

УДК 621.391.3

Васильєва О.В.; Олексієнко В.О.; Сябро С.С.; Коваленко І.І.

РОЗВИТОК ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Vasil'yeva O.V., Oleksiyenko V.O., Syabro S.S., Kovalenko I.I. Development of software-configurable telecommunication systems.

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

Васильєва О.В., Олексієнко В.О., Сябро С.С., Коваленко І.І. Розвиток програмно-конфігурованих телекомунікаційних систем.

У роботі описано принципи побудови програмно-конфігурованих телекомунікаційних систем 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

Васильєва О.В., Алексієнко В.О., Сябро С.С., Коваленко І.І. Развитие программно-конфигурируемых телекоммуникационных систем.

В работе описаны принципы построения программно-конфигурируемых телекоммуникационных систем 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

Вступ

Усе більш очевидним стає той факт, що жодна країна не може обійтися без програмно-конфігурованих телекомунікаційних систем (ПТС). Інфраструктура широкопasmового зв'язку включає цифрові магістралі сучасної інформаційної економіки. Сьогодні ПТС є найважливішою інфраструктурою у будь-якій сучасній економіці, грає таку ж життєво важливу роль, як і водні транспортні або енергетичні мережі. Дійсно, в сучасній економіці інфраструктура ПТС може часто інтегруватися з водними, транспортними і енергетичними мережами, щоб сформувати інтелектуальні розподілені мережі, що дозволяють ефективніше образом використовувати ресурси [1].

Сьогодні отримав широке визнання того факту, що інвестиції в ПТС можуть сприяти міжнародній конкурентоспроможності країн, створенню висококваліфікованих робочих місць і зміцненню підприємств за рахунок підвищення їх динамічності. Стає усе більш очевидним, що країни, що розвиваються, не можуть дозволити собі втратити ці можливості для розвитку, росту і торгівлі, пропонованих інфраструктурою ПТС. Відмова від інвестицій в інфраструктуру і послуги зв'язку загрожує виключенням країни не лише з системи доступу до плодів інформаційної революції, але і від реальних можливостей для економічного зростання і створення робочих місць [1, 2].

До теперішнього часу проведений великий об'єм дослідницьких робіт, результати яких свідчать про позитивну віддачу і потужні зовнішні чинники і наслідки інвестицій в ПТС.

Усе вищесказане, як ніколи актуально для технологій ПТС, засновані на штучному інтелекті. Як не розглядати і не визначати штучний інтелект в ПТС, він здатний істотним чином поліпшили ефективність інфраструктури ПТС, систем і компонентів, створити нові послуги і забезпечити оптимальний розвиток галузі. В майбутньому надання послуг в охороні здоров'я, освіті, банківській справі, бізнесі, торгівлі і державних органах спиратиметься на платформи на базі штучного інтелекту, тому усім країнам слід розробляти плани майбутнього, заснованого на штучному інтелекті.

Виклад основного матеріалу дослідження

Складником розвитку і становлення мереж мобільного зв'язку п'ятого покоління є інтелектуальні системи радіозв'язку, які використовують штучний інтелект. У звіті МСЭ виконано визначення системи радіозв'язку з програмованими параметрами і системи когнітивного радіо (CRS).

Це радіопередавач і радіоприймач, що використовує технологію, що дозволяє за допомогою програмного забезпечення встановлювати робочі радіочастотні параметри [3].

SDR об'єднують апаратні і програмні технології, де усі або деякі з працюючих функцій настроюються (змінюються) засобами програмного забезпечення. Такі пристрої зазвичай можуть містити програмовані логічні інтегральні схеми (FPGA), цифрові сигнальні процесори (DSP), процесори загального застосування (GPP), програмовані системи на кристалі (SoC). Використання цих технологій дозволяє змінювати і розширювати функціональні можливості радіосистем без апаратного втручання в схему.

В якості прикладу показана програмна модель SDR-прийомопередавач (рис. 1). Яка полягає з приймача і програмованої логічної інтегральної схеми.

У зв'язку із стрімким ростом смартфонів передача даних у безпроводних мережах може зіткнутися з катастрофічною нестачею частот, тому консультативна група при МСЭ пропонує мобільним операторам і дослідницьким лабораторіям нарощувати зусилля із пошуку рішень для ефективнішого використання спектру.

У Державному університеті телекомунікацій проводиться науково дослідницька робота спрямована на вирішення цього питання.

Одно з рішень - використання так званого когнітивного радіо, яке може детектувати невживані в даний момент смуги частот і перемикається між такими вільними каналами без обриву передачі даних.

Системи когнітивного радіо можуть охоплювати ряд технологій радіодоступу, а мережі різних мережевих топологій, зможуть забезпечити використання їх спектру на основі доступного на місцевому рівні. У зв'язку з цим потрібне визначення розташування і характеристик інших технологій радіодоступу в межах охопленої смуги частот, яка досяжна з рухливого терміналу, а також сканування усього діапазону налаштування, для того, щоб визначити локальне використання спектру.

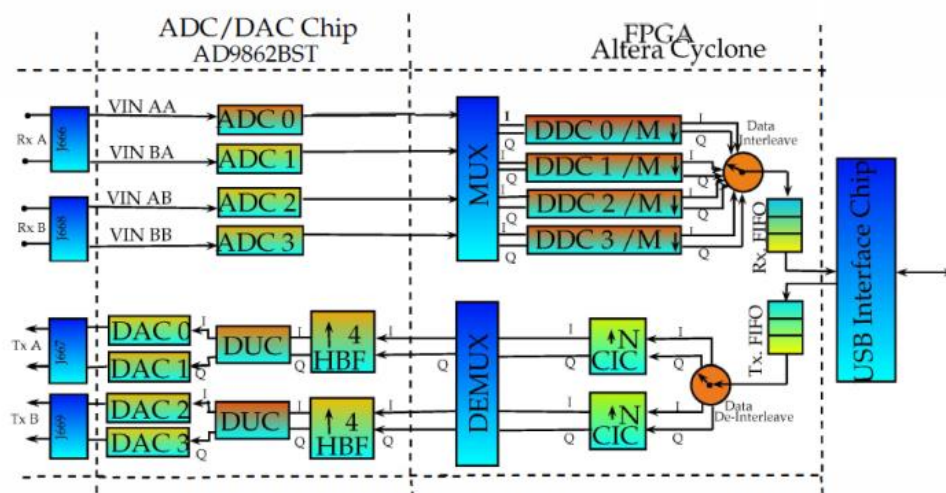


Рис. 1. Програмна модель SDR-приємопередавача

Для когнітивного радіо визначено, що пристрої повинні:

підтримувати декілька технологій радіодоступу мати здатність динамічного визначення доступних технологій і вільного радіочастотного ресурсу.

Організація системи когнітивного радіо здійснюється з використанням (рис. 1):

- контрольного каналу;
- бази даних з інформацією про навколишній радіопростір.

Приклад середовища з декількома технологіями радіодоступу схемний наведений на слайді.

Без наявності якої-небудь інформації про розташування декількох технологій радіодоступу в межах даної смуги частот, досяжної з рухливого терміналу, необхідно просканувати усю смугу частот для того, щоб упізнати завантаженість спектру. Проте для цього вимагається тривалий час.

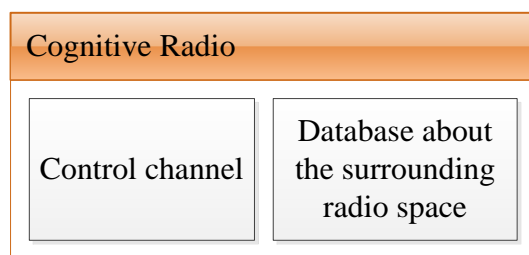


Рис. 2. Організація системи когнітивного радіо

У такому контексті, в контрольному каналі необхідно передати достатню кількість інформації на мобільний термінал, щоб той, у свою чергу, зміг почати сеанс зв'язку, оптимізований до часу, ситуації і місця розташування. У контрольному каналі вимагається передати відповідну інформацію, що стосується смуг частот, технологій радіодоступу, служб і стану завантаженості спектру в місці розташування терміналу.

Зокрема, після включення рухливий термінал не знає, яка технологія радіодоступу може бути найбільш відповідною або в яких смугах частот працюють можливі технології радіодоступу.

У роботі терміналу при взаємодії з контрольним каналом пропонується розрізнити дві основні фази, так звані фази «запуску» і «продовження» (рис. 3).

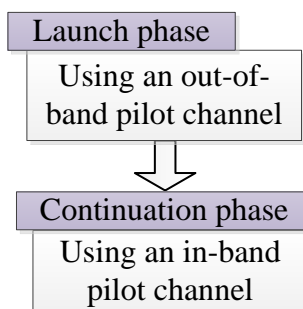


Рис. 3. Дві основні фази в роботі терміналу

Фаза «запуску»: після включення термінал визначає своє географічне місце розташування, використовуючи систему позиціонування, і пізніше він виявляє контрольний сигнал. Після визначення і синхронізації з контрольним сигналом, термінал здійснює пошук інформації, що передається в контрольному каналі, стосується зони його розташування, що і завершує фазу запуску. Фаза «продовження»: коли термінал під'єднався до мережі, може бути корисна періодична перевірка інформації, спрямованої від контрольного сигналу, для швидкого виявлення змін в довіллі в зв'язку або зі зміною положення, або реконфігурацією мережі.

При роботі терміналу у фазі «продовження» здійснюється не лише прослуховування контрольного каналу системи когнітивного радіо, який називають позасмуговим, але і контрольного каналу конкретної системи радіодоступу, що називається внутрішньопорожнинним.

Для дослідження цих технологій в останній версії Matlab доступний LTE System Toolbox. Процес формування LTE сигналів може вимагати великої кількості витраченого часу. LTE System Toolbox дає можливість генерувати сигнали набагато легше. Згенерований сигнал може бути використаний при рішенні ряду завдань, таких як, перевірка НВЧ компонентів на реалістичному LTE сигналі, оцінка впливу LTE сигналу на інші безпроводні системи, так само, тестування на коректну роботу LTE приймача.

LabVIEW Communications об'єднує апаратне забезпечення для SDR з комплексним програмним забезпеченням для повного циклу розробки, і що дозволяє інженерам створювати системи зв'язку п'ятого покоління.

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

GNU Radio - вільна платформа цифрової обробки сигналів. GNU Radio є набором програм і бібліотек, які дозволяють створювати довільні радіосистеми, схеми модуляції, форма сигналів, що приймаються і відправляються, в яких задаються програмно, а для захоплення і генерації сигналів застосовуються прості апаратні пристрої.

Висновки

Нові технології, такі як програмоване радіо і когнітивне радіо, знаходяться на відносно тернистому початку свого шляху. Але робота триває у всьому світі у тому числі в Державному університеті телекомунікацій, і отримувати нові результати поступово наближають нас до моменту активного впровадження інтелектуальних радіотехнологій, що дозволить ефективно використовувати інноваційні підходи за поданням послуг на основі мереж 4G і 5G.

Список використаної літератури

1. 19-th ITU plenipotentiary conference: final acts. - BEXCO, Busan, Republic of Korea : 20 October - 7 November 2014.
2. Толубко В. Би. Вплив інформаційно-телекомунікаційних технологій на світову економіку // Міжнародна науково-технічна конференція "Сучасні інформаційно-телекомунікаційні технології". - Київ: 17-20 листопада 2015 р. - Т. 1. - С. 6 - 10.
3. Визначення системи радіозв'язку з програмованими параметрами (SDR) і системи когнітивного радіо (CRS)[Електронний ресурс] // Звіт МСЭ-R SM.2152 - Режим доступу: <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2152>
4. С. 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

Васильєва Оксана Володимирівна - студентка, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.
Олексієнко Вадим Олегович - студент, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.
Сябро Сергій Сергійович - студент, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.
Коваленко Ілля Ігорович - студент, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Authors of the article

Vasil'yeva Oksana Volodymyrivna - student, State university of telecommunications, Kyiv, Ukraine.
Oleksiyenko Vadym Olehovych - student, State university of telecommunications, Kyiv, Ukraine.
Syabro Serhiy Serhiyovych - student, State university of telecommunications, Kyiv, Ukraine.
Kovalenko Ilya Ihorovych - student, State university of telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Дата надходження в редакцію: 28.01.2019 р.

Рецензент: к.т.н., доцент. А.О. Макаренко