

საქართველოს უნივერსიტეტის, ინფორმაციისა და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის, თანამშრომლების მიერ გამოქვეყნებული შრომები

Nodar Ugrelidze, Sergo Shavgulidze, and Juergen Freudenberger.

Generalized multistream spatial modulation based on frequency-phase modulated signals.

IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 4, April 2022, pp. 786-790.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9685053>

Abstract—In this letter, we present an approach to building a new generalized multistream spatial modulation system (GMSM), where the information is conveyed by the two active antennas with signal indices and using all possible active antenna combinations. The signal constellations associated with these antennas may have different sizes. In addition, four-dimensional hybrid frequency-phase modulated signals are utilized in GMSM. Examples of GMSM systems are given and computer simulation results are presented for transmission over Rayleigh and deep Nakagami- m flat-fading channels when maximum-likelihood detection is used. The presented results indicate a significant improvement of characteristics compared to the best-known similar systems.

ნოდარ უგრელიძე, სერგო შავგულიძე, ბესიკი სახიაშვილი.

კოდირებული მოდულაციის სისტემები მოწყობილობათ შორის კავშირისათვის 5G ქსელებში.

სამეცნიერო-ტექნოლოგიური კონფერენცია 5G ტექნოლოგიები. გამოწვევები და გადაწყვეტილებები. საქართველოს უნივერსიტეტი. თბილისი, საქართველო, 22 ივლისი, შემოკლებული მოხსენებები. 2023, გვ. 57-59.

დემურ შავაძე.

სიხშირულ დიაპაზონთა გამოყენების ზოგიერთი თავისებურება 5G-თვის.

სამეცნიერო-ტექნოლოგიური კონფერენცია 5G ტექნოლოგიები. გამოწვევები და გადაწყვეტილებები. საქართველოს უნივერსიტეტი. თბილისი, საქართველო, 22 ივლისი, შემოკლებული მოხსენებები. 2023, გვ. 35-36.

სერგო შავგულიძე, ნოდარ უღრელიძე, მამუკა ჩხაიძე.

კომუნიკაცია დედამიწის დაბალი ორბიტის თანამგზავრებით.

მონოგრაფია. საქართველო, თბილისი, საქართველოს უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2023, 120 გვ.

<https://comcom.ge/ge/damatebiti-resursebi/satelekomunikacio-wigniereba.page>

რეზიუმე—წინამდებარე წიგნი წარმოგვიდგენს ახალ ტექნოლოგიებს და კვლევის პერსპექტივებს LEO თანამგზავრულ საკომუნიკაციო სისტემებში, ასევე ძირითად ტექნიკურ გამოწვევებს, დაკავშირებულს LEO თანამგზავრების გლობალურ უსადენო საკომუნიკაციო პლატფორმაში ინტეგრირებასთან, რომელიც გაკეთებულია უახლეს პუბლიკაციებზე და სამეცნიერო მიღწევებზე დაყრდნობით. კერძოდ, განხილულია მომდევნო თაობის მეგათანამგზავრული ქსელების ეფექტიანი გამოყენების შესაძლებლობები თანასწორი წვდომისთვის და ამ კუთხით არსებული გამოწვევები; შესწავლილია მოდელირების ახალი ტექნიკა LEO თანამგზავრებზე დაფუძნებული ულტრა მკვრივი საკომუნიკაციო სისტემებისთვის; განხილულია ორბიტული პერიფერიის განტვირთვის შესაძლებლობა LEO თანამგზავრების მეგათანავარსკვლავედებზე გამოთვლითი კუთხით თანასწორი წვდომისთვის; წარმოდგენილია წრიულგზიანი ქსელები, რომლებიც ახორციელებენ წვდომას ყველასათვის და რომელთა დანერგვაც დანერგვა შესაძლებელია შეყოვნებისადმი ტოლერანტული ქსელური პროტოკოლებით და იაფფასიანი ნანო-თანამგზავრებით; განხილულია LEO თანამგზავრული წვდომის ქსელებთან დაკავშირებული LEO-SAN პერსპექტიული ტექნოლოგია, რომელიც შეავსებს ტერესტრიალურ ფიჭურ ქსელებს მომავალი 6G უსადენო ქსელებისთვის, გამტარუნარიანობის და დაფარვის მნიშვნელოვნად გაზრდით; წარმოდგენილია მიწისქვეშა-თანამგზავრული კავშირის სისტემის არქიტექტურა და შეფასებულია მისი ტექნიკური შესაძლებლობები რეალური მეურნეობის სცენარის ვრცელი კომპიუტერული სიმულაციის მეშვეობით; წარმოდგენილია LEO თანამგზავრებზე დაფუძნებული პოზიციონირება მომავალი თანასწორი წვდომის ლოკალიზაციისთვის და ამ საკითხის ტექნიკურეკონომიკური შესწავლა LEO თანამგზავრული მეგათანავარსკვლავედების არსებული უპირატესობებისა და გამოწვევების განხილვით; შესწავლილია კოსმოსურ-საჰაერო-სახმელეთო FSO ქსელები მაღალი გამტარუნარიანობის მქონე თანამგზავრული კომუნიკაციებისთვის; განხილულია თანამგზავრული ქსელების ფენებად დაყოფა, რომელიც არის ერთ-ერთი მთავარი მეთოდი ტერესტრიალურ 5G/B5G ქსელებში და პრაქტიკულად არ არის შესწავლილი თანამგზავრულ სისტემებში. წიგნი წარმოგვიდგენს ამ მიმართულებებით ბოლოდროინდელი მიღწევების სისტემურ განხილვას და შესაძლო გამოწვევებს და კვლევით მიმართულებებს, რომლებიც ხელს შეუწყობს დაბალი ორბიტის თანამგზავრებით კომუნიკაციის პრობლემების გადაჭრას. ვფიქრობთ, რომ მასალა სასარგებლო იქნება და დახმარებას გაუწევს საინფორმაციო ტექნოლოგიებისა და კომუნიკაციების დარგში მომუშავე სპეციალისტებს და აკადემიურ პერსონალს, ბაკალავრიატის მაღალი კურსის სტუდენტებს, მაგისტრანტებსა და დოქტორანტებს.

Nodar Ugrelidze, Sergo Shavgulidze, Irakli Noselidze, and Besiki Sakhiashvili.

Two-dimensional circular signal systems.

In Proc. 8th International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP 2023). Corfu, Greece, 23-25 Oct., 2023, pp. 5-11.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10372900>

Abstract—In this article, a two-dimensional signal system with amplitude-phase modulation is considered, for which elementary signals are placed on concentric circles. The procedures for constructing such a system are presented and their simplified receiver is proposed. In this case, the circle to which the signal may belong is first determined, and then, the detection procedure is carried out on this circle. New signals are constructed, including those for simplified receivers and simulation results are presented for a scheme with one input and multiple outputs, in which fading is represented by the Nakagami- m process.

Nodar Ugrelidze, Sergo Shavgulidze, and Besiki Sakhiashvili.

Four-dimensional hybrid signals with spatial modulation systems.

In Proc. 3rd International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET). Cape Town, South Africa, 16-17 Dec., 2023, pp. 126-131.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10389278>

Abstract—We consider the way to constructing spatial modulation (SM) scheme, which uses the combination of binary frequency-shift keying and M -ary phase shift-keying signals. In order to better evaluate the antenna index, for each active antenna, we use different types of constellations of the same size obtained from the known system of signals. On the receiving side, we use the maximum-likelihood (ML) detection, according to which the values of the index of the active antenna and the index of the signal transmitted from it are simultaneously estimated. Examples of SM system are shown, and computer simulation results are given over Nakagami- m (Rayleigh) flat-fading channels. The presented results, for spectral efficiency 3–6, indicate the improved characteristics compared to the known systems with the same parameters.

Nodar Ugrelidze and Sergo Shavgulidze.

Energy efficient simplified MIMO with spatial four-dimensional modulated signals.

International Journal of Electronics and Communications (AEÜ), vol. 177, (2024), 155232.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1434841124001171>

Abstract—The article represents a method of simplifying MIMO by increasing energy efficiency, where each transmitting antenna transmits not a chosen signal, but its base signals weighted by the corresponding coordinates of the chosen signal. It is shown that in this case, high efficiency of the system can be achieved if a multidimensional biorthogonal signal is used. Since such signals have a minimum number of non-zero coordinates, the number of active transmitting antennas will also be minimal. Examples of the implementation of used four-dimensional signals and corresponding simulation results for Rayleigh and generalized fading (Nakagami- m) conditions are given. In provided examples, cases are considered for a specific number of transmitting antennas, while the number of receiving antennas is different. The obtained

results indicate the advantage of simplified MIMO, both in terms of simplicity and energy efficiency, compared to the traditional one.

Nodar Ugrelidze and Sergo Shavgulidze.

New efficient MIMO systems using CSI on the transmitting side.

In Proc. 4th International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME). Male, Maldives, 04-06 November, 2024, 4 p.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10796325>

Abstract—New, efficient and simple MIMO systems are presented in which a spatial signal is generated by transmitting each of its coordinates from each transmitting antenna. A four-dimensional biorthogonal constellation is proposed as a signal. The system uses perfect channel state information on the transmitting side. There are also cases of such a use on the receiving side. For the Rayleigh fading channel, the results of computer simulation are presented, which show the advantage of the considered systems compared to the similar systems.

Nodar Ugrelidze, Sergo Shavgulidze, Shota Noselidze, and Darejan Gordzamashvili.

Signal selection considerations for MIMO with one active transmit antenna.

International Journal of Computer Science and Mobile Computing, vol.14, issue 2, Feb. 2025, pp. 69-74.

Chrome-

<extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ijcsmc.com/docs/papers/February2025/V14I2202512.pdf>

Abstract — This article discusses the issue of signal selection for a multiple-input multiple-output (MIMO) system, when only one of several antennas on the transmitting side is active. To increase the efficiency, in the presented system, constellations of the same size, but of different types, are defined for each transmitting antenna. They are called partner constellations. In such a scheme, the selection of partner constellations is important, and this process is implemented in terms of the minimum squared Euclidean distance between them. To evaluate the results, a computer simulation based on pairs of binary phase-modulated signals with different distance properties and MIMO with one receiving and two transmitting antennas, of which only one is active, is used. The communication channel is represented by additive white Gaussian noise and fading with a Nakagami distribution, which is due to the fact that the fading depth values are represented in a practically full spectrum.

Nodar Ugrelidze, Sergo Shavgulidze, and Shota Noselidze.

Bit error rate of MIMO with one active antenna over Nakagami- m fading channel.

In Proc. 10th International Conference on Frontiers of Signal Processing(ICFSP 2025). Paris, France, 10-12 Sept. 2025, p. 6.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/11353803>

Abstract—This article discusses the issue of constructing a new and straightforward multiple-input multiple-output (MIMO) system, in which only one of several transmitting antennas is active (MIMO-1 system). A regular method for constructing such systems is described and is based on forming so-called partner signals of different types, but of the same size and distance characteristics for each antenna (from some base signal) by partitioning. For example, using the presented method, new MIMO-1 systems with spectral efficiency $SE \in \{3, 4, 5, 6\}$ bpcu (bits per channel use) are constructed; their error rate characteristics, which were obtained by computer simulation, are presented in the form of simulation curves. The Gaussian channel is represented by Nakagami- m fading. Four-dimensional hybrid signals with frequency-phase modulation were used as base signals. Comparison of the obtained results with other known results showed the high efficiency of the new MIMO-1 system at different fading depths $m \in \{0.5, 0.6, 0.75, 1, 1.3, 2.5\}$ with different spectral efficiencies.

Nodar Ugrelidze and Sergo Shavgulidze.

Composite signals with low modulation index values.

In Proc. International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME 2025). Zanzibar, Tanzania, 16-19 Oct. 2025, p. 5.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/11277945>

Abstract—In this paper, a simple method for constructing new signals with low modulation index values and, accordingly, efficient bandwidth is presented. The presented method is based on the use of frequency-phase-amplitude modulation. The constellation of size M_b corresponding to this modulation is a certain hybrid of a 2-ary FSK signal and an M_b -ary APSK signal. That is, a 2FSK- M_b APSK system, which consists of two PSK subconstellations of the same size $M_b/2$ and different amplitudes. In this case, the formation and optimization of the new signal is carried out by rotating the second subconstellation with respect to the first one and then composing (summing) the signals of the individual subconstellations. Thus, the so-called composite signal has the size $M = (M_b/2)^2$. New signals are compared with other similar signals both according to the minimum squared Euclidean distance, and according to the error rate of transmitted information symbols, which is obtained by computer simulation. The communication channel is represented by Gaussian noise and both with and without Nakagami- m fading. A non-optimal option for simplified reception of constructed signals is also considered and its effectiveness is evaluated.