

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 993**

21 Número de solicitud: 201700190

51 Int. Cl.:

**G06Q 50/30** (2012.01)

**G06F 19/00** (2008.01)

**G08G 1/14** (2006.01)

**G06T 7/00** (2007.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**10.03.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.09.2018**

Fecha de concesión:

**20.03.2019**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**27.03.2019**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)**  
**Plaza de San Diego, s/n**  
**28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**GARDEL VICENTE, Alfredo;**  
**BRAVO MUÑOZ, Ignacio;**  
**LÁZARO GALILEA, José Luis y**  
**ESPINOSA ZAPATA, Felipe**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la detección de la ocupación en aparcamientos**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para la detección del estado de ocupación de las plazas de aparcamiento (PAS) definidas. El sistema comprende: cámara de vídeo (1.1), módulo de procesamiento de los algoritmos de visión artificial (1.2), algoritmo de control de la orientación del telémetro (1.3), plataforma orientable pan-tilt (1.4), telémetro láser, poste de altura 1.5 m y prisma de reflexión para obtener las distancias en la etapa de calibración (1.5), algoritmo de medida diferencial de las distancias (1.6), módulo de fusión de los datos procedentes de la cámara, el telémetro (1.7) y módulo de comunicación (1.8). La línea divisoria deja a la izquierda los elementos hardware del sistema, mientras que los algoritmos de procesamiento de la información se encuentran a la derecha de dicha línea. Los diferentes elementos se encadenan y enumeran según se va haciendo necesaria su utilización en el sistema. En la instalación del sistema se necesita realizar un procedimiento de calibración del conjunto telémetro+cámara.

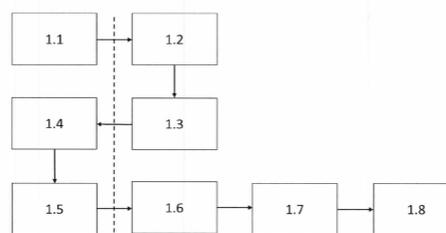


FIG.1

ES 2 680 993 B1

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETECCIÓN DE LA OCUPACIÓN  
EN APARCAMIENTOS**

5 **1 SECTOR DE LA TÉCNICA**

Esta invención se encuadra dentro del área de la técnica Electrónica, Informática y Telecomunicaciones (TIC).

**2 ESTADO DE LA TÉCNICA**

10 **2.1 Introducción**

El aparcamiento de vehículos en zonas urbanas y densamente pobladas representa un gran problema en relación con la movilidad y el transporte. La existencia de vehículos en busca de aparcamiento supone una gran pérdida de tiempo y dinero para los ciudadanos, y un gasto energético adicional que conduce a una mayor contaminación ambiental.

15

Las diferentes administraciones públicas y empresas concesionarias desearían poder informar al conductor de la ubicación de una plaza libre para que realice el aparcamiento. En esta patente nos centramos en la detección del estado de ocupación (libre/ocupada) de una serie de plazas de aparcamiento (PAs) dentro de la zona supervisada por un nodo sensor (cámara-telómetro) dejando abierta la forma en que dicha información se transmite/comunica al conductor (p.e. mediante una aplicación de teléfono móvil).

20

Sistemas como el que se presenta en esta patente tienen como objetivo proporcionar información acerca de la disponibilidad de PAs libres en una zona bajo supervisión. A continuación, se revisa brevemente el estado del arte sobre las distintas tecnologías existentes para conocer si una PA está o no ocupada por un vehículo distinguiendo si un sensor detecta la ocupación de una plaza o varias plazas.

25

**2.1.1 Sistemas con un sensor de ocupación en cada PA**

30 En esta estrategia se instala un sensor de ocupación por cada PA. En [Chinrungrueng, J., Sunantachaikul, U. & Triamlumlerd, S., 2007. Smart Parking: An Application of Optical Wireless Sensor Network. <https://dx.doi.org/10.1109/SAINT-W.2007.98>] se hace uso de un sensor óptico en cada PA para informar sobre su ocupación. También se puede hacer uso de otro tipo de sensores basados en ultrasonidos [Burgstahler D, Knapp F, Zoller S. "Where

is that car parked? A wireless sensor network-based approach to detect car positions". 9th IEEE Workshop on Practical Issues in Building Sensor Network Applications; 2014 Sept. p. 1–11. <https://dx.doi.org/10.1109/LCNW.2014.6927697>] o basados en sensores magnéticos [Zhang, Z., Tao, M. & Yuan, H., 2015. A Parking Occupancy Detection Algorithm Based on AMR Sensor.15(2), pp.1261–1269. <https://dx.doi.org/10.1109/JSEN.2014.2362122>]. Existen varios sistemas comerciales que incorporan un sensor por cada PA como por ejemplo *MeshNetics*, pero su utilización ha sido relativamente corta dado que el mantenimiento de los nodos tiene un coste elevado, necesitan implantar una gran infraestructura y son sistemas muy invasivos.

10

### **2.1.2 Sistemas con sensor de ocupación de varias PAs**

En este apartado se consideran aquellos sistemas que obtienen el estado de ocupación de cada una de las PAs de una zona bajo supervisión (sin cubrir todo el parking), por ejemplo mediante visión artificial [Ball, Jay H. "Determining the availability of parking spaces." US Patent 6285297 2001 <https://www.google.es/patents/US6285297>]. Estos sistemas reducen claramente los costes de instalación y mantenimiento dado que se tiene una relación N a 1, siendo N el número de plazas supervisadas por un único nodo de detección. Por contra, la fiabilidad de las medidas realizadas por este tipo de sistemas remotos es peor que la fiabilidad que obtienen los sistemas basados en sensores monitorizando una única PA.

20

En la siguiente sección se enfoca el estado del arte en la revisión de algoritmos de visión artificial utilizados en la obtención de la ocupación de PAs.

## **2.2 Detección remota basada en algoritmos de visión artificial**

25

A continuación, una vez revisados los sistemas que hacen uso de diferentes técnicas sensoriales para conocer la ocupación de las PAs se enfoca el estudio del estado del arte en los sistemas basados en visión artificial.

### **2.2.1 Detección del suelo y marcas de las PAs**

30

Una de las estrategias más utilizadas en visión artificial es obtener el estado de ocupación de una PA en base a la detección del suelo/pavimento. En el trabajo de [Wu, Q.W.Q. et al., 2007. Robust Parking Space Detection Considering Inter-Space Correlation. Multimedia and Expo, 2007 IEEE Int. Conference. <https://dx.doi.org/10.1109/ICME.2007.4284736>] se hace uso de métodos de aprendizaje automático para clasificar cada una de las PAs como

ocupada o libre. Estas técnicas necesitan de un entrenamiento previo que tiene en cuenta la detección negativa/positiva de vehículos en las PAs. También se puede hacer uso de algoritmos clasificadores de tipo bayesiano como es el caso del trabajo de [Liu, J., Mohandes, M. & Deriche, M., "A multi-classifier imagen based vacant parking detection system". In 2013 IEEE 20th Int. Conference on Electronics, Circuits, and Systems (ICECS). IEEE, pp. 933–936. <https://dx.doi.org/10.1109/ICECS.2013.6815565>]. La alteración de la apariencia del suelo debida a cambios de iluminación, sombras, oclusiones por el paso de vehículos, etc. y la aparición de vehículos que pueden ocupar la plaza de forma parcial, reducen en gran medida la efectividad de estos métodos de aprendizaje automático.

10

Otros trabajos como la patente de [Zhang, G., Feng, Y. & Wang, B. "Parked vehicle detection based on edge detection". US Patent 8923565, 2014 <https://www.google.es/patents/US8923565>] intentan explotar la información de las marcas de plazas en el suelo del aparcamiento. Este tipo de soluciones es dependiente del buen estado de las marcas en el pavimento, de un correcto aparcamiento por los usuarios y de una resolución de imagen elevada para segmentar correctamente dichas marcas.

15

### **2.2.2 Detección y seguimiento de vehículos en el aparcamiento**

En otros trabajos, además de lo anterior proponen realizar la detección y seguimiento de vehículos en movimiento por el aparcamiento. En [Faro, A., Giordano, D. & Spampinato, C. "Adaptive background modeling integrated with luminosity sensors and occlusion processing for reliable vehicle detection. IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, 12(4), pp.1398–1412. 2011. <https://dx.doi.org/10.1109/TITS.2011.2159266>] se propone un sistema de detección y seguimiento de vehículos basado en la resta de la imagen de fondo con un modelo de *Poisson* adaptativo. Conocer si hay un vehículo aparcando puede mejorar la obtención de ocupación o no de una PA, ahora bien, los propios autores advierten de los errores del sistema debidos a brillos en la imagen o poca iluminación. Para poder realizar un seguimiento de los vehículos por las zonas anexas a las PAs se debe ampliar la zona de trabajo de las cámaras y hacer uso de otro tipo de algoritmos como los basados en flujo óptico [Park, S.; Kim, K.; Park, K. "Vehicle-monitoring device and method using optical flow". U.S. Patent 20060140447, 2005. <https://www.google.es/patents/US20060140447>]. A partir de dicha información se detectan los objetos en movimiento y se clasifican como vehículos o no. Existen múltiples autores que hacen uso de dichos algoritmos, citando por ejemplo el trabajo de [Blumer, K. et al., 2012. "Cost-effective single-camera multi-car parking

25

30

monitoring and vacancy detection towards real-world parking statistics and real-time reporting”. In Neural Information Processing. pp. 506–515. [https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34500-5\\_60](https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34500-5_60)] en el cual se realiza un análisis de objetos dinámicos a partir de la información dada por el flujo óptico.

5

### **2.2.3 Mejoras al sistema de visión artificial**

Adicionalmente, existen otros trabajos que se comentan posteriormente y que pueden mejorar la obtención de resultados de los métodos anteriores al incluir más información en la toma de decisiones acerca del estado de ocupación de las PAs, como puede ser:

- 10 • el modelo 3D del aparcamiento al tener una perspectiva fija entre la cámara de supervisión y el suelo del aparcamiento y vehículos que se mueven por el mismo,
- detección y reconocimiento de las matrículas de los vehículos, siempre que la resolución y perspectiva lo permita.

#### **15 2.2.3.1 Modelo 3D del aparcamiento**

Varios autores proponen realizar un modelo 3D del aparcamiento. Así, en [Huang, C.-C., Tai, Y.-S. & Wang, S.-J., 2013. “Vacant Parking Space Detection Based on Plane-Based Bayesian Hierarchical Framework”. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 23(9), pp.1598–1610. <https://dx.doi.org/10.1109/TCSVT.2013.2254961>] se realiza un algoritmo de detección que haciendo uso de un modelo 3D del aparcamiento mejora los resultados de detección al tener en cuenta las oclusiones entre los distintos objetos y vehículos en movimiento por el aparcamiento.

En la patente [Delibaltov, D.; Wu, W.; Loce, R. & Bernal, E. “Method of determining parking lot occupancy from digital camera images”. US Patent 9129524, 2015, <https://www.google.es/patents/US9129524>] se realiza una estimación del volumen 3D ocupado por cada plaza del aparcamiento para tener en cuenta la perspectiva de la imagen capturada.

#### **30 2.2.3.2 Identificación de matrículas**

Algunos sistemas como el presentado en [Prieto, P.R, “System for estimating the location of vehicles in parking lots”. 2009. US Patent 7619542. <http://www.google.es/patents/US7619542>] hacen uso de cámaras para detectar la matrícula del vehículo en ciertos puntos de control del área de estacionamiento, pudiendo

indicar al sistema de aparcamiento central las zonas por las que se encuentra dicho vehículo y poder acotar el número de vehículos que están aparcados en una determinada zona. También en la patente [Nerayoff, S. & Wong, T. "Controlling use of parking spaces using cameras and smart sensors". 2015. US Patent US8982214-B2  
5 <http://www.google.es/patents/US8982214>] se realiza la detección de las matrículas de los vehículos para informar sobre si se ha ocupado una PA.

#### **2.2.4 Selección de algoritmos de visión**

Para seleccionar el mejor algoritmo de visión se puede hacer uso de una base de datos de  
10 videos de aparcamientos reales como la que se proporciona públicamente en [Almeida, et al., 2015. "PKLot – A robust dataset for parking lot classification. Expert Systems with Applications, 42(11), pp.4937–4949. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.009>]. En dicho *dataset* se tienen imágenes capturadas en 2 aparcamientos desde 3 diferentes cámaras contemplando situaciones complejas: días nubosos, soleados con sombras  
15 variables, lluviosos, etc. El *dataset* se ha utilizado y probado con distintos algoritmos en el trabajo [Almeida, P. et al., 2013. Parking Space Detection Using Textural Descriptors. In 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. IEEE, pp. 3603–3608. <https://doi.org/10.1109/SMC.2013.614>]. Los resultados confirman la dificultad de obtener resultados correctos acerca del estado de las PAs a partir únicamente del  
20 procesamiento de imágenes, sobre todo si existen sombras en días soleados, viento que produce movimientos/bamboleos de elementos de la escena y brillos/mala detección de objetos en condiciones de baja iluminación.

Hay que hacer notar que los sistemas basados en visión artificial tienen errores en los  
25 resultados de detección del estado de la ocupación por múltiples motivos como pueden ser los brillos/sombras que producen los vehículos en movimiento por el aparcamiento, las oclusiones parciales de las plazas que producen los vehículos de plazas vecinas, etc.

#### **2.3 Detección remota basada en telémetro láser**

30 La introducción de un telémetro orientable en la presente invención hace necesario revisar el estado del arte en cuanto a módulos telémetros existentes actualmente y en particular aquellos destinados a un funcionamiento en entornos exteriores. La tecnología actual permite disponer de telémetros láser para exteriores que sin manejar potencias elevadas que puedan ser perjudiciales para las personas, permiten obtener una medida de la

distancia entre el sistema y la superficie del primer objeto que refleje el haz del telémetro, llegando a alcanzar 300m en condiciones de buena reflectividad. En el caso de monitorizar zonas de aparcamiento, las distancias que se consideran como óptimas para los sistemas de supervisión basados en cámara son de 30-40m como máximo entre la ubicación de la cámara y las PAs de los vehículos. Atendiendo a las hojas de características de los fabricantes de los dispositivos telémetro para las distancias manejadas con una reflectividad de tan sólo el 10% en la superficie se obtiene una medida de distancia correcta [Pfeifer N. and Briese C. "Laser scanning – principles and applications". GeoSiberia 2007. <https://dx.doi.org/10.3997/2214-4609.201403279>].

10

Diferentes autores lo han utilizado para obtener la ocupación de PAs como por ejemplo en la patente [Wang, Y.; Cummins, D.; Darst, M. & Pennington, G. "Methods, systems and processor-readable media for parking occupancy detection utilizing laser scanning". 2015. US Patent US20150116134-A1. <https://www.google.es/patents/US20150116134> ] donde se hace uso de un sistema telémetro láser orientable mediante plataforma de giro en horizontal y vertical (pan-tilt) igual que en la presente invención. En cada perfil barrido por el sensor se obtiene una serie de distancias que permiten conocer si existe o no un vehículo en una PA. De esta manera el sistema proporciona un valor de ocupación en función de la interpretación de dicho perfil de distancias. El hándicap es que se debe barrer constantemente toda la superficie del aparcamiento.

20

Otro sistema también basado en la detección de distancias es el presentado en la patente [Mimeault, Y. "Parking management system and method using lighting system". 2014. Patente US8723689-B2. <https://www.google.es/patents/US8723689>] donde se propone ubicar cenitalmente un telémetro de múltiples haces láser y que recupera la información de distancias a distintos puntos de una serie de PAs. La diferencia de distancias en función de si existe o no un vehículo en la PA determina el estado de ocupación de cada PA.

25

No obstante, los sistemas basados únicamente en la medida de distancias pueden introducir errores debidos a la captura de superficies que no tienen por qué ser un vehículo pero que podrían tener un patrón similar debido a oclusiones de múltiples vehículos en el aparcamiento u otras situaciones. Este hecho limita el uso de este tipo de sistemas en zonas con pocas PAs supervisadas desde un mismo nodo sensor.

30

## 2.4 Conclusiones y motivación de la presente invención

Del análisis de los trabajos previos relacionados con la presente patente, y comentados en este apartado se extrae la conclusión de que actualmente no existe un sistema de detección fiable de la ocupación de PAs, por lo que la fusión y tratamiento adecuado de la información procedente de una cámara de video y de un telémetro orientable como se propone en esta invención, supone un avance en la obtención de la ocupación de las PAs. Sistemas como el propuesto en la presente invención proporcionan gran valor añadido al servicio de aparcamientos en superficie, por lo que además de los ayuntamientos y otras entidades públicas también los gestores/administradores de aparcamientos privados pueden estar interesados en poder incorporar a dichas instalaciones sistemas de información y guiado para ayudar al usuario a aparcar su vehículo. En este caso, el objetivo concreto que se persigue con el sistema de la presente patente es conocer el estado de ocupación de cada plaza de dicho aparcamiento con un coste de instalación por plaza reducido.

15

## 3 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención propone un dispositivo que obtiene el estado de ocupación de cada una de las PAs dentro de la zona supervisada por un nodo sensor que está compuesto por los siguientes elementos: cámara de video, telémetro láser sobre plataforma *pan-tilt* y sistema de procesamiento. El objetivo para el que se ha desarrollado es la detección fiable del estado de ocupación de las PAs de vehículos.

20

El funcionamiento en conjunto de los diferentes elementos componentes y la fusión de datos obtenidos por ambos sensores en el sistema de procesamiento proporciona valores de detección de ocupación de plazas correctos aun en condiciones de baja iluminación, brillos, oclusiones, sombras, parpadeos en la iluminación, funcionamiento de noche, etc.

25

La configuración del sistema es abierta, pudiendo cambiar la operativa del conjunto mediante la modificación de los diferentes parámetros que controlan el funcionamiento del algoritmo de visión. La fusión de la información proporcionada por el algoritmo de visión respecto a la ocupación o no de una plaza se conjuga con la información proporcionada por el telémetro orientado de forma adecuada hacia plazas clasificada con un posible cambio en su estado.

30

El número de plazas supervisadas varía en función del ángulo de inclinación de la cámara, altura de colocación de la misma y disposición/tamaño de las PAs definidas. El sistema no necesita de una demarcación visual fija de las plazas en el suelo, pudiendo variarse su estructura, posición y dimensiones de las PAs.

5

El sistema de detección remoto está compuesto por una cámara de visión con un cierto campo de visión y un telémetro láser orientable con un control de movimiento *pan-tilt* que cubra los puntos de interés de las PAs dentro del campo de visión de la cámara. Haciendo uso conjunto del telémetro láser para exteriores se mejora la detección en los valores de ocupación de las plazas de forma notable sobre todo en condiciones de baja iluminación dado que se dispone de una segunda comprobación de los resultados dados por el módulo de detección visual, superando en prestaciones a otros sistemas que únicamente están basados en visión o telémetro laser.

15 En la presente invención, el telémetro láser se complementa con una plataforma orientable de movimiento en 2 ejes, *pan-tilt*, que permite direccionarlo a cualquier plaza y punto del aparcamiento bajo supervisión, extrayendo información acerca de la distancia a dicho punto. La novedad de la patente estriba justamente en la fusión de la información obtenida desde ambos sistemas: imagen de la plaza, reconocimiento del espacio (suelo) que  
20 corresponde a cada PA, detección de movimiento de un coche en una zona en la secuencia de imágenes que puede significar que ocupa o deja libre una PA cercana a dicha zona, y la medida de distancias a las PAs de interés de la zona afectada de manera que se tienen unos resultados de ocupación de PAs más fiables, permitiendo su utilización en sistemas de aparcamiento reales.

25

Las principales características de la presente invención son las siguientes:

1. La arquitectura propuesta del sistema está compuesta por cámara más telémetro sobre plataforma de movimiento *pan-tilt*, como conjunto único de sensado remoto para la detección del estado de ocupación de PAs.
- 30 2. Realización de una calibración geométrica (en la instalación) del conjunto telémetro-cámara para poder orientar convenientemente el telémetro láser para medir la distancia a puntos de la imagen que se consideran necesarios para asegurar la correcta detección de la ocupación de una plaza.

3. Algoritmo de fusión de datos y su aplicación a la detección de la ocupación de PAs. compuesto por las siguientes fases: reconocimiento y posible identificación del suelo correspondiente a cada plaza; detección de movimiento de entrada o salida de un vehículo de una PA a partir de la secuencia de imágenes dada por una cámara;
- 5 preclasificación de un posible cambio de ocupación en alguna plaza monitorizada a partir del algoritmo de visión; orientación del telemetro hacia esas plazas y medida de distancia; fusión de datos y decisión final de cambio de estado de la plaza teniendo en cuenta los diferentes volúmenes y oclusiones que producen vehículos estacionados en plazas contiguas para generar de forma fiable el estado de ocupación de cada PA.

10

#### 4 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del sistema, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un juego de figuras esquemáticas en las

15 que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

**En la figura FIG.1** se muestra un esquema con los diferentes elementos que componen el sistema propuesto según se va haciendo uso de los mismos: cámara de vídeo (1.1), módulo de procesamiento de los algoritmos de visión artificial (1.2), algoritmo de control de la

20 orientación del telémetro (1.3), plataforma orientable pan-tilt (1.4), telémetro láser, poste de altura 1.5m y prisma de reflexión para obtener las distancias en la etapa de calibración (1.5), algoritmo de medida diferencial de las distancias (1.6), módulo de fusión de los datos procedentes de la cámara, el telémetro (1.7) y módulo de comunicación (1.8). La línea divisoria deja a la izquierda los elementos hardware del sistema, mientras que los

25 algoritmos de procesamiento de la información se encuentran a la derecha de dicha línea. Los diferentes elementos se encadenan y enumeran según se va haciendo necesaria su utilización en el sistema.

**En la figura FIG.2** se muestra el esquema de las distintas tareas y procedimientos para realizar la instalación y calibración del sistema: Definición de PAs y puntos de medida del

30 telémetro para cada una de las plazas (2.1); Calibración geométrica entre cámara y suelo de las PAs (2.2) ; Calibración del sistema de orientación del telémetro laser obteniendo los valores angulares de control *pan-tilt* (2.3); Calibración del conjunto Cámara – Telémetro almacenando una tabla de correspondencias entre los controles de movimiento pan-tilt y

coordenadas x-y del pixel de la imagen para los puntos de interés de las PAs del aparcamiento (2.4); Determinación de volúmenes espaciales delimitados de cada una de las PAs y oclusiones que genera en plazas colindantes (2.5).

5 **En la figura FIG.3** se muestra un dibujo esquemático de la medida de distancias desde un telémetro orientable con dos grados de libertad pan-tilt. En la figura se marcan con unas flechas de rotación el ángulo de orientación horizontal *pan* y el ángulo de inclinación vertical *tilt*. En la figura se muestra un sencillo ejemplo de aparcamiento en superficie dividido en 6 plazas y con 2 vehículos de un tamaño distinto estacionados. En el diagrama se marcan  
 10 con líneas discontinuas las posibles medidas de distancias desde el telémetro orientado convenientemente hasta un prisma de reflexión. En la plaza P1 se han marcado las medidas de distancia al centro de dicha PA obtenidas en la fase de calibración. El centro de la plaza se caracteriza por dos puntos, uno en el suelo, proporcionando la distancia  $D_{SC}$ ; y otro a una altura determinada conseguida con un poste auxiliar, proporcionando la  
 15 distancia  $D_{PC}$ . Nota: en este documento se considera una altura de 1,5 m como la altura media de un vehículo y por tanto será la altura del poste, pero se puede optar por otra diferente.

En la plaza P2 se han marcado las distancias medidas hacia los puntos de interés,  
 20 obteniendo los valores actuales de distancias  $D_{PA}$  y  $D_{SA}$  para dicha plaza. Como se puede comprobar, en el caso de que no haya oclusiones en una plaza libre, el valor  $D_{SA}$  debe ser similar al valor  $D_{SC}$  calibrado, mientras que el valor  $D_{PA}$  será distinto del valor  $D_{PC}$  calibrado (marcado con una línea gris en el corte con la línea discontinua de altura 1,5 m).

25 En la plaza P3 se tiene un vehículo estacionado y se han marcado las distancias medidas hacia los puntos de interés, obteniendo los valores actuales de distancias  $D_{PA}$  y  $D_{SA}$  para dicha plaza. Como se puede comprobar, en el caso de que haya un vehículo estacionado, el valor  $D_{PA}$  debe ser similar al valor  $D_{PC}$  calibrado, mientras que el valor  $D_{SA}$  será distinto del valor  $D_{SC}$  calibrado. El caso de la plaza P5 muestra el caso de un vehículo de mayores  
 30 dimensiones y desplazado respecto a la ubicación centrada en la plaza.

La plaza P6 tiene oclusión del suelo por lo que no se puede realizar la medida de distancia  $D_{SA}$  desde el telémetro. Sólo se dispone de la medida  $D_{PA}$  a comparar con la distancia  $D_{PC}$  calibrada. Como se demuestra en la figura, el punto del suelo de una PA sobre el que

obtener la medida de distancia puede ser fácilmente ocluido por otros vehículos adyacentes. Esto motiva el haber incluido un punto a cierta altura (1,5 m) de manera que se reduce la probabilidad de que la medida de distancia obtenida desde el telémetro tenga oclusiones.

5

La diferencia de distancias medidas en puntos de una PA con vehículo o sin vehículo proporciona información adicional a conjugar con los resultados del módulo de visión artificial y el estado de ocupación del aparcamiento.

10 **En la figura FIG.4** se muestra el procedimiento para preclasificar una PA como ocupada. El procedimiento se ejecuta si se detecta el movimiento de un posible vehículo (a partir de las imágenes de la cámara) que se ha parado en el área de la plaza. Así, considerando una plaza  $P_i$ , si cerca de ella se para el movimiento de un vehículo con un valor  $T > U_T$  (que supera un cierto umbral  $U_T$ ) y el valor de reconocimiento de su suelo  $R_i$  es menor que un  
15 valor umbral  $R_{SO}$ ,  $R_i < R_{SO}$ , dicha plaza  $P_i$  se preclasifica como ocupada y se requiere al sistema de telemetría laser que haga una comprobación de las distancias sobre dicha plaza  $P_i$ .

**En la figura FIG.5** se muestra el procedimiento para preclasificar una PA como libre. El  
20 procedimiento se ejecuta si se detecta el movimiento de un posible vehículo (a partir de las imágenes de la cámara) que sale del área de la plaza. Así, considerando una plaza  $P_i$ , si cerca de ella se detecta el comienzo del movimiento de un posible vehículo con un valor  $T > U_T$  (que supera un cierto umbral  $U_T$ ) o, en caso de que no haya ocultación, el valor de reconocimiento del suelo  $R_i$  es mayor que un valor umbral  $R_{SL}$ ,  $R_i > R_{SL}$ , se preclasifica dicha  
25  $P_i$  como libre y se requiere al sistema de telemetría laser que haga una comprobación de las distancias correspondientes a dicha plaza  $P_i$ .

**En la figura FIG.6** se muestra el procedimiento para confirmar el cambio de estado de una  
PA.

30

Para una PA preclasificada como ocupada se confirma dicho estado si se cumple que:

$$|D_{PA} - D_{PC}| < U_{OP} \quad \text{y} \quad |D_{SA} - D_{SC}| > U_{OS}.$$

Para una PA preclasificada como libre se confirma dicho estado si se cumple que:

$$|D_{PA} - D_{PC}| > U_{LP} \quad \text{o} \quad |D_{SA} - D_{SC}| < U_{LS}$$

## 5 MODO DE REALIZACIÓN

El sistema de la presente invención se compone de una cámara de video (1.1), un módulo de procesamiento de visión artificial (1.2), un telémetro láser (1.5) con plataforma *pan-tilt* orientable (1.4), un módulo para el control de la orientación del telémetro (1.3) y un módulo de fusión de los resultados de video y distancias (1.7) para obtener la ocupación de las PAs monitorizadas. En el esquema de la figura FIG.1 se unen los diferentes elementos encadenados según se va requiriendo su utilización.

La fusión de los datos obtenidos de las imágenes de video y de las medidas de distancia obtenidas por el telémetro proporciona un valor del estado de ocupación de las PAs más fiable. Para obtener la información de una misma PA desde ambos sensores del sistema se necesita realizar un procedimiento de calibración durante la instalación.

A parte de que el sistema debe tener línea directa de visión sobre las PAs a supervisar, no existen otras restricciones en cuanto a marcas del suelo, balizas o cualquier otro elemento invasivo en el mismo. El área de ocupación de las PAs se debe configurar a priori, pero se puede modificar a voluntad en cualquier momento ya que no implica modificación de infraestructura.

La obtención del estado de ocupación de las PAs consta de las 4 etapas siguientes:

1. Calibración del sistema telémetro orientable y cámara para trabajar conjuntamente.
2. Procesamiento mediante visión artificial: preclasificación del cambio de estado de cada PA.
3. Obtención de medidas de distancia mediante el telémetro láser sobre las PAs preclasificadas.
4. Fusión de datos obtenidos del telémetro y cámara.

A continuación, se pasa a detallar el funcionamiento de cada uno de los bloques anteriores.

### 5.1 Calibración conjunto telémetro orientable y cámara

Con esta calibración se desea obtener una correspondencia entre puntos de la imagen del aparcamiento con los puntos donde se realizan las medidas de distancia por parte del telémetro, lo que implica conocer los valores de orientación *pan-tilt* para dirigir el telémetro

hacia dichos puntos. El procedimiento de calibración se realiza en la instalación del conjunto.

Este procedimiento consta de los siguientes pasos, descritos en la figura FIG.2:

- 5 a. Definición de las PAs haciendo uso de un prisma de reflexión que va siendo situado consecutivamente en los vértices del suelo de cada plaza (colocación manual del prisma). Dichas ubicaciones se capturan desde la cámara de visión y desde el telémetro láser de forma que se tienen los vértices que definen cada una de las PAs.
- 10 b. Calibración Cámara – PAs. Realización de la calibración extrínseca de la cámara de visión artificial respecto a la superficie del aparcamiento. Obtención de la matriz de homografía que relaciona la posición de las PAs en el plano de la imagen capturada. Obtención de la transformación geométrica del suelo de una plaza respecto a la cámara a partir de las medidas obtenidas por el telémetro orientado hacia los vértices de la misma.
- 15 c. Calibración Cámara-Telémetro. Procedimiento para la calibración geométrica del telémetro orientable con respecto a la cámara. Conocida la posición real de los puntos definidos para cada plaza se obtiene la transformación geométrica entre la cámara y el telémetro orientable.
- 20 d. Obtención de un mapeado de orientaciones *pan-tilt* para la generación de medidas en los puntos que se deseen dentro del aparcamiento bajo análisis. Por ello se realizan medidas en los puntos centrales de las plazas a una altura de cero metros (en el suelo) y a una altura igual a 1,5 metros ayudados por un prisma de reflexión. La distancia al punto en el suelo de la PA puede ser fácilmente ocluido por otros
- 25 vehículos adyacentes. Al incluir el punto a una altura de 1,5 metros se amplía el área de supervisión para la cual el telémetro no tiene oclusiones.
- 30 e. Definición y generación de volúmenes 3D de cada una de las PAs para tener en cuenta la posible ocultación entre plazas contiguas. Se considera un volumen tridimensional con una altura de 1,5 metros en cada plaza para obtener qué plazas cercanas están afectadas por una posible oclusión en caso de que dicha plaza se encuentre ocupada.

## 5.2 Módulo de procesamiento mediante visión artificial

La cámara (FIG.1 – bloque 1.1) proporciona una secuencia de imágenes estándar sobre la que se ejecutan los siguientes algoritmos de visión artificial (FIG.1 – bloque 1.2).

### **5.2.1 Algoritmo de detección de vehículos**

5 Mediante un algoritmo de flujo óptico se detecta si hay algún objeto en movimiento en la secuencia de imágenes. En las zonas de la imagen donde no hay movimiento se realiza la actualización de una imagen de fondo estática para utilizarla en el algoritmo de flujo óptico. A continuación, el algoritmo detecta qué objetos pueden ser considerados como vehículos dado que el área ocupada por cada objeto detectado debe estar dentro de unos valores  
10 umbral en función de la ubicación en la imagen (se considera el vehículo con unas dimensiones mínimas/máximas y se obtiene su tamaño capturado en la imagen usando la actual proyección perspectiva de la cámara respecto al suelo del aparcamiento).

### **5.2.2 Algoritmo de detección de movimiento de vehículos en una secuencia de imágenes**

15 Se aplica un algoritmo de filtrado espacio-temporal basado en [Babenko B., Yang M.H., and Belongie S. “Visual tracking with online multiple instance learning”. In Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009 IEEE Conf., pages 983–990. 2009. <https://dx.doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206737>] para la obtención de movimiento de  
20 vehículos aun en presencia de oclusiones y errores de detección en una secuencia de imágenes durante un tiempo limitado. Este algoritmo proporciona un valor T (en un rango de valores normalizado entre 0 y 1) que contiene el resultado de la detección del movimiento de un vehículo que bien se para en una PA o sale de una PA.

### **5.2.3 Reconocimiento del suelo de cada plaza del aparcamiento**

25 A partir del modelo de imagen de fondo obtenido anteriormente, se realiza el reconocimiento del suelo de cada una de las PAs a partir de la información de su textura en distintos puntos identificativos que puedan existir dentro de cada plaza. Si se detecta la ocupación de una plaza por un vehículo o la ocultación total de la misma debido a vehículos  
30 adyacentes, el algoritmo deshabilita el reconocimiento del suelo de esa PA (para no procesar repetidamente ese espacio innecesariamente). En el momento en que se detecta la liberación de una plaza ocupada por un vehículo y no hay ocultación del suelo por vehículos adyacentes, se vuelve a habilitar el reconocimiento del suelo de la plaza. Este algoritmo proporciona un valor R (en un rango de valores normalizado entre 0 y 1) que

contiene el resultado de identificación del suelo de dicha plaza en base a su textura y puntos característicos.

#### **5.2.4 Obtención de PAs preclasificadas con cambio de estado**

- 5 La ejecución de los algoritmos de visión anteriores, proporcionan dos valores de salida (T y R) acerca de la detección/reconocimiento efectuado.

##### **5.2.4.1 Preclasificación de una plaza $P_i$ como ocupada**

10 Considerando una plaza  $P_i$ , si cerca de ella se para el movimiento de un vehículo con un valor  $T > U_T$  (que supera un cierto umbral  $U_T$ ) y el valor de reconocimiento de su suelo  $R_i$  es menor que un valor umbral  $R_{SO}$ ,  $R_i < R_{SO}$ , se preclasifica  $P_i$  como ocupada y se requiere al sistema de telemetría laser que haga una comprobación de las distancias correspondientes a dicha plaza  $P_i$ . El procedimiento de preclasificación de una PA como ocupada se muestra en la figura FIG.4.

15

##### **5.2.4.2 Preclasificación de una plaza $P_i$ como libre**

20 Considerando una plaza  $P_i$ , si cerca de ella se detecta el comienzo del movimiento de un posible vehículo con un valor  $T > U_T$  (que supera un cierto umbral  $U_T$ ) o, en caso de que no haya ocultación, el valor de reconocimiento del suelo  $R_i$  es mayor que un valor umbral  $R_{SL}$ ,  $R_i > R_{SL}$ , se preclasifica dicha  $P_i$  como libre y se requiere al sistema de telemetría laser que haga una comprobación de las distancias correspondientes a dicha plaza  $P_i$ . El procedimiento de preclasificación de una PA como libre se muestra en la figura FIG.5.

#### **5.3 Obtención de medidas de distancia mediante el telémetro láser sobre las PAs preclasificadas**

25

30 Mediante la incorporación de un telémetro láser orientable se obtienen diferentes medidas de distancia a puntos previamente generados como puntos de la escena que ayudan a determinar si hay o no un vehículo en una PA (ver figura FIG.3). Para orientar convenientemente el telémetro láser se hace uso de una plataforma de movimiento *pan-tilt* (con dos grados de libertad). En la figura FIG.3 se marcan con unas flechas de rotación ambos ángulos: el ángulo de orientación horizontal pan y el ángulo de inclinación vertical tilt.

El procedimiento de detección conlleva el control de la plataforma de orientación *pan-tilt* para dirigir de forma eficiente el haz del telémetro a las distintas PAs, donde el sistema de visión informa de un posible cambio de ocupación.

- 5 El telémetro orientable está calibrado y se dispone de una tabla con las distancias medidas desde el sensor a los puntos de interés de cada una de las PAs. Para cada PA se tienen almacenados los valores correspondientes de control pan-tilt necesarios para orientar el telémetro y dos medidas de distancia precalibradas:  $D_{SC}$  - distancia medida al punto central en el suelo de la plaza y  $D_{PC}$  - distancia medida del punto central de la plaza a una altura  
10 de 1,5 m).

#### 5.4 Fusión de datos obtenidos del telémetro y cámara

A partir de los valores proporcionados por el algoritmo de visión artificial y las distancias medidas por el telémetro orientado hacia las PAs preclasificadas, se realiza su  
15 interpretación para generar un resultado de fusión de ambos sistemas de medida obteniendo un mapa de ocupación de las PAs supervisadas y generar, también un valor de fiabilidad de la medida obtenida. Este procedimiento se muestra en la figura FIG.6.

##### 5.4.1 Marcar una PA como ocupada

20 A partir de la información obtenida sobre las PAs preclasificadas con cambio de estado a ocupadas se confirma que el estado pasa a ser ocupado, si la distancia actual medida al punto central de la plaza a una altura de 1.5 m ( $D_{PA}$ ) difiere de la distancia previamente calibrada  $D_{PC}$  menos de un cierto valor umbral  $U_{OP}$  ( $| D_{PA} - D_{PC} | < U_{OP}$ ) y la distancia actual medida al suelo de la plaza ( $D_{SA}$ ) difiere de la distancia previamente calibrada  $D_{SC}$  más de  
25 un margen determinado por el umbral  $U_{OS}$  ( $| D_{SA} - D_{SC} | > U_{OS}$ ). En otro caso, el cambio de estado no se confirma y no se modifica la ocupación de la plaza bajo análisis.

Los márgenes definidos por los umbrales  $U_{OP}$  y  $U_{OS}$  son proporcionales a la distancia a la plaza  $P_i$  bajo análisis.

30

##### 5.4.2 Marcar una PA como libre

A partir de la información obtenida sobre las plazas preclasificadas con cambio de estado a libre se confirma que el estado de una plaza  $P_i$  pasa a ser libre, si la distancia actual medida al punto central de la plaza a una altura de 1.5 m ( $D_{PA}$ ) difiere de la distancia

previamente calibrada  $D_{PC}$  más de un cierto valor umbral  $U_{LP}$  ( $|D_{PA} - D_{PC}| > U_{LP}$ ) o, en caso de que haya un reconocimiento positivo del suelo (no exista ocultación), que la distancia actual medida al suelo de la plaza ( $D_{SA}$ ) difiera de la distancia previamente calibrada  $D_{SC}$  menos que un margen umbral  $U_{LS}$  ( $|D_{SA} - D_{SC}| < U_{LS}$ ). En otro caso, el cambio de estado no se confirma y no se modifica la ocupación de la plaza bajo análisis.

Los márgenes definidos por los umbrales  $U_{LP}$  y  $U_{LS}$  son proporcionales a la distancia a la plaza  $P_i$  bajo análisis.

10 **5.4.3 Valor de fiabilidad del estado de ocupación de cada PA**

Cada vez que se actualiza el estado de ocupación de una PA se proporciona un valor de fiabilidad  $F$  del estado de ocupación ponderando los distintos valores obtenidos en los algoritmos de visión y de comprobación de las medidas de distancia con respecto a los valores umbrales los cuales están en el rango de 0 a 1, significando 1 una mayor fiabilidad de la información respecto a cada uno de los parámetros.

Así, como se ha comentado anteriormente, el proceso de detección del movimiento de entrada/salida de un coche a una PA proporciona un valor de fiabilidad  $T$  en el rango 0 a 1. También el valor de reconocimiento del suelo  $R$  proporciona un valor de fiabilidad en el rango 0 a 1.

Para obtener un parámetro de fiabilidad en la comparación de las medidas de distancia se normaliza la diferencia con respecto al valor umbral considerado (suelo/1,5m).

25 En las siguientes ecuaciones se obtienen los valores de resultado  $M_{OP}$  y  $M_{OS}$  de comparación de las distancias medidas a 1,5 m y en el suelo, respectivamente, para comprobar si se ha ocupado una PA:

$$M_{OP} = 1 - \frac{|D_{PA} - D_{PC}|}{U_{OP}}$$

$$M_{OS} = \frac{U_{OS}}{|D_{SA} - D_{SC}|} - 1; \text{ saturado a } 1$$

30

En las siguientes ecuaciones se obtienen los valores de resultado  $M_{LP}$  y  $M_{LS}$  de comparación de las distancias medidas a 1,5 m y en el suelo, respectivamente, para comprobar si se ha liberado una PA:

$$M_{LP} = \frac{U_{LP}}{|D_{PA} - D_{PC}|} - 1; \text{ saturado a } 1$$

$$M_{LS} = 1 - \frac{|D_{SA} - D_{SC}|}{U_{LS}}$$

Los valores  $M_{OS}$  y  $M_{LP}$  se saturan a 1. Así todos los parámetros  $M_{XY}$  están en el rango de 0 a 1.

Finalmente, el valor de fiabilidad  $F_X$  del estado final de ocupación (X=O, Ocupado o X=L, Libre) de una PA se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$F_X = \alpha_1 T + \alpha_2 R + \alpha_3 M_{XS} + \alpha_4 M_{XP}$$

La suma de los distintos pesos  $\alpha_i$  de ponderación de los parámetros que entran en juego para el cálculo de la fiabilidad F debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1$$

De esta manera, el valor de fiabilidad del estado de ocupación F vendrá dado también en el rango 0 a 1.

La información sobre el estado de ocupación de las PAs junto con el valor de fiabilidad en la medida puede ser enviada a otros sistemas o bases de datos externos que confieran un valor añadido, según el tipo de usuario final de la información proporcionada por el sistema.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para la detección de la ocupación en aparcamientos caracterizado porque comprende:
  - 5 a. Una cámara de video.
  - b. Un módulo de procesamiento de los algoritmos de visión artificial.
  - c. Un módulo de control de la orientación del telémetro.
  - d. Una plataforma orientable pan-tilt.
  - e. Un telémetro láser.
  - 10 f. Un poste de altura 1,5m.
  - g. Un prisma de reflexión.
  - h. Un módulo de medida diferencial de las distancias.
  - i. Un módulo de fusión de los datos procedentes de la cámara de video y el telémetro.
  - 15 j. Un módulo de comunicación.
  
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende unos medios de transmisión que envían desde el módulo de comunicación la información de ocupación de las plazas de aparcamiento (PAs) a otros sistemas o bases de datos externas.  
20
  
3. Procedimiento para la detección de la ocupación en aparcamientos.  
Esta reivindicación consta de 4 etapas que se enumeran y describen a continuación:
  - 3.1 Etapa de calibración del sistema telémetro orientable y cámara:
    - 25 a. Definición de las plazas de aparcamiento. A partir de la imagen captada por la cámara de marcas visuales colocadas exprofeso en los vértices que definen cada plaza de aparcamiento, se delimitan estas y se anotan sus coordenadas en una tabla de datos.
    - 30 b. Calibración Cámara–plazas de aparcamiento. A partir de vértices delimitantes de cada plaza se realiza una calibración extrínseca de la cámara respecto del suelo del aparcamiento. Para ello se requiere de la ayuda de un prisma de reflexión. Se ubica el prisma en cada uno de los vértices delimitadores de las PAs y se captura su posición en la imagen de la cámara. Todas las imágenes capturadas y

posiciones del prisma son utilizadas para la calibración geométrica entre el sistema de referencia de la cámara y las PAs.

- 5 c. Calibración del sistema de orientación del telémetro laser. Se almacenan los valores de control de la orientación pan-tilt del telémetro al punto central de cada plaza: a) en el suelo y b) a una altura de 1,5 metros. Para ello se requiere de la ayuda de un prisma de reflexión y de un poste de 1,5 m. Colocado el prisma en el suelo, en el punto central de cada una de las PAs, se van obteniendo las medidas de distancia y orientación entre el telémetro y dichos puntos. Colocado el prisma a una altura de 1,5 m con ayuda del poste ubicado en el punto central de cada PA se obtienen las medidas de distancia y orientación entre el telémetro y dichos puntos. Con las medidas realizadas de orientación y distancia a los puntos de las PAs se obtiene la calibración geométrica del sistema de orientación del telémetro láser respecto a cada una de las PAs.
- 10
- d. Calibración del conjunto Cámara – Telémetro. A partir de las distancias recogidas de los distintos puntos del apartado anterior y los parámetros de calibración de la cámara se obtiene, para cada punto de interés en el aparcamiento, una correspondencia entre los controles de movimiento pan-tilt y coordenadas x-y del pixel de la imagen que capta dicho punto. La información se almacena en una tabla de correspondencias.
- 15
- e. Determinación de volúmenes espaciales delimitados de cada una de las plazas de aparcamiento y oclusiones que genera en plazas colindantes. Se considera un volumen tridimensional de altura 1,5 metros en cada plaza para obtener qué plazas cercanas están afectadas por una posible oclusión en caso de que dicha plaza se encuentre ocupada, atendiendo a la perspectiva de la cámara respecto al suelo.
- 20
- 25

3.2 Etapa de procesamiento mediante visión artificial: preclasificación del cambio de estado de cada plaza de aparcamiento (PA):

- 30 a. Aplicación de un algoritmo de flujo óptico sobre las imágenes captadas desde la cámara. Se actualiza la información de imagen de fondo estática. A partir de la imagen diferencia entre la imagen captada y la información de imagen de fondo se detectan los objetos en movimiento.

- b. Identificación de posibles objetos como candidatos a vehículos en movimiento dentro del aparcamiento mediante características morfológicas de tamaño en función de su ubicación y perspectiva en la imagen.
  - 5 c. Identificación del sentido de movimiento de un vehículo cerca de una PA para poder decidir si deja libre u ocupa una plaza en función de si estaba parado e inicia movimiento o si viene moviéndose y se para. Se analiza a partir de un algoritmo de seguimiento de objetos.
  - d. Reconocimiento del suelo de cada PA a partir de la imagen/modelo de fondo, considerando la textura y puntos característicos de cada plaza. Se habilita o 10 deshabilita en función de la visibilidad del suelo según la ocupación de la PA bajo análisis y las plazas contiguas.
  - e. Preclasificación de cambio de estado de ocupación de una PA. A partir de la medida de identificación (T) del movimiento de un vehículo cercano a una PA y del reconocimiento del suelo (R) se decide marcar como posible cambio de 15 estado la ocupación de una PA. De esta información se obtiene una lista de las plazas de aparcamiento preclasificadas con cambios en el estado de ocupación, que se usará para obtener medidas de distancia del sistema de telemetría laser.
- 3.3 Etapa para la obtención de medidas de distancia mediante el telémetro láser sobre 20 las plazas de aparcamiento (PAs) preclasificadas:
- a. Orientación de un telémetro láser hacia los puntos de interés de PAs preclasificadas mediante el uso de una plataforma pan-tilt. Para ello nos basamos en la lista de PAs preclasificadas y en la tabla de correspondencias obtenidas en el procedimiento descrito en la etapa 3.2.
  - 25 b. Obtención de las medidas de distancias actuales (distancia actual al suelo -  $D_{SA}$  y distancia actual al poste -  $D_{PA}$ ) de las PAs preclasificadas para poder compararlos con los valores almacenados que se obtuvieron en el proceso de calibración (distancia calibrada al suelo -  $D_{SC}$  y distancia calibrada al poste -  $D_{PC}$ ). A partir de la calibración descrita en la etapa 3.1.c, para cada PA se tienen 30 almacenadas dos medidas junto con sus valores correspondientes de control pan-tilt necesarios para orientar el telémetro y dos medidas de distancia: la medida de distancia (al punto central en el suelo de la plaza y a una altura de 1,5 m – obtenidas en la etapa 3.1.c).

- c. Definición de umbrales de distancia para la determinación de ocupación de cada PA. La decisión de estado de ocupación (libre u ocupada) de una PA se hará comparando las medidas reales realizadas en cada momento, entre la cámara y el centro de la plaza a alturas de 0 y 1,5m, con las medidas de referencia almacenadas para cada plaza a esos mismos 2 puntos (centro de la PA a alturas de 0 y 1,5m). Para confirmar el estado (libre u ocupado) se comprueba si las diferencias entre los valores medidos y de referencia son inferiores a unos umbrales que se definen a continuación. Por tanto, se definen cuatro umbrales para cada plaza que delimitan los márgenes de medida (dos para estado ocupada y dos para estado libre). Para el caso de plaza ocupada (O) los umbrales son  $U_{OS}$  –umbral ocupada suelo- y  $U_{OP}$  –umbral ocupada 1,5m de altura-: mientras que para el caso de plaza libre (L) son  $U_{LS}$  –umbral libre suelo- y  $U_{LP}$  - umbral libre 1,5m de altura-. Instalado y calibrado el sistema, los valores de estos umbrales permanecen fijos.

#### 3.4 Etapa de fusión de datos obtenidos del telémetro y cámara:

- a. Confirmación del cambio de estado de una plaza de aparcamiento (PA) preclasificada como **ocupada**.

Se confirma el estado de una PA preclasificada como ocupada si la distancia actual medida al punto central de la plaza a una altura de 1.5 m ( $D_{PA}$ ) difiere de la distancia calibrada  $D_{PC}$  menos de un cierto valor umbral  $U_{OP}$  ( $| D_{PA} - D_{PC} | < U_{OP}$ ) y la distancia actual medida al suelo de la plaza ( $D_{SA}$ ) difiere de la distancia previamente calibrada  $D_{SC}$  más de un margen determinado por el umbral  $U_{OS}$  ( $| D_{SA} - D_{SC} | > U_{OS}$ ).

En otro caso, no se confirma el cambio de estado y se mantiene el estado de ocupación anterior (plaza libre).

- b. Confirmación del cambio de estado de una PA preclasificada como **libre**.

Se confirma el estado de una PA preclasificada como libre si la distancia actual medida al punto central de la plaza a una altura de 1.5 m ( $D_{PA}$ ) difiere de la distancia previamente calibrada  $D_{PC}$  más de un cierto valor umbral  $U_{LP}$  ( $| D_{PA} - D_{PC} | > U_{LP}$ ) o, en caso de que haya un reconocimiento positivo del suelo (no exista ocultación), que la distancia actual medida al suelo de la plaza ( $D_{SA}$ ) difiera

de la distancia previamente calibrada  $D_{SC}$  menos que un margen umbral  $U_{LS}$  ( $|D_{SA} - D_{SC}| < U_{LS}$ ).

En otro caso, no se confirma el cambio de estado y se mantiene el estado de ocupación anterior (plaza ocupada).

5

- c. Obtención de un valor de fiabilidad del estado de ocupación para cada PA.

Cada vez que se actualiza el estado de ocupación de una PA se proporciona un valor de fiabilidad del estado final de ocupación ( $F_O$  valor de fiabilidad de una plaza marcada como ocupada,  $F_L$  valor de fiabilidad de una plaza marcada como libre) de la PA ponderando los distintos valores obtenidos en los algoritmos de visión con los pesos  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  de comprobación de las medidas de distancia con respecto a los valores umbrales, mediante las ecuaciones siguientes:

10

$$F_O = \alpha_1 T + \alpha_2 R + \alpha_3 M_{OS} + \alpha_4 M_{OP}$$

$$F_L = \alpha_1 T + \alpha_2 R + \alpha_3 M_{LS} + \alpha_4 M_{LP}$$

15

Los factores de ponderación  $\alpha_i$  permanecen fijos tras la instalación del sistema.

T representa la medida de identificación del movimiento de un vehículo cercano y R la medida del reconocimiento del suelo.

Los valores  $M_{OP}$  y  $M_{OS}$  son el resultado de la comparación de las distancias medidas a 1,5 m – poste y en el suelo, respectivamente, cuando se marca una plaza como ocupada:

20

$$M_{OP} = 1 - \frac{|D_{PA} - D_{PC}|}{U_{OP}}$$

$$M_{OS} = \frac{U_{OS}}{|D_{SA} - D_{SC}|} - 1; \text{ saturado a } 1$$

Los valores  $M_{LP}$  y  $M_{LS}$  son el resultado de la comparación de las distancias medidas a 1,5 m – poste y en el suelo, respectivamente, cuando se marca una plaza como libre:

25

$$M_{LP} = \frac{U_{LP}}{|D_{PA} - D_{PC}|} - 1; \text{ saturado a } 1$$

$$M_{LS} = 1 - \frac{|D_{SA} - D_{SC}|}{U_{LS}}$$

30

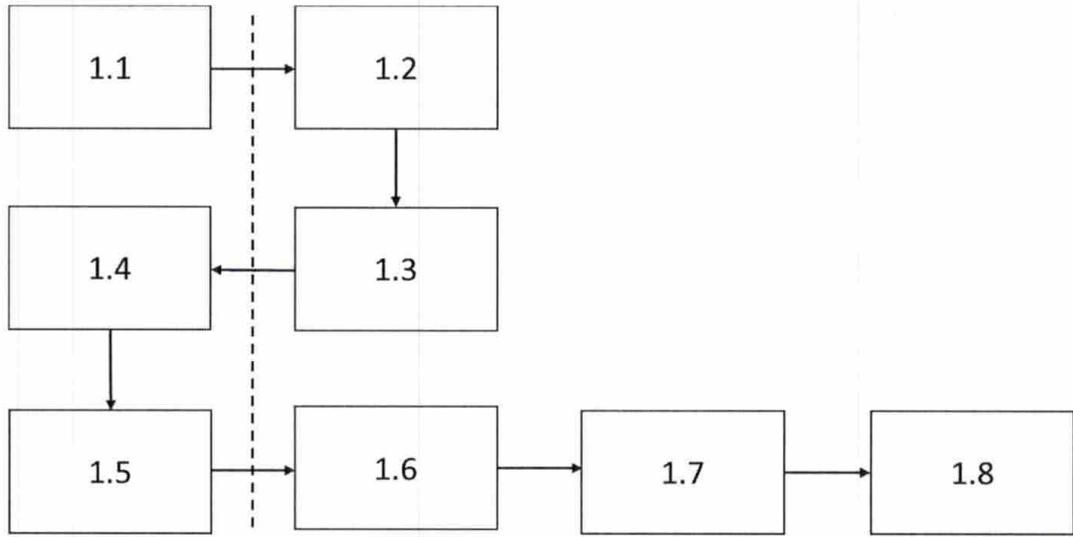


FIG.1

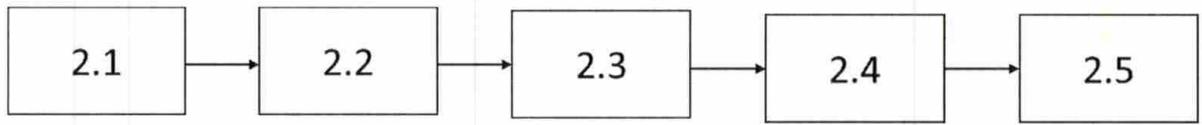


FIG.2

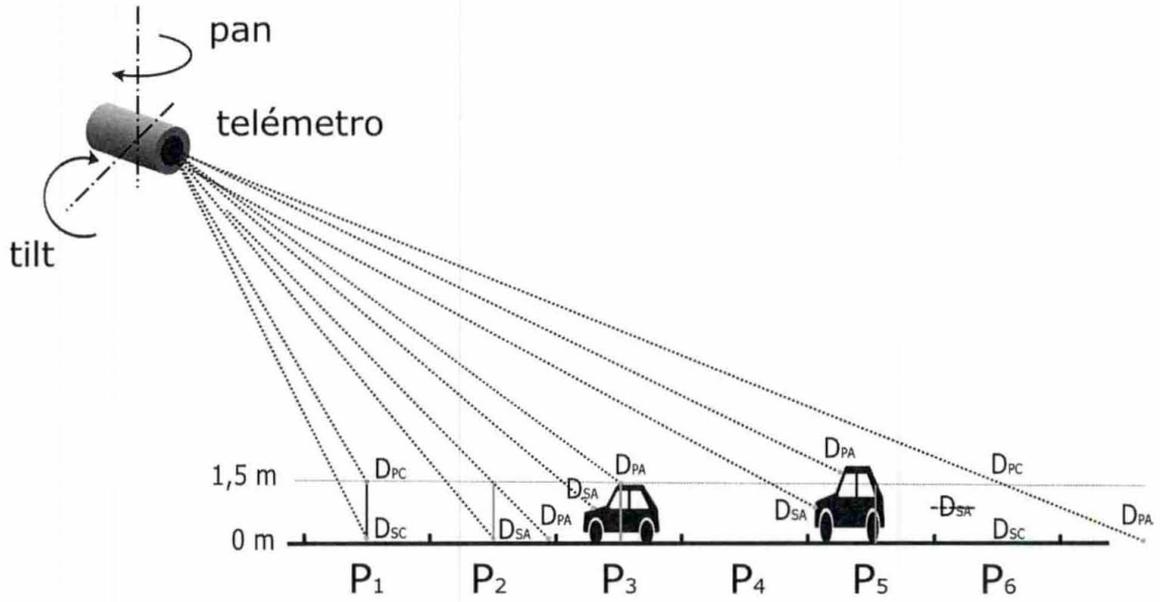


FIG.3

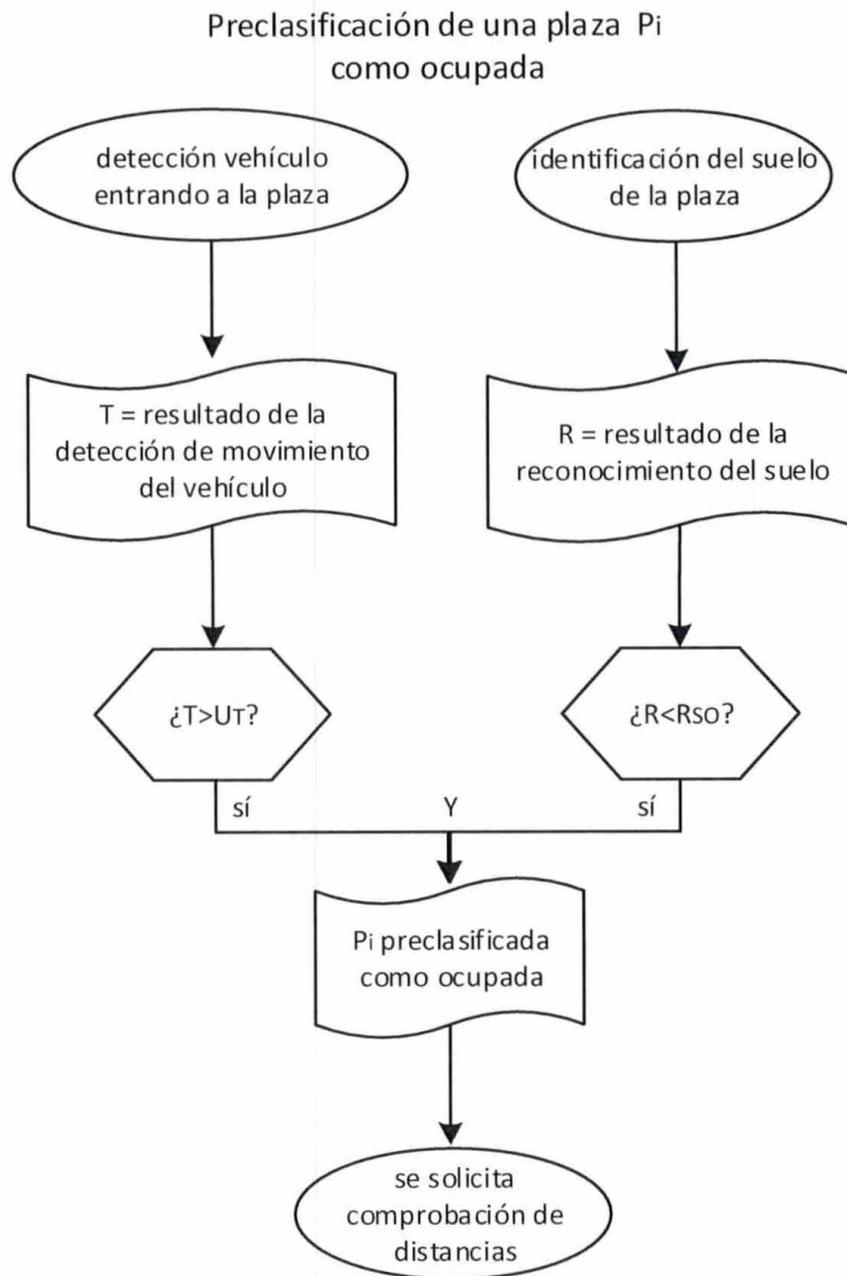


FIG.4

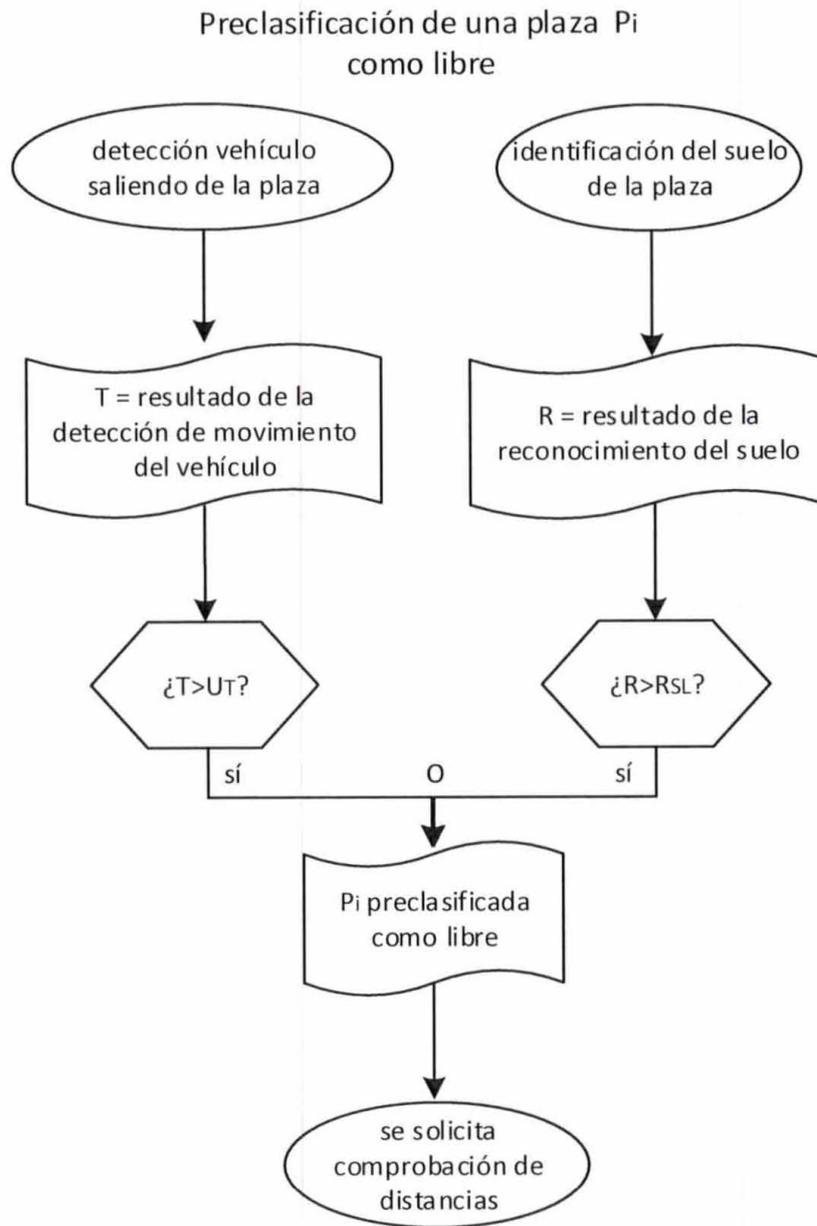


FIG.5

Confirmación cambio estado de una PA preclasificada

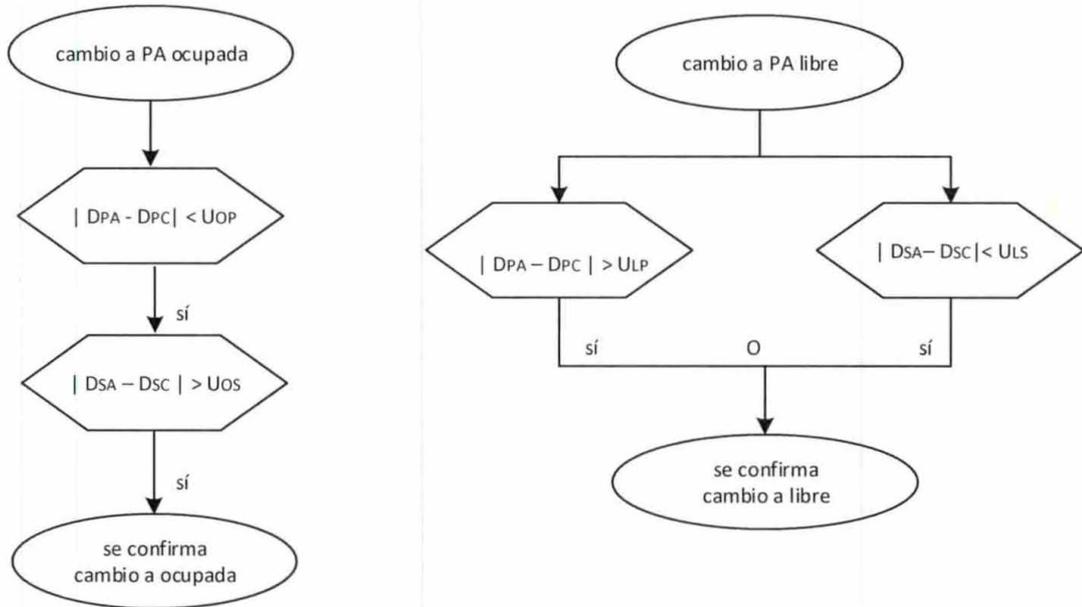


FIG.6



- ②① N.º solicitud: 201700190  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.03.2017  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2013057686 A1 (GENC YAKUP et al.) 07/03/2013, Párrafos 6-12, 27-100; figuras.	1-3
A	QADEER BAIG, OLIVIER AYCARD. LOW LEVEL DATA FUSION OF LASER AND MONOCULAR COLOR CAMERA USING OCCUPANCY GRID FRAMEWORK. 11th International Conference on Control Automation Robotics&Vision (ICARCV), 2010, Páginas 905-910, 978-1-4244-7814-9; 1-4244-7814-6, <DOI: 10.1109/ICARCV.2010.5707407>	1-3
A	US 2015339924 A1 (COOK DOUGLAS J et al.) 26/11/2015, Párrafos 17-64; figuras.	1-3
A	T. Yano, T. Tsujimura, M. Mikawa, H. Suda. VEHICLE DISTINCTION USING LASER RADAR SYSTEM. Proceedings of the IEEE International Vehicle Electronics Conference, IVEC 2001 , 2001, Páginas 157-162, 978-0-7803-7229-0; 0-7803-7229-8 , <DOI: 10.1109/IVEC.2001.961746>	1-3
A	J. K. Suhr, H. G. Jung. SENSOR FUSION-BASED VACANT PARKING SLOT DETECTION AND TRACKING. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2014, Vol. 15, Nº 1, Páginas 21-36, 1524-9050 , <DOI: 10.1109/TITS.2013.2272100>	1-3

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  
11.05.2018

Examinador  
M. J. Lloris Meseguer

Página  
1/5

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G06Q50/30** (2012.01)

**G06F19/00** (2018.01)

**G08G1/14** (2006.01)

**G06T7/00** (2017.01)

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

G06Q, G06F, G08G, G06T

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.05.2018

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-3	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-3	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2013057686 A1 (GENC YAKUP et al.)	07.03.2013
D02	QADEER BAIG, OLIVIER AYCARD. LOW LEVEL DATA FUSION OF LASER AND MONOCULAR COLOR CAMERA USING OCCUPANCY GRID FRAMEWORK.	2010
D03	US 2015339924 A1 (COOK DOUGLAS J et al.)	26.11.2015
D04	T. Yano, T. Tsujimura, M. Mikawa, H. Suda. VEHICLE DISTINCTION USING LASER RADAR SYSTEM.	2001
D05	J. K. Suhr, H. G. Jung. SENSOR FUSION-BASED VACANT PARKING SLOT DETECTION AND TRACKING.	2014

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

De todos los documentos recuperados del estado de la técnica, se considera que el documento D01 es el más próximo a la solicitud que se analiza. A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con este documento.

Reivindicaciones 1-3

El documento D01 describe un sistema y un método para detectar plazas libres de aparcamiento. El sistema se encuentra a bordo de un vehículo (ver figura 1) y emplea una cámara (101) para obtener imágenes de las plazas de aparcamiento. El sistema también puede presentar un escáner láser (102) sobre el vehículo, orientado para escanear la plaza de aparcamiento y previamente calibrado con la cámara.

En el método, inicialmente se crea una base de datos con imágenes de las plazas de aparcamiento cuando no están ocupadas, imágenes base o de referencia, junto con su localización geográfica y la localización y orientación de la cámara (ver párrafo 56). También inicialmente se pueden escanear las plazas de aparcamiento cuando no están ocupadas.

Posteriormente, un vehículo con una cámara y un escáner láser (ver párrafos 55-62) toma imágenes de las plazas de aparcamiento mientras pasa, su localización y la orientación que tiene la cámara al tomar las imágenes. Esta orientación puede ser similar a la que tenía la cámara al tomar las imágenes base (ver párrafo 65). Un procesador compara las imágenes tomadas con las imágenes base y considera que una plaza se encuentra libre si no hay una diferencia sustancial entre ambas imágenes.

Alternativamente, se determina que una plaza de aparcamiento se encuentra libre si el escáner láser no encuentra un objeto en esa plaza de aparcamiento con una altura mayor que una previamente determinada (ver párrafo 62).

El sistema puede determinar si una plaza de aparcamiento se encuentra libre u ocupada empleando únicamente la cámara, el láser o teniendo en cuenta los resultados obtenidos con ambos elementos (ver párrafos 87-88). La información sobre la ocupación de las plazas de aparcamiento es enviada mediante un módulo de comunicación.

La reivindicación 3 de procedimiento para la detección de la ocupación en aparcamientos se diferencia principalmente del documento D01 en que el método detecta inicialmente, mediante el análisis de las imágenes tomadas, el estado de ocupación de las plazas de aparcamiento y monitoriza, también mediante el análisis de las imágenes captadas, los posibles cambios de estado de ocupación de las plazas. Para aquellas plazas que se detecta un cambio de estado de ocupación el procedimiento realiza una comprobación posterior mediante el telémetro láser. Esta comprobación requiere la obtención de medidas de distancia mediante el telémetro láser al punto central en el suelo y a una altura de 1.5 metros, en una plaza de aparcamiento con posible cambio de estado de ocupación. Y la comparación de estas distancias con otras obtenidas en una etapa de calibración inicial del telémetro al punto central de cada plaza, en el suelo y a una altura de 1.5 metros.

El problema técnico objetivo que resuelve así la reivindicación 3 es poder realizar una monitorización de los cambios de estado de ocupación de unas plazas de aparcamiento mediante el empleo inicial de una cámara y la comprobación posterior del cambio de estado de ocupación con un telémetro láser, desde un punto fijo.

En relación a la reivindicación 1 de sistema para la detección de la ocupación en aparcamientos, este sistema es fijo mientras que en D01 el sistema se encuentra a bordo de un vehículo y es móvil. Además, el sistema indicado en la reivindicación 1 requiere una prima de reflexión y un poste de altura 1.5 metros para la calibración de la orientación del telémetro y obtención de las distancias de las plazas que se quieren monitorizar. El problema técnico objetivo que resuelve así la reivindicación 1 es poder configurar un telémetro láser desde una posición fija a unas plazas de aparcamiento para poder medir las distancias a las plazas de aparcamiento y poder detectar los cambios en el estado de la ocupación de las mismas.

El documento D02 describe un sistema, a bordo de un vehículo (ver figura 1), que fusiona los datos recibidos de un láser y de una cámara para obtener información del entorno y detectar objetos. El sistema obtiene una red de ocupación para el láser y otra para la cámara y se fusionan. Para ello el sistema requiere determinar la correspondencia entre los píxeles de la imagen y el láser. La cámara se calibra y fija respecto al láser y se diferencia entre los píxeles de la imagen que pertenecen al fondo y a un objeto (primer plano). El sistema se basa en una variante de la técnica de sustracción del fondo, se construye una red de ocupación para la cámara y se fusiona con la obtenida para el láser con objeto de obtener una vista combinada. Este documento no está aplicado a la detección de la ocupación de un aparcamiento.

El documento D03 describe un sistema y un método para determinar la ocupación de un aparcamiento mediante el empleo de cámaras. El sistema también puede incluir medios de orientación pan-tilt de la cámara, un módulo de control y procesamiento (30) y un módulo de comunicación (ver párrafos 18-22).

El método comprende recibir imágenes de una o varias cámaras, que pueden estar fijas o ser móviles. Los datos de la imagen recibida (ver figura 3) son registrados, segmentados y clasificados. El método puede incluir definir partes de la imagen como parte del fondo o del primer plano y eliminar el fondo para determinar la ocupación de las plazas de aparcamiento (ver párrafo 29).

El documento también menciona la posibilidad de emplear otros elementos, como por ejemplo un escáner láser, para obtener una representación del aparcamiento (ver párrafos 32, 62). Este documento no emplea un telémetro láser para comprobar los posibles cambios en el estado de la ocupación de las plazas de aparcamiento.

El documento D04 describe un sistema para distinguir vehículos estacionados que comprende un telémetro láser, una plataforma orientable pan-tilt y un módulo de control de la orientación del telémetro láser (ver figura 1). El telémetro láser mide distancias y la plataforma orientable pan-tilt controla el ángulo de orientación del telémetro láser con dos grados de libertad. Ambos elementos son controlados con un PC y la distancia del sistema a un vehículo estacionado es medida (ver figura 2). El sistema es capaz de distinguir entre vehículos a partir de las características en la forma de los vehículos. Este documento no menciona el uso de una cámara para obtener imágenes de los vehículos estacionados.

El documento D05 describe un sistema en un vehículo para detectar plazas de aparcamiento libres que fusiona los sensores de un sistema de visión (AVM) y un sistema sensor de ultrasonidos, por lo que no usa un telémetro láser. El sistema sirve de ayuda a un conductor para detectar una plaza libre de aparcamiento. Cuando el conductor selecciona una determinada plaza para aparcar el sistema realiza un seguimiento de la posición de la plaza de aparcamiento seleccionada mientras que el vehículo se está moviendo hacia la plaza.

La detección de las plazas libres de aparcamiento se realiza en tres etapas: detección de las marcas de las plazas de aparcamiento, clasificación de la ocupación de las plazas de aparcamiento y seguimiento de las marcas en las plazas.

La etapa de detección de las marcas de las plazas de aparcamiento reconoce las formas de los distintos tipos de plazas mediante una secuencia de imágenes en un sistema de visión (AVM). En la etapa de clasificación de la ocupación de las plazas de aparcamiento se detectan plazas libres mediante datos de un sensor de ultrasonidos, obtenidos cuando el vehículo está pasando.

La etapa de seguimiento de las marcas en la plaza de aparcamiento estima continuamente la posición de la plaza de aparcamiento seleccionada mientras que el vehículo se está moviendo hacia la plaza, de manera que se detecta la posición relativa entre el vehículo que realiza el aparcamiento y la plaza de aparcamiento seleccionada.

A la vista de los documentos citados en el Informe sobre el Estado de la Técnica, ninguno de estos documentos, o cualquier combinación relevante de ellos, resuelve los problemas mencionados anteriormente en relación a las reivindicaciones 1 y 3. Por lo tanto, las reivindicaciones 1 y 3 se considera que presentan novedad y actividad inventiva tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.

La reivindicación 2 depende de la reivindicación 1 y, en consecuencia, también se considera que presenta novedad y actividad inventiva tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.