

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 534**

21 Número de solicitud: 201930387

51 Int. Cl.:

H05B 47/115 (2010.01)
G06T 7/20 (2007.01)
H04L 29/00 (2006.01)
H05B 47/155 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.04.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.12.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE
ALICANTE (100.0%)
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG, S/N
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**MORA MORA, Higinio y
SIRVENT MOLLÁ, Rafael**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE**

57 Resumen:

Sistema y método de iluminación inteligente, con el que se controla el nivel de intensidad de luz de las luminarias de una zona de interés según la presencia humana en dicha zona, en el que el sistema comprende una pluralidad de luminarias distribuidas por la zona de interés, una pluralidad de dispositivos de adquisición de imágenes de la zona de interés, al menos una plataforma computacional intermedia de procesamiento distributivo del tipo Cloudlet, y una plataforma de procesamiento remoto centralizada de computación en la nube del tipo Cloud Computing desde donde se envía una señal de manera individualizada o grupal a las luminarias con el nivel de luminosidad a emitir; y donde el método comprende unas etapas que van desde la captura inicial de la imagen en la zona de interés, hasta el control de luz y envío de la señal con el nivel de luminosidad a emitir.

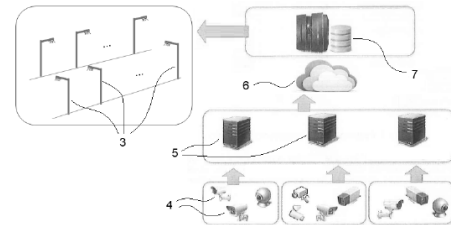


FIG. 2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y METODO DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un sistema de iluminación inteligente que permite graduar el nivel de iluminación nocturna de una determinada zona en función de las necesidades reales de luz por la presencia de peatones.

10

La invención proporciona una solución al problema de detección humana en la zona mediante un método avanzado y altamente escalable que permite la provisión de servicios adicionales y desarrollar el concepto de ciudades inteligentes.

15

La invención se encuentra comprendida dentro de los diferentes tipos de sistemas y aparatos de iluminación, especialmente de uso o aplicación en entornos de trabajo exteriores y, por tanto, que se puede desplegar en ciudades, carreteras, polígonos u otro tipo de áreas que se requiera gestionar, a la vez que

20 estos sistemas y aparatos están asociados a procesos de aprendizaje para gestión inteligente.

ESTADO DE LA TÉCNICA

25 Un sistema de iluminación inteligente consiste en un sistema interconectado formado principalmente por sensores, actuadores y un método de control con el objetivo de gestionar la intensidad luminosa de zona. Los sensores se encargan de leer las condiciones de interés, los actuadores están formados por luminarias y dispositivos emisores de luz, y el método de control determina la cantidad de

30 luz necesaria en cada momento.

Estos sistemas de iluminación inteligente han ganado una reciente popularidad debido a la mayor conciencia ciudadana por el ahorro energético y los espacios sostenibles. Esta tendencia está en la línea del desarrollo del concepto de

ciudad inteligente orientado a promover un uso eficiente de los recursos y de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

5 Con este objetivo de reducir el consumo energético, los sistemas de iluminación urbanos se han ido modernizando desde las lámparas de sodio hacia las modernas y más eficientes luminarias con tecnología LED. Para llevar a cabo el siguiente paso de proporcionar la luz necesaria sólo cuando haga falta se conocen diferentes propuestas e implementaciones tanto desde el ámbito científico como en el industrial.

10

La característica fundamental que las diferencia es el método de control de la luminosidad y de sensorización utilizado, lo cual tiene importantes implicaciones en la eficacia de funcionamiento y en los servicios que pueden ofrecer. Este aspecto condiciona así mismo su despliegue en contextos urbanos, el coste de
15 instalación y la capacidad de crear soluciones escalables para entornos más amplios.

No obstante, hay propuestas en las que el concepto 'inteligente' se asocia a aspectos particulares, como puede ser: el control de encendido/apagado por
20 voz, tal como es divulgado por ejemplo en el documento US9717132; dotar de un respaldo energético a la luminaria para que pueda seguir proporcionando luz tras un apagón, tal como es divulgado por ejemplo en el documento US8770771; la recogida de información diversa del entorno a través de numerosos sensores instalados en la propia luminaria, tal como es divulgado por ejemplo en el
25 documento CN107515579; o a la propia interconexión de las luminarias entre sí y con algún elemento central. En este caso, los sistemas más básicos consisten en conectar las luminarias a una red para permitir su monitorización, encendido y apagado remoto. En este sentido, aprovechan las nuevas funcionalidades y tecnologías de comunicación que proporciona el paradigma de Internet de las
30 Cosas, habiendo numerosos ejemplos de divulgación, por ejemplo, el US9313863.

Un paso más en la gestión inteligente de la iluminación consiste en establecer diferentes intensidades de luz según la franja horaria. La idea es que, en los

momentos con menos afluencia de vehículos y peatones en las calles, el nivel de luz es menor, obteniendo un ahorro energético. Se destaca por ejemplo lo divulgado en el documento GB2538796.

- 5 Sin embargo, para proporcionar un servicio “inteligente” este concepto de iluminación debe proporcionar luz sólo cuando se necesite, es decir, sólo cuando haya peatones en la zona (calle, plaza, parque, etc.), quedando el resto del tiempo en un estado con un nivel de luminosidad menor. Este tipo de control requiere de métodos que detecten la presencia humana en la zona para indicar a
10 las luminarias su nivel de intensidad. Hasta la fecha solo se conocen métodos basados en la utilización de sensores.

En este conjunto, el método de detección más utilizado está basado en tecnología de infrarrojos. Este tipo de sensores puede detectar movimiento en un
15 rango cercano. Los sistemas de iluminación inteligente que lo utilizan proponen integrar este tipo de sensores en la propia luminaria, de modo que se detecte si es necesaria luz a su alrededor y pueda comunicarlo a las luminarias cercanas para proporcionar luz en toda la zona, en este sentido se conocen documentos donde se divulga esta tipología de tecnología, por ejemplo, en el documento
20 US9635740. Estos detectores de presencia se pueden colocar también en zonas estratégicas de la calle para abarcar zonas completas con varias luminarias, por ejemplo, según lo divulgado por *Abdullah A. et al.*, “*Smart Street Light Using Intensity Controller*”, *International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)*, <https://doi.org/10.1109/ICCCE.2018.8539321>. Se conocen
25 otros trabajos parecidos donde se proponen utilizan sensores radar por ultrasonidos o de movimiento para detectar la presencia de vehículos, por ejemplo, lo divulgado por *Bandla S. et al.*, “*Smart Street Lighting with Reduced Sensors for Sustainable and Efficient Smart Cities*”, *Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAIECC)*. <https://doi.org/10.1109/ICAIECC.2018.8479432>.
30

Finalmente, y en otro orden de cosas, se están incluyendo medios de captación de imagen y video para detectar la presencia humana e implementar los métodos de control. Se conoce el uso de cámaras para activar un micrófono con

el que el usuario puede controlar la luminaria, por ejemplo, lo divulgado en el documento US10034356. Hay otros ejemplos, que utilizan la cámara para detectar directamente la presencia humana en las zonas de análisis. En esta línea, existen propuestas recientes de sistemas que proponen la instalación de

5 múltiples sensores en las luminarias que incluyen cámaras cenitales para la detección de presencia. En este sentido se conoce lo divulgado por *Llido Escrivá D.M. et al*, “*Smart Outdoor Light Desktop Central Management System*”, *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 10(2): 58–68. <https://doi.org/10.1109/MITS.2018.2806643>. En este caso, las cámaras se

10 colocan en las propias luminarias enfocando con gran angular el suelo y detectando a las personas desde arriba. En otros casos, las imágenes tomadas por las cámaras son utilizadas para detectar movimiento en las zonas de análisis. De este movimiento, se infiere la presencia de peatones o vehículos en el área y controlar las luminarias, conociéndose lo divulgado por Gagliardi G. et

15 al., “*A smart city adaptive lighting system*”, *Third International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC)*, <https://doi.org/10.1109/FMEC.2018.8364076>.

Todos estos métodos anteriores, y otros semejantes, están basados en análisis

20 de imagen y presentan claros problemas de escalabilidad y eficacia. Las cámaras cenitales sólo abarcan un área pequeña alrededor de las luminarias, mientras que la detección de movimiento mediante imagen pierde precisión en el reconocimiento, genera múltiples situaciones de falsos positivos y tiene una limitada capacidad de ofrecer servicios adicionales.

25 Las soluciones comerciales de iluminación ofrecen fundamentalmente un servicio de iluminación regulable mediante luminarias conectadas en red. El software de regulación de intensidad o de encendido apagado puede depender de varios aspectos: franja horaria nocturna, ocurrencia de algún evento como

30 emergencias o en función de sensores de presencia humana. Cara a un correcto funcionamiento del sistema, los sistemas comerciales no utilizan detección y análisis de imágenes, sino que utilizan métodos de detección humana por infrarrojos, conociéndose por ejemplo lo divulgado por *Silverspringnet*, “*Smart*

Street Lights & Sensors". <https://www.silverspringnet.com/solutions/smart-cities/smart-cities-street-lights/>

Habida cuenta de la tecnología conocida, se puede decir que las aplicaciones de
5 iluminación inteligente son una reciente tendencia que surge como resultado de
la creciente conciencia de la población sobre el cambio climático y el ahorro
energético. Estas aplicaciones tratan de usar los avances de la tecnología y el
análisis de datos para optimizar los sistemas de iluminación nocturna y
proporcionar la luz adecuada sólo cuando se necesite. Como resultado, se
10 obtienen ciudades más sostenibles y confortables con un control apropiado del
consumo y de la contaminación lumínica.

La presente invención aporta un aspecto novedoso principal respecto a los
sistemas de iluminación inteligente existentes al utilizar dispositivos de
15 adquisición de imagen y vídeo para detectar la presencia humana en las zonas
de interés, y que dicha adquisición no sea limitativa a un área pequeña alrededor
de la zona donde se ubica la cámara. Mediante el análisis de las imágenes
digitales se detecta la presencia de ciudadanos en la zona y la eventual
necesidad de alumbrado correspondiente. Para ello, se pueden utilizar las
20 cámaras existentes y actualmente instaladas en ciudades; además, se pueden
desplegar otras nuevas para complementar su cobertura o alcanzar a nuevas
zonas de interés.

Esta novedad le confiere a la presente invención una ventaja fundamental
25 respecto a los sistemas existentes. Con esta técnica se superan ampliamente las
capacidades de detección de los sistemas actuales y se proporciona una
herramienta para ofrecer servicios adicionales mediante el análisis avanzado de
las imágenes. Entre los servicios potenciales de valor añadido que puede ofrecer
el sistema se encuentra la seguridad ciudadana, control de tráfico y señalización
30 inteligente o detección de obstáculos en la calzada, algo que no es posible lograr
con los sistemas conocidos, ya sea de sensores infrarrojos (los que
generalmente se comercializan), u otro tipo de sistema basado en sensores.
Además, la presente invención aporta también una solución a los inconvenientes
asociados al coste computacional del procesamiento avanzado de imágenes que

se requieren para la provisión del control inteligente y de los nuevos servicios de valor añadido.

Por tanto, la presente invención permite superar inconvenientes relativos a:

5 - la eficacia de funcionamiento: la utilización de cámaras digitales para detectar la presencia humana en las zonas de interés mejora ampliamente las capacidades de detección de los métodos por infrarrojos, ultrasonidos o cámaras cenitales.

10 - coste de instalación: el sistema propuesto no necesita colocar sensores de adquisición en cada luminaria ya que las cámaras pueden abarcar amplias zonas con numerosas luminarias. Además, el sistema admite la utilización de cámaras de imagen y video ya instaladas para otras funciones, como por ejemplo las cámaras de seguridad o del control de tráfico.

15 - análisis avanzado de vídeo e imágenes digitales: el sistema propuesto permite la ejecución de complejos métodos de análisis de imagen al utilizar una arquitectura de computación distribuida basada en elementos de procesamiento remotos y en técnicas de computación móvil en la nube.

20 - los servicios de valor añadido: la metodología de computación de imágenes digitales permite la ejecución de otros algoritmos avanzados de visión por computador para la provisión de un amplio abanico de servicios avanzados para la ciudad.

Por tanto, la característica técnica distintiva de la invención es que el proceso de detección de peatones se hace mediante un sistema basado en el análisis de
25 imágenes digitales a partir de cámaras de videovigilancia y no a través de sensores dispuestos en cada luminaria. En este sentido, cualquier experto en la materia de sistemas de iluminación inteligente que a día de hoy usase las convencionales cámaras para este fin se encontraría con un problema técnico insalvable, que es que el volumen de procesamiento necesario para llevar a
30 cabo la detección en una ciudad con varias cámaras sobrepasa en mucho las capacidades actuales (de ancho de banda, de procesamiento local y en la nube, etc.). Este problema sería detectado en la etapa inicial del procesamiento de imagen, y hasta la fecha no se le ha dado solución. Por este motivo, todos los sistemas de iluminación inteligente conocidos no se basan en cámaras de

videovigilancia a pesar de sus numerosas ventajas y bajo coste. En la presente invención se expone una solución que solventa este problema, y para llevarlo a cabo que consiste en la partición del procesamiento en etapas disjuntas y su procesamiento distribuido en varias capas; y para ello es a su vez esencial y no
5 evidente el desarrollo del sistema aquí desarrollado, el cual es inherente al procedimiento que se usa para llevarlo a cabo.

Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriores, es decir, tanto la problemática de gestionar la necesidad de alumbrado teniendo en cuenta la presencia de
10 ciudadanos en dicha zona, como de las soluciones existentes en la actualidad, en las que no se conocen la utilización de un sistema de análisis de las imágenes digitales para la detección de la presencia de ciudadanos en dicha zona, se considera que la presente invención es un avance en los métodos de detección humana mediante visión artificial, sus requerimientos computacionales
15 y la infraestructura necesaria para implementar esta funcionalidad de gestión de la iluminación inteligente en entornos urbanos.

DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

20 El sistema de iluminación inteligente objeto de esta patente es un sistema con el que se permite la ejecución de un método con algoritmos avanzados de análisis de imagen con el que se consigue la gestión de iluminación inteligente sobre una cantidad arbitraria de cámaras conectadas.

25 El sistema comprende:

- una pluralidad de luminarias distribuidas por la zona de interés. Cada luminaria comprende medios de recepción de señales inalámbricas y un módulo de procesador configurador para ofrecer un nivel de luminosidad variable de, al menos, 3 niveles de luz y consumo:

- 30
- nivel 0: luminaria apagada. no hay consumo ni emisión de luz;
 - nivel 1: luminaria encendida con un nivel bajo de consumo y de emisión de luz;

- nivel 2: luminaria encendida con un nivel máximo de consumo y de emisión de luz.

Con mayores niveles de graduación se puede establecer un control más pormenorizado.

5 Un valor preferente para el nivel 1 es el 20% de luminosidad respecto del máximo.

10 - una pluralidad de dispositivos de adquisición de imagen, que pueden estar ubicados en la pluralidad de luminarias, y están orientadas para enfocar la zona de interés. Estos dispositivos de adquisición o sensores pueden ser cámaras de imagen o de video.

15 - al menos una plataforma computacional de procesamiento distributivo del tipo *Cloudlet*. Estas plataformas se pueden desplegar eventualmente dependiendo de las capacidades de procesamiento de los dispositivos de adquisición, en el que cada plataforma comprende medios de procesamiento y capacidad de una nube, y en el que la interconexión de varios *cloudet* permite trabajar al conjunto para ofrecer el servicio de una nube dentro de una zona de cobertura.

20 - al menos una plataforma de procesamiento remoto de computación en la nube. Esta infraestructura ofrece un procesamiento flexible dependiendo de las necesidades de cada momento mediante un modelo de servicio bajo demanda.

25 Los mecanismos de comunicación entre los diferentes elementos se realizan mediante conexión de área local (LAN – Local Area Network) tipo Wifi, Wimax, LTE o similares; y conexión remota a través de internet (WAN – Wide Area Network). En una realización preferente de la invención, las luminarias, los dispositivos de adquisición y los *Cloudlet* están interconectados en la misma red local, mientras que el acceso al servidor remoto se realiza a través de Internet.

30

El sistema recibe varias entradas y produce a su vez varias salidas:

- Las entradas corresponden con las imágenes en un momento dado de cada uno de los dispositivos de adquisición conectados. La resolución de cada una de las imágenes puede ser diferente dependiendo de las características de

cada cámara. El sistema propuesto es compatible con imágenes de varias resoluciones con una resolución mínima que permita detectar una presencia humana en la misma.

- Las salidas corresponden con señales de nivel de luminosidad de cada una de las luminarias que se encuentran en la zona de interés. No obstante, el sistema también admite otras configuraciones de control como, por ejemplo, una salida de encendido para cada luminaria y un temporizador que indique durante cuánto tiempo debe permanecer en ese nivel, o bien, una sola salida de encendido que afecte a todas las luminarias de la misma zona.

10

El sistema se ejecuta de forma cíclica y periódica durante todo el periodo de control inteligente de la zona de interés.

El esquema de funcionamiento general del sistema es el siguiente:

15

- Durante el día, las luminarias se configuran con una intensidad nula (nivel 0), es decir, están apagadas.
- Durante la noche, la intensidad de las luminarias depende de la presencia de peatones en la zona de interés. Si no hay peatones, las luminarias se colocan con una intensidad baja (nivel 1) y, si hay peatones, se colocan con una intensidad normal (nivel 2).

20

Para poder establecer el modo de funcionamiento durante la noche, es necesario un dispositivo de detección de presencia humana en la zona. Ese dispositivo está formado por una o varias cámaras de adquisición de imagen o de video. Con una frecuencia de preferentemente un segundo, se toma una imagen o fotograma de cada cámara que es analizada en busca de presencia humana en la imagen. Este proceso se lleva a cabo por un método formado por las siguientes etapas:

30

- a) Captura de la imagen. Se captura la imagen o fotograma a través del dispositivo de adquisición.
- b) Filtrado de la imagen: En esta etapa se realizan varias operaciones de filtrado de la imagen para mejorar su procesamiento posterior.

- c) Selección de áreas candidatas: Se seleccionan las áreas de la imagen candidatas a contener figuras humanas. Si no hay ninguna área con movimiento, el proceso de detección humana termina aquí con resultado negativo.
- 5 d) Extracción de características: Se extraen características de cada una de las áreas candidatas como, por ejemplo: texturas, color, bordes, etc.
- e) Generación de descriptores: Se crean unos descriptores de cada zona en función de las características identificadas.
- f) Clasificación: Se determina si en cada área candidata existe una figura
10 humana o no.
- g) Comportamiento y análisis predictivo: se determina las luminarias sobre las que se debe actuar.
- h) Control de luz: etapa que determina el nivel de luz para las luminarias en torno a las áreas de interés en las que se han detectado humanos.

15

Estas etapas no pueden ser llevadas a cabo por sistemas basados en sensores infrarrojos, ultrasonidos o incluso cámaras cenitales. Para llevarse a cabo estas etapas se requiere de los elementos del sistema previamente descritos, o bien, requeriría de una metodología nueva de interconexión entre diferentes máquinas
20 que requeriría de procesos en etapas disjuntas según el propio proceso de cada máquina o dispositivo.

Este esquema de ejecución provoca la disminución sucesiva del volumen de datos de entrada en cada etapa y consigue una reducción drástica en el envío
25 de información a través de Internet. Esta característica del sistema propuesto habilita el diseño de arquitecturas distribuidas para el procesamiento de las etapas y permite despliegues altamente escalables de aplicación en ciudades inteligentes.

30 Otro beneficio colateral de este sistema es que otras aplicaciones de gestión inteligente pueden implementarse bajo la misma infraestructura y facilitar, por tanto, la provisión de nuevos servicios avanzados de valor añadido para la ciudad.

Para finalizar, se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Con el objeto de completar la descripción y de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta una figura, en donde con carácter ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

10

En la Figura 1 se muestra un esquema del sistema de iluminación inteligente, con sus entradas y salidas correspondientes.

15

En la Figura 2 se muestra un esquema general del sistema de iluminación inteligente y de los componentes que lo forman.

En la Figura 3 se muestra el esquema del método para implementar el sistema de iluminación inteligente basado en la detección humana en imágenes digitales.

20

En la Figura 4 se puede observar un esquema con los posibles procesamientos de las etapas del método.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

25

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de iluminación inteligente recibe una o varias entradas y produce una o varias salidas. El esquema del sistema (S) objeto de la presente invención se describe en la Figura 1. Las entradas que tiene son las siguientes:

30

- Conjunto de imágenes de entrada (1). Cada imagen proviene de una de las cámaras orientadas hacia la zona de interés a controlar.
- Conjunto de señales (2) de niveles de iluminación. Cada nivel de iluminación se envía a una de las luminarias de la zona de interés. También se puede enviar una sola señal con el nivel de iluminación para toda la zona.

En una realización preferente de la invención, los elementos comprendidos en el sistema de iluminación inteligente de la presente invención se muestran en la Figura 2. Dicho sistema comprende los siguientes componentes componentes:

- 5 • Conjunto de luminarias (3) que se encuentran en la zona de interés a controlar. Estas luminarias comprenden el modo de funcionamiento de luminosidad variable con al menos 3 niveles de luz.
- 10 • Conjunto de dispositivos de adquisición (4) de imágenes o cámaras enfocando la zona de interés. Las cámaras pueden enfocar desde diferentes ángulos y pueden ser de captura de imagen o vídeo con diferentes capacidades de procesamiento.
- Conjunto de plataformas de cómputo intermedio (5). Estas plataformas, también denominadas *Cloudlet*, son pequeños centros de datos o estaciones de trabajo que pueden disponerse, en caso necesario, para ejecutar algunas de las tareas de la detección humana.
- 15 • Internet (6), o la infraestructura existente de acceso a Internet.
- Plataformas de procesamiento remoto de computación (7) en la nube o *Cloud Computing*. Centros de procesamiento de datos alojados en la nube y accesibles a través de Internet. En esta plataforma se ubica también una base de datos de comportamiento que registra el histórico de detecciones
- 20 realizadas en todas las zonas monitorizadas de la ciudad.

Según el esquema descrito en la Figura 2, los dispositivos de adquisición (4) toman las imágenes (1) de la zona de interés con una periodicidad constante. Estas imágenes (1) son procesadas utilizando forma conjunta y distribuida las

25 capacidades de cómputo de los propios dispositivos (4), envidas a las eventuales plataformas intermedias (5) *Cloudlet* y a las plataformas de procesamiento remoto (7) accesibles a través de Internet. La periodicidad de toma de imágenes por los dispositivos de adquisición puede ser alta durante el día, cuando no hay necesidad de control de luz artificial, o muy baja durante la

30 noche para proporcionar un mayor confort.

El proceso de análisis de cada imagen se realiza según un esquema de procesamiento segmentado formado por las siguientes etapas y que se puede observar en la Figura 3:

- 5 a) Captura de la imagen. Esta etapa consiste en capturar una imagen (1) por los dispositivos de adquisición (4) o cámaras que están enfocando la zona de análisis donde se encuentran las luminarias (3) a controlar. En el caso de cámaras de video, se tomará un fotograma con la frecuencia prefijada. Como resultado se obtiene una imagen (1) por cada cámara con su resolución correspondiente.
- 10 b) Filtrado de la imagen. Esta etapa consiste en el proceso de filtrado de la imagen (1), que comprende entre otras las acciones de eliminar ruido, mejorar su contraste, o aumentar el brillo de zonas más oscuras. Como resultado, se obtiene la imagen filtrada (1A) en condiciones óptimas para el análisis posterior.
- 15 c) Selección de áreas candidatas. Se realiza un análisis preliminar de la imagen filtrada (1A) para detectar movimiento e indicios de figuras humanas como, por ejemplo, presencia de figuras verticales con determinada altura y volumen según la perspectiva y su posición en el horizonte. En este proceso, no sólo se usa la detección de movimiento (como ocurre con otros métodos existentes) ya que, en ese caso, de quedarse la figura parada se consideraría que no hay nadie y podría reducirse la luminosidad. El resultado de esta etapa es un conjunto de áreas de interés (1B) en el interior de cada imagen.
- 20 d) Extracción de características. Se extraen características de cada una de las áreas (1B) identificadas en el proceso anterior, como, por ejemplo: texturas, color, bordes, etc. Como resultado se obtiene una estructura de datos de cada área de la imagen candidata (1C).
- 25 e) Generación de descriptores. Esta etapa crea un conjunto de descriptores de cada área de interés. El conjunto de descriptores (1D) define todos los aspectos de las características identificadas en la etapa anterior: el tipo de textura, el color, el tipo de borde, el tipo de línea, longitud, volumen, etc.
- 30 f) Clasificación. Se aplican clasificadores inteligentes mediante herramientas informáticas, preferentemente técnicas de *Deep Learning*, para determinar si en cada área candidata existe una figura humana. En esta etapa se pueden aplicar técnicas de clasificación avanzada para caracterizar el tipo de figura humana detectado, su edad, e incluso sexo. Así mismo, esta técnica se puede generalizar para identificar otros objetos de interés como vehículos,

animales, etc. Como resultado, se obtiene un valor numérico por cada área de interés con la probabilidad de que en ella exista una figura humana (1E). Se considera que existe, a efectos del control inteligente, cuando se obtiene un valor superior al 40%.

5 g) Comportamiento y análisis predictivo. El método objeto de la presente invención no sólo enciende la luminaria que alumbra directamente el lugar donde se encuentra el humano, sino las luminarias de su alrededor y siguientes para crear una sensación de confort y prestar un horizonte de paso iluminado. Para ello, en esta etapa, se analiza el posible movimiento y
10 dirección de los peatones por el área de análisis. Como resultado se obtiene el conjunto de luminarias afectadas (1F).

h) Control de luz. Esta etapa se limita a indicar el nivel de luz para las luminarias en torno a las áreas de interés en las que se han detectado humanos y el envío de señales de niveles de iluminación (2) a las luminarias
15 (3) de la zona de control. El resultado de esta etapa puede ser de diferentes tipos. Puede ser un vector que indique de forma individualizada el nivel de luz de cada luminaria, o puede ser un único valor que indique de forma conjunta el nivel de luz de todas las luminarias de la zona.

20 Las etapas anteriores se ejecutan en los diferentes componentes de la arquitectura descritos previamente. Las opciones de ejecución de las diferentes tareas son las siguientes:

La tarea de captura de imagen (1) se ejecuta siempre en los dispositivos de
25 adquisición (4).

La tarea de filtrado de imagen (b), es decir, obtención de las imágenes filtradas (1A) se puede ejecutar en el propio dispositivo de adquisición (5), en plataforma computacional intermedia (5) tipo *Cloudlet* o en servidor o plataforma remota (7).

30 De forma preferente se realiza en los dispositivos de adquisición (5) ya que incorporan funciones de filtrado a las imágenes que capturan. En caso de no ser posible, se puede transmitir la imagen al *Cloudlet* para su procesamiento, o incluso a la plataforma remota (7).

La tarea de selección de áreas candidatas (c) se puede ejecutar también en el propio dispositivo de adquisición (4) o en la plataforma computacional intermedia (5) tipo *Cloudlet* o en el servidor o plataforma remota (7). De manera preferente, se realiza en los dispositivos de adquisición (4) dado que comprenden programas que ejecutan algoritmos sobre las imágenes que capturan. En caso de no ser posible, se puede transmitir la imagen a la plataforma computacional intermedia (5) para su procesamiento.

Las tareas de extracción de características (d) y de generación de descriptores (e) se ejecutan en la plataforma computacional intermedia (5) tipo *Cloudlet* o en el servidor o plataforma remota (7) tipo *Cloud Computing*. Al trabajar con fragmentos de la imagen filtrada (1A), el ancho de banda necesario y la cantidad de datos a transmitir a través de Internet (6) se reduce considerablemente.

Las tareas de clasificación (f) y de comportamiento y análisis predictivo (g) se ejecutan en el servidor remoto *Cloud Computing* (7). El coste computacional que requieren y el análisis conjunto con el de otras imágenes hacen necesario su procesamiento centralizado en centros de datos especializados.

Finalmente, la tarea de control de luz (h) se realiza también desde un control centralizado ubicado en la nube que envía una señal (2) de manera individualizada o grupal a las luminarias (3). Este control centralizado permite el desarrollo de cuadros de mando e interfaces de administración de usuario. Así mismo, disponer de la información centralizada permite el desarrollo de aplicaciones de análisis de las dinámicas de la ciudad.

A modo de resumen, en la Figura 4 se puede observar un esquema con los posibles procesamientos donde se puede ver que:

- las etapas de captura de la imagen (a), filtrado de la imagen (b) y selección de áreas candidatas (c) se realizan en los dispositivos de adquisición (4); las etapas de extracción de características (d) y generación de descriptores (e) se realizan en las plataformas computacionales intermedias (5); y las etapas de clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realiza en las plataformas de procesamiento remoto (7).

5 - la etapa de captura de la imagen (a) se realiza en los dispositivos de adquisición (4); las etapas de filtrado de la imagen (b), selección de áreas candidatas (c), extracción de características (d) y generación de descriptores (e) se realizan en las plataformas computacionales intermedias (5); y las etapas de clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realiza en las plataformas de procesamiento remoto (7).

10 - la etapa de captura de la imagen (a) se realiza en los dispositivos de adquisición (4); y las etapas de filtrado de la imagen (b), selección de áreas candidatas (c), extracción de características (d) y generación de descriptores (e), clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realizan en las plataformas de procesamiento remoto (7) habiendo pasado previamente por las plataformas computacionales intermedias (5).

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de iluminación inteligente, con el que se controla el nivel de intensidad de luz de unas luminarias ubicadas en una zona de interés según la presencia humana en dicha zona, que se caracteriza por que comprende:
- 5
- una pluralidad de luminarias (3) distribuidas por la zona de interés; que comprenden medios de recepción de señales inalámbricas y un módulo de procesador configurado para emitir luz a diferentes niveles de luminosidad;
 - una pluralidad de dispositivos de adquisición (4) de imagen, que toman las imágenes (1) de la zona de interés con una periodicidad constante;
 - 10 - al menos una plataforma computacional intermedia (5) de procesamiento distributivo del tipo *Cloudlet*, en conexión con los dispositivos de adquisición (4), que comprenden medios de procesamiento; y
 - al menos una plataforma de procesamiento remoto (8) centralizada de computación en la nube del tipo *Cloud Computing*, en conexión con las plataformas tipo *Cloudlet*, que consiste en un centro de procesamiento centralizado de datos alojados en la nube y accesible a través de Internet (7); y desde donde se envía una señal (2) de manera individualizada o grupal a las luminarias (3) con el nivel de luminosidad a emitir.
 - 15
- 20
- 2.- Sistema de iluminación inteligente, según la reivindicación 1, donde las luminarias (3) disponen de al menos 3 niveles de luminosidad variable.
- 3.- Sistema de iluminación inteligente, según la reivindicación 1, donde los dispositivos de adquisición (4) son cámaras de imagen o de video.
- 25
- 4.- Sistema de iluminación inteligente, según la reivindicación 1, donde los dispositivos de adquisición toman las imágenes con la frecuencia de 1 segundo.
- 30
- 5.- Sistema de iluminación inteligente, según la reivindicación 1, donde las luminarias (3), los dispositivos de adquisición (4) y las plataformas intermedias (5) están interconectados inalámbrica en una misma red local LAN – *Local Area Network*.

6.- Método de iluminación inteligente, con el que se controla el nivel de intensidad de luz de unas luminarias ubicadas en una zona de interés según la presencia humana en dicha zona, y que se lleva a cabo con un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el método comprende las siguientes etapas:

- 5 a) Captura de una imagen, donde unos dispositivos de adquisición (4) capturan una imagen (1) de la zona de interés;
- b) Filtrado de la imagen, donde se obtiene una imagen filtrada (1A) a partir de la imagen (1) inicialmente tomada;
- 10 c) Selección de áreas candidatas, donde se realiza un análisis preliminar de la imagen filtrada (1A) donde detecta movimiento e indicios de figuras humanas, resultando un conjunto de áreas de interés (1B) en el interior de cada imagen;
- d) Extracción de características, donde se extraen características de cada una de las áreas (1B) identificadas en el proceso anterior, y se obtiene una estructura de datos de cada área de la imagen candidata (1C).
- 15 e) Generación de descriptores, donde se crea un conjunto de descriptores (1D) que definen todos los aspectos de las características identificadas en la etapa anterior;
- 20 f) Clasificación, donde se aplican clasificadores inteligentes mediante herramientas informáticas para determinar si en cada área candidata existe una figura humana, obteniéndose un valor numérico por cada área de interés con la probabilidad de que en ella exista una figura humana (1E);
- g) Comportamiento y análisis predictivo, mediante herramientas informáticas que analizan el posible movimiento y dirección de los peatones por el área de análisis, y se define el conjunto de luminarias afectadas (1F) en la zona de control;
- 25 h) Control de luz, donde se indica el nivel de luz para las luminarias en torno a las áreas de interés en las que se han detectado humanos y envía las señales de niveles de iluminación (2) a las luminarias (3) ubicadas de la zona de control.
- 30

7.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en la etapa de clasificación (f) se aplican técnicas de *Deep Learning*.

8.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en la etapa de clasificación (f) la probabilidad de que en ella exista una figura humana requiere de un valor superior al 40%.

5

9.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en la etapa de control de luz (h), la señal (2) con el nivel de luz se emite de forma individualizada a cada luminaria (3) o de forma conjunta a las luminarias afectadas (1F) de la zona de control.

10

10.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en las etapas de captura de la imagen (a), filtrado de la imagen (b) y selección de áreas candidatas (c) se realiza en los dispositivos de adquisición (4); las etapas de extracción de características (d) y generación de descriptores (e) se realizan en unas plataformas computacionales intermedias (5); y las etapas de clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realiza en unas plataformas de procesamiento remoto (8).

15

11.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en la etapa de captura de la imagen (a) se realiza en los dispositivos de adquisición (4); las etapas de filtrado de la imagen (b), selección de áreas candidatas (c), extracción de características (d) y generación de descriptores (e) se realizan en unas plataformas computacionales intermedias (5); y las etapas de clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realiza en unas plataformas de procesamiento remoto (8).

20

25

12.- Método de iluminación inteligente, según la reivindicación 6, donde en la etapa de captura de la imagen (a) se realiza en los dispositivos de adquisición (4); y las etapas de filtrado de la imagen (b), selección de áreas candidatas (c), extracción de características (d) y generación de descriptores (e), clasificación (f), comportamiento y análisis predictivo (g) y control de luz (h) se realizan en unas plataformas de procesamiento remoto (8).

30

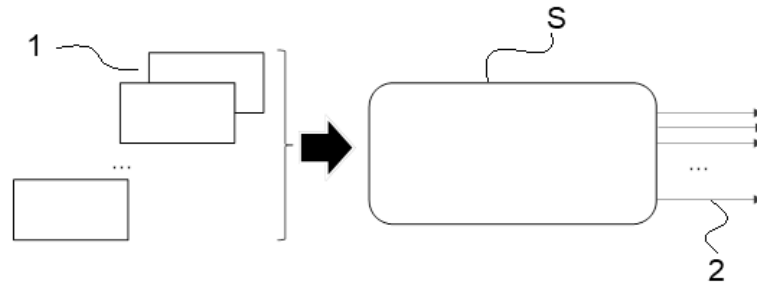


FIG.1

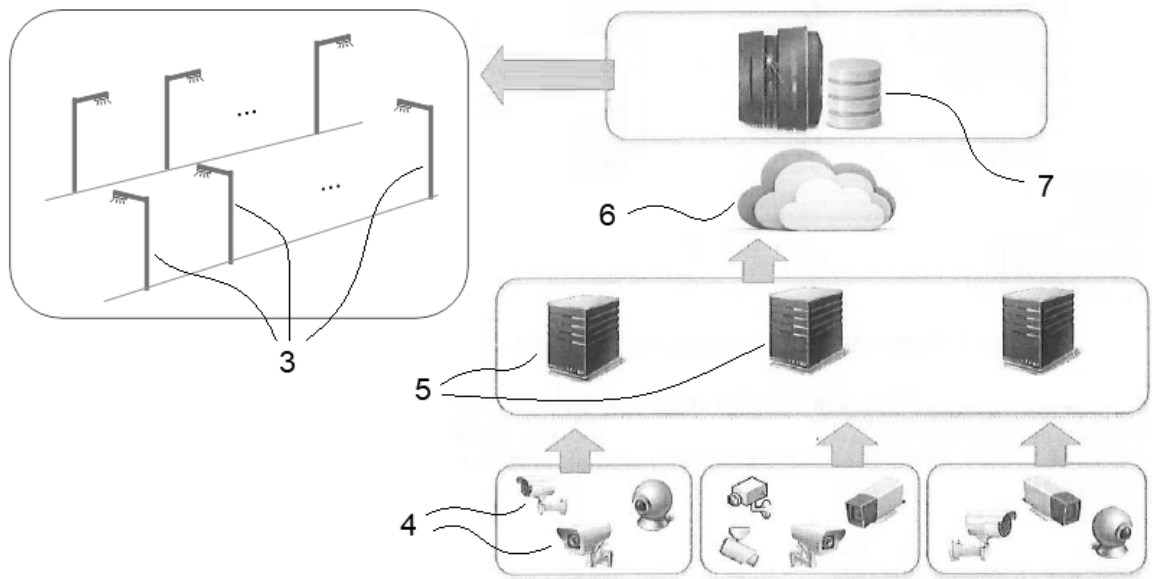


FIG.2

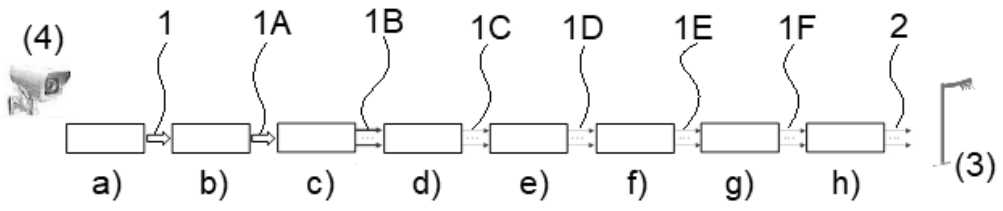


FIG.3

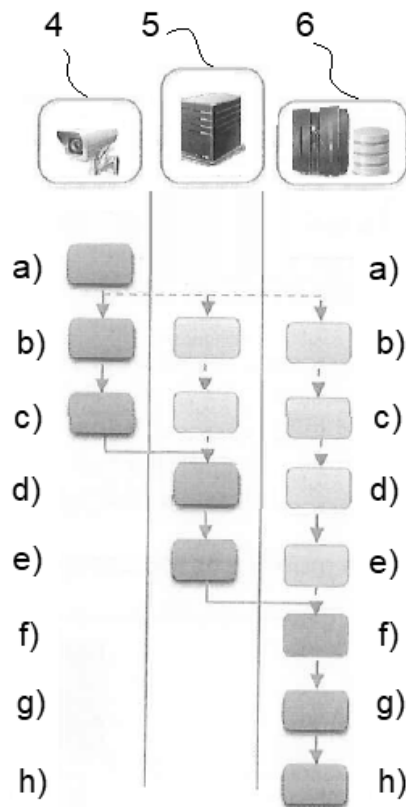


FIG.4



- ②① N.º solicitud: 201930387
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.04.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2014112537 A1 (FRANK JEFFREY D et al.) 24/04/2014, Párrafos 0007-0009, 0058-0060, 0158-0165, 0173-0183, 0195-0200; Reivindicación 27; Figuras 12-16	6-9
Y		1-5; 10-12
Y	FERNANDO VARGAS VARGAS. Cloudlet for the Internet of Things. Degree Project in Electrical Engineering - KTH Stockholm, 2016 [en línea][recuperado el 10/12/2019]. Recuperado de Internet <URL: http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A956399&dswid=2972 >. Páginas 20 a 31	1-5; 10-12
A	CN 106211518 A (TERMINUS TECH CO LTD) 07/12/2016	1-12
A	WO 2019067631 A1 (JOHNSON CONTROLS TECH CO) 04/04/2019	1-12
A	WO 2006038169 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV et al.) 13/04/2006	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
17.12.2019

Examinador
F. Díaz Madrigal

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H05B37/02 (2006.01)

G06T7/20 (2017.01)

H04L29/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H05B, G06T, H04L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, Internet