

Астафьев А.В., Кондрушин И.Е., Демидов А.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: Alexandr.Astafiev@mail.ru

### Проектирование нейронной сети для разработки генеративной модели восстановления синхронизированных фаз показаний состояния уровня сигналов точек WiFi

Распространение мобильных терминалов, таких как смартфоны, планшеты и ноутбуки, стимулировало огромный интерес к локализации внутри помещений и услугам на основе определения местоположения [1]. В качестве одной из популярных схем локализации в помещении подход на основе снятия цифровых отпечатков. Сначала создается база данных с тщательными измерениями поля, а затем делается вывод о местоположении в реальном времени путем сравнения новых измерений с данными базы данных. Перспективным направлением повышение точности является исследования радиосигнала по каналам channel state information (CSI).

CSI – это, информация которая описывает, как сигнал распространяется от передатчика к приемнику. В беспроводных сетях, использующих OFDM модуляцию, CSI представляет собой комплексное число, в котором содержится информация об амплитуде и фазе сигнала. Пакет данных CSI содержит набор комплексных чисел, соответствующей каждой поднесущей [2].

В работе [2] авторами описан подход получения данных о состоянии канала связи (CSI) и синхронизации полученных фаз. Для примера был собран набор данных, включающий в себя информацию о состоянии канала связи CSI, состоящий из 4 657 показаний. Одно показание представляет собой информацию об амплитуде и фазе каждой из 56 поднесущих. В итоге, количество измерений составляет 521 584 значения. Полученные показания были предобработаны с целью удаления выбросов и нормирования шкалы измерения. После этого, данные о фазе сигналов по поднесущим были синхронизированы для компенсации случайных фазовых сдвигов от пакета к пакету из-за ошибок синхронизации в приемнике. Визуализация полученных результатов приведена на рисунке 1.

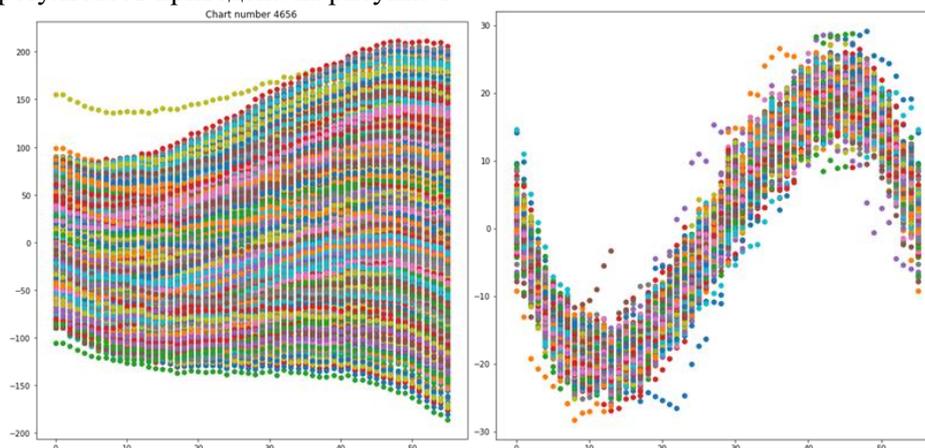


Рисунок 1 – пример синхронизированных фаз, полученных из набора данных CSI

Проведенные предварительные исследования показали, что использование обработанных показаний фаз с использованием классических математических методов и методов интеллектуального анализа не даёт высокой точности. Пробное исследование с использованием полносвязной нейронной сети на небольшом наборе данных показало точность не выше 21,8%.

Исходя из анализа отечественной и зарубежной научно-технической базы был сделан вывод, что для получения описания контролируемой территории в терминах цифровой обработки сигналов на основе синхронизированных фаз необходимо разработать генеративную модель восстановления синхронизированных фаз показаний состояния уровня сигналов точек

WiFi, скрытая информация которой будет являться использоваться для снятия цифровых отпечатков.

В работе [1] авторы предлагают использование обучения без учителя на основе ограниченной сеть Больцмана для построения генеративной модели восстановления синхронизированных фаз показаний состояния уровня сигналов точек WiFi. Схематично, предложенную схему можно представить в виде рисунка 2.

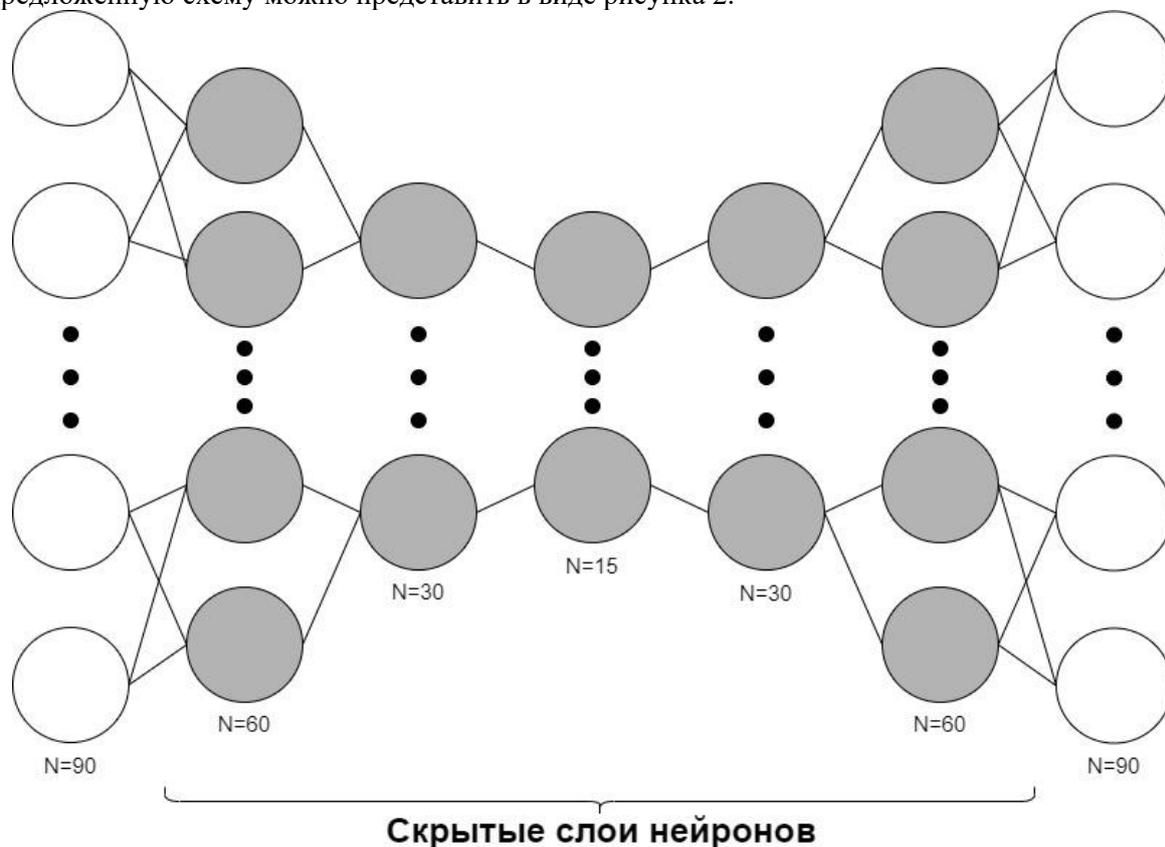


Рисунок 2 – схема нейронной сети, предложенная авторами работы [1]

В работе [1] используется оборудование на основе плат Intel 5300, которые позволяют получать информацию о состоянии канала связи по 3 антеннам и 30 поднесущим. Таким образом, на вход нейронной сети поступает 90 значений, что является количеством нейронов во входном, первом слое.

В настоящей работе базовым оборудованием являются устройства на базе плат Atheros, которые позволяют получать данные по 3 антеннам и 56 поднесущим. Исходя из этого, планируется использование схожей по структуре нейронной сети, но с большим количеством нейронов. Так, на входной слой будет поступать не 90, а 168 значений. Таким образом количество нейронов входного слоя возрастёт до 168 и все последующие слои также изменят количество нейронов.

### Литература

1. X. Wang, L. Gao and S. Mao, "CSI Phase Fingerprinting for Indoor Localization With a Deep Learning Approach," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, no. 6, pp. 1113-1123, Dec. 2016, doi: 10.1109/IJOT.2016.2558659.
2. Астафьев А.В. Исследование применимости использования информации о состоянии канала передачи данных для организации позиционирования внутри помещений / А.В. Астафьев, А.Л. Жизняков, А.А. Демидов, И.Е. Кондрушин // Математические методы распознавания образов: Тезисы докладов 20-й Всероссийской конференции с международным участием, г. Москва 2021 г. — М.: Российская академия наук, 2021. — 385-386 с.