

ЛИТЕРАТУРА

1. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 311 с.
2. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 538 с.
3. Самохвалов Ю. Я. Групповой учет относительного превосходства альтернатив в задачах принятия решений // Кибернетика и системный анализ. 2003. № 6. С. 141–145.

УДК 519.7; 519.81

ПОДХОД К РАСПОЗНАВАНИЮ СОСТОЯНИЙ
ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИМНОЖЕСТВ¹

С. И. Колесникова, В. Г. Букреев

Предлагается подход к распознаванию состояний сложного динамического объекта на основе математического аппарата энтропии и формализма мультимножеств, в рамках которого излагается двухэтапная процедура идентификации состояния технической системы.

Введение. Энтропию системы можно рассматривать как количество информации, связанной со структурой системы. Другими словами, энтропия может рассматриваться как мера «структурированности» некоторого состояния или мера «удаленности» структуры одного состояния от структуры другого [1]. Именно этот подход и положен в основу предложенного ниже метода распознавания технического состояния (ТС) динамической системы (ДС).

Введем случайную величину Y — значение квантованного цифрового сигнала, выраженное числом уровней квантования (в терминах распознавания образов выраженное числом градаций признака — уровня квантования) $\nu \in U$, где множество $U = \{1, 2, \dots, \nu\}$ — домен, или универсальное множество, мощность которого равна максимальному уровню квантования, характерному для данной модели. Под структурным составом сигналов ТС ДС будем понимать набор значений шагов квантования, выделенных для кодирования сигналов, присущих фиксированному ТС (выделенному по обучающей выборке (ОВ) в виде реализаций временного ряда — дискретных отсчетов случайного процесса — модели ДС).

Постановка задачи. Пусть задан случайный процесс (СП) (X, Y) , характеризующий состояние динамического объекта (системы), функционирующего на интервале времени от t_0 до T , где $X(t)$ — вектор переменных состояния системы; $Y(t) = f(X(t), \eta) + \xi(t)$ — случайная наблюдаемая N_Y -мерная векторная функция; $\xi(t)$, $\eta(t)$ — шумы достаточно общей природы. Относительно СП (X, Y) выдвинуто $I > 1$ альтернативных гипотез $\Omega = \{\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_I\}$, составляющих полную группу событий и физически интерпретируемых как классы технических состояний частично наблюдаемой ДС. Наблюдение величины $Y(t)$ осуществляется в моменты $t_j = t_0 + j\Delta$, $j = \overline{0, n}$, с шагом дискретизации $\Delta > 0$, по имитационной модели данной ДС. Задача состоит в отнесении (в момент t или на некотором фиксированном интервале $[t', t'']$) наблюдаемой реализации $Y(t)$ к ТС (классу) Ω_i , $i = \overline{0, I}$.

Решение задачи. Поставим в соответствие каждому выделенному ТС Ω_i мультимножество [2] $\Theta_i = \{k_{\Theta_i}(x) \bullet x | x \in U, k_{\Theta_i}(x) \in \mathbb{Z}\}$. Здесь $k_{\Theta_i}(x)$ называется функцией числа экземпляров мультимножества (ММ), определяющей кратность вхождения элемента $x \in U$ в ММ Θ_i , что обозначено символом $\bullet x$. Любое ММ $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 07-01-00452, № 09-01-99014.

из n разных элементов можно задать его основанием $S(G) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ — кортежем всех разных элементов из U и кортежем кратностей $[G] = (k_1, k_2, \dots, k_n)$ элементов основания этого ММ, называемым первичной спецификацией ММ. Если ММ $G(\omega) = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ содержит элементы, являющиеся случайными числами, то $G(\omega)$ будем называть стохастическим (случайным) мультимножеством (СММ). В докладе обсуждается подход к построению двухэтапной процедуры принятия решения о принадлежности наблюдаемого фрагмента реализации СП одному из состояний Ω_i на основе пяти мер сходства ММ [1, 2]: 1) аналога метрики Хемминга; 2) полностью усредненной, характеризующей различие между двумя ММ, отнесенное к расстоянию, максимально возможному в исходном пространстве; 3) локально усредненной, характеризующей различие, отнесенное к максимально возможной «общей части» двух ММ в исходном пространстве; 4) обобщенного информационного расстояния (по Кульбаку); 5) энтропийного расстояния. Кратко изложим основные этапы процедуры распознавания ТС ДС.

I этап. Определение характеристических признаков.

Сопоставляем каждому ТС ДС Ω_i ($i = \overline{0, I}$) СММ Θ_i (сформированное по ОВ), которым будут соответствовать основания $S(\Theta_i) = \{\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_{N_i}\}$ и первичные спецификации $[\Theta_i] = \{k_{\nu_1}^i, k_{\nu_2}^i, \dots, k_{\nu_{N_i}}^i\}$. Здесь величина k_{ν}^i — это общее число «встреч» сигналов ν -го уровня для i -го ТС, $\nu = [\log(Y)]$, $\nu = (0, 1, \dots, N_U)$, где $[x]$ — целая часть числа x . Определяем оценки распределения вероятностей p_{ν}^i уровней сигналов, характерных для каждого ТС, по формуле $p_{\nu}^i = k_{\nu}^i / \sum_{l=\nu_1}^{\nu_{N_i}} k_l^i$, и оценки энтропий всех ТС по формуле $H^i = \sum_{\nu \in U} p_{\nu}^i \cdot \log p_{\nu}^i$ ($i = \overline{0, I}$).

II этап. Распознавание ТС ДС (принятие решения).

1. По результатам наблюдений $Y_L^* = \{Y^*(t), Y^*(t+1), \dots, Y^*(t+L-1)\}$ (назовем эту совокупность значений квантованного сигнала L -окном) формируем СММ $\Theta_L^* = \{k_{\nu_1}^L, k_{\nu_2}^L, \dots, k_{\nu_{N_L}}^L\}$.
2. Вычисляем информационные расстояния между ММ $d(\Theta_i, \Theta_L^*)$ ($i = \overline{0, I}$) по $J \geq 1$ выбранным мерам сходства/различия.
3. Принимаем частные решения в пользу двух конкурирующих ТС, для которых величина $d(\Theta_i, \Theta_L^*)$ является наименьшей для каждой j -й меры сходства, одновременно вычисляя и весовые коэффициенты частных решений [3]: $i_1^j = \arg \min_{i=\overline{0, I}} d(\Theta_i, \Theta_L^*)$,
 $i_2^j = \arg \min_{i=\overline{0, I}, i \neq i_1^j} d(\Theta_i, \Theta_L^*)$, ($j = \overline{1, J}$).
4. Выбираем («голосованием») два конкурирующих ТС и решение принимаем в пользу того ТС, весовой коэффициент которого больше: $i_1 = \arg \max_{j=\overline{1, J}} i_1^j$, $i_2 = \arg \max_{j=\overline{1, J}} i_2^j$.

Заключение. Результаты численного моделирования на примере распознавания состояний реальных ДС свидетельствуют о работоспособности рассмотренного подхода и возможности распознавания состояний ДС за приемлемое время и, практически, с гарантированной надежностью, под которой понимается нижний порог числа ошибок распознавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клим Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 538 с.

2. Петровский А. Б. Метрические пространства мультимножеств // Кибернетика и системный анализ. 2003. № 6. С. 175–177.
3. Колесникова С. И., Янковская А. Е. Оценка значимости признаков для тестов в интеллектуальных системах // Докл. Академии наук. 1995. Т. 344. № 2. С. 135–148.

УДК 681.3:33, 002.36

О ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ — БУДУЩИМ ЗАЩИТНИКАМ ЗАКОНА

М. Я. Товштейн

Одно дело — занятия по защите информации со студентами технической или математической ориентации, и другое — занятия со студентами юридического факультета. Но приобщать будущих защитников закона к проблематике защиты информации необходимо, поскольку количество правонарушений с применением компьютеров растёт довольно быстро. Подготовка же юридического корпуса на этом специфическом фронте ведётся, судя по публикациям, невысокими темпами и в скромных масштабах. Представляется целесообразным обмен опытом проведения занятий по информационной безопасности со студентами-гуманитариями вообще и с юристами — в частности. В данном сообщении рассказывается о методике проведения таких занятий на юридическом факультете филиала Казанского госуниверситета в г. Набережные Челны.

Защита информации была и будет актуальной проблемой. А в период экономической неустойчивости бизнеса важность информационной безопасности принимает особую остроту, поскольку утечка ценных сведений о деятельности какой-либо фирмы может привести эту фирму к банкротству. С другой стороны, преступления, связанные с применением компьютеров, становятся «модными», их количество неуклонно растёт. По компетентному свидетельству главы Бюро специальных технических мероприятий МВД РФ генерал-полковника Бориса Мирошникова, приведённому в [1], в 2008 г. количество уголовных дел, связанных с незаконной деятельностью в сфере информационных технологий, выросло на 20 %, составив 5,5 тыс.; за январь 2009 г. подразделения «К» заводили от 50 до 100 уголовных дел еженедельно. Всё это говорит о масштабности проблемы.

Правоохранительные органы не справляются с так называемыми «киберпреступлениями». Причин такого положения множество. И одна из них — работники правоохранительных органов недостаточно подготовлены в области информационных технологий и, в частности, в области информационной безопасности.

В филиале Казанского госуниверситета в г. Набережные Челны считают, что уже в стенах вуза будущим защитникам закона — второкурсникам юридического факультета — необходимо разъяснять законы, связанные с обработкой информации, например ФЗ РФ от 27.06.07 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», ФЗ от 10.01.02 г. № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» и некоторые другие. Это важно, во-первых, потому, что «информационные» законы нуждаются в улучшении [2–4], во-вторых, чтобы студенты-юристы разбирались в терминах [5], которые используются и в информационных технологиях, и в формулировках этих законов (сведений, получаемых студентами на уроках информатики, для этого недостаточно).

Разумеется, студенты узнают и о различных видах угроз информационной безопасности, и о методах и средствах противодействия этим угрозам, и о способах проникновения в каналы связи, и о средствах их обнаружения. Но особый интерес вызывают не