

УДК 621.391.3

Сторчак К.П., к.т.н.; Примаченко В.І., аспірант; Макаренко А.О., к.т.н.

РЕШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ ИКТ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ

Storchak K.P., Prymachenko V.I., Makarenko A.O. Solution technical problems of ICT development with the help of intelligent radio technologies.

The paper describes the principles of building intelligent radio technologies and their software research and development. Component development and establishment of mobile networks is the fifth generation intelligent radio system. The report made ITU definition radio system with programmable parameters and cognitive radio systems. Due to the rapid growth of smart phones transfer data in wireless networks can face a catastrophic shortage of frequencies, so the Advisory Group at ITU offers mobile operators and research laboratories to increase efforts to find solutions for the efficient use of spectrum.

New technologies, such as programmable radio and cognitive radio, are in a relatively thorny beginning of their journey. But the work continues all over the world, including at the State University of Telecommunications, and the new results are gradually bringing us closer to the time of the active introduction of intelligent radio technologies, which will effectively use innovative approaches to the provision of services based on 4G and 5G networks.

Keywords – ITU, Artificial intelligence, Software-defined radio, Cognitive Radio System, database

Сторчак К.П., Примаченко В.І., Макаренко А.О. Вирішення технічних проблем розвитку ІКТ за допомогою інтелектуальних радіотехнологій.

У роботі описано принципи побудови інтелектуальних радіотехнологій і програмне забезпечення їх дослідження і вдосконалення. Складником розвитку і становлення мереж мобільного зв'язку п'ятого покоління є інтелектуальні системи радіозв'язку. У звіті МСЕ виконано визначення системи радіозв'язку з програмованими параметрами і системи когнітивного радіо. У зв'язку із стрімким ростом смартфонів передача даних у безпроводних мережах може зіткнутися з катастрофічною нестачею частот, тому консультативна група при МСЕ пропонує мобільним операторам і дослідницьким лабораторіям нарощувати зусилля із пошуку рішень для ефективнішого використання спектру.

Ключові слова – МСЕ, штучний інтелект, програмно-кероване радіо, когнітивні радіосистеми, бази даних

Сторчак К.П., Примаченко В.І., Макаренко А.А. Решение технических проблем развития ИКТ с помощью интеллектуальных радиотехнологий.

В работе описаны принципы построения интеллектуальных радиотехнологий и программное обеспечение их исследования и совершенствования. Частью развития и становления сетей мобильной связи пятого поколения являются интеллектуальные системы радиосвязи. В отчете МСЭ выполнено определение системы радиосвязи с программируемыми параметрами и системы когнитивного радио. В связи со стремительным ростом смартфонов передача данных в беспроводных сетях может столкнуться с катастрофической нехваткой частот, поэтому консультативная группа при МСЭ предлагает мобильным операторам и исследовательским лабораториям наращивать усилия по поиску решений для эффективного использования спектра.

Ключевые слова - МСЭ, искусственный интеллект, программно-управляемое радио, когнитивные радиосистемы, базы данных

Вступлення

Все более очевидным становится тот факт, что ни одна страна не может обойтись без информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Инфраструктура широкополосной связи включает цифровые магистрали современной информационной экономики. Сегодня ИКТ является важнейшей инфраструктурой в любой современной экономике, играет такую же жизненно важную роль, как и водные транспортные или энергетические сети. Действительно, в современной экономике инфраструктура ИКТ может часто интегрироваться с водными, транспортными и энергетическими сетями, чтобы сформировать интеллектуальные распределенные сети, позволяющие эффективнее образом использовать ресурсы [1].

© Сторчак К.П., Примаченко В.І., Макаренко А.О., 2017

Сегодня получил широкое признание того факта, что инвестиции в ИКТ могут способствовать международной конкурентоспособности стран, созданию высококвалифицированных рабочих мест и укреплению предприятий за счет повышения их динамичности. Становится все более очевидным, что развивающиеся страны не могут позволить себе потерять эти возможности для развития, роста и торговли, предлагаемых инфраструктурой ИКТ. Отказ от инвестиций в инфраструктуру и услуги связи грозит исключением страны не только из системы доступа к плодам информационной революции, но и от реальных возможностей для экономического роста и создания рабочих мест [1, 2].

К настоящему времени проведен большой объем исследовательских работ, результаты которых свидетельствуют о положительной отдаче и мощных внешних факторах и последствиях инвестиций в ИКТ.

Все вышесказанное, как никогда актуально для технологий ИКТ, основанные на искусственном интеллекте. Как не рассматривать и не определять искусственный интеллект в ИКТ, он способен существенным образом улучшить эффективность инфраструктуры ИКТ, систем и компонентов, создать новые услуги и обеспечить оптимальное развитие отрасли. В будущем предоставление услуг в здравоохранении, образовании, банковском деле, бизнесе, торговле и государственных органах будет опираться на платформы на базе искусственного интеллекта, поэтому всем странам следует разрабатывать планы будущего, основанного на искусственном интеллекте.

Изложение основного материала исследования

Составляющей частью развития и становления сетей мобильной связи пятого поколения есть интеллектуальные системы радиосвязи, которые используют искусственный интеллект. В отчете МСЭ выполнено определение системы радиосвязи с программируемыми параметрами и системы когнитивного радио (CRS).

Это радиопередатчик и радиоприемник, использующий технологию, позволяющую с помощью программного обеспечения устанавливать рабочие радиочастотные параметры [3].

SDR объединяют аппаратные и программные технологии, где все или некоторые из работающих функций настраиваются (изменяются) посредством программного обеспечения. Такие устройства обычно могут содержать программируемые логические интегральные схемы (FPGA), цифровые сигнальные процессоры (DSP), процессоры общего применения (GPP), программируемые системы на кристалле (SoC). Использование этих технологий позволяет изменять и расширять функциональные возможности радиосистем без аппаратного вмешательства в схему.

В качестве примера показана программная модель SDR-приемопередатчика (рис. 1). Которая состоит с приемопередатчика и программируемой логической интегральной схемы.

В связи со стремительным ростом смартфонов передача данных в беспроводных сетях может столкнуться с катастрофической нехваткой частот, поэтому консультативная группа при МСЭ предлагает мобильным операторам и исследовательским лабораториям наращивать усилия по поиску решений для более эффективного использования спектра.

В Государственном университете телекоммуникаций проводится научно исследовательская работа направленная на решение данного вопроса.

Одно из решений - использование так называемого когнитивного радио, которое может детектировать неиспользуемые в данный момент полосы частот и переключаться между такими свободными каналами без обрыва передачи данных.

Системы когнитивного радио могут охватывать ряд технологий радиодоступа, а сети разных сетевых топологий, смогут обеспечить использование их спектра на основе доступного на местном уровне. В связи с этим необходимо определение расположения и характеристик других технологий радиодоступа в пределах охваченной полосы частот,

которая достижима с подвижного терминала, а также сканирование всего диапазона настройки, для того чтобы определить локальное использование спектра.

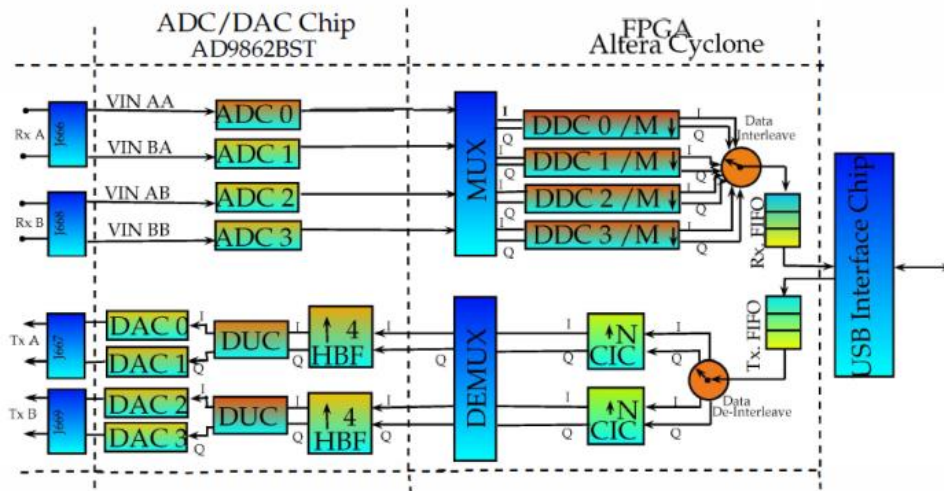


Рис. 1. Программная модель SDR-приемопередатчика

Для когнитивного радио определено, что устройства должны: поддерживать несколько технологий радиодоступа обладать способностью динамического определения доступных технологий и свободного радиочастотного ресурса.

Организация системы когнитивного радио осуществляется с использованием (рис. 1):

- контрольного канала;
- базы данных с информацией об окружающем радиопространстве.

Пример среды с несколькими технологиями радиодоступа схематично приведен на слайде.

Без наличия какой-либо информации о расположении нескольких технологий радиодоступа в пределах рассматриваемой полосы частот, достижимой с подвижного терминала, необходимо просканировать всю полосу частот для того, чтобы узнать загруженность спектра. Однако для этого требуется длительное время.

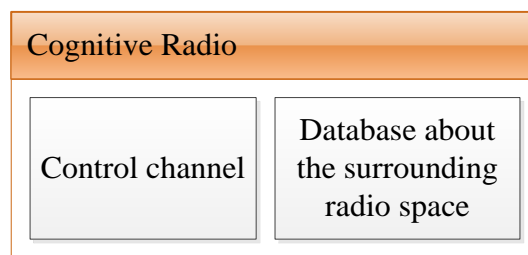


Рис. 2. Организация системы когнитивного радио

В таком контексте, в контрольном канале необходимо передать достаточное количество информации на мобильный терминал, чтобы тот, в свою очередь, смог начать сеанс связи, оптимизированный ко времени, ситуации и местоположению. В контрольном канале требуется передать соответствующую информацию, касающуюся полос частот, технологий радиодоступа, служб и состояния загруженности спектра в местоположении терминала.

В частности, после включения подвижный терминал не знает, какая технология радиодоступа может быть наиболее подходящей или в каких полосах частот работают возможные технологии радиодоступа.

В работе терминала при взаимодействии с контрольным каналом предлагается различать две основные фазы, так называемые фазы «запуска» и «продолжения» (рис. 3).

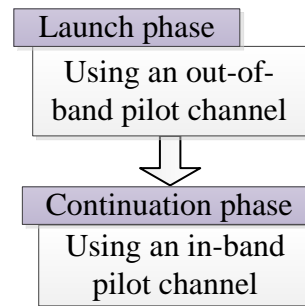


Рис. 3. Две основные фазы в работе терминала

Фаза «запуска»: после включения терминал определяет свое географическое местоположение, используя систему позиционирования, и позже он обнаруживает контрольный сигнал. После определения и синхронизации с контрольным сигналом, терминал осуществляет поиск информации, передаваемой в контрольном канале, касающейся зоны его расположения, что и завершает фазу запуска. Фаза «продолжения»: когда терминал подсоединился к сети, может быть полезна периодическая проверка информации, направленной от контрольного сигнала, для быстрого обнаружения изменений в окружающей среде в связи либо с изменением положения, либо реконfigurацией сети.

При работе терминала в фазе «продолжения» осуществляется не только прослушивание контрольного канала системы когнитивного радио, который называют внеполосным, но и контрольного канала конкретной системы радиодоступа, называемого внутриволосным.

Другим методом является использование баз данных. Технологии искусственного интеллекта могут эффективно применяться для проведения этапа анализа и принятия решения в системах когнитивного радио. Возможная архитектура представлена на рис. 4 [4].

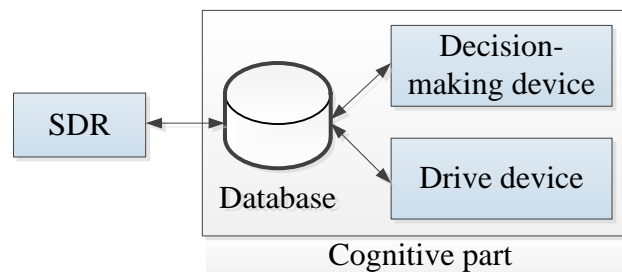


Рис. 4. Использование баз данных в системах когнитивного радио

В базе данных содержатся данные о состояниях системы и возможных действиях. Устройство принятия решения выбирает, какое действие надо произвести. Подсистема обучения накапливает знания, полученные из накопленной информации (информации о занятости канала, вероятности ошибки в канале и т.п.). База знаний работает в двух режимах. Определение состояния радиозэфира и осуществление действий по изменению параметров системы.

Для исследования данных технологий в последней версии Matlab доступен LTE System Toolbox. Процесс формирования LTE сигналов может требовать большого количества затраченного времени. LTE System Toolbox даёт возможность генерировать сигналы намного легче. Сгенерированный сигнал может быть использован при решении ряда задач, таких как, проверка СВЧ компонентов на реалистичном LTE сигнале, оценка влияния LTE сигнала на другие беспроводные системы, так же, тестирование на корректную работу LTE приёмника.

LabVIEW Communications об'єднує апаратне забезпечення для SDR з комплексним програмним забезпеченням для повного циклу розробки, і дозволяючого інженерам прототипувати системи зв'язи п'ятого покоління.

VisSim Communications спільно з апаратним забезпеченням дозволяє конструювати SDR-приємопередавачі.

GNU Radio - вільна платформа цифрової обробки сигналів. GNU Radio представляє собою набір програм і бібліотек, які дозволяють створювати довільні радіосистеми, схеми модуляції, форма приймаємих і відправляємих сигналів в яких задаються програмно, а для захоплення і генерації сигналів застосовуються найпростіші апаратні пристрої.

Вывод

Нові технології, такі як програмне радіо і когнітивне радіо, знаходяться в відносно тернистому початку свого шляху. Але робота продовжується по всьому світу в тому числі в Державному університеті телекомунікацій, і отримані нові результати поступово наближають нас до моменту активного впровадження інтелектуальних радіотехнологій, що дозволить ефективно використовувати інноваційні підходи по наданню послуг на основі мереж 4G і 5G.

Список использованной литературы

1. 19-th ITU plenipotentiary conference: final acts. - ВЕХСО, Busan, Republic of Korea: 20 October - 7 November 2014.

2. Толубко В.Б. Влияние информационно-телекоммуникационных технологий на мировую экономику // Международная научно-техническая конференция “Современные информационно-телекоммуникационные технологии”. - Киев: 17-20 ноября 2015 г. - Т.1. - С. 6 - 10.

3. Определения системы радиосвязи с программируемыми параметрами (SDR) и системы когнитивного радио (CRS) [Электронный ресурс] // Отчет МСЭ-R SM.2152 – Режим доступа: <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2152>

4. C. Clancy, J. Hecker, E. Stuntebeck, and T. O’Shea, “Applications of machine learning to cognitive radio networks,” IEEE Wireless Communications, vol. 14, no. 4, pp. 47-52, 2007.

Автори статті

Сторчак Каміла Павлівна - кандидат технічних наук, доцент, завідувача кафедри Інформаційних систем та технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Макаренко Анатолій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Примаченко Владислав Ігорович - аспірант кафедри Інформаційних систем та технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

Authors of the article

Storchak Kamila Pavlovna - candidate of Science (technic), associate professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Makarenko Anatoliy Oleksandrovych – candidate of Science (technic), associate professor, associate professor of Department of Information and communications technology, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Prymachenko Vladyslav Ihorovich - post-graduate student of Department of Designing Intelligent Systems, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.