

COGNITIVE RADIO SIGNAL DEVELOPMENT AND RESEARCH APPLICATION AND TECHNOLOGY

Rumyana M. Rumenoa, Yordanka M. Lambova

Abstract: This paper shows the application and technology of cognitive radio and examine the structure and conception.

Keywords: SDR, cognitive radio

КОГНИТИВНО РАДИО РАЗРАБОТКА И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИГНАЛИТЕ ПРИЛОЖЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

Румяна М. Руменова, Йорданка М. Ламбова

Национален военен университет „В. Левски”, Факултет „Артилерия, Противовъздушна отбрана и Комуникационно-информационни системи

Въведение

В момента разпределението на радиочестотния спектър се основава на заделяне на определен честотен диапазон за определена услуга, което води до неефективно използване на честотните ресурси. Броят на безжичните услуги расте и за тях се изискват все по-голям запас от радио честоти. Настоящата политика за разпределение на радио спектъра вече не е толкова ефективна.

Проблемът с неефективността на разпределение на спектъра може да бъде решен чрез нова система за динамичен достъп до лицензираните диапазони от честоти, използвани от (т.нар първични) потребители. Динамичен достъп до радио спектъра е когнитивно радио, което дава възможност достъп до безжичния канал заедно с основните потребители. Когнитивното радио е иновативна технология за създадена за повишаване на ефективността на използването на честотните ресурси.



Фигура 1. SDR радиоустройство

1. Еволюция на съвременните радиосистеми

„Към SDR не се предявяват изисквания да поддържа всички възможни типове радио устройства, но SDR технологиите могат да осигурят гъвкавост, необходима за постигането на пълния потенциал на устройствата, като спомогнат за намаляване на разходите и повишаване на ефективността на системата.

- **Адаптивно радио**

Адаптивното радио е радио, в което комуникационните системи имат средства за наблюдение на собствените си резултати и промяна на оперативните си параметри с цел тяхното подобряване.

- **Когнитивно радио**

Когнитивното радио е радио, в което комуникационните системи следят вътрешното състояние и околната среда, като местоположение и използване на радио честотния спектър.

- **Интелигентно радио**

Интелигентното радио е когнитивно радио, което може да се самообучава. Това позволява на когнитивното радио да подобри начините, по които се адаптира към промените в производителността и околната среда и по този начин по-добре да обслужва нуждите на крайния потребител.“

2. Когнитивно радио

Когнитивното радио анализират заобикалящия радиоспектър, с цел получаване на достъп до неизползвани честоти, използва интелигентна техника, базирана на кумулативно обучение, алгоритъм за вземане на решения, за да не бъде нарушена нормалната работа на околните системи. Когнитивното радио е много гъвкаво по начин, който му позволява да съществува съвместно с всяка комуникационна система, да се адаптира към всяко състояние на канала чрез промяна на неговите параметри на работа, като схема на модулация и кодиране на канали, за да се постигне възможно най-високо качество на услугата.

Когнитивното радио се счита за технология за споделяне на радиочестотния спектър като ултра широколентов диапазон . Ключовата разлика е, че докато спектърът на UWB(Ultra Wide Band) сигнала се припокрива със спектъра на първичния потребителски сигнал чрез предаване на много ниски нива на мощност, които трудно засягат първичните потребители, когнитивно радио предава през временно неизползвани спектрални сегменти, дефинирани като спектрални „дупки“ , в гъвкав

опортюнистичен начин. В резултат на това устройството може да предава висока мощност на сигнала и следователно да има по-далечен обхват от UWB устройство, стига да може правилно да идентифицира неизползваните спектрални сегменти и спектралните вредни смущения в първичните потребителски спектри.

3. Структура на Когнитивното радио

Модерните комуникационни системи са разработени на базата на модела OSI (отворени системи). Всяко ниво се разработва независимо и може да бъде модифицирано или разширено, без да засяга други нива. Благодарение на определените на всяко ниво интерфейси, компоненти от различни производители могат да взаимодействат помежду си.

Това води до разходи във изчисления и дълги закъснения. Поради изолацията на нивото, нейното най-високо ниво не може да получава информация за най-ниското и тогава взаимодействието на нивата е ограничено.

Общата система на ниво довежда до създаването на нови нива. Например, резервни функции на нива (контрол на грешките на физически и канални нива). Основната цел на системата на взаимодействие между нива и увеличаване на информационния поток между нивата.

Взаимодействието може да се извърши както от най-високо ниво до най-ниско, и обратно. Например информация за скоростта дачите в канала от каналното ниво могат да се предават на нивото приложения и по този начин променя скоростта на кодиране на видеото в съответното приложение. Ако скоростта на трансфер в канала намалява, скоростта на компресия на видео също намалява. Нивата не могат да бъдат комбинирани за интегриране на техните функции.

4. Концепция на Когнитивното радио

Приемането на когнитивно радио технологията като технология за безжичните мрежи от ново поколение довежда до появата на нови концепции.

Наличието на когнитивни радиоустройства разделя потребителите на безжичния спектър на два типа или класа, а именно:

Първични (лицензирани) потребители и Вторични (нелицензирани / когнитивни) потребители. Следователно две мрежи съществуват едновременно; първична мрежа, която съдържа всички първични потребители със съответните лицензирани комуникационни системи, и вторична независима мрежа, която съдържа вторични нелицензирани когнитивни потребители. Основните потребители са първоначалните потребители, които могат да имат наследен достъп до техните специализирани спектърни ленти безусловно по всяко време или място.

Вторичните потребители са когнитивните радиопотребители, които получават достъп до спектъра по иерархичен начин. Първичните потребители не проявяват никакво познавателно поведение и тяхното действие или дизайн не трябва да се влияе от присъствието на когнитивни потребители. Абсолютният приоритет за достъп до спектъра винаги отива на основния потребител. Дори ако вторичният потребител вече предава по определен канал, той трябва незабавно да напусне този канал, ако първичен потребител усети, че се опитва да получи достъп до този канал.

5. Когнитивно радио задачи и функции

Изключителната работа на когнитивно радио изисква и изключителни функции, включващи уникални задачи.

5.1. Когнитивна радио способности и преконфигурируемост

• **Когнитивната способност** се отнася до способността на радиоустройството да постига „осведоменост“ за заобикалящата среда чрез извличане на полезни знания за заобикалящата радио среда по интелигентен и ефикасен начин, като същевременно оказва минимална намеса на околните потребители. Тези знания трябва да съдържат много измерения не само честота и време, но също така пространство, мощност, нива на смущения, различни кодове и т.н. Чрез тези знания когнитивното радио устройство може да идентифицира полезни спектърни сегменти и да използва интелигентен алгоритъм за избор на най-добрия и работен канал.

• **Преконфигурируемостта** дава възможност на когнитивното радио да използва получените знания чрез познавателната си способност за динамично пренастройване на своите параметри за предаване / приемане, за да се адаптира към промените в радио средата. Вграденият SDR в когнитивното радио улеснява тази задача, като му позволява динамично да конфигурира различни параметри, като честота на работа, схема на модулация, кодиране и др.

5.2. Когнитивни функции

Функциите могат да бъдат разпределени в четири основни когнитивни функции, а именно: Определяне на спектъра, управление на спектъра, мобилност на спектъра и споделяне на спектъра.

Основните когнитивни радио функции включват:

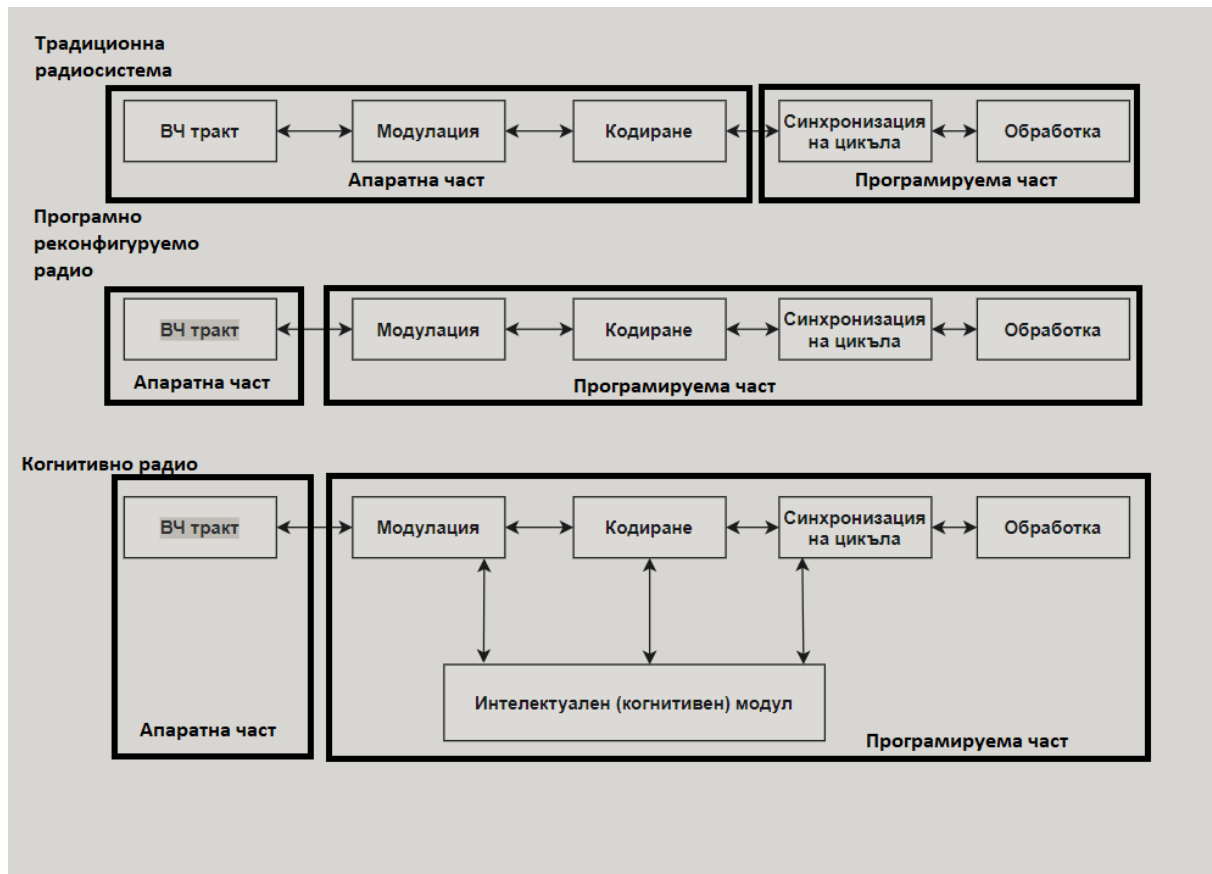
- Сканиране на спектър;
- управление на спектъра;
- мобилност на спектъра;
- динамичен достъп.

Сканиране на спектъра - откриване на неизползвани честотни диапазони (дупки). Откриването на „дупки“ е една от основните функции на когнитивното радио.

Това е процесът на заснемане на най-добрата налична честотна лента, като се вземат предвид нуждите на потребителите и изискванията за качество на услугата. Управлението на ефективността на спектъра е важна функция на когнитивното радио.

Динамичния достъп позволява на когнитивния потребител да променя работната честота от една на друга. Този преход е възможен след откриването на канал с по-добри параметри. Когнитивното радио работи въз основа на динамичния достъп до спектъра, в резултат на което се поддържа безпроблемен преход между честотите.

Когнитивните радио мрежи се състоят от два типа потребители, първични (лицензирани) и вторични (не лицензирани) потребители. Основните потребители имат по-висок приоритет за използване на лицензирана честотна лента.



Фигура 2. Модел на система на когнитивно радио

Вторичният потребител може да използва лицензираната честотна лента, без да засяга приоритетното използване на радиочестотния спектър от основния потребител, което увеличава максимално ефективността на лицензираното използване на спектъра. Като се имат предвид параметрите на предаване и приемане на данни, когнитивното радио може да бъде разделено на две групи, както е показано на схемата по-горе.

Заклучение

Като заключение трябва да се отбележи, че използването на когнитивна радио технология в радиосистемите за специални потребители ще предоставят широколентова връзка безжичен достъп до мрежи за данни, както във фиксирани честотни диапазони специални потребители и в лицензирани честотни диапазони без създаване на взаимна намеса.

В рамките на посочените технологии за изграждане на радиосистеми за специални потребители ще гарантират интелигентност, стабилност, надеждност и секретност на комуникационната система. Още изследванията ще бъдат насочени към разработване на препоръки за модернизация съществуващи и развитието на нови комуникации за специални цели с използване на когнитивни радио технологии, както и подобряване на методите управление на ресурсите в мрежи с динамична архитектура и възможност самоорганизация.

References:

1. Дянко К. Хубенов, Росен Атанасов Богданов „СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНОТО РАДИО КАТО ЧАСТ ОТ КОГНИТИВНОТО РАДИО „(205-206стр.)2018г.
2. Джоунс Е., "Използването на софтуерната комуникационна архитектура (SCA) за приложения за сонарни и подводни комуникации", Протокол на техническата конференция на форума на SDR, (2006)
3. Хайкин, С., Когнитивно радио: Мозъчна комуникация безжична комуникация. Списание IEEE за избрани области в комуникациите, 2005.23 (2): 201-220стр.
4. Кванг Чен Чен, Прасад Р. Когнитивни радио мрежи. Wiley, 2009г. 359 стр.
5. Дойл Л. Основи на когнитивното радио. Cambridge University Press, 2009г.252 стр.
6. Николаев В.И. Прогноз развития технологий широкополосного доступа двойного назначения до 2020 года // В.И. Николаев, А.В. Гармонов, Ю.И. Лебедев / IX научно-техническая конференции „Технологическая модернизация – основа повышения конкурентоспособности радиоэлектронной промышленности”, Томск, 14 сентября 2010г
7. ECC Strategic Plan for the period 2015-2020, Montreux, 28 November 2014

APPLICATIONS OF SOFTWARE DEFINED RADIO SYSTEMS

Vladimir R. Krastev

Communication Networks and Systems Department, "Vasil Levski" National Military University, 1 "Karel Shkorpil" str., Shumen, Bulgaria

Abstract: This paper shows the application and technology of software defined radio

Keywords: SDR, cognitive radio

ПРИЛОЖЕНИЯ НА СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНИТЕ РАДИО СИСТЕМИ

Владимир Р. Кръстев

Национален военен университет „В. Левски“, факултет „Артилерия, Противовъздушна отбрана и Комуникационно-информационни системи

Въведение

Софтуерно дефинирано радио" не е напълно стандартизиран термин, който има едно официално значение.

Софтуерното радио е приемник с директно преобразуване на честотата – изходът му се подава на входа на звуковата карта на компютъра. Входният сигнал се преобразува в нискочестотен сигнал в работния диапазон на звуковата карта. За да се получи едносигнално приемане трябва да се премахне огледалният канал.

Радио, в който някои или всички функции физическия слой са софтуерно дефинирани. С други думи, софтуерът се използва за определяне на спецификацията на радиото и това, което прави. Ако софтуерът по радиото се променя, нейната производителност и функция може да се промени.

Друга дефиниция, която изглежда да обхваща същността на Software Defined радиото, SDR е, че тя има родово хардуерна платформа, на която софтуер работи да предостави функции, включително модулация и демодулация, филтриране (включително промени честотна лента), както и други функции, като например избор на честота и ако се изисква смяна на честоти. Чрез преконфигуриране на промяна на софтуера, след изпълнението на радиото се променя.

Софтуерното дефинирано радио дава възможност за работа чрез съществуващите компютърни операционни системи в много по-широк диапазон от честоти и прециз-

ност, докато една традиционна аналогова система е ограничена в даден диапазон или функции от собствения ѝ хардуер. Това го прави често предпочитано от радиолюбители и комуникационни компании

Софтуерният контрол позволява също една и съща станция или случайна честота да бъде обработена както като амплитудно модулиран така и честотно модулиран сигнал в зависимост от целите на потребителя само чрез софтуерния интерфейс.

1. Обзор на SDR системите

Софтуерното дефинирано радио, е съвременна концепция в изграждането на радиомрежи, при което някои от функциите на приемника (на места и предавателя) се прехвърлят на компютър (микропроцесор, микроконтролер). Сигналят от антената отива към входната верига, където се филтрира от ненужни сигнали, може да се усилва или разделя, в зависимост от задачите на устройството. В миксера полезният сигнал се смесва с локалните сигнали на осцилатора. Има две от тях и те са фазово изместени на 90 градуса една от друга. На изхода на миксера се получават аудио сигнали, чийто спектър лежи над и под локалната честота на осцилатора. Например: локалният осцилатор е 27.160 мегагерца, а честотата на полезния сигнал е 27.175 мегагерца, на изхода на миксера се получават два сигнала с честота 15 килогерца. Те също се наричат I/Q сигнали. Чрез аудио усилвателя се довежда до желаното ниво и се подава към амплитудата на сигнала. Според фазовото изместване на I/Q сигналите, програмата определя над или под локалния осцилатор е имало полезен сигнал и потиска ненужната огледална лента за приемане. Приблизително на същите принципи работи и SDR предавателят: фазово изместеният нискочестотен сигнал от ЦАП се смесва с локалния осцилатор в миксера, на изхода вече имаме модулиран високочестотен сигнал, подходящ за усилване на мощността и захранване на антената. Трябва също да се отбележи, че се появили още по-модерни SDR системи, в тях полезен сигнал се подава директно към високоскоростен АЦП.

В любителската технология на долния и средния сегмент компютърните звукови карти се използват главно като амплитудата на сигнала. Както вградената към дънната платка, така и външната, свързана през USB или вмъкната в PCI конектора на дънната платка. Причината за това е проста: обикновено звуковите карти, вградени в дънната платка, не блестят с добри характеристики и това се компенсира чрез инсталиране на външни. Продължителността (интервалът, в който sd е в състояние да приема полезен сигнал без настройка на локалния осцилатор) директно зависи от звуковата карта: колкото по-висока е честотата, която звуковата карта може да дигитализира, толкова по-широк е обхватът. Обикновено това са 44 килогерца (лента 22), 48 килогерца (лента 24), 96 килогерца (48) и дори 192 (96) килогерца. При високо сегментните технологии се използват висококачествени и скъпи АЦП, сигналят от който се преобразува от микропроцесора, вграден в SDR, до разбираем компютър.

Основното предимство на SDR технологията в любителската практика: това е голям брой видове модуляции, регулируеми параметри на приемопредавателя (в края на краищата обработката на сигнала се извършва програмно) и панорамен преглед на обхвата.

Тъй като приемно-приемниците и приемниците на SDR са присъщи директно приемници и предаватели за преобразуване, ще бъде полезно да се запознаете с теорията на процесите, протичащи в тези устройства. Как точно се разпределя или формира желаната странична лента в SDR става ясно след прочитането на документа.

Този софтуер поддържа радиостанции от повечето големи производители, прости радиостанции за звукова карта като SoftRocks и отличната гама Airspy.

SDR въвеждат възможността за достъп до различни форми на комуникация чрез компактен радиоприемник. Функционалността на SDR се реализира чрез софтуер, който изпълнява задачите по обработка на сигнала в цифровата област. Вместо обработка на аналогови RF сигнали, да изолира канали и да премахне шума от тях и от съседни ленти, SDR конвертира безжичния сигнал в цифров поток от данни при първа възможност. Мощната цифрова обработка на сигнала предвижда по-гъвкави софтуерно дефинирани функции и хардуерно преконфигуриране. За преносими 3G безжични комуникационни уреди този вид цифрова обработка на сигнала е важен, за да могат да се ползват различни стандарти и множество режими на работа. Тя позволява хардуера на приемника да се преконфигурира за различни цели, като това води до значително намаляване на размера на системата, както и цената. В един клетъчен телефон, например SDR, ще използва същия хардуер за комуникации навсякъде по света, въпреки разнообразието от стандарти на различните места по света. В различните части на света честотите за предаване и приемане за 2G и 3G са различни. Това означава, че в един идеален универсален преносим уред радиочестотите на предаване и приемане трябва да се отделят.

Преходът от въображаеми супер - безжични уреди от сферата на фантазията към действителността изисква разработването на мобилен телефон, който може да поддържа всички стандарти. SDR – устройствата трябва да отговарят на стандартите, които са общи днес, но също и на стандартите, които могат да възникнат в бъдеще, за да отговарят на нарастващите нужди и да могат да преодолеят проблемите, открити след въвеждането на устройството. SDR изследванията се насочват към два основни подхода. Първият подход води до преминаване към хардуер и софтуер, който може да се преконфигурира за предоставяне на различни функции. Този аспект включва идеите за преконфигурация и широко използване на софтуер във всички слоеве на протоколния стек, включително физическия слой. Първата стъпка е повторно конфигуриране на части, които се изпълняват от софтуер, дори в сегашните системи. Тези части включват три основни компонента: сигнал за обработка на алгоритми във физическия слой, протоколния стек и приложния слой. Концепцията SDR препоръчва промяна в конфигурацията на трите части от мрежата или от едно заявление, въз основа на търсенето. Преконфигурация също обхваща идеята за повторно конфигуриране на хардуера. Тази преконфигурация отново може да бъде на системно ниво или на ниво функция в дадена система. Първият подход предполага използването на един и същи хардуер с различни параметри в различните режими, докато вторият подход предполага използването на една и съща част от хардуера за различни видове обработка, по различно време. Вторият и може би по-ефективен подход, е създаването на малко и ефективно безжично устройство, което включва аналогови функции в областта на цифровия домейн.

2. Софтуерно дефинираното радио често предлага няколко основни софтуерно дефинирани филтри с идентични наименования:

- Честотна теснолентова модулация – NFM (Narrowband Frequency Modulation)
- Честотна широколентова модулация – WFM (Wideband Frequency Modulation)
- Амплитудна теснолентова модулация
- Долна странична лента – LSB (Lower Sideband)
- Горна странична лента – USB (Upper Sideband)
- Предаване със стеснен носител с двойна лента – DSB (Double Sideband)
- Модулация с непрекъсната вълна – CW (Continuous Wave)
- Квадратурен генератор на опорен сигнал – I/Q (In phase/Quadrature)
- Задаващ генератор – VFO (Variable Frequency oscillator)

Радиостанциите, както и всяка друга електронна система, могат да включват различни степени на софтуерно базирана функционалност. Появява се въпрос, след това: Кога обикновеното радио става софтуерно дефинирано радио? Колко софтуер трябва да има?

Определянето се прави въз основа не на количеството софтуер, а на задачите, изпълнявани от софтуера. Ако искате да се обадите на нещо като SDR, софтуерът трябва да отговаря за основните задачи за обработка на RF сигнал, които традиционно се изпълняват от хардуера. Те включват следното:

За предавателния тракт:

- генериране на форма на сигнала на основната лента
- генерирайки Intermediate frequency (междинна честота) форма на вълната
- генериране на вълнова форма (тук "RF" се отнася до крайния сигнал с най-висока честота, който се изпраща към антената)

За приемния тракт:

- вземане на проби и демодулиране на получения RF сигнал или IF сигнал
- вземане на проби и декодиране на бейсбанд сигнала (това важи само за връзките за данни, защото чрез "декодиране" имам предвид анализа на сигнала на основната лента, за да се определи бинарната информация, представена от всеки символ)

3. Предимства на SDR:

Освен факта, че софтуер определено радио може да се преконфигурира, Друго основно предимство е, че на вълната преносимост. Има няколко причини за необходимостта от SDR вълната преносимост:

- Намалването на разходите: С формите на вълните за различни предавания, военни и търговски, струва огромни суми, за да се развива, има реална нужда да бъде в състояние да се използват повторно вълни по различни проекти и това е вероятно да включва много различни платформи

- Сметчане излизането от употреба: Подобно изискване идва като разработва хардуер технология и е необходимо да се прехвърлят съществуващи вълни върху новите платформи

- Оперативна съвместимост: За да се осигури пълна оперативна съвместимост клиент може да поиска използването на определена форма на вълната се използва в рамките на оборудване от различни производители.

Пълна преносимост SDR форма на вълната, не винаги е лесно да се постигне. Въпреки това е необходимо да се включат мерки за най-ранните етапи на проекта, за да се гарантира преносимостта на оптимално ниво. Елементи, като например използването на SCA - Софтуер Communications Architecture, и CORBA, форма на мидълуер, свързани с SCA..In допълнение към използването на SCA и CORBA общи добри структурирани са необходими техники за програмиране - кратки съкращения, които могат да работят на една платформа Със сигурност не може да се работи върху друг. Често е необходимо, за да може отново да компилирате кода за използване на различни платформи, така че всичко, код трябва да бъде във формат, който може да бъде съставен на предвидимите платформи.

Заклучение

Днешната технология е близо до осъществяване на полезни SDR с ниски нива на консумация на енергия което е от съществено значение за преносимите безжични устройства. Концепцията и усилия SDR в крайна сметка ще предостави абонати с малки

лични устройства, съдържащи множество функции за информация и развлечения, които няма да бъдат ограничени да използват само един стандарт в определена част на света. За операторите в сферата на безжичната индустрия и производителите на оборудване, перспективата за по нататъшното развитие на SDR е полезна и вълнуваща

References

1. www.gigatest.bg
2. bg.electronics-council.com
3. www.mobimax.bg
4. Hubenov D., Software defined radio as a part of cognitive radio, 2018.