

DOI 10.53364/24138614_2023_28_1_27
МРНТИ 50.05, 50.41
ӘОЖ: 519.6

Алибекқызы К.

Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, ҚР.

E-mail: karlygash.eleusizova@mail.ru

ЖАРЫҚ ДИОДТЫ МАТРИЦАНЫ ЖЕҢІЛДЕТУДІҢ БӨЛМЕДЕГІ КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚПЕН БАЙЛАНЫС АРНАСЫН МОДЕЛЬДЕУГЕ ӘСЕРІ

ВЛИЯНИЕ УПРОЩЕНИЯ СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЫ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ С ВИДИМЫМ СВЕТОМ В ПОМЕЩЕНИИ

THE EFFECT OF SIMPLIFYING THE LED MATRIX ON MODELING THE COMMUNICATION CHANNEL WITH VISIBLE LIGHT IN THE ROOM

Аңдатпа. Ішкі көрінетін жарық байланысының (VLC) әдістері деректерді беру мен жалпы жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін жарықдиодты инфрақұрылымды пайдаланады деп күтілуде. Жарықтандыру аймағын толық қамту үшін бірнеше жарықдиодты шамдарды пайдалану қажет. Әрбір шам жарықдиодты шамдар жиынынан тұрады. Әдеттегі VLC арна модельдеуінде әрбір массив әдетте бір нүкте көзі ретінде қарастырылады. Бұл жеңілдету өте төмен есептеу күрделілігін қамтамасыз етеді, бірақ кейбір жағдайларда дұрыс емес модельдеуге әкелуі мүмкін. Бұл мақалада арна сипаттамалары бойынша жарықдиодты массивтерді жақындатудың әртүрлі схемалары салыстырылады. Әрбір массивтің нақты құрылымы немесе шамамен шоқжұлдыз қарастырылады.

Түйін сөздер: көрінетін жарық байланысы; модельдеу дәлдігі; көздерін жеңілдету;

Аннотация. Ожидается, что в методах связи с видимым светом (VLC) внутри помещений будет использоваться светодиодная инфраструктура для обеспечения передачи данных и общего освещения. Для полного покрытия площади освещения необходимо использовать несколько светодиодов. Каждая лампочка состоит из массива светодиодов. В типичном моделировании канала VLC каждый массив обычно рассматривается как один точечный источник. Это упрощение обеспечивает очень низкую вычислительную сложность, но в некоторых случаях может привести к неточному моделированию. В этой статье сравниваются различные схемы аппроксимации светодиодных матриц с точки зрения характеристик канала. Рассматривается точная структура каждого массива или приближительное созвездие.

Ключевые слова: видимая световая связь; точность моделирования; осветить глаза;

Annotation. Indoor Visible Light Communication (VLC) methods are expected to use LED infrastructure to provide data transmission and general lighting. To fully cover the area of illumination, several LEDs must be used. Each bulb is made up of an array of LEDs. In a typical VLC channel simulation, each array is usually treated as a single point source. This simplification provides very low computational complexity, but may lead to inaccurate modeling in some cases. This article compares various LED array approximation schemes in terms of channel characteristics. The exact structure of each array or approximate constellation is considered.

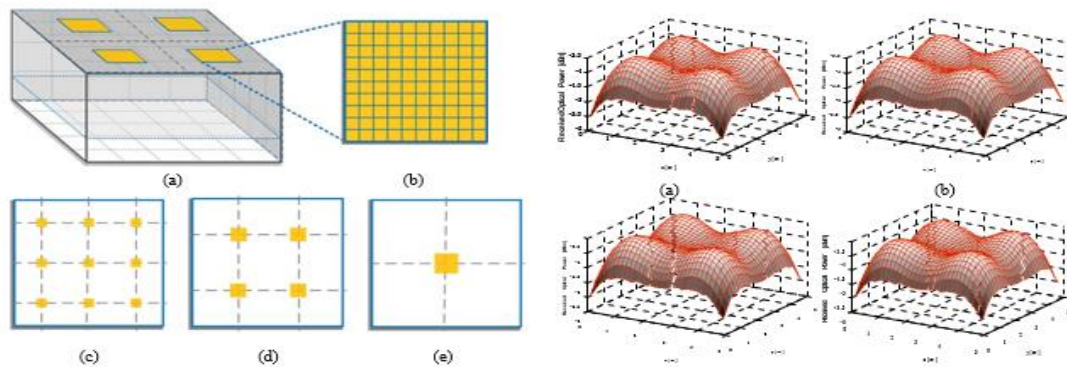
Keywords: visible light connection; modeling accuracy; brighten eyes;

Кіріспе. Жаңадан пайда болған Visible Light Communications (VLC) жүйелерінің ақ жарық диодтарына негізделген жалпы инфрақұрылым бойынша деректер байланысы мен жан-жақты жарықтандыруды қамтамасыз ету мүмкіндігі бар. Қазіргі уақытта көптеген салыстырмалы түрде жетілген RF технологиялары өнімділікті жақсартуды көрсету үшін әртүрлі ішкі VLC схемаларында қолданылған.

Арнаны модельдеудің күрделілігі мен уақытын азайту үшін көптеген модельдеу тізбектерінде көзді жеңілдету жиі қолданылады. Жарық диодты Шамдағы үлестірілген матрицаны жалпы берілетін оптикалық қуатты шоғырландыратын бір нүктелі көзге ауыстыруды жеңілдету кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, ішкі арнаны модельдеу талдауы көзін жеңілдетусіз жасалды. Алайда, көзді жеңілдетумен және онсыз модельдеу тізбектері арасындағы арна сипаттамасындағы айырмашылықтар белгісіз болып қалады.

Әдістер. 1. Бастапқы кодты жеңілдетусіз модельдеу схемасы.

Көзді жеңілдетусіз модельдеу схемасына келетін болсақ, бөлмедегі жарықтандыруға қойылатын талаптарға байланысты, бөлмедегі оптикалық қуаттың таралуын ескеру қажет. Бір қабылдағыштың қабылданатын оптикалық қуаты $H(0)$ (0) жолы бойындағы тұрақты ток арнасының күшеюімен (LOS) және $H_{ref}(0)$ шағылысқан жолымен анықталады, оны түрінде жазуға болады.



Сурет 1. (a) модельдік бөлме бөлменің өлшемі-5 мх5 мх3 м; (b) (c) (d)

10х 10 жарықдиодты жарықдиодты матрица; (c) 3х 3 позицияларындағы көздері бар жеңілдетілген жарықдиодты матрица; (d) 2Н 2 позицияларындағы көздері бар жеңілдетілген жарықдиодты матрица; (e) орталық позициядағы бір көзі бар жеңілдетілген жарықдиодты матрица.

$$P_r(R_j) = \sum_{n=1}^{N_{array}} \sum_{i=1}^I \left\{ P_{t,n,i} H^{(0)}(0; S_{n,i}; R_j) + \int_{A_{sur}} P_{t,n,i} H_{ref}(0; S_{n,i}; R_j) \right\} \quad (1)$$

Мұндағы N_{array} - бөлмедегі жарық диоды массивтерінің саны, I - әрбір массивтегі бөлінген жарық диодтарының саны және t,n,i - n -ші LED массивіндегі i -ші жарық диодының орташа берілетін оптикалық қуаты. $S_{n,i}$ көзі мен қабылдағыш R_j арасындағы LOS жолындағы арнаның тұрақты ток күшеюі арқылы берілген.

$$H^{(0)}(0; S_{n,i}; R_j) = \frac{A_R(m+1)}{2\pi d_0^2} \cos^m(\phi_0) \cos(\theta_0) \text{rect}\left(\frac{\theta_0}{FOV}\right) \quad (2)$$

мұндағы m – сәулелену лобының режим нөмірі. Көз мен қабылдағыш арасындағы қашықтық d_0 арқылы көрсетіледі. I_0 және T_0 сәйкесінше сәулелену бұрышы және түсу бұрышы. A_R – қабылдағыштың тиімді аймағы (сүзгі және концентратордың күшейтуімен бірге) және көру

өрісі (FOV) қабылдағыштың қабылдау бұрышын білдіреді. $\text{rect}(x)$ тікбұрышты функциясының мәні $|x| \leq \delta/2$ болғанда 1, ал әйтпесе 0-ге тең.

(1) тармақтағы интеграциялар бөлмедегі барлық шағылыстырғыштардың бетінде орындалады. Тұрақты ток күшеюін сандық түрде есептеу үшін бөлмедегі барлық шағылыстыратын беттер ауданы A_{sur} және шағылысу қабілеті A болатын көптеген шағын дифференциалдық элементтерге бөлінеді. Барлық шағылыстырушы элементтер үшін таза диффузиялық ламберттік сәулелену үлгісі қабылданады. Бұл мақалада шағылысу үш ретке дейін есептелген, себебі жоғары дәрежелі шағылысу жолдарының әрқайсысында оптикалық қуат аз және жалпы қабылданған қуатпен салыстырғанда елеуге болады. Демек, шағылысқан жолдағы тұрақты ток күшеюі арқылы беруге болады

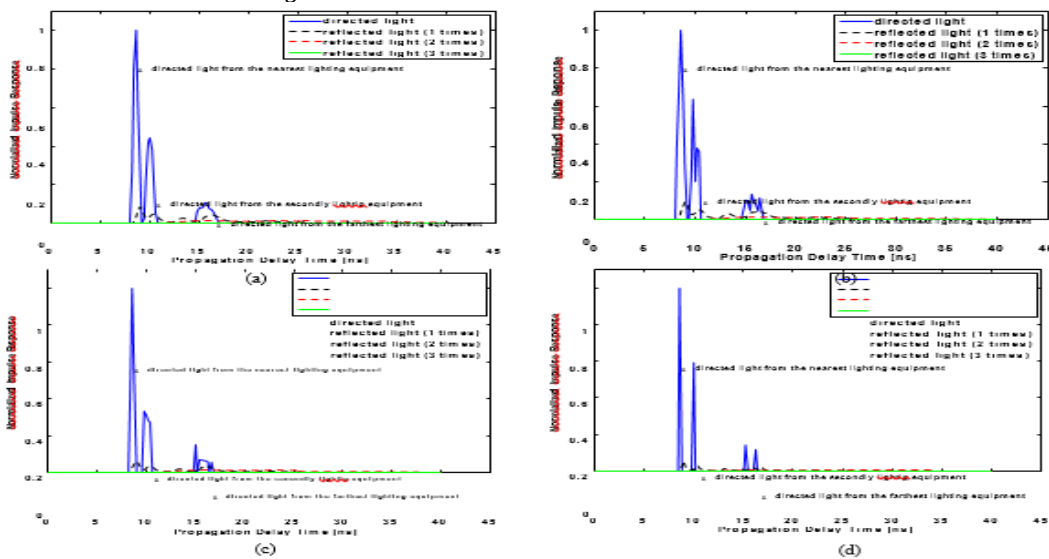
$$H_{ref}(0; S_{n,i}; R_j) = \sum_{k=1}^3 H^{(k)}(0; S_{n,i}; R_j) \tag{3}$$

мұндағы k шағылысу реті, k -ші шағылысқан жолдағы тұрақты ток күшеюін рекурсивті түрде есептеуге болады.

2. Дереккөзді имитациялық модельдеу схемалары

Әрбір жарық диодты массивіндегі көздердің таралуы үш түрлі үлгімен жуықтастырылған кезде, бір қабылдағыштың алынған қуатын келесідей қайта жазу керек.

$$P_r(R_j) = \sum_{n=1}^{N_{array}} \sum_{g=1}^G \left\{ P_{t,n} H^{(0)}(0; S_{n,g}; R_j) + \int_{A_{sur}} P_{t,n} H_{ref}(0; S_{n,g}; R_j) \right\}$$



Сурет 3. (0.1, 2.1, 0.85) позициядағы нормаланған импульстік жауап (а) көзді оңайлатпай модельдеу схемасы; көзді жеңілдететін үш модельдеу схемасы: (б) 3сағ 3 позициядағы көздермен жеңілдетілген массив; (с) 2 сағ 2 позициядағы көздері бар жеңілдетілген массив; (д) орталық позицияда бір көзі бар жеңілдетілген массив.

Көзді жеңілдетудің ішкі VLC арнасын модельдеуге әсері алынған оптикалық қуатты бөлу, арна импульсінің жауабы, RMS кідірісін тарату және 3 дБ беру тұрғысынан талқыланады. Нәтижелер орташа мән үшін тек 0,14% ауытқумен алынған қуатты бөлуге әсердің айқын емес екенін көрсетеді.

Қорытынды. Дегенмен, көздер жеңілдетілгенде, әсіресе ең төменгі мән позициялары жеңілдетілгенде, RMS кідіріс спредінің таралуы айтарлықтай өзгереді. импульс ұзақтығы мен арнаның импульстік реакциясының таралу уақыты да көзді жеңілдету арқылы модельдеу схемалары үшін анық төмендейді. Сонымен қатар, 3 дБ өткізу жолағындағы әсер

қарастырылған шағылысу тәртібіне және қабылдағыштың орнына байланысты. Ресивер бөлменің бұрышында болғанда, өткізу қабілеті 3 дБ болатын әсер аз болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Т.Комине және М.Накагава, «Жарық диодты шамдарды қолдану арқылы көрінетін жарықтың байланыс жүйесі үшін негізгі талдау», IEEE Trans. Тұтыну. Электрон., т. 50, жоқ. 1, бет. 100-197, 2004 ж.
2. Дж.Грубор, С.Рандель, К.Д.Лангер және Дж.В.Валевски, «Жарық диодты негізіндегі ішкі жарықтандыруды пайдаланып кең жолақты ақпаратты тарату», J. Lightwave Technol., том. 26, жоқ. 24, бет. 3883-3892 желтоқсан 2008.
3. Дж. Вучич және т.б., «Дискретті-көп тонды модуляцияны қолдану арқылы 200+ Мбит/с таза деректер жылдамдығымен ақ жарық сымсыз жіберу», IEEE Photon. Техн. Летт., том. 21, жоқ. 20, бет. 1511-1513 қазан 2009.
4. H. Elgala, R. Mesleh, H. Haas және B. Pricope, Proc. 64th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Дублин, Ирландия, сәуір. 22–25, 2007, бет. 2185-2189 жж.
5. L. B. Zeng, D. C. O'Brien, H. Le Minh, G. E. Foulkner, K. Lee, D. Jung, Y. Oh, and E. T. Won, «Деректердің жоғары жылдамдығы көп кірісті көп шығыс (MIMO) оптикалық сымсыз байланыстарды пайдалана отырып. ақ жарық диодты жарықтандыру», IEEE J. Sel. Аудандар қауымдастығы, т. 27, жоқ. 9, бет. 1654-1662 жж. 2009.

References

1. T. Komine және M. Nakagawa, «Jaryq diodty shamdardy qoldaný arqyly kórinetin jaryqtyń baılanys júiesi úshin negizgi taldaý», IEEE Trans. Tutyný. Elektron., t. 50, joq. 1, bet. 100-197, 2004.
2. Dj. Grýbor, S. Randel, K. D. Langer және Dj. V. Valevskı, «Jaryq diodty negizindegi ishki jaryqtandyrydy paıdalanyp keń jolaqty aqparatty taratý», J. Lightwave Technol., tom. 26, joq. 24, bet. 3883-3892 jeltoqsan 2008.
3. Dj. Výchich және t. b., «Diskretti-kóp tondy modýliatsıany qoldaný arqyly 200+ Mbit/s taza derekter jyldamdygy men aq jaryq symsyz jiberý», IEEE Photon. Tehn. Lett., tom. 21, joq. 20, bet. 1511-1513 qazan 2009.
4. H. Elgala, R. Mesleh, H. Haas және B. Pricope, Proc. 64th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Dýblin, Irlandıa, sáyir. 22–25, 2007, bet. 2185-2189 jj.
5. L. B. Zeng, D. C. O'Brien, H. Le Minh, G. E. Foulkner, K. Lee, D. Jung, Y. Oh, and E. T. Won, «Derekterdiń joǵary jyldamdygy kóp kiristi kóp shyǵys (MIMO) optikalıq symsyz baılanystardy paıdalana otyryp. aq jaryq diodty jaryqtandyryý», IEEE J. Sel. Aýdandar qaýymdastyǵy, t. 27, joq. 9, bet. 1654-1662 jj. 2009.

Материал 06.03.2023 ж. баспаға түсті.