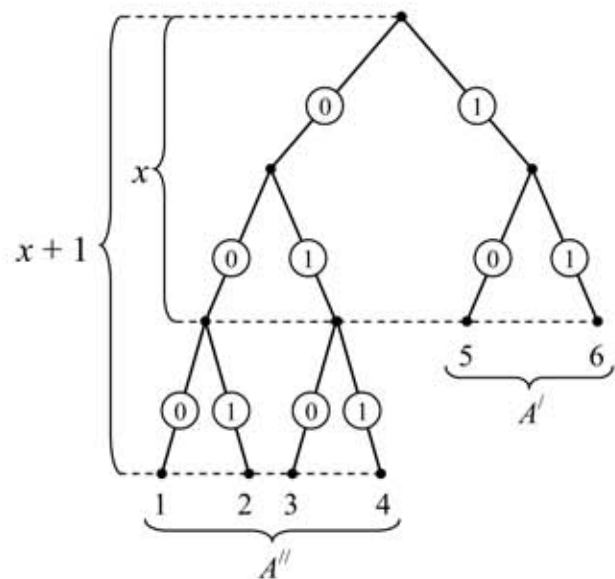


Рис. 3. Модель дерева кодов при $n = 2$ и $M_A = 6$

вита упорядоченной пары символов $\langle 0, 1 \rangle$ приведена на рис. 3. Из рисунка видно, что в общем случае множество A по длине интегративных кодов его элементов разбивается на два подмножества A' и A'' , таких что $L_{A'} = x$ и $L_{A''} = x + 1$, где $x = [\log_2 M_A]$ — целочисленная часть $\log_2 M_A$. То есть L_A не является однозначной функцией от M_A . Поэтому будем рассматривать среднюю длину (\bar{L}_A) интегративных кодов

$$\bar{L}_A = \frac{xM_{A'} + (x+1)M_{A''}}{M_A} \quad (2)$$

и начнем с алфавита с минимальным числом символов ($n = 2$).

Из рис. 3 видно, что при $n = 2$ возрастание M_A на единицу обуславливает уменьшение на единицу числа элементов с длиной кода x и увеличение числа элементов с длиной кода $x + 1$ на два элемента, т. е.

$$M_A + 1|_{n=2} \Rightarrow (M_{A'} - 1) \wedge (M_{A''} + 2). \quad (3)$$

Учитывая (3), для определения $M_{A'}$ и $M_{A''}$, составим систему уравнений

$$\begin{cases} M_{A'} + M_{A''} = M_A; \\ 2M_{A'} + M_{A''} = 2^{x+1}, \end{cases}$$

решая которую, получаем:

$$\begin{cases} M_{A'} = 2^{x+1} - M_{A''}; \\ M_{A''} = 2(M_{A'} - 2^x). \end{cases} \quad (4)$$

Подставляя значения (4) в выражение (2) и проводя несложные преобразования, приходим к следующей формуле средней длины интегративных кодов при $n = 2$:

$$\bar{L}_A|_{n=2} = x + 2 - \frac{2^{x+1}}{M_A}. \quad (5)$$

Полученное выражение (5) удовлетворяет принятым аксиомам и, соответственно, может служить мерой количества информации I_A , самоотражаемой конечным множеством A .

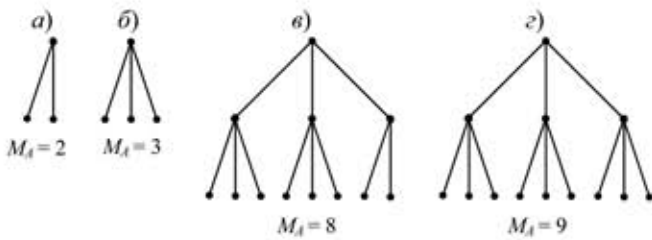


Рис. 4. Модели дерева кодов при $n = 3$

Рассмотрим теперь деревья кодов при $n > 2$. На рис. 4 представлены такие деревья, когда $n = 3$ и $M_A = 2, 3, 8, 9$.

Из рисунка видно, что при наполнении выходящими дугами начальной вершины дерева (рис. 4, а, б) и последней из висячих вершин (рис. 4, в, г) средняя длина кодов \bar{L}_A не изменяется, т. е.

$$n = 3 \Rightarrow \begin{cases} \bar{L}_A |_{M_A=2} = \bar{L}_A |_{M_A=3} = 1; \\ \bar{L}_A |_{M_A=8} = \bar{L}_A |_{M_A=9} = 2; \\ \dots\dots\dots \\ \bar{L}_A |_{M_A=3^y-1} = \bar{L}_A |_{M_A=3^y} = y, \end{cases}$$

где $y = 1, 2, \dots$

Увеличивая n , приходим к общему выражению случаев постоянства значений \bar{L}_A при наполнении выходящими дугами последних из висячих вершин:

$$n > 2 \Rightarrow \bar{L}_A |_{M_A=n^y-n+2} = \bar{L}_A |_{M_A=n^y-n+3} = \dots = \bar{L}_A |_{M_A=n^y} = y. \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что \bar{L}_A при $n > 2$ и $M_A > n^y$ не менее чем в $(n-2)u$ случаев противоречит аксиоме (1) монотонного возрастания информации I_A . Это позволяет сделать принципиально важный вывод: средняя длина интегрального кода элементов может выступать в качестве меры количества информации, самоотражаемой конечным множеством, только тогда, когда интегральные коды составлены с помощью двоичного алфавита.

Таким образом, мы пришли к тому, что

$$I_A = \bar{L}_A |_{n=2} \quad (7)$$

и, соответственно, все излагаемое ниже будет относиться к $n = 2$.

Проводя анализ формулы (5), нетрудно видеть, что если $M_A = 2^x$, то $\bar{L}_A = \log_2 M_A$. В тех же случаях, когда $2^x < M_A < 2^{x+1}$, наблюдается некоторое превышение \bar{L}_A над $\log_2 M_A$. Определим максимальную величину этого превышения (Ψ) как точную верхнюю грань отклонения \bar{L}_A от $\log_2 M_A$:

$$\Psi = \sup_{M_A \in [1, \infty)} (\bar{L}_A - \log_2 M_A).$$

Применяя необходимое условие экстремума функции и полагая, что $M_A \in (2^x, 2^{x+1})$, $x = \text{const}$, в соответствии с выражением (5) приходим к уравнению

$$\left(x + 2 - \frac{2^{x+1}}{M_A} - \log_2 M_A \right)'_{M_A} = 0,$$

которое после дифференцирования по M_A приобретает вид

$$\frac{2^{x+1}}{M_A^2} - \frac{1}{M_A \ln 2} = 0$$

и после несложных преобразований имеет своим решением

$$M_A = 2^{x+1} \ln 2. \quad (8)$$

Подставляя значение M_A из (8) в разность $(\bar{L}_A - \log_2 M_A)$ и представляя при этом \bar{L}_A в развернутом виде, имеем:

$$\begin{aligned} \bar{L}_A - \log_2 M_A &= x + 2 - \frac{2^{x+1}}{2^{x+1} \ln 2} - \log_2 2^{x+1} - \\ &- \log_2(\ln 2) = x + 2 - \frac{1}{\ln 2} - x - 1 - \log_2(\ln 2) = \\ &= 1 - \frac{1}{\ln 2} - \log_2(\ln 2). \end{aligned}$$

Так как в соответствии со свойствами логарифмов $\log_2(\ln 2) = \frac{\ln(\ln 2)}{\ln 2}$, то из последнего выражения окончательно получаем, что отклонение значений \bar{L}_A от $\log_2 M_A$ ограничено постоянной величиной

$$\Psi = 1 - \frac{1 + \ln(\ln 2)}{\ln 2} = 0,0860713\dots, \quad (9)$$

что наглядно иллюстрирует рис. 5.

Значение полученной постоянной (9) позволяет сделать приближение:

$$2^x < M_A < 2^{x+1} \Rightarrow \bar{L}_A \approx \log_2 M_A. \quad (10)$$

Функция $f = \log_2 M_A$ является монотонно возрастающей и ее значения удовлетворяют информационной аксиоме (1). Поэтому, основываясь на выражении (7) и принимая во внимание более простой вид \bar{L}_A в выражении (10) по сравнению с выражением (5), окончательно примем меру информации I_A в следующем виде:

$$I_A = \log_2 M_A. \quad (11)$$

Полученная формула количества информации, самоотражаемой конечным множеством (11), математически подобна информационной мере Хартли [8], взятой при единичном выборе и двоичном основании логарифма, но принципиально отличается от нее тем, что число символов используемого алфавита в мере Хартли является аргументом логарифма, а в формуле (11) — его основа-

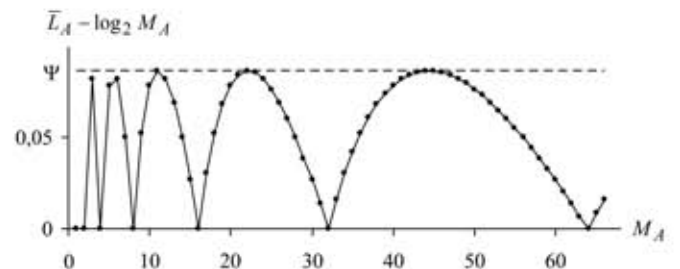


Рис. 5. График разности $\bar{L}_A - \log_2 M_A$

нием. Кроме того, основание логарифма в мере Хартли может быть любым, а в мере (11) основание больше двух не допускается. В связи с этим уместно привести высказывание академика А. Н. Колмогорова о математическом подобии различных информационно-энтропийных функций: "Такие математические аналогии следует всегда подчеркивать, так как сосредоточение на них внимания содействует прогрессу науки" [10, с. 39].

Подводя итог сделанному в настоящем разделе, можно констатировать, что нами получен новый подход к определению количества информации, основанный на совместном и одновременном учете всех элементов конечного множества, без выделения какого-либо из них в качестве случайного события, результата испытания и т. п. То есть мы ушли от традиционного увязывания количества информации с результатами выбора одной из множества различных возможностей. Чтобы отличать этот подход от других подходов к количественному определению информации, будем называть его синергетическим подходом. Такое название обусловлено тем, что количество информации, самоотражаемой конечным множеством, является результатом совместного отражающего действия всей совокупности его элементов, а термин "синергетика" буквально означает "совместный, согласованно действующий".

Негэнтропия отражения конечных множеств

Определив информацию I_A как величину \bar{L}_A , мы тем самым предвосхитили оценку негэнтропии отражения I_{AB} как результат воспроизведения средней длины интегративного кода элементов одного конечного множества через пересекающееся с ним другое конечное множество. Непосредственно оценивая теперь величину I_{AB} , будем исходить из того, что множества A , B , K в своей совокупности образуют простейшую систему информационной связи, в которой отражаемое (A) и отражающее (B) множества являются, соответственно, источником и приемником информации, а связующее множество $K = A \cap B$ выступает в качестве передающей среды или канала связи. Процесс передачи информации I_A по такой системе связи соответствует процессу отражения множества A через непосредственно взаимосвязанное с ним множество B . Рассмотрим этот процесс, учитывая, что вне связи с управлением взаимодействующие объекты участвуют во взаимном отражении друг друга всей совокупностью своих элементов [9].

Интегративный код любого элемента $a \in A$ представляет собой определенное сообщение о конечном множестве A как о целостном образовании, а общее число таких сообщений равно M_A . Соответственно, объем информации V_A , направляемый отражаемым множеством A в связующее множество K , равен

$$V_A = I_A M_A.$$

Пропускная способность множества K в силу того, что $K \subset A$, не может превышать V_A и ограничена объемом информации

$$V_K = I_K M_K.$$

Вследствие этого информация I_A при поступлении в множество K уменьшается до величины

$$I_{A \rightarrow K} = \frac{V_K}{M_A} = I_K \frac{M_K}{M_A}.$$

В отражающее множество B из связующего множества K поступает M_K сообщений, которые несут об отражаемом множестве A объем информации

$$V_{A \rightarrow B} = I_{A \rightarrow K} M_K = I_K \frac{M_K^2}{M_A},$$

и, соответственно, информация I_A воспроизводится множеством B в виде информации

$$I_{A \rightarrow B} = \frac{V_{A \rightarrow B}}{M_B} = I_K \frac{M_K^2}{M_A M_B}. \quad (12)$$

Если теперь рассмотреть обратный процесс отражения множества B через множество A , то мы получим такой же результат (12), т. е. $I_{A \rightarrow B} = I_{B \rightarrow A} = I_{AB}$.

Таким образом, мы пришли к тому, что формула негэнтропии отражения I_{AB} имеет вид

$$I_{AB} = \frac{M_K^2}{M_A M_B} \log_2 M_K. \quad (13)$$

Из выражения (13) следует, что I_{AB} является частью средней длины интегративного кода элементов связующего множества K . Так как $K \subset A$, B , то можно также утверждать, что негэнтропия отражения I_{AB} в количественном отношении является мерой воспроизведения средней длины интегративного кода элементов каждого из пересекающихся множеств A и B .

Заключение

Проведение изложенных информационно-теоретических исследований было обусловлено выявлением фактов неустойчивости и противоречивости результатов прогнозно-геологических исследований при оценке информативности признаков с помощью теории информации Шеннона [11]. Эти неустойчивость и противоречивость устраняются, если признаки оценивать с помощью негэнтропии отражения конечных множеств [5], что может представлять интерес для специалистов в области распознавания образов при оценке информативности признаков эталонных объектов распознавания.

При выводе формулы информации, самоотражаемой конечным множеством, и оценке негэнтропии отражения мы оперировали единичными значениями признаков, рассматривая их как некоторые отличительные особенности элементов. Вместе с тем, признаки описания элементов какой-либо системы в общем случае имеют различные значения, число которых может доходить до общего числа элементов в составе системы. Поэтому дальнейшее развитие синергетического подхода к определению количества информации, по нашему мнению, будет происходить в плоскости анализа отражения дискретных систем через совокупности своих частей, выделенных по различным значениям признаков описания их элементов. При этом можно ожидать выявления определенной взаимосвязи с вероятностной теорией информации, поскольку формула самоотражаемой информации математически подобна мере Хартли, а последняя является частным случаем информационно-энтропийной меры Шеннона, когда все возможности имеют одинаковую вероятность.

Список литературы

1. Шамбадал П. Развитие и приложение понятия энтропии. М.: Наука, 1967. 280 с.
2. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986. 192 с.
3. Седов Е. А. Одна формула и весь мир. Книга об энтропии. М.: Знание, 1982. 176 с.
4. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. М.: Мир, 1966. 272 с.
5. Вяткин В. Б. Математические модели информационной оценки признаков рудных объектов. Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18: Екатеринбург, 2004. 27 с. Режим доступа: http://orel3.rsl.ru/dissert/EBD_1639A_vjatkinVB.pdf

6. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия "количество информации" // Проблемы передачи информации. 1965. Т. 1. № 1. С. 3—11.
7. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 830 с.
8. Хартли Р. В. Л. Передача информации // Сб.: Теория информации и ее приложения. М.: Физматгиз, 1959. С. 5—35.
9. Урсул А. Д. Проблема информации в современной науке. М.: Наука, 1975. 288 с.
10. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987. 304 с.
11. Вяткин В. Б. К вопросу информационной оценки признаков при прогнозно-геологических исследованиях // Известия Уральского горного института. Сер.: Геология и геофизика. 1993. Вып. 2. С. 21—28.

Указатель статей, опубликованных в журнале "Информационные технологии" в 2009 году

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, СИСТЕМЫ И СЕТИ (ЭВМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ)

- Аверичева Д. Л., Семенов А. С., Фролов А. С.** Поиск вширь в графе на суперкомпьютере с мультитредово-поточковой архитектурой. № 7.
- Аль-Аммори Али.** Оптимизация параллельного информационного резервирования методом вложенных модулей. № 2.
- Аристархов В. Ю.** Алгоритм приема сигнала в целом для высокоскоростных беспроводных сетей. № 4.
- Асратян Р. Э.** Метод организации Web-сервисных взаимодействий между удаленными частными сетями. № 6.
- Барский А. Б.** Применение логических нейронных сетей для выбора оптимальной стратегии обслуживания потока запросов в системе GRID-вычислений. № 1.
- Бобков С. Г.** Методы повышения эффективности контроллера коммутатора Ethernet 10/100 Мбит/с. № 2.
- Бобков С. Г.** Высокоэффективный адаптер коммуникационной среды многопроцессорной ЭВМ. № 4.
- Богатырев В. А., Богатырев С. В.** Объединение резервированных серверов в кластеры высоконадежной компьютерной системы. № 6.
- Богатырев В. А., Богатырев С. В.** Надежность резервированной двухуровневой компьютерной системы при ограниченном времени обслуживания запросов. № 7.
- Брыдин Е. Г.** Теоретические аспекты технологии непрерывной обработки на виртуальной памяти. № 9.
- Вашкевич Н. П., Бикташев Р. А.** Формализация алгоритма синхронизации процессов при диспетчеризации задач в многопроцессорных системах с использованием механизма "рандеву". № 12.
- Груши А. И., Ремизов М. Л., Ростовцев А. В., Николаев Д. Д., Чинь Куанг Клен.** Высокопроизводительное устройство для обработки радиолокационной информации. № 7.
- Ким А. К., Фельдман В. М.** Вычислительная система реального времени для реализации программ управления сложными объектами. № 2.
- Коваленко О. Н.** Влияние метода обработки очередей на качество обслуживания трафика мультисервисной сети. № 12.

- Кристовский Г. В., Погребной Ю. Л., Сонин С. А.** Разработка и исследование маломощного быстродействующего трехпортового регистрового файла. № 2.
- Мамченко А. Е.** Образовательно-методологический аспект "принстонской" и "гарвардской" архитектур процессоров вычислительных систем. № 7.
- Путря Ф. М.** Архитектурные особенности процессоров с большим числом вычислительных ядер. № 4.
- Размахнин С. А., Курянов А. И.** Алгоритм разработки систем оперативно-розыскных мероприятий для сервисов, построенных на базе технологий мобильной связи. № 4.
- Сериков Д. А.** К математическому моделированию процесса диспетчеризации задач в распределенной вычислительной среде. № 12.
- Сигарев А. А.** Методология упразднения межпроцессорного обмена в MVC со множественным потоком команд. № 7.
- Силина А. Ю., Васильева В. Д., Дербисер В. Е., Германов И. В.** Систематизация наукометрических показателей эффективности научной деятельности. № 6.
- Шкунов В. И.** О методологии оценки и сравнения характеристик различных протоколов беспроводных сетей с переменной топологией. № 1.

СЕТИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

- Гечис А. К., Соколова О. Д., Соколов Н. А.** Входящий поток заявок для голосового трафика в сетях следующего поколения. № 4.
- Мочалов В. А.** Алгоритмы размещения транзитных узлов в сенсорной сети. № 10.
- Наумова В. В., Сорокин А. А., Горячев И. Н.** Видеоконференцсвязь — мультимедийный сервис корпоративной сети Дальневосточного отделения РАН. № 4.
- Огнев В. А., Иванов С. Р.** Методы повышения помехоустойчивости аппаратуры потребителей спутниковых навигационных систем. № 4.
- Огнев В. А., Иванов С. Р.** Математическая модель приема-вычисления систем ГЛОНАСС/GPS. № 10.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Ахремчик О. Л.** Информационная база для автоматизированного проектирования схем систем управления технологическими объектами. № 8.
- Гаврилов С. В., Каграманян Э. Р., Ходош Л. С.** Тенденции развития моделей библиотечных элементов для статического временного анализа цифровых СБИС. № 3.