

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 926**

21 Número de solicitud: 202230063

51 Int. Cl.:

A61L 2/10 (2006.01)

A61L 2/24 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

27.01.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.07.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

15.01.2024

Fecha de concesión:

06.02.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

13.02.2024

73 Titular/es:

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (54.6%)

Avda. Blasco Ibáñez, 13

46010 Valencia (Valencia) ES y

**FUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
HOSPITAL GENERAL PARA LA INVESTIGACIÓN
BIOMÉDICA, DOCENCIA Y DESARROLLO DE
LAS CIENCIAS DE LA SALUD (45.4%)**

72 Inventor/es:

MORILLO TENA, Pedro;

FERNÁNDEZ MARÍN, Marcos;

FERNÁNDEZ CORDEIRO, Lisardo;

RIERA LÓPEZ, José Vicente;

VEGARA MESEGUER, Francisco;

GIMENO SANCHO, Jesús;

ZARAGOZA FERNÁNDEZ, Cristóbal;

GUIJARRO JORGE, Ricardo;

GILABERT ESTELLÉS, Juan;

LÓPEZ ALCINA, Emilio y

FAYOS JOVER, Jesús

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE DESINFECCIÓN**

57 Resumen:

La presente invención concierne a un sistema de desinfección, que comprende un robot móvil de desinfección (R) con:

- una unidad de desinfección (L) para emitir luz desinfectante hacia el entorno del robot (R);

- unos medios de detección para detectar el valor de un parámetro de detección relativo a intensidad lumínica de unos elementos a desinfectar, que comprenden medios de procesamiento que implementan un algoritmo de determinación de sombras por radiosidad para la determinación de zonas de sombra, a partir del procesamiento de los valores detectados; y

- unos medios de control conectados con los medios de detección para recibir los valores detectados del parámetro de detección, y con la unidad de desinfección (L) para controlar su funcionamiento según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores detectados.

La presente invención también concierne a un método de desinfección adaptado para utilizar el sistema de la invención.

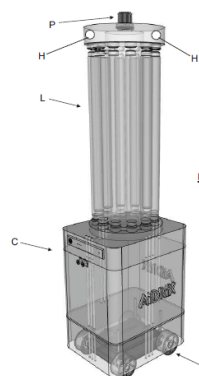


Fig. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 946 926 B2

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de desinfección

Sector de la técnica

La presente invención concierne, en un primer aspecto, a un sistema de desinfección,
5 que comprende al menos un robot móvil de desinfección capaz de desinfectar con luz desinfectante el interior de un recinto de manera optimizada.

En un segundo aspecto, la presente invención concierne a un método de desinfección adaptado para utilizar el sistema del primer aspecto.

Estado de la técnica anterior

10 En el estado de la técnica son conocidos sistemas de desinfección que comprenden las características del preámbulo de la reivindicación 1, por ejemplo, por el documento de patente CN111590582A.

En particular, el sistema descrito en CN111590582A comprende un robot móvil de desinfección configurado para desplazarse por el interior de un espacio tridimensional,
15 tal como un recinto, y que a su vez comprende:

- una unidad de desinfección configurada y dispuesta para emitir luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil;
- unos medios de detección configurados para detectar el valor de al menos un parámetro de detección relativo a unos elementos a desinfectar ubicados dentro del espacio
20 tridimensional; y
- unos medios de control conectados operativamente con los medios de detección para recibir los valores detectados de dicho al menos un parámetro de detección, y con la unidad de desinfección para controlar su funcionamiento según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores detectados recibidos.

25 En el sistema propuesto en CN111590582A, los parámetros de detección son el área y el tamaño de unas manchas en el suelo que se detectan fusionando un algoritmo de aprendizaje profundo con datos de una nube de puntos tridimensional.

En CN111590582A no se tiene en cuenta que en ciertos escenarios de aplicación puede haber elementos a desinfectar a diferentes alturas, no solamente al nivel del suelo, así
30 como que algunos de estos pueden estar parcial o totalmente ocluidos por otros cuando

se emite la luz desinfectante desde una ubicación determinada, impidiendo por tanto que esta llegue a los mismos para desinfectarlos.

- Aparece necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas halladas en el mismo, mediante la provisión de un sistema desinfectante que sea capaz
- 5 tanto de detectar de manera mucho más eficiente los elementos a desinfectar, incluso cuando estén situados a diferentes alturas, como de desinfectar a los mismos, evitando zonas de sombra.

Explicación de la invención

- Con tal fin, la presente invención concierne, en un primer aspecto, a un sistema de
- 10 desinfección, que comprende al menos un robot móvil de desinfección configurado para desplazarse por el interior de un espacio tridimensional, tal como un recinto, y que a su vez comprende:

- al menos una unidad de desinfección configurada y dispuesta para emitir luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil;
- 15 - unos medios de detección configurados para detectar el valor de al menos un parámetro de detección relativo a unos elementos a desinfectar ubicados dentro de dicho espacio tridimensional; y
- unos medios de control conectados operativamente con dichos medios de detección para recibir los valores detectados de dicho al menos un parámetro de detección, y con
- 20 dicha al menos una unidad de desinfección para controlar su funcionamiento según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores detectados recibidos.

- A diferencia de los sistemas de desinfección del estado de la técnica, en el propuesto por el primer aspecto de la presente invención, de manera característica, el al menos un parámetro de detección es relativo a intensidad lumínica, y los medios de detección
- 25 comprenden medios de procesamiento que implementan un algoritmo de determinación de sombrazes por radiosidad aplicado a la determinación de zonas de sombra, a partir del procesamiento de los valores detectados de dicha intensidad lumínica para dichos elementos a desinfectar.

- Para un ejemplo de realización, el citado algoritmo de determinación de sombrazes por
- 30 radiosidad implementa el método del hemicubo, mientras que para otros ejemplos de realización implementa otra clase de métodos numéricos, tal como el relativo a la integral de contorno, métodos que utilizan el algoritmo de Montecarlo, o el de descomposición adaptativa. Todos estos métodos o algoritmos se describen brevemente a continuación.

Métodos de aplicación del algoritmo de radiosidad:

La ecuación básica de la radiosidad aplicable computacionalmente es $B_i = E_i + R_i \sum B_j F_{ij}$.

Donde:

- E_i : energía por unidad de área por unidad de tiempo de un corrector.
- 5 • R_i : reflectividad del corrector.
- $B_j F_{ij} dA_j$: energía transmitida del corrector j al corrector i.
- F_{ij} : factor de forma que depende de la geometría de los correctores i y j. Mide la cantidad de energía que emitida por j llega a i.

Básicamente, se trata de la energía emitida + energía reflejada. Esta ecuación ya
10 contempla que una escena, o en el caso de la presente invención, un modelo 3D obtenido desde una nube de puntos, se discretiza para tener una determinada cantidad de elementos a computar (parches).

En esta ecuación, la parte más compleja proviene de F_{ij} , o factor de forma, que define la
15 distancia entre superficies y la orientación espacial de ellas en base a las normales de sus planos. Básicamente F_{ij} indica el porcentaje de energía (luz) emitida desde una superficie que alcanza a otra. La determinación de estos factores de forma, teniendo en cuenta la oclusión entre objetos, puede realizarse mediante diversos métodos numéricos:

- Método del hemicubo:

Este método deriva del método de Nussel que consiste en resolver los factores de forma
20 por una aproximación de construcción geométrica consistente en proyectar la superficie de un trozo sobre una hemiesfera centrada en un punto del otro trozo de los cuales se desea calcular el factor de forma. Después esta área se proyecta sobre el círculo base de la hemiesfera y puede demostrarse que esta área es proporcional al factor de forma si realizamos la media de esta cantidad para todos los puntos del trozo base de la
25 hemiesfera.

El método del hemicubo es una simplificación donde se proyecta la escena, tal como es vista desde el trozo que emite la energía, sobre una de las paredes de un hemicubo en lugar de sobre una esfera. Contando los píxeles que cubren cada objeto, y según la posición del píxel en la ventana, puede averiguarse de forma aproximada el factor de
30 forma de cada trozo.

- Integral de contorno:

Mediante el teorema de Stokes, la integral de superficie que define el factor de forma puede transformarse en una integral que recorre la frontera de la superficie, y ésta puede resolverse mediante métodos numéricos de integración en una dimensión, pero sigue existiendo el problema de la visibilidad.

5 - *Algoritmo de Montecarlo:*

Los métodos de Montecarlo son un tipo especial de métodos para el cálculo de integrales que se basan en calcular valores para puntos escogidos al azar. Por ejemplo, si se tuviese que calcular el área de una superficie de forma extraña se podrían escoger una serie de puntos $\{(x_i, y_i)\}$ al azar en una región del plano que contiene a la superficie de interés. Si
10 la posición de los puntos ha sido generada con una distribución aleatoria uniforme, el porcentaje de puntos que caen dentro del área buscada respecto al número total de puntos dará el tamaño relativo del área.

Para calcular el factor de forma entre dos trozos, se tienen que lanzar rayos desde uno de ellos con una orientación al azar. Midiendo el porcentaje de rayos que atraviesan el
15 otro trozo se sabrá lo grande que resulta visto desde el primero. Este sistema tiene la ventaja adicional de que incluye la influencia de la visibilidad, ya que, si el rayo atraviesa un objeto intermedio, entonces no debe contarse.

- *Descomposición adaptativa:*

En los métodos anteriores la descomposición de los objetos de la escena en trozos debía
20 realizarse antes de calcular la radiosidad, lo cual no resulta muy eficiente, ya que la elección del tamaño de los trozos puede no ser adecuada para todas las zonas. Otros métodos permiten efectuar la descomposición en trozos al mismo tiempo que van calculando los factores de forma. Si el valor del factor de forma es muy alto es que los dos trozos son demasiado grandes o están demasiado próximos, y para obtener mayor
25 exactitud conviene subdividirlos. La división progresiva en trozos puede también efectuarse según la distribución de energía durante el método progresivo, refinando la descomposición en trozos en aquellos lugares de la superficie donde hay mayor variación de radiosidad (por ejemplo, en los bordes de una sombra).

Para un ejemplo de realización, el sistema del primer aspecto de la presente invención
30 comprende solamente un único robot móvil de desinfección, mientras que para otros ejemplos de realización comprende además otros componentes, tales como sistemas de procesamiento locales y/o remotos, y/u otros robots móviles, de desinfección (por ejemplo, conformando una flota de robots móviles de desinfección que funcionen de

manera independiente o de manera colaborativa sincronizados entre sí) y/o configurados para realizar otras funciones (como, por ejemplo, la de mapear el espacio tridimensional).

Según un ejemplo de realización, el parámetro de detección es relativo a intensidad lumínica para al menos un rango de longitudes de onda que incluyen a la de la luz
5 desinfectante, aunque para otros ejemplos de realización esto no es así, es decir la intensidad lumínica no incluye la longitud de onda de la luz desinfectante

De acuerdo a un ejemplo de realización, los medios de procesamiento de los medios de detección están configurados para llevar a cabo también la detección de los valores de intensidad lumínica para los elementos a desinfectar, estimando los valores de intensidad
10 lumínica recibida en los mismos que se emite desde diferentes posiciones candidatas dentro del espacio tridimensional en las que es posible ubicar el al menos un robot móvil de desinfección, simulando emisiones de luz desde fuentes de luz virtuales ubicadas en dichas posiciones candidatas.

Para un ejemplo de realización, las fuentes de luz virtuales son fuentes de luz puntual,
15 mientras que para otro ejemplo de realización estas son de luz extensa o una combinación de luz extensa y luz puntual

Por lo que se refiere a los citados parámetros de funcionamiento, para un ejemplo de realización estos incluyen al menos un primer parámetro de funcionamiento indicativo de desde como mínimo qué posición o posiciones de emisión, de entre las posiciones
20 candidatas, emitir la luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil, para evitar las zonas de sombra, optimizando la desinfección al desinfectar el máximo posible de elementos a desinfectar. Así, se lleva a cabo un proceso de minimización que incluye al menos ajustar dicho parámetro de funcionamiento.

Para otro ejemplo de realización, los parámetros de funcionamiento incluyen también un
25 segundo parámetro de funcionamiento indicativo de desde como mínimo qué posición o posiciones de emisión, de entre las posiciones candidatas, emitir la luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil, para evitar zonas de solape en las que incida luz desinfectante de más de una de las emisiones, para no dañar a los elementos a desinfectar por sobreexposición a la luz desinfectante. Así, se lleva a cabo un proceso
30 de minimización que incluye ajustar tanto el primer como el segundo parámetro de funcionamiento.

De acuerdo con otro ejemplo de realización, los parámetros de funcionamiento incluyen también un tercer parámetro de funcionamiento indicativo de desde como mínimo cuánto tiempo y/o con cuánta potencia emitir la luz desinfectante desde dicha o dichas

posiciones de emisión, de entre dichas posiciones candidatas, para asegurar una desinfección adecuada de los elementos a desinfectar sin dañarlos por sobreexposición a la luz desinfectante. Así, se lleva a cabo un proceso de minimización que incluye ajustar tanto el primer como el segundo como el tercer parámetro de funcionamiento.

- 5 En general, el robot móvil de desinfección se detiene en cada una de las posiciones de emisión determinadas en dicho proceso de minimización, al menos durante el tiempo mínimo determinado por el tercer parámetro de funcionamiento, aunque, para un ejemplo de realización, para el que tal tiempo es muy corto o simplemente se desea operar al robot de este modo, el robot no se detiene en las posiciones de emisión, disminuyendo o
10 no la velocidad de su desplazamiento en las posiciones de emisión, o próximo a las mismas, en función de la implementación de dicho ejemplo de realización.

Para un ejemplo de realización, el sistema de desinfección del primer aspecto de la presente invención comprende unos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad configurados y dispuestos para adquirir información de
15 profundidad del espacio tridimensional y de los elementos ubicados dentro del mismo, incluyendo los elementos a desinfectar y posibles obstáculos, procesarla para obtener una nube de puntos y a partir de ella un mapa de navegación que incluya la posible ruta o rutas a seguir por el al menos un robot móvil de desinfección, por el interior del espacio tridimensional sin chocar con posibles obstáculos, es decir de la posible zona o zonas de
20 paso que incluyen a las anteriormente mencionadas posiciones candidatas en las que es posible ubicar el al menos un robot móvil de desinfección.

Los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad incluyen, para un ejemplo de realización, una cámara de profundidad y un sistema LIDAR.

De acuerdo con un ejemplo de realización, los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad también están configurados y dispuestos para estimar el
25 material del que están hechos los elementos ubicados dentro del espacio tridimensional, e incluir en la nube de puntos el material estimado asociado a cada punto. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, utilizando un LIDAR que permite distinguir el tipo de material por la cantidad de luz reflejada en el mismo, aunque otra clase de sistema que permita tal
30 detección también es posible.

Según un ejemplo de realización, los medios de procesamiento de los medios de detección forman parte o están conectados operativamente con los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad, y están configurados para estimar los valores de intensidad lumínica recibida en los elementos a desinfectar

mediante el procesamiento de la información proporcionada en la nube de puntos, incluyendo dicho procesamiento proporcionar ubicaciones virtuales, dentro de la nube de puntos, para las posiciones candidatas mencionadas anteriormente.

De acuerdo con una implementación de dicho ejemplo de realización, el al menos un
5 robot móvil de desinfección comprende a los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad.

Según otra implementación de dicho ejemplo de realización, los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad no están comprendidos en el al menos un robot de desinfección, sino en otro aparato o sistema independiente del mismo, tal como
10 otro robot no destinado a la desinfección u otro aparato que no pueda calificarse como robot.

Para un ejemplo de realización, el al menos un robot móvil de desinfección es controlable en desplazamiento de manera remota, y el sistema de desinfección comprende un sistema de control remoto para controlar de manera remota el desplazamiento del al
15 menos un robot móvil de desinfección.

De acuerdo con una implementación de dicho ejemplo de realización, el sistema de control remoto y los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad están conectados operativamente entre sí para operar de manera sincronizada, para desplazar el al menos un robot móvil de desinfección por el interior del
20 espacio tridimensional y realizar adquisiciones de información de profundidad desde diferentes posiciones a lo largo de dicho desplazamiento.

Según un ejemplo de realización, los medios de control están configurados para controlar el desplazamiento del al menos un robot móvil de desinfección para que navegue de manera autónoma.

En una implementación de dicho ejemplo de realización, los medios de control están configurados para controlar al menos un robot móvil de desinfección para que realice la citada navegación autónoma dentro del espacio tridimensional, y a la al menos una
25 unidad de desinfección para que emita luz desinfectante en la posición o posiciones de emisión determinadas por uno o más de dichos primer y segundo parámetros de funcionamiento durante dicha navegación autónoma.
30

Para un ejemplo de realización preferida, la luz desinfectante es luz ultravioleta de tipo C (UVC), aunque no se descartan otros tipos de luces desinfectantes, como por ejemplo

luz infrarroja, para otros ejemplos de realización, en solitario o combinada con luz ultravioleta de tipo C.

De acuerdo con un ejemplo de realización, el al menos un robot móvil de desinfección comprende también una unidad de desinfección configurada y dispuesta para nebulizar y dispersar peróxido de hidrógeno hacia el entorno del al menos un robot móvil.

La presente invención también concierne, en un segundo aspecto, a un método de desinfección, que comprende realizar las siguientes etapas:

- desplazar por el interior de un espacio tridimensional a al menos un robot móvil de desinfección que comprende al menos una unidad de desinfección configurada y dispuesta para emitir luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil;
- detectar el valor de al menos un parámetro de detección relativo a unos elementos a desinfectar ubicados dentro de dicho espacio tridimensional; y
- controlar el funcionamiento de dicha al menos una unidad de desinfección según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores detectados de dicho al menos un parámetro de detección, para desinfectar dichos elementos a desinfectar´.

A diferencia de los métodos conocidos en el estado de la técnica, en el propuesto por el segundo aspecto de la presente invención, el al menos un parámetro de detección es relativo a intensidad lumínica, y el método comprende determinar zonas de sombra a partir del procesamiento de los valores detectados de dicha intensidad lumínica para dichos elementos a desinfectar, implementando un algoritmo de determinación de sombrazos por radiosidad aplicado a la determinación de zonas de sombra.

Según un ejemplo de realización, el método comprende utilizar el sistema del primer aspecto para la realización de unas etapas correspondientes a las funciones para la realización de las cuales los componentes del sistema están configurados y dispuestos.

Para un ejemplo de realización, el método comprende utilizar el sistema del primer aspecto de la presente invención para el ejemplo de realización para el que los medios de procesamiento de los medios de detección forman parte o están conectados operativamente con los medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad, y están configurados para estimar los valores de intensidad lumínica recibida en los elementos a desinfectar mediante el procesamiento de la información proporcionada en la nube de puntos, incluyendo dicho procesamiento proporcionar ubicaciones virtuales, dentro de la nube de puntos, para dichas posiciones candidatas. Para este ejemplo de realización, el método del segundo aspecto de la presente

invención comprende utilizar al sistema para realizar la estimación de los valores de intensidad lumínica recibida en los elementos a desinfectar para los puntos de la nube de puntos que los conforman, mediante el uso de proyecciones de cámaras virtuales.

De acuerdo con una implementación de dicho ejemplo de realización, el método
5 comprende, cuando el material estimado para alguno de los elementos a desinfectar es un material reflectante, repetir la estimación de los valores de intensidad lumínica recibida en el elemento a desinfectar de material reflectante hasta alcanzar un valor umbral de intensidad lumínica mínima recibida.

Según un ejemplo de realización, el método comprende ajustar al menos uno de los
10 parámetros de funcionamiento realizando un proceso de minimización en los siguientes tres niveles:

- número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante, y ubicaciones de estas, para conseguir cubrir el máximo número de puntos donde llegue la luz desinfectante emitida,

- 15 - número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante, y ubicaciones de estas, para no dañar a los elementos a desinfectar por sobreexposición a la luz desinfectante, evitando zonas de solape en las que incida luz desinfectante, y

- tiempo mínimo en cada posición de emisión de luz desinfectante para asegurar una desinfección adecuada de todos los puntos donde se irradia la luz desinfectante.

20 Para un ejemplo de realización, el método comprende crear una estructura de datos de desinfección donde se establece para al menos un recinto que define el citado espacio tridimensional las posiciones de emisión de luz desinfectante y el tiempo de emisión de luz desinfectante en cada una de las mismas.

De acuerdo con un ejemplo de realización, el método comprende, una vez dada por
25 finalizada la desinfección del espacio tridimensional, generar un mapa tridimensional con las zonas irradiadas con luz desinfectante.

Según un ejemplo de realización del método propuesto por el segundo aspecto de la presente invención, los valores de intensidad lumínica incluyen información de color, y el método comprende llevar a cabo el citado proceso de minimización para obtener el
30 número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante aplicando histogramas a los valores de intensidad lumínica obtenidos para cada posición candidata, y seleccionando el histograma que tiene un valor medio menos próximo a los valores asociados a mayor y menor radiosidad, y, mediante una búsqueda combinatoria,

sumando a este otros histogramas para obtener como resultado que se consigue cubrir el máximo número de puntos donde llegue la luz desinfectante emitida, pero sin sobrepasar un determinado valor umbral máximo de histograma.

De acuerdo a una implementación de dicho ejemplo de realización, el método comprende
5 calcular el tiempo mínimo en cada posición de emisión de luz desinfectante para asegurar una desinfección adecuada de todos los puntos donde se irradia la luz desinfectante, realizando, como parte de dicho proceso de minimización de aplicación histogramas, una nueva combinatoria que comprende sumar varias veces cada histograma, una vez por periodo determinado (p.ej. de un minuto) de emisión de luz desinfectante, hasta obtener
10 el valor óptimo para dicho tiempo mínimo para cada posición de emisión de luz desinfectante obtenida.

Para una variante de dicha implementación, la referida nueva combinatoria que comprende sumar varias veces cada histograma se realiza de manera ponderada, es decir, por ejemplo, dando un menor peso al histograma del primer minuto, y un mayor
15 peso al del segundo, por entender que la luz desinfectante aplicada sobre un mismo elemento en el segundo minuto tiene un efecto más dañino que la aplicada durante el primer minuto.

Para otros ejemplos de realización, el método propuesto por el segundo aspecto de la presente invención comprende llevar a cabo el citado proceso de minimización para
20 obtener el número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante sin aplicar histogramas a los valores de intensidad lumínica obtenidos para cada posición candidata, sino aplicando otro tipo de análisis numérico a tales valores de intensidad lumínica.

Según un ejemplo de realización del método propuesto por el segundo aspecto de la presente invención, los valores de intensidad lumínica incluyen información de color, y el
25 método comprende llevar a cabo el citado proceso de minimización para obtener el número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante aplicando histogramas a los valores de intensidad lumínica obtenidos para cada posición candidata, y seleccionando el histograma que tiene un valor medio menos próximo a los valores asociados a mayor y menor radiosidad, y, mediante una búsqueda combinatoria,
30 sumando a este otros histogramas para obtener como resultado que se consigue cubrir el máximo número de puntos donde llegue la luz desinfectante emitida, pero sin sobrepasar un determinado valor umbral máximo de histograma.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

5 La Figura 1 muestra de manera esquemática al robot móvil de desinfección del sistema propuesto por el primer aspecto de la invención para un ejemplo de realización para el que el sistema únicamente incluye al robot móvil de desinfección.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra tanto las diferentes etapas a realizar según el método propuesto por el segundo aspecto de la invención como las funciones a realizar mediante el sistema del primer aspecto, para un ejemplo de realización.

10 La Figura 3 muestra una representación virtual de un recinto, en este caso un quirófano, que define el espacio tridimensional que incluye unos elementos a desinfectar, para un ejemplo de realización, mediante el sistema y el método de la presente invención.

15 La Figura 4 muestra la misma representación virtual de la Figura 3 pero marcando en esta la zona de paso posible para el robot móvil de desinfección, es decir la que incluye la ruta o rutas que incluye las posiciones de emisión, determinada mediante el sistema y el método de la presente invención, para un ejemplo de realización, y también denominada mapa de navegación.

20 La Figura 5 es una vista en planta virtual de la representación virtual de la Figura 4 pero con el añadido de que se ha superpuesto sobre el mapa de navegación de esta una malla para establecer un área de definición de radiación (ADR) utilizada, según un ejemplo de realización, para determinar las posiciones candidatas, es decir las posiciones posibles de emisión, para el robot móvil de desinfección, según el sistema y el método de la presente invención.

25 La Figura 6 es una vista análoga a la de la Figura 5, pero una vez se han marcado sobre la misma las posiciones candidatas determinadas, según el sistema y el método de la presente invención, para un ejemplo de realización.

30 Las Figuras 7, 8 y 9 muestran tres mapas de radiación o intensidad lumínica estimada recibida desde las posiciones de emisión 1, 5 y 7, respectivamente, indicadas en la Figura 6, obtenidos mediante el método del hemicubo del algoritmo de determinación de sombrazes por radiosidad del sistema y método de la presente invención, para un ejemplo de realización.

La Figura 10 muestra, a la izquierda, el mapa de radiación de la Figura 7, y, a la derecha, un detalle ampliado de una pequeña sección de este.

La Figura 11 muestra una matriz 2D codificada que ejemplifica a la pequeña sección, de 20x20 píxeles, ilustrada a la derecha en la Figura 10.

La Figura 12 muestra un histograma calculado para la imagen de 20x20 píxeles de la Figura 11, con 256 niveles de gris, a modo de ejemplo de los histogramas aplicados a los valores de intensidad lumínica obtenidos para cada posición candidata, de acuerdo con un ejemplo de realización del sistema y método de la presente invención.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

En la Figura 1 se muestra de manera esquemática al robot móvil de desinfección R del sistema propuesto por el primer aspecto de la invención, para un ejemplo de realización para el que este comprende una plataforma rodante Q que incorpora un sistema de tracción (no ilustrado) con motores, batería, circuitería eléctrica y electrónica de control de tipo conocido, alojados dentro de una carcasa C sobre la cual se disponen una serie de lámparas L emisoras de luz UVC dispuestas contiguas entre sí según una trayectoria circunferencial para emitir en conjunto con un campo de cobertura de 360° hacia el entorno del robot R.

Para un ejemplo de realización, el sistema propuesto por el primer aspecto de la presente invención es un sistema de doble desinfección. Por un lado, el sistema basado en UVC y por otro lado, un sistema basado en la nebulización y dispersión de peróxido de hidrógeno. Para una implementación de dicho ejemplo de realización, el robot móvil de desinfección R permite realizar desinfecciones utilizando un solo sistema de desinfección o los dos, por ejemplo, seleccionándolos a través de una consola montada en el propio robot R.

Cuando se selecciona la doble desinfección, el robot móvil de desinfección R navega de manera autónoma hasta la estancia a desinfectar. En ese momento activa el sistema de nebulización consistente en:

- Depósito con 5L de peróxido de hidrógeno.
- Nebulizador con una serie cabezales de pulverización H (ver Figura 1), por ejemplo, seis, basado en atomización ultrasónica a 1,7MHz.
- Motor extractor.
- Sistema de tuberías para dispersar con separación de 120°.

Dado que todo el sistema de nebulización va incorporado en el propio robot móvil de desinfección R y que el sistema de dispersión está en la parte más alta de robot móvil de

desinfección, encima de las lámparas L emisoras de luz UVC, el peróxido de hidrógeno se dispersa rápidamente alrededor de las zonas por las que se pasa.

Concretamente, de acuerdo con un ejemplo de realización, el sistema basado en la nebulización y dispersión de peróxido de hidrógeno está activo desde que se llega a la estancia hasta que se abandona, en todos los instantes en que no está encendido el sistema UVC, por ejemplo, en los desplazamientos entre un punto de disparo UVC y el siguiente.

En la parte superior de robot móvil R se disponen los anteriormente descritos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad P, que para un ejemplo de realización incluyen una o más cámaras de profundidad y un sistema de escáner LIDAR.

Según ya se ha descrito en una sección anterior del presente documento, la presente invención se caracteriza principalmente por el cálculo de las ubicaciones desde las que realizar “disparos”, es decir las posiciones de emisión, de luz UVC en base a un modelo 3D escaneado de la estancia a desinfectar y gracias a la aplicación de algoritmos de radiosidad, preferentemente, aunque no de manera exclusiva, el método del hemicubo.

Este tipo de algoritmos suele utilizarse a menudo en el área de conocimientos de gráficos por computadores. En esta área su principal aplicación es calcular la iluminación global de una determinada escena simulando el comportamiento de las fuentes de luz y los rebotes en función de los materiales de la escena como si se tratase de energía. En este modelo, se considera que cualquier objeto que aparezca en una escena 3D puede ser una fuente de luz. Algunos objetos son emisores y otros sencillamente reflejan los “rebotes” de la luz proveniente de otros objetos. Así se clasifican entre luz directa y luz indirecta.

Generalmente esta técnica se utiliza para modelar el mundo virtual de la manera más realista posible. En el caso de la presente invención ocurre al revés: se parte del modelo virtual obtenido mediante el escaneo 3D para modelar el comportamiento que va a tener la luz UVC en el mundo real.

La aplicación de esta técnica en la presente invención permite tener grandes ventajas frente a los robots de desinfección existentes, en función del ejemplo de realización:

- En función de las características de las estancias se establecen los puntos de desinfección óptimos para alcanzar con UVC las máximas zonas posibles
- Se estudian las zonas de disparo para que minimizar los solapes de UVC y de esta manera evitar que un determinado material reciba mucha más luz de la que

necesita para estar desinfectado, maximizando así la vida útil de los materiales, que de por sí se ve muy mermada por la recepción de UVC.

- Al estimar la cantidad de luz recibida por cada superficie se optimiza el tiempo que debe estar la lámpara UVC encendida, alargando la vida útil de los distintos materiales y logrando una optimización del tiempo requerido para desinfectar una estancia.
- Se obtiene como resultado un mapa con las zonas a las que no se ha podido alcanzar con UVC.

La aplicación de estos algoritmos al proceso de toma de decisión de robot móvil de desinfección R para el cálculo de disparos puede apreciarse en el diagrama de flujo de la Figura 2, para un ejemplo de realización.

El diagrama incluye las siguientes etapas:

E1: Mediante manejo manual se escanea una nueva sala

P1: LIDAR y escáneres 3D (cámaras de profundidad)

15 R1: Nube de puntos

R2: Material de cada punto

E2: Muestreo de la nube de puntos

R3: Zonas de paso para el robot móvil de desinfección R

E3: Discretización de zonas de paso mediante malla cada X cm

20 R4: Listado de posibles posiciones de disparo UVC

P2: Para cada posición: Radiosidad - (Hemicubos)

P3: Creación de cámaras virtuales

R5: Zonas irradiadas e intensidad

D1: ¿Inferior a intensidad mínima?

25 D2: ¿Material reflectante?

R6: Listado de intensidades en cada punto desde cada zona de disparo

E4: Minimización

R7: Número de disparos para cubrir máximo nº de puntos

R8: Número de disparos para no perjudicar materiales

R9: Tiempo mínimo para asegurar una desinfección adecuada

R10: Mapa 3D con puntos desde donde dispara y zonas no irradiadas de la nueva sala

5 El procedimiento ilustrado en dicho diagrama es el que se explica a continuación, con referencia a las etapas arriba indicadas:

- 1.- E1: Mediante el manejo manual del robot móvil de desinfección R, basado, por ejemplo, en el control de la navegación mediante un joystick inalámbrico, se llega a una nueva estancia.
- 2.- P1: Se activan las cámaras de profundidad y el escáner LIDAR.
- 10 3.- R1 y R2: De manera manual se mueve robot móvil de desinfección R por dentro de la estancia de manera que se puedan escanear todos los puntos, incluidos los de los elementos a desinfectar, con diferentes ángulos desde distintas posiciones. Como resultado se obtendrá una nube de puntos (R1) y el material estimado (R2) de cada uno de esos puntos.
- 15 4.- E2 y R3: Esa nube de puntos es muestreada (E2) para, partiendo de la puerta de acceso a la estancia, determinar las zonas de paso (R3) de robot móvil de desinfección R. Con esto se obtienen los distintos “camino” que va a poder hacer robot móvil de desinfección R en el proceso de desinfección automático.
- 20 5.- E3: Se establece un umbral de discretización, por ejemplo, cada X cm, por ejemplo, cada 50 cm.
- 6.- R4: Se muestrean las zonas de paso obteniendo el listado de todos los posibles puntos, separados en función del umbral de discretización, desde donde es factible que el robot móvil de desinfección R realice disparos UVC, es decir las posiciones candidatas.
- 25 7.- P2 y P3: Se aplica la técnica de radiosidad (hemicubos) (P2), consistente en evaluar desde cada uno de estos puntos la intensidad recibida en el resto de puntos de toda la estancia. Para esta técnica se utilizan proyecciones de cámaras virtuales (P3), gracias a las cuales se pueden ver las zonas irradiadas desde cada punto.
- 30 8.- R5, D1, D2, R6: Para cada uno de los puntos de la sala sobre los que se calcula la radiación del paso anterior, si se trata de material reflejante se repite el proceso hasta que se alcance un umbral de intensidad mínima recibida, momento en que acaba el bucle.
- 9.- E4: Se realiza una minimización en tres niveles:

- R7: Número mínimo de disparos para conseguir cubrir el máximo número de puntos.
- R8: Número mínimo de disparos para no perjudicar los materiales (evitar las zonas de solape entre disparos).
- 5 - R9: Tiempo mínimo en cada punto para asegurar una desinfección adecuada de todos los puntos donde se irradia.

10.- R10: Con toda esta información se crea un par de desinfección donde se establece para cada estancia los puntos de disparo UVC, es decir posiciones de emisión, y el tiempo en cada uno de los puntos. Cada vez que se realice una desinfección UVC se genera un
10 mapa 3D con las zonas irradiadas para su posterior estudio si fuese necesario.

Para una mejor comprensión del procedimiento, se ha realizado una simulación completa de cómo se desinfectaría un quirófano. Concretamente, se ha reproducido en tamaño y elementos que lo componen, el quirófano robotizado del Hospital General de Valencia. La Figura 3 muestra la situación inicial de partida, donde en una representación virtual
15 del quirófano se observa a una representación virtual Rv del robot móvil de desinfección R, en la puerta de entrada al quirófano.

Tras la aplicación de las etapas 2, 3 y 4 indicada arriba con referencia al diagrama de flujo de la Figura 2, es decir, escanear toda la estancia gracias los sensores incorporados, el resultado sería el mostrado en la Figura 4. Además, se obtiene una aproximación del
20 material de cada punto. Se ha trazado lo que en conceptos informáticos se conoce como mapa de navegación, que determina las zonas por las cuales el robot móvil de desinfección R va a poder desplazarse con libertad. En estos cálculos se tienen en cuenta las tres dimensiones, es decir, si hay un objeto aéreo que impediría el paso del robot móvil de desinfección R, su zona inferior no se considera de paso.

25 Las zonas sombreadas e indicadas con la referencia Z son las zonas por las que robot móvil de desinfección R podría desplazarse con libertad sin colisionar con ningún elemento del quirófano, es decir las que incluyen la ruta o rutas que incluyen las posiciones de emisión, que constituyen el mapa de navegación.

Una vez determinadas las zonas de navegación se establece una malla de, por ejemplo,
30 0,5x0,5m y se solapa con el modelo 3D obtenido en base a la información de las cámaras de profundidad y el escáner LIDAR. Esta información es conocida como ADR o área de definición de radiación.

En la Figura 5 se muestra una vista en planta virtual de la representación virtual de la Figura 4, incluyendo las zonas de paso Z, pero con el añadido de que se ha superpuesto

sobre el mapa de navegación de esta la malla ADR, para determinar las posiciones candidatas, es decir las posiciones posibles de emisión.

Posteriormente se evalúa qué intersecciones de la malla coinciden con el mapa de navegación, es decir con las zonas de paso Z, pasando a numerarlas, tal y como se muestra en la Figura 6. Estas serán las zonas desde donde se calcule la aplicación de emisión de radiosidad para observar los resultados, es decir las posiciones candidatas determinadas, que en este caso son nueve, donde es posible posiciona al robot de desinfección R y por tanto emitir la luz UVC.

Como resultado de estos cálculos se obtienen mapas o diagramas de radiación como los mostrados en las Figuras 7, 8 y 9 para tres de los puntos indicados en la Figura 6, es decir para tres posiciones de emisión, en particular las posiciones 1, 5 y 7, respectivamente.

En particular, las imágenes o diagramas de radiación de las Figuras 7, 8 y 9 se han obtenido mediante el método del hemicubo del algoritmo de determinación de sombrazes por radiosidad, para el ejemplo de realización allí ilustrado, aunque, para otros ejemplos de realización, se utiliza otro tipo de método o algoritmo de determinación de sombrazes por radiosidad que no sea el del hemicubo, tal como cualquiera de los descritos en una sección anterior del presente documento.

En estos mapas de radiación, que pueden representarse en color o en correspondientes tonalidades de gris, se observan unas zonas más brillantes, que corresponden a las zonas donde más emisión llega, y zonas completamente negras, que corresponden a las zonas donde no llegarían los rayos UV que emitiese el robot móvil de desinfección R desde la posición de emisión respectiva.

Con estos datos y aplicando histogramas, se obtiene la cantidad de luz de cada una de las imágenes, lo que permite ordenar las imágenes en función de lo “buenas” que son. Hay que buscar el histograma con el mejor valor medio, ya que implica que no hay demasiadas zonas quemadas ni demasiadas zonas oscuras. En este sentido se busca el histograma que tenga los valores más concentrados, con independencia de la magnitud.

A continuación, se realiza una búsqueda para localizar el “mejor” de los histogramas, de cada posición candidata, y partiendo de este, se realiza una búsqueda combinatoria sumando el resto hasta lograr cubrir el número máximo de zonas sin sobrepasar un determinado valor umbral máximo de histograma. Este proceso es computacionalmente costoso, ya que, para el caso de ejemplo, donde existen 9 posibles zonas de disparo, es decir posiciones candidatas, puede llegar a implicar hasta 24310 combinaciones (9 sobre

9) $\left(\frac{(n+m-1)!}{(n-1)! \cdot m!}\right) = 24310$, donde m es el número de posiciones candidatas y m el número de posiciones de emisión, es decir de zonas de disparo.

Por último y en base a la solución obtenida, se aplica una nueva combinatoria con valores que varían, por ejemplo, de minuto en minuto, por ejemplo, desde 1 hasta 5, dando por
 5 hecho que cada minuto corresponde a sumar una vez más el patrón de radiosidad obtenido, aunque esta combinatoria también podría hacerse de manera ponderada. De esta manera, finalmente se obtiene el tiempo de disparo óptimo (con rango de minutos) en cada una de las posiciones seleccionadas. Por ejemplo, el resultado del cálculo de radiosidad en el ejemplo simulado sería:

- 10
- Posición de emisión 1 durante 2 minutos
 - Posición de emisión 3 durante 2 minutos
 - Posición de emisión 5 durante 4 minutos
 - Posición de emisión 9 durante 2 minutos

Con esto, el robot móvil de desinfección R pasa a su modo autónomo y realiza la
 15 desinfección en base a este cálculo realizado. En futuras visitas a la misma sala, antes de comenzar el proceso recorrería toda la estancia para ver que no hay variación en los elementos a desinfectar (número, posición tipo de material, etc.), o que si la hay es mínima y comenzaría el proceso de desinfección. Si hubiera una gran variación, se debería recalcular la radiosidad.

20 A continuación, se explica con mayor detalle, el cálculo que se hace a partir de los mapas de radiosidad o iluminación (radiación).

Para calcular la cantidad de luz que llega a cada parte de la sala y los objetos incluidos en ella, se divide el escenario 3D en "parches" y se aplica un algoritmo de radiosidad. Dicho algoritmo toma como fase inicial la cantidad de luz emitida desde la posición del
 25 robot móvil de desinfección R, para calcular de forma iterativa cómo se reparte dicha luz por todos los parches. Como resultado del algoritmo se obtiene un nivel de energía final en cada parche, y esta información se puede representar de forma visual utilizando una única imagen que recoja la información de todos los parches, tal como las imágenes de las Figuras 7, 8 y 9.

30 En esta imagen resultado, cada píxel de la imagen se corresponde con un parche de forma que existe una relación 1:1 entre cada píxel y la zona del modelo 3D a la que representa. Además, los píxeles se ordenan intentando mantener juntos aquellos que se encuentran en parches contiguos, es decir, se agrupan por superficies rellenando primero

la imagen con las superficies más grandes para optimizar la forma en que se representa la información. En las imágenes de ejemplo de las Figuras 7, 8 y 9 se ve cómo las superficies más grandes correspondientes a suelo y paredes se identifican en una fila inferior, mientras el resto de superficies se van distribuyendo por orden de tamaño.

- 5 La principal utilidad de poder representar la energía recibida por cada parche en una única imagen es que se puede utilizar la imagen como medida de calidad. Por ejemplo, si la imagen muestra zonas claras y oscuras es que hay parches que están recibiendo distintos niveles de radiación, mientras que si la imagen es uniforme todos los parches reciben un nivel equivalente de radiación. En este caso el resultado deseado es una
- 10 imagen con valores uniformes. Además, se pueden combinar los resultados de emisiones desde múltiples puntos, simplemente sumando imágenes.

La Figura 10 muestra, a la izquierda, el mapa de radiación de la Figura 7, y, a la derecha, un detalle ampliado de una pequeña sección de este.

- La imagen de la Figura 11 ejemplifica la pequeña sección, de 20x20 píxeles, de la Figura
- 15 10. Se puede observar cómo cada píxel de la imagen, que se corresponde con cada uno de los parches de radiación en que se ha dividido el modelo 3D de la estancia, tiene una intensidad distinta. La imagen puede observarse como una matriz 2D, donde:

i representa el número de columna

j representa el número de fila

- 20 (i, j) representa una posición concreta de la matriz

Esta matriz es la que permite obtener los histogramas para clasificar la calidad de cada zona de disparo.

En la Figura 12 se muestra el histograma calculado para esta imagen de 20x20 píxeles, con 256 niveles de gris.

- 25 A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que tanto el sistema como el método descrito son susceptibles de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles mencionados pueden ser substituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de desinfección, que comprende al menos un robot móvil de desinfección (R) configurado para desplazarse por el interior de un espacio tridimensional, y que a su vez comprende:
 - 5 - al menos una unidad de desinfección (L) configurada y dispuesta para emitir luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil de desinfección (R);
 - unos medios de detección configurados para detectar el valor de al menos un parámetro de detección relativo a unos elementos a desinfectar ubicados dentro de dicho espacio tridimensional, donde dicho al menos un parámetro de detección es
10 relativo a intensidad lumínica; y
 - unos medios de control conectados operativamente con dichos medios de detección para recibir los valores detectados de dicho al menos un parámetro de detección, y con dicha al menos una unidad de desinfección (L) para controlar su funcionamiento según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores
15 detectados recibidos;

caracterizado porque dichos medios de detección comprenden medios de procesamiento que implementan un algoritmo de determinación de sombajes por radiosidad aplicado a la determinación de zonas de sombra, a partir del procesamiento de los valores detectados de dicha intensidad lumínica para dichos elementos a
20 desinfectar;

en el que dichos medios de procesamiento de dichos medios de detección están configurados para llevar a cabo también dicha detección de los valores de intensidad lumínica para dichos elementos a desinfectar, estimando los valores de intensidad lumínica recibida en los mismos que se emite desde diferentes posiciones candidatas
25 dentro del espacio tridimensional en las que es posible ubicar el al menos un robot móvil de desinfección (R), simulando emisiones de luz desde fuentes de luz virtuales ubicadas en dichas posiciones candidatas.
- 2.- Sistema de desinfección según la reivindicación 1, en el que dicho algoritmo de determinación de sombajes por radiosidad implementa el método del hemicubo.
- 30 3.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho parámetro de detección es relativo a intensidad lumínica para al menos un rango de longitudes de onda que incluyen a la de dicha luz desinfectante.

4.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que dichas fuentes de luz virtuales son fuentes de luz extensa y/o fuentes de luz puntual.

5.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 1 ó 4, en el que dichos parámetros de funcionamiento incluyen al menos un primer parámetro de funcionamiento
5 indicativo de desde como mínimo qué posición o posiciones de emisión, de entre dichas posiciones candidatas, emitir dicha luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil, para evitar las zonas de sombra, optimizando la desinfección al desinfectar el máximo posible de elementos a desinfectar.

6.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 5, en el que dichos parámetros de
10 funcionamiento incluyen también un segundo parámetro de funcionamiento indicativo de desde como mínimo qué posición o posiciones de emisión, de entre dichas posiciones candidatas, emitir la luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil, para evitar zonas de solape en las que incida luz desinfectante de más de una de dichas emisiones, para no dañar a los elementos a desinfectar por
15 sobreexposición a la luz desinfectante.

7.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 5 ó 6, en el que dichos parámetros de funcionamiento incluyen también un tercer parámetro de funcionamiento indicativo de desde como mínimo cuánto tiempo y/o con cuánta potencia emitir la luz desinfectante desde dicha o dichas posiciones de emisión, de entre dichas posiciones
20 candidatas, para asegurar una desinfección adecuada de los elementos a desinfectar sin dañarlos por sobreexposición a la luz desinfectante.

8.- Sistema de desinfección, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad configurados y dispuestos para adquirir información de profundidad de
25 dicho espacio tridimensional y de los elementos ubicados dentro del mismo, incluyendo los elementos a desinfectar y posibles obstáculos, procesarla para obtener una nube de puntos y a partir de ella un mapa de navegación que incluya las posibles rutas a seguir por el al menos un robot móvil de desinfección (R), por el interior del espacio tridimensional sin chocar con posibles obstáculos.

9.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 8, en el que dichos medios de
30 adquisición y procesamiento de información de profundidad también están configurados y dispuestos para estimar el material del que están hechos dichos elementos ubicados dentro del espacio tridimensional, e incluir en la nube de puntos el material estimado asociado a cada punto.

- 10.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 8 ó 9, en el que los medios de procesamiento de los medios de detección forman parte o están conectados operativamente con dichos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad, y están configurados para estimar los valores de intensidad lumínica recibida en los elementos a desinfectar mediante el procesamiento de la información proporcionada en la nube de puntos, incluyendo dicho procesamiento proporcionar ubicaciones virtuales, dentro de la nube de puntos, para dichas posiciones candidatas.
- 5 11.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 8, 9 ó 10, en el que al menos un robot móvil de desinfección (R) comprende a dichos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad.
- 10 12.- Sistema de desinfección, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un robot móvil de desinfección (R) es controlable en desplazamiento de manera remota, y en el que el sistema de desinfección comprende un sistema de control remoto para controlar de manera remota el desplazamiento del al menos un robot móvil de desinfección (R).
- 15 13.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 12 cuando depende de la 11, en el que dicho sistema de control remoto y dichos medios de adquisición y procesamiento de información de profundidad están conectados operativamente entre sí para operar de manera sincronizada, para desplazar el al menos un robot móvil de desinfección (R) por el interior del espacio tridimensional y realizar adquisiciones de información de profundidad desde diferentes posiciones a lo largo de dicho desplazamiento.
- 20 14.- Sistema de desinfección, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de control están configurados para controlar el desplazamiento del al menos un robot móvil de desinfección (R) para que navegue de manera autónoma.
- 25 15.- Sistema de desinfección, según la reivindicación 14 cuando depende, directa o indirectamente, de la 5, 6 ó 7, en el que los medios de control están configurados para controlar al menos un robot móvil de desinfección (R) para que realice dicha navegación autónoma dentro del espacio tridimensional, y a la al menos una unidad de desinfección (L) para que emita luz desinfectante en la posición o posiciones de emisión determinadas por uno o más de dichos primer y segundo parámetros de funcionamiento durante dicha navegación autónoma.
- 30

- 16.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha luz desinfectante es luz ultravioleta de tipo C, luz infrarroja, o una combinación de las mismas.
- 17.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un robot móvil de desinfección (R) comprende también una unidad de desinfección configurada y dispuesta para nebulizar y dispersar peróxido de hidrógeno hacia el entorno del al menos un robot móvil.
- 18.- Método de desinfección, que comprende realizar las siguientes etapas:
- desplazar por el interior de un espacio tridimensional a al menos un robot móvil de desinfección (R) que comprende al menos una unidad de desinfección (L) configurada y dispuesta para emitir luz desinfectante hacia el entorno del al menos un robot móvil;
 - detectar el valor de al menos un parámetro de detección relativo a unos elementos a desinfectar ubicados dentro de dicho espacio tridimensional, donde dicho al menos un parámetro de detección es relativo a intensidad lumínica; y
 - controlar el funcionamiento de dicha al menos una unidad de desinfección (L) según unos parámetros de funcionamiento ajustables en función de los valores detectados de dicho al menos un parámetro de detección, para desinfectar dichos elementos a desinfectar;
- caracterizado** porque el método comprende determinar zonas de sombra a partir del procesamiento de los valores detectados de dicha intensidad lumínica para dichos elementos a desinfectar, implementando un algoritmo de determinación de sombras por radiosidad aplicado a la determinación de zonas de sombra, y porque comprende utilizar el sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la realización de unas etapas correspondientes a las funciones para la realización de las cuales los componentes del sistema están configurados y dispuestos.
- 19.- Método según la reivindicación 18, que comprende utilizar el sistema de la reivindicación 10 para realizar dicha estimación de los valores de intensidad lumínica recibida en los elementos a desinfectar para los puntos de dicha nube de puntos que los conforman, mediante el uso de proyecciones de cámaras virtuales.
- 20.- Método según la reivindicación 19, que comprende, cuando el material estimado para alguno de dichos elementos a desinfectar es un material reflectante, repetir dicha estimación de los valores de intensidad lumínica recibida en el elemento a desinfectar

de material reflectante hasta alcanzar un valor umbral de intensidad lumínica mínima recibida.

21.- Método según la reivindicación 20, que comprende ajustar al menos uno de dichos parámetros de funcionamiento realizando un proceso de minimización en los
5 siguientes tres niveles:

- número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante, y ubicaciones de estas, para conseguir cubrir el máximo número de puntos donde llegue la luz desinfectante emitida,

- número mínimo de posiciones de emisión de luz desinfectante, y ubicaciones
10 de estas, para no dañar a los elementos a desinfectar por sobreexposición a la luz desinfectante, evitando zonas de solape en las que incida luz desinfectante, y

- tiempo mínimo en cada posición de emisión de luz desinfectante para asegurar una desinfección adecuada de todos los puntos donde se irradia la luz desinfectante.

22.- Método según la reivindicación 21, que comprende crear una estructura de datos
15 de desinfección donde se establece para al menos un recinto que define dicho espacio tridimensional las posiciones de emisión de luz desinfectante y el tiempo de emisión de luz desinfectante en cada una de las mismas.

23.- Método según la reivindicación 22, que comprende, una vez dada por finalizada
20 la desinfección de dicho espacio tridimensional, generar un mapa tridimensional con las zonas irradiadas con luz desinfectante.

24.- Método según la reivindicación 21 ó 22, en el que dichos valores de intensidad lumínica incluyen información de color, y en el que el método comprende llevar a cabo dicho proceso de minimización para obtener dicho número mínimo de posiciones de
25 emisión de luz desinfectante aplicando histogramas a los valores de intensidad lumínica obtenidos para cada posición candidata, y seleccionando el histograma que tiene un valor medio menos próximo a los valores asociados a mayor y menor radiación, y, mediante una búsqueda combinatoria, sumando a este otros histogramas para obtener como resultado que se consigue cubrir el máximo número
30 de puntos donde llegue la luz desinfectante emitida, pero sin sobrepasar un determinado valor umbral máximo de histograma.

25.- Método según la reivindicación 24, que comprende calcular dicho tiempo mínimo en cada posición de emisión de luz desinfectante para asegurar una desinfección

adecuada de todos los puntos donde se irradia la luz desinfectante, realizando, como parte de dicho proceso de minimización de aplicación de histogramas, una nueva combinatoria que comprende sumar varias veces cada histograma, una vez por periodo determinado de emisión de luz desinfectante, hasta obtener el valor óptimo
5 para dicho tiempo mínimo para cada posición de emisión de luz desinfectante obtenida.

26.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 25, en el que dicho algoritmo de determinación de sombajes por radiosidad implementa uno de los siguientes métodos: el método del hemicubo, un método numérico relativo a la integral
10 de contorno, un método numérico que utiliza el algoritmo de Montecarlo, o un método numérico de descomposición adaptativa.

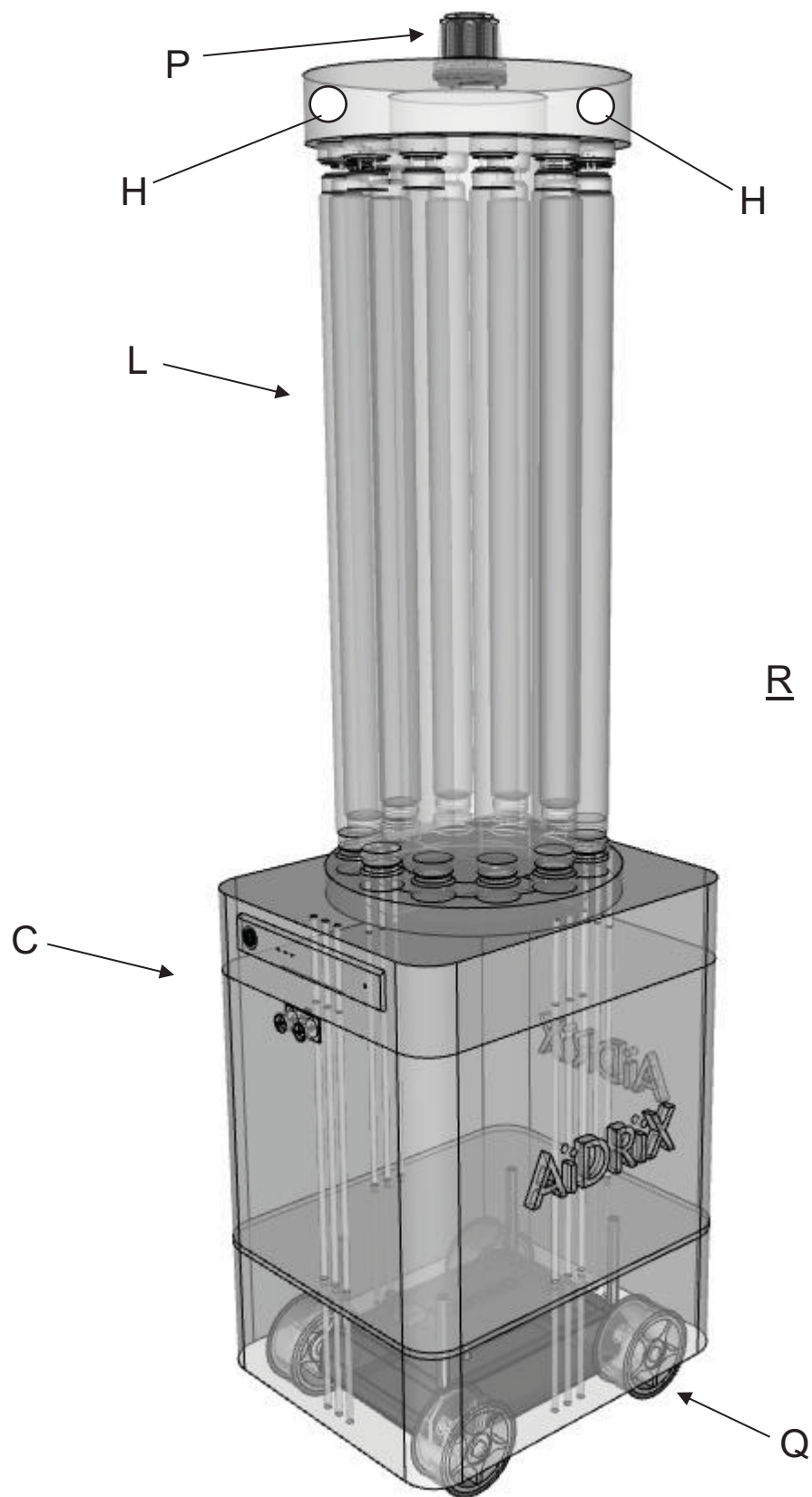
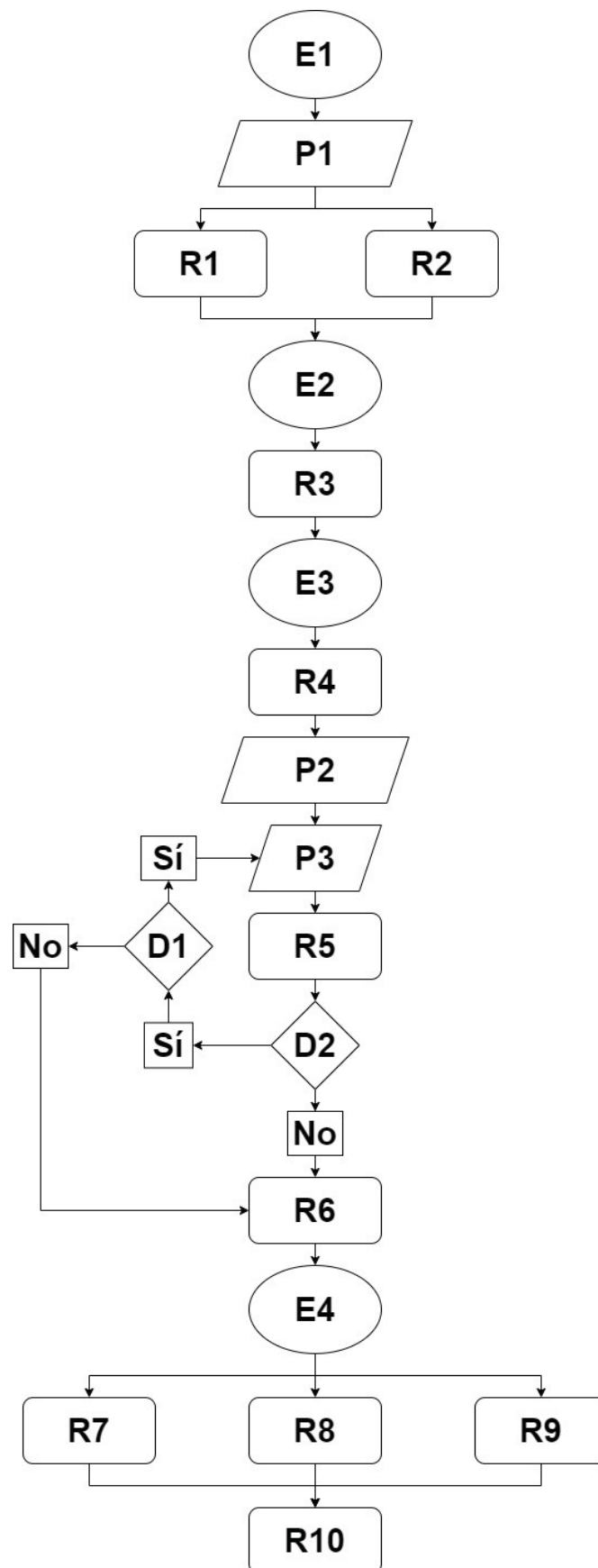


Fig. 1

**Fig. 2**

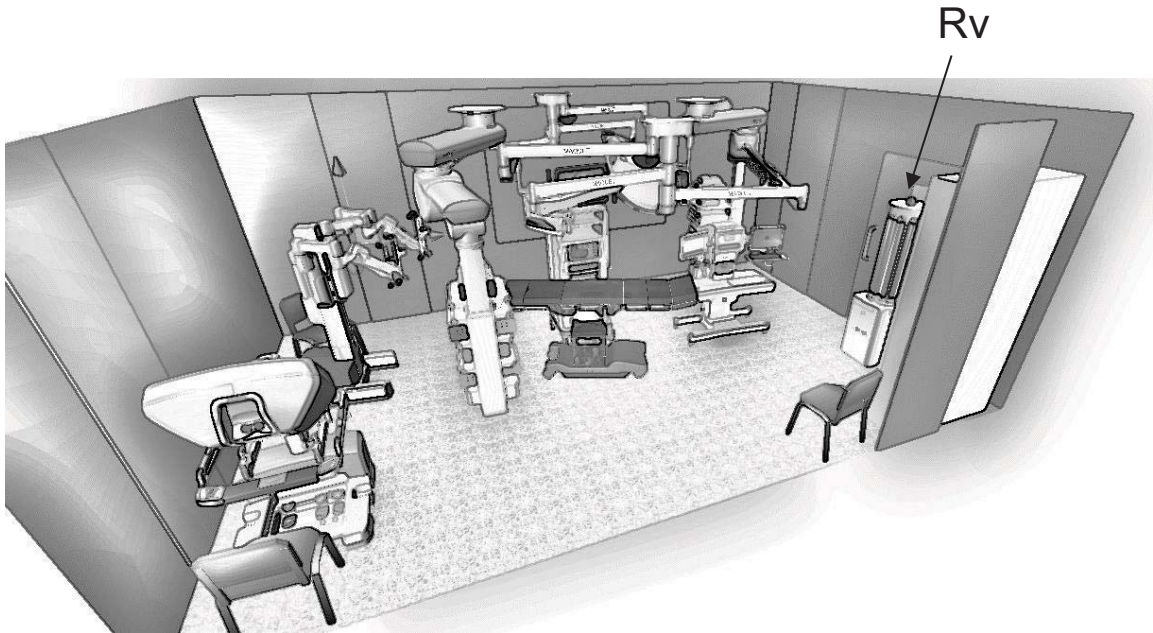


Fig. 3

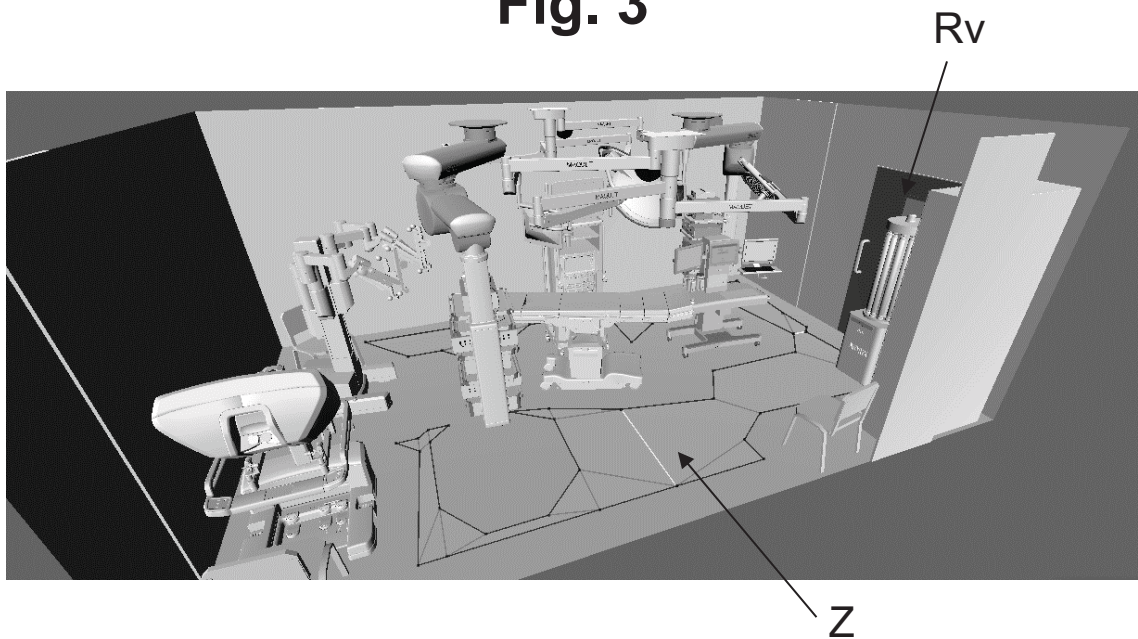


Fig. 4

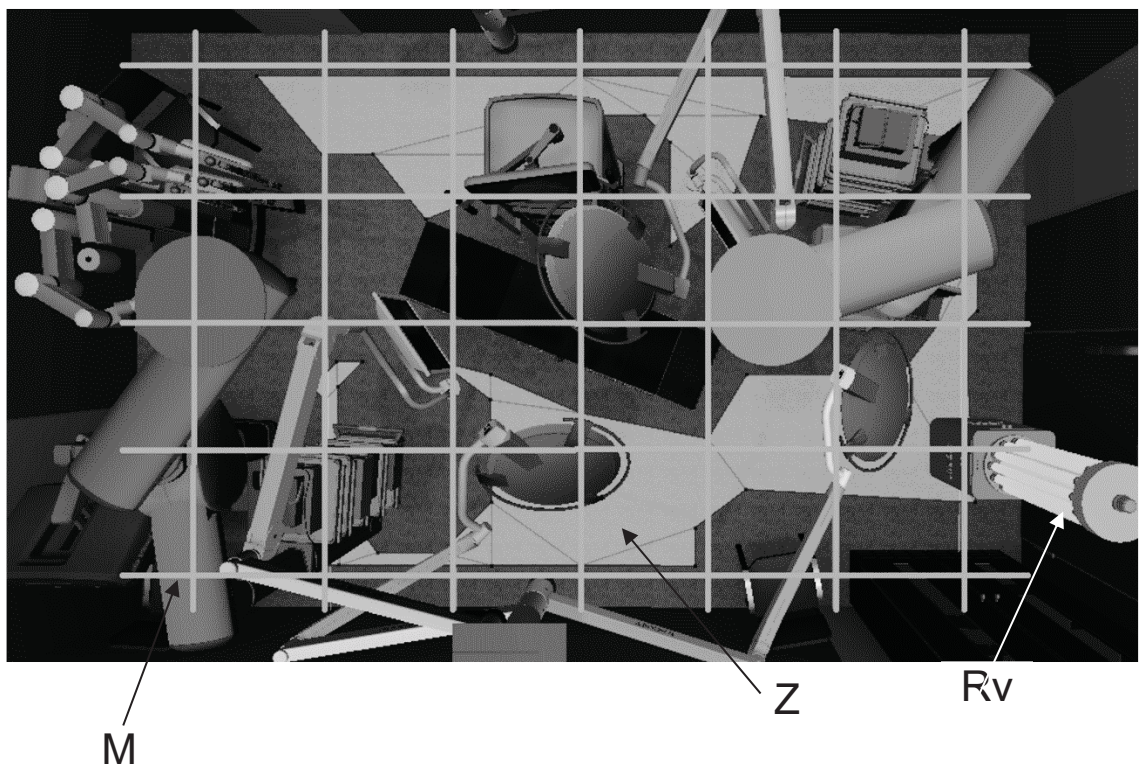


Fig. 5

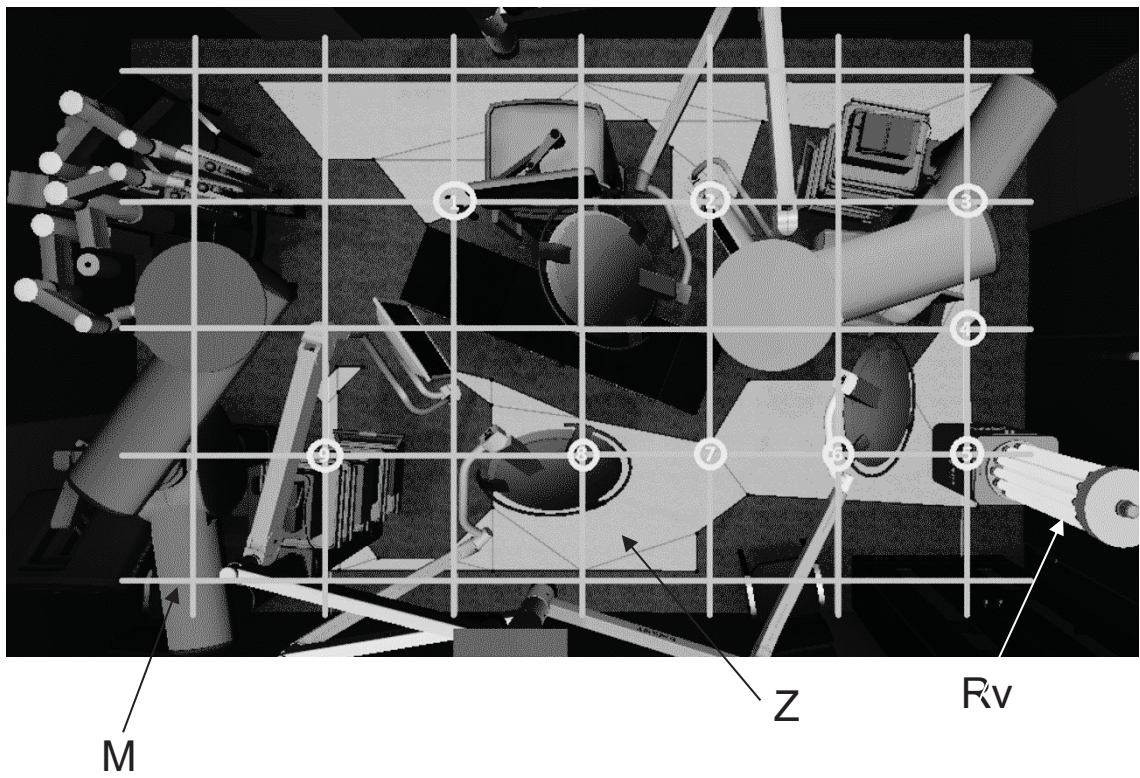


Fig. 6

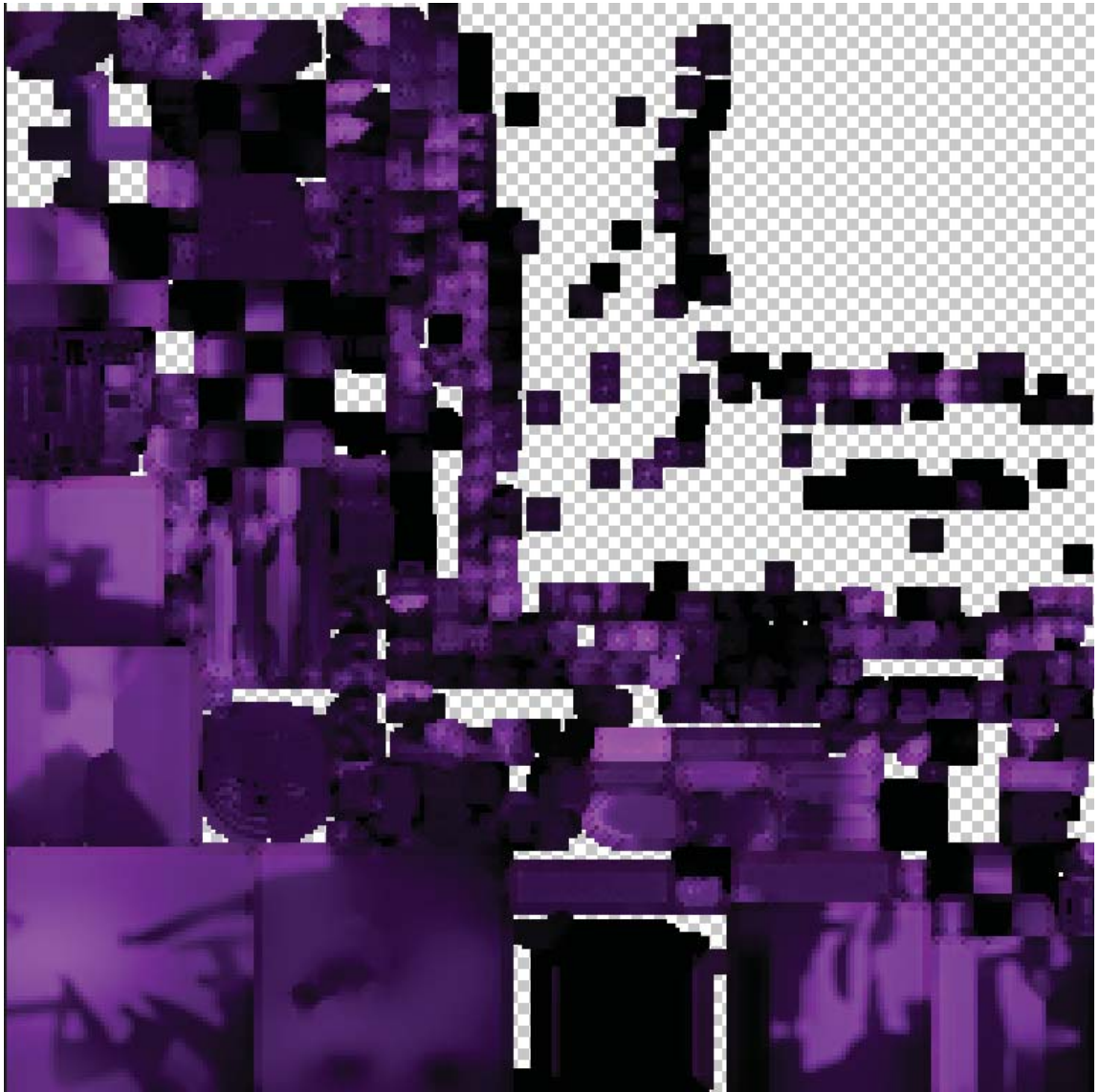


Fig. 7

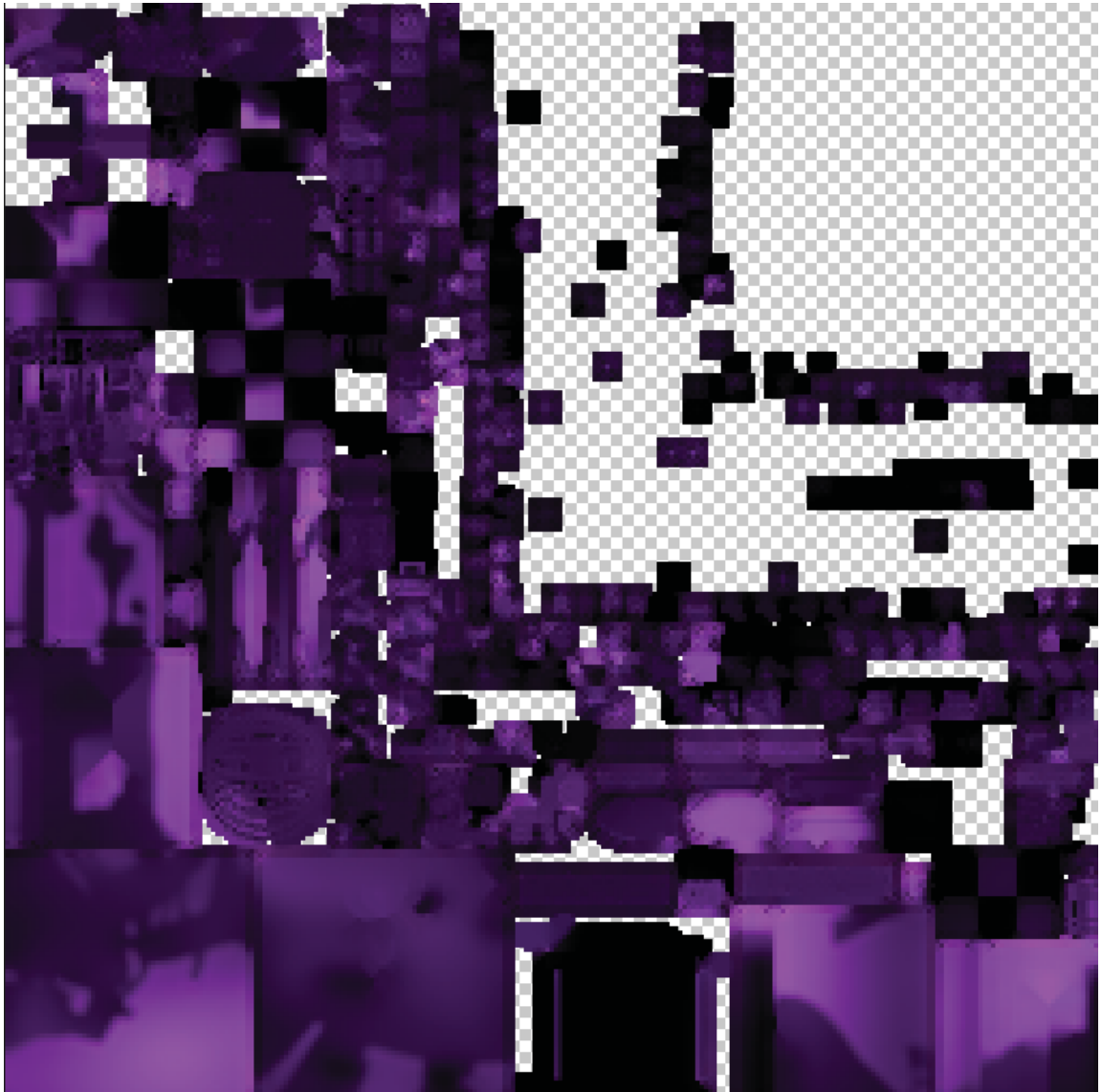


Fig. 8

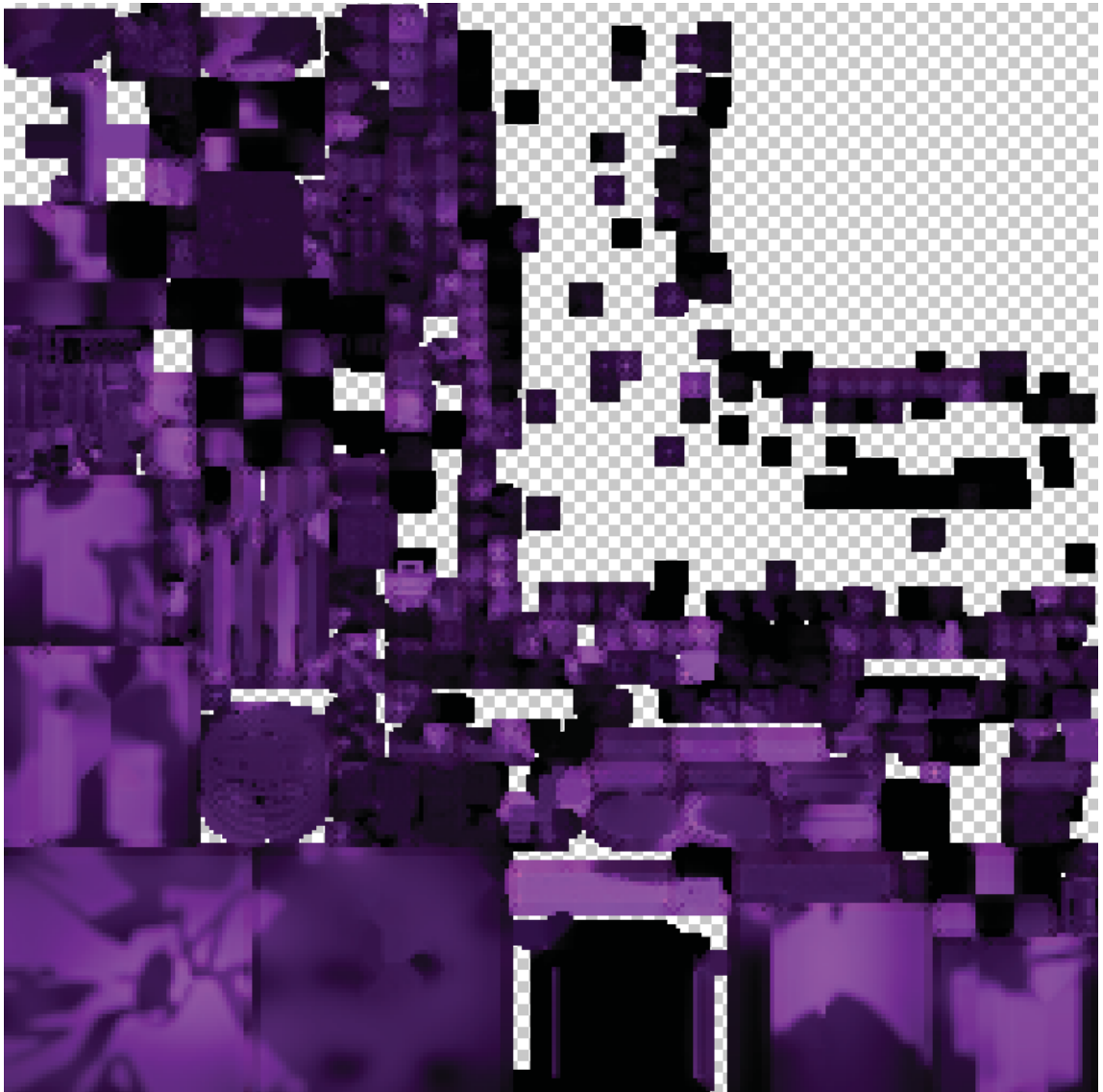


Fig. 9

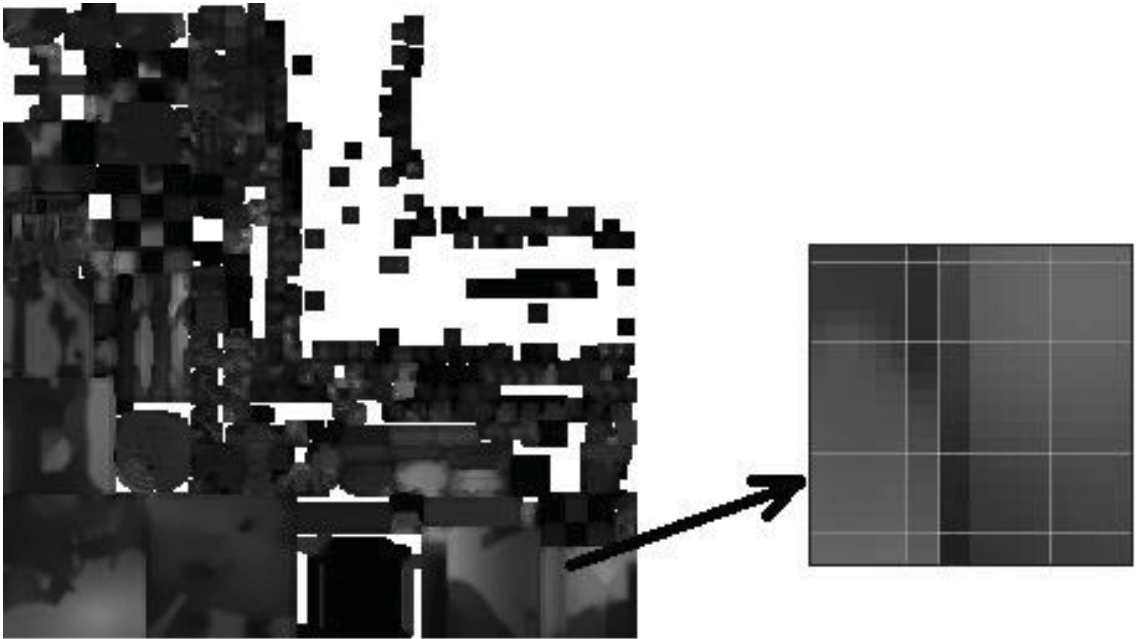


Fig. 10

i →

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399

↓
j

Fig. 11

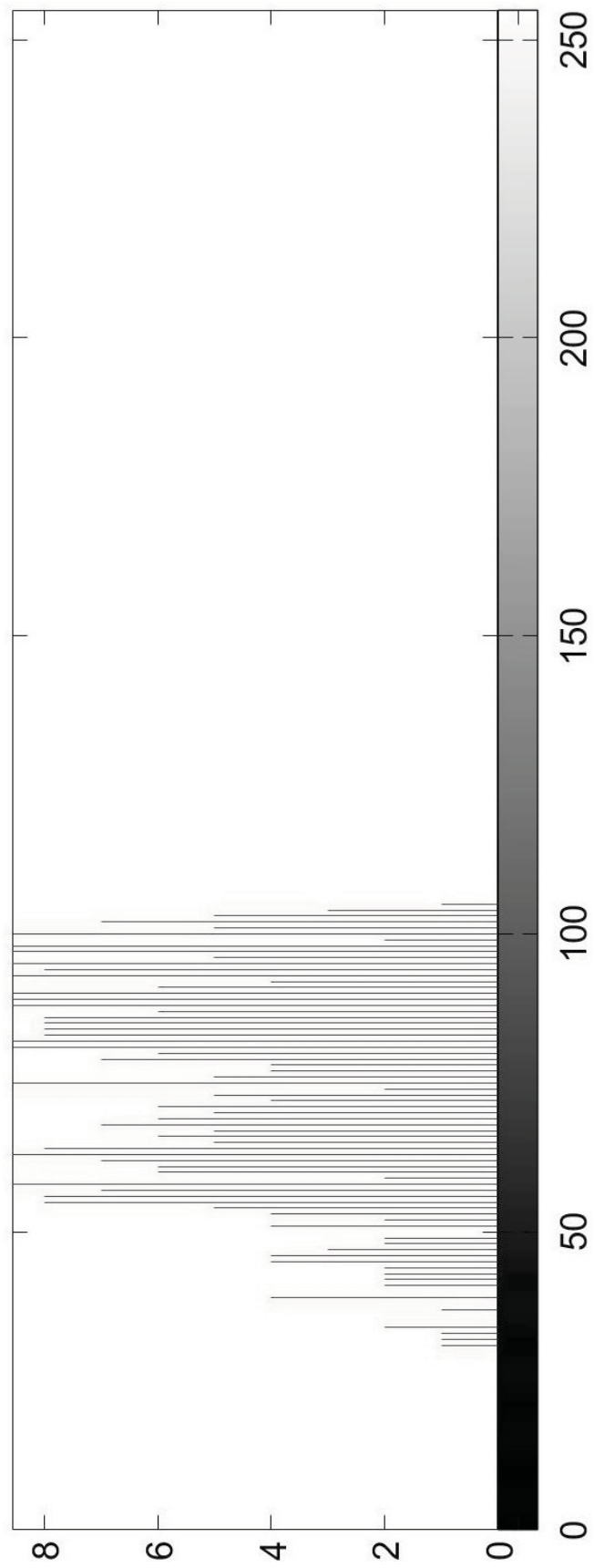


Fig. 12