

Анализа расподеле примљене снаге VLC система у затвореном простору

Analysis of Received Power Distribution in Indoor VLC Systems

Драгана Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Студијски програм – ЕНЕРГЕТИКА,
ЕЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ**

Кратак садржај – У оквиру рада, разматрано је испитивање расподеле примљене снаге пријемника при видљивој светлосној комуникацији (енг. *Visible Light Communication - VLC*), у просторији при промени параметара попут максималног угла видног поља оптичког пријемника, полуугла предајника, висине просторије и броја LED лампи.

Кључне речи (три до пет): *VLC, LED, FOV*

Abstract – *The paper examined the distribution of the received receiver power within Visible Light Communication (VLC), in a room when changing parameters such as the maximum field of view of the optical receiver, half-angle of the transmitter, the height of the room, and the number of LED lamps.*

Keywords: (three to five): *VLC, LED, FOV*

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Милица Петковић, доцент.

1. УВОД

У оквиру дистрибуираног осветљења у затвореним просторима, оптичка бежична комуникација представља иновативан правац развоја технологија које омогућавају ефикасно повезивање уређаја, посебно у контексту интернета ствари (IoT).

Једна од кључних предности ове технологије је могућност коришћења постојеће инфраструктуре осветљења, односно диода које емитују светлост (LED), као канала за комуникацију. Тиме се значајно смањују трошкови имплементације и олакшава примена у паметним кућама, канцеларијама, па чак и индустријским постројењима. Ова технологија додатно доприноси смањењу загушења радио-фреквентног (RF) спектра, што је од посебног значаја с обзиром на све већи број повезаних IoT уређаја [1].

Видљива светлосна комуникација (VLC), као подскуп оптичке бежичне технологије (OWC), користи диоде које емитују светлост у опсегу видљиве светлости. Захваљујући напретку у развоју LED велике снаге, ова технологија нуди енергетски ефикасну, еколошку прихватљиву алтернативу традиционалним RF технологијама. Тиме се омогућава развој OWC система

који функционишу унутар већ постојећих осветљајних мрежа.

Имплементација паметног осветљења заснованог на технологији комуникације путем видљиве светлости не само да обезбеђује ефикасну комуникацију и осветљење, већ омогућава и прецизну контролу потрошње енергије. Осветљеност у просторији зависи од низа фактора, укључујући удаљеност од извора светлости, угао емисије LED светала и конфигурацију мреже. Оптимизација ових параметара омогућава да се осветљеност усклади са положајем корисника у простору. Како се позиције корисника динамички мењају, систем мора да прилагоди расподелу светла у реалном времену, чиме се додатно повећава енергетска ефикасност [2].

У овом раду приказана је симулација испитивања расподеле примљене снаге на страни пријемника у просторији у зависности од промене параметара попут максималног угла видног поља оптичког пријемника (FoV), полуугла предајника, висине просторије и броја LED лампи.

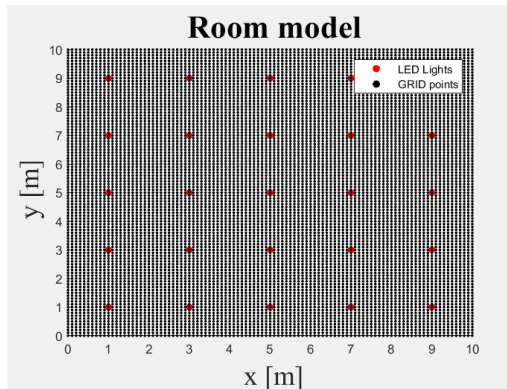
2. ИСПИТИВАЊЕ ПРИЈЕМА СНАГЕ КОД КОРИСНИКА У ПРОСТОРИЈИ

Решења заснована на LED осветљењу доносе нове перспективе систему локализације у затвореном простору. Унапред инсталирани LED уређаји за осветљење могу обезбедити инфраструктуру за систем позиционирања у затвореном простору. Такође, информације о позицији могу се преносити модулацијом емитоване светлости. Скоро свака техника сигнала/сензора може се трансформисати у систем који предвиђа информације о положају комуникационог уређаја. Ови системи су засновани на мерењу неких параметара окружења или комуникационог канала [3].

Како VLC укључује обоје и комуникацију и осветљење, значајно је истражити расподелу примљене снаге LED предајника. У наставку је дат приказ модела просторије као и резултата симулације при промени параметара попут броја LED лампи, висине просторије и максималног угла видног поља оптичког пријемника. Симулација је вршена на основу извора светлости и пропагационих параметара, базирајући се на изразу који одређује пријемну снагу

$$P_r = P_t \cdot \frac{(m_t+1)}{2\pi d^2} \cos^m(\theta) \cdot T_s(\psi) \cdot g(\psi) \cdot \cos(\psi), \quad 0 \leq \psi \leq \psi_{\text{con}} \quad (1)$$

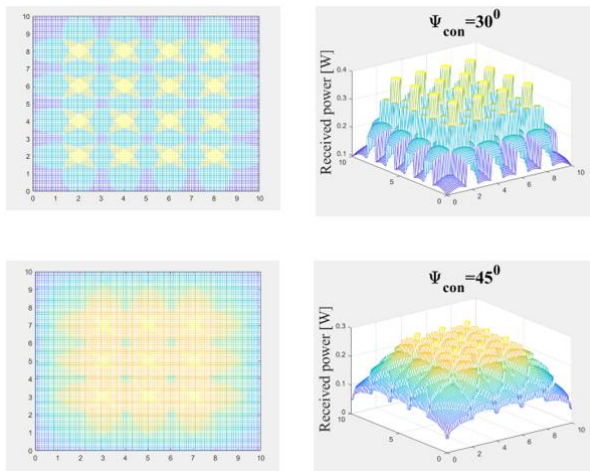
где је P_i предајна снага, ϕ угао осветљења у односу на осу нормалну на површину предајника, m_i је ред Ламбертовог зрачења, ψ угао упада у односу на осу нормалну на површину пријемника, $T_s(\psi)$ је пропусност филтра, $g(\psi)$ и ψ_{con} су добитак концентратора и FoV, респективно, а d је удаљеност између LED предајника и површине детектора.



Слика 1. Модел просторије (10x10x3, број LED лампи=5).

На слици 1. приказан је модел просторије једнаке дужине и ширине од 10 m, док висина износи 3 m. Црвене тачке представљају позиције LED лампи, а црне тачке потенцијалне позиције корисника. Број LED лампи је 5.

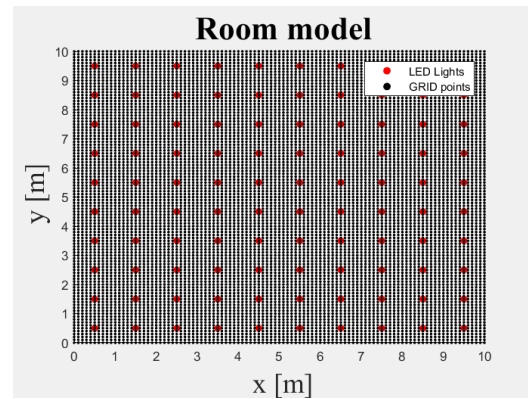
На слици 2. дат је приказ резултата симулације за максимални угао видног поља оптичког пријемника од 30° и 45°.



Слика 2. Понашање примљене снаге при промени максималног угла видног поља оптичког пријемника за модел просторије (10x10x3, број LED лампи=5).

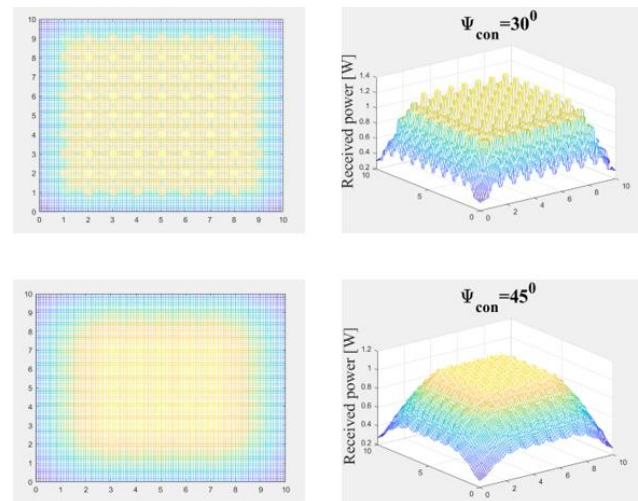
Приликом повећања максималног угла видног поља оптичког пријемника, уочено је да примљена снага опада, али да је већа покривеност. Више тачака упада у FoV и вредност примљене снаге у тим тачкама више није нула.

На слици 3. приказан је модел просторије једнаке дужине и ширине од 10 m, док висина износи 3m. Црвене тачке представљају позиције LED лампи, а црне тачке потенцијалне позиције корисника. Број LED лампи је 10.



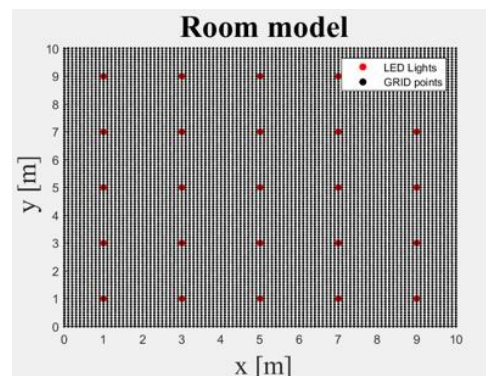
Слика 3. Модел просторије (10x10x3, број LED лампи=10).

На слици 4. дат је приказ резултата симулације за максимални угао видног поља оптичког пријемника од 30° и 45°.



Слика 4. Понашање примљене снаге при промени максималног угла видног поља оптичког пријемника за модел просторије (10x10x3, број LED лампи=10).

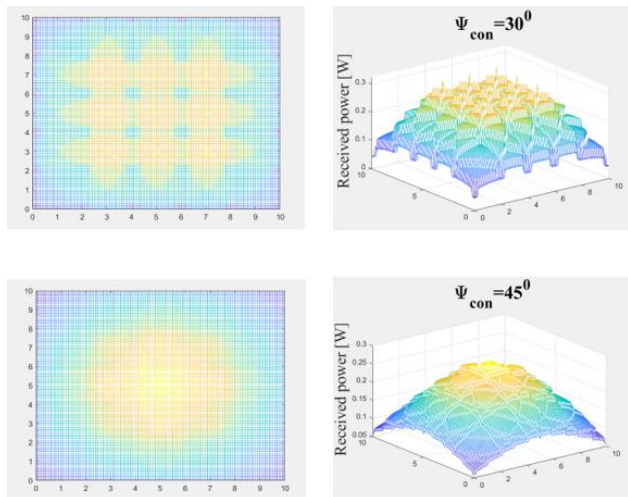
Уколико би се извршило поређење између добијених резултата са слике 2. и 4. приметно је да је повећана вредност примљене снаге, а узрок тога је повећање броја LED лампи. Као и на слици 2. и овде се уочава да са повећањем FoV интензитет примљене снаге по тачки опада, али да је захваћено више тачака.



Слика 5. Модел просторије (10x10x5, број LED лампи=5).

На слици 5. приказан је модел просторије једнаке дужине и ширине од 10 m, док висина износи 5 m. Црвене тачке представљају позиције LED лампи, а црне тачке потенцијалне позиције корисника. Број LED лампи је 5.

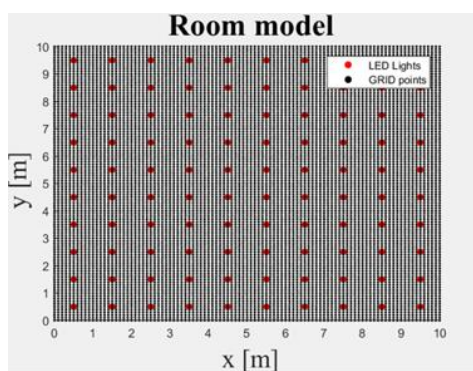
На слици 6. дат је приказ резултата симулације за максимални угао видног поља оптичког пријемника од 30° и 45° .



Слика 6. Понашање примљене снаге при промени максималног угла видног поља оптичког пријемника за модел просторије (10x10x5, број LED лампи=5).

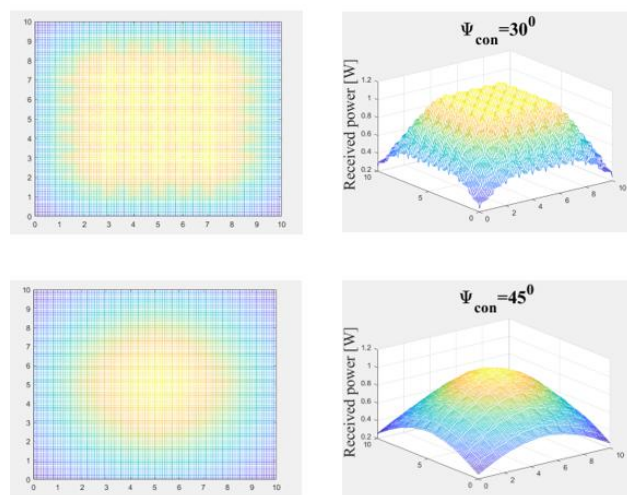
На слици 6. уочава се да је повећање висине плафона просторије узроковало да примљена снага има нижу вредност. Промена FoV је са повећањем утицала на смањење интензитета примљене снаге, али и на већу покривеност тачака.

На слици 7. приказан је модел просторије једнаке дужине и ширине од 10 m, док висина износи 5 m. Црвене тачке представљају позиције LED лампи, а црне тачке потенцијалне позиције корисника. Број LED лампи је 10.



Слика 7. Модел просторије (10x10x5, број LED лампи=10).

На слици 8. дат је приказ резултата симулације за максимални угао видног поља оптичког пријемника од 30° и 45° .

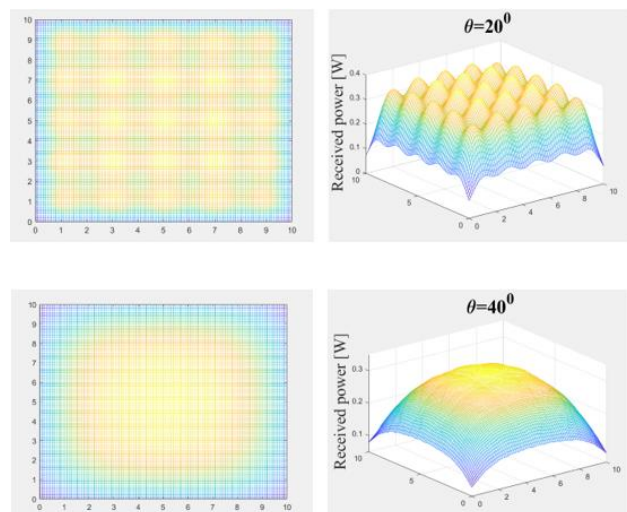


Слика 8. Понашање примљене снаге при промени максималног угла видног поља оптичког пријемника за модел просторије (10x10x5, број LED лампи=10).

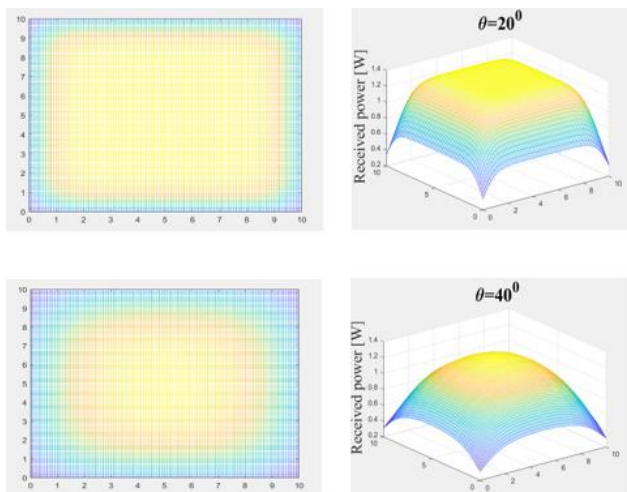
У овом случају запажа се да је повећање броја LED лампи у просторији узроковало веће вредности примљене снаге, али да је утицај повећања висине просторије и даље присутан, уколико би се поредили добијени резултати приказани на слици 6. и 8.

Горе наведени резултати симулације испитују понашање примљене снаге у зависности од мењања FoV.

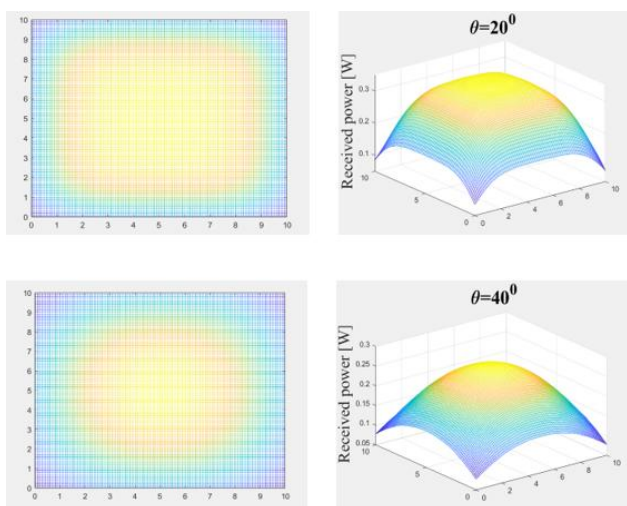
У наредним случајевима приказан је резултат симулације када је FoV= 60° , при промени параметара попут висине, броја LED лампи и полуугла предајника. За исте моделе просторије, такође се симулирало за фиксан FoV= 60° , за полуугао предајника 20° и 40° . Сходно томе, у наставку је дат преглед овог случаја, на сликама 9, 10, 11 и 12, респективно. Приметно је да мање мање вредности полуугла предајника, узрокују израженије вредности примљене снаге на датим позицијама LED лампи, због ужег светлосног снопа.



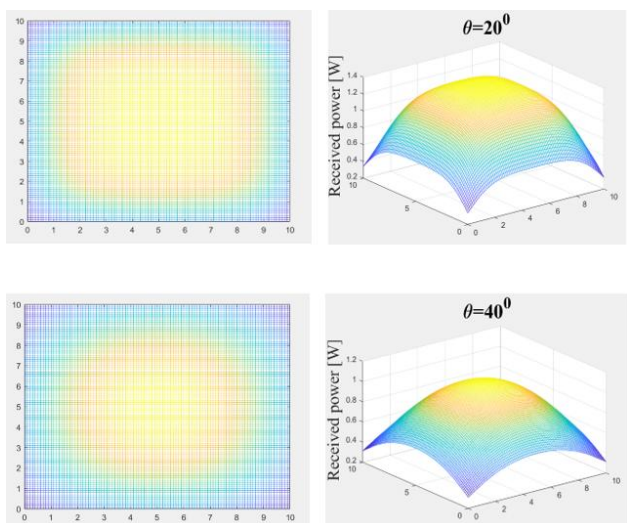
Слика 9. Понашање примљене снаге при промени полуугла предајника за модел просторије (10x10x3, број LED лампи=5).



Слика 10. Понашање примљене снаге при промени полуугла предајника за модел просторије (10x10x3, број LED лампи=10).



Слика 11. Понашање примљене снаге при промени полуугла предајника за модел просторије (10x10x5, број LED лампи=5).



Слика 12. Понашање примљене снаге при промени полуугла предајника за модел просторије (10x10x5, број LED лампи=10).

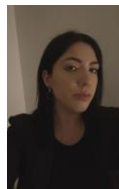
3. ЗАКЉУЧАК

Анализом резултата, уочено је да повећање висине плафона смањује укупну примљену снагу на страни пријемника. Покушај компензације за већу висину огледа се у повећању броја LED лампи. Уколико би се повећавао број LED лампи, растао би ниво интерференције односно било би више преклапања и шума. У зависности да ли је циљ да се постигне већа покривеност или већа примљена снага у одређеним тачкама, мењају се и вредности максималног угла видног поља оптичког пријемника. Такође, осим испитивања случајева где је мењан FoV, одрађена је и анализа уколико је FoV фиксан, а промењене су вредности полуугла предајника.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hamza, Abdelbaset; Tripp, Tyler, Optical Wireless Communication for the Internet of Things: Advances, Challenges, and Opportunities. TechRxiv. Preprint. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.12659789.v2>, 2020.
- [2] Abhishek Gupta, Dr. Xavier Fernando, Exploring Secure Visible Light Communication in Next-generation (6G) Internet-of-Things, International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC), 2021.
- [3] Optical Wireless Communications-System and Channel Modelling with MATLAB, Z. Ghassemlooy, W. Popoola, S. Rajbhandari, 2019.

Кратка биографија:



Драгана Мартинов рођена је у Новом Саду 1998. године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области електротехнике и рачунарства одбранила је 2022. године.

Контакт: draga.martinov@gmail.com