

III Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів «Філософські виміри техніки» (PDT-2022)

чорними дірами. Це лише один з можливих сценаріїв і настане він, швидше за все через багато мільярдів років. Тому, Сонячну систему теж не можна вважати вічною.

Отже, з точки зору фізики створити вічний двигун не можливо. За багато років розвитку суспільства і науково технічного прогресу вчені навіть не наблизились до вирішення цієї проблеми. Так чи інакше подальше накопичення досвіду, як теоретичного, так і практичного з часом дасть відповідь на це важливе питання. Але в будь якому разі, всі наукові пошуки, пов'язані з відкриттям вічного двигуна були недаремними.

Багато людей кажуть: «Ніколи не варто говорити «ніколи» в науці». І це досить справедливо. Нові знання можуть з'явитись, однак, щоб вічні двигуни були можливими, це нове знання мало б зламати фізику, як ми її знаємо. Ми помилялися просто в усьому, і майже жодне з спостережень не мало б у такому випадку сенсу.

Проте, у самій ідеї вічного двигуна криється якась таємниця, щось, що змушує людей продовжувати шукати його секрет. І, швидше за все, це пов'язано не з наукою та технікою, а з філософським поняттям «вічності буття». Адже на різних етапах життєвого шляху кожен прагне залишити після себе слід для нащадків.

На нашу думку, ідея створення вічного двигуна пов'язана з бажанням людей усвідомити сенс свого існування, жити не дарма і залишити після себе пам'ять. Тому єдиним способом створити щось «вічне» є дії і прагнення до змін, які у подальшому вплинуть на життя майбутніх поколінь і залишаться у їх пам'яті. І це як ніколи важливо на сучасному етапі становлення нашої національної єдності та свободи.

Література

1. Matracas estocásticas, una máquina de movimiento perpetuo? URL: <https://www.revistacienciasunam.com/pt/53-revistas/revista-ciencias-82/341-matracas-estocasticasiuna-maquina-de-movimiento-perpetuo.html>
2. Вічний двигун, чи можливо його побудувати. URL: <https://t-g.kiev.ua/vichnij-dvigun-chi-mozhливо-jogo-pobuduvati/>
3. Вічний двигун: міф чи реальність? URL: http://4ua.co.ua/physics/sa3ad78b4d53a88521316c37_0.html

А. Станько, О. Тотосько, канд. техн. наук, доц., Р. Ніколайчук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМУНІКАЦІЇ ПО ВИДИМОМУ СВІТЛІ

A. Stanko, O. Totosko, Ph. D., Assoc. Prof., R. Nikolaichuk
FEATURES OF VISIBLE LIGHT COMMUNICATION TECHNOLOGY

З розвитком і широким застосуванням технології світлодіодного освітлення (LED), також зазнала значного прогресу технологія комунікації у видимому світлі (VLC). VLC розглядається як додаткова технологія до радіочастот (RF) через її нерегульований спектр і надзвичайно високі швидкості зв'язку.

За останні роки кількість мобільних пристроїв зросла в геометричній прогресії. Однак існуючі радіочастоти не можуть повністю задовольнити вимоги зв'язку через обмежену смугу пропускання, де інтенсивна конкуренція за доступні радіочастоти призводить до погіршення якості зв'язку.

Щоб вирішити протиріччя між обмеженою пропускнуою здатністю та збільшенням кількості мобільних пристроїв, технологія зв'язку у видимому світлі (VLC) стає потенційно додатковою технологією до радіочастот. Діапазон довжин хвиль видимого світла становить від 380 нм до 780 нм і, таким чином, він має широку смугу пропускання. Як наслідок, пристрої VLC здатні досягати набагато більшої швидкості передачі, ніж радіочастотні пристрої. Крім того, спектр VLC є нерегульованим, що призводить до зниження витрат.

III Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів «Філософські виміри техніки» (PDT-2022)

Ще однією перевагою VLC над радіочастотами є використання світлодіода (LED) для передачі даних. Побутові світлодіоди мають високу енергоефективність і тривалий термін служби. VLC вважається «зеленою» комунікаційною технологією з низьким енергоспоживанням, оскільки вона може задовольнити вимоги як освітлення, так і зв'язку одночасно [1]. Широке застосування світлодіодів додатково знижує вартість пристроїв у мережах VLC. Завдяки перевагам, дослідження VLC експоненціально зросли як у теоретичних методах, так і в практичних застосуваннях.

Щодо архітектури системи, то зазвичай використовується модуляція інтенсивності з прямим виявленням (IM/DD), а світлодіоди використовуються як передавачі. Після модулятора та формувача імпульсів, інформація переходить в електричний сигнал, який перетворюється на оптичний сигнал на передавачі. На стороні приймача фотодетектор генерує електричний сигнал відповідно до інтенсивності прийнятого оптичного сигналу. Внутрішні перешкоди, спричинені навколишнім освітленням, тому проблема багатоприменності призведе до зниження продуктивності передачі. У результаті смугові фільтри та підсилювачі застосовуються для відновлення сигналу. Потім вихідна інформація відновлюється демодулятором.

Через відносно низьку довжину хвилі сигнали видимого світла можуть розсіюватися дрібними частинками в атмосферних або підводних каналах. Щоб вирішити цю проблему, використовується лінза, яка збирає та фокусує отриманий промінь на фотодіод на стороні приймача [2]. Крім того, пропонується VLC з кількома проміжними точками для розширення дальності зв'язку, і це розглядається як вирішення основних проблем, включаючи загасання, розсіювання та розбіжність [3].

Відстань передачі та швидкість передачі даних обмежені умовами каналу, джерелами світла та фотодетекторами. В атмосферних каналах відстань передачі коливається від кількох метрів до кількох кілометрів [4–5]. Навпаки, відстань передачі зазвичай обмежена 500 метрами в підводних каналах через значне загасання [6].

VLC має широкий спектр застосувань у багатьох сценаріях зв'язку на короткій відстані, наприклад як зв'язок у приміщенні, визначення місця розташування в приміщенні, зв'язок у транспортних засобах і підводний зв'язок.

Враховуючи той факт, що оптичний канал відрізняється від різноманітних шумів і ефектів перешкод, можна запропонувати методи на фізичному рівні та рівні керування доступом до середовища (MAC) для забезпечення бажаної якості зв'язку. Наприклад, дослідження характеристики каналу може допомогти зменшити вплив, викликаний шумом і перешкодами. Модуляція світла використовує інтенсивність світла для передачі бітів даних. Крім того, дослідження безпеки фізичного рівня забезпечують безпеку зв'язку системи VLC. На рівнях MAC множинний доступ (MA) використовується в багатьох сценаріях VLC для підтримки кількох пристроїв, підключених одночасно, і Неортогональний множинний доступ (NOMA) значно підвищує ефективність використання ресурсів у порівнянні з традиційними схемами. Крім того, машинне навчання пропонується як доповнення до традиційних алгоритмів у системах VLC.

Можна виділити ключові доповнюючі елементи:

- Характеристика каналу
- Модуляція світла
- Безпека фізичного рівня
- Машинне навчання
- Неортогональний множинний доступ

Найширше використання технології комунікації по видимому світлі передбачається у таких сценаріях:

- Внутрішній зв'язок
- Позиціонування

III Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів «Філософські виміри техніки» (PDT-2022)

- Автомобільний зв'язок
- Підводний зв'язок

Завдяки високій швидкості передачі даних і неліцензованому спектру, VLC вважається чудовою альтернативою радіочастотам для задоволення зростаючого попиту на бездротові ресурси. Відповідні методи досліджуються на фізичному та MAC-рівнях, щоб зменшити вплив перешкод і забезпечити бажану продуктивність зв'язку. Проте існує ще багато проблем і викликів у застосуванні технології VLC у багатьох сценаріях, таких як мерехтіння, передача на великі відстані та перешкоди. Багато перспективних технологій VLC ще недостатньо розроблені, і ця область потребує подальших досліджень.

Література

1. Li, X.; Huo, Y.; Zhang, R.; Hanzo, L. User-Centric Visible Light Communications for Energy-Efficient Scalable Video Streaming. *IEEE Trans. Green Commun. Netw.* 2017, 1, 59–67.
2. Zeng, Z.; Fu, S.; Zhang, H.; Dong, Y.; Cheng, J. A Survey of Underwater Optical Wireless Communications. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2017, 1, 204–238.
3. Shakil Sejan, M.A.; Habibur Rahman, M.; Chung, W.-Y. Optical OFDM Modulation in Multi-hop VLC for Long Distance Data Transmission Over 30 meters. In *Proceedings of the IEEE Photonics Conference (IPC), Vancouver, BC, Canada, 28 September– 1 October 2020.*
4. Bian, R.; Tavakkolnia, I.; Haas, H. 15.73 Gb/s Visible Light Communication with Off-the-Shelf LEDs. *J. Light. Technol.* 2019, 10, 2418–2424.
5. Lee, C.; Islim, M.S.; Das, S.; Spark, A.; Videv, S.; Rudy, P.; Raring, J. 26 Gbit/s LiFi System with Laser-Based White Light Transmitter. *J. Light. Technol.* 2022, 5, 1432–1439.
6. Yang, X.; Tong, Z.; Zhang, H.; Zhang, Y.; Dai, Y.; Zhang, C.; Xu, J. 7-M/130-Mbps LED-to-LED Underwater Wireless Optical Communication Based on Arrays of Series-Connected LEDs and a Coaxial Lens Group. *J. Light. Technol.* 2022, 17, 5901–5909.
7. Yan, K.; Li, Z.; Cheng, M.; Wu, H.-C. QoS Analysis and Signal Characteristics for Short-Range Visible-Light Communications. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2021, 7, 6726–6734.
8. Yin, L.; Popoola, W.O.; Wu, X.; Haas, H. Performance Evaluation of Non-Orthogonal Multiple Access in Visible Light Communication. *IEEE Trans. Commun.* 2016, 12, 5162–5175.
9. Lin, X.; Zhang, L. Intelligent and Practical Deep Learning Aided Positioning Design for Visible Light Communication Receivers. *IEEE Commun. Lett.* 2020, 3, 577–580.
10. Béchadergue, B.; Chassagne, L.; Guan, H. Simultaneous Visible Light Communication and Distance Measurement Based on the Automotive Lighting. *IEEE Trans. Intell. Veh.* 2019, 4, 532–547.

Ю. Стельмашук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ БЛОКЧЕЙН

Yi. Stelmashchuk

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

У час стрімкого розвитку інформаційних технологій, кожна сфера діяльності впроваджує щось нове у роботу свого підприємства чи фірми. Робота on-line стає все більш поширеною та викликає потреби як у роботодавців, так і в працівників. У 2020 році визначальну роль у стрімкому поширенні використання інформаційних систем та технологій відіграла пандемія вірусу COVID-19. Багато компаній були змушені організувати робочий процес дистанційно, що потребувало саме розвитку системи безпеки у web-просторі, комунікацій, виконання усього обсягу роботи в електронному режимі. Іншим завданням, яке постало перед великою частиною суспільства було впровадження технологій у режим навчання. Школи, ЗВО змушені були перейти на форму дистанційної освіти. У таких умовах