следующие особенности такой сети: уникальность алгоритма – построение происходит с учетом всех отдельных свойств каждой ситуации, а не с использованием стандартной системы; динамичность сети – она подстраивается под изменяющиеся наборы данных и меняет свою структуру и функционирование; умение обработать неформализованную информацию; высокие способность и скорость принятия единичных решений (выстраиваемых нейронных слоев).

Предложенная нейронная сеть на основе синтеза глубокого обучения и ситуационного анализа позволит решать сложные задачи, требующие постоянной классификации обновляемых наборов данных, описания изменяющейся ситуации, прогнозирования последствий принятия единичных решений. В перспективе необходимо выработать математическую модель предложенной НСГО, а также разработать программное обеспечение и создать аппаратное воплощение. Помимо этого синтез НСГО с ситуационным анализом может быть основой для создания «живых» ситуационных моделей или искусственного интеллекта.

1. Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях / Л.С. Болотова // М.: Финансы и статистика. 2012. - 663 с
2. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети теория и практика. М.: Горячая линия; Телеком. 2002.
3. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т. 6, № 3. С. 28-59.
4. Вьюгин В.В. «Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования» М.: 2013. - 387 с.
5. Andrew W. Trask, Grokking Deep Learning. Manning Publications, 2017 – pp. 325
6. Сорокин А. Б. Концептуальное проектирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Научный журнал «Онтология проектирования», 2017. – т.7 №3 (25) – С. 247 – 269
7. Сорокин А. Б., Лобанов Д. А. Концептуальное проектирование интеллектуальных систем // Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Информационные технологии», 2018. – №1 (24). – С. 3 – 10.
8. Болотова, Л.С. Концептуальное проектирование модели предметной области при помощи программных систем поддержки принятия решений / Л.С. Болотова, В.А. Смольянинова, С.С. Смирнов // Научно-технические технологии, 2009. Т. 10. № 8. - С. 23 - 28.
9. Сорокин А.Б., Петкевич Д.В., Тихвинский В.И. Проектирование имитационных динамических моделей на основе синтеза ситуационного анализа и деятельностного подхода // Научный журнал «Научно-технический вестник Поволжья», 2018. – №3. – С. 59 – 63.

Мирманов А.Б.

Методика расчета параметров сети LoRaWAN

*Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
(Казахстан, Нур-Султан)*

doi: 10.18411/lj-10-2019-23

idsp: ljjournal-10-2019-23

Аннотация

В статье приводятся обзор технологии LoRaWAN. Акцентируется внимание на модуляции LoRa и на её ключевых параметрах. Приведена методика расчета параметров модуляции LoRa и сети LoRaWAN. Приведены необходимые формулы для расчета основных характеристик сети LoRa.

Ключевые слова: модуляция LoRa, бюджет канала, сеть LoRaWAN.

Abstract

The article provides an overview of LoRaWAN technology. Attention is focused on LoRa modulation and its key parameters. The method of calculation of parameters of modulation LoRa and LoRaWAN network is given. The necessary formulas for calculating the main characteristics of the LoRa network are given.

Keywords: LoRa modulation, channel budget, LoRaWAN network.

LoRa - это запатентованная схема модуляции с расширенным спектром, которая является производной от модуляции Chirp Spread Spectrum (CSS) и которая меняет скорость передачи данных на основе чувствительности в пределах фиксированной ширины полосы канала [1]. Она поддерживает переменную скорость передачи данных, используя коэффициенты ортогонального расширения, что позволяет разработчику системы обменивать скорость передачи данных на диапазон или мощность, чтобы оптимизировать производительность сети в постоянной полосе пропускания.

К ключевым свойствам модуляции LoRa относятся [2]:

1) Масштабируемая пропускная способность.

LoRa - модуляция может масштабироваться как по ширине полосы, так и по частоте. Он может использоваться как для узкополосного скачкообразного изменения частоты, так и для широкополосных приложений с прямой последовательностью. В отличие от существующих схем узкополосной или широкополосной модуляции, LoRa может быть легко адаптирован для любого режима работы с помощью всего нескольких простых изменений регистра конфигурации.

2) Постоянная огибающая / малое энергопотребление.

Подобно FSK, LoRa - это схема модуляции с постоянной огибающей, которая означает, что одни и те же недорогие и маломощные высокoeffективные каскады могут быть повторно использованы без изменений. Кроме того, благодаря усилению обработки, связанному с LoRa, выходная мощность передатчика может быть уменьшена по сравнению с обычной линией FSK при сохранении того же или лучшего бюджета линии.

3) Высокая надежность.

Из-за асинхронного характера сигнал LoRa очень устойчив к механизмам внутрисполосных и внеполосных помех. Поскольку период символа LoRa может быть длиннее, чем типичный кратковременный пакет быстродействующих систем FHSS, он обеспечивает превосходную устойчивость к механизмам импульсных АМ-помех; могут быть получены значения внеканальной избирательности приемника 90 дБ и подавление в совмещенном канале 20 дБ. Обычно для модуляции FSK это составляет 50 дБ для подавления в соседнем и альтернативном каналах и -6 дБ для подавления в совмещенном канале.

4) Устойчивость к многолучевости и затуханию.

Импульс ЛЧМ является относительно широкополосным, поэтому LoRa обеспечивает устойчивость к многолучевому распространению и затуханию, что делает его идеальным для использования в городских и пригородных условиях.

5) Устойчив к эффекту Доплера.

Доплеровский сдвиг вызывает небольшой сдвиг частоты в импульсе LoRa, который вводит сравнительно незначительное смещение временной оси сигнала основной полосы частот. Этот допуск смещения частоты смягчает требование к источникам тактовых импульсов с жестким допуском. LoRa идеально подходит для мобильных линий передачи данных.

6) Дальнодействие

Для фиксированной выходной мощности и пропускной способности бюджет канала LoRa превышает бюджет обычного FSK. Если принять во внимание устойчивость к помехам и механизмам замирания, это улучшение в бюджете линии может достигать увеличения в 4 раза его пределов.

7) Увеличенная пропускная способность сети

LoRa модуляция использует ортогональные коэффициенты расширения, которые позволяют передавать несколько сигналов расширения в одно и то же время и по одному и тому же каналу без минимального ухудшения чувствительности приемника.

8) Ранжирование и локализация

Неотъемлемым свойством LoRa является способность линейно различать частоту и время ошибок. LoRa является идеальной модуляцией для радиолокационных приложений и, таким образом, идеально подходит для приложений измерения дальности и локализации, таких как службы определения местоположения в реальном времени.

LoRa является реализацией уровня PHY и не зависит от реализаций более высокого уровня. Это позволяет LoRa сосуществовать и взаимодействовать с существующими сетевыми архитектурами.

LoRa-модуляция решает все проблемы, связанные с системами DSSS, чтобы обеспечить низкую стоимость, низкую мощность, но прежде всего надежную альтернативу традиционным методам связи с расширенным спектром [1].

Рисунок 1. Спектр LoRa

При модуляции LoRa расширение спектра достигается путем генерирования ЛЧМ-сигнала, который постоянно изменяется по частоте. Преимущество этого метода состоит в том, что временные и частотные сдвиги между передатчиком и приемником эквивалентны, что значительно снижает сложность конструкции приемника. Ширина полосы частот ЛЧМ эквивалентна спектральной ширине полосы сигнала.

Требуемый сигнал данных подается с более высокой скоростью передачи данных и модулируется как сигнал ЛЧМ.

Соотношение между требуемой скоростью передачи данных, скоростью передачи символов и скоростью передачи данных для модуляции LoRa можно выразить следующим образом [1-3]:

Скорость модуляции, R_b :

$$R = SF * 1 / \left(\frac{2^{SF}}{BW} \right), \text{ бит/с} \quad (1)$$

где: SF - коэффициент распространения (7..12); BW - ширина полосы модуляции (Гц)

Длительность символа, T_s

$$T_s = 2^{SF} / BW, \text{ сек} \quad (2)$$

Скорость передачи символов, R_s :

$$R_s = \frac{1}{T_s} = BW / 2^{SF}, \text{ символ/сек} \quad (3)$$

Чиповая скорость, R_c :

$$R_s = \frac{1}{T_s} = BW / 2^{SF}, \text{ чип/сек} \quad (4)$$

Модуляция LoRa также включает в себя схему исправления ошибок, которая повышает надежность передаваемого сигнала за счет избыточности.

Таким образом, номинальная битовая скорость сигнала данных равна:

$$R_b = SF * \left[\frac{4}{4+CR} \right] / \left[\frac{2^{SF}}{BW} \right] \quad (5)$$

где: SF - коэффициент распространения (7..12); CR - кодовая скорость (1..4); BW - ширина полосы модуляции (Гц)

Если определить скорость кода:

$$Rate\ Code = \frac{4}{4+CR} \quad (6)$$

То, номинальная скорость (битрейт):

$$R_b = SF * \frac{Rate\ Code}{\frac{2^{SF}}{BW}}, \text{ бит/с} \quad (7)$$

В радиотехнике для характеристики сети радиосвязи можно использовать три основные характеристики:

- 1) дальность / расстояние,
- 2) скорость передачи данных,
- 3) потребляемая мощность.

Трудно рассмотреть все три критерия с одинаково, поскольку физические законы устанавливают четкие ограничения: например, LoRaWAN может передавать данные на большие расстояния и требует относительно небольшого количества энергии, но имеет только низкую скорость передачи данных [4].

Бюджет линии связи беспроводной системы является мерой всех прибылей и потерь от передатчика через канал распространения до приемника. Обычно случайным образом изменяющиеся каналные механизмы, такие как многолучевое распространение и доплеровское затухание, учитываются путем учета дополнительного запаса в зависимости от ожидаемой серьезности.

Рисунок 2. Бюджет канала связи [5]

Бюджет канала беспроводной сети может быть выражен как [2]:

$$P_{RX}(dBm) = P_{TX}(dBm) + L_{SYSTEM}(dBm) - L_{CHANNEL}(dB) - M(dB) \quad (11)$$

где: P_{RX} - ожидаемая мощность, падающая на приемник; P_{TX} - передаваемая мощность; G_{SYSTEM} - системные усиления, например, связанные с направленными антеннами и т.д.; L_{SYSTEM} - потери, связанные с системой, такие как линии питания, антенны (в случае коротких электрических антенн, связанных со многими удаленными устройствами) и т.

д.; L_{CHANNEL} - потери в канале распространения, рассчитанные либо по широкому диапазону моделей каналов, либо по эмпирическим данным; M - запас на замирание, либо рассчитанный, либо полученный эмпирически.

Бюджет канала указывает на качество канала передачи радиосигналов (рис.2). Используя модель (11) можно рассчитать бюджет канала LoRaWAN, также можно использовать более простую модель бюджета канала, которая не учитывает данные получение которых достоверно возможно только эмпирическим путем. Бюджет канала LoRaWAN получим путем сложения мощности передачи (мощность передатчика, T_x), чувствительности приемника (мощность приемника, R_x), усиления антенны и потери в свободном пространстве (FSPL) [5].

$$\text{Бюджет канала LoRaWAN} = T_x + R_x + FSPL \quad (12)$$

Потери на трассе показывают, сколько энергии теряется в свободном пространстве на расстоянии между T_x и R_x . Чем дальше расстояние между передатчиком и приемником, тем ниже уровень энергии. Потери обычно представляется следующим образом:

$$FSPL = (44 \cdot \pi \cdot d / \lambda) \cdot 2 = (44 \cdot \pi \cdot d \cdot f / c) \cdot 2 \quad (13)$$

где: FSPL - потери в свободном пространстве; d - расстояние между T_x и R_x в метрах; f - частота в герцах.

Существует также широко используемая логарифмическая формула расчета потерь в свободном пространстве:

$$FSPL (\text{дБ}) = 20 \cdot \lg(d) + 20 \cdot \lg(f) - 147,55 \quad (14)$$

Удвоенное расстояние (d) означает потерю на пути 6 дБ (в свободном пространстве).

На стороне приемника (R_x) чувствительность приемника - это значение, которое влияет на бюджет канала. Так называемая чувствительность R_x описывает минимально возможную мощность приема и допуск для теплового шума и рассчитывается следующим образом:

$$\text{Чувствительность } R_x = -174 + 10 \lg(BW) + NF + SNR \quad (15)$$

где: BW - ширина полосы в Гц; NF - коэффициент шума в дБ; SNR - отношение сигнал / шум.

Чувствительность приемника LoRaWAN выше - и, следовательно, лучше - чем, например, Wi-Fi.

Уравнение (4) показывает крайний случай потери на трассе без учета усиления антенны и других типов ослабления в свободном пространстве:

$$\text{Бюджет канала} = \text{Макс. Мощность передачи (дБ)} -$$

$$\text{Макс. Чувствительность } R_x (\text{дБ}) \quad (16)$$

На основе полученных данных о Бюжете канала и, например, модели Окамура-Хата (17) можно провести расчет дальности действия сети LoRaWAN.

$$L_{\text{top}} = 69,55 + 26,16 \cdot \lg(f_c) - 13,82 \cdot \lg(h_1) - A(h_2) + [44,9 - 6,55 \cdot \lg(h_2)] \cdot \lg(d) \quad (17)$$

где f_c - частота несущей (в МГц) от 150 МГц до 1500 МГц, h_1 - высота антенны базовой станции (в метрах) от 30 до 200 м, h_2 - высота антенны терминала (в метрах) в диапазоне от 1 м до 10 м, d - это расстояние от базовой станции до терминала (в км), а $A(h_2)$ - поправочный коэффициент для эффективной высоты антенны терминала.

Поправочный коэффициент зависит от расположения антенны терминала и в диапазоне от 1 до 10 метров находится по формуле:

$$A(h_2) = (1,1 \cdot \lg(f_c) - 0,7) \cdot h_2 - 1,56 \cdot \lg(f_c) + 0,8 \quad (18)$$

В случае построения сети на открытой местности, необходимо внести дополнительные поправочные коэффициенты для пригорода и сельской местности[6]. Потери на открытой местности находятся по формуле:

$$L_{\text{откр}} = L_{\text{гор}} - 4,78 \cdot [lg(f_c)]^2 + 18,33 \cdot lg(f_c) - 40,94 \quad (19)$$

Данная работа выполнена в рамках ПЦФ МСХ РК, BR06349515 «Трансферт и адаптация инновационных технологий для оптимизации производственных процессов на молочных фермах Северного Казахстана».

1. LoRaWAN™ Specification v.1.1, LoRa Alliance – Режим доступа: <https://loro-alliance.org/resource-hub/lorawan-specification-v11> [Дата обращения: 5.11.2019]
2. Semtech Application Note AN1200.22 LoRa™ Modulation Basics – Режим доступа: <https://www.semtech.com/uploads/documents/an1200.22.pdf> [Дата обращения: 5.10.2019]
3. LoRaWAN range, part 1: The most important factors for a good LoRaWAN signal range – Режим доступа: <https://smartmakers.io/en/lorawan-range-part-1-the-most-important-factors-for-a-good-lorawan-signal-range/> [Дата обращения: 13.10.2019]
4. Максимальная дальность связи по радиоканалу в системе: как этого добиться? – Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/ne/2015/11/2-maksimalnaya-dalnost-svyazi-po-radiokanal-v-sisteme-kak-etogo-dobitsya> [Дата обращения: 12.10.2019]
5. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 432 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)
6. Performance Analysis and Optimization of Cost 231-Hata Model for Mobile Communication in Nigeria International // Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 173 – No.6, September 2017

Новикова Е.Б.

Диагностика потенциальных клиентов банка на основе метода Видео-компьютерной психодиагностики и психокоррекции

*ФГБУН Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-10-2019-24

idsp: ljournal-10-2019-24

Аннотация

В данной статье описывается суть метода Видео-компьютерной психодиагностики и психокоррекции (ВКП) и приводится результат исследования его применения для диагностики клиентов микрофинансовой организации «Кредит 911». Показано, что, используя метод ВКП, можно определить мошенника, который заведомо пришел с поддельными документами, а также дать прогноз поведения клиентов на длительный период, поскольку с помощью программы можно выявить такое свойство как «лживость». Установлено также, что лучше всех выплачивает «Интуитивный устойчивый» тип, а должников оказалось больше среди «Интуитивного импульсивного» типа.

Ключевые слова: видео-компьютерная психодиагностика, видео-компьютерная психокоррекция, микрофинансовая организация, интуитивный устойчивый, интуитивный импульсивный, эффект когерентного усиления, волновая модель, модель психики, фазовый портрет, зрительная биологическая обратная связь, фазовый портрет лица, гармония личности

Abstract

This article describes the essence of the method of Video-computer psychodiagnostics and psychocorrection (VKP) and the result of the study of its application for the diagnosis of microfinance organization “Credit 911”. It is shown that, using the VKP method, it is possible to identify a scammer who obviously came with fake documents, and also to predict the