



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0053706

(51)^{2021.01} **H05B 47/10; G06F 3/048; G06T 19/00; (13) B**
F21S 10/00; G06T 15/00

(21) 1-2022-04315

(22) 08/07/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 26/09/2022 414A

(73) Công ty CP ánh sáng số Huepress (VN)

Số 50 ngõ 73 đường Nguyễn Trãi, phường Khương Trung, quận Thanh Xuân, TP Hà Nội

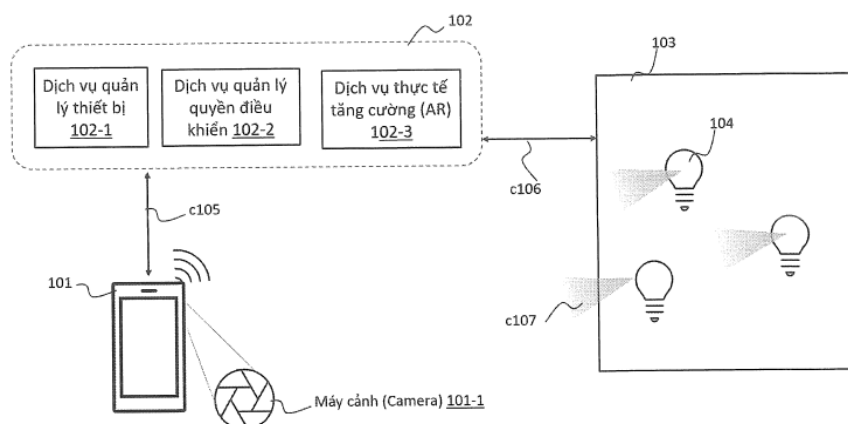
(72) Nguyễn Văn Tràng (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU ÁNH SÁNG CHO MÔ HÌNH ĐÈN ẢO VÀ HỆ THỐNG ĐÈN THÔNG MINH ẢO TRÊN MÔI TRƯỜNG MÔ PHỎNG 3D CÓ HỖ TRỢ VIỆC CHỌN ĐÈN VÀ ĐIỀU KHIỂN ĐÈN THÔNG QUA THỰC TẾ TĂNG CƯỜNG (AR)

(21) 1-2022-04315

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống đèn thông minh ảo, bao gồm ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động thật, mô hình 3D của một đèn thông minh (gọi là đèn ảo) nằm trong một môi trường 3D mô phỏng. Đặc biệt, đèn ảo có khả năng điều chế ánh sáng để truyền thông tin tới App thông qua kênh ánh sáng. Dựa trên thông tin mã định danh (ID) mà ánh sáng điều chế và phát tới camera của thiết bị di động, App có thể phân biệt các đèn ảo với nhau trong cùng một góc nhìn; từ đó tạo ra một môi trường thực tế tăng cường (AR) cho phép App chọn từng đèn ảo và tương tác với đèn ảo đã chọn.

Đèn ảo, ngoài khả năng thay đổi màu sắc, độ sáng và tạo hiệu ứng màu theo các lệnh điều khiển bởi người dùng thông qua tương tác với App của họ, còn có thêm trải nghiệm chọn đèn và điều khiển đèn thông qua camera với tính năng thực tế tăng cường (AR), sẽ đem lại trải nghiệm thực tế về sản phẩm cho các khách hàng tiềm năng trước khi mua hàng (trải nghiệm thông qua nền tảng online). Trong sáng chế, phương pháp mã hóa và điều chế sử dụng cho đèn ảo, phương pháp giải điều chế ánh sáng ở bên App có gắn camera đều được mô tả chi tiết.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới một hệ thống đèn (thông minh) ảo, bao gồm ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động thật, mô hình 3D của một đèn thông minh (gọi là đèn ảo) nằm trong một môi trường 3D mô phỏng.

Đặc biệt, đèn ảo có khả năng điều chế ánh sáng để truyền thông tin tới App thông qua kênh ánh sáng. Dựa trên thông tin mà ánh sáng mang theo, App có thể phân biệt các đèn ảo với nhau trong cùng một góc nhìn; từ đó tạo ra một môi trường thực tế tăng cường cho phép App chọn từng đèn ảo và tương tác với đèn ảo đã chọn.

Chi tiết về đèn ảo và hệ thống chiếu sáng ảo, phương pháp mã hóa và điều chế/giải điều chế ánh sáng sử dụng cho đèn ảo đều nằm trong lĩnh vực kỹ thuật được đề cập.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

(1) Đèn ảo

Trên thị trường hiện nay, đã có nhiều sản phẩm đèn thông minh có khả năng thay đổi màu sắc và ánh sáng bằng việc sử dụng ứng dụng (App) được cài trên các thiết bị di động. Các dòng sản phẩm đèn thông minh myHue của HuePress, là chủ đơn của sáng chế này (trong đó, toàn bộ chipset firmware, App và máy chủ do HuePress phát triển và được đăng ký bảo hộ) cũng đã được bán trên thị trường tới tay người tiêu dùng [1].

Tuy nhiên, trên thị trường đang còn thiếu một trải nghiệm trước bán hàng. Nói cách khác, các khách hàng tiềm năng luôn mong muốn được trải nghiệm thử App, và trải nghiệm thử các tính năng mà đèn thông minh đem lại, trước khi họ quyết định mua hàng hay không. Tất nhiên, họ sẽ phải cài đặt ứng dụng trên điện thoại, nhưng theo lẽ thông thường, nếu không có đèn thông minh mua về thì App không được kích hoạt, và do đó các khách hàng tiềm năng này không thể trải nghiệm các tính năng có trong App.

Từ nhu cầu thực tế của thị trường, một thể hệ đèn ảo được tạo ra nhằm hướng tới các khách hàng tiềm năng ở trên, cho phép họ trải nghiệm thử các sản phẩm của công ty thông qua mạng và giao diện website. Tức là, doanh nghiệp phân phối đèn không cần mở ra các showroom để khách hàng có thể trải nghiệm đèn. Một môi trường mô phỏng 3D (ví dụ phòng ảo, có chứa các đèn ảo) cho phép các khách hàng tiềm năng điều khiển thử các đèn và quan sát xem sự thay đổi của căn phòng.

Các sáng chế trước đó của HuePress đã đề cập đến hệ thống và phương pháp điều khiển các đèn thông minh. Thực tế, đèn ảo sẽ tận dụng lại toàn bộ các giao thức tương tác với ứng dụng (App), tức là kết thừa toàn bộ mã nguồn (API) sẵn có của hệ thống. Các sáng chế đã được nộp và đã đề cập tới hệ thống đèn thông minh bao gồm:

- Sáng chế số 1-2021-01747, “Hệ thống và phương pháp chiếu sáng dịch vụ và giao tiếp khách hàng qua kênh ánh sáng LiFi cho các nhà hàng” [2]. Sáng chế này khái quát tổng thể các phương pháp cấp quyền và quản lý nhiều ứng dụng điều khiển dựa trên mã định danh toàn cầu của App (App-ID) và mã định danh cho quyền điều khiển một hệ thống cụ thể của App (App-key).
- Sáng chế số 1-2021-05067 “Hệ thống điều khiển đèn không dây nhiều thành phần, phương pháp và quy trình điều khiển có kèm mã bảo mật OTC” [3]. Sáng chế này bổ sung thêm các tầng bảo mật điều khiển cho hệ thống đèn thông minh bằng việc sử dụng mã sử dụng một lần One-time-code (OTC).
- Sáng chế PCT/VN2021/000021, “System and method to control smart lighting in the augmented reality environment by using “look-to-link” protocol with camera” (Tạm dịch là: Hệ thống và phương pháp điều khiển đèn thông minh trong môi trường thực tế tăng cường bằng cách sử dụng giao thức "nhìn để liên kết" với máy ảnh) [4]. Đơn sáng chế quốc tế này là tổng hợp từ ba sáng chế trong nước, trong đó toàn bộ hệ thống đèn thông minh nhiều thành phần được mô tả chi tiết. Cách thức tương tác và hoạt động cụ thể của chúng cũng đã được mô tả.

Ở đây, đối với đèn ảo, các phương pháp điều khiển là hoàn toàn được kế thừa, và sẽ có một số thay đổi để phù hợp với trải nghiệm online hơn. Do vậy, sáng chế này là sự phát triển tiếp các kỹ thuật từ các sáng chế đã nộp trước đây.

(2) Phương pháp điều chế ánh sáng cho đèn ảo

Việc điều chế ánh sáng để truyền thông tin tới camera cho phép thêm mới một trải nghiệm thực tế tăng cường (AR - Augmented Reality). Đặc biệt, trải nghiệm AR cho việc điều khiển hệ thống chiếu sáng thông minh đang trở thành một giải pháp tiên tiến và hiện đại.

Các bằng sáng chế mới nhất ứng dụng AR cho hệ thống chiếu sáng thông minh bao gồm các sáng chế trong nước số đơn 1-2020-06602 [5], 1-2021-01747 [6], 1-2021-02449 [7], và đơn sáng chế quốc tế PCT/VN2021/000021 [4]. Các sáng chế này đều sử dụng cho đèn thông minh với nguồn sáng là các chip LED, trong đó một môđun điều chế ánh sáng (ví dụ chip WiFi với các dòng esp8266 hoặc esp32) dùng để điều chế xung tín hiệu theo dạng tắt mở On-off-keying (OOK) hoặc điều chế tần số frequency-shift-

keying (FSK). Các sáng chế mới này là sự cải tiến từ các phương pháp điều chế dùng cho đèn LED trong chuẩn IEEE 802.15.7-2018.

Các phương pháp điều chế ánh sáng đèn LED này yêu cầu về chống nháy (tiếng anh flicker-free), tức là xung nhịp điều chế phải trên 200Hz để mắt không cảm nhận thấy sự thay đổi cường độ ánh sáng thay đổi trong quá trình điều chế ánh sáng. Tất cả các phương pháp điều chế này đều không sử dụng được cho đèn ảo, bởi vì đèn ảo sẽ được hiển thị trên màn hình máy tính (hoặc màn hình thiết bị di động) với tần số quét màn hình rất thấp (200Hz hoặc 120Hz hoặc thấp hơn). Do đó, cần có các phương pháp điều chế ánh sáng riêng cho đèn ảo.

Sáng chế này đề xuất phương pháp điều chế hoàn toàn mới cho đèn ảo, bằng việc kết hợp điều chế OOK với điều chế biên độ (amplitude modulation, viết tắt AM). Phương pháp điều chế này đặc biệt ở chỗ, nó phù hợp cho đèn ảo với sự thay đổi màu sắc ngẫu nhiên; đồng thời, đảm bảo rằng mắt thường không nhìn thấy sự thay đổi màu sắc (tức nháy màn hình) trong quá trình đèn phát tín hiệu qua kênh ánh sáng.

HuePress trước đó đã hoàn thiện nhiều hệ thống điều chế ánh sáng sử dụng màn hình, để chứng minh việc hiển thị đèn ảo qua màn hình là hoàn toàn khả thi để triển khai điều chế ánh sáng. Các hệ thống đã thực hiện bao gồm: demo hệ thống điều chế màu sắc sử dụng màn hình [8], và demo hệ thống điều chế cường độ ánh sáng (dạng điều chế một phần biên độ, ẩn thông tin) sử dụng màn hình [9].

Tài liệu tham khảo:

- [1] Các sản phẩm đèn thông minh của HuePress đã sản xuất, Website: huepress.vn
- [2] Sáng chế số 1-2021-01747, “Hệ thống và phương pháp chiếu sáng dịch vụ và giao tiếp khách hàng qua kênh ánh sáng LiFi cho các nhà hàng”
- [3] Sáng chế số 1-2021-05067, “Hệ thống điều khiển đèn không dây nhiều thành phần, phương pháp và quy trình điều khiển có kèm mã bảo mật OTC”
- [4] Sáng chế PCT/VN2021/000021, “System and method to control smart lighting in the augmented reality environment by using “look-to-link” protocol with camera”
- [5] Sáng chế số đơn 1-2020-06602, “Phương pháp, hệ thống điều khiển thiết bị chiếu sáng thông minh sử dụng cơ chế nhìn và chọn qua camera thực tế tăng cường”
- [6] Sáng chế số đơn 1-2021-01747, “Hệ thống và phương pháp chiếu sáng dịch vụ và giao tiếp khách hàng qua kênh ánh sáng LiFi cho các nhà hàng”

[7] Sáng chế số đơn 1-2021-02449, “Phương pháp, hệ thống điều khiển thiết bị chiếu sáng thông minh thông qua camera sử dụng bước sóng hồng ngoại”

[8] Video demo hệ thống điều chế màu sắc sử dụng màn hình, link: <https://opticalpress.com/open-source/a-ql-code/>

[9] Video demo hệ thống điều chế cường độ ánh sáng (dạng điều chế một phần biên độ, âm thông tin) sử dụng màn hình, link: <https://opticalpress.com/open-source/ha-ql-code/>

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất giải pháp để điều chế thông tin qua kênh ánh sáng riêng cho đèn ảo, đèn ảo sẽ được hiển thị trên màn hình máy tính (hoặc màn hình thiết bị di động) với tần số quét màn hình rất thấp (200Hz hoặc 120Hz hoặc thấp hơn).

(i) Bản chất của đèn ảo và hệ thống đèn ảo:

Theo một khía cạnh, sáng chế này đề xuất một hệ thống đèn thông minh ảo, thực chất là thay đèn thông minh thật bằng đèn ảo để cho các khách hàng tiềm năng trải nghiệm thử.

Một sản phẩm đèn thực tế được cấu thành từ hai phần: phần mềm App và phần cứng đèn thông minh. Do đó, hệ thống đèn ảo đề xuất ở đây vừa đem đến trải nghiệm với App thực cho người dùng, vừa cho người dùng trải nghiệm thử sự thay đổi của đèn ảo (tức mô hình 3D ảo của đèn thật, do đó trải nghiệm sẽ tương tự như với đèn thật). Các trải nghiệm này (trải nghiệm trên nền tảng online, đem lại sự tiện lợi) sẽ là đủ để một khách hàng tiềm năng đưa ra quyết định mua hàng hay không.

Hệ thống đèn thông minh ảo bao gồm ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động của người dùng (khách hàng tiềm năng), mô hình 3D của một đèn thông minh (gọi là đèn ảo) nằm trong một môi trường 3D mô phỏng.

Đèn ảo có khả năng thay đổi màu sắc, độ sáng và tạo hiệu ứng màu theo các lệnh điều khiển bởi người dùng thông qua tương tác với App của họ (giống y hệt so với đèn thật, do toàn bộ các chức năng trên nền tảng đám mây API đều sử dụng API sẵn có của đèn thông minh mà công ty đã sản xuất). Ngoài chi tiết về hệ thống chiếu sáng ảo và đèn ảo, các quy trình điều khiển và quản lý quyền điều khiển đều được mô tả chi tiết dựa trên mô hình của các quy trình sản phẩm thực tế mà công ty đã sản xuất.

(ii) Bản chất của thực tế tăng cường (AR) dựa trên camera:

Sáng chế đề xuất sử dụng camera để nhận diện và phân biệt thiết bị điện trong nhà (ví dụ đèn thông minh) để phục vụ cho việc chọn và điều khiển thiết bị. Để làm

được việc này, thiết bị được điều khiển phải phát ra một luồng ánh sáng được mã hóa, để camera có thể phân biệt được thiết bị này với thiết bị khác. Ánh sáng được sử dụng trong việc mã hóa là ánh sáng nhìn thấy, theo một trong ba kênh màu RGB hoặc cả ba kênh màu.

Phương pháp điều chế riêng biệt được đề xuất cho đèn ảo. Quy trình điều chế thông tin để phát mã định danh (ID) của đèn ảo cũng được đề xuất. Quy trình này dựa trên các nghiên cứu và thực tiễn triển khai hệ thống điều chế ánh sáng của màn hình qua nhiều năm nghiên cứu. Trong quy trình này, quy tắc điều chế cường độ ánh sáng đem lại hiệu quả thực hiện theo từng kênh màu RGB hoặc trên cả ba kênh màu độc lập.

Với phương pháp điều chế ánh sáng cho đèn ảo hoàn toàn độc đáo, quy trình giải điều chế tín hiệu ánh sáng sử dụng máy ảnh (camera) cũng được mô tả chi tiết. Quy trình này cũng được mô tả dựa trên thực tiễn triển khai hệ thống điều chế ánh sáng của màn hình qua nhiều năm nghiên cứu.

Chi tiết về bản chất của hệ thống đèn ảo và tính năng AR được mô tả như ở dưới đây.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất Hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR) bao gồm các thành phần:

- (i) thiết bị di động, trong đó có các thành phần: màn hình cảm ứng, phương tiện truyền phát dữ liệu không dây (ví dụ WiFi), và máy ảnh tích hợp (camera);
- (ii) ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động;
- (iii) hệ thống máy chủ và quản lý thông tin;
- (iv) giao diện hiển thị đèn ảo trên web là môi trường mô phỏng không gian ba chiều (3D), trong đó có các mô hình đèn ảo;
- (v) các đèn ảo là mô hình của đèn thật, bao gồm mô hình phần cứng và mô hình chùm sáng có khả năng thực hiện việc điều chế cường độ ánh sáng để phát thông tin qua kênh ánh sáng tới cho camera, trong đó thông tin này bao gồm ít nhất mã định danh (ID) của mỗi đèn ảo;

trong đó:

việc điều chế tín hiệu ánh sáng để phát thông tin về mã định danh (ID) của đèn ảo thông qua kênh ánh sáng bao gồm:

mã định danh (ID) sẽ được chuyển đổi sang một chuỗi bit, sau đó được chia nhỏ thành các bản tin bởi khối S/P (serial to parallel) với kích thước phù hợp cho việc mã hóa theo từng khung tin;

từng bản tin sẽ được mã hóa với phương pháp mã hóa dòng (tỉ lệ mã hóa là 1 bit đầu vào và 2 bit đầu ra), trong đó bit '0' và bit '1' được mã hóa thành cặp bit '00' hoặc '10' (có thể theo đúng thứ tự hoặc theo thứ tự ngược lại);

chèn một đoạn tin đặc biệt là phần mở đầu vào đầu khung tin (gọi là preamble), bản tin này có chứa ít nhất 4-bit đặc trưng là '1100' hoặc '0011' để có thể phân biệt với phần thân khung tin;

phần mở đầu khung tin thường được chọn là '1100' để phân biệt với các cặp bit mã hóa trong thân khung tin ('00' hoặc '10'). Đây là một bản tin mở đầu ngắn nhất có thể sử dụng; tuy nhiên, các bản tin dài hơn cũng có thể được dùng thay thế, bao gồm bản tin '111000'; hoặc '110010',..., chúng đều chứa 4-bit của bản tin mở đầu phiên bản ngắn nhất.

sử dụng bản tin đã mã hóa để điều chế cường độ ánh sáng theo dạng điều chế một phần biên độ của một hoặc tất cả các kênh màu R, G, B, điều chế cường độ ánh sáng có thể được thực hiện theo từng kênh màu RGB hoặc trên cả ba kênh màu độc lập theo quy tắc sau:

$$0(x) = x;$$

$$1(x) = \begin{cases} x + \Delta, & \text{nếu } x < \text{INTENSITY_MAX}/2 \\ x - \Delta, & \text{nếu } x \geq \text{INTENSITY_MAX}/2 \end{cases}$$

trong đó:

x là cường độ ánh sáng của đèn ảo (ví dụ cho trường hợp trên một kênh màu, tương tự cho trường hợp nhiều kênh màu),

$0(x)$ và $1(x)$ là đầu ra của cường độ ánh sáng sau điều chế khi có bit = '0' và bit = '1' đầu vào,

INTENSITY_MAX là giá trị lớn nhất của cường độ sáng hiển thị trên màn hình thiết bị (giao diện web),

Δ (với giá trị $< \text{INTENSITY_MAX}$) là biên độ của tín hiệu điều chế ánh sáng;

áp dụng xung nhịp (data clock) để phát chuỗi cường độ ánh sáng đã điều chế tới đèn ảo, chuyển tiếp thành các giá trị cường độ ánh sáng trong chuỗi đã điều chế (chuỗi các giá trị $0(x)$ và $1(x)$), tốc độ xung nhịp này không vượt quá 1/2 tốc độ chụp ảnh của máy ảnh, camera.

Trong đó hệ thống máy chủ và quản lý thông tin bao gồm ít nhất là các dịch vụ:

- (i) dịch vụ quản lý thiết bị cho phép quản lý các thành phần thiết bị của hệ thống, bao gồm ứng dụng (App) cài trên thiết bị di động, và các đèn ảo;
- (ii) dịch vụ quản lý quyền điều khiển cho phép quản lý quyền điều khiển của App tới các đèn ảo;
- (iii) dịch vụ thực tế tăng cường (AR) nhằm quản lý tính năng phát mã định danh (ID) của các đèn ảo và quản lý quyền sử dụng tính năng AR của một ứng dụng.

Trong đó dịch vụ thực tế tăng cường (AR) cho phép người dùng chọn-và-điều khiển các đèn ảo, tuân theo các bước thực hiện như sau:

- i) máy chủ phân bổ một danh sách các mã định danh trong một mạng nội bộ (gọi là ID) cho các đèn ảo trong một phòng ảo (Room3D);
- ii) máy chủ gửi danh sách các mã định danh này tới cho ứng dụng (App);
- iii) các đèn ảo thực hiện điều chế ID của chúng, rồi phát thông tin đã điều chế thông qua kênh ánh sáng;
- iv) App bật máy ảnh (camera) để ghi hình thời gian thực các đèn ảo;
- v) người dùng tương tác với màn hình trên App để chọn một đèn hoặc nhiều đèn cụ thể;
- vi) App bật camera để chụp ảnh liên tiếp để ghi nhận hình ảnh của các đèn ảo;
- vii) App thực hiện giải mã và truy ra ID của các đèn ảo có mặt trên giao diện web của phòng ảo, từ đó tạo liên kết giữa App và các đèn này nhằm phục vụ cho việc điều khiển;
- viii) App hiển thị bảng điều khiển ánh sáng và cho phép người dùng điều khiển chế độ chiếu sáng của các đèn đã chọn.

Theo một phương án khác, sáng chế cũng đề xuất phương pháp điều chế tín hiệu ánh sáng để phát thông tin mã định danh (ID) của đèn ảo sử dụng Hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR), phương pháp này bao gồm:

- i) chuyển đổi mã định danh (ID) sang một chuỗi bit, sau đó được chia nhỏ thành các bản tin bởi khối S/P (serial to parallel) với kích thước phù hợp cho việc mã hóa theo từng khung tin;
- ii) mã hóa từng bản tin sẽ bằng phương pháp mã hóa dòng (tỉ lệ mã hóa là 1 bit đầu vào và 2 bit đầu ra), trong đó bit '0' và bit '1' được mã hóa thành cặp bit '00' hoặc '10' (có thể theo đúng thứ tự hoặc theo thứ tự ngược lại);
- iii) chèn một đoạn tin đặc biệt là phần mở đầu vào đầu khung tin (gọi là preamble);
- iv) sử dụng bản tin đã mã hóa để điều chế cường độ ánh sáng theo dạng điều chế một phần biên độ của một hoặc tất cả các kênh màu R,G,B;
- v) áp dụng xung nhịp (data clock) để phát chuỗi cường độ ánh sáng đã điều chế tới đèn ảo.

Theo một phương án khác, sáng chế cũng đề xuất phương pháp giải điều chế tín hiệu ánh sáng để giải mã thông tin mã định danh (ID) của đèn ảo trong Hệ thống đèn ảo

trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR), sử dụng thiết bị tính toán có tích hợp máy ảnh (camera) bao gồm:

- (i) thực hiện quay video thời gian thực sử dụng camera bởi khối xem video trước xử lý (camera preview);
- (ii) dựa trên hình ảnh thời gian thực từ camera, người dùng; tương tác với màn hình hiển thị của thiết bị di động để chọn khu vực có đèn ảo mà họ muốn điều khiển, gọi là khu vực quan tâm, ROI (Region of Interest), hoặc giao diện màn hình cũng cho phép người dùng tùy chỉnh góc nhìn hoặc mức độ Zoom;
- (iii) dựa trên thao tác định nghĩa khu vực ROI của người dùng, App sẽ thực hiện thuật toán để có thể khoanh vùng và thu hẹp vùng ROI;
- (iv) sau khi vùng ROI được định nghĩa rõ ràng, các mẫu tín hiệu ánh sáng từ đèn ảo sẽ được trích xuất;
- (v) cuối cùng, việc giải mã khung tin dựa trên các mẫu tín hiệu ánh sáng sẽ được thực hiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ minh họa sơ đồ cấu tạo của hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR).

Hình 2 là hình vẽ minh họa sơ đồ hệ thống truyền nhận thông tin từ đèn tới camera.

Hình 3 là hình vẽ minh họa luồng sơ đồ chức năng tại bên nhận thông tin (camera).

Hình 4 là hình vẽ minh họa chi tiết luồng sơ đồ chức năng tại bên nhận thông tin (camera).

Hình 5 là hình vẽ minh họa phương pháp chuyển danh sách các đèn phát ID theo từng lớp khoảng cách.

Hình 6 là hình vẽ minh họa giao diện màn hình của hệ thống điều chế màu sắc sử dụng màn hình.

Hình 7 là hình vẽ minh họa giao diện màn hình của hệ thống điều chế cường độ ánh sáng (dạng điều chế một phần biên độ, ẩn thông tin) sử dụng màn hình.

Hình 8 là hình vẽ minh họa các trường hợp trong thiết kế ứng dụng (App) để điều khiển thiết bị đơn lẻ.

Hình 9 là hình vẽ minh họa giao diện thực tế của ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động của người dùng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Đề cập đến Hình 1, Hình 1 minh họa sơ đồ cấu tạo của hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR).

Hệ thống này bao gồm:

Thiết bị di động 101, trong đó có các thành phần: màn hình cảm ứng, phương tiện truyền phát dữ liệu không dây (ví dụ WiFi c105), và máy ảnh tích hợp Camera 101-1;

Hệ thống máy chủ và quản lý thông tin 102, trong đó bao gồm nhiều dịch vụ: Dịch vụ quản lý thiết bị 102-1, Dịch vụ quản lý quyền điều khiển 102-2, Dịch vụ thực tế tăng cường AR 102-3;

Giao diện hiển thị đèn ảo trong môi trường 3D mô phỏng 103, trong đó có các mô hình đèn ảo 104. Giao diện này được gắn với dịch vụ web, và được liên kết với hệ thống máy chủ thông qua các giao thức mạng c106.

Các đèn ảo 104 có khả năng điều chế cường độ ánh sáng để phát thông tin qua kênh ánh sáng c107 tới cho camera.

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của đèn thông minh thật được tham chiếu toàn bộ đến các mô tả và yêu cầu bảo hộ của đơn sáng chế số 1-2021-01747, 1-2021-05067, và PCT/VN2021/000021. Đèn ảo thực chất là một mô phỏng chế độ chiếu sáng của đèn thông minh trên thực tế.

Các dịch vụ của máy chủ, bao gồm Dịch vụ quản lý thiết bị 102-1, Dịch vụ quản lý quyền điều khiển 102-2, cũng sẽ được tham chiếu một phần tới các đơn sáng chế số 1-2021-01747, 1-2021-05067, và PCT/VN2021/000021.

Đề cập đến Hình 2, Hình 2 minh họa sơ đồ hệ thống truyền nhận thông tin từ đèn tới camera.

Dữ liệu đầu vào là một chuỗi thông tin dạng bit (thường là một mã định danh ID của đèn, đã được chuyển sang dạng bit).

Chuỗi bit sẽ được chia nhỏ thành các bản tin bởi khối S/P (Serial to Parallel) 201 với kích thước phù hợp cho việc mã hóa theo từng khung tin.

Từng bản tin sẽ được mã hóa 202 theo bảng mã hóa sau:

Bảng 1: Bảng mã hóa bit (bit mapping)

Đầu vào	Đầu ra, s[]
bit '0'	00
bit '1'	10
Mở đầu khung tin (Preamble)	1100

Theo Bảng 1, tất cả các đầu ra của bảng mã hóa đều kết thúc bởi ‘0’. Do đó, việc giải mã sẽ được thực hiện dựa trên kết quả đối chiếu giữa hai đầu ra, cụ thể:

- $s[n]$: tín hiệu nhận được
- $d[n] = s[n] - s[n-1]$: Tín hiệu so bit với một bit liền kề trước đó

Bảng 2: Bảng giá trị so sánh 2 bit, dạng $d[n] = s[n] - s[n-1]$

Bit trước đó, $s[n-1]$	Đầu vào $s[n], s[n+1], \dots$	Đầu ra, $d[n], d[n+1], \dots$
0	00	00
0	10	10
0	1100	1010

Bảng 2 đưa ra kết quả của việc các bit với bit liền kề trước đó, theo dạng $d[n] = s[n] - s[n-1]$. Kết quả cho thấy, đối với chuỗi bit mở đầu bản tin (preamble), kết quả sẽ là hoàn toàn khác biệt so với phần còn lại. Tức là, preamble là khác biệt so với phần thân khung tin, bất kể nội dung của phần thân khung tin. Do đó, việc giải mã bản tin là có thể thực hiện được bằng nguyên tắc đối chiếu các bit với bit liền kề trước đó.

Sau khi mã hóa bản tin (số lượng bit sau mã hóa sẽ tăng gấp đôi so với trước khi mã hóa), một đầu khung tin được chèn vào 203.

Kế tiếp, bản tin sau mã hóa dạng bit (binary) sẽ được điều chế sang cường độ ánh sáng 204 hiển thị trên màn hình.

Việc điều chế cường độ ánh sáng có thể được thực hiện theo từng kênh màu RGB, hoặc trên cả ba kênh màu độc lập. Để đơn giản minh họa, ví dụ sau đây sẽ giả sử việc thực hiện điều chế cường độ ánh sáng khi cường độ ánh sáng của đèn ảo đang là x . Đầu ra của cường độ ánh sáng sau điều chế sẽ là $0(x)$ khi có bit = ‘0’ đầu vào, hoặc $1(x)$ khi có bit = ‘1’ đầu vào.

Hai hàm cường độ ánh sáng $0(x)$ và $1(x)$ được thực hiện như sau:

$$0(x) = x;$$

$$1(x) = \begin{cases} x + \Delta, & \text{nếu } x < \text{INTENSITY_MAX}/2 \\ x - \Delta, & \text{nếu } x \geq \text{INTENSITY_MAX}/2 \end{cases}$$

trong đó, Δ là biên độ của tín hiệu điều chế, còn INTENSITY_MAX là giá trị lớn nhất của cường độ sáng hiển thị trên màn hình thiết bị (giao diện web).

Sau khi điều chế cường độ sáng ở một kênh hoặc cả ba kênh trong hệ màu RGB, xung tín hiệu sẽ được chuyển tới mô hình đèn ảo 206 để hiển thị. Một xung nhịp (data

clock 205) sẽ được áp dụng để chuyển tiếp các giá trị cường độ ánh sáng $0(x)/1(x)$ trong chuỗi đã điều chế. Xung nhịp này phải không được vượt quá $1/2$ tốc độ chụp ảnh (fps) của camera, để đảm bảo rằng camera có thể giải mã được tín hiệu ánh sáng điều chế, tuân theo điều kiện về tần số lấy mẫu Nyquist.

Tiếp tục với Hình 2, máy ảnh camera 207 sẽ liên tục chụp ảnh với tốc độ chụp (fps) lớn hơn hai lần tốc độ phát xung của đèn ảo. Ví dụ, đèn ảo phát xung với tốc độ 10Hz, thì camera phải chụp với tốc độ không nhỏ hơn 20fps mới có thể giải mã được tín hiệu.

Với thiết bị di động có gắn camera (điện thoại) và có màn hình cảm ứng, người dùng có thể tương tác với màn hình cảm ứng để thực hiện thay đổi góc nhìn hoặc Zoom trong môi trường 3D. Tiếp đó, người dùng có thể chạm vào khu vực có chứa đèn mà họ quan tâm để chọn vùng ROI 209.

Việc tương tác với người dùng chỉ là một bước đầu để định nghĩa đèn ảo họ muốn điều khiển. Tiếp đó, App sẽ thực hiện xử lý ảnh để truy tìm đèn ảo hoặc ít nhất là khoanh vùng khu vực có đèn ảo để thu hẹp phạm vi ROI trong ảnh chụp 208.

Sau khi xác định được ROI, App tiến hành xử lý ảnh trong khu vực ROI. Việc truy tìm khung tin (preamble) sẽ được thực hiện 210, sau đó thì việc giải mã bản tin 211 sẽ được thực hiện.

Trong trường hợp toàn bộ chuỗi tin có độ dài lớn hơn một bản tin, thì khối P/S sẽ tổng hợp các bản tin lại để hợp nhất thành chuỗi tín hiệu (chuỗi bit) cần tìm.

Tiếp tục với Hình 2, quy trình giải mã khung tin sẽ được thực hiện theo một thuật toán, trong đó hỗ trợ việc truy tìm khung tin (preamble) sẽ được thực hiện 210, sau đó thì việc giải mã bản tin 211 sẽ được thực hiện. Cụ thể như sau:

- Gọi $y[n]$ là tín hiệu (dạng cường độ sáng) nhận được theo từng mẫu, trong đó mỗi một ảnh chụp sẽ cho ra một mẫu tín hiệu cường độ sáng.
- $z[n] = |y[n] - y[n-1]|$: gọi là tín hiệu so sánh cường độ sáng của một mẫu ảnh với một mẫu ảnh liền kề trước đó; trong đó $|\cdot|$ là phép tính giá trị tuyệt đối.

Theo đó, tại một mẫu ảnh chụp,

$$y[n] = \begin{cases} 0(x) = x \\ 1(x) = \begin{cases} x + \Delta, & \text{nếu } x < \text{INTENSITY_MAX}/2 \\ x - \Delta, & \text{nếu } x \geq \text{INTENSITY_MAX}/2 \end{cases} \end{cases}$$

$$z[n] = \begin{cases} 0, & \text{nếu } y[n] = y[n-1] \\ \Delta, & \text{các TH còn lại} \end{cases}$$

trong đó, Δ là biên độ của tín hiệu điều chế

Khi chuỗi bit dữ liệu được mã hóa theo Bảng 1, và dựa trên kết quả so sánh hai mẫu liên kế ở Bảng 2, ta có kết quả so sánh mẫu ảnh chụp như sau:

Bảng 3: Bảng giá trị so sánh cường độ sáng tại hai mẫu ảnh chụp liên kế, $z[n] = |y[n] - y[n-1]|$:

Mẫu cường độ sáng trước đó, $y[n-1]$	Đầu vào $y[n], y[n+1], \dots$	Đầu ra, $z[n], z[n+1], \dots$
$0(x)$	$0(x) \ 0(x)$	$0 \ 0$
$0(x)$	$1(x) \ 0(x)$	$\Delta \ 0$
$0(x)$	$1(x) \ 1(x) \ 0(x) \ 0(x)$	$\Delta \ 0 \ \Delta \ 0$

Kết quả cho thấy, đối với chuỗi tín hiệu dạng cường độ sáng, mở đầu bản tin (preamble) sẽ có kết quả hoàn toàn khác biệt so với phần còn lại. Tức là, preamble là khác biệt so với phần thân khung tin, bất kể nội dung của phần thân khung tin. Do đó, việc giải mã bản tin là có thể thực hiện được bằng nguyên tắc đối chiếu các ảnh với ảnh liên kế trước đó.

Đề cập đến Hình 3, hình 3 minh họa luồng sơ đồ chức năng tại bên nhận thông tin (camera).

Khởi quay video trước xử lý (camera preview) 301 thực hiện quay video thời gian thực sử dụng camera. Dựa trên hình ảnh thời gian thực từ camera, người dùng có thể tương tác với màn hình hiển thị của thiết bị di động để chọn khu vực có đèn ảo mà họ muốn điều khiển 302, gọi là khu vực ROI (viết tắt của Region of Interest). Ngoài ra, giao diện màn hình cũng cho phép người dùng tùy chỉnh góc nhìn hoặc mức độ Zoom.

Dựa trên thao tác định nghĩa khu vực ROI của người dùng, App sẽ thực hiện thuật toán để có thể khoanh vùng lại vùng ROI 303, bởi vì thao tác của người dùng sẽ có sai số vị trí. Thuật toán khoanh vùng ROI sẽ dựa trên xử lý ảnh, cụ thể:

- Do đèn có độ sáng vượt trội so với các khu vực nền, do đó, việc tìm khu vực ROI trong ảnh sẽ chỉ cần đặt ngưỡng cứng về độ sáng để loại bỏ các khu vực nền không quan tâm.

Trong một vài trường hợp, ROI có thể được định nghĩa không đúng, App sẽ có các phản hồi tới người dùng 304, cụ thể:

Trường hợp người dùng chạm vào khu vực không chứa bất kỳ đèn ảo nào, khi đó ROI sẽ được trả về NULL

Trường hợp người dùng chọn một khu vực có đèn ảo, nhưng đèn này đang không phát ID. Khi đó, App sẽ hiển thị thông báo đến người dùng để người dùng thực hiện lại các thao tác chọn vùng ROI như ở khối chức năng 302.

Cuối cùng, sau khi vùng ROI được định nghĩa rõ ràng, quy trình giải mã khung tin 305 sẽ được thực hiện.

Đề cập tới Hình 4, hình 4 minh họa chi tiết luồng sơ đồ chức năng tại bên nhận thông tin (camera). Đây là sơ đồ chức năng chi tiết hơn so với Hình 3.

Khởi quay video trước xử lý (camera preview) 401 thực hiện quay video thời gian thực sử dụng camera.

Dựa trên hình ảnh thời gian thực từ camera, người dùng có thể tương tác với màn hình hiển thị của thiết bị di động để chọn khu vực có đèn ảo mà họ muốn điều khiển, 402, gọi là khu vực ROI (viết tắt của Region of Interest). Ngoài ra, giao diện màn hình cũng cho phép người dùng tùy chỉnh góc nhìn hoặc mức độ Zoom.

Dựa trên thao tác định nghĩa khu vực ROI của người dùng, App sẽ thực hiện thuật toán để thu hẹp vùng ROI 403, bởi vì thao tác của người dùng sẽ có sai số vị trí. Thuật toán khoanh vùng ROI sẽ dựa trên xử lý ảnh; tuy nhiên, sẽ có hai trường hợp trạng thái của đèn trong vùng ROI ảnh hưởng tới thuật toán tìm kiếm đèn:

- Trường hợp 1 (đèn đang bật, ON): Do đèn có mức sáng vượt trội so với khu vực nền xung quanh, do đó việc thu hẹp vùng ROI có thể được thực hiện một cách đơn giản nhờ đặt ngưỡng cố định cho độ sáng để loại bỏ nền.
- Trường hợp 2 (đèn đang tắt, OFF): Trong trường hợp này, việc đặt ngưỡng là không được phép, vì đèn cũng sẽ tối giống như nền.

Trong trường hợp 2, ROI sẽ được gán với giá trị mặc định, tức $ROI_size = size_min$ là kích thước tối thiểu của vùng ROI (được định nghĩa bởi hệ thống, và đồng thuận giữa giao diện web và App).

Từ vùng ROI đã được định nghĩa, quy trình giải mã khung tin 404 sẽ được thực hiện.

Sau đó, dữ liệu được mã hóa là ID (dạng chuỗi bit) sẽ cần được xác thực 405, để tránh trường hợp quy trình giải mã bị sai. Nếu ID là một mã định danh hợp lệ của đèn (ID này nằm trong danh sách ID của các đèn ảo đang ở chế độ phát ID), thì quy trình chọn đèn sẽ hoàn tất.

Trường hợp còn lại, khi ID là không hợp lệ, thì quy trình chọn đèn sẽ phải làm lại từ đầu. Các bước trung gian sẽ được thêm vào để cải tiến việc truyền phát ID, bao gồm:

- Trường hợp 1: Người dùng chủ động thao tác với giao diện web để Zoom in/out 407, từ đó giao diện web sẽ chuyển tiếp (cập nhật) danh sách các đèn đang phát ID theo sự quan tâm của người dùng 408.
- Trường hợp 2: Ngoài ra, App cũng có thể tự động gửi yêu cầu tới cho web, yêu cầu web chuyển danh sách các đèn phát ID 409 (tức là, danh sách này sẽ tập trung vào khu vực ROI xung quanh vị trí mà người dùng đang tương tác với màn hình).

Trong cả hai trường hợp trên, web sẽ chuyển danh sách các đèn phát ID 408 để tập trung hơn tới khu vực ROI nhận được quan tâm của người dùng. Và cuối cùng, toàn bộ quy trình chọn đèn sẽ được thực hiện lại từ đầu, bắt đầu bằng bước Camera preview 401.

Đề cập tới Hình 5, hình 5 minh họa phương pháp chuyển danh sách các đèn phát ID theo từng lớp khoảng cách.

Do trong một khung hình quan sát, sẽ có nhiều đèn với các kích thước khác nhau và khoảng cách tới vị trí của người dùng là khác nhau. Để tránh việc chồng lấn khu vực của các đèn ảo và tối giản danh sách phát ID cùng lúc, phương pháp chuyển danh sách các đèn phát ID theo từng lớp khoảng cách được đề xuất.

Tức là, tại một vị trí quan sát, sẽ chỉ có các đèn với một khoảng kích thước nhất định mới ở chế độ điều chế và phát ID (tương ứng với khoảng cách tới vị trí quan sát của người dùng phải nằm trong khoảng được định nghĩa).

Ở hình bên trái 501, có hai cụm đèn độc lập ở các khoảng cách khác nhau, bao gồm cụm đèn ở gần, 501-1 và 501-2, và cụm đèn ở xa 501-3. Tại vị trí quan sát này, sẽ chỉ có hai đèn ở gần, tức là đèn 501-1 và 501-2, là đang phát mã định danh ID. Các đèn ở xa còn lại 501-3 sẽ không phát ID.

Ở hình bên phải 502, khi người dùng chọn tập trung vào khu vực đèn 501-3, khi này cụm đèn này sẽ được phóng to trở thành cụm 502-3. Lúc này, các đèn này sẽ chuyển sang chế độ phát mã định danh ID, và cho phép App phát hiện ID của đèn thông qua camera.

Tiếp tục với Hình 5, quy trình chuyển lớp danh sách phát ID của các đèn được thực hiện như sau:

- Khi tầm nhìn của người dùng có nhiều lớp (layer) đèn khác nhau với các khoảng cách khác nhau tới vị trí người dùng, thì chỉ layer đèn phía trước phát ID 503 (tức là đèn 501-1 và 501-2)
- Web sẽ thực hiện chuyển danh sách các đèn phát ID theo từng lớp 504, tùy theo tương tác với người dùng (tức là tùy theo sự quan tâm của người dùng tới một cụm đèn hoặc một lớp đèn cụ thể)
- Sau khi xác định sự quan tâm của người dùng, layer đèn phía sau sẽ thực hiện phát ID (tức cụm đèn 501-3)

Đề cập tới Hình 6, hình 6 là giao diện màn hình của hệ thống điều chế màu sắc sử dụng màn hình.

Trước đó, các tác giả đã hoàn thiện nhiều hệ thống điều chế ánh sáng sử dụng màn hình, để chứng minh việc hiển thị đèn ảo qua màn hình là hoàn toàn khả thi để triển khai điều chế ánh sáng. Các hệ thống đã thực hiện bao gồm: demo hệ thống điều chế màu sắc

sử dụng màn hình, và demo hệ thống điều chế cường độ ánh sáng (dạng điều chế một phần biên độ, ẩn thông tin) sử dụng màn hình.

Dưới đây là một số tính năng kỹ thuật nâng cao từ dự án mã điều chế màu sắc (gọi là A-QL), bao gồm thiết bị phát sử dụng màn hình (TX) và thiết bị thu có camera (RX).

Tính năng kỹ thuật TX:

- Đọc tệp để truyền; mã sửa lỗi chuyển tiếp hai lớp (mã Reed-Solomon bên ngoài và mã hóa bên trong)
- Số lượng điểm màu trong TX lên tới 1000 điểm độc lập
- Kích thước hiển thị TX có thể điều khiển được vì mỗi ô nhỏ đều có thể thay đổi kích thước.
- Tốc độ xung nhịp có thể điều khiển để thay đổi tốc độ phát khung của TX

Các tính năng kỹ thuật của RX:

- Kỹ thuật xử lý đa tác vụ song song để xử lý hình ảnh thời gian thực
- Tự động phát hiện và theo dõi chuyển động của TX
- Quy trình đào tạo Auto- Walsh để hiệu chỉnh việc giải mã màu sắc
- Sửa lỗi hai lớp
- Hiển thị dữ liệu thời gian thực và giám sát tỉ lệ bit lỗi (BER)

Đề cập tới Hình 7, hình 7 là giao diện màn hình của hệ thống điều chế cường độ ánh sáng (dạng điều chế một phần biên độ, ẩn thông tin) sử dụng màn hình.

Tương tự như hệ thống ở Hình 6, hệ thống này có các tính năng kỹ thuật TX:

- Đọc tệp để truyền,
- Mã hóa Convolutional Code có đảo vị trí (inter-leaving)
- Kích thước hiển thị TX có thể thay đổi được (lên tới 32x32 điểm phát dữ liệu độc lập và đồng thời)
- Có thể kiểm soát biên độ của tín hiệu điều chế trên màn hình hiển thị của TX để biến từ mã hiển thị nhìn thấy được thành mã ẩn thông tin trong màn hình
- Tốc độ xung nhịp có thể điều khiển để thay đổi tốc độ phát khung dữ liệu của TX

Các tính năng kỹ thuật của RX:

- Các kỹ thuật đa tác vụ để xử lý hình ảnh thời gian thực
- Tự động phát hiện và theo dõi sự chuyển động của TX
- Quy trình đào tạo ngưỡng tự động để phát hiện khung dữ liệu
- Quy trình đào tạo ngưỡng tự động để phát hiện phần mở đầu và khôi phục gói tin
- Đào tạo chuyển tiếp nguồn cấp dữ liệu cho phép RX giải mã chính xác ngay cả khi TX thay đổi độ trong suốt của nó

- Hiện thị nhiều tab thời gian thực, bao gồm hiện thị dữ liệu và giám sát tỉ lệ bit lỗi (BER)

Đề cập tới Hình 8, hình 8 minh họa các trường hợp trong thiết kế ứng dụng (App) để điều khiển thiết bị đơn lẻ. Các trường hợp này sẽ được đưa vào ứng dụng (App) cho các đèn thông minh và bán trên thị trường.

Điều khiển thiết bị đơn lẻ là tổ hợp các chức năng nhằm thay đổi trạng thái của một thiết bị được chọn đến một trạng thái mong muốn. Sự thay đổi này là độc lập và có thể ghi đè trạng thái được thiết lập trước đó thông qua điều khiển nhóm. Sử dụng các phương thức truyền phổ biến, các lệnh sẽ được truyền từ App sang mục tiêu cần điều khiển. Các phương thức truyền phổ biến là:

- Mạng nội bộ (LAN), sử dụng giao thức mạng TCP/IP
- Mạng internet, sử dụng giao thức mạng TCP/IP

Trên phương thức truyền, sẽ có các option liên quan đến bảo mật dữ liệu nhằm bảo toàn thông tin và chống tấn công. Các option bao gồm:

- Định danh thiết bị điều khiển: Id session, OCC/LiFi (viết tắt của công nghệ Optical Camera Communication)
- Mã hóa gói tin truyền đi

Phần mềm cũng cung cấp các phương thức khác nhau để người dùng định danh được thiết bị cần được điều khiển:

- Chọn thiết bị/nhóm thiết bị từ danh sách thiết bị
- Chọn thiết bị/nhóm thiết bị qua phương thức OCC/LiFi

Dưới đây sẽ cung cấp mô tả các chức năng điều khiển thiết bị được hỗ trợ bởi App, chú ý các thao tác này sẽ ghi đè các trạng thái trước đó được thiết lập (thông qua điều khiển đơn/nhóm):

- Tắt mở thiết bị
- Tắt mở phương thức bảo mật OCC/LiFi (là phương thức tắt mở có yêu cầu mã bảo mật OTC được phát tầm ngắn thông qua kênh ánh sáng)
- Thay đổi màu sắc (Trong trường hợp thiết bị chiếu sáng)
 - Điều chỉnh thiết bị chiếu sáng lặp lại một sự thay đổi màu theo chỉ định. Trạng thái thay đổi màu có thể được định nghĩa bởi người dùng, hoặc dùng một danh sách các mẫu có sẵn cung cấp bởi App
 - Điều chỉnh thiết bị chiếu sáng đến một màu nhất định. Sự thay đổi màu sắc trực quan trong quá trình điều khiển sẽ phụ thuộc vào môi trường truyền để tối ưu chi phí
 - Điều chỉnh thiết bị chiếu sáng đến một màu được đại diện bởi một nhiệt độ nhất định. Sự thay đổi màu sắc trực quan trong quá trình điều khiển sẽ phụ thuộc vào môi trường truyền để tối ưu chi phí

- Điều khiển màu sắc theo nhạc (Trong trường hợp thiết bị chiếu sáng): Ứng dụng điều khiển có khả năng chơi nhạc và phân tích các đặc trưng của bài nhạc, từ đó đối chiếu với các pattern tương ứng để thay đổi màu sắc của thiết bị chiếu sáng được chọn.
 - Đặt thời gian biểu cho thiết bị: Thao tác phụ thuộc vào từng loại thiết bị được hỗ trợ. Tại thời điểm được chọn, thiết bị được thiết lập sẽ có một action tương ứng.
- Đề cập tới Hình 9, hình 9 chụp lại giao diện thực tế của ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động của người dùng.

Các Menu chứa các thành phần để điều khiển luồng của các màn hình bao gồm các Thanh lựa chọn (Tab) sau:

- Thanh lựa chọn Color: Điều chỉnh màu sắc của đèn 901
- Thanh lựa chọn Temp: Điều chỉnh nhiệt độ màu (độ Kelvin) 902
- Thanh lựa chọn Effect: Chọn hiệu ứng cho đèn
- Thanh lựa chọn Dance: Đồng bộ hiệu ứng đèn với âm thanh
- Thanh lựa chọn Information: Thông tin bổ sung

Trong giao diện điều khiển màu (Color Tab) ở Hình 9, giao diện còn có các chức năng sau:

- Chọn thiết bị: Chọn một đèn cụ thể để điều khiển màu 903
- Vòng tròn chọn màu (color picker): Tùy chọn màu sắc
- Nút ON/OFF: ở trung tâm của vòng tròn chọn màu, nút này (vừa control, vừa indicator) để thay đổi trạng thái bật/tắt
- Thanh ngang điều chỉnh độ sáng của màu đã chọn

Điều kiện thực hiện:

Hệ thống có đầy đủ các thành phần như mô tả, và phải có đường truyền kết nối ổn định để đảm bảo giao tiếp giữa các thành phần.

Dịch vụ máy chủ có đầy đủ các chức năng hỗ trợ, từ giao diện web để hiển thị đèn ảo trong môi trường 3D, tới các tính năng điều chế ánh sáng của đèn ảo, và các dịch vụ quản lý và cho phép điều khiển màu sắc và độ sáng của màu của đèn ảo này.

Màn hình có khả năng thay đổi màu sắc và độ sáng. Có thể điều khiển được cường độ chiếu sáng của màn hình để giao diện web có thể hiển thị các đèn ảo với khả năng truyền phát dữ liệu phục vụ cho thực tế tăng cường (AR).

Smartphone có camera được dùng để có thể trải nghiệm điều khiển đèn thực tế tăng cường AR qua ứng dụng (app). Tuy nhiên, các camera khác (như webcamera, CCTV camera) đều có thể được dùng nếu có Ứng dụng (app) được cài đặt cho việc giải điều chế tín hiệu, kết nối và điều khiển đèn. Tuân theo nguyên tắc lấy mẫu Nyquist, tốc độ chụp ảnh tối thiểu của camera (có thể thay đổi theo thời gian vẫn dùng được) phải lớn

hơn hoặc bằng 2 lần tốc độ phát xung dữ liệu, tức là tốc độ áp dụng cho việc thay đổi cường độ ánh sáng của đèn ảo.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống đèn thông minh ảo nhằm đem lại trải nghiệm thực tế về sản phẩm cho các khách hàng tiềm năng trước khi mua hàng (trải nghiệm thông qua nền tảng online). Hệ thống đèn thông minh ảo bao gồm ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động của người dùng (khách hàng tiềm năng), mô hình 3D của một đèn thông minh (gọi là đèn ảo) nằm trong một môi trường 3D mô phỏng.

Đèn ảo có khả năng thay đổi màu sắc, độ sáng và tạo hiệu ứng màu theo các lệnh điều khiển bởi người dùng thông qua tương tác với App của họ. Một sản phẩm đèn thực tế được cấu thành từ hai phần: App và đèn thông minh. Do đó, hệ thống đèn ảo này vừa đem đến trải nghiệm App thực cho người dùng, vừa cho người dùng trải nghiệm thử sự thay đổi của đèn ảo (tức mô hình của đèn thật). Các trải nghiệm này sẽ là đủ để một khách hàng tiềm năng đưa ra quyết định mua hàng.

Hệ thống đèn ảo có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR) được mô tả chi tiết. Các thành phần hệ thống, các dịch vụ cần thiết để hệ thống hoạt động, và quy trình sử dụng dịch vụ thực tế tăng cường (AR) cho phép người dùng chọn-và-điều khiển các đèn ảo được mô tả rõ ràng. Hệ thống đèn ảo đề xuất là hệ thống đầu tiên được biết đến có khả năng hỗ trợ AR cho đèn ảo.

Quy trình điều chế thông tin để phát mã định danh (ID) của đèn ảo cũng được đề xuất. Quy trình này dựa trên các nghiên cứu và thực tiễn triển khai hệ thống điều chế ánh sáng của màn hình qua nhiều năm nghiên cứu. Trong quy trình này, quy tắc điều chế cường độ ánh sáng đem lại hiệu quả thực hiện theo từng kênh màu RGB hoặc trên cả ba kênh màu độc lập.

Quy tắc điều chế cường độ ánh sáng được đề xuất cho đèn ảo (dựa trên màn hình hiển thị) là hoàn toàn khác biệt so với điều chế ánh sáng cho đèn thông minh thật. Như vậy, cùng một ứng dụng (App), người dùng có thể trải nghiệm thực tế tăng cường (AR) cho cả đèn thật và đèn ảo, bằng cách chuyển chế độ giải mã tín hiệu theo các quy tắc đã đề xuất.

Với phương pháp điều chế ánh sáng cho đèn ảo hoàn toàn độc đáo, phương pháp giải điều chế tín hiệu ánh sáng sử dụng máy ảnh (camera) cũng được mô tả chi tiết. Phương pháp này cũng được mô tả dựa trên thực tiễn triển khai hệ thống điều chế ánh sáng của màn hình qua nhiều năm nghiên cứu.

Cuối cùng, phương pháp quản lý danh sách phát mã định danh (ID) của đèn ảo sẽ đơn giản hóa việc điều chế tại bên giao diện web và việc giải điều chế của bên thu. Từ đó, hoạt động của toàn hệ thống sẽ đảm bảo tính liên mạch và liên tục.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR), hệ thống này bao gồm các thành phần:

- (i) thiết bị di động, trong đó có các thành phần: màn hình cảm ứng, phương tiện truyền phát dữ liệu không dây (ví dụ WiFi), và máy ảnh tích hợp (camera);
- (ii) ứng dụng (App) được cài trên thiết bị di động;
- (iii) hệ thống máy chủ và quản lý thông tin;
- (iv) giao diện hiển thị đèn ảo trên web là môi trường mô phỏng không gian ba chiều (3D), trong đó có các mô hình đèn ảo;
- (v) các đèn ảo là mô hình của đèn thật, bao gồm mô hình phần cứng và mô hình chùm sáng có khả năng thực hiện việc điều chế cường độ ánh sáng để phát thông tin qua kênh ánh sáng tới cho camera, trong đó thông tin này bao gồm ít nhất mã định danh (ID) của mỗi đèn ảo;

trong đó:

việc điều chế tín hiệu ánh sáng để phát thông tin về mã định danh (ID) của đèn ảo thông qua kênh ánh sáng bao gồm:

mã định danh (ID) sẽ được chuyển đổi sang một chuỗi bit, sau đó được chia nhỏ thành các bản tin bởi khối S/P (serial to parallel) với kích thước phù hợp cho việc mã hóa theo từng khung tin;

từng bản tin sẽ được mã hóa với phương pháp mã hóa dòng (tỉ lệ mã hóa là 1 bit đầu vào và 2 bit đầu ra), trong đó bit '0' và bit '1' được mã hóa thành cặp bit '00' hoặc '10' (có thể theo đúng thứ tự hoặc theo thứ tự ngược lại);

chèn một đoạn tin đặc biệt là phần mở đầu vào đầu khung tin (gọi là preamble), bản tin này có chứa ít nhất 4-bit đặc trưng là '1100' hoặc '0011' để có thể phân biệt với phần thân khung tin;

sử dụng bản tin đã mã hóa để điều chế cường độ ánh sáng theo dạng điều chế một phần biên độ của một hoặc tất cả các kênh màu R, G, B, điều chế cường độ ánh sáng có thể được thực hiện theo từng kênh màu RGB hoặc trên cả ba kênh màu độc lập theo quy tắc sau:

$$0(x) = x;$$

$$1(x) = \begin{cases} x + \Delta, & \text{nếu } x < \text{INTENSITY_MAX}/2 \\ x - \Delta, & \text{nếu } x \geq \text{INTENSITY_MAX}/2 \end{cases}$$

trong đó:

x là cường độ ánh sáng của đèn ảo (ví dụ cho trường hợp trên một kênh màu, tương tự cho trường hợp nhiều kênh màu),

$0(x)$ và $1(x)$ là đầu ra của cường độ ánh sáng sau điều chế khi có bit = '0' và bit = '1' đầu vào,

INTENSITY_MAX là giá trị lớn nhất của cường độ sáng hiển thị trên màn hình thiết bị (giao diện web),

Δ (với giá trị $< \text{INTENSITY_MAX}$) là biên độ của tín hiệu điều chế ánh sáng;

áp dụng xung nhịp (data clock) để phát chuỗi cường độ ánh sáng đã điều chế tới đèn ảo, chuyển tiếp thành các giá trị cường độ ánh sáng trong chuỗi đã điều chế (chuỗi các giá trị $0(x)$ và $1(x)$), tốc độ xung nhịp này không vượt quá 1/2 tốc độ chụp ảnh của máy ảnh, camera.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống máy chủ và quản lý thông tin bao gồm ít nhất là các dịch vụ:

- (i) dịch vụ quản lý thiết bị cho phép quản lý các thành phần thiết bị của hệ thống, bao gồm ứng dụng (App) cài trên thiết bị di động, và các đèn ảo;
- (ii) dịch vụ quản lý quyền điều khiển cho phép quản lý quyền điều khiển của App tới các đèn ảo;
- (iii) dịch vụ thực tế tăng cường (AR) nhằm quản lý tính năng phát mã định danh (ID) của các đèn ảo và quản lý quyền sử dụng tính năng AR của một ứng dụng.

3. Hệ thống theo điểm 2, trong đó dịch vụ thực tế tăng cường (AR) cho phép người dùng chọn-và-điều khiển các đèn ảo, tuân theo các bước thực hiện như sau:

- i) máy chủ phân bổ một danh sách các mã định danh trong một mạng nội bộ (gọi là ID) cho các đèn ảo trong một phòng ảo (Room3D);
- ii) máy chủ gửi danh sách các mã định danh này tới cho ứng dụng (App);
- iii) các đèn ảo thực hiện điều chế ID của chúng, rồi phát thông tin đã điều chế thông qua kênh ánh sáng;
- iv) App bật máy ảnh (camera) để ghi hình thời gian thực các đèn ảo;
- v) người dùng tương tác với màn hình trên App để chọn một đèn hoặc nhiều đèn cụ thể;
- vi) App bật camera để chụp ảnh liên tiếp để ghi nhận hình ảnh của các đèn ảo;

vii) App thực hiện giải mã và truy ra ID của các đèn ảo có mặt trên giao diện web của phòng ảo, từ đó tạo liên kết giữa App và các đèn này nhằm phục vụ cho việc điều khiển;

viii) App hiển thị bảng điều khiển ánh sáng và cho phép người dùng điều khiển chế độ chiếu sáng của các đèn đã chọn.

4. Phương pháp điều chế tín hiệu ánh sáng để phát thông tin mã định danh (ID) của đèn ảo sử dụng hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR) theo điểm 1, phương pháp này bao gồm:

i) chuyển đổi mã định danh (ID) sang một chuỗi bit, sau đó được chia nhỏ thành các bản tin bởi khối S/P (serial to parallel) với kích thước phù hợp cho việc mã hóa theo từng khung tin;

ii) mã hóa từng bản tin sẽ bằng phương pháp mã hóa dòng (tỉ lệ mã hóa là 1 bit đầu vào và 2 bit đầu ra), trong đó bit '0' và bit '1' được mã hóa thành cặp bit '00' hoặc '10' (có thể theo đúng thứ tự hoặc theo thứ tự ngược lại);

iii) chèn một đoạn tin đặc biệt là phần mở đầu vào đầu khung tin (gọi là preamble), bản tin này có chứa ít nhất 4-bit đặc trưng là '1100' hoặc '0011' để có thể phân biệt với phần thân khung tin;

iv) sử dụng bản tin đã mã hóa để điều chế cường độ ánh sáng theo dạng điều chế một phần biên độ của một hoặc tất cả các kênh màu R,G,B;

v) áp dụng xung nhịp (data clock) để phát chuỗi cường độ ánh sáng đã điều chế tới đèn ảo.

5. Phương pháp giải điều chế tín hiệu ánh sáng để giải mã thông tin mã định danh (ID) của đèn ảo trong hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR) theo điểm 1, sử dụng thiết bị tính toán có tích hợp máy ảnh (camera) bao gồm:

(i) thực hiện quay video thời gian thực sử dụng camera bởi khối xem video trước xử lý (camera preview);

(ii) dựa trên hình ảnh thời gian thực từ camera, người dùng

tương tác với màn hình hiển thị của thiết bị di động để chọn khu vực có đèn ảo mà họ muốn điều khiển, gọi là khu vực quan tâm, ROI (Region of Interest), hoặc giao diện màn hình cũng cho phép người dùng tùy chỉnh góc nhìn hoặc mức độ Zoom;

(iii) dựa trên thao tác định nghĩa khu vực ROI của người dùng, App sẽ thực hiện thuật toán để có thể khoanh vùng và thu hẹp vùng ROI;

- (iv) sau khi vùng ROI được định nghĩa rõ ràng, các mẫu tín hiệu ánh sáng từ đèn ảo sẽ được trích xuất;
- (v) cuối cùng, việc giải mã khung tin dựa trên các mẫu tín hiệu ánh sáng sẽ được thực hiện.

6. Phương pháp giải điều chế theo điểm 5, trong đó thuật toán khoanh vùng và thu hẹp khu vực quan tâm (ROI) trong ảnh sẽ dựa trên xử lý ảnh như sau:

- đặt ngưỡng cứng về độ sáng để loại bỏ các khu vực nền không quan tâm;
- trường ROI có thể được định nghĩa không đúng bởi người dùng, ứng dụng (App) sẽ có các phản hồi tới người dùng;
- trường hợp người dùng chọn một khu vực có đèn ảo, nhưng đèn này đang không phát mã định danh (ID) thì App sẽ hiển thị thông báo đến người dùng để người dùng thực hiện lại các thao tác chọn vùng quan tâm ROI, hoặc là gửi yêu cầu tới máy chủ để khởi tạo chế độ phát ID cho các đèn ảo ở khu vực ROI đang quan tâm.

7. Phương pháp giải điều chế theo điểm 6, trong đó việc tìm phân mở đầu khung tin và giải mã tín hiệu ánh sáng được thực hiện nhờ phép so sánh cường độ ánh sáng ở hai mẫu ảnh liên kế $z[n] = |y[n] - y[n-1]|$, trong đó

$z[n]$ là tín hiệu so sánh cường độ sáng của một mẫu ảnh với một mẫu ảnh liên kế trước đó,

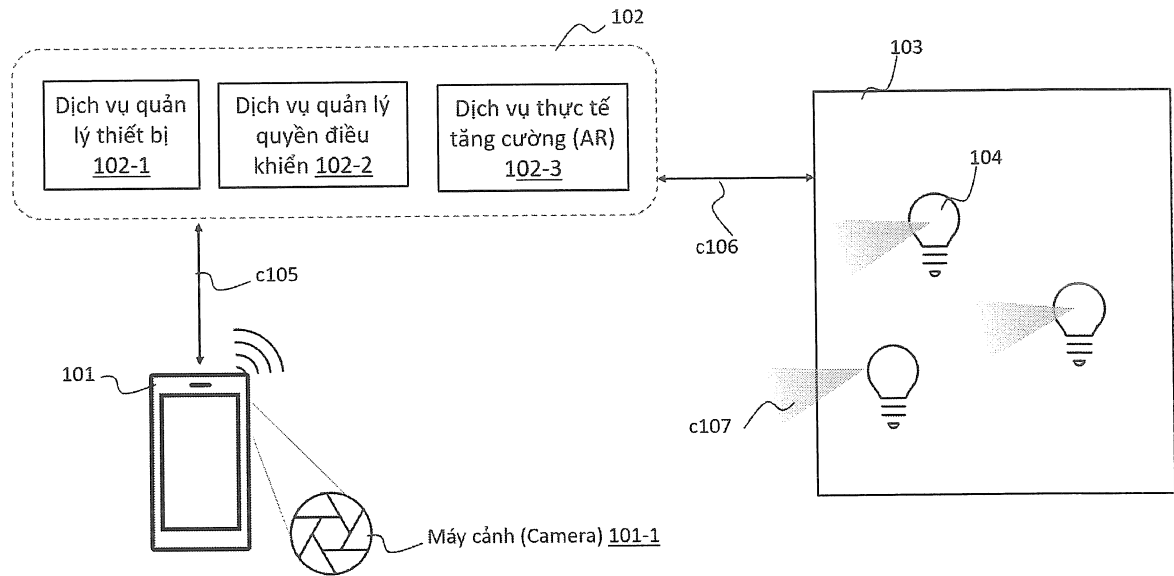
$|\cdot|$ là phép tính giá trị tuyệt đối,

$y[n]$ là tín hiệu (dạng cường độ sáng) nhận được theo từng mẫu, và mỗi một ảnh chụp sẽ cho ra một mẫu tín hiệu cường độ sáng.

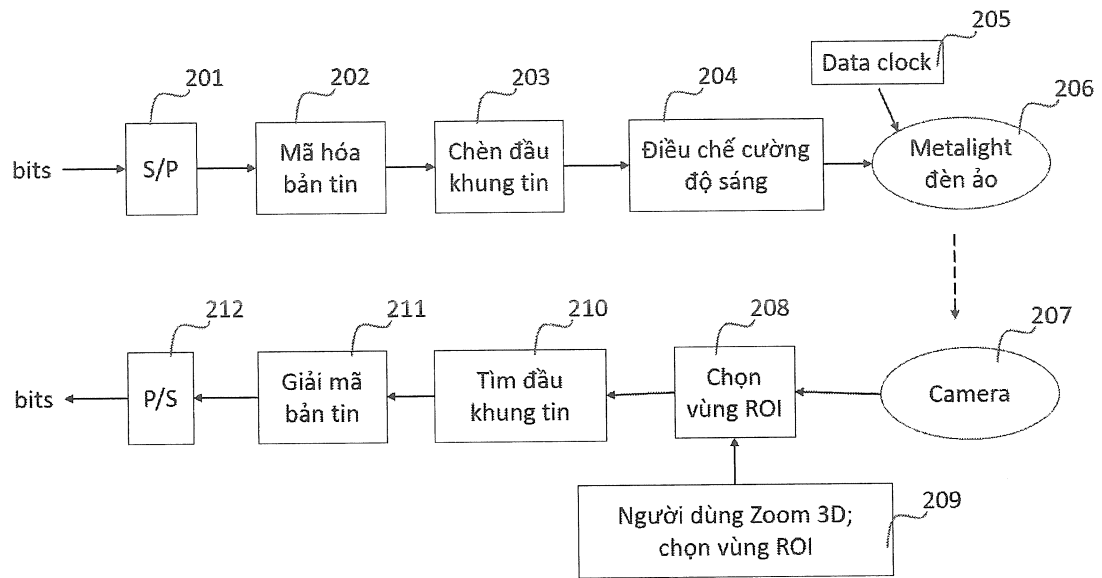
8. Phương pháp quản lý danh sách các đèn phát mã định danh (ID) đồng thời trên giao diện web sử dụng hệ thống đèn ảo trên môi trường mô phỏng 3D có hỗ trợ việc chọn đèn và điều khiển đèn thông qua thực tế tăng cường (AR) theo điểm 1, phương pháp này bao gồm các bước:

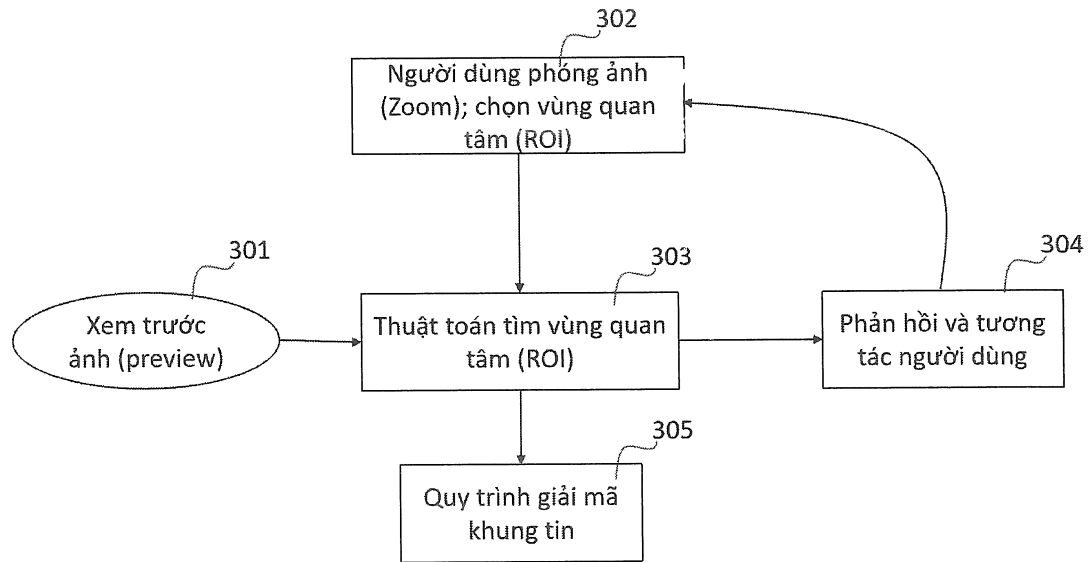
- i) giao diện web chia các đèn ảo trong môi trường 3D thành các lớp đèn khác nhau, tương ứng với khoảng cách tới vị trí quan sát của người dùng là khác nhau;
- ii) tại mỗi vị trí quan sát, máy chủ sẽ chỉ kích hoạt chế độ phát ID của các đèn ảo trong một lớp đèn cụ thể;
- iii) máy chủ và giao diện web sẽ cập nhật danh sách các đèn phát ID tùy theo sự quan tâm của người dùng tới một cụm đèn hoặc một lớp đèn cụ thể thông qua việc tương tác với giao diện web.

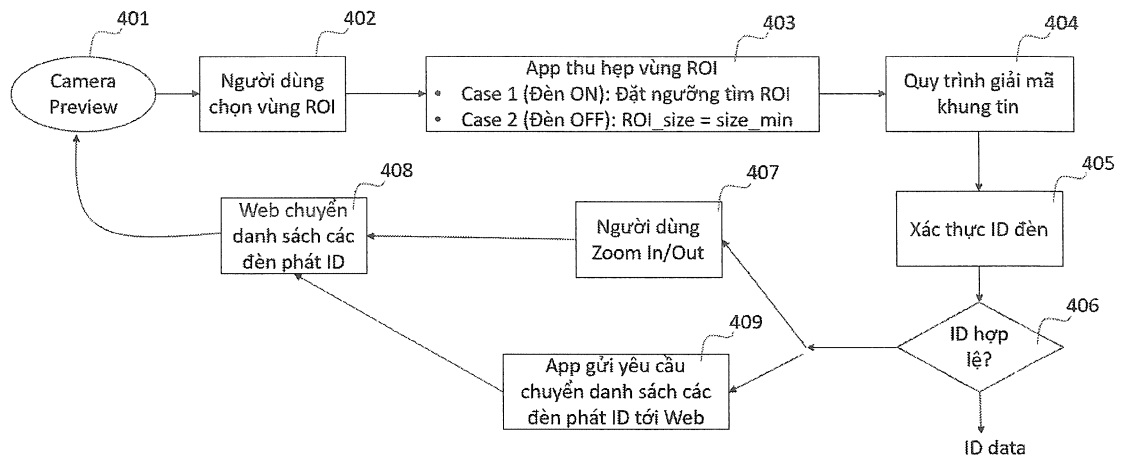
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó máy chủ sẽ ưu tiên việc phát mã định danh (ID) cho các đèn ở gần với vị trí quan sát của người dùng, khi người dùng tương tác để chuyển sự quan tâm tới các đèn ở xa, tính năng Zoom sẽ được kích hoạt, và khi đó vị trí quan sát của người dùng sẽ được chuyển đến một vị trí thích hợp hơn và danh sách đèn phát ID cũng sẽ được cập nhật tương ứng.



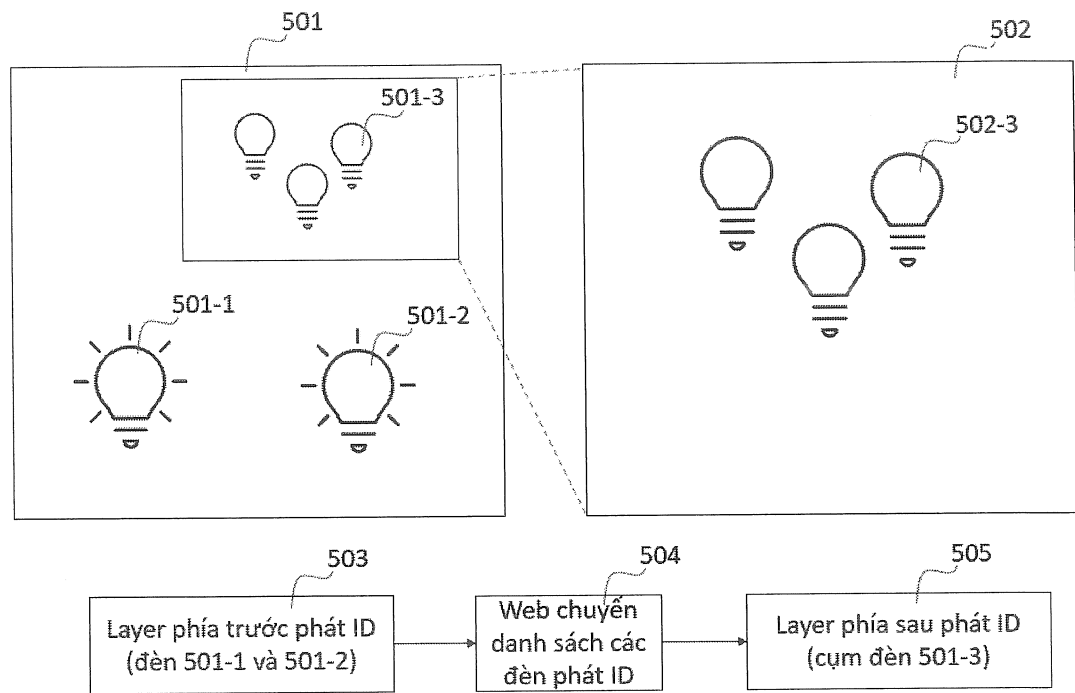
Hình 1

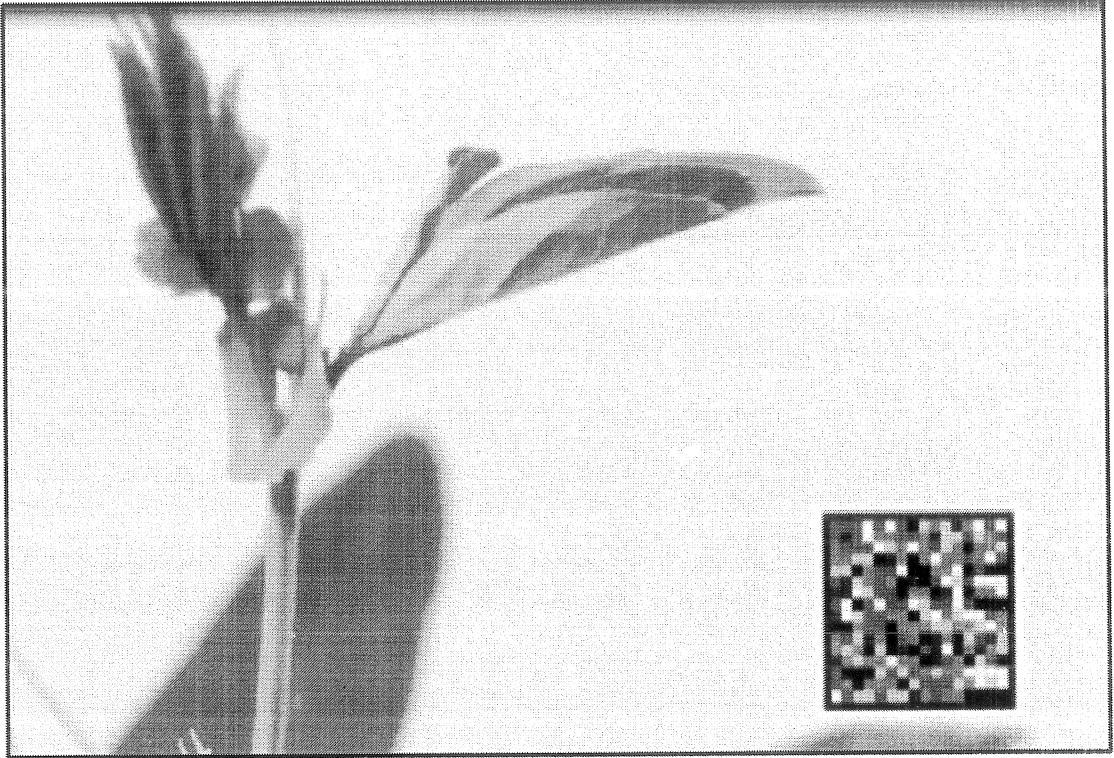
**Hình 2**

**Hình 3**

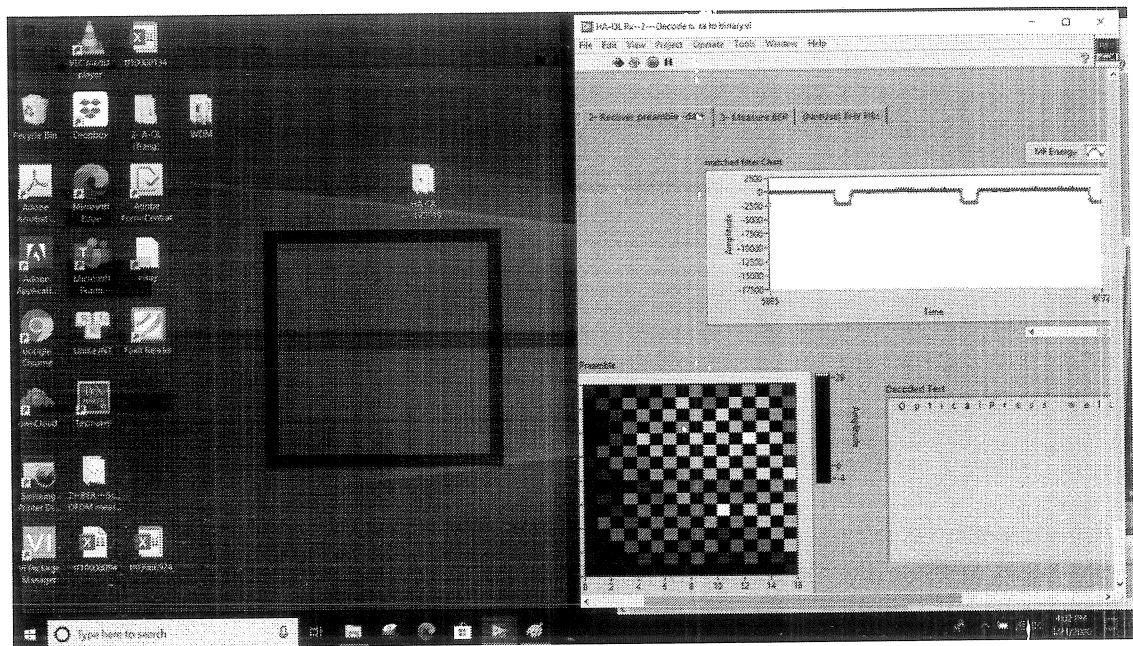


Hình 4

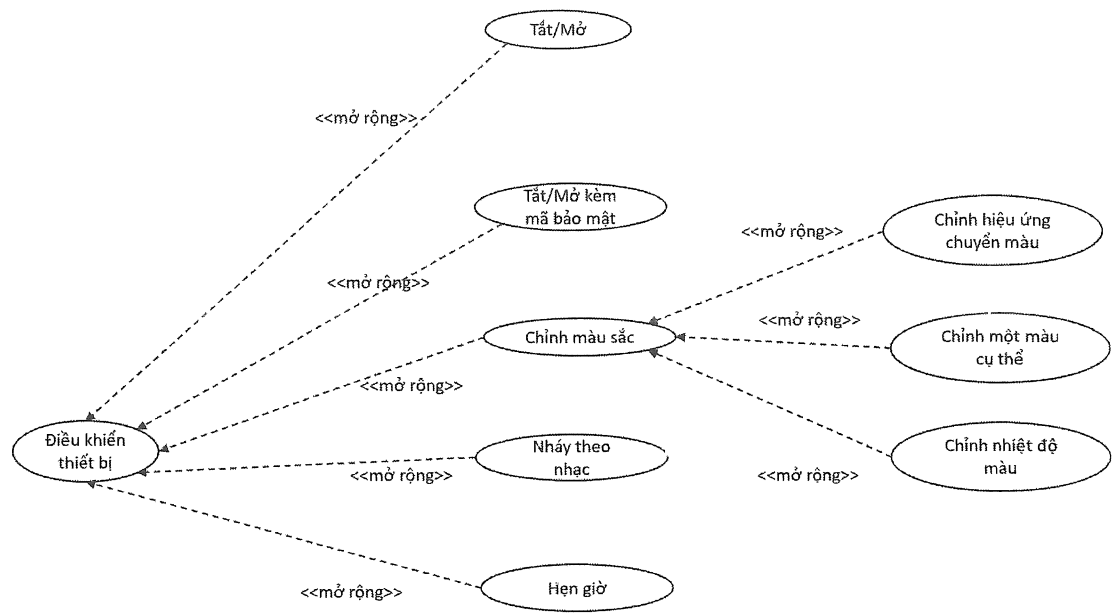
**Hình 5**

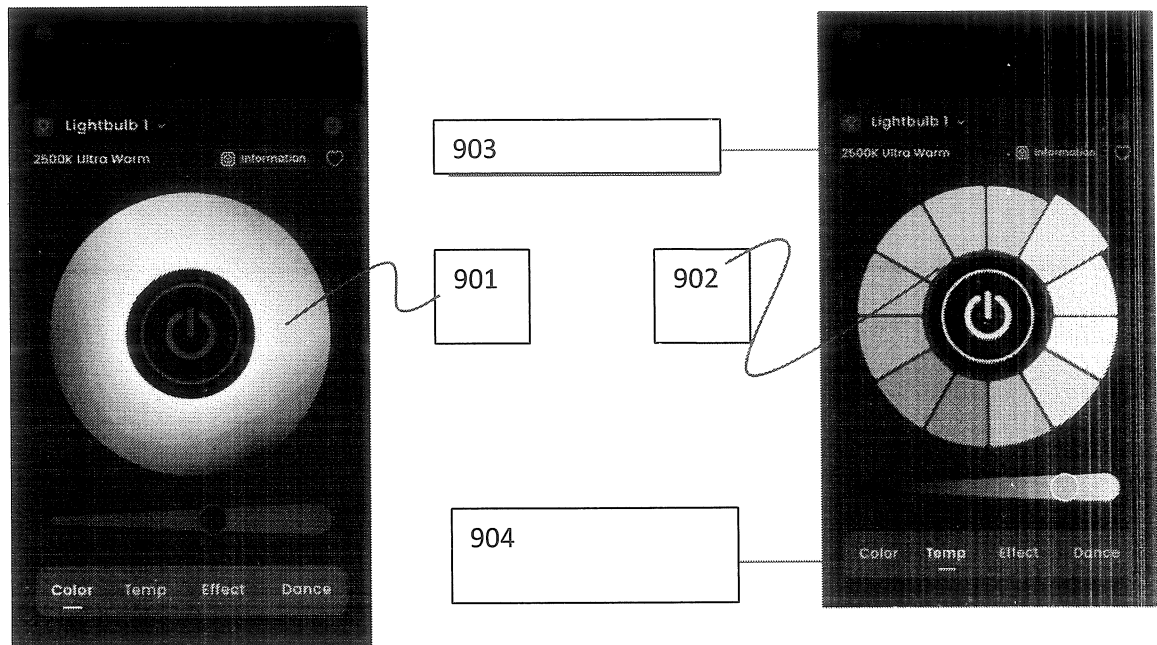


Hình 6



Hình 7

**Hình 8**



Hình 9