

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ДОСТУПУ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ LI-FI

Романов О.І., Федюшина Д.М., Донг Т.Т.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: a_i_romanov@ukr.net, robinson.kruzo375@gmail.com, dongthitho1993@gmail.com

Analysis of the principles of telecommunication systems development based on Li-Fi technology

The principles of telecommunication systems development based on Li-Fi technology, meeting the requirements of the standard IEEE 802.15.7 are considered. The possible directions of practical realization of VLC systems are analyzed. The projects implemented in Intelligent transportation systems are presented.

Подальший розвиток систем бездротового доступу найближчим часом може зіткнутися з низкою проблем. Це обмеженість частотного спектра, низька енергоефективність радіосистем, обмеження на використання радіозв'язку (наприклад, в літаках, лікарнях та ін.), недостатня безпека (радіохвилі можуть проникати крізь стіни і надавати шкідливий вплив на біологічні та технічні об'єкти).

Одним з можливих напрямків вирішення цих проблем є застосування Li-Fi технології. Li-Fi бездротова система зв'язку, в якій замість звичних радіочастот для передачі даних використовується світло. Причому можуть бути використані світлові хвилі як області інфрачервоного (ІЧ) діапазону випромінювання, так і хвилі спектру видимого світла. Сьогодні вважається більш перспективним побудова телекомунікаційних систем з використанням спектра частот видимого світла (VLC).

VLC – це комунікаційна технологія, що використовує видиме світло як оптичний носій для передачі даних. Вона використовує надшвидкісні імпульси світла для передачі інформації, які залишаються непомітними для людських очей. Враховуючи те, що VLC система може забезпечити швидкість передачі даних понад 10 Мбіт / с, вона пропонує реальні альтернативи системі радіозв'язку. Крім того, спектр VLC вільний, а вартість реалізації менше, ніж для технологій радіозв'язку.

Технологія VLC працює в діапазоні електромагнітного спектра від 380 нм до 780 нм. В якості передавачів світових хвиль в Li-Fi системі передбачається використання світлодіодних ламп (LED- Light Emitting diode). Їх основна функція є забезпечити освітлення в приміщенні.

На рис. 1 представлена типова структура VLC системи. Вона складається з обладнання передавальної і приймальної сторін, які здійснюють обмін інформацією за допомогою модульованого видимого світла. Передача даних здійснюється за допомогою випромінювача VLC, а прийом за допомогою приймача VLC, відповідно. Випромінювач VLC є оптоелектронним перетворювачем. Зазвичай використовуються світлодіоди високої яскравості. Світлодіоди модулюють світло на таких високих частотах, що людське око не

сприймає різницю в зміні освітленості при наявності і відсутності модуляції. Тому, передавачі VLC можуть одночасно використовуватися як для освітлення, так і для передачі даних.

Приймачем VLC є оптоелектронний перетворювач (PIN фотодіод, лавинний фотодіод або CMOS сенсорний датчик). Він приймає інформацію, яка модульована в спектрі видимого світла, і перетворює її в електричні сигнали. Далі ці сигнали обробляються демодулятором / декодером.

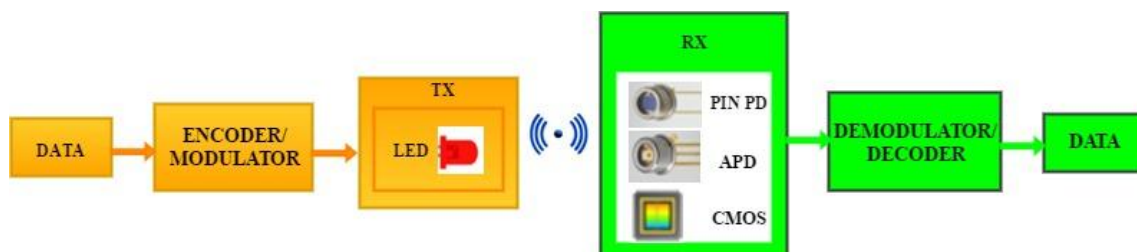


Рис. 1. Зображення типової структури VLC системи

Для побудови VLC лінії можливе використання трьох типів топологій (рис. 2): спрямована VLC - лінія (LOS - directed Line-of-Sight), не спрямована VLC лінія (non-directed LOS) та дифузна VLC лінія (diffused non-LOS). Спрямована directed LOS, забезпечує високий рівень сигналу і максимальну дальність зв'язку. Вона оцінюється найвищим показником якості (highest bitrate).

У топології non-directed LOS сигнал потрапляє на приймач під певним кутом. Тому частина енергії сигналу розсіюється в просторі. Вона оцінюється середнім показником якості (high / medium bitrate).

Дифузна diffused non-LOS лінія працює на відбитих хвилях світла. Тут юстирування приймача і передавача відсутня. Тому рівень сигналу низький, а дальність найменша. Дана архітектура може бути використана тільки в закритих середовищах і оцінюється найнижчим показником якості «bitrate» (lowest bitrate).



Рис. 2. Зображення трьох можливих типів топологій: спрямована VLC лінія (LOS - directed Line-of-Sight), не спрямована VLC лінія (non-directed LOS) та дифузна VLC лінія (diffused non-LOS).

Поки що технологія VLC не знайшла широкого практичного застосування. Однак вже отримані результати, які знаходяться на порозі практичного впровадження. Так, наприклад, проведені експериментальні дослідження в області створення прототипу пристроїв VLC для ITS (Intelligent transportation systems - інтелектуальні транспортні системи, ІТС).

Багато уваги приділено можливостям використання комунікаційної та сенсорної інфраструктур для підвищення безпеки дорожнього руху. Комунікаційна взаємодія передбачає наступні схеми: автомобіль-автомобіль,

автомобіль-інфраструктура і навпаки. Дані, що надходять від транспортних засобів та придорожніх пристроїв, можуть бути використані локально або централізовано. В останньому випадку, їх треба відправляти на сервер. Ці дані можуть бути використані для виявлення та оповіщення про такі події, як дорожні роботи, затори на дорогах, наближення до аварійного транспортного засобу та інші. При цьому можуть бути розроблені відповідні рекомендації для різних груп водіїв.

Один з додатків, який розроблено та запатентовано [2] - це зв'язок між світлофорами і автомобілем (рис. 3). Знаючи алгоритм і час перемикання світлофорів, можна розрахувати оптимальну швидкість руху автомобіля. При необхідності можна управляти двигуном автомобіля, щоб забезпечити його рух по зеленій хвилі.

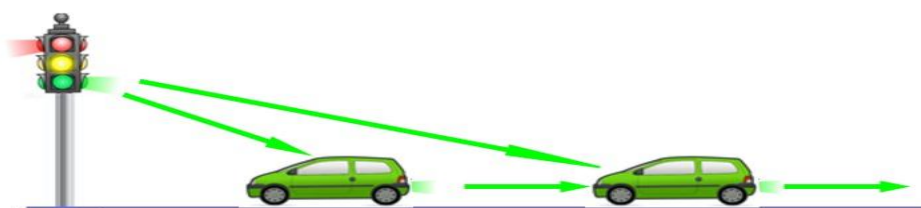


Рис. 3. Зображення взаємодії світлофора та автомобіля у мережі, побудованій на базі Li-Fi.

Можливий варіант VLC-системи, що дозволяє реалізувати управління рухом транспортних засобів, представлений на Рис. 4. Цей пристрій випускають серійно на базі світлодіодних ліхтарів [3].

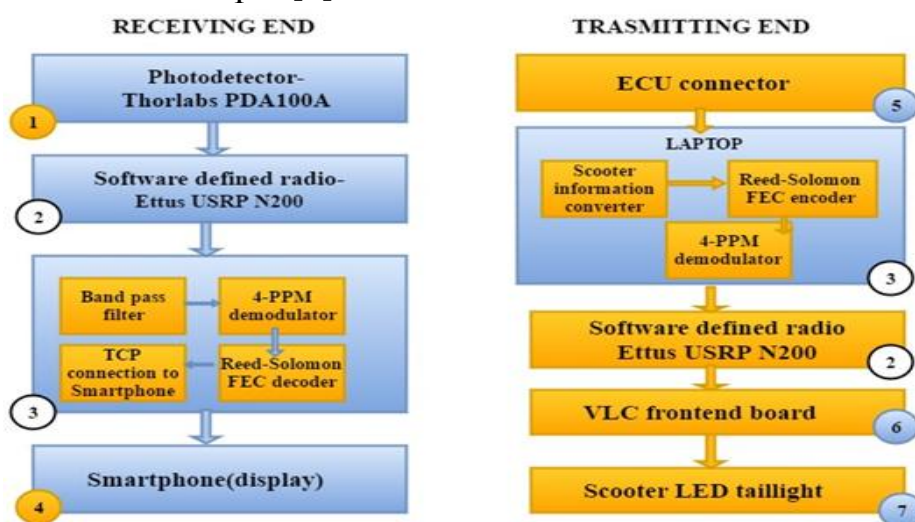


Рис. 4. Зображення VLC-системи, що дозволяє реалізувати управління рухом транспортних засобів

Таким чином, Li-Fi системи на VLC можуть найближчим часом прийти на зміну системам Wi-Fi, підвищивши при цьому показники пропускнуої здатності, якості обслуговування та безпеки.

Література

1. Mariano Falcitelli and Paolo Pagano. Visible Light Communication for Cooperative ITS. DOI 10.1007/978-3-319-28183-4_2.
2. Y. Alayli et al., Patent n° 09 58694. Communications par phages (2009).
3. S.-H. Yu et al., Smart automotive lighting for vehicle safety. IEEE Commun. Mag. 51(12), 50–59 (2013). ISSN: 0163-6804. doi:10.1109/MCOM.2013.6685757.