



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 151 844**

⑫ Número de solicitud: 009801987

⑬ Int. Cl.⁷: G07C 9/00

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **22.09.1998**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2001**

Fecha de concesión: **06.06.2001**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.07.2001**

⑱ Fecha de publicación del folleto de patente:
16.07.2001

⑲ Titular/es: **ELIOP, S.A.**
Avenida de Manoteras, s/n
28050 Madrid, ES

⑳ Inventor/es: **Palomo Gómez, Carlos;**
López Mudarra, Juan Ignacio;
García Bayo, Ramón y
León Sánchez, Francisco

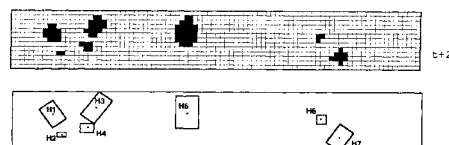
㉑ Agente: **Santos y Lázaro, Elisa**

㉒ Título: **Sistema de cuenta de personas por imágenes de presión.**

㉓ Resumen:

Sistema de cuenta de personas por imágenes de presión.

El sistema de cuenta de personas consta de una o varias superficies sensoras, formada por una matriz bidimensional de celdillas independientes sensibles a la presión, capaces de entregar una imagen de presión cada pocos milisegundos; y de uno o varios sistemas de análisis de imágenes de presión capaces de recoger las imágenes generadas por las superficies sensoras y, mediante técnicas de procesamiento de imágenes, detectar las huellas presentes en cada superficie en cada periodo de muestreo, relacionar entre sí las huellas detectadas en sucesivos instantes, determinar (por su historia) el sentido de avance de las mismas, ligar las posibles huellas de cada persona y contar a éstas en el sentido adecuado cuando abandonan la superficie.



	XN	XM	YN	YM	C	CG	N
H1	7	10	3	6	(8.5, 4.5)	(8.6, 4.6)	13
H2	10	11	9	9	(10.5, 9)	(10.5, 9)	2
H3	16	20	1	5	(18, 3)	(18.1, 3)	16
H4	15	17	7	8	(16.7, 5)	(16.2, 7.4)	5
H5	16	40	1	7	(38, 4)	(38.03, 4.25)	28
H6	67	68	5	6	(67.5, 5.5)	(67.3, 5.33)	3
H7	70	73	8	11	(71.5, 9.5)	(71.78, 9.55)	9

Fig. 4

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 - 28036 Madrid

DESCRIPCION

Sistema de cuenta de personas por imágenes de presión.

Sector de aplicación industrial

Esta invención consiste en la aplicación de las tecnologías más avanzadas en el campo de los sensores de presión y del procesamiento digital de imágenes a la medida del flujo de entrada y salida de personas en un recinto dado. El principio de operación está basado en la obtención y análisis de imágenes de presión generadas por las pisadas de los viajeros al entrar o salir de un medio de transporte (autobús, metro, tren, etc). Y también se puede aplicar en el conteo de personas que acceden a un recinto dado.

Con la combinación de las dos tecnologías mencionadas, se ofrece el desarrollo de un producto, embarcado o no, para conteo de personas que es robusto, fiable, ajustado en coste en su versión industrial, versátil y situado en vanguardia con respecto a otros sistemas funcionalmente comparables.

Mediante una superficie sensora adecuada se obtienen imágenes bidimensionales que contienen información acerca de la presión ejercida sobre dicha superficie, cuando las personas caminan sobre ella. Estas imágenes se generan en tiempo real y con una resolución relativamente alta para tratarse de elementos de presión.

En segundo lugar, estas matrices se analizan mediante algoritmos de procesamiento digital de imágenes, identificándose las pisadas de los viajeros, así como su dirección, permitiendo un control fiable independiente de las aglomeraciones, velocidad de paso de las personas y otras circunstancias que puedan ocurrir. Los datos obtenidos, junto con información de posicionamiento y la fecha y hora de las medidas, se almacena en una base de datos histórica.

Para analizar los datos generados, se pueden recuperar mediante un subsistema de explotación diseñado al efecto, que permite, además, realizar las tareas de evaluación estadística, presentación gráfica y exportación de los datos a otros sistemas de análisis en diferido.

Estado de la técnica

Tecnológicamente, los sistemas de conteo de pasajeros han estado estancados a nivel mundial desde hace tiempo, debido básicamente a que el salto tecnológico necesario a costes razonables no ha comenzado a ser posible hasta hace realmente poco. Así, podemos citar las Patentes US 4.000.400, US 4.122.331, US 4.175.446, US 4.303.851, WO 97/22089 y WO 97/23376 en las que, fundamentalmente, las aproximaciones empleadas han consistido en detectar, con mayor o menor grado de simplificación, las pisadas en los escalones de los autobuses para, a partir de ahí, y con algoritmos sencillos, contar los pasajeros, aunque en algún caso, como la última citada, la solución sea más sofisticada y se parezca en sus aspectos puramente externos a la que aquí se describe.

Debido a que el número de sensores de pisada empleados es habitualmente muy reducido (un sensor por escalón, dos en varios escalones en los sistemas más complejos), la tasa de errores

llega a ser muy alta, sobre todo en condiciones de aglomeración, que son las habituales, existiendo además la necesidad de que haya escalones para poder instalar la mayoría de dichos sistemas.

Otras tecnologías llegan a emplear sensores de infrarrojos en el techo del vehículo, con hasta seis detectores por puerta. Las precisiones en los sistemas más sencillos no superan el 75 % para tráfico unidireccional. Los sistemas más complejos, de coste muy elevado, garantizan una precisión del 90 % incluso con tráfico bidireccional.

El sistema propuesto en la presente invención permite obtener precisiones entre el 96 % y el 99 %, siendo plenamente competitivo en coste, facilidad de uso e instalación.

Descripción general de la invención

El objetivo de esta invención es contar automáticamente las personas que transitan a través de una zona de acceso a un recinto, identificando su sentido de avance. La zona de acceso puede ser más o menos amplia y las personas pueden pasar por ella de manera libre, de una en una o simultáneamente, en uno o varios sentidos y sin ninguna restricción en cuanto a su posición absoluta en el área de paso.

Sea cual fuere la forma de entrada o salida de una persona de un medio de transporte o recinto cerrado dotado de paredes de contención y puertas de evacuación y llenado (bien sea de forma ordenada o bien en avalanchas, en caso de aglomeraciones) es necesario que tales personas se impulsen en el suelo (o en los peldaños de acceso, si los hubiera) para desplazarse al interior o exterior del recinto. Para ello, deberán pisar una zona de la superficie del recinto concreta y limitada en el entorno de las áreas de acceso, o un peldaño en el caso de escaleras de entrada o salida. Inicialmente supondremos que la probabilidad de saltar estas zonas es baja (por su propio diseño y dimensiones) y que este evento es estadísticamente poco significativo.

El Sistema de Cuenta de Personas por Imágenes de Presión se basa en la obtención de imágenes digitales de presión de una superficie sobre la que transitan las personas objeto de cuenta, pisando encima de ella. Una imagen de presión es una matriz bidimensional de valores de presión obtenida muestreando en un instante dado los elementos de los que consta la superficie sensora. Las técnicas empleadas para medir la presión ejercida sobre cada sensor y los mecanismos empleados para muestrearlas son variados y no son objeto de esta patente.

Empleando sensores matriciales de suficiente resolución espacial se distingue entre las huellas de varias personas que se encuentren simultáneamente sobre la superficie sensora. Asegurando además una frecuencia de muestreo de varias imágenes por segundo, se determina fiablemente el sentido de movimiento de cada huella y, por tanto, de la persona a que corresponde.

El Sistema Cuenta Personas consta de una o varias superficies sensoras, formadas por una matriz bidimensional de celdillas independientes sensibles a la presión, capaces de entregar una imagen de presión cada pocos milisegundos; y de uno o varios sistemas de análisis de imágenes de presión capaces de recoger las imágenes ge-

neradas por las superficies sensoras y, mediante técnicas de procesamiento de imágenes, detectar las huellas presentes en cada superficie en cada periodo de muestreo, relacionar entre sí las huellas detectadas en sucesivos instantes, determinar (por su historia) el sentido de avance de las mismas, ligar las posibles huellas de cada persona y contar a éstas en el sentido adecuado cuando abandonan la superficie.

El sistema puede disponer, adicionalmente, de otras fuentes de información auxiliares, para facilitar tanto el mecanismo de cuenta como el tratamiento posterior de la información generada. Tales pueden ser, por ejemplo, un reloj de tiempo real (para asignar atributos temporales a las cuentas), señales de apertura de las puertas de acceso (para no contar los tránsitos accidentales sobre la superficie cuando se encuentran cerradas o identificar paradas en un medio de transporte), señales de odómetro o tacómetro (para asignar atributos espaciales o de recorrido a las cuentas e identificar los instantes en que el vehículo que incorpora el sistema está en movimiento), datos de un receptor GPS (para detectar con precisión la posición en sistemas embarcados), señales de predeterminación del sentido de avance, o de puesta a cero del contador, etc.

Los datos de cuenta de personas obtenidos, junto con el resto de información relevante en cada caso, se proporcionan inmediatamente y, alternativamente, pueden almacenarse en el propio sistema, para su consulta por un sistema externo de explotación. Para ello se puede dotar al Sistema Cuenta Personas de dispositivos de almacenamiento y de comunicación de datos para su transmisión local o remota, así como de los mecanismos de acceso a la información adecuados.

Las principales ventajas que aporta este sistema frente a otros aplicados en el mismo ámbito son: su precisión, debido a la posibilidad de distinguir las huellas de varias personas que se encuentran simultáneamente sobre la superficie sensora de tránsito, minimizándose los “ocultamientos” propios de otras tecnologías (barreras infrarrojas, cámaras de vídeo, sensores sólo longitudinales o transversales); que se trata de un método de cuenta intrínsecamente bidireccional, pues el análisis de un alto número de muestras por segundo permite reconocer las variaciones de forma y posición de cada pisada en el tiempo, haciendo posible determinar su sentido de avance; que pasa desapercibido para el público, reduciendo la posibilidad de que su detección afecte a las medidas y el riesgo de vandalismo; que no obstaculiza el paso de las personas, facilitando los accesos y la evacuación de los recintos cuyo aforo se quiere medir.

Breve explicación de los dibujos

En su versión más elemental, el Sistema de Cuenta de Personas por Imágenes de Presión consta de una superficie sensora [1] situada en una zona de acceso al recinto bajo control, más un procesador de imágenes de presión [2], conectados entre sí por algún medio de transmisión de señales eléctricas [3]: ver Figura 1.

En el *procesador* se capturan las imágenes transmitidas por la superficie sensora y, para cada

una de ellas, se llevan a cabo las etapas de procesamiento que se aprecian en la Figura 2.

Como resultado de la etapa de binarización de las imágenes de presión, cada imagen de presión capturada se transforma en una imagen en dos niveles, pudiendo tomar cada píxel el valor PISADO o NO_PISADO. Una representación gráfica de una secuencia de tales imágenes es la que aparece en la figura 3. En ella pueden verse las huellas de tres personas simultáneamente sobre una superficie sensora y su evolución en el tiempo. Los instantes en los que se deben contar las personas y su dirección de movimiento se han marcado con un círculo y una flecha.

La figura 4 es una representación gráfica de la imagen de entrada en el momento (t+2) junto con la *lista de huellas* generada por dicha imagen en ese instante y un cuadro con los parámetros pertinentes en ese momento (ver explicación de esos parámetros en la relación incluida al final de la descripción).

En la figura 5 puede verse la *lista de las pisadas* generada tras procesar las imágenes entre el instante (t) y el (t+4), además de una representación gráfica de las mismas sobre la última imagen de entrada en ese momento (t+4).

En la Figura 6 puede verse la *lista de personas* generada tras procesarse las imágenes en el mismo periodo de tiempo anterior, es decir entre t y t+4.

Modo de realización

La *superficie sensora* está constituida por un conjunto de sensores individuales de presión, dispuestos en forma de una matriz bidimensional de N filas por M columnas. En principio, supondremos que la superficie es rectangular, aunque se puede adaptar a otras formas poligonales sin más que ir eliminando las celdillas de la matriz que queden fuera de su perímetro. En cualquier caso, la imagen que entrega sí es rectangular, de NxM píxeles, dando valores de “no presión” a las celdillas correspondientes a sensores inexistentes en razón de su forma.

La superficie sensora tiene unas dimensiones adaptadas a la zona de tránsito controlada, con un ancho que cubra por completo el área de paso y una profundidad tal que minimice la probabilidad de saltársela al caminar normalmente, sin provocar por ello que una persona pueda dar varios pasos sobre ella (entre 40 y 60 cm. típicamente). Si se instala sobre un escalón, la superficie se ajusta a sus dimensiones.

El tamaño de cada celdilla y la distancia entre éstas es tal que permite reproducir una huella de unos 5x10 cm (como la de un niño) en una mancha de al menos 2x3 píxeles, para poder determinar su centro y dirección de movimiento. Por tanto, la distancia máxima entre puntos sensores está en tomo a 2.5 cm. siendo mejor cuanto más próximos se encuentren.

La sensibilidad de la superficie sensora es tal que permite distinguir como diferentes estados, variaciones de presión correspondientes al peso de un niño, repartido entre las dos huellas de sus pies; esto equivale típicamente a una presión mínima de 0.2 Kg/cm² (un peso de 20 Kg repartidos entre 2 huellas de 5x10 cm). Además, soporta sin deformaciones permanentes las pre-

siones máximas que se pueden producir al apoyar todo el peso de una persona sobre la superficie de un tacón fino.

La velocidad de respuesta del sensor permite muestrear toda la superficie y tomar al menos 3 muestras de pisadas que permanezcan en la superficie un tiempo mínimo de 100 ms, lo que equivale a enviar la información a una tasa de al menos 30 imágenes por segundo (33 ms/img). Además, responde con rapidez a las variaciones de presión ejercidas sobre él, pasando del estado de máxima presión al de reposo y viceversa en un tiempo típicamente inferior a 20 ms.

La superficie sensora es estanca y resistente a diferentes agresiones externas y ambientales, tales como agua, ácidos débiles, detergentes, bases suaves, así como temperaturas extremas entre -10°C y +50°C. También es resistente al desgaste y a un cierto grado de flexión, torsión, etc. Su aspecto externo es tal que no llama la atención en el entorno en que se encuentre (un medio de transporte, una puerta o pasillo de acceso) para evitar un efecto de rechazo a pisarla así como potenciales actos vandálicos; los elementos electrónicos que incorpora y su interconexión con el resto del sistema queda oculto a la vista del público.

Cada imagen de presión obtenida en la superficie sensora se envía al procesador en tiempo real a través de diversos medios de interconexión, lo que se consigue gracias a un interfaz de interconexión abierto. De este modo, la *transmisión de los valores de presión* puede realizarse en serie (un dato después de otro) o en paralelo (simultáneamente varios o todos los valores), en forma de señales analógicas (por ejemplo un nivel de tensión proporcional a la presión en cada sensor), digitales (mediante un número representando el nivel de presión en cada celdilla sensora) o binarias (mediante una indicación de si el sensor está activado [pisado] o no), sobre un medio físico (cable metálico, fibra óptica ...) o aéreo (radio, infrarrojos,...) o por cualquier otro mecanismo convencional de transmisión de señales eléctricas, que proporcione el estado de la técnica. Únicamente cabe destacar en este aspecto que la elevada resolución que se maneja en cada superficie y la alta tasa de refresco de imágenes requerida obligan a emplear un medio de transmisión de una capacidad relativamente grande y con una buena protección frente a ruidos o errores.

Una vez captadas las imágenes de presión, IP, se realiza una conversión a binario (4) o binarización, de las mismas; con las imágenes binarizadas, IB, se realiza una agrupación de las zonas pisadas (5) y a partir de ahí, se confecciona una lista de huellas en imagen LHI. A continuación se hace una asignación de huellas a pisadas (6) utilizando para ello la lista de huellas recién actualizada y la lista de pisadas del instante anterior; como consecuencia, se confecciona una lista de pisadas actualizadas LIA. Posteriormente y a base de un conjunto de reglas (LR) específicamente diseñadas al efecto, se realiza la agrupación de pisadas en personas (7), utilizando la lista de pisadas actualizada y la lista de personas calculada con la imagen del instante anterior; así se obtiene la lista de personas actualizada, LEA, para la imagen en curso. Finalmente, aportando aquellas señales adicionales

que se juzgue conveniente (SA), se cuentan las personas (8), teniendo como resultado un determinado número de personas contadas por cada sentido, NPCS.

5 - Binarización de las imágenes de presión (4)

Independientemente de la forma de transmisión de las imágenes de presión, la información de cada elemento sensible se traduce a formato binario, para su posterior tratamiento. En el caso de imágenes analógicas o digitales esto se consigue mediante la comparación del valor o nivel de presión contra un umbral de referencia, que puede ser único para toda la superficie o particular para cada celdilla en función de su historia anterior. Los elementos que superen el umbral de comparación estarán activados [pisados] y los que no lo rebasen estarán en reposo.

Como resultado de esta etapa, cada imagen de presión capturada se transforma en una imagen en dos niveles, pudiendo tomar cada píxel el valor PISADO o NO-PISADO. Una representación gráfica de una secuencia de tales imágenes es la que aparece en la figura 3. En ella pueden verse las huellas de tres personas simultáneamente sobre una superficie sensora y su evolución en el tiempo. Los instantes en los que se deben contar las personas y su dirección de movimiento se han marcado con un círculo y una flecha.

30 - Agrupación de zonas pisadas (5)

Para cada imagen, se trata de identificar las zonas contiguas de elementos sensores pisados. Cada una de estas zonas corresponde a la "huella" generada por una parte de una pisada.

Entre las técnicas de procesamiento de imágenes existen diferentes métodos que pueden usarse para identificar y caracterizar estas "huellas" en función de la conectividad de los píxeles activados, así como diferentes algoritmos de filtrado de los "ruidos" (píxeles falsamente detectados) que puedan haberse generado en la etapa de umbralización anterior.

Estas técnicas permiten determinar, para cada zona contigua, un conjunto de características espaciales, como pueden ser las coordenadas del rectángulo que la inscribe (XN, YN), (XM, YM), sus centroides (geométrico (C), de gravedad (CG) o de diferentes órdenes), el número de puntos activados que la forman (N), un polígono de contorno, etc.

Como resultado de esta etapa, se produce una lista de "huellas" o zonas pisadas en la imagen actual, cada una con las características que la definen.

La figura 4 es una representación gráfica de la imagen de entrada en el momento (t+2) junto con la lista de huellas generada por dicha imagen en ese instante.

55 - Asignación de "huellas" a pisadas (6)

Cada pisada, provocada por el apoyo de un pie de una persona sobre la superficie sensora, puede dar lugar a un número variable de "huellas" sobre la misma. Dependiendo del número de puntos de apoyo (puntera, tacón, lateral ...) y de la sensibilidad de las celdillas, una pisada puede dar lugar a un conjunto de zonas activadas próximas entre sí aunque no contiguas en la imagen. Todas las "huellas" de una misma pisada se encontrarán localizadas en un área de la imagen no superior

a las dimensiones máximas de un pie, y organiza-
das longitudinalmente a lo largo de la dirección
principal de la misma.

Para decidir en cada imagen qué huellas for-
man parte de una pisada, se aprovecha la infor-
mación histórica de la misma, que contiene da-
tos de posición actuales (de manera similar a las
“huellas”), datos de posición anteriores (por ejem-
plo, el último rectángulo que la inscribe, la lista de
las posiciones de sus centros (CA, CGA), su sen-
tido de avance, sus máximas dimensiones detec-
tadas (XNN, YNN), (XMM, YMM) y datos tem-
porales (p.ej. el número de imágenes en que ha
estado presente (NI), el instante de su aparición
(TP), la última imagen en que se ha detectado,
etc.).

Una “huella” formará parte de una pisada
existente si sus centros quedan dentro del rectán-
gulo de posición prevista de la pisada y el tama-
ño de ésta, al asociarlas, no supera las dimensio-
nes máximas permitidas para un pie. Cuando se
asigna una “huella” a una pisada existente, se ac-
tualiza la información actual e histórica de la pi-
sada en función de las características espaciales de
la “huella” analizada. Por ejemplo, se actualiza
el rectángulo que inscribe la pisada en la imagen
actual, se recalculan sus centros, el número de de-
tecciones o imágenes en las que se ha encontrado,
el instante de la última detección y, una vez fi-
nalizado el análisis de todas las “huellas” de la
imagen, esta información se incorpora a las series
históricas de la pisada para predecir su próxima
posición prevista.

Si no se encuentra ninguna pisada a la que
se pueda asociar una “huella”, se creará una
nueva que la contenga, inicializando sus datos
de acuerdo con las características actuales de la
“huella” en cuestión.

Como salida de esta etapa se proporciona una
lista de las pisadas detectadas en la superficie, con
datos actualizados en base a las “huellas” asigna-
das a cada una en la imagen. Esta lista no de-
saparece con cada imagen, sino que se mantiene
en el tiempo conservando la información histórica
de las pisadas que permanecen sobre la superficie
sensora.

Cuando una de las pisadas de la lista deja
de tener “huellas” asignadas, se calcula su di-
rección de salida mediante las últimas muestras
de posición de su centro de gravedad, por ejem-
plo. Si esta condición se mantiene durante un
cierto número de imágenes (aunque falle en una
la pisada puede volver a aparecer en las siguien-
tes), se elimina su entrada de la lista de pisadas,
desapareciendo definitivamente.

En la figura 5 puede verse la lista de las pi-
sadas generada tras procesar las imágenes, no en
el momento $t+2$ sino entre el instante (t) y el
($t+4$), además de una representación gráfica de
las mismas sobre la última imagen de entrada en
ese momento ($t+4$).

- *Agrupación de pisadas en personas (7)*

El objetivo de esta etapa es determinar qué
pisadas corresponden a una misma persona que
permanece en la superficie sensora con los dos
pies y cuáles son de diferentes personas. Para
ello se emplean una serie de reglas obtenidas de
la experiencia y un conjunto de valores para apli-

carlas. Estos datos se ajustan realizando ensayos
en “instalaciones tipo” (el escalón de acceso a un
autobús, o a un tren, o de un centro comercial, la
superficie de entrada a una tienda, etc.) para las
que se obtienen los valores estadísticamente más
adecuados o que producen mayor precisión en la
cuenta final.

Algunas de las reglas que se pueden aplicar
para agrupar pisadas en personas o para no per-
mitir su agregación son:

- Se pueden agrupar pisadas cuyos centros no
estén a más de una cierta distancia, corres-
pondiente a la distancia normal entre los
dos pies de una persona, que se ajusta es-
tadísticamente mediante ensayos previos.
- En cada imagen no se pueden agregar más
de dos pisadas por persona
- Una pisada de la que no se tengan suficien-
tes detecciones no se agrupa con otras (por-
que no se dispone de suficiente información
de la misma). El número mínimo de de-
tecciones se determina experimentalmente
para cada “instalación tipo”.
- No se pueden agregar dos pisadas cuyo sen-
tido de salida (entre los posibles estableci-
dos) sea distinto o cuyos vectores de avance
formen un ángulo superior a un valor deter-
minado experimentalmente.
- No se pueden agregar dos pisadas entre las
que se encuentre al menos otra incompatible
con ellas.
- No se pueden agrupar dos pisadas que ha-
yan aparecido en la superficie sensora con
una diferencia de tiempos menor que un
límite, que se debe determinar experimen-
talmente (nadie entra en la plataforma pi-
sando simultáneamente con ambos pies).
- Una pisada que acaba de desaparecer (en
un instante anterior) no se puede agrupar
nada más que con otra en la misma posición,
que corresponderá al mismo pie de la misma
persona. Si aparece una pisada desplazada
respecto a la anterior debe ser de otra per-
sona.

La aplicación de cada una de estas reglas y
de otras que se pudieran establecer está sujeta a
los resultados experimentales en cada “instalación
tipo”.

Como salida de esta etapa se proporciona una
lista de las personas detectadas en la superficie,
con datos actualizados en base a las pisadas asig-
nadas a cada una en la imagen actual. Esta lista
no desaparece con cada imagen, sino que se man-
tiene en el tiempo conservando información his-
tórica de las personas que permanecen sobre la
superficie sensora.

En la Figura 6 puede verse la lista de personas
generada tras procesarse las imágenes en el mismo
período de tiempo anterior, es decir entre t y $t+4$.

- *Cuenta de personas (8)*

Cuando en sucesivas imágenes una de las per-
sonas de la lista deja de tener pisadas asignadas,
se considera que ha salido de la superficie sensora,
se la cuenta y se elimina de la lista de personas.
El sentido que se le otorga es la dirección de sa-
lida de la última de sus pisadas asignadas, que se

mantiene como dato de la persona aun después de desaparecer aquéllas.

Si se dispone de informaciones adicionales como señales de apertura de puertas, señales de detección de movimiento (tacómetro/odómetro), de puesta a cero o de sentido obligado, pueden utilizarse en esta etapa para evitar cuentas erróneas en la superficie sensora cuando las puertas de acceso están cerradas o el vehículo en movimiento (sistemas embarcados) o para predeterminar el sentido de la cuenta de personas.

En todos estos mecanismos no se tiene en cuenta la posición absoluta de cada pisada en la superficie sensora, sino las relaciones espaciales y temporales entre las diferentes pisadas detectadas. Además, son de aplicación tanto si la lista de pisadas procede de una plataforma única o de una imagen de mayor tamaño formada por varias plataformas, tratadas por uno o más procesadores. Se trata de un método flexible que se adapta a cualquier posición de las personas en la superficie, sin limitar sus puntos de entrada o sus posibles movimientos. Con él se pueden lograr precisiones típicas de un 96.5 % en muestras de unas 1.000 personas y de hasta un 99 % en muestras mayores (p.e. 75.000 personas).

En el procesador, la cuenta de personas se va acumulando hasta que ocurre un evento determinado, como puede ser que venza un periodo de tiempo predefinido para almacenamientos periódicos, o se produzca un cierre de puertas o se ponga en movimiento el vehículo equipado con el Sistema Cuenta Personas, o se pulse un interruptor que activa una señal de puesta a cero, etc. En ese instante, la cuenta de personas obtenida en cada sentido se almacena en un registro con indicación de la hora en que se ha cerrado la cuenta y el resto de informaciones auxiliares significativas (distancia recorrida desde el último cierre, coordenadas GPS obtenidas del satélite, estado de otras señales de entrada...).

En sistemas embarcados, los datos de posición son fundamentales a la hora de explotar las medidas de cuenta de personas obtenidas; en sistemas fijos, el dato principal puede ser la hora del periodo medido. Tanto en unos como en otros, conviene que un sistema automático de aforo sea capaz de almacenar históricamente las medidas realizadas y proporcionar mecanismos para su consulta posterior (dispositivos de comunicaciones, protocolos, etc.). A partir de los datos proporcionados por el sistema, es posible elaborar posteriormente la información y obtener estadísticas útiles para la explotación.

Otras realizaciones del sistema permiten conectar varias superficies sensoras, correspondientes cada una a un acceso al recinto aforado, a un único procesador, con varias conexiones previstas para ello. En este caso, el procedimiento de análisis de imágenes y cuenta de personas se repite para cada imagen de cada superficie independientemente, pudiendo acumularse los cálculos totales de personas en cada sentido para obtener el número total de tránsitos a o del interior del recinto.

También es posible en otras aplicaciones, que la tecnología de la superficie sensora no sea capaz de cubrir todo el ancho del área de paso.

En este caso se pueden disponer varias superficies individuales, una al lado de otra, hasta alcanzar el tamaño necesario. Cada superficie sensora entregará su imagen de presión como en el caso inicial, pero con la particularidad de que todas ellas estarán sincronizadas en el tiempo por el mismo procesador. Este recogerá las imágenes de todas las superficies sensoras y, antes de iniciar su análisis, las concatenará en su memoria para formar una única imagen del tamaño total apropiado para el acceso. El resto del tratamiento se realizaría como en el caso inicial.

Puede ocurrir que las dimensiones de la superficie bajo control superen, por número de conexiones, capacidad de memoria o de procesamiento, las prestaciones de un único procesador de imágenes de presión. Si esto sucede, se puede plantear una estructura piramidal de varios procesadores comunicados entre sí (por algún sistema convencional, sea línea serie, paralelo, compartición de memoria, etc.) donde los de la base se ocupan de la recepción de las imágenes y su tratamiento hasta obtener las listas de huellas sobre la superficie, proporcionando sus tamaños, posiciones, y demás características espaciales a los procesadores superiores; éstos van concentrando la información, y realizando el seguimiento temporal de pisadas y/o personas, hasta llegar al proceso final de cuenta y asignación de sentido.

Relación de parámetros utilizados en las figuras 4, 5 y 6
Figura 4

- H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 representan las distintas *huellas* provocadas por el apoyo de los pies de tres personas sobre la superficie sensora, en el instante $t+2$.
- XM, XN, YM e YN son las coordenadas X e Y máximas y mínimas de cada huella, de acuerdo con el un sistema de coordenadas teórico formado en la superficie.
- C representa el centro geométrico de la huella.
- CG es el centro de gravedad de la huella (X_i/N , Y_i/N).
- N es el número de puntos activados.

Figura 5

- P1, P2, P3 y P4, son las *pisadas* generadas tras procesar las imágenes entre el instante t y el $t+4$.
- CA representan los centros geométricos anteriores de la pisada.
- CGA los centros de gravedad anteriores de la pisada.
- XNN, XMM, YNN, YMM son los valores mínimo y máximo de los XN, XM, YN e YM.
- NI el número de imágenes en que se ha detectado una pisada.
- TP el instante de aparición de la pisada.

Figura 6

- PS1, PS2 y PS3 representan las personas reconocidas tras procesar las imágenes de las pisadas

- CONT indica si la persona ha sido contada o no
- SAP indica el sentido actual asignado a la

persona (será definitivo cuando desaparezca de la superficie): AR=arriba y AB=abajo

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema para contar personas por imágenes de presión constituido por una o varias superficies sensoras y uno o varios procesadores, unidos entre sí por algún medio de transmisión de señales, **caracterizado** porque cada superficie sensora está formada por una matriz bidimensional de celdillas independientes, sensibles a la presión ejercida por las personas al pisar encima de ellas, de las que, en sucesivos instantes de muestreo, se van obteniendo imágenes digitales de presión que se analizan mediante técnicas de procesamiento de imágenes, para contar las personas que pasan.

2. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque consta de una o varias superficies sensoras para cubrir los accesos a un recinto y procesar sus imágenes, contando en tiempo real las personas que transitan y asignándolas su sentido de avance, sin restricciones en cuanto al número de ellas que se encuentran sobre las superficies sensoras, ni en cuanto a su posición absoluta sobre las mismas.

3. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el interfaz de conexión entre las superficies sensoras y el procesador de imágenes permite transmitir los valores de presión en serie o en paralelo, en forma de señales analógicas, digitales o binarias, sobre un medio físico, aéreo o cualquier otro mecanismo de transmisión de señales eléctricas.

4. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el procesador, una vez recogidas y binarizadas las imágenes producidas en la superficie sensora, detecta las huellas presentes en cada período de muestreo, las relaciona entre sí, determina su sentido de avance (por su historia), liga las huellas de cada persona y las cuenta en el sentido adecuado.

5. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la velocidad de respuesta del sensor permite tomar al menos 3 muestras de pisadas que permanezcan en la superficie un tiempo mínimo de 100 ms, lo que equivale a enviar la información a una tasa de al menos 30 imágenes por segundo.

6. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, para cada imagen, se agrupan las zonas pisadas, generando una lista de huellas con información espacial de las mismas.

7. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las huellas se asignan a pisadas, generando una "lista de pisadas" detectadas en la superficie, de tal manera que, para decidir en cada imagen qué huellas forman parte de una pisada, se aprovecha la información histórica de las pisadas y los datos espaciales de las huellas.

8. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cuando una de las pisadas de la lista deja de tener huellas asignadas, se calcula su dirección de salida mediante las últimas muestras de posición y si esta condición se mantiene durante un cierto número de imágenes, se elimina su entrada de la lista de pisadas.

9. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se agrupan las pisadas generando una lista de personas, empleando las siguientes reglas propias:

- a- se agrupan pisadas cuyos centros no estén a más de una cierta distancia, correspondiente a la distancia normal entre los dos pies de una persona, que se ajusta estadísticamente mediante ensayos previos
- b- en cada imagen no se pueden agregar más de dos pisadas por persona
- c- una pisada de la que no se tengan suficientes detecciones no se agrupa con otras (porque no se dispone de suficiente información de la misma) y el número mínimo de detecciones se determina experimentalmente para cada "instalación tipo"
- d- no se pueden agregar dos pisadas cuyo sentido de salida (entre los posibles establecidos) sea distinto o cuyos vectores de avance formen un ángulo superior a un valor determinado experimentalmente
- e- no se pueden agregar dos pisadas entre las que se encuentre al menos otra incompatible con ellas
- f- no se pueden agrupar dos pisadas que hayan aparecido en la superficie sensora con una diferencia de tiempos menor que un límite, que se determina experimentalmente (nadie entra en la plataforma pisando simultáneamente con ambos pies)
- g- una pisada que acaba de desaparecer (en un instante anterior) no se puede agrupar nada más que con otra en la misma posición, que corresponderá al mismo pie de la misma persona, pues si aparece una pisada desplazada respecto a la anterior debe ser de otra persona

10. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cuando en sucesivas imágenes una de las personas de la lista deja de tener pisadas asignadas, se considera que ha salido de la superficie sensora, se la cuenta y se elimina de la lista de personas. El sentido que se le otorga es la dirección de salida de la última de sus pisadas asignadas.

11. Sistema para contar personas por imágenes de presión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, si se dispone de informaciones adicionales como señales de apertura de puertas, señales de detección de movimiento, de puesta a cero o de sentido obligado, se utilizan para determinar el sentido de la cuenta de personas o para evitar cuentas erróneas.

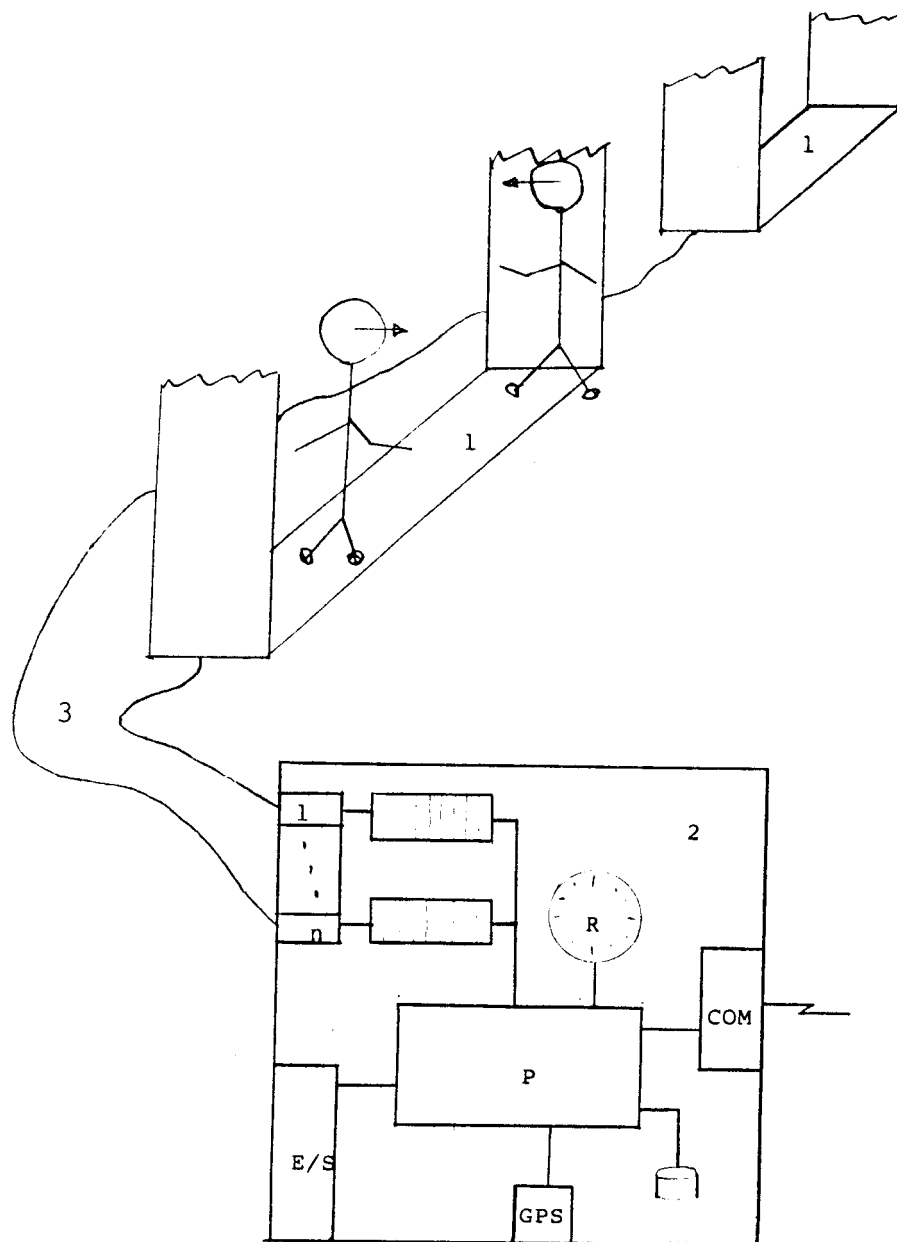


Fig. 1

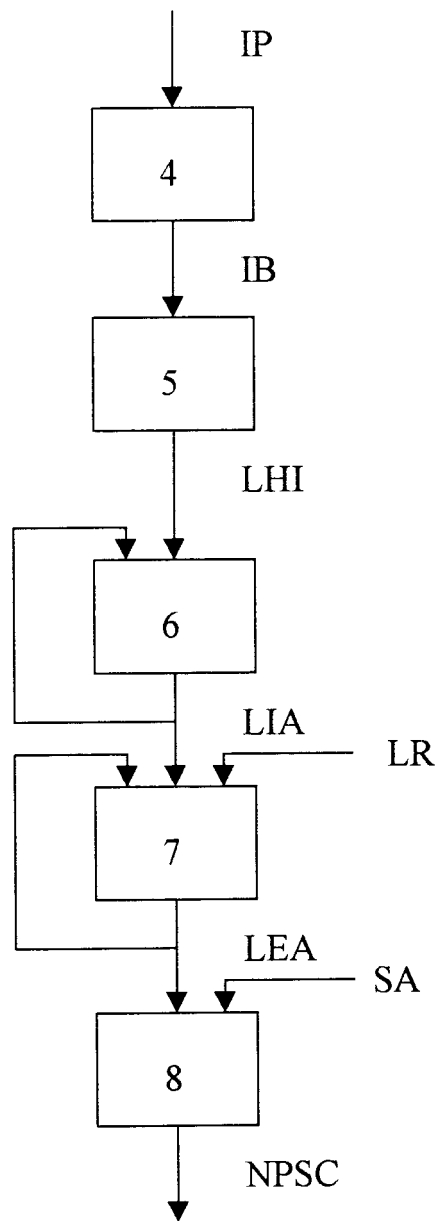


Fig. 2

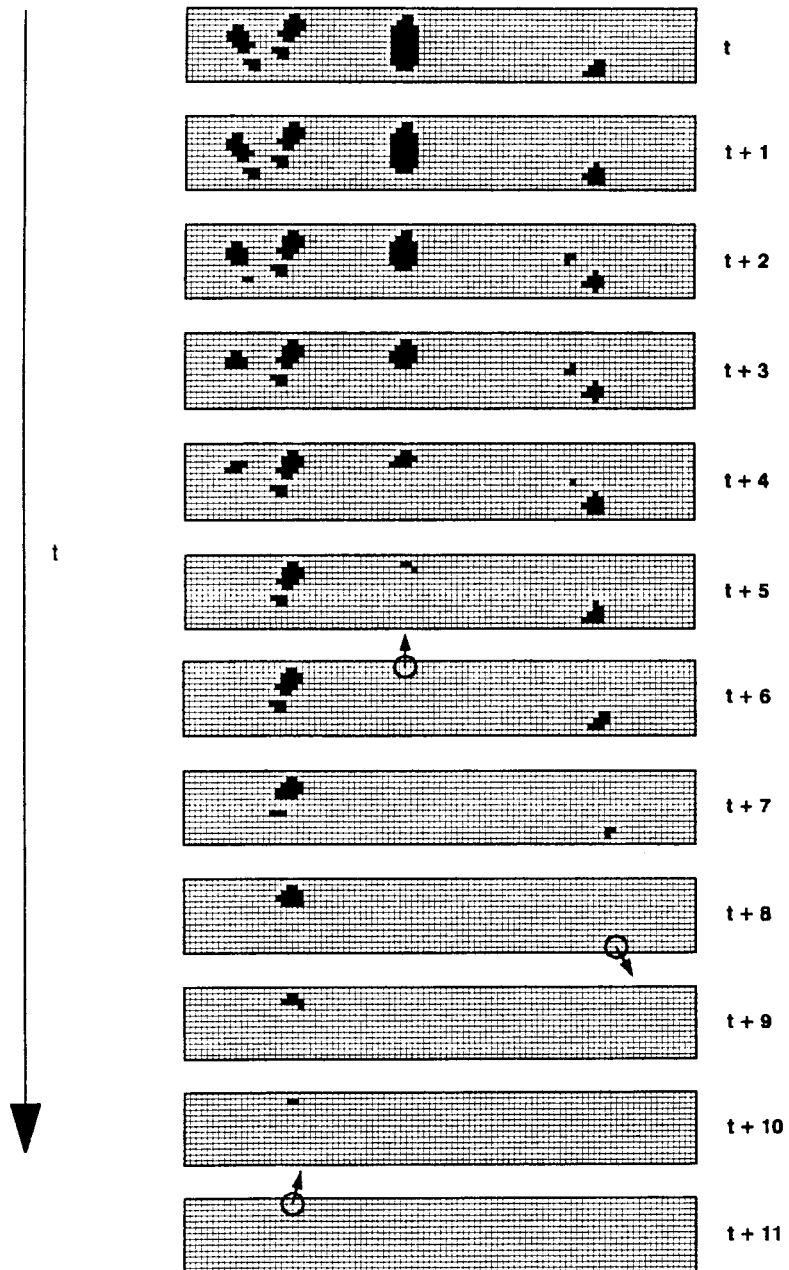
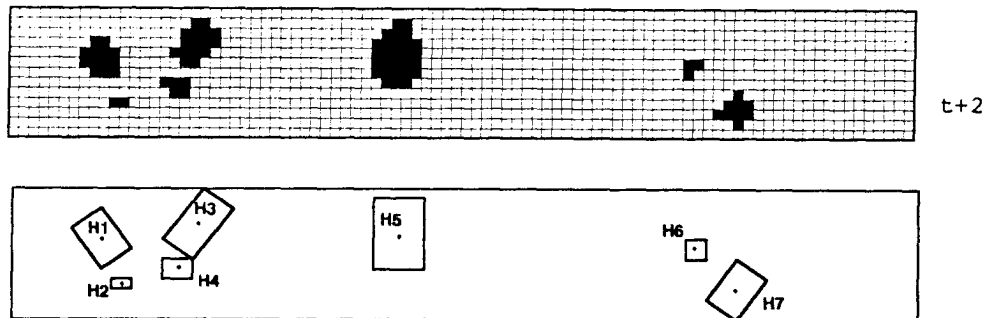
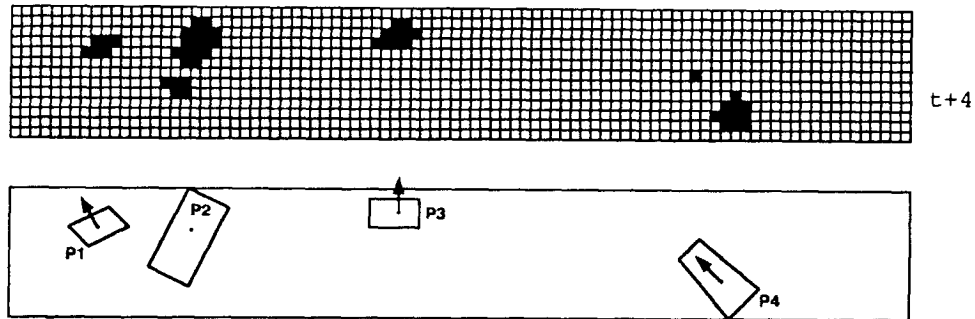


Fig. 3



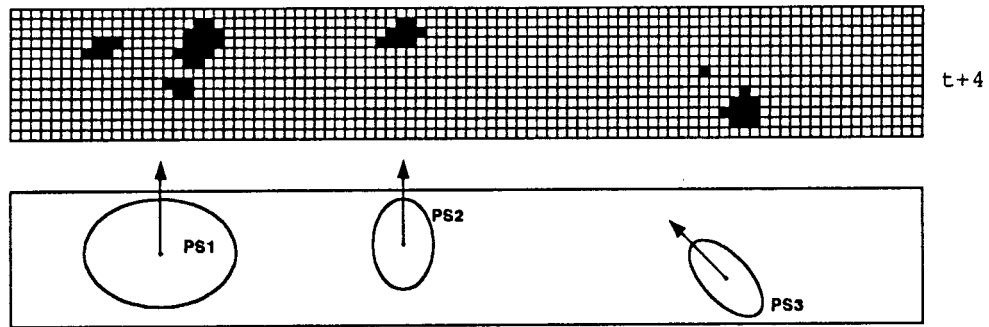
	XN	XM	YN	YM	C	CG	N
H1	7	10	3	6	(8.5, 4.5)	(8.6, 4.6)	13
H2	10	11	9	9	(10.5, 9)	(10.5, 9)	2
H3	16	20	1	5	(18, 3)	(18.1, 3)	16
H4	15	17	7	8	(16, 7.5)	(16.2, 7.4)	5
H5	36	40	1	7	(38, 4)	(38.03, 4.25)	28
H6	67	68	5	6	(67.5, 5.5)	(67.3, 5.33)	3
H7	70	73	8	11	(71.5, 9.5)	(71.78, 9.55)	9

Fig. 4



	P1	P2	P3	P4
XN	7	15	36	68
XM	10	20	40	73
YN	3	1	1	6
YM	4	8	3	11
C	(8.5, 3.5)	(17.5, 4.5)	(38.0, 2.0)	(70.5, 8.5)
CG	(8.5, 3.5)	(17.67, 4.05)	(38.10, 2.20)	(71.50, 9.50)
H	H1	H2, H3	H4	H5, H6
CA	(9.5, 6.5), (9.5, 6.5), (9.0, 6.0), (8.5, 4.0)	(17.5, 4.5), (17.5, 4.5), (17.5, 4.5), (17.5, 4.5)	(38.0, 5.5), (38.0, 5.0), (38.0, 4.0), (38.0, 3.0)	(71.5, 10), (71.5, 9.5), (70.0, 8.0), (70.0, 8.0)
CGA	(9.43, 6.05), (9.40, 6.15), (8.87, 5.20), (8.50, 4.20)	(17.67, 4.05), (17.67, 4.05), (17.67, 4.05), (17.67, 4.05)	(38.02, 5.77), (38.02, 5.26), (38.03, 4.25), (38.16, 4.05)	(71.89, 10.22), (71.82, 9.82), (70.67, 8.50), (70.75, 8.58)
XNN	7	15	36	67
XMM	12	20	40	73
YNN	3	1	1	5
YMM	10	8	10	11
NI	15	8	12	9
TP	T-10	T-3	T-7	T-6

Fig.5



	PS1	PS2	PS3
XN	7	36	68
XM	20	40	73
YN	1	1	6
YM	8	3	11
C	(13.5, 4.5)	(38.0, 2.0)	(70.5, 8.5)
CG	(15.63, 3.93)	(38.10, 2.20)	(71.5, 9.5)
P	P1, P2	P3	P4
XNN	7	36	67
XMM	20	40	73
YNN	1	1	5
YMM	10	10	11
NI	15	12	9
TP	T-10	T-7	T-6
CONT	NO	NO	NO
SAP	AR	AR	AR

Fig. 6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 151 844
⑫ N.º solicitud: 009801987
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 22.09.1998
⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁷: G07C 9/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	BASE DE DATOS PAJ en EPOQUE, JP 06-309536 A (ACE DENKEN) 04.11.1994, resumen; figura.	1-4,6-8, 10 5,9
X A	US 5656801 A (GOREN et al.) 12.08.1997, resumen; columna 4, línea 63 - columna 5, línea 50; figuras 1-5.	1-3 4-10
X A	WO 9840719 A (SHAPIRA) 17.09.1998, resumen; página 4, línea 19 - página 6, línea 22; figuras 1-5.	1-3 4-10
X A	BASE DE DATOS PAJ en EPOQUE, JP 05-324955 A (KAZUO NAKAZAWA) 10.12.1993, resumen; figura.	1-3 4-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe
16.11.2000

Examinador
J. León Prieto

Página
1/1