

(11) Número de Publicação: **PT 2263217 E**

(51) Classificação Internacional:  
**G08B 21/04** (2013.01) **G08B 13/10** (2013.01)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2009.02.25**

(30) Prioridade(s): **2008.02.28 FI 20080164**  
**2008.03.26 FI 20080236**

(43) Data de publicação do pedido: **2010.12.22**

(45) Data e BPI da concessão: **2013.05.22**  
**160/2013**

(73) Titular(es):

**ELSI TECHNOLOGIES OY**  
**POHJANTÄHDENTIE 17 01450 VANTAA FI**

(72) Inventor(es):  
**JUHA LINDSTRÖM FI**  
**OTSO AUTERINEN FI**

(74) Mandatário:

**ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA**  
**RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA PT**

**(54) Epígrafe: MÉTODO E SISTEMA PARA DETECÇÃO DE EVENTOS**

(57) Resumo:

O SISTEMA DE ACORDO COM O INVENTO INTERPRETA OBSERVAÇÕES DE SENSOR AO SEGUIR OBJECTOS E REUNIR INFORMAÇÃO SOBRE OS OBJECTOS POR MEIO DO SEGUIMENTO E DA UTILIZAÇÃO DESTA INFORMAÇÃO PARA CONFIRMAR EVENTOS LIGADOS AOS OBJECTOS E NA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO QUE DESCREVE OS EVENTOS. O SISTEMA DETECTA EVENTOS DE ACORDO COM AS CONDIÇÕES DEFINIDAS PARA OS MESMOS, COM BASE NAS OBSERVAÇÕES DE SENSOR. AS CONDIÇÕES PODEM RESPEITAR À ESSÊNCIA DOS OBJECTOS, POR EXEMPLO, À INTENSIDADE DAS OBSERVAÇÕES LIGADAS AO OBJECTO, À DIMENSÃO E/OU FORMA DO OBJECTO, A UMA VARIAÇÃO NO TEMPO DE ESSÊNCIA E MOVIMENTO. AS CONDIÇÕES DE EVENTO UTILIZADAS PELO SISTEMA PODEM COMPREENDER CONDIÇÕES QUE SE APLICAM À LOCALIZAÇÃO DO OBJECTO. O SISTEMA DE ACORDO COM O INVENTO PODE SER UTILIZADO, POR EXEMPLO, PARA DETECÇÃO DA QUEDA, SAÍDA DA CAMA, DA CHEGADA A UM ESPAÇO OU DA SAÍDA DO MESMO, DE UMA PESSOA AO SEGUIR UM OBJECTO COM UM CAMPO DE SENsoRES, DENSO E PARA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO DE EVENTO SOBRE O TRATAMENTO OU SEGURANÇA DA PESSOA PARA PROPORCIONAR À PESSOA PRESTAÇÃO DE CUIDADOS.

RESUMO**"Método e sistema para detecção de eventos"**

O sistema de acordo com o invento interpreta observações de sensor ao seguir objectos e reunir informação sobre os objectos por meio do seguimento e da utilização desta informação para confirmar eventos ligados aos objectos e na produção de informação que descreve os eventos. O sistema detecta eventos de acordo com as condições definidas para os mesmos, com base nas observações de sensor. As condições podem respeitar à essência dos objectos, por exemplo, à intensidade das observações ligadas ao objecto, à dimensão e/ou forma do objecto, a uma variação no tempo de essência e movimento. As condições de evento utilizadas pelo sistema podem compreender condições que se aplicam à localização do objecto. O sistema de acordo com o invento pode ser utilizado, por exemplo, para detecção da queda, saída da cama, da chegada a um espaço ou da saída do mesmo, de uma pessoa ao seguir um objecto com um campo de sensores, denso e para produção de informação de evento sobre o tratamento ou segurança da pessoa para proporcionar à pessoa prestação de cuidados.

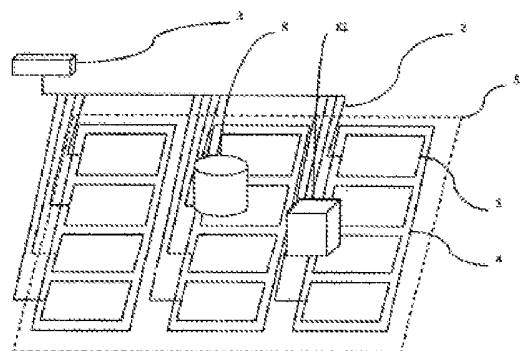


FIG. 1

## DESCRIÇÃO

### **"Método e sistema para detecção de eventos"**

#### CAMPO DO INVENTO

O objecto deste invento é um método e um sistema para seguir objectos que utiliza um campo de sensores, denso.

#### TÉCNICA ANTECEDENTE

Nas soluções da técnica antecedente a presença, localização e movimento de pessoas, animais, objectos e dispositivos são detectados através da utilização de radares de micro ondas ou radares de ultra sons, detectores de infravermelhos, imagem de vídeo e análise da mesma, sensores de proximidade instalados no piso, sensores de pressão ou sensores sensíveis ao toque separados, utilizados no topo da cobertura do pavimento.

Nas soluções da técnica antecedente, a detecção de um objecto é baseada na realização de uma observação que cobre um curto período de tempo, ou que é instantânea, com detectores ou sensores. A área a monitorizar está coberta com detectores ou sensores, ou um sensor ou detector está colocado num objecto local e cada observação produzida pelo sensor ou detector que é mais forte que um valor de limiar e excede um limite definido para a sua duração é utilizada para confirmar um evento do objecto de interesse. Em alguns casos a condição para confirmar um evento pode ser uma observação que se aplica a uma parte do sector de algum detector ou de uma área monitorizada correspondente. Soluções na prática são, por exemplo, a utilização de um detector de infravermelhos ou um radar de micro ondas para detecção de uma pessoa que chega a um espaço ou a utilização de um tapete de sensores de pressão para detecção se um paciente sai da cama. Os problemas das soluções da técnica antecedente são a dificuldade de fazer as interpretações correctas que contenham de forma adequada a informação necessária com a utilização de observações de sensor que são instantâneas ou de muito curta duração. A falta de fiabilidade e precisão de informação reduz o seu valor. Um exemplo da falta de

fiabilidade e precisão de informação de evento é informação de alarme que se aplica à saída de uma cama dada por um tapete de sensores próximo da cama numa situação em que outra pessoa se aproximou da cama.

O problema da câmara de vigilância é que a mesma, tipicamente, necessita que uma pessoa interprete as imagens de vigilância por ordem para detectar eventos que necessitam de acções ou que, de outro modo, necessitam de detecção para serem detectados. A interpretação automática de imagens necessita de equipamento caro e muitas vezes da interpretação de imagens que de qualquer modo necessitam que uma pessoa faça uma interpretação a fim de conseguir precisão adequada do conteúdo da informação de invento e da fiabilidade da informação.

Algumas soluções também apresentam soluções de vigilância em que um identificador RFID está fixo nos objectos em movimento no espaço a monitorizar. O problema com estas soluções é que apenas aqueles objectos a que um identificador foi afixado são detectados. Um identificador activo munido com uma fonte de energia é utilizado em algumas soluções, cujo problema é a duração da fonte de energia, devido, tipicamente, a existirem muitos transmissores de excitação que activam o identificador no espaço a monitorizar e o identificador, em conformidade, activa-se muitas vezes.

A utilização de um campo de sensores de proximidade, denso na detecção de presença é apresentada na patente US6407556B1, entre outras.

A utilização de sensores de pressão para detectar a presença ou movimento é apresentada na patente US4888581A1, entre outras.

Existem muitas soluções da técnica antecedente para o seguimento de um número de objectos (seguimento multi-alvo). A ligação do tipo do objecto ao objecto como uma parte do seguimento do objecto é apresentada na patente US6278401B1, entre outras.

A utilização de um sensor de proximidade que está instalado no piso e que mede uma ligação eléctrica para fazer observações é apresentada no pedido WO2005020171A1, entre outros.

Um problema de soluções da técnica antecedente que produzem informação de evento é a grande necessidade de energia de processamento necessária para identificar um objecto e os eventos ligados ao objecto. Por exemplo, a identificação de contornos com base numa imagem de vídeo pode necessitar, por exemplo, de centenas de kilobytes por segundo de análise em tempo real. Por outro lado, um problema é também a relativamente elevada quantidade de erros que ocorrem na identificação. Mais em particular, a identificação fiável de eventos ligados ao objecto seguido através da utilização de soluções da técnica antecedente provou o consumo de recursos e a tendência para erros operacionais.

Nas soluções da técnica antecedente, a inflexibilidade da solução é um problema quando se utilizam detectores instalados nos próprios locais ou alvos, como o objecto da monitorização. Quando a utilização do espaço a monitorizar muda e o evento que é o objecto da monitorização se desloca para uma nova localização ou o evento muda para outro, a localização e/ou o alvo dos detectores têm de ser mudados. As alterações necessitam de acções que durante o ciclo de vida da solução incorrem em custos de modificação e custos de equipamento substanciais e também restringem a utilização dos espaços durante o processo de modificação.

A US2006171570 (A1) apresenta um "Smartmat" (Sistema de identificação de pessoal e monitor de actividade de área) que monitoriza e identifica pessoas, animais e outros objectos que passam através de um volume de controlo. Entre outros atributos, a implementação de sistema exemplificativa pode contar, classificar e identificar objectos, tais como peões, animais, bicicletas, cadeiras de rodas, veículos, patins em linha e outros objectos, quer de forma singular quer em grupos. A US6515586 (B1) apresenta um sistema de sensores táctil que comprehende uma cobertura de pavimento integrada numa camada de sensores tácteis para formar uma superfície de sensores tácteis. A camada de sensores tácteis tem uma

pluralidade de sensores. O sistema também comprehende um controlador ligado a uma superfície de sensores tácteis para seguir uma pessoa ou objecto. A US4888581 (A) apresenta um sistema de alarme que utiliza um sensor de área que tem uma película piezoeléctrica sensível a variações na pressão. Uma película piezoeléctrica com eléctrodos depositados em superfícies opostas da película converte alterações na pressão mecânica em sinais eléctricos. Um processador de sinal detecta os sinais eléctricos e gera um sinal de saída em resposta.

#### BREVE DESCRIÇÃO DO INVENTO

O invento apresenta um sistema e um método, baseado num campo de sensores, denso, para seguir objectos, que detecta objectos por seguimento e eventos ligados aos objectos e ao espaço a monitorizar através da utilização de condições de evento predefinidas e produz informação de evento que descreve estes eventos para utilização imediata ou posterior.

O invento na realidade disponibiliza um sistema de acordo com a reivindicação 1 e um método executado pelo sistema de acordo com a reivindicação 12.

O sistema comprehende um campo de sensores que comprehende dois ou mais sensores na vizinhança do objecto que são adequados para detectar medição de toque e/ou pressão, electrónica de medida que produz observações de sensor por meio de sensores e um aparelho de processamento de dados, adequado para processar observações de sensor, que comprehende um processador e uma memória. O sistema é caracterizado por o aparelho de processamento de dados estar arquitectado para detectar o objecto a seguir e detectar um evento ligado ao objecto com base numa ou mais observações de sensor.

O processador do sistema e o aparelho de processamento de dados, que comprehende uma memória, podem ser arquitectados para seguirem um objecto por meio de observações de sensor.

As observações de sensor utilizadas para detectar ou seguir um objecto e/ou identificar um evento ligado ao objecto podem ser sequenciais no tempo.

O campo de sensores pode compreender em média, por exemplo, 4, 9 ou 49 sensores por metro quadrado. A intensidade das observações de sensor pode variar, por exemplo, de acordo com a dimensão, distância e/ou material do objecto que origina a observação de sensor.

Os sensores do sistema podem estar arquitectados para produzirem observações de sensor, por exemplo, em intervalos de 0,01 ou 0,1 segundos.

A observação de sensor pode ser localizada, por exemplo, com base na localização do sensor que fez a observação.

O sistema pode detectar um objecto, por exemplo, com base na intensidade das observações e com base na sua interposição. O sistema pode seguir um objecto, por exemplo, com base numa mudança na localização das observações ligadas ao mesmo. Numa concretização preferida do invento o aparelho de processamento de dados pode processar observações, por exemplo, tais que o sistema detecta observações de sensor ligadas a um objecto que são medidas em diferentes instantes de tempo e reunidas durante um período de, no máximo, cinco minutos através do processamento de eventos ligados ao objecto. Um evento ligado ao objecto pode ser, por exemplo, uma mudança no estado do objecto, por exemplo, um movimento no campo de sensores no espaço a monitorizar, uma chegada a este espaço, uma saída do espaço, paragem ou queda. Uma mudança no estado do objecto pode ser detectada, por exemplo, com base na extensão das observações originadas pelo objecto, na forma do contorno formado no campo de sensores proveniente das observações e/ou na intensidade de uma ou mais observações de sensor. Também a velocidade da mudança de estado do objecto pode ser utilizada na identificação de um evento.

O sistema pode incluir um objecto no seguimento ao registar, pelo menos, uma informação de estado sobre o objecto, cuja informação de estado descreve a localização ou outra possível alteração de característica do objecto num certo instante de tempo. O sistema pode estimar a probabilidade de novos valores da informação de estado de um

objecto com base nos valores registados anteriormente e com base no tempo que passou desde o instante de tempo que os mesmos representam. Além disso, o seguimento de um objecto pode compreender a ligação de observações de sensor ao objecto. O sistema pode produzir uma associação, que descreve a ligação de observações de sensor aos objectos seguidos e que é formada de modo a que a mesma descreve o modo como os objectos seguidos provavelmente originaram as observações de sensor. O sistema pode produzir esta associação de modo que o sistema utilize estimativas, que se aplicam ao instante de tempo das observações de sensor, sobre a informação de estado dos objectos seguidos e, por exemplo, utilize informação sobre a localização estimada de cada objecto. O sistema pode, por exemplo, seleccionar a ligação de uma observação dos objectos a seguir com um objecto ou com aqueles objectos que, com base na informação de estado, representando o instante de observação e estimados pelo sistema, e com base na estimativa do sistema que se aplica à criação das observações, com maior probabilidade influenciaram a observação em questão. O sistema pode actualizar a informação de estado de um objecto a seguir ao registar na mesma nova ou informação alterada com base nas observações ligadas ao objecto. Informação que se aplica a numerosos instantes de tempo pode ser registada na informação de estado de um objecto. O conteúdo da informação de estado de um objecto pode ser, por exemplo, a localização, velocidade, direcção, aceleração, dimensão, forma, comprimento, densidade, forma de movimento do objecto e/ou outras características do objecto inferidas com base nas observações. Por exemplo, a forma de movimento de um objecto pode ser registada na informação de estado do objecto com base na forma do contorno formado pelas observações ligadas ao objecto. Por exemplo, num caso em que o objecto a seguir é uma pessoa, o modo de movimento pode ser registado, por exemplo, conforme as observações de sensor são adequadas para serem originadas por uma pessoa que avança a pé, a correr ou a rastejar.

O sistema pode processar observações de sensor tais que o mesmo estime a probabilidade da observação de sensor de um ou mais instantes de tempo ser originada por um objecto que não está incluído no seguimento. O sistema pode comparar esta probabilidade com a probabilidade da mesma observação ser

originada por um objecto incluído no seguimento. Com base na comparação e nas observações que estão na sua base, o sistema pode incluir um novo objecto detectado desta forma no seguimento.

A intensidade da observação de sensor ou observações de sensor ligadas a um objecto pode ser utilizada para localizar a posição do objecto ou para inferir, registar e/ou actualizar outra informação que se aplica ao objecto.

O sistema pode identificar um evento para ser ligado a um objecto com base nas observações de sensor de um instante de tempo ou de diferentes instantes de tempo, e/ou com base na informação que se aplica a um ou mais objectos que descrevem um instante de tempo ou um número de instantes de tempo. O sistema pode utilizar uma ou mais condições de evento conhecidas pelo sistema para identificar um evento. O sistema pode comparar informação formada a partir de observações de sensor para uma condição de evento ou para condições de evento a fim de identificar um evento.

O sistema de acordo com o invento pode também compreender meios para registar condições de evento.

Uma condição de evento pode compreender, por exemplo, uma condição ou condições que se aplicam à presença, localização, movimento, forma, dimensão ou outra informação que descreva uma característica, funcionalidade ou estado detectável com observações de sensor ou com base em observações de sensor. Uma condição de evento também pode compreender uma combinação de condições para a informação que descreva mais do que um objecto. Para além disso, uma condição de evento pode compreender uma combinação de condições para informação que descreva um número de objectos.

Uma condição de evento pode ser, por exemplo, tal que as condições individuais que a mesma contém são satisfeitas quando o sistema compara as mesmas com um certo tipo de informação registada no seguimento de uma pessoa. Uma condição de evento pode ser, por exemplo, tal que as suas condições são satisfeitas quando a mesma é comparada com informação que é registada, por exemplo, quando uma pessoa

chega a um espaço, muda de andar para correr, cai, sai da cama, sai do espaço, muda para se tornar indetectável com os sensores ou quando duas pessoas se encontram, uma pessoa pega num artigo ou deixa os seus vestígios num artigo. O conteúdo de uma condição de evento pode ser, por exemplo, uma mudança na essência do objecto. Uma condição de evento pode, por exemplo, ser tal que a mesma é satisfeita como uma consequência dos tipos de observações que são produzidas quando um artigo trazido para o espaço começa a derreter ou vazar líquido. O conteúdo de uma condição de evento também pode ser, por exemplo, condições que se aplicam à localização e velocidade de um objecto que são satisfeitas quando a velocidade do objecto excede um dado valor limite quando o objecto está localizado numa certa área. Este tipo de condição de evento é adequado para detecção de corrida numa área em que não é permitida por razões de segurança.

O sistema pode utilizar uma combinação de condições como uma condição de evento, que compreende um número de condições que se aplicam ao objecto. Uma condição de evento pode ser, por exemplo, uma combinação de condições que se aplicam a dois objectos, que é implementada se as velocidades e a distância entre os objectos ficarem abaixo de dados valores limite para, pelo menos, um conjunto de intervalos de tempo. Este tipo de condição de evento é adequado, por exemplo, para detecção de troca de dinheiro ou tráfico de droga num espaço destinado a passagem.

O sistema pode também compreender meios para identificação do tipo de um objecto detectado e/ou seguido por comparação das observações de sensor com a informação sobre o objecto detectado ou seguido para um ou mais perfis de identificação. Um perfil de identificação pode compreender informação sobre, por exemplo, a área, número, intensidade das observações de sensor tipicamente originadas por um objecto ou sobre a velocidade de movimento típica de um objecto no campo de sensores. O sistema pode também compreender meios para registar e reportar um objecto como um objecto de um tipo desconhecido. Um objecto de um tipo desconhecido pode ser identificado, por exemplo, de forma manual e informação sobre o seu tipo pode ser registada na informação do objecto.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode compreender formas e meios para identificação de um objecto com meios externos adequados para o propósito, por exemplo, com um leitor de RFID. O sistema pode receber informação disponibilizada pelos meios externos, por exemplo, sobre a identidade e localização estimada de algum objecto e o ponto estimado no instante em que o objecto estava neste local. Além disso, o sistema pode produzir e disponibilizar um pedido de identificação para implementação de seguimento de algum objecto, com base na localização do objecto a seguir e a cobertura conhecida dos meios externos utilizados para identificar o objecto, para os supra-referidos meios externos e recebe informação sobre a identidade do objecto disponibilizada pelos meios externos como uma resposta a este pedido. O sistema pode comparar informação recebida dos meios externos e informação conhecida sobre as características de um objecto com base no mesmo, com a informação registada no seguimento dos objectos e, por exemplo, quando os conjuntos de informação de localização correspondem, o sistema pode registar a identidade externa do objecto e/ou o tipo do objecto conhecido com base no mesmo, na informação de um certo objecto a seguir.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode compreender uma ou mais condições de evento, que compreendem uma condição ou condições que se aplicam ao tipo ou à identidade de um objecto.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode processar observações de sensor tais que quando processa as observações e quando segue os objectos, é utilizada informação que descreve a delimitação do espaço a monitorizar com o campo de sensores, por exemplo, de acordo com as portas, paredes e factores correspondentes, necessidades de observação que difiram entre si das diferentes áreas do espaço ou outros factores que afectem a utilização e necessidade de observação do espaço e do mobiliário localizado no espaço.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode processar observações de sensor tais que quando

processa as observações e quando segue os objectos, é utilizada informação quando liga as observações de sensor a um novo objecto que descreve as características do espaço a monitorizar com o campo de sensores, que pode aumentar ou diminuir a probabilidade do aparecimento de um novo objecto comparado com o que mais estiver no espaço a monitorizar.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode processar observações de sensor de modo que informação para actualizar a informação que se aplica ao estado dos objectos a seguir é utilizada no processamento, cuja informação descreve as características do espaço a monitorizar com o campo de sensores, cujas características afectam o fornecimento de observações de sensor sobre os objectos. O sistema pode utilizar informação que se aplica, por exemplo, à localização do mobiliário como este tipo de informação. O sistema pode, por exemplo, considerar que um objecto está registado como estando localizado numa certa área de sombra até que uma nova observação sobre o objecto seja obtida em consequência da saída da sombra.

O sistema de acordo com algumas concretizações do invento pode no seguimento de objectos utilizar informação que descreve áreas que delimitam o espaço a monitorizar, que estão fechadas do ponto de vista do movimento do objecto, de onde não se espera que o objecto saia sem voltar ao espaço monitorizado. O sistema pode utilizar informação sobre, por exemplo, um louceiro, casa de banho ou varanda como este tipo de informação. O sistema pode, por exemplo, registar uma pessoa como estando numa varanda em consequência das observações recebidas sobre a pessoa que indicam que a pessoa se deslocou para a varanda ao longo de um percurso que conduz lá através de uma abertura de porta.

Os meios que algumas concretizações do sistema de acordo com o invento compreendem para processar observações de sensor podem compreender a informação que descreve a localização, dimensão, posição, componentes de movimento do plano do campo de sensores, distância do plano do campo de sensores, uma certa característica física de um objecto, outra informação correspondente, informação sobre a velocidade de mudança do estado ou de uma característica de

um objecto ou uma combinação destes conjuntos de informação, que é utilizada como informação que se aplica ao estado dos objectos.

Os meios que algumas concretizações do sistema de acordo com o invento compreendem para processar observações de sensor podem compreender as características de um objecto inferidas com base nas observações de sensor ligadas a um objecto. As características que podem ser inferidas podem ser, por exemplo, o comprimento, forma, altura, composição, distribuição de massa, capacidade de movimento ou probabilidade de distribuição do objecto, que é projectado para o campo de sensores.

O invento também se refere a um método que pode ser implementado com os sistemas de acordo com as diferentes concretizações do invento.

Uma vantagem do invento em relação às soluções da técnica antecedente é que, por exemplo, com o método e o sistema é possível produzir informação adequada sobre os eventos do espaço a monitorizar num formato que é bem adequado à utilização de pessoas e equipamentos. O método e o sistema identificam eventos de acordo com dadas condições de evento com grande precisão tal que informação de evento com o conteúdo correcto que descreve um evento é formada sobre exactamente os eventos desejados do espaço alvo. O método e sistema de acordo com o invento permitem a detecção e identificação de eventos de acordo com a utilização definida de cada sala de modo que informação de evento é obtida sobre exactamente aqueles eventos sobre os quais é necessária informação. Para além disso, a precisão da identificação de eventos bem como a exactidão do conteúdo de informação de evento que são conseguidas são melhores do que o que seria conseguido com soluções da técnica antecedente economicamente comparáveis. Uma vantagem do invento relativamente às soluções da técnica antecedente é o elevado valor de utilidade da informação de observação produzida pelo processamento das observações de sensor e/ou da informação de evento produzida com base nas mesmas em comparação com os recursos de equipamento necessários para produzir e analisar

a informação, por exemplo, para a quantidade de capacidade de processamento ou de memória.

Uma vantagem do método de acordo com o invento é que ao processar observações de sensor medidas em diferentes instantes de tempo, a informação de evento necessária é produzida com uma menor quantidade de sensores por unidade de área do que seria necessário nas soluções da técnica antecedente para produzir informação que é exactamente tão precisa e fiável. A "resolução" do campo de sensores pode ser definida em diferentes concretizações para ser adequada ao propósito de utilização. No campo de sensores de algumas concretizações o comprimento de um sensor individual, bem como a distância entre sensores, também podem ser arquitectados para serem grandes, por exemplo, até dez centímetros. Noutras concretizações do invento a distância entre os sensores pode ser pequena, por exemplo, alguns centímetros, em cujo caso são obtidos mais dados de observação. Os dados de observação produzidos pelo campo de sensores pode, para além da dimensão do objecto a detectar, também depender das suas outras propriedades, tais como, por exemplo, o material. O sistema pode utilizar uma grande quantidade das observações que se aplicam à história recente do objecto que está ligada ao objecto por meio do seguimento dos objectos para detecção de um evento ligado a um objecto. Uma vantagem deste método comparado com métodos da técnica antecedente é que as observações que se podem obter em cada instante de tempo não necessitam necessariamente de ser tão precisas como quando se utiliza um método que utiliza uma observação curta ou instantânea, o que torna possível a utilização de um campo de sensores mais simples e possivelmente um que é menos dispendioso em termos de custos.

Uma vantagem do invento em relação às soluções da técnica antecedente é também a maior flexibilidade, porque quando a utilização do espaço a monitorizar muda, o sistema físico não necessita de mudar. Com uma nova definição de eventos que são um objecto de interesse, por exemplo, quando mudam as localizações do mobiliário ou paredes, o sistema pode ser ajustado à situação através da mudança das condições de evento de uma forma que corresponda à alteração na utilização dos espaços.

Uma vantagem possível do método e sistema de acordo com o invento é que a sua simplicidade técnica e a economia de custos tornam possível uma melhoria na segurança e eficiência operacional ao monitorizar também os tipos de espaços cuja monitorização não é economicamente ou tecnicamente razoável com soluções da técnica antecedente e ao produzir informação de evento nestes espaços sobre objectos em movimento em diferentes espaços que pode ser utilizada para viver, estar, produzir, lazer, retalho ou outros objectivos.

Além disso, uma vantagem do método e do sistema de acordo com o invento pode ser que os mesmos detectam e produzem informação sobre a queda de uma pessoa de modo que é possível para os receptores da informação prestarem ajuda rapidamente para evitar e mitigar as lesões de pessoas feridas originadas por quedas. Na monitorização implementada com soluções da técnica antecedente a informação correspondente não é tão fiável, o que reduz o valor de utilidade da informação devido ao custo, incómodo e outros inconvenientes originados por "falsos alertas".

Ainda outra vantagem do método e do sistema de acordo com o invento relativa às soluções da técnica antecedente podem ser os meios para detecção da identidade de um objecto utilizados em ligação com a necessidade de cobrir apenas certos pontos dos percursos possíveis de objectos. Quando um objecto passa através deste tipo de ponto o sistema recebe informação sobre a sua identidade e quando o objecto se desloca na área a monitorizar a sua identidade é conhecida pelo sistema como uma parte da informação utilizada no seguimento do objecto.

Uma vantagem do sistema e do método em relação às soluções da técnica antecedente é que a determinação da identidade de um objecto com base, por exemplo, na leitura de um identificador RFID pode ser ligada ao sistema de acordo com o invento de tal modo que a excitação utilizada pelos meios externos na leitura é enviada de acordo com a localização do objecto a identificar, o que origina a activação apenas dos identificadores localizados na área desejada de modo que o volume recebido de respostas enviadas pelos identificadores é reduzido e não existe necessidade de

arquitecturas de recepção que tenham em conta respostas sobre a localização dos identificadores enviados, de modo que a arquitectura pode ser implementada com uma pequena quantidade de aparelhos de recepção. Para além disso, outras vantagens incluem o facto de colisões de leitor RFID e colisões de etiquetas de RFID serem evitadas e não serem necessárias outras soluções para as mesmas.

#### DESCRIPÇÃO DETALHADA DO INVENTO

A seguir o invento será descrito em maior detalhe com referência às concretizações apresentadas como exemplos e aos desenhos em anexo, em que:

A Fig. 1 apresenta um sistema de acordo com o invento.

A Fig. 2 apresenta por meio de exemplo a ligação de observações de sensor ao objecto de acordo com o invento.

A Fig. 3 apresenta um exemplo das observações de sensor produzidas por uma pessoa que cai e do seguimento de um objecto num sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 4 apresenta as observações produzidas por dois objectos que se aproximam um do outro e o processamento das mesmas no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 5 apresenta as observações de sensor produzidas por uma pessoa que sai da cama no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 6 apresenta as observações de sensor produzidas por um objecto em movimento ao lado da cama em instantes sequenciais de tempo e o processamento das observações no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 7 apresenta a produção de informação de evento com base na área de chegada no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 8 apresenta a produção de informação de evento que se aplica à saída de um espaço com base no seguimento do objecto e com base na área de saída no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 9 apresenta um exemplo esquemático das fases do processamento de observações de sensor e da produção de informação de evento no sistema de acordo com uma concretização do invento.

A Fig. 1 apresenta um sistema de acordo com uma concretização do invento, que compreende um campo de sensores (5), que compreende sensores (1) utilizados para medir um campo de proximidade electromagnético, que está instalado no pavimento. Os sensores estão ligados a electrónica de medida (3) com condutores de sensor (2). Os sensores são películas ou folhas finas, planas, que estão dispostas numa estrutura (4) do tipo tapete electricamente isoladas do ambiente. A estrutura do tipo tapete está disposta por baixo do material de superfície na estrutura do pavimento. O material de superfície do pavimento não está mostrado na figura. O sistema é utilizado para monitorizar um espaço delimitado ao campo de sensores e para detectar objectos (K, K1) que estão na proximidade do campo de sensores ou que se estão a deslocar. A colocação dos sensores no campo de sensores é tal que as mudanças nas observações de sensor originadas pelos objectos a detectar são suficientes para implementar seguimento dos objectos. A sensibilidade dos sensores e a distância entre os sensores é tal que o objecto a detectar e seguir não pode parar no tipo de localização e posição em que o mesmo não origina de forma adequada uma grande mudança na observação de sensor do ponto de vista de seguimento.

A Fig. 2 apresenta alguma informação sobre um objecto detectado produzida pelo processamento das observações de sensor (202) realizadas por meio dos sensores (1) da electrónica de medida de acordo com a concretização do invento de acordo com a Fig. 1. O processamento das observações de sensor ligou as observações (202) a um objecto e actualizou a informação que descreve o estado do objecto (informação de estado). O objecto e a sua informação de estado são apresentados na Fig. 2 como a posição (204) do

objecto e como um contorno (203) que apresenta a dimensão e a forma do objecto. Na Fig. 2 existe um valor numérico dentro do octógono que representa cada observação de sensor, o qual descreve a intensidade do sinal da observação de sensor no instante de tempo em questão.

A Fig. 3 apresenta as observações ( $A_n, B_n$ ) medidas no instante  $T_n$  e as observações ( $A_m, B_m, \dots, G_m$ ) medidas no instante  $T_m$ , num campo de sensores que compreende sensores (1) de uma solução de acordo com uma concretização do invento. Os octógonos que representam as observações de dois instantes de tempo diferentes são apresentados em ligação com o sensor em diferentes pontos por razões técnicas de desenho. A posição das observações de cada sensor em diferentes instantes de tempo não tem diferença do ponto de vista do sistema. Com base nas observações do instante  $T_n$  e no seguimento do objecto que precede o mesmo, o sistema tem informação sobre o objecto, cuja localização, forma e dimensão são apresentados como um contorno (301). O sistema actualiza a informação do objecto em consequência do processamento das observações do instante  $T_m$ . A informação sobre o objecto depois de actualizada é apresentada como um contorno (302). A informação sobre o objecto no instante  $T_m$ , a mudança na informação relativa à informação do instante  $T_n$  e o intervalo de tempo que passou entre estes instantes satisfazem as condições de evento conhecidas pelo sistema que estão definidas para um evento de queda. O sistema produz informação de evento sobre o evento de queda com base no processamento das observações do instante  $T_m$ .

Numa concretização preferida do invento o comprimento das observações que expressa a proximidade de alguma parte do corpo pela sua intensidade que estão ligadas a um objecto é utilizado como uma condição de evento de um evento de queda, expresso como a área coberta pelas observações e como a maior distância entre as observações, como uma mudança na velocidade do comprimento e como a permanência subsequente da localização e intensidade. Observações, que mudam numa determinada velocidade de observações que correspondem a uma posição vertical para observações que correspondem a uma pessoa caída, são interpretadas de acordo com a condição como queda.

A Fig. 4 apresenta o processamento de observações de sensor medidas de acordo com uma concretização do invento no caso de dois objectos que se encontram. A figura apresenta o processamento de observações de sensor medidas num campo de sensores que compreende sensores (1) em instantes de tempo consecutivos T1, T2 e T3. No instante T1 as observações (A1) e (B1) estão ligadas ao primeiro objecto, de acordo com a informação do qual o contorno é (401), e a segunda observação (C1) do mesmo instante de tempo, que está ligada ao segundo objecto (405). O processamento de observações de sensor produziu informação sobre os estados de movimento dos objectos, a qual está representada como setas (404, 408), com base nas localizações e no estado de movimento previamente calculados das observações e dos objectos do instante T1. No instante T2 o sistema mede as observações (E2) e (F2). O sistema liga estas observações aos objectos através da utilização da informação de estado dos objectos. O sistema liga a observação (E2) a um segundo objecto, cujos contorno e localização (406) de acordo com a informação de estado produzida pelo processamento das observações no instante T2 são apresentados na figura. Consequentemente, o sistema liga as observações (E2) e (F2) ao primeiro objecto (401). O contorno e a localização (402), de acordo com a informação produzida pelo processamento das observações no instante T2, que estão ligados a este objecto, são também apresentados na figura. O sistema consequentemente processa as observações (G3, H3 e 13) do instante T3, o que produz nova informação de estado para os objectos, os contornos de acordo com os quais para o primeiro (403) e para o segundo (407) objecto estão apresentados na figura. O resultado do processamento das observações do instante T2 e T3 e, de forma mais particular, a informação de estado dos objectos contida nos mesmos resultados corresponde com um bom grau de precisão ao movimento dos objectos reais, devido ao sistema ter utilizado a informação de estado anterior dos objectos no seguimento dos objectos e na actualização da informação de estado dos objectos. Com base na informação de estado dos objectos a avaliação da satisfação das condições de evento feita pelo sistema evita a produção de informação incorrecta, por exemplo, com base nas observações do instante T3.

A Fig. 5 apresenta uma observação (502) medida com o campo de sensores (500) que comprehende sensores (1) de acordo com uma concretização do invento, cuja localização da observação é próxima de uma cama (501) colocada num espaço monitorizado com o campo de sensores. O sistema de acordo com esta concretização do invento processa as observações de sensor e liga a observação (502) com um novo objecto com a utilização de informação sobre as localizações relativas da cama (501) e da observação (502), bem como informação sobre o facto de ser possível o aparecimento de um novo objecto na vizinhança da cama (501). Além disso, o sistema produz imediatamente informação de evento com base na observação (502) com base na condição de evento definida para o sistema, de acordo com cuja condição de evento tem de ser produzida de imediato informação de evento sobre o aparecimento de um objecto na vizinhança da cama (501).

Numa concretização preferida do invento as condições de aparecimento de diferentes tipos de objectos são utilizadas para detecção do aparecimento de novos objectos. As condições de aparecimento guiam a operação do sistema ao definirem observações de sensor para cada tipo de objecto que interpretam que um objecto apareceu. As condições de aparecimento são compiladas de modo que com base nas mesmas o sistema liga como algumas observações de sensor como possíveis para um novo objecto que apareceu e tais que isto não é feito senão quando a probabilidade é suficientemente maior do que a das observações serem do tipo originado por um novo objecto que apareceu. Numa situação em que a ligação das observações a um objecto que apareceu está adequada a um número de condições de aparecimento de um tipo de objecto com apenas uma menor probabilidade de divergência entre si, os tipos de objecto alternativos em questão são registados na informação do objecto e com base nas observações posteriores ligadas ao objecto, quando tal se justifica de acordo com as observações, os tipos de objecto considerados menos prováveis para o objecto são excluídos.

Numa concretização preferida do invento, as observações de sensor ligadas com um objecto são utilizadas na detecção das propriedades do objecto. As características observadas e registadas na informação de estado de um objecto podem ser o

comprimento, a forma, a altura, a composição, distribuição de massa, capacidade de movimento, probabilidade de distribuição ou algumas outras características do objecto que é projectado para o campo de sensores, sobre o qual existe uma necessidade de obter informação. O sistema processa observações de sensor tais como algumas características ou algumas características do objecto são determinadas com base na correlação entre as observações ligadas a um objecto conhecido pelo sistema e a característica e com base nas séries de observações formadas pelas observações. O sistema pode processar observações de sensor de modo que um modelo de correlação utilizado na detecção das características é formado com base no material de observação e com base nas características conhecidas dos objectos que originaram as observações.

A Fig. 6 apresenta a observação D1 medida no instante T1, as observações (B2, C2) medidas no instante T2 e a observação (A3) medida no instante T3 com um campo de sensores (500) que comprehende sensores (1) de acordo com uma concretização do invento. O sistema de acordo com esta concretização, com base nas observações do instante T1 e com base no seguimento anterior, actualizou a informação de estado do objecto a seguir. Consequentemente, o sistema actualizou a informação de estado do objecto a seguir de acordo com o processamento das observações dos instantes T2 e T3, cuja informação é apresentada na figura como os contornos (602) e (603). A informação relativa à cama (501), que é descrita em ligação com a Fig. 5, está definida no sistema. Quando processa a observação (A3) o sistema confirma que a condição de evento que se aplica à saída da cama não é satisfeita, devido ao objecto chegar à proximidade da cama vindo de qualquer lado no espaço monitorizado.

A Fig. 7 apresenta as observações A71 e B71 medidas no instante T71, a observação (C72) medida no instante T72 e a observação (D73) medida no instante T73 com um campo de sensores que comprehende sensores de acordo com uma concretização do invento, bem como uma estrutura (700) que delimita o espaço e uma área de chegada (701) localizada em ligação com a abertura de passagem que conduz ao espaço. O sistema de acordo com esta concretização processa as observações realizadas no instante T71 e regista que um novo

objecto apareceu na área de chegada. Depois disto, o processamento da observação (C72) realizada no instante T2 liga esta observação ao novo objecto, cuja informação de estado o sistema produz com a utilização da informação que se aplica às observações (A71, B71 e C72) e à área de chegada (701). A figura apresenta um contorno (702) de acordo com a informação de estado dos mesmos. Depois de processar a observação (D73) do instante T3, o contorno de acordo com a informação de estado do supra-referido novo objecto está numa nova localização (703).

A Fig. 8 apresenta um espaço a monitorizar com um campo de sensores que comprehende sensores de acordo com uma concretização do invento e a delimitação (700) do espaço e da área de saída (801) localizada em ligação com a abertura de passagem que conduz ao espaço. O sistema de acordo com esta concretização processou a observação (D1) realizada no instante T1 e a observação (C2) realizada no instante T2 e, consequentemente, actualizou a informação de estado do objecto a seguir, os contornos (802 e 803) de acordo com os quais e de acordo com os mesmos instantes estão apresentados na figura. A informação de estado, depois do processamento das observações (A3, B3) do instante T3, do objecto a seguir está apresentada como um contorno (804) na figura. Depois disto não é recebida qualquer observação que possa ligar ao mesmo objecto. Com base nas observações o sistema inferiu que o objecto que estava na localização (802) se deslocou através das localizações (803) e (804) para fora do espaço monitorizado. O sistema utiliza informação sobre alterações na informação de estado do objecto, sobre a área de saída (801) e sobre condições de evento válidas e de acordo com as condições de evento produz informação de evento que se aplica a um objecto que saiu do espaço delimitado (700). A condição de evento utilizada pelo sistema é do tipo da que a informação de evento produziu sem atraso, com base na qual o sistema produz informação de evento sobre um objecto cujas observações de sensor já não estão ligadas.

Numa concretização preferida do invento quando se ligam observações aos objectos que são para seguir, são utilizadas condições que contêm informação sobre as características do espaço a monitorizar, tais como sobre um percurso que leva

para fora do espaço ou sobre uma estrutura ou mobiliário, por cuja influência o objecto pode parar o que dá origem a observações de sensor depois de se deslocar da localização anterior. Um exemplo deste tipo de estrutura é uma escadaria que conduz ao segundo piso e uma cadeira alta para balcão é um exemplo que corresponde ao mobiliário.

Numa concretização preferia do invento quando se ligam observações aos objectos a seguir, são utilizadas condições que contêm informação sobre as características do espaço a monitorizar, tais como sobre um percurso que leva a sair do espaço ou sobre uma estrutura ou mobiliário, depois de se deslocar para a esfera de influência do mesmo o objecto pára o que dá origem a observações e depois de se deslocar para fora da esfera de influência do mesmo o objecto origina observações de sensor. Para além disso, numa concretização as condições descritas acima são utilizadas como uma condição do desaparecimento e do aparecimento de um novo objecto.

Numa concretização preferida do invento quando se ligam observações aos objectos a seguir são utilizadas condições que contêm informação sobre a área a delimitar no espaço a monitorizar, para a qual não existe outro percurso provavelmente utilizado pelos objectos que o acesso através do espaço monitorizado. A área delimitada pode ser uma casa de banho, uma varanda, um louceiro ou correspondente. Nesta concretização, informação que descreve o movimento de um objecto considerado como se tendo deslocado para a área delimitada com base no seguimento, que é utilizada na ligação posterior de observações de sensor aos objectos, é registada na informação de estado. Num caso em que uma observação de sensor está assim localizada no percurso que conduz à área delimitada, com base nas observações de sensor é diagnosticado em primeiro lugar que o objecto que se deslocou para a área delimitada voltou para a área monitorizada e em segundo lugar - se um objecto não tiver sido registado como a deslocar-se para a área delimitada ou as observações não podem ser ligadas com probabilidade suficiente do objecto que se deslocou lá - é diagnosticado que um novo objecto apareceu.

A Fig. 9 apresenta o processamento de observações de sensor de acordo com uma concretização preferida. Medição das observações de sensor (901) produz uma observação de sensor expressa como um valor numérico que descreve a intensidade da observação que se aplica a cada sensor do campo de sensores num certo instante de tempo. Na fase seguinte (902) as observações são ligadas a objectos com base nas localizações dos sensores do campo de sensores, na intensidade de cada observação, na informação de estado dos objectos e no tempo que passou desde as observações anteriores. Nesta fase algumas observações de sensor são ligadas ao novo objecto se as observações, tendo em conta informação que se aplica à sua intensidade, localização e outras observações, os objectos a seguir e o espaço a monitorizar, são confirmadas como mais prováveis originadas por um novo objecto do que por um objecto que já está a ser seguido. Nesta fase (903) a informação de estado de cada objecto a seguir é actualizada com base nas observações de sensor ligadas ao mesmo. Finalmente (904) o conjunto de condições de evento é examinado e informação de evento (905) de acordo com a satisfação das condições de evento é produzida.

É óbvio para quem for perito na técnica que as concretizações exemplificativas apresentadas acima são, por motivo de clareza, comparativamente simples na sua estrutura e função. Seguindo o modelo apresentado neste pedido de patente é possível construir soluções diferentes e também muito complexas que utilizam o conceito do invento apresentado neste pedido de patente como definido pelas reivindicações.

Lisboa, 2013-08-07

## REIVINDICAÇÕES

1 - Sistema para detecção de um objecto num espaço e de um evento ligado ao objecto, cujo sistema compreende um campo de sensores (500) que compreende sensores planos (1) para seguir objectos no espaço que são adequados para a medição de detecção de toque ou pressão, electrónica de medida (3) que produz observações de sensor por meio dos sensores e um aparelho de processamento de dados, adequado para processar observações de sensor, que compreende um processador e uma memória em que o aparelho de processamento de dados está arquitectado para detectar o objecto e o evento ligado ao objecto com base numa ou mais observações de sensor, compreendendo o sistema:

meios para produção de uma estimativa do estado do objecto a seguir através da utilização de informação registada anteriormente sobre o estado do objecto e o intervalo de tempo que passou desde o instante de tempo que o estado do objecto descreve,

o estado que descreve a informação da posição, velocidade, aceleração, dimensão, forma, comprimento, densidade ou forma de movimento,

e

compreendendo também o sistema:

uma estrutura (700) que delimita o espaço e uma área de chegada (701) localizada em ligação com a abertura de passagem que conduz ao espaço em que o sistema processa as observações realizadas em determinado instante e regista que um novo objecto apareceu na área de chegada e liga as observações ao novo objecto, e

uma área de saída (801) localizada em ligação com a abertura de passagem que conduz ao espaço em que o sistema processou as observações (D1, C2) e, consequentemente, actualizou a informação de estado do objecto a seguir e em que o sistema utiliza informação sobre mudanças na informação

de estado do objecto para determinar que um objecto saiu do espaço delimitado (700),

em que o campo de sensores consiste de uma estrutura de campo de sensores com uma pluralidade de sensores que cobre de forma substancial todo o espaço a seguir e as áreas de chegada e de saída consistem de um subconjunto de, pelo menos, dois dos ditos sensores planos do campo de sensores e cobrem parte do campo de sensores.

2 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as observações de sensor utilizadas para detecção do objecto supra-referido e/ou do evento supra-referido serem sequenciais no tempo.

3 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o supra-referido campo de sensores compreender, em média, pelo menos 4 dos sensores supra-referidos por metro quadrado.

4 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a intensidade das observações de sensor variar de acordo com a dimensão, a distância e/ou o material do objecto que origina a observação.

5 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sistema compreender meios para a detecção do objecto supra-referido por determinação da área, forma da observação originada pelo objecto e/ou a extensão das observações originadas pelo objecto no campo de sensores e/ou da intensidade de uma ou mais observações de sensor.

6 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sistema também compreender:

a) meios para incluir o objecto supra-referido no seguimento ao registar, pelo menos, um artigo de informação de estado, o qual descreve a posição, velocidade, aceleração, dimensão, forma, comprimento, densidade, forma de movimento ou outras características do objecto,

b) meios para produzir uma associação entre, pelo menos, um objecto incluído no seguimento e as observações de sensor, cuja associação liga as observações aos objectos incluídos no seguimento, tendo em conta a estimativa supra-referida que se aplica ao estado de pelo menos um objecto a seguir que se aplica ao instante das observações de sensor e o objectivo de cuja associação está de acordo com o modo como os objectos supra-referidos originaram as supra-referidas observações de sensor, e

c) meios para manter, pelo menos, um artigo de informação de estado do supra-referido, pelo menos um objecto, a seguir através da utilização de, pelo menos, uma observação de sensor ligada ao supra-referido objecto de acordo com a supra-referida associação.

7 - Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o sistema compreender:

a) meios para produzir a supra-referida associação entre os objectos a seguir e as observações de sensor, cuja associação compreende, pelo menos, um novo objecto além do supra-referido, pelo menos, um objecto incluído no seguimento, e

b) meios para incluir o supra-referido, pelo menos um, novo objecto no seguimento ao registar o supra-referido, pelo menos um, artigo de informação de estado que descreve o mesmo.

8 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o evento ligado a um objecto ser pelo menos um do seguinte: um movimento na área a monitorizar, uma chegada na área a monitorizar, uma saída da área a monitorizar, paragem ou queda.

9 - Sistema de acordo com as reivindicações 1, 6 ou 7, caracterizado por o sistema compreender meios para a detecção de um evento através da detecção de pelo menos uma mudança na extensão das observações originadas por, pelo menos, um objecto, na forma do contorno formado por estas observações, na localização, sentido de movimento, velocidade deste

contorno, na intensidade da observação de sensor originada por um ou mais e/ou pelo menos um no artigo supra-referido de informação de estado tal que o sistema compara a supra-referida pelo menos uma mudança na informação contida em pelo menos uma condição de evento.

10 - Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sistema compreender meios para ligar observações de sensor que são sequenciais no tempo a um objecto a fim de detectar um evento ligado ao objecto ou identificar o objecto.

11 - Sistema de acordo com as reivindicações 1, 6 ou 7 caracterizado por o sistema compreender meios para seleccionar um perfil de identificação para o objecto a partir de uma pluralidade de perfis de identificação conhecidos de acordo com as observações originadas pelo objecto e/ou pelo supra-referido, pelo menos um, artigo de informação de estado.

12 - Método executado pelo sistema de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 11, qualquer que seja, para identificação de um objecto e de um evento ligado ao objecto.

Lisboa, 2013-08-07

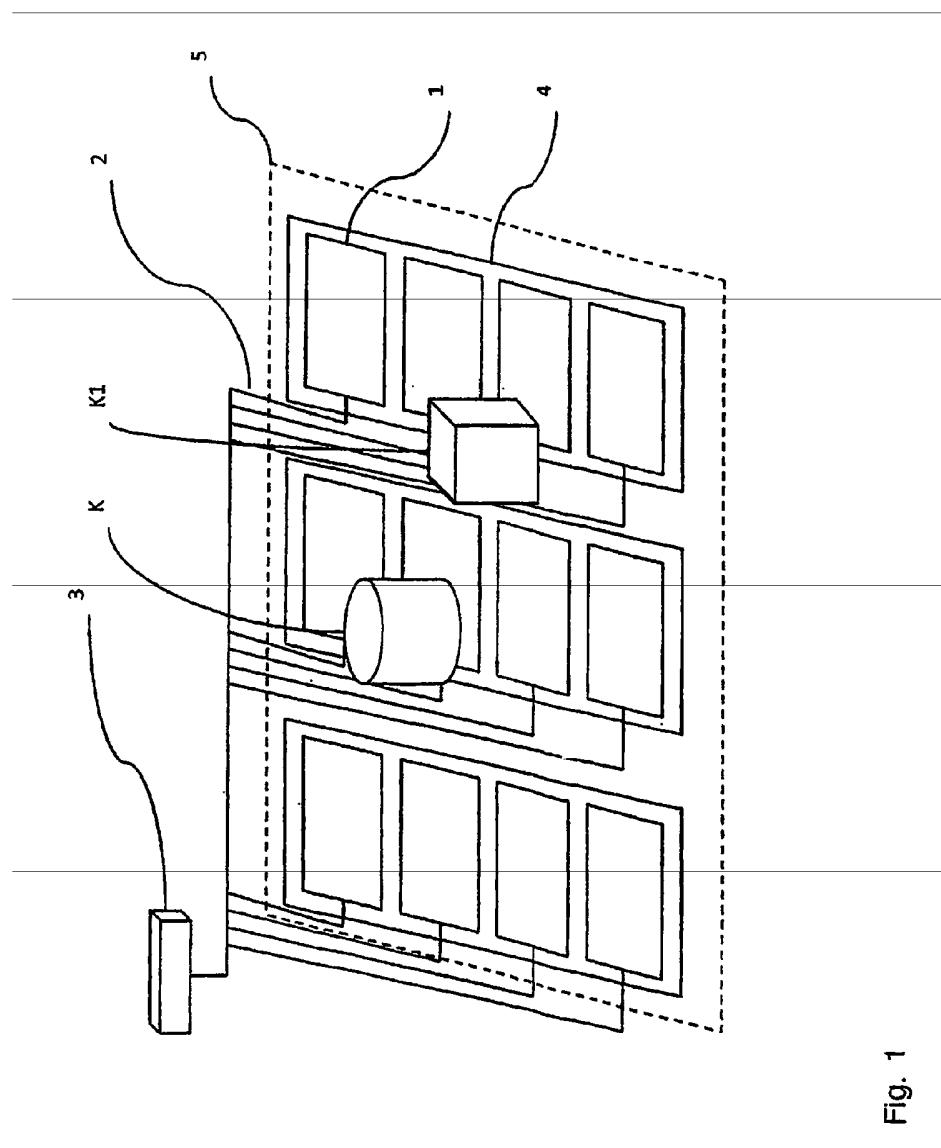


Fig. 1

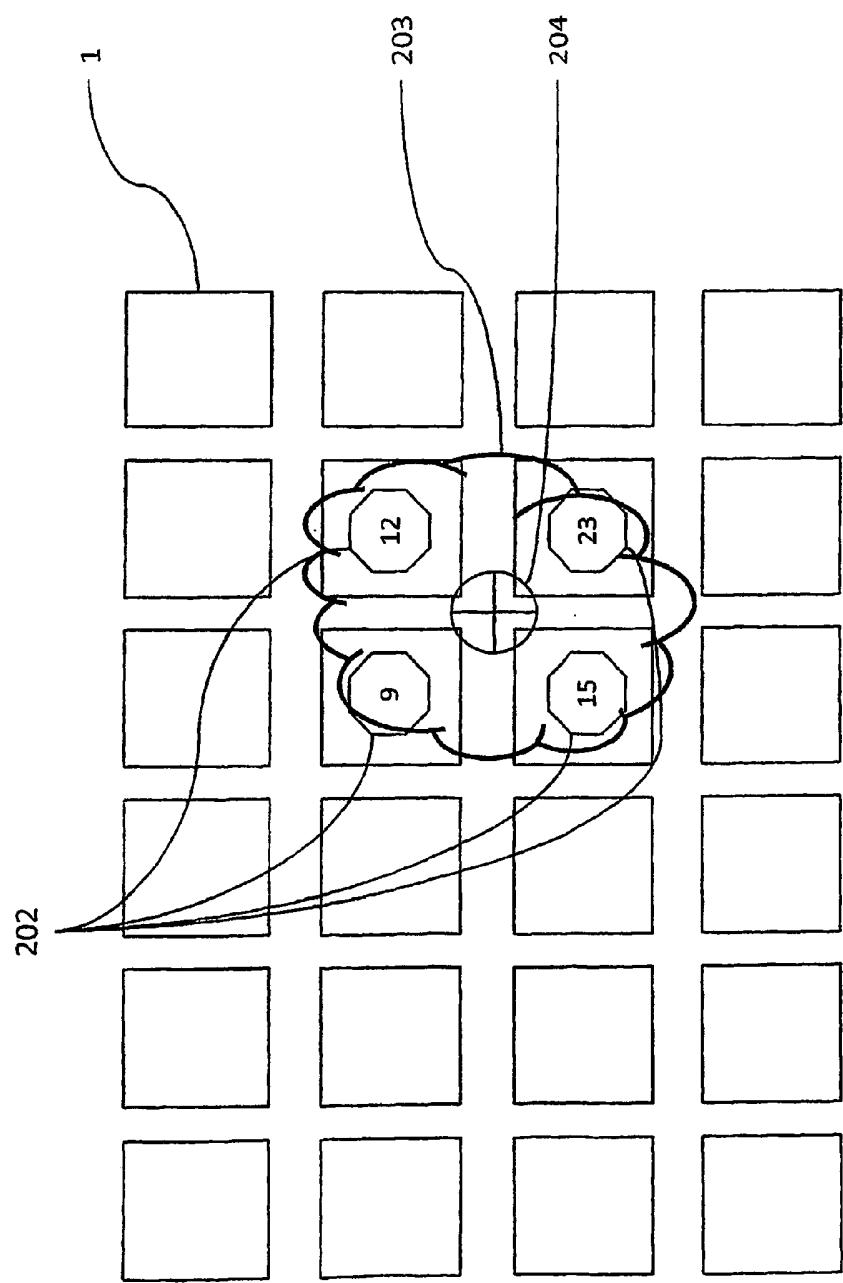


Fig. 2

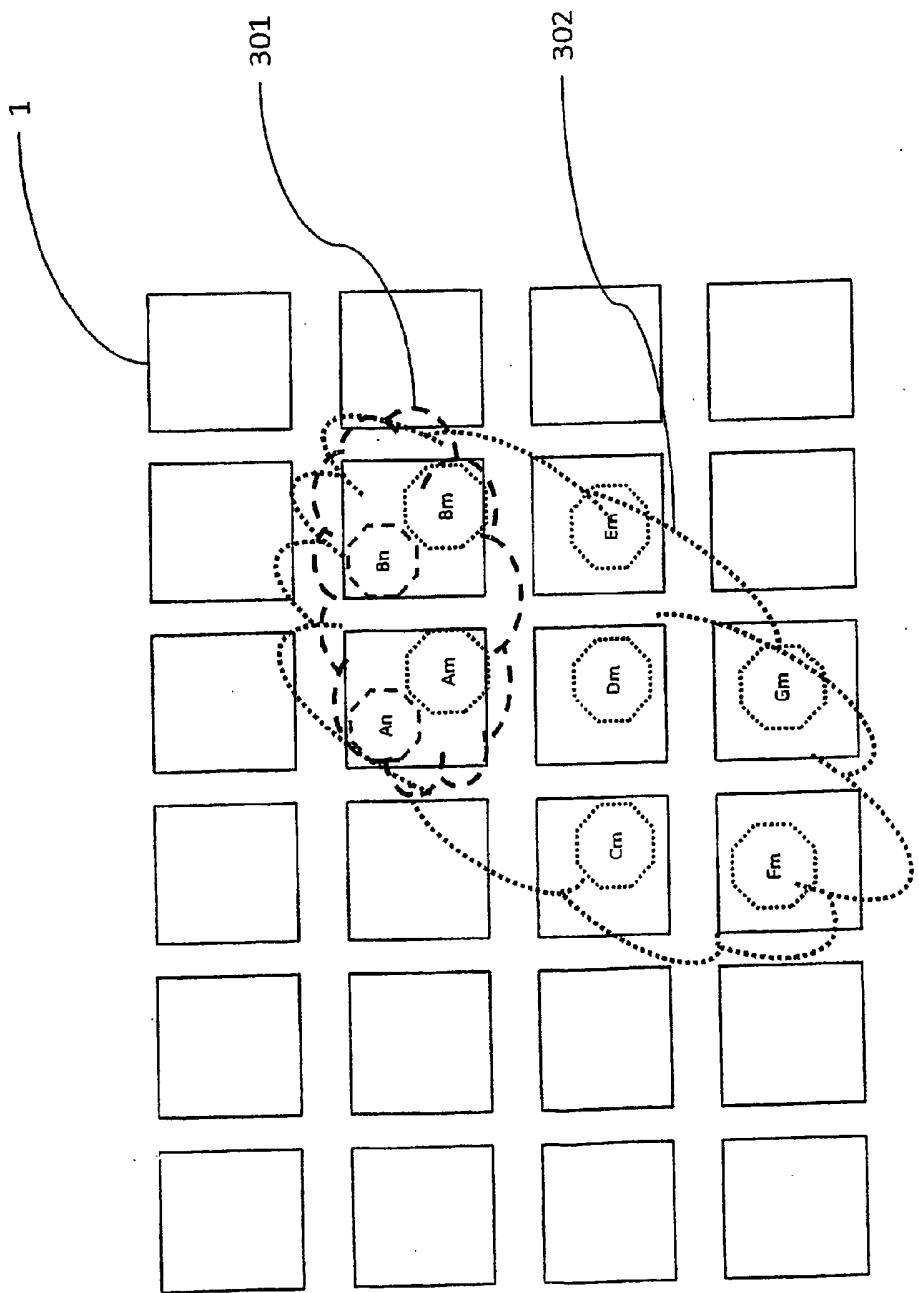


Fig. 3

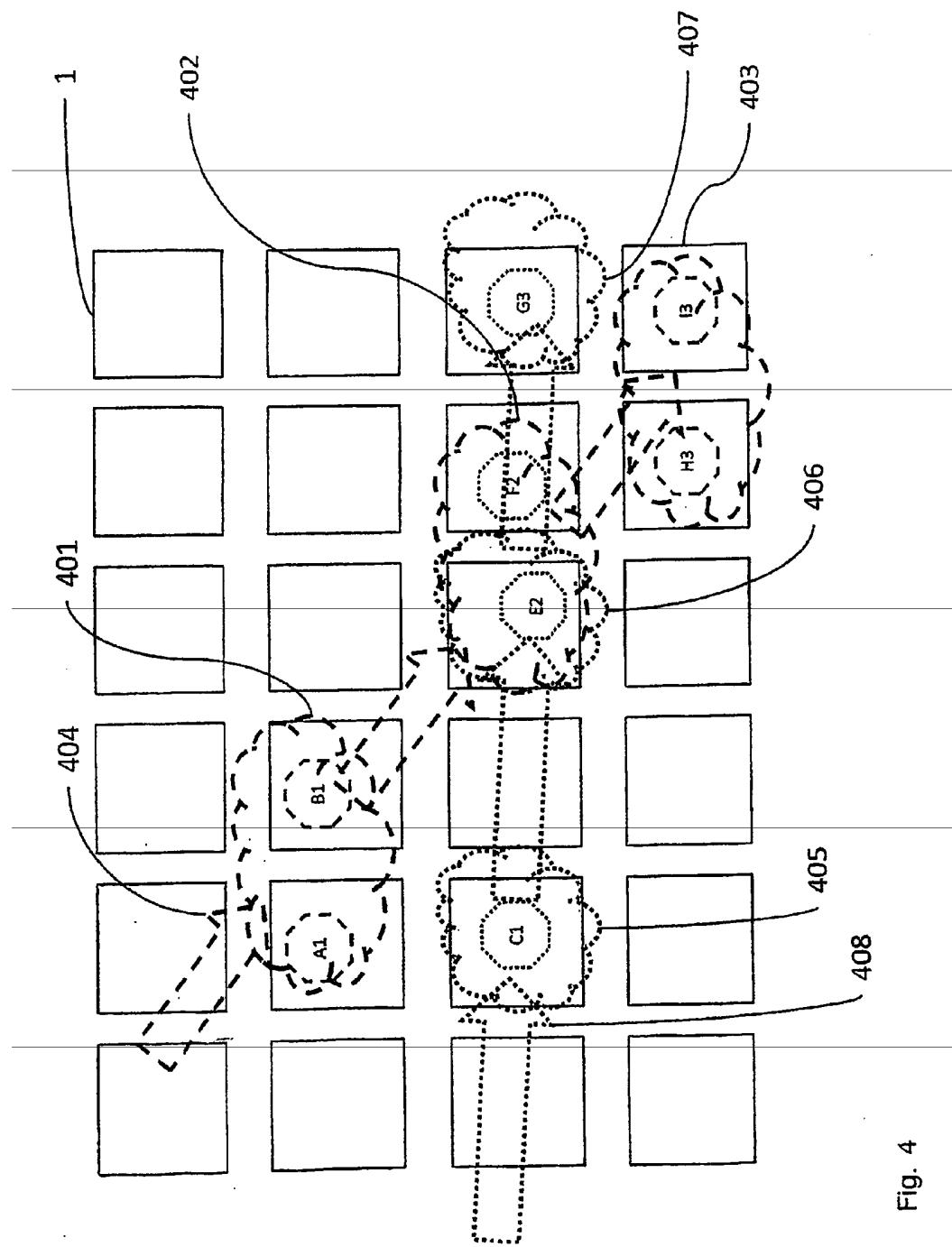


Fig. 4

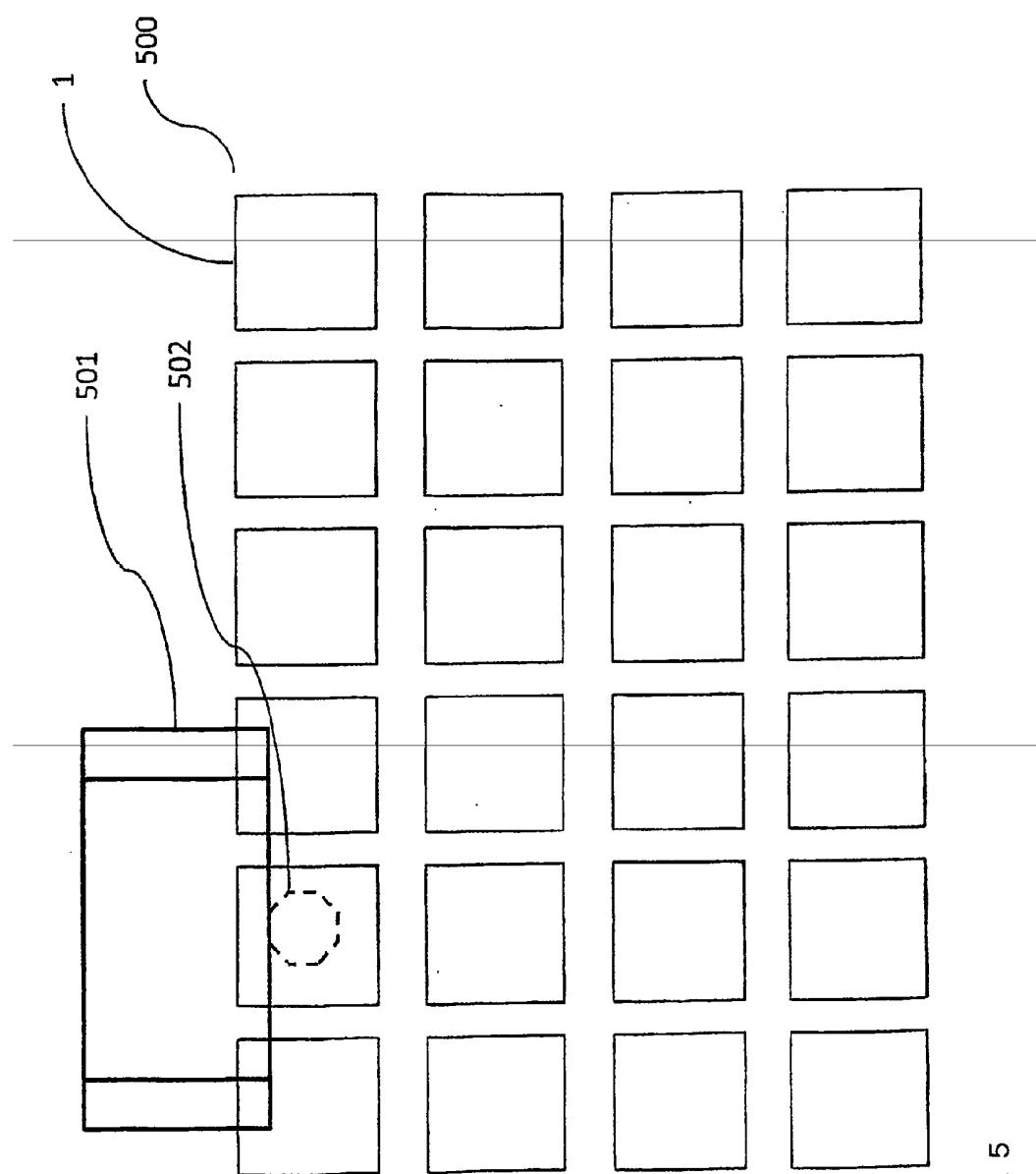


Fig. 5

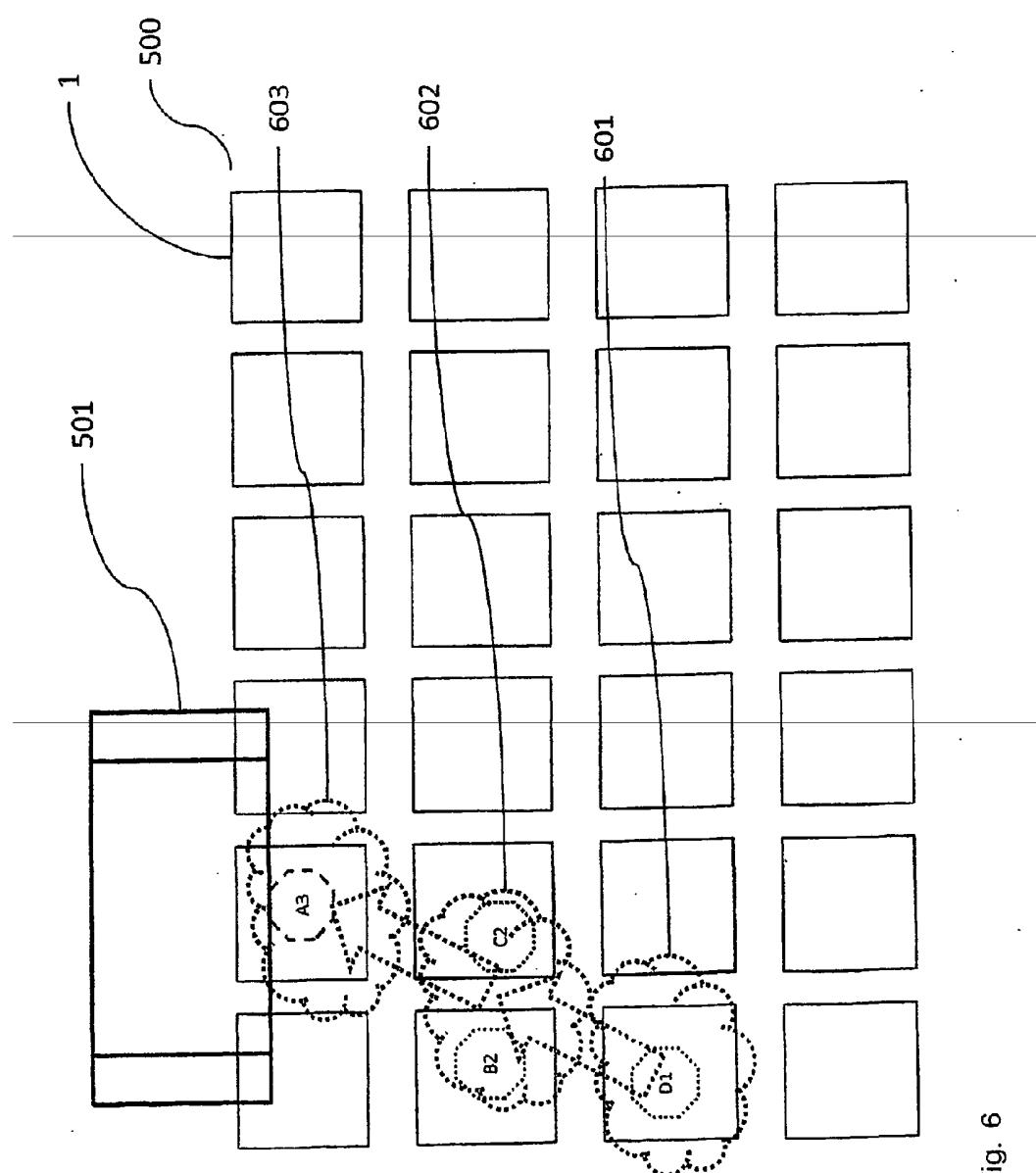


Fig. 6

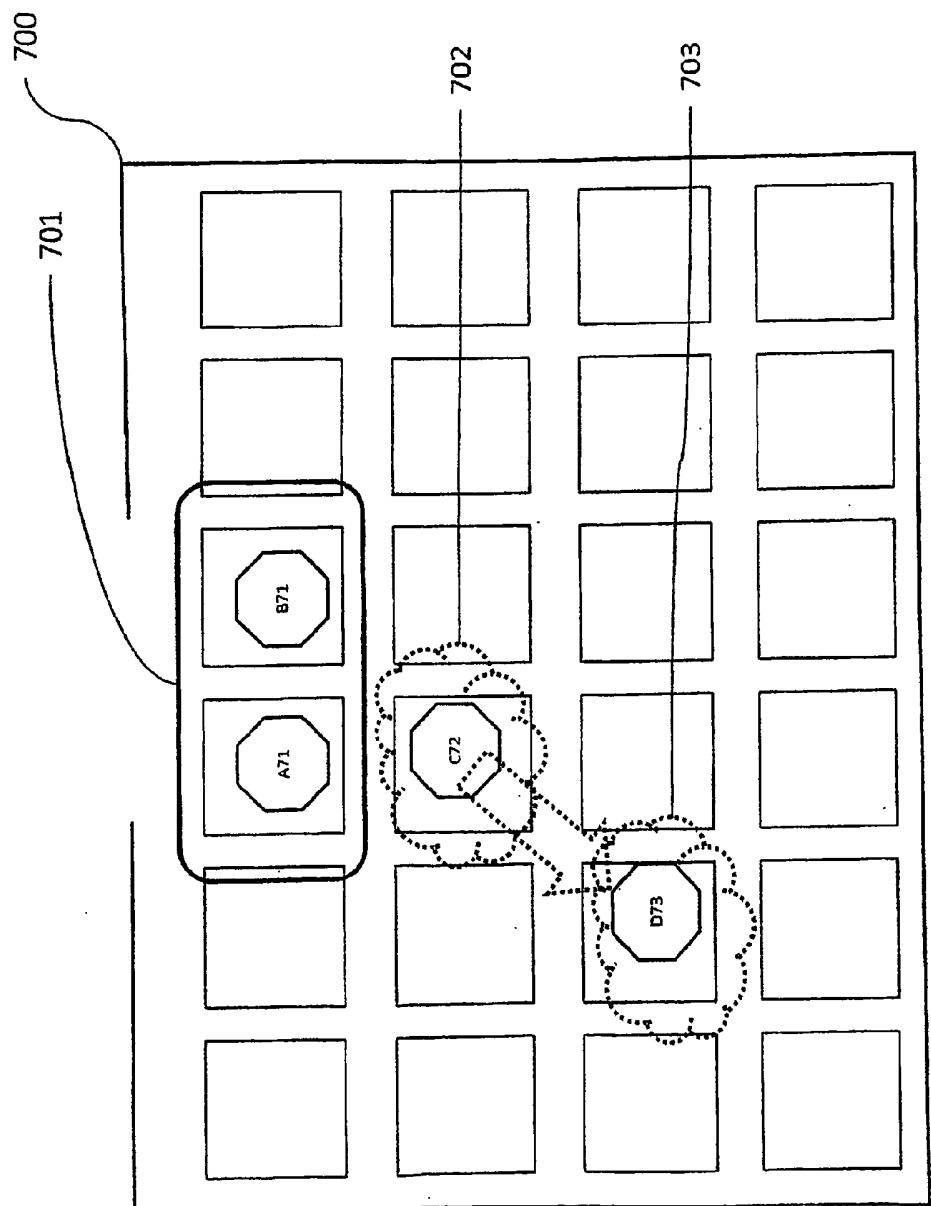


Fig. 7

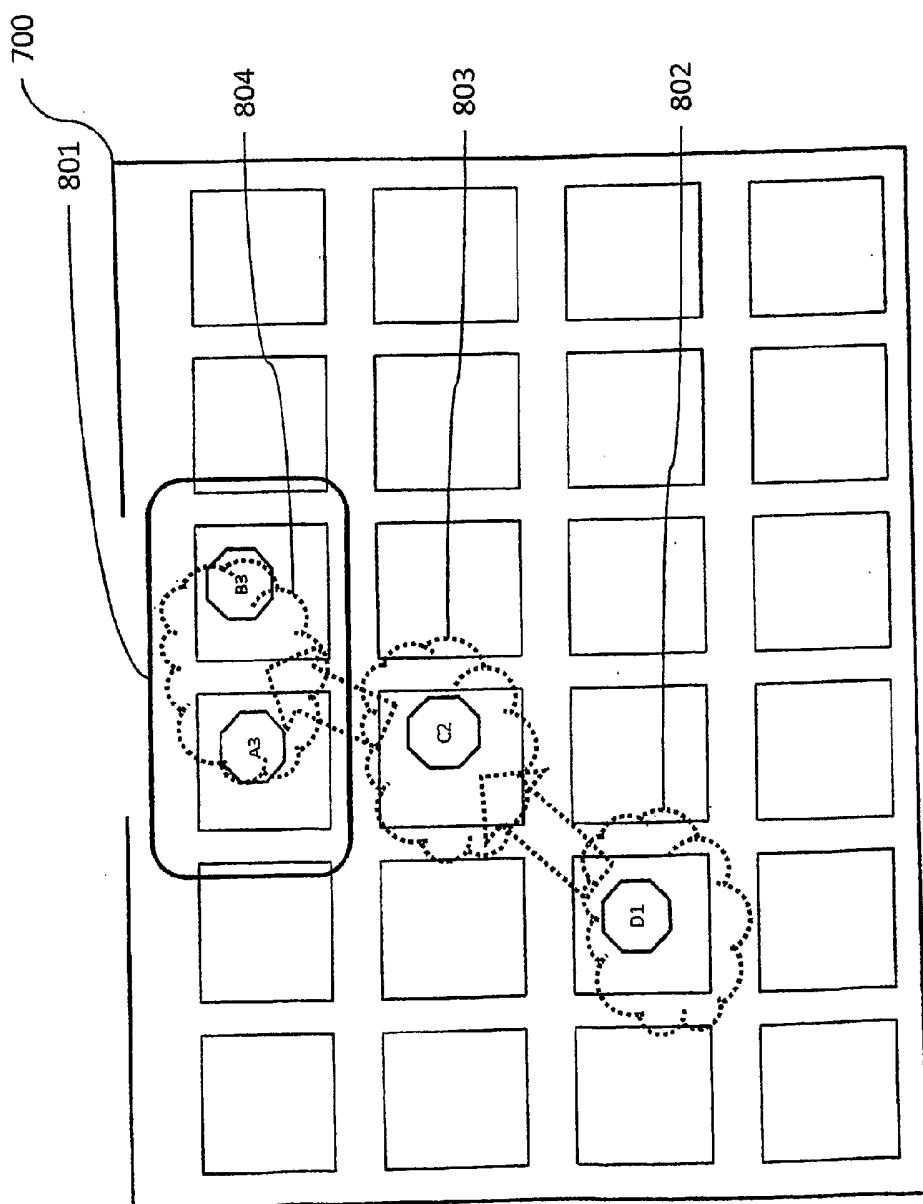


Fig. 8

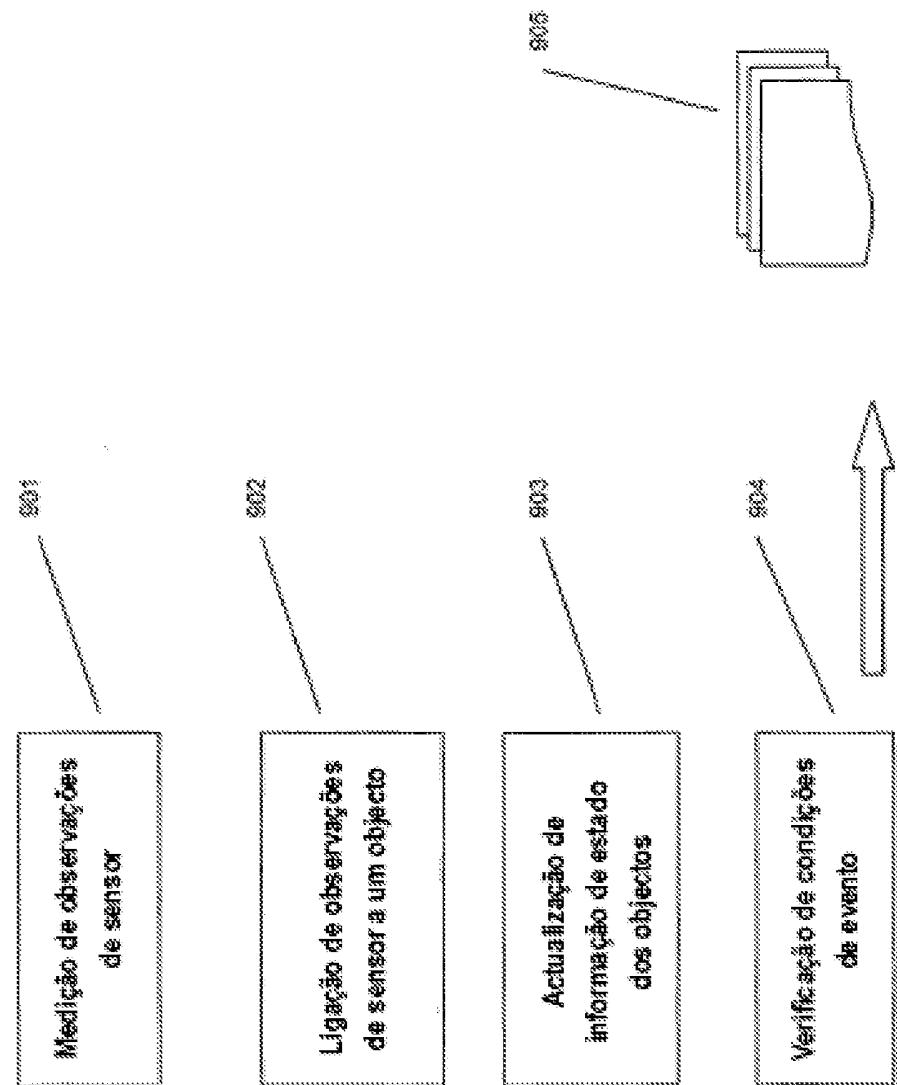


Fig. 9