

Резюмета на публикациите 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.

1. H. Kostadinov and N. Manev, On Integer Code Correcting Single Error of Type $(-1, 1, 2)$, *Proc of Seventh Int. Workshop on Optimal Codes and Related Topics*, 2013, 134-139

Abstract: The asymmetric limited-magnitude error correcting codes can be used to speed up the writing process to flash devices (memory write is referred to as programming in the flash literature). Asymmetric errors in flash memories are very common. However, there are cases in which the possible error type includes both a symmetric and an asymmetric error. For example, let us have a flash memory with n voltage levels and we should increase the voltage level of a cell with current level $t - 1$ by one (which is an usual situation when programming a flash memory). In such a case the most common error we could have is overcharging the cell (increasing the level with at least 2, or to charge it less than is needed, i.e. after charging the cell stays at level $t - 1$). Hence, that kind of error is a combination of the symmetric error (± 1) and the asymmetric error $(2, 3, \dots, n)$. In this paper we investigate the problem of finding suitable error correcting codes capable of correcting such an error. To do that we are going to use integer codes, which are designed to correct specific type of errors, in contrast to the traditional codes.

Резюме: Асиметричните кодове за коригиране на грешки могат да се използват за ускоряване на процеса на запис на флаш устройства (в литературата записът в паметта се нарича програмиране във флаш паметта). Асиметричните грешки във флаш паметите са много чести. 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 (± 1) и асиметрична грешка ($2, 3, \dots, n$). В тази статия ние изследваме проблема с намирането на подходящи кодове върху пръстен от цели числа по модул m , способни да коригират такъв вид грешки.

2. H. Kostadinov and N. L. Manev, On the Probability of Error for Triangular Quadrature Amplitude Modulation, *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 2017, 127-132.

Abstract: Recently, the triangular quadrature amplitude modulation (TQAM) was proposed. In TQAM constellation the signal points are vertexes of a lattice of equilateral triangles and the constellation is symmetric with respect to the origin. The comparison of TQAM with square quadrature amplitude modulation (SQAM) given in shows that the former is more power efficient while preserves the low detection complexity of the latter.

In this article we compute the exact value of error probability per symbol (SER) for triangular quadrature amplitude modulation (TQAM) scheme in the case of AWGN channel. The results show that the exact value of SER follows the behavior of the known upper bound. Hence a simple modification of the upper bound can be used in practice for evaluating the SER.

Резюме: През последните години беше предложена триъгълна квадратурна амплитудна модулация (TQAM) като алтернатива на традиционната квадратурна амплитудна модулация (SQAM). В съзвездieto TQAM сигналните точки са върхове на решетка от равнобедрени триъгълници и съзвездieto е симетрично. Сравнението на TQAM със SQAM показва, че първата е по-енергийно ефективна и може да се използва вместо SQAM за модулиране на сигнали.

В тази статия ние изчисляваме 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 SER следва известната горна граница. Следователно може да се използва малка модификация на горната граница за оценка на SER.

3. H. Kostadinov L. Kraveva and N. L. Manev, New Bounds for Probability of Error of Coded and Uncoded TQAM in AWGN Channel, *Studies in Computational Intelligence*, 2017, 75-85.

Abstract: In this paper we investigate the performance of coded modulation scheme based on the application of integer codes to triangular quadrature amplitude modulation (TQAM). An upper and a lower bounds for symbol error probability (SER) in the case of AWGN channel are derived. These bounds are so closed that it makes the calculation of the exact value of SER unnecessary in practice.

Резюме: В тази статия изследваме ефективността на кодова модулация, базирана на прилагане на кодове върху пръстен от цели числа по модул m към триъгълна квадратурно амплитудна модулация. Получени са горна и долна граница за вероятността за грешка на символ (SER) в гаусов канал. Тези граници са толкова близки, че правят изчисляването на точната стойност на SER ненужно на практика.

4. H. Kostadinov and N. L. Manev, Symbol and Bit Error Probability for Coded TQAM in AWGN Channel, *Procedia Computer Science*, 108, 2017, 2110-2118.

Abstract: In this paper the performance of coded modulation scheme based on the application of integer codes to triangular quadrature amplitude modulation (TQAM) with 2^{2m} points constellation is investigated. A method of calculating the exact value of symbol error rate over AWGN channel in the case of TQAM combined with encoding by integer codes is described. Computation of error probability in the coded case is much more difficult because of more complex forms and in a sense uncertainties of decision regions. It is demonstrated that in the coded case computer simulation is a very good alternative. The results of simulations (symbol and bit error probabilities) in the case of coded 16, 64, and 256-TQAM simulations are graphically presented.

Резюме: В тази статия се изследва ефективността на кодирана модулационна схема, базирана на прилагането на кодове върху пръстен от

цели числа по модул m кодове към TQAM модулация в съсвездие от 2^{2m} точки. Представен е метод за изчисляване на точната стойност на грешка на символ в некодирания случай в гаусов канал, използвайки TQAM, комбиниран с кодиране чрез кодове върху пръстен от цели числа по модул m . Изчисляването на вероятността за грешка в кодирания случай е много по-трудно поради по-сложните форми на вероятностните региони. Показваме, че в кодирания случай компютърната симулация е много добра алтернатива. Резултатите от симулациите (вероятности за грешка на символ и бит) в случай на кодирани 16, 64 и 256-TQAM симулации са представени с графики.

5. H. Kostadinov and N. L. Manev, Integer Codes for Flash Memories, *Studies in Computational Intelligence*, 2018, 91-99.

Abstract: In this work we present two new constructions of single error correctable integer codes designed for an application in a flash memory. Moreover, we will give the exact form of the check matrix for those codes. For some parameters, the obtained codes are optimal. The decoding complexity is linear, regarding to the code length, and can be used a look-up table to decode them. All these advantages of integer codes makes them very suitable for their usage in the practice. One can see that we only consider the case of single error and small magnitude. Actually, it is very difficult to obtain theoretical results for multiple errors and higher magnitude.

Резюме: В тази статия представяме две нови конструкции на кодове върху пръстен от цели числа по модул m с възможност за коригиране на една грешка, предназначени за приложение във флаш памети. Освен това дефинираме точната форма на проверочната матрица на тези кодове. За някои параметри получените кодове са оптимални. Сложността на декодирането е линейна по отношение на дължината на кода. Всички тези предимства на представените кодове ги правят много подходящи за използването им в практиката. Както може да се види от резултатите, разгледан е само случая на код поправящ една грешка. Всъщност е много трудно да се получат теоретични резултати за кодове коригиращи две или повече грешки.

6. H. Kostadinov and N. L. Manev, On Digital Watermarking for Audio Signals, *Studies in Computational Intelligence*, 2019, 231-243.

Abstract: In this paper we investigate the possibility of embedding watermarks robust against compression in musical audio files. The process of

embedding and retrieving awatermark can be regarded as a binary communication channel. We investigate its statistic to give recommendation how to choose the embedding parameters and what error correcting codes to be used. The investigation covers the case of AAC and MP3 compression. The described method of embedding is based on a combination of keydependable dither modulation and Haar wavelet transform. We analyze the whole process for its embedding capacitate and robustness. A practical method for choosing the embedding parameters is proposed.

Резюме: В тази статия ние изследваме възможността за вграждане на водни знаци, устойчиви на компресия, в музикални аудио файлове. Процесът на вграждане и извличане на воден знак може да се разглежда като двоичен комуникационен канал. Ние проучваме неговата статистика с цел да изберем параметри за вграждане и коригиращи кодове, които да се използват. Изследването обхваща случая на AAC и MP3 компресия. Описаният метод на вграждане на воден знак се основава на комбинация от зависеща от ключа дитър модулация и уейвлет трансформация на Хаар. Предложен е практически метод за избор на параметрите за вграждане.

7. B. Tsvetkov and H. Kostadinov, DLT Smart Contract Platforms for Software Lifecycle Management, *Proceedings of AMiTANs'19*, 2164 , 2019, 120015.

Abstract: After its introduction the smart contract platforms got practical use when they become key part of the Ethereum public blockchain and defined the concept of distributed applications (dApps). Smart contract platforms, based on distributed ledger technologies (DLT), are used in various industries such as banking, government and law, healthcare, insurance, and transportation. One area of a DLT and smart contracts could also be used is the area of the software lifecycle management (SLM). Complex SLM procedures involve many parties such as customer, software provider, technical and business consultants, auditors, hardware providers, third party software vendors, and others. In this paper we investigate the applicability of DLT-based smart contract platforms to support multi-party SLM processes for complex customer systems, components of which are running on premise, in the cloud and on edge devices.

Резюме: След въвеждането си платформите за интелигентни договори станаха ключова част от обществеността на Етериум блокчейн и дефинираха концепцията за разпределени приложения (dApps). Плат-

формите 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 може да се използват и в областта на управлението на жизнения цикъл на софтуера (SLM). Сложните SLM процедури включват различни страни като клиент, доставчик на софтуер, технически и бизнес консултанти, одитори, доставчици на хардуер, доставчици на софтуер от трети страни и други. В тази статия изследваме приложимостта на базирани на DLT платформи за интелигентни договори за поддръжка на многостранни SLM процеси за сложни клиентски системи, чиито компоненти работят на място, в облака и на крайни устройства.

8. B. Tsvetkov, J. Jeliakov and H. Kostadinov, Modern Software Lifecycle Management leveraging the power of Blockchain, *Proceedings of 17th International workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory*, 2020, 145-149.

Abstract: SLM processes are covering the initial setup, technical and business configuration and ongoing maintenance of software systems that often consist of many cloud services, on-premise servers, and/or edge devices, spread on many geographical locations. In SLM there are many participants that should communicate each other to achieve common goal, for example the software provisioning. In case something wrong happens in their communication, it is very hard to prove what is the reason and which party failed to deliver, since the environment is complex and the protocols of responsibilities are not bound to the software dependencies. The purpose of this paper is to demonstrate how DLT-based smart contract platforms supports SLM processes for complex business systems where various participants are involved.

Резюме: Процесите на SLM обхващат първоначална настройка, техническа и бизнес конфигурация и текуща поддръжка на софтуерни системи, които често се състоят от много облачни услуги, локални сървъри и/или крайни устройства, разпръснати на много географски местоположения. В SLM има много участници, които трябва да комуникират помежду си, за да постигнат една обща цел, например за предоставянето на софтуер. В случай, че нещо нередно се случи в тяхната комуникация, е много трудно да се докаже каква е причината и коя страна не е успяла да достави даден софтуер, тъй като средата е сложна и протоколите за отговорности не са обвързани със софтуерните зависимости. Целта на това изследване е да демонстрира как базираните на DLT платформи за интелигентни договори поддържат SLM процеси за сложни бизнес

системи, в които участват различни участници.

9. J. Jeliakov, B. Tsvetkov and H. Kostadinov, Research Incentivization based on Smart Contract Platform, *SProceedings of 17th International workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory*, 2020, 77-82.

Abstract: The boom of public blockchains and smart contract platforms opened new approaches to solve existing issues. These new approaches addressed successfully some weaknesses of previous processes and created some new classes of problems that need solutions. In this paper we explore distributed system based on smart contract platform with a low-entry barrier designed for direct incentivization of results of scientific research. The proposed system relies on transparent interactions between organizations and individual scientist defining hard computational problems with others that are willing to invest time and efforts searching for computational solutions.

Резюме: 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. В тази статия ние изследваме разпределена система, базирана на платформа за интелигентни договори предназначена за директно стимулиране на резултатите от научни изследвания. Предложената система разчита на прозрачни взаимодействия между организации и отделни учени, които желаят да решат сложни изчислителни задачи.

10. B. Tsvetkov and H. Kostadinov, Using DLT in Software Lifecycle Management, *Studies in Computational Intelligence*, 961, 2021, 393-404.

Abstract: Motivated by the challenging business requirements in the area of software lifecycle management (SLM) we describe a system that is based on the use of distributed ledger technology (DLT) to address some of existing issues. DLTs and blockchain in particular allows industries to utilize distributed peer-to-peer networks where non-fully-trusting members may interact with each other without relying on the assistance of a trusted 3rd party. These interactions are kept verifiable and auditable both from the participants in the process and external players. One unexploited use of blockchain is in the area of SLM. Here providers of software products and services could benefit of some natural DLT properties. First: Establishing secure communications between non-fully trusted participants of the SLM

processes and reducing the risks from malicious code reaching customer sites and their productive systems. Second: It would allow sharing of SLM resources and services between involved parties thus greatly improving the overall interaction costs required for complex multi-party procedures. Third: The system would allow better time and resource prediction for upcoming SLM procedures by keeping history execution data from previous runs of the same or similar procedures.

Резюме: Мотивирани от предизвикателните бизнес изисквания в областта на управлението на жизнения цикъл на софтуера (SLM) ние представяме система, която се основава на използването на технологията за разпределен регистър (DLT) за адресиране на някои от съществуващите проблеми. DLT и по-специално блокчейн, позволяват на индустриите да използват разпределени peer-to-peer мрежи, където участниците, които не се доверяват напълно един на друг, могат да взаимодействат помежду си, без да разчитат на помощта на доверена трета страна. Тези взаимодействия могат да бъдат проверявани и одитирани както от участниците в процеса, така и от външни участници. Едно неизследвано приложение на блокчейн е в областта на SLM. Тук доставчици на софтуер и услуги могат да се възползват от някои предимства на DLT, като установяване на сигурни комуникации между ненапълно надеждни участници в процесите на SLM и намаляване на рисковете от достигане на зловреден код до сайтовете на клиентите и техните продуктови системи, както и споделяне на SLM ресурси и услуги между участващите страни.

11. Ts. Tsokov and H. Kostadinov, System for Monitoring and Control of Vehicle's Carbon Emissions Using Embedded Hardwares and Cloud Applications, *Lecture Notes in Computer Science*, 12632, 2021, 564-577.

Abstract: Today, the electronic devices such as sensors and actuators, forming the Internet of Things (IoT) are presented naturally in the people's day to day life. Billions of devices are sensing and acting upon the physical world and exchange information. All major industries like transportation, manufacturing, healthcare, agriculture, etc. adopt IoT solutions. Not only people and industry are affected in a positive way by IoT, but also the nature and environment. The IoT is recognized as a key lever in the urge to save the climate. It has a major potential in reducing air carbon emissions and pollution. Taking into account the promising sectors of IoT application, this paper proposes a solution for monitoring and control of carbon emissions

from vehicles. It consists of hardware device that ingests data related to vehicles' carbon emissions and cloud based services for data storage, analysis and representation. It controls the carbon emissions via notifications and vehicle's power restrictions.

Резюме: Днес 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. Като се вземат предвид обещаващите сектори на приложение на IoT, тази статия предлага решение за мониторинг и контрол на въглеродните емисии от превозните средства. То се състои от хардуерно устройство, което приема данни, свързани с въглеродните емисии на превозните средства, и облачни услуги за съхранение и ги анализира. Също така, той контролира въглеродните емисии чрез известия и ограничения на мощността на автомобила.

12. H. Kostadinov and N. Manev, Integer codes correcting asymmetric errors in nand flash memory, *Mathematics* , Vol. 9(11), 2021, 1269.

Abstract: Memory devices based on floating-gate transistor have recently become dominant technology for non-volatile storage devices like USB flash drives, memory cards, solid-state disks, etc. In contrast to many communication channels, the errors observed in flash memory device use are not random but of special, mainly asymmetric, type. Integer codes which have proved their efficiency in many cases with asymmetric errors can be applied successfully to flash memory devices, too. This paper presents a new construction and integer codes over a ring of integers modulo $A = 2^n + 1$ capable of correcting single errors of type $(1, 2)$, $(\pm 1, \pm 2)$, or $(1, 2, 3)$ that are typical for flash memory devices. The parity-check matrices of the codes are listed for $n \leq 10$.

Резюме: Устройствата с памет, базирани на транзистори, станали доминираща технология за енергонезависими устройства за съхранение като USB флаш устройства, карти с памет, твърдотелни дискове и т.н. За разлика от много комуникационни канали, грешките, наблюдавани при използването на устройства с флаш памет, не са случайни, а от специален, основно асиметричен тип. Кодовете върху пръстен от цели числа

по модул m , доказали своята ефективност в много случаи с асиметрични грешки, могат да се приложат успешно и към устройства с флаш памет. Тази статия представя нова конструкция на кодове върху пръстен от цели числа по модул $A = 2^n + 1$, способни да коригират единични грешки от тип $(1, 2)$, $(\pm 1, \pm 2)$ или $(1, 2, 3)$, които са типични за флаш памет устройствата. Представени са проверочните матриците на кодовете за $n \leq 10$.

13. H. Kostadinov and N. L. Manev, New Integer Coded Hexagonal QAM Schemes and Their Performance in AWGN Channel, *Studies in Computational Intelligence*, 1076, 2023, 100-110.

Abstract: Six coded modulation schemes based on integer codes for HQAM constellations with 16, 32, 64, 128, and 256 points are proposed. Their performance in the case of communication through AWGN channel have been studied. The presented results include comparisons in graphical form between probabilities for error per signal point (SER) in coded and uncoded case as well as probabilities for error per bit (BER) in the same cases.

Резюме: В тази статия са разгледани шест кодирани модулационни схеми, базирани на целочислени кодове за HQAM съзвездия с 16, 32, 64, 128 и 256 точки. Изследвана е тяхната работа в случай на комуникационен AWGN канал. Представените резултати включват сравнения между вероятностите за грешка на сигнална точка в кодирания и некодирания случай, както и вероятности за грешка на бит в същите случаи.

14. H. Kostadinov and N. L. Manev, A General Construction of Integer Codes Correcting Specific Errors in Binary Communication Channels, *Mathematics*, Vol. 11(11), 2023, 2521.

Abstract: Integer codes have been successfully applied to various areas of communication and computer technology. They demonstrate good performance in correcting specific kinds of errors. In many cases, the used integer codes are constructed by computer search. This paper presents an algebraic construction of integer codes over the ring of integers modulo $A = 2^n + 1$ capable of correcting at least up to two bit errors in a single b-byte. Moreover, the codes can correct some configurations of three or more erroneous bits, but not all possible ones. The construction is based on the use of cyclotomic cosets of 2 modulo A .

Резюме: Кодовете върху пръстен от цели числа по модул m се при-

лагат успешно в различни области на комуникационните и компютърните технологии. Те демонстрират добро представяне при коригиране на специфични видове грешки. В много случаи тези кодове се конструират чрез компютърно търсене. Тази статия представя алгебрична конструкция на целочислени кодове върху пръстен от цели числа по модул $A = 2^n + 1$, способни да коригират до две битови грешки в един b -байт. Освен това, тези кодове могат да коригират някои конфигурации от три или повече грешни бита, но не всички възможни.

15. Ts. Tsokov and H. Kostadinov, Dynamic network-aware container allocation in Cloud/Fog computing with mobile nodes, *Internet of Things*, Vol. 26, article number 101211, 2024.

Abstract: The massive adoption of movable devices, created a new use cases such as Internet of Things (IoT), autonomous vehicles, spacecraft computing, etc. Not only end users, but also computing infrastructures can change their location. The applications are composed of many interdependent microservices with specific resource requirements. Latest state of the art in Cloud/Fog infrastructures is considering only the computational and network (latency, bandwidth) resources during scheduling of microservices, but in a static way. The network variability when the nodes are moving in space is not considered. This leads to increased total latency, hindering the Quality of Service (QoS) and network costs. This paper proposes a novel technique for network-aware dynamic allocation of interdependent microservices on moving infrastructure nodes, applicable in practice. It is composed of a generic MILP optimization model and implementation in a Cloud/Fog platform. Several examples with sample Edge-Native application are obtained. The results show reduction in the total end-to-end network latency compared to the latest state of the art.

Резюме: Масовото приемане на движещи се устройства създаде нови случаи на употреба като интернет на нещата (IoT), автономни превозни средства, изчисления с космически кораби и т.н. Не само крайните потребители, но и изчислителните инфраструктури могат да променят местоположението си. Приложенията са съставени от много взаимозависими микроуслуги със специфични изисквания за ресурси. Най-новите авангардни технологии в облака разглеждат само изчислителните и мрежовите (забавяне, честотна лента) ресурси по време на планиране на микроуслуги, но по статичен начин. Променливостта на мрежата, когато възлите се движат в пространството, не се взема предвид. Това води

до увеличено общо забавяне, което възпрепятства качеството на услугата (QoS) и мрежовите разходи. Тази статия предлага нова техника за мрежово динамично разпределение на взаимозависими микроуслуги върху движещи се инфраструктурни възли, приложима на практика. Състои се от общ модел за оптимизация на MILP алгоритъм и внедряването му в облачна платформа. Получени са няколко примера. Резултатите показват намаляване на общата латентност на мрежата от край до край в сравнение с последните авангардни технологии.