

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ДЕКОДИРОВАННЫХ ДАННЫХ В ЗАБОЙНЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ КАНАЛОМ СВЯЗИ

Влацкая И.В., Голубенко И.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Для продуктивного прироста сырья углеводородов все чаще используют наклонно-направленное и горизонтальное бурение с использованием современных телесистем. Телеметрическая система (ТС) с гидравлическим каналом связи в процессе бурения работает в условиях повышенных вибраций. Она регистрирует информацию о параметрах бурения, считывая с датчиков, установленных в ней, и осуществляет передачу полученной информации в реальном времени на наземную станцию. Своевременное получение достоверной информации с датчиков в сложных геологических условиях обеспечивает высококачественную проводку горизонтальных скважин. Сокращение времени на технологические замеры возможно только при получении достоверных данных за минимальное время и при повышенной частоте, при условии искажения сигнала, полученного по гидравлическому каналу связи, из-за помех от бурового оборудования [1]. Решение этой проблемы возможно с использованием системы декодирования данных.

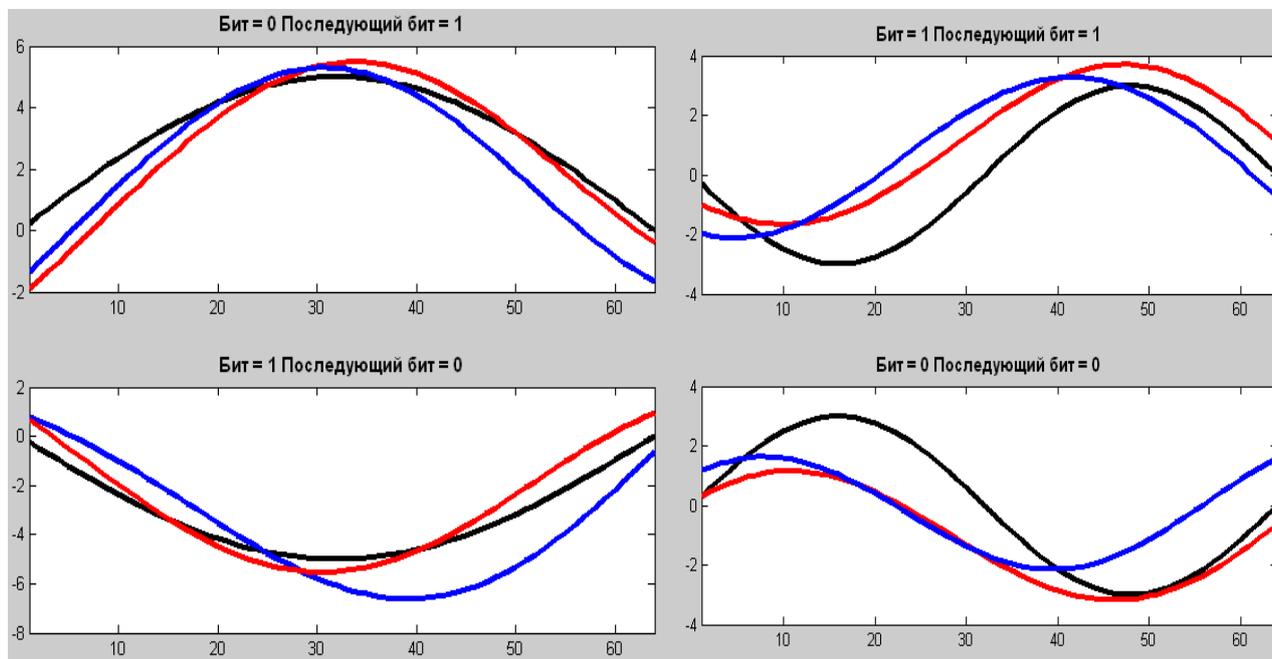
Многие методы цифровой обработки сигнала и декодирования не позволяют добиться необходимой помехозащищенности. Поэтому задача о получении системы повышающей достоверность декодирования данных, с возможностью восстановления сигнала, искаженного локальной помехой является актуальной и сегодняшний день. Использование математических методов позволяет преодолеть трудности, которые обусловлены присутствием помех.

Реализация данных ресурсоемких алгоритмов в режиме реального времени, стала возможным благодаря современным вычислительным устройствам, среди разнообразия устройств, предпочтение было отдано процессорам фирмы Intel и FPGA фирмы Xilinx [7], [6]. Целью данной работы является разработка универсальной системы, позволяющей повысить надежность приема данных в коде «Манчестер» с глубинных блоков телеметрических систем (ТС) [4]. Под универсальностью подразумевается возможность использовать систему предприятием НиГП независимо от требуемой скорости передачи данных из скважины.

В разрабатываемой системе предполагается реализовать метод декодирования сигнала.

Принимаемый с канала связи сигнал оцифровывается с частотой 64 отсчета на период данных кода «Манчестер». Таким образом, все основные операции производились с векторами размером 64 элемента. Приняв код, оцифрованный на выходе канала связи, система выделяет четыре формы

сигнала, характеризующие единицы и нули цифрового сигнала, передаваемого источником информации - две формы сигнала для цифровой единицы и две формы для нуля. Форма реальных сигналов, изображенных на рисунке 1, существенно отличаются между собой, а также от формы идеального, что обусловлено влиянием помех на сигнал.



— идеальный сигнал — реальный сигнал — реальный сигнал

Рисунок 1 - Форма классов используемых в системе распознавания.

Четыре формы реального сигнала система принимает за четыре класса (вектора) данных. Далее, в процессе приёма информации, система классифицирует каждый вектор из потока данных, поступающих на её вход.

Для выполнения операции классификации в разрабатываемой системе реализуются методы распознавания образов и классификации, основанные на использовании нечеткой логики, нейронных сетей и скрытых марковских моделей. При этом учитываются особенности каждого из трёх обслуживаемых видов канала связи. Например, скорость передачи данных в гидравлическом канале от 0.5 бит/с, а современные требования к кабельному каналу - скорость не менее сотен килобит в секунду.

Таким образом, согласно описанному выше методу, разрабатываемая система должна выполнять следующую последовательность действий:

1. В момент запуска, ТС передает заранее известную последовательность данных, которая используется для получения центра классов (кластеризации данных). Отменить данный этап и использовать идеальные центры классов, приходится в случае, если необходимо декодировать данные с ТС, которую изначально не планировалось использовать с разрабатываемой системой.

Надежность декодирования в этом случае снижается, до тех пор, пока параллельно с классификацией не будет произведена кластеризация случайных данных, т.е. получены реальные центры классов, что повысит надежность декодирования. Основное назначение данного этапа - получить четыре класса, которые максимально похожи на реальные данные, поступающие на вход регистратора. Если данные искажены помехой, то это отражается на форме классов, что позволяет минимизировать влияние помехи. Данный этап является обучающим, позволяющий настроить систему под текущие внешние параметры. Например, отпадает необходимость указывать тип и длину геофизического кабеля перед началом геофизического исследования скважины.

2. Каждый бит данных несущих телеметрическую информацию подвергается классификации. Вычислив степень принадлежности данных к каждому классу, делается вывод о принадлежности к конкретному классу, что позволяет определить единица или ноль переданы в данные момент (рисунок 2).

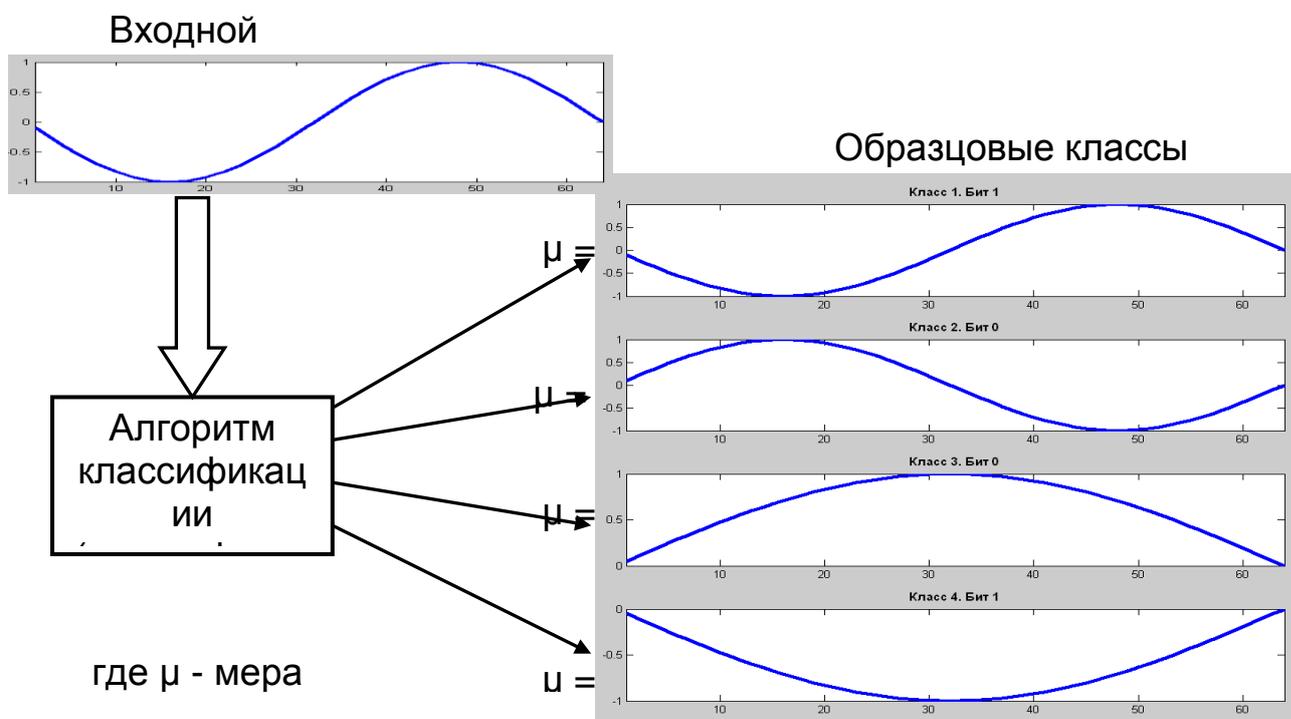


Рисунок 2 - Принцип работы классификатора

С целью повышения достоверности данных при идентификации предлагается использование нечеткой кластеризации на основе метода нечетких c -средних [2].

В начальный момент запуска ТС выдает фиксированную последовательность данных (формирование центров классов: 0 и 1), из которых формируется матрица нечеткого разбиения, удовлетворяющая условиям [3], [5]:

$$\sum_{k=1}^c \mu_{ki} = 1, \quad k = \overline{1, M};$$

$$0 < \sum_{k=1}^M \mu_{ki} < M, \quad i = \overline{1, c},$$

где c – количество кластеров, $c \in \{2, 3, \dots, M - 1\}$.

Рассчитываем центры классов:

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^M (\mu_{ik})^m X_k}{\sum_{k=1}^M (\mu_{ik})^m}, \quad i = \overline{1, c}$$

В качестве меры близости между объектами из X (данные полученные с прибора) и центрами классов используем евклидову норму:

$$D_{ik} = \sqrt{\|X_k - V_i\|^2}, \quad k = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, c}$$

Элементы матрицы пересчитываем исходя из условий:

$$\text{если } D_{ik} > 0, \text{ то } \mu_{ki} = \frac{1}{\left(D_{ik} \sum_{j=1}^c \frac{1}{D_{jk}^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}};$$

$$\text{если } D_{ik} = 0, \text{ то } \mu_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{если } i = j \\ 0, & \text{если } i \neq j \end{cases},$$

где m – экспоненциальный вес ($m=2$).

Данный алгоритм выполняем до тех пор, пока минимальная абсолютная разность между значениями функций принадлежности на двух последовательных итерациях или норма разности матриц нечеткого разбиения не станет меньше некоторого априори заданного значения ($\varepsilon = 10^{-5}$).

Следует учесть, что при высоком уровне помех полностью помеху отфильтровать невозможно. Следовательно, данные лежащие в центре классов искажены помехой, что не мешает корректной классификации, в силу того, что текущие данные соотносятся не с идеальными классами, а с классами, полученными во время обучения, так же искаженными помехой.

Список литературы

1. *Рязанов В.И. Направленное бурение глубоких скважин. – Т.: Изд. ТПУ, 1999. – 84с.: ил.*
2. *Влацкая И.В., Голубенко И.В., Голубенко Д.В. Автоматизированная система распознавания и классификации декодированных данных с глубинных блоков телеметрических систем. // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. - Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011. - 273с.*
3. *Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005г. – 736 с.: ил.*
4. *Mark S. Wight, Method and Apparatus for decoding manchester encoded data. United States Patent, Patent Number: 5163067.*
5. *Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.: ил.*
6. *Getting Started with the Avnet Nano-ITX / Spartan-6 FPGA Development Kit, Version 1.0, 6/7/2011. Avnet Inc.*
7. *Spartan-6 Family Overview, DS160 (v2.0) October 25, 2011. Xilinx Inc.*

