

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 476**

51 Int. Cl.:

|                    |           |                     |           |
|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| <b>G06N 3/02</b>   | (2006.01) | <b>G06F 18/2413</b> | (2013.01) |
| <b>G06N 3/04</b>   | (2013.01) |                     |           |
| <b>G06V 10/40</b>  | (2012.01) |                     |           |
| <b>G06V 10/82</b>  | (2012.01) |                     |           |
| <b>G06V 20/56</b>  | (2012.01) |                     |           |
| <b>G06V 20/58</b>  | (2012.01) |                     |           |
| <b>G06T 7/00</b>   | (2007.01) |                     |           |
| <b>G06N 3/08</b>   | (2013.01) |                     |           |
| <b>G06N 3/045</b>  | (2013.01) |                     |           |
| <b>G06V 10/764</b> | (2012.01) |                     |           |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2020** **PCT/JP2020/011601**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2020** **WO20203241**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2020** **E 20784531 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024** **EP 3951663**

54 Título: **Método de procesamiento de información, programa y dispositivo de procesamiento de información**

30 Prioridad:

**29.03.2019 JP 2019065378**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.04.2025**

73 Titular/es:

**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS  
CORPORATION (100.00%)  
4-14-1 Asahi-cho  
Atsugi-shi Kanagawa 243-0014, JP**

72 Inventor/es:

**YONEKAWA HARUYOSHI**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 3 010 476 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método de procesamiento de información, programa y dispositivo de procesamiento de información

### 5 **Campo técnico**

La presente tecnología se refiere a un método de procesamiento de información, un programa y un aparato de procesamiento de información y, en particular, se refiere a un método de procesamiento de información, un programa y un aparato de procesamiento de información adecuados para su uso en un caso de análisis de un modelo que utiliza una red neuronal.

### **Técnica anterior**

Convencionalmente, se utiliza una red neuronal en un dispositivo de reconocimiento de patrones de imágenes (véanse, por ejemplo, los documentos de patente 1 y 2)

El documento no de patente 3 también describe la visualización y el manejo de datos de mapas de características de redes convolucionales convencionales.

Lista de citas

Documento de patente

Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta al público n.º H5-61976

Documento de patente 2: WO2018/230832A1

Documento de patente 3: “Visualización y comprensión de las redes convolucionales” en: “Avances en bases de datos y sistemas de información”, ISBN: 978-3-319-10403-4, vol. 8689.

### **Resumen de la invención**

Problemas a resolver mediante la invención

Mientras tanto, se desea poder analizar una situación de aprendizaje de un modelo que utiliza una red neuronal.

La presente tecnología se ha creado en vista de tal situación y permite el análisis de una situación de aprendizaje de un modelo que utiliza una red neuronal.

Soluciones a problemas

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las reivindicaciones dependientes exponen realizaciones particulares. Otros aspectos de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos. Un método de procesamiento de información según un aspecto de la presente tecnología, incluye: una etapa de generación de datos de características para generar datos de características que representan numéricamente una característica de un mapa de características generado a partir de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal; y una etapa de generación de datos de análisis para generar datos de análisis basándose en los datos de características de una pluralidad de los mapas de características.

Un programa según un aspecto de la presente tecnología hace que un ordenador ejecute un procesamiento que incluye: una etapa de generación de datos de características para generar datos de características que representan numéricamente una característica de un mapa de características generado a partir de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal; y una etapa de generación de datos de análisis para generar datos de análisis basándose en los datos de características de una pluralidad de los mapas de características.

Un aparato de procesamiento de información según un aspecto de la presente tecnología, incluye: una unidad de generación de datos de características que genera datos de características que representan numéricamente una característica de un mapa de características generado a partir de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal; y una unidad de generación de datos de análisis que genera datos de análisis basándose en los datos de características de una pluralidad de los mapas de características.

En un aspecto de la presente tecnología, se generan datos de características que representan numéricamente una característica de un mapa de características generado a partir de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal, y se generan datos de análisis basándose en los datos de características de una pluralidad de los mapas de características.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración ilustrativa de un sistema de control de vehículos.

5 La Figura 2 es un diagrama que ilustra una primera realización de un modelo de reconocimiento de objetos.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de mapas de características.

10 La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración ilustrativa de un aparato de procesamiento de información al que se le aplica la presente tecnología.

La Figura 5 es un diagrama de flujo para explicar el procesamiento del análisis de situaciones de aprendizaje.

15 La Figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de mapas de características con una gran varianza de valores de píxeles y mapas de características con una pequeña varianza de valores de píxeles.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo en el que los mapas de características están dispuestos en una línea.

20 La Figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo en el que los mapas de características están dispuestos de manera bidimensional.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un vector de varianza y una imagen del vector de varianza.

25 La Figura 10 es un diagrama que ilustra un primer ejemplo de datos de análisis.

La Figura 11 es un diagrama que ilustra un primer ejemplo de un estado de cambio en los datos de análisis con el progreso del aprendizaje.

30 La Figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de mapas de características al principio del aprendizaje y al final del aprendizaje.

La Figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de los datos de análisis.

35 La Figura 14 es un diagrama que ilustra un ejemplo de los datos de análisis en un caso en el que la regularización es demasiado fuerte.

La Figura 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de los datos de análisis en un caso en el que la regularización es demasiado débil.

40 La Figura 16 es un diagrama que ilustra una segunda realización de un modelo de reconocimiento de objetos.

La Figura 17 es un diagrama que ilustra un segundo ejemplo de un estado de cambio en los datos de análisis con el progreso del aprendizaje.

45 La Figura 18 es una vista ampliada de los datos de análisis en E de la Figura 17.

La Figura 19 es un diagrama que ilustra un primer ejemplo de una imagen de onda milimétrica y una imagen capturada.

50 La Figura 20 es un diagrama que ilustra un segundo ejemplo de la imagen de onda milimétrica y la imagen capturada.

La Figura 21 es un diagrama que ilustra un tercer ejemplo de la imagen de onda milimétrica y la imagen capturada.

55 La Figura 22 es un diagrama que ilustra un ejemplo de mapas de características generados a partir de una imagen de onda milimétrica.

La Figura 23 es un gráfico que ilustra un ejemplo de un histograma de valores de píxeles de un mapa de características.

60 La Figura 24 es un diagrama que ilustra un ejemplo de datos de análisis basándose en la distribución de frecuencia de los valores de píxeles de un mapa de características.

La Figura 25 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un ordenador.

**Modo de llevar a cabo la invención**

65

En lo sucesivo, se describirá un modo de llevar a cabo la presente tecnología. La descripción continuará en el siguiente orden.

1. Realización
2. Ejemplo de caso de análisis de la situación de aprendizaje
3. Ejemplos modificados
4. Otros

<<1. Realización>>

En primer lugar, se describirá una realización de la presente tecnología con referencia a las Figuras 1 a 15.

<Ejemplo de configuración de sistema 100 de control de vehículos>

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de configuración de funciones esquemáticas de un sistema 100 de control de vehículos, que es un ejemplo de un sistema de control de carrocería móvil al que se puede aplicar la presente tecnología.

Obsérvese que, en lo sucesivo, en un caso en donde un vehículo 10 provisto del sistema 100 de control de vehículos se distinga de otros vehículos, se denomina vehículo anfitrión o automóvil anfitrión.

El sistema 100 de control del vehículo incluye una unidad 101 de entrada, una unidad 102 de adquisición de datos, una unidad 103 de comunicación, un dispositivo 104 a bordo del vehículo, una unidad 105 de control de salida, una unidad 106 de salida, una unidad 107 de control de sistema de propulsión, un sistema 108 de propulsión, una unidad 109 de control de sistema de carrocería, un sistema 110 de carrocería, una unidad 111 de almacenamiento y una unidad 112 de control de conducción automática. La unidad 101 de entrada, la unidad 102 de adquisición de datos, la unidad 103 de comunicación, la unidad 105 de control de salida, la unidad 107 de control del sistema de propulsión, la unidad 109 de control del sistema de carrocería, la unidad 111 de almacenamiento y la unidad 112 de control de conducción automática están conectadas entre sí a través de una red 121 de comunicación. La red 121 de comunicación incluye, por ejemplo, un bus, una red de comunicación montada en un vehículo que se ajusta a cualquier estándar, tal como una red de área de controlador (CAN, por sus siglas en inglés), una red de interconexión local (LIN, por sus siglas en inglés), una red de área local (LAN, por sus siglas en inglés), FlexRay (marca registrada) y similares. Obsérvese que también hay un caso en el que las unidades del sistema 100 de control del vehículo están conectadas directamente entre sí sin la red 121 de comunicación.

Obsérvese que, en lo sucesivo, en un caso en donde cada unidad 100 del sistema de control del vehículo realice una comunicación a través de la red 121 de comunicación, se omitirá la descripción de la red 121 de comunicación. Por ejemplo, en un caso en el que la unidad 101 de entrada y la unidad 112 de control de conducción automática realicen una comunicación a través de la red 121 de comunicación, simplemente se describe que la unidad 101 de entrada y la unidad 112 de control de conducción automática realizan una comunicación.

La unidad 101 de entrada incluye un dispositivo utilizado por un pasajero para introducir diversos datos, instrucciones y similares. Por ejemplo, la unidad 101 de entrada incluye un dispositivo de operación, tal como un panel táctil, un botón, un micrófono, un interruptor, una palanca y similares, y un dispositivo de operación y similares que se puede introducir mediante un método que no sea una operación manual, tal como voz, gestos y similares. Además, por ejemplo, la unidad 101 de entrada puede ser un dispositivo de control remoto que utilice rayos infrarrojos u otras ondas de radio, o un dispositivo de conexión externo, tal como un dispositivo móvil, un dispositivo portátil y similares, correspondiente a una operación del sistema 100 de control del vehículo. La unidad 101 de entrada genera una señal de entrada en base a datos, instrucciones y similares introducidos por el pasajero, y suministra la señal de entrada a cada unidad del sistema 100 de control del vehículo.

La unidad 102 de adquisición de datos incluye varios sensores y similares que adquieren los datos utilizados para el procesamiento del sistema 100 de control del vehículo, y suministra los datos adquiridos a cada unidad del sistema 100 de control del vehículo.

Por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye varios sensores para detectar un estado y similares del vehículo anfitrión. Específicamente, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye un sensor giroscópico, un sensor de aceleración, una unidad de medición inercial (IMU, por sus siglas en inglés) y un sensor y similares, para detectar una cantidad de operación de un pedal de acelerador, una cantidad de operación de un pedal de freno, un ángulo de dirección de un volante, una velocidad del motor, una velocidad de rotación de la rueda y similares.

Además, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye varios sensores para detectar información fuera del vehículo anfitrión. Específicamente, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye un dispositivo de

obtención de imágenes, tal como una cámara de tiempo de vuelo (ToF, por sus siglas en inglés), una cámara estéreo, una cámara monocular, una cámara de infrarrojos, otra cámara y similares. Además, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye un sensor ambiental para detectar el clima, los fenómenos atmosféricos y similares, y un sensor de detección de información circundante para detectar un objeto alrededor del vehículo anfitrión. El sensor ambiental incluye, por ejemplo, un sensor de gotas de lluvia, un sensor de niebla, un sensor de sol, un sensor de nieve y similares. El sensor de detección de información circundante incluye, por ejemplo, un sensor ultrasónico, un radar, una detección y medición de distancia por luz, o detección y medición de distancia por imágenes láser (LiDAR, por sus siglas en inglés), un sonar y similares.

Además, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye varios sensores para detectar una posición actual del vehículo anfitrión. Específicamente, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye un receptor del sistema global de navegación por satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) y similares que recibe una señal GNSS desde un satélite GNSS.

Además, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye varios sensores para detectar información dentro del vehículo. Específicamente, por ejemplo, la unidad 102 de adquisición de datos incluye un dispositivo de obtención de imágenes que toma imágenes de un conductor, un sensor biológico que detecta información biológica del conductor, un micrófono que recoge la voz en el interior del vehículo y similares. El sensor biológico se proporciona, por ejemplo, en la superficie de un asiento, un volante y similares, y detecta la información biológica de un pasajero sentado en el asiento o un conductor que sujete el volante.

La unidad 103 de comunicación realiza la comunicación con el dispositivo 104 a bordo del vehículo, diversos dispositivos fuera del vehículo, un servidor, una estación base y similares, transmite los datos suministrados desde cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, y suministra los datos recibidos a cada unidad del sistema 100 de control del vehículo. Obsérvese que un protocolo de comunicación admitido por la unidad 103 de comunicación no está particularmente limitado y, además, la unidad 103 de comunicación puede admitir una pluralidad de tipos de protocolos de comunicación.

Por ejemplo, la unidad 103 de comunicación realiza una comunicación inalámbrica con el dispositivo 104 a bordo del vehículo mediante una LAN inalámbrica, Bluetooth (marca registrada), comunicación de campo cercano (NFC, por sus siglas en inglés), un USB inalámbrico (WUSB, por sus siglas en inglés) y similares. Además, por ejemplo, la unidad 103 de comunicación realiza una comunicación por cable con el dispositivo 104 a bordo del vehículo, mediante un bus serie universal (USB, por sus siglas en inglés), una interfaz multimedia de alta definición (HDMI, por sus siglas en inglés) (marca registrada), un enlace móvil de alta definición (MHL, por sus siglas en inglés) y similares, a través de un terminal de conexión (no mostrado) (y un cable si es necesario).

Además, por ejemplo, la unidad 103 de comunicación realiza la comunicación con un dispositivo (por ejemplo, un servidor de aplicaciones o un servidor de control) existente en una red externa (por ejemplo, Internet, una red en la nube o una red específica del operador) a través de la estación base o un punto de acceso. Además, por ejemplo, la unidad 103 de comunicación realiza la comunicación con un terminal existente cerca del vehículo anfitrión (por ejemplo, un terminal de un peatón o una tienda, o un terminal de comunicación de tipo máquina [MTC, por sus siglas en inglés]) utilizando la tecnología de igual a igual (P2P). Además, por ejemplo, la unidad 103 de comunicación realiza una comunicación V2X, tal como la comunicación de vehículo a vehículo, comunicación de vehículo a infraestructura, comunicación del vehículo anfitrión con el hogar, comunicación de vehículo a peatón y similares. Además, por ejemplo, la unidad 103 de comunicación incluye una unidad de recepción de balizas que recibe ondas de radio u ondas electromagnéticas transmitidas desde una estación inalámbrica y similares, instaladas en una carretera, y adquiere información tal como la posición actual, la congestión del tráfico, la regulación del tráfico, el tiempo requerido y similares.

El dispositivo 104 a bordo del vehículo incluye, por ejemplo, un dispositivo móvil o un dispositivo portátil que posea un pasajero, un dispositivo de información transportado o conectado al vehículo anfitrión, un dispositivo de navegación que busque una ruta hacia un destino arbitrario, y similares.

La unidad 105 de control de salida controla la emisión de diversa información a un pasajero del vehículo anfitrión o al exterior del vehículo. Por ejemplo, la unidad 105 de control de salida genera una señal de salida que incluye al menos una información visual (por ejemplo, datos de imagen) o información auditiva (por ejemplo, datos de voz), y suministra la señal de salida a la unidad 106 de salida, controlando así la emisión de la información visual y la información auditiva desde la unidad 106 de salida. Específicamente, por ejemplo, la unidad 105 de control de salida sintetiza los datos de imagen obtenidos por diferentes dispositivos de obtención de imágenes de la unidad 102 de adquisición de datos para generar una imagen de vista aérea, una imagen panorámica y similares, y suministra una señal de salida que incluye la imagen generada a la unidad 106 de salida. Además, por ejemplo, la unidad 105 de control de salida genera datos de voz que incluyen un sonido de advertencia, un mensaje de advertencia y similares, para un peligro, tal como una colisión, un contacto o la entrada en una zona de peligro, y suministra una señal de salida que incluye los datos de voz generados a la unidad 106 de salida.

La unidad 106 de salida incluye un dispositivo capaz de emitir información visual o auditiva a un pasajero del vehículo anfitrión o al exterior del vehículo. Por ejemplo, la unidad 106 de salida incluye un dispositivo de visualización, un panel de instrumentos, un altavoz, unos auriculares, un dispositivo portátil, tal como un visor de tipo gafas y similares, que lleve un pasajero, un proyector, una luz y similares. Además de un dispositivo que tenga una pantalla normal, el dispositivo de visualización incluido en la unidad 106 de salida puede ser, por ejemplo, un dispositivo que muestre información visual en el campo de visión de un conductor, tal como una pantalla de visualización frontal, una pantalla transmisiva, un dispositivo que tenga una función de visualización de realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) y similares.

La unidad 107 de control del sistema de propulsión controla el sistema 108 de propulsión al generar diversas señales de control y suministrarlas al sistema 108 de propulsión. Además, la unidad 107 de control del sistema de propulsión suministra una señal de control a cada unidad distinta del sistema 108 de propulsión según sea necesario, y realiza la notificación de un estado de control del sistema 108 de propulsión y similares.

El sistema 108 de propulsión incluye diversos dispositivos relacionados con el sistema de propulsión del vehículo anfitrión. Por ejemplo, el sistema 108 de propulsión incluye un dispositivo para generar fuerza motriz para generar una fuerza motriz de un motor de combustión interna, un motor de conducción y similares, un mecanismo de transmisión de fuerza motriz para transmitir la fuerza motriz a las ruedas, un mecanismo de dirección para ajustar un ángulo de dirección, un dispositivo de frenado para generar una fuerza de frenado, un sistema de frenos antibloqueo (ABS, por sus siglas en inglés), un control electrónico de estabilidad (ESC, por sus siglas en inglés), un dispositivo de dirección asistida eléctrica y similares.

La unidad 109 de control del sistema de carrocería controla el sistema 110 de carrocería al generar diversas señales de control y suministrarlas al sistema 110 de carrocería. Además, la unidad 109 de control del sistema de carrocería suministra una señal de control a cada unidad distinta del sistema 110 de carrocería según sea necesario, y realiza la notificación de un estado de control del sistema 110 de carrocería y similares.

El sistema 110 de carrocería incluye diversos dispositivos de un sistema de carrocería montados en la carrocería de un vehículo. Por ejemplo, el sistema 110 de carrocería incluye un sistema de entrada sin llave, un sistema de llave inteligente, un dispositivo de elevación eléctrica, un asiento con regulación eléctrica, un volante, un aire acondicionado, diversas luces (por ejemplo, un faro delantero, un faro trasero, una luz de freno, un intermitente, un faro antiniebla y similares) y similares.

La unidad 111 de almacenamiento incluye, por ejemplo, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), un dispositivo de almacenamiento magnético, tal como una unidad de disco duro (HDD) y similares, un dispositivo de almacenamiento de semiconductores, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magneto-óptico y similares. La unidad 111 de almacenamiento almacena diversos programas, datos y similares, utilizados por cada unidad del sistema 100 de control del vehículo. Por ejemplo, la unidad 111 de almacenamiento almacena datos de mapas, tales como un mapa tridimensional de alta precisión, tal como un mapa dinámico y similares, un mapa global que sea menos preciso que el mapa de alta precisión y cubra un área más amplia, un mapa local que incluya información alrededor del vehículo anfitrión, y similares.

La unidad 112 de control de conducción automática realiza el control relacionado con la conducción automática, tal como la circulación autónoma, la asistencia a la conducción y similares. Específicamente, por ejemplo, la unidad 112 de control de conducción automática realiza un control cooperativo con el fin de realizar las funciones de un sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS, por sus siglas en inglés), que incluyen la prevención de colisiones o la mitigación de choques de un vehículo anfitrión, la conducción de seguimiento en base a distancia de seguimiento, la conducción de mantenimiento de la velocidad del vehículo, la advertencia de colisión del vehículo anfitrión, la advertencia de cambio de carril del vehículo anfitrión, y similares. Además, por ejemplo, la unidad 112 de control de conducción automática realiza un control cooperativo con el objetivo de la conducción automática y similares, en los que un vehículo se desplace de forma autónoma sin depender de una operación del conductor. La unidad 112 de control de conducción automática incluye una unidad 131 de detección, una unidad 132 de estimación de posición propia, una unidad 133 de análisis de situación, una unidad 134 de planificación y una unidad 135 de control de operación.

La unidad 131 de detección detecta información diversa necesaria para controlar la conducción automática. La unidad 131 de detección incluye una unidad 141 de detección de información exterior del vehículo, una unidad 142 de detección de información interior del vehículo y una unidad 143 de detección del estado del vehículo.

La unidad 141 de detección de información exterior del vehículo realiza el procesamiento de detección de información fuera del vehículo anfitrión en base a datos o señales provenientes de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo. Por ejemplo, la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo realiza el procesamiento de detección, el procesamiento de reconocimiento y el procesamiento de seguimiento de un objeto alrededor del vehículo anfitrión, y el procesamiento de detección de una distancia al objeto. El objeto a detectar incluye, por ejemplo, un vehículo, una persona, un obstáculo, una estructura, una carretera, un semáforo, una señal de tráfico, una señal vial y similares. Además, por ejemplo, la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo realiza el

procesamiento de detección de un entorno circundante del vehículo anfitrión. El entorno circundante a detectar incluye, por ejemplo, el clima, la temperatura, la humedad, el brillo, el estado de la superficie de una carretera y similares. La unidad 141 de detección de información exterior del vehículo suministra datos que indican un resultado del procesamiento de detección a la unidad 132 de estimación de posición propia, a una unidad 151 de análisis de mapas, a una unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico y a una unidad 153 de reconocimiento de situación de la

unidad 133 de análisis de situación, a una unidad 171 de evitación de emergencias de la unidad 135 de control de operación y similares.

La unidad 142 de detección de información interior del vehículo realiza el procesamiento de detección de la información interior del vehículo en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo. Por ejemplo, la unidad 142 de detección de información del interior del vehículo realiza el procesamiento de autenticación y el procesamiento de reconocimiento de un conductor, el procesamiento de detección de un estado del conductor, el procesamiento de detección de un pasajero, el procesamiento de detección del entorno interior del vehículo, y similares. El estado a detectar del conductor incluye, por ejemplo, una condición física, un nivel de vigilia, un nivel de concentración, un nivel de fatiga, una dirección de la línea de visión y similares. El entorno interior a detectar del vehículo incluye, por ejemplo, la temperatura, la humedad, el brillo, el olor y similares. La unidad 142 de detección de información del interior del vehículo suministra datos que indican un resultado del procesamiento de detección a la unidad 153 de reconocimiento de situación de la unidad 133 de análisis de situación, a la unidad 171 de evitación de emergencias de la unidad 135 de control de operaciones, y similares.

La unidad 143 de detección del estado del vehículo realiza el procesamiento de detección de un estado del vehículo anfitrión en base a los datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo. El estado a detectar del vehículo anfitrión incluye, por ejemplo, la velocidad, la aceleración, el ángulo de dirección, la presencia/ausencia y el contenido de la anomalía, el estado de una operación de conducción, la posición e inclinación de un asiento con regulación eléctrica, el estado de la cerradura de una puerta, los estados de otros dispositivos a bordo del vehículo, y similares. La unidad 143 de detección del estado del vehículo suministra datos que indican un resultado del procesamiento de detección a la unidad 153 de reconocimiento de situación de la unidad 133 de análisis de situación, a la unidad 171 de evitación de emergencias de la unidad 135 de control de operación y similares.

La unidad 132 de estimación de posición propia realiza el procesamiento de estimación de una posición, postura y similares, del vehículo anfitrión en base a los datos o señales provenientes de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo, la unidad 153 de reconocimiento de situación de la unidad 133 de análisis de situación, y similares. Además, la unidad 132 de estimación de posición propia genera un mapa local utilizado para estimar una posición propia (en lo sucesivo, denominado mapa de estimación de posición propia) según sea necesario. El mapa de estimación de posición propia es, por ejemplo, un mapa de alta precisión que utiliza una técnica como la localización y el mapeo simultáneos (SLAM, por sus siglas en inglés) y similares. La unidad 132 de estimación de posición propia suministra datos que indican un resultado del procesamiento de estimación a la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico, la unidad 153 de reconocimiento de situación y similares, de la unidad 133 de análisis de situación. Además, la unidad 132 de estimación de posición propia almacena el mapa de estimación de posición propia en la unidad 111 de almacenamiento.

La unidad 133 de análisis de situación realiza el procesamiento de análisis del vehículo anfitrión y una situación circundante. La unidad 133 de análisis de situación incluye la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico, la unidad 153 de reconocimiento de situación y una unidad 154 de predicción de situación.

La unidad 151 de análisis de mapas realiza el procesamiento de análisis de varios mapas almacenados en la unidad 111 de almacenamiento mientras utiliza datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 132 de estimación de posición propia, la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo y similares, según sea necesario, y construye un mapa que incluye la información necesaria para el procesamiento de la conducción automática. La unidad 151 de análisis de mapas suministra el mapa construido a la unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico, a la unidad 153 de reconocimiento de situación, a la unidad 154 de predicción de situación, a una unidad 161 de planificación de rutas, una unidad 162 de planificación de acciones y a una unidad 163 de planificación de operación de la unidad 134 de planificación, y similares.

La unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico realiza el procesamiento de reconocimiento de las normas de tráfico alrededor del vehículo anfitrión en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, como la unidad 132 de estimación de posición propia, la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo, la unidad 151 de análisis de mapas, y similares. Mediante este procesamiento de reconocimiento, por ejemplo, se reconocen la posición y el estado de una señal alrededor del vehículo anfitrión, el contenido de los reglamentos de tráfico alrededor del vehículo anfitrión, un carril transitable y similares. La unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico suministra datos que indican un resultado del procesamiento de reconocimiento a la unidad 154 de predicción de situación y similares.

La unidad 153 de reconocimiento de situación realiza el procesamiento de reconocimiento de una situación relacionada con el vehículo anfitrión en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 132 de estimación de posición propia, la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo, la unidad 142 de detección de información interior del vehículo, la unidad 143 de detección del estado del vehículo, la unidad 151 de análisis de mapas, y similares. Por ejemplo, la unidad 153 de reconocimiento de situación realiza el procesamiento de reconocimiento de una situación del vehículo anfitrión, una situación alrededor del vehículo anfitrión, una situación de un conductor del vehículo anfitrión, y similares. Además, la unidad 153 de reconocimiento de situación genera un mapa local utilizado para reconocer la situación alrededor del vehículo anfitrión (en lo sucesivo, denominado mapa de reconocimiento de situación) según sea necesario. El mapa de reconocimiento de situación es, por ejemplo, un mapa de rejillas de ocupación.

La situación a reconocer del vehículo anfitrión incluye, por ejemplo, la posición, la postura y el movimiento (por ejemplo, la velocidad, la aceleración, la dirección de movimiento y similares) del vehículo anfitrión, la presencia/ausencia y el contenido de la anomalía, y similares. La situación alrededor del vehículo anfitrión a reconocer incluye, por ejemplo, un tipo y una posición de un objeto estacionario circundante, un tipo, una posición y un movimiento (por ejemplo, velocidad, aceleración, dirección de movimiento y similares) de un objeto en movimiento circundante, una configuración de una carretera circundante y un estado de la superficie de la carretera, el clima, la temperatura, la humedad, el brillo circundantes, y similares. El estado a reconocer del conductor incluye, por ejemplo, una condición física, un nivel de vigilia, un nivel de concentración, un nivel de fatiga, el movimiento de una línea de visión, una operación de conducción y similares.

La unidad 153 de reconocimiento de situación suministra datos que indican un resultado del procesamiento de reconocimiento (incluido el mapa de reconocimiento de situación, según sea necesario) a la unidad 132 de estimación de posición propia, a la unidad 154 de predicción de situación y similares. Además, la unidad 153 de reconocimiento de situación almacena el mapa de reconocimiento de situación en la unidad 111 de almacenamiento.

La unidad 154 de predicción de situación realiza el procesamiento de predicción de una situación relacionada con el vehículo anfitrión en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, como la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico, la unidad 153 de reconocimiento de situación y similares. Por ejemplo, la unidad 154 de predicción de situación realiza el procesamiento de predicción de una situación del vehículo anfitrión, una situación alrededor del vehículo anfitrión, una situación del conductor y similares.

La situación a predecir del vehículo anfitrión incluye, por ejemplo, el comportamiento del vehículo anfitrión, la aparición de una anomalía, una distancia transitable y similares. La situación a predecir alrededor del vehículo anfitrión incluye, por ejemplo, el comportamiento de un objeto en movimiento alrededor del vehículo anfitrión, un cambio en el estado de la señal, un cambio en un entorno, tal como el clima, y similares. La situación a predecir del conductor incluye, por ejemplo, el comportamiento, la condición física y similares del conductor.

La unidad 154 de predicción de situación suministra datos que indican un resultado del procesamiento de predicción junto con los datos de la unidad 152 de reconocimiento de normas de tráfico y la unidad 153 de reconocimiento de situación a la unidad 161 de planificación de rutas, la unidad 162 de planificación de acciones y la unidad 163 de planificación de operaciones de la unidad 134 de planificación, y similares.

La unidad 161 de planificación de rutas planifica una ruta a un destino en base a los datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 154 de predicción de situación y similares. Por ejemplo, la unidad 161 de planificación de rutas establece una ruta desde una posición actual hasta un destino designado en base al mapa global. Además, por ejemplo, la unidad 161 de planificación de rutas cambia adecuadamente la ruta en base a una situación, tal como la congestión del tráfico, un accidente, la regulación del tráfico, la construcción y similares, y la condición física del conductor, y similares. La unidad 161 de planificación de rutas suministra datos que indican la ruta planificada a la unidad 162 de planificación de acciones y similares.

La unidad 162 de planificación de acciones planifica una acción del vehículo anfitrión para recorrer de forma segura la ruta planificada por la unidad 161 de planificación de rutas dentro de un tiempo planificado en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 154 de predicción de situación y similares. Por ejemplo, la unidad 162 de planificación de acciones planifica el inicio, la parada, la dirección de circulación (por ejemplo, el movimiento hacia adelante, el movimiento hacia atrás, el giro a la izquierda, el giro a la derecha, el cambio de dirección y similares), un carril de circulación, la velocidad de desplazamiento, el adelantamiento y similares. La unidad 162 de planificación de acciones suministra datos que indican la acción planificada del vehículo anfitrión a la unidad 163 de planificación de operación y similares.

La unidad 163 de planificación de operación planifica la operación del vehículo anfitrión para realizar la acción planificada por la unidad 162 de planificación de acciones en base a datos o señales de cada unidad del sistema 100 de control del vehículo, tal como la unidad 151 de análisis de mapas, la unidad 154 de predicción de situación y similares. Por ejemplo, la unidad 163 de planificación de operaciones planifica la aceleración, la desaceleración, una trayectoria de viaje y similares. La unidad 163 de planificación de operación suministra datos que indican la operación



planificada del vehículo anfitrión a una unidad 172 de control de aceleración/desaceleración, una unidad 173 de control de dirección y similares, de la unidad 135 de control de operación.

La unidad 135 de control de operación controla la operación del vehículo anfitrión. La unidad 135 de control de operación incluye la unidad 171 de evitación de emergencias, la unidad 172 de control de aceleración/desaceleración y la unidad 173 de control de dirección.

La unidad 171 de evitación de emergencias realiza el procesamiento de detección de una emergencia, tal como una colisión, un contacto, la entrada en una zona de peligro, una anomalía del conductor, una anomalía del vehículo y similares, en base a los resultados de detección de la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo, la unidad 142 de detección de información interior del vehículo y la unidad 143 de detección del estado del vehículo. En caso de detectar la aparición de una emergencia, la unidad 171 de evitación de emergencias planifica la operación del vehículo anfitrión para evitar la emergencia, tal como una parada repentina, un giro repentino y similares. La unidad 171 de evitación de emergencias suministra datos que indican la operación planificada del vehículo anfitrión a la unidad 172 de control de aceleración/desaceleración, a la unidad 173 de control de dirección y similares.

La unidad 172 de control de aceleración/desaceleración realiza el control de aceleración/desaceleración para realizar la operación del vehículo anfitrión planificada por la unidad 163 de planificación de operaciones o la unidad 171 de evitación de emergencias. Por ejemplo, la unidad 172 de control de aceleración/desaceleración calcula un valor objetivo de control del dispositivo de generación de fuerza motriz o el dispositivo de frenado para realizar la aceleración, desaceleración o parada repentina planificadas, y suministra una orden de control que indica el valor objetivo de control calculado a la unidad 107 de control del sistema de propulsión.

La unidad 173 de control de dirección realiza el control de dirección para realizar la operación del vehículo anfitrión planificada por la unidad 163 de planificación de operaciones o la unidad 171 de evitación de emergencias. Por ejemplo, la unidad 173 de control de dirección calcula un valor objetivo de control del mecanismo de dirección para realizar la trayectoria de desplazamiento o el giro repentino planificado por la unidad 163 de planificación de operaciones o la unidad 171 de evitación de emergencias, y suministra una orden de control que indica el valor objetivo de control calculado a la unidad 107 de control del sistema de propulsión.

<Ejemplo de configuración de modelo 201 de reconocimiento de objetos>

La Figura 2 ilustra un ejemplo de configuración de un modelo 201 de reconocimiento de objetos. El modelo 201 de reconocimiento de objetos se utiliza, por ejemplo, en la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo del sistema 100 de control del vehículo en la Figura 1.

Por ejemplo, una imagen capturada que sean datos de imagen obtenidos al obtener imágenes de la parte delantera del vehículo 10 (por ejemplo, una imagen capturada 202) se introduce en el modelo 201 de reconocimiento de objetos como datos de entrada. A continuación, el modelo 201 de reconocimiento de objetos realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 en base a la imagen capturada, y emite una imagen de salida que son datos de imagen que indican un resultado de reconocimiento (por ejemplo, una imagen 203 de salida) como datos de salida.

El modelo 201 de reconocimiento de objetos es un modelo que utiliza una red neuronal convolucional (CNN, por sus siglas en inglés) e incluye una capa 211 de extracción de características y una capa 212 de predicción.

La capa 211 de extracción de características incluye una pluralidad de jerarquías, y cada jerarquía incluye una capa convolucional, una capa de agrupación y similares. Cada jerarquía de la capa 211 de extracción de características genera uno o más mapas de características que indican las características de la imagen capturada mediante un cálculo predeterminado, y suministra los mapas de características a la siguiente jerarquía. Además, algunas jerarquías de la capa 211 de extracción de características suministran los mapas de características a la capa 212 de predicción.

Obsérvese que el tamaño (el número de píxeles) del mapa de características generado en cada jerarquía de la capa 211 de extracción de características es diferente y disminuye gradualmente a medida que avanza la jerarquía.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de mapas 231-1 a 231-n de características generados y emitidos desde una jerarquía 221 que es una capa intermedia rodeada por un cuadrado punteado de la capa 211 de extracción de características en la Figura 2.

En la jerarquía 221, se generan n mapas 231-1 a 231-n de características para una imagen capturada. Los mapas 231-1 a 231-n de características son, por ejemplo, datos de imagen en los que 38 píxeles en una dirección vertical x 38 píxeles en una dirección horizontal, están dispuestos de manera bidimensional. Además, los mapas 231-1 a 231-n de características son mapas de características con el tamaño más grande entre los mapas de características utilizados para el procesamiento de reconocimiento en la capa 212 de predicción.

Obsérvese que, en lo sucesivo, se asume que los números de serie que comienzan en 1 se asignan a los mapas de características generados a partir de cada imagen capturada para cada jerarquía. Por ejemplo, se asume que los números de serie 1 a  $n$  se asignan, respectivamente, a los mapas 231-1 a 231- $n$  de características generados a partir de una imagen capturada en la jerarquía 221. De manera similar, se asume que los números 1 a  $N$  de serie se asignan a los mapas de características generados a partir de una imagen capturada en otra jerarquía. Obsérvese que  $N$  representa la cantidad de mapas de características generados a partir de una imagen capturada en la jerarquía.

La capa 212 de predicción realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 en base a los mapas de características suministrados desde la capa 211 de extracción de características. La capa 212 de predicción emite una imagen de salida que indica un resultado de reconocimiento del vehículo.

<Ejemplo de configuración de un aparato 301 de procesamiento de la información>

La Figura 4 ilustra un ejemplo de configuración de un aparato 301 de procesamiento de información utilizado para aprender un modelo utilizando una red neuronal (en lo sucesivo, denominada modelo de aprendizaje) tal como el modelo 201 de reconocimiento de objetos y similares en la Figura 2.

El aparato 301 de procesamiento de información incluye una unidad 311 de entrada, una unidad 312 de aprendizaje, una unidad 313 de análisis de situación de aprendizaje, una unidad 314 de control de salida y una unidad 315 de salida.

La unidad 311 de entrada incluye un dispositivo de entrada utilizado para introducir diversos datos, instrucciones y similares, genera una señal de entrada en base a los datos de entrada, instrucciones y similares, y suministra la señal de entrada a la unidad 312 de aprendizaje. Por ejemplo, la unidad 311 de entrada se utiliza para ingresar datos de entrenamiento para el aprendizaje del modelo de aprendizaje.

La unidad 312 de aprendizaje realiza el procesamiento de aprendizaje del modelo de aprendizaje. Obsérvese que un método de aprendizaje de la unidad 312 de aprendizaje no se limita a un método específico. Además, la unidad 312 de aprendizaje suministra un mapa de características generado en el modelo de aprendizaje a la unidad 313 de análisis de situaciones de aprendizaje.

La unidad 313 de análisis de situaciones de aprendizaje realiza un análisis y similares de una situación de aprendizaje del modelo de aprendizaje por parte de la unidad 312 de aprendizaje en base al mapa de características suministrado desde la unidad 312 de aprendizaje. La unidad 313 de análisis de situaciones de aprendizaje incluye una unidad 321 de generación de datos de características, una unidad 322 de generación de datos de análisis, una unidad 323 de análisis y una unidad 324 de parametrización.

La unidad 321 de generación de datos de características genera datos de características que representan numéricamente una característica del mapa de características, y suministra los datos de características a la unidad 322 de generación de datos de análisis.

La unidad 322 de generación de datos de análisis genera datos de análisis en los que los datos de características de la pluralidad de mapas de características están dispuestos (en matriz), y suministra los datos de análisis a la unidad 323 de análisis y a la unidad 314 de control de salida.

La unidad 323 de análisis realiza el procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje del modelo de aprendizaje en base a los datos de análisis, y suministra datos que indican un resultado del análisis a la unidad 324 de parametrización.

La unidad 324 de parametrización establece varios parámetros para el aprendizaje del modelo de aprendizaje en base al resultado del análisis de la situación de aprendizaje del modelo de aprendizaje. La unidad 324 de parametrización suministra datos que indican los parámetros establecidos a la unidad 312 de aprendizaje.

La unidad 314 de control de salida controla la salida de diversa información por la unidad 315 de salida. Por ejemplo, la unidad 314 de control de salida controla la visualización de los datos de análisis por parte de la unidad 315 de salida.

La unidad 315 de salida incluye un dispositivo de salida capaz de emitir diversa información, tal como información visual, información auditiva y similares. Por ejemplo, la unidad 315 de salida incluye una pantalla, un altavoz y similares.

<Procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje>

A continuación, se describirá el procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje, ejecutado por el aparato 301 de procesamiento de información con referencia a un diagrama de flujo de la Figura 5.

Este procesamiento se inicia, por ejemplo, cuando la unidad 312 de aprendizaje inicia el procesamiento de aprendizaje del modelo de aprendizaje.

Obsérvese que, en lo sucesivo, se describirá como un ejemplo un caso en el que se realiza el procesamiento de aprendizaje del modelo 201 de reconocimiento de objetos en la Figura 2, y se analiza su situación de aprendizaje. Además, en lo sucesivo, se describirá como ejemplo un caso en el que se generan 512 mapas de características a partir de una imagen capturada en la jerarquía 221 del modelo 201 de reconocimiento de objetos.

En la etapa S1, la unidad 321 de generación de datos de características genera datos de características. Por ejemplo, la unidad 321 de generación de datos de características calcula la varianza que indica un grado de dispersión de los valores de píxeles de los mapas de características mediante la siguiente fórmula (1).

[Fórmula matemática 1]

$$Var = \frac{1}{I \times J} \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J (A_{i,j} - media)^2 \quad \dots (1)$$

$$Media = \frac{1}{I \times J} \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J A_{i,j} \quad \dots (2)$$

En la fórmula (1), *var* representa la varianza de los valores de píxeles de los mapas de características. *I* representa un valor obtenido al restar 1 del número de píxeles en la dirección (dirección vertical) de una columna del mapa de características, y *J* representa un valor obtenido al restar 1 del número de píxeles en una dirección (dirección horizontal) de fila del mapa de características. *A<sub>ij</sub>* representa un valor de píxel de las coordenadas (i, j) del mapa de características. *media* representa un promedio de los valores de píxel de los mapas de características, y se calcula mediante una fórmula (2).

Obsérvese que *A* de la Figura 6, ilustra un ejemplo de mapas de características con una gran varianza de valores de píxeles, y *B* de la Figura 6, ilustra un ejemplo de mapas de características con una pequeña varianza de valores de píxeles. Un mapa de características con una mayor varianza de valores de píxeles tiene una mayor posibilidad de capturar una característica de una imagen capturada, y un mapa de características con una varianza menor de valores de píxeles tiene una menor posibilidad de capturar una característica de una imagen capturada.

Por ejemplo, cada vez que se introducen datos de entrenamiento, la unidad 312 de aprendizaje realiza el procesamiento de aprendizaje del modelo 201 de reconocimiento de objetos, y suministra una pluralidad de mapas de características generados a partir de una imagen capturada incluida en los datos de entrenamiento en la jerarquía 221 del modelo 201 de reconocimiento de objetos a la unidad 321 de generación de datos de características. La unidad 321 de generación de datos de características calcula la varianza de los valores de píxel de cada mapa de características, y suministra datos de características que indican la varianza calculada a la unidad 322 de generación de datos de análisis.

En la etapa S2, la unidad 322 de generación de datos de análisis genera datos de análisis.

La Figura 7 ilustra un ejemplo en el que los mapas de características generados en la jerarquía 221 del modelo 201 de reconocimiento de objetos están dispuestos en una línea. Los mapas de características contienen información útil, pero no son muy adecuados para analizar la situación de aprendizaje del modelo 201 de reconocimiento de objetos. Por ejemplo, en un caso en el que se utilicen 200 imágenes capturadas para el procesamiento del aprendizaje, se generan en la jerarquía 221 un total de 102.400 (= 512 x 200) mapas de características. Por lo tanto, es difícil analizar la situación de aprendizaje del modelo 201 de reconocimiento de objetos utilizando los mapas de características tal como están, ya que la cantidad de información es demasiado grande.

Por otro lado, la unidad 322 de generación de datos de análisis dispone, en un orden predeterminado, los datos de características de la pluralidad de mapas de características generados a partir de la pluralidad de imágenes capturadas en la jerarquía 221, comprimiendo así una cantidad de información y generando una pieza de datos de análisis.

La Figura 8 ilustra un ejemplo en el que los mapas de características generados a partir de 200 imágenes capturadas están dispuestos de manera dimensional en la jerarquía 221 del modelo 201 de reconocimiento de objetos. En el dibujo, una columna en la dirección vertical indica un número de imagen capturada, y una fila en la dirección horizontal indica un número de mapa de características. En cada fila, 512 mapas de características generados a partir de cada imagen capturada están dispuestos en orden numérico de izquierda a derecha. Por ejemplo, en la primera fila, 512

mapas de características generados a partir de la primera imagen capturada están dispuestos en orden numérico de izquierda a derecha.

A continuación, la unidad 322 de generación de datos de análisis dispone 512 fragmentos de datos de características (varianza de cada mapa de características) basándose en 512 mapas de características generados a partir de cada imagen capturada en orden numérico de los mapas de características correspondientes para cada imagen capturada, generando así un vector de 512 dimensiones (en lo sucesivo, denominado vector de varianza). Por ejemplo, para una imagen capturada 1 en la Figura 8, se genera un vector de varianza con 512 elementos de datos de características basados en los mapas 1 a 512 de características generados como elementos a partir de la imagen capturada 1. A continuación, se generan los vectores 1 a 200 de varianza para las imágenes capturadas 1 a 200.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de un vector de varianza y una imagen obtenida de un vector de varianza. La imagen del vector de varianza se obtiene disponiendo en orden en la dirección horizontal los píxeles que indican los colores según los valores de los elementos (datos de características) del vector de varianza. Por ejemplo, el color del píxel se establece para que sea más rojo a medida que disminuya el valor de los datos de la característica (varianza del mapa de características), que es el valor del píxel, y para que sea más azul a medida que aumente el valor de los datos de la característica (varianza del mapa de características), que es el valor del píxel. Obsérvese que la imagen del vector de varianza es en realidad una imagen en color, aunque aquí se ilustra con una imagen en escala de grises.

A continuación, la unidad 322 de generación de datos de análisis genera datos de análisis que incluyen datos de imagen en los que los elementos (datos de características) del vector de varianza de cada imagen capturada son píxeles.

La Figura 10 ilustra un ejemplo en el que se obtienen imágenes de los datos de análisis generados en base a los mapas de características de la Figura 8. Obsérvese que, por ejemplo, de manera similar a la imagen del vector de varianza en la Figura 9, el color de un píxel de los datos de análisis se establece para que sea más rojo a medida que disminuya el valor de los datos de características, que es un valor de píxel, y para que sea más azul a medida que aumente el valor de los datos de características, que es el valor de píxel. Obsérvese que la imagen de los datos de análisis es en realidad una imagen en color, aunque aquí se ilustra con una imagen en escala de grises. Además, una dirección en el eje x (dirección horizontal) de los datos de análisis indica un número de mapa de características, y una dirección en el eje y (dirección vertical) de los mismos indica un número de imagen capturada.

En los datos de análisis de la Figura 10, los datos de características de cada mapa de características están dispuestos en el mismo orden de disposición que los mapas de características de la Figura 8. En otras palabras, en la dirección del eje x (dirección horizontal) de los datos de análisis, 512 piezas de datos de características basados en 512 mapas de características generados a partir de las mismas imágenes capturadas, se disponen en orden numérico de los mapas de características. Además, en la dirección del eje y de los datos de análisis, los datos de características basados en los mapas de características correspondientes entre sí (del mismo número) de las diferentes imágenes capturadas, se disponen en orden numérico de las imágenes capturadas. Un círculo blanco en el dibujo indica la posición de un píxel correspondiente al mapa 200 de características número 200 de la imagen capturada 100 número 100.

La unidad 322 de generación de datos de análisis suministra los datos de análisis generados a la unidad 323 de análisis y a la unidad 314 de control de salida.

La unidad 315 de salida muestra los datos de análisis, por ejemplo, bajo el control de la unidad 314 de control de salida.

En la etapa S3, la unidad 323 de análisis analiza una situación de aprendizaje utilizando los datos de análisis.

La Figura 11 ilustra un ejemplo de un estado de cambio en los datos de análisis con el progreso del aprendizaje. Los datos de análisis de A a E de la Figura 11 están dispuestos en orden de progreso de aprendizaje. Los datos de análisis en A de la Figura 11 son los más antiguos, y los datos de análisis en E de la Figura 11 son los más recientes.

En los datos de análisis en A de la Figura 11 al principio del aprendizaje, hay muchas líneas horizontales (líneas en la dirección del eje x) y líneas verticales (líneas en la dirección del eje y). Por otro lado, a medida que avanza el aprendizaje, el número de líneas horizontales y verticales disminuye. En los datos de análisis de E de la Figura 11, la línea horizontal no existe, y el número de líneas verticales también es de aproximadamente diez.

En este caso, la línea horizontal es, por ejemplo, una fila en la dirección del eje x, en la que los píxeles con valores de píxel (valores de datos de características) iguales o mayores que un valor umbral predeterminado, existen iguales o mayores que un valor umbral predeterminado. La línea vertical es, por ejemplo, una columna en la dirección del eje y, en la que los píxeles con valores de píxel (valores de datos de características) iguales o mayores que un valor umbral predeterminado existen iguales o mayores que un valor umbral predeterminado. Además, el número de líneas horizontales y verticales se cuenta para cada fila en la dirección del eje x, y cada columna en la dirección del eje y de

los datos de análisis. En otras palabras, incluso si una pluralidad de líneas horizontales o una pluralidad de líneas verticales son adyacentes entre sí y parecen una línea, las líneas se cuentan como líneas diferentes.

Entonces, como se ilustra en este ejemplo, un estado en el que no haya una línea horizontal de los datos de análisis y las líneas verticales de los mismos converjan dentro de un rango predeterminado, es un estado ideal, y es un estado en el que el aprendizaje del modelo de aprendizaje se realiza de manera apropiada.

Específicamente, en un caso en el que haya un mapa de características en el que la varianza de los valores de los píxeles aumente independientemente del contenido de una imagen capturada (en lo sucesivo, denominado mapa de características de alta varianza), aparece una línea vertical en una columna correspondiente al mapa de características de alta varianza de los datos de análisis. El mapa de características de alta varianza es un mapa de características que extrae una característica de una imagen capturada, independientemente del contenido de la imagen capturada, y es muy probable que contribuya al reconocimiento de un objeto del modelo de aprendizaje.

Por otro lado, en un caso en el que haya un mapa de características en el que la varianza de los valores de los píxeles disminuya independientemente del contenido de una imagen capturada (en lo sucesivo, denominado mapa de características de baja varianza), no aparece ninguna línea vertical en una columna correspondiente al mapa de características de baja varianza de los datos de análisis. El mapa de características de baja varianza es un mapa de características que no extrae una característica de una imagen capturada, independientemente del contenido de la imagen capturada, y es menos probable que contribuya al reconocimiento de un objeto del modelo de aprendizaje.

Por lo tanto, a medida que aumente el número de mapas de características de alta varianza, aumenta el número de líneas verticales de los datos de análisis y, a medida que disminuya el número de mapas de características de alta varianza, disminuye el número de líneas verticales de los datos de análisis.

Obsérvese que el mapa de características de alta varianza no contribuye necesariamente al reconocimiento de un objeto a reconocer por el modelo de aprendizaje (por ejemplo, un vehículo) y, en el caso de que el aprendizaje no sea suficiente, también hay un caso en el que contribuye al reconocimiento de un objeto que no sea el objeto a reconocer. Sin embargo, si el modelo de aprendizaje se ha aprendido adecuadamente, el mapa de características de alta varianza es un mapa de características que contribuye al reconocimiento de un objeto a reconocer por el modelo de aprendizaje.

Aquí, en general, en el procesamiento de aprendizaje de un modelo de aprendizaje que utiliza una red neuronal, el procesamiento de regularización se realiza para suprimir el sobreaprendizaje, reducir el peso de la red neuronal y similares. Mediante este procesamiento de regularización, el tipo de cantidad característica extraída de una imagen capturada se reduce en cierta medida. En otras palabras, el número de mapas de características de los que se pueden extraer las características de la imagen capturada, es decir, el número de mapas de características de alta varianza, se reduce en cierta medida.

Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 12, hay muchos mapas de características de alta varianza al principio del aprendizaje, aunque el número de mapas de características de alta varianza se reduce al final del aprendizaje.

Por lo tanto, por ejemplo, como indican las flechas en la Figura 13, un estado en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis converja dentro de un rango predeterminado, es un estado ideal en el que normalmente se realiza la regularización.

Por otro lado, como se ilustra en la Figura 14, un estado en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis disminuya demasiado o se convierta en cero a medida que avance el aprendizaje, es un estado en el que la regularización es demasiado fuerte y la característica de la imagen capturada no se puede extraer suficientemente. Además, como se ilustra en la Figura 15, un estado en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis no disminuya, incluso cuando el aprendizaje progrese, es un estado en el que la regularización es demasiado débil, y los tipos de características a extraer de la imagen capturada no se reducen por completo.

Por lo tanto, en un caso en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis converja dentro de un rango predeterminado, la unidad 323 de análisis determina que la regularización del procesamiento de aprendizaje se realiza normalmente. Por otro lado, en un caso en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis converja a un valor que supere el rango predeterminado o en un caso en el que el número de líneas verticales no converja, la unidad 323 de análisis determina que la regularización es demasiado débil. Además, en un caso en el que el número de líneas verticales de los datos de análisis converja a un valor inferior al rango predeterminado, la unidad 323 de análisis determina que la regularización es demasiado fuerte.

Obsérvese que, incluso en un caso en el que no se realice el procesamiento de regularización, el número de líneas verticales de los datos de análisis disminuye y converge a medida que avanza el aprendizaje. En este caso, el número de líneas verticales de los datos de análisis converge en un gran valor en comparación con un caso en el que no se realiza el procesamiento de regularización. Sin embargo, de manera similar a un caso en el que se realiza el procesamiento de regularización, es posible determinar si el procesamiento de aprendizaje se realiza normalmente o no en base al número de líneas verticales.

Además, en un caso en el que haya una imagen capturada en la que aumente la varianza de los valores de píxel de la mayoría de los mapas de características (en lo sucesivo, denominada imagen capturada de alta varianza), aparece una línea horizontal en una fila correspondiente a la imagen capturada de alta varianza de los datos de análisis. Por otro lado, en un caso en el que haya una imagen capturada en la que disminuya la varianza de los valores de píxel de la mayoría de los mapas de características (en lo sucesivo, denominada imagen capturada de baja varianza), no aparece una línea horizontal en una fila correspondiente a la imagen capturada de baja varianza de los datos de análisis.

Por lo tanto, en un caso en el que la imagen capturada de alta varianza y la imagen capturada de baja varianza se mezclen, aparece una línea horizontal en los datos de análisis. Esto indica un estado en el que el uso compartido de roles de cada mapa de características no se realiza de manera suficiente, es decir, las características extraídas por cada mapa de características no están claramente separadas, y las características extraídas por cada mapa de características varían según el contenido de las imágenes capturadas.

Por lo tanto, cuanto menor sea el número de líneas horizontales de los datos de análisis, mejor, y un estado en el que el número de líneas horizontales sea cero, es el estado más ideal.

Por lo tanto, en un caso en el que el número de líneas horizontales de los datos de análisis converja a un valor inferior a un valor umbral predeterminado, la unidad 323 de análisis determina que el procesamiento de aprendizaje se realiza normalmente. Por otro lado, en un caso en el que el número de líneas horizontales de los datos de análisis converja a un valor igual o mayor que el valor umbral predeterminado, o en un caso en el que el número de líneas horizontales no converja, la unidad 323 de análisis determina que el proceso de aprendizaje no se realiza normalmente.

A continuación, la unidad 323 de análisis suministra datos que indican un resultado de análisis de la situación de aprendizaje a la unidad 324 de parametrización.

En la etapa S4, la unidad 324 de parametrización ajusta un parámetro del procesamiento de aprendizaje en base al resultado del análisis. Por ejemplo, en un caso en el que la unidad 323 de análisis determine que la regularización es demasiado fuerte, la unidad de parametrización 324 hace que el valor de un parámetro de regularización utilizado para el procesamiento de regularización sea menor que un valor actual. Por otro lado, en un caso en el que la unidad de análisis 323 determine que la regularización es demasiado débil, la unidad de parametrización 324 hace que el valor del parámetro de regularización sea mayor que el valor actual. Obsérvese que cuanto mayor sea el valor del parámetro de regularización, más fuerte será la regularización, y cuanto menor sea el valor del parámetro de regularización, más débil será la regularización. La unidad 324 de parametrización suministra datos que indican el parámetro de regularización después del ajuste a la unidad 312 de aprendizaje.

La unidad 312 de aprendizaje establece el valor del parámetro de regularización en el valor establecido por la unidad 324 de parametrización. Por lo tanto, la regularización se realiza de manera más normal en el procesamiento de aprendizaje del modelo de aprendizaje.

Obsérvese que, por ejemplo, un usuario puede ajustar un parámetro de aprendizaje, tal como el parámetro de regularización y similares, con referencia a los datos de análisis que se muestran en la unidad 315 de salida.

En la etapa S5, la unidad 313 de análisis de la situación de aprendizaje determina si el procesamiento de aprendizaje realizado por la unidad 312 de aprendizaje ha finalizado o no. En un caso en el que se determine que el procesamiento de aprendizaje aún no ha finalizado, el procesamiento vuelve a la etapa S1. Posteriormente, el procesamiento de las etapas S1 a S5 se ejecuta repetidamente hasta que se determine en la etapa S5 que el procesamiento de aprendizaje ha finalizado.

Por otro lado, en un caso en el que se determine en la etapa S5 que el procesamiento de aprendizaje ha finalizado, el procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje finaliza.

Como se describió anteriormente, puede analizarse la situación de aprendizaje del modelo de aprendizaje por parte de la unidad 312 de aprendizaje. Además, es posible establecer adecuadamente el parámetro del procesamiento de aprendizaje en base al resultado del análisis, para mejorar la precisión del aprendizaje o acortar el tiempo de aprendizaje.

Además, al reconocer visualmente los datos de análisis, el usuario puede reconocer fácilmente la situación de aprendizaje del modelo de aprendizaje.

<<2. Ejemplo de caso de análisis de una situación de aprendizaje>>

A continuación, se describirá un ejemplo de caso en el que se analiza una situación de aprendizaje de un modelo de aprendizaje utilizando el aparato 301 de procesamiento de información de la Figura 4, con referencia a las Figuras 16 a 22.

Obsérvese que, en la descripción anterior, se ha descrito un ejemplo de análisis de la situación de aprendizaje del modelo 201 de reconocimiento de objetos que realiza el procesamiento de reconocimiento del vehículo en base a la imagen capturada. Sin embargo, el tipo de datos de imagen utilizados por el modelo de aprendizaje a analizar por el aparato 301 de procesamiento de información y el tipo de objeto a reconocer, no están particularmente limitados. A continuación, se describirá un ejemplo de caso en el que se analiza una situación de aprendizaje de un modelo de reconocimiento de objetos que realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 en base a una imagen capturada obtenida al obtener imágenes de la parte delantera del vehículo 10, y una imagen de onda milimétrica emitida por un radar de ondas milimétricas que monitoriza la parte delantera del vehículo 10.

<Ejemplo de configuración de un modelo 401 de reconocimiento de objetos>

La Figura 16 ilustra un ejemplo de configuración de un modelo 401 de reconocimiento de objetos que es un modelo de aprendizaje a analizar para una situación de aprendizaje. El modelo 401 de reconocimiento de objetos se utiliza, por ejemplo, en la unidad 141 de detección de información exterior del vehículo del sistema 100 de control del vehículo en la Figura 1.

Por ejemplo, una imagen capturada, es decir, datos de imagen obtenidos al obtener imágenes de la parte delantera del vehículo 10 (por ejemplo, una imagen capturada 402) y una imagen de onda milimétrica emitida por el radar de ondas milimétricas que monitoriza la parte delantera del vehículo 10 (por ejemplo, una imagen 403 de onda milimétrica), se introducen en el modelo 401 de reconocimiento de objetos como datos de entrada. Obsérvese que la imagen de onda milimétrica es, por ejemplo, datos de imagen que representan una distribución de intensidad de una señal recibida del radar de ondas milimétricas reflejada por el objeto situado delante del vehículo 10 a vista de pájaro. A continuación, el modelo 401 de reconocimiento de objetos realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 en base a la imagen capturada y la imagen de onda milimétrica, y emite una imagen de salida que son datos de imagen que indican un resultado de reconocimiento (por ejemplo, una imagen 404 de salida) como datos de salida.

El modelo 401 de reconocimiento de objetos es un modelo de aprendizaje que utiliza un detector deconvolucional de un solo disparo (DSSD, por sus siglas en inglés). El modelo 401 de reconocimiento de objetos incluye una capa 411 de extracción de características, una capa 412 de extracción de características, una unidad 413 de combinación y una capa 414 de predicción.

La capa 411 de extracción de características tiene una configuración similar a la de la capa 211 de extracción de características del modelo 201 de reconocimiento de objetos en la Figura 2. Cada jerarquía de la capa 411 de extracción de características genera, mediante un cálculo predeterminado, un mapa de características que indica una característica de la imagen capturada, y suministra el mapa de características a la siguiente jerarquía. Además, algunas jerarquías de la capa 411 de extracción de características suministran los mapas de características a la unidad 413 de combinación.

La capa 412 de extracción de características tiene una estructura jerárquica, y cada jerarquía incluye una capa convolucional, una capa de agrupación y similares. Cada jerarquía de la capa 412 de extracción de características genera, mediante un cálculo predeterminado, un mapa de características que indica una característica de la imagen de onda milimétrica, y suministra el mapa de características a la siguiente jerarquía. Además, algunas jerarquías de la capa 412 de extracción de características suministran los mapas de características a la unidad 413 de combinación. Además, la capa 412 de extracción de características convierte la imagen de onda milimétrica en una imagen en el mismo sistema de coordenadas de cámara que la imagen capturada.

La unidad 413 de combinación combina los mapas de características emitidos desde las jerarquías correspondientes de la capa 411 de extracción de características y la capa 412 de extracción de características, y suministra los mapas de características combinados a la capa 414 de predicción.

La capa 414 de predicción realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 en base a los mapas de características suministrados desde la unidad 413 de combinación. La capa 414 de predicción emite una imagen de salida que indica un resultado de reconocimiento del vehículo.

Obsérvese que el modelo 401 de reconocimiento de objetos está dividido en una red 421 de cámaras, una red 422 de radar de ondas milimétricas y una red 423 de combinación.

La red 421 de cámaras incluye una primera mitad de la capa de extracción 411 de características que genera un mapa de características que no se va a combinar a partir de la imagen capturada.

La red 422 de radar de ondas milimétricas incluye una primera mitad de la capa 412 de extracción de características que genera un mapa de características que no debe combinarse a partir de la imagen de ondas milimétricas.

La red 423 de combinación incluye una segunda mitad de la capa 411 de extracción de características que genera un mapa de características a combinar, una segunda mitad de la capa 412 de extracción de características que genera un mapa de características a combinar, la unidad 413 de combinación y la capa 414 de predicción.

5 En este caso, se ha realizado el procesamiento de aprendizaje del modelo 401 de reconocimiento de objetos, y el procesamiento de reconocimiento de un vehículo delante del vehículo 10 se ha realizado utilizando el modelo 401 de reconocimiento de objetos después del aprendizaje. Como resultado, el reconocimiento del vehículo ha fallado sin poder reconocer nada.

10 Por lo tanto, se ha analizado una situación de aprendizaje del modelo 401 de reconocimiento de objetos mediante el procesamiento de análisis de situaciones de aprendizaje descrito anteriormente con referencia a la Figura 5. Específicamente, se ha realizado el procesamiento de análisis de un mapa de características generado en y emitido desde una jerarquía 431, que es una capa intermedia de la capa 411 de extracción de características rodeada por una línea de marco gruesa en la Figura 16, y un mapa de características generado en y emitido desde una jerarquía 432, que es una capa intermedia de la capa 412 de extracción de características. Obsérvese que el mapa de características generado en la jerarquía 431 es un mapa de características con el tamaño más grande entre los mapas de características de la capa 411 de extracción de características utilizada para el procesamiento de reconocimiento de la capa 414 de predicción. El mapa de características generado en la jerarquía 432 es un mapa de características con el tamaño más grande entre los mapas de características de la capa 412 de extracción de características utilizada para el procesamiento de reconocimiento de la capa 414 de predicción.

25 A continuación, en los datos de análisis basados en el mapa de características generado en la jerarquía 431 de la capa 411 de extracción de características, a medida que avanza el procesamiento de aprendizaje, desaparece una línea horizontal y el número de líneas verticales converge dentro de un rango predeterminado, como se ilustra en la Figura 11 descrita anteriormente.

Por otro lado, en los datos de análisis basados en el mapa de características generado en la jerarquía 432 de la capa 412 de extracción de características, como se ilustra de A de convolucional E de la Figura 17, incluso si el procesamiento de aprendizaje continúa, las líneas horizontales no desaparecen y permanecen. En otras palabras, se ha descubierto que el aprendizaje no se realiza de manera apropiada en la capa 412 de extracción de características, y que una característica de la imagen de onda milimétrica no se extrae de manera adecuada. Obsérvese que los datos de análisis de A a E de la Figura 17 están dispuestos en orden de progreso de aprendizaje, de manera similar a A a E de la Figura 11. La Figura 18 es una vista ampliada de los datos de análisis en E de la Figura 17.

35 Por lo tanto, para investigar la causa de la aparición de las líneas horizontales en los datos de análisis, se han examinado las imágenes capturadas y las imágenes de ondas milimétricas correspondientes a las filas en las que aparecen las líneas horizontales.

40 Cada una de las Figuras 19 a 21 ilustra esquemáticamente una imagen de onda milimétrica y una imagen capturada correspondiente a una fila indicada por una flecha en la Figura 18 en la que aparece la línea horizontal de los datos de análisis. A, de las Figuras 19 a 21, ilustra la imagen de onda milimétrica convertida en una imagen en escala de grises, y B, de las Figuras 19 a 21, ilustra la imagen capturada como un diagrama.

45 Entonces, como se ilustra en los ejemplos de las imágenes capturadas en A de las Figuras 19 a 21, se ha descubierto que el vehículo 10 viaja en un carril central de una autopista en todas las filas en las que aparecen las líneas horizontales de los datos de análisis.

Además, la Figura 22 ilustra un ejemplo de mapas de características de filas en las que aparecen líneas horizontales de datos de análisis. Una imagen 501 de onda milimétrica se obtiene al convertir una imagen de ondas milimétricas de filas en las que aparecen líneas horizontales de datos de análisis en una imagen en escala de grises, y los mapas 502-1 a 502-4 de características son algunos de los mapas de características generados a partir de la imagen 501 de ondas milimétricas.

55 En los mapas 502-1 a 502-4 de características, los valores de los píxeles cambian considerablemente cerca de los extremos izquierdo y derecho en la parte delantera del vehículo 10. Por lo tanto, se puede observar que, en los mapas de características generados a partir de la imagen de onda milimétrica, se extraen fácilmente las características que no corresponden al vehículo que está delante del vehículo 10, sino a las paredes izquierda y derecha, y similares, situadas delante del vehículo.

60 Por lo tanto, se ha descubierto que existe la posibilidad de que la capa 412 de extracción de características sea más adecuada para reconocer las paredes izquierda y derecha, y similares, que el vehículo que está delante del vehículo 10.

65 Como se describió anteriormente, al utilizar los datos de análisis, es posible especificar fácilmente, al reconocer el vehículo, la causa del fallo del modelo 401 de reconocimiento de objetos.



<<3. Ejemplos modificados>>

En lo sucesivo, se describirán ejemplos modificados de las realizaciones descritas anteriormente de la presente tecnología.

Los datos de características utilizados para los datos de análisis no se limitan a la varianza de los valores de píxeles del mapa de características descrito anteriormente, y se pueden utilizar otros valores numéricos que representan las características del mapa de características.

Por ejemplo, se puede utilizar un valor promedio, un valor máximo, un valor mediano y similares, de los valores de píxel del mapa de características para los datos de características.

Además, por ejemplo, se puede utilizar una norma del mapa de características calculada mediante la siguiente fórmula (3) para los datos de características.

[Fórmula matemática 2]

$$Norma = \sqrt[m]{\frac{1}{I \times J} \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J |A_{i,j} - media|^n} \cdots (3)$$

*norma* en la fórmula (3), indica la norma del mapa de características. *n* y *m* representan números arbitrarios. Otros símbolos son similares a los de la fórmula (1) descrita anteriormente.

La norma del mapa de características aumenta a medida que aumenta el grado de dispersión de los valores de píxel de los píxeles con respecto a un valor promedio de los valores de píxel del mapa de características, y disminuye a medida que disminuye el grado de dispersión de los valores de píxel de los píxeles con respecto al valor promedio de los valores de píxel del mapa de características. Por lo tanto, la norma del mapa de características indica el grado de dispersión de los valores de píxel del mapa de características.

Además, por ejemplo, se puede utilizar una distribución de frecuencia de los valores de píxel del mapa de características para los datos de características.

La Figura 23 ilustra un ejemplo de un histograma (distribución de frecuencia) de los valores de píxel del mapa de características. Un eje horizontal indica un grado basado en los valores de píxel del mapa de características. En otras palabras, los valores de píxel del mapa de características se clasifican en una pluralidad de grados. Un eje vertical indica una frecuencia. En otras palabras, se indica el número de píxeles del mapa de características cuyos valores de píxel pertenecen a cada grado.

A continuación, los datos de análisis ilustrados en la Figura 24 se generan en base a una pluralidad de mapas de características generados a partir de una pluralidad de imágenes de entrada (por ejemplo, la imagen capturada, la imagen de onda milimétrica y similares, descritas anteriormente).

Los datos 521 de análisis de la Figura 24 son datos tridimensionales en los que los mapas 522-1 a 522-m de frecuencia bidimensionales generados para cada grado del histograma están dispuestos en una dirección del eje z (una dirección de profundidad).

Específicamente, una dirección en el eje x (una dirección horizontal) del mapa 522-1 de frecuencias indica un número de mapa de características, y una dirección en el eje y del mismo, indica un número de imagen de entrada.

En el mapa 522-1 de frecuencias, las frecuencias de un primer grado del histograma del mapa de características de cada imagen de entrada están dispuestos en la dirección del eje x (dirección horizontal) en orden numérico de los mapas de características correspondientes. Además, las frecuencias correspondientes a los mapas de características del mismo número de imágenes de entrada diferentes están dispuestos en la dirección del eje y (dirección vertical) en orden numérico de las imágenes de entrada correspondientes.

De manera similar, en los mapas 522-2 a 522-m de frecuencias, las frecuencias de un grado i-ésimo ( $i = 2$  a  $m$ ) del histograma del mapa de características de cada imagen capturada, están dispuestos en la dirección del eje x y en la dirección del eje y.

Los mapas 522-1 a 522-m de frecuencia se pueden utilizar para analizar una situación de aprendizaje en base a líneas verticales y líneas horizontales, por ejemplo, de manera similar a los datos de análisis bidimensional descritos anteriormente. Además, por ejemplo, los datos 521 de análisis se pueden utilizar para el análisis de la situación de aprendizaje en base a líneas en la dirección del eje z.

Además, por ejemplo, solo los datos de características que cumplan una condición predeterminada pueden extraerse de entre los datos de características basándose en una pluralidad de mapas de características generados a partir de uno o más datos de imagen, y pueden generarse datos de análisis que incluyan los datos de características extraídos. Por ejemplo, en un caso en el que los datos de características sean la varianza de los valores de píxel de un mapa de características, los datos de características con un valor igual o mayor que un valor umbral predeterminado pueden extraerse de entre los datos de características basándose en una pluralidad de mapas de características generados a partir de un dato de imagen, y pueden generarse datos de análisis que incluyan los datos de características extraídos. En este caso, los datos de análisis incluyen solo datos de características (= varianza de los valores de píxel) de un mapa de características con una varianza de los valores de píxel igual o mayor que el valor umbral predeterminado.

Además, por ejemplo, los datos de análisis pueden generarse en base a una pluralidad de mapas de características generados para uno o más datos de imagen en diferentes jerarquías de una red neuronal. Por ejemplo, los datos de análisis tridimensional pueden generarse laminando, en la dirección del eje z, los datos para cada jerarquía obtenidos mediante la disposición bidimensional de los datos de características del mapa de características generado en cada jerarquía en la dirección del eje x y en la dirección del eje y. En otras palabras, en estos datos de análisis, los datos de características de los mapas de características generados en la misma jerarquía se organizan en la dirección del eje x y en la dirección del eje y, y los datos de características de los mapas de características generados en diferentes jerarquías se disponen en la dirección del eje z.

Además, en la descripción anterior, se ha descrito un ejemplo en el que el procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje se realiza en paralelo con el procesamiento de aprendizaje. Sin embargo, por ejemplo, el procesamiento de análisis de la situación de aprendizaje se puede realizar después del final del procesamiento de aprendizaje. Por ejemplo, los mapas de características generados durante el procesamiento de aprendizaje pueden acumularse, y los datos de análisis pueden generarse en base a los mapas de características acumulados después del procesamiento de aprendizaje para analizar la situación de aprendizaje.

Además, el modelo de aprendizaje a analizar en el procesamiento de aprendizaje no se limita al ejemplo descrito anteriormente, y puede ser un modelo de aprendizaje general que utilice una red neuronal. Por ejemplo, un modelo de reconocimiento que reconozca un objeto que no sea el vehículo, y un modelo de reconocimiento que reconozca una pluralidad de objetos, incluido el vehículo, también son objetivos. Además, un modelo de aprendizaje cuyos datos de entrada no sean datos de imagen, también es un objetivo. Por ejemplo, un modelo de reconocimiento de voz que utilice datos de voz como datos de entrada, un modelo de análisis de frases que utilice datos de frases como datos de entrada y similares, también son objetivos.

<<4. Otros>>

<Ejemplo de configuración de ordenador>

La serie de procesos descritos anteriormente puede realizarse mediante hardware o software. En un caso en el que la serie de procesos se ejecute mediante software, se instala en un ordenador un programa que constituye el software. En este caso, el ordenador incluye un ordenador incorporado en un hardware dedicado, un ordenador personal de uso general capaz de ejecutar diversas funciones mediante la instalación de varios programas, y similares, por ejemplo.

La Figura 25 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de configuración de hardware informático que ejecuta mediante un programa la serie de procesamiento descrita anteriormente.

En un ordenador 1000, una unidad 1001 de procesamiento central (CPU), una memoria 1002 de solo lectura (ROM) y una memoria 1003 de acceso aleatorio (RAM), están conectadas entre sí mediante un bus 1004.

También, una interfaz 1005 de entrada/salida está conectada al bus 1004. Una unidad 1006 de entrada, una unidad 1007 de salida, una unidad 1008 de grabación, una unidad 1009 de comunicación, y una unidad 1010, están conectadas a la interfaz 1005 de entrada/salida.

La unidad 1006 de entrada incluye un conmutador de entrada, un botón, un micrófono, un elemento de imagen y similares. La unidad 1007 de salida incluye una pantalla, un altavoz y similares. La unidad 1008 de grabación incluye un disco duro, una memoria no volátil y similares. La unidad 1009 de comunicación incluye una interfaz de red y similares. La unidad 1010 controla un medio extraíble 1011, tal como un disco magnético, un disco óptico, un disco magnetoóptico o una memoria de semiconductores.

En el ordenador 1000 configurado como se describió anteriormente, la CPU 1001 carga en la RAM 1003 un programa grabado en la unidad 1008 de grabación, a través de la interfaz 1005 de entrada/salida y el bus 1004, y ejecuta el programa, con lo cual se realiza la serie de procesos descrita anteriormente.

El programa ejecutado por el ordenador 1000 (CPU 1001) puede proporcionarse, por ejemplo, grabándolo en el medio extraíble 1011 como un medio empaquetado y similares. Además, el programa puede proporcionarse a través de un medio de transmisión alámbrico o inalámbrico, tal como una red de área local, Internet o una difusión digital por satélite.

5 En el ordenador 1000, el programa puede instalarse en la unidad 1008 de grabación, a través de la interfaz 1005 de entrada/salida, insertando el medio extraíble 1011 en la unidad 1010. Además, el programa puede recibirse por la unidad 1009 de comunicación a través de un medio de transmisión alámbrico o inalámbrico, e instalarse en la unidad 1008 de grabación. Adicionalmente, el programa puede instalarse, por adelantado, en la ROM 1002 o en la unidad 1008 de grabación.

10 Obsérvese que el programa que ejecuta el ordenador puede ser un programa en el que el procesamiento se realice en series de tiempo en el orden descrito en la presente memoria descriptiva, o puede ser un programa en el que el procesamiento se realice en paralelo o en el momento necesario, tal como cuando se realiza una llamada, y similares.

15 Además, en la presente memoria descriptiva, el sistema significa un conjunto de una pluralidad de componentes (dispositivos, módulos [partes], y similares), y no importa si todos los componentes se encuentran o no en el mismo alojamiento. Por lo tanto, una pluralidad de dispositivos alojados en alojamientos separados y conectados a través de una red, y un dispositivo que aloja una pluralidad de módulos en un alojamiento, son ambos sistemas.

20 Además, las realizaciones de la tecnología preestablecida no están limitadas a las realizaciones descritas anteriormente, y pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la presente tecnología tal como se define en las reivindicaciones.

25 Por ejemplo, la presente tecnología puede configurarse para la informática en la nube en la que una función se comparte y procese de manera conjunta por una pluralidad de dispositivos por medio de una red.

Además, cada etapa descrita en los diagramas de flujo descritos anteriormente puede ejecutarse mediante un dispositivo, o compartirse y ejecutarse mediante una pluralidad de dispositivos.

30 Además, en un caso en el que una etapa incluya una pluralidad de procesos, la pluralidad de procesos incluidos en la una etapa pueden ejecutarse mediante un único dispositivo, o compartirse y ejecutarse mediante una pluralidad de dispositivos.

35 Obsérvese que los efectos descritos en la presente memoria descriptiva son meramente ejemplos y no están limitados, y puede haber otros efectos.

40

45

50

55

60

65

Lista de señales de referencia

|    |          |                                                          |
|----|----------|----------------------------------------------------------|
|    | 10       | Vehículo                                                 |
| 5  | 100      | Sistema de control de vehículos                          |
|    | 141      | Unidad de detección de información exterior del vehículo |
|    | 201      | Modelo de reconocimiento de objetos                      |
| 10 | 211      | Capa de extracción de características                    |
|    | 221      | Jerarquía                                                |
| 15 | 301      | Dispositivo de procesamiento de información              |
|    | 312      | Unidad de aprendizaje                                    |
|    | 313      | Unidad de análisis de situaciones de aprendizaje         |
| 20 | 321      | Unidad de generación de datos de características         |
|    | 322      | Unidad de generación de datos de análisis                |
| 25 | 323      | Unidad de análisis                                       |
|    | 324      | Unidad de parametrización                                |
|    | 401      | Modelo de reconocimiento de objetos                      |
| 30 | 411, 412 | Capa de extracción de características                    |
|    | 421      | Red de cámaras                                           |
| 35 | 422      | Red de radares de ondas milimétricas                     |
|    | 423      | Red de combinación                                       |
| 40 | 431, 432 | Jerarquía                                                |
| 45 |          |                                                          |
| 50 |          |                                                          |
| 55 |          |                                                          |
| 60 |          |                                                          |
| 65 |          |                                                          |

# REIVINDICACIONES

1. Un método de procesamiento de información implementado por ordenador para generar datos de análisis basados en redes neuronales, que comprende:  
generar una pluralidad de mapas de características a partir de cada uno de una pluralidad de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal, en donde los datos de entrada son datos de imagen, y el modelo realiza el procesamiento de reconocimiento de un objeto;  
una etapa de generación de datos de características (S1) para generar datos de características que representen numéricamente una característica de cada mapa de características; y  
una etapa de generación de datos de análisis (S2) para generar datos de análisis basados en los datos de características de la pluralidad de mapas de características, en donde en los datos de análisis, los datos de características de la pluralidad de mapas de características generados a partir de la pluralidad de los datos de entrada, están dispuestos en una jerarquía predeterminada del modelo que genera la pluralidad de los mapas de características a partir de uno de los datos de entrada, y en donde los datos de características de la pluralidad de mapas de características generados a partir de los mismos datos de imagen de entrada están dispuestos en una primera dirección de los datos de análisis, y los datos de características de los mapas de características correspondientes entre sí de los diferentes datos de imagen de entrada están dispuestos en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección.
2. El método de procesamiento de información según la reivindicación 1, en donde los datos de características indican un grado de dispersión de los valores de píxel del mapa de características.
3. El método de procesamiento de información según la reivindicación 2, comprende además: una etapa de análisis para analizar una situación de aprendizaje del modelo en base a una línea en la primera dirección y una línea en la segunda dirección de los datos de análisis.
4. El método de procesamiento de información según la reivindicación 1, en donde los datos de características indican una distribución de frecuencia de los valores de píxel del mapa de características, y en los datos de análisis, los datos de características de una pluralidad de los mapas de características generados a partir de una pluralidad de los datos de entrada, están dispuestos de manera tridimensional en la jerarquía del modelo.
5. El método de procesamiento de información según la reivindicación 1, en donde el modelo realiza el procesamiento de reconocimiento de un vehículo.
6. El método de procesamiento de información según la reivindicación 5, en donde los datos de entrada son datos de imagen que representan una distribución de intensidad de una señal recibida de un radar de ondas milimétricas a vista de pájaro; y en donde el modelo convierte los datos de la imagen en una imagen en un sistema de coordenadas de cámara.
7. Un programa que comprende instrucciones que, cuando las ejecuta un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Un aparato (301) de procesamiento de información, que comprende:  
una unidad (321) de generación de mapas de características adaptada para generar una pluralidad de mapas de características a partir de cada uno de una pluralidad de datos de entrada en un modelo que utiliza una red neuronal, en donde los datos de entrada son datos de imagen, y el modelo realiza el procesamiento de reconocimiento de un objeto;  
una unidad (321) de generación de datos de características adaptada para generar datos de características que representan numéricamente una característica de cada mapa de características; y  
una unidad (322) de generación de datos de análisis que genera datos de análisis basándose en los datos de características de la pluralidad de mapas de características, en donde, en los datos de análisis, los datos de características de la pluralidad de mapas de características generados a partir de la pluralidad de los datos de entrada están dispuestos en una jerarquía predeterminada del modelo que genera la pluralidad de los mapas de características a partir de uno de los datos de entrada, y en donde los datos de características de la pluralidad de mapas de características generados a partir de los mismos datos de imagen de entrada están

dispuestos en una primera dirección de los datos de análisis, y los datos de características de los mapas de características correspondientes entre sí de los diferentes datos de imagen de entrada están dispuestos en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

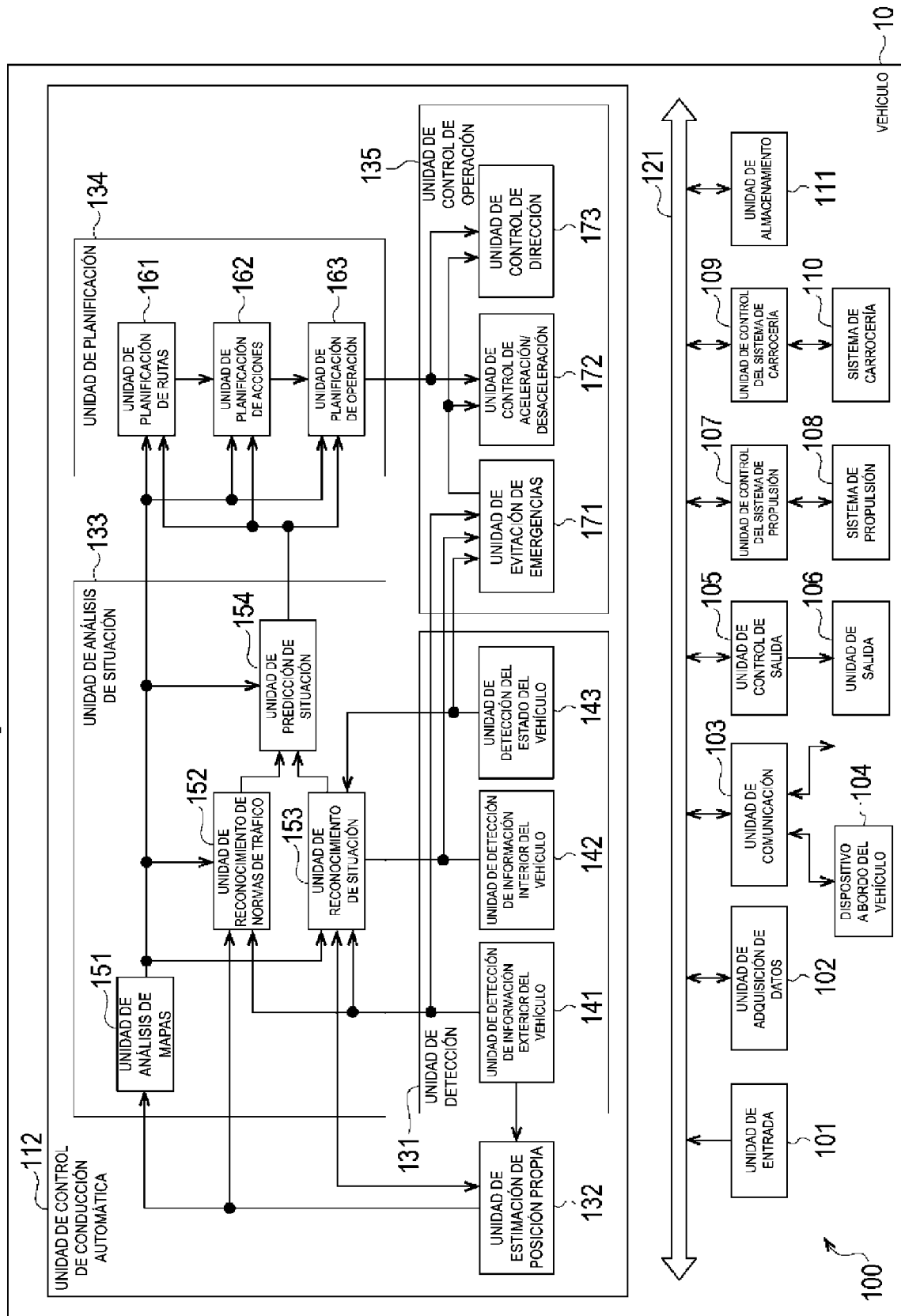
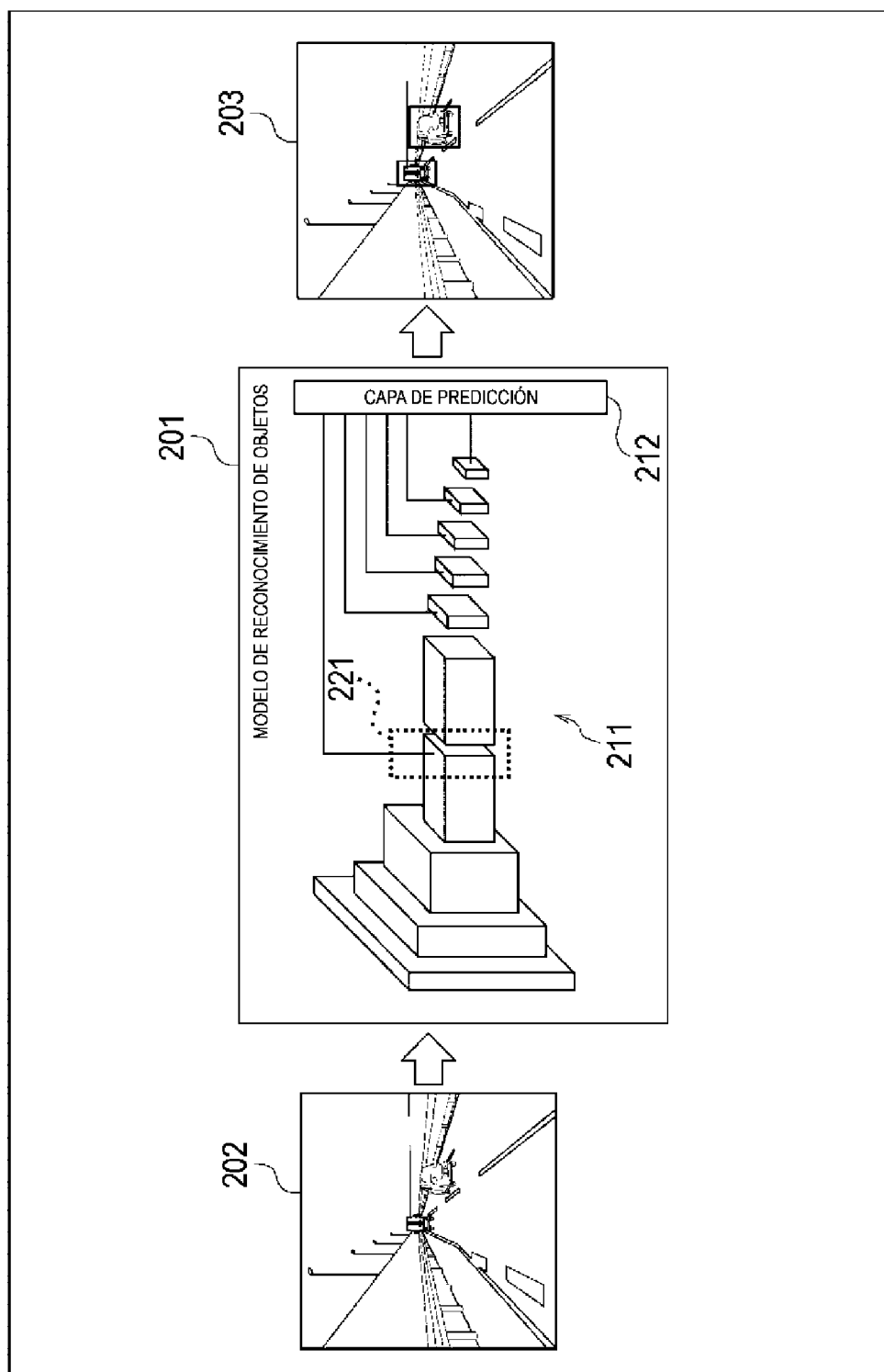


Figura 2





*Figura 3*

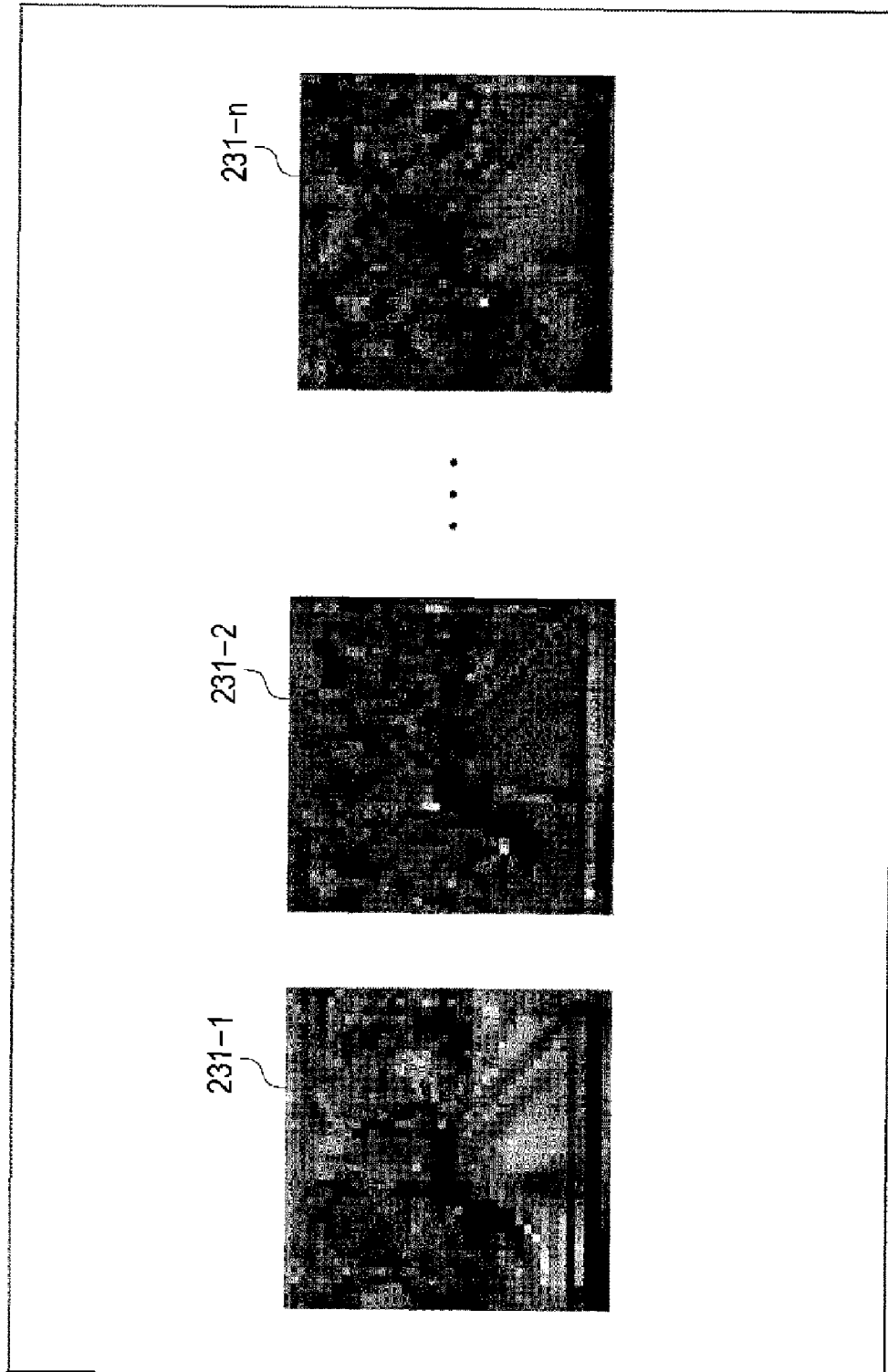
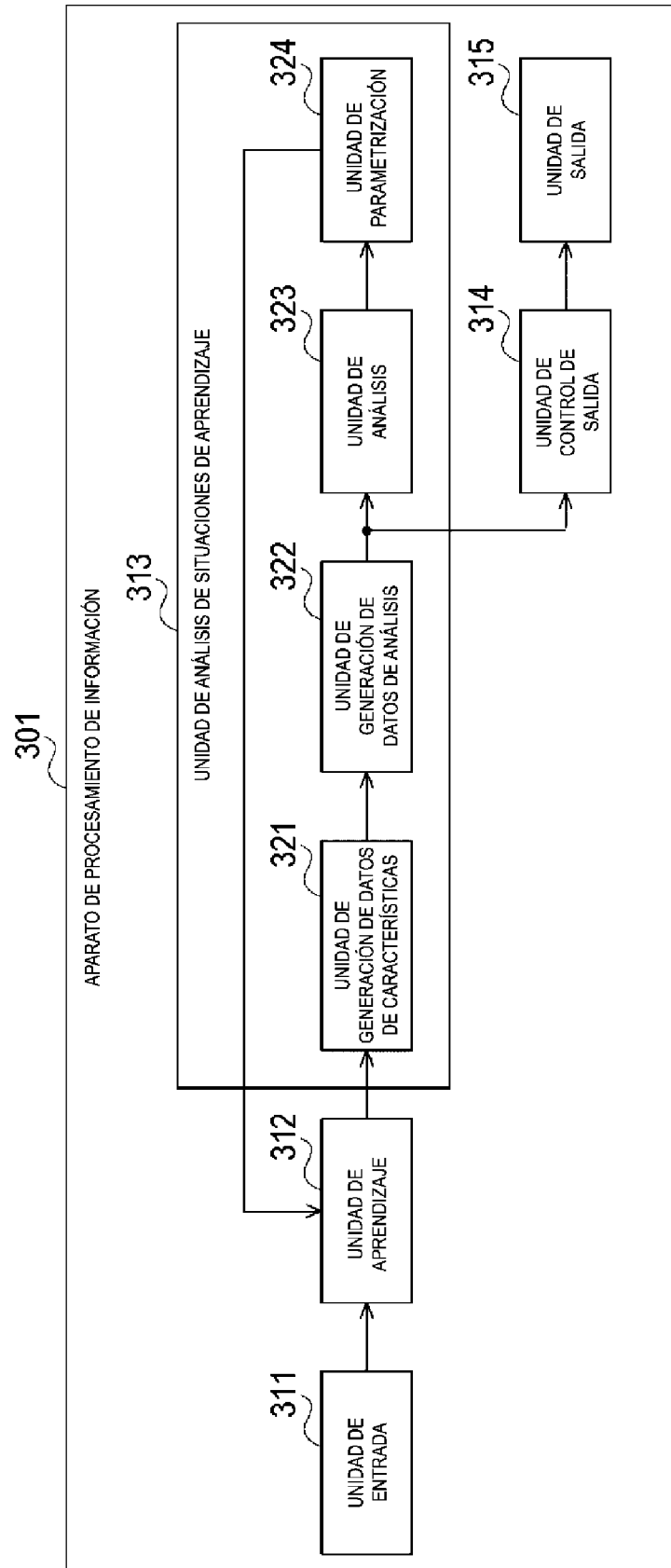
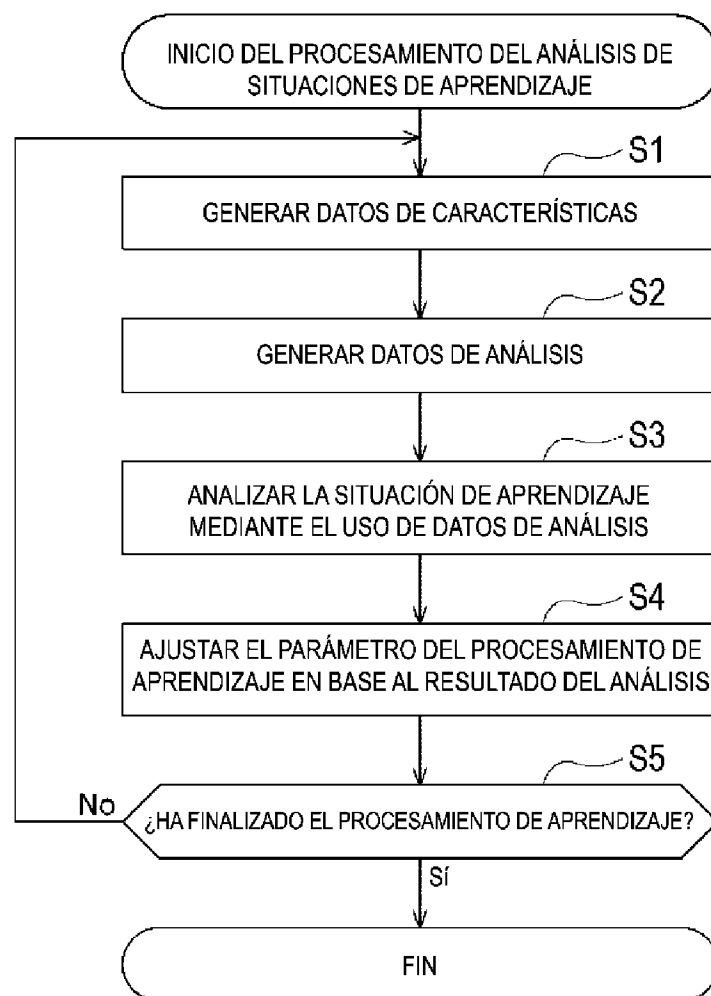


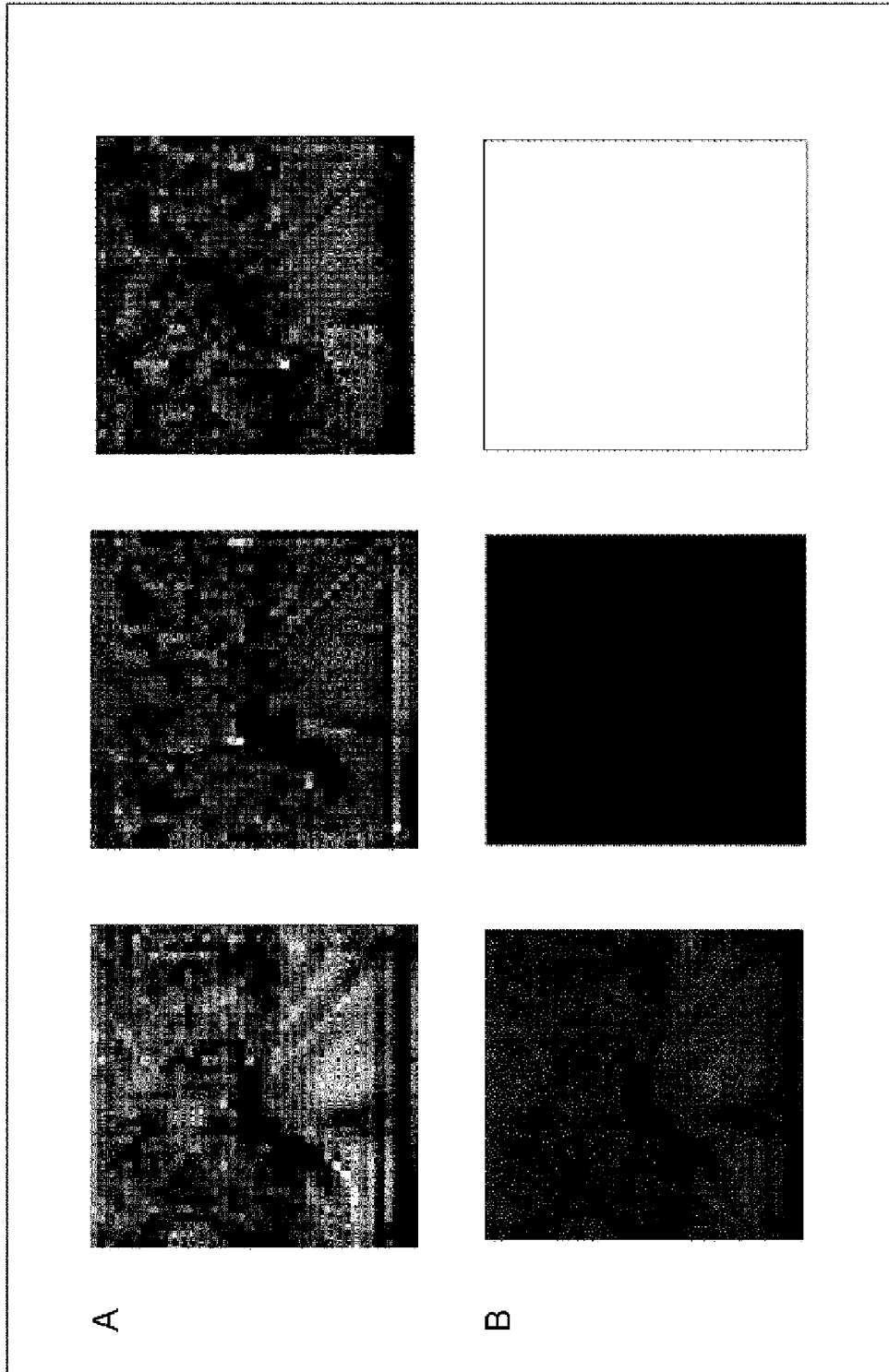
Figura 4



*Figura 5*



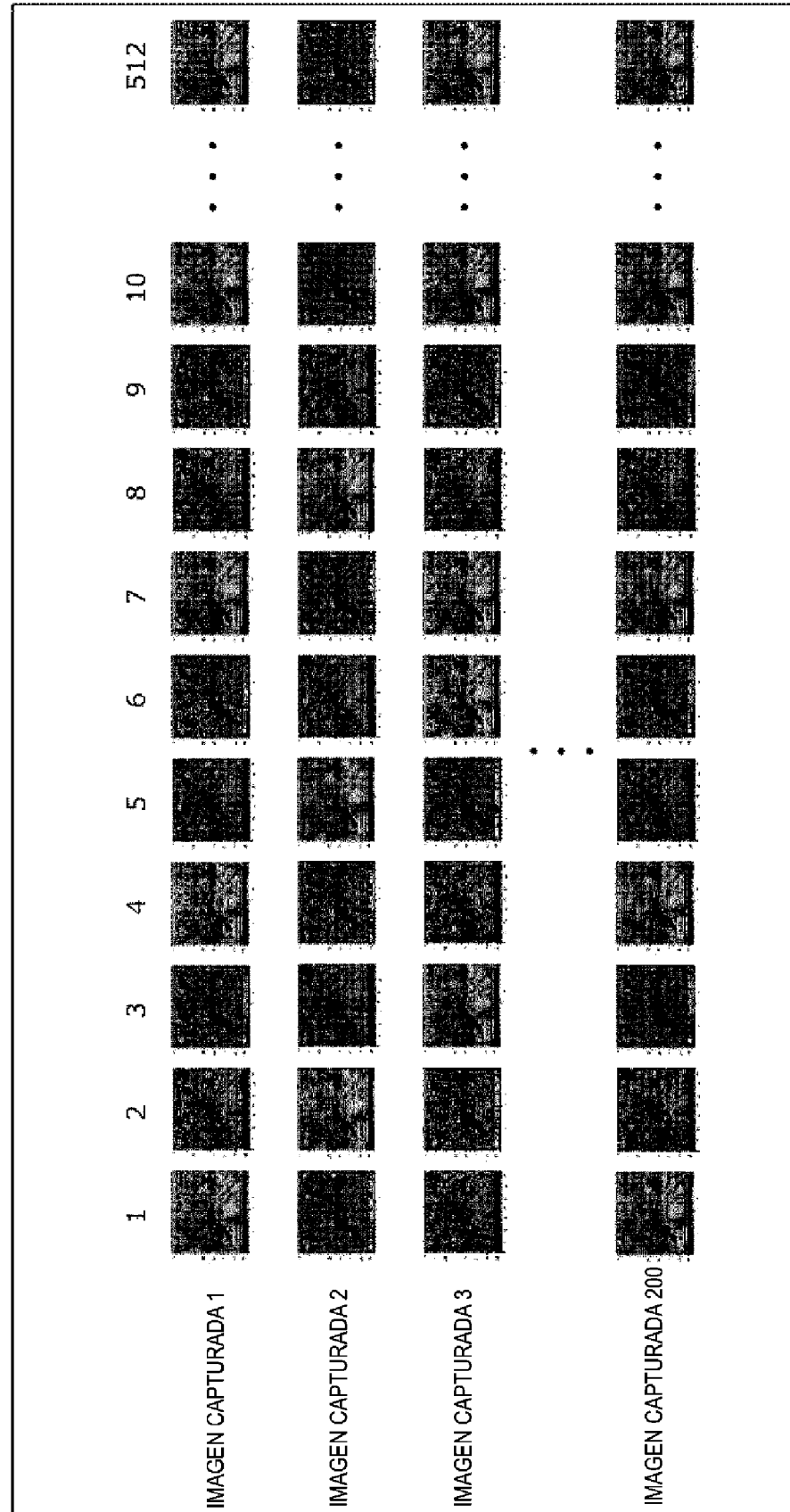
*Figura 6*



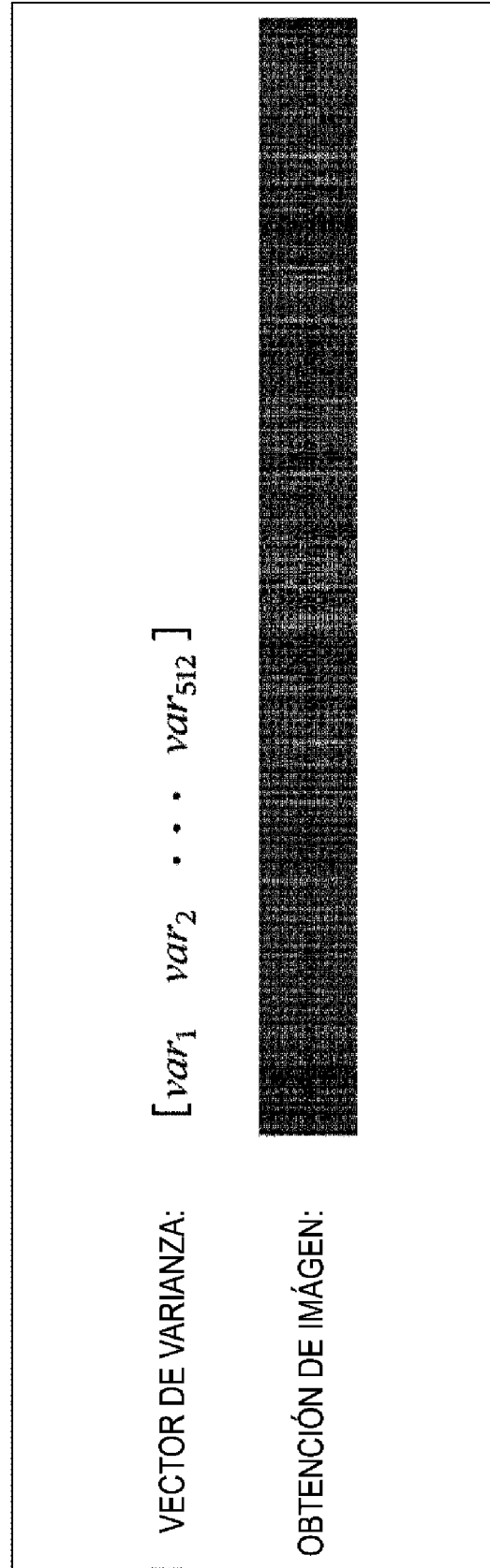
*Figura 7*



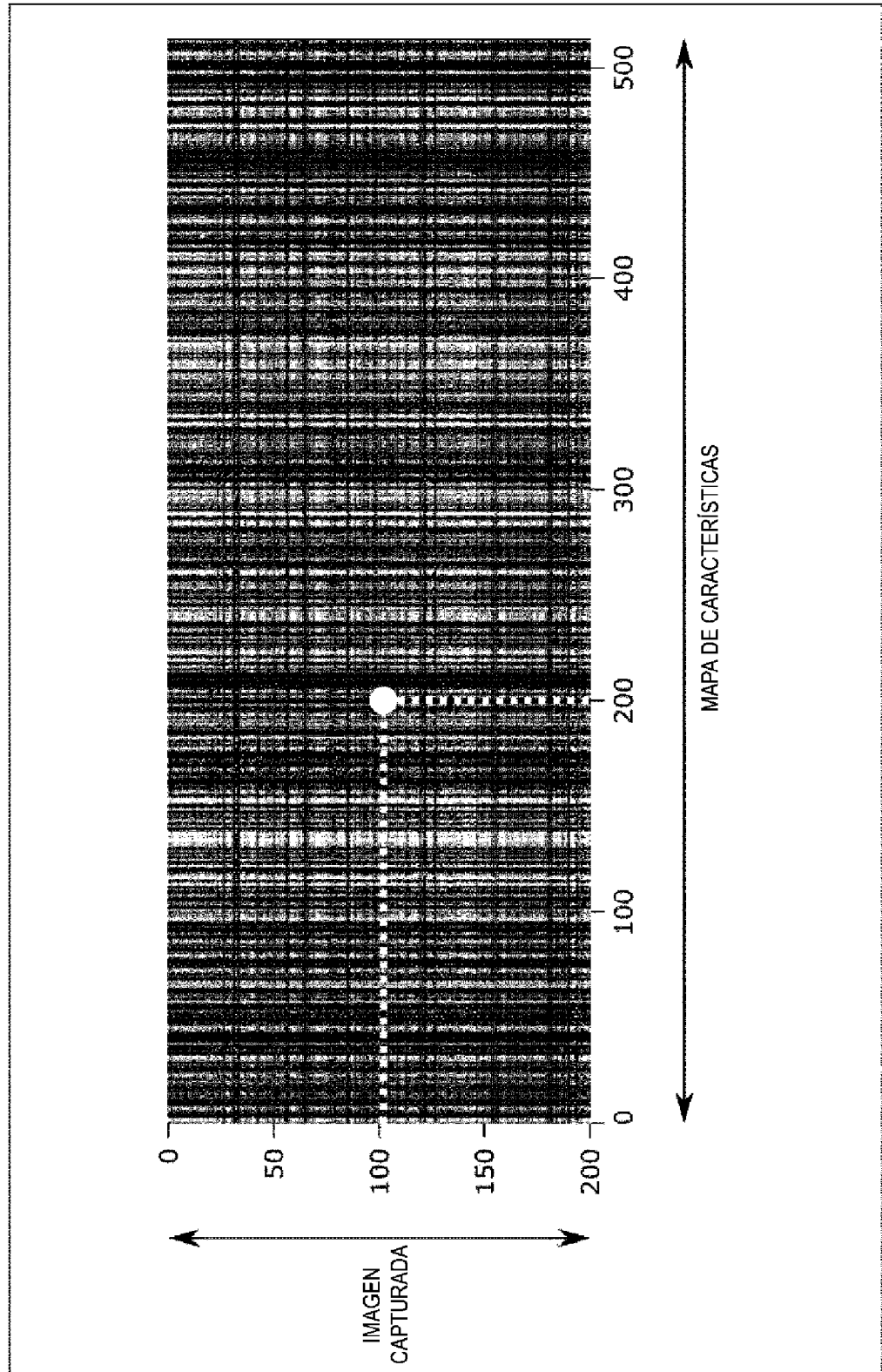
*Figura 8*



*Figura 9*

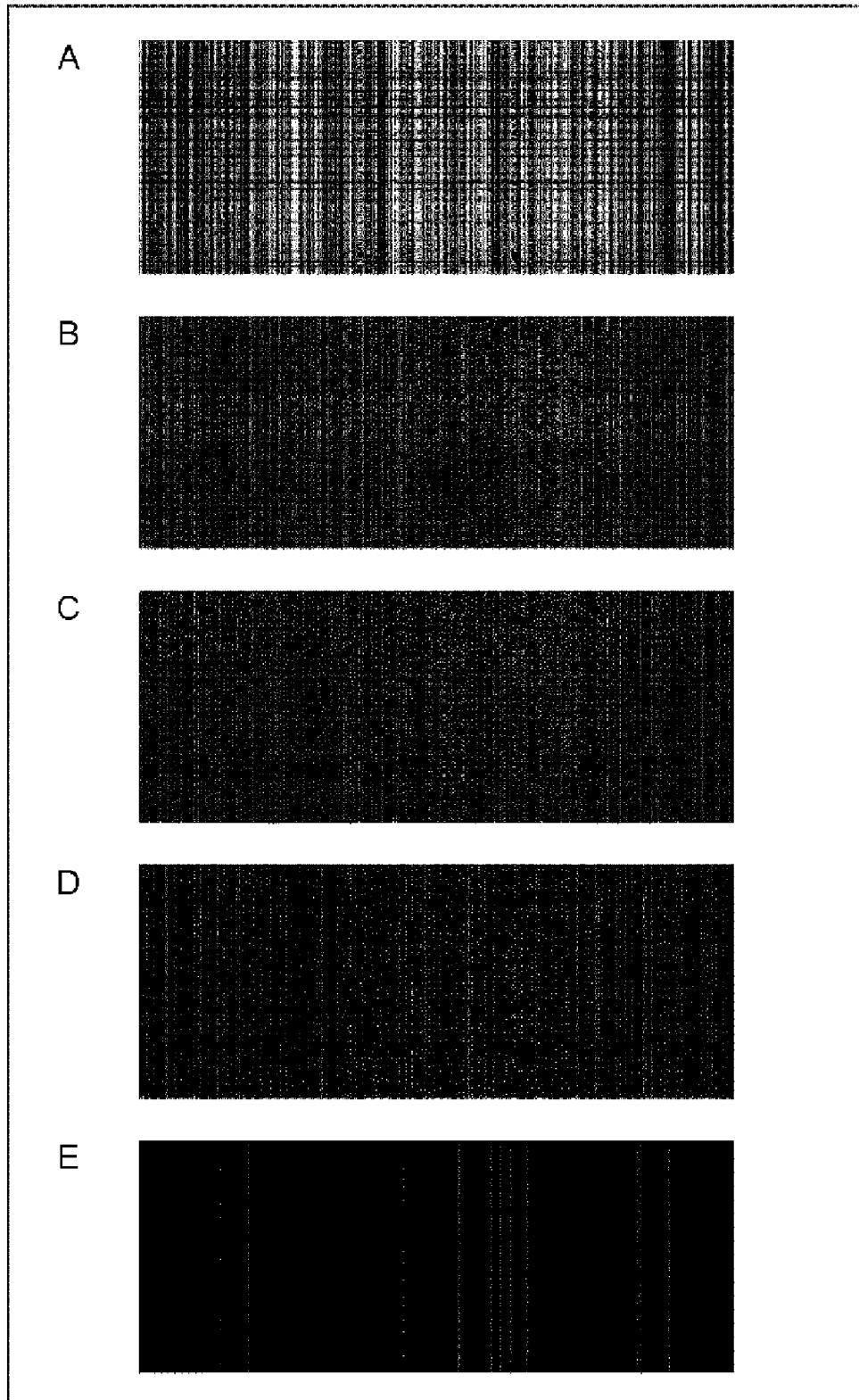


*Figura 10*

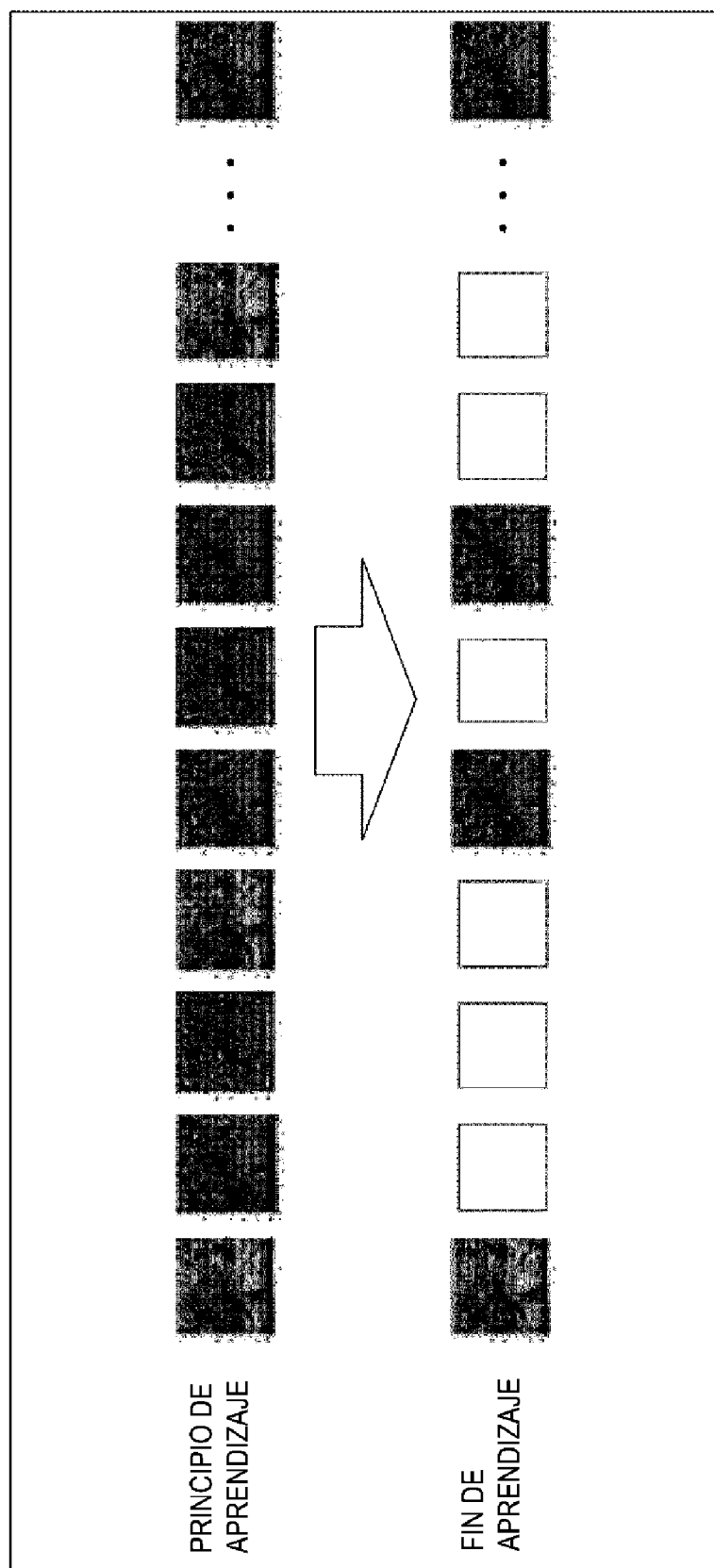




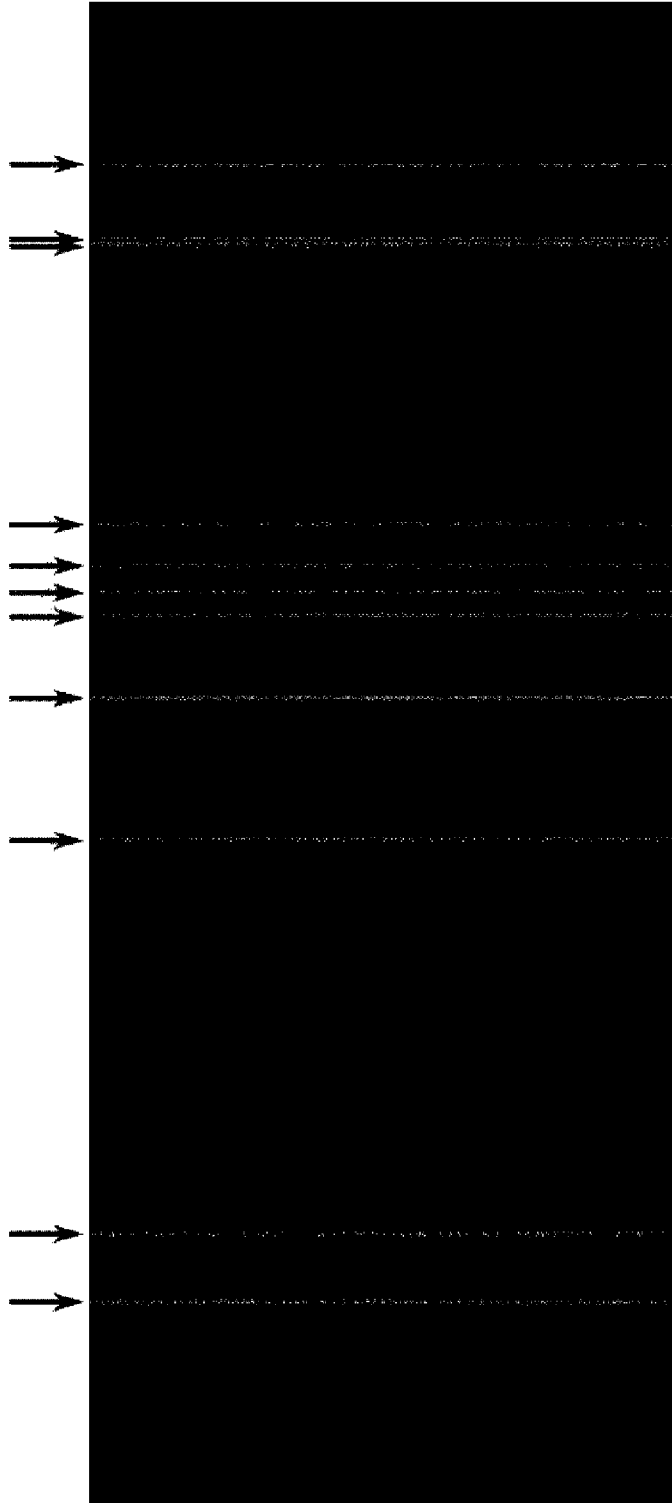
## *Figura 11*



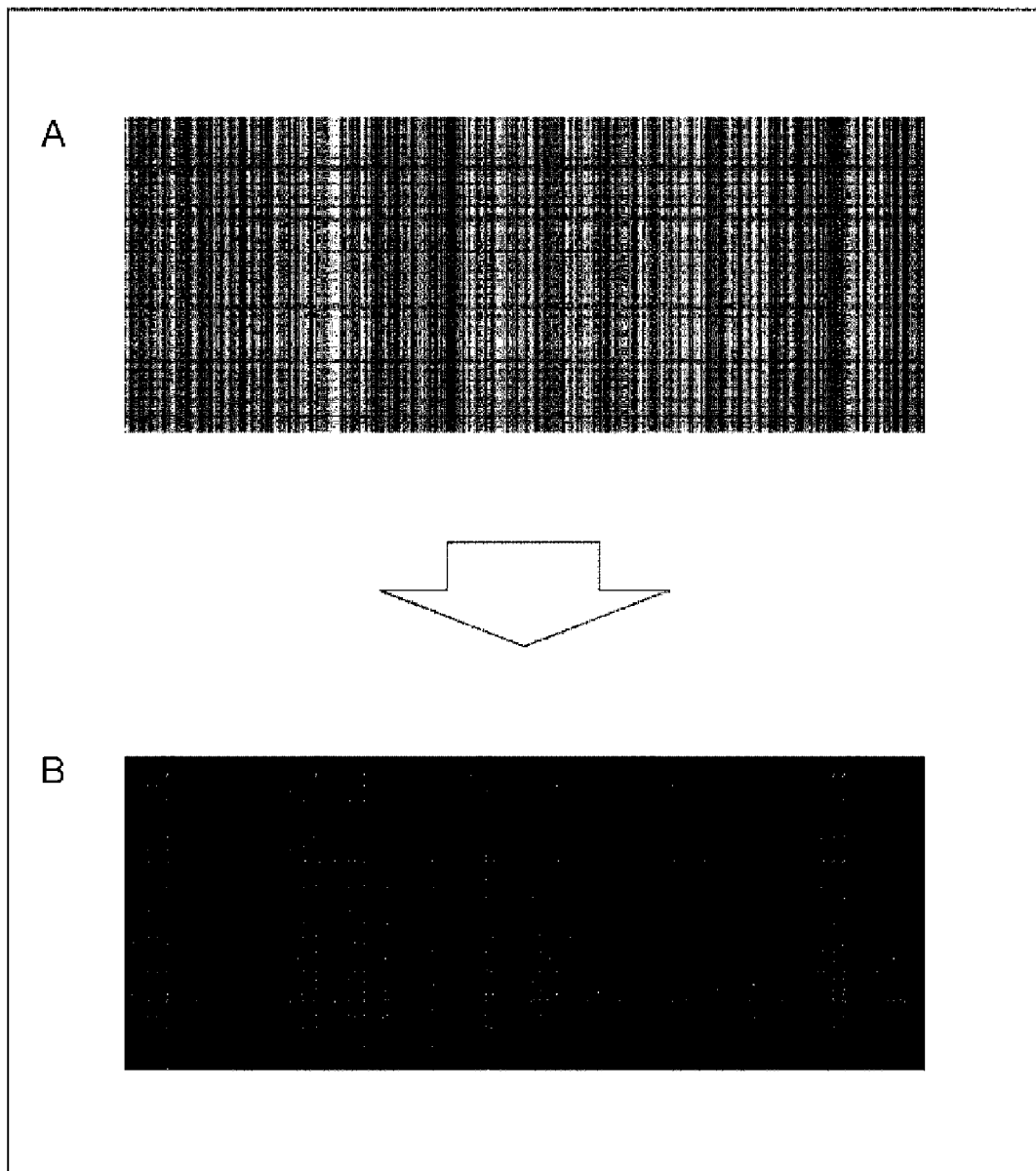
*Figura 12*



*Figura 13*



*Figura 14*



*Figura 15*

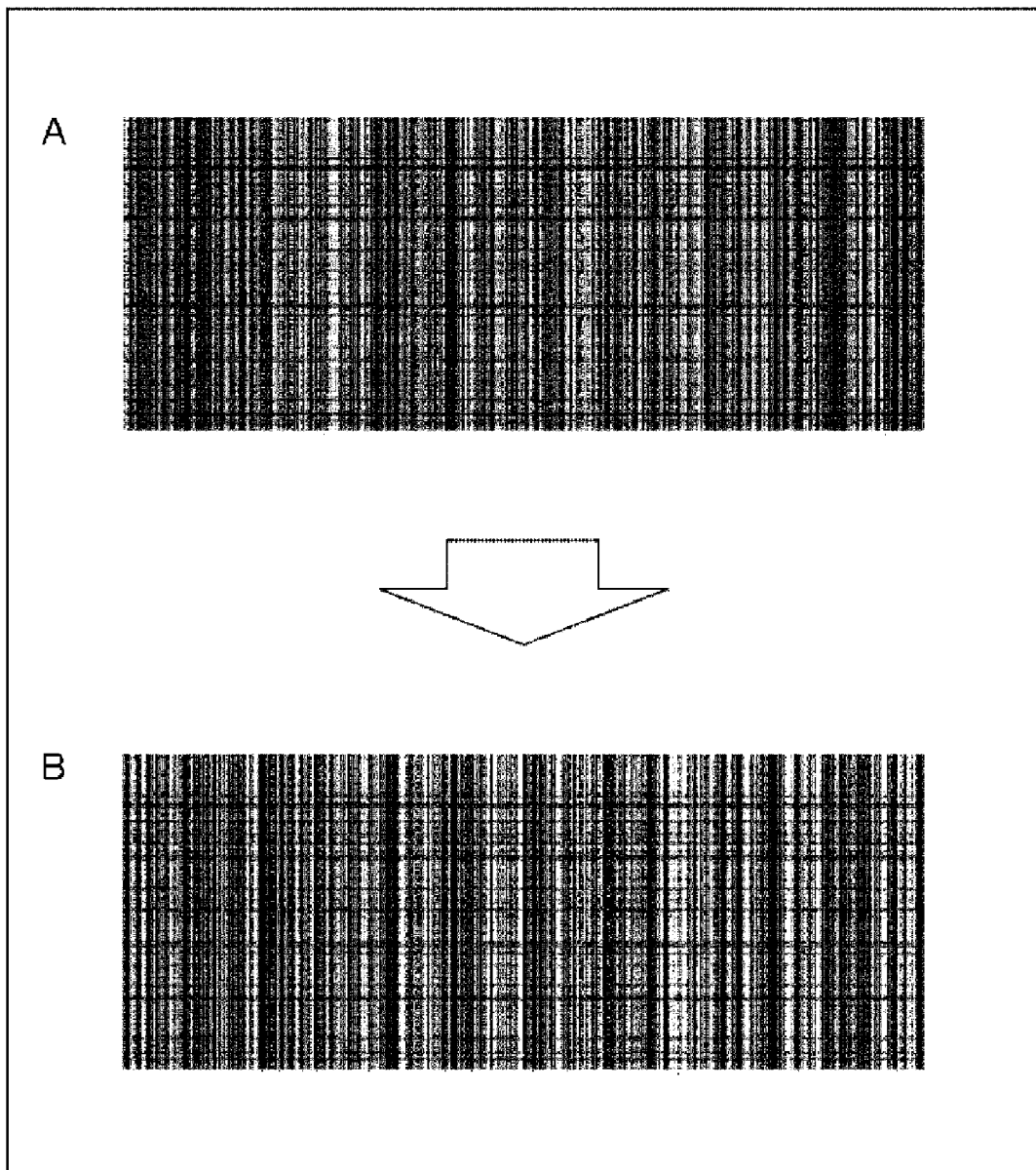
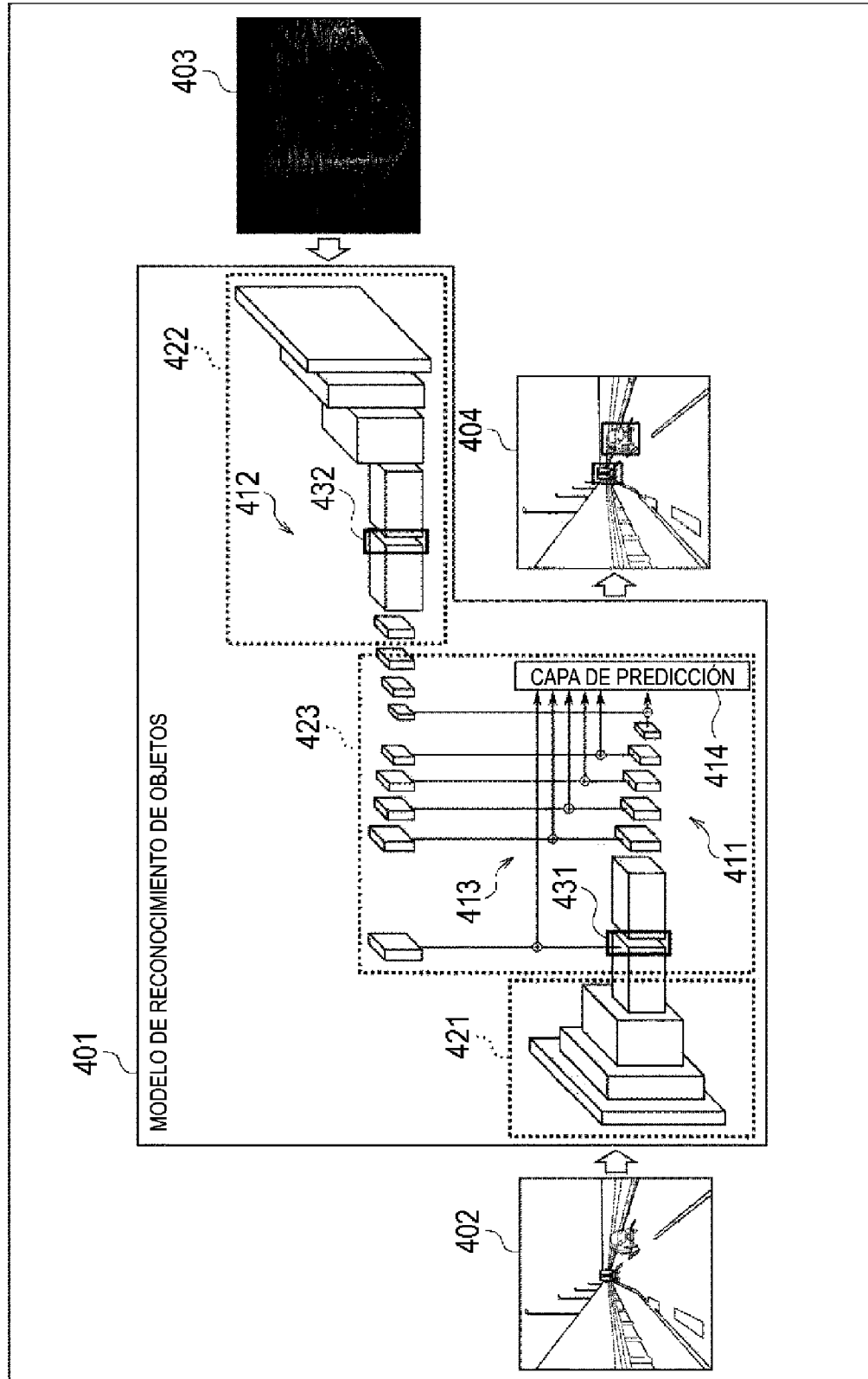
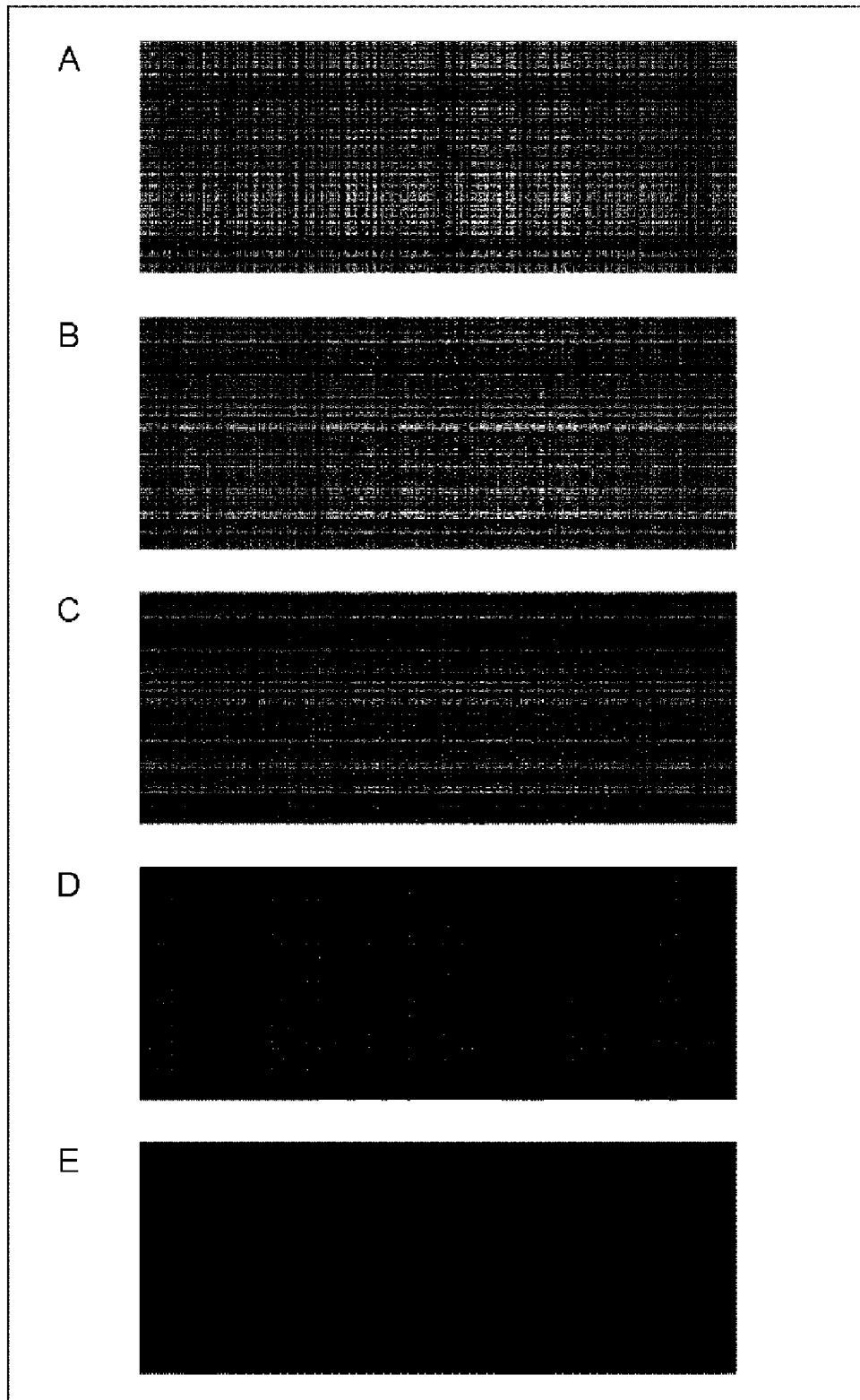


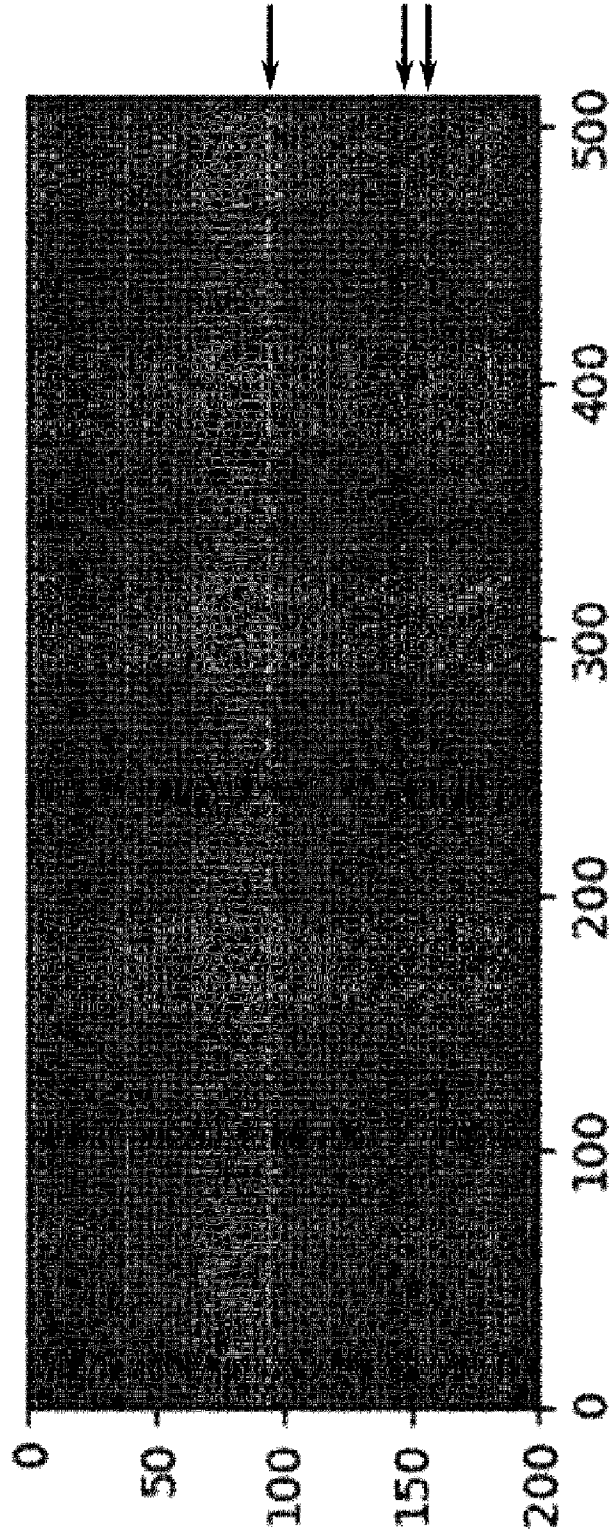
Figura 16



## Figura 17



*Figura 18*



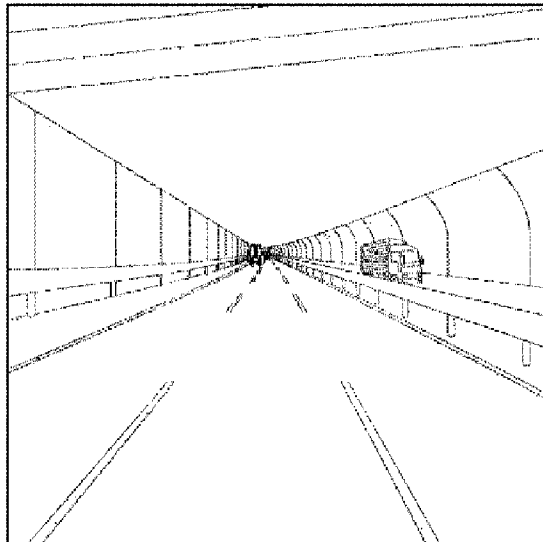


*Figura 19*

A



B

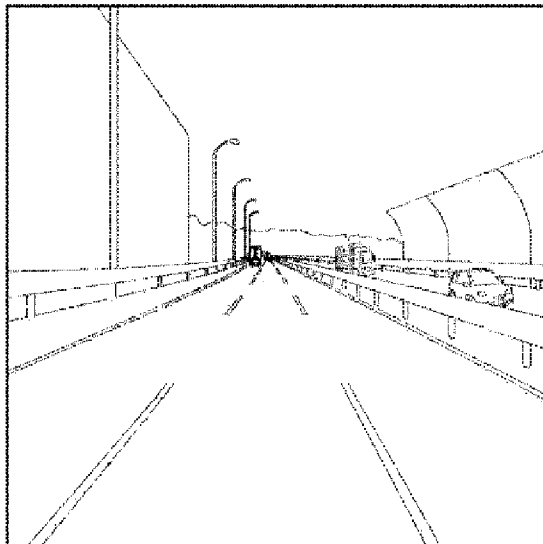


*Figura 20*

A



B

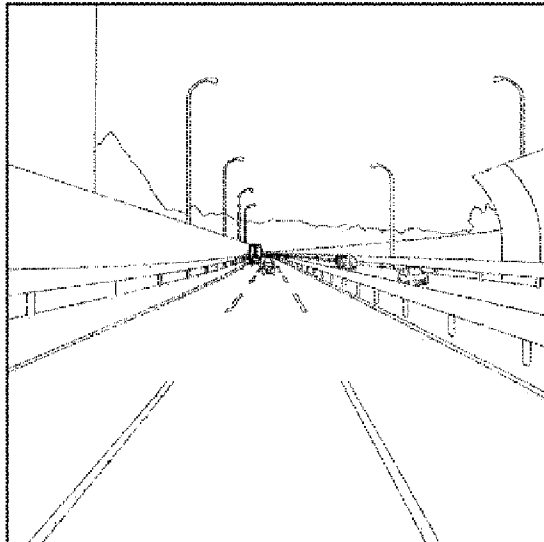


*Figura 21*

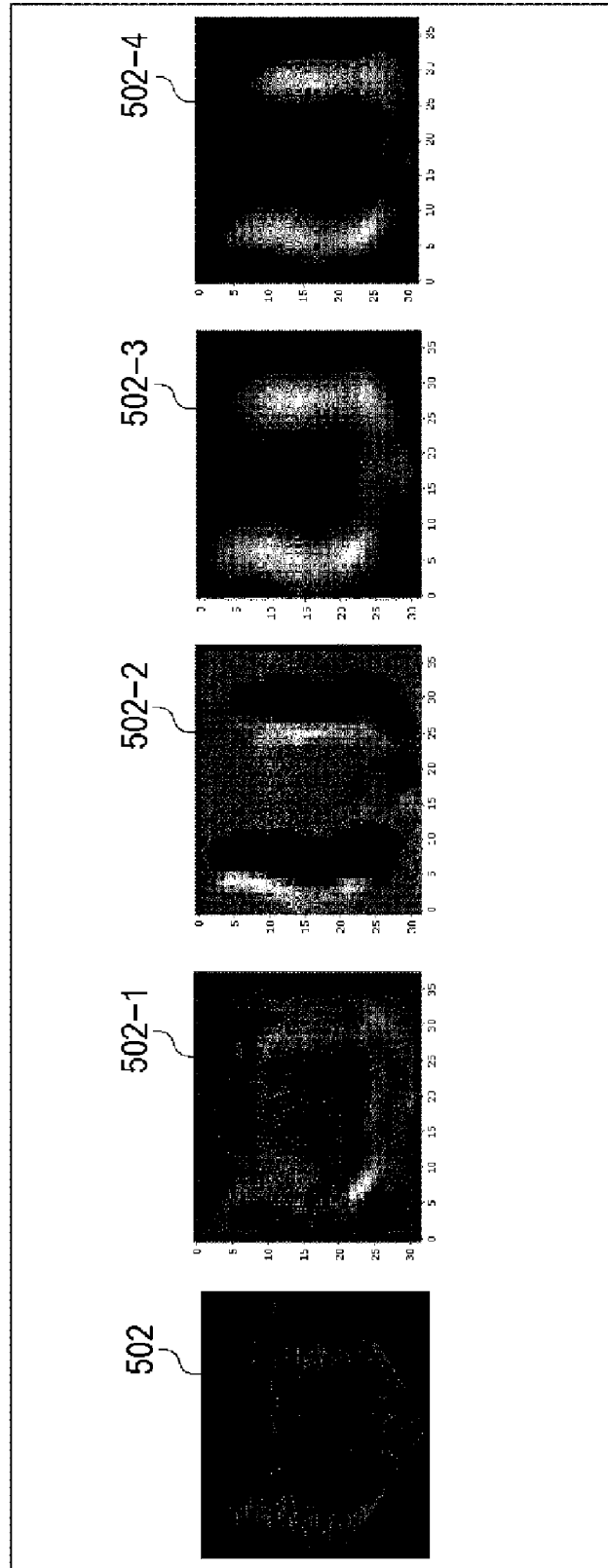
A



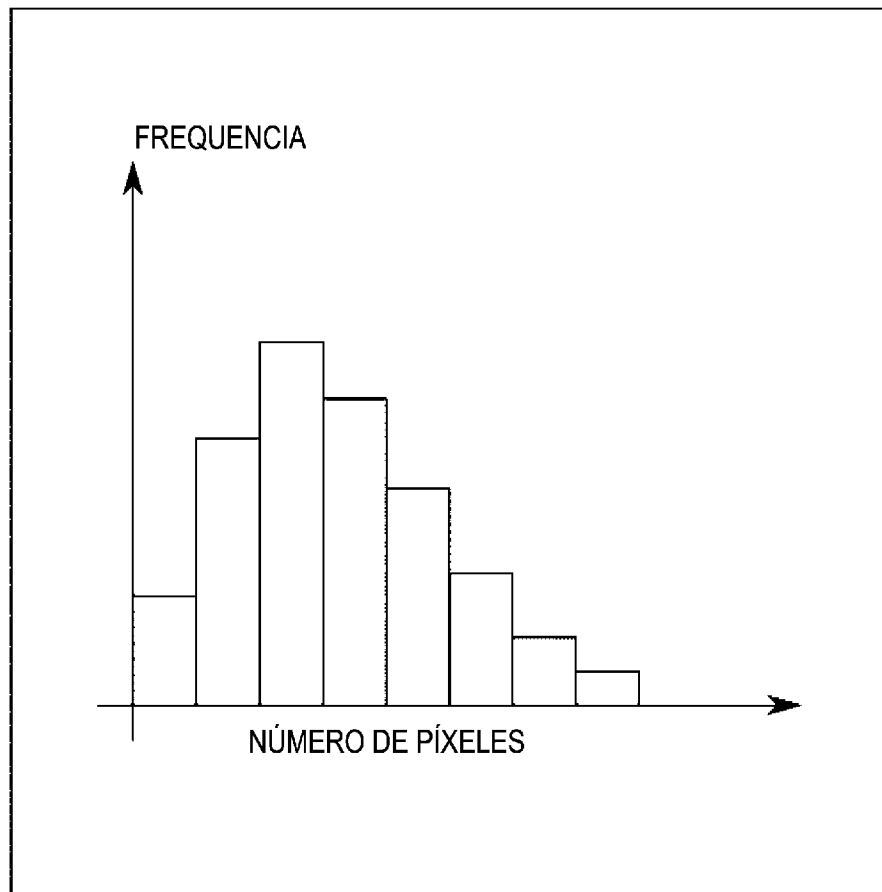
B



*Figura 22*



*Figura 23*



*Figura 24*

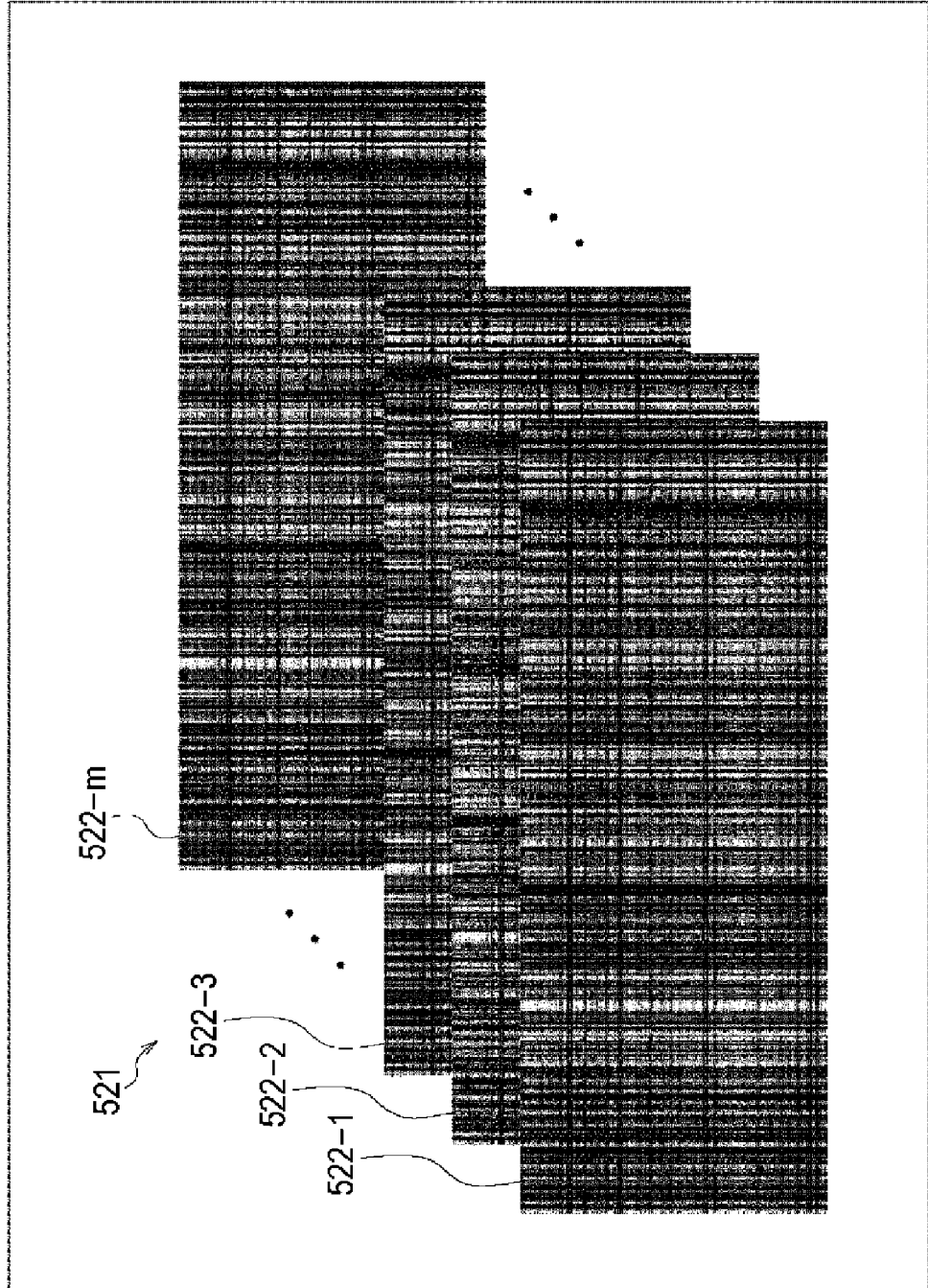


Figura 25

