

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ВИДОВ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

А.А. Харитонов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г.Самара

Автоматическая классификация видов цифровой модуляции (АКМ) – это задача, которая возникает в современных устройствах радиоконтроля, приемно-передающей аппаратуры, в состав которых входят адаптивные демодуляторы. Для этих задач АКМ является промежуточным этапом между детектированием (нахождением) сигнала и его демодуляцией.

Без знаний о передаваемых данных, мощности сигнала, его несущей частоте и сдвиге фазы, длительности временного интервала и др. автоматическая классификация вида модуляции – это сложная задача. Она становится еще более сложной в условиях реального многолучевого канала связи с замираниями и частотной селективностью.

В статье рассматривается задача классификации видов цифровой модуляции в каналах с временным рассеянием.

Блочная диаграмма, иллюстрирующая такую систему, показана на рис. 1.

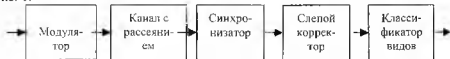


Рис. 1. Блочная диаграмма системы для автоматического определения вида цифровой модуляции

В синхронизаторе производится предварительная обработка сигнала, к которой относится фильтрация от шумов, определение несущей частоты, периода следования символов, определение мощности сигнала.

В рассматриваемом случае импульсная характеристика неизвестна, поэтому для ее определения необходимо использовать методы слепой обработки сигналов.

Различают два основных типа задач слепой обработки сигналов: слепая идентификация канала (оценка неизвестной импульсной характеристики или передаточной функции), слепое выравнивание канала (непосредственная оценка информационного сигнала). В обоих случаях для обработки доступны только реализации входного сигнала. В случае слепой

идентификации оценка импульсной характеристики может далее использоваться для оценки информационной последовательности, т.е. является первым этапом слепого выравнивания, однако в некоторых приложениях важна сама по себе.

Канал идентифицируется вслепую, только если выполняются условия идентификации, а именно: длина данных должна быть больше длины векторного канала. Идентификация по одной реализации возможна только в векторном канале.

В данной работе канал векторный, так как прием осуществляется на M точек (антенн). Для определения импульсной характеристики применяется алгоритм нулевого подпространства, который рассмотрен в [1].

В настоящее время существует большое количество алгоритмов для АКМ. Алгоритмы классификации вида цифровой модуляции можно разделить на два основных класса – это вероятностные (по сигнальным созвездиям) и ориентированные на топологию (поэлементный) (по сигнальным реализациям) методы.

В данной работе мы рассматриваем алгоритм классификации вида модуляции по сигнальным созвездиям, основанный на минимизации расстояния Кульбака-Лейблера, обобщенный, в том числе и на случай нелинейной модуляции без памяти.

Данный алгоритм эквивалентен алгоритму максимального правдоподобия для больших выборок. Алгоритм позволяет классифицировать различные виды цифровой модуляции. Алгоритм имеет вид:

$$\hat{C}_j = \arg \min_j \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \int \hat{p}(\mathbf{z}_k) \log \frac{\hat{p}(\mathbf{z}_k)}{p(\mathbf{z}_k | C_j)} d\mathbf{z}_k \right), \quad (1)$$

где \mathbf{z}_k – отсчеты, формирующие k -е созвездие на тактовом интервале. При этом предполагается, что отсчеты шума, взятые на одном тактовом интервале, независимы. Данное предположение кажется естественным для приемников систем радиоконтроля, характеризующихся широкой полосой приема и числом избыточной дискретизации.

В каналах с временным рассеянием после применения «слепой» коррекции канала неизвестными остаются амплитуда и фаза сигнала. Алгоритм максимального правдоподобия можно представить в виде:

$$\hat{C}_j = \arg \min_{j, a, \varphi} \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \int \hat{p}(\mathbf{z}_k) \log \frac{\hat{p}(\mathbf{z}_k)}{p(\mathbf{z}_k | C_j, (a, \varphi))} d\mathbf{z}_k \right). \quad (2)$$

В случае независимой оценки неизвестных параметров алгоритм имеет вид:

$$\tilde{C}_i = \arg \min_i \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \int \hat{p}(z_k) \log \frac{\hat{p}(z_k)}{p(z_k | C_i(\hat{a}, \hat{\varphi}))} dz_k \right) \quad (3)$$

При $N \rightarrow \infty$ потенциальная помехоустойчивость алгоритма (3) характеризуется расстоянием Кульбака-Лейблера между распределениями $p(z_1, z_2, \dots, z_K | C_i)$:

$$D_{KL} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \int \hat{p}(z_k) \log \frac{\hat{p}(z_k)}{p(z_k | C_i(\hat{a}, \hat{\varphi}))} dz_k \quad (4)$$

Список использованных источников

1. Горячкин О.В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехники и связи. – М.: Радио и связь, 2003.- 230с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ДКМВ РАДИОСВЯЗИ

М.А. Минкин

Филиал ФГУП НИИР-СОНИИР, г.Самара

ДКМВ радиосвязь и в современных условиях сохраняет свое значение как резервное, а нередко и основное средство сухопутной, морской и воздушной радиосвязи, в том числе – для нужд государственного управления и обороны.

Переход на передачу информации в дискретной форме в сочетании с использованием помехозащищенных сигнально-кодовых конструкций и внедрение автоматизированной оперативной адаптации радиолиний к изменению параметров среды распространения на предшествующих этапах модернизации позволили существенно повысить качество связи на ДКМВ, а также открыть новые возможности по оказанию услуг на основе передачи мультисервисной информации [1-3].

Анализ фактического состояния действующих сетей и мирового опыта позволил обосновать основные подходы к модернизации отечественной ДКМВ радиосвязи, предусматривающие планомерное поэтапное проведение модернизации с максимальным использованием технических средств действующих объектов, обеспечение совместимости аппаратных и программных интерфейсов, сохранение работоспособности (боеготовности) объектов на каждом этапе модернизации [1].