

НПК МНІС ІП-2018

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
МОЛОДИХ
НАУКОВЦІВ І СТУДЕНТІВ

ЧАСТИНА **4**

ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ 30-РІЧЧЮ
ПІДГОТОВКИ ІТ-ФАХІВЦІВ В
ХМЕЛЬНИЦЬКОМУ
НАЦІОНАЛЬНОМУ
УНІВЕРСИТЕТІ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Хмельницький національний університет

Військовий інститут Київського національного університету
ім.Тараса Шевченка

ПВНЗ “Університет економіки і підприємництва”

Тернопільський інститут агропромислового виробництва

Інтелектуальний потенціал - 2018

збірник наукових праць молодих науковців і студентів

Присвячується 30-річчю підготовки ІТ- фахівців в Хмельницькому національному університеті

сформовано за матеріалами

Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих науковців і студентів «Інтелектуальний потенціал – 2018»

14-16 листопада 2018р.

Частина 4

Комп’ютерно-інтегровані технології, телекомунікації та радіотехніка

Хмельницький
2018

ББК 74.480.278
С.88

«Інтелектуальний потенціал – 2018» - збірник наукових праць молодих науковців і студентів з нагоди 30-річчя підготовки ІТ-фахівців в ХНУ/ Колектив авторів – Хмельницький: ПВНЗ УЕП, 2018. – Ч.4: Комп'ютерно-інтегровані технології, телекомунікації та радіотехніка – 100 с.

Відповідальний редактор: Капітанець С.В.

Відповідальний за випуск: Чешун В.М.

Редакційна колегія:

Желавський О.Б.

Капітанець С.В.

Мясіщев О.А.

Чешун В.М.

Тімофєєва Л.В.

ЗМІСТ

Андрушак В.В. Мартинюк В.В. Аналіз нелінійних елементів в частотній області	5
Бацман Р.В. Макаришкін Д.А. Аналіз особливостей побудови антенно-фідерних пристроїв для систем рухомого радіозв'язку	8
Боднар Д.В. Чорненко В.І. Метод адаптивної маршрутизації з використанням прогнозуючого фільтра	12
Бонар В.О. Джулій В.М. Оцінка генерації сигналу супутника на основі циклу відстеження GPS	16
Бондарець Д.А. Ковтун Л.О. Аналіз впливу затримок пакетів на пропускну здатність телекомунікаційної мережі IPTV	21
Бонсевич В.С. Ковтун Л.О. Аналіз концептуальної та блочної моделі оптичної системи транспортної мережі	26
Ганжа Ю.М., Клишко В.В. Шевченко В.Л. Клієнт-серверна система збільшення інформативності мобільних сенсорів	29
Губаровський Т.С. Карпова Л.В. Аналіз основних моделей забезпечення якості обслуговування в мережах NGN (FGN)	32
Дзюбій Д.В. Іванов О.В. Веб-портал з продажу робіт сучасних художників	37
Єремєєва А.М. Пивовар О.С. Система контролю стану кабельної лінії передачі на основі розподілених нелінійних елементів	41
Жук О.О. Бойчук В.О. Мультиагентні системи в моделюванні систем бездротового зв'язку	46
Залозний М.Ю., Хаханов І.В., Литвинова Є.І. Хмарний сервіс для моделювання цифрових систем на кристалах	44
Іванчук М.І. Карпова Л.В. Аналіз надання послуг в сучасних мобільних радіомережах	54
Качколя М.В. Ковтун Л.О. Аналіз алгоритму підвищення ефективності передачі інформації в системах зв'язку з N-OFDM	57
Кульпак Н.В. Хмельницький Ю.В. Забезпечення надійної передачі інформації при впливі перешкод у телекомунікаційних мережах	60
Матвєєнко Ю.В. Дядюн С.В. Сучасні інтернет-технології і веб-дизайн	64
Матвійчук Д.О., Бойко Ю.М. Аналіз енергетичної ефективності цифрових методів модуляції у безпроводних системах зв'язку	67
Морозов М.В., Бойко Ю.М. Аналіз топології мережної системи управління інформаційними потоками для оптичних телекомунікаційних систем	73
Попелюшко П.А. Макаришкін Д.А. Аналіз критеріїв для синтезу систем управління телекомунікаційними мережами	76
Потутаровський В.В. Мартинюк В.В. Аналіз стану каналу систем радіозв'язку	80

Прядун В.О. Мартинюк В.В. Аналіз ефективності мережі LTE.....	83
Радченко К.М., Стенякін І.А. Артамонов Є.Б. Апаратно-програмна система для навігації людей з інвалідністю за зором.....	86
Слободянюк К.М. Хмельницький Ю.В. Особливості організації компонентів сенсорних мереж	87
Трубичина Д. І. Корнієнко С. К. Автоматизована система підтримки роботи центру дитячої та юнацької творчості.....	91
Чайковський О.Ю. Ройзман В.П. Модель цифрового понижуючого перетворювача частоти в середовищі SIMULINK.....	93
Яркун В. І. Парамуд Я. С. Алгоритмічно-програмні засоби синхронізації потоків даних при їх передачі великими обсягами.....	97

Аналіз нелінійних елементів в частотній області

Андрушак В.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Мартинюк В.В.

Хмельницький національний університет

Для аналізу лінійних елементів в частотній області застосовуються різні методи. Один з методів, що часто застосовується, називається моделлю чорної скриньки (ang. black box), за його допомогою якого встановлюється залежність між вхідним та вихідним сигналами системи.

Ця модель в просторі часу виражається інтегралом згортки. У зв'язку з тим, що перетворення Фур'є дорівнює добутку образу Фур'є вхідного сигналу на передавальну функцію системи, то Фур'є-перетворення вихідного сигналу дорівнює саме цьому добутку.

Іншим широко використовуваним в просторі частот методом, який є зручним при застосуванні комп'ютера, є метод, побудований на основі матриці адмітанції. В результаті обчислень на основі матриці адмітанції отримуємо явний вигляд для передавальної функції.

Методика використання матриці адмітанції базується на ряді обмежень, які відсутні в її розширеній версії, вона називається методикою на основі модифікованої матриці адмітанції. Підхід до формулювання системи рівнянь на основі використання модифікованої матриці адмітанції є особливо ефективним, коли обчислення проводяться з використанням комп'ютера [1].

Природним шляхом розширення моделі чорної скриньки на нелінійні елементи є використання для їх опису рядів Вольтерри. У випадку нелінійних стаціонарних елементів звичайні одновимірні інтеграли згортки перетворюються у багатовимірні інтеграли згортки: двохвимірні, трьохвимірні і т.д.

Розглянемо комп'ютерні засоби нелінійного аналізу, основою яких є неперервні ряди Вольтерри і модифікована матриця адмітанції. Вони мають вигляд алгоритмів генерування нелінійних трансмітанцій (передавальних функцій), необхідних для обчислення гармонічних та інтермодуляційних спотворень, які виникають в нелінійних елементах.

Нелінійні аналогові елементи відрізняються від лінійних тим, що хоча б один або більше їх складових мають нелінійні характеристики. Це означає, що в таких елементах, крім лінійних провідностей, містяться також нелінійні провідності, крім лінійних ємностей, містяться нелінійні ємності і т.п. Процедуру складання рівнянь, які описують такий елемент, можна звести до відомої процедури, в якій застосовується методи модифікованої матриці адмітанції [2], де вводяться відповідні нелінійні моделі елементів.

Модифіковану матрицю адмітанції отримуємо шляхом введення в певних місцях цієї матриці виразів, виведених для окремих складових елементів. Структура цієї матриці не змінюється при проведенні аналізу окремих членів ряду порядку n ($n = 1, 2, 3, \dots$), який дає можливість отримати окремі відгуки відповідних порядків. При аналізі окремих порядків

змінюється тільки значення частот в певних залежних від частоти складових елементах та вектор збуджень.

Для виведення ефективного засобу створення ММА для нелінійних елементів, спочатку необхідно провести дослідження властивостей базових елементів моделі.

Будемо розглядати такі базові елементи: нелінійні провідності (НП), нелінійні ємності (НЕ), нелінійні опори (НО), нелінійні індуктивності (НІ) і нелінійні джерела керування. З нелінійних джерел керування будемо розглядати такі джерела: нелінійне джерело напруги управління напругою (НДНУН), нелінійне джерело напруги управління струмом (НДНУС), нелінійне джерело струму управління напругою (НДСУН) і нелінійне джерело струму управління струмом (НДСУС). Розглянемо також нелінійну модель операційного підсилювача (ОП).

Будемо розглядати такі характеристики елементів, присутніх в нелінійних моделях операційних підсилювачів: струмо - напругову ($i-v$), для НП; зарядо - напругову ($q-v$), для НЄ; напругово струмову ($v-i$), для НО; магнітний потік - струм ($\psi-I$), для НІ; напругово -напругову ($v-v$), для НДНУН; напругово - струмову ($v-I$), для НДНУС; струмо - напругову ($i-v$), для НДСУН; струмо - струмову ($i-i$), для НДСУС. Припускаємо, що схеми складаються з перелічених елементів і для заданих амплітуд вхідного сигналу їх можна описати збіжними степеневими рядами.

Операційний підсилювач ОП є важливим і специфічним елементом аналогових фільтрів, що використовуються в системах телекомунікації. Для нього при проведенні в просторі частот аналізу лінійних систем телекомунікації з використанням ММА за допомогою комп'ютерних засобів, також використовується еквівалентна схема (модель).

При аналізі нелінійних ОП розрізняються два такі моменти:

- нелінійність ОП, спричинена насиченням на виході;
- нелінійність ОП, спричинена входом [44, 288].

При аналізі лінійних електронних систем за допомогою модифікованої матриці адмітанції можна виділити такі дві групи елементів: елементи, від яких залежать передавальні властивості системи і елементи, від яких передавальні властивості системи не залежать.

Враховуючи схеми (моделі) нелінійних і лінійних елементів та зовнішніх некерованих джерел, приходимо до висновку, що для нелінійного випадку опис системи необхідно модифікувати шляхом введення додаткового вектора, яким описуються некеровані джерела, які з'являються в схемах (моделях) вказаних елементів.

Кожний лінійний елемент є наближеним випадком відповідного нелінійного елемента, коли його рівняння, яке описується за допомогою степеневого ряду, складається тільки з лінійного члена.

Враховуючи схеми (моделі) нелінійних і лінійних елементів та

зовнішніх некерованих джерел, приходимо до висновку, що для нелінійного випадку опис системи необхідно модифікувати шляхом введення додаткового вектора, яким описуються некеровані джерела, які проявляються в схемах (моделях) вказаних елементів. В результаті, отримуємо матричні рівняння, які використовуються для опису та обчислення окремих відгуків нелінійних аналогових систем телекомунікації, що описуються неперервними рядами Вольтерри.

Часто при проектуванні нелінійних аналогових систем телекомунікації потрібно знати їх відгук на збудження періодичним сигналом. Як відомо, періодичний сигнал можна розкласти в ряд Фур'є, і тоді проблема обчислення для цього випадку зводиться до знаходження відгуку системи на збудження сигналом, представленим рядом Фур'є.

Аналогові телекомунікаційні підсилювачі є прикладом систем, які хоча і проектуються як лінійні системи підсилення, проте, враховуючи нелінійні характеристики своїх складових елементів (транзисторів), крім виконання функцій підсилення, є разом з тим і джерелом нелінійних спотворень. Величина нелінійних спотворень в телекомунікаційних підсилювачах значною мірою оцінюється рівнем інтегрувальних спотворень. Рівень цих спотворень залежить від амплітуди вхідного сигналу. Чим більшою є амплітуда вхідного сигналу, тим вищим є рівень інтегрувальних спотворень.

Аналогові телекомунікаційні підсилювачі можуть мати різну будову. Вони можуть будуватися на одному або на багатьох транзисторах, які можуть бути з'єднані між собою різними способами. Підсилювачі можуть бути також одноступеневі - або багатоступеневі. В одноступеневих системах може використовуватися лінійний від'ємний зворотній зв'язок.

Одноступеневі системи підсилення можна також об'єднувати в послідовні каскади. Зворотній зв'язок, у свою чергу, можна застосовувати в багатоступеневих системах підсилення, і їх також можна об'єднувати в послідовні каскади. В багатоступеневих системах підсилення також застосовуються різні форми зворотного зв'язку та об'єднання в каскади.

Телекомунікаційні підсилювачі часто мають таку структуру, що в їх еквівалентних схемах важко виділити частини схеми, що абсолютно точно відповідають за зворотні зв'язки чи за каскадні сполучення. Тим не менше, виявляється, ці поняття можна ефективно використовувати при побудові моделі підсилювача і для спрощення проведення аналізу його функціонування.

Література

1. Vandewalle J., Man De H. J., and Rabaey J. Time, frequency, and z-domain modified nodal analysis of switched capacitor circuits // IEEE Trans. on Circuits and Systems.- March 1981.-Vol. CAS-28.- P. 186-195.
2. Vlach J. and Singhal K. Computer Methods for Circuit Analysis and Design.-New York: Van Nostrand-Reinhold, 1983.

Аналіз особливостей побудови антено-фідерних пристроїв для систем рухомого радіозв'язку

Бацман Р.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Макаришкін Д.А.

Хмельницький національний університет

В даний час в Україні та і в усьому світі продовжується розвиток мереж і систем рухомого радіозв'язку. Це відноситься як до мереж загального користування (переважно стільникових), так і до професійних (відомчих, технологічних). Продовжують розвиватися і удосконалюватися системи спеціального призначення, у тому числі з використанням штучних супутників Землі. При плануванні систем рухомого радіозв'язку виникає безліч проблем, пов'язаних з ефективним використанням радіочастотного спектру і забезпеченням внутрисистемної електромагнітної сумісності в процесі реалізації повторення частот і які включають: раціональний вибір місця розташування базових станцій, які використовують однакові частотні групи; визначення мінімальної відстані між базовими станціями в залежності від умов поширення радіохвиль; вибір типу антени, визначення висоти її розташування, орієнтація діаграм направленості.

Вказані процеси багато в чому визначають нові додаткові вимоги до антен (антенних систем) базової станції, як її невід'ємної частини. З урахуванням загальних тенденцій підвищення вимог до якості зв'язку в умовах складної електромагнітної обстановки посилюються вимоги до основних параметрів антен. З іншого боку, масове використання антен базових станцій систем рухомого радіозв'язку диктує не менш жорсткі вимоги до їх технічно-економічних показників. Для діючих і перспективних систем рухомого радіозв'язку виділені ділянки радіочастотного спектру в різних частинах НВЧ-діапазону, що зумовлює відносну різноманітність типів і технічних рішень антен базових станцій систем рухомого радіозв'язку. Не менш істотним чинником в цьому відношенні виступають специфічні технічні вимоги, що виникають при побудові корпоративних і спеціальних систем рухомого радіозв'язку, що передбачають різноманіття просторових, енергетичних та поляризаційних характеристик антен.

Проведення досліджень з різних напрямів теорії антен включає і вирішення питань теорії дифракції, зокрема, оцінку впливу електродинамічних чинників на: формування зовнішніх характеристик антенних пристроїв, створених на основі низькопрофільних випромінювачів вертикальної і горизонтальної поляризації; структуру і характер розподілу електромагнітного поля, сформованого антенними решітками. Отже, розширення функцій сучасних і перспективних радіозасобів може досягатися на основі використання антен, що забезпечують направлене випромінювання з низьким (зазвичай заданим) рівнем бічних пелюстків. Оптимальна побудова антенно-фідерних пристроїв для базових радіостанцій, стаціо-

нарних абонентських радіостанцій визначається вимогами й задумами створення системи мобільного зв'язку в цілому й не повинна їм бути протиставленою.

Слід вважати пріоритетними ті параметри антенно-фідерних пристроїв, які визначають їх функціональні якості й властивості, а масогабаритні характеристики їм підпорядкувати. Такий погляд на побудову антенно-фідерних пристроїв визначає їх вибір за принципом дії, що в підсумку обумовлює їх електричні характеристики та їх стабільність в процесі експлуатації в різні пори року, в різних погодних умовах і навіть в умовах ненавмисного впливу сторонніх сигналів та завад.

Електричні вимоги до антен залежать від системи зв'язку та структури мережі. Для транкінгових (радіальних) мереж, як правило діаграма направленості в горизонтальній площині повинна бути круговою, а вертикальна – з максимумом на горизонт для досягнення найбільшої дальності зв'язку. Для стільникових головне – мінімум завад сусіднім зонам для забезпечення принципу повторного використання частот, тому головна пелюстка діаграми направленості в вертикальній площині повинен бути трохи притиснутий до землі, а бічні пелюстки, які прилягають до головної є максимально подавлені. Найкращий варіант – якщо діаграми направленості в горизонтальній площині є секторними, тобто замість однієї всенаправленої антени використовується антенна система з декількох (наприклад, трьох чи шести) антен.

Таким чином, основними вимогами до антенно-фідерних пристроїв базових станцій систем стільникового зв'язку є наступні: характеристика направленості антени базової станції повинна бути ненаправленою (секторною) в азимутальній площині; антена базової станції повинна мати заданий коефіцієнт підсилення G ; в більшості випадків антенно-фідерний пристрій повинен мати вертикальну або похилу орієнтацію вектора напруженості електричного поля E до площини землі; мінімальні масогабаритні характеристики; можливість керування зовнішніми характеристиками (характеристикою направленості, поляризацією); мінімальні затрати на виготовлення; відповідність екологічним вимогам щодо високочастотного випромінювання на населення, абонентів мережі та обслуговуючий персонал.

Антенний пристрій базових станцій систем стільникового радіозв'язку є одним з найважливіших елементів системи в цілому, який, значною мірою, визначає її тактико-технічні можливості. Такі антени відносяться до класу високо піднятих, а тому потребують дорогих фідерів живлення. Тому питання, пов'язані з розробкою нових технічних рішень з компоновки антенних пристроїв базових станцій, модернізації вже існуючих, які реалізовані в діючих системах мобільного радіозв'язку, актуальні й мають практичну значимість.

Специфічною вимогою до антенних пристроїв базових станцій (без впливу на коефіцієнт підсилення) є формування заданої характеристики

направленості в азимутальній площині, визначеної принципами побудови систем мобільного радіозв'язку.

До найбільш поширених характеристик направленості антенних пристроїв базових станцій відносяться: кругова чи квазікругова; секторна із заданим значенням ширини сектора по рівню половинної потужності випромінювання; одно- чи двонаправлені, наприклад для організації радіозв'язку між абонентами, які розташовані вздовж витягнутих об'єктів.

Для реалізації вимог до антенно-фідерних пристроїв базових станцій у теперішній час використовуються такі антени, як штирьові АШ- h з $h = \lambda/4 \dots 5\lambda/8$, де h – висота провідника, який випромінює, а λ – довжина хвилі [1]. Такі антени забезпечують неспрямоване випромінювання в азимутальній площині, порівняно прості у виготовленні, потребують відносно малих затрат при виробництві, але ці антени мають суттєвий недолік – обмежений коефіцієнт підсилення, тому вони практично не використовуються в якості антенно-фідерних пристроїв базових станцій в дециметровому діапазоні.

Вдосконалення штирьових випромінювачів, спрямоване на усунення їх основного недоліку, призвело до створення колінеарних антен (патент № 242342 від 1924 р., Великобританія). Колінеарні антени знайшли більш широке застосування на практиці порівняно зі штирьовими антенами. Однак, вони мають наступні недоліки: мала механічна міцність (за виключенням коаксіальних колінеарних антен); вузький діапазон робочих частот за вхідним опором; складність настройки антени на етапі її розробки.

Більш широкими функціональними можливостями щодо формування необхідної діаграми направленості в азимутальній площині володіють антенні решітки вібраторного типу, що виконані у вигляді симетричного (петлевого) вібратора, розташованого над циліндричною поверхнею або над плоским екраном (панельні антени).

Зовнішні характеристики таких антен визначаються наступними параметрами: a/λ – товщиною циліндричної поверхні, де a – радіус циліндра; h/λ – відстанню віддалення випромінювача від циліндричної поверхні; типом випромінюючого елемента.

Аналізуючи результати розрахунку діаграми направленості в азимутальній площині симетричного вібратора над циліндричною поверхнею чи комбінацію з двох вібраторів, маємо можливість використовувати подібні випромінювачі для формування всенаправленого, секторного, двонаправленого випромінювання електромагнітного поля з метою вирішення конкретної задачі покриття певної зони (стільника), визначеної вимогами системи рухомого радіозв'язку.

До недоліків вібраторних синфазних решіток відносять високу металоемність, складність конструкції, обмежену величину коефіцієнта рівномірності та високі затрати на виготовлення. Реалізація антенних решіток вібраторного типу у верхній частині дециметрового діапазону довжин хвиль ускладнюється, перш за все, при виготовленні конструкції антени.

Доцільно антенні решітки вібраторного типу будувати над пласкою поверхнею, тобто перейти до панельних антен. Для створення ненаправлених характеристик направленості в азимутальній площині панельні антени будують у вигляді кільцевих антенних решіток. У теперішній час розглянуті типи панельних антен широко застосовуються та експлуатуються різними операторами систем стільникового зв'язку.

Панельні антени представляють найбільш універсальний клас антен, що являє собою багатоеlementні антенні решітки, що складаються з випромінюючих панелей, які, у свою чергу, можна розділити на декілька випромінюючих вібраторів, встановлених на загальному металевому екрані. Подібні антени дозволяють створювати необхідну форму діаграми направленості, забезпечувати задану зону обслуговування, можуть випромінювати сигнали великої потужності. Наступним важливим етапом розвитку з'явилося створення дводіапазонних антен з Х-поляризацією частот, що працюють в діапазонах, 870-960 МГц і 1710-1880 МГц для стандартів GSM 900 і GSM 1800 відповідно. В даному випадку антена є комбінацією з диполів різної довжини, налаштованих на частоти 900 і 1800 МГц, диполі згруповані певним чином, утворюючи системи з ромбів і хрестів [1,2]. антенні системи стандарту GSM, який є одним з найбільш поширених на сьогоднішній день в світі. Антени стандарту GSM працюють на відкритому повітрі (outdoor) і в закритих приміщеннях (indoor). Основу парку антен базових станцій стільникового зв'язку стандарту GSM складають секторні (панельні) і всенаправлені (omni) антени, конструктивно вертикальні, що є, фазованими антенними решітками однотипних випромінювачів. Антени можуть бути одно-, дво- і трьох-діапазонні, а так само широкосмугові. Секторні антени використовуються для формування багаточастотних стільників, а всенаправлені в горизонтальній площині – одночастотних стільників [2,3].

Всенаправлені антени зазвичай використовуються при необхідності організації покриття в компактних зонах обслуговування з трафіком, локалізованим довкола базових станцій. Секторні антени застосовуються в умовах щільної міської забудови.

При всіх перевагах вібраторних антен для базових станцій систем мобільного зв'язку, особливо метрового та нижньої частини дециметрового діапазону, необхідно зазначити й цілий ряд їх суттєвих недоліків: високі масо-габаритні показники; обмеження по формуванню потрібних характеристик направленості в азимутальній площині; вразливість системи до зовнішнього впливу навколишнього середовища; висока металоемність антени. В підсумку вказані недоліки призводять до високих матеріальних витрат при виробництві, що, в свою чергу, спонукає до пошуку нових технічних рішень з розробки антенних пристрів базових станцій, при чому не лише для систем зв'язку з рухомими об'єктами.

Одним з таких напрямків розвитку антенної техніки з точки зору

компоновки антено-фідерних пристроїв є використання в якості антени низькопрофільних випромінювачів, які являють собою дві провідникові пластини, одна з яких виконує роль екрану та які рознесені між собою на відстань $d \ll \lambda$, де λ – довжина хвилі. В об'єм між пластинами вводять вузол збудження електромагнітного поля. В загальному випадку, простір між пластинами заповнено високочастотним діелектриком, відносна діелектрична проникність якого (ϵ') дозволяє зменшувати геометричні розміри випромінювача в $\sqrt{\epsilon'}$ разів. Слід зауважити, що використання низькопрофільних антен на базових станціях дозволяє отримати значний вигравш в зниженні рівня внутрішньосистемних завад, і, відповідно, підвищити щільність трафіку та збільшити зону й якість обслуговування.

В роботах [1-3] досить ретельно досліджено способи збудження нескінченних довгих циліндрів електричними вібраторами та магнітними випромінювачами. В більшості випадків вираз для результуючого поля випромінювання має вигляд нескінченних рядів функцій Бесселя. Ці ряди мають гарну схожимість при порівняно невеликих поперечних розмірах ($a/\lambda \leq 1$, де a – радіус циліндра) циліндрів. У випадку, якщо $a/\lambda \gg 1$, то для знаходження поля випромінювання можна скористатись асимптотичним рішенням задачі дифракції плоскої хвилі на круговому циліндрі.

Література

1. Мацаєнко А. М. Антена базової станції з секторною діаграмою направленості в азимутальній площині / Мацаєнко А. М. // Сучасний захист інформації – 2013. – №4 – С.4–7.
2. Ільїнов М.Д. Антена базової станції з секторною діаграмою направленості в азимутальній площині / Ільїнов М.Д., Мацаєнко А. М., Шацький І.О. // Збірник наук. праць ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2010 – № 2. – С.28-34.
3. Ільїнов М.Д. Широкосекторна низькопрофільна антена. / Ільїнов М.Д. Толюпа С.В., Шацький І.О. // Науково-технічний журнал “Сучасний захист інформації”. – 2012.-№3. – С. 78-83.

Метод адаптивної маршрутизації з використанням прогнозуючого фільтра

Боднар Д.В..

Науковий керівник - к.т.н. доц. Чорненький В.І.

Хмельницький національний університет

В даний час оператори телекомунікаційних мереж розширюють зони обслуговування, надають нові види сервісів на базі IP-телефонії, IP-TV, високошвидкісного доступу в Інтернет із забезпеченням високих вимог до якості обслуговування - Quality of Service (QoS), що вимагає збільшення

пропускної здатності мережі, використання високоякісного обладнання функціонуючого на основі протоколів стека TCP/IP. Для забезпечення QoS може використовуватися диференціальне або інтегральне обслуговування, в основі яких лежать поділ трафіку на класи пріоритетного обслуговування і резервування пропускної здатності каналів. У зв'язку з цим виникає завдання більш ефективного використання ресурсів мережі.

Застосовувані в IP-мережах протоколи динамічної маршрутизації (OSPF, RIP, BGP) при визначенні ефективного маршруту проходження пакетів враховують або пропускну спроможність каналів зв'язку, або кількість вузлів у маршруті, але не враховують завантаженість ліній, тобто при незмінній топології мережі маршрути не змінюються. У таких випадках одні лінії зв'язку можуть використовуватися більш інтенсивно ніж інші, тобто одні ресурси мережі працюють з перевантаженням, інші при цьому використовуються не ефективно. Для вирішення цих завдань застосовуються методи трафік інжинірингу, які дозволяють за рахунок статичного розподілу маршрутів підвищити ефективність роботи мережі, але при цьому необхідно вирішувати задачу оптимального розподілу потоків. Інший підхід - використання адаптивних алгоритмів маршрутизації, які в процесі функціонування мережі самостійно визначають маршрути залежно від завантаженості ліній зв'язку.

Огляд технологій, що дозволяють забезпечити задану продуктивність мережі для пакетів додатків, чутливих до часу, показав, що вони зводяться до обслуговування пакетів за пріоритетом, тобто кожному пакету в мережі провайдера необхідно присвоювати пріоритет. Для того щоб використовувані протоколи маршрутизації, такі як OSPF, можна було модернізувати і зробити його адаптивним, необхідно, щоб він швидко перераховував маршрути або знаходив їх заздалегідь і використовував відповідно до алгоритму розподілу потоків. Однак при роботі адаптивного алгоритму виникають різні ситуації, які погіршують роботу мережі. У зв'язку з цим пропонується високопріоритетні пакети (з інформацією чутливої до часових затримок) передавати тільки по одному найкоротшому маршруту, а за додатковими маршрутами з адаптивним управлінням передавати низькопріоритетні пакети (з інформацією, не чутливою до часових затримок), що працюють з проколом TCP. Необхідно розробити алгоритм, в якому пакети з низьким пріоритетом відправлятимуться по додатковому маршруту, пріоритет обхідних пакетів повинен бути нижче, ніж пріоритет пакетів, для яких цей маршрут є основним, при цьому показники якості передачі не повинні ставати гіршими. Для запропонованого в роботі методу маршрутизації необхідно вирішити наступні завдання:

- при обчисленні маршрутів розраховувати додатковий маршрут для пакетів з меншим пріоритетом обслуговування та механізм включення додаткового маршруту;

- забезпечити наявність службових повідомлень про зміну параметрів регулювання;
- з урахуванням затримок забезпечити прогнозування показника трафіку, по якому йде регулювання.

В ході виконання дослідження мною отримані наступні наукові результати:

1. Удосконалено аналізатор інтенсивності трафіку, на основі структурної функції передбаченого ряду, який на відміну від авторегресійних фільтрів прогнозує значення інтенсивності трафіку, використовуючи властивості самоподібності трафіку, що дозволяє зменшити похибку прогнозування при великих інтервалах аналізу.

2. Удосконалено метод адаптивної двоколіної маршрутизації на основі порівняння довжин черг із заданими граничними значеннями, який на відміну від методів маршрутизації, які враховують затримки пакетів, змінює пріоритет пакетів при передачі по додатковому маршруту, що дозволяє усунути циклічну зміну маршрутів.

Практична цінність полягає в розробці методики розрахунку затримок пакетів в мережі, може бути використана при проектуванні та налаштування мультисервісних мереж.

Проведено аналіз механізмів та протоколів управління інформаційними потоками в пакетних телекомунікаційних мережах. аналіз методів, використовуваних для забезпечення передачі трафіку із заданою якістю обслуговування (інтегрального і диференціального обслуговування).

Ефективність роботи адаптивного алгоритму буде оцінюватися порівнянням з роботою мережі без адаптивної маршрутизації (без відхилення частини потоку по обхідному маршруту) і з роботою мережі по алгоритму, відхиляється пакети за інформацією про поточну довжину черг в прямому і обхідному маршрутах, що дозволяє найбільш максимально використовувати пропускну здатність мереж [35]. Коефіцієнт використання пропускну здатності мережі можна оцінювати за такими параметрами: середній час затримки, час затримки, частина відхиляемого потоку, джітер – відхилення часу затримки від середнього.

Необхідно врахувати, що при роботі реальної мережі алгоритм маршрутизації не може миттєво адаптуватися під зміну ситуації в мережі, виникає затримка внаслідок часу обміну службовими пакетами між маршрутизаторами. Пропонується компенсувати затримку за рахунок прогнозуючого фільтра, що використовує властивості стохастичного самоподібності трафіку [3]. У цьому розділі пропонується рішення задачі синтезу фрактального фільтра та оцінка його роботи. В архітектуру маршрутизатора необхідно включити фрактальний фільтр, який буде використовуватися при роботі запропонованого адаптивного алгоритму маршрутизації (рисунок 4.1).

Актуальність постановки задачі прогнозування і її рішення полягає у тому, що дані прогнозу про пропуску здатність дозволяють отримати додаткові відомості для вирішення завдань управління, а саме: формування алгоритмів запобігання перевантажень, мінімізації часу затримки проходження пакетів та підвищення ефективності використання пропуску здатності мережі. Рішення зазначеної задачі зводиться до визначення алгоритму з механізмом перенастроювання окремих мережевих компонентів. При прогнозі оцінка процесу формується на деякому інтервалі попередження.

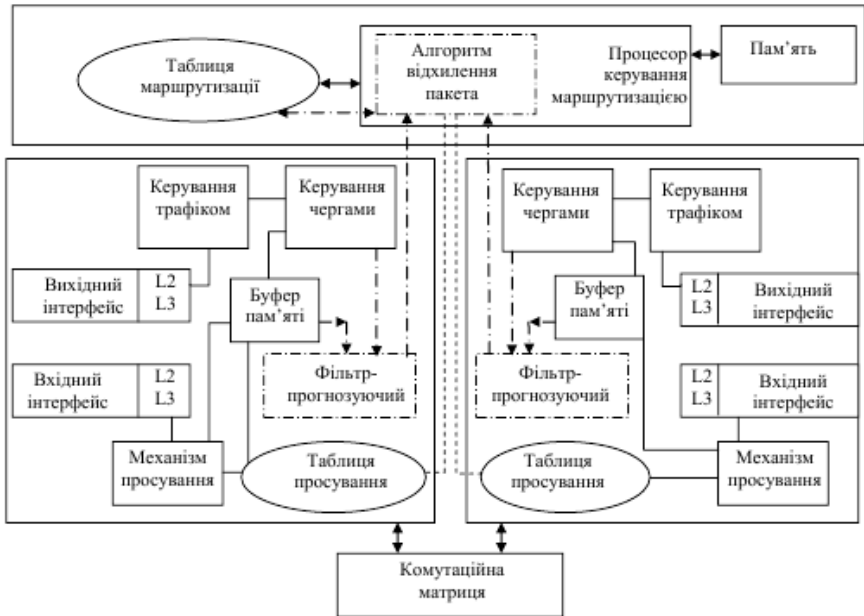


Рисунок 1 - Архітектура маршрутизатора з прогнозуючими фільтрами і алгоритмом відхилення пакетів

Проведено аналіз і дослідження структури трафіку, отриманого в IP-мережі, на предмет виявлення характерних особливостей самоподібності, які необхідно враховувати при забезпеченні якості обслуговування в мережах. Для дослідження трафіку була обрана реалізація, отримана з маршрутизатора ПАТ «Кредобанк» м. Хмельницького, тобто маршрутизатора, через який проходять об'єднані потоки пакетів від безлічі абонентів. Аналіз гістограм щільності розподілу ймовірності дозволяє зробити висновок про те, що досліджувані ряди підлягають розподілу з «важким хвостом». Для всіх досліджуваних рядів, що описують мережевий трафік коефіцієнт Херста $H > 0,5$ тобто отримані реалізації трафіку можна віднести до класу процесів з

тривалою пам'яттю. На основі виконаного аналізу трафіку запропоновано використов

Розроблено модель прогнозуючого фільтра, отримано вираз імпульсної характеристики, що враховує властивості стохастичної самоподібності трафіку, мереж передачі даних рівня розподілу, який дозволяє обчислювати прогнозоване значення ряду на основі параметрів цього ряду (дисперсія, коефіцієнт Херста).

Література

1. Єрохін А.Л. Оптимізація трафіку шляхом визначення пріоритету / А.Л.Єрохін, О.П.Турута // Зб. матеріалів наук.-практ. конференції "Інформатизація вищих навчальних закладів МВС України", ХНУВС, 2010. - С.75-76.

2. Гурман І.В., Завадовський В.В, Муляр І.В. Метод адаптивної маршрутизації в мережах передачі даних з урахуванням самоподібності трафіка //Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2014. – Вип. № 46. – С. 166-170

3. Кольченко О.В. Методи автентифікації користувача в web-додатках / О.В.Кольченко, О.П.Турута // Зб. матеріалів наук.-практ. конференції "Інформатизація вищих навчальних закладів МВС України", ХНУВС, 2008. - С.147-148.

Оцінка генерації сигналу супутника на основі циклу відстеження GPS

Бонар В.О.

Науковий керівник - ктн. доц. Джулій В.М.

Хмельницький національний університет

Сигнали супутникової навігації генеруються з використанням процесу, відомого як DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) модуляція.

Це процедура, при якій номінальна смуга частот навмисне ширше, поєднуючись з більш високою частотою сигналу. Цей принцип модуляції був відкритий в 1940 році в США, актрисою Hedy Lamarr і піаністом George Anthell. Даний процес дозволяє працювати закритому радіоканалі у важких середовищах.

Атомний годинник на борту супутника має стійкість більше $2 \cdot 10^{-13}$. Основна частота 10.23 МГц походить від резонансної частоти одного їх атомного годинника. У свою чергу, несуча частота, частота даних, час генерації псевдовипадкового шуму (PRN) і коду C/A походять від основної частоти. Тобто всі 28 супутників передають на частоті 1575.42 МГц, при цьому використовується процес, відомий під назвою CDMA Multiplex (Code Division Multiple Access) [1].

Форма мультиплексування, яка ділить радіоканали, використовуючи псевдовипадкову послідовність для кожного користувача.

CDMA це форма "spread-spectrum" сигналу, при якій модульований кодівий сигнал має велику ширину по частоті, ніж передані дані.

Дані передаються на основі DSSS модуляції. Генератор C/A коду має частоту 1023 МГц і період 1,0237, який відповідає мілісекундам. Використовуваний C/A-код (PRN код), який схожий на золотий код і має хороші кореляційні властивості, генерується зсувними регістром зворотного зв'язку, тобто зсувний регістр, в якому вхідний біт є лінійною функцією попереднього стану.

Золотий код є установкою бінарних послідовностей. Взяти дві послідовності однієї довжини n , такі, що мають тільки три загальних значення. Набір n операцій exclusive-ors двох послідовностей у різних фазах (тобто щодо всіх позицій), разом з самими послідовностями і є Золотий код.

Процес модуляції, описаний вище, називається DSSS модуляцією, при цьому код C/A грає важливу роль в цьому процесі. Так як всі супутники передають на одній частоті (1 575.42 МГц), код C/A містить ідентифікацію та інформацію, згенеровані кожним супутником. Код C/A є довільною послідовністю 1023 бітів, званою псевдовипадковим шумом (PRN). Ця сигнатура, яка триває мілісекунду і унікальна для кожного супутника, постійно повторюється. Отже, супутник завжди ідентифікований відповідним кодом C/A [2].

На борту супутників знаходяться чотири дуже точних атомних годинника. Наступні тактові імпульси і частоти, необхідні для повсякденної роботи, є похідними від резонансної частоти атомного годинника (рис. 1):

Дані, промодульовані кодом C/A, модулюються в свою чергу несучою L1, використовуючи метод модулювання несучої хвилі, при якому транслюються дані повернені по фазі на 90°. З кожною зміною в модульованих даних є поворот на 180° в несучій фазі L1.

У приймачі GPS вхідний код - це сигнал GPS та цикл фазового підлаштування частоти повинен відстежувати цей сигнал. З іншого боку, сигнал GPS – це двофазний кодівий сигнал. Перевізнак та частота сигналу змінюється через Доплерівський ефект, викликаний рухом супутника GPS, а також рухом приймача GPS. Щоб відстежувати сигнал GPS, інформація з коду C/A має бути вилучена. Отже, це вимагає два фіксатора для відстеження сигналу GPS. Перший цикл – для відстеження C/A коду, а інший - для відстеження несучої частоти. Ці два цикли повинні бути з'єднані разом [3].

На рисунку 2 цикл коду C/A породжує три виходи: ранній код, пізній код і швидкий код. Швидкий код застосовується до оцифрованого вхідного сигналу і позбавляє код C/A від вхідного сигналу. Знищення код C/A означає множення код C/A на вхідний код з належною фазою.

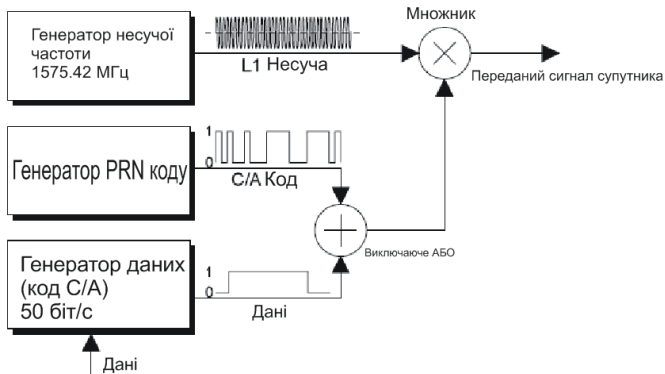


Рисунок 1 – Структура даних супутника GPS

Виходом буде сигнал безперервної хвилі (sw) з фазовим переходом, викликаним лише навігаційними даними. Цей сигнал застосовується до входу циклу перевізника. Вихід з циклу перевізника є sw з несучою частотою вхідного сигналу. Цей сигнал використовується, щоб зняти носій з оцифрованого вхідного сигналу, що означає використання цього сигналу, щоб помножити вхідний сигнал. Вихід - це сигнал із лише C/A кодом і без несучої частоти, яка застосовується до входу циклу коду.

Кожен вихід передається через рух середнього фільтра та вихідний сигнал фільтра є піднятим до квадрату. Два квадрати виводу порівнюються, щоб згенерувати керуючий сигнал для регулювання швидкості локально згенерованого C/A коду, щоб відповідати коду C/A вхідного сигналу. Локально сформований код C/A – це швидкий код C/A, і цей код використовується для зняття коду C/A з оцифрованого вхідного сигналу [4].

Частота несучої частоти отримує тільки модульовану фазу сигналу sw за допомогою навігаційних даних, оскільки сигнал C/A знімається з вхідного сигналу. Програма придбання визначає початкове значення частоти перевізника. Осцилятор, керований напругою (VCO), генерує несучу частоту, отриману від програми придбання. Цей сигнал ділиться на два шляхи: прямий шлях, а інший з фазовим зсувом 90 градусів. Ці два сигнали співвідносяться з вхідним сигналом. Виходи кореляторів фільтруються, а їхні фази порівнюються один проти один через арктангентний компаратор.

Процес арктангенса нечутливий до фазового переходу, викликаного даними навігації та може бути розглянутим як один тип циклу Костаса.

Цикл Костаса – це цикл фазового підлаштування частоти, який нечутливий до фазового переходу. Вихід компаратора знову фільтрується і генерує сигнал керування. Цей сигнал керування використовується для налаштування осцилятора для створення несучої частоти, що слідує за

вхідним cw сигналом. Також використовується несуча частота, щоб зняти носій з вхідного сигналу.

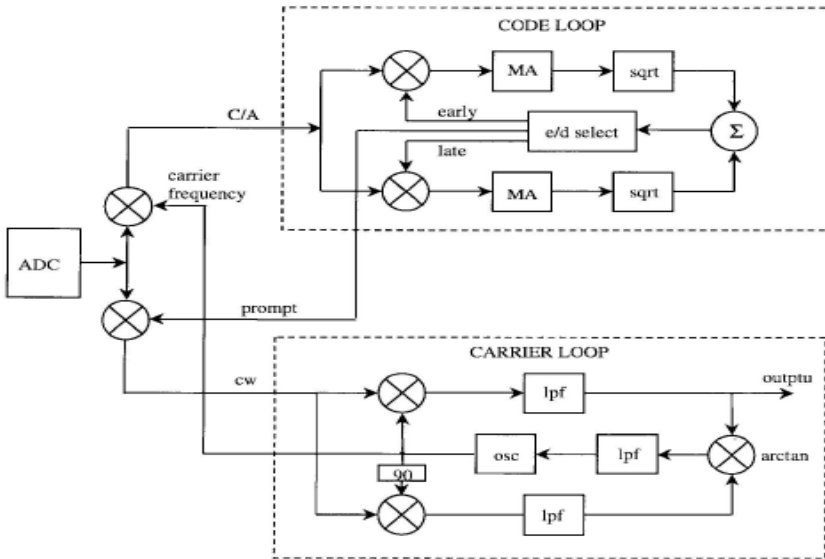


Рисунок 2 - Цикли відстеження кодів і перевізників.

Сигналам, переданим супутниками, потрібно приблизно 67 мс для досягнення користувача. Хоча сигнали рухаються зі швидкістю світла, їх транзитний час залежить від відстані між супутниками і споживачем.

Чотири різних сигнали згенеровані на приймачі і мають ту ж структуру, що і отримані з 4 супутників. При синхронізації цих сигналів утворюється зміщення за часом Δt . Виміряні зміщення часу Δt на всіх 4 супутникових сигналах використовуються для визначення транзитного часу сигналу (рис. 3).

Для визначення позиції користувача потрібен радіозв'язок з чотирма іншими супутниками. Відстань до супутників визначає транзитний час сигналів. Приймач потім обчислює позицію користувача: широту ϕ , довготу λ , висоту h і час t з діапазону і відомої позиції чотирьох супутників.

Висловлюючись математичними термінами, це означає, що чотири невідомих змінних ϕ , λ , h і t визначені за допомогою відстані і позиції цих чотирьох супутників, хоча потрібно досить складний рівень ітерації, який буде мати важливе значення далі.

Як сказано раніше, всі супутники передають на одній частоті, але з різним кодом C/A. Цей процес називається Code Division Multiple Access (CDMA).

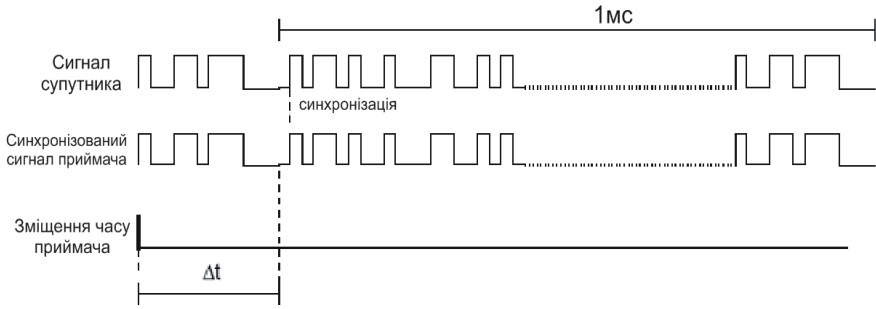


Рисунок 3 - Вимірювання транзитного часу сигналу

Відновлення сигналу і ідентифікація супутників відбувається за допомогою кореляції. Так як приймач може дізнатися всі C/A коди, які використовуються, то систематичний зсув і порівняння кожного коду з усіма вступниками сигналами з супутника призведе до повного збігу типів (тобто показник кореляції $CF = 1$), і точка кореляції буде досягнута. Точка кореляції використовується для вимірювання фактичного транзитного часу сигналу і для ідентифікації супутника.

Ступінь кореляції виражається як CF (показник кореляції). Діапазон величини CF лежить від мінус одиниці до плюс одиниці і є позитивним тільки при збігу типів сигналів (бітова частота і фаза) [5].

$$CF = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N [(mB) - (uB)]$$

де: mB – число всіх збіглися бітів; uB – число всіх бітів які не співпали; N – загальне число бітів

В результаті ефекту Доплера (всі супутники і приймачі рухаються відносно один одного) можливо зміщення переданих сигналів на ± 6000 Гц щодо точки прийому. Визначення транзитного часу сигналу і відновлення даних вимагає не тільки кореляції з усіма можливими кодами і фазами зміщення, але також і ідентифікацію правильної фази несучої частоти.

За допомогою систематичного зміщення і порівняння з усіма кодами і несучої частоти з вхідними сигналами супутника знаходимо потрібну точку(в якій фактор кореляції дорівнює 1).

Чутливість GPS приймача можна поліпшити за рахунок збільшення часу кореляції (Dwell Time). Довший корелятор означає певну точку в рівні кодової частоти, коротший необхідний GPS для інтенсивного сигналу антени. При збільшенні значення часу кореляції k , отримане поліпшення G_R , тобто різниця між сигналом і термічним шумом становить:

$$G_R = \log_{10}(k)$$

Вхідні дані до циклу відстеження збираються з супутників. Кілька

констант необхідно визначити, такі як пропускна здатність шуму, коефіцієнти підсилення фазового детектора та VCO (або цифровий синтезатор частоти). Ці константи визначаються шляхом проб і помилок або передбачення і є не оптимізованими. Ця програма відстеження застосовується лише на обмежених довжиною даних. Хоча він генерує прийнятні результати, подальше вивчення може знадобитися, якщо вони використовуються в програмному GPS приймачі, призначеному для відстеження довгих записів даних.

Подвоєння Dwell Time збільшує різницю між сигналом і термічним шумом (чутливість приймача) на 3 Дб. На практиці не проблема збільшити час кореляції до 20 мс. Якщо значення переданих даних відомо, тоді цей час можна збільшити навіть на ще більше значення.

Література

1. Elliott D. Kaplan and Christopher Hegarty. Understanding GPS: Principles and Applications. Royal Aircraft Establishment.
2. Bradford W. Parkinson and James J. Spilker Jr. Global Positioning System: Theory and Applications, volume I. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1996. ISBN: 1-56347-106-X.
3. J.G. Walker. Continuous Whole-Earth Coverage by Circular-Orbit Satellite Patterns. Artech House Publishers, 2th edition edition, 2005. ISBN-10 / ASIN: 1580538940.
4. Xin-Xiang JIN. Theory of Carrier Adjusted DGPS Positioning Approach and Some Experimental Results. PhD thesis, Delft University, 1996.
5. Minimum operational performance standards for global positioning system/wide area augmentation system airborne equipment. Technical report, 2006. DO-229C.

Аналіз впливу затримок пакетів на пропускну здатність телекомунікаційної мережі IPTV

Бондарець Д.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ковтун Л.О.

Хмельницький національний університет

Важливим аспектом при перегляді цифрового відеоматеріалу є якість зображення, до якого подається безліч вимог, при оцінці яких можна судити про якість роботи мережі, що надає відеоконтент, якість та налаштування обладнання, що застосовується.

На початку вирішення задачі аналізу впливу затримок пакетів на пропускну здатність телекомунікаційної мережі IPTV були введені наступні припущення:

- 1) при передачі відеозображень застосовуються короткі пакети

довжиною у 53 байти [1-3];

2) пакети, перш ніж потрапити до абонента (останній пункт, для якого важливі параметри, що підлягають оцінці в розроблюваній моделі) проходять три вузли, а саме, компресор, сервер, маршрутизатор;

3) шляхів проходження пакетів існує кінцева безліч (n);

4) для якісної оцінки динаміки зміни часу затримки досить розглянути один шлях, що складається з трьох характерних вузлів C1-S1-R1 (рис. 1).

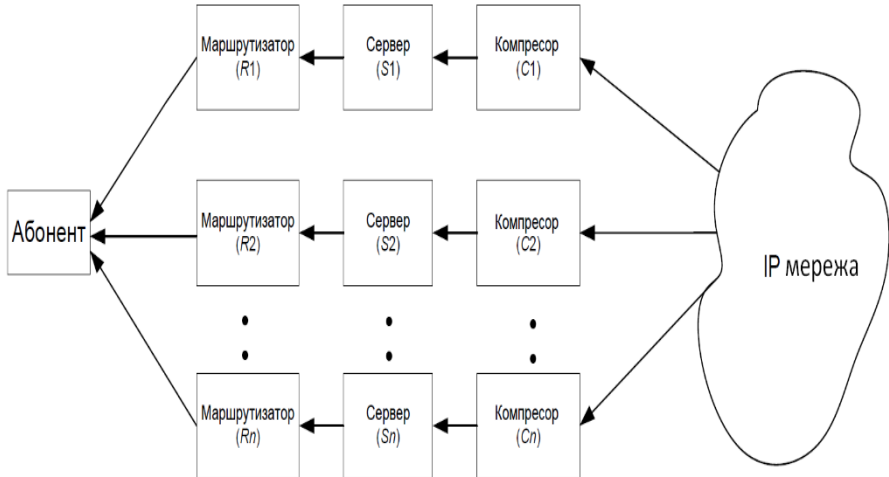


Рисунок 1 – Модель IPTV-мережі для дослідження часу обслуговування пакетів і пропускної здатності каналу

Розглянемо алгоритм роботи моделі мережі IPTV, який наведено на рис. 2.

Вихідні дані до розрахунку:

1) часи затримки для пакетів, що виникають в компресорах, серверах, маршрутизаторах;

2) імовірності безвідмовної роботи компресора, сервера, маршрутизатора;

3) розмір пакета.

Моделювання роботи IPTV-мережі для дослідження часу затримок і розрахунку пропускної здатності каналу, пов'язаної з цими факторами, здійснюється наступним чином. За допомогою генератора псевдовипадкових чисел одержуємо випадкові числа $C2$, $S2$, $R2$, що дозволяють оцінити, відмовили чи ні відповідні пристрої: компресор, сервер, маршрутизатор.

Уявімо статистичний алгоритм моделювання IPTV-мережі для дослідження затримок пакетів і пропускної здатності у вигляді послідовності програмних кроків.

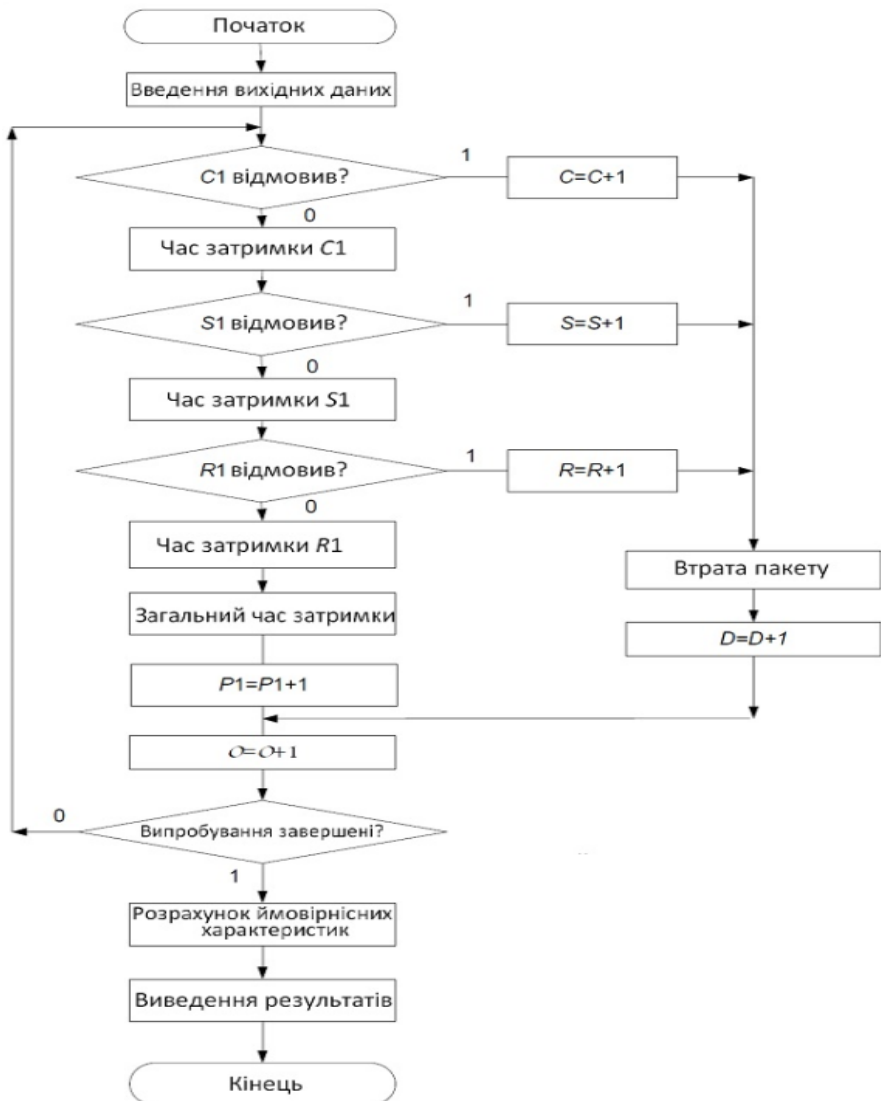


Рисунок 2 – Алгоритм роботи моделі мережі IPTV

1. Для IPTV-мережі вводиться масив вхідної інформації. Часи затримки пакетів, значення ймовірностей $P(C)I$, $P(S)I$, $P(R)I$, розмір пакету $P(n)$.
2. Обнуляються лічильники C-відмов компресорів, S – відмов серверів,

R – відмов маршрутизаторів, D – втрат пакетів, P1 – кількості оброблених пакетів в потоці даних до абонента, O – загальної кількості пакетів, відправлених до абонента в потоці даних.

3. Визначається, чи справний компресор, з цією метою випадкове число $C2$, вироблене датчиком випадкових чисел, порівнюється з ймовірністю відмови компресора $P(C)I$. Якщо виконується умова $C2 < P(C)I$, то фіксується відмова компресора, лічильник C збільшується на одиницю, лічильник втрат D збільшується на одиницю і п.2 виконується спочатку. При $C2 > P(C)I$ фіксується спрацьовування маршрутизатора і виконується наступний крок.

4. Визначається час затримки пакета в компресорі, для цього випадкове число $C3$, вироблене датчиком випадкових чисел з діапазону затримок пакетів компресором, приймається за час затримки.

5. Визначається, чи справний сервер, з цією метою випадкове число $S2$, вироблене датчиком випадкових чисел, порівнюється з ймовірністю відмови сервера $P(S)I$. Якщо виконується умова $S2 < P(S)I$, то фіксується відмова сервера, лічильник S збільшується на одиницю, лічильник втрат D збільшується на одиницю і п.2 виконується спочатку. При $S2 > P(S)I$ фіксується спрацьовування сервера і виконується наступний крок.

6. Визначається час затримки пакета в сервері, для цього випадкове число $S3$, вироблене датчиком випадкових чисел з діапазону затримок пакетів сервером, приймається за час затримки.

7. Визначається, чи справний маршрутизатор, з цією метою випадкове число $R2$, вироблене датчиком випадкових чисел, порівнюється з ймовірністю відмови маршрутизатора $P(R)I$. Якщо виконується умова $R2 < P(R)I$, то фіксується відмова маршрутизатора, лічильник R збільшується на одиницю, лічильник втрат D збільшується на одиницю і п.2 виконується спочатку. При $R2 > P(R)I$ фіксується спрацьовування маршрутизатора і виконується наступний крок.

8. Визначається час затримки пакета в маршрутизаторі, для цього випадкове число $R3$, вироблене датчиком випадкових чисел з діапазону затримок пакетів маршрутизаторами, приймається за час затримки.

9. Розраховується загальний час затримки, пропускна здатність каналу.

10. Перевіряється умова реалізації заданого числа випробувань. Якщо випробування закінчені, то проводиться розрахунок ймовірносто-статистичних характеристик досліджуваної моделі і виробляється перехід до наступного пункту, в іншому випадку здійснюється перехід до пункту 2.

11. Результати розрахунків виводяться на екран і робота програми завершується.

На рис. 3 приведена залежність доставки ($P(Z)$) і втрати ($P(L)$) пакетів від ймовірності безвідмовної роботи. При ймовірності безвідмовної роботи від 0.999 до 1, значення $P(Z)$ і $P(L)$ практично рівні 1 і 0 відповідно.

Згідно з результатами моделювання визначено можливу кількість

відмов компресора (C), сервера (S), маршрутизатора (R) (рис. 4). При зміні ймовірності безвідмовної роботи від 0,98 до 1 кількість відмов обладнання змінюється за експоненціальним законом.

Розроблена програма при зазначених значеннях затримок дозволяє визначити кількість втрачених (D), оброблених (P1) і загальне число відправлених (O) пакетів абоненту (рис. 5).

При розмірі пакета 53 байта зміна пропускної здатності каналу (B) представлена на рис. 6.

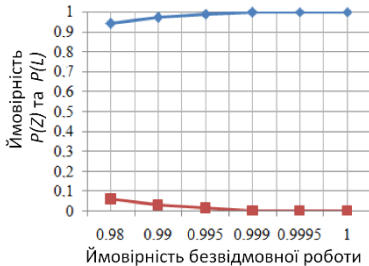


Рисунок 3 – Залежність доставки і втрати пакетів від ймовірності безвідмовної роботи

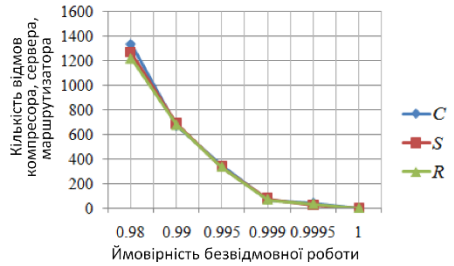


Рисунок 4 – Взаємозв'язок відмов обладнання від ймовірності безвідмовної роботи

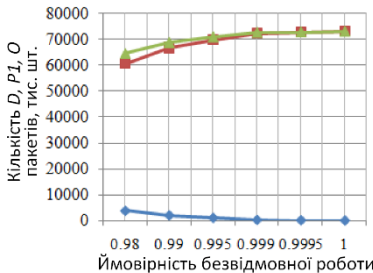


Рисунок 5 – Варіація кількості втрачених, оброблених і відправлених пакетів від ймовірності безвідмовної роботи

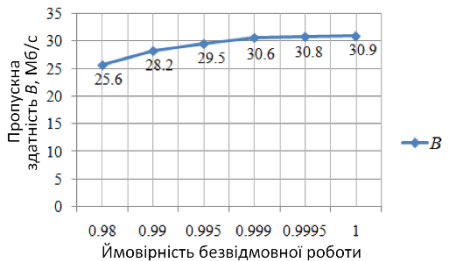


Рисунок 6 – Графічна залежність пропускної здатності від ймовірності безвідмовної роботи

Таким чином, запропонована модель дає можливість, при заданих затримках компресора (15-50 мс), сервера (80-150 мс), маршрутизатора (10-20 мс) і заданих ймовірностях безвідмовної роботи обладнання від 0.98 до 1, визначити:

- 1) кількість відмов обладнання;
- 2) кількість відправлених, втрачених та оброблених пакетів абоненту;
- 3) для відеозображень з довжиною пакетів 53 байти встановлена зміна пропускної здатності від 25.6 до 30.9 Мб/с.

Література

1. Кучеренко О.К. Волоконна та інтегральна оптика : Навчальний посібник / О.К. Кучеренко. – К.: КПІ, 2017. – 216с.
2. Рекомендація МСЕ-R S.1521-1 (01/2010). Допустимі показники якості по помилкам для гіпотетичного еталонного цифрового тракту, що оснований на синхронній цифровій ієрархії.
3. Азарова А.О. Комп'ютерні мережі та телекомунікації : навчальний посібник / А.О. Азарова, Н.В. Лисак. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 293с.

Аналіз концептуальної та блочної моделі оптичної системи транспортної мережі

Бонсевич В.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ковтун Л.О.

Хмельницький національний університет

Одним з основних напрямків сучасного науково-технічного прогресу є всесторонній розвиток волоконно-оптичних систем зв'язку, що забезпечують можливість доставки на значні відстані великих обсягів інформації з високою швидкістю передавання. В останні роки експоненційний ріст попиту на високошвидкісні оптичні системи передавання привів до появи на ринку мультигігабітного обладнання. Використання технологій оптичного підсилення дозволило суттєво збільшити довжину регенераційної ділянки і призвело до появи нових технічних рішень. Ширина смуги пропускання системи передавання обмежується оптичними і електронними компонентами, а також властивостями самого оптичного волокна [1-3].

На першому етапі машинного моделювання – побудови концептуальної моделі M_x системи S і її формалізації – формулюється модель і будується її формальна схема, тобто основним призначенням цього етапу є перехід від змістовного опису об'єкту до його математичної моделі, іншими словами, процес формалізації. Моделювання систем на ЕОМ в даний час – найбільш універсальний і ефективний метод оцінки характеристик великих систем. Найбільш відповідальними і найменш формалізованими моментами в цій роботі є проведення межі між системою S і зовнішнім середовищем E , спрощення опису системи і побудова спочатку концептуальної, а потім формальної моделі системи. Модель повинна бути адекватною, інакше неможливо отримати позитивні результати моделювання, тобто дослідження процесу функціонування системи на неадекватній моделі взагалі втрачає сенс. Під адекватною моделлю розумітимемо модель, яка з певним ступенем наближення на рівні розуміння модельованої системи S розробником моделі відображає процес її функціонування в зовнішньому середовищі E .

Сукупність елементів модельованої оптичної системи (її концептуальна модель) показано на рис.1. Кожен з прямокутників є описом деяких підпроцесів досліджуваного процесу функціонування системи S , впливів зовнішнього середовища E і т.д.

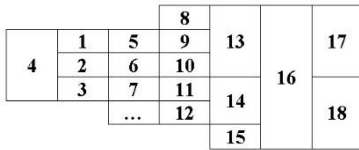


Рисунок 1 – Концептуальна (змістова) модель оптичної транспортної системи

Зміст кожного з елементів концептуальної моделі, показаної на рис.1 є наступним: 1 – параметри оптичного передавача; 2 – параметри приймача оптичного випромінювання; 3 – параметри оптичного волокна; 4 – параметри і характеристики системи DWDM; 5 – нелінійний ефект чотирихвильового

змішування; 6 – нелінійний ефект стимульованого розсіювання Брілюена; 7 – інші нелінійні ефекти (фазова самомодуляція, перехресна фазова модуляція, стимульоване розсіювання Рамана); 8 – втрати потужності в оптичному волокні за рахунок загасання; 9 – втрати в роз'ємних і нероз'ємних з'єднаннях; 10 – втрати за рахунок нелінійних ефектів; 11 – хроматична дисперсія (в кожному спектральному каналі); 12 – поляризаційна модова дисперсія (в кожному спектральному каналі); 13 – сумарні втрати системи; 14 – втрати за рахунок міжсимвольної інтерференції; 15 – джиттер передачі даних і синхронізації; 16 – побудова ОКО-діаграми; 17 – енергетичні параметри якості сервісу (QoS); 18 – часові параметри якості сервісу (QoS).

Далі відбувається перехід від концептуальної до блокової моделі. Блоки 1-4 концептуальної моделі об'єднуються у вхідний вектор, що містить всі вхідні дані і характеристики волоконно-оптичної системи передавання зі спектральним ущільненням каналів. Блоки 5-7 моделюють нелінійні ефекти і мають багато спільного, тому вони також об'єднані в один блок (FWM, SBS,...). Хроматична і поляризаційно-модова дисперсія моделюються окремо в двох блоках, так як природа цих видів дисперсії має принципову різницю. Сумарні втрати визначаються як сума втрат в оптичному волокні, роз'ємних і нероз'ємних з'єднаннях, а також розсіювання і втрати внаслідок впливу модельованих нелінійних ефектів – їх об'єднано в блок «Втрати». Також цей блок враховує оптичне співвідношення сигнал/шум і його зміну шляхом використання оптичних підсилювачів. Міжсимвольна інтерференція (MI) виникає внаслідок розмиття фронтів імпульсів і залежить також від характеристик оптичного приймача, обчислюється в блоці a_{ISI} . По суті MI – це внесення додаткових шумів за рахунок накладання сусідніх імпульсів, і, як наслідок, погіршення якості оптичного сигналу. Джиттер передачі даних і синхронізації має випадковий характер впливу і моделюється окремим однойменним блоком. Отримані часові і енергетичні параметри використовуються для побудови око-діаграми шляхом багатократного

накладання передаваних імпульсів і моделюються у відповідному блоці. Результатом аналізу око-діаграми є вихідний вектор, що містить всі параметри і характеристики якості обслуговування (QoS), отримані шляхом аналітично-статистичного моделювання. Блочна модель волоконно-оптичної системи передавання показана на рис.2.

Функціональні блоки, що показані на рис. 2: FWM, SBS, ... – блок розрахунку впливу нелінійних ефектів; D_{xp} – обчислення хроматичної дисперсії; D_{PMD} – моделювання поляризаційної модової дисперсії; Втрати – обчислення втрат потужності спектральних каналів системи DWDM; a_{ISI} – блок обчислення втрат міжсимвольної інтерференції; Джиттер – моделювання джиттера передачі даних і синхронізації; ОКО – блок побудови око-діаграми; $X(x_1, \dots, x_n)$ – вектор вхідних даних; $Y(y_1, \dots, y_n)$ – вектор вихідних даних (параметрів якості обслуговування), що є результатом моделювання.

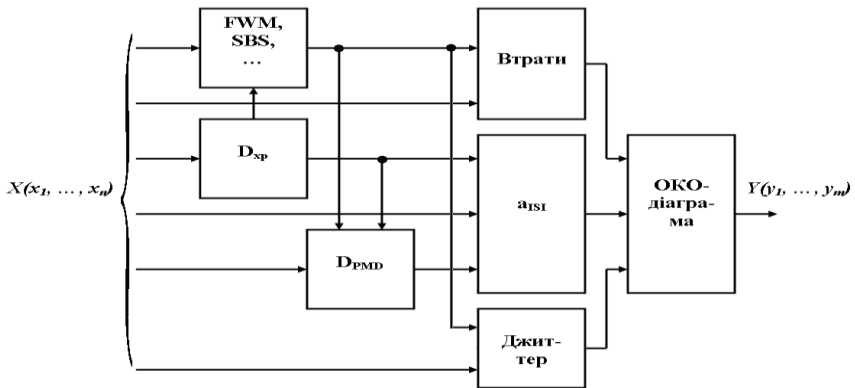


Рисунок 2 – Блочна модель оптичної системи передавання

Особливістю функціонування оптичних транспортних систем на основі технології спектрального ущільнення є інколи навіть суттєва відмінність між параметрами і характеристиками в різних спектральних каналах, тому одна з основних задач моделювання – зберегти адекватну відмінність у параметрах між різними каналами. Для цього необхідно виділити, в першу чергу, залежні від довжини хвилі параметри і характеристики.

Таким чином, новими у даній моделі є наступні взаємозв'язки:

- вплив хроматичної дисперсії на значення поляризаційної модової дисперсії, виражене через розширення смуги випромінювання джерела (з відстанню);
- вплив нелінійних ефектів на значення ПМД також через розширення смуги випромінювання;
- вплив нелінійних ефектів (зокрема фазової самомодуляції і перехресної

фазової модуляції) на значення детермінованої складової джиттера.

Література

1. Розорінов Г.М. Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку: навч. посіб. / Г.М. Розорінов, Д.О. Соловійов. – К.: Кафедра, 2012. – 344 с.

2. Микитишин А.Г. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк – Тернопіль : Тернопільський НТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 384 с.

3. Кучеренко О.К. Волоконна та інтегральна оптика : Навчальний посібник / О.К. Кучеренко. –К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.–216 с.

Клієнт-серверна система збільшення інформативності мобільних сенсорів

Ганжа Ю.М., Климко В.В.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шевченко В.Л.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

1. Очищення даних від шуму

Показання акселерометра і гіроскопа на мобільних пристроях містять складову шуму. Наприклад, середня похибка показань акселерометра досягає 0.05g.

На величину вихідного сигналу акселерометра впливають:

- температура навколишнього середовища
- місце кріплення акселерометра;
- зовнішні магнітні поля (похибки від магнітного поля);
- вібрація і кутові коливання підстави (вібраційні похибки);
- частотні характеристики акселерометра (частотні похибки);

Для згладжування даних і фільтрації даних можна використовувати деякі підходи, наприклад ковзаюче середнє.

Метод середніх значень (Moving average, MA) один з найпростіших методів фільтрації шуму. Алгоритм дуже простий: на кожному кроці k , значення V_k вираховується як середнє з n попередніх значень акселерометра, тобто:

$$V_k = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} a_{k-i}}{n}$$

Для значень сигналу мають номер $k < n-1$ значення.

$$V_k = \frac{\sum_{i=0}^k a_{k-i}}{k}$$

Такий метод дає при середніх значеннях n , непогане згладжування, але має один істотний недолік - велику затримку в значеннях. Переваги методу: простота та гарне згладжування.

При використанні методу ковзаючого середнього з кроком в 5 елементів було отримано помітне покращення в згладжуванні функцій.

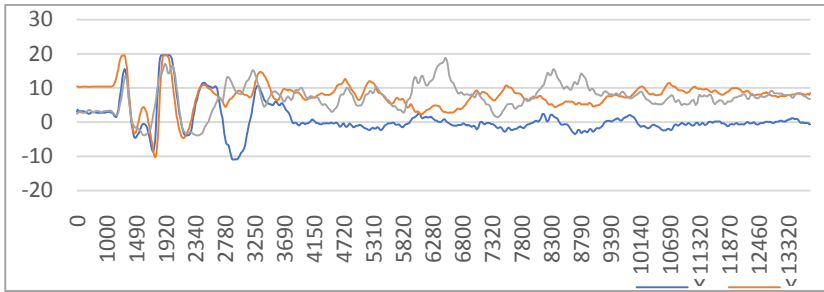


Рисунок 1 – Графік різних рухів після використання методу ковзаючого середнього

Використання фільтра нижніх частот дає так само більш гладкий результат для екстремумів та «шумів» функції, в залежності від зменшення коефіцієнту. Отриманий в результаті сигнал досить гладкий, але, так само як і при згладжування методом змінного середнього, присутня деяка затримка, особливо при різкому коливанні значень.

Покращення, описані вище, дозволили побачити на графіку деталі, які було неможливо визначити через надмірну кількість шумів.

Згладжування малих коливань, коли телефон різко змінює свій напрям руху з високою частотою також дозволило зрозуміти багато факторів. При амплітуді коливань в шумах, більшу ніж середні, шуми не були спричиненими акселерометром безпосередньо, а показували можливу тряску телефону в кишені чи в руці під час ходьби, коли телефон змінює свій напрямок тільки по одній координатній осі. А при амплітуді коливань меншу за середню вдалося зрозуміти і розпізнати дані шуми за помилкові, спричинені похибками в акселерометрі безпосередньо, адже смартфон в даний момент знаходився в стані спокою.

2. Розширення діапазону максимально можливих значень

Для всіх сенсорів на мобільних пристроях існують діапазони можливих значень:

- Акселерометр: для 3-х координат від -10.0 до ~10.0 м/с²;
- Сенсор магнітного поля: для 3-х координат від -1000.0 до 1000.0 мкТл.;
- Сенсор температури: від -273.1 до 100 градусів за Цельсієм;
- Сенсор наближення: від 0 до 10 см.;
- Сенсор натиску: від 0 до 1100 гПа.;
- Сенсор освітлення: від 0 до 40 000 лк.;
- Сенсор відносної вологості: від 0 до 100%.

Інтервал часу, з яким мобільний пристрій може оптимально отримати один пакет даних від всіх сенсорів, не повинен бути меншим ніж 0.5 секунди, інакше є ризик отримати некоректні дані, зависання або аварійне завершення роботи програми для збору даних.

Для передачі даних через мережу, інтервал часу також не повинен бути меншим ніж 3 секунди, інакше знову виникає ризик отримати некоректні дані, зависання, аварійне завершення роботи програми, також виникає ризик для Веб-Сервісу, який буде отримувати дані з різним інтервалом часу та може некоректно їх аналізувати та робити неправильні висновки.

В будь-якому випадку виникає потреба розширити діапазон прискорень, які вимірює акселерометр. Це можна зробити за допомогою додаткових аналітичних операцій.

Наприклад, маємо деяку таблицю прискорень. Використовуючи рівняння, можна знайти значення сенсору (Y_3) на моменті часу 0.3 ($X_3 = 0.3$). Для цього використаємо координати відомих значень на моменті часу 0.1 ($X_1 = 0.1, Y_1 = 5$) та 0.2 ($X_2 = 0.2, Y_2 = 10$):

$$\frac{Y_3 - 5}{10 - 5} = \frac{0.3 - 0.1}{0.2 - 0.1}, \quad \frac{Y_3 - 5}{5} = 2, \quad Y_3 = 15$$

Таким чином, ми отримали деяку пряму з лівого боку. Використавши це рівняння для пошуку значення на моменті часу 0.5 та координати відомих значень на моментах часу 0.6 та 0.7, отримаємо другу пряму з правого боку, після чого знайшовши перетин цих двох прямих можна побудувати графік.

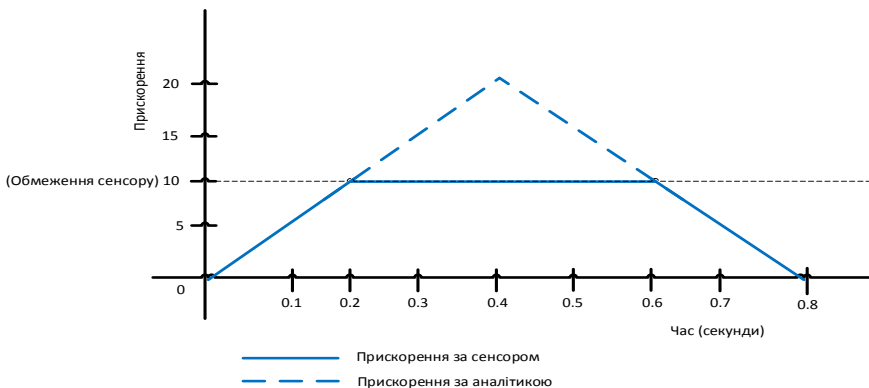


Рисунок 2 - Графік прискорень .

Таким чином, в роботі запропонований підхід розширення діапазону чутливості сенсорів за допомогою аналітичної обробки даних. Це може допомогти в обходженні обмежень з діапазоном максимально можливих даних з сенсорів та в збільшенні їх інформативності.

Література

1. Распознавание физической активности пользователей по данным от их мобильных телефонов с помощью продуктов IBM Worklight и IBM SPSS Modeler (<https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-mobile-phone-activity/index.html>)

Аналіз основних моделей забезпечення якості обслуговування в мережах NGN (FGN)

Губаровський Т.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Карпова Л.В.

Хмельницький національний університет

Якість обслуговування QoS (Quality of Service) залишається предметом активних досліджень і стандартизації з моменту створення мереж зв'язку. За більш ніж сторічний період своєї роботи Міжнародний Союз Електрозв'язку вніс істотний внесок в розвиток різних аспектів концепції QoS, включаючи розробку норм і стандартизацію механізмів, що забезпечують їх підтримку. Застосування технології NGN стимулювало істотний перегляд всієї системи показників QoS, а також механізмів підтримки високої якості обслуговування в мережах NGN.

Концепція best effort була достатньо ефективною для додатків, де можна передавати дані не в реальному часі (наприклад, електронна пошта і передача файлів). Крім того, відомі приклади застосування мереж IP для мультимедійних додатків (потоківі дані (аудіо/відео) і Web-трафік).

Проте як тільки виникає недолік ресурсів, що призводить до збільшення вірогідності втрат пакетів і зростання їх затримок, для додатків реального часу необхідні показники якості обслуговування не можуть бути забезпечені. Перш за все, це пояснюється основним принципом функціонування IP-мереж - передачею даних в датаграмному режимі. З появою нових додатків, особливо додатків реального часу (інтерактивна передача мови, відеотелефонія і відеоконференції), питання про гарантовану якість обслуговування в мережах NGN стає одним із основних. Це пояснює те, чому якість обслуговування в мережах нового покоління є предметом постійної уваги ITU, ETSI, IETF [1,2].

Головним стимулом в розвитку інфокомунікаційних мереж є процеси конвергенції, у зв'язку з чим необхідно в майбутніх мережах NGN (FGN) розробити нові принципи розподілу ресурсів мереж і управління трафіком, які будуть гарантувати різні рівні якості обслуговування для великого числа різноманітних додатків, що реалізуються кінцевими користувачами. При великій кількості додатків з вимогами, що істотно розрізняються, до робочих характеристик мережі розділення ресурсів і процеси управління трафіком повинні бути координовані.

Модель надання інтегрованих послуг. Процес перетворення мережі Інтернет в середині 90-х рр. з академічної в комерційну інфраструктуру, зростання числа вузлів і кількості користувачів, застосування мережі Інтернет для різноманітних додатків з різними вимогами до якості обслуговування - всі ці чинники визначили швидкий розвиток механізмів підтримки QoS. Комітет IETF розробив великий набір моделей і механізмів для забезпечення якості обслуговування в мережах Інтернет [2,3].

Робоча група інтегрованих послуг (Integrated Services Working Group) розробляла модель надання інтегрованих послуг (IntServ), засновану на принципі інтегрованого резервування ресурсів. Модель IntServ була розроблена для підтримки додатків реального часу, чутливих до затримок. Механізми групи IntServ відносяться до групи методів, що гарантують “жорстку” якість обслуговування. Найдетальніше серед механізмів групи IntServ опрацьований протокол RSVP (Resource Reservation Protocol), специфікація якого була прийнята Комітетом IETF в 1997 р.

Протокол RSVP. Протокол RSVP є найбільш відомим представником групи механізмів інтегрованого обслуговування. По суті, RSVP є протоколом сигналізації, відповідно до якого здійснюється резервування і управління ресурсами з метою гарантії “жорсткої” якості обслуговування.

Резервування проводиться для певного потоку IP-пакетів перед початком передачі цього потоку. Ідентифікація потоку (визначення пакетів, що належать одному потоку) проводиться по спеціальній мітці, що розміщується в основному заголовку кожного пакету IP. Після резервування шляху починається передача пакетів цього потоку, що обслуговується у всьому наскрізному (від джерела до приймаючого користувача) з’єднанні із заданою якістю [1,2].

Протокол RSVP є тільки протоколом сигналізації. Для забезпечення необхідної якості обслуговування на фазі перенесення пакетів трафіку він повинен бути доповнений одним з існуючих протоколів маршрутизації, а також набором механізмів управління трафіком, що включають управління доступом, класифікацію трафіка, управління і планування черг та т. ін.

Не дивлячись на можливості протоколів групи IntServ, недоліки, закладені в самому принципі моделі IntServ (жорсткі гарантії якості обслуговування, низький рівень масштабування), привели до необхідності створення гнучкіших механізмів забезпечення QoS. Тому в другій половині 90-х рр. минулого століття в IETF почалися роботи із створення моделей і механізмів диференційованого обслуговування [58].

Модель надання диференційованих послуг. Модель диференційованих послуг (Differentiated Services, DiffServ) розроблена групою Differentiated Services Working Group Комітету IETF. Детальна специфікація моделі DiffServ була опублікована в середині 1999 р. Основна ідея механізмів DiffServ полягає в диференційованому наданні послуг для набору класів трафіку, що розрізняються вимогами до показників якості обслуговування. Іншими словами, методи DiffServ, на відміну від методів IntServ, забезпечують відносну або “м’яку” якість обслуговування.

Як і у разі механізмів IntServ, для диференційованого надання послуг широко застосовуються механізми, що входять до складу розглянутої вище архітектури підтримки QoS в мережах IP. Одним з центральних понять моделі DiffServ є угода про рівень обслуговування, SLA, що входить до складу механізмів QoS на площині менеджменту. У моделі DiffServ

архітектура мережі представляється у вигляді двох сегментів - прикордонних ділянок і ядра. На вході в мережу у вузлі доступу (прикордонному маршрутизаторі) пакети класифікуються (механізм Traffic classification), і трафік нормується (механізм Traffic conditioning) [3,4].

При необхідності потік пакетів проходить через пристрій профілювання (механізм Traffic shaping). Магістральні маршрутизатори, які є складовими ядра мережі, забезпечують пересилку пакетів відповідно до необхідного рівня QoS. Вимоги до необхідного набору характеристик якості обслуговування задаються в спеціальному однібайтовому полі кожного пакету - в октеті Type of Service (ToS) протоколу IPv4 або в октеті Traffic Class (TC) протоколу IPv6. Відзначимо, що в моделі DiffServ це поле називається DS-байтом. Зміст DS-байта визначає вид послуг, що надаються.

Перші два біта визначають пріоритет пакету, наступні чотири - необхідний клас обслуговування пакету у вузлі і два біта не використовуються. Клас обслуговування тут означає механізм обробки і просування пакету з даного вузла до наступного вузла (Per-Hop Behavior, PHB) відповідно до необхідної якості обслуговування. Таким чином, за допомогою поля DS можна визначити до 32 різних рівнів якості обслуговування.

У 1999 р. були визначені два класи послуг для моделі DiffServ. У документі RFC 2498 описаний клас "термінової доставки" (Expedited Forwarding, EF), який забезпечує найвищий з можливих рівнів якості обслуговування (Premium Service) і застосовується, в основному, для додатків, що вимагають доставки з мінімальною затримкою і джитером.

Другий клас обслуговування, що отримав назву "гарантованої доставки" (Assured Forwarding, AF), представлений в документі RFC 2497. Клас гарантованої доставки підтримує рівень якості обслуговування більш низький, чим клас термінової доставки, але вищий, ніж обслуговування за принципом "best effort". У середині цього діапазону QoS клас AF визначає чотири типи трафіку і три рівні відкидання пакетів. Таким чином, клас AF забезпечує можливість обслуговування до 12 різновидів трафіку залежно від набору необхідних показників якості обслуговування. Обробка пакетів відповідно до визначення рівня пріоритету і типу трафіка здійснюється спеціальними схемами обслуговування черг, що забезпечують контроль затримок і джитера пакетів і виключення можливих втрат. Серед основних механізмів управління чергами відзначимо пріоритетне обслуговування (Priority Queuing), зважене справедливе обслуговування (Weighted Fair Queuing) і обслуговування відповідно до механізму PHB (Class-Based Queuing).

Слід зазначити, що механізми DiffServ все ж таки не можуть гарантувати такий же рівень QoS, який можна отримати в цифрових телефонних мережах, що базуються на комутації каналів (наприклад, в ISDN). Разом з тим, можна чекати, що в майбутніх мережах вага служб, що

вимагають “телефонну якість”, буде відносно невеликою, тоді як для додатків з менш критичними вимогами до QoS моделі і механізми диференційованих послуг будуть здатні забезпечити необхідний рівень якості обслуговування [3,4].

Механізм багатопроTOCOLьної комутації по мітках (MPLS). Ще одним механізмом забезпечення необхідних показників якості обслуговування являється багатопроTOCOLьна комутація по мітках (Multi - Protocol Label Switching, MPLS). Технологія MPLS є розвитком технології Tag Switching (комутація по тегах або по мітках), яка розроблена компанією Cisco в середині 90-х років минулого століття. Сутність механізму Tag Switching полягає в наступному. Спочатку кожен маршрутизатор мережі IP формує маршрутні таблиці використовуючи стандартні протоколи маршрутизації (наприклад, протокол OSPF). Потім кожному маршруту ставиться у відповідність (генерується) мітка (label), яка може визначати один маршрут або набір маршрутів. Набір міток формує певний аналог віртуального з'єднання, який називається “трактом, що комутується за мітками” (Label Switched Path, LSP). Таким чином мітки можуть розглядатися як певний аналог ідентифікаторів віртуальних з'єднань в технології ATM або ідентифікаторів логічних каналів в технологіях Frame Relay чи X. 24. Сформований набір міток відповідає певному набору маршрутних таблиць.

Протягом 1996-97 років компанії-виробники маршрутизаторів для мереж IP запропонували велику кількість варіантів схем комутації за мітками, що привело до необхідності стандартизації механізмів цієї групи. З цією метою в IETF в 1997 році була створена спеціальна робоча група MPLS. Перша специфікація MPLS була опублікована в 1999 році. Головна особливість технології MPLS полягає в істотному спрощенні процесу маршрутизації пакету за рахунок відмови від необхідності аналізу IP-адреси в його заголовку. Це приводить до істотного зменшення часу перебування пакетів в маршрутизаторі і, як наслідок, до можливості підтримки показників QoS для різних видів трафіку [1-4].

Принцип комутації MPLS заснований на обміні мітками. Будь-який пакет, що передається, асоціюється з певним “класом еквівалентної пересилки” (Forwarding Equivalence Class, FEC). У вузлі, через який проходить LSP, кожен клас ідентифікується певною міткою. Значення мітки, розмір якої складає 32 біта, унікальне для ділянки LSP між сусідніми вузлами мережі MPLS, через які цей LSP проходить. Вузли MPLS називаються маршрутизаторами LSR (Label Switching Router, LSR), які комутують за мітками. Маршрутизатори LSR аналізують замість заголовка пакету IP (760 бітів) мітку (32 біта), що призводить до істотного зменшення часу перебування пакетів в маршрутизаторі.

Суб'єктивні і об'єктивні оцінки якості обслуговування в мережах нового покоління. При оцінці якості послуг в мережах нового покоління необхідно враховувати, що вимоги до мережевих характеристик з боку

додатків даних і додатків, які пов'язані з передачею мови, істотно розрізняються. Наприклад, при передачі великих масивів даних необхідна велика смуга частот, при цьому дані можуть не бути критичними до затримок. В протилежність цьому, для додатків потрібні відносно невеликі мережні ресурси, але ці додатки критичні і до затримок, і до варіації затримок. Слід враховувати, що мовний трафік і трафік даних, які передаються через мережу IP, не можуть оброблятися однаково через низку обставин, зокрема таких: пакети мови і даних різні по довжині; пакети мови і даних передаються з різними швидкостями; пакети мови і даних обробляються у вузлах і доставляються користувачу з використанням різних механізмів і протоколів; повідомлення електронної пошти або масиви даних можуть бути затримані на десятки хвилин без впливу на оцінку якості обслуговування, тоді як затримки, рівні декільком сотням мілісекунд, можуть призвести до значних спотворень мовного сигналу.

Протягом багатьох років об'єктивні кількісні оцінки, які визначали б якість обслуговування з урахуванням того, як воно сприймається користувачем, були відсутні. Оцінки якості обслуговування були суб'єктивними. У 1998 році ІТУ стандартизував E-модель, в якій були запропоновані об'єктивні оцінки якості, що базуються на вимірюванні фізичних характеристик мереж і термінальних пристроїв. Ці оцінки засновані на обчисленні так званого R-фактора, який визначається з використанням великої кількості показників, що характеризують як мережу, так і термінали (затримки, втрати, типи кодеків і так далі).

Література

1. Толюпа С.В. Застосування інтелектуальних технологій на основі нечіткої логіки для управління технічним станом мереж передачі даних / Толюпа С.В., Штаненко С.С., Толюпа С.С. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ "КПІ" №2, 2007 р. – С. 133-136.
2. Толюпа С. В. Показники якості передавання мовного трафіку в інфокомунікаційних мережах нового покоління / Толюпа С. В. // Загальногалузевий наук.–виробн. журнал „Зв'язок”, №2 (90), 2010. – С. 64 – 68.
3. Толюпа С. В. Методологічні принципи організації інтелектуального управління сучасними телекомунікаційними мережами. / Толюпа С. В. // V Міжнародна науково – технічна конференція ”Сучасні інформаційно – комунікаційні технології”, COMINFO'2009 – Libadia. – С. 125 – 127.
4. Толюпа С.В. Напрямки вирішення задач переходу до телекомунікаційних мереж наступного покоління / Толюпа С.В., Толюпа С.С. // V Міжнародної науково-технічної конференції студентства та молоді "Світ інформації та телекомунікацій -2008", м. Київ, ДУІКТ.

Веб-портал з продажу робіт сучасних художників

Дзюбій Д.В.

Науковий керівник – д.т.н Іванов О.В
Хмельницький національний університет

Сьогодні, завдяки активному розвитку і просуванню нових технологій, для переважної більшості населення інтернет вже не є чимось далеким і недосяжним. Він не тільки міцно увійшов в наше повсякденне життя як джерело інформації і розваг, але і став невід'ємною частиною бізнесу. Тому, наявність власного сайту в наш час є необхідним атрибутом і запорукою успішної діяльності будь-якої сучасної компанії. Все більшою популярністю користуються і інтернет-магазини, причому цей напрямок інтернет-бізнесу цікавить не тільки людей, які ведуть свій бізнес виключно в мережі, але й власників реальних магазинів.

Вдалих веб-сайт - це надзвичайно ефективний інструмент торгівлі - він здатний захоплювати увагу аудиторії. Як і будь-який інший маркетинговий інструмент, заснований на принципі безпосереднього відгуку, перш за все він повинен заінтригувати відвідувача, а потім спонукати його на певні дії. Однак, багато хто ігнорує цю особливість головної сторінки, що часто призводить до того, що відвідувачі не затримуються на сайті надовго і залишають його, ледь зайшовши. Такі веб-сайти, нехай навіть містять іноді величезну кількість корисних порад та статей, практично ніколи не досягають передбачуваного рівня відвідуваності, не кажучи вже про продажі.

Зробивши лише кілька змін, простий веб-сайт може перетворитися в більш надійний і ефективний інструмент. Важливо пам'ятати, що з дня на день на потенційних клієнтів обрушується потік інформації із різних рекламних повідомлень, і що в плані завоювання їхньої уваги існує гранично жорстка конкуренція. Веб-сайт, що здатний привернути увагу і викликати цікавість, спонукає клієнтів не тільки переглянути сторінки і зробити покупки, але і знову відвідати його через деякий час, а також рекомендувати своїм друзям і знайомим.

Сучасні сайти рідко обходяться без CMS - систем управління контентом. Це й не дивно, адже CMS дозволяють значно спростити обслуговування готового сайту, роблять його більш доступним для адміністрування. Порівнюючи існуючі системи керування контентом, можна назвати найпопулярніші з них: OpenCart, Wordpress, Drupal, Joomla, Magento.

Якщо потрібно розробити інтернет-магазин, то це можна зробити кількома різними способами.

Якщо потрібен невеликий особистий інтернет-магазин (магазин хендмейд), то логічно буде позиціонувати його більш персонально - відштовхуючись від формату блогу. Тут прекрасно підійде як WordPress, так і Drupal.

Якщо планується досить великий інтернет-магазин, в якому кількість

товарів обчислюється не одиницями і десятками артикулів, а сотнями і тисячами, то це означає необхідність серйозної автоматизації роботи інтернет-магазину. Починаючи з імпорту описів і цін товарів з таблиць і закінчуючи налаштованим подіями, за якими магазин повинен самостійно виконувати певні дії (наприклад, при зміні статусу у товару «Поступив на склад» автоматично розсилати відповідний e-mail покупцям, які цікавилися цим товаром). Тут вже потрібно вибирати між Drupal Commerce з його багатими можливостями по гнучкою налаштування та спеціалізованими eCommerce рішеннями типу Magento.

Якщо потрібно розробити магазин-гігант, то потрібно ретельно розписати технічне завдання - для початку досить у визначених користувачем історій - і детальніше проконсультуватись з розробниками. Краще вибрати той варіант, в якому є розумне поєднання нового коду і використання готових рішень. Наприклад, той же AliExpress для свого фронтенда використовує доступний кожному безкоштовний Bootstrap - і непогано заощаджує як на розробці, так і на тестуванні.

Особливістю в створенні інтернет-магазину є розробка зручної та надійної системи оплати. CMS Magento надає сучасну систему прийому онлайн-платежів, яка дозволяє в найкоротші терміни прийняти від покупця товару або послуги практично будь-яку бажану форму оплати. Сервіс просто підключити до торговельному майданчику в інтернеті і онлайн-магазину, завдяки чому процес віртуальної доставки грошових коштів автоматизується і спрощується. Системі доступні різнопланові типи онлайн-розрахунку. Серед них особливо затребувані сьогодні платіжні сервіси WebMoney, QIWI, Яндекс, Bitcoin, міжнародні карти «Мастеркард» та «Віза», а також Swift, мобільні оператори, термінали самообслуговування і готівку.

Так тематика веб-порталу потребує створення системи керування великою кількістю продуктів, але, при цьому, сайт розраховано на окрему аудиторію, найкращим вибором буде використання систем OpenCart, Bitrix або Magento.

Bitrix – має ряд своїх переваг: широка поширеність, тісна інтеграція з 1С та зручна панель управління для адміністратора сайту. Але головними і вирішальними недоліками даної системи являються висока вимогливість до обчислювальних ресурсів і має обмежену локалізацію, що затрудняє випуск веб-порталу на світовий ринок.

OpenCart – міжнародна система з відкритою ліцензією, висока продуктивність, якісна MVC-архітектура. Але, попри усі переваги, має ряд недоліків, які не дозволяють використовувати її для розробки потрібної системи: відсутність зв'язків з 1С та MsOffice, а також функції швидкої правки цін і інших характеристик з адмінки.

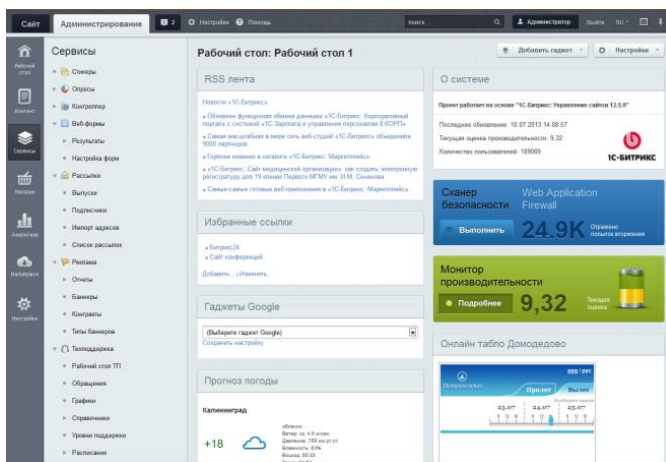


Рисунок 1 – CMS Bitrix

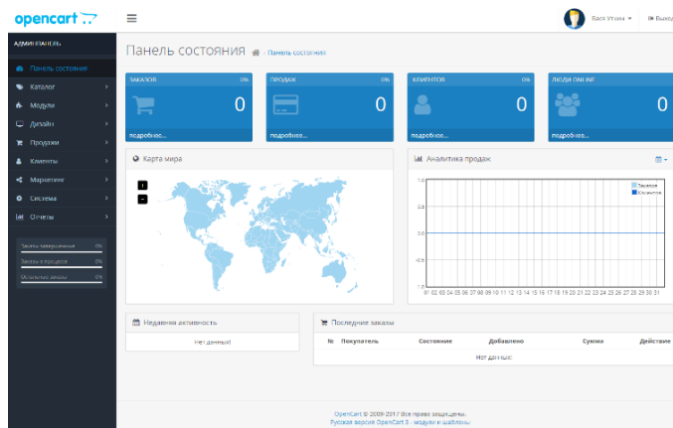


Рисунок 2 – CMS OpenCart

Magento – головною сильною стороною є велика кількість вбудованих функцій: мова йде про валюту, мовами, знижки та купонах, звітах і багато іншого. Крім вбудованого функціоналу Magento CMS має безліч модулів (або розширень) і різних шаблонів. Також не слід забути про те, що це масштабована і розширювана платформа. Magento CMS замислювалася як гнучка і багатогранна платформа. Тому вона є найбільш відповідною для інтернет-магазину CMS.

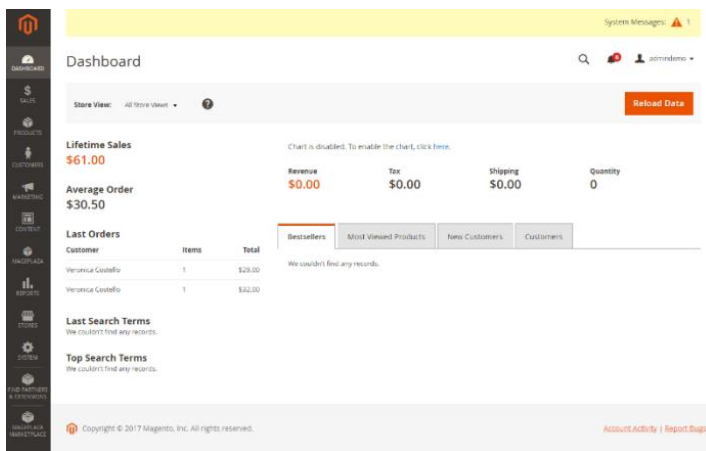


Рисунок 3 – CMS Magento

Важливим аспектом при розробці інтернет-магазину є впровадження системи оплати. Модуль оплати Magento забезпечений адаптивним дизайном, тому інтернет-магазин на цій платформі буде однаково успішно функціонувати як в десктопному, так і в смарт-форматі. В результаті, власники інтернет-бізнесу можуть заощадити і гроші, і час. Модуль працює на базі MySQL і PHP і, володіючи відкритим вихідним кодом, є одним з найбільш поширених в світі електронної комерції.

Модуль для прийому платежів CMS Magento демонструє такі переваги: великий вбудований функціонал, масштабованість і можливість розширювати інструментарій.

На сьогодні, усі з наведених веб-сайтів широко використовуються для торгівлі різними категоріями товарів. Тому за визначеними критеріями та на прикладі основних переваг і недоліків конкурентів, можна побудувати підходящу модель якісного веб-порталу. За допомогою комбінації методів та гнучкому налаштуванню системи керування контентом можливо створити веб-сайт, який би задовільнив усі потреби цільової аудиторії сайту.

Література

1. CMS Made Simple 1.6: Beginner's Guide – Sofia Hauschildt, 2010 – 364 с.
2. Learning PHP, MySQL&JavaScript, 4th Edition – Robin Nixon, 2014 – 810с.
3. Magento PHP Developer's Guide – Allan MacGregor, 2013 – 256 с.
4. Magento Best Practices Handbook – Alessandro Ronchi, 2015 – 126 с.
5. Computer Vision in C++ with the OpenCV Library – Adrian Kaehler & Gary Bradski, 2017 – 967 с.

Система контролю стану кабельної лінії передачі на основі розподілених нелінійних елементів

Єремєєва А.М.

Науковий керівник – к.т.н. доц. Пивовар О.С.

Хмельницький національний університет

Кожна телекомунікаційна система має мати в складі автоматизовану систему контролю параметрів середовища поширення сигналів [1]. Багато із систем розробляється тільки із такою метою, наприклад, проводові системи охоронної сигналізації. Розробка приладів подібного напрямку передбачає певний рівень автоматизації визначення дальності до пошкоджень, тому апаратура має мати чіткий критерій встановлення факту аварії для подальшого інформування обслуговуючого або охоронного персоналу.

В умовах терористичної загрози на ринку виникла потреба у широкому застосуванні охоронних систем для стаціонарних об'єктів головними критеріями для яких є структурна простота, надійність, низьке енергоспоживання, високий рівень мобільності та простота у виготовленні та застосуванні. Для вибору методу роботи на основі аналізу літературних джерел розроблена класифікація існуючих способів (рисунок 1) автоматичного вимірювання дальності пошкоджень у слабкострумових однорідних лініях передачі та виділено методи, перспективні для реалізації.

Локалізація пошкоджень може бути проведена на основі лінії передачі цілком, що відповідає вимірюванню із деякою точністю усіх можливих значень дальності до пошкодження, в такому випадку методи визначають як способи аналізу суцільної лінії. Можливий також варіант, коли лінія штучно сегментується на декілька ділянок, та локалізація пошкоджень проводиться із точністю до окремої ділянки, такі методи сегментованої лінії часто використовуються у системах охоронної сигналізації.

Для реалізації системи контролю застосовано метод нелінійної реакції лінії на дію тестового сигналу. Відповідно запропонованій класифікації схема вимірювання відноситься (рисунок 1) до віддалених, сегментованих, нелінійних, енергетичних методів, що працюють на постійному струмі. Основа схеми – точне вимірювання напруги та використання елементів із суттєво нелінійною ВАХ - стабілітронів.

Схема складається із генератора постійного струму (рисунок 2), вольтметра та оповіщувача. Схема також передбачає подачу не тільки тестових але й інформаційних сигналів через застосування гальванічної розв'язки. Для використання методу нелінійної реакції лінія передачі має бути розділена на сегменти, між якими встановлюються стабілітрони із різними напругами стабілізації V_0-V_N , де N - кількість сегментів. При чому під час розподілу стабілітронів по сегментам має виконуватись умова $V_0 > V_1 > V_2 \dots > V_N$. Напруга стабілізації останнього стабілітрона визначає максимальний діапазон рівнів інформаційного сигналу, що може

передаватись по лінії одночасно із функціонуванням системи контролю. Також можлива двобічна передача інформаційного сигналу.

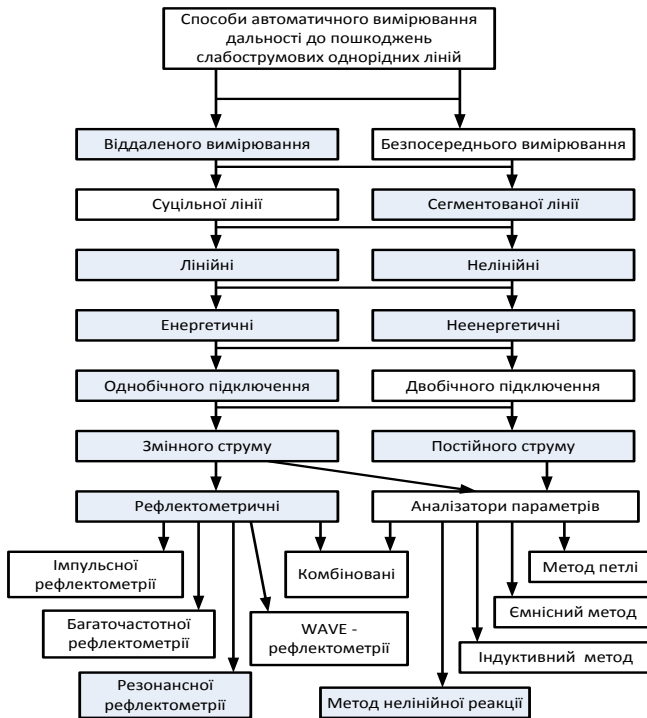


Рисунок 1 – Класифікація способів вимірювання дальності до пошкодження у провідних лініях

Під час нормального режиму роботи схеми вольтметр покаже мінімальне значення напруги, завдяки тому, що останній стабілітрон шунтує всі решта стабілітрони та «приймає» на себе більшу частину струму. У випадку розриву деякого сегменту лінії, значення напруги на виході генератора збільшується, завдяки правильному розташуванню стабілітронів. Чим більше значення напруги на вході лінії, тим ближче розташований пошкоджений сегмент. У випадку короткого замикання значення напруги зменшується та залежить від активного опору незамкнених сегментів. Таким чином реалізована можливість одночасного контролю розриву або короткого замикання у лінії.

Запропонована схема вимірювання на основі стабілітронів відрізняється простотою та дешевизною, мінімальною кількістю структурних елементів, забезпечує достатню для контролю точність, низька споживана

потужність дозволяє забезпечити мобільність та живлення від автономних джерел. Схема вимірювання слабо чутлива до параметрів лінії передачі, що дозволяє використовувати її для досить широкого кола двопровідних, в тому числі диференційних ліній передачі. Стабілітрони природно захищають лінію передачі від перенавантажень, для двобічного обмеження напруги краще використовувати симетричні стабілітрони.

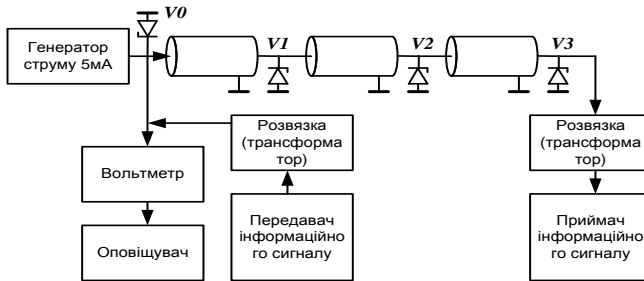


Рисунок 3 – Функціональна схема контролю лінії на основі методу нелінійної реакції

Схема використовує мінімум енергії і можливе її живлення на основі автономних джерел, що забезпечує мобільність та швидкість розгортання охоронної системи. Способи та методи вимірювання постійної напруги добре розроблено [2], можливе використання різноманітних засобів вимірювання напруги широкого застосування. У випадку використання стрілочних вольтметрів, шкала вольтметра може бути проградуїрована в одиницях довжини, що забезпечує зручність отримання кінцевих показників.

Принцип вимірювання припускає велику кількість подальших модифікацій та удосконалень, наприклад, робота на змінній напрузі із низькою частотою перемикавання, використання аналогів стабілітронів, використання шумових характеристик стабілітронів як критерію ураження сегменту лінії. Варіантом удосконалення може бути також використання мостових принципів вимірювання відстані до пошкодження на основі пар ідентичних стабілітронів, що дозволяє застосовувати більшу кількість сегментів лінії передачі або сегментів охоронної системи, а значить збільшити точність виявлення ділянки лінії, де виникло пошкодження.

Література

1. Катунин Г. П. Телекоммуникационные системы и сети. Учебное пособие для ВУЗов Том2 /Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов – М. Горячая линия – Телеком, 2004.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. / Скляр Б. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. – 1104 с.

Мультиагентні системи в моделюванні систем бездротового зв'язку

Жук О.О.

Науковий керівник: к.т.н. доц. Бойчук В.О.

Хмельницький національний університет

Попит на використання бездротового зв'язку для забезпечення безперервного і повсюдного зв'язку з мобільними користувачами в неоднорідному мережевому середовищі вимагає серйозних досліджень. Треба максимально використовувати наявний спектр і гарантувати прийнятний рівень перешкод серед первинних та вторинних користувачів піддіапазонів. Неefективне використання або недостатнє використання ресурсів мережі, таких як пропускна здатність, є наслідком статичного розподілу в мережі зв'язку. Використання смуги пропускання в будь-який момент часу є стохастичними явищами і аналіз такого питання є предметом імовірнісного дослідження. Вирішення цих проблем полягає в розробці такої мережі, яка може відчувати і вивчати ситуації, розумно і динамічно розподіляти радіоресурси і бути мотивованою для співпраці. Така радіосистема має цілеспрямовану структуру, за якою вона автономно вивчає, планує та контролює контекст.

Мультиагентні системи можуть бути використані для реалізації таких радіосистем. Агенти володіють якостями автономності, навчання, реактивності та мають кооперативні властивості. Ці якості ми мультиагентних систем (МАС) ми використали в дослідженнях телекомунікаційних мереж і їх розвитку.

Ведення переговорів - це процес, при якому агенти сходяться до конкретної угоди або правил, які дозволяють їм досягти консенсусу стосовно цілі або плану. У радіосистемах переговори можна застосовувати в таких областях, як передача спектру. Протоколи, що використовуються для переговорів, також керують взаємодією агентів. Деякі з цих протоколів - аукціон, аргументація та евристика.

Навчання - це здатність агентів отримувати нові знання через відчуття навколишнього середовища (наприклад, відстеження спектру) та представлення цих набутих знань у майбутньому процесі прийняття рішень. Протоколи, засновані на вивченні, це взаємне навчання, Q-навчання та підкріплення навчання.

Співпраця - це явище, завдяки яким агенти можуть спільно реалізувати певну мету. Без співпраці агенти не зможуть досягти цієї мети самостійно. Таким чином, ціла мережа агентів може вирішити глобальну проблему. Прикладом цього може служити динамічний та умовно-спрямований розподіл спектру між вузлами. Протоколи як контрактна мережа та формування коаліції часто використовуються в безпроводних мережах.

При розробці загальної когнитивної моделі поведінки агентів, які

будуть приймати участь в моделюванні безпроводних мереж, беремо за основу запозичення біологічного підходу штучного інтелекту. Тобто при розробці моделі поведінки агента будемо максимально використовувати аналогії в діяльності мозку.

Відповідно по початковому стану і цілі керування потрібно знайти суперпозицію функцій переходу (впорядковану множину дій), яка призводить агента в цільовий стан.

Функціонування агента реалізується за рахунок взаємодії класифікуючої та виконавчої частин. Класифікуюча частина отримує інформацію як з декількох різновидів зовнішніх сенсорів, так і з внутрішніх рецепторів агента для ідентифікації початкових умов дій агента, цілі дій і визначення на їх основі послідовності дій, які виконує агент. Існує множина елементарних дій, які може виконувати агент. Елементарні дії можуть виконуватись окремо або об'єднуватись в послідовності на основі успішності досягнення цілі.

Когнитивна модель поведінки агента реалізується в трьох імітаційних моделях.

Моделі реалізовані в середовищі NetLogo. Це середовище особливо добре підходить для моделювання складних систем, що розвиваються з плином часу. Користувачі можуть давати інструкції для сотень або тисяч агентів, які працюють незалежно один від одного. NetLogo служить для моделювання ситуацій і феноменів, що відбуваються в природі і суспільстві. Це відкриває можливість для пояснення і розуміння зв'язків між поведінкою окремих індивідуумів і явищами, які відбуваються на макро рівні.

NetLogo працює на віртуальній машині Java, тому працює на всіх основних платформах (Mac, Windows, Linux і ін.). Воно запускається як настільний додаток. Також підтримується операція з командним рядком.

Перша модель - це модель, що зображує характеристики радіозв'язку. Друга модель представляє структуру кадрів TDMA в мережі GSM. Третя модель розподілу каналів на основі пріоритету. Всі ці моделі розроблені з метою продемонструвати доцільність моделювання явищ мереж зв'язку з мультиагентними симуляторами.

Перша модель описує радіозв'язок, де вузли розподіляються випадковим чином, а базова станція лежить у центрі. Бездротові вузли підтримують постійну комунікацію з базовою станцією і характеристики зв'язку можуть бути розраховані та проаналізовані. Розраховані значення та повідомлення повідомляються в кореспондентському вікні та у вікні консолі.

В цій моделі вузли демонструють мобільність на основі процедури руху випадкового напрямку. Поки вузли рухаються, вони також безперервно підтримують зв'язок з базовою станцією, а значення, отримані з результатів розрахунку через різноманітні параметри, планомірно накладаються при кожному переміщенні вузлів всередині світу. Модель також відображує функціональність вузла, коли він знаходиться поза зоною покриття.

Друга імітаційна модель агента використовується у мережах зв'язку для проектування протоколу доступу до середовища, що є одним з важливих завдань для інженерів, оскільки вузли-учасники в мережі борються за доступ до каналу і існують конфлікти між вузлами, які виникають під час передачі пакету. Це призводить до серйозного падіння використання пропускну́ї спроможності та загальної пропускну́ї спроможності мережі. Для оптимізації методів енергозбереження через співпрацю використовується дослідження та моделювання МАС. При моделюванні кооперативних мереж у багатоагентних симуляторах реалізований статистичний підхід.

Запропонована модель був впроваджений в Netlogo і було показано, що ефективність спектра спільного каналу управління зростає з використанням консенсусного алгоритму за рахунок самоорганізації.

Третя розроблена імітаційна модель демонструє можливості прийняття рішень центральної базової станції. Базова станція призначає вузли з слотами для передачі пакетів даних на основі призначеного пріоритету. Пріоритет призначається на основі типів даних, які вузли хочуть передавати. У цій моделі розглядається голосовий, відеосигнал та формат передачі даних у режимі реального часу, коли голосу в режимі реального часу присвоюється найвищий пріоритет, і дозволяється здійснити передачу спершу, а інші два чекають до завершення голосового зв'язку. Кількість доступних каналів менша, ніж кількість вузлів для кожного пріоритету. Швидкість передачі даних для трьох з цих типів зв'язку також призначається на льоту відповідно до типу даних вузлів.

Побудовані моделі можуть бути використані для моделювання при проектуванні складних безпроводних мереж.

Хмарний сервіс для моделювання цифрових систем на кристалах

Залозний М.Ю., Хаханов І.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Литвинова Є.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Стан проблеми. Поняття адресного виконання логічних операцій, реалізованих на елементах пам'яті LUT в програмованих логічних пристроях (PLD), дає потенційну можливість створювати на кристалі тільки адресний простір, максимально технологічне для вбудованого відновлення працездатності всіх компонентів, що беруть участь у формуванні функціональності [1-3]. Актуальність створення адресного простору для компонентів підтверджується розподілом логіки і пам'яті на кристалі, де після 2020 року на чіпі буде тільки один відсоток логіки і 99 відсотків пам'яті. Тенденція до збільшення пам'яті тягне можливість вбудованого відновлення працездатності відмовлених осередків за рахунок виділених додаткових ресурсів для їх ремонту (spare logic cells). Проблема автономного

усунення дефектів (самовідновлення працездатності) логічних елементів пов'язана з відсутністю у них адрес. Але вирішити її можна, якщо зв'язки між елементами логіки зробити гнучкими за допомогою програми опису структури, вміщеної в пам'яті, яка з'єднає логічні компоненти в схему. Крім структури взаємодії елементів, пам'ять повинна містити порядок їх обробки. У разі виникнення дефекту в одному з адресованих логічних елементів, система вбудованого тестування відновить його працездатність шляхом переадресації на завідомо справний аналог з ремонтного запасу. Просто вирішується проблема підвищення якості та надійності цифрових систем на кристалах шляхом створення інфраструктури вбудованого тестування, діагностування, оптимізації та відновлення працездатності за рахунок апаратної надмірності і зменшення швидкодії виконання функціональних операцій [2, 3].

Мета – істотне підвищення швидкодії синтезу тестів і дедуктивної верифікації для black box функціональностей логічних компонентів за рахунок використання компактних описів в формі кубітних покриттів і паралельного виконання мінімального числа реєстрових логічних операцій (shift, or, not, pxor).

Задачі:

1) Метод генерації тестів для black box функціональностей логічних схем на основі використання кубітних покриттів і паралельного виконання реєстрових логічних операцій (shift, or, not, pxor).

2) Метод обчислення булевих похідних для синтезу тестів на основі використання кубітних покриттів.

3) Метод синтезу тестів на основі використання булевих похідних, поданих векторами в форматі кубітних покриттів.

4) Метод дедуктивного моделювання несправностей для функціональних елементів, поданих векторами кубітних покриттів.

5) Процесор моделювання несправностей і справної поведінки на основі кубітного опису функціональностей, інтегруючий розроблені методи в хмарний або SoC-інфраструктурний сервіс тестування. Сутність дослідження – розробка методів генерування вхідних тестових послідовностей і оцінки їх якості для функціональних логічних компонентів шляхом паралельного виконання реєстрових логічних операцій (shift, or, not, pxor) над кубітним покриттям і його похідними в структурі процесора кубітного моделювання. Тестування і діагностування запам'ятовуючих пристроїв реалізується за допомогою спеціальних алгоритмів, що генерують тести: марш; нуль і одиниця, що бігуть; логарифмічного розподілу [5]. Якщо елементи пам'яті виконують функції логічних схем (reusable logic), то для них слід генерувати тести перевірки функціональностей, не прив'язані до фізики процесів зберігання даних. Тому далі розглядається метод синтезу тестів для функціональних схем, представлених у формі black box, опис яких задається кубітним вектором

[6, 7]. Ринкова привабливість застосування квантових методів обчислень при створенні комп'ютерних структур в кіберпросторі заснована на використанні кубітних моделей даних, орієнтованих на паралельне вирішення завдань проектування, тестування, дискретної оптимізації [5,8], завдяки збільшенню витрат пам'яті. Не вдаючись в деталі фізичних основ квантової механіки, що стосуються недетермінованої взаємодії атомних часток [9,10], далі використовується поняття кубіта як двійкового вектора для спільного і одночасного завдання булеана станів в дискретній області кіберпростору на основі лінійної суперпозиції унітарних кодів, орієнтованих на паралельне виконання операцій. У теорії квантових обчислень, яка швидко розвивається, вектори станів утворюють квантовий реєстр з n кубітів, що формують унітарний або гільбертовий [11] простір H , розмірність якого має ступеневу залежність від числа кубітів $\text{Dim} = 2^n$.

Основний зміст дослідження. Мотивація нового підходу для проектування комп'ютерних систем обумовлена появою хмарних сервісів в рамках нової кіберкультури Internet of Things, яка представляє собою спеціалізовані системи, що реалізуються в апаратурі або в програмному продукті. Будь-який компонент функціональності, так само як і структура системи, представляється векторною формою, впорядкованою за адресами, таблиці істинності, що реалізується за допомогою пам'яті. Логічні функції в традиційному виконанні reusable logic не розглядаються. Від цього частково зменшується швидкодія, але, з огляду на те, що 94% SoC-кристала становить пам'ять [2,3], останні 6% будуть імплементуватися в пам'яті, що не критично для більшості хмарних сервісів. Практично для створення ефективних комп'ютерних структур слід використовувати теорію, засновану на обчислювальних компонентах високого рівня абстракції: адресована пам'ять і транзакція.

Квантовий опис цифрових функціональних елементів. Кубіт (n -кубіт) є векторною формою унітарного кодування універсуму з n примітивів для задання булеана станів 2^{2^n} за допомогою 2^n двійкових змінних. Якщо $n=2$, то 2-кубіт задає 16 станів за допомогою чотирьох змінних, при $n = 1$, кубіт задає чотири стани на універсумі з двох примітивів (10) і (01) за допомогою двох двійкових змінних (00,01,10, 11) [12]. При цьому допускається суперпозиція в векторі 2^n станів, позначених примітивами. Синонімом кубіта при заданні двійкового вектора логічної функції є Q -покриття (Q -вектор) [6, 7] як уніфікована векторна форма суперпозиційного задання вихідних станів, відповідних адресним кодами вхідних змінних функціонального елемента. Формат структурного кубітного компонента цифрової схеми $Q^*=(X, Q, Y)$ включає інтерфейс (вхідні та вихідні змінні), а також кубіт-вектор Q , що задає функцію $Y=Q(X)$, розмірність якого визначається ступенєвою функцією від числа вхідних ліній $k=2^n$. Новизна кубітної форми полягає в заміні невпорядкованих по рядках таблиць

істинності функціональних елементів векторами упорядкованих станів виходів. Дізрапортна ідея, покладена в основу досліджень, полягає в заміні множини вхід-вихідних відповідностей таблиці істинності кубітним вектором адресованих вихідних станів. Примітивізм і компактність кубітної векторної форми (Q-coverage) диктує застосування тільки простих паралельних реєстрових операцій над його вмістом: (not, shift, or, and, xor) для вирішення всіх завдань синтезу та аналізу цифрових виробів.

Кубітний метод синтезу тестів. Пропонується метод синтезу тестів, що використовує кубітні вектори або Q-покриття функціональних примітивів цифрових пристроїв, який характеризується компактністю опису даних і паралелізмом виконання логічних операцій. Q-покриття є векторна форма опису поведінки цифрового пристрою, де кожен розряд має адресу, що формується двійковими станами його вхідних змінних. Q-тест є векторна форма неявного завдання тестових послідовностей цифрового пристрою, де координати вектора формують впорядковану послідовність двійкових наборів. Іншими словами, якщо координата вектора $Q(i)=1$, то тестовий набір, складений з двійкових розрядів, які формують десяткову адресу i , подається на входи пристрою. В іншому випадку, при нульовому значенні координати $Q(i)=0$, такий тестовий набір відсутній. Абстрагуючись від поняття таблиці істинності, далі пропонується формальний безумовний алгоритм кубітного синтезу тестів для функціональних примітивів на основі Q-покриття, стосовно раніше розглянутого прикладу:

1) Інвертування всіх розрядів Q-покриття функціонального елемента, що має три вхідні змінні.

2) Логічний зсув номерів розрядів інвертованого кубітного вектора відповідно до послідовності номерів. Тут діє просте логічне правило: для першої вхідної (молодшої) змінної виконується паралельний обмін даними між сусідніми координатами, для другої вхідної змінної реалізується обмін даними але вже між сусідніми парами координат, для третьої змінної виконується обмін даними між сусідніми тетрадами координат вектора адрес. Збільшення кількості змінних принципово не змінює сутностей зсуву даних: зустрічний зсув двох бітів, пар бітів, тетрад бітів, вісімок, і т.п. Процедура зустрічного зсуву даних в інвертованому кубітному векторі є найбільш часозатратною в алгоритмі синтезу тестів для функціональних елементів. Тому її швидкодія матиме максимальне значення при апаратній реалізації зсувних операцій.

3) Порівняння за допомогою операції еквівалентності отриманих, в даному випадку, трьох інвертованих і переупорядкованих Q-векторів з вихідним Q-покриттям функціонального елемента.

4) Диз'юнкція отриманих трьох векторів формує Q-тест, одиничні координати яких визначають тестові набори для перевірки всіх поодиноких константних несправностей зовнішніх входів і виходів.

З огляду на істотність зустрічних реєстрових зсувів, пропонується

універсальний алгоритм отримання перестановок кубітних фрагментів у залежності від номера вхідної змінної, що має три вкладених цикли. Представлено секвенсор синтезу тестів для функціональних елементів, заданих кубітними покриттями. Він містить модуль управління, який розподіляє чотири синхроімпульси, створюючи цикл генерації тесту, що включає 4 паралельні операції, які виконуються послідовно:

0) Початкова стартова операція, що ініціюється сигналом Start, передбачає завантаження в регістр кубітного покриття.

1) Потім синхроімпульс Clk N активує виконання операції інверсії Not над вмістом регістра кубітного покриття.

2) Синхросигнал Clk S активує виконання операцій зустрічного зсуву над вмістом, в даному випадку трьох, регістрів, отримуючи такі результати: $S_1(\text{not } Q)$, $S_2(\text{not } Q)$, $S_3(\text{not } Q)$.

3) Потім синхросигнал Clk C ініціює виконання паралельних операцій порівняння (в даному випадку для трьох регістрів) отриманих кандидатів в тест з початковим кубітним покриттям: $\text{nxor}(\text{not}Q, S_1)$, $\text{nxor}(\text{not}Q, S_2)$, $\text{nxor}(\text{not}Q, S_3)$.

4) Синхросигнал Clk U активує виконання og-операції над кандидатами в тест, в даному випадку реалізацію логічного об'єднання вмісту трьох регістрів: $T = \text{or}[\text{nxor}(\text{not}Q, S_1), \text{nxor}(\text{not}Q, S_2), \text{nxor}(\text{not}Q, S_3)]$.

Якщо не економити на апаратурі, то швидкодію тестового генератора можна довести до чотирьох автоматних тактів $q=4$ паралельного виконання логічних реєстрових операцій, що дає можливість вбудовувати секвенсор в BIST-інфраструктуру цифрових систем на кристалах для online тестування функціональних елементів. При цьому сумарна кількість 2^n - розрядних регістрів дорівнюватиме $N(n)=1+1+n+n+1=(2n+3)$, а загальний обсяг реєстрової пам'яті в бітах буде дорівнювати $N(R)=(2n+3) 2^n$, де n – число вхідних змінних функціонального елементу.

Обчислення булевих похідних для Q-синтезу тестів. Розглядається метод обчислення булевих похідних по кубітному покриттю для створення умов активізації вхідних змінних при синтезі кубітних тестів. Проводиться аналогія між двома формами булевих функцій для взяття похідних: аналітичною та векторною. *Кубітний метод взяття булевої похідної:*

1) Визначити кубітний вектор функціональності.

2) Виконати хог-операцію для зсунутих назустріч один одному сусідніх частин кубіта: біти, пари, тетради.

3) Результат записати в обидві сусідні частини: біти, пари, тетради.

Звичайно, що кубіт-похідна за будь-якою вхідною змінною, як вектор, має відносну симетрію рівності підвектора з побудови: похідна першої змінної має симетричну рівність двох тетрад, похідна другої змінної має симетричну рівність кожних сусідніх пар, похідна третьої змінної має симетричну рівність кожних сусідніх бітів. *Мінімізація булевих функцій*, відповідних похідним, призводить до аналітичних виразів, де відсутні змінні,

за якими береться похідна. Таким чином, всі результати по обчисленню похідних від трьох форм (аналітична, таблична, векторна) завдання функції є ідентичними. Найбільш технологічним є метод обчислення похідної за кубітним покриттям. Метод має меншу обчислювальну складність в силу компактного представлення функціональності. Як альтернатива, далі пропонується технологічно простий метод синтезу тестів на основі взяття похідних по кубітним покриттям функціональних елементів:

- 1) Початкове завдання функціональності кубітним покриттям.
- 2) Виконання операцій зустрічного зсуву частин кубіт-вектора і подальшого покоординатного хог-підсумовування для отримання векторів похідних для кожної вхідної змінної.
- 3) Логічне об'єднання векторів похідних, яке формує тест-вектор, що дорівнює за розміром кубітному покриттю.
- 4) У разі необхідності отримання мінімального тесту вирішується завдання покриття (вже на матриці кубіт-похідних) шляхом знаходження мінімального числа пар одиничних координат кубіт-вектора всіх змінних, де пара одиниць повинна перевіряти поодинокі константні несправності кожного входу.

Дедуктивний аналіз несправностей цифрових структур.

Використовується для визначення якості тесту щодо введеного класу несправностей, як правило, одиночних константних. Існує розвинена теорія дедуктивного аналізу [4], орієнтована на паралельну обробку списків несправностей. Пропонується технологічна реалізація дедуктивного моделювання на кубітній формі завдання функціональності, яка відрізняється від наведеної вище паралелізмом виконання логічних операцій, а також можливістю застосування методу для будь-яких цифрових структур. Сукупність кубіт-похідних для всіх вхідних змінних, обчислених по кубітному покриттю, являє собою кубітну матрицю для реалізації дедуктивного методу моделювання несправностей. Рядок матриці формує умови для транспортування списків несправностей від зовнішніх входів до виходу за правилом: поодинокі значення створюють об'єднання вхідних списків, а нульові сигнали вказують на входи, списки яких повинні бути відняті з результату об'єднання. Наявність всіх нульових сигналів в рядку створює умови перетину вхідних списків між собою. Алгоритм побудови дедуктивної формули для заданої функціональності включає наступні пункти:

- 1) Завдання кубіт-вектора функціональності.
- 2) Обчислення кубіт-похідних для вхідних змінних з метою отримання відповідної матриці.
- 3) Формування аналітичної або матрично-векторної форми обчислення вихідних списків несправностей шляхом логічного множення матриць вхідних тестових впливів і матриці похідних.

Висновки. Структура взаємодіючих компонентів хмарного сервісу QuaSim представлена на рисунку 1. Квантове або кубітне уявлення моделі

цифрового пристрою разом з інтерпретативним симулятором складають ядро системи, інтегрованої у великі дані Інтернету.

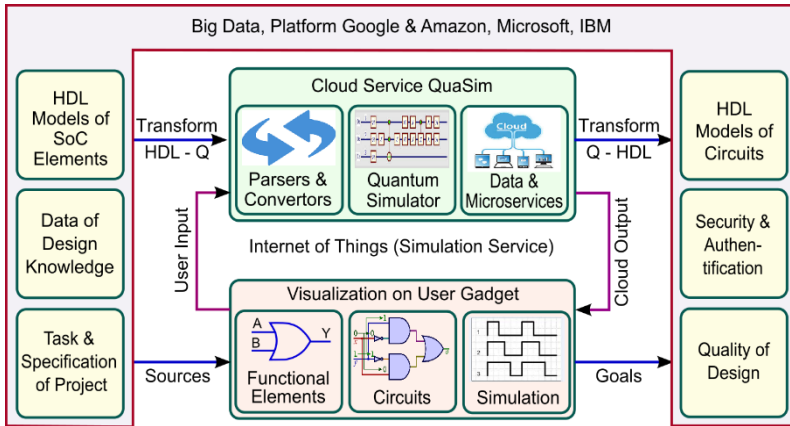


Рисунок 1 – Хмарний сервіс тестування і моделювання

Це дає можливість використовувати як вихідні дані відкриті специфікації і тестбенчі, описані на мовах VHDL, Verilog. Занурення QuaSim сервісу в інтернет-простір передбачає вивантаження результатів його роботи, пов'язаної з аналізом і синтезом навчальних або ринково орієнтованих проектів в сервіси зберігання даних на платформах Google, Amazon, Microsoft, IBM, Facebook. Природно, що інтеграція хмарного сервісу з кіберпростором передбачає наявність парсер-мікросервісів для перетворення специфікацій з мов опису апаратури у внутрішню мову QuaSim, а також має існувати і зворотне перетворення даних з кубітного уявлення в стандарти HDL-мов. Парсеризація забезпечує можливість використання відкритих в інтернеті проектів для їх вивчення і порівняння в системі моделювання Q-sim, а також робить доступними внутрішні проектні рішення QuaSim для всіх бажаючих на ринку освітніх сервісів. Запропонований метод синтезу тестів для функціональностей на основі кубітного покриття може бути використаний в якості вбудованого BIST-компонента для сервісного обслуговування SoC на основі стандарту граничного сканування IEEE 1500 SECT або в якості хмарного online сервісу тестування апаратних модулів за допомогою IP-протоколу. Подальші дослідження в даній області будуть спрямовані на створення програмно-апаратних генераторів тестів, симуляторів несправностей, справної поведінки, алгоритмів діагностування та бібліотечних рішень, вбудованих в інфраструктуру кристалів і / або хмарні сервіси, що використовують кубітний опис функціональності логічного компонента. Результати роботи відображено у публікаціях [13-15].

Література

1. Рябцев В.Г., Муамар Д.Н. Метод и средства визуализации алгоритмов тестов диагностирования запоминающих устройств // Электронное моделирование 2010. Том 32. № 3. С. 43-52.
2. Y. Zorian and S. Shoukourian, "Test solutions for nanoscale Systems-on-Chip: Algorithms, methods and test infrastructure," Ninth International Conference on Computer Science and Information Technologies Revised Selected Papers, Yerevan, 2013, pp. 1-3.
3. G. Tshagharyan, G. Harutyunyan, S. Shoukourian and Y. Zorian, "Overview study on fault modeling and test methodology development for FinFET-based memories," 2015 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, 2015, pp. 1-4.
4. Проектирование и тестирование цифровых систем на кристаллах / В. И. Хаханов и др. Харьков: ХНУРЭ, 2009. 484 с.
5. Abramovici M., Breuer M.A. and Friedman A.D. Digital systems testing and testable design.– Computer Science Press. 1998. 652 p.
6. Кубитные структуры данных вычислительных устройств / В. И. Хаханов, Ваджеб Гариби, Е. И. Литвинова, А. С. Шкиль // Электронное моделирование. 2015. Т. 37, № 1. С. 76–99.
7. Кубитные технологии анализа и диагностирования цифровых устройств / В. И. Хаханов, Тамер Бани Амер, С. В. Чумаченко, Е. И. Литвинова // Электронное моделирование. 2015. Т. 37, № 3. С. 17–40.
8. Автоматизированное проектирование цифровых устройств / С.С.Бадулин, Ю.М.Барнаулов и др./ Под ред. С.С. Бадулина. М.: Радио и связь. 1981. 240 с.
9. Michael A. Nielsen & Isaac L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2010. 676p.
10. Mikio Nrfhara. Quantum Computing. An Overview. Higashi-Osaka: Kinki University, 2010. 53p.
11. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. Москва: Наука. 1968. 426 с.
12. Бондаренко М.Ф., Хаханов В.И., Литвинова Е.И. Структура логического ассоциативного мультимикропроцессора // АТ. 2012. № 10. С. 71-92.
13. Литвинова Е.И., Хаханов И.В. Квантовый компьютинг для проектирования цифровых систем // Радиоэлектроника и информатика. 2015. № 4. С. 42-45.
14. Хмарний сервіс для тестування і верифікації систем на кристалах // Є.І. Литвинова, І.В. Ємельянов, І.В. Хаханов // Радіоелектроніка та інформатика. 2017. № 3. С. 60-69.
15. Vladimir Hahanov; Igor Iemelianov; Svetlana Chumachenko; Ivan Hahanov; Irina Hahanova. Quantum sequencer for the minimal test synthesis of black-box functionality // Proc. of the East-West Design & Test Symposium. Novi Sad, Serbia. 29 Sep – 02 Oct 2017. 6 p.

Аналіз надання послуг в сучасних мобільних радіомережах

Іванчук М.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Карпова Л.В.

Хмельницький національний університет

Аналіз розвитку телекомунікаційних систем, виявив, що мережі IMS/LTE найповніше відповідають вимогам надання персоналізованих послуг представлених у таблиці 1 [1,2,3].

Таблиця. 1 - Порівняння технічних особливостей реалізацій персоналізованих послуг у мобільних мережах

Характеристика надання послуг	2-ге покоління мережі GSM	3-тє покоління мережі UMTS	4-тє покоління мережі
Смуґа пропускання	До 384 кбіт/с	384 кбіт/с – 2 Мбіт	100Мбіт/с – при мобільному доступі 1 Гбіт – при стаціонарному
Технологія комутації	Каналів	Каналів і пакетів	Пакетів
Якість обслуговування пакетних послуг в режимі “end-to-end”	Не підтримується	Підтримується частково	Підтримується
Секретність передачі пакетів зв'язку	Не підтримується	Не підтримується	Підтримується
Багатоадресна передача	Не підтримується	Не підтримується	Підтримується
Тарифікація пакетних сервісів	Підтримується без урахування якості	Підтримується без урахування якості	Підтримується з урахуванням якості
МІМО технології	Не підтримуються	Підтримуються частково	Підтримуються
Технологія доступу	TDMA	CDMA	Різновиди OFDMA

Аналіз структури каналу в мережі LTE показав відмінності порівняно з доступом у режимі передачі даних в UMTS і GSM [1,2,3]. Доступ до радіо мережі надається на базі ортогонального частотного розділення каналів з мультиплексуванням. З'являється можливість визначати обсяг частотного

ресурсу (кількість піднесуших), що задіяний при наданні послуг. Обсяг частотного ресурсу є одним з основних параметрів, що має бути врахований в процесі обробки та тарифікації мультимедійних послуг. Тому сучасні системи обробки та тарифікації викликів (рис.1) мають враховувати особливості технології реалізації послуг у мережі доступу [1,2,3].

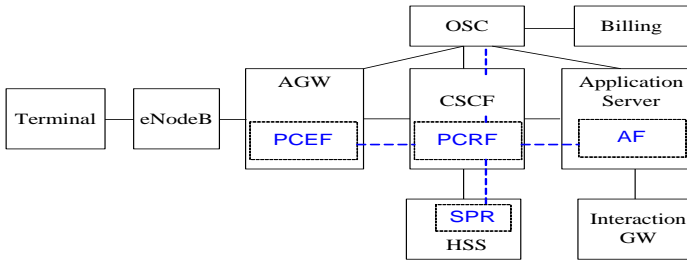


Рисунок 1 - Місце системи обробки та тарифікації викликів в загальній архітектурі мереж 4-го покоління PCC/LTE

Архітектура мобільної мережі 4-го покоління (рис. 1) включає три основні складові [1]. Перша – мережа доступу – складається з: терміналу користувача (Terminal); базової станції, що є основною складовою мережі радіодоступу 4-го покоління (eNodeB); обслуговуючого шлюзу доступу (AGW- Access Gateway) – точка концентрації та термінації сесій радіомережі, управління мобільністю користувача. Друга складова – ядро мережі – включає: блок управління сесією (CSCF – Call Session Control Function), що відповідає за з'єднання користувачів, відкриття сесії користування послугою й т. і.; сервер-реєстратор домашніх абонентів (Home Subscriber Server), що зберігає та обновлює інформацію про підписку користувача, місце знаходження, стан (активний/ неактивний), інше; шлюз взаємодії з іншими мережами (IGW- Inteaction Gateway): телефонними мережами загального користування, мережами Інтернет тощо. Третя складова – це платформи: сервера послуг (AS- Application Server) – програмно-апаратні платформи, що надають послуги абоненту; тарифікаційна платформа (OSC –Online/offline charging system), платформа білінга (Billing) – виконують функції генерації тарифікаційних записів, розрахунок тарифу, формування рахунку абоненту за використання послуг.

Управління обслуговуванням викликів відбувається за допомогою вбудованої архітектури управління обробкою та тарифікацією викликів, що відповідає специфікації стандарту 3GPP TS 23.203. PCC включає наступні основні блоки: блок впровадження правил обслуговування викликів і тарифікації (надалі PCEF); блок формування правил обслуговування викликів і тарифікації (надалі PCRF), управління підпискою абонентів (SPR –Subscription

Policy Control); блок прикладної програми (AF – application function).

Для управління обробкою викликів PCC використовуються наступні методи: примусове (push) управління політиками запитів; управління правилами «по запиту» користувача.

Метод управління обробкою викликів описаний нижче по крокам [1,2,3]:

1. Блок P-CSCF (Proxy-Call Session Control Function – проксі сервер управління вхідними викликами) отримує “SIP запрошення” на встановлення сесії з SDP описом сесії.

2. P-CSCF направляє запит відповідному терміналу на встановлення сесії.

3. Термінал відповідає на запит за допомогою повідомлення “SIP Відповідь”. Повідомлення містить згоду або відмову на становлення з’єднання.

4. P-CSCF направляє за допомогою Diameter протоколу запит AAR (Authorization-Authentication(AA)-Request) - запит аутентифікації користувача і авторизації послуги та ресурсу для неї в PCRF. Запит включає опис медіа компоненту та суб-компоненту. Процедура перевіряє можливість надання послуги (через взаємодію с SPR) з необхідними характеристиками в мережі доступу.

5. PCRF відповідає на запит повідомленням “AA-Answer” – «успішно» або «не успішно». Під час цієї процедури будуються правила тарифікації і обслуговування послуги користувача.

6. P-CSCF посилає повідомлення – “SDP відповідь” щодо прогресу сесії на сервер ініціації виклику.

7. PCRF посилає запит в PCEF на виконання політики обслуговування та тарифікації викликів.

8. PCEF, через взаємодію с AGW, перевіряє можливість виконання політики обслуговування викликів, посилає відповідь до PCRF – “успішно” або “не успішно”.

9. PCEF посилає активаційний тригерний запит на термінал через PDP протокол (packet data protocol - пакетний протокол передачі даних та команд до користувача).

10. Термінал користувача посилає запит PDP з підтвердженням готовності початку передачі.

11. Шлюз відповідає – підтверджує активацію PDP запита.

Під час даної процедури важливим є момент прийняття рішення щодо впровадження правил оборки викликів й активації передачі послуги терміналу – п. 8 і 9 процедури. При перевантаженні мережі, важливим є порядок обслуговування викликів, що визначається дисципліною обслуговування.

Проведений аналіз показав, що в системах обробки та тарифікації викликів використовуються значна кількість дисциплін обслуговування на основі значення поля пріоритету або за принципом FIFO (першим надійшов перший обслужений). Загальним недоліком цих дисциплін є неможливість врахування змінних технічних параметрів мережі [1,2,3].

У системах обробки викликів перспективним є підхід до формування пріоритету на основі параметрів, що залежать від поточного стану системи. Такий спосіб впливу дає можливість підвищити ефективності систем масового обслуговування в конкретних умовах, у ситуації, а пріоритет отримав назву “ситуаційний пріоритет”. Такий підхід знаходить все більше застосування на практиці у Центрах обробки даних, в системах автоматичних систем управління, промислових і транспортних проектах [1,2,3].

З практичної точки зору перспективним є управління систем масового обслуговування по ситуації (стану), при якому процес функціонування об’єкта визначається таблицею рішення, де вхідним рядком є ситуація, що визначається системними (ресурс мережі) та несистемними (інформаційна характеристика послуги) параметрами, вихідним – рішення, щодо вибору обслуговування виклику [1,2,3].

Література

1. Глоба Л.С. Послуги в сучасних мобільних мережах України / Глоба Л.С., Зінченко О.О., Дяденко О.М., Попова І.М. // Електроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии», ч. 2. – 2009. – С. 291-296.

2. Глоба Л.С. Сравнительный анализ технических характеристик стандартов 802.16А и 802.11А / Глоба Л.С., Доровских А.В, Дяденко А.Н. // Труды пятой международной конференции «Современные информационные и электронные технологии» (СИЭТ 2005).– Одесса: ОНПУ. – 2005.– С. 184.

3. Дяденко О.М. Удосконалення системи обробки викликів із застосуванням ситуаційних пріоритетів в мережах мобільного зв'язку / Дяденко О.М. // дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук – Київ – 2011.- С.140.

Аналіз алгоритму підвищення ефективності передачі інформації в системах зв'язку з N-OFDM

Качколя М.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ковтун Л.О.

Хмельницький національний університет

У системах зв'язку з класичним OFDM при ураженні зосередженою завадою окремих підносійних частот основним методом боротьби з такого роду завадами є відключення уражених підносійних частот, тобто при демодуляції оцінка їх параметрів виключається. Така ситуація призводить до повної втрати інформації на уражених підносійних частотах, оскільки для класичної OFDM виконання умови ортогональності підносійних частот є основним. В цьому випадку відбудова частот, що пошкоджені зосередженою по спектру завадою, неможлива внаслідок порушення їх ортогональності.

У разі переходу від класичної системи зв'язку з OFDM до N-OFDM за рахунок зміщення підносійних частот, уражених завадою, в область частот, яка вільна від заважаючих впливів, вдається зберегти передачу інформації на

всіх тих підносійних частотах без винятку і тим самим підвищити завадостійкість системи зв'язку.

Як правило, розробка алгоритмів, які дозволяють мінімізувати вплив зосередженої завади на канал, проводиться розробниками систем зв'язку чисто на інтуїтивному рівні. Так, для одноканальних систем зв'язку зазвичай боротьба з впливом на канал зосередженої по спектру завади виконується шляхом застосування узгодженої фільтрації або використання спеціального пристрою-компенсатора завад такого роду [1, 2].

Для систем зв'язку з N-OFDM, користуючись інтуїтивним підходом при розробці адаптивного алгоритму перебудови уражених зосередженою завадою частот, пропонується наступний алгоритм.

Аналізуючи прийняті символи в кожному каналі в тестовому режимі, за умови, що канал зв'язку повністю синхронний і модулятором передається фіксований вектор амплітуд, який відомий в приймачі, стає можливим визначення уражених каналів зосередженою завадою. Визначення уражених завадою даного виду частот відбувається шляхом порівняння отриманих при демодуляції оцінок амплітуд з відомим приймачем і модулятору вектором переданих амплітуд. Після визначення таким чином номерів каналів, схильних до впливу зосередженої завади, в приймачі формується службове повідомлення про перебудову частот каналів, пошкоджених даним видом завад. Це повідомлення по виділеному для службової інформації каналу зв'язку передається модулятором приймаючої сторони в приймач сторони, яка передає повідомлення, який в свою чергу виробляє перерахунок сигнальної матриці з урахуванням перебудови частот пошкоджених завадою каналів. На приймальній стороні, так само відбувається перебудова частот каналів схильних до ураження зосередженою завадою і перерахунок сигнальної матриці демодулятора. Знаючи частотний план, приймач перебудовує частоти пошкоджених каналів на вільні місця в спектрі сигналу. Пристрій зв'язку вийде з тестового режиму лише тоді, коду буде виконаний безпомилковий прийом переданих фіксованих символів. У тестовому режимі потужність передавача знаходиться на досить високому рівні, підтримуючи високе відношення сигнал/шум.

На рис. 1 зображено структурну схему модему N-OFDM з блоком адаптації від зосередженої по спектру завади.

Розглянемо принцип роботи модему N-OFDM в тестовому режимі. До початку сеансу зв'язку, модем переводиться в тестовий режим або програмно, або за допомогою оператора. В цьому режимі модем передає по каналу зв'язку тестовий сигнал з фіксованими амплітудами на всіх частотах, які є підносійними. При цьому другий модем – учасник сеансу зв'язку приймає передані фіксовані амплітуди, виконує їх оцінку у демодуляторі, і за тим в блоці адаптації, що розташований після порогового пристрою, виконується аналіз прийнятих демодулятором фіксованих амплітуд шляхом порівняння прийнятих із заздалегідь відомими їх значеннями.

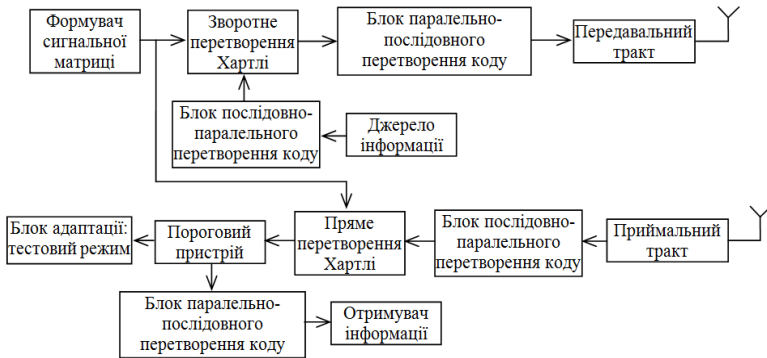


Рисунок 1 – Структурна схема модема N-OFDM с блоком адаптації

У разі якщо блок адаптації не виявляє пошкоджених зосередженою завадою підносійних частот, модеми з тестового режиму повертаються в робочий режим роботи, і виконується сеанс зв'язку. Якщо блок адаптації виявляє пошкоджені завадою підносійні частоти, формується повідомлення про зсув частот уражених підносійних, значення частотної відбудови надходять в блок формування сигнальної матриці, де і відбувається зсув частот у неуражену завадою ділянку. Так само, сформоване повідомлення про зсув частот за допомогою службового підканалу передається першому модему, який передав тестовий сигнал, після чого за тим же алгоритмом відбувається перебудова частот підносійних першого модему. Після того, як перебудова частот підносійних виконана у всіх модемах, що беруть участь в сеансі зв'язку, знову передається тестовий сигнал, виконується перевірка наявності уражених частот в блоці адаптації. Якщо уражені частоти не виявлені, модеми повертаються в робочий режим ведення сеансу зв'язку.

Коефіцієнт частотної відбудови C , що введений в алгоритм за замовчуванням дорівнює 0.5. Значення частотної відбудови розраховується за формулою (1):

$$f_b = \Delta f_s \cdot C, \quad (1)$$

де f_b – частота відбудови пошкодженої завадою підносійної, Δf_s – частотний рознос між підносійними.

Коефіцієнт частотної відбудови C залежить, перш за все, від частотного плану заданого в модемі. Виходячи з частотного плану, розробник засобу зв'язку може визначити його значення. У найпростішому випадку, коли Δf_s має досить велику величину і $C = 0.5$, частота підносійної, що уражена зосередженою завадою зміщується на значення $\Delta f_s / 2$. За умови, що рознос за частотою Δf_s має досить велику величину, відбудована підносійна, уражена завадою, виявляється в два рази ближче до

сусідньої підносійної і при цьому погіршення завадостійкості на цих підносійних виражено слабо. Більш складна ситуація складається тоді, коли значення Δf_s вибрано мінімальним. В цьому випадку можливості частотної відбудови на $\Delta f_s/2$ немає, так як при такій відбудові ураженої підносійної різко зросте взаємний вплив перекриття спектрів зміщеної і сусідньої підносійної, що призводить до значного погіршення завадостійкості, навіть при великому значенні відношення сигнал/шум. В цьому випадку необхідно або збільшити значення частотного розносу Δf_s , або відбудувати частоти уражених підносійних на вільну ділянку спектра, який спеціально виділений для резерву. З урахуванням вище сказаного, коефіцієнт частотної відбудови C в цьому випадку вибирається з відомих частотних меж резервної ділянки спектру. Збільшення значення Δf_s не завжди можливо і розумно, тому що змінюється частотний план, в результаті чого скоротиться кількість підканалів передачі інформації.

Таким чином, аналіз наведеного алгоритму показав, що варіант резервної ділянки спектра залишається кращим.

Література

1. Теорія і практика управління використанням радіочастотного ресурсу: Навч. посібник / За ред. д-ра техн. наук, проф. В.Г. Кривуци, Т.М. Наритника.— К.: ДУІКТ, 2012.— 586 с.
2. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці : підручник для студентів / Ю.І. Волощук. - Х.: Компанія СМІТ, 2005. – 580 с.

Забезпечення надійної передачі інформації при впливі перешкод у телекомунікаційних мережах

Кульпак Н.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хмельницький Ю.В.

Хмельницький національний університет

Під час передачі каналами даних виникає багато труднощів, пов'язаних із впливом природних, промислових навмисних та ненавмисних перешкод. В умовах динамічних перешкод збільшується ймовірність помилки, стає неможливим забезпечення заданого рівня надійності та вірогідності інформації за допомогою простого використання відомих методів кодування. Невизначеність щодо природи перешкод у мережах приводить до появи проблеми забезпечення надійної достовірності інформації, коли підтримується необхідний рівень протягом визначеного проміжку часу передачі даних. Сучасні методи адаптивного управління, які застосовуються для забезпечення заданої надійності та правдоподібності інформації на основі завадостійких кодів, носять розрізнений характер.

Водночас, існує суперечність між обмеженими можливостями традиційних підходів щодо контролю, класифікації та кодування інформації, розрізненими методами, моделями забезпечення надійності та вірогідності інформації, що ґрунтуються на надлишкових критеріях, та потребами створення організованої послідовності процесів адаптації багаторівневих систем з урахуванням невизначеності.

У процесі функціонування на сучасні телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують її нормальну роботу. Таким чином, мережа повинна мати здатність протистояти впливам та перешкодам, які порушують її роботу. У процесі функціонування на телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують нормальну роботу. Вони призводять до порушення роботи каналів та ліній зв'язку, фізичного виходу з ладу елементів мереж, інших негативних наслідків, у результаті чого вони переходить до такого стану, при якому не може забезпечувати процес доставки необхідної інформації.

Таким чином, сучасна мережа повинна мати здатність протистояти впливам, які порушують її роботу, що забезпечується стійкості її роботи. Під час функціонування доставки інформації може порушуватися не тільки факторами, що безпосередньо впливають на роботу системи передачі в цілому. У таких умовах мережа повинна мати здатність адаптації до всіх змін [1]. Можливо зробити висновок, що тільки у разі забезпечення всіх властивостей, мережа може виконувати своє функціональне призначення - забезпечувати доставку інформації у необхідному обсязі, з заданою якістю та вірогідністю. Для цього така мережа повинна мати відповідну пропускну здатність. Від того, як пропускну здатність мережі відповідає потребам системи управління, залежить виконання вимог до каналів зв'язку, а також і вимог до управління з безперервності та оперативності. Дослідження та аналіз існуючого стану та методів забезпечення якісної доставки інформації сучасних мереж передачі даних показав, що перспективним напрямком вирішення проблеми забезпечення вірогідності інформації в умовах невизначеності є застосування каскадного кодування та багаторівневої структурної і параметричної адаптації з врахуванням розкриття невизначеності.

На сучасному етапі розвитку технологій виникає протиріччя між обмеженими можливостями традиційних підходів щодо контролю, класифікації та кодування інформації, методами та моделями забезпечення вірогідності інформації, що ґрунтуються на надлишкових критеріях, та потребами створення організованої послідовності процесів адаптації багаторівневих систем з урахуванням невизначеності. Тому проблема підвищення ефективності роботи телекомунікаційних мереж передачі даних в умовах апріорної невизначеності за рахунок забезпечення надійності інформації за рахунок створення інформаційної технології, моделей і методів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити проблему, яка полягає у забезпеченні вірогідності передачі даних в умовах апріорної

невизначеності за рахунок методів, що використовують послідовність процесів багаторівневої адаптації каскадних кодових конструкцій та додаткові показники розкриття невизначеності при впливі перешкод.

Загалом, телекомунікаційні мережі у загальному випадку включають системи передавання, комунікаційне обладнання та інші ресурси, що дозволяють передавати сигнали між визначеними кінцевими пунктами, для надання загальнодоступних телекомунікаційних послуг. Телекомунікаційна мережа передачі даних є складною системою, що має певну множину особливостей. Передача інформації телекомунікаційною мережею в широкому розумінні являє собою передачу різного роду повідомлень із одного чи декількох пунктів в іншій чи в ряд пунктів. В техніці передачі інформації семантична особливість повідомлень не враховується, і задачею системи передачі інформації в мережі є лише транспортування повідомлень у визначене місце, тому що оцінка смислового змісту отриманих повідомлень – справа самого одержувача. Теорія та техніка передачі інформації в мережах складалися протягом багатьох років і в теперішній час продовжують швидко розвиватися.

Особливе місце системи передачі інформації займають в системах управління, в яких необхідно забезпечувати передачу досить великих потоків інформації з високою швидкістю, достовірністю та надійністю. В процесі функціонування на телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують її нормальну роботу. Вони призводять до порушення роботи каналів та ліній зв'язку, фізичного виходу з ладу елементів мереж, інших негативних наслідків. Розглянемо принципи побудови систем передачі інформації по каналам з шумами та перешкодами. На рис. 1 наведена узагальнена схема системи передачі інформації в телекомунікаційній мережі [2].

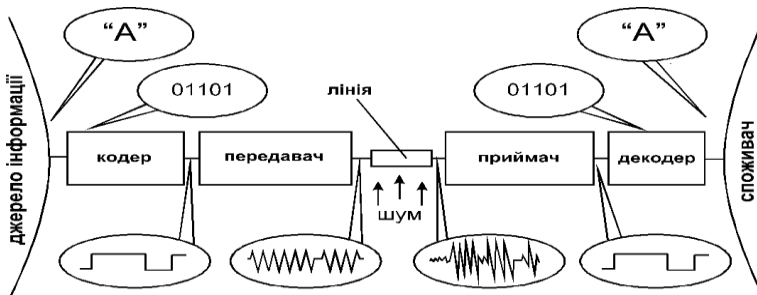


Рисунок 1 – Узагальнена система передачі інформації в мережах

Прийнявши повідомлення від джерела повідомлень, КОДЕР генерує та видає на модулятор вхідну двійкову послідовність з визначеною довжиною. Сам модулятор перетворює кожен такий символ на один з двох сигналів, що подаються на вхід каналу. Демодулятор, підключений до виходу каналу,

видає необхідний сигнал. Детектор же обробляє сигнал та видає елемент інформації, який у двійковому випадку являє собою дійсний скаляр. Декодер перетворює послідовність у розв'язок, що вказує, яке із усієї сукупності кодових слів було передано. Під каналом передачі у даному випадку мається на увазі середовище, за допомогою якого здійснюється передача сигналів від передавача до приймача.

В системі КОДЕР – це пристрій, який, приймаючи одне з повідомлень від джерела повідомлень, створює відповідну послідовність сигналів, що подається на вхід каналу передачі телекомунікаційної мережі. Джерело повідомлень генерує безперервний потік двійкових символів, при цьому кожен із двійкових символів перетворюється КОДЕРОМ у кодове слово. Декодер – це пристрій, який, приймаючи вихідну послідовність визначеної довжини, обробляє її та видає результат оброблення споживачу повідомлень у зручному для нього вигляді. Мета споживача полягає в тому, щоб дізнатися, яке з кодових слів було передано. Якщо на вхід КОДЕРА надійшли необхідна двійкових символів, то на виході декодера буде отримана сукупність із такого ж числа двійкових символів, яка називається рішенням. Якщо ж рішення не збігається з вхідним кодовим словом, то має місце помилка.

Ймовірність помилки залежить від коду, каналу та методу оброблення інформації у самому декодері. Якщо застосовується детермінований декодер, то метод оброблення інформації може бути описаний як відображення безлічі усіх прийнятих послідовностей в множину кодових слів, а відображення задається як список множини послідовностей які перетворюються в декодоване слово. Ступінь ризику передачі невірогідної інформації можна подати як добуток імовірності небажаних наслідків на відповідну величину втрат аналогічно як у працях [2]:

$$R = \sum_{i=1}^9 R_i = \sum_{i=1}^9 p_i \cdot Z_i, \quad (1)$$

де R – величина ризику; p_i – ймовірності небажаних наслідків передачі невірогідної інформації; Z_i – величини втрат інформації в каналі передачі.

У відносному вираженні ризик передачі невірогідної інформації оцінюють за допомогою коефіцієнта варіації δ_z :

$$\delta_z = \sigma \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z} \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i \cdot (Z_i - \bar{Z})^2}. \quad (2)$$

Виходячи із величини коефіцієнта варіації δ_z використовують таку шкалу для оцінювання рівня ризику та відповідних зон ризику передачі невірогідної інформації у телекомунікаційній мережі:

- 0,0-0,1 мінімальний ризик; 0,1 – 0,25 малий ризик;
- 0,25-0,5 допустимий ризик; 0,5 – 0,75 критичний ризик;
- 0,75-1,0 катастрофічний ризик.

У реальних каналах передачі сигнали при передачі спотворюються, що

приводить до відтворення повідомлення на приймальній стороні із деякою помилкою. Причиною таких спотворень можуть виступати як власні шуми приймально-передавальної апаратури, так і діючі на канал передачі зовнішні впливи як природного, так і штучного походження. У загальному випадку це веде до зниження ймовірності вірогідної передачі інформації та до зниження швидкості передачі в телекомунікаційній мережі. Причиною цього можуть так само бути спотворення, що вносяться каналом та випадкові зміни його параметрів. Спотворення, які можуть бути внесені каналом передачі, можуть бути лінійними і нелінійними. Вони усуваються шляхом відповідної корекції характеристик каналу. На відміну від спотворень перешкоди носять випадковий характер. Вони заздалегідь невідомі і тому не можуть бути повністю усунені.

На основі досліджень та аналізу каналів передачі даних, що застосовують технології, видно, що у реальних каналах передачі інформації сигнали при передачі спотворюються, що приводить до відтворення повідомлення на приймальній стороні із деякою помилкою. Причиною таких спотворень можуть виступати як власні шуми приймально-передавальної апаратури, так і діючі на канал передачі зовнішні впливи як природного, так і штучного походження. У загальному випадку це веде до зниження ймовірності вірогідної передачі інформації та до зниження швидкості передачі в телекомунікаційній мережі. Таким чином, можна зробити висновок про те, що знання особливостей та принципів побудови каналів передачі телекомунікаційною мережею в умовах дії перешкод, дозволить будувати надійні канали передачі інформації для таких мереж.

Література

1. Бабич В. Д. Завадостійкість каналів зв'язку : навч. посібн. / В.Д. Бабич, О.Д. Кувшинов, О.П. Лежнюк, С.П. Лівенцев // К. : КВІУЗ, 2001. - 150 с.
2. Зайцев С. В. Математична модель оцінки достовірності передачі інформації в безпроводних мережах за умов впливу структурних завад / С.В. Зайцев // Молода наука України. Перспективи та пріоритети розвитку : матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, (Київ, 26–27 грудня 2013 р.). – К.:, 2014. – С. 174 – 175

Сучасні інтернет-технології і веб-дизайн

Матвєєнко Ю.В.

Науковий керівник – к.т н., доц. Дядюн С.В.

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекєтова

Метою даної роботи є вивчення методичної і прикладної літератури з проблем проектування й створення Web-сторінок[1-3], узагальнення досвіду

роботи досвідчених розробників, програмістів і Web-дизайнерів, а також вибір оптимальної стратегії, методів і прийомів створення особистого чи корпоративного Web-сайту, який втілює всі відомі нині передові ідеї і технології.

З питання розробки і створення Web-сторінок у мережі Internet накопичено колосальний багаж різних методів, засобів і технологій, чимало з яких, на жаль, сьогодні вже є умовно застосовними. Відновлення апаратного устаткування рік у рік лише прогресує, причому з наростаючими темпами.

Internet розвивається досить стрімко. Швидко збільшується кількість видань, присвячених мережі, що віщує широке її розповсюдження навіть у далекі від техніки області. Internet перетворюється з великої іграшки для інтелектуалів на повноцінне джерело різноманітної корисної інформації для будь-якої категорії користувачів. Десять років, за прогнозами фахівців, близько 50 відсотків сімей використовують його щодня.

Багато Web-дизайнерів сходяться в думці, що головні проблеми Web-дизайну - розмаїття браузерів і платформ, кожна з яких по-різному підтримує HTML сценарії[3]. З випуском кожної нової платформи браузерів поліпшуються їх характеристики й можливості, але це значить, що ранні версії зникають. Здебільшого люди не схильні гнатися за новітнім і найкращим. Одні задовольняються тим, що у них є, інші, найімовірніше, працюють за комп'ютерами фірм чи установ, котрі вибрали браузери за них.

Як зробити дизайн Web-сторінки естетично й технічно цікавим, не ігноруючи власників попередніх версій браузерів? Невже Web-сторінка, розрахована те що, щоб функціонувати на будь-яких браузерах, мусить бути обов'язково нудною? Чи можна догодити всім? А якщо ні, то де провести межу? Скільки старих версій працюватиме з вашою сторінкою?

У Web-дизайні немає жорстких правил. Оскільки головне наше завдання – зробити вміст сторінки доступним максимальній кількості користувачів, то для просування вперед важливі нові технології з урахуванням існуючих реалій. Запорука успіху дизайнерського рішення лежить у розумінні потреб аудиторії та в чіткому поданні, як сайт буде використано.

На ринку домінують два основні браузери: Netscape Navigator і Microsoft Internet Explorer. Спільно вони, зокрема всі їх версії, представляють приблизно 90% використовуваних сьогодні браузерів.

Буде легше прийняти зважене рішення, яку технологію використовувати й де провести межу для зворотної сумісності, якщо знати, які браузери використовуються найчастіше. Найбільш достовірну інформацію, звісно, можна було одержати, ведучи статистику відвідувань сайту.

Відстежуюче програмне забезпечення серверів зазвичай класифікує відвідування по браузерах, здійснюючи запити.

У Інтернеті можна знайти кілька сайтів, які надають статистичні дані про браузери. Статистика цих сайтів полягає в аналізі відвідуваності самих цих сайтів, що звужує статистичну вибірку до вузького кола користувачів.

Статистичні дані, вміщені з сайту BrowserWatch, дають якомога докладніші дані про версії кожного окремого браузера.

Найчастіше неможливо уникнути прямого контакту з сервером, навіть якщо йдеться про просте завантаження файлів. Через усе це дизайнери повинні мати базові знання про сервери і їхню роботу. Якщо є дозвіл якомога ширшого доступу до сервера, можна вирішити певні завдання самостійно, без сторонньої допомоги.

Сервер – це будь-яке програмне забезпечення, що дає можливість виконувати запити на документи й інші дані. Програми, які запитують і відбивають документи (такі як браузер), називаються клієнтами. Терміни "за серверу" і "за клієнта", використовувані, наприклад, під час роботи з картами-зображеннями, ставляться до тієї машини, яка керує процесом. Функції за клієнта виконуються машиною користувача, функції за сервер – на віддаленій машині.

Web-сервери відповідають на запити браузерів (клієнтських програм), на задані файли (або виконують сценарій CGI) і повертають документ чи результати сценарію. Web-браузери і сервери спілкуються за протоколом Hypertext Transfer Protocol (HTTP, протокол передачі гіпертексту).

Більшість серверів працюють на платформі Unix. Саме у світі Web і використовується термінологія системи Unix. У процесі роботи необхідно вивчити кілька Unix-команд. Деякі серверні пакети пропонують графічний інтерфейс як альтернативу управлінню з командної рядки Unix.

Ось лише деякі відомі сервери: NCSA Server, Apache, CERN, Netscape Servers, Internet Information Server (IIS).

Більшість серверів (приблизно 70%) працюють на Apache або його попереднику NCSA.

Глобальна комп'ютерна мережа Інтернет розвивається дуже стрімко. Швидко збільшується кількість видань, присвячених мережі, що віщує широке її розповсюдження навіть у далеких від техніки областях у майбутньому.

Кожен вже може зробити свій внесок у розвиток Internet. І тому досить створити свій Web-сайт і розмістити його у мережі.

У процесі досягнення поставленої у роботі мети потрібно було вирішити низку наступних завдань:

- ознайомитися з сучасними Інтернет-технологіями й за можливості, використовувати їх у своїй розробці;

- вивчити програмний інструментарій, і використовувати його шляхом створення Web-сайту;

- виявити та врахувати методи і засоби уявлення про Web-сторінки різних видів інформації, що перешкоджають її доступності;

- ознайомитися з основними правилами і рекомендації з розробки й створенню Web-сайту і дотримуватися їх у своїй практиці;

- визначитися зі структурою Web-сторінок;

– вибрати стратегію розробки і створення Web-сайту.

До основних характерних особливостей створення Web-сайту можна віднести:

- маленький розмір файлів з кодами Web-сторінок (їх лістинг приведено у додатку), що забезпечує їх швидке завантаження з мережі на клієнтській машині;

- векторний формат використовуваної графіки, стислі формати растрових і звукових файлів, що також позитивно впливає на зменшення розміру Web-сторіноу і часу на їхнє скачування каналами мережі;

- відсутність проблем сумісності з різними браузерами, наприклад такими широко поширеними, як Internet Explorer і Netscape Navigator; автоматична підтримка anti-aliasing (згладжування контурів з допомогою змішання сусідніх квітів), значно покращує естетичне сприймання використаної графіки;

- гнучкість, відкритість і модифікованість з допомогою простих коштів.

До наявних недоліків можна віднести:

- необхідність оволодіння ідеологією і коштами Macromedia Flash 5.0 – сучасним професійним інструментарієм створення Web-сторінок;

- вимушеність спрямування існуючих версій браузерів (поки що не випущені їх оновлені версії) (Flash Java Player) для адекватного перегляду Flash-сторінок.

Під час створення Web-сайту використовувався сучасний пакет Macromedia Flash 5.0, використання якого завжди було прерогативою професійних розробників.

Література

1. Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring Stephen Few - М.: Изд-во: «2 edition», «Analytics Press», 2013.

2. Этан Вотролл и Джефф Сьярто. Изучаем веб-дизайн. - М.: Изд-во: «Эксмо», 2010.

3. Элизабет Фримен, Эрик Фримен. Изучаем HTML, XHTML и CSS - М.: Изд-во: «Питер», 2014

Аналіз енергетичної ефективності цифрових методів модуляції у безпроводних системах зв'язку

Матвійчук Д.О.

Науковий керівник – д.т.н., доц. Бойко Ю.М.

Хмельницький національний університет

Сучасні досягнення радіоелектроніки забезпечують можливість реалізації в передавачах та приймачах систем телекомунікацій досить

складних алгоритмів цифрової обробки сигналів. У результаті якість передачі практично будь-яких повідомлень в цифрових системах є вищою, ніж якість передачі цих повідомлень за допомогою аналогових систем зв'язку.

Інтенсивний розвиток телекомунікаційних послуг вимагає розроблення нових ефективних методів передачі інформації, що сприяє розвитку інформаційних технологій. Одним з головних підходів є підвищення ефективності цифрових методів модуляції в системах зв'язку та передачі інформації, перехід на високошвидкісні та спектрально-ефективні методи модуляції, пов'язані з застосуванням при формуванні та детектуванні інформації квадратурних та когерентних методів модуляції/демодуляції [1].

Енергетична ефективність характеризує енергію, яку необхідно витратити для передавання інформації із заданою достовірністю (ймовірністю помилки). Спектральна ефективність характеризує смугу частот, яка необхідна для того, що передавати інформацію з певною швидкістю. Крім зазначених критеріїв, види модуляції можна порівняти за стійкістю до різних типів завад і спотворень і складністю апаратури.

За допомогою різних видів модуляцій можна передати необхідний цифровий модуляційний сигнал із заданою швидкістю R в заданій смузі частот B . Однак кожен з видів модуляцій (навіть при $R=\text{const}$, $B=\text{const}$) в процесі демодуляції по різному впливає на один з найбільш важливих показників системи – ймовірність появи бітових помилок, P_b [2]. BER для модульованих сигналів залежить не лише від відношення сигнал/шум (E_b/N_0), але і від кількості ($k=\log_2 M$) бітів в символі M -рівневої модуляції [2].

Слід зазначити, що швидкість передачі символів обмежена на даному етапі розвитку оптичних систем рівнем 50 Гбод, крім того, підвищення швидкості супроводжується і зростанням спотворень, виникненням хроматичної дисперсії, поляризаційної модової дисперсії [3]. Все це в кінцевому рахунку призводить до зменшення довжини ділянки регенерації [1]. Таким чином, вимога до збільшення швидкості передачі інформації, виносить на перший план завдання реалізації у телекомунікаційних оптичних системах багатопозиційних форматів модуляції, зокрема для високошвидкісних оптичних систем (пропускна здатність порядку 50 Гбіт/с і більше). Реалізація таких форматів можлива на основі квадратурної фазової та амплітудної модуляції, які в кінцевому рахунку повинні забезпечити не лише підвищення спектральної ефективності, а і зменшення чутливості сигналів до дисперсійних впливів та завад.

Узагальнені характеристики для MDPSK модуляцій можна отримати на основі розв'язування наступних рівнянь:

$$P_b = 2Q\left(\sqrt{2\frac{E_b}{N_0}}\right)\left[1 - Q\left(\sqrt{2\frac{E_b}{N_0}}\right)\right], \text{ у випадку } P_b = \text{const}, k=1 \quad (1)$$

$$P_b = \frac{2Q}{k} \left(\sqrt{2k \frac{E_b}{N_0}} \right) \sin \left(\frac{\pi}{\sqrt{2M}} \right), \quad \text{у випадку } P_b = \text{const}, k \geq 2 \quad (2)$$

$$\text{де } Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt.$$

На рис. 1 представлено схеми формування сигналів диференційної квадратурної фазової маніпуляцію (DQPSK) і когерентно-поляризаційне мультиплексування та структурна схема передавача [2].

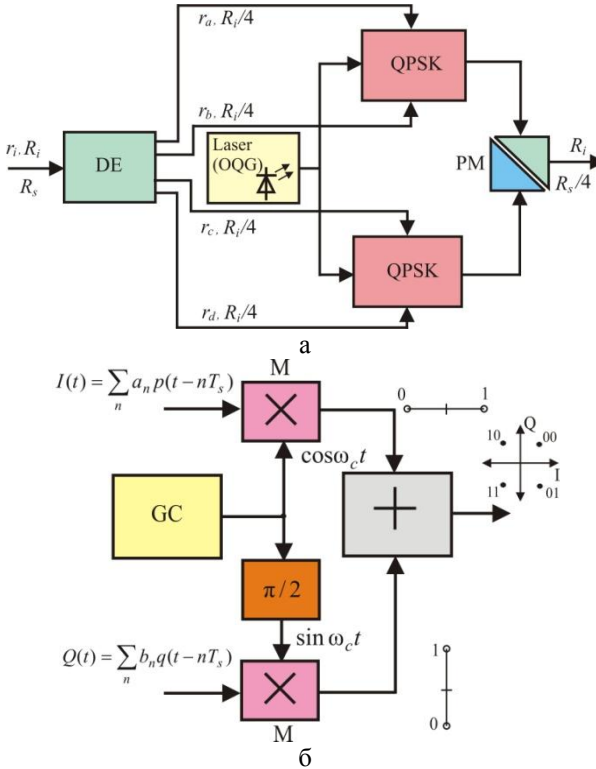


Рисунок 1 – Схема структурна оптичного передавача *a* і модулятора – *б*: ДК – диференціальний кодер; ПМ – поляризаційний мультиплексор; ГС – генератор носійної; М – модулятор; $\pi/2$ – фазообертач

Інформаційний потік r_i розділяється у диференційному кодері на чотири складові, які позначено на рис.1 як r_a , r_b , r_c , r_d . Швидкість

кожного цифрового потоку, відповідно $R_i/4$. Тривалість символу інформаційного потоку r_i дорівнює T , а тривалість символів цифрових послідовностей $r_a, r_b, r_c, r_d - T_c = 4T$. Далі, цифрові потоки r_a, r_b та r_c, r_d поступають на ФМ-4 модулятори нижнього та верхнього плечей передавача. Джерелом носійного сигналу є лазер (ОКГ).

На рис. 2 приведено характеристики енергетичної ефективності диференційних модуляцій MDPSK

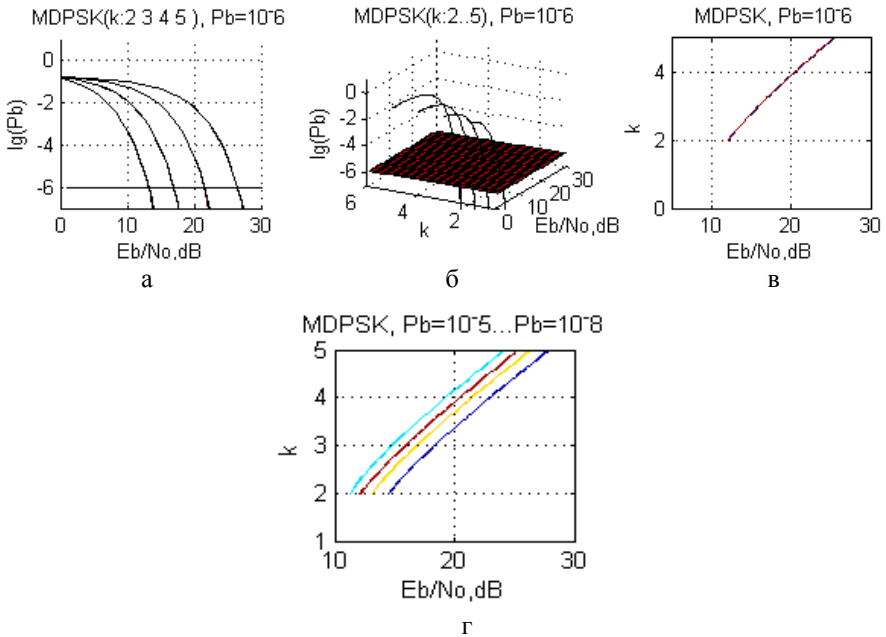
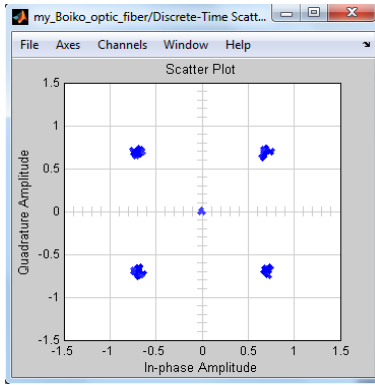
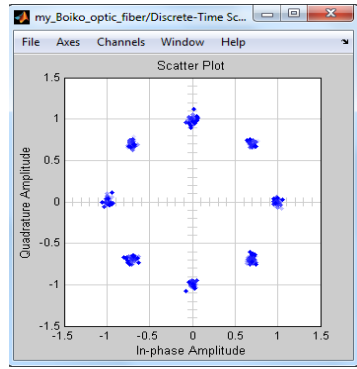


Рисунок 2 – Характеристики завадостійкості MDPSK модуляції: а - типові характеристики завадостійкості; б - формування узагальнених характеристик; в – залежність енергетичної ефективності від k ; г - сімейство залежностей для оцінювання енергетичної ефективності

При порівнянні M -PSK з M -QAM видно, що M -QAM переважає по ефективності M -PSK, причому енергетичний вииграш M -QAM збільшується із ростом M . Наприклад, для $M=16$ вииграш складає біля 4дБ, а при $M=64$ біля 10дБ. Фізично такий результат можна пояснити тим, що відстань між сусідніми точками в сигнальному сузір'ї M -PSK менше, ніж у M -QAM [1]. Сигнальне сузір'я M -PSK представляє собою коло із рівномірними розподіленими точками на ньому, а сузір'я M -QAM – квадрат з рівномірно розподіленими по його площі точками рис.3.



а



б

Рисунок 3 - Ідеальні констеляційні діаграми QPSK а і 8PSK - б

Одночасне підвищення енергетичної та спектральної ефективності передачі інформації можливе лише у випадку застосування ансамблів багатопозиційних сигналів разом із завадостійким кодуванням [1]. Ідея полягає в наступному, слід формувати такі сигнали, області яких в багатопозиційному просторі щільно упаковані (для забезпечення частотної ефективності), і разом з тим достатньо далеко рознесені (щоб забезпечити високу енергетичну ефективність). В каналах передавання інформації, зокрема телекомунікаційних, знайшли застосування методи маніпуляції типу BPSK, QPSK, та згорткові коди. Поєднання сигналів і кодів, які задовольняють викладеним вище умовам, утворюють сигнально-кодові конструкції. Багатопозиційний сигнал при цьому утворює “внутрішній код”. Задача побудови таких СКК полягає в поєднанні протирічних властивостей “щільних” багатопозиційних сигналів (висока частотна ефективність) і завадостійких кодів (висока енергетична ефективність) в єдиній конструкції. Досягнення необхідної швидкості і вірності передавання супроводжується певними затратами інших важливих ресурсів: потужності сигналу P і смуги пропускання каналу W . Тому вводять критерії ефективності через показник енергетичної:

$$\beta = \frac{R}{(P/N_0)}, \quad (3)$$

і частотної ефективності:

$$\gamma = R/W, \quad (4)$$

де P/N_0 – відношення потужності сигналу до спектральної густини потужності шуму на виході приймача. яка забезпечує одночасне зростання як β так і γ у відповідності до (3 і 4). Перехід до багатопозиційних сигналів дозволяє підвищити питому швидкість передавання інформації. Однак при

цьому знижується завадозахищеність, так як із зростом позицій енергетична ефективність знижується. Ефективні коди повинні бути достатньо довгими із структурою, яка подібна до структури випадкового шуму, при цьому із зростом довжини коду складність алгоритму декодування катастрофічно зростає. Тому тут слід розв'язати завдання пошуку і синтезу кодів з високою виправною здатністю, і одночасно з задовільною складністю декодера. Аналіз стану питання проведений в ході виконання досліджень показав, що оптимізацію задачі підвищення ефективності системи передавання інформації можна проводити використовуючи системний підхід, змінюючи властивості дискретних сигналів по каналу зв'язку, можна в широких межах змінювати показники ефективності.

Таким чином, за результатами дослідження встановлено:

1. Чим більша відстань між точками в сузір'ї, тим менша ймовірність помилки в детектуванні сусіднього символу.
2. Багатопозиційна частотна маніпуляція використовується значно менше, так як при збільшенні кількості рівнів і збереженні індексу маніпуляції її спектр не звужується, а розширюється, в наслідок того, що вводяться нові частоти і ширина спектра зростає по закону $M / \log_2 M$.
3. При збільшенні кількості рівнів M -MSK, на відміну від всіх інших видів модуляції, ймовірність помилки на біт зменшується. Тоді отримаємо вигреш в енергетичній ефективності за рахунок зменшення спектральної ефективності.
4. Оптимальний вид модуляції визначається величиною S/N (відношення сигналу до спектральної густини шуму на детекторі приймача), яка визначається характеристиками приймально-передавальної апаратури (потужність, коефіцієнт шуму) і затуханням сигналу на трасі.
5. При обмеженій смузі частот, при $M \leq 4$ найбільш ефективною буде QPSK, а при $M > 4$ – QAM. QPSK є частковим випадком QAM при $M = 4$ [2]. Можна говорити, що QAM найбільш ефективний вид маніпуляції при будь-якій кількості рівнів.

Література

1. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія /Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
2. Бойко Ю.М. Механізми підвищення ефективності функціонування оптоелектронних пристроїв телекомунікаційних систем [Текст] /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко, М. В. Коротун //Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – №4. – С. 105-115.

Аналіз топології мережної системи управління інформаційними потоками для оптичних телекомунікаційних систем

Морозов М.В.

Науковий керівник – д.т.н., доц. Бойко Ю.М.

Хмельницький національний університет

Основні переваги пов'язані із використанням оптичних волокон в телекомунікаційних системах пов'язані з низькими витрати при передачі інформації, тривалим терміном експлуатації і стійкістю до електромагнітних завад. Однак, в цьому випадку стрімко зростаючі вимоги до підвищення швидкостей передачі інформації, створюють науково-прикладну проблему яка полягає в пошуку нових методів формування сигналів (модуляції), які можна використовувати в оптоелектронних телекомунікаційних системах. Сучасна реалізація телекомунікаційних оптичних систем головним чином пов'язана з впровадженням технології щільного спектрального розподілення каналів (DWDM – Dense Wavelength Division Multiplexing) рис.1. [1].

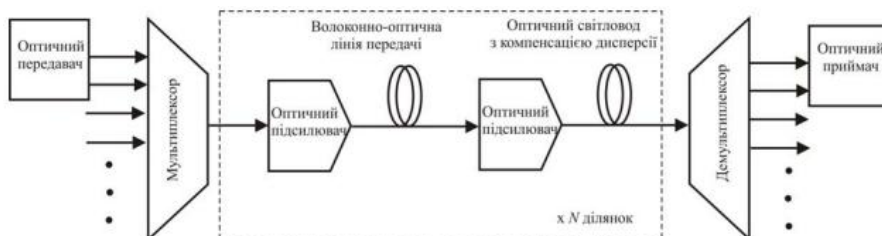


Рисунок 1 – Структурна схема оптичної транспортної мережі із DWDM

У випадку використання WDM-технології, існує ймовірність значно вищої зміни частоти оптичного сигналу у навантаженому вузлі, ніж на магістральних ненавантажених в комутаційному плані вузлах. Таким чином, з точки зору прозорості маршруту, та побудови оптимального маршруту за критерієм мінімально можливої кількості змін довжин хвиль на оптичному шляху, найбільш оптимальним між вузлами виявиться шлях вздовж магістралей і в обхід завантажених комутаційних центрів [2].

Аналіз топологічних властивостей графу мережевої структури передбачає використання наступних концептуальних підходів:

1. Аналіз графу фізичних зв'язків в мережевій структурі – може бути застосований для опису та аналізу фізично-надійнісних аспектів розвитку мережі.

2. Аналіз логічних зв'язків, каналів або потоків – графу, що побудований поверх існуючого графу (або його частини) фізичних зв'язків і представляє собою інструмент для опису потоків у мережевих структурах (граф віртуальних каналів або логічних сполучень в мережі).

Задачу розподілу ресурсів будемо вирішувати оптимізацією матриці суміжності за критерієм мінімуму різниці між сумами рядків або стовпчиків матриці значень поля топології графу.

Шляхом вибору довільної ланки у мережі можна віднайти відповідний елемент у матриці суміжності, а також пронормувати решту елементів матриці відносно вибраного елемента. Такий підхід дозволить отримати картину змін значень поля топології за рахунок впливу обраного елемента на інші ланки-ребра графу даної мережі, за умови вилучення обраної елементом ланки.

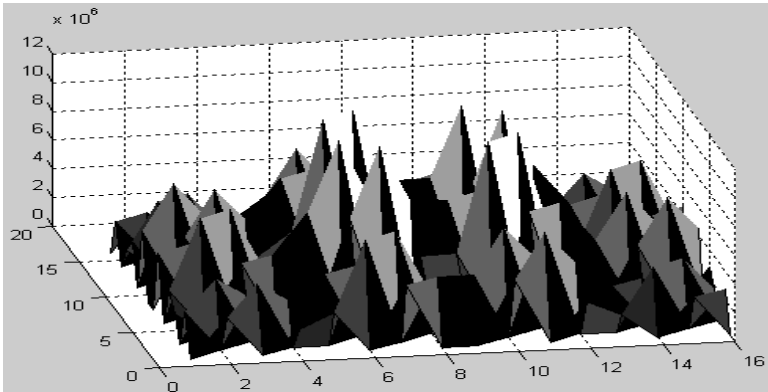


Рисунок 2 – Графічна інтерпретація поля топології графу

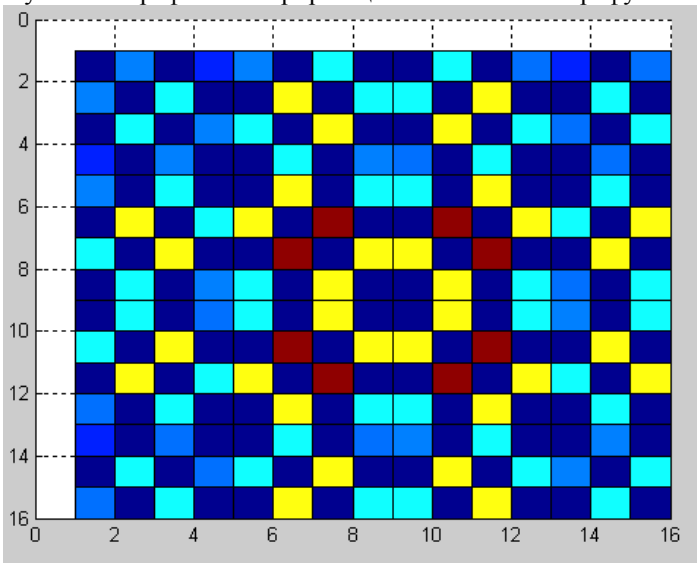


Рисунок 3 – Топологічна структурна завантаженість, значення поля топології графу – горизонтальна проекція на рис 2

У випадку коли існує максимальне теоретичне навантаження структурна завантаженість яка відображена елементами матриці поля топології, ілюструє відносну потребу в резервних і додаткових ресурсах, наприклад за пропускну здатністю. З іншого боку, даними перетвореннями можна забезпечити хороший аналіз надійності мережі для фізичного аспекту та подивитися результати дублювання, проаналізувавши структуру з внесеними змінами.

З рис. 3 встановлюємо, що найбільші значення поля топології графу мають центральні ланки якими із сусідніми пов'язані вузли 6, 7, 10, 11. Потокове навантаження на вказані вузли є очевидно вищим, так само, як і їх критичність. В цьому випадку економія на середовищі передачі можлива у випадку використання технології WDM-ущільнення.

Таким чином, провівши аналіз доцільно відмітити:

1. Існуючі на сьогодні концепції розвитку телекомунікаційних мереж формують тенденцію до збільшення попиту на розподілені мультимедійні телекомунікаційні послуги реального масштабу часу. В цьому випадку необхідність у нарощенні пропускну здатності та продуктивності мереж наступного покоління (NGN-мережі, мультисервісні мережі зв'язку, ядром яких є опорні IP-мережі, що підтримують повну або часткову інтеграцію послуг передачі мови, даних і мультимедіа. У такій мережі реалізується принцип конвергенції послуг електров'язку) не викликає сумнівів.

2. Задача синтезу телекомунікаційних мереж нового покоління повинна здійснюватись шляхом формування об'єднаної архітектури фізичного, каналного та мережного рівнів із врахуванням як статичної системно-структурної і загально-параметричної адаптації фізично-каналної мережної платформи до тенденцій збільшення попиту на пропускну здатність та підвищену якість сервісу так і динамічної адаптації мережного рівня до пікових навантажень за допомогою розробки відповідного алгоритмічного забезпечення.

3. У випадку побудови NGN-мереж найбільш вразливими є оптичні телекомунікаційні мережі доступу, оскільки традиційні методи мультиплексування каналів тут досягли практично максимальних показників продуктивності.

Література

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. /И.Г. Бакланов – М.: Эко-Трендз, 2007. – 400 с.
2. Сети следующего поколения NGN. /Под ред. А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 424 с.
3. Гольдштейн Б.С. Сети связи пост-NGN. /Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 160 с.

Аналіз критеріїв для синтезу систем управління телекомунікаційними мережами

Попелюшко П.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Макаришкін Д.А.

Хмельницький національний університет

На відміну від систем автоматичного регулювання, високоточні та якісні системи автоматичного управління працюють за складними критеріями якості, які дають змогу реалізувати в системі управління оптимальний процес. Розвиток якісних систем управління став можливим завдяки бурхливому розвитку обчислювальної техніки і, зокрема, широкому застосуванню цифрових обчислювальних машин.

У теперішній час для синтезу систем управління телекомунікаційними мережами використовують більш прості критерії.

1. Критерій мінімуму середньоквадратичної помилки на виході системи управління. Цей критерій дає можливість у багатьох випадках виконувати синтез керуючої частини системи у вигляді оптимального фільтра. Параметри такого фільтра залежать від характеристик керованої частини, а також від статистичних властивостей перешкоди, яка впливає на керовану частину. Застосовуючи цей критерій, можна здійснювати синтез керуючої частини різних систем стабілізації. Алгоритм роботи керуючої частини може бути реалізований за допомогою обчислювальних пристроїв неперервної дії [1, 2].

2. Критерій отримання екстремуму деякої функції. Використовується, якщо потрібно одержати, наприклад, максимальний коефіцієнт корисної дії виробничої установки при будь-яких змінах вхідних даних. Алгоритм застосування такого критерію до системи управління часто полягає у використанні методу найшвидшого спуску або методу градієнта за всіма змінюваними параметрами для пошуку нового екстремуму. Використання екстремального критерію дає змогу синтезувати системи екстремального управління. Алгоритм роботи керуючої частини може бути реалізований за допомогою засобів обчислювальної техніки [1].

3. Критерій отримання мінімуму часу перехідного процесу в системі управління. Це - екстремальний критерій, який дає можливість синтезувати керуючий сигнал на вході керованої частини системи для переведення її координат з початкового стану в заданий за мінімальний час. Математичний опис використання оптимального критерію наведено в роботах учасників семінару з проблем автоматичного регулювання, що проходив під керівництвом академіка Л.С. Понтрягіна. Вивченню систем оптимального управління і розробці теорії синтезу систем оптимального управління присвячені роботи проф. А.А. Фельдбаума [1,2]. Синтез релейних оптимальних систем вивчала проф. Я.З. Ципкіна.

Застосування оптимального критерію до синтезу систем управління

передбачає виконання великої кількості обчислювальних операцій. Тому в керуючій частині системи оптимального управління завжди містяться обчислювальні пристрої неперервного або дискретного типу.

4. Критерій пошуку нового стійкого стану при змінюваних даних. Застосування цього критерію до синтезу систем управління сприяло створенню У.Р. Ешбі гомеостата. Використання простих критеріїв, пов'язаних із загальним критерієм виживання живих організмів, послужило поштовхом до створення систем управління пошукового типу в різних кібернетичних "іграшках". Іноді такі системи управління можуть перероблювати свою структуру і, запам'ятовуючи характерні ситуації, "самонавчатися" [1,2].

Побудова сучасних систем управління мережами зв'язку з використанням одного чи кількох критеріїв вимагає значного ускладнення керуючої частини. Іноді цю частину кібернетичної системи неможливо синтезувати тільки з елементів обчислювальної техніки неперервного типу, тому дуже часто застосовують елементи цифрової обчислювальної машини: оперативну і довготермінову пам'ять, арифметичний пристрій, пристрій управління і відповідні перетворювачі. Отже, керуюча частина кібернетичної системи являє собою спеціалізовану керуючу цифрову обчислювальну машину.

Зважаючи на бурхливий розвиток малогабаритних швидкодіючих цифрових обчислювальних машин, можна припустити, що у майбутньому будь-яка кібернетична система матиме як керуючий орган мініатюрну цифрову обчислювальну машину - своєрідний електронний мозок.

Розглянемо процеси, які відбуваються в системі управління різноманітною комунікаційною мережею, побудованою на базі TMN [1, 2]. У ряді випадків алгоритм управління контрольованими об'єктами є достатньо простим і задалегідь відомим. При цьому, якщо він заданий у вигляді автоматного описування, то нескладно запрограмувати роботу керуючої обчислювальної машини, заклавши в її пам'ять, наприклад, автоматну таблицю з урахуванням кодування входів і виходів, пов'язаних з контрольованим об'єктом. Кодування внутрішніх станів контрольованих об'єктів при цьому може бути довільним. У разі потреби вся ця жорстка програма може бути реалізована технологічно у вигляді спеціальної прошивки феритової пам'яті. Такі керуючі обчислювальні машини з жорстко закомутованою програмою знаходять останнім часом широке використання у вигляді медіаторів у TMN [1,2].

За умови, що алгоритм управління не носить жорсткого характеру і під час прийняття рішення про видачу сигналів на об'єкт управління розв'язуються різноманітні оптимізаційні задачі, та на першому етапі експериментальної перевірки системи здійснюється накопичення нової інформації про параметри контролюючих об'єктів, раніше невідомих розробнику, то в системі SMS використання керуючої обчислювальної машини є доцільним.

Розглянемо формально задачу управління, коли керуюча обчислювальна машина, при появі на її вході ситуації $S(t)$, видавала на виході деяке технологічно допустиме рішення $V(t)$. При цьому доцільно реалізувати такий режим, щоб за наявності кількох допустимих рішень керуюча обчислювальна машина вибирала найкраще з точки зору управління Φ . Якщо при заданому Φ вибір рішень $V(t)$ по вхідним впливам $S(t)$ є однозначним і процес цього вибору відомий розробнику, то залишається тільки запрограмувати цей процес і занести його в пам'ять керуючої обчислювальної машини, а саме таблицю, в лівій частині якої перелічені всі ситуації $S(t)$, допустимі технологією функціонування контрольованого об'єкта, а в правій - ті множини рішень, які технологічно допустимі за даної ситуації і з яких потрібно обрати найкраще з точки зору критерію управління Φ . Але для будь-якого реального об'єкта управління розміри цієї таблиці є астрономічно великими [1,2].

Отже, підхід, пов'язаний з введенням у пам'ять керуючої обчислювальної машини зазначеної таблиці, є неефективним. Тому доцільно ввести в пам'ять керуючої обчислювальної машини дві моделі: об'єкта управління і прийняття рішень про управління. Таким чином, модель об'єкта управління - це різнорідна телекомунікаційна мережа зв'язку, а модель прийняття рішень - система управління TMN [1,2].

До останнього часу спеціалісти в галузі автоматичного управління намагалися описати об'єкти управління у вигляді класичних моделей, давно відомих в теорії управління. Ці моделі описують функціонування об'єкта або системою алгебраїчних рівнянь, або трансцендентними рівняннями, або звичайними диференціальними (різницевиими) рівняннями, або комбінацією цих рівнянь. Інші типи аналітичних моделей (інтегральні, інтегродиференціальні та деякі інші види рівнянь) зустрічаються в теорії автоматичного управління дуже рідко.

Теорія автоматичного управління має спеціальний розділ, який називається теорією ідентифікації. В теорії ідентифікації розробляються методи побудови моделей об'єктів, засновані на перевірці відповідності відомостей про функціонування об'єкта і його реакцій на збурені діяння. Існує багато публікацій, присвячених проблемі ідентифікації [1, 2].

Ми звернемося до розв'язання задачі ідентифікації при використанні статистичних методів [1,2].

Статистичну модель можна отримати за допомогою керуючої обчислювальної машини до розробки самої системи управління. Найпростіші статистичні моделі, прийнятні, на жаль, не для будь-якого об'єкта управління, будують так. У процесі функціонування об'єкта формуються дані з урахуванням часу запізнювання в об'єкті, які представлені у таблиці 1. У стовпці δ_i , записують іноді опосередковані неконтрольовані значення δ_i . У більшості випадків цей стовпчик залишається вільним. При достатньо великому об'ємі таблиці та стаціонарності досліджуваного процесу можна

обчислити середні значення всіх величин і статистичну дисперсію табличних величин.

Таблиця 1 - Дані для статистичної моделі

ai	δi	ri	βi	ui
$ai(1)$	-	$ri(1)$	$\beta i(1)$	$ui(1)$
$ai(2)$	-	$ri(2)$	$\beta i(2)$	$ui(2)$
...

Позначаючи середні значення через ai , ri , βi , а статистичні дисперсії через Sai , Sri , і $S\beta i$, переходять від фізичних до безрозмірних статистичних величин. Далі за допомогою дисперсійного чи кореляційного аналізу будується статистичний опис поведінки об'єкта управління.

Побудова статистичної моделі об'єкта пов'язана з деякими труднощами. По-перше, вимагає збирання представницького статистичного матеріалу на реальному функціонуючому об'єкті. Це можливо не завжди. Розробник може отримати завдання на проектування системи управління об'єктом, якого ще просто не існує, отже, статистичного матеріалу теж немає. На багатьох об'єктах, що будувалися без урахування сучасного рівня автоматизації, як правило, немає потрібних засобів для збирання статистичної інформації, що робить таблиці типу 1 малопредставницькими. Для багатьох систем характерне нестационарне функціонування, що унеможливує побудову однієї статистичної моделі об'єкта і вимагає побудови сукупності таких моделей і формування моделі зміни моделей. Все це обмежує використання методів ідентифікації, заснованих на регресійному або дисперсійному аналізі. В сучасній теорії ідентифікації існує багато методів більш досконаліших, ніж щойно розглянуті. Але всі вони мають деякі недоліки. Крім того, у будь-яких методах побудови моделей за допомогою теорії ідентифікації присутній елемент апріорного вгадування характеру цієї моделі. Тільки після вдалого вгадування і визначення параметрів моделі можна говорити про вдалу побудову моделі об'єкта управління [1,2]. Проте у багатьох випадках пошук аналітичного опису моделі об'єкта взагалі безнадійний.

Література

1. Стелов В.К. Сучасні системи управління в телекомунікаціях / Стелов В.К., Костік Б.Я., Беркман Л.Н.. – К.: Техніка, 2005.- 400 с.
2. Система управління сучасними телекомунікаційними мережами: монографія: у 2 ч. / [Кривуца В. Г., Беркман Л. Н., Климаш М. М. та ін.]. – Київ: ДУІКТ, 2009. – 268 с.

Аналіз стану каналу систем радіозв'язку

Потугаровський В.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Мартинюк В.В.

Хмельницький національний університет

Канал зв'язку є найважливішою та невід'ємною частиною будь-якої телекомунікаційної системи. У каналі зв'язку відбувається природне загасання (ослаблення) і штучне підсилення сигналу $A(t)$. Відомо, що передачу сигналів без спотворень забезпечує лінійна система з рівномірною амплітудно-частотною та лінійною фазо-частотною характеристиками в смузі частот сигналу. Очевидно, що сформульовані умови для реальних каналів в переважній більшості випадків не виконуються [1].

Тому в процесі передачі сигнал $A(t)$ спотворюється. При розповсюдженні в каналі зв'язку корисний сигнал може спотворюватися під дією багатьох факторів, які за фізичною природою виникнення, поділяються на шуми, завади, завмирання та спотворення. Основним негативним наслідком шкідливих впливів в каналі зв'язку для цифрових систем передачі є помилки.

Зазвичай, шуми мають природне походження. Найбільш суттєвий вплив на якість приймання сигналу має власний шум приймача. Завади, в залежності від джерела їх створення, можуть бути природні (грозові розряди, індустриальні завади, вплив сусідніх радіозасобів) та навмисні. Все різноманіття завод, за частотно-часовими характеристиками, можна звести до шести основних різновидів: шумові, імпульсні, вузькосмугові (в граничному наближенні синусоїдальні), внутрішньосистемні, ретрансльовані, імітаційні.

Шумову заваду представляють у вигляді зовнішнього флуктуаційного шуму, що збільшує інтенсивність шуму приймача.

Імпульсні завади діють протягом обмеженого часу. В залежності від форми імпульса розрізняють шумові (обмежений у часі шум), відео- та синусоїдальні (вузькосмугові) імпульсні завади. Імпульс завади може бути одиночним, але при створенні навмисних завод частіше застосовують пакет імпульсної завади, який вражає елементи сигналу, спотворюючи його часові характеристики.

Вузькосмугова завада перебиває частину спектра сигналу, що передається. При цьому спотворюється спектр та погіршуються як спектральні, так і кореляційні властивості сигналу.

При великому різноманітті імпульсних завод, немає, однак, єдиної універсальної моделі, що описує ці завади. Як правило, рівні та тривалості таких завод приймають розподіленими за експотенційним законом, а ймовірність появи m імпульсів на інтервалі часу $T_{\text{в}}$ (у відповідності до розподілу Пуассона).

Найскладніше моделювати навмисні завади, якість яких тим вища, чим менше визначена їх статистика. Однак кожна завада характеризується

декількома параметрами, які при моделюванні можуть бути задані в апріорно вибраному діапазоні значень у вигляді, наприклад, випадкових чисел.

Внутрішньосистемні завади є характерними для асинхронно-адресних систем зв'язку, що працюють в одній смузі частот з розділенням станцій за формою адресних сигналів (кодів). Завади виникають, перш за все, за рахунок неідеальності взаємкореляційних функцій адресних кодів.

Ретрансльована завада створюється в результаті підсилення та перевідбиття переданого сигналу однією-двома сусідніми станціями. Перевідбитий та затриманий сигнал, потрапляючи до приймача істинної станції (адресата), створює специфічну заваду, вплив якої тим більший, чим гірші кореляційні властивості сигналів, що передаються.

Імітаційна завада за формою близька до переданого сигналу; ступінь близькості визначається числом сигналів, що передаються та їх кореляційними властивостями. Часто імітаційну заваду називають структурною або прицільною. Термін "прицільна завада" стає виправданим при співпаданні в приймачі фази або середньої частоти завади з фазою переданого сигналу або з середньою частотою одного або декількох частотних підканалів. В останньому випадку заваду іноді називають зосередженою.

Спотворення сигналу можуть виникати внаслідок впливу як завад, так характеристик тракту передачі [9]. Однак поняття спотворення зазвичай пов'язують тільки з впливом на сигнал лінійних та нелінійних характеристик тракту. Вплив лінійних характеристик, і зокрема нерівномірності амплітудно-частотної характеристики (АЧХ), призводить до появи міжсимвольних спотворень, обмеження амплітуди сигналу викликає появу небажаних частот у спектрі, які створюють завади нелінійних переходів.

В каналах з розсіюванням радіохвиль сигнал поширюється декількома шляхами. На антену приймача впливають кілька променів, тому це явище називається багатопроменевою.

Внаслідок відзначених явищ у каналі зв'язку мають місце загасання сигналів, повільні та швидкі завмирання сигналів.

Загасання сигналів характеризуються середніми втратами потужності на трасі поширення між радіозасобами. Величина втрат залежить від дальності зв'язку, типу і щільності забудови, несучої частоти, висоти антен і багатьох інших факторів.

Повільні зміни характеристик каналу зв'язку супроводжуються зміною рівня і спотворенням форми корисного сигналу (наприклад, спотворення форми амплітудно-частотної і фазо-частотної характеристик каналу приводить до спотворення спектральних щільностей) і виникають при переміщенні мобільних абонентів на значні відстані (більше 10λ , λ - довжина хвилі). У ході таких переміщень траса поширення сигнал (у між радіозасобами встигає значно зміниться: на шляху радіохвиль виникають нові перешкоди, основні промені приходять на вхід приймача декількома

маршрутами. Відповідно змінюються і миттєві значення рівня сигналу на вході приймача.

Повільні завмирання залежать від макроструктури каналу зв'язку, їхні параметри багато в чому визначаються типом забудови, рельєфом місцевості, видом рослинності, швидкістю мобільного абонента тощо. Повільні завмирання часто моделюють логарифмічно нормальним законом розподілу миттєвих значень обвідної прийнятого сигналу.

Швидкі завмирання обумовлені змінами мікроструктури середовища поширення. Мікроструктура відбиває місцеві (локальні) особливості будови середовища, обумовлені вихровими, а також фізико-хімічними процесами в окремих ділянках неоднорідного середовища в обсязі перевипромінювання. Середній квазіперіод швидких завмирань становить одиниці і частки секунди. Глибина швидких завмирань може досягати 20 ... 30 дБ.

Крім глибини, швидкі флуктуації сигналів прийнято характеризувати швидкістю та середньою тривалістю завмирань. Швидкість завмирань - це кількість перетинань обвідної деякого рівня (наприклад 3 дБ) за одиницю часу. Середня тривалість завмирань – це середня тривалість інтервалу часу, протягом якого обвідна сигналу перебуває нижче певного рівня. Розподіл миттєвих значень обвідного сигналу при швидких завмираннях часто описують узагальненим законом Релея (або законом Райса).

Канали із завмираннями характеризуються випадковою зміною коефіцієнта передачі, тому параметри сигналів на вході приймача є випадковими і невідомими. Завадостійкість каналів зв'язку при цьому погіршується, тому що при прийманні немає можливості використати відомості про дійсні значення параметрів сигналів. Таким чином, випадкові зміни параметрів каналу зв'язку представляють собою мультиплікативну заваду, яка призводить до спотворень переданих сигналів у вигляді випадкової зміни їх параметрів.

Найбільш істотний вплив на якість приймання сигналів у системах радіозв'язку здійснюють навмисні завади та швидкі селективні завмирання в каналі, причому ступінь впливу завмирань визначається співвідношенням параметрів середовища поширення і параметрів сигналу.

Шкідливий вплив швидких селективних завмирань та завад може бути ослаблено вибором певних сигналів і відповідною структурою побудови апаратури каналу, що входить до складу каналу зв'язку.

Література

1. Кувшинов О.В. Аналіз характеристик систем радіодоступа з технологією МІМО/ О.В. Кувшинов, Д.А. Міночкін. - Збірник наукових праць ВІКНУ, 2006. Вип. 3. - С. 51-56.
2. Кувшинов О.В. Основи теорії завадостійкого кодування/ Кувшинов О.В., Лежнюк О.П., Лівенцев С.П.// Навчальний посібник. - К.: ВІТІ НТУУ "КПІ", 2001. - 72 с.

Аналіз ефективності мережі LTE

Прядун В.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Мартинюк В.В.

Хмельницький національний університет

Бездротові цифрові комунікації, бурхливо стартувавши, продовжують розвиватися надзвичайно швидко. Цьому сприяє неухильний прогрес в мікроелектроніці, що дозволяє випускати усе більш складні і при цьому - усе більш дешеві - засоби бездротового зв'язку.

Бум стільникового зв'язку, порівнянний лише із зростанням виробництва персональних комп'ютерів і розвитком Інтернету, не сповільнюється вже чверть століття. Мобільних телефонів у всьому світі вже значно більше, чим звичайних дротяних телефонних апаратів.

Швидкими темпами розвиваються персональні і локальні мережі, широко упроваджуються бездротові мережі регіонального масштабу. Низька вартість, прудкість розгортання, широкі функціональні можливості по передачі даних, телефонії, відео потоків роблять бездротові мережі одним з основних напрямлений розвитку телекомунікаційної індустрії.

Розвиток бездротового зв'язку супроводжується неперервною зміною технологій, в основі яких лежать стандарти стільникового зв'язку GSM і CDMA, а також стандарти систем передачі даних IEEE 802.

Історично технології бездротового зв'язку розвивалися по двох незалежних напрямках - системи телефонного зв'язку (стільниковий зв'язок) і системи передачі даних (Wi-Fi, WIMAX). Але останнім часом спостерігається явна тенденція до злиття цих функцій.

У свою чергу, сучасні мережі передачі інформації обов'язково забезпечують заданий рівень якості послуг (QOS) для різних видів трафіку. Реалізується підтримка пріоритезації окремих потоків інформації, причому як на мереженому/транспортному рівнях (на рівні TCP/IP), так і на MAC-рівні (стандарти IEEE 802.16). Це дозволяє використовувати їх для надання послуг голосовому зв'язку, передачі мультимедійної інформації і тому подібне.

Технологія фіксованого WIMAX (IEEE 802.16-2004) не виправдала надій, що покладалися на неї, по швидкодії, об'єму зони покриття і ціновим характеристикам. Але оператори справедливо чекають якісного прориву від мобільного WIMAX (IEEE 802.16e).

Мобільні мережі повинні використовуватися не лише для стільникового зв'язку, але і для передачі відео, мобільного ТБ, музики і роботи з Інтернетом з високими швидкостями і якістю передачі. Саме з цією метою в рамках проекту співпраці в створенні мереж третього покоління 3GPP (3G Partnership Project) була почата розробка технології LTE (Long-Term Evolution - довгостроковий розвиток).

Розробка технології LTE, як стандарту, офіційно розпочалася в кінці 2004 року. Основною метою досліджень на початковому етапі був вибір

технології фізичного рівня, яка змогла б забезпечити високу швидкість передачі даних. Як основні були запропоновані два варіанти: розвиток існуючого радіо інтерфейсу W-CDMA (який використовується в HSPA) і створення нового на основі технології OFDM [1].

В результаті проведених досліджень єдиною відповідною технологією виявилася OFDM, і в травні 2006 року була створена перша специфікація на радіо інтерфейс Evolved UMTS Terrestrial Radio Access (E-UTRA).

В порівнянні з системами 3G, радіо інтерфейс LTE забезпечує покращені технічні характеристики. Зокрема, в LTE ширина смуги пропускання змінюється від 1,4 до 20 МГц, що дозволяє задовольнити потреби різних операторів зв'язку, які володіють різними смугами пропускання. Устаткування LTE одночасно підтримує не менше 200 активних з'єднань (тобто 200 телефонних дзвінків) на кожному соту.

Також мережа LTE поліпшує ефективність використання радіочастотного спектру, тобто об'єм даних, які передаються в заданому діапазоні частот, значно більший.

При цьому забезпечується підтримка з'єднань для абонентів, рухомих з швидкістю до 350 км/ч. Зона покриття однієї БС - до 30 км в штатному режимі, але можлива робота з сотою радіусом більше 100 км. Підтримуються багатоантенні системи MIMO.

Принципи побудови радіо-інтерфейсу за технологією LTE базується на трьох основних технологіях: мультиплексування за допомогою ортогональних носійних OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), багатоантенні системи MIMO (Multiple Input Multiple Output) і еволюційна системна архітектура мережі (System Architecture Evolution).

Принципово, що дуплексне розділення каналів може бути як частотним (FDD), так і часовим (TDD). Це дозволяє операторам дуже гнучко використовувати частотний ресурс. Таке рішення відкриває дорогу на ринок тим компаніям, які не володіють спареними частотами.

З другого боку, підтримка FDD дуже зручна для традиційних стільникових операторів, оскільки у них спарені частоти є "за визначенням" - так організовані практично всі існуючі системи стільникового зв'язку.

Сама ж по собі система FDD істотно ефективніша в плані використання частотного ресурсу, чим TDD - в ній менше накладних витрати (службових полів, інтервалів і тому подібне).

Обмін між базовою станцією (БС) і мобільною станцією (МС) будується за принципом циклічно повторюваних кадрів (у термінології LTE - радіокадр) [2]. Тривалість радіокадру - 10 мс. Всі часові параметри в специфікації LTE прив'язані до мінімального часу кванта $T_s=1/(2048\cdot\Delta f)$, де Δf - крок між підносійними, стандартно - 15 кГц.

Таким чином, тривалість радіокадру - $307200T_s$. Сам же квант часу відповідає тактовій частоті 30,72 МГц, що кратно стандартній в 3G-системах (WCDMA із смугою каналу 5 МГц) частоті обробки 3,84 МГц ($8 \times 3,84 = 30,72$).

Подальший розвиток технології LTE продовжується в рамках робіт над новим стандартом LTE Advanced. На сьогодні сформульовані основні вимоги, яким повинен буде задовольняти LTE Advanced.

1. Максимальна швидкість передачі даних в низхідному радіоканалі до 1 Гбіт/с, у висхідному - до 500 Мбіт/с (середня пропускна спроможність на одного абонента - в три рази вище, ніж в LTE).

2. Смуга пропускання в низхідному радіоканалі - 70 МГц, у висхідному - 40 МГц.

3. Максимальна ефективність використання спектру в низхідному радіоканалі - 30 біт/с/Гц, у висхідному -15 біт/с/Гц (втричі вище, ніж в LTE).

4. Повна сумісність і взаємодія з LTE і другими системами.

Для вирішення цих завдань використовуються ширші радіоканали (до 100 МГц), асиметричне розділення смуг пропускання між висхідним і нисхідним каналом в разі частотного дуплексу; покращена система кодування і виправлення помилок; гібридна технологія OFDMA і SC-FDMA для висхідного каналу, а також передові рішення в області антенних систем (MIMO).

Як вже наголошувалося, в LTE використовується модуляція OFDM, добре досліджена в системах DVB, Wi-Fi і WIMAX. Технологія OFDM передбачає передачу широкосмугового сигналу за допомогою незалежної модуляції тих, вузько смугових піднесучих вигляду $S_k(t) = a_k \sin[2\pi(f_0 + k\Delta f)t]$, розташованих з певним кроком по частоті Δf . Один OFDM-символ містить набір модульованих підносійних. У часовій області OFDM-символ включає поле даних (корисна інформація) і так званий циклічний префікс CP (Cyclic Prefix) - фрагмент кінця попереднього символу, який повторно передається.

Методологія розбудови та підвищення ефективності сучасних систем є багатокритеріальним вибором методів, засобів та алгоритмів на різних етапах аналізу та практичної реалізації. Процеси, які відбуваються в радіосистемах, вимагають застосування складного математичного апарату, причому далеко не завжди можна отримати необхідні функціональні залежності в аналітичному виді.

Тому дослідження радіосистем вимагає також широкого застосування математичного моделювання, яке доцільно здійснювати на базі сучасних комп'ютерних систем з подальшою розробкою специфічних інтерфейсів користувача, як для кожного функціонального вузла, так і системи в цілому.

Література

1. Соколов Н.А., Гольдштейн Б.С., Яновский Г.Г. Сети связи. Учебник для вузов. БХВ-Петербург, 2010.- 400с.

2. Величко В.В. Основы инфокоммуникационных технологий: учеб. пособие для вузов / В.В. Величко, Г.П. Катунин, В.П. Шувалов; под ред. В.П. Шувалова. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 712 с.

Апаратно-програмна система для навігації людей з інвалідністю за зором

Радченко К.М., Стенякін І.А.

Науковий керівник – Артамонов Є.Б.

Національний авіаційний університет

Пристрій являє собою звуковий маяк, який керується зовнішнім сигналом зі смартфона. При наближенні до маяка на відстань 50-70 м подається звуковий та/або вібросигнал про доступність обраного маяка для керування. Користувач має можливість включити звуковий сигнал на маяку.

Користувачу доступний режим «Радар», в якому постійно сканується простір і визначаються всі активні маяки в області до 100 м від користувача. Кожен з знайдених маяків може бути активовано.

За умовчанням озвучення об'єктів інфраструктури відсутнє, що робить навігаційний комплекс придатним для використання в місцях загального користування з обмеженням звукового фону.

Передбачена можливість налаштовувати тип звучання на кожному маяку, що дозволить використовувати декілька маяків на обмеженому просторі без введення в оману користувача системи, який орієнтується лише на звук.

Мозком звукового маяка слугує Wi-Fi модуль ESP8266, який оброблює та приймає зовнішні сигнали. Коли пристрій отримує запит ззовні, відбувається повна перевірка поданого запиту на коректність, при успішному з'єднанні відбувається подальша подача сигналу на пристрій виводу звуку. Коректну обробку запитів та подачу всіх сигналів, виконує програмне забезпечення завантажене до флеш-пам'яті мікроконтролера. Для під'єднання користувача до пристрою створено додаток, який сканує всі доступні мережі і в випадку знаходження активного сигналу аналізує його і під'єднується.

Мініатюрний Wi-Fi модуль на базі новітніх мікросхем ESP8266 з вбудованим протоколом TCP/IP та керуванням AT-команд. Чіп був створений для використання в розетках, мережах, IP-камерах, бездротових сенсорах, та інше.

Після отримання та обробки сигналу ESP відправляє сигнал на відтворювач звуку, в пристрої це динамік, але цей сигнал проходить через підсилювач звукових частот для голоснішого відтворення звуку.

Після цього відтворюються навігаційні сигнали, за допомогою яких людина досягне точки призначення. Гучність сигналу регулюється за допомогою потенціометру розташованого на платі пристрою.

Мобільний додаток для керування роботою маяка розроблено з урахуванням потреб інвалідів зору та підтримує стандартну навігацію за пунктами меню та активацію елементів керування. Під час роботи з додатком користувач отримує список доступних пристроїв неподалік, а також інформацію про них, яку можна озвучити, також є можливість використати основну функцію пристрою – викликати звучання. Користувач може

створювати власні списки обраних маяків для спрощення подальшої навігації. Також є можливість завантажити оновлену базу всіх маяків і після пошуку необхідного маяка передати його координати в будь-яку систему прокладання маршруту, що встановлена на телефоні.

В статті запропонований звуковий маяк, з радіусом дії, який не залежить від датчика руху, і може бути ввімкнений при потребі за допомогою смартфона. Це рішення потенційно покращує орієнтацію на просторі для людей з вадами зору. Запропонований пристрій може застосовуватись в громадських місцях людьми з вадами зору.

Література

1. Гулякина, Н.А. Общая теория систем [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс. – Мн.: БГУИР, 2007 (Кафедра интеллектуальных информационных технологий).
2. Корендяев А.И. Теоретические основы робототехники. В 2 кн.: Книга 1 Издательство: Наука, 2006. - 376 с.

Особливості організації компонентів сенсорних мереж

Слободянюк К.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хмельницький Ю.В.

Хмельницький національний університет

Основні особливості сенсорних мереж у порівнянні із іншими системами організованої передачі даних очевидні – це малий радіус зв'язку окремого вузла, обмежені та невідновлювальні джерела живлення, низькі обчислювальні можливості та малий об'єм доступної пам'яті, високі вимоги до масштабування застосованих алгоритмів, адаптивність хаотичних змін топології. Всі наведені особливості накладають певні обмеження на використанні у сенсорних мережах стеки протоколів у цілому та на алгоритми часової синхронізації. Для вузлів сенсорної мережі необхідно забезпечити синхронізацію внутрішні систем такту із глобальним часом мережі, адже кожен вузол має бути абсолютно автономним. В енергозберігаючих режимах споживання пристроїв може складати лише одиниці мікроампер. Сенсорна мережа - це розподілена мережа, що самоорганізується та складається із безлічі датчиків чи сенсорів і виконуючих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіосигналу. Область покриття подібної мережі може становити від декількох метрів до декількох кілометрів за рахунок здатності ретрансляції повідомлень від одного елемента до іншого.

З початку розвитку індустрії сенсорних мереж для об'єднання різнопланових пристроїв була необхідна технологія для об'єднання усіх пристроїв у єдину мережу на базі протоколу бездротового зв'язку, котра мала бути простою та дешевою у використанні, проте, у той же час, достатньо надійною для передачі даних на відстані, відповідні до розміру окремої

будівлі. Раніше не існувало сучасного бездротового стандарту, що відповідав би специфічним потребам пристроїв, найважливішим параметром яких є довгострокове використання батарей та підтримка великої кількості пристроїв у мережі, бо їм необхідні не велика пропускна можливість, а низький рівень латентності та економічне енергоспоживання. Сенсорні мережі є одним із сучасних та перспективних напрямків розвитку розподілених систем моніторингу і управління ресурсами та процесами. Вузлами таких мереж є малогабаритні пристрої, що виконують одночасно вимірювальні, обчислювальні та комунікаційні функції. Характерна їхня особливість полягає в обмеженості обчислювальних і комунікаційних ресурсів та вимог до тривалої роботи від автономного джерела живлення пристрою. Безпроводні вузли не обмінюються повідомленнями між собою, а тільки передають дані своїх сенсорів і ретранслюють дані сенсорів інших вузлів на базову станцію. При цьому в системах моніторингу окремі вузли можуть знаходитись на значній відстані від базової станції, що висуває додаткові вимоги до протоколів маршрутизації та надійності передачі даних. Особливо гостро ця проблема стосується сенсорних мереж, які використовуються для збору та обробки мультимедійних даних.

Передача даних в сенсорних мережах - це найбільш енергетично затратна операція, яка використовує понад 70% енергії, натомість локальна обробка даних у безпроводних вузлах дасть змогу зменшити енергозатрати на передачу даних за рахунок використання ефективних методів обробки та протоколів передачі даних[1]. Водночас використання сенсорних мереж у системах критичного застосування ставить підвищені вимоги до надійності та продуктивності функціонування на всіх рівнях взаємодії еталонної моделі відкритих систем. По скільки в сенсорних мережах використовують відкрите середовище передачі сигналів, важливою залишається проблема забезпечення високої надійності передачі даних, вирішення якої сприятиме підвищенню ефективності функціонування сенсорних мереж загалом. Однак у процесі створення сенсорних мереж виникає суперечність - у загальному випадку застосування методів обробки та передачі даних, що забезпечують високу надійність передачі, призводить до зниження продуктивності мережі чи зростання обчислювальної складності і підвищення енергозатрат. Існуючі підходи та методи обробки даних, які функціонують у позиційних системах числення, не можуть забезпечити підвищені вимоги до надійності передачі даних без зниження продуктивності мережі при обмежених апаратних ресурсах та використанні автономного живлення. Таким чином, ця науково-технічна проблема є актуальною для підвищення продуктивності та надійності функціонування сенсорних мереж, вирішення якої зумовлює необхідність розробки методів, засобів, механізмів обробки даних на основі нових досліджень та досягнень сучасних технологій.

Сучасна сенсорна мережа складається із великої кількості мініатюрних вузлів, кожен з яких містить контролер, передавач та автономне джерело

живлення. Вузли обладнані сенсорами, здатними реєструвати інформацію про параметри та характеристики навколишнього середовища (відео, аудіо, температуру, забруднення, вологість тощо). Результати вимірювань передаються від вузла до вузла в обчислювальний центр для обробки та аналізу. Таким чином, сенсорна мережа дозволяють краще зрозуміти навколишнє середовище. В останній час застосування сенсорних мереж направлено по основним напрямкам - військово застосування, дослідження навколишнього середовища, охорона здоров'я, використання в будинках, різні комерційні області. Як правило, сенсорні мережі для збору інформації в зонах спостереження використовують статичні сенсорні вузли. Однак, через динамічний характер подій в зонах, що досліджуються, при використанні статичної сенсорної мережі можна зіткнутися з проблемами [2]:

- початкове розгортання сенсорної мережі не може гарантувати повне покриття ділянки, яку потрібно дослідити та зв'язність усієї мережі. Як правило, сенсори можуть бути розкидані у регіоні, що досліджується, літаком або роботом;

- сенсори мають автономне живлення. Це може привести до виходу з ладу одного або декількох вузлів, що в свою чергу може привести до дірок у мережі;

- сенсорна мережа може бути потрібна для підтримки багатьох задач в різних умовах;

- для деяких задач потрібно залучити більш складні датчики. Більш складні пристрої, такі як камери, можуть дати можливість отримати більше інформації;

Хоча сенсорна мережа зазвичай розглядається як однорангова мережа, в якій вузли розширені сенсорними можливостями, мобільні сенсорні мережі і мобільні однорангові мережі суттєво відрізняються. В мобільних сенсорних мережах повинна бути можливість контролювати рух мобільних датчиків для виконання різних задач. По скільки сфери застосування сенсорних мереж постійно розширюються у різних сферах діяльності людини, з'являються нові типи датчиків, тому є необхідність розглянути основні нейрофізіологічні механізми сенсорних систем. Сенсорні системи людини - це анатомічно організована у структурах мозку система утворень та зв'язків, що слугує для знаходження і кодування інформації певної модальності. У нормі сенсорні системи здійснюють свою діяльність у тісній взаємодії одна з іншою. Перетворення різних форм енергії на єдину мову нервових сигналів у сенсорних системах здійснюється у чотири етапи:

1. Перетворення - виникнення взаємодії між стимулом і спеціальними молекулярними рецепторами.

2. Генералізація рецепторного потенціалу - зміни у молекулярному рецепторі, які призводять до перетворень та змін мембранного потенціалу рецепторної клітини, хеморецептора, механічного та фоторецепторів.

3. Поширення потенціалу - перехід від рецепторного потенціалу до

імпульсу (здійснюється всередині тіла клітини, у нервовому волокні або між ділянками сенсорної перебудови та ділянкою, де виникає імпульс). Рецепторні та синапатичні потенціали поширюються за рахунок електричних потенціалів.

4. Перекодування відповіді рецептора в імпульсний розряд, що здійснюється в аферентному нервовому волокні, яке є носієм інформації решти відділів нервової системи.

При розробці датчиків враховують сенсорну систему людини – а це система організму, що забезпечує сприйняття та перероблення інформації про зміни довкілля та стан внутрішнього середовища організму. Сенсорні системи (від лат. Sensus [сенсус] - відчуття), або аналізатори — складні чутливі системи, які сприймають та аналізують інформацію і забезпечують зв'язок організму з довкіллям. Органи, які сприймають інформацію та передають у вищі відділи, називаються аналізаторами (рис.1). Сенсорні системи пов'язують периферичні органи чуття з головним мозком, де сигнали аналізуються і забезпечують формування образів про навколишній світ і відповідну поведінкову реакцію. Розглянемо п'ять основних сенсорних систем: зорова, слухова, смакова, нюхова та дотикова (тактильна), за допомогою яких вона в основному сприймає довкілля. Також людина відчуває температуру, гравітацію, зміну положення тіла в просторі, біль, спрагу, голод і низку змішаних відчуттів. Інші сенсорні системи: больова, вестибулярна, м'язова, вісцеральна, мовно-слухова, мовно-рухова.

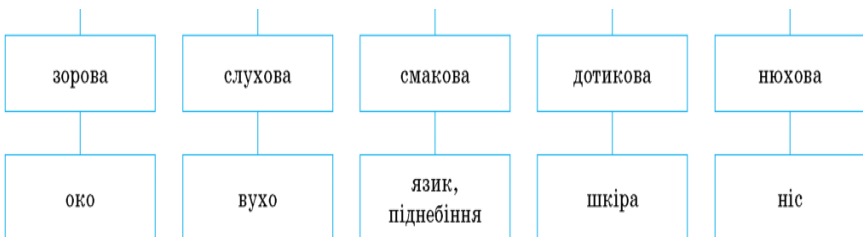


Рисунок 1 - Сенсорні системи людини та їх аналізатори

Враховуючи появу нових сфер застосування сенсорних мереж в залежності від застосування, можуть використовувати різні типи сенсорів - температури, вологості, руху, тиску, стану ґрунту, рівня шуму, диму, визначення хімічного складу (речовин, повітря), наявності або відсутності певних видів об'єктів, визначення швидкості, напрямку і розміру об'єкту, аудіо - та відеоданих. Серед основних областей застосування сенсорних мереж відмітимо наступні: екологічний та технічний моніторинг, землеробство, охорона здоров'я, інтелектуальні будинки, системи безпеки.

Дослідження питання розробки та впровадження сучасних сенсорних мереж (які на сьогодні є одними із сучасних та перспективних напрямків

розвитку розподілених систем моніторингу та управління ресурсами, процесами, життєдіяльністю людини) показує, що більшість потенційних застосувань таких мереж потребують переосмислення самої парадигми сенсорної мережі для створення механізмів отримання різного контенту. Основні проблеми при використанні сенсорних мереж було зведено до мінімуму – такі як споживання енергії, механізми для ефективної доставки додатків рівня якості обслуговування, а проблеми затримки, випадкових спотворень при передачі сигналу поки не розглядалися в достатній мірі і потребують подальших досліджень. По скільки сфери застосування сучасних сенсорних мереж постійно розширюються у різних сферах діяльності людини, з'являються нові типи датчиків. Проблема передача мультимедійних даних у сенсорних мережах поступово вирішується, так як з'являються нові мініатюрні сенсори, камери тощо. Це в подальшому надасть можливість користувачам отримувати всі необхідні якісні послуг сенсорних мереж

Література

1. Толюпа С. В. Побудова сенсорної мережі на концепції NGN та розрахунок моделі її трафіка / С. В. Толюпа, М. І. Нищадим // Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КПІ». – К.: ВІТІ НТУУ «КПІ», 2007. – № 1. – С. 130-134
2. Міночкін А.І. Перспективи розвитку тактичних сенсорних мереж / А.І. Міночкін, В.А. Романюк, О.В. Жук // Збірник наукових праць №4. - К.: ВІТІ НТУУ «КПІ» - 2007. - С. 112 - 119.

Автоматизована система підтримки роботи центру дитячої та юнацької творчості

Трубічина Д. І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Корнієнко С. К.
Запорізький національний технічний університет

Сучасний світ неможливо уявити без використання інформаційних технологій та різноманітних програмних забезпечень. У наш час існує необхідність у автоматизації та веденні електронної документації у будь-якій сфері людської діяльності. Для її реалізації потребується використовувати багато інформації, яку потрібно надійно зберігати та певним чином використовувати. Сучасні технології допомагають зберігати інформацію компактно, надійно, у декількох екземплярах, заощаджуючи матеріали та час за допомогою баз даних.

База даних - це організована структура, призначена для зберігання інформації. З поняттям бази даних тісно пов'язане поняття системи управління базою даних. Це комплекс програмних засобів, призначених для створення структури нової бази, наповнення її вмістом, редагування вмісту і візуалізації інформації.

Метою наукової роботи стала розробка автоматизованої системи для підтримки роботи центру дитячої та юнацької творчості. Виховання дітей і

молоді є проблемою, від ефективності вирішення якої залежить майбутнє України.

Більшість сучасних дітей обмежують свої можливості та потенціал, проводячи даремно час надворі, а ще гірше граючи вдома на комп'ютері або смартфоні, тому, аби зацікавити і допомогти розвиватися сучасній молоді необхідно розповсюджувати інформацію про центри дитячої та юнацької творчості і покращувати сферу позашкільного виховання молоді у регіонах нашої держави. Адже, у таких закладах діти знаходять нових друзів, мають змогу проявити себе як особистість, розвивати свій талант та культуру спілкування, постійно пізнають щось нове у різних сферах навколишнього світу.

Також, це корисно і для батьків, тому що вони знають, що їх діти будуть зайняті цікавою справою та перебувати під наглядом викладачів.

Позашкільна діяльність сьогодні розглядається як одна з головних ланок безперервної освіти в системі виховання всебічно розвиненої особистості, найповнішого розкриття її задатків і нахилів, створення умов для розвитку й підтримання талантів та обдарувань у галузі науки, техніки, мистецтва тощо. Забезпечення при цьому можливостей щодо вибору діяльності, до якої дитина проявляє зацікавленість, створює необхідні передумови для прояву її природних здібностей.

А для покращення та полегшення роботи працівників таких закладів, необхідно впроваджувати у роботу автоматизовані системи, наприклад, як розроблена та представлена мною. Її функції спрямовано на збільшення продуктивності роботи співробітників дитячого центру творчості за рахунок скорочення часу сполучення з батьками під час запису дітей до гуртків, прискорення та полегшення внесення змін, автоматичного генерування звітів та афіш майбутніх заходів. Також система відрізняється стійкою роботою, простою у використанні, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, а також оснащена захистом від некоректних дій користувача.

Новизна додатку порівняно з існуючими програмами-аналогами полягає у спрямованості роботи з даними, які стосуються безпосередньо дитячого центру, тобто увесь функціонал системи та внесені данні вирішують задачі предметної області.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та лаконічний дизайн дозволяють у короткий термін освоїти додаток та максимально ефективно використовувати його. Така система дозволяє підвищити зацікавленість користувачів і створити для них комфортні умови роботи.

Додаток може бути розгорнутий на персональному комп'ютері з використанням операційної системи WINDOWS і СКБД ACCESS.

Розроблений продукт має практичну спрямованість та готовий до впровадження у роботу.

Література

1. Гайна Г.А. Основи проектування баз даних: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2005. – 204 с.
2. Анджейчак А. Психолого-педагогічні умови формування творчої особистості дитини в освітньо-виховних закладах //Обдарована дитина. - 2000.

Модель цифрового понижуючого перетворювача частоти в середовищі SIMULINK

Чайковський О.Ю.

Науковий керівник – д.т.н., проф.. Ройзман В.П.

Хмельницький національний університет

З розвитком цифрових технологій все більша увага приділяється побудові радіоприймальних трактів із застосуванням цифрової обробки сигналів (ЦОС), які називаються в літературі SDR - software defined radio [1]. Ця технологія ґрунтується на можливості оцифровки сигналу в реальному часі і подальшій обробці програмними або апаратними цифровими засобами - цифровими сигнальними процесорами, ПЛІС, тощо . Технологія SDR дозволяє здійснювати прийом і демодуляцію сигналів, в яких використовуються цифрові види модуляції, такі як DPSK, QAM, GMSK, тощо. Залежно від частоти і ширини спектра сигналу цифрова обробка в приймачі може використовуватися як по радіочастоті (рис.1), так і після перенесення сигналів на фіксовану проміжну частоту (рис.2).



Рис. 1 – Приймач з цифровою обробкою на радіочастоті

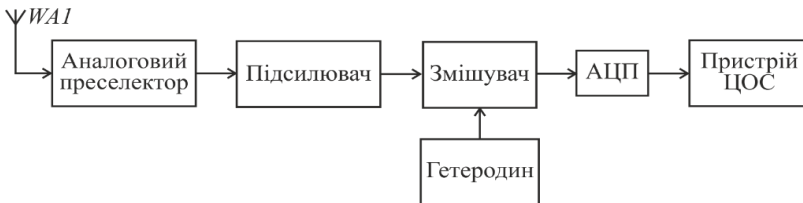


Рис. 2 – Приймач з цифровою обробкою на проміжній частоті

Радіоприймачі з цифровою обробкою сигналу по ПЧ відносяться до супергетеродинного типу і мають ряд переваг перед приймачами прямого перетворення - можливість роботи у широкому діапазоні частот, хороша селективність і чутливість у всьому діапазоні. Приймачі такого типу використовуються в професійній зв'язковій апаратурі, до якої висуваються жорсткі технічні вимоги. У числі недоліків супергетеродинних приймачів - відносно високе енергоспоживання і великі розміри через використання аналогових елементів.

До переваг приймачів прямого перетворення відносяться мале енергоспоживання і можливість розміщення всіх елементів у невеликому портативному пристрої (в ідеалі в корпусі однієї мікросхеми), однак по вибірковості, чутливості і динамічному діапазону ці пристрої поступаються

супергетеродинним приймачам.

При обробці сигналів з частотами, що не перевищують декілька десятків МГц, швидкість сучасних АЦП дозволяє використовувати класичний принцип дискретизації відповідно до теореми Котельникова, згідно з якою частота вибірок повинна бути як мінімум в два рази більше верхньої частоти в спектрі дискретного сигналу. При цьому оцифровуванню піддається діапазон частот від постійної складової до половини частоти дискретизації, і на вході АЦП достатньо використовувати аналоговий ФНЧ для захисту від накладення спектрів. Для високочастотних сигналів використовується смугова дискретизація (under sampling), яка дозволяє обійти обмеження, що накладаються теоремою Котельникова для обробки вузькосмугових сигналів.

Якщо ширина смуги частот B , яку займає сигнал, набагато менша верхньої або нижньої граничних частот (f_L та f_H) його спектра, використовують теорему про смугову дискретизацію [2]:

$$\frac{2f_H}{n} \leq F_s \leq \frac{2f_L}{n-1},$$

де $n = f_H/B$, n округлене до найбільшого цілого числа.

Для збереження інформації про сигнал, частота його дискретизації повинна бути рівною або більшою ніж подвоєна ширина його смуги частот.

Цифрові пристрої в радіоприймачі вирішують наступні завдання: виділення необхідного каналу, перенесення спектра сигналу на низьку частоту і декодування даних, що містяться в сигналі. Для вирішення цих завдань можуть застосовуватися різні пристрої і їх поєднання. Первинну, неінтелектуальну обробку, що включає каналну фільтрацію, гетеродинування, зниження частоти дискретизації (децимацію), найчастіше виконують або за допомогою швидкодіючої програмованої логіки (FPGA), або в спеціалізованих мікросхемах - цифрових приймачах (digital down converter - DDC).

Цифрові понижуючі перетворювачі частоти випускаються в інтегральному виконанні. Наприклад, мікросхема AD6684 [3] включає в себе чотири DDC, які забезпечують фільтрацію і зменшення швидкості вихідних даних. Кожний DDC містить NCO, півсмуговий децимуючий фільтр, фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою (FIR), етап підсилення і етап перетворення комплексного сигналу до реального. Кожний з цих блоків обробки має лінії керування. Кожна пара каналів АЦП (для обробки синфазної і квадратурної складових) має два DDC (DDC0 і DDC1). Цифровий понижуючий перетворювач може бути налаштований для виводу або дійсних даних, або комплексних вихідних даних.

DDC видає 16-бітовий потік. У повній смузі пропускання виходи АЦП представляють собою 9-бітові слова, за якими чергують сім нулів.

Півсмугові фільтри використовуються при інтерполяції та проріджуванні у багатьох системах цифрової обробки сигналів, де потрібна ефективна фільтрація з метою захисту від накладання спектрів або фільтрація для придушення дзеркальних частот при зміні частоти дискретизації даних. У таких фільтрах половина коефіцієнтів дорівнює нулю, а кожний коефіцієнт, що не рівний нулю, представлений у вигляді деякої комбінації чисел, рівних степені два. При цьому обсяг обчислень скорочується в два рази. Множення замінюється операціями зсуву і підсумовування (віднімання). Півсмуговий фільтр – це частковий випадок КІХ-фільтра. На рис. 3 наведена структурна схема DDC що реалізована у мікросхемі AD6684.

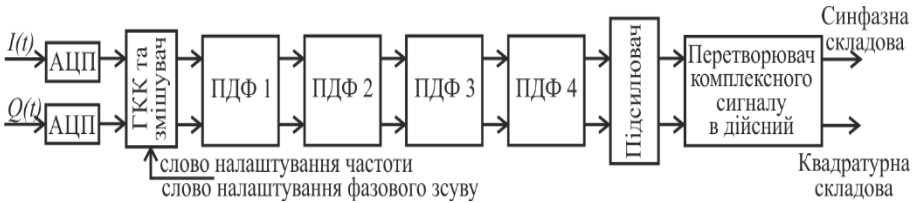


Рис. 3. Цифровий понижуючий перетворювач частоти у мікросхемі AD6684 (АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ГКК – генератор керований напругою; ПДФ – півсмуговий децимуючий фільтр)

AD6684 має малий коефіцієнт децимації (не більше 16). В реальних приймачах для перенесення спектру сигналу з радіочастоти (наприклад, 1 ГГц) на нульову проміжну частоту потрібні набагато більші коефіцієнти децимації. Розглянемо Simulink-модель цифрового понижуючого перетворювача частоти (DDC), яка приведена на рис. 4.

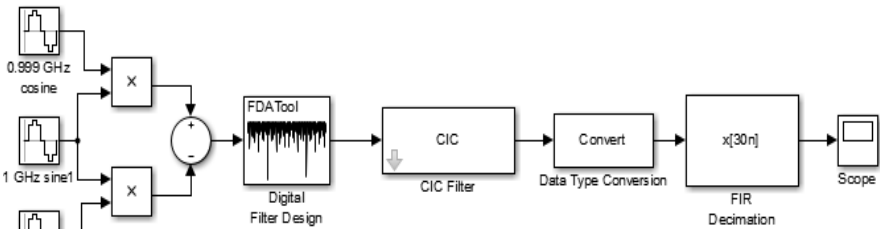


Рис. 4 – Simulink модель перетворювача частоти з пониженням частоти дискретизації

DDC зазвичай містить такі структурні елементи:

- цифровий гетеродин - забезпечує перенесення спектра вхідного дійсного сигналу з проміжної частоти на низьку частоту. Цифровий

гетеродин складається з цифрового синтезатора частоти і помножувача.

- фільтри-дециматори з постійними коефіцієнтами (СІС-фільтри), які використовуються для попередньої децимації сигналу.

- КІХ-фільтри-дециматори, що використовуються для подальшої децимації з невеликими коефіцієнтами децимації, корекції спотворень АЧХ, викликаних СІС-фільтрами-дециматорами і каналної фільтрації.

- блок автоматичного регулювання підсилення (АРП).

Модель містить джерело вхідного сигналу, квадратурний змішувач, ФНЧ, СІС filter з коефіцієнтом децимації 128, перетворювач типів даних, FIR decimation filter з коефіцієнтом децимації 30. Частота дискретизації вхідного сигналу складає 50 ГГц. Після перетворень в квадратурному гетеродині ми цифровим фільтром виділяємо частоту 1 МГц з такою ж частотою дискретизації. СІС фільтр з коефіцієнтом децимації 128 знижує частоту дискретизації до 390,265 МГц. Далі фільтр FIR decimation з коефіцієнтом децимації 30 дозволяє отримати сигнал частотою 1 МГц з частотою дискретизації 13 МГц, що показано на рис. 5.

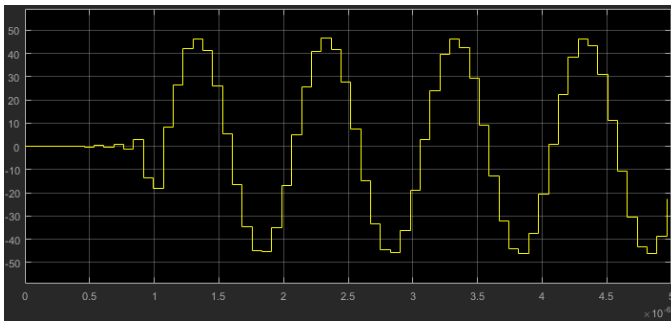


Рис. 5 – Результат моделювання моделі, зображеної на рис. 7.

Висновки. Таким чином, застосування в якості систем виділення несучої математичного апарату реалізованого на базі цифрового сигнального процесора дозволяє реалізувати потрібні характеристики сигналів. З наведених результатів видно, що витрати на реалізацію математичного апарату оптимальних схем оправдані, і дозволяють надалі ефективно проводити реалізацію демодуляції сигналів телекомунікаційних систем.

Література

1. Галкин В. А. Основы программно-конфигурируемого радио / Галкин В.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 372 с.
2. Айфичер Э.С. Цифровая обработка сигналов / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. – 2-е изд.: Пер с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 992 с.
3. Чотириканальний приймач проміжної частоти. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD6684.pdf> - назва з екрана

Алгоритмічно-програмні засоби синхронізації потоків даних при їх передачі великими обсягами

Яркун В. І.

Науковий керівник – к. т. н., доц. Парамуд Я. С.
Національний університет «Львівська політехніка»

В теперішній час масового застосування високопродуктивних мобільних комп'ютерних засобів (смартфонів) актуальною є задача синхронізації потоків даних при їх передачі великими обсягами. Відомі загальні підходи із використанням семафорів, моніторів та інших засобів синхронізації [1, 2]. Оскільки в переважній більшості підходи є компромісними, пошук ефективних рішень синхронізації потоків даних при їх передачі великими обсягами для конкретного застосування, в першу чергу для мобільних додатків, є актуальним.

Вирішення завдання ефективного обміну великими обсягами даних із використанням мережі Інтернет доцільно на основі алгоритму до задачі обмеженого буфера, який описує два потоки роботи: перший – це потік постачальника (в подальшому буде використано просто “постачальник”), другий – потік споживач (в подальшому буде використано просто “споживач”), які використовують спільний буфер наперед встановленого розміру [3, 4]. Задачею постачальника є утворення фрагментів даних та передача їх до буфера – це циклічний процес, який буде виконуватись певну кількість раз, одночасно з цим споживач забирає дані з буфера, цим самим його і спорожнює, для подальшого використання даних. Отже, завданням є не допустити запису постачальником в повний буфер і не дозволити споживачу забирати дані з пусого буфер. Для різних вимог використання комбінація кількості постачальників та споживачів може бути різною, це залежить від постановки задачі та результату, якого потрібно досягнути. Можливі такі варіанти комбінацій: один постачальник – один споживач (даний варіант є найбільш поширеним); один постачальник – декілька споживачів; декілька постачальників – один споживач; декілька постачальників – декілька споживачів.

На рисунку 1 зображено схему алгоритму роботи для випадку одного постачальника та одного споживача. Постачальник робить запит до зовнішнього джерела даних - Інтернет, після чого завантажує їх із зовнішнього ресурсу та записує дані в буфер.

Постачальник постійно завантажує дані і записує їх до буфера. В кінці циклу виконується перевірка, чи буфер повністю заповнений. Якщо ні, тоді процес повторюється заново. Якщо постачальник завершив роботу, про що сигналізує буфер, коли він повністю заповнений, то постачальник звільняє доступ до нього. При цьому надається можливість доступитися іншим об'єктам до нього, в тому числі і споживачу.

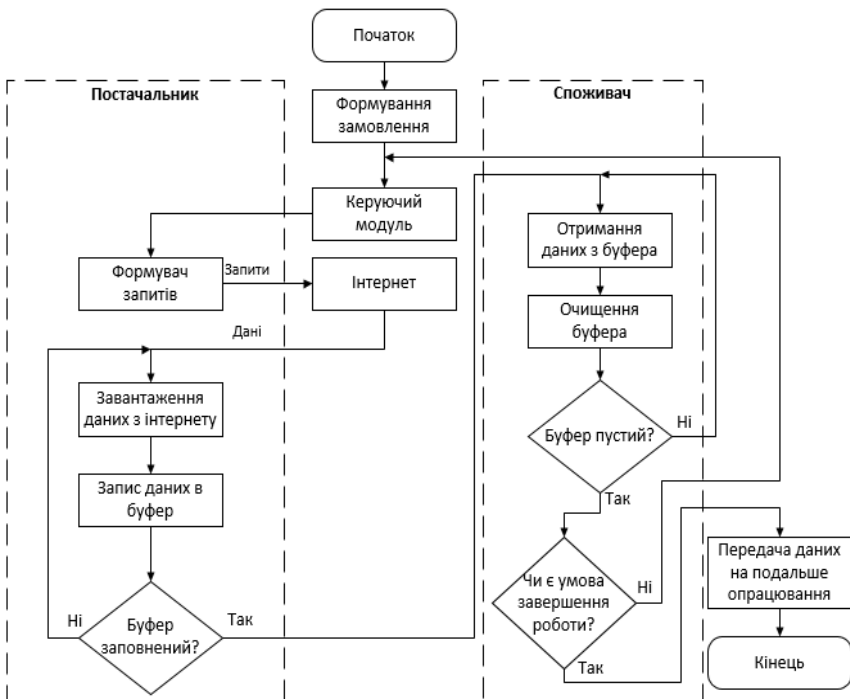


Рисунок 1 – Загальна схема алгоритму функціонування постачальника-споживача

Споживач в свою чергу отримує дані з буфера, після чого його очищає, цей процес теж відбувається циклічно завдяки перевірці стану буфера. При завершенні роботи споживач теж відкриває доступ до буфера іншим ресурсам, в тому числі і постачальнику.

Цей алгоритм можна застосовувати для передачі даних різними потоками, кожен з яких буде використовувати одного постачальника – одного споживача; кожна пара постачальника-споживача мають свій окремий буфер (чергу), якою керують тільки вони і не заважають іншим у роботі

На рисунку 2 зображено діаграму класів, де показано взаємозв'язок компонентів програми.

ImageViewController звертається до ImageViewPresenter, оскільки в ньому реалізована вся основна бізнес-логіка, для звертання до серверу. Server містить всю головну логіку для надсилання запитів та формування відповіді від сервера. Server формує відповідний запит, використовуючи компонент RequestManager, який за відповідних конфігурацій повертає Server відповідний запит для надсилання.

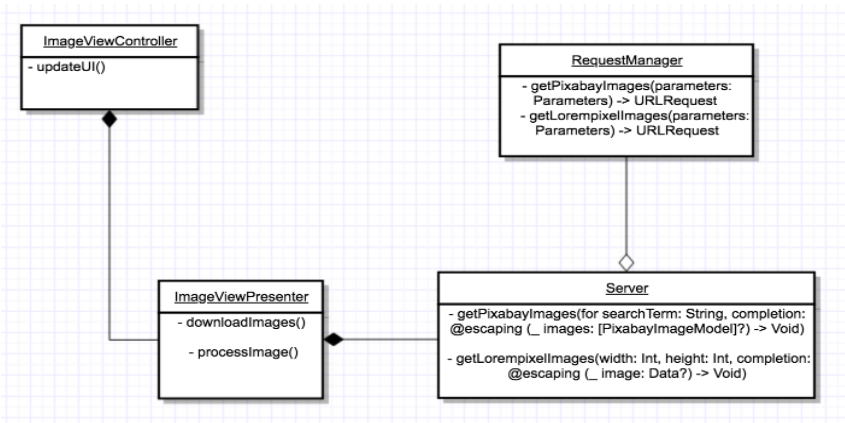


Рисунок 2 - Діаграма класів програми накладання фільтрів на зображення

За результатами роботи розроблені програмні засоби на мові високого рівня Swift [3, 4]. Розроблено та досліджено програмне забезпечення для завантаження фотоматеріалів великих обсягів з Інтернет ресурсу та опрацювання їх шляхом накладання відповідних фільтрів на дані зображення. Програмні засоби експериментально досліджені та протестовані на пристрої iPhone 8 з операційною системою iOS 11.3. Дані програмні засоби розроблені за відкритою архітектурою і можуть бути легко адаптовані до інших операційних систем мобільних пристроїв.

До основних наукових результатів роботи можна віднести наступне. Розвинуто та досліджено алгоритмічну модель задачі постачальника - споживача для передачі та опрацювання великих обсягів даних, що забезпечує коректне проектування та реалізацію ефективного програмного забезпечення.

Література

1. Томас Бройнль. Паралельне програмування / Томас Бройнль. – Київ, 1997. – С. 91 – 133.
2. Корнеев В. В. Параллельные вычислительные системы / Корнеев В. В. – Москва, 1999. – С. 117-133.
3. Яркун В. І. Методика підвищення ефективності інформаційної системи при передачі великих об'ємів даних / В. І. Яркун // Вісник "Тернопільського Національного економічного університету" "Інженерія програмного забезпечення". – 2016. – С. 173-175.
4. Яркун В. І. Алгоритмічно-програмні засоби синхронізації при обміні даними великих обсягів/ В. І. Яркун, Я. С. Парамуд // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" серія "Комп'ютерні системи та мережі". – 2016. -№ 857. - С.111-118.

Наукове видання

«Інтелектуальний потенціал – 2018» - збірник наукових праць молодих науковців і студентів з нагоди 30-річчя підготовки ІТ-фахівців в ХНУ/ Колектив авторів – Хмельницький: ПВНЗ УЕП, 2018. – Ч.4: Комп'ютерно-інтегровані технології, телекомунікації та радіотехніка – 100 с.

Відповідальність за зміст текстів і якість редагування матеріалів покладена на авторів і наукових керівників.

Комп'ютерна верстка: Чешун В.М.
Дизайн: Муляр І.В.

Здано до складання 5.11.18. Підписано до друку 10.11.18. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Тираж 50 прим. Умовних друківаних аркушів – 6,25. Обліково-видавничих аркушів –1,4.

Редакційний відділ ПВНЗ УЕП 29016, м. Хмельницький, вул. Львівське шосе, 51/2.

ББК 74.480.278
С.88