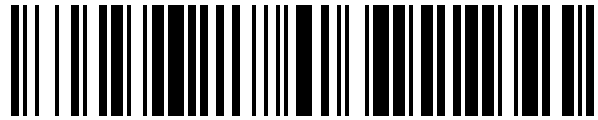


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 180 760**

21 Número de solicitud: 201730373

51 Int. Cl.:

**A63F 9/06** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**30.03.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**18.04.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (100.0%)  
C/ TULIPAN S/N  
28933 MOSTOLES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**MIRAUT ANDRES, David y  
SAN MARTIN LOPEZ, José Javier**

54 Título: **CUADRICULA DE TABLERO AUMENTADA**

**ES 1 180 760 U**

**DESCRIPCIÓN**

**CUADRÍCULA DE TABLERO AUMENTADA**

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

5 La presente invención se encuadra en el área técnica de las aplicaciones de realidad virtual. En concreto, en el área que atañe a los sistemas de realidad aumentada que mejoran la experiencia de usuario al enriquecer el contenido de juegos y rompecabezas lógicos.

**10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Son muchos los rompecabezas lógicos de origen japonés que se resuelven en una cuadrícula de celdas cuadradas, que se han ido popularizando en el mundo occidental por su aparición en los periódicos en forma de pasatiempos en la última década. Buena parte de ellos comparten la misma problemática y puede aplicarse una solución semejante a la propuesta en esta invención para mejorar la dinámica de juego. Con el objeto de ilustrar la situación actual y las características principales de la invención, los siguientes párrafos están enfocados a un rompecabezas especialmente conocido: el sudoku. Aunque se debe tener en cuenta que el ámbito de aplicación de la invención es más amplio al cubrir cualquier tipo de rompecabezas que tiene lugar en una cuadrícula regular, preferentemente con el mismo número de celdas a cada lado.

25 El sudoku (en japonés, 数独) es un juego matemático en el que se debe rellenar una cuadrícula de  $9 \times 9$  celdas (81 casillas) dividida en subcuadrículas de  $3 \times 3$  (también llamadas "cajas" o "regiones") con las cifras del 1 al 9 partiendo de algunos números ya dispuestos en algunas de las celdas, que una vez completado debe cumplir que las distintas cifras no deben estar repetidas en una misma fila, columna o subcuadrícula.

La solución de un sudoku siempre es un cuadrado latino, y debe ser única sí está correctamente planteado.

30 Se publicó por primera vez a finales de la década de 1970, se popularizó en Japón en 1986, y en el resto del mundo desde hace una década, cuando numerosos periódicos empezaron a publicarlo en su sección de pasatiempos.

Existen numerosas variantes.

Los juegos de iniciación pueden ser tablas de 4x4 con regiones de 2x2; bajo el nombre de *Logi-5*, se han publicado tablas de 5x5 con pentominos como regiones; el diario The Times propone el *Dodeka Sudoku*, una tabla de 12x12 con 12 regiones de 4x3, *Dell Magazines* publica con frecuencia juegos de 16x16 (la variante de 16x16 utiliza normalmente los símbolos del 1 a la G, en lugar de los símbolos del 0 a la F usados en hexadecimal), El editor de puzzles Nikoli propone el *Sudoku Gigante* de 25x25.

También son comunes los juegos contruidos a partir de múltiples tablas de sudoku. En Japón es conocido el *Sudoku Gattai 5* (mezcla de 5) compuesto por 5 tablas de 9x9 con solapamiento en las regiones de las esquinas con forma de quincuncio. En diarios como *The Times* o *The Sydney Morning Herald*, esta variante se conoce como *Sudoku Samurai*. Otros como el *Baltimore Sun* y el *Toronto Star* publican esta variante en su edición dominical con el nombre *High Five*. Con frecuencia, no se proporcionan pistas en las regiones solapadas. También se publican variantes con tablas secuenciales, en lugar de solapadas, en las que los valores de determinadas posiciones se transfieren de una tabla a otra.

Como ya se ha indicado, algunas celdas ya contienen números, conocidos como "números dados" (o a veces "pistas"). A partir de estas indicaciones el jugador debe resolver el acertijo numérico. El objetivo es rellenar las celdas vacías, con un número en cada una de ellas, de tal forma que cada columna, fila y región contenga los números 1–9 sólo una vez.

El tamaño del tablero no determina la dificultad del juego, aunque un mayor número de celdas aumenta las posibles combinaciones a tener en cuenta.

Desafortunadamente, cuando los jugadores se enfrentan a este tipo de juegos lógicos y desean obtener una pista que les ayude a avanzar o afianzar el progreso realizado, sólo tienen la posibilidad de consultar la solución completa en la sección correspondiente de la revista o el libro (en cuyo caso suele estar al final junto con las soluciones de otros acertijos de páginas cercanas). De modo que cuando el jugador echa un vistazo a la solución, no sólo ve el trozo de camino que desea confirmar, sino que suele reconocer una parte importante del conjunto de números vecinos, con el consecuente perjuicio en la dinámica del juego.

Por otro lado, los sistemas de reconocimiento de patrones se han popularizado en muchos ámbitos de aplicación. Los teléfonos móviles y tabletas suelen estar dotados de

al menos un sistema de adquisición de imagen y poseen capacidad computacional más que suficiente como para procesar las imágenes e identificar elementos geométricos bidimensionales.

5 Estos recientes avances hacen posible el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles. Así, a través de su pantalla se percibe el entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. La información adicional que se muestra en la interfaz puede modificarse según las necesidades y reacciones del usuario, convirtiendo medios estáticos en nuevas plataformas interactivas.

10 El caso del sudoku es especialmente favorable debido a la regularidad de la forma del tablero, su posición y orientación relativa puede ser localizado con ayuda de las líneas rectas que delimitan las celdas. E incluso, en terminales móviles de alta gama es posible identificar mediante reconocimiento automático de caracteres los valores de las casillas  
15 (iniciales), tal y como demuestra la aplicación *AR (Augmented Reality) Sudoku* para dispositivos con sistema operativo Android. Sin embargo, este tipo de aplicaciones requiere que no se haya escrito nada en el tablero, las imágenes se tomen buenas condiciones de iluminación y la fuente de letra sea estándar.

La presente invención presenta una alternativa para el reconocimiento de tableros formados por cuadrículas (como es el caso del sudoku, pero también el de muchos otros  
20 rompecabezas) en la que no es necesario utilizar reconocimiento automático de caracteres y el consumo de recursos computacionales es considerablemente menor al transformar la rejilla del tablero en una marca fiduciaria única.

Estas marcas pueden, posteriormente, ser reconocidas de forma automática con un sistema de visión artificial y así ofrecer al jugador un conjunto de pistas o una  
25 recompensa virtual al completar el juego, sin que la diversión del pasatiempo se vea afectada negativamente por un acceso no deseado a la solución completa.

Los solicitantes de la presente invención desconocen la existencia de antecedentes que resuelvan de forma satisfactoria la problemática expuesta.

### 30 **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

Existen multitud de tipos de marcas fiduciarias, siendo especialmente populares, por la sencillez de los algoritmos de detección y su coste de creación, las marcas fiduciarias

planas que tienen patrones compuestos por celdas cuadradas coloreadas en un conjunto discreto de tonos de gris (típicamente sólo dos: blanco y negro). La posición y el color de las celdas forman un código único que identifica cada marcador y se puede asociar a un determinado objeto o acción en una base de datos.

- 5 Este tipo de marcas fiduciarias comparte con los rompecabezas lógicos de origen japonés el hecho de estar formados por una cuadrícula de celdas cuadradas, donde el color contiene la información que permite identificar de forma única a las marcas fiduciarias.

10 Por ello, la presente invención propone la combinación de ambos conceptos para obtener la cuadrícula de tablero aumentada.

Dependiendo de la naturaleza del rompecabezas lógico, es posible codificar el identificador modificando el nivel de luminancia del color con el que se imprimen las celdas que lo componen sin modificar la dinámica del juego. Un ejemplo claro es el caso del sudoku, en el que el color de las celdas no tiene un significado en el propio desarrollo del juego o su solución, por lo que se puede alterar con total libertad para generar un código reconocible por el sistema informático. A partir del reconocimiento de dicho código se puede ofrecer información adicional relativa a la solución del acertijo sin exponer gran parte de la misma, proponer estrategias de resolución, e incluso recompensas virtuales al demostrar que se ha completado.

20 No siempre es posible alterar el nivel de luminancia de las celdas de la cuadrícula, pues bien pueden tener un significado propio o bien la forma de resolverlo implica rellenar las celdas con colores sólidos (en lugar de con símbolos a diferencia del caso del sudoku). Un ejemplo bien conocido en occidente de este tipo de acertijo lógico que se juega en una cuadrícula de celdas cuadradas es el Hitori. Al principio, cada celda contiene un número. El objetivo consiste en pintar algunas celdas para eliminar números, de modo que no quede ninguno duplicado en filas ni columnas. Las conexiones ortogonales son importantes también; las celdas pintadas (de negro) no se pueden conectar ortogonalmente, y las otras celdas se deben conectar ortogonalmente en un solo grupo. Es decir, dos cuadros negros no pueden estar adyacentes uno al otro, y todos los cuadros no pintados se deben conectar, horizontalmente o verticalmente, para crear un conjunto que está conectado.

En el caso de rompecabezas como el Hitori, la marca fiduciaria formada por celdas cuadradas rodea al tablero original, de modo que se puede reconocer el código y resolver

el acertijo sin alterar la dinámica de juego ya que únicamente las celdas del anillo que rodea el tablero original tienen colores con diferentes tonos de gris cuya información identifica el código de la marca fiduciaria.

5 Para que sea más sencillo distinguir el contorno del tablero original, en ambos casos se rodea de una línea coloreada con un tono de menor luminancia y de grosor equivalente al del lado de una celda. Opcionalmente en el caso del uso de anillos con la información del de la marca fiduciaria, el conjunto se puede ver rodeado también por una segunda una línea coloreada con un tono de menor luminancia y de grosor equivalente al del lado de una celda, de modo que el límite sea más sencillo de distinguir por los algoritmos de  
10 visión artificial.

Son muchos los rompecabezas lógicos que se pueden beneficiar del uso de la cuadrícula de tablero aumentada. La siguiente es una lista no exhaustiva en la que se enumeran juegos en los que los tableros en forma de cuadrícula son fácilmente adaptables para su adopción en aplicaciones de realidad aumentada de acuerdo con la presente invención.  
15 Junto a la transcripción del nombre en caracteres latinos se ha añadido el nombre en caracteres japoneses y la traducción literal al español en el caso de ser aplicable:

- Aisuban (アイスバーン o “granero de hielo”)
- Akari (美術館 o Enciende la luz)
- Arukone (アルコネ o “enlaza los números”)
- 20 • Baggu Cave (バッグ, también conocido como Corral)
- Banzu (バーンズ, “granero”)
- Bodaburokku (ボーダーブロック o “frontera entre bloques”)
- Bokkusu o Kakurasu (ボックス o “caja”)
- Bonsan (ぼんさん)
- 25 • Burokku (ブロック o “acertijo de bloques”)
- Chokona (チョコナ o “chocolate”)
- Chokunashi (直橋 o “puente directo”)
- Faibuseruzu (ファイブセルズ o “5 celdas”)
- Fillomino (フィルオミノ)
- 30 • Firumatto (フィルマット o “rellena con alfombras”)
- Foseruzu (フォーセルズ “cuatro celdas”)
- Gokigen Naname (ごきげんななめ o “pendientes”)

ES 1 180 760 U

- Hakoiri (はこいり o “encuadrado”)
- Hakyuu (波及効果 o “seísmo”)
- Hashiwokakero (をかける o “puentes”)
- Hebi-Ichigo (へびいちご o “la serpiente de fresas”)
- 5 • Heyawake (へやわけ o “razonamiento espacial”)
- Hiroimono (碁石ひろい o “piedras de go”)
- Hitori (ひとりにしてくれ o “déjame solo”)
- Hitori Ribashi (ひとりりバーシ, variante en papel del reversi u Othello)
- Hotarubimu (ホタルビーム o “haz de la libélula”)
- 10 • Ichimaga (磁石イチマガ o “posición de los imanes”)
- Inshi no heyu (因子の部屋 o “elementos de cada región”)
- Kaero (お家へ帰ろう o “ve hacia casa”)
- Kakkuru (カックル)
- Kakuro (カックロ o “sumas cruzadas”)
- 15 • Kanjo (環状線スペシャル o “anulación de líneas especiales”)
- Kantori Rodo (カントリーロード o “camino campestre”)
- Keisuke (ケイスケ)
- Kin-Kon-Kan (キンコンカン)
- Koburin (コブリン)
- 20 • Kojun (コージュン)
- Kuriku (クリーク o “arroyo”)
- Kuromasu (黒マスはどこだ)
- Kuroshuto (クロシュート o “disparo negro”)
- Kurotto (クロット o “unidad negra”)
- 25 • Manekingeto (マネキングエート)
- Masyu (ましゅ o “perlas”)
- Mejirinku (メジリンク)
- Mochikoro (モチコロ)
- Mochinyoro (モチによろ)
- 30 • Nagewana (なげなわ o “lanzamiento de cuerda”)
- Nanro (ナンロー o “camino de números”)
- Nansuke (ナンスケ)

- Nawabari (なわばり o “territorio”)
- Norinori (のりのり)
- Nurikabe (ぬりかべ o “pintar paredes”)
- Paipurinku (パイプリンク o “tuberías conectadas”)
- 5 • Peintoeria (ペイントエリア, pintar áreas)
- Renban Madoguchi (連番窓口 o “contar secuencias de números en grupo”)
- Rifurekutorinku (リフレクトリンク o “reflexión de luz enlazada”)
- Roma (ろーま)
- Samurain (サムライン o “suma líneas”)
- 10 • Sashigane (さしがね)
- Satogaeri (さとがえり o “vuelta a casa”)
- Shakashaka (シャカシャカ)
- Shikaku (四角に切れ o “divide por la caja”)
- Shikuwazu (シークワーズ o “sopa de letras”)
- 15 • Shimaguni (島国 o “tierras emergidas”)
- Shirokuro (シロクロリンク o “enlace entre blanco y negro”)
- Shugaku (修学旅行の夜)
- Sudoku (数独 o “números solos”)
- Sukoro (数コロ)
- 20 • Suraromu (スラローム o “slalom”)
- Surizarinku (スリザーリンク o “barreras”)
- Tairupeinto (タイルペイント o “pavimiento loco”)
- Tasukuea (たすくえあ o “cuadrado”)
- Tatamibari (タタミバリ)
- 25 • Tateboo Yokoboo (タテボーヨコボー o “palos verticales y horizontales”)
- Tentaisho (天体ショー o “galaxias”)
- Toichika (遠い誓い o “promesa distante”)
- Toripureisu (トリプレイス o “pájaros en su lugar”)
- Usotatami (ウソタタミ)
- 30 • Viu (ヴィウ)
- Yagitookami (ヤギとオオカミ o “el lobo y la cabra”)
- Yajilin (ヤジリン o “enlaza con la flecha de dirección”)



- Yajisan Kazusan (やじさんかずさん o “número equivocado en la flecha de dirección”)
- Yosenabe (よせなべ)

La detección e identificación de la cuadrícula de tablero aumentada es relativamente simple y puede hacerse mediante la combinación de algoritmos bien conocidos en el estado del arte del campo de visión artificial, que además pueden estimar de forma robusta la posición y orientación de la cámara en tiempo real [Garrido-Jurado, S., Muñoz-Salinas, R., Madrid-Cuevas, F. J., & Marín-Jiménez, M. J. (2014). "Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion". *Pattern Recognition*, 47(6), 2280-2292] [Atcheson, B., Heide, F., & Heidrich, W. (2010, November). "CALTag: High Precision Fiducial Markers for Camera Calibration". In *VMV* (Vol. 10, pp. 41-48)].

En primer lugar la imagen capturada por la cámara del dispositivo electrónico a utilizar (típicamente un teléfono móvil o una tableta) se binariza eligiendo un valor umbral que depende de las condiciones de iluminación y el tono de luminancia utilizado en las celdas que codifican la información. Posteriormente, se detectan las zonas conectadas y se les aplica un algoritmo de detección de contornos, lo que permite obtener los vértices y aristas que delimitan la mayor parte de las celdas de la cuadrícula.

Cabe destacar que el patrón de celdas con diferentes colores debe dar lugar a marcas fiduciarias únicas y representar un símbolo en un diccionario cuyo diseño no coincida con otro que sólo suponga una rotación de 90°, 180° o 270°. De esta forma, al reconocer el código también se puede deducir su orientación respecto a la cámara. Por tanto, quedan descartados patrones rotacionalmente simétricos donde no se cumple esta condición.

La codificación más simple es la binaria, que puede representarse con sólo dos colores, lo que permite mantener una gran separación en luminancia entre éstos.

A mayor distancia de Hamming entre las representaciones de los símbolos en el diccionario, menor será la posibilidad de interpretar erróneamente los patrones que forma la cuadrícula de tablero aumentada.

Como ya se ha indicado, otro aspecto que facilita el proceso de detección, es la colocación de un marco alrededor de cada marca fiduciaria, de un grosor uniforme y un color distintivo respecto al resto de la superficie del objeto, que puede ser, por ejemplo, del color de menor luminosidad si el código es binario.

Resulta conveniente que los tableros tengan forma cuadrada, ya que es suficiente con extraer los puntos correspondientes a las esquinas de sus fronteras para calcular la homografía de cada vista y con ellas, se calculan a su vez, los parámetros extrínsecos de la cámara, con los que los algoritmos de visión artificial representan la posición y orientación de la cámara.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada de una realización particular de la invención que se realiza a continuación en referencia a los dibujos que se acompañan.

## 10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15 Figura 1.- Vista frontal de un tablero de sudoku clásico con una cuadrícula de  $9 \times 9$  celdas dividida en subcuadrículas de  $3 \times 3$  con las cifras del 1 al 9 partiendo de algunos números ya dispuestos en algunas de las celdas. En la parte superior se muestra un ejemplo del estado del arte (a), mientras que en la parte inferior se ve cómo cambia al integrarse en una cuadrícula de tablero aumentada (1) con celdas en dos tonos de luminancia diferenciados, donde los oscuros (2) codifican la información del identificador del tablero correspondiente. Además, está rodeado por un marco (3) alrededor de un grosor uniforme también compuesto por celdas del mismo tamaño.

Figura 2.- Vista frontal de una cuadrícula de tablero aumentada (1) de la variante Dodeka sudoku. El número de posibles códigos de identificación es en este caso mayor al tener más filas y columnas que el sudoku clásico. Se aprecia como la marca fiduciaria que forma no afecta a la dinámica del juego.

Figura 3.- Vista frontal de una cuadrícula de tablero aumentada (1) de la variante de sudoku multi-4 en el que 4 tableros clásicos de  $9 \times 9$  se superponen parcialmente. El marco (3) tiene forma de cruz no de cuadrado.

30 Figura 4.- Vista frontal de una cuadrícula de tablero aumentada (1) de la variante de Sudoku Samurái 5 tableros clásicos de  $9 \times 9$  se superponen parcialmente. De nuevo, el marco (3) tiene una forma diferente a la de un cuadrado.

Figura 5.- Vista frontal de un tablero de Banzu con 10x10 casillas que puede encontrarse entre las páginas de una revista o periódico. En la parte superior se muestra un ejemplo del estado del arte (a), mientras que en la parte inferior (b) se ve cómo cambia al integrarse en una cuadrícula de tablero aumentada (1), se ha añadido un marco (3) que facilita el reconocimiento automático del tablero y la posición de las celdas grises (2), para interpretar el tablero como si fuese una marca fiduciaria en el que las zonas grises conforman un código que puede asociarse con la solución del juego. En este caso no se ha codificado un código especial, sino que la disposición de los elementos en el tablero forma el identificador.

10 Figura 6.- Vista frontal de la cuadrícula de tablero aumentada (1) correspondiente al acertijo de Banzu de la figura 5 en el que se ha superpuesto el trazado de la solución. El intrincado recorrido hace que el jugador tenga que fijarse en una buena parte de la solución si quiere encontrar la zona en la que se haya podido quedar atascado o un posible error, por lo que al consultar este tipo de soluciones (que se suelen situar al final del libro o revista) muchas veces se pierde el interés por el acertijo pues queda expuesta una parte demasiado grande.

Figura 7.- Representación de un usuario utilizando una aplicación de realidad aumentada (1) que hace uso de la cuadrícula de tablero aumentada correspondiente al acertijo de Banzu de la figura 5, para consultar una parte del trazado, quedando el resto oculta.

20 Figura 8.- Vista frontal de una cuadrícula de tablero aumentada (1) de un ejemplo de juego de Hitori en el que las celdas que codifican la información (2) del identificador de la marca fiduciaria se han dispuesto alrededor del tablero original. Además, la cuadrícula está rodeada por dos marcos (3) uno interior y otro exterior, para delimitar ambas zonas tanto al algoritmo que ha de hacer el reconocimiento como al jugador que trata de resolver el acertijo numérico.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

En la figura 2 se muestra un ejemplo de realización preferente de la cuadrícula de tablero aumentada (1) para la variante del Dodeka sudoku, en la que se tiene una rejilla de 12x12 celdas cuadradas con 12 regiones de 4x3 en las que se aplican las mismas reglas que en el sudoku: se deben rellenar todas las celdas sin repetir los símbolos (en este caso 12) en filas, columnas o regiones.

La realización es muy sencilla. Simplemente se ha modificado el color de un subconjunto de celdas (2) dispersas de modo que tengan un nivel de luminancia menor. Para que puedan ser distinguidas en condiciones de iluminación adversas es preferible que la diferencia de la componente de luminancia y resto de celdas sea de al menos un 60%.

- 5 La disposición espacial de dichas celdas conforma un código que puede ser interpretado por un programa informático a partir de la imagen en perspectiva captada por una cámara (de forma semejante a como se ilustra en la figura 7). Dicho código debe ser único para cada posible tablero de juego e invariante a rotaciones de 90, 180 y 270 grados.

Además se ha añadido un marco (3) para facilitar su detección y reconocimiento.

- 10 En la figura 8 se muestra un ejemplo de realización preferente alternativa en la que el código se sitúa alrededor de un tablero de Hitori, que está delimitado por dos marcos (3), uno interior y otro exterior, para facilitar también la detección y reconocimiento del patrón.

Una vez descrita suficientemente la naturaleza del presente invento, así como un ejemplo de realización preferente, solamente queda por añadir que dicha invención puede sufrir

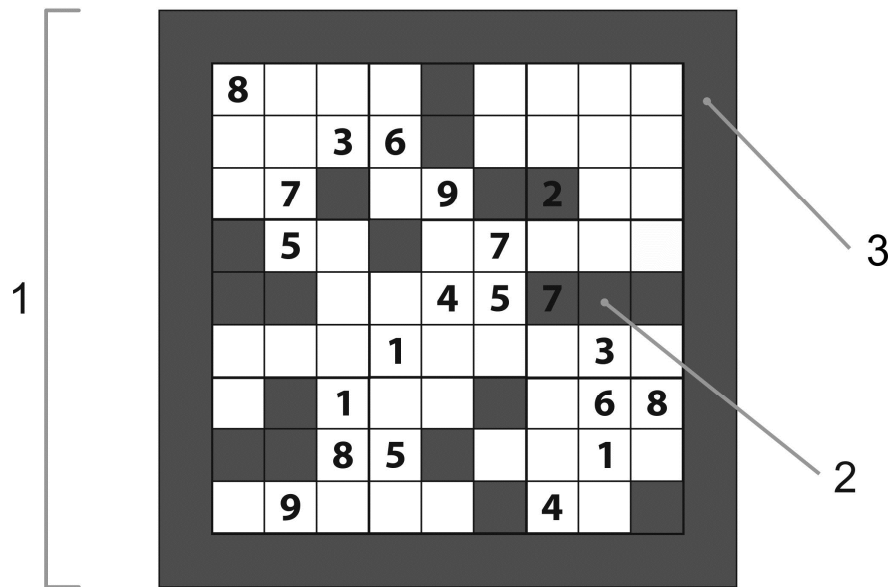
- 15 ciertas variaciones en forma y materiales, siempre y cuando dichas alteraciones no varíen sustancialmente las características que se reivindican a continuación.

**REIVINDICACIONES**

1. Cuadrícula de tablero regular de un acertijo numérico o lógico compuesto por celdas cuadradas, con los símbolos que sirven de pista inicial para resolverlo **caracterizada** porque comprende una pluralidad de celdas (2) que están coloreadas con tonos con una diferencia en la componente de luminancia superior al 60%, y cuya disposición espacial forma un código invariante a rotaciones de 90, 180 y 270 grados.
- 5 2. Cuadrícula de tablero, según la reivindicación anterior, **caracterizada** porque la zona de juego está rodeada por un marco (3) cuyo grosor coincide con la longitud del lado de las celdas cuadradas que componen el tablero.
- 10 3. Cuadrícula de tablero, según la reivindicación anterior, **caracterizada** porque las celdas (2) coloreadas están dispuestas alrededor de la zona de juego en lugar de en su interior y el anillo que forman está rodeado por un marco (3) adicional.

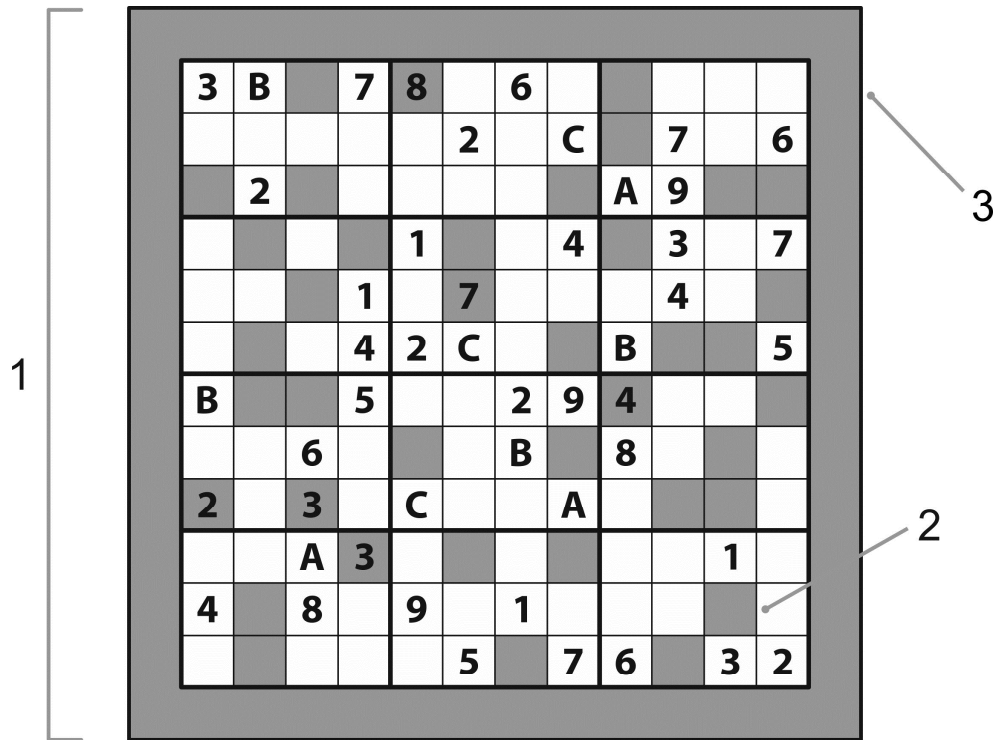
8								
		3	6					
	7			9		2		
	5				7			
				4	5	7		
			1				3	
		1					6	8
		8	5				1	
	9					4		

(a)



(b)

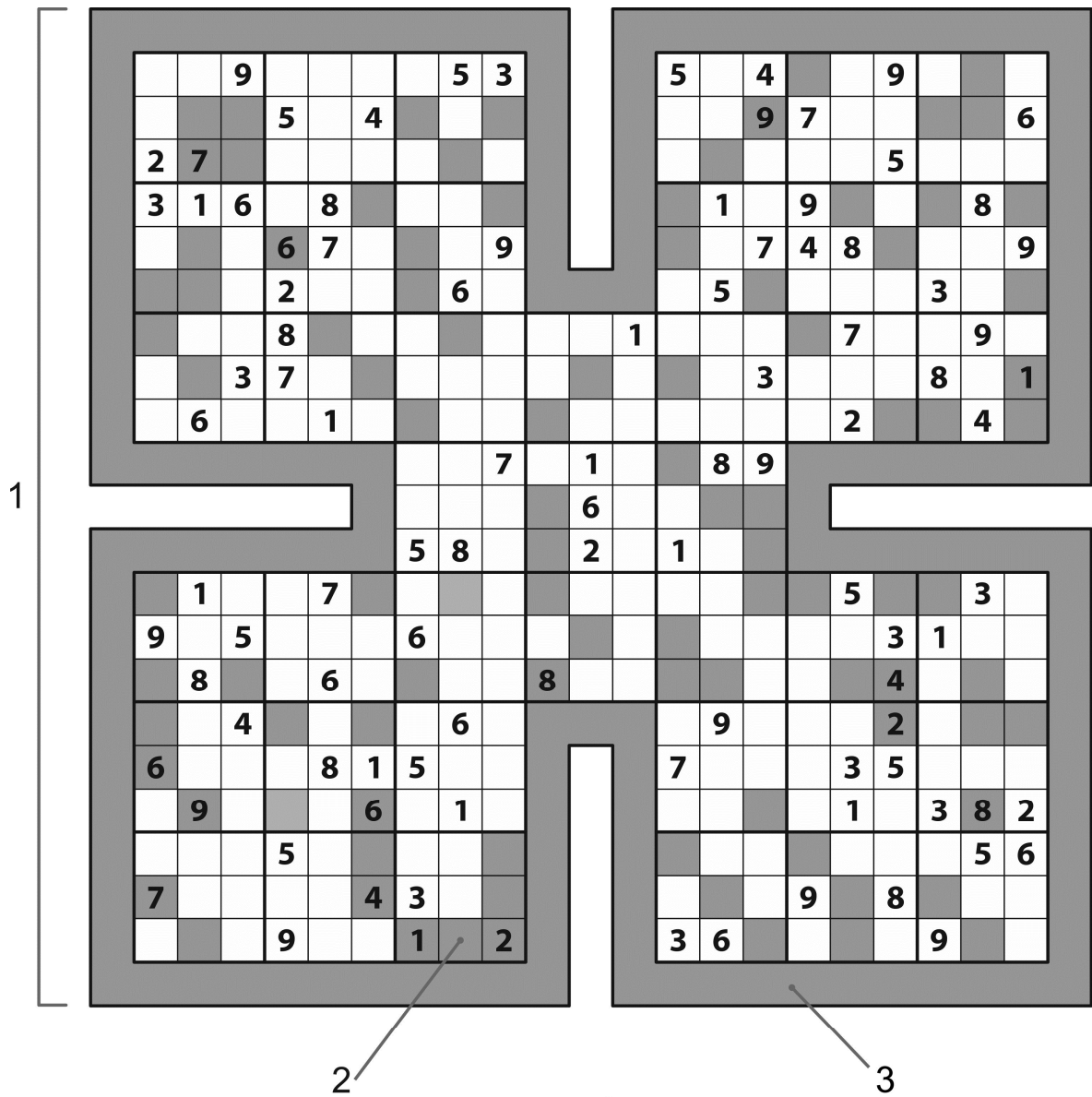
**FIG. 1**



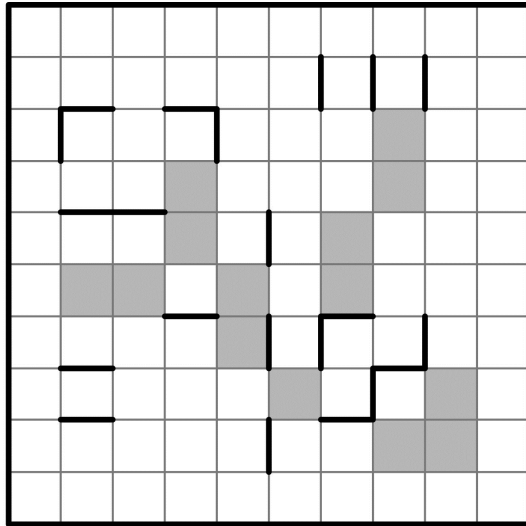
**FIG. 2**



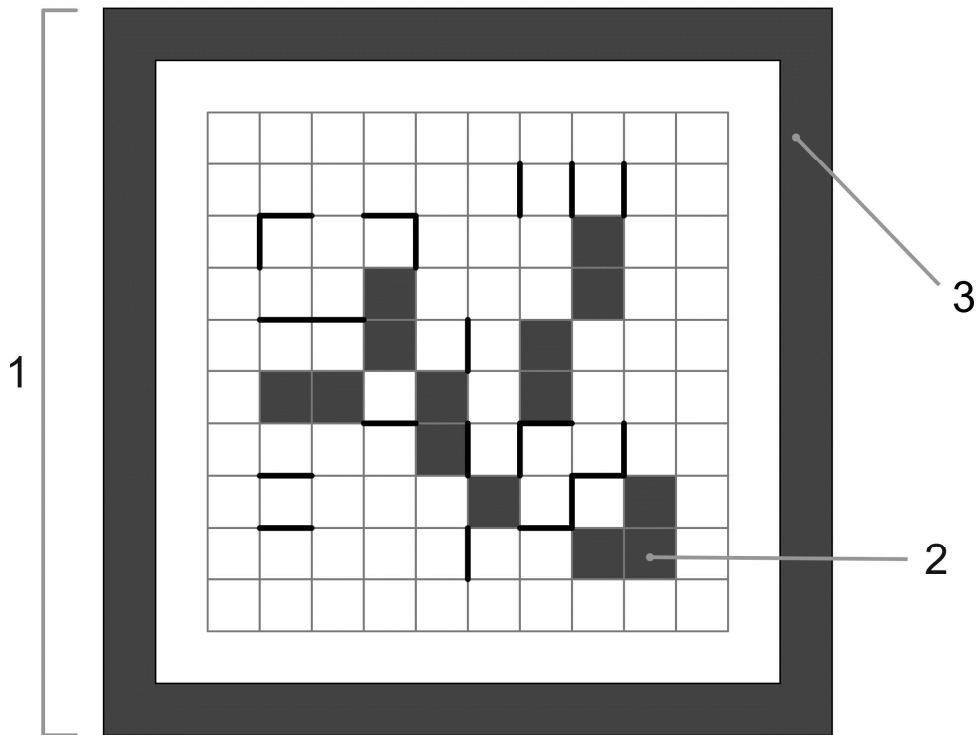




**FIG. 4**

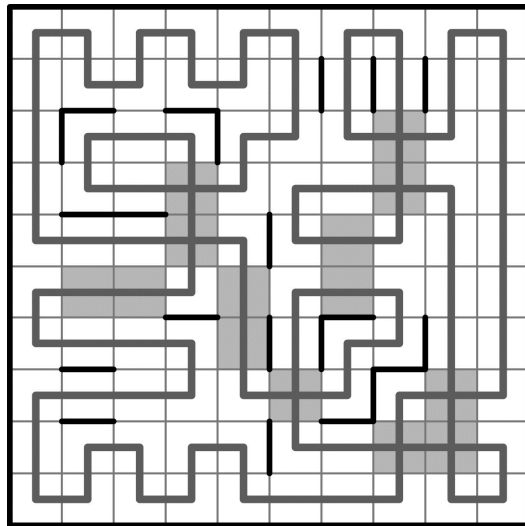


(a)

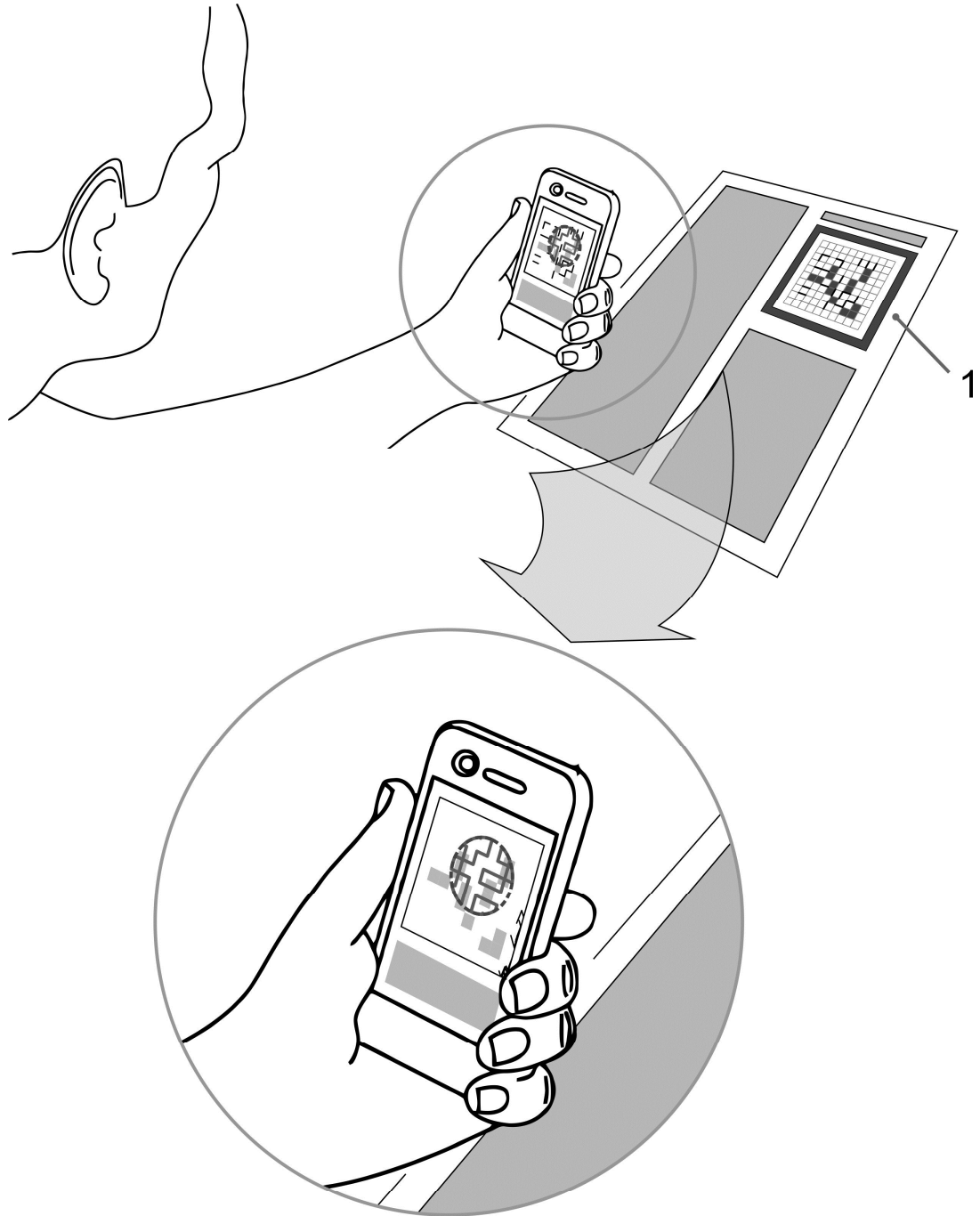


(b)

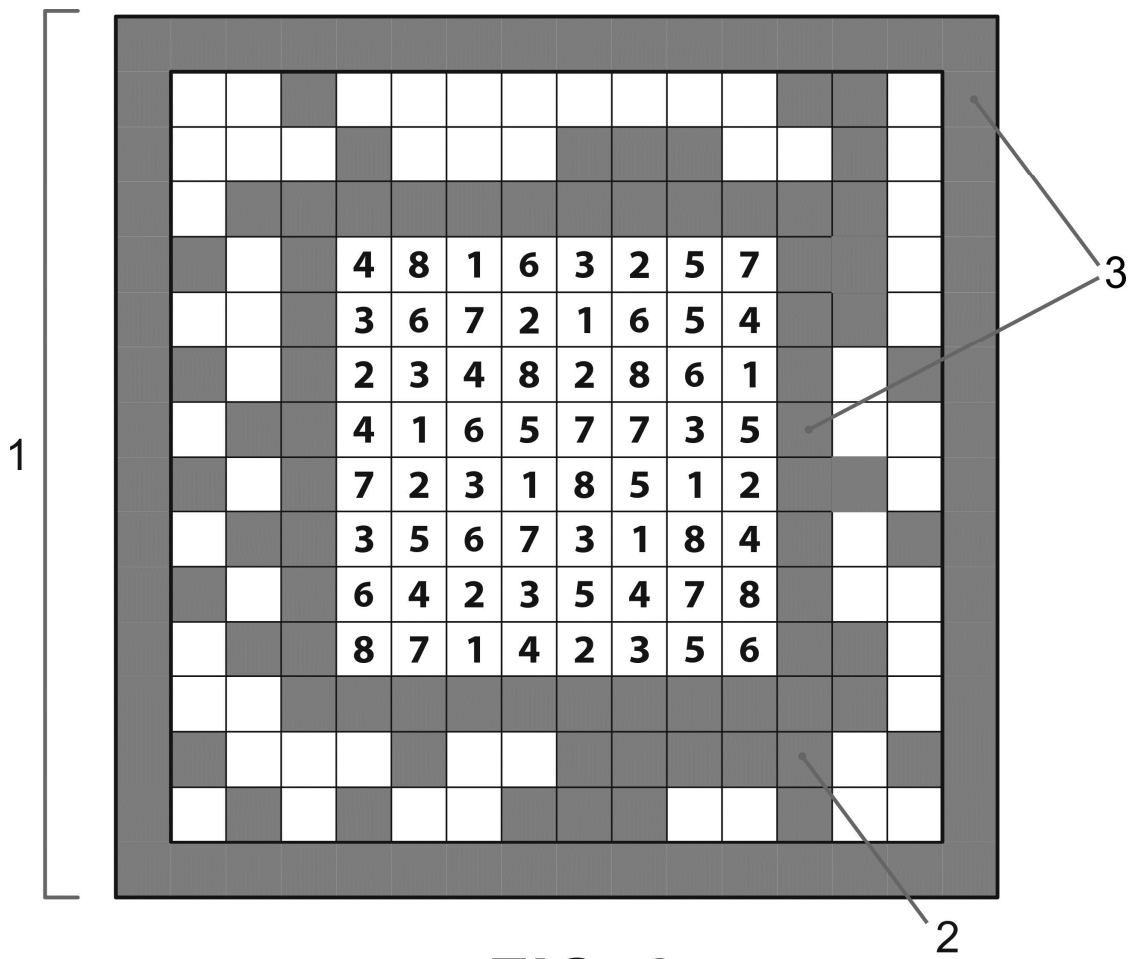
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**