Возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по оптимизации использования радиочастотного спектра

Панов Илья Владимирович,
Сутько Татьяна Александровна,
Шувалов Роман Игоревич
Студенты Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ,
Россия, Красноярск,
E-mail: antonov-co@mail.ru

Аннотация

Эта статья посвящена основам и происхождению когнитивного радио, когнитивных радиосетей. Приведены основные функции когнитивного радио, рассмотрены простые и сложные сетевые примеры. Рассматриваются показатели эффективности когнитивных сетей. Описаны возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по оптимизации использования радиочастотного спектра.

Ключевые слова: когнитивное радио, когнитивные сети, показатели эффективности когнитивных сетей.

В настоящий момент, статическая политика выделения радиочастотного спектра на практике приводит к тому, что пропускная способность в лицензируемой полосе частот становятся недостаточной, а не лицензируемые полосы частот либо недостаточно используются, либо не используется вообще [1, с. 5]. Проведя анализ использования радиочастотного спектра, регуляторные органы в ряде стран, в частности в США и Великобритании, пришли к выводу, что большая часть спектра используется неэффективно. Например, полосы для подвижной связи перегружены, а полосы любительского радио – нет.

В такой ситуации есть потребность в новой системе для эффективного использования доступных радиочастотных ресурсов.

Идея когнитивного радио предлагает решение, в котором возможно совместное использования спектра различных технологий радиодоступа. Когнитивное радио – быстрая и гибкая система, у которой существует возможность динамически обнаружить коммуникационную среду и адаптировать параметры передачи данных через радиоканал [2, с. 12].

Когнитивные радиосети состоят из двух типов пользователей, первичных (лицензируемых) и вторичных (не лицензируемых) пользователей [3, с. 23]. Первичные пользователи имеют более высокий приоритет для использования лицензируемой полосы частот. Вторичный пользователь может использовать лицензируемую полосу частот, не влияя на приоритетное использование спектра основным пользователем, что максимизирует эффективность лицензируемого использования спектра.

Рассматривая параметры передачи и приема данных, когнитивное радио может быть разделено на две категории [4, с. 13]:

1. Полностью когнитивное радио (тип когнитивного радио, в котором рассматривается и учитывается почти каждый параметр беспроводного узла или сети)
2. Частотно-восприимчивое когнитивное радио (в случае частотно-восприимчивого когнитивного радио, из параметров беспроводной сети рассматривают только радиочастотный спектр)

Когнитивные радиостанции - интеллектуальные устройства, которые могут изменять параметры передачи сигнала, такие как частота, методы модуляции, методы кодирования и мощность в соответствии с условиями окружающей среды (эфира).

Таким образом удается более эффективно использовать имеющийся частотный ресурс.

Механизм когнитивного радио выполняет задачи обнаружения, анализа и изучения сигналов, находящихся в эфире, а также принятия решений о реконфигурировании оборудования. Учитывая информацию о радио пространстве, когнитивное радио сможет переключаться на наиболее подходящую технологию и частоту для предоставления требуемой услуги.

Когнитивное радио заполняет неиспользуемый лицензируемый спектр, уменьшая дефицит спектра и проблему не использующихся лицензируемых полос частот.

Главные функции когнитивного радио включают:

- зондирование спектра;
- управление спектром;
- мобильность спектра;
- совместное использование спектра.

Зондирование спектра – обнаружение неиспользованных полосы спектра. Обнаружение мертвых зон спектра является одним из основных функций когнитивного радио.

Это процесс захвата лучшей доступной полосы частот с учетом потребностей пользователей и требований к качеству обслуживания. Управление эффективностью использования спектра является важной функцией когнитивного радио.

Мобильность Спектр позволяет когнитивному пользователю менять рабочую частоту с одной на другую. Этот переход возможен благодаря обнаружению какой-либо лучшей возможности использования спектра. Когнитивное радио работает на основе динамического доступа к спектру, вследствие чего поддерживается бесшовный переход между частотами.

Позволяет пользователям когнитивного радио эффективно пользоваться и обмениваться используемым лицензируемым спектром.

Показатель интенсивности использования спектра делят на три категории: «черные пятна», «серые пятна» и «белые пятна» [5, с. 97]. Черные пятна используются первичными пользователями лицензионного спектра. Сигналы здесь характеризуются высокой мощностью.

Серые пятна используют устройства, которые излучают сигналы низкой мощности. Белые пятна являются незанятыми или частично занятыми полосами частот.

Когнитивное радио можно организовать:

- с помощью централизованной базы данных, содержащей информацию об использовании окружающего радио пространства разными устройствами и технологиями радиодоступа;
- с использованием контрольного канала (Cognitive Pilot Channel, CPC).

Концепция использования базы данных может применяться для работы в «белых пятнах». В базе данных должна храниться информация обо всех лицензируемых пользователях полос радиочастот. До процесса передачи устройству, работающему в «белых пятнах», необходимо связаться с базой данных и сообщить информацию о своем местоположении, полученную с помощью GPS или ГЛОНАСС, и получить список доступных каналов: полосы частот, которые могут быть использованы без создания помех оборудованию, работающему в первом приоритете. Используя информацию об использовании эфира, когнитивное радио сможет менять технологию

радиодоступа и частоту передачи на наиболее подходящую для предоставления необходимой услуги.

Использования контрольного канала CPC основано на доставке необходимой информации с помощью общего контрольного канала. Без наличия информации об использовании технологиями радиодоступа частот в пределах рассматриваемой полосы, доступной для использования мобильным устройством, необходимо просканировать всю полосу частот для получения информации о загруженности спектра [6, с. 118]. Для этого потребуется длительное время. Чтобы сократить это время в контрольном канале необходимо передать достаточное количество информации на мобильный терминал, для возможности начала сеанса связи, оптимизированного по времени, ситуации и местоположению терминала. В контрольном канале требуется передать соответствующую информацию, касающуюся полос частот, технологий радиодоступа, служб и состояния загруженности спектра в местоположении терминала.

Процесс работы терминала с контрольным каналом делится на две фазы: фазу запуска и фазу продолжения. В фазе запуска терминалу по внеполосному контрольному каналу передаются данные, позволяющие выбрать сеть в эфире, где доступны к подключению и использованию несколько технологий различных операторов связи. В фазе продолжения терминалу передается более подробная информация об окружающей среде для формирования терминалом принципов управления реконфигурацией [7, с. 260].

Таким образом, в представленной работе показаны различные возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по увеличению эффективности использования радиочастотного спектра. Описана эффективность представленных методов. Представленные пути решения проблемы оптимизации дают возможность значительно увеличить эффективность использования радиочастот, что делает их практическое применение целесообразным при данной экономической обстановке

Литература

1. Marcus, M., C.J. Burtle, Federal Communications Commission (FCC): Spectrum Policy Task Force. ET Docket no., 2002. 02-135.
2. Haykin, S., Cognitive Radio: Brain-Empowered Wireless Communication. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2005. 23 (2): 201-220.
3. Molisch, A.F., L.J. Greenstein, Propagation Issues for Cognitive Radio. Proceedings of the IEEE., 2009. 97 (5) 787-804.
4. Amna, A., J.H. Reed, 2010. Survey of Cognitive Radio Architectures. In the proceedings of 2010 IEEE South East conference, 2010. 292-297
5. Li, S., M. Kokar, 2013. Flexible Adaptation in Cognitive Radios. pp: 13-15.
6. Huang, Y., J. Wang, Modeling of Learning Inference and Decision-Making Engine in Cognitive Radio. In the proceedings of 2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing, 2010. 258 – 261.
7. Bhattacharya, P.P., R. Khandelwal, Smart Radio Spectrum Management for Cognitive Radio. Intl. J. of Distributed and Parallel Systems (IJDPS), 2011. 2 (4): 12-24.