

тим, что перенос функций взаимодействия с клиентскими программами с серверов оборудования на коммуникационный сервер, позволил значительно упростить структуру сервера оборудования и ускорить его разработку.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант N 02-07-97503), а также Американского фонда гражданских исследований и развития (проект PZ-013-02) и Министерства образования РФ.

Использование информационных технологий для исследования временных и пространственных свойств человека

Корягина Ю.В.*, Нопин С.В.**

**Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, **Омский научно-исследовательский институт приборостроения, Омск*

В настоящее время возникла необходимость разработки и внедрения новых информационных технологий в области исследования способностей человека. Проанализировав потребности и требования в программном обеспечении для диагностических и исследовательских мероприятий, нами были разработаны компьютерные программы для исследования временных и пространственных свойств человека "Исследователь временных и пространственных свойств человека" (ИВПС) и "Определитель индивидуальной единицы времени" (ОИЕВ).

В программе ИВПС собран комплекс тестов (13 тестов) для экспериментального исследования восприятия времени и пространства, психомоторных способностей человека, свойств нервной системы, а также уровня развития физического качества ловкости (координационных способностей). При составлении тестов использовались описания методик, для определения времени реакции и индивидуальной минуты (ИМ) (Н.И. Моисеева с соавт., 1985), свойств нервной системы (теппинг-тест) (Е.П. Ильин, 1987), процессов восприятия времени и пространства (оценка угловой скорости движения, воспроизведение длительности временного интервала, заполненного световым и звуковым сигналом, оценка и отмеривание величины отрезков, оценка величины предъявляемых углов в градусах, узнавание предъявляемых углов, определение объемного угла вращения) (Ю.В. Корягина 2001-2003; С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, 2003).

Программа ИВПС предназначена для операционных систем Windows 95/98/2000/XP и NT. Программа имеет дружелюбный пользовательский интерфейс, позволяет легко использовать средства автоматизации и обработки информации, которые имеются в современных персональных компьютерах. Система обеспечивает быстрое прохождение тестирования и обработку результатов методами математической статистики с возможностью вывода полученных статистических данных в Microsoft Excel либо в текстовый файл формата txt. Программа зарегистрирована в Российском агентстве по патентам и товарным знакам (свидетельство

№2004610221 от 19 января 2004 года), включена в базу данных Международного научно-технического центра.

Программа ОИЕВ позволяет определить индивидуальную единицу времени, тип темперамента, свойства нервной системы, особенности поведения, склонность к различным видам деятельности, занятиям определенным видом спорта, предрасположенность к некоторым заболеваниям. Тестирование занимает 5-7 минут. В основу программы положена методика Б.И. Цуканова (2000). Индивидуальная единица времени представляет собой собственную единицу времени, с помощью которой измеряется непосредственно переживаемая длительность.

Тест построен на запоминании одновременно светового и звукового стимула длительностью от 2000 до 6000 мс, появляющихся в случайном порядке. Испытуемый воспроизводит интервалы, заполненные стимулом с помощью нажатий кнопок на клавиатуре компьютера. Оценка времени измеряется с помощью системного таймера путем вычисления разницы между временем начала отмеривания светового или звукового стимула и временем его окончания. Расчет длительности индивидуальной единицы времени производится по специальной формуле (Цуканов Б.И., 2000). Программа совместима с операционной системой Windows 95/98/2000/XP и NT. Она обеспечивает быструю обработку результатов и выводит полученные данные в файл формата Microsoft Excel и в виде заключения в текстовый файл. Обе программы защищены от нелицензионного копирования и использования.

Таким образом, приступая к созданию программного обеспечения для тестирования способностей человека, необходимо продумать в деталях конечный вид создаваемого продукта и удобный интерфейс обмена данными с популярными офисными системами.

Программы ИВПС и ОИЕВ являются программами профессионального уровня. Они могут быть использованы для проведения научных исследований в области физической культуры и спорта (при отборе в разные виды спорта, комплектовании команд, прогнозировании спортивной результативности), там, где требуется экспериментальное исследование процессов восприятия времени и пространства, психомоторных способностей человека, уровня развития координационных способностей (при подготовке кадров для служб министерства обороны, министерства по чрезвычайным ситуациям, министерства внутренних дел), а также в психологии, педагогике, для подбора кадров.

УДК 681.3

Использование гистограммных оценок в задачах распознавания

Котов В.В.

ТулГУ, Тула

Современные технологии проектирования информационно-измерительных систем (ИИС) различного назначения все больше ориентируются на по-

вышение степени их «интеллектуальности». Это вызвано стремлением разработчиков упростить эксплуатацию подобных систем, повысить эффективность их функционирования, расширить сферы применения. С другой стороны развитие элементной базы (совершенствование характеристик цифровых сигнальных процессоров, устройств хранения информации, датчиков первичных сигналов и т.п.), позволяет решать в реальном времени всё более сложные в вычислительном отношении задачи. Одной из таких задач, с которыми в той или иной степени сталкивается любая интеллектуальная система, является задача распознавания образов. Базовой операцией в этом случае часто является обнаружение в первичных наблюдаемых сигналах некоторых характерных признаков (элементов, событий), последующая интерпретация которых позволит системе оценить состояние наблюдаемого объекта (сцены) и принять решение о дальнейших действиях.

Природа и характер информативных признаков, используемых при решении задач распознавания, могут быть самыми различными – спектральные плотности эталонных сигналов, автокорреляционные функции, средние значения и т.п. [1]. В том числе достаточно широко используются гистограммные оценки плотностей распределения вероятностей появления значений сигналов, не требующие значительных вычислительных затрат. В зависимости от физической природы сигнала такие оценки могут интерпретироваться по-разному. Например, в системах технического зрения, где в качестве первичного источника информации используются цифровые модели изображений, такие гистограммы характеризуют распределение вероятностей появления пикселей с заданным уровнем яркости, или, в многомерном случае, с заданным цветовым оттенком.

Оценка плотности распределения по гистограмме будет являться случайной величиной, распределение которой должно зависеть от объёма выборки отсчётов сигнала, по которой формируется эта оценка, а также, возможно, от ряда других факторов. Поэтому для принятия решения о целесообразности её использования как информативного признака, необходимо установить вид этого распределения и его основные параметры.

Пусть $x^*(\mathbf{h})$ – сигнал, воспринимаемый ИИС, подвергшийся дискретизации и квантованию. Здесь \mathbf{h} – N_d -мерный обобщённый аргумент, определяющий положение текущего отсчёта в сигнальной области (пространстве, времени, спектральной зоне и т.п.). Каждый отсчёт может принимать одно из конечного множества значений $\{x_i\}, i = 0\mathbf{K}(n-1)$, где n – число уровней квантования. Если исходный непрерывный сигнал описывался плотностью распределения $f(x)$, то дискретная последовательность будет описываться рядом распределения $\{p(x_i)\}$.

Для вычисления локальной оценки этого ряда в некоторой точке \mathbf{h}_0 , выделим в её окрестности область-апертуру заданных размеров и формы, по которой будет вычисляться гистограмма $H = \{h_i\}$.

Пусть мощность множества отсчётов сигнала, ограниченных апертурой, равна N . Перенумеруем последовательно рассматриваемые отсчёты: $\{x(\mathbf{h}_j)\}, j = 0, \mathbf{K}, (N-1)$. Элемент гистограммы h_i по определению представляет собой частоту появления отсчётов со значением, равным x_i , т.е. $h_i = N_{x_i} / N$, где N_{x_i} – число отсчётов, равных x_i .

С ростом N частоты h_i сходятся по вероятности к элементам ряда распределения $p(x_i)$, однако для любого конечного значения N величины h_i будут являться случайными. Для принятия решения о целесообразности использования оценки H в задаче распознавания, необходимо выяснить характер и параметры законов распределения величин h_i . Можно показать, что при рассмотрении некоррелированных сигналов, или использовании достаточно больших апертур распределение h_i является биномиальным.

Для доказательства рассмотрим процесс формирования величины h_i . Анализ j -го отсчёта сигнала является случайным опытом с парой возможных исходов: попадание значения сигнала в i -ый уровень квантования с вероятностью $p_i^1 = p(x_i)$, и непопадание с вероятностью $p_i^0 = 1 - p(x_i)$. Множество $\{x(\mathbf{h}_j)\}$ можно интерпретировать как серию S , состоящую из N опытов принимающую один из 2^N возможных исходов с вероятностями:

$$\begin{aligned} p(S_{i0}) &= p_i^0 \cdot p_i^0 \cdot \mathbf{K} \cdot p_i^0 \cdot p_i^0 = (p_i^0)^N; \\ p(S_{i1}) &= p_i^0 \cdot p_i^0 \cdot \mathbf{K} \cdot p_i^0 \cdot p_i^1 = (p_i^0)^N p_i^1; \\ &\quad \mathbf{M} \qquad \qquad \mathbf{M} \qquad \qquad \mathbf{M} \\ p\left(S_{i(2^N-1)}\right) &= p_i^1 \cdot p_i^1 \cdot \mathbf{K} \cdot p_i^1 \cdot p_i^1 = (p_i^1)^N. \end{aligned}$$

По аналогии с булевыми векторами будем называть весом серии S_{ik} число $W(S_{ik})$, равное числу первых исходов в этой серии.

Разобьём множество возможных исходов серий опытов $\{S_{ik}\}$ на $N+1$ подмножество – группы

серий $\{G_{il}\}, l = 0, \mathbf{K}, N$, элементы которых имеют равный вес. Вероятность появления любой серии S_{ik} , принадлежащей группе G_{il} , будет равна $p(S_{ik} \in G_{il}) = (p_i^1)^l \cdot (p_i^0)^{N-l}$.

Число серий, относящихся к l -ой группе, устанавливается из комбинаторных соображений, и равно числу сочетаний C_N^l . Таким образом, суммарная вероятность всех серий, принадлежащих группе G_{il} , описывается выражением:

$$p(G_{il}) = C_N^l (p_i^1)^l (1 - p_i^1)^{N-l}.$$

Элемент h_i , являющийся частотой появления отсчётов со значением x_i , представляет собой дискретную случайную величину, принимающую одно из множества значений $\{l/N\}, l = 0, \mathbf{K}, N$. Вес серии, отнесённый к её длине, имеет размерность частоты появления отсчёта x_i , при этом $p(G_{il})$ представляет собой ни что иное, как искомый ряд распределения вероятностей $p(h_i = l/N), l = 0, \mathbf{K}, N$, т.е.

$$p(h_i = l/N) = \frac{N!}{l!(N-l)!} (p_i^1)^l (1 - p_i^1)^{N-l} \quad (1)$$

Таким образом, первоначальное утверждение о характере ряда распределения h_i справедливо.

В отличие от схемы Бернулли при анализе гистограмм интерес представляют не абсолютные числа положительных исходов, а их относительные частоты l/N . При этом несколько модифицируются выражения для математического ожидания $M[h_i]$ и дисперсии $D[h_i]$.

В частности можно показать, что математическое ожидание найденного ряда распределения будет равно

$$M[h_i] = \sum_{l=0}^N \frac{l}{N} p(h_i = l/N) = p_i^1, \quad (2)$$

а дисперсия равна

$$D[h_i] = \sum_{l=0}^N \left(\frac{l^2}{N^2} \cdot p(h_i = l/N) \right) - (M[h_i])^2 = \frac{1}{N} p_i^1 (1 - p_i^1). \quad (3)$$

Зависимости (1-3) позволяют определить диапазон, в который будут попадать оценки плотности распределения $f(x)$ по гистограмме H для заданного объёма выборки и априорных вероятностей появления значений сигнала. На рис. 1 показан пример разброса оценок при нормальном распределении $f(x)$.

Таким образом, при ограниченном размере апертуры элементы h_i гистограммы будут распределены биномиально, а их математическое ожидание будет равно априорной вероятности появления в сигнале отсчётов со значением x_i , т.е. $M[h_i] = p(x_i)$. Дисперсия элементов h_i убывает с ростом объёма выборки N , т.е. увеличение размеров апертуры делает оценку ряда $p(x_i)$ по гистограмме статистически более обоснованной. Найденные зависимости позволяют определить целесообразность использования гистограммных оценок при решении задачи распознавания.

Литература

1. Ларкин Е.В., Котов В.В. Особенности идентификации событий методами вейвлет-анализа. // Известия Тульского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. Том 7. Вып. 3. Информатика – Тула: изд-во ТулГУ, 2001. – 200 с. (С. 96-103)

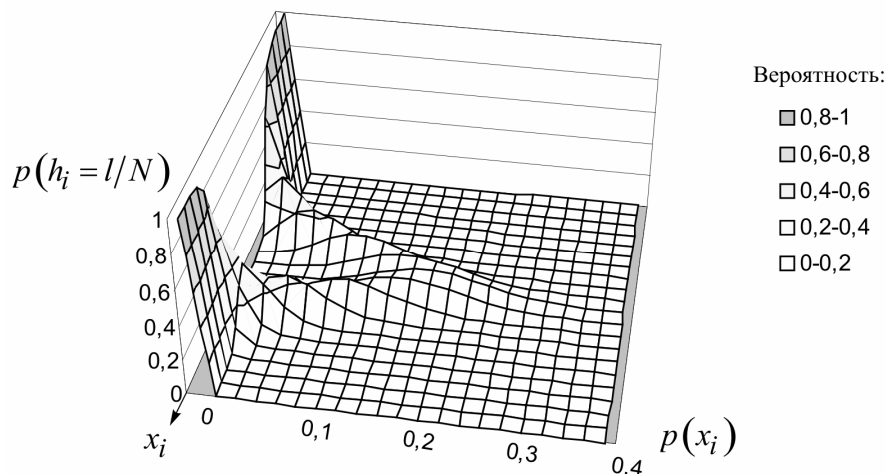


Рис. 1. Пример разброса гистограммных оценок при нормальном распределении значений сигнала