

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 648**

21 Número de solicitud: 202230639

51 Int. Cl.:

G06K 19/06 (2006.01)

G06K 7/00 (2006.01)

G06T 11/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

12.07.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.02.2023

Fecha de concesión:

16.05.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

23.05.2023

73 Titular/es:

4I INTELLIGENT INSIGHTS S.L. (100.0%)
Luis Montoto 150 A 5-2
41005 Sevilla (Sevilla) ES

72 Inventor/es:

GÓMEZ AGUILERA, Daniel;
PÉREZ GARCÍA, Guillermo;
BARALLOBRE FILGUEIR, Adolfo Manuel;
CASTRO MALET, Manuel y
ALTAY, Bogac

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

54 Título: **SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN Y DECODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE IMÁGENES CON DECODIFICACIÓN ROBUSTA A MEDIA DISTANCIA**

57 Resumen:

Sistema de codificación y decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta a media distancia y procedimiento de diseño de símbolos.

Sistema de codificación de información a través de imágenes con decodificación robusta, formado por códigos que comprenden varios símbolos de diferentes relaciones de aspecto y colores, dentro de unos rangos establecidos, y susceptibles de ser colocados en diferentes posiciones dentro de una figura geométrica.

El procedimiento de diseño de símbolos comprende: determinación de la cantidad de información a codificar; cálculo del número de símbolos necesarios; establecimiento de unos rangos de relaciones de aspecto y de colores; identificación de las secuencias de símbolos a producir; y generación de los códigos.

El procedimiento de decodificación comprende las etapas de: captura de la imagen; localización del código; opcionalmente, aplicación de un conjunto de correcciones; búsqueda de símbolos; extracción de características relevantes; generación del código; comprobaciones de redundancia; devolución de la información; y, en caso necesario, mecanismo de reintento.

El resultado es un sistema de codificación robusto que aumenta significativamente la distancia de reconocimiento en comparación con los códigos QR.

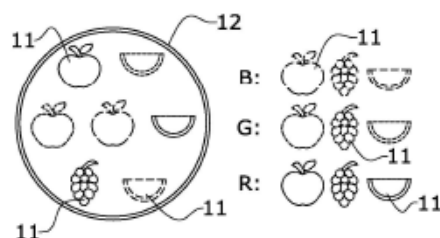


FIG.3

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 933 648 B2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN Y DECODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE IMÁGENES CON DECODIFICACIÓN ROBUSTA A MEDIA DISTANCIA

5

OBJETO DE LA INVENCION

10 Es objeto de la presente invención, tal y como el título establece, un sistema de codificación y decodificación de información a través de imágenes, con decodificación robusta a media distancia, así como el procedimiento que permite generar los símbolos utilizados para la codificación y decodificación.

15 Caracteriza a la presente invención el especial diseño conceptual del sistema de codificación, basado en el empleo de imágenes o símbolos configurables que presentan diferentes relaciones de aspecto y distintos colores, que permite la decodificación a media distancia.

20 Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de los sistemas de codificación de información.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25 En el estado de la técnica son conocidos los códigos QR, que son utilizados para la codificación y decodificación de información.

30 Un código QR (del inglés Quick Response code, «código de respuesta rápida») es la evolución del código de barras. Es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. La matriz se lee en el dispositivo móvil por un lector específico (lector de QR) y de forma inmediata nos lleva a una aplicación en Internet, un mapa de localización, un correo electrónico, una página web, un perfil en una red social, etcétera.

Presenta tres cuadrados en las esquinas que permiten detectar la posición del código al lector.

La estructura general de un código QR es una matriz bidimensional de módulos de dos colores contrastados, en principio blancos y negros. Hay varias versiones de códigos QR según la cantidad de módulos que forman la matriz: van desde la versión 1 (con una matriz de 21 x 21 módulos) hasta la versión 10 (con 177 x 177 módulos). Las versiones de más módulos admiten mayor cantidad de información en el código. Los códigos más extendidos para el uso del público en general suelen ser los de 25 x 25 y los de 29 x 29, para captura desde el teléfono móvil en cualquier situación (paquetes de productos, folletos de mano, tarjetas o carteles de pared).

Con un código QR formado por una cuadrícula de 4x4, se obtendrían 2^{16} combinaciones. Si bien la cantidad de información que se puede almacenar en un código QR es considerable, la decodificación de manera robusta se puede hacer a una distancia relativamente corta, que depende del tamaño del código QR y la distancia a la que se sitúe la cámara. De esta manera, para poder escanear un código QR a una distancia superior a un metro, se requiere en general que dicho código tenga un área mínima de unos 10 centímetros cuadrados.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un sistema de codificación y decodificación y un procedimiento de diseño de símbolos que, comparado con un código QR del mismo tamaño, permita el reconocimiento para su decodificación a una distancia superior. Además, los símbolos que componen el código no están limitados a una composición de cuadrados blancos y negros, como sucede en los códigos QR, por lo que los diseñadores tienen libertad para generar figuras con criterios estéticos.

30

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención queda recogido en su esencialidad en la reivindicación independiente y las diferentes realizaciones están recogidas en las reivindicaciones dependientes.

- 5 La presente invención tiene por objeto un sistema de codificación y decodificación de información, así como el procedimiento necesario para generar los símbolos que se utilizarán durante dichos procesos.

10 El sistema de codificación se basa en el empleo de códigos formados por una serie de símbolos dispuestos en una posición fija dentro de una figura geométrica. La información será codificada a través de las variaciones de la relación de aspecto y variaciones de los colores de los símbolos. Cuanta más información sea necesaria codificar, más variedad de relación de aspecto y color será necesario incluir.

15 Los símbolos podrán adoptar diferentes diseños dentro de un rango de características (relación de aspecto y color) previamente acordadas. Por ejemplo, tres variantes en los colores: [rojo, verde, azul] y tres variantes en la relación de aspecto [alto:ancho]: [3:1, 1:3, 1:1].

20 El número de símbolos, el número de relaciones de aspecto y el número de colores que los símbolos pueden tener, determinan la capacidad de codificación del sistema.

25 La robustez se consigue gracias a la discretización de los valores de relación de aspecto y color. Cuantas más variantes de relación de aspecto y color tenga el sistema, más información se podrá transmitir, pero más fácil será confundir valores y, por tanto, menos robustez tendrá el sistema.

30 El sistema distingue dos fases:

- Fase de codificación, que incluye dos etapas:

- Identificación de la secuencia de símbolos a partir de la información a transmitir. Para ello, debe haber una relación unívoca de elementos de información a secuencias de símbolos. Esta relación puede ser, por ejemplo, una tabla estática que asocia a cada elemento de información una secuencia de símbolos predeterminada.
- Generación del código compuesto por la secuencia de símbolos anterior. Cada símbolo es ubicado en una posición fija dentro de una figura geométrica en cuyo interior se aloja.
- Fase de decodificación, que a su vez incluye las etapas de:
 - Captura de la imagen.
 - Localización del código, mediante la búsqueda de la figura geométrica que enmarca a los símbolos. Esta búsqueda puede emplear distintas técnicas, como medios de visión artificial mediante redes neuronales convolucionales.
 - Opcionalmente, aplicación de un conjunto de correcciones al código detectado y localizado, buscando incrementar la robustez. Por ejemplo, corrección frente a rotaciones (en base a la distribución de los símbolos, o añadiendo marcas sobre el borde, entre otras posibilidades), corrección frente a deformaciones (como aplicar homografías que mejoren códigos desfigurados por el ángulo de la cámara), o correcciones frente a deformaciones de color (por ejemplo, en base al borde y fondo del código).
 - Búsqueda de los símbolos codificados en el interior de la figura localizada.
 - Extracción de las características relevantes de las figuras detectadas, en este caso, la posición que ocupan dentro del código, su relación de aspecto y su color.
 - Generación de una interpretación del código sobre el que opcionalmente se podrán realizar comprobaciones de redundancia y/o validación (por ejemplo, usar un Código de Redundancia Cíclica -CRC-).

- En caso de contar con una etapa de evaluación del código, esta comprendería:

5

- o En caso de que el código sea correcto según las comprobaciones de redundancia y validación, el algoritmo devuelve la información asociada al código, por ejemplo, una URL.

- o Opcionalmente, si no es correcto, se realiza alguna modificación sobre los parámetros de búsqueda y se vuelve al paso inicial.

10

- o Finalización del proceso si se encuentra un resultado válido o si se ha agotado la parametrización o si se ha superado un tiempo máximo predeterminado.

El procedimiento de diseño y creación de códigos comprende los siguientes pasos:

15

- Se determina con el usuario cuántos códigos diferentes hay que generar.

- Basándose en ese número, se calcula el número de símbolos por código y las variaciones de relaciones de aspecto y colores necesarias.

- Opcionalmente, se añade uno o más símbolos para redundancia.

20

- Se ofrecen al usuario unos rangos de relaciones de aspecto y colores para que genere los símbolos.

- Se incluyen en el sistema de codificación los símbolos generados.

25

Gracias a las características descritas se consigue un sistema de codificación robusto y sencillo que permite decodificar la información a varios metros de distancia, aumentando la distancia de reconocimiento significativamente frente a técnicas alternativas como los códigos QR.

30

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención, se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

EXPLICACION DE LAS FIGURAS

10 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción un conjunto de figuras donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

15

En la figura 1 se presenta el flujo del procedimiento de decodificación, donde se muestran las diferentes etapas y acciones realizadas hasta la obtención de la información asociada a cada código. Las referencias numéricas de cada bloque se detallan en el apartado de Realización preferente de la invención.

20

En la figura 2 se puede observar la representación de un código formado por una selección de 7 símbolos diferentes, extraída del conjunto de 9 elementos que resulta al combinar tres colores (R-Rojo, G-Verde y B-Azul) y tres relaciones de aspecto (1:1- simétrico, 1:2 – alto y 2:1 – ancho). Asumiendo que el símbolo central se utiliza para redundancia, los códigos generados de esta forma pueden codificar hasta 531.441 (9^6) elementos de información diferentes.

25

En la figura 3 se muestra un ejemplo de código con la misma capacidad de codificación del mostrado en la figura 2 pero utilizando ejemplos de símbolos figurativos que podrían haberse acordado previamente con el usuario.

30

En la figura 4 se muestra un ejemplo de código similar al de la figura 3 donde se añaden marcas en el borde de la figura geométrica para permitir la aplicación de correcciones frente a rotaciones en la fase de decodificación.

5 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

- 10 En la figura 1 se presenta el flujo del procedimiento de decodificación, donde se muestran las diferentes etapas y acciones realizadas hasta la obtención de la información asociada a cada código. Las referencias numéricas asignadas a cada cajón del diagrama de flujo son:
- (1) captura de imagen
 - 15 - (2) localización del logo
 - (3) etapa de corrección
 - (4) Búsqueda de los símbolos
 - (5) Extracción de las características
 - (6) Interpretación del código (6)
 - 20 - (7) Comprobaciones de redundancia (7)
 - (8) Validaciones (8)
 - (9) devolución de la información asociada al código y
 - (10) modificación sobre los parámetros
- 25 En la figura 2 se puede observar la representación de un código formado por una selección de 7 símbolos (11) diferentes, extraída del conjunto de 9 elementos que resulta al combinar tres colores (R-Rojo, G-Verde y B-Azul) y tres relaciones de aspecto (1:1- simétrico, 1:2 – alto y 2:1 – ancho). Asumiendo que el símbolo central se utiliza para redundancia, los códigos generados de
- 30 esta forma pueden codificar hasta 531.441 (9^6) elementos de información diferentes.

Dichos símbolos (11) quedan alojados dentro de una figura geométrica (12).

En la figura 3 se muestra un ejemplo de código con la misma capacidad de codificación del mostrado en la figura 2 pero utilizando ejemplos de símbolos (11) figurativos que podrían haberse acordado previamente con el usuario.

El sistema distingue dos fases:

- Fase de codificación, que incluye dos etapas:

- Identificación de la secuencia de símbolos a partir de la información a transmitir. Para ello, debe haber una relación unívoca de elementos de información a secuencias de símbolos. Esta relación puede ser, por ejemplo, una tabla estática que asocia a cada elemento de información una secuencia de símbolos predeterminada.

- Generación del código compuesto por la secuencia de símbolos (11) anterior. Cada símbolo es ubicado en una posición fija dentro de una figura geométrica (12) en cuyo interior se aloja.

- Fase de decodificación, mostrada en la figura 1, incluye las etapas de:

- Captura de la imagen (1).

- Localización del código (2), mediante la búsqueda de la figura geométrica que enmarca a los símbolos. Esta búsqueda puede emplear distintas técnicas, como medios de visión artificial mediante redes neuronales convolucionales.

- Opcionalmente, aplicación de una etapa de corrección (3) al código detectado y localizado, buscando incrementar la robustez. Por ejemplo, corrección frente a rotaciones (en base a la distribución de los símbolos, o añadiendo marcas sobre el borde, entre otras posibilidades), corrección frente a deformaciones (como aplicar homografías que mejoren códigos desfigurados por el ángulo de la cámara), o correcciones frente a deformaciones de color (por ejemplo, en base al borde y fondo del código).

- Búsqueda de los símbolos (4) codificados en el interior de la figura localizada.
- Extracción de las características (5) relevantes de las figuras detectadas, en este caso, la posición que ocupan dentro del código, su relación de aspecto y su color.
- Generación de una interpretación del código (6) sobre el que opcionalmente se podrán realizar unas comprobaciones de redundancia (7) y/o validaciones (8) (por ejemplo, usar un Código de Redundancia Cíclica -CRC-).
- En caso de contar con una etapa de validación (8), esta incluiría los siguientes pasos:
 - o En caso de que el código sea correcto según las comprobaciones de redundancia y validación, el algoritmo devuelve la información (9) asociada al código, por ejemplo, una URL.
 - o Opcionalmente, si no es correcto, se realiza alguna modificación sobre los parámetros (10) de búsqueda y se vuelve al paso inicial. Si se encuentra un resultado válido, si se ha agotado la parametrización o si se ha superado un tiempo máximo, se finaliza la búsqueda.

El procedimiento de diseño y creación de códigos comprende los siguientes pasos:

- Se determina con el usuario cuántos códigos diferentes hay que generar.
- Basándose en ese número, se calcula el número de símbolos por código y las variaciones de relaciones de aspecto y colores necesarias.
- Opcionalmente, se añade uno o más símbolos para redundancia.
- Se ofrecen al usuario unos rangos de relaciones de aspecto y colores para que genere los símbolos.
- Se incluyen en el sistema de codificación los símbolos generados.

En la etapa de búsqueda de los símbolos (4) en el interior del candidato a código, en el caso de que falte algún símbolo, utiliza algoritmos de reconstrucción para identificar el símbolo que falta y completar el código.

- 5 Por otro lado, para la extracción de las características relevantes, combina distintos algoritmos predictivos, de optimización y de clusterización o de clasificación, como, por ejemplo: random forest, redes neuronales, munkres, svm y k-means.
- 10 Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su
- 15 principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de codificación y decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta caracterizado por:

- 5 - Estar formado por códigos que comprenden varios símbolos (11) dispuestos en una posición fija dentro una figura geométrica (12).
- La codificación de la información se realiza a través de diferentes relaciones de aspecto y colores de los símbolos.
- Las diferentes relaciones de aspecto que pueden adoptar los símbolos
10 están dentro de un rango ancho-alto previamente acordado.
- Los diferentes colores que pueden tener los símbolos están dentro de un rango de intensidad previamente acordado.

15 2.- Sistema de codificación y decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 1 caracterizado porque cuenta con uno o más símbolos para redundancia.

20 3.- Procedimiento de diseño y codificación de símbolos adecuados para el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 caracterizado porque comprende las etapas de:

- Determinación de cuántos códigos diferentes hay que generar.
- Cálculo del número de símbolos por código y las variaciones de relaciones de aspecto y colores necesarias.
- Establecimiento de unos rangos de relaciones de aspecto y colores para
25 que genere los símbolos.
- Generación de los símbolos según las restricciones derivadas de los puntos anteriores.
- Identificación de la secuencia de símbolos a partir de la información a transmitir.
- 30 - Generación de los códigos a partir de las secuencias identificadas.

4.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 caracterizado porque comprende las etapas de:

- Captura de la imagen (1).
- 5 - Localización del código (2).
- Búsqueda de los símbolos (4) codificados en el interior de la figura localizada.
- Extracción de las características (5) relevantes de los símbolos detectados: la posición que ocupan dentro del código, su relación de aspecto y su color.
- 10 - Generación de una interpretación del código (6) asociada a la secuencia de símbolos que conforman el código.

5.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que añade una etapa de validación (8) del símbolo o comprobaciones de redundancia (7) utilizando un sistema CRC o similar.

15

6.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que añade una etapa de verificación iterativa del código que incluye los siguientes pasos:

20

- Validación (8) del código
 - o En caso de que el código sea correcto, el algoritmo devuelve la información (9) asociada al código.
 - 25 o En caso de no encontrar ningún código candidato o de que la verificación resulte negativa, se realizarían modificaciones sobre los parámetros (10) de detección y se volvería al paso inicial de localización del código.
 - 30 o Finalización del proceso si se encuentra un resultado válido o si se ha agotado la parametrización o si se ha superado un tiempo máximo predeterminado.

7.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que, tras la etapa de localización del código (2) y antes de la etapa de búsqueda de símbolos (4),
5 lleva a cabo una etapa de corrección (3) frente a rotaciones basada en la ubicación de los símbolos dentro de la figura.

8.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que, tras la etapa de
10 localización del código (2) y antes de la etapa de búsqueda de símbolos (4), lleva a cabo una etapa de corrección (3) frente a rotaciones basada en marcas ubicadas en el borde de la figura.

9.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que, tras la etapa de
15 localización del código (2) y antes de la etapa de búsqueda de símbolos (4), lleva a cabo una etapa de corrección (3) frente a deformaciones basada en la relación entre la forma detectada de la figura que enmarca a los símbolos y la forma esperada de dicha figura.

20

10.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que, tras la etapa de localización del código (2) y antes de la etapa de búsqueda de símbolos (4),
25 lleva a cabo una etapa de corrección (3) frente a variaciones de color basada en la relación entre el color esperado para zonas determinadas (por ejemplo, en el espacio entre los símbolos o en el borde de la figura) y el color percibido en dichas zonas.

11.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 4 que para la localización del
30 código emplea técnicas de visión artificial basadas en redes neuronales.

12.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según la reivindicación 5 ó 6 que en la etapa de búsqueda de los símbolos (4) en el interior del candidato a código, en el caso de que falte algún símbolo, utiliza algoritmos de reconstrucción para identificar el símbolo que falta y completar el código.

13.- Procedimiento de decodificación de información a través de imágenes con decodificación robusta según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 12 que, para la extracción de las características relevantes, combina distintos algoritmos predictivos, de optimización y de clusterización o de clasificación, como, por ejemplo: random forest, redes neuronales, munkres, svm y k-means.

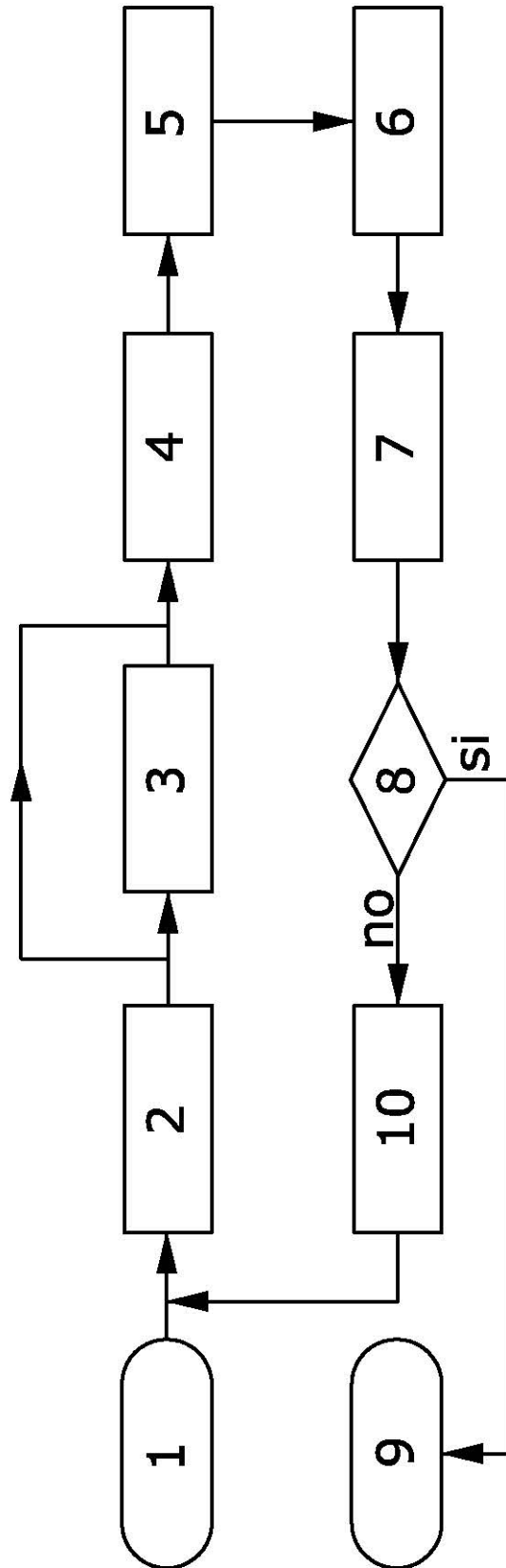


FIG.1

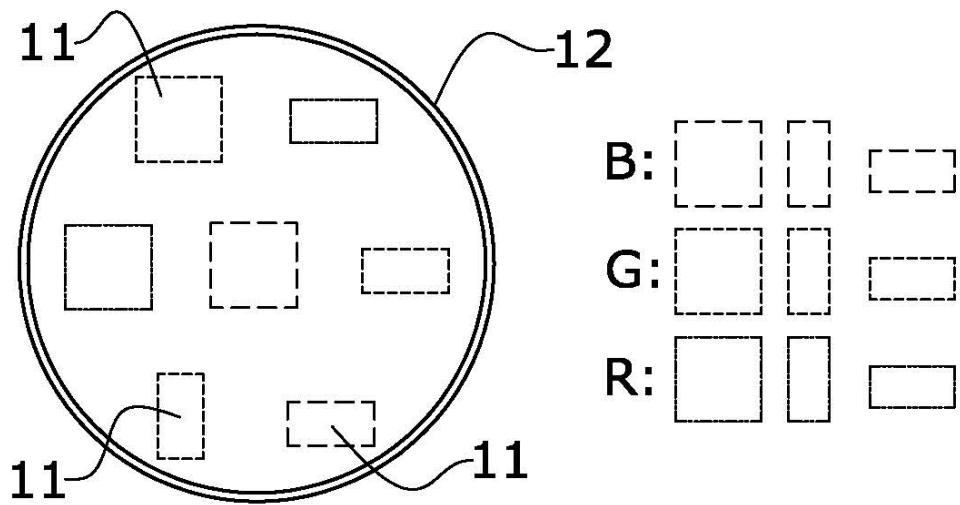


FIG. 2

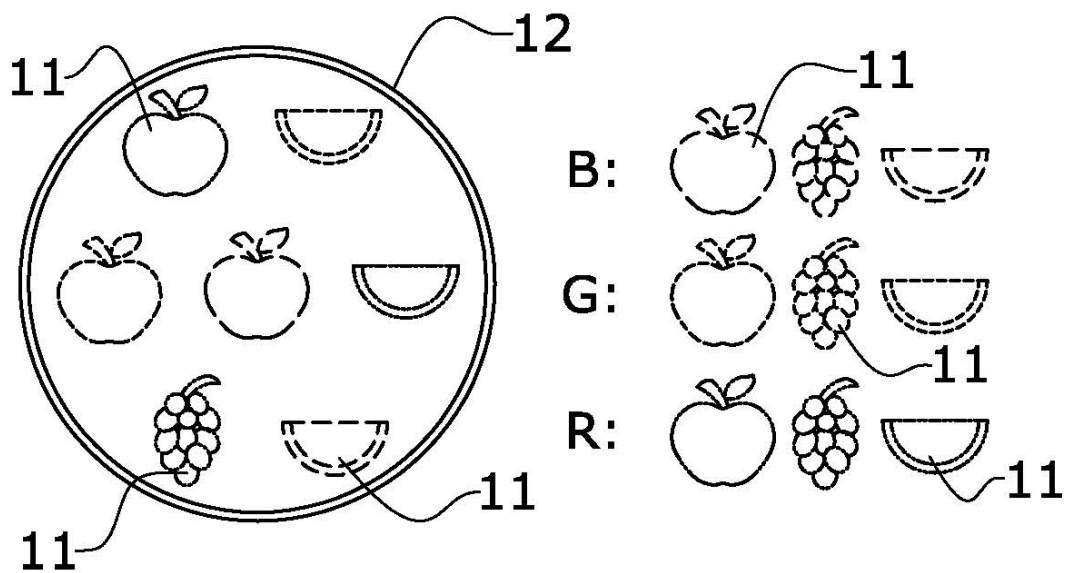


FIG. 3

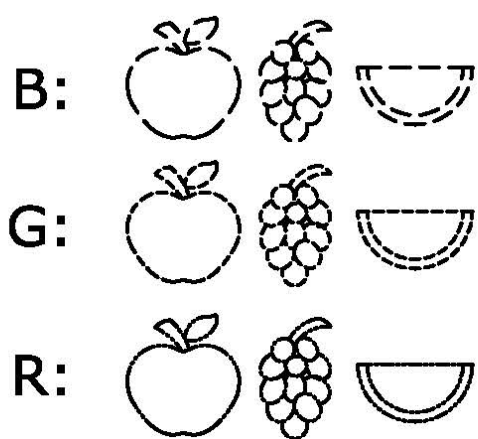
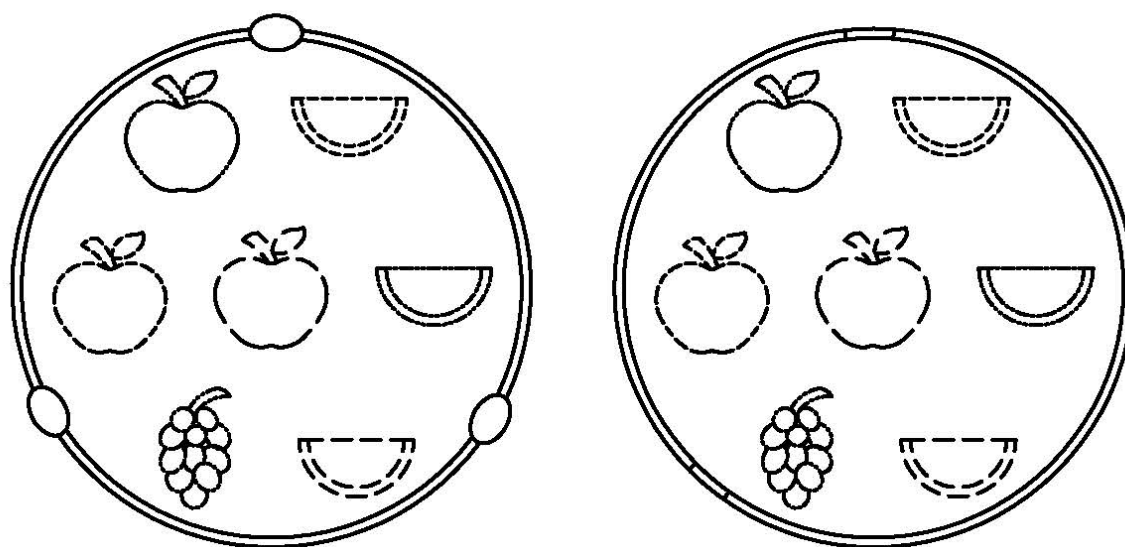


FIG.4