

# Авторска справка за оригиналните научни приноси в трудовете за участие в конкурса

на доц. Христо Николов Костадинов  
представени за участие в конкурс за професор в област на висше  
образование 4. Природни науки, математика и информатика,  
професионално направление 4.6 Информатика, научна специалност  
"Информатика" (Защита на данни, интернет на нещата), обявен от  
ИМИ-БАН в ДВ бр. 65 от 02.08.2024г.

Общият списък на научните публикации на кандидата съдържа 36 заглавия. За участие в конкурса са представени 15 научни публикации, номерирани от 1 до 15 в списъка на научните публикации за участие в конкурса, като настоящата справка използва същата номерация на публикациите. Статиите са излезли от печат през 2013 - 2024 г. след придобиване на образователна и научна степен „доктор“ и академичната длъжност "доцент". Нито една от статиите за участие в настоящия конкурс не е участвала в предишни процедури.

Представените за участие в конкурса статии са публикувани както следва:

- в научни списания с импакт фактор (IF): статии 12, 14, 15 (три)
- в научни списания с имакт ранг (SJR): статии 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11 и 13 (девет)

- в материали на конференции реферирани и индексирани в Scopus: статии 8 и 9 (две)
- в материали на конференции реферирани и индексирани в Zentralblatt MATH: статия 1

Представените за участие в конкурса публикации могат да се разделят по тематика в следните групи:

- I **Конструиране на кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$  и приложението им във флаш памет, кодова модулация и комуникационни системи**
- II **Методи за влагане на водни знаци в аудио файлове**
- III **Приложение на платформите за интелигентни договори, базирани на технологии за разпределен регистър**
- IV **Интернет на нещата**

- I **Конструиране на кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$  и приложението им във флаш памет, кодова модулация и комуникационни системи**

Кодовете за коригиране на грешки намират широко приложение при ускоряване на процеса на запис върху флаш устройства (в литературата записът в паметта се нарича програмиране във флаш паметта). Асиметричните грешки във флаш паметите са много честоти. Има случаи, в които възможният тип грешка включва както симетрична, така и асиметрична грешка. Например, нека имаме флаш памет с  $n$  нива на напрежение и трябва да увеличим нивото на напрежение на клетка с текущо ниво  $t - 1$  с едно (което е обичайна ситуация при програмиране на флаш памет). В такъв случай най-честата грешка, която можем да имаме, е презареждане на клетката (увеличаване на нивото с поне 2) или зареждане по-малко от необходимото, т.е. след зареждане клетката остава на ниво  $t - 1$ . Следователно, видът на грешката е комбинация от симетрична грешка ( $\pm 1$ ) и асиметрична грешка  $(2, 3, \dots, n)$ .

В няколко статии [1, 5, 12] ние изследваме проблема с намирането на подходящи кодове, способни да коригират най-честите грешки

които възникват при флаш паметите. За тази цел ние използваме кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$ , които са предназначени да коригират специфичен тип грешки, за разлика от традиционните кодове.

В публикация [1] е конструиран нов клас кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$ , коригиращи една асиметрична грешка от вид  $(\pm 1, 2)$ , предназначени за приложение във флаш памет и е намерен точният вид на проверочната матрицата за тези кодове.

В публикация [5] е конструиран нов клас кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$ , коригиращи една асиметрична грешка с дължина 2, предназначени за приложение във флаш памет и е намерен точният вид на проверочната матрицата за тези кодове. В случай, че дължината на кодът е четно число, то кода е "почти" съвършен.

В публикация [12] е конструиран нов клас кодове върху пръстен от цели числа по модул  $A = 2^n + 1$ , способен да коригира единични грешки от тип  $(1, 2)$ ,  $(\pm 1, \pm 2)$  или  $(1, 2, 3)$ , които са типични за флаш памет устройствата. Представени са в явен вид проверочните матриците на кодовете с дължина  $n \leq 10$ .

През последните години беше предложена триъгълна квадратурна амплитудна модулация (TQAM) като алтернатива на традиционната квадратурна амплитудна модулация (SQAM). В съзвездието TQAM сигналните точки са върхове на решетка от равностранни триъгълници и съзвездието е симетрично. Сравнението на TQAM със SQAM показва, че първата е по-енергийно ефективна и може да се използва вместо SQAM при модулиране на сигнали. Публикациите [2, 3, 4, 13] са свързани с изследвания върху TQAM.

В публикация [2] е изчислена точната стойност на вероятността за грешка на символ (SER) за комуникационна схема на TQAM в случай на гаусов канал. Резултатите показват, че точната стойност на вероятност за грешка следва известната горна граница. Следователно може да се използва малка модификация на горната граница за оценка на SER.

В публикация [3] е изследвана ефективността на кодова модулация, базирана на прилагане на кодове върху пръстен от цели числа

по модул  $m$  в TQAM. Получени са горна и долна граница за вероятността за грешка на символ в гаусов канал. За да се сравнят получените граници с реални такива е разработен софтуер, който симулира комуникация на базата на  $2^k$ -TQAM в гаусов канал за  $k = 4, 6, 8$ .

В публикация [4] е изследвана ефективността на кодирана модулационна схема, базирана на прилагането на кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$  към TQAM модулация в съзвездие от  $2^{2m}$  точки. Представен е метод за изчисляване на точната стойност на грешка на символ в гаусов канал в некодирания случай. Изчисляването на вероятността за грешка в кодирания случай е много по-трудно поради по-сложните форми на регионите. Показано е, че в кодирания случай компютърната симулация е много добра алтернатива. Представени са резултати от симулации (вероятности за грешка на символ и бит) в случай на кодирани 16, 64 и 256-TQAM.

В публикация [13] са разгледани шест кодирани модулационни схеми, базирани на кодове върху пръстен от цели числа по модул  $m$  за TQAM съзвездия с 16, 32, 64, 128 и 256 точки. Изследвана е тяхната работа в случай на комуникационен гаусов канал. Получените резултати показват подобрене на кодираните случаи от около 3 dB спрямо некодиранияте.

В публикация [14] е предложена обща конструкция на кодове над  $\mathbb{Z}_{2^b+1}$ , която може да се използва за коригиране на два грешни бита (както и няколко специфични конфигурации на грешни битове) в единичен  $b$ -байт в кодова дума от  $n \geq 2$   $b$ -байта. Направено е сравнение между един от получените кодове и VCH код със сходна дължина и скорост, което показва много сходни резултати.

## II Методи за влагане на водни знаци в аудио файлове

Процесът на вграждане и извличане на воден знак може да се разглежда като двоичен комуникационен канал. За да може да се изберат параметри за вграждане и подходящи коригиращи кодове, които да се използват трябва внимателно да се проучи статистиката на водния знак.

В публикация [6] е изследвана възможността за вграждане на водни знаци, устойчиви на компресия, в музикални аудио файлове.

Изследването обхваща случая на AAC и MP3 компресия. Описаният метод на вграждане на информация във воден знак се основава на комбинация от зависеща от ключа дитър модулация и уейвлет трансформация на Нааг. Предложен е практически метод за избор на параметрите за вграждане. Въз основа на получените резултати може да се направят следните заключения:

- Вграждането във всички поднива на Нааг уейвлета подобрява качеството на звука.
- Предложеният подход за избор на стъпка  $\Delta$  е по-практичен от използването на SNR. Изборът на  $\Delta$  близо до очакваното  $E(\Delta)$  води до BER в  $[10^{-2}, 3 \cdot 10^{-2}]$ . Тези стойности са типични за телефонните канали и има много кодове за коригиране на грешки с ниска сложност, предназначени за такива канали.
- По-доброто качество на звука изисква използването на по-малки  $\Delta$  и по-мощни кодове. Грешките в канала показват склонност към групиране. (По-точно, вероятностният модел на канала е верига на Марков.)
- Капацитетът в случай на Нааг уейвлет ниво  $k$  и код със скорост  $R$  е

$$\frac{\text{честота}}{2^{k-1}} \times R \quad \text{информационни битове в секунда.}$$

### III Приложение на платформите за интелигентни договори, базирани на технологии за разпределен регистър

Бумът на публичните блокчейни платформи и платформите за интелигентни договори отвори нови подходи за решаване на съществуващи проблеми. Тези нови подходи адресираха успешно някои слабости на предишни процеси и създадоха някои нови класове проблеми, които се нуждаят от решения. След въвеждането си платформите за интелигентни договори станаха ключова част от обществеността на Етериум блокчейна и дефинираха концепцията за разпределени приложения (dApps). Платформите за интелигентни договори, базирани на технологии за разпределен регистър (DLT), се използват в различни индустрии като банкиране, право, здравеопазване, застраховане и транспорт. DLT и интелигентните

договори също така може да се използват и в областта на управлението на жизнения цикъл на софтуера (SLM). В публикации [7, 8, 9, 10] се изследват няколко възможни приложения на тези платформи.

В публикация [7] е изследвана приложимостта на базирани на DLT платформи за интелигентни договори за поддръжка на многостранни SLM процеси със сложни клиентски системи, чиито компоненти работят на място, в облака и на крайни устройства. Представен е прототип на разпределена система, базирана на DLT (EOS), която се използва за автоматизиране и оптимизиране на изпълнение на многостранни SLM процеси. Базираното на EOS решение изисква относително ниско ниво на текущи инвестиции и най-добре отговаря на естествените изисквания за производителност и мащабируемост, поддържа безплатни транзакции и гъвкави модели на ценообразуване.

В публикация [8] е продължена и надградена работата от предишната публикация. Показан е конкретен теоретичен пример на базирана на EOSIO разпределена система за автоматизиране и оптимизиране на изпълнение на SLM процеси.

В публикация [9] е изследвана разпределена система, базирана на платформа за интелигентни договори, предназначена за директно стимулиране на получаване на резултати от научни изследвания. Предложената система разчита на прозрачни взаимодействия между организации и отделни учени, които желаят да решат сложни изчислителни задачи. Някои от предимствата на използването на разпределени системи са нейната гъвкавост и прозрачност, неизменност на дизайна, операции без администратор, пълна проследимост както на дефинирането на проблема, така и на структурата на възнаграждението за предложено решение.

Публикация [10] е продължение на изследванията от публикации [7] и [8]. В нея е изследвано как могат да се използват разпределени системи, базирани на DLT. И трите DLT-а, които са анализирани, отговарят на изискванията за работа с комплексни SLM процедури. Показано е, че изборът на подходящ DLT зависи от средата и предизвикателствата, които трябва да бъдат решени.

#### **IV Интернет на нещата**

В днешно време електронните устройства като сензори и механизми, формиращи Интернет на нещата (IoT) са широко представени в ежедневието на хората. Милиарди устройства в нашия свят обменят някаква информация. Всички големи индустрии като транспорт, производство, здравеопазване, селско стопанство и т.н. прилагат IoT решения. Не само хората и индустрията са засегнати от IoT, но също така и природата и околната среда. Интернет на нещата е признат за важна част в стремежа за спасяване на климата. Той има голям потенциал за намаляване на въглеродните емисии и замърсяването на въздуха.

В публикация [11] е предложено решение за мониторинг и контрол на въглеродните емисии от превозни средства. То се състои от хардуерно устройство, което приема данни, свързани с въглеродните емисии на превозното средство, и облачни услуги за съхранение и ги анализира. Също така, устройството контролира въглеродните емисии чрез известия и ограничения на мощността на автомобила.

Платформата има следните предимства:

- Висока достъпност и скорост по време на работа с големи количества данни благодарение на архитектурата, базирана на облачните технологии.
- Възможност за работа с различни превозни средства и облаци.
- Напълно завършено и валидирано решение за мониторинг и контрол на емисиите на въглероден диоксид от превозни средства, което е готово да допринесе в борбата с изменението на климата и намаляването на емисиите на въглероден диоксид в атмосферата.

В публикация [15] е предложена нова техника за мрежово динамично разпределение на взаимозависими микроуслуги върху движещи се инфраструктурни възли, приложима на практика. Тя се състои от общ модел за оптимизация на MILP алгоритъм и внедряването му в облачна платформа. Получени са няколко примера. Резултатите показват намаляване на общото забавяне в мрежата от край до край в сравнение с досегашните технологии.