

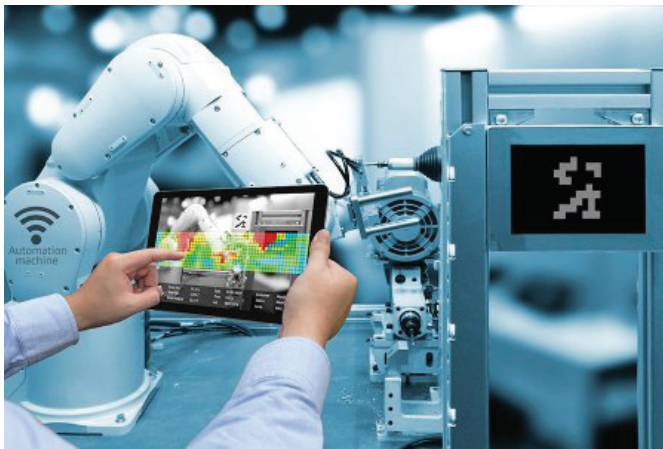


KẾ THỪA VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ QUANG TỬ TẠI VIỆT NAM



Nguyễn Thành Hợp

Giám đốc Trung tâm Quang điện tử, Viện Ứng dụng Công nghệ
Bộ Khoa học và Công nghệ



Những năm gần đây, với sự phát triển của khoa học và công nghệ, đặc biệt là cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, quang tử (photonics) đã trở thành một trong những nền tảng công nghệ chủ chốt của thế kỷ XXI. Bài viết giới thiệu tổng quan về photonics, các ứng dụng điển hình và đề xuất một số hướng phát triển lĩnh vực này tại Việt Nam.



Quang tử học là nghiên cứu về ánh sáng và các loại năng lượng bức xạ khác có đơn vị lượng tử là photon. Tác động của quang tử đến hoạt động nghiên cứu và phát triển công nghệ trong các lĩnh vực điều hướng, văn hóa, thiên văn học, pháp y và chăm sóc sức khỏe đã được định hình trong thế kỷ XX, và bây giờ - thế kỷ XXI, quang tử tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực. Theo các báo cáo nghiên cứu thị trường, quy mô thị trường quang tử toàn cầu đạt 666,5 tỷ USD vào năm 2022 và dự kiến sẽ đạt 1.040 tỷ USD vào năm 2030. Thị trường dự kiến sẽ đạt tốc độ tăng trưởng kép hàng năm là 5,8% trong giai đoạn 2023-2030.

Các ứng dụng phổ biến của quang tử

Hàng không vũ trụ: Máy bay, máy bay không người lái, tàu vũ trụ và vệ tinh dựa vào công nghệ quang tử để điều hướng và thông tin hàng không vũ trụ. Máy bay được trang bị lidar có thể thực hiện các cuộc kiểm tra và

khảo sát khó khăn hoặc rủi ro. Ảnh ba chiều được sử dụng trong màn hình hiển thị trên kính lái các máy bay quân sự. Máy bay không người lái sử dụng máy ảnh, đôi khi là ảnh nhiệt hoặc các dải phổ khác.

Nông nghiệp: Các kỹ thuật như hình ảnh siêu phổ, quang phổ và thị giác máy được sử dụng để phân loại, kiểm tra và thử nghiệm tự động nhằm phục vụ canh tác hiệu quả hơn cũng như thực hiện các biện pháp an toàn thực phẩm và nông nghiệp tốt hơn. Quản lý ánh sáng cho phép thực hiện các dự án nhà kính thủy canh, hoặc hỗ trợ trồng trọt ở những vùng có khí hậu khắc nghiệt.

Sinh học và y học: Trong sinh học và y học, công nghệ quang tử đang mang lại sự an toàn cao hơn cho bệnh nhân, kết quả thuận lợi hơn và phát hiện bệnh sớm hơn. Các công nghệ quang tử như nội soi và chụp cắt lớp võng mạc (OCT) để thực hiện các ca phẫu thuật xâm lấn tối thiểu và vi phẫu, cho phép thời gian hồi phục ngắn hơn và tăng độ an toàn cho bệnh nhân. Các kỹ thuật hình



ảnh như OCT cho phép phát hiện sớm hơn các bệnh như tăng nhãn áp, Alzheimer...

Năng lượng sạch: Các tế bào quang điện trong các tấm pin mặt trời hấp thụ tia nắng và chuyển chúng thành điện hoặc nhiệt, đang tiếp tục được cải tiến với các công nghệ và vật liệu quang tử mới nổi như chấm lượng tử, perovskite, màng mỏng monograin... Các thiết bị điện tử đang sử dụng ít năng lượng hơn với đèn LED hữu cơ.

Truyền thông: Quang tử đã cách mạng hóa viễn thông, đặc biệt là với cáp quang, có khả năng truyền tải đồng thời hàng triệu cuộc gọi điện thoại và cải thiện đáng kể tốc độ cũng như khả năng kết nối internet.

Điện tử tiêu dùng: Điện thoại thông minh hiện đại bao gồm camera trước và sau với đèn flash LED, màn hình OLED, cảm biến hồng ngoại và tia laser VCSEL cho phép người dùng mở khóa điện thoại, quay video, chụp ảnh và truyền đạt thông tin. Công nghệ máy ảnh đang hỗ trợ các nhiếp ảnh gia và nhà làm phim ghi lại hành động trong những điều kiện ánh sáng khó khăn.

Giám sát môi trường: Quang phổ, cảm biến hồng ngoại và tia cực tím, kính hiển vi và các công nghệ quang tử khác được sử dụng để thu thập thông tin về chất lượng đất, nước và không khí cũng như hỗ trợ nghiên cứu sinh học. Những kỹ thuật này đặc biệt có lợi so với những kỹ thuật cũ vì chúng không phá hủy.

Chiếu sáng: Trọng tâm hiện nay là các nguồn sáng hiệu quả và tiết kiệm chi phí như đèn LED. Công nghệ LED đã tạo ra những bóng đèn hiệu quả hơn, bền hơn và công nghệ hiển thị sắc nét hơn, đồng thời nó đang được sử dụng ngày càng nhiều trong các ứng dụng thương mại và nghiên cứu.

Sản xuất: Rô-bốt trên dây chuyền lắp ráp thực hiện ngày càng nhiều nhiệm vụ phức tạp, chẳng hạn như phân loại, trong đó rô-bốt được hỗ trợ bởi thị giác máy. Laser cũng được sử dụng với tần suất cao hơn trong môi trường sản xuất để cắt và hàn các bộ phận.

Giao thông vận tải: Với việc các phương tiện tự lái ngày càng trở nên phức tạp, quang tử học đang đóng một vai trò lớn hơn trong ngành ô tô và vận tải. Lidar và các kỹ thuật hình ảnh 3D khác đã đóng vai trò là công nghệ hỗ trợ cho xe tự lái, trong khi các kỹ thuật khác, chẳng hạn như cảm biến quang học (giúp phát hiện chướng ngại vật tại điểm mù) cũng ngày càng trở nên phổ biến trên các phương tiện do người lái điều khiển.

Quang tử thúc đẩy các lĩnh vực mới nổi

Công nghệ lượng tử: Cảm biến lượng tử khai thác độ nhạy cao của trạng thái lượng tử. Những cảm biến này ngày càng được coi là công nghệ mang tính đột phá, với nhiều ứng dụng tiềm năng trong y học, quốc phòng, thông tin liên lạc và năng lượng. Điện toán lượng tử có ý nghĩa quan trọng đối với an ninh mạng quốc gia, từ đó dẫn đến cuộc đua giành ưu thế lượng tử.

Quang tử silicon: Nhu cầu lưu trữ dữ liệu ngày càng tăng trong các trung tâm dữ liệu và sự xuất hiện của công nghệ 5G đã thúc đẩy sự phát triển của thị trường thu phát quang silicon. Cho đến gần đây, tốc độ truyền dẫn hiện đại qua các liên kết trong trung tâm dữ liệu là 100 Gbit/s. Ngành công nghiệp này sẽ sớm triển khai tốc độ 400 Gbit/s, với tốc độ nhanh hơn trong tương lai.

Quang di truyền: Quang di truyền là việc sử dụng ánh sáng để điều khiển các tế bào trong mô sống, điển hình là các tế bào thần kinh. Kỹ thuật này đã nâng cao hiểu biết về cách các loại tế bào cụ thể đóng góp vào chức năng mô sinh học như mạch thần kinh. Nó cũng dẫn đến những hiểu biết sâu sắc về các rối loạn thần kinh và tâm thần như bệnh Parkinson, chứng tự kỷ, rối loạn nhận dạng phân ly, lạm dụng ma túy, lo lắng và trầm cảm.

Triển vọng kế thừa và phát triển quang tử tại Việt Nam

Nhận thức được tầm quan trọng của quang tử, trên cơ sở kế thừa các thành tựu đã đạt được, Việt Nam đã và đang đẩy mạnh nghiên cứu và phát triển quang tử, trong đó tập trung và các lĩnh vực sau:

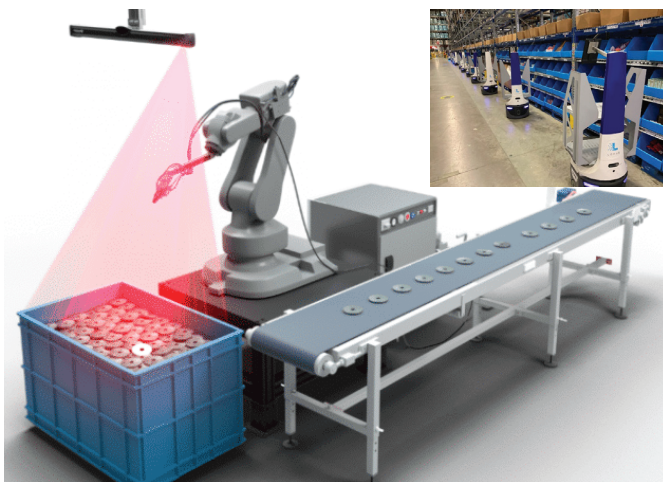
Trong lĩnh vực y tế: Một trong những ứng dụng rộng rãi của quang tử trong y tế là tạo ảnh y học bằng laser. Những cải tiến trong lĩnh vực này sẽ giúp các bác sĩ phát hiện sớm những bệnh nguy hiểm để có hướng điều trị sớm cho bệnh nhân. Trong điều trị ung thư, các hạt nano vàng được hướng vào các khối u ung thư bằng công nghệ kháng thể đơn dòng, sau đó chiếu sáng chúng bằng ánh sáng laser để tiêu diệt các tế bào ác tính, trong khi các tế bào bình thường vẫn còn nguyên vẹn. Trong tương lai, công việc ở quy mô nano này trong tế bào người có thể dẫn đến các liệu pháp điều trị bệnh nhắm đích, chẳng hạn như tấn công các tế bào có dấu hiệu ban đầu trở thành ung thư ở giai đoạn trước khi xuất hiện các triệu chứng.



Gia công cắt hình dạng 3D sử dụng tia laser công suất cao.

Trong lĩnh vực công nghiệp: Các kỹ thuật laser, bao gồm cả quang phổ, có thể đọc được tạp chất môi trường, giúp kiểm soát lượng khí thải, chất gây ô nhiễm nước. Ứng dụng công nghệ laser để gia công cắt các chi tiết có biên dạng 3D phức tạp, hàn bằng laser, phương pháp xử lý bề mặt kim loại bằng laser: làm sạch bằng laser, tôi laser...

Ứng dụng thị giác máy: Công nghệ này được sử dụng để diễn giải thông tin về một vật thể hoặc cảnh thông qua việc sử dụng cảm biến quang học không tiếp xúc. Thị giác máy cho phép rô-bốt thực hiện các nhiệm vụ



Ứng dụng công nghệ thị giác máy cho tay rô-bốt và rô-bốt tự hành trong các nhà máy.

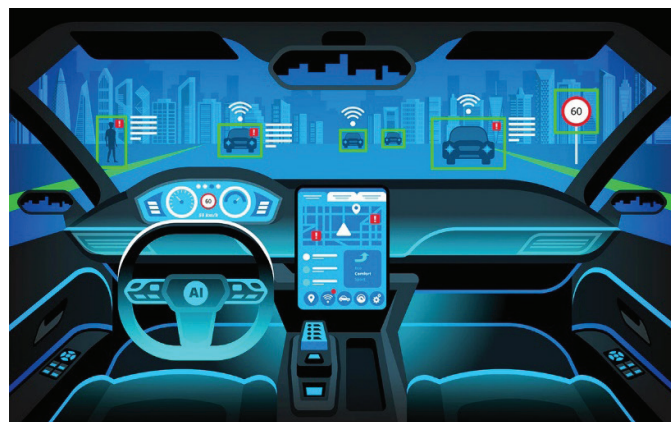
ngày càng phức tạp hơn, chẳng hạn như phân loại ngẫu nhiên. Công nghệ này đang cải thiện quy trình sản xuất, độ an toàn trong xe tự hành (AMR) và hình ảnh y tế.

Trong lĩnh vực nông nghiệp:

Các kỹ thuật như hình ảnh siêu phổ, quang phổ và thị giác máy được sử dụng để phân loại, kiểm tra và thử nghiệm tự động nhằm phục vụ canh tác hiệu quả hơn, cũng như các biện pháp an toàn thực phẩm và nông nghiệp tốt hơn.

Trong lĩnh vực giao thông:

Ứng dụng công nghệ Lidar và các kỹ thuật hình ảnh 2D/3D khác như trí tuệ nhân tạo, điện toán đám mây... sẽ giúp phát triển một số ứng dụng cho xe ô tô tự lái.



Ứng dụng công nghệ Lidar, trí tuệ nhân tạo, xử lý ảnh cho xe tự lái.

Nhìn chung, đối với Việt Nam, để phát triển quang tử cần tiếp tục quan tâm đầu tư cơ sở vật chất, nâng cao năng lực nghiên cứu, ứng dụng công nghệ này để phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng. Trong đó cần đặc biệt quan tâm một số hướng phát triển chính gồm: truyền thông quang học, công nghệ quang - cơ điện tử, công nghệ xử lý ảnh, trí tuệ nhân tạo, linh kiện quang tử, cảm biến quang tử, công nghệ đo lường quang học, công nghệ thị giác máy, quang học hồng ngoại, công nghệ laser ứng dụng trong lĩnh vực y tế - công nghiệp - nông nghiệp - giao thông vận tải