

категорії". Ці монітори часто застосовуються і взагалі без захисту, за рахунок чого більшість ЕОМ потрапляє в особливі умови розташування з усіма витікаючими з цього наслідками. Крім того, таке виконання ЕОМ призводить і до ряду додаткових недоліків. Зокрема, ці ЕОМ зовсім не захищені від виводу їх з ладу або знищення чи спотворення оброблюваної інформації навмисним силовим електромагнітним впливом по ефіру, а підбір комплектуючих призводить до ускладнень при ремонті, що є порушенням ДСТУ 23773-88 [6].

Грамотно спроектована і застосовувана система ЗІ від ПЕМВ дозволить забезпечити необхідний рівень захисту ПЕОМ або обчислювального центру при відповідному рівні її оцінки. На наш погляд запропоновані методи дозволять підвищити ступінь достовірності одержуваних даних, що допоможе вирішувати поставлені задачі.

Список літератури

1. Олешко Т.І., Хорошко В.О., Юдін О.К. Оцінка параметрів небезпечного сигналу. //Захист інформації, 2001. №1 с.5-10
2. Генне В.И. Защита информации от утечки через побочные электромагнитные излучения цифрового электронного оборудования.//Защита информации. Конфидент. 1998. №2 с.89-95.
3. Маркин А.В. Безопасность излучений и наводок от средств электронно-вычислительной техники: домыслы и реальность. // Зарубежная радиоэлектроника. 1989. №12 с.102-108.
4. Сикорский В.П. Математический аппарат инженера. – К.: Техника, 1975. – 768с.
5. Браиловский Н.Н., Моржов С.В., Хорошко В.А. Особенности защиты информации при управлении воздушным движением. Вістник КМУЦА, 1999, №3 с.
6. Левченко Г.Т., Ільченко М.Ю., Хорошко В.О., Буркацький В.П., Золотухін К.С., Грошев В.М., Циганюк О.Г. Деякі питання сертифікації в галузі технічного захисту інформації. // Бізнес і безпека, 2001. №4, с.40-43
7. Тимчасові рекомендації з технічного захисту інформації в засобах обчислювальної техніки, автоматизованих системах і мережах від витку каналами побічних електромагнітних випромінювань і наводок ТР ЕОТ – 95

Надійшла 29.11.2001

УДК 681.3

Максименко Г.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИГНАЛОВ

Обеспечение высокой эффективности современных технических средств обнаружения и распознавания сигналов является весьма актуальной проблемой. Одним из условий успешного решения задач относящихся к данной проблеме, является умение количественно оценивать эффективность технических систем автоматического распознавания сигналов и способов их применения.

Эта оценка сводится к выбору специальных показателей или критериев, могущих служить мерой эффективности соответствующих технических средств. В этой связи одним из первых шагов при решении любой задачи, связанной с количественной оценкой эффективности, является определение вида показателя (показателей), который бы мог

служить мерой эффективности исследуемого средства в соответствующих условиях, а также определение путей нахождения его значения.

При решении вопроса о выборе показателей для использования в качестве критериев эффективности рекомендуется руководствоваться следующими основными положениями [1]:

- выбранный показатель должен отражать основное назначение средства, а также соответствовать цели проводимого исследования;
- используемый в качестве критерия показатель должен быть наглядным и по возможности просто определяемым;
- используемый в качестве критерия показатель должен быть критичен по отношению к параметрам, определяющим его значение.

В качестве таких основных показателей для систем автоматического распознавания сигналов целесообразно принять: вероятность классификации сигнала – $P_{кл}$, вероятность обнаружения сигнала – $P_{об}$, вероятность ложных тревог – $P_{лт}$ и вероятность ошибки распознавания – $P_{ош}$, которая характеризует надежность распознавания.

Классификация сигнала при наличии шума в среднем требует значительно больше времени, чем просто его обнаружение. Поэтому для случая, когда сигнал на входе распознающей системы может присутствовать с некоторой вероятностью $P < 1$, оказывается целесообразным разбить процесс классификации на два этапа. На первом этапе принимается решение о наличии сигнала (обнаружение) на входе распознающей системы; на втором происходит распознавание обнаруженного сигнала. Поскольку обнаружение и распознавание сигнала являются событиями независимыми то вероятность классификации сигнала можно определить следующим образом

$$P_{кл} = P_{об} \cdot (1 - P_{ош}) \quad (1)$$

Структурная схема системы распознавания, согласно [2], представлена на рис. 1.



Рис.1 Система распознавания сигналов

На этапе обнаружения производится обзор пространства радиобнаружителем до тех пор, пока не будет принято решение о наличии сигнала. Под обнаружением сигнала в радиоэлектронике понимают анализ принятого колебания $x(t)$, завершающийся вынесением решения о наличии или отсутствии в нем некоторой полезной составляющей, которую называют сигналом. Работу устройства обнаружения сигнала в условиях априорной неопределенности удобно характеризовать критерием Неймана-Пирсона. Данный критерий предписывает добиваться минимума вероятности пропуска сигнала $P_{пс}$ (или максимума вероятности обнаружения $P_{об} = 1 - P_{пс}$) при ограничении сверху на вероятность ложной тревоги $P_{лт} \leq P^*$.

После принятия решения о наличии сигнала обзор пространства прекращается и система переводится в режим распознавания на время, необходимое для принятия решения.

Таким образом на втором этапе часть схемы на рис.1, включающая в себя подсистему выделения признаков и обучаемый классификатор, выполняет ряд операций связанных с распознаванием уже обнаруженных сигналов. Классификатор является решающим устройством, которое обучается с целью классификации входного сигнала $x(t)$, принадлежащего к одному из K классов. В случае если принятая реализация не классифицируется, то она зачисляется в $K+1$ класс и обрабатывается далее оператором, который выносит решение о ее принадлежности. Если данная реализация принадлежит к неизвестному типу сигнала, то пространство классов расширяется до $K+2$. После принятия решения классификатором, система вновь переводится в режим обнаружения и производит обзор частотного диапазона до принятия следующего сигнала.

Одной из основных характеристик распознающей системы является надежность, которую она обеспечивает. Количественно надежность распознавания оценивается вероятностью ошибки распознавания – $P_{ош}$. Вероятность ошибки определяется типом классификатора и зависит от количества используемых для распознавания признаков. В [3] показано, что увеличение числа используемых для классификации сигналов признаков приводит к существенному снижению вероятности ошибки распознавания, усредненной по всем возможным значениям ошибки в определении вероятностей классов. Но при большом числе признаков используемых при распознавании, вычисление вероятности ошибки затруднительно. Поэтому в практических случаях часто оказывается удобнее проводить оценку вероятности ошибки. Такая оценка может быть определена, согласно [3], либо по известной дивергенции, либо по известной неопределенности решения. Так как неопределенность решения для случая частично пересекающихся классов заранее, как правило, неизвестна, то предпочтительным является использовать для оценки вероятности ошибки дивергенцию.

Дивергенция представляет собой меру разделимости классов определяемую как разность математических ожиданий отношений правдоподобия для двух классов [3]:

$$D = E \left\{ - \ln \frac{P(X/A_1)}{P(X/A_2)} / A_2 \right\} - E \left\{ - \ln \frac{P(X/A_1)}{P(X/A_2)} / A_1 \right\}, \quad (2)$$

где $P(X/A_1)$ и $P(X/A_2)$ - плотности вероятностей распознаваемых классов A_1 и A_2 .

Если признаки классов A_1 и A_2 распределены нормально с равными ковариационными матрицами $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$, то дивергенция позволяет однозначно определить нижнюю границу вероятности ошибки. Дивергенция при этом равна [3]:

$$D = (M_1 - M_2)^T \Sigma^{-1} (M_1 - M_2), \quad (3)$$

где Σ^{-1} - матрица, обратная ковариационной Σ ; M - вектор математического ожидания.

Тогда, согласно [3], нижняя вероятность ошибки определяется выражением:

$$P_{ош} = \int_{0,5\sqrt{D}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-0,5y^2) dy \quad (4)$$

Если ковариационные матрицы распределений различны, то дивергенция равна [3]:

$$D = 0,5 \{ \text{tr}(\Sigma_1^{-1} - \Sigma_2^{-1})(\Sigma_2^{-1} - \Sigma_1^{-1}) + \text{tr}(\Sigma_1^{-1} + \Sigma_2^{-1})(M_1 - M_2)(M_1 - M_2)^T \}, \quad (5)$$

где $\text{tr}\{A\}$ – обозначает след матрицы A , который равен сумме диагональных элементов матрицы A .

В этом случае однозначная связь между дивергенцией и вероятностью ошибки отсутствует – можно лишь попытаться указать верхнюю границу вероятности ошибки. Для этого необходимо рассмотреть наихудший случай – распознавание по одному нормально распределенному признаку с равными средними значениями для обоих классов. Дивергенция при этом равна [3]:

$$D = 0,5\text{tr}(\Sigma_1 - \Sigma_2)(\Sigma_2^{-1} - \Sigma_1^{-1}). \quad (6)$$

Тогда верхняя граница вероятности ошибки определится следующим образом. Вначале вычисляются ошибки распознавания объектов первого и второго класса по формулам [3]:

$$P_{\text{ош}}^1 = \frac{1}{2} + \int_0^{\frac{q-E_1}{\sqrt{D_1}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-0,5y^2) dy, \quad (7)$$

$$P_{\text{ош}}^2 = \frac{1}{2} - \int_0^{\frac{q-E_2}{\sqrt{D_2}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-0,5y^2) dy, \quad (8)$$

где E_1 и E_2 – математические ожидания распределений первого и второго классов соответственно, D_1 и D_2 – дисперсии распределений классов.

Итоговая вероятность ошибки распознавания определяется по формуле:

$$P_{\text{ош}} = \sum_{i=1}^2 P(A_i)P_{\text{ош}}^i, \quad (9)$$

где $P(A_i)$ – априорные вероятности классов.

Кроме того, верхнюю границу вероятности ошибки можно оценить с помощью графиков на рис.2. Кривые, представленные на рисунке, получены экспериментальным методом путем имитационного моделирования [4].

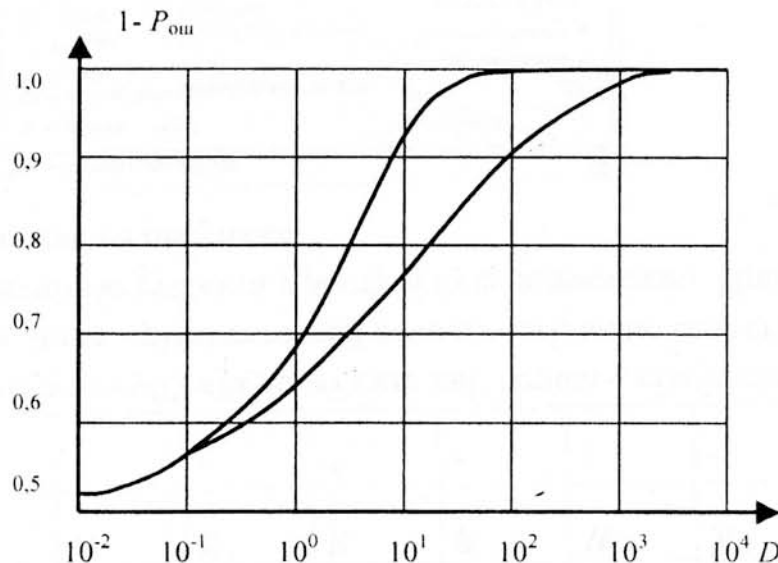


Рис.2 Границы вероятности правильного распознавания в зависимости от дивергенции

Для данного значения дивергенции вероятность правильного распознавания (т. е. $P_{\text{расп}} = 1 - P_{\text{ош}}$) находится между двумя показанными на рисунке кривыми. Верхняя кривая показывает зависимость между вероятностью правильного распознавания и дивергенцией

для случая многомерного нормального распределения при равных ковариационных матрицах. Нижняя кривая показывает эту же зависимость для одномерного случая, когда распознавание проводится по одному признаку с равными средними значениями.

Оценка границы вероятности ошибки по дивергенции удобна тем, что в большинстве случаев при распознавании сигналов по многим признакам действительные распределения аппроксимируются нормальными. К тому же, если действительные распределения отличаются от нормальных, реальная надежность распознавания сигнала по эталону будет не хуже, чем найденная при допущении нормальности распределений, поскольку такое допущение, по сути сводится к неполному учету статистических связей.

Список литературы

1. Цветков А.Г. Принципы количественной оценки эффективности радиоэлектронных средств. –М.: Сов. Радио, 1971.-200 с.
2. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И.Б. Фоменко.- М.: Связь, 1980.-248 с
3. Вопросы статистической теории распознавания/Ю.Л. Барабаш, Б.В. Варский, В.Т. Зиновьев и др.; Под ред. Б.В. Варского - М.: Сов. Радио, 1967.- 400 с.
4. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов: Пер. с англ.- М.: Наука, 1979.-368 с.

Поступила 10.12.2001
после доработки 8.01.2002

УДК 656.25

Зуев О.В., Литвин В.В.

МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

В сучасних умовах задача забезпечення ефективного захисту об'єктів від несанкціонованого доступу потребує комплексного наукового підходу. Для забезпечення високої якості функціонування охоронних систем (ОС) в процесі їх експлуатації, потрібно задовольнити вимогам високої надійності та інформативності. Досвід експлуатації сучасних ОС в Україні та закордоном свідчить, що ОС часто не задовільняють вимогам споживачів, зокрема, щодо імовірності вірного визначення стану об'єктів, які знаходяться під охороною.

З метою зменшення втрат, які обумовлені помилковими рішеннями про дійсний стан об'єктів охорони, пропонується використовувати алгоритми контролю ОС з часовою надлишковістю. При реалізації алгоритмів з часовою надлишковістю з використанням кількісного контролю, розрахунок їх характеристик – імовірностей прийняття помилкових рішень А, В та математичного сподівання кількості вимірювань здійснюється з використанням одержаних в [1] виразів, тобто

$$A = \sum_{i=1}^{N-1} \left[\int_{\xi \in [\Delta_n, \Delta_n]} f(\xi) \prod_{j=1}^{i-1} \left[\int_{\vec{L}_j \in [\Delta_{n1j}, \Delta_{n2j}], [\Delta_{n1j}, \Delta_{n2j}]} \varphi_j \left(\frac{\vec{L}_j}{\xi} \right) d\vec{L}_j \right] \times \int_{L_i \in [\Delta_{ni}, \Delta_{ni}]} \varphi_i \left(\frac{L_i}{\xi} \right) dL_i d\xi + \right. \\ \left. \int_{\xi \in [\Delta_n, \Delta_n]} f(\xi) \prod_{j=1}^{N-1} \left[\int_{\vec{L}_j \in [\Delta_{n1j}, \Delta_{n2j}], [\Delta_{n1j}, \Delta_{n2j}]} \varphi_j \left(\frac{\vec{L}_j}{\xi} \right) d\vec{L}_j \right] \times \int_{L_N \in [\Delta_{nN}, \Delta_{nN}]} \varphi_N \left(\frac{L_N}{\xi} \right) dL_N d\xi \right]. \quad (1)$$