УДК 681.3

Г.А. Максименко

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСА ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ

В условиях полной априорной неопределенности, когда основные параметры радиосигналов неизвестны, синтез нужного алгоритма выявления радиосигналов традиционными методами с необходимыми характеристиками затруднен. Одним из направлений преодоления этого препятствия есть моделирование процедур поиска и выявления сигналов по иным принципам, в частности, по теории распознавания образов.

Рассмотрена модель комплекса выявления радиосигналов и его функционирование с использованием понятий и принципов сложных кибернетических систем распознавания образов.

На практике часто возникает необходимость одновременно с задачей обнаружения решать задачу различения сигнала, т.е. осуществлять его классификацию по каким-либо признакам. Например, наблюдаемый процесс *X(1)* может быть суммой шума и сигнала одного из заданной совокупности сигналов £ о (0 > - и необходимо по принятой реализации процесса *X(()* принять решение: какой из указанных сигналов в действительности присутствует в наблюдаемом процессе [1].

Решение указанной задачи может базироваться на математическом аппарате и разработанных алгоритмах теории распознавания образов. Доступность и широкое применение быстродействующих средств електронно-вычислительной техники (ЭВТ) и сигнальных процессоров позволяет внедрять на практике сложные алгоритмы теории распознавания образов в целях приема и обработки сигналов, в том числе и для задач обнаружения.

В данной статье рассмотрены модели комплекса обнаружения радиосигналов и его функционирование, основанное на понятиях и принципах сложных кибернетических систем распознавания.

Структурная схема обнаружителя согласно работе [2] может быть представлена в виде, показанном на рисунке.

Структурная схема обнаружителя

Модель комплекса обнаружения представляет собой систему из и-го числа выносных датчиков, связанных с блоком предварительной обработки кабельной или проводной линии связи. Датчики используют для преобразования электромагнитного поля, поступающего на их вход, в электрический сигнал, предназначенный для блока предварительной обработки. В качестве датчика обычно используется антенна с малошумящим усилителем или просто антенна.

Будем считать, что на вход обнаружителя воздействует *М* источников шумовых помех Следовательно, обработке будет подлежать аддитивная смесь полезного сигнала 5(0, помех У(У) и внутренних шумов п((). Данная аддитивная смесь образует Л^-мерный вектор $X = (X_ъ X_2, - ; X_п)$, поступающий на вход приемника-обнаружителя:

$$*(0 = \bar{5}(0 + \sum_{/=1}^{M} 21/(') + «(') \qquad (О$$

Предположим, что данный вектор X может быть членом только одного из двух классов Г и О. Пусть в нашем случае класс ^ означает шумоподобные сигналы, а класс б - сигналы и помехи, не относящиеся к классу шумоподобных. Тогда обнаружитель в соответствии с выбранным решающим правилом #(*), должен с минимальной вероятностью ошибки принять решение о том, к какому из двух классов *(Г* или *С)* относится вектор *X(?).* В процессе принятия классифицирующего решения в обнаружителе возможны ошибки первого и второго рода.

Задача, решаемая блоком предварительной обработки, состоит в выделении в процессе преобразования входной последовательности характерных признаков объекта (сигнала) или семейства рассматриваемых объектов (сигналов). После поступления наблюдаемой реализации *X(()* на вход обнаружителя первой операцией блока предварительной обработки является операция отделения той частотной области, в которой предполагается нахождение искомого сигнала. Для этого используется фильтрация заданной полосы частот. При помощи последующих операций (дискретизация входного сигнала и дискретное преобразование Фурье) обнаружитель преобразует пространство наблюдений (измерений) вектора X(/) в пространство признаков Z в частотной области: X —» Z . Элементами вектора 2 - $\{2_1, 2_2, \ldots, 2_„\}$ являются признаки (характерные черты или атрибуты), связанные с рассматриваемым сигналом.

Необходимо отметить, что одномерный или многомерный сигнал ограничен во времени хотя бы по условиям его наблюдения.

Пусть *X{г)* - входная реализация, а ш(/) - функция «окна», соответствующая времени наблюдения. При этом размерность функции «окна» совпадает с размерностью сигнала. В простейшем случае эта функция описана следующим образом:

измерений $\overline{X}$ к одному из двух классов (F или G) принимают по максимуму апостериорной вероятности в соответствии с выражением [3]:

$$\frac{P(\overline{X}/F)}{P(\overline{X}/G)} \geq \frac{P(G)}{P(F)} = \Pi .$$

Отношение условных вероятностей в левой части дроби называют отношением правдоподобия. Решение принимается тогда, когда эта величина достигает максимума.

Если в процессе классификации вектор измерений (принятая реализация) отнесена к классу G, то схема управления вырабатывает управляющее воздействие л(t, f) на изменение координат поиска и анализа в соответствии с принятой процедурой сканирования частотно-временной области (F_0, T_0). Если реализация $X(t)$ отнесена к классу F, то осуществляется регистрация сигнала на внешний носитель для более детального анализа.

В блоке памяти, кроме алгоритмов и программ, могут быть записаны эталонные векторы характерных признаков сигнала. В процессе распознавания из блока памяти осуществляется выборка эталонных значений признаков сигналов. Блок классификации путем сравнения с эталоном на основе байесовского правила выносит решение о принадлежности поступившей на его вход выборки.

Список литературы

1. *Левин Б. Р.* Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 2-я. – М.: Сов. радио, 1968. – 504 с.

2. *Фор А.* Восприятие и распознавание образов / Пер. с фр. А.В. Серединского; Под ред. Г.П. Катыса. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.

3. *Горелик А. Л., Скрипкин В. А.* Методы распознавания: Учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 232 с.

Стаття надійшла до редакції 11 жовтня 1999 року.