

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 238**

51 Int. Cl.:

G01B 11/24 (2006.01)

A22B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2014** **PCT/DE2014/000225**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014** **WO2014177131**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2014** **E 14730731 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2992295**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para clasificar un producto alimentario de estructura natural o irregular**

30 Prioridad:

03.05.2013 DE 102013007531
03.05.2013 DE 202013004094 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2017

73 Titular/es:

CSB-SYSTEM AG (100.0%)
An Fuerthenrode 9-15
52511 Geilenkirchen, DE

72 Inventor/es:

SCHIMITZEK, PETER

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 621 238 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

Dispositivo y procedimiento para clasificar un producto alimentario de estructura natural o irregular

- 5 La invención se refiere a un dispositivo así como procedimiento, en particular, para la clasificación automática de un producto alimentario mediante reconocimiento de imágenes.

En el estado de la técnica ya se conoce clasificar manualmente, en particular, cuerpos de animales de matanza, haciendo pasar el producto alimentario, por ejemplo, sobre un dispositivo transportador por un punto de trabajo, también llamado punto de identificación en el que lo clasifica visualmente el trabajador responsable en base a sus características. Para ello, se conocen también dispositivos que tienen una base de datos con distintas imágenes de productos alimentarios y un dispositivo de entrada de datos mediante los que un trabajador puede clasificar los productos alimentarios o el cuerpo del animal de matanza respectivo en base a las imágenes.

- 15 La clasificación manual de productos alimentarios tiene, en particular, el inconveniente de que, por un lado, es altamente costoso acondicionar dicho punto de trabajo y por otro lado la clasificación manual supone un gasto de tiempo necesario asociado a la velocidad de percepción y de reacción de una persona. El aumento de la tasa de procesamiento del producto alimentario o del cuerpo del animal de matanza a su paso por el punto de identificación queda por tanto limitado. Además con un aumento de la tasa de procesamiento aumentaría simultáneamente el riesgo de clasificaciones incorrectas por errores humanos.

Por otra parte, en el estado de la técnica se conocen ya soluciones que permiten una clasificación automática de mercancías mediante elementos identificativos.

- 25 Dichos elementos identificativos pueden ser, por ejemplo, códigos de barras o chips RFID colocados en los productos a clasificar. En este contexto existe el inconveniente, en particular, de que como muy tarde antes del paso por el punto de identificación hay que hacer una clasificación cuyo resultado constituya la base de la descripción del elemento identificativo. Otro inconveniente es el consumo de recursos adicional de preparación y colocación del elemento identificativo.

30 Otros dispositivos conocidos permiten además una clasificación automática, en particular, de productos industriales mediante captación de imágenes del producto respectivo y la extracción de características del producto concretas a partir de la imagen captada. Estos dispositivos, sin embargo, sólo se pueden utilizar con fiabilidad para productos industriales con características definidas y constantes, por ejemplo, dimensiones, colores y calidades superficiales.

- 35 Un procedimiento para la valoración de cuerpos de animales de matanza basado en componentes de los tejidos seleccionados se conoce por el documento de patente Alemania DE 4408604 A1. En él se hace una captación de una imagen del cuerpo del animal de matanza a valorar con un fondo azul y una digitalización y almacenamiento subsiguientes de las imágenes captadas en un ordenador. En base a clasificaciones de colores predeterminadas y a valores de color frecuentes se determinan, por un lado, los contornos externos del cuerpo del animal de matanza y, por otro lado, se asignan puntos de la imagen determinados a los tejidos respectivos. Además, la parte trasera del cuerpo del animal de matanza, para la determinación tridimensional del objeto, se capta ópticamente aplicando un procedimiento de secciones de luz para evaluar así la clase de conformación del cuerpo del animal de matanza.

- 45 Además, en el documento de patente europea EP0730146 A2 se propone un procedimiento para determinar las características de calidad del cuerpo de un animal. Este procedimiento comprende una primera captación de imagen del cuerpo del animal mediante una videocámara irradiándose el cuerpo del animal durante la primera captación de imagen con varias lámparas. A continuación se realiza una segunda captación de imagen sin iluminación del cuerpo del animal y a partir de las diferencias en el modelo RGB de ambos resultados de captación de imágenes se determinan las características de calidad del cuerpo del animal.

Por otra parte, el documento de patente de Estados Unidos US2003/072472 A1 divulga un sistema de valoración de la carne y estimación de rendimiento cárnico o la calidad de la carne, de un animal de matanza. El sistema comprende una cámara fotográfica con un dispositivo de iluminación así como una unidad de evaluación. En base a secciones específicas de la imagen captada del animal de matanza se determinan características relevantes como el contenido de grasa, carne para chuletas, la fracción de carne magra etc. mediante análisis de imágenes. El objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo y un procedimiento que permita, en particular, una clasificación autónoma de un producto alimentario con seguridad y una alta tasa de reconocimiento y a la vez también una alta tasa de procesamiento del producto. El objetivo se consigue con un dispositivo con las características indicadas en

la reivindicación 1 y con un procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 8. Los perfeccionamientos preferidos se indican en las reivindicaciones dependientes respectivas. Un dispositivo de acuerdo con la invención para clasificación de un producto alimentario de estructura natural o irregular se aplica, en particular, en el llamado punto de identificación, por ejemplo, como parte de un recorrido de procesamiento, en un matadero con el objetivo de clasificar el producto alimentario y asignarle un número artículo o identificación concretos.

Por producto alimentario de estructura irregular o natural, en lo que sigue abreviadamente producto alimentario, se entenderá en el sentido de la solución técnica de acuerdo con la invención lo siguiente: los productos alimentarios de estructura natural son cuerpos de animales de matanza, que pueden ser cuerpos enteros del animal de matanza o partes del mismo, por ejemplo, mitades de cerdo, jamones etc. y vegetales enteros o partes de ellos, por ejemplo, coliflores, patatas, zanahorias cortadas etc. así como productos combinados, por ejemplo, pizza o productos preparados en un plato. Los productos de estructura irregular deben su morfología al menos en parte también a un procesamiento, por ejemplo, el queso o productos de panadería no yendo aparejada al procesamiento una naturaleza externa predeterminable exacta. En cualquier caso son productos alimentarios que se tienen que detectar por su naturaleza y no por su envase.

El dispositivo muestra una unidad de captación de imágenes, una unidad de evaluación, una unidad de entrada de datos y una unidad de salida de datos. La unidad de evaluación está conectada a la unidad de captación de imagen, a la unidad de entrada de datos y a la unidad de salida de datos pudiendo ser las conexiones, en función de la aplicación, tanto conexiones alámbricas como inalámbricas.

La unidad de captación de imágenes, por ejemplo, es una cámara fotográfica, pudiendo ser la cámara fotográfica, en función de la aplicación, una cámara a color o una cámara de escala de grises. Alternativamente la unidad de captación de imágenes, en otras variantes de dispositivos de reproducción de imágenes, por ejemplo, puede ser una cámara de profundidad o un tomógrafo computerizado. También resulta posible de acuerdo con la invención que la unidad de captación de imágenes esté constituida por varios dispositivos de reproducción de imágenes diferentes. En este contexto resulta posible, en particular, que la unidad de captación de imágenes, por ejemplo, esté constituida por una cámara fotográfica y una cámara de profundidad.

Mediante la unidad de captación de imágenes se pueden registrar los datos ópticos del producto alimentario, lo que significa que, por ejemplo, si se utiliza una cámara fotográfica, se registran puntos de imagen del producto alimentario.

Con una unidad de captación de imágenes combinada formada por una cámara fotográfica y una cámara de profundidad, en este contexto, se consigue, gracias a la cámara fotográfica, una imagen del producto alimentario con puntos de imagen discretos y adicionalmente gracias a la cámara de profundidad valores de profundidad del producto alimentario, proporcionando la incorporación adicional de los valores de profundidad la ventaja particular de que, en concreto, se puede conseguir delimitar con sencillez el producto alimentario con respecto al dispositivo transportador donde se coloca dicho producto alimentario, por ejemplo, una cinta transportadora. Además, mediante los valores de profundidad proporcionados se pueden registrar formas características del producto alimentario, por ejemplo, el vientre de las mitades de cuerpos de animales de matanza.

Los datos ópticos de acuerdo con la invención se pueden transmitir de la unidad de captación de imágenes a la unidad de evaluación haciéndose la transmisión de los datos ópticos a la unidad de evaluación mediante la conexión correspondiente.

A partir de los datos ópticos transmitidos se pueden extraer gracias a la unidad de evaluación valores de características del producto alimentario. Dichos valores de características son, por ejemplo, valores de color, características de histograma de distintos canales de color, o características de bordes o profundidades del producto alimentario que se pueden identificar gracias a los datos ópticos, al menos con una exactitud suficiente.

Los valores de características extraídos del producto alimentario se pueden combinar además, mediante la unidad de evaluación, en tuplas de valores de características del producto alimentario.

A este respecto resulta posible de acuerdo con la invención que la tupla de valores de características del producto alimentario se complete con otros valores de datos como, por ejemplo, el peso del producto alimentario obtenido mediante una báscula auxiliar previamente o paralelamente a la generación de la tupla.

Además las tuplas de valores de características generadas del producto alimentario se pueden asignar automáticamente a un espacio de tuplas de valores de características haciéndose la asignación de las tuplas de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características basándose en un algoritmo matemático, denominado en lo que sigue algoritmo de clasificación. Un espacio de tuplas de valores de características de acuerdo con la invención se construye mediante un algoritmo matemático adicional, en lo que sigue algoritmo de definición de espacios basándose en una cantidad representativa de tuplas de valores de características. Mediante el algoritmo de definición de espacios y la/s tupla/s de valores de características en las que se basa se definen de acuerdo con la invención las superficies límite del espacio de tuplas de valores de características con respecto a espacios de tuplas de valores de características adicionales correspondiendo cada espacio de tuplas de valores de características a una clase concreta.

El espacio de tuplas de valores de características puede ser un espacio de características multidimensional de dimensión n , en el que los valores de las tuplas de valores de características del producto alimentario se registren como vectores de valores de características o puntos de valores de características de modo que las tuplas de valores de características del producto alimentario dentro del espacio de tuplas de valores de características y del espacio de valores de características multidimensional representen un vector único o un punto único.

Si en un espacio de tuplas de valores de características está registrado un número suficiente de tuplas de valores de características, dentro del espacio de tuplas de valores de características se forman preferiblemente acumulaciones de tuplas de valores de características registradas.

Al espacio de tuplas de características se le puede asignar una clase. La clase asignada se relaciona, en este contexto, por ejemplo, con una división predeterminada definida por el usuario de distintos productos alimentarios en base a su naturaleza pudiéndose asignar cada producto alimentario a clasificar a una clase discreta. La asignación de la clase al espacio de tuplas de valores de características se puede hacer de acuerdo con la invención mediante una unidad de entrada de datos. A través de dicha unidad de entrada de datos el usuario del dispositivo introduce la clase, por ejemplo, una identificación de clase concreta o un número de artículo.

El dispositivo de acuerdo con la invención se caracteriza por que mediante la unidad de evaluación se puede proporcionar una división de los espacios de tuplas de valores de características en un espacio central y un espacio perimetral. El espacio central, de acuerdo con la invención, es aquel en el que hay una más alta probabilidad de asignación automática correcta de la tupla de valores de características de un producto alimentario que en el espacio perimetral.

El espacio central también puede verse como el espacio en el que la densidad de tuplas de valores de características es mayor que en el espacio perimetral, o expresado de otra manera, en el que la distancia de las tuplas de valores de características de dicho espacio a las tuplas de valores de características de otros espacios de tuplas de valores de características resulta relativamente grande.

La división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral se puede fijar, de acuerdo con la invención, mediante un valor umbral de confianza.

El valor umbral de confianza representa un valor fijado de confianza representando el valor de confianza la medida de la fiabilidad del resultado de la asignación automática. El valor de confianza se obtiene aplicando un algoritmo matemático, en lo que sigue también llamado algoritmo de valor de confianza. Un valor de confianza bastante pequeño expresa una probabilidad bastante baja de que sea correcta la asignación automática y viceversa. Un valor de confianza pequeño se corresponde en otras palabras con una tasa de reconocimiento baja y viceversa.

La inclusión del valor de confianza proporcionado y del valor umbral de confianza derivable del mismo sirven, en particular, para evitar asignaciones erróneas automáticas del dispositivo, si es necesario, y simultáneamente conseguir una efectividad lo más alta posible del dispositivo de modo que haya que hacer el mínimo número de correcciones o asignaciones por parte del usuario del dispositivo manualmente.

El valor umbral de confianza indica un valor concreto del valor de confianza, es decir, es una medida de la certidumbre de una asignación automática correcta de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características correspondiente. Un valor umbral de confianza más bajo hace que la probabilidad de corrección de la asignación automática sea menor y viceversa. Con un valor umbral de confianza creciente la certidumbre de una asignación potencialmente correcta de una tupla de valores de características del

producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características correspondiente resulta mayor.

El valor umbral de confianza para la división del espacio de tuplas de valores de características, de acuerdo con la invención, la puede ajustar el usuario utilizando la unidad de entrada de datos.

5

El ajuste del valor umbral de confianza por parte del usuario se puede hacer, por ejemplo, con un cursor de desplazamiento visual o la introducción de un valor numérico concreto. Puesto que el valor umbral de confianza es un valor matemático abstracto que quizá no sea fácil de interpretar para el usuario, el ajuste del valor umbral de confianza en la práctica preferiblemente es implícito, por ejemplo, a través de una representación gráfica de una

10

función de una tasa de reconocimiento con respecto a una tasa de asignación al espacio central eligiéndose el valor umbral de confianza seleccionando un punto de trabajo de la curva de la función.

De acuerdo con la invención mediante la unidad de salida de datos se pueden mostrar tanto la tasa de reconocimiento como la tasa de asignación al espacio central como magnitudes dependientes del valor de confianza

15

y del valor umbral de confianza.

La tasa de reconocimiento indica la probabilidad de un conjunto de asignaciones correctas de tuplas de valores de características al espacio de tuplas de valores de características correspondiente con respecto a la cantidad total de las asignaciones realizadas. A la inversa, la tasa de reconocimiento es una medida de la frecuencia de fallos de la

20

asignación automática; para una tasa de reconocimiento baja la frecuencia de fallos es alta y para una tasa de reconocimiento alta, por contra la frecuencia de fallos es baja.

Por el contrario, la tasa de asignación al espacio central indica el tamaño del espacio central con respecto al espacio de tuplas de valores de características, siendo la cantidad de productos alimentarios que se asignan al espacio

25

central, para una alta tasa de asignación al espacio central, alta en comparación con la cantidad total de asignaciones.

Las asignaciones al espacio central preferiblemente son asignaciones automáticas de tuplas de valores de características que hace el dispositivo. El dispositivo funciona en este caso de forma autónoma en el espacio central.

30

Tanto la tasa de reconocimiento como la tasa de asignación al espacio central son valores pronosticados que se deben determinar y establecer para las asignaciones a realizar en el futuro.

La tasa de reconocimiento y la tasa de asignación al espacio central mantienen una relación inversa de dependencia. La dependencia está diseñada para que con un valor de confianza bajo la tasa de reconocimiento sea

35

baja y, por el contrario, la tasa de asignación al espacio central sea alta y viceversa.

Si el valor umbral de confianza se fija a un valor de confianza bajo el resultado de la asignación automática de tuplas de valores de características a un espacio de tuplas de valores de características ejecutada por el dispositivo habría que considerarla menos fiable puesto que habría una mayor probabilidad de que la cantidad de asignaciones

40

incorrectas de tuplas de valores de características al espacio de tuplas de valores de características fuera bastante alta. Por el contrario, una gran cantidad de asignaciones al espacio central o una tasa de asignaciones al espacio central bastante alta implica que se puede realizar una alta cantidad de asignaciones automáticas, o que solo hace falta hacer una baja cantidad de asignaciones manuales. Esto significa que existe un menor coste y gasto de tiempo en cuanto a asignaciones manuales, en particular, un menor coste de personal.

45

Si, alternativamente el valor umbral de confianza se fija a un valor, por ejemplo, comparativamente alto esto derivaría en una alta tasa de reconocimiento y una baja tasa de asignación al espacio central. Esto significa que la cantidad de las asignaciones realizadas automáticamente por el dispositivo se reduciría, pero el resultado de las asignaciones realizadas automáticamente se consideraría más fiable. Por el contrario, aumenta la cantidad de asignaciones al

50

espacio perimetral que preferiblemente hay que hacer manualmente, por ejemplo, por parte del usuario, lo que aumentaría el consumo de recursos y con ello, por ejemplo, los costes de personal.

El dispositivo permite así de una forma particularmente ventajosa que el usuario del dispositivo pueda ajustar el resultado de la asignación esperable ajustando el valor umbral de confianza según sus valores por defecto

55

personales y que lo pueda optimizar en función de las condiciones concretas. La optimización representa una ponderación entre el grado de calidad de las asignaciones realizadas automáticamente y el consumo de recursos de las asignaciones manuales o las comprobaciones. Una ventaja de la invención es que el dispositivo se puede optimizar y puede funcionar de acuerdo con decisiones empresariales individualizadas relativas a dicho valor.

La presentación de la tasa de reconocimiento y la tasa de asignación al espacio central, por ejemplo, se puede hacer

mediante un gráfico en el que se represente la tasa de reconocimiento como magnitud dependiente de la tasa de asignación al espacio central y viceversa. Complementariamente también resulta posible representar la tasa de reconocimiento y la tasa de asignación al espacio central de modo que el valor umbral de confianza respectivo se fije bien introduciéndolo o seleccionándolo.

5

En cuanto a la división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral, que se puede hacer de acuerdo con la invención, la asignación automática de las tuplas de valores de características del producto alimentario, de acuerdo con la invención, se hace separadamente al espacio central o al espacio perimetral, a uno u otro. Una tupla de valores de características del producto alimentario la asigna así el dispositivo o bien al espacio central o al espacio perimetral. Si se cambia el valor umbral de confianza puede producirse una modificación en la asignación al espacio central o al espacio perimetral.

10

El resultado de la asignación de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características lo puede presentar como resultado de asignación el dispositivo de acuerdo con la invención. La presentación del resultado de la asignación se hace de forma particularmente ventajosa separadamente para las asignaciones al espacio central y las asignaciones al espacio perimetral. La asignación al espacio central en este contexto se denomina asignación a espacio central y la asignación al espacio perimetral se denomina asignación a espacio perimetral. Especialmente en el caso de una asignación al espacio central la presentación del resultado de la asignación se puede hacer indicando la clase a la que se ha asignado, por ejemplo, gráficamente mostrando una imagen almacenada de la clase respectiva o con una identificación o número de artículo concreto.

15

20

En una variante preferida el dispositivo es capaz además de captar, mediante la unidad de captación de imágenes, una identificación que en su caso tuviera el producto alimentario, por ejemplo, leyendo un código de barras. En este caso, de acuerdo con la invención, resultaría posible asignar el producto alimentario captado directamente a su clase correspondiente sin que hubiera que hacer la consideración mencionada relativa al espacio central o al espacio perimetral.

25

Ventajosamente, así resulta posible, gracias a la identificación existente, clasificar productos alimentarios de difícil distinción o imposibles de distinguir visualmente sin que haya que tratarlos por separado logísticamente.

30

Además, en este contexto resulta posible, mediante la asignación indicada de la tupla de valores de características del producto alimentario, hacer una comprobación de si la identificación del producto alimentario mediante el código de barras es correcta o si la identificación es errónea. Dicho a la inversa, de esta manera se puede hacer una comprobación de que el funcionamiento del dispositivo es fiable en base a los resultados de las asignaciones automáticas realizadas.

35

Además, el dispositivo preferiblemente es capaz, en función de los resultados de la asignación, de operar otros dispositivos, por ejemplo, sistemas de clasificación para dirigir los productos alimentarios, por ejemplo, hacia una estación de comprobación en un punto de asignación manual o hacia una estación de embalaje.

40

Otra ventaja es la posibilidad, de acuerdo con la invención, de fijar un valor umbral de confianza específico para cada clase. En este contexto, por ejemplo, para una clase se puede almacenar un valor umbral de confianza específico que se utilice entonces sólo para esa clase. Otras clases tendrán preferiblemente otro valor umbral de confianza. De esta manera, resulta posible poder seleccionar las tasas de detección y de asignación al espacio central para cada clase de forma diferente.

45

Un perfeccionamiento ventajoso del dispositivo de acuerdo con la invención supone la utilización de dichos valores específicos, para que mediante una asignación al espacio central, se pueda ofrecer una clasificación automática. En función de los valores umbrales de confianza seleccionados respectivos se clasifica automáticamente la tupla de valores de características del producto alimentario, y en consecuencia dicho producto alimentario también, en la medida en que se haya asignado a un espacio central del espacio de tuplas de valores de características, sin que haya que realizar una asignación manual.

50

El perfeccionamiento indicado, en particular, tiene la ventaja de que las tuplas de valores de características que se pueden asignar al espacio central del espacio de tuplas de valores de características las puede clasificar automáticamente el dispositivo y, en función del valor umbral de confianza seleccionado, con una tasa de reconocimiento pronosticada. Así, no hace falta un consumo de recursos adicional para la comprobación manual de los resultados de la asignación.

55

Además, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención, si la asignación se hace al espacio perimetral se pueda mostrar que la clasificación no resulta realizable o que no resulta fiable. Si la asignación es al espacio perimetral el dispositivo muestra datos adicionales, preferiblemente presenta información al usuario cuyo contenido se puede
5 predeterminar. Por ejemplo, se puede presentar información de que se puede realizar una clasificación del producto alimentario o de que no se puede realizar dicha clasificación. En este caso se realizaría entonces una clasificación manual. En otras variantes se presentaría la información de que la clasificación del producto alimentario podría ser errónea. En esta variante el resultado de la clasificación lo puede comprobar el usuario. La presentación de datos adicionales se puede hacer alternativamente o acumulativamente también mediante una orden de control de
10 continuación de proceso. Así, resulta posible, por ejemplo, impedir una clasificación automática y forzar una asignación manual. En otro ejemplo, la clasificación automática puede habilitarse pero el producto alimentario se dirige hacia una cinta transportadora separada para su control a posteriori.

Este perfeccionamiento proporciona, en particular, la ventaja técnica de que las asignaciones con una tasa de
15 reconocimiento baja y los procesos de asignación de la misma con una alta probabilidad de asignación errónea del producto alimentario los puede detectar a tiempo el usuario del dispositivo y evitarlos o que se fuerce una asignación manual que aunque suponga un consumo de recursos adicional elimine prácticamente todos los resultados erróneos.

20 En una variante ventajosa en función del criterio fijado por el usuario se puede presentar de forma diferente las asignaciones a espacios perimetrales en función de la clase específica. Por ejemplo, que para una primera clase se muestre que la clasificación en el espacio perimetral no se puede realizar y, en cambio, para una segunda clase se muestre que la clasificación no se puede realizar con fiabilidad aunque sí que se haya hecho.

25 En otra configuración ventajosa de la invención la asignación automática de las tuplas de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características la puede supervisar y corregir el usuario.

El usuario, en este contexto puede supervisar, por ejemplo, todo el proceso de asignación pudiendo el usuario comprobar y opcionalmente corregir un resultado de asignación tanto si la salida de datos es de asignación al
30 espacio central como si la salida de datos es de asignación al espacio perimetral.

En este contexto, también resulta posible, por ejemplo, que el dispositivo funcione en el modo de comprobación y entrenamiento, así denominado. El modo de comprobación o modo de entrenamiento es un proceso en el que, por
ejemplo, el dispositivo realiza una asignación automática en paralelo con una asignación manual del usuario. El
35 dispositivo, si bien realiza en este caso una asignación automática a un producto alimentario en tiempo real el resultado de dicha asignación lo puede comprobar el usuario en tiempo real de modo que cuando se reconoce una clasificación como errónea o se señala una clasificación como no realizable, el usuario puede intervenir en el proceso de asignación para realizar una asignación correcta de las tuplas de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características y así conseguir una clasificación correcta del producto
40 alimentario. El resultado de la clasificación manual se puede realimentar a su vez al dispositivo para entrenarlo.

En el marco de dicho modo de comprobación o de entrenamiento de acuerdo con la invención resulta además posible que el dispositivo, con la unidad de captación de imágenes solo capte los datos ópticos del producto alimentario y a partir de ellos genere la tupla de valores de características del producto alimentario. La asignación
45 subsiguiente de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características correspondiente lo realiza entonces el usuario y el resultado de la asignación correcta se le realimenta a continuación al dispositivo. En sentido figurado, hay entonces un aprendizaje del dispositivo.

Además, con la configuración indicada de forma particularmente ventajosa resulta posible que el usuario del
50 dispositivo pueda realizar una supervisión a posteriori y en su caso una corrección de los resultados de asignación, por ejemplo, en un modo de comprobación o de revisión. En función de los resultados de la asignación se pueden corregir entonces asignaciones erróneas más adelante en el proceso y los resultados de asignación corregidos se pueden realimentar al dispositivo.

55 Dicho modo de revisión puede preverse, por ejemplo, para el final de cada turno de trabajo comprobando los resultados de asignación el usuario mediante muestreo aleatorio o exhaustivamente y, cuando sea necesario, corrigiéndolos.

En cualquier caso los resultados de asignación corregidos, después de su realimentación al dispositivo, se

incorporan, mediante el algoritmo de definición de espacios, a la definición del espacio de tuplas de valores de características respectivo y así se sigue entrenando el dispositivo.

Además, preferiblemente al final del modo de revisión se puede mostrar un resumen de las asignaciones erróneas o declaradas como no realizables automáticamente de modo que el usuario del dispositivo pueda decidir si el resultado global de las asignaciones automáticas, y en consecuencia la efectividad del dispositivo, resulta suficiente o si es necesario, en su caso, refinamiento adicional mediante más entrenamiento.

En un perfeccionamiento particularmente ventajoso de la invención cuando existan varios resultados de asignación de diferentes productos alimentarios se pueden presentar los resultados de asignación ordenadamente en función del valor de confianza.

Dicha presentación se hace, por ejemplo, en forma de tabla en la que los resultados de la asignación se ordenen según un valor de confianza creciente.

De esta manera, en particular, para la comprobación de los resultados de la asignación en el marco del modo de revisión resulta posible de forma particularmente ventajosa que para la supervisión primero se indiquen los resultados de asignación con un valor de confianza bajo y a continuación los resultados de asignación con un valor de confianza alto. Así, al usuario del dispositivo, en el marco del modo de revisión, le resulta posible primero confirmar los resultados de asignación menos fiables y a continuación los resultados de asignación más fiables de modo que, por ejemplo, el modo de revisión se pueda interrumpir después de que se alcance un límite fijado de fiabilidad en los resultados de la asignación porque después de este instante, con una alta probabilidad, sólo hay resultados de asignación correctos.

Los perfeccionamientos indicados ofrecen así, en particular, la ventaja técnica de que el consumo de recursos adicional necesario y los costes de personal adicionales eventuales de comprobación de los resultados de asignación se pueden reducir.

Otra ventaja es que se puede determinar con fiabilidad para qué valor de confianza se consigue qué tasa de reconocimiento y derivar de ello con qué valor umbral de confianza puede funcionar el dispositivo de forma óptima.

Los datos ópticos captados así como los resultados de asignación asociados respectivos se pueden archivar en una variante ventajosa de la invención. Gracias al archivado resulta posible, ventajosamente, en particular, que los datos ópticos se puedan reconstruir luego con resultados de asignación asociados y en particular el ajuste respectivo del valor umbral de confianza. Adicionalmente se pueden archivar otros datos como, por ejemplo, el valor umbral de confianza ajustado, asociados a ellos también. De esta manera el operario del dispositivo puede demostrar que ha hecho funcionar el dispositivo con los valores umbrales de confianza adecuados para defenderse, por ejemplo, en caso de reclamaciones relativas a indemnizaciones por daños y perjuicios por uso del aparato de forma temeraria.

El archivado de los datos ópticos junto a los resultados de asignación asociados se hace, por ejemplo, en una memoria de datos de la unidad de evaluación en sí o en una memoria de datos externa.

En otro perfeccionamiento particularmente ventajoso del dispositivo de acuerdo con la invención gracias a la unidad de captación de imágenes se puede captar el producto alimentario en forma de datos ópticos detectables en un sistema transportador y facilitar el resultado de la asignación respectivo en tiempo real. Gracias al resultado de la asignación se pueden controlar subsiguientemente unidades externas.

Las unidades externas son, por ejemplo, unidades de clasificación que, basándose en los resultados de asignación y utilizando como unidad de control la unidad de evaluación, pueden realizar una clasificación del producto alimentario, en particular, en clases o, por ejemplo, en producto con asignación automática, sin asignación o con asignación no fiable respectivamente. Además, las unidades externas, por ejemplo, pueden ser unidades de embalaje que embalen el producto alimentario según su asignación a una clase de acuerdo con el resultado de la asignación como correspondiente.

Un procedimiento de acuerdo con la invención para la clasificación de un producto alimentario de estructura natural o irregular lo realiza un dispositivo que tiene una unidad de captación de imágenes, una unidad de evaluación, una unidad de entrada de datos y una unidad de salida de datos, estando conectada la unidad de evaluación a la unidad de captación de imágenes, a la unidad de entrada de datos y a la unidad de salida de datos. El procedimiento de acuerdo con la invención comprende los siguientes pasos:

- a) captación del producto alimentario en forma de datos ópticos con la unidad de captación de imágenes
- b) transmisión de los datos ópticos a la unidad de evaluación
- c) extracción de los valores de características del producto alimentario a partir de los datos ópticos con a la unidad de evaluación
- 5 d) combinación de los valores de características del producto alimentario en una tupla de valores de características del producto alimentario con la unidad de evaluación
- e) asignación de una clase a un espacio de tuplas de características con la unidad de entrada de datos definiéndose el espacio de tuplas de características a partir de una o varias tuplas de valores de características
- f) división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral
- 10 introduciendo un valor umbral de confianza y determinándose un tamaño del espacio central ajustando el usuario el valor umbral de confianza con la unidad de entrada de datos
- g) presentación de una tasa de reconocimiento y una tasa de asignación al espacio central como magnitudes dependientes del valor umbral de confianza con la unidad de salida de datos
- h) asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de
- 15 valores de características haciéndose la asignación al espacio central o al espacio perimetral
- i) presentación del resultado de la asignación de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características como resultado de asignación, indicando la clase asignada por la unidad de salida de datos, haciéndose la presentación del resultado de la asignación, si es una asignación al espacio central, como asignación a espacio central o si es una asignación al espacio perimetral como asignación a
- 20 espacio perimetral.

En el primer paso del procedimiento a) la captación del producto alimentario en forma de datos ópticos la realiza la unidad de captación de imágenes. La unidad de captación de imágenes, por ejemplo, es una cámara fotográfica, una cámara a color o de escala de grises. Mediante la unidad de captación de imágenes se capta el producto

25 alimentario en forma de datos ópticos. Esto significa, por ejemplo, que utilizando una cámara fotográfica se capten puntos de imagen discretos del producto alimentario. Los datos ópticos captados del producto alimentario resultan además transmisibles por la unidad de captación de imágenes.

En el paso de procedimiento siguiente b) se realiza la transmisión de los datos ópticos de la unidad de captación de

30 imágenes a la unidad de evaluación mediante la conexión correspondiente.

La unidad de evaluación, en el paso de procedimiento c), hace la extracción de los valores de características del producto alimentario a partir de los datos ópticos transmitidos. Los valores de características extraídos son, por ejemplo, valores de color, características de histogramas de varios canales de colores diferentes o las características

35 de bordes y profundidades del producto alimentario, dimensiones etc. que se pueden identificar, al menos con suficiente exactitud, a partir de los datos ópticos.

En el paso de procedimiento d) la unidad de evaluación, a continuación, combina los valores de características del producto alimentario generando una tupla de valores de características del producto alimentario.

40

Al hacer la combinación resulta posible de acuerdo con la invención completar la tupla de valores de características del producto alimentario con otros valores de datos, por ejemplo, el peso del producto alimentario obtenido mediante una báscula auxiliar antes o en paralelo con la realización de la combinación.

Además en el paso de procedimiento e), con la unidad de entrada de datos, se asigna un espacio de tuplas de valores de características a una clase. La clase, la introduce el usuario del dispositivo, por ejemplo, una denominación de clase concreta o un número de artículo, utilizando la unidad de entrada de datos. Inherentemente es una asignación de una identificación para el espacio de tuplas de valores de características respectivo.

El espacio de tuplas de valores de características lo genera un algoritmo matemático, en lo que sigue denominado algoritmo de definición de espacios, a partir de una cantidad representativa de tuplas de valores de características habiéndose definido mediante el algoritmo de definición de espacios y la/s tupla/s de valores de características de partida las superficies límites de los espacios de tuplas de valores de características, en particular, con respecto a otros espacios de tuplas de valores de características también. En este contexto la cantidad representativa puede

50 ser una tupla de valores de características representativa o una pluralidad de tuplas de valores de características representativo.

55

El espacio de tuplas de valores de características puede ser un espacio de características multidimensional, de dimensión n, por ejemplo, en el que se incluya la tupla de valores de características del producto alimentario, por

ejemplo, en forma de vector de valores de características o de punto de valores de características de modo que la tupla de valores de características del producto alimentario en el espacio de tuplas de valores de características, por ejemplo, represente un vector o un punto único.

- 5 En el paso de procedimiento f) se hace una división del espacio de tuplas de características en un espacio central y en un espacio perimetral. La división se hace introduciendo el valor umbral de confianza determinándose mediante el ajuste del usuario del valor umbral de confianza el tamaño del espacio central. El espacio central, de acuerdo con la invención, está definido de modo que exista una mayor probabilidad de asignación automática correcta de la tupla de valores de características del producto alimentario que en el espacio perimetral.

10

El fundamento del valor umbral de confianza lo constituye de acuerdo con la invención un valor de confianza fijado previamente que representa una medida de la fiabilidad del resultado de la asignación automática. El valor de confianza en este contexto también se obtiene de un algoritmo matemático, en lo que sigue denominado también algoritmo de valor de confianza. El valor umbral de confianza representa de acuerdo con la invención un valor

- 15 concreto de confianza que puede ajustar el usuario.

Con la unidad de entrada de datos en el paso de procedimiento g) se presenta una tasa de reconocimiento y una tasa de asignación al espacio central como magnitudes dependientes del valor umbral de confianza. La tasa de reconocimiento indica la cantidad de asignaciones correctas de tuplas de valores de características al espacio de tuplas de valores de características correspondiente con respecto a la cantidad total de asignaciones hechas. Por

20

contra, la tasa de asignación al espacio central indica el tamaño del espacio central con respecto al espacio de tuplas de valores de características realizándose para una alta tasa de asignación al espacio central una alta cantidad de asignaciones automáticas de tuplas de valores de características por parte del dispositivo.

- 25 La presentación de la tasa de reconocimiento y de la tasa de asignación al espacio central puede hacerse, por ejemplo, utilizando gráficos en los que el valor umbral de confianza respectivo esté almacenado pudiéndose introducir o seleccionar, por ejemplo, moviendo un cursor de desplazamiento o con un punto de datos posicionable.

En el paso de procedimiento h) se hace finalmente una asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características. La asignación de acuerdo con la invención se hace separadamente al espacio central y al espacio perimetral de modo que la tupla de valores de características del producto alimentario se asigna al espacio central o al espacio perimetral. La asignación se basa en un algoritmo matemático, en lo que sigue denominado algoritmo de clasificación que es el proceso de clasificación en sentido más estricto.

35

Finalmente, en el paso de procedimiento i) se presenta el resultado de la asignación de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características como resultado de la asignación. La presentación del resultado de la asignación se hace separadamente para el espacio central, denominada asignación a espacio central y para el espacio perimetral, denominada asignación a espacio perimetral.

40

Por presentación separada, se puede entender también que al resultado de la asignación se añade a una información adicional de si se trata de una asignación al espacio central o al espacio perimetral. Especialmente en el caso de una asignación al espacio central la presentación del resultado de la asignación se hace indicando la clase asignada, por ejemplo, gráficamente con una imagen almacenada de la clase respectiva o mediante una denominación de artículo o número de artículo concretos.

45

La secuencia de pasos de procedimiento de acuerdo con la invención sólo es fija en la medida en que dentro del grupo de pasos de procedimiento a) a d) los pasos de procedimiento se tienen que hacer sucesivamente y que los pasos de procedimiento h) e i) se tienen que realizar después de los demás. Por lo demás, la secuencia no está prefijada.

50

En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, en una asignación al espacio central de la tupla de valores de características del producto alimentario por parte de la unidad de evaluación del dispositivo la clasificación del producto alimentario es automática.

- 55 Además, en otra variante ventajosa del procedimiento, gracias a la unidad de evaluación del dispositivo para una asignación de la tupla valores de características del producto alimentario al espacio perimetral se indica que la clasificación no se puede hacer o que no es fiable. En este caso se transmite la información correspondiente de la unidad de evaluación a la unidad de salida de datos y gracias a la unidad de salida de datos se visualiza de modo que el usuario del dispositivo, en su caso, compruebe o se le informe de que la clasificación en este caso no la ha

podido hacer el dispositivo.

En otro perfeccionamiento particularmente ventajoso del procedimiento después del paso i) se realiza un paso adicional j).

5

En el paso j) se realiza de acuerdo con la invención una supervisión y opcionalmente una corrección del usuario de la asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características

- 10 El usuario del dispositivo, por ejemplo, puede revisar el proceso de asignación entero en tiempo real o, en el marco de un postprocesamiento, por ejemplo, durante el modo de comprobación o de revisión, pudiendo corregir dicho usuario un resultado de asignación, en particular, tanto si el resultado de la asignación se presenta como una asignación al espacio central como si se presenta como una asignación al espacio perimetral. El resultado corregido lo puede realimentar el usuario con la unidad de entrada de datos a la unidad de evaluación del dispositivo, y así, en
15 fin, entrenarla.

Además en otra variante ventajosa del procedimiento si existen resultados de asignación de varios productos alimentarios diferentes, los resultados de la asignación se puedan presentar ordenadamente en función de un valor de confianza. La presentación de los resultados de asignación se hace, por ejemplo, mediante una tabla en la que
20 los resultados de asignación estén ordenados según valores de confianza crecientes. La ventaja de este perfeccionamiento del procedimiento consiste sobre todo en que se puede obtener información fiable sobre las tasas de reconocimiento y las tasas de asignación al espacio central en función del valor de confianza y basándose en ella se puede hacer la optimización de la ejecución del procedimiento ajustando los valores umbrales de confianza.

- 25 En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento se puede realizar un paso adicional k).

El paso k) preferiblemente se realiza después del paso i) o j) y de acuerdo con la invención consiste en archivar los datos ópticos y los resultados de la asignación asociados.

- 30 El archivado de los datos ópticos y del resultado de asignación asociado se hace, por ejemplo, en una unidad de memoria de la unidad de evaluación o en una unidad de memoria externa que esté conectada a la unidad de evaluación.

La invención se explicará más detalladamente en lo que sigue en base a ejemplos de realización de un dispositivo
35 de clasificación de cuerpos de animales de matanza refiriéndose a las figuras, representando:

- la figura 1 un esquema de una cámara fotográfica
- la figura 2 un esquema de una cámara fotográfica y de profundidad
- la figura 3 una gráfica de una tasa de asignación a espacio central y tasa de reconocimiento en función del valor de
40 confianza
- la figura 4 una gráfica de la tasa de reconocimiento en función de la tasa de asignación al espacio central

Un dispositivo de acuerdo con la invención para la clasificación de un producto alimentario 1, un cuerpo de un animal de matanza, en el ejemplo de realización mostrado es un elemento de un punto de identificación así llamado. El
45 punto de identificación en este contexto es una estación en la que se obtienen los datos del producto alimentario 1, haciéndolos accesibles para el procesamiento subsiguiente del producto alimentario 1. Así en el punto de identificación hay otros elementos de control asociados a aquel para operar otros sistemas de distribución o de postprocesamiento del producto alimentario 1.

- 50 El dispositivo de clasificación del producto alimentario 1 tiene, de acuerdo con la invención, una unidad de captación de imágenes 2, una unidad de evaluación 3, una unidad de entrada de datos 4 y una unidad de salida datos 5. La unidad de evaluación 3 está conectada a la unidad de captación de imágenes 2, a la unidad de entrada de datos 4 y a la unidad de salida de datos 5. Además, la unidad de captación de imágenes 2 de la figura 1 puede ser una cámara fotográfica 2.1, una cámara a color en este caso con un espacio de captación 7. La unidad de entrada de
55 datos 4 y la unidad de salida de datos 5 son pantallas y forman una unidad.

Mediante la unidad de captación de imágenes 2 se pueden captar los datos ópticos del producto alimentario 1. En la presente realización de la figura 1 los datos ópticos representan puntos de imagen discretos del producto alimentario 1 que capta la cámara fotográfica. Los datos ópticos generados por la unidad de captación de imágenes 2 son

transmisibles a la unidad de evaluación 3.

Mediante la unidad de evaluación 3 se pueden extraer de acuerdo con la invención valores de características a partir de los datos ópticos. Los valores de características extraídos, por ejemplo, son valores de color del producto alimentario 1, características de histograma de varios canales de color distintos o características de borde del producto alimentario 1. La unidad de evaluación 3 es capaz además, de acuerdo con la invención, de combinar los valores de características extraídos del producto alimentario 1 en una tupla valores de características del producto alimentario 1.

- 10 En el presente ejemplo de realización la combinación de valores de características da lugar a un vector representando una tupla de valores de características un vector de valores de características y representándose así el producto alimentario 1 a través de este vector de valores de características concreto.

- De acuerdo con la invención mediante la unidad de entrada de datos 4, a un espacio de tuplas de valores de características se le asigna una clase, una clase de cuerpo de animal de matanza. Dicho espacio de tuplas de valores de características de acuerdo con la invención lo define un algoritmo matemático, en lo que sigue denominado algoritmo de definición de espacios basándose al menos en una tupla de valores de características. Esto significa que un espacio de tuplas de valores de características viene definido por un algoritmo de definición de espacios, por ejemplo, basándose en una única tupla de valores de características representativa y, por tanto, basándose en un único producto alimentario 1 o basándose en una pluralidad de tuplas de valores de características representativas, basándose entonces en varios productos alimentarios. Con el algoritmo de definición de espacios quedan definidas en este contexto las superficies límite de los espacios de tuplas de valores de características respectivos con respecto a las superficies límite de otros espacios de tuplas de valores de características. Dicho de otra manera, con el algoritmo de definición de espacios y las superficies límite queda fijado un contorno que define y limita el espacio de tuplas de valores de características.

- En el presente ejemplo de realización el espacio de tuplas de valores de características es un espacio de características multidimensional, de dimensión n , en el que las tuplas de valores de características del producto alimentario 1 se representan como vectores de valores de características en este espacio de características. El producto alimentario se presenta así en el espacio de características mediante su vector de valores de características almacenado en el espacio de características. También hay otros espacios de tuplas de valores de características definidos por el algoritmo de definición de espacios basándose en cantidades representativas de tuplas de valores de características de otros productos alimentarios de otras clases.

- 35 La clase la indica el usuario del dispositivo usando un número de artículo con una denominación de clase asociada utilizando la unidad de entrada de datos 4. De acuerdo con la invención no importa que la asignación de la clase al espacio de tuplas de valores de características se haga antes de la asignación de la tupla de valores de características respectiva o después de la asignación de la tupla de valores de características. En la práctica operativa, sin embargo, resulta razonable habitualmente que se pueda nombrar el espacio de tuplas de valores de características de inmediato con una identificación de clase o un número de artículo.

- Una característica fundamental consiste en que gracias a la unidad de evaluación 3 se puede dividir el espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral. El espacio central representa el espacio de tuplas de valores de características en el que, existiendo varias tuplas de valores de características de del producto alimentario de un tipo concreto, hay una mayor densidad de tuplas de valores de características que en el espacio perimetral, o dicho de otra manera, en el que la distancia entre las tuplas de valores de características asociadas y otras tuplas de valores de características de otros espacios de tuplas de valores de características es relativamente grande.

- 50 La división del espacio de tuplas de valores de características por parte de la unidad de evaluación 3 se hace de acuerdo con la invención basándose en un valor umbral de confianza. Este valor umbral de confianza representa un valor fijado de un valor de confianza, así llamado, representando el valor de confianza una medida de la fiabilidad de un resultado de asignación realizado por el dispositivo automáticamente. El valor de confianza en el presente ejemplo de realización lo define otro algoritmo matemático, en lo que sigue denominado algoritmo de valor de confianza.

Así, el valor umbral de confianza indica un valor concreto de certidumbre de una asignación automática de las tuplas de valores de características del producto alimentario 1 al espacio de tuplas de características correspondiente.

De acuerdo con la invención el valor umbral de confianza, y con ello valor de confianza, lo puede ajustar el usuario a través de la unidad de entrada de datos 4. El ajuste del valor umbral de confianza se hace con la unidad de entrada de datos, como se representa la figura 4, en este caso, mediante un punto de trabajo seleccionable de una función representada gráficamente de una tasa de reconocimiento en función de la tasa de asignación al espacio central. De acuerdo con la invención, la tasa de reconocimiento indica la probabilidad de una cantidad de asignaciones correctas de tuplas de valores de características al espacio de tuplas de valores de características correspondiente con respecto a una cantidad total de asignaciones realizadas. Por el contrario, la tasa de asignación al espacio central representa una medida del tamaño del espacio central con respecto al espacio de tuplas de valores de características.

10

Como se representa en la figura 3 la tasa de reconocimiento y la tasa de asignación al espacio central de acuerdo con la invención mantienen una relación inversa; esto significa que para un valor de confianza bajo la tasa de reconocimiento es baja y simultáneamente la tasa de asignación al espacio central es alta. Si se elige el valor umbral de confianza bajo, y con ello el valor de confianza bajo, el resultado de la asignación automática de una tupla de valores de características a un espacio de tuplas de valores de características realizada por el dispositivo de acuerdo con la invención hay que considerarlo menos fiable puesto que al haberse definido un espacio central grande, con una tasa de asignación a dicho espacio central grande en consecuencia, la probabilidad de asignaciones incorrectas es comparativamente alta. A la vez, en este caso el dispositivo realizaría una gran cantidad de asignaciones automáticas.

20

Si, por el contrario, se fija un valor umbral de confianza alto, y con ello un valor de confianza alto, la tasa de reconocimiento será alta y la tasa de asignación al espacio central será baja. En una configuración en la que las asignaciones al espacio central sean asignaciones automáticas, dicho de otra manera, en este caso bajaría la cantidad de asignaciones automáticas del dispositivo bajaría, y a la vez la fiabilidad de las asignaciones automáticas subiría porque la tasa de asignación al espacio central será baja también. De lo anterior resulta la ventaja técnica de la invención de que un propietario o un usuario del dispositivo pueden establecer a través del valor umbral de confianza cuál será la certidumbre potencial de asignaciones automáticas correctas y con ello el nivel de autonomía de funcionamiento del dispositivo. Para su operación práctica su valor puede derivarse de la tasa de reconocimiento presentándose entonces la tasa de asignación al espacio central como magnitud dependiente; también puede derivarse de la tasa de asignación al espacio central presentándose entonces la tasa de reconocimiento como magnitud dependiente.

Además, la unidad de evaluación 3 es capaz, de acuerdo con la invención, de asignar la tupla de valores de características del producto alimentario 1 automáticamente al espacio de tuplas de valores de características. La asignación se hace separadamente al espacio central y al espacio perimetral de modo que las tuplas de valores de características del producto alimentario 1 las asigne la unidad de evaluación 3 al espacio central o al espacio perimetral. La asignación de las tuplas de valores de características del producto alimentario 1 al espacio de tuplas de valores de características supone, de acuerdo con la invención, la finalización del proceso de clasificación.

El resultado de una de dichas asignaciones de tuplas de valores de características del producto alimentario 1 al espacio de tuplas de valores de características respectivo realizada por el dispositivo la presenta de acuerdo con la invención la unidad de salida de datos como resultado de asignación.

Como ventaja particular de la invención el resultado de la asignación se presenta como asignación al espacio central o asignación al espacio perimetral, presentándose en una variante de realización de la invención particularmente ventajosa una asignación al espacio central como asignación a espacio central haciéndola el dispositivo automáticamente y una asignación al espacio perimetral como asignación a espacio perimetral y como no realizable por el dispositivo o no fiable. Una asignación al espacio perimetral deriva en este caso en que el objeto alimentario 1 respectivo se compruebe otra vez preferiblemente manualmente y se clasifique entonces también manualmente.

50

En este contexto la figura 4 muestra la función tasa de reconocimiento con respecto a la tasa de asignación al espacio central según el valor umbral de confianza seleccionado. Como se puede ver en la figura 4 la tasa de asignación al espacio central según el valor umbral de confianza seleccionado está entre 0% y 100% habiendo para una alta tasa de asignación al espacio central una gran cantidad de asignaciones automáticas y una baja tasa de reconocimiento y, por tanto, unos resultados de asignación con un valor de confianza bajo. Simultáneamente se ve en la figura 4 que si la tasa de asignación al espacio central disminuye se realizan menos asignaciones automáticas y la tasa de reconocimiento, sin embargo, es comparativamente alta. Así las pocas asignaciones automáticas realizadas tienen un alto valor de confianza. Adicionalmente la figura 4 muestra que la tasa de reconocimiento no puede llegar a ser un 0% puesto que incluso cuando la tasa de asignación al espacio central es de un 100%, aunque

55

sea sólo parcialmente por azar el dispositivo realiza asignaciones automáticas correctas.

El dispositivo de acuerdo con la invención permite modos de funcionamiento diferentes particularmente ventajosos que se explicarán a continuación ilustrando los procedimientos correspondientes.

5

Un primer modo de funcionamiento posible es el modo de entrenamiento para la primera puesta en funcionamiento y el aprendizaje del dispositivo. El modo de entrenamiento es una forma de realización preferida de la invención en la que se realiza el llamado entrenamiento con anotación, lo que significa que a un espacio de tuplas de valores de características definido de acuerdo con la invención siempre se le asigna una identificación correspondiente, en este caso, una clase, en particular, introduciéndola el usuario del dispositivo. La asignación de la clase por parte del usuario se puede realizar alternativamente bien antes o en paralelo con la definición del espacio de tuplas de valores de características respectivo o después de su definición.

10

El modo de entrenamiento se basa en que el dispositivo hasta este instante no ha realizado ninguna asignación automática de una tupla de valores de características de un producto alimentario 1 a un espacio de tuplas de valores de características y que aún no existe un espacio de tuplas de valores de características.

15

Después de la primera puesta en funcionamiento del dispositivo, en el modo de entrenamiento, se hace la captación de los datos ópticos de un producto alimentario 1 a clasificar con la unidad de captación de imágenes 2. Los datos ópticos, a continuación, se transmiten de la unidad de captación de imágenes 2 a la unidad de evaluación 3.

20

Después de que la unidad de evaluación 3 haya recibido los datos ópticos extrae de ellos valores de características concretos del producto alimentario 1, por ejemplo, los valores de color o de borde. Los valores de características extraídos del producto alimentario 1, a continuación, como ya se descrito, los combina la unidad de evaluación 3 en una tupla de valores de características del producto alimentario 1.

25

Basándose en una cantidad representativa de tuplas de características de productos alimentarios se realizan además con el algoritmo de definición de espacios la definición de un espacio de tuplas de valores de características multidimensional asociado, de dimensión n , definiéndose superficies límites del espacio de tuplas de valores de características con respecto a otros espacios de tuplas de valores de características y, mediante el algoritmo de valor de confianza, definiéndose el criterio de la división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral. Al espacio de tuplas de valores de características construido en el presente ejemplo de realización el usuario del dispositivo le asigna una clase concreta, en este caso una clase correspondiente a un cuerpo de animal de matanza. A continuación, en este contexto sólo se contempla la clase concreta asociada al espacio de tuplas de valores de características del producto alimentario 1 pudiéndose asumir que todos los espacios de tuplas de valores de características definidos en el espacio de características tienen su clase respectiva.

30

35

A medida que progresa el modo de entrenamiento se captan más productos alimentarios con la unidad de captación de imágenes 2 y a partir de ellos, de la forma descrita, se crean tuplas de valores de características. En función de cómo sean las tuplas de valores de características formadas se asignan o bien a un espacio de tuplas de valores de características ya existente o bien la asignación se considera no realizable. Para productos alimentarios que por su naturaleza sean diferentes el dispositivo también puede crear nuevos espacios de tuplas de valores de características respectivos a partir de las tuplas que no se puedan asignar. Debido a la complejidad de los cuerpos de animales de matanza a clasificar en el ejemplo de realización no se incluye dicha nueva definición autónoma de espacios de tuplas de valores de características.

40

45

El modo de entrenamiento se ejecuta en paralelo con la clasificación manual del producto alimentario 1 realizando la clasificación manual el usuario del dispositivo. En este contexto el producto alimentario 1 lo clasifica el dispositivo o indica que la clasificación no es posible pero la clasificación real de verdad la hace el usuario del dispositivo manualmente asignando la tupla de valores de características del producto alimentario 1 al espacio de tuplas de valores de características correcto.

50

El modo de entrenamiento ofrece la ventaja particular de que tras la asignación automática hecha por el dispositivo se compara el resultado de asignación con la asignación manual y así se puede comprobar la corrección de los resultados de asignación automática. De esta manera para las asignaciones que no se pueden realizar o que se presentan como erróneas el usuario a posteriori o en tiempo real pueden transmitir el resultado de asignación de dicho usuario en tiempo real o más adelante en el proceso, de la asignación manual y pasársela al dispositivo de modo que se puede realizar un ajuste del espacio de tuplas de valores de características basándose en el resultado

55

corregido y, por tanto, se puede entrenar el dispositivo.

Durante el modo de entrenamiento se puede hacer la asignación manual con una realimentación subsiguiente de los datos al dispositivo simultáneamente con la asignación automática o al final de un ciclo de asignaciones de cierta duración, como entrenamiento a posteriori.

Como resultado del modo de entrenamiento el dispositivo tiene un conjunto de datos suficientemente grande de asignaciones para poder garantizar una fiabilidad específica para la aplicación relativa a los resultados de asignación.

10

Un segundo modo de funcionamiento es el modo de prueba en el que el dispositivo funciona con supervisión del usuario y aunque realice una asignación automática de tuplas de valores de características de producto alimentario 1, no se utilizan las asignaciones automáticas del producto alimentario 1 para controlar otros dispositivos de postprocesamiento. En el modo de prueba todavía existe la posibilidad de que el usuario pueda comprobar el resultado de la asignación automática en tiempo real y en su caso pueda intervenir corrigiéndolo.

15

Después de la confirmación del resultado de la asignación por parte del usuario los resultados de la asignación se utilizan para ulteriores aplicaciones.

20 La confirmación del usuario se puede hacer, por ejemplo, mostrando primero el dispositivo a través de la unidad de salida de datos el resultado de la asignación concreto y si el usuario no hace nada se considere correcto el resultado de la asignación. Por contra, si el dispositivo muestra que el resultado de asignación no es realizable o no es fiable, el usuario tiene la posibilidad de hacer la asignación o corregirla durante un período de tiempo establecido a través de la unidad de entrada de datos 3.

25

El tercer modo de funcionamiento es el modo de funcionamiento autónomo en el que el dispositivo, en tiempo real, hace una asignación automática autónoma de la tupla valores de características del producto alimentario 1 al espacio de tuplas de valores de características correspondiente haciendo de esta manera una clasificación autónoma del producto alimentario 1 o mostrando que la clasificación no es realizable o no es fiable, controlando además dispositivos de postprocesamiento del producto alimentario 1 conectados a su salida.

30

Para una clasificación automática del producto alimentario 1 el dispositivo puede controlar, por ejemplo, un sistema transportador 10 de modo que el producto alimentario 1 se transfiera a un sistema de despiece o de embalaje. Si la asignación no es correcta o no se ha podido realizar el sistema transportador 10 alternativamente puede estar controlado por el dispositivo de modo que el producto alimentario 1 se envíe para su comprobación ulterior a un punto de identificación manual. El modo de funcionamiento autónomo es el modo de regulación preferido.

35

Además, el dispositivo puede funcionar en otro modo, modo de comprobación, también denominado modo de revisión. El modo de revisión representa una función adicional particularmente ventajosa del dispositivo que se realiza después de un ciclo de asignación ya terminado, o bien a continuación del modo de entrenamiento o bien a continuación del modo autónomo, por ejemplo, al final de un turno de trabajo, efectuándose en el modo de revisión por parte del usuario del dispositivo una comprobación de los resultados de asignación.

40

En el modo de revisión, al usuario, se le presentan tanto los resultados de asignación como paralelamente las imágenes del producto alimentario asociado, por ejemplo, una galería de imágenes o una tabla de asignaciones. En una forma de realización los resultados de asignación se presentan ordenadamente según un valor de confianza creciente. La presentación ordenada de los resultados de asignación tiene la ventaja particular de que en primer lugar se presentan los resultados de asignación con un valor de confianza bajo y, por tanto, los resultados de asignación de una menor fiabilidad, para los que hay una mayor probabilidad de asignación errónea, también denominada clasificación errónea, o dicho de otra manera de una tasa de reconocimiento menor. Después de la comprobación del conjunto de resultados de asignación de bajo valor de confianza se presentan entonces sólo los resultados de asignación con un alto valor de confianza de modo que se puede asumir que estos resultados de asignación son potencialmente correctos. Así, dentro del modo de revisión no hace falta comprobar otra vez todos los resultados de asignación, de modo que el gasto de personal y de tiempo para la comprobación se puede mantener particularmente bajo.

50

55

En los resultados del modo de revisión se puede presentar además la cantidad de clasificaciones erróneas y las que no se pueden realizar a través de la unidad de salida de datos 5 de modo que el usuario del dispositivo puede decidir si el dispositivo puede garantizar una probabilidad de asignaciones correctas suficientemente alta o si son

necesarios más datos de entrenamiento. El usuario tiene así disponibles simultáneamente la información de qué tasa de asignación corresponde a qué tasa de asignación al espacio central y cómo se puede optimizar el ajuste correspondiente a las preferencias del usuario.

- 5 El dispositivo de acuerdo con la invención, en este contexto, presenta, en una variante preferida, la opción de que los datos ópticos captados del producto alimentario 1 y los resultados de asignación asociados se puedan archivar. De esta manera se posibilita ventajosamente que, por ejemplo, para cuestiones de responsabilidades que se planteen a posteriori se puedan reconstruir los resultados de asignación así como la probabilidad de asignación automática correcta en función del valor umbral de confianza seleccionado en cada caso.
- 10 En un perfeccionamiento particularmente ventajoso de la invención según la figura 2 la unidad de captación de imágenes 2 está constituida por tanto una cámara fotográfica 2.1 como una cámara de profundidad 2.2 con un espacio de captación de la cámara de profundidad 8.
- 15 La cámara de profundidad 2.2 de acuerdo con la invención está dispuesta de modo que el espacio de captación de la cámara fotográfica 7 y el espacio de captación de la cámara de profundidad 8 se solapen en un espacio de captación común 9 detectándose en el espacio de detección común 9 las secciones/ segmentos del producto alimentario 1 que sean relevantes para la clasificación.
- 20 La inclusión de una cámara de profundidad adicional 2.2 tiene la ventaja técnica, en particular, de que además de los valores de color se pueden captar valores de profundidad del producto alimentario 1, por ejemplo, del vientre de una mitad del cuerpo de un animal de matanza. Así, se pueden captar valores de características adicionales del producto alimentario 1 y basándose en ellas construir una tupla de valores de características del producto alimentario 1 más extensa.
- 25 En otra forma de realización preferida de la invención representada en las figuras 1 y 2, mediante la unidad de captación de imágenes 2 se pueda captar el producto alimentario en tiempo real en forma de datos ópticos en un sistema transportador 10 y que se pueda proporcionar el resultado de la asignación respectiva en tiempo real.
- 30 En otra forma de realización la unidad de captación de imágenes 2 por una parte y la unidad de entrada de datos 4 así como la unidad de salida de datos 5 están dispuestas separadas físicamente. Esto permite que el punto de identificación se pueda controlar desde un puesto de control central que esté ubicado en otras instalaciones. En una variante la unidad de entrada de datos 4 así como la unidad de salida de datos 5 resultan conmutables de modo que la supervisión y control, por ejemplo, se puedan conmutar entre un puesto de control junto al sistema transportador
- 35 10 (local) y un puesto de control central (remoto) o varios.

En una forma de realización adaptada a ese fin el punto de identificación tiene varias líneas en paralelo. Esto significa que hay varias unidades de captación de imágenes 2 con sus correspondientes unidades de valoración 3, unidades de entrada de datos 4 y unidades de salida de datos 5 de modo que se pueden captar en paralelo varios

40 productos alimentarios. En este ejemplo de realización las distintas unidades de valoración 3, unidades de entrada de datos 4, unidades de salida de datos 5 están combinadas, de modo que un único operario desde un puesto de control central puede supervisar varias captaciones y asignaciones en paralelo reduciéndose aún más el personal y pudiéndose aumentar mucho la efectividad. En este caso se aprovecha la ventaja particular de la invención de que sólo los productos alimentarios correspondientes al espacio perimetral se tienen que someter a criterio de decisión

45 visual de asignación del operario. Ajustando el valor umbral de confianza, la cantidad de decisiones de asignación cuando hay varias líneas, que tiene que adoptar el operario, se puede ajustar a un nivel conveniente psicológicamente y económicamente.

Símbolos de referencia utilizados

- 50
- 1: producto alimentario
 - 2: unidad de captación de imágenes
 - 2.1: cámara fotográfica
 - 2.2: cámara de profundidad
 - 55 3: unidad de evaluación
 - 4: unidad de entrada de datos
 - 5: unidad de salida de datos
 - 6: conexión
 - 7: espacio de captación de la cámara fotográfica

8: espacio de captación de la cámara de profundidad

9: espacio de captación común de la cámara fotográfica y de la cámara de profundidad

10: sistema transportador

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de clasificación de un producto alimentario (1) de estructura natural o irregular que tiene una unidad de captación de imágenes (2), una unidad de evaluación (3), una unidad de entrada de datos (4) y una
 5 unidad de salida de datos (5) estando conectada la unidad de evaluación a la unidad de captación de imágenes (2), a la unidad de entrada de datos (4) y a la unidad de salida de datos (5) pudiendo captarse mediante la unidad de captación de imágenes (2) los datos ópticos del producto alimentario (1), siendo los datos ópticos transmisibles a la unidad de evaluación (3) y pudiendo extraerse mediante la unidad de evaluación (3), a partir de los datos ópticos, los valores de características del producto alimentario (1) pudiendo combinarse los valores de características en una
 10 tupla de valores de características del producto alimentario (1) y pudiendo asignarse la tupla de valores de características del producto alimentario (1) a un espacio de tuplas de valores de características automáticamente definiéndose un espacio de tuplas de valores de características por una o varias tuplas de valores de características y pudiéndose asignar al espacio de tuplas valores de características una clase pudiéndose realizar con la unidad de entrada de datos (4) la asignación de la clase a un espacio de valores de características caracterizado por que con
 15 la unidad de evaluación (3) se puede proporcionar una división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral existiendo una probabilidad más alta de una asignación correcta de la tuplas de valores de características del producto alimentario (1) al espacio de tuplas valores de características que al espacio perimetral y por que la división del espacio de tuplas de valores de características se puede establecer mediante un valor umbral de confianza pudiéndose fijar mediante el valor umbral de confianza un tamaño del
 20 espacio central y por que el valor del umbral de confianza lo puede ajustar el usuario con la unidad de entrada de datos (4) y por que mediante la unidad de salida de datos (5) se puede presentar una tasa de transmisión y una tasa de asignación al espacio central como magnitudes dependientes del valor umbral de confianza y por que la asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características se puede hacer separadamente para el espacio central y para el espacio perimetral y por
 25 que el resultado de la asignación de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características se puede presentar indicando la clase asignada como resultado de asignación, la asignación al espacio central como asignación a espacio central y la asignación al espacio perimetral como asignación a espacio perimetral.
- 30 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado por que con la asignación al espacio central la clasificación resulta automática.
3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado por que con la asignación al espacio perimetral se presenta la clasificación como no realizable o no fiable.
 35
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario (1) al espacio de tuplas de valores de características la puede supervisar el usuario y corregirla.
- 40 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que si hay varios resultados de asignación de diferentes productos alimentarios se pueden presentar ordenadamente en función de un valor de confianza.
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que los datos
 45 ópticos y los resultados de asignación asociados se pueden archivar.
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que con la unidad de captación de imágenes (2) se pueden captar los datos ópticos del producto alimentario en un sistema transportador (10) y proporcionar el resultado de la asignación en tiempo real y por que mediante el resultado de la
 50 asignación se pueden controlar unidades externas.
8. Procedimiento de clasificación de un producto alimentario (1) de estructura natural o irregular mediante una unidad de captación de imágenes (2), una unidad de evaluación (3), una unidad de entrada de datos (4) y una unidad de salida de datos (5) estando conectada la unidad de evaluación a la unidad de captación de
 55 imágenes (2), a la unidad de entrada de datos (4) y a la unidad de salida de datos (5) con los siguientes pasos:
 - a) captación del producto alimentario (1) en forma de datos ópticos con la unidad de captación de imágenes
 - b) transmisión de los datos ópticos a la unidad de evaluación (3)
 - c) extracción de los valores de características del producto alimentario (1) a partir de los datos ópticos con la unidad

de evaluación (3)

d) combinación de los valores de características del producto alimentario (1) en una tupla de valores de características del producto alimentario (1) con la unidad de evaluación

e) asignación de una clase a un espacio de tuplas de valores de características con la unidad de entrada de datos

5 (4) definiendo un espacio de tuplas de valores de características a partir de una o varias tuplas de valores de características

f) división del espacio de tuplas de valores de características en un espacio central y en un espacio perimetral introduciendo un valor umbral de confianza determinándose el tamaño del espacio central mediante un ajuste del usuario del valor umbral de confianza con la unidad de entrada de datos (4) existiendo en el espacio central una

10 mayor probabilidad de asignación correcta de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características que en el espacio perimetral

g) presentación de una tasa de reconocimiento y una tasa de asignación al espacio central como magnitudes dependientes del valor umbral de confianza con la unidad de salida de datos

h) asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario al espacio de tuplas de valores de características haciéndose la asignación o bien al espacio central o bien al espacio perimetral

15 i) presentación del resultado de la asignación de la tupla de valores de características del producto alimentario (1) al espacio de tuplas de valores de características como resultado de asignación indicando la clase a la que se asigna con la unidad de salida de datos (5) presentándose el resultado de la asignación al espacio central como asignación a espacio central y de la asignación al espacio perimetral como asignación a espacio perimetral.

20

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 caracterizado por que con la asignación al espacio central la clasificación resulta automática.

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 o 9 caracterizado por que si la asignación es al

25 espacio perimetral se presenta la clasificación como no realizable o no fiable.

11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10 caracterizado por que después del paso i) se realiza un paso j) realizándose en el paso j) una supervisión y una corrección opcional del usuario de la asignación automática de la tupla de valores de características del producto alimentario (1) al espacio tuplas de

30 valores de características.

12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11 caracterizado por que si existen varios resultados de asignación de diferentes productos alimentarios los resultados de la asignación se presentan ordenadamente en función de un valor de confianza.

35

13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 12 caracterizado por que se puede realizar un paso k) adicional haciéndose en el paso k) un archivado de los datos ópticos y los resultados de asignación asociados.

Fig. 1

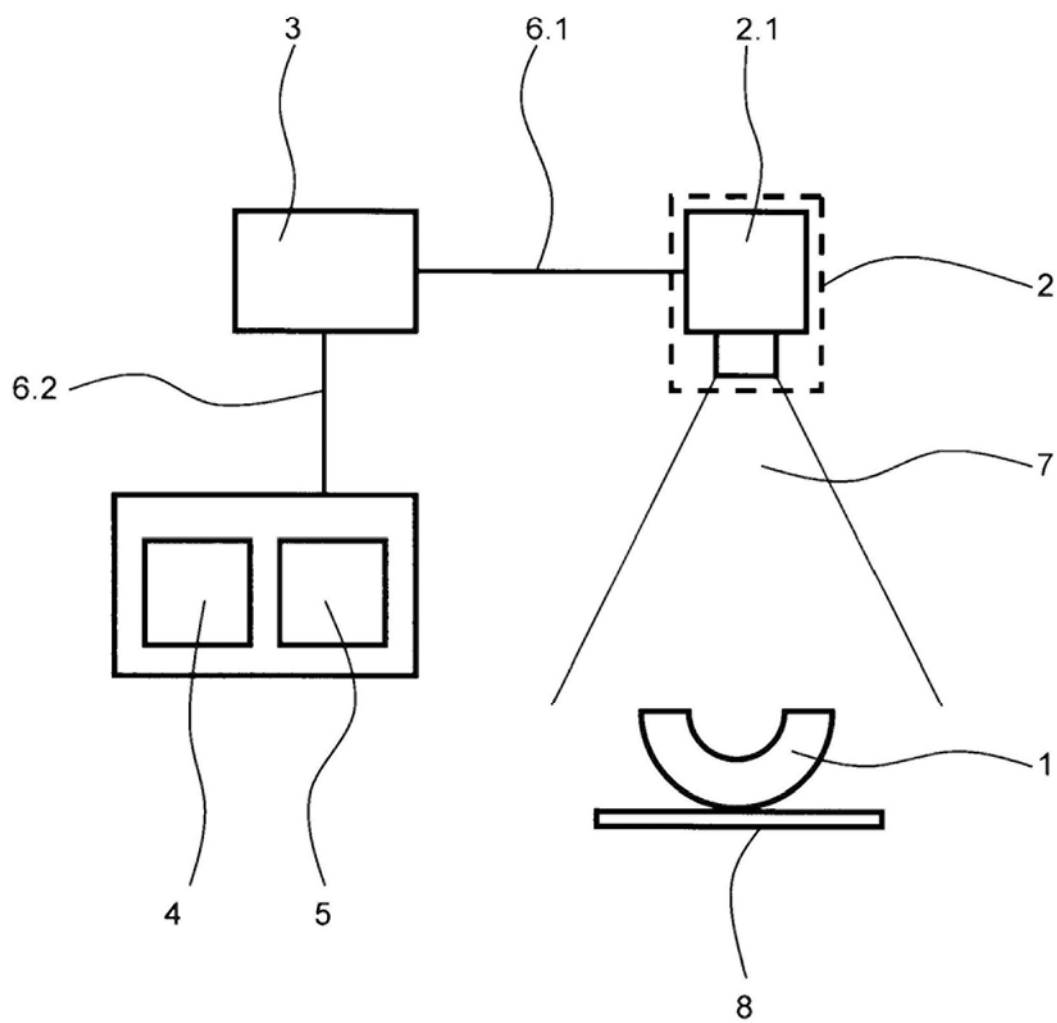


Fig. 2

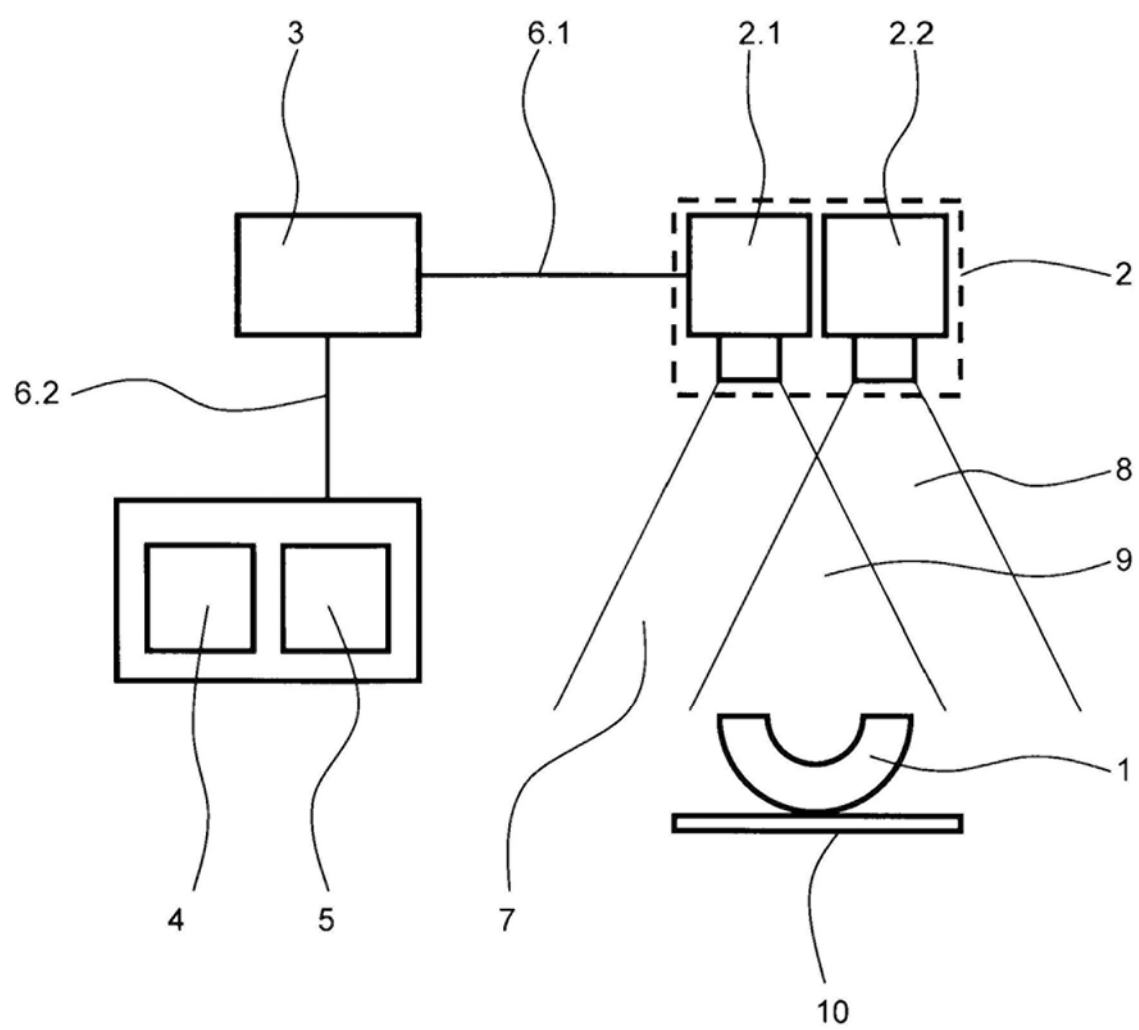


Fig. 3

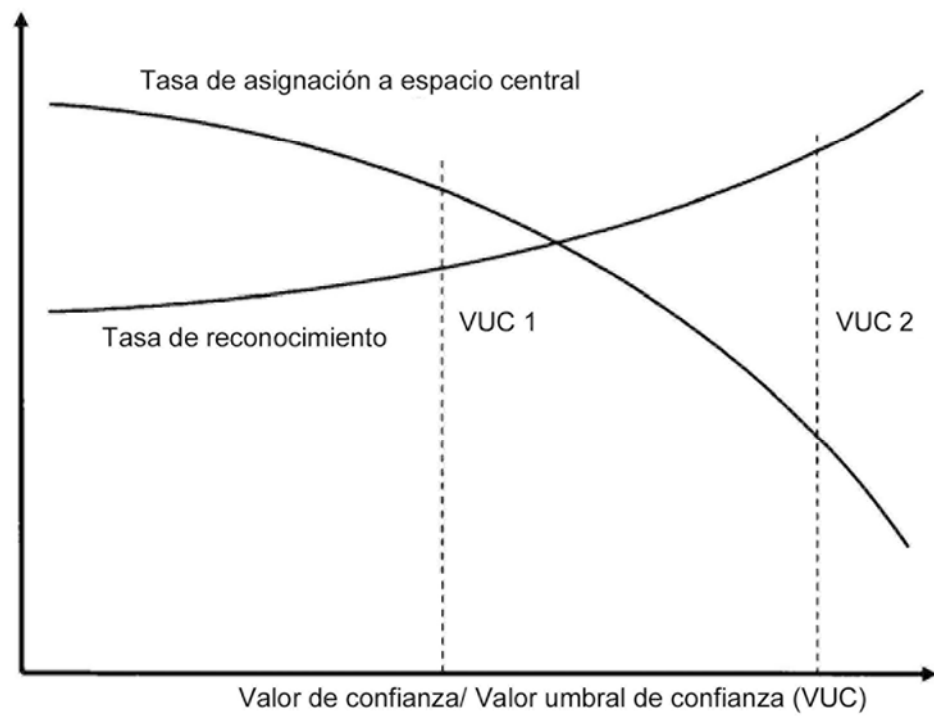


Fig. 4

