

## Công nghệ Li-Fi và một số ứng dụng

ThS Hồ Trường Lâm, ThS Trương Đình Dũng, ThS Bùi Đức Hạnh, Nguyễn Trịnh Khiêm  
Trường Cao đẳng Kỹ thuật Thông tin, Bình chủng Thông tin liên lạc, Bộ Quốc phòng

**Ngày nay, với tốc độ phát triển nhanh chóng của công nghệ, việc đáp ứng nhu cầu về tốc độ chuyển tải dữ liệu là vô cùng quan trọng. Nhiều giải pháp đã được đề xuất để đáp ứng vấn đề này, một trong số đó là Li-Fi - công nghệ truyền thông không dây quang học phạm vi hẹp, cung cấp khả năng kết nối trong mạng cục bộ sử dụng đi-ốt phát quang (đèn LED) để truyền dữ liệu.**

### Công nghệ Li-Fi là gì?

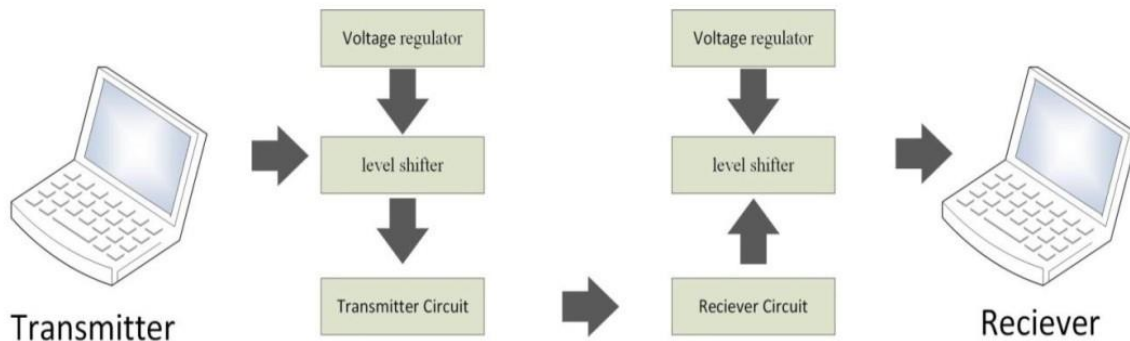
Li-Fi là công nghệ truyền dữ liệu không dây di động sử dụng ánh sáng thay vì sử dụng tần số vô tuyến như một số công nghệ hiện nay. Tương tự như các công nghệ truyền thông không dây khác, Li-Fi có thể được sử dụng để truy cập internet, liên lạc giữa các thiết bị điện tử hoặc ứng dụng trong các công nghệ mới như thực tế ảo mở rộng hoặc hỗn hợp.

Công nghệ Li-Fi được thực hiện bằng cách sử dụng bóng đèn LED trắng chiếu sáng với dòng điện không đổi. Bằng cách thay đổi nhanh dòng điện, đầu ra ánh sáng có thể thay đổi ở tốc độ cao. Nếu đèn LED bật thì truyền đi bit 1, nếu đèn LED tắt thì truyền đi bit 0; các đèn LED có thể bật và tắt với tần số rất cao, do đó có thể truyền dữ liệu với tốc độ cực nhanh. Bên cạnh đó, có thể mã hóa dữ liệu trong ánh sáng bằng cách thay đổi tốc độ bật và tắt đèn LED để tạo ra các chuỗi 1 và 0 khác nhau. Cường độ LED được điều chế nhanh đến mức mắt người không thể nhận thấy, vì vậy đầu ra xuất hiện không đổi. Có thể tăng đáng kể tốc độ dữ liệu Li-Fi bằng cách sử dụng các dây (màng) đèn LED; trong đó, mỗi đèn LED truyền một luồng dữ liệu khác nhau. Ngoài ra, có thể sử dụng hỗn hợp đèn LED đỏ, lục và lam để thay đổi tần số ánh sáng mã hóa các kênh dữ liệu khác nhau. Bóng đèn LED sẽ chứa một chip siêu nhỏ thực hiện công việc xử lý dữ liệu. Cường độ sáng có thể được điều chỉnh để gửi dữ liệu bằng những thay đổi nhỏ về biên độ.

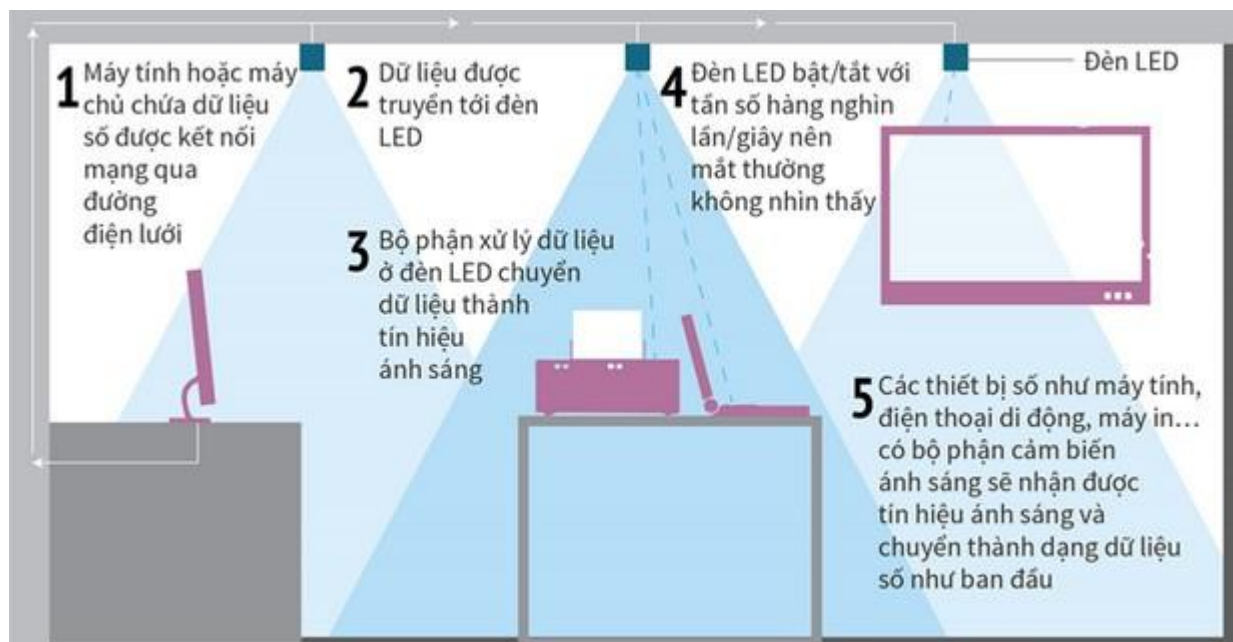


Hình 1. Các thành phần chính của hệ thống Li-Fi.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống Li-Fi được thể hiện ở hình 2, ở phía phát sử dụng các đèn LED đơn hoặc đa LED để truyền dữ liệu, ở phía máy thu có một máy dò ảnh, có chức năng chuyển đổi ánh sáng này thành tín hiệu điện cung cấp cho các thiết bị nhận. Bộ điều chỉnh điện áp và mạch chuyển mức được sử dụng trên cả hai bên để chuyển đổi hoặc duy trì mức điện áp giữa máy phát và máy thu. Mô hình triển khai hệ thống Li-Fi được thể hiện ở hình 3.



Hình 2. Nguyên lý làm việc của Li-Fi.



Hình 3. Mô hình hệ thống Li-Fi.

### Một số ứng dụng của công nghệ Li-Fi hiện nay

**Truyền thông dưới nước:** Trong môi trường nước, trong khi tín hiệu tần số vô tuyến (RF) bị hấp thụ mạnh, Wi-Fi cũng không thể hoạt động thì Li-Fi có thể hoạt động tốt và cung cấp giải pháp cho liên lạc tầm ngắn. Tàu ngầm có thể sử dụng đèn pha để liên lạc với nhau, xử lý dữ liệu một cách tự động và định kỳ gửi những phát hiện của chúng trở lại bề mặt.

**Quản lý giao thông:** Li-Fi có thể giúp quản lý lưu giao thông theo cách tốt hơn và từ đó giảm thiểu đáng kể số vụ tai nạn có thể xảy ra. Hệ thống đèn giao thông có thể giao tiếp với ô tô và giao tiếp với nhau để cung cấp, trao đổi các thông tin về tình trạng của các tuyến đường và các phương tiện đang lưu thông tại đó. Ví dụ, đèn LED ô tô có thể cảnh báo người lái xe khi có các phương tiện khác ở quá gần.

**Hàng không:** Trên máy bay, tín hiệu điện thoại di động gây ảnh hưởng đến tín hiệu điều hướng và điều khiển được sử dụng bởi máy bay. Trong khi tín hiệu Li-Fi có thể được sử dụng an toàn vì nó không can thiệp vào RF.

**Ứng dụng trong y tế:** Một trong những tính năng quan trọng nhất của Li-Fi là nó có thể được sử dụng trong các bệnh viện và cơ sở y tế (nơi yêu cầu tín hiệu RF không được ảnh hưởng đến thiết bị y tế). Ví dụ: Phòng mổ

không cho phép sử dụng Wi-Fi vì bức xạ Wi-Fi có thể chặn tín hiệu của thiết bị giám sát, gây nguy hiểm cho sức khỏe của bệnh nhân.

*Hệ thống định vị cho người khiếm thị:* Các đèn LED phát ra ánh sáng nhìn thấy được mang theo dữ liệu về vị trí, hệ thống nhúng, hoặc điện thoại thông minh có bộ thu ánh sáng khả kiến sẽ nhận dữ liệu và tính toán đường dẫn tối ưu đến vị trí mong muốn và nói với khiếm thị qua tai nghe.

### Tính hiệu quả và một số thách thức đối với Li-Fi

#### Tính hiệu quả

Công nghệ Li-Fi có các thành phần thiết bị ít hơn so với công nghệ RF, đồng thời đèn LED có giá thành rẻ, do đó mang lại hiệu quả về chi phí; bên cạnh đó, sự tiêu tán năng lượng của các LED cũng rất thấp. Tính hiệu quả của công nghệ còn được thể hiện trên một số khía cạnh như:

*Dung lượng:* Phổ ánh sáng khả kiến lớn gấp 10.000 lần so với phổ RF. Li-Fi có thể đạt được mật độ dữ liệu gấp khoảng 1.000 lần so với Wi-Fi vì ánh sáng khả kiến có thể hoạt động trong vùng chiếu sáng chật hẹp, trong khi RF có xu hướng lan rộng ra và gây nhiễu. Tốc độ dữ liệu Li-Fi có thể đạt tới 500 Mbps do nhiễu thấp, băng thông thiết bị cao và đầu ra ánh sáng cường độ cao.

*An toàn:* Ánh sáng khả kiến là một phần tự nhiên của cuộc sống và hầu như không ảnh hưởng đến sức khỏe của các sinh vật sống cũng như các thiết bị điện tử xung quanh. Do vậy, nó là một phương tiện truyền thông rất an toàn.

*Bảo mật:* Do tín hiệu sẽ không xuyên qua tường nên rất khó để nghe trộm tín hiệu Li-Fi. Chúng ta hoàn toàn có thể thấy dữ liệu sẽ đi đâu, vì vậy không cần hệ thống bảo mật bổ sung, chẳng hạn như ghép nối cho các kết nối RF như Bluetooth.

*Triển khai dễ dàng:* Ngày nay, việc sử dụng đèn LED để chiếu sáng ngày càng trở nên phổ biến, do đó bất kỳ thiết bị chiếu sáng nào như đèn trần, đèn đường... đều có thể được sử dụng làm điểm phát sóng, giúp giảm chi phí kiến trúc cho điểm phát sóng.

Công nghệ Li-Fi có khá nhiều điểm tương đồng với Wi-Fi, tuy nhiên thay vì sử dụng sóng vô tuyến thì Li-Fi sử dụng ánh sáng để gửi và nhận dữ liệu. Tốc độ truyền tải cao gấp 100 lần so với Wi-Fi, nên có thể rút ngắn thời gian tải một bộ phim bằng Li-Fi xuống còn 0,3 giây. Wi-Fi thích hợp cho vùng phủ sóng không dây trong các tòa nhà còn Li-Fi lý tưởng cho vùng phủ sóng dữ liệu không dây mật độ cao trong khu vực hạn chế, giúp giảm các vấn đề về nhiễu sóng vô tuyến. Li-Fi cung cấp băng thông hiệu quả, tính khả dụng và bảo mật tốt hơn so với Wi-Fi, đặc biệt đã đạt được tốc độ cực cao so với Wi-Fi. Bảng 1 thể hiện một số so sánh giữa Li-Fi và Wi-Fi:

Bảng 1. Một số so sánh giữa công nghệ Li-Fi và Wi-Fi.

Công nghệ	Mở rộng băng thông	Tốc độ	Mật độ dữ liệu	Phạm vi	Bảo mật	Công suất yêu cầu	Tác động sinh thái	Chi phí
Wi-Fi	Hạn chế	150 Mbps	Thấp	Trung bình	Tốt	Thấp	Trung bình	Trung bình

Li-Fi	Rất tốt	>10 Gbps	Cao	Hẹp	Rất tốt	Cao	Thấp	Thấp
-------	---------	----------	-----	-----	---------	-----	------	------

### **Một số thách thức của Li-Fi**

Bên cạnh những ưu điểm, công nghệ Li-Fi còn có một số hạn chế như:

*Thứ nhất*, Li-Fi yêu cầu tầm nhìn thẳng (LOS) để gửi và nhận dữ liệu, do vậy thiết bị nhận sẽ phải có vị trí cố định, không thích hợp cho các thiết bị di động.

*Thứ hai*, cần có kỹ thuật để thiết bị nhận sẽ truyền dữ liệu trở lại máy phát.

*Thứ ba*, vấn đề nhiễu từ các nguồn ánh sáng bên ngoài như ánh sáng mặt trời, bóng đèn bình thường; các vật liệu mờ đục trong đường truyền... sẽ gây gián đoạn trong giao tiếp.

*Thứ tư*, Li-Fi không hoạt động được trong bóng tối. Ngoài ra, ánh sáng không thể xuyên qua các vật thể, vì vậy nếu bộ thu vô tình bị chặn thì tín hiệu sẽ bị cắt ngay lập tức. Và tín hiệu là dễ dàng bị chặn nếu có vật cản trước nguồn LED.

### **Kết luận**

Công nghệ Li-Fi có rất nhiều tiềm năng và cần được tiếp tục khám phá nhằm ứng dụng hiệu quả trong nhiều vị trí, môi trường khác nhau. Li-Fi có cơ hội tốt để thay thế Wi-Fi khi nhu cầu về lưu lượng sử dụng internet không dây tốc độ cao ngày càng phát triển mạnh mẽ, trong khi sóng vô tuyến ngày càng trở nên tắc nghẽn. Trong tương lai, dữ liệu của máy tính xách tay, điện thoại thông minh và máy tính bảng có thể được truyền qua ánh sáng trong phòng bằng cách sử dụng Li-Fi. Các nhà nghiên cứu đang phát triển đèn LED có kích thước micron có thể bật và tắt nhanh hơn 1.000 lần so với đèn LED kích thước hiện nay. Nếu công nghệ này có thể được đưa vào sử dụng trong thực tế, việc giải quyết vấn đề thiếu băng thông tần số vô tuyến và các ứng dụng mới trong tương lai là hoàn toàn khả thi và có thể mở rộng.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] B. Patel (2018), "Li-Fi technology: Transmission of data through light", *IJCIRAS*, **1(6)**, pp.1-4.

[2] FN Division, "Li-Fi (Light Fidelity) & its applications", <https://tec.gov.in/pdf/Studypaper/lifi%20study%20paper%20-%20approved.pdf>, accessed 10 January 2024.

[3] D. Khandal, S. Jain (2014), "Li-Fi (Light Fidelity): The future technology in wireless communication", *International Journal of Information & Computation Technology*, **4(16)**, pp.1687-1694.

*Nguồn: TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM*