

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 660**

51 Int. Cl.:

G08B 21/04 (2006.01)

G08B 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2009 E 09715853 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013 EP 2263217**

54 Título: **Procedimiento y sistema para detectar eventos**

30 Prioridad:

28.02.2008 FI 20080164

26.03.2008 FI 20080236

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2013

73 Titular/es:

ELSI TECHNOLOGIES OY (100.0%)

Pohjantähdentie 17

01450 Vantaa, FI

72 Inventor/es:

LINDSTRÖM, JUHA y

AUTERINEN, OTSO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 424 660 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

Procedimiento y sistema para detectar eventos.

5 **Campo de la invención**

El objetivo de la presente invención es un procedimiento y un sistema para seguir objetos, en el que se utiliza un campo de sensores denso.

10 **Técnica anterior**

En las soluciones de técnica anterior, la presencia, la ubicación y el movimiento de personas, animales, objetos y dispositivos se detectan mediante radares de microondas o radares de ultrasonidos, detectores de infrarrojos, obtención de imágenes de vídeo y análisis de estas, sensores de campo cercano instalados en el suelo, sensores de presión o sensores táctiles separados situados encima del revestimiento del suelo.

En las soluciones de técnica anterior, la detección de un objeto se basa en la realización de una observación que abarca un periodo de tiempo corto, o que es instantánea, con detectores o sensores. Se disponen unos detectores o sensores para cubrir el área que se desea monitorizar o, en su lugar, se dispone un sensor o detector en un objeto local, y cada observación realizada por el sensor o detector que presente una potencia superior a un valor umbral y que supere un límite establecido para su duración se utiliza para confirmar un evento del objeto en cuestión. En algunos casos, la condición de confirmar un evento puede ser una observación referente a una parte del sector de algún detector o de una correspondiente área monitorizada. Las soluciones en la práctica son, por ejemplo, el uso de un detector de infrarrojos o un radar de microondas para detectar una persona que llega a un espacio o el uso de una alfombrilla con sensor de presión para detectar un paciente que se levanta de la cama. Los problemas de las soluciones de técnica anterior son la dificultad de realizar las interpretaciones correctas que contienen la información necesaria mediante observaciones de sensor que son instantáneas o de muy corta duración. La poca fiabilidad e imprecisión de la información reduce su valor. Un ejemplo de la poca fiabilidad y la imprecisión de la información de evento es la información de alarma referente a la acción de levantarse de la cama facilitada por una alfombrilla sensora situada junto a la cama, en una situación de llegada de otra persona que se sitúa junto a la cama.

El problema de la vigilancia con cámaras es que habitualmente es necesario que una persona interprete las imágenes de vigilancia para detectar los eventos que requieren acciones o que es preciso detectar. La interpretación automática de imágenes requiere equipos caros y, a menudo, la interpretación de imágenes requiere en cualquier caso que una persona haga una interpretación a fin de precisar con corrección el contenido de la información de evento y la fiabilidad de la información.

Algunas soluciones presentan también soluciones de vigilancia, en las que se fija un identificador RFID a los objetos móviles en el espacio que se debe monitorizar. El problema de estas soluciones es que solo detectan los objetos a los que se ha fijado un identificador. En algunas soluciones, se utiliza un identificador activo provisto de una fuente de alimentación; sin embargo, estas soluciones adolecen del problema de la duración de la fuente de alimentación, ya que habitualmente los transmisores de excitación que activan el identificador en el espacio que se debe monitorizar son muy numerosos y, en consecuencia, el identificador se activa muchas veces.

El uso de un campo de sensores de campo cercano denso para la detección de presencia se da a conocer en la patente US6407556B1, entre otras.

El uso de sensores de presión para la detección de presencia o movimiento se da a conocer en la patente US4888581A1, entre otras.

Existen muchas soluciones de técnica anterior para el seguimiento de un conjunto de objetos (seguimiento de múltiples blancos). La manera de relacionar el tipo de objeto con el objeto como parte del seguimiento del objeto se da a conocer en la patente US6278401B1, entre otras.

El uso de un sensor de campo cercano que se instala en el suelo y mide la conexión eléctrica para realizar observaciones se da a conocer en la solicitud W02005020171A1, entre otras.

Uno de los problemas de las soluciones de técnica anterior que generan información de evento es la gran necesidad de potencia de procesamiento que se requiere para identificar un objeto y los eventos asociados al objeto. Por ejemplo, la identificación de contornos basada en una imagen de vídeo puede requerir, por ejemplo, cientos de kilobytes por segundo de análisis en tiempo real. Por otro lado, otro de los problemas es también la cantidad relativamente alta de errores que se producen durante la identificación. Más particularmente, se ha comprobado que la identificación fiable de eventos relacionados con el objeto seguido mediante soluciones de técnica anterior consume recursos y es propensa a errores de funcionamiento.

En las soluciones de técnica anterior, la falta de flexibilidad de la solución constituye un problema cuando se utilizan

detectores instalados en ubicaciones, o dirigidas a estas, como objetivo de control. Cuando el uso del espacio que se debe monitorizar cambia y el evento que constituye el objeto de control se desplaza a una nueva ubicación o el evento cambia a otro, es necesario cambiar la ubicación y/o la focalización de los detectores. Los cambios requieren acciones que, durante el ciclo de vida de la solución, generan costes de modificación y costes de equipamiento considerables y también restringen el uso de los espacios durante el procedimiento de modificación.

En el documento US2006171570 (A1), se da a conocer un sistema "Smartmat" (Smartmat Area Activity Monitor and Personnel Identificación System) que monitoriza e identifica a personas, animales y otros objetos que pasan a través de un volumen de control. Entre otros atributos, la implementación del sistema de ejemplo puede contar, clasificar e identificar objetos, tales como peatones, animales, bicicletas, sillas de ruedas, vehículos, patinadores y otros objetos, ya sea individualmente o en grupos. El documento US6515586 (B1) da a conocer un sistema sensorial táctil que comprende un revestimiento de suelo integrado con una capa sensorial táctil para formar una superficie sensorial táctil. La capa sensorial táctil presenta una pluralidad de sensores. El sistema comprende también un controlador conectado a la superficie sensorial táctil para realizar el seguimiento de la persona u objeto. El documento US4888581 (A) da a conocer un sistema de alarma, en el que se utiliza un sensor de área provisto de una película piezoeléctrica sensible a los cambios de presión. Una película piezoeléctrica con electrodos dispuestos en superficies opuestas de la película convierte los cambios de presión mecánica en señales eléctricas. Un procesador de señales detecta las señales eléctricas y genera una señal de salida como respuesta.

Breve descripción de la invención

La presente invención da a conocer un sistema y un procedimiento basados en un campo de sensores denso para el seguimiento de objetos, que detectan objetos mediante seguimiento y eventos relacionados con los objetos y el espacio que se debe monitorizar mediante condiciones de evento predefinidas, y generan información de evento que describe estos eventos para un uso inmediato o posterior.

En realidad, la presente invención da a conocer un sistema según la reivindicación 1 y un procedimiento ejecutado por el sistema según la reivindicación 12.

El sistema comprende un campo de sensores que comprende dos o más sensores en las proximidades del objeto, que son adecuados para la medición de detección para contacto y/o presión, una electrónica de medición que proporciona observaciones de sensor por medio de los sensores, y un aparato de procesamiento de datos, adecuado para procesar observaciones de sensor, que comprende un procesador y una memoria. El sistema se caracteriza porque el aparato de procesamiento de datos está dispuesto para detectar el objeto que se va seguir y para detectar un evento relacionado con el objeto basándose en una o más observaciones de sensor.

El procesador del sistema y el aparato de procesamiento de datos, que comprende una memoria, pueden estar dispuestos para seguir un objeto por medio de observaciones de sensor.

Las observaciones de sensor utilizadas para detectar o seguir un objeto y/o identificar un evento relacionado con el objeto pueden sucederse en el tiempo.

El campo de sensores puede comprender, por ejemplo, una media de 4, 9 o 49 sensores por metro cuadrado. La potencia de las observaciones de sensor puede variar, por ejemplo, según el tamaño, la distancia y/o el material del objeto que causa la observación de sensor.

Los sensores del sistema pueden ser estar dispuestos para facilitar observaciones de sensor, por ejemplo, a intervalos de 0,01 o 0,1 segundos.

La observación de sensor puede localizarse, por ejemplo, basándose en la ubicación del sensor que realizó la observación.

El sistema puede detectar un objeto, por ejemplo, basándose en la potencia de las observaciones y en la posición entre estas. El sistema puede seguir un objeto, por ejemplo, basándose en un cambio de ubicación de las observaciones relacionadas con este. En una forma de realización preferida de la presente invención, el aparato de procesamiento de datos puede procesar observaciones, por ejemplo, de tal forma que el sistema detecta observaciones de sensor relacionadas con un objeto que se miden en diferentes momentos y se recopilan durante un período de cinco minutos como máximo mediante el procesamiento de eventos relacionados con el objeto. Un evento relacionado con el objeto puede ser, por ejemplo, un cambio de estado del objeto, por ejemplo, un movimiento en el campo de sensores del espacio que se monitoriza, una llegada a este espacio, una salida de este espacio, una parada o una caída. Puede detectarse un cambio de estado del objeto, por ejemplo, basándose en el alcance de las observaciones causadas por el objeto, la forma del contorno creado en el campo de sensores a partir de las observaciones y/o la potencia de una o más observaciones de sensor. Asimismo, puede utilizarse la velocidad del cambio de estado del objeto en la identificación de un evento.

El sistema puede incluir un objeto en el seguimiento registrando por lo menos una información de estado acerca del

objeto, describiendo dicha información de estado la ubicación u otra característica del objeto que puede cambiar en un momento determinado. El sistema puede calcular los nuevos valores probables de la información de estado de un objeto a partir de los valores registrados anteriormente y a partir del tiempo que ha transcurrido desde el momento que representan. Además, el seguimiento de un objeto puede comprender la tarea de relacionar las observaciones de sensor con el objeto. El sistema puede crear una asociación, que describe la relación de las observaciones de sensor con los objetos seguidos, y que describe cómo los objetos seguidos causaron probablemente las observaciones de sensor. El sistema puede crear esta asociación, de tal forma que el sistema utiliza cálculos, que se aplican al momento de las observaciones de sensor, acerca de la información de estado de los objetos seguidos y, por ejemplo, utiliza información acerca de la ubicación calculada de cada objeto. El sistema puede, por ejemplo, seleccionar la relación de una observación de los objetos que se van a seguir con un objeto o los objetos que, basándose en la información de estado, representan el momento de observación que ha calculado el sistema, y basándose en el cálculo del sistema referente a la creación de las observaciones, han ejercido con más probabilidad influencia sobre la observación en cuestión. El sistema puede actualizar la información de estado de un objeto que debe ser seguido, registrando en la misma información nueva o cambiada a partir de las observaciones relacionadas con el objeto. Puede registrarse información referente a numerosos momentos en la información de estado de un objeto. El contenido de la información de estado de un objeto puede ser, por ejemplo, la ubicación, la velocidad, la dirección, la aceleración, el tamaño, la forma, el alcance, la densidad, la forma de moverse del objeto y/u otras características del objeto inferidas a partir de las observaciones. Por ejemplo, el modo en que se desplaza un objeto puede registrarse en la información de estado del objeto, a partir de la forma del contorno creado por las observaciones relacionadas con el objeto. Por ejemplo, en caso de que el objeto que se va seguir sea una persona, el modo de desplazarse puede registrarse, por ejemplo, de tal forma que se indique si las observaciones de sensor pueden haber sido causadas por una persona que se desplaza caminando, corriendo o arrastrándose.

El sistema puede procesar observaciones de sensor, calculando la probabilidad de que la observación de sensor de uno o más momentos determinados sea causada por un objeto que no está incluido en el seguimiento. El sistema puede comparar esta probabilidad con la probabilidad con la que un objeto incluido en el seguimiento causa la misma observación. De conformidad con la comparación y las observaciones que son la base de esta, el sistema puede incluir de ese modo un nuevo objeto detectado al seguimiento.

La potencia de la observación de sensor o las observaciones de sensor relacionadas con un objeto puede utilizarse para localizar la posición del objeto o para inferir, registrar y/o actualizar otro tipo de información referente al objeto.

El sistema puede identificar un evento que se va a relacionar con un objeto a partir de las observaciones de sensor de un momento o varios momentos, y/o a partir de la información referente a uno o más objetos que describe un momento o una serie de momentos. El sistema puede utilizar una o más condiciones de evento conocidas por el sistema para identificar un evento. El sistema puede comparar la información recopilada a partir de las observaciones de sensor con una condición de evento o unas condiciones de evento a fin de identificar un evento.

El sistema según la presente invención puede comprender además unos medios para registrar condiciones de evento.

Una condición de evento pueden comprender, por ejemplo, una condición o unas condiciones referentes a la presencia, la ubicación, el movimiento, la forma, el tamaño u otro tipo de información que describe una característica, una función o un estado detectables con observaciones de sensor o basados en observaciones de sensor. Una condición de evento puede comprender también una combinación de condiciones para la información que describe más de un objeto. Además, una condición de evento puede comprender una combinación de condiciones para la información que describe un conjunto de objetos.

Puede suceder, por ejemplo, que las condiciones individuales contenidas en una condición de evento se cumplan cuando el sistema las compara con un determinado tipo de información registrada durante el seguimiento de una persona. Puede suceder, por ejemplo, que las condiciones de una condición de evento se cumplan cuando se comparan con la información que se ha registrado, por ejemplo, cuando una persona llega a un espacio, deja de caminar y empieza a correr, cae, se levanta de la cama, sale del espacio, pasa a ser indetectable con los sensores, cuando dos personas se encuentran o cuando una persona elige un artículo o deja sus huellas en un artículo. El contenido de una condición de evento puede ser, por ejemplo, un cambio de esencia del objeto. Puede suceder, por ejemplo, que una condición de evento se cumpla como consecuencia de los tipos de observaciones que tienen lugar cuando un artículo introducido en el espacio empieza a fundirse o a perder líquido. El contenido de una condición de evento también puede ser, por ejemplo, unas condiciones referentes a la ubicación y la velocidad de un objeto que se cumplen cuando la velocidad del objeto sobrepasa un valor límite determinado cuando el objeto se halla en un área determinada. Este tipo de condición de evento es adecuado para detectar personas corriendo en un área en la cual esto no se permite por razones de seguridad.

Como condición de evento, el sistema puede utilizar una combinación de condiciones que comprende una serie de condiciones referentes al objeto. Una condición de evento puede ser, por ejemplo, una combinación de condiciones referentes a dos objetos, que se implementa si las velocidades y la distancia entre los objetos caen por debajo de unos valores límite determinados durante por lo menos un período de tiempo establecido. Este tipo de condición de

evento es adecuado, por ejemplo, para detectar un intercambio de dinero o el tráfico de drogas en un espacio que está diseñado como espacio de tránsito.

5 El sistema puede comprender además unos medios para identificar el tipo de objeto detectado y/o seguido comparando las observaciones de sensor y la información acerca del objeto detectado o seguido con uno o más perfiles de identificación. Un perfil de identificación puede comprender información acerca de, por ejemplo, el área, el número y la potencia de las observaciones de sensor causadas habitualmente por un objeto o acerca de la velocidad de movimiento común de un objeto en el campo de sensores. El sistema puede comprender además unos medios para registrar y catalogar un objeto como objeto de tipo desconocido. Un objeto de tipo desconocido puede identificarse, por ejemplo, manualmente, y la información acerca de su tipo puede registrarse en la información del objeto.

15 El sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede comprender unos sistemas y unos medios para identificar un objeto con unos medios externos adecuados para este propósito, por ejemplo, un lector de RFID. El sistema puede recibir información facilitada por los medios externos, por ejemplo, sobre la identidad y la ubicación estimada de algún objeto y el momento calculado en el que el objeto se hallaba en esta ubicación. Además, el sistema puede generar y facilitar una petición de identificación para implementar el seguimiento de algún objeto, basándose en la ubicación del objeto que debe ser seguido y la cobertura local conocida de los medios externos utilizados para identificar el objeto, a los mencionados medios externos, y recibir información acerca de la identidad del objeto facilitada por los medios externos como respuesta a esta petición. El sistema puede comparar la información recibida desde los medios externos, y la información conocida acerca de las características de un objeto basada en esta, con la información registrada en el seguimiento de los objetos y, por ejemplo, cuando los conjuntos de información de ubicación coinciden, el sistema puede registrar la identidad externa del objeto, y/o el tipo de objeto conocido basándose en esta, en la información de un determinado objeto que debe ser seguido.

25 El sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede comprender una o más condiciones de evento, que comprenden una condición o varias condiciones referentes al tipo o la identidad de un objeto.

30 El sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede procesar las observaciones de sensor, de tal forma que cuando se procesan las observaciones y cuando se siguen los objetos, se utiliza información que describe la delimitación del espacio que se debe monitorizar con el campo de sensores, por ejemplo, de conformidad con las puertas, las paredes y los correspondientes factores, las necesidades de observación diferentes entre sí de las diferentes áreas del espacio u otros factores que afectan al uso y la necesidad de observación del espacio y el mobiliario ubicado en el espacio.

35 El sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede procesar observaciones de sensor de tal forma que, durante el procesamiento de las observaciones y durante el seguimiento de los objetos, se utiliza información para relacionar las observaciones de sensor con un nuevo objeto, que describe las características del espacio que se debe monitorizar con el campo de sensores, que pueden aumentar o disminuir la probabilidad de aparición de un nuevo objeto con respecto a la probabilidad de cualquier otra parte del espacio que se debe monitorizar.

40 El sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede procesar observaciones de sensor, de tal forma que la información para actualizar la información referente al estado de los objetos que se van a seguir se utiliza en el procesamiento, describiendo dicha información las características del espacio que se debe monitorizar con el campo de sensores, y afectando dichas características a la provisión de observaciones de sensor acerca de los objetos. Este tipo de información que el sistema puede utilizar puede ser información referente, por ejemplo, a la ubicación de los muebles. El sistema puede, por ejemplo, considerar que un objeto está registrado como un objeto situado en cierta área de sombra, hasta que se obtiene una nueva información acerca del objeto como resultado de su salida del área de sombra.

45 Durante el seguimiento de objetos, el sistema según algunas formas de realización de la presente invención puede utilizar información que describe las áreas que delimitan el espacio que se va a controlar, que están cerradas desde el punto de vista del movimiento del objeto, de las cuales se supone que el objeto no va a salir, excepto para regresar al espacio controlado. Este tipo de información que el sistema puede utilizar puede ser información acerca de, por ejemplo, un armario, un cuarto de baño o un balcón. El sistema puede, por ejemplo, realizar un registro que indica que una persona se halla en un balcón, como resultado de las observaciones recibidas acerca de la persona, que indican que la persona ha entrado en el balcón a través de una ruta que conduce hasta ahí por medio de la apertura de una puerta.

50 Los medios que algunas formas de realización del sistema según la presente invención comprenden para procesar observaciones de sensor pueden comprender la información que describe la ubicación, el tamaño, la posición, los componentes de movimiento del plano del campo de sensores, la distancia desde el plano del campo de sensores, una determinada característica física de un objeto, otro tipo de información correspondiente, información acerca de la velocidad de cambio del estado o de una característica de un objeto o una combinación de estos conjuntos de información, que se utiliza como información referente al estado de los objetos.

Los medios que algunas formas de realización del sistema según la presente invención comprenden para procesar observaciones de sensor pueden comprender las características de un objeto que se infieren a partir de las observaciones de sensor relacionadas con un objeto. Las características que se pueden inferir pueden ser, por ejemplo, la extensión, la forma, la altura, la composición, la distribución de la masa, la capacidad de movimiento o la probabilidad de distribución del objeto, que se proyecta al campo de sensores.

La presente invención se refiere también a un procedimiento que puede implementarse con los sistemas según las diferentes formas de realización de la presente invención.

Una de las ventajas de la presente invención con respecto a las soluciones de técnica anterior es, por ejemplo, que con el procedimiento y el sistema, es posible generar información adecuada acerca de los eventos del espacio que se debe monitorizar, en un formato que resulta muy adecuado para utilizar por las personas y los equipos. El procedimiento y el sistema identifican con gran precisión los eventos según unas condiciones de evento determinadas, de tal forma que se genera información de evento con el contenido descriptivo correcto de un evento acerca de exactamente los eventos deseados del espacio de destino. El procedimiento y el sistema según la presente invención permiten la detección y la identificación de eventos según el uso definido de cada habitación, de tal forma que se obtiene información de evento sobre exactamente los eventos sobre los cuales se necesita información. Además, la exactitud de la identificación de los eventos, así como la corrección del contenido de la información de evento, son mejores que las que se pueden alcanzar con soluciones de técnica anterior comparables desde el punto de vista económico. Una de las ventajas de la presente invención con respecto a las soluciones de técnica anterior es el alto valor de utilidad de la información de observación generada mediante el procesamiento de las observaciones de sensor y/o la información de evento generada a partir de esta, en comparación con los recursos de equipamiento necesarios para generar y analizar la información, por ejemplo, con la cantidad de capacidad de procesamiento o de memoria.

Una de las ventajas del procedimiento según la presente invención es que, mediante el procesamiento de las observaciones de sensor medidas en diferentes momentos, se genera la información de evento necesaria con una cantidad de sensores por unidad de área menor que la que se requiere en las soluciones de técnica anterior para generar información que es igual de precisa y fiable. La "resolución" del campo de sensores puede adaptarse en las diferentes formas de realización de conformidad con el uso deseado. En el campo de sensores de algunas formas de realización, el alcance de un sensor individual, así como la distancia entre los sensores, puede adaptarse también para ser grande, por ejemplo, de hasta decenas de centímetros. En algunas otras formas de realización de la presente invención, la distancia entre los sensores puede ser pequeña, por ejemplo, de algunos centímetros, en cuyo caso se obtienen más datos de observación. Los datos de observación generados por el campo de sensores pueden depender, aparte del tamaño del objeto que se va a detectar, de otras de sus propiedades, tales como el material. El sistema puede utilizar una gran cantidad de las observaciones aplicables al historial reciente del objeto que se relaciona con el objeto por medio del seguimiento de los objetos realizado para detectar un evento relacionado con un objeto. Una de las ventajas de este procedimiento respecto de los procedimientos de técnica anterior es que las observaciones que se pueden obtener en cada momento no necesitan ser tan precisas como cuando se utiliza un procedimiento en el que se emplea una observación corta o instantánea, siendo posible de ese modo utilizar un campo de sensores más sencillo y posiblemente menos costoso desde el punto de vista económico.

Una de las ventajas de la presente invención con respecto a las soluciones de técnica anterior es también la mayor flexibilidad, debido a que, cuando el uso del espacio que se va a controlar cambia, no es necesario efectuar ningún cambio en el sistema físico. Con una nueva ubicación de los eventos que son objeto de interés, por ejemplo, cuando se cambian las ubicaciones de los muebles o las paredes, el sistema puede adaptarse a la situación cambiando las condiciones de evento de una manera que se corresponde con el cambio de uso de los espacios.

Una posible ventaja del procedimiento y el sistema según la presente invención es que su simplicidad técnica y el bajo coste que esta conlleva permiten aumentar la seguridad y la eficacia operativa monitorizando también los tipos de espacios cuyo control no es razonable desde el punto de vista económico o técnico con soluciones de técnica anterior, y generando en estos espacios información de evento acerca de los objetos en movimiento en los diferentes espacios que pueden utilizarse como vivienda, sala de estar, producción, ocio, comercio minorista u otros fines.

Además, una de las ventajas del procedimiento y el sistema según la presente invención puede ser que detectan y generan información acerca de la caída de una persona, permitiendo pues a los destinatarios de la información prestar ayuda con rapidez para prevenir y aliviar heridas a las personas que han sufrido una caída. En el control implementado con soluciones de técnica anterior, la información correspondiente es menos fiable, lo cual reduce el valor de la utilidad de la información, debido al coste, las molestias y otros inconvenientes ocasionados por "falsas alertas".

Otra de las ventajas del procedimiento y el sistema según la presente invención con respecto a las soluciones de técnica anterior puede ser que los medios para detectar la identidad de un objeto utilizados en conexión con este solo necesitan cubrir ciertos puntos de las posibles rutas de los objetos. Cuando un objeto pasa por este tipo de

punto, el sistema recibe información sobre su identidad y, cuando el objeto entra en el área que se debe monitorizar, el sistema conoce su identidad, ya que esta forma parte de la información utilizada en el seguimiento del objeto.

Una de las ventajas del sistema y el procedimiento con respecto a las soluciones de técnica anterior es que la determinación de la identidad de un objeto basada, por ejemplo, en la lectura de un identificador RFID, puede conectarse con el sistema según la presente invención, de tal forma que la excitación utilizada en la lectura por los medios externos se envía de conformidad con la ubicación del objeto que se va a identificar, lo cual determina que se activen solo los identificadores situados en el área deseada y, entonces, el volumen de respuestas que se recibe desde los identificadores se reduce y no hay ninguna necesidad de que las disposiciones de recepción tengan en cuenta las respuestas enviadas acerca de la ubicación de los identificadores, pudiéndose implementar de ese modo la disposición con una pequeña cantidad de aparatos de recepción. Además, otras ventajas comprenden la capacidad de evitar colisiones de lector RFID y colisiones de etiqueta RFID y la no necesidad de utilizar ninguna otra solución para este fin.

15 Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo, la presente invención se describirá en mayor detalle con referencia a las formas de realización presentadas a título de ejemplo y a los dibujos adjuntos, en los que:

20 La figura 1 representa un sistema según la presente invención.

La figura 2 representa a título de ejemplo la relación de las observaciones de sensor con el objeto según la presente invención.

25 La figura 3 representa un ejemplo de las observaciones de sensor causadas por la caída de una persona y del seguimiento de un objeto en un sistema según una forma de realización de la presente invención.

La figura 4 representa las observaciones causadas por dos objetos que se acercan uno al otro y se juntan, y el procesamiento de estas en el sistema según una forma de realización de la presente invención.

30 La figura 5 representa las observaciones de sensor causadas por una persona que se levanta de la cama en el sistema según una forma de realización de la presente invención.

35 La figura 6 representa las observaciones de sensor causadas por un objeto que se mueve hasta situarse al lado de la cama en momentos consecutivos, y el procesamiento de las observaciones en el sistema según una forma de realización de la presente invención.

La figura 7 representa la generación de información de evento basándose en el área de llegada al sistema según una forma de realización de la presente invención.

40 La figura 8 representa la generación de información de evento referente a la salida de un espacio basándose en el seguimiento del objeto y en el área de salida del sistema según una forma de realización de la presente invención.

45 La figura 9 representa un ejemplo esquemático de las etapas de procesamiento de las observaciones de sensor y de la generación de información de evento en el sistema según una forma de realización de la presente invención.

La figura 1 representa un sistema según una forma de realización de la presente invención, que comprende un campo de sensores (5), que comprende unos sensores (1) utilizados para medir un campo electromagnético cercano, que está instalado en el suelo. Los sensores están conectados a una electrónica de medición (3) con conductores de sensor (2). Los sensores son láminas o películas planas delgadas, que se disponen en una estructura tipo alfombrilla (4) aislada eléctricamente del entorno. La estructura tipo alfombrilla se dispone debajo del material de la superficie de la estructura del suelo. El material de la superficie del suelo no se representa en la figura. El sistema se utiliza para monitorizar un espacio delimitado en el campo de sensores y para detectar los objetos (K, K1) que se hallan cerca del campo de sensores o se están moviendo. La colocación de los sensores en el campo de sensores se realiza de tal forma que los cambios de las observaciones de sensor causadas por los objetos que se pretende detectar sean suficientes para implementar el seguimiento de los objetos. La sensibilidad de los sensores y la distancia entre los sensores determinan que el objeto que se pretende detectar y seguir no pueda detenerse en el tipo de ubicación y posición en que este no causa un cambio en la observación de sensor suficientemente grande desde el punto de vista del seguimiento.

60 La figura 2 representa información sobre un objeto detectado generada por el procesamiento de las observaciones de sensor (202) realizadas por medio de los sensores (1) de la electrónica de medición según la forma de realización de la presente invención de la figura 1. Mediante el procesamiento de las observaciones de sensor, se han relacionado las observaciones (202) con un objeto y se ha actualizado la información que describe el estado del objeto (información de estado). El objeto y su información de estado se representan, en la figura 2, como la posición (204) del objeto y como un contorno (203) que presenta el tamaño y la forma del objeto. En la figura 2, el valor

numérico situado dentro del octágono que representa cada observación de sensor describe la potencia de la señal de la observación de sensor en el momento en cuestión.

La figura 3 representa las observaciones (A_n , B_n) medidas en el tiempo T_n , y las observaciones (A_m , B_m , ..., G_m) medidas en el tiempo T_m , en un campo de sensores que comprende los sensores (1) de una solución según una forma de realización de la presente invención. Los octágonos que representan las observaciones de dos momentos diferentes se presentan en conexión con el sensor en diferentes puntos para facilitar su ilustración. La posición de las observaciones de cada sensor en diferentes momentos no es importante desde el punto de vista del sistema. A partir de las observaciones del tiempo T_n y del seguimiento del objeto que lo precede, el sistema obtiene información acerca del objeto, cuya ubicación, forma y tamaño se representan como un contorno (301). El sistema actualiza la información del objeto, como resultado del procesamiento de las observaciones del tiempo T_m . La información acerca del objeto tras la actualización se representa como un contorno (302). La información acerca del objeto en el momento T_m , el cambio en la información con respecto a la información del tiempo T_n y el periodo de tiempo que ha transcurrido entre estos tiempos cumplen las condiciones de evento conocidas por el sistema que se han establecido para un evento de caída. El sistema genera información de evento acerca del evento de caída, basándose en el procesamiento de las observaciones del tiempo T_m .

En una forma de realización preferida de la presente invención, el alcance de las observaciones que expresan la cercanía de alguna parte del cuerpo mediante su potencia y que están relacionadas con un objeto se utiliza como una condición de evento para un evento de caída, que se expresa como el área cubierta por las observaciones y como la distancia más grande entre las observaciones, como un cambio en la velocidad del alcance y como la subsiguiente permanencia de la ubicación y la potencia. Cuando las observaciones correspondientes a una posición vertical se convierten a una determinada velocidad en observaciones correspondientes a una persona que ha caído, de conformidad con la condición, se interpreta que dichas observaciones corresponden a una caída.

La figura 4 representa el procesamiento de las observaciones de sensor medidas según una forma de realización de la presente invención, en el caso de dos objetos que se juntan. La figura representa el procesamiento de las observaciones de sensor medidas en un campo de sensores que comprende los sensores (1), en los momentos consecutivos T_1 , T_2 y T_3 . En el momento T_1 , las observaciones (A_1) y (B_1) se relacionan con el primer objeto, según la información que representa el contorno (401), y la segunda observación (C_1) del mismo momento se relaciona con el segundo objeto (405). Mediante el procesamiento de las observaciones de sensor, se ha generado información sobre los estados de movimiento de los objetos, que se representan mediante flechas (404, 408), basándose en las ubicaciones calculadas previamente y el estado de movimiento de las observaciones y los objetos del tiempo T_1 . En el tiempo T_2 , el sistema mide las observaciones (E_2) y (F_2). El sistema relaciona estas observaciones con los objetos mediante la información de estado de los objetos. El sistema relaciona la observación (E_2) con un segundo objeto, el contorno y la ubicación (406) del cual, según la información de estado generada por el procesamiento de las observaciones en el tiempo T_2 , se representan en la figura. Igualmente, el sistema relaciona las observaciones (E_2) y (F_2) con el primer objeto (401). El contorno y la ubicación (402) según la información generada por el procesamiento de las observaciones en el tiempo T_2 que se relacionan con este objeto se representan también en la figura. El sistema procesa de la misma manera las observaciones (G_3 , H_3 e I_3) del tiempo T_3 , y de ese modo se genera nueva información de estado para los objetos, los contornos según la cual se representan para el primer (403) y el segundo (407) objeto en la figura. El resultado del procesamiento de las observaciones del tiempo T_2 y T_3 y, de forma más particular, la información de estado de los objetos contenidos en estos resultados corresponden con un adecuado grado de precisión al movimiento de los objetos reales, debido a que el sistema ha utilizado la información de estado anterior de los objetos en el seguimiento de los objetos y la actualización de la información de estado de los objetos. Basándose en la información de estado de los objetos, la evaluación del cumplimiento de las condiciones de evento creadas por el sistema evita la generación de información incorrecta, por ejemplo, a partir de las observaciones del tiempo T_3 .

La figura 5 representa una observación (502) medida con el campo de sensores (500) que comprende los sensores (1) según una forma de realización de la presente invención, hallándose la ubicación de dicha observación junto a una cama (501) dispuesta en un espacio monitorizado con el campo de sensores. El sistema según esta forma de realización de la presente invención procesa las observaciones de sensor y relaciona la observación (502) con un nuevo objeto mediante la información sobre las ubicaciones relativas de la cama (501) y la observación (502), y mediante información que indica la posibilidad de que aparezca un nuevo objeto en los alrededores de la cama (501). Además, el sistema genera de inmediato información de evento a partir de la observación (502) basándose en la condición de evento establecida para el sistema, debiéndose generar información de evento inmediata acerca de un objeto que aparece en los alrededores de la cama (501) de conformidad con dicha condición de evento.

En una forma de realización preferida de la presente invención, las condiciones de aparición de los distintos tipos de objetos se utilizan para detectar la aparición de nuevos objetos. Las condiciones de aparición guían el funcionamiento del sistema, estableciendo observaciones de sensor para cada tipo de objeto que interpretan que ha aparecido un objeto. Las condiciones de aparición se compilan de tal forma que, basándose en ellas, el sistema relaciona un número de observaciones de sensor tan reducido como sea posible con un objeto nuevo aparecido, y de tal forma que esto se realice solo cuando la probabilidad de que las observaciones sean del tipo causado por un objeto nuevo aparecido sea suficientemente elevada. En una situación en la que la relación de las observaciones

con un objeto que ha aparecido es adecuada para una serie de condiciones de aparición de un tipo de objeto con solo una probabilidad reducida de divergencia unas de otras, los tipos de objeto alternativos en cuestión se registran en la información del objeto y, basándose en las observaciones relacionadas posteriormente con el objeto y si las observaciones lo justifican, los tipos de objetos que se consideran menos probables para el objeto se excluyen.

5 En una forma de realización preferida de la presente invención, las observaciones de sensor relacionadas con un objeto se utilizan en la detección de las propiedades del objeto. Las características observadas y registradas en la información de estado de un objeto pueden ser el alcance, la forma, la altura, la composición, la distribución de la masa, la capacidad de movimiento, la probabilidad de distribución o alguna otra característica del objeto que se proyecta sobre el campo de sensores, acerca de la cual debe obtenerse información. El sistema procesa las observaciones de sensor, de tal forma que se determinan una o varias características del objeto basándose en la correlación entre las observaciones relacionadas con un objeto conocidas por el sistema y la característica, y basándose en las series de observaciones formadas por las observaciones. El sistema puede procesar observaciones de sensor, de tal forma que el modelo de correlación utilizado para detectar las características se elabora de conformidad con el material de observación y las características conocidas de los objetos que causaron las observaciones.

La figura 6 representa la observación D1 medida en el tiempo T1, las observaciones (B2, C2) medidas en el tiempo T2 y la observación (A3) medida en el tiempo T3 con un campo de sensores (500) que comprende los sensores (1) según una forma de realización de la presente invención. El sistema según esta forma de realización ha actualizado, basándose en las observaciones del tiempo T1 y del seguimiento anterior, la información de estado del objeto que se va seguir, representado en la figura como un contorno (601). Del mismo modo, el sistema ha actualizado la información de estado del objeto que debe ser seguido de conformidad con el procesamiento de las observaciones de los tiempos T2 y T3, representándose dicha información en la figura como los contornos (602) y (603). La información relativa a la cama (501), que se ha descrito en relación con la figura 5, se establece en el sistema. Cuando se procesa la observación (A3), el sistema confirma que la condición de evento correspondiente a la acción de levantarse de la cama no se ha cumplido, ya que el objeto se desplaza hasta un punto situado cerca de la cama desde otro lugar del espacio que se debe monitorizar.

La figura 7 representa las observaciones A71 y B71 medidas en el tiempo T71, la observación (C72) medida en el tiempo T72 y la observación (D73) medida en el tiempo T73 con un campo de sensores que comprende sensores según una forma de realización de la presente invención, así como una estructura (700) que delimita el espacio y una zona de llegada (701) situada en conexión con la abertura de paso que lleva hasta el espacio. El sistema según esta forma de realización procesa las observaciones realizadas en el tiempo T71, e indica en un registro que un objeto nuevo ha aparecido en el área de llegada. A continuación, mediante el procesamiento de la observación (C72) realizada en el tiempo T2, se relaciona esta observación con el nuevo objeto, generando el sistema la información de estado de dicho nuevo objeto mediante la información referente a las observaciones (A71, B71 y C72) y el área de llegada (701). La figura representa un contorno (702) según la información de estado de estas observaciones. Tras el procesamiento de la observación (D73) del tiempo T3, el contorno según la información de estado del objeto nuevo mencionado se halla en una nueva ubicación (703).

La figura 8 representa un espacio que se debe monitorizar con un campo de sensores que comprende sensores según una forma de realización de la presente invención y la delimitación (700) del espacio y el área de salida (801) situada en conexión con la abertura de paso que lleva hasta el espacio. El sistema según esta forma de realización ha procesado la observación (D1) realizada en el tiempo T1 y la observación (C2) realizada en el tiempo T2 y ha actualizado como corresponde la información de estado del objeto que se sigue, representándose en la figura los contornos (802 y 803) de conformidad con esta y con los mismos tiempos. Tras el procesamiento de las observaciones (A3, B3) del tiempo T3, la información de estado del objeto que debe ser seguido se representa como un contorno (804) en la figura. A partir de entonces, no se recibe ninguna observación que pudiera relacionarse con el mismo objeto. A partir de las observaciones, el sistema ha inferido que el objeto que se encontraba en la ubicación (802) ha abandonado el espacio controlado pasando por las ubicaciones (803) y (804). El sistema utiliza información acerca de cambios de la información de estado del objeto, la zona de salida (801) y las condiciones de evento válidas y, de conformidad con las condiciones de evento, genera información de evento referente a un objeto que ha salido del espacio delimitado (700). La condición de evento utilizada por el sistema es de un tipo que causa la generación sin retardo de la información de evento, y basándose en esta el sistema genera información de evento sobre un objeto con el cual las observaciones de sensor ya no están relacionadas.

En una forma de realización preferida de la presente invención, cuando se relacionan las observaciones con los objetos que se van a seguir, se utilizan condiciones que contienen información acerca de las características del espacio que se debe monitorizar, tal como una ruta de salida del espacio, o sobre una estructura o un mueble, bajo cuya influencia el objeto puede dejar de causar observaciones de sensor tras desplazarse desde su ubicación anterior. Un ejemplo de este tipo de estructura es una escalera que lleva hasta la segunda planta, y un correspondiente ejemplo de mueble es un asiento de patas altas.

En una forma de realización preferida de la presente invención, cuando se relacionan las observaciones con los objetos que se van a seguir, se utilizan condiciones que contienen información acerca de las características del

espacio que se debe monitorizar, tal como una ruta de salida del espacio, o sobre una estructura o un mueble, y que determinan que el objeto, tras situarse dentro de su ámbito de influencia, deje de causar observaciones de sensor y, tras situarse fuera de su ámbito de influencia, cause observaciones de sensor. Además, en una forma de realización, las condiciones descritas anteriormente se utilizan como una condición de la desaparición y la aparición de un nuevo objeto.

En una forma de realización preferida de la presente invención, cuando se relacionan observaciones con los objetos que se van a seguir, se emplean condiciones que contienen información acerca del área que se va a delimitar en el espacio que se debe monitorizar, hasta la cual probablemente los objetos no utilizan ninguna ruta más que la de acceso a través del espacio controlado. El área delimitada puede ser un cuarto de baño, un balcón, un armario o un área correspondiente. En esta forma de realización, la información que describe el movimiento de un objeto que se supone que ha entrado en el área delimitada basándose en el seguimiento, y que más adelante se utiliza para relacionar las observaciones de sensor con los objetos, se registra en la información de estado. En caso de que una observación de sensor esté situada en la ruta que conduce hasta el área delimitada, de conformidad con las observaciones de sensor, se diagnostica en primer lugar que el objeto que se ha trasladado hasta la zona delimitada ha vuelto al área monitorizada y, en segundo lugar, si no se indica en ningún registro que un objeto se ha trasladado al área delimitada o si las observaciones no pueden relacionarse con suficiente probabilidad con el objeto que se trasladó hasta allí, se diagnostica que ha aparecido un nuevo objeto.

La figura 9 representa el procesamiento de las observaciones de sensor según una forma de realización preferida. La medición de las observaciones de sensor (901) genera una observación de sensor expresada como un valor numérico que describe la potencia de la observación referente a cada sensor del campo de sensores en un momento determinado. En la siguiente etapa (902), las observaciones se relacionan con los objetos basándose en las ubicaciones de los sensores del campo de sensores, la potencia de cada observación, la información de estado de los objetos y el tiempo que ha transcurrido desde las observaciones anteriores. En esta etapa, algunas observaciones de sensor se relacionan con el nuevo objeto si se considera que es más probable que las observaciones, que tienen en cuenta la información referente a su potencia, ubicación y otro tipo de observaciones, así como los objetos que se van a seguir y el espacio que se debe monitorizar, hayan sido causadas por un nuevo objeto que por un objeto que ya se está siguiendo. En la etapa siguiente (903), la información de estado de cada objeto que se sigue se actualiza basándose en las observaciones de sensor relacionadas con el mismo. Por último (904), se examinan las condiciones de evento establecidas, y se genera información de evento (905) de conformidad con el cumplimiento de las condiciones de evento.

Resultará evidente a las personas expertas en la materia que los ejemplos de forma de realización mencionados anteriormente son, para mayor claridad, comparativamente sencillos en cuanto a estructura y funcionamiento. Según el modelo dado a conocer en la presente solicitud de patente, es posible elaborar soluciones diferentes y también muy complejas basadas en el concepto inventivo dado a conocer en la presente solicitud de patente definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para detectar un objeto en un espacio y un evento relacionado con el objeto, comprendiendo dicho sistema un campo de sensores (500) que comprende unos sensores planos (1) para seguir objetos en el espacio, que son aptos para la medición de detección por contacto o presión, una electrónica de medición (3) que produce observaciones de sensor por medio de los sensores, y un aparato de procesamiento de datos, apto para procesar observaciones de sensor, que comprende un procesador y una memoria,
- en el que el aparato de procesamiento de datos está dispuesto para detectar el objeto y el evento relacionado con el objeto basándose en una o más observaciones de sensor,
- comprendiendo asimismo el sistema:
- unos medios para producir una estimación del estado del objeto que debe ser seguido utilizando información registrada anteriormente acerca del estado del objeto y el periodo de tiempo, que ha transcurrido desde el momento que describe el estado del objeto,
- describiendo el estado información sobre la posición, la velocidad, la aceleración, el tamaño, la forma, el alcance, la densidad o la forma de moverse,
- y
- comprendiendo además el sistema:
- una estructura (700) que delimita el espacio y un área de llegada (701) situada en conexión con la abertura de paso que lleva al espacio, en el que el sistema procesa las observaciones realizadas en un momento determinado y registra que ha aparecido un nuevo objeto en el área de llegada y relaciona las observaciones con el nuevo objeto, y
- un área de salida (801) situada en conexión con la abertura de paso que lleva al espacio, en el que el sistema ha procesado las observaciones (D1, C2) y ha actualizado como corresponde la información de estado del objeto que está siguiendo, y en el que el sistema utiliza información acerca de los cambios en la información de estado del objeto para determinar que un objeto ha salido del espacio delimitado (700),
- en el que el campo de sensores consiste en una estructura de campo de sensores con una pluralidad de sensores que cubre sustancialmente todo el espacio que se debe seguir, y las áreas de llegada y de salida consisten en un subconjunto de por lo menos dos de dichos sensores planos del campo de sensores y cubren una parte del campo de sensores.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque las observaciones de sensor utilizadas para detectar dicho objeto y/o dicho evento se suceden en el tiempo.
3. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho campo de sensores comprende un promedio de por lo menos 4 de dichos sensores por metro cuadrado.
4. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la potencia de las observaciones de sensor varía según el tamaño, la distancia y/o el material del objeto que causa la observación.
5. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema comprende unos medios para detectar dicho objeto, determinando el área, la forma de la observación causada por el objeto y/o el alcance de las observaciones causadas por el objeto en el campo de sensores y/o la potencia de una o más observaciones de sensor.
6. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema comprende además:
- a) unos medios para incluir dicho objeto en el seguimiento, registrando por lo menos un elemento de información de estado, que describe la posición, la velocidad, la aceleración, el tamaño, la forma, el alcance, la densidad, la forma de moverse u otras características del objeto,
- b) unos medios para producir una asociación entre por lo menos un objeto incluido en el seguimiento y las observaciones de sensor, relacionando dicha asociación las observaciones con los objetos incluidos en el seguimiento, teniendo en cuenta dicha estimación que se aplica al estado de por lo menos un objeto que debe ser seguido aplicable a la hora de las observaciones de sensor, y dependiendo el propósito de dicha asociación de la manera en que dichos objetos causaron dichas observaciones de sensor, y
- c) unos medios para mantener por lo menos un elemento de información de estado de dicho por lo menos un objeto que debe ser seguido utilizando por lo menos una observación de sensor relacionada con dicho objeto

según dicha asociación.

7. Sistema según la reivindicación 6, caracterizado porque el sistema comprende:

5 a) unos medios para producir dicha asociación entre los objetos que se deben seguir y las observaciones de sensor, comprendiendo dicha asociación por lo menos un objeto nuevo además de dicho por lo menos un objeto incluido en el seguimiento, y

10 b) unos medios para incluir dicho por lo menos un nuevo objeto en el seguimiento, registrando dicho por lo menos un elemento de información de estado que lo describe.

8. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque el evento relacionado con un objeto es por lo menos uno de entre los siguientes: un movimiento en el área que se debe monitorizar, una llegada al área que se debe monitorizar, una salida del área que se debe monitorizar, una parada o una caída.

15 9. Sistema según la reivindicación 1, 6 o 7, caracterizado porque el sistema comprende unos medios para detectar un evento detectando por lo menos un cambio en el alcance de las observaciones causadas por lo menos por un objeto, en la forma del contorno formado por estas observaciones, en la ubicación, en la dirección del movimiento, en la velocidad de este contorno, en la potencia de la observación de sensor causada por uno o más objetos y/o en dicho por lo menos un elemento de información de estado, de tal forma que el sistema compara dicho por lo menos un cambio en la información contenida por lo menos en una condición de evento.

20 10. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema comprende unos medios para relacionar observaciones de sensor que se suceden en el tiempo con un objeto para detectar un evento relacionado con el objeto o para identificar el objeto.

25 11. Sistema según las reivindicaciones 1, 6 o 7, caracterizado porque el sistema comprende unos medios para seleccionar un perfil de identificación para el objeto a partir de una pluralidad de perfiles de identificación conocidos según las observaciones causadas por el objeto y/o por dicho por lo menos un elemento de información de estado.

30 12. Procedimiento ejecutado por el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para identificar un objeto y un evento relacionado con el objeto.

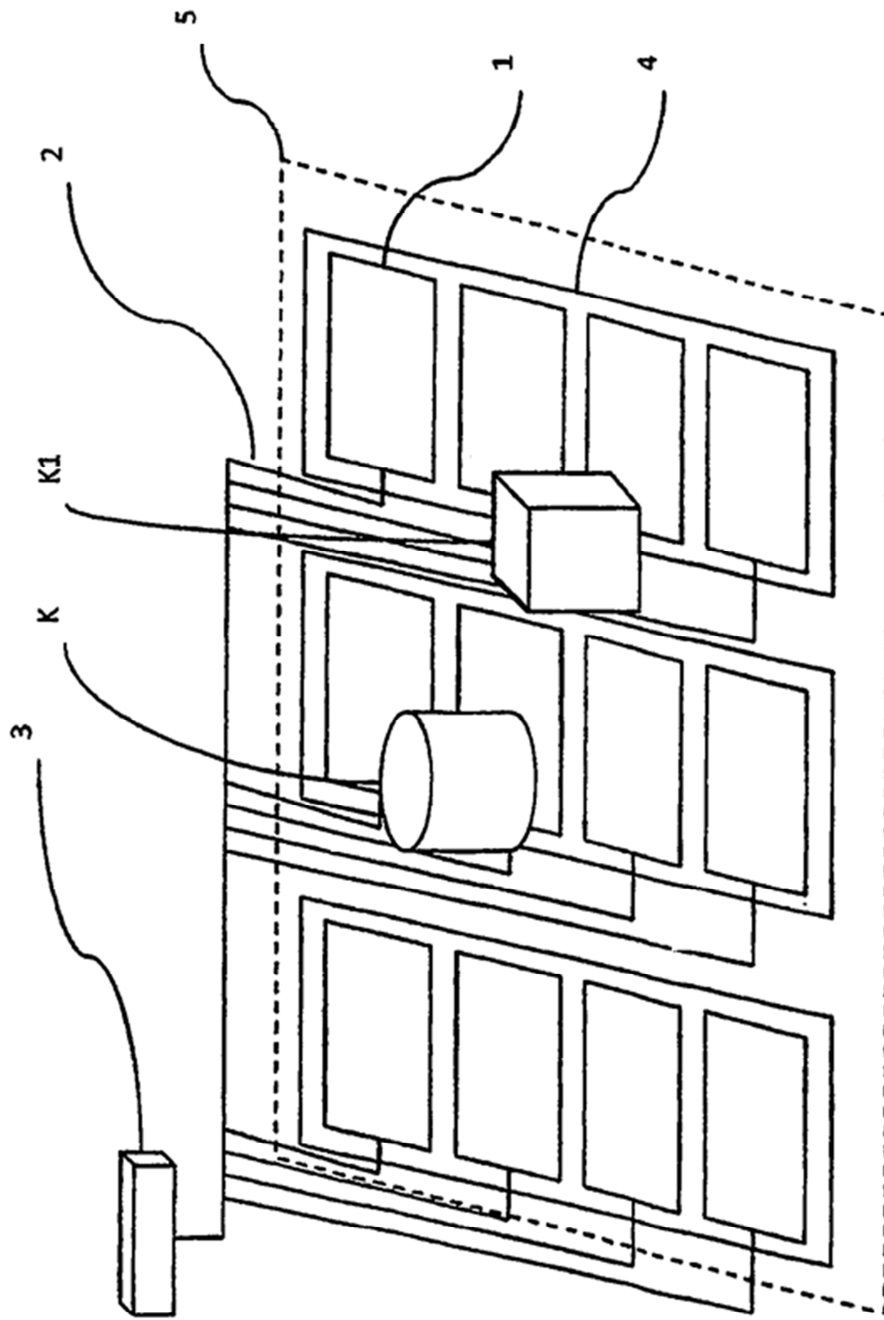


Fig. 1

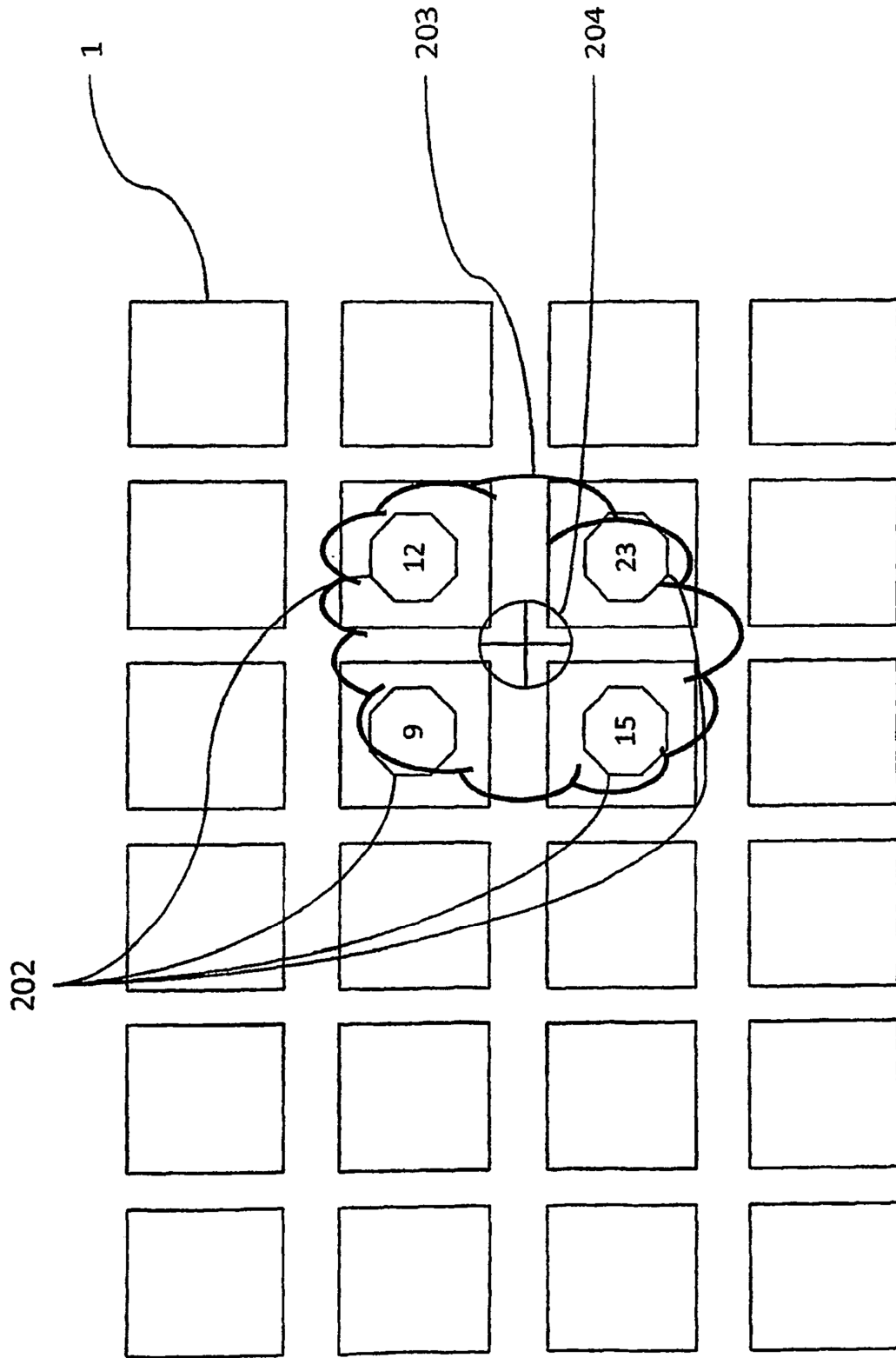


Fig. 2

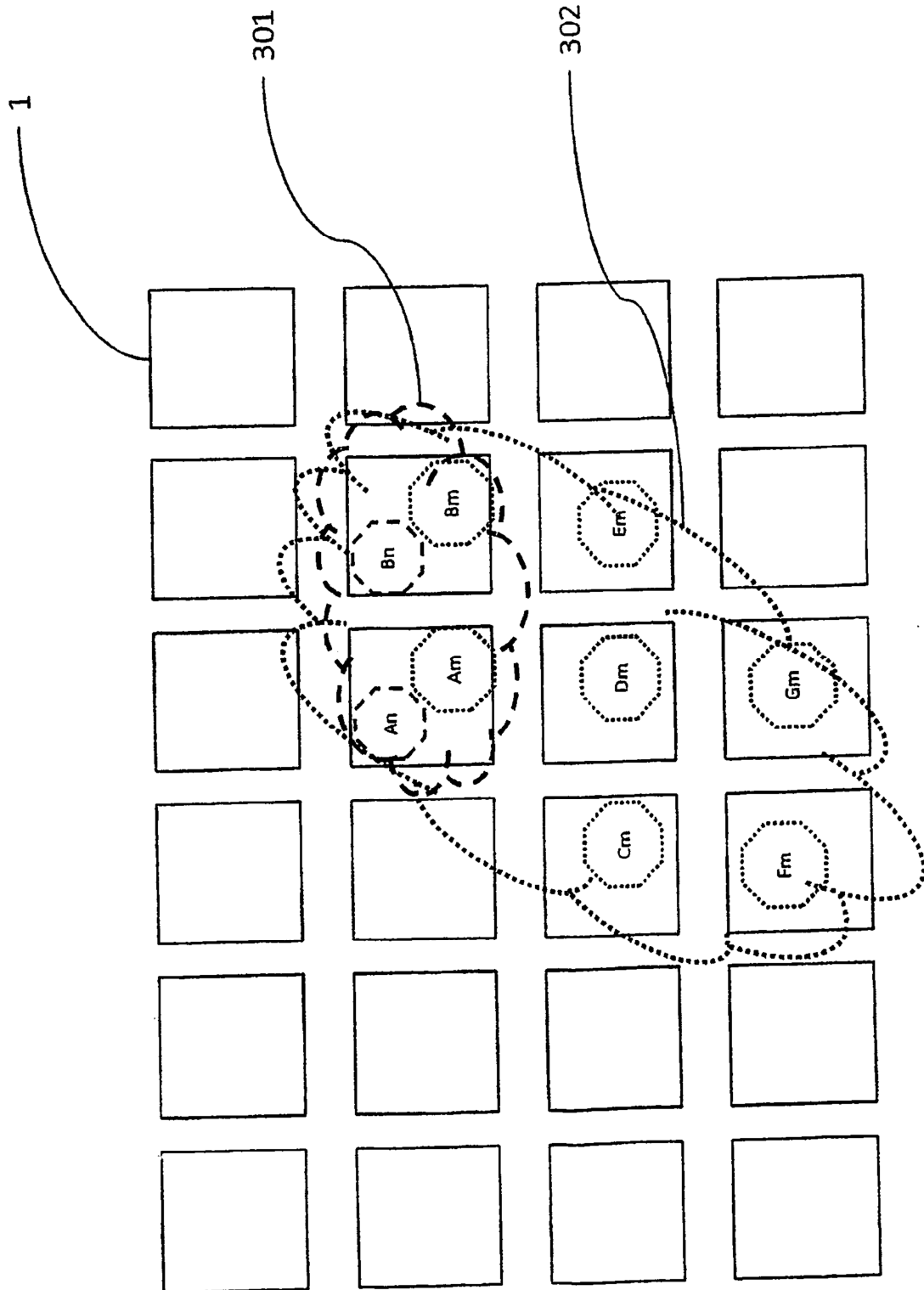


Fig. 3

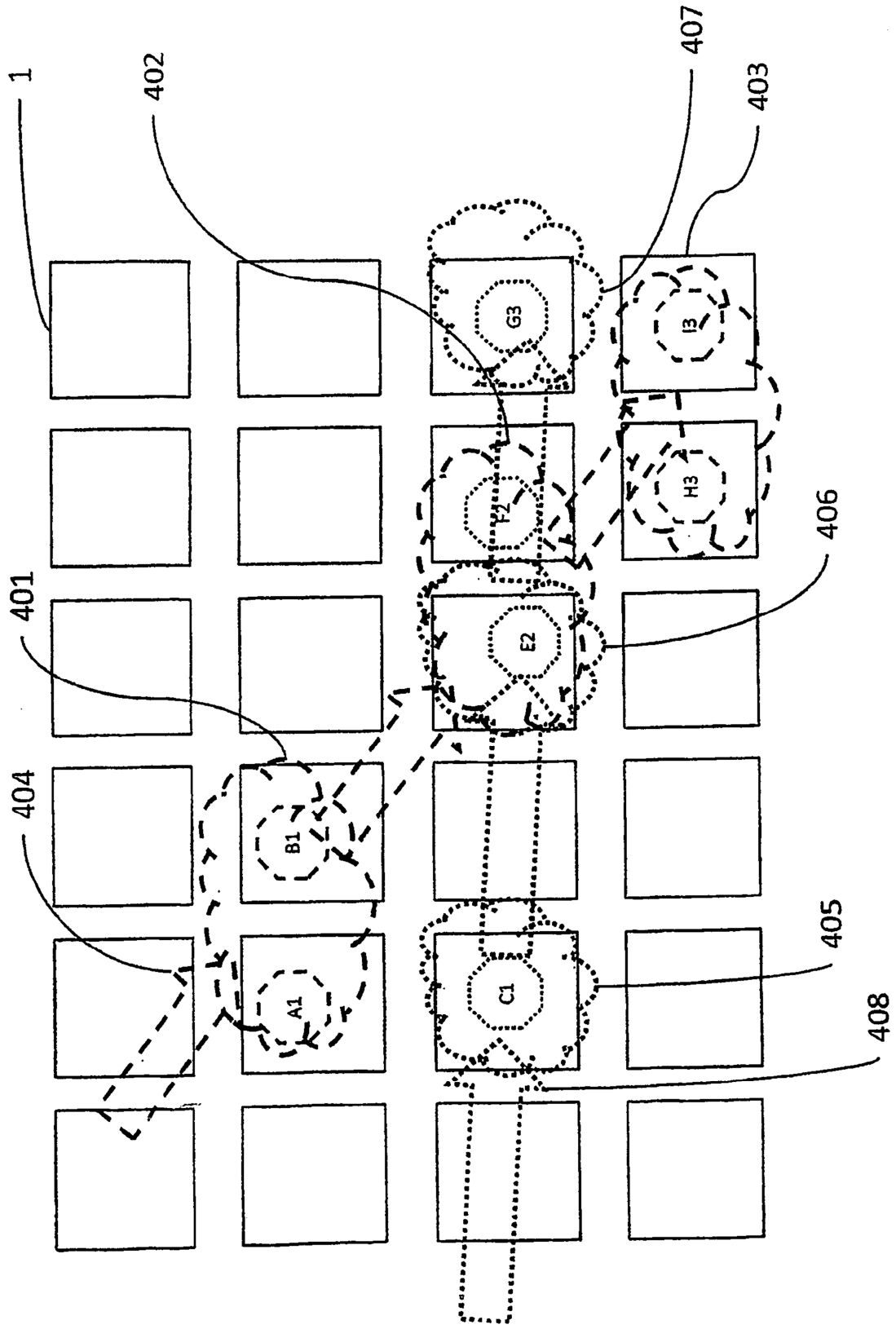


Fig. 4

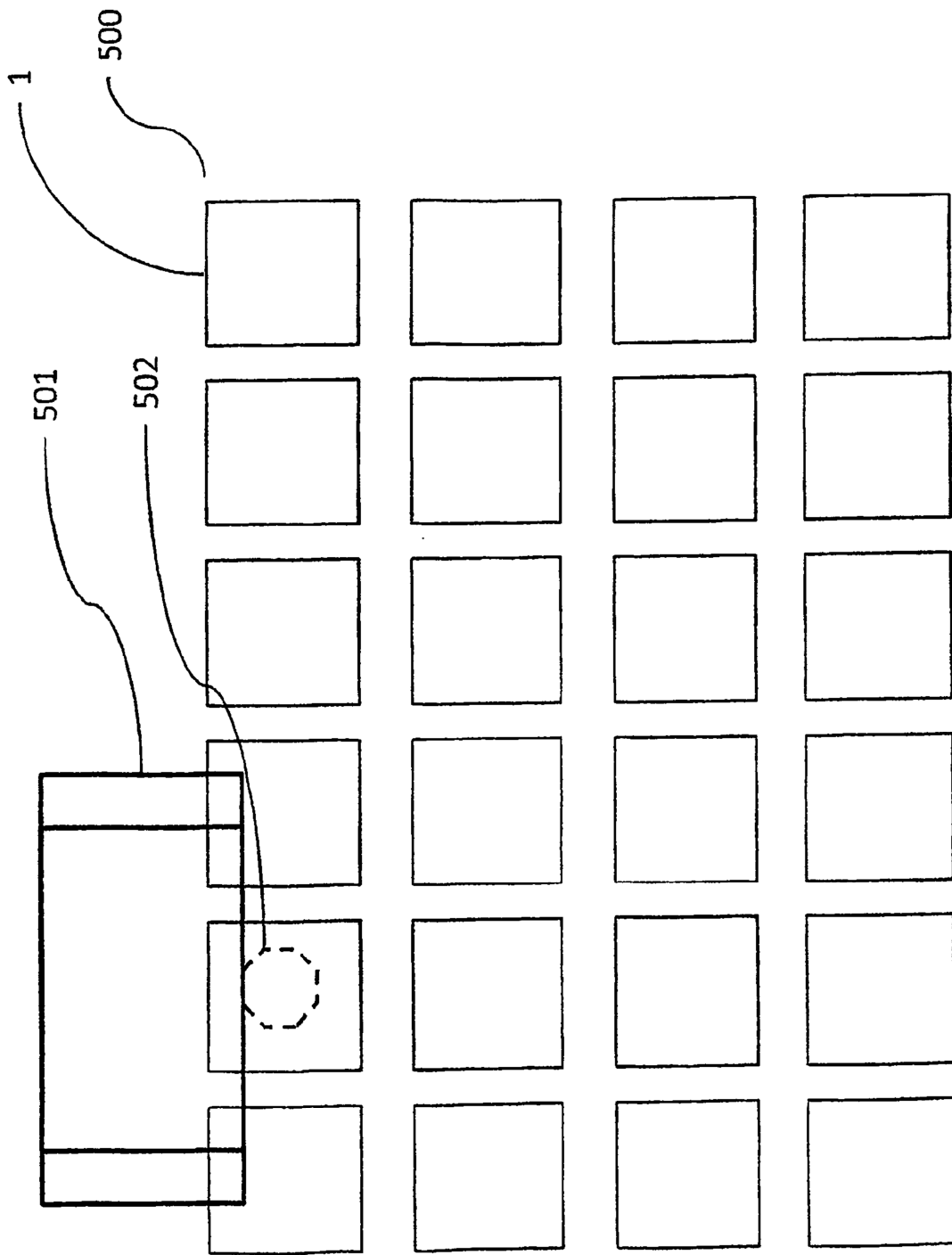


Fig. 5

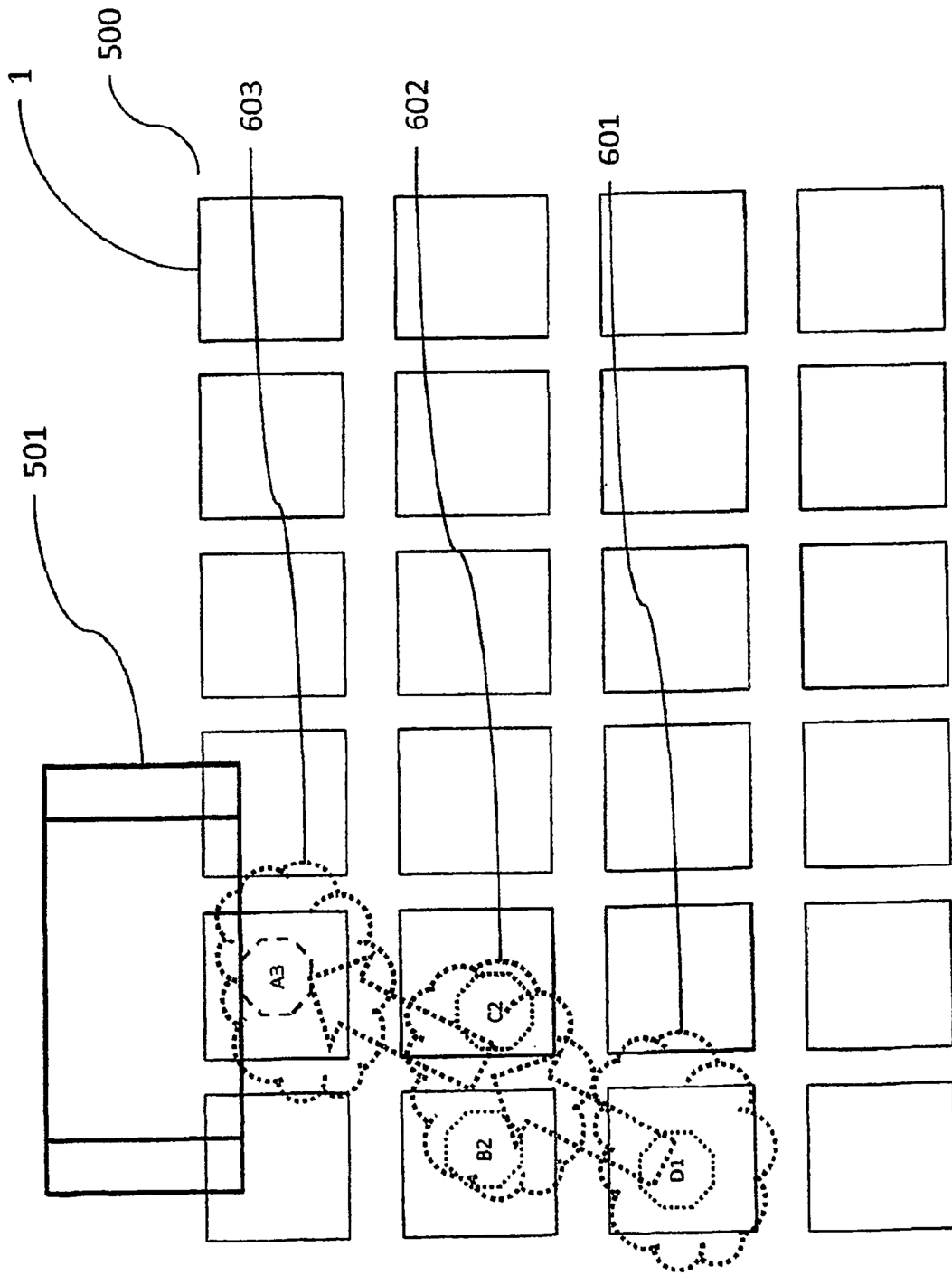


Fig. 6

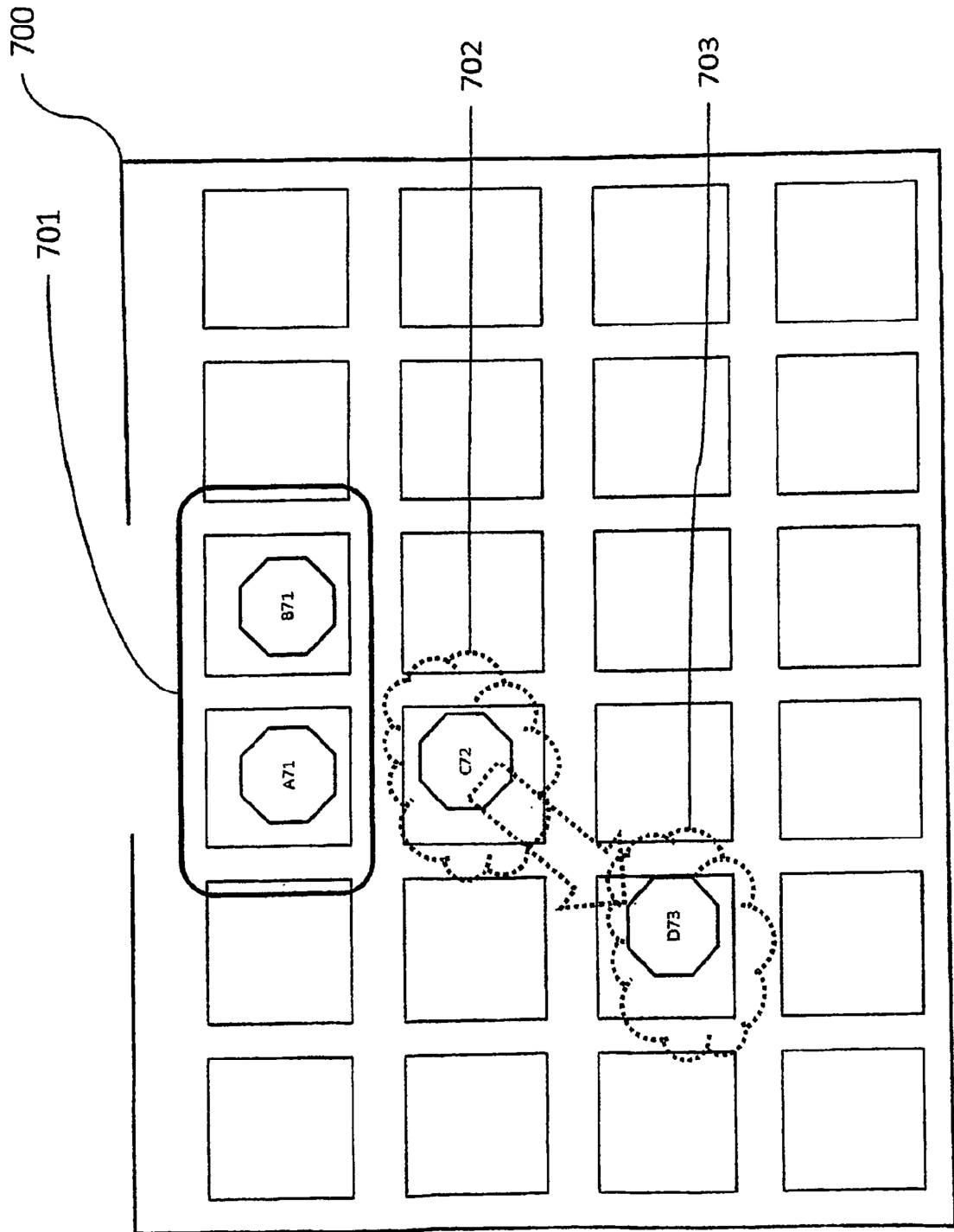


Fig. 7

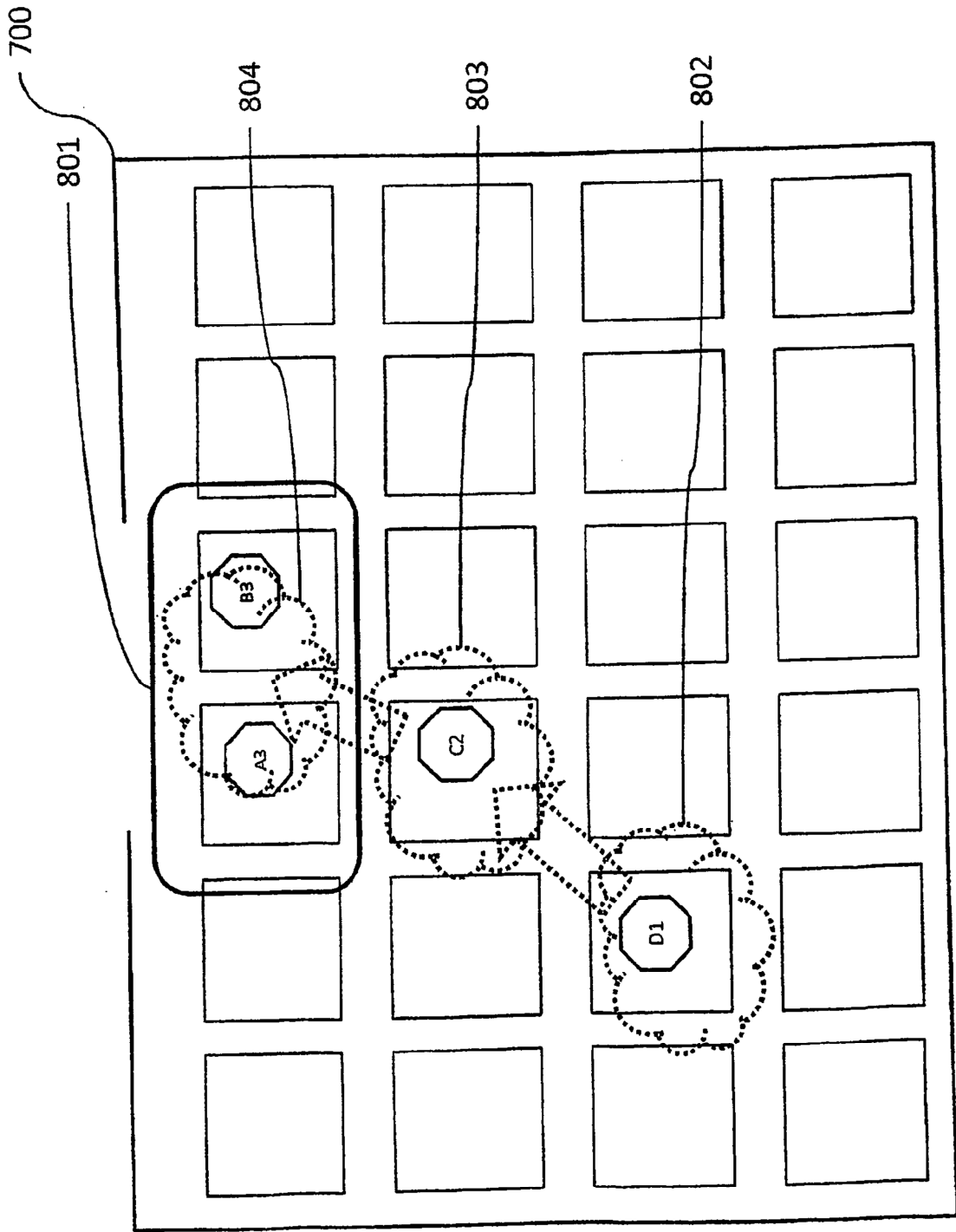


Fig. 8

Fig. 9

