



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 033 985.7**

(22) Anmeldetag: **06.08.2010**

(43) Offenlegungstag: **09.02.2012**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.08.2014**

(51) Int Cl.: **G08B 23/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V., 80686,
München, DE; Westpfalz-Klinikum GmbH, 67655,
Kaiserslautern, DE**

(72) Erfinder:

**Storf, Holger, 67663, Kaiserslautern, DE;
Jedlitschka, Andreas, Dr., 67724, Gonbach, DE;
Kleinberger, Thomas, Dr., 67697, Otterberg, DE;
Prückner, Stephan, Dr., 82152, Krailling, DE**

(74) Vertreter:

**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 10719,
Berlin, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur unaufdringlichen Überwachung einer Person und System zur Durchführung des Verfahrens**

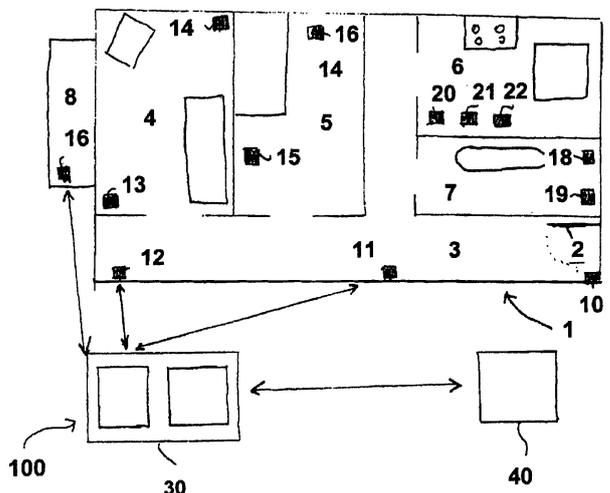
(57) Hauptanspruch: Verfahren zur unaufdringlichen Überwachung einer Person, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

a) Konfigurieren einer Datenverarbeitungsanlage (30) derart, dass mindestens eine Instanz (110–119) eines Verhaltensnetzes zur automatischen und individuellen Erfassung eines Normalverhaltens einer zu überwachenden Person durch die Datenverarbeitungsanlage (30) vorgehalten wird und die Instanz (110–119) mindestens zwei durch Aktivitätsinformationen (a_i) definierte Verhaltenszustände (s_i, s_j), sowie mindestens jeweils einen Zustandsübergang (t) zwischen jeweils zwei Verhaltenszuständen (s_i, s_j) umfasst, wobei ein Zustandsübergang (t_{ij}) zumindest eine Zeitspanne (adt_{ij}) als Attribut beinhaltet;

b) Konfigurieren der Instanz (110–119) zur Durchführung einer Lernphase zur Ermittlung des Normalverhaltens durch die Datenverarbeitungsanlage derart, dass anhand von Daten, welche Aktivitätsinformationen (a_i) der Verhaltenszustände (s_i, s_j) umfassen und aus Sensordaten mindestens zweier in einem Aufenthaltsbereich der zu überwachenden Person angeordneter Sensoren (10–22) generiert werden, mindestens eine einem Zustandsübergang (t_{ij}) zugeordnete Zeitspanne (adt_{ij}) durch die Instanz (110–119) erlernt wird und in einer der Datenverarbeitungsanlage (30) zugeordneten Speichereinheit als Wert gespeichert wird;

c) Konfigurieren der Instanz (110–119) zur Durchführung einer Erkennungsphase derart, dass die Instanz (110–119) ausgehend von einem zu Aktivitätsinformationen (a_i) eingehender Daten korrespondierendem aktuellen Verhaltenszustand (s_i) ein Alarmsignal ($alarm(s_i)$) initiiert, wenn die in Echtzeit nachfolgenden Aktivitätsinformationen (a_i) der

Daten dem aktuellen Verhaltenszustand nicht zugeordnet werden können und innerhalb einer Alarmzeitspanne (c), welche eine Funktion des gespeicherten Werts der Zeitspanne (adt_{ij}) ist, keinem weiteren Verhaltenszustand (s_j) oder lediglich einem in der Instanz definierten Alarmzustand zugeordnet werden können, wobei während der Erkennungsphase eingehende Daten für eine weitere Lernphase zur Aktualisierung der mindestens einen Zeitspanne (adt_{ij}) oder zur Ermittlung einer weiteren Zustandsübergang zugeordneten Zeitspanne (adt_{ij}) verwendet werden.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	602 05 572	T2
US	2003 / 0 058 340	A1
US	2007 / 0 276 270	A1
EP	1 071 055	B1
EP	0 849 716	A2
WO	2005/ 066 909	A2

YIN, G.; BRUCKNER, D.: „Daily Activity Learning from Motion Detector Data for Ambient Assisted Living“, IEEE 3rd International Conference on Human System Interactions (HSI), 13-15 May 2010, S. 89-94

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur unaufdringlichen Überwachung einer Person sowie ein System zur Durchführung eines derartigen Verfahrens. Unter dem Begriff "unaufdringlich" (englisch: non-obtrusive) wird die Überwachung einer zumeist hilfsbedürftigen Person mittels Sensoren beschrieben, welche die direkte Beobachtung mittels Video- oder Bildaufnahmen ausschließt. Oftmals sind auch detaillierte Audioaufnahmen nicht erwünscht.

[0002] Aufgrund des demographischen Wandels der meisten Industrienationen wird ein Anwachsen von Notfallsituationen von hilfsbedürftigen Personen in ihrem normalen Aufenthaltsbereich erwartet. Die persönliche Betreuung derartiger Personen ist mit einem hohen finanziellen und personellen Aufwand verbunden.

[0003] Im Bereich "Ambient Assisted Living", welcher unter anderem die Überwachung mittels unaufdringlicher Methoden beinhaltet, stellt die automatische und zeitnahe Erkennung von potentiellen Notfällen von Personen im eigenen Heim oder einem definierten Aufenthaltsbereich eine zentrale Herausforderung dar. Durch die automatische und zeitnahe Erkennung soll ermöglicht werden, adäquate Hilfe initiieren zu können.

[0004] Zu diesen Notfallsituationen zählen insbesondere eine kurzfristige kritische Entwicklung von vitalen physiologischen Parametern oder Hilflosigkeit. Hilflosigkeit beschreibt dabei eine Situation, in der die betroffene Person nicht mehr in der Lage ist, dem gewohnten Tagesablauf weiter zu folgen und nicht mehr eigenständig Unterstützung oder Hilfe herbeirufen kann. Hilflosigkeit kann beispielsweise die Folge eines Sturzes, Herzversagens oder Schwächeanfalls sein.

[0005] Im Stand der Technik sind einige derartige Systeme oder Verfahren bekannt. Die meisten bekannten Ansätze befassen sich hauptsächlich mit der Erkennung der Ursache von Notfallsituationen an sich, z. B. der Sturzerkennung basierend auf einer Videoanalyse oder Analyse von Beschleunigungswerten oder Höhenwerten basierend auf körpernahen Sensoren. Andere Ansätze versuchen einen Sturz der Person basierend auf peripher gemessenen Geräuschen oder Vibrationen zu erkennen.

[0006] Eine technische Grundanforderung für die Akzeptanz eines geeigneten Systems ist, dass aus ethischen und praktischen Gründen keine Sensoren am Körper und auch keine ton- und bildgebenden Sensoren, wie Mikrofone oder Kameras, benutzt werden. Weiterhin müssen derartige Systeme kostengünstig, leicht installierbar, nachrüstbar, energieeffizient und möglichst leicht zu warten sein. Zudem

müssen die Systeme in dem zu überwachenden Aufenthaltsbereich installierbar sein. Aufwendige Lösungen, wie beispielsweise 3D-Positionsbestimmungssysteme, werden daher nicht bevorzugt.

[0007] Zu der Problematik der ethischen Einschränkungen betreffs der Verwendung von Sensoren am Körper oder ton- und bildgebender Sensoren kommt erschwerend hinzu, dass eine Situation der physischen Hilflosigkeit bei diesen Ansätzen die Folge eines Sturzes sein muss. Physische Hilflosigkeit kann jedoch auch dann auftreten, wenn die betroffene Person nicht mehr in der Lage ist, einen Sitz- oder Liegeplatz zu verlassen. Außerdem ist es möglich, dass die Person sich trotz Sturzes weiterhin bewegt, z. B. indem sie versucht, aufzustehen oder sich an Gegenständen wieder aufzurichten.

[0008] Das System VIVAGO ist eine Abwandlung eines Hausnotrufsystems, welches das Aktivitätsprofil älterer und chronisch kranker Menschen rund um die Uhr mittels eines Armbands überwacht und in potentiellen Notfallsituationen eine schnelle Hilfe über Benachrichtigung eines Callcenters einleitet. Zu Beginn der Nutzung wird das normale Aktivitätsprofil des Benutzers erfasst und abgespeichert. Bewegungen, Körpertemperatur und Hautzustand des Benutzers werden fortlaufend über ein Armband mit entsprechenden Sensoren gemessen. Treten nach einer Messung Veränderungen im Vergleich zum normalen Aktivitätsprofil auf, wird ein Alarm ausgelöst. Das Prinzip des VIVAGO-Systems basiert auf einem am Körper getragenen Armband und stellt somit ein aufdringliches Verfahren zur Überwachung dar.

[0009] Das System Quiet Care (Glascock, A. P. und Kutzik, D. M.: The Impact of Behavioral Monitoring Technology on the Provision of Health Care in the Home, Journal of Universal Computer Sciences, Volume 12/1, 2006) verfolgt einen weiteren Ansatz zur Aktivitätslosigkeitserkennung. Im System wird manuell ein individuell an die Person angepasster Schwellwert für die maximale Aufenthaltsdauer in einem Raum, wie z. B. dem Badezimmer, eingegeben. Wird dieser Wert überschritten, wird ein Alarm generiert. Das System Quiet Care erfordert die manuelle Eingabe von Schwellwerten und kann die Aktivitätslosigkeit nur auf Raumebene erkennen, wohingegen eine Inaktivität innerhalb eines Raumes nicht berücksichtigt werden kann. Zudem ist eine schnelle Erkennung auf Rohdatenebene nicht möglich.

[0010] Das Produkt CARESSE bietet neben einem herkömmlichen Hausnotruf ein passives Aktivitätsmonitoring basierend auf ambienten Sensoren an. Dabei werden verschiedene Zeitbereiche definiert, in denen das Aktivitätsverhalten der Person betrachtet wird. Die Zeitbereiche können manuell an die Person angepasst werden, jedoch ist keine Automatisierung

möglich. Zudem ist das System nur auf spezielle Situationen zugeschnitten.

[0011] Ein weiterer Ansatz wird von Schulze et al., Concept and Design of a Video Monitoring System for Activity Recognition and Fall Detection, Proc. 7th International Conference on Smart Homes and Health Telematics, ICOST 2009, Seiten 182–189, Springer Berlin/Heidelberg 2009, beschrieben. Das System verwendet eine Fischaugenkamera und funktioniert mit Bildsensoren. Eine Hilflosigkeit kann nur dann erkannt werden, wenn die zu überwachende Person absolut bewegungslos ist.

[0012] In der DE 602 05 572 T2 wird ein Verfahren zum Erkennen von Abweichungen von Verhaltensmustern offenbart. Die Aktivitätsmuster werden hierbei durch Markow-Ketten modelliert. Dazu bedarf es zur Ermittlung der Markow-Ketten einer Ermittlung einer Übergangszahlenmatrix und einer Zeitdauer-Verteilung aus den täglichen Aktivitäten. Anschließend wird das einmalig erlernte Muster mit der Realität abgeglichen und ein euklidisches Maß als Maß der Abweichung zwischen dem erlernten "Normalverhalten" und dem aktuellen Verhalten herangezogen. Wird von einem Verhalten abgewichen, wird ein Alarm ausgelöst.

[0013] In der EP 1071 055 B1 wird zur Auslösung eines Alarms ein Mustervergleich zwischen aufgezeichneten Aktivitäten einer Person oder Benutzung von Geräten auf einer Zeitachse mit aktuell durchgeführten Aktivitäten innerhalb einer vorgeschriebenen Zeitspanne durchgeführt.

[0014] Weiterer allgemeiner Stand der Technik wird in den Druckschriften EP 0 849 716 A2, WO 2005/066909 A2, US 2007/0276270 A1, US 2003/0058340 A1 und Yin et al.: „Daily Activity Learning from Motion Detector Data for Ambient Assisted Living, IEEE 3rd Int. Conf. on Human Interactions, 13–15 May 2010, S. 89–94 offenbart.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und ein System zur Verfügung zu stellen, welches die vorgenannten Nachteile nicht aufweist. Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem System nach den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0016] Das Verfahren beinhaltet das Konfigurieren einer Datenverarbeitungsanlage derart, dass mindestens eine Instanz eines Verhaltensnetzes zur automatischen und individuellen Erfassung eines Normalverhaltens einer zu überwachenden Person durch die Datenverarbeitungsanlage vorgehalten wird. Die Instanz umfasst mindestens zwei durch Aktivitätsinformationen definierte Verhaltenszustände sowie mindestens jeweils einen Zustandsübergang zwischen jeweils zwei Verhaltenszuständen.

Ein Zustandsübergang beinhaltet zumindest eine Zeitspanne als Attribut.

[0017] Die Instanz des Verhaltensnetzes wird durch die Datenverarbeitungsanlage bereitgestellt, wobei eine Instanz die programmtechnische und auf der Datenverarbeitungsanlage ausführbare Realisierung eines Verhaltensnetzes ist. Hierzu kann die Datenverarbeitungsanlage entsprechend programmtechnisch ausgelegt sein oder über entsprechend konfigurierte Mikrocontroller verfügen.

[0018] Aktivitätsinformationen $\{a_1, \dots, a_{m+n+o}\} \in A$ sind Informationen, welche durch Sensoren oder Komponenten der Instanz, beispielsweise in Form von Software-Komponenten, der Instanz zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Aktivitätsinformationen repräsentieren eine Interaktion der zu überwachenden Person mit der Umgebung innerhalb des Aufenthaltsbereichs der Person. Jedem Verhaltenszustand liegt eine, vorzugsweise genau eine Aktivitätsinformation der Menge A zugrunde.

[0019] Diese Aktivitätsinformationen können direkt oder indirekt sein. Als direkte Aktivitätsinformationen werden Informationen bezeichnet, die von Sensoren, z. B. von Bewegungsmeldern, Druckmatten oder Kontaktsensoren, in Form von Sensordaten bereitgestellt werden. Die Sensorinformationen sind oftmals binärer Natur, d. h., es wird lediglich eine geringe Datenmenge von einem Sensor an die Datenverarbeitungsanlage übermittelt, was der zeitnahen und schnellen Erkennung zuträglich ist. Indirekte Aktivitätsinformationen bezeichnen Informationen, die von spezifischen Komponenten der Instanz bereitgestellt werden. Dabei werden, basierend auf einer Kombination von mehreren direkten Sensordaten und Wissen über die Zusammenhänge im Aufenthaltsbereich der Person, höherwertige Informationen bzw. Daten erzeugt. Unter dem Begriff Daten werden hierbei indirekte, unter dem Begriff Sensordaten direkte Aktivitätsinformationen bezeichnet.

[0020] Eine Instanz enthält eine endliche Anzahl m definierter Verhaltenszustände $\{s_1, \dots, s_m\} \in S$. Ein Verhaltenszustand s_i repräsentiert eine durch die Instanz oder die Datenverarbeitungsanlage bereitgestellte Aktivitätsinformation, die, wie vorhergehend beschrieben, direkt oder indirekt sein kann. Vorzugsweise sind die möglichen Zustände s_i bekannt und die Anzahl m endlich. Ein Verhaltenszustand kann in Form eines ausführbaren Codes implementiert sein.

[0021] Ein gerichteter Wechsel von einem Verhaltenszustand s_i in einen anderen Zustand s_j zum Zeitpunkt t wird als Zustandsübergang $t_{ij} \in T$ bezeichnet. Ein Zustandsübergang ist mit Attributen belegt, wobei mindestens eine Zeitspanne adt_{ij} als Attribut beinhaltet ist.

[0022] Die Zustandsübergänge verbinden die verschiedenen Verhaltenszustände s_i miteinander.

[0023] Als Normalverhalten einer zu überwachenden Person wird das alltägliche Verhalten der Person in ihrem zu überwachenden Aufenthaltsbereich angenommen.

[0024] Erfindungsgemäß wird die Instanz derart konfiguriert, dass eine Lernphase zur Ermittlung des Normalverhaltens durchgeführt wird. Während der Lernphase verarbeitet die Instanz Daten, welche Aktivitätsinformationen der Verhaltenszustände umfassen. Die Daten werden aus Sensordaten mindestens zweier in einem Aufenthaltsbereich der zu überwachenden Person angeordneter Sensoren generiert, d. h., die Daten beinhalten direkte oder indirekte Aktivitätsinformationen.

[0025] Während der Lernphase wird mindestens eine einem Zustandsübergang zugeordnete Zeitspanne adt_{ij} durch die Instanz erlernt und in einer der Datenverarbeitungsanlage zugeordneten Speichereinheit als Wert gespeichert und dem Zustandsübergang t_{ij} zugeordnet.

[0026] Weiterhin ist die Instanz derart konfiguriert, dass eine Erkennungsphase durchgeführt wird. Anhand eingehender Daten, welche direkte oder indirekte Aktivitätsinformationen beinhalten, legt die Instanz einen mit diesen Daten korrespondierenden aktuellen Verhaltenszustand fest, d. h. dieser ist im Fokus der Instanz. Die Instanz ist weiterhin derart konfiguriert, dass ausgehend vom aktuellen Verhaltenszustand ein Alarmsignal initiiert wird, wenn die in Echtzeit nachfolgenden Aktivitätsinformationen der Daten dem aktuellen Verhaltenszustand nicht zugeordnet werden können und innerhalb einer Alarmzeitspanne c , welche eine Funktion des gespeicherten Werts der Zeitspanne adt_{ij} ist, keinem weiteren Verhaltenszustand s_j oder lediglich einem in der Instanz definierten Alarmzustand zugeordnet werden können.

[0027] Unter Echtzeit wird hierbei die Verarbeitung der Sensordaten durch die Datenverarbeitungsanlage innerhalb weniger Sekunden verstanden.

[0028] Das Alarmsignal ist beispielsweise dergestalt ausgebildet, dass die Instanz eine festgelegte Ablaufroutine initiiert, mittels welcher eine Rettungsstelle, die mit der Datenverarbeitungsanlage in Verbindung steht, benachrichtigt oder alarmiert werden kann.

[0029] Vorteilhaft umfasst das System eine Vielzahl von Verhaltenszuständen s_i und damit verbunden eine Vielzahl von Zustandsübergängen t_{ij} .

[0030] Durch Auswertung der Sensordaten wird die Zeitspanne, welche dem normalen Verhalten der Person zwischen zwei Verhaltenszuständen entspricht,

automatisch erlernt, und es bedarf keiner manuellen und starren Festsetzung der Zeitspanne. Hierdurch ist das Verfahren in der Lage, aus dem Normalverhalten der Person die Zustandsübergänge bzw. die zugehörigen Zeitspannen automatisch zu erlernen und während des laufenden Betriebs zu aktualisieren. Hierdurch ist es möglich, dass sich eine Instanz im Laufe eines gewissen Zeitraums, wie beispielsweise mehrerer Wochen, Monate oder Jahre, an das Verhalten der Person automatisch anpasst. Ein manuelles "Nachjustieren" der Schwellwerte bzw. der Zeitspannen ist nicht notwendig.

[0031] Da das Alarmsignal nur nach Ablauf eines Alarmzeitintervalls c initiiert wird, welches direkt von den gemessenen und erlernten Zeitintervallen der Zustandsübergänge t_{ij} von einem aktuellen Verhaltenszustand s_i zu den von diesem Verhaltenszustand erreichbaren Verhaltenszuständen s_j abhängt, passt sich das Alarmzeitintervall entsprechend dem sich verändernden Normalverhalten der zu überwachenden Person an. Dies verringert die Wahrscheinlichkeit eines Fehlalarms und trägt somit zum Lebenskomfort der zu überwachenden Person und zur Ressourcenschonung der überwachenden Rettungsstelle bei.

[0032] Ein weiterer technischer Vorteil des Systems ist es, dass sich die Anzahl der Verhaltenszustände beliebig definieren und erweitern lässt.

[0033] Obgleich für gewöhnlich ein Zustandsübergang zwischen zwei jeweils verschiedenen Verhaltenszuständen auftritt, kann ein Zustandsübergang auch den Übergang von einem Verhaltenszustand s_i auf sich selbst bedeuten.

[0034] Das System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst Sensoren und eine mit den Sensoren in Kommunikation stehende Datenverarbeitungsanlage, wobei die Sensoren derart angeordnet sind, dass sie einen Aufenthaltsbereich einer zu überwachenden Person erfassen und Sensordaten in Echtzeit an die Datenverarbeitungsanlage übermittelbar sind. Die Datenverarbeitungsanlage ist programmtechnisch zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet.

[0035] Die Sensoren sind in der Infrastruktur des Aufenthaltsbereichs angeordnet, nicht am Körper der zu überwachenden Person.

[0036] Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind den untergeordneten Ansprüchen sowie den in dieser Beschreibung aufgeführten Beispielen entnehmbar.

[0037] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Instanz weiterhin mindestens einen Anfangszustand s_a und mindestens einen Endzustand

s_e , wobei die Instanz nach dem Eintreten des mindestens einen Endzustands derart konfiguriert wird, dass die Erkennungsphase beendet wird, d. h. die Instanz in einen nichtaktiven Zustand versetzt wird. Nach dem Eintreten des mindestens einen Anfangszustands wird die Instanz derart konfiguriert, dass die Erkennungsphase gestartet wird, d. h. die Instanz in den aktiven Zustand gesetzt wird. Die Kontrolle über die Instanz obliegt der Datenverarbeitungsanlage, welche programmtechnisch zur Initiierung der (De-)Aktivierung der Instanz ausgebildet ist.

[0038] Anfangszustände und Endzustände sind besondere Formen der Verhaltenszustände. Während ein Verhaltenszustand s_i mit einem anderen Verhaltenszustand s_j oder sich selbst über einen Zustandsübergang t_{ij} verbunden sein kann, können Anfangszustände nur in einen Verhaltenszustand oder einen Endzustand übergehen. Der Übergang in einen anderen Anfangszustand oder sich selbst ist nicht möglich. Der Übergang in einen Endzustand von einem Anfangszustand aus ist dagegen möglich. Analog hierzu ist der Endzustand dadurch definiert, dass er keinen Zustandsübergang von sich zu einem anderen Verhaltenszustand zulässt.

[0039] Mithilfe der Anfangs- und Endzustände ist es möglich, Ressourcen zu schonen, da die Instanz in einen aktiven oder nichtaktiven Zustand versetzt werden kann. Weiterhin wird die von der Datenverarbeitungsanlage zur Verfügung gestellte Prozessorleistung weniger in Anspruch genommen.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform ist die Instanz derart konfiguriert, dass während der Erkennungsphase eingehende Daten für eine weitere Lernphase zur Aktualisierung der mindestens einen Zeitspanne adt_{ij} oder zur Ermittlung einer einem weiteren Zustandsübergang zugeordneten Zeitspanne adt_{ij} verwendet werden.

[0041] Mithilfe der weiteren Lernphase ist es möglich, innerhalb der Erkennungsphase die den Zustandsübergängen zugeordneten Zeitspannen zu aktualisieren oder bislang nicht gespeicherte Zeitspannen als Wert zu speichern. Das heißt, die Instanz aktualisiert die Zustandsübergänge im laufenden Betrieb und passt sich so an Änderungen des Normalverhaltens der zu überwachenden Person an.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform ist der einem Zustandsübergang t_{ij} zugeordnete Wert der Zeitspanne adt_{ij} ein Durchschnittswert von bis zu diesem Zeitpunkt erfassten Zeitintervallen dt_{ij} zwischen zwei Verhaltenszuständen. Hierdurch werden starke Abweichungen eines einmaligen veränderten Verhaltens lediglich gewichtet in den Wert der Zeitspanne adt_{ij} integriert. Weiterhin ist es möglich, die Zeitspanne erst dann als Wert festzusetzen, wenn eine Mindestzahl Dt_{ij} von Zeitintervallen dt_{ij} gemessen

und erfasst wurde. Hierdurch ist es möglich, dass eine Zeitspanne erst dann als Wert festgeschrieben wird, wenn eine Mindestanzahl von Zustandsübergängen zwischen zwei Verhaltenszuständen durchlaufen wurde. Dies ist insbesondere bei der erstmaligen Initialisierung des Verfahrens hilfreich, um starke Schwankungen der Zeitspanne zu vermeiden.

[0043] Alternativ zum Durchschnittswert kann auch ein Maximalwert, ein Minimalwert oder ein weiterer aus mehreren Zeitintervallen dt_{ij} erhaltener Wert als Zeitspanne adt_{ij} vorgehalten werden. Alle aus mehreren Zeitintervallen dt_{ij} durch mathematische Vorschriften gewonnenen Werte werden durch den Begriff des dynamischen Zeitintervalls umschrieben.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Zustandsübergang mindestens ein weiteres Attribut. Diese Attribute können die Dauer des letzten Zeitintervalls zwischen den zwei Verhaltenszuständen dt_{ij} sein, die Anzahl des bisherigen Auftretens des Zustandsübergangs nt_{ij} oder des Zeitpunkt des letzten Auftretens des Zustandsübergangs tt_{ij} sein. Mithilfe der weiteren Attribute können zusätzliche Informationen über das momentane Verhalten gegenüber dem bisherigen Verhalten der Person ermittelt werden.

[0045] In einer weiteren Ausführungsform ist die Instanz derart konfiguriert, dass der einem Zustandsübergang zugeordnete Wert der Zeitspanne adt_{ij} gelöscht wird, wenn das letzte Auftreten des Zustandsübergangs länger als ein vorbestimmtes Zeitintervall AZ zurückliegt. Hierdurch wird vermieden, dass beispielsweise bei längerer Abwesenheit und damit einhergehenden Veränderungen des Verhaltens ein Vergleich mit dem ursprünglichen Verhalten und nicht mit dem aktuellen Verhalten durchgeführt wird.

[0046] In einer weiteren Ausführungsform ist die Datenverarbeitungsanlage derart konfiguriert, dass eine weitere Instanz eines Verhaltensnetzes zur automatischen und individuellen Erfassung des Normalverhaltens der zu überwachenden Person vorgehalten und konfiguriert wird. Die weitere Instanz kann derart konfiguriert sein, dass sie beispielsweise zu gegenüber dem Aktivitätszeitraum der ersten Instanz unterschiedlichen Zeitpunkten aktiv ist. Zum Beispiel kann die erste Instanz innerhalb eines ersten Zeitraums und die weitere Instanz innerhalb eines weiteren, vom ersten verschiedenen, Zeitraum aktiv sein. Hierdurch lässt sich eine Verfeinerung des Gesamtmusters des Normalverhaltens durchführen.

[0047] Eine weitere Möglichkeit ist es, die weitere Instanz zum selben Zeitpunkt, jedoch mit einer anderen Anzahl oder einer anderen Art von Verhaltenszuständen zu initiieren. Auf diese Weise kann beispielsweise die zeitliche Auflösung der weiteren Instanz von der zeitlichen Auflösung der ersten Instanz

verschieden sein. Während beispielsweise die erste Instanz Zustandsübergänge im Sekundenbereich misst, werden die Zustandsübergänge aufgrund verschiedener Verhaltenszustände in der weiteren Instanz im Minutenbereich gemessen. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, dass im Falle eines Sturzes der Person, nach welchem die Person versucht aufzustehen und sich somit weiterhin bewegt, die erste Instanz aufgrund der kontinuierlich auftretenden Aktivitätsinformationen und der damit verbundene Wechsel zwischen verschiedenen Verhaltenszuständen kein Alarmsignal initiiert. Das heißt, eine weitere Instanz oder zahlreiche weitere Instanzen können helfen, aufgrund ihrer unterschiedlichen zeitlichen oder räumlichen Auflösung oder des unterschiedlichen Zeitpunktes der Aktivierung eine robustere Erkennung einer Notfallsituation zu ermöglichen.

[0048] In einer weiteren Ausführungsform ist die Alarmzeitspanne c eine Funktion der Zeitspanne adt_{ij} und eine Funktion der möglichen Zustandsübergänge t_{ij} .

[0049] Entgegen einer ersten Möglichkeit, die Zeitspannen adt_{ij} mit einem innerhalb der Instanz konstanten Faktor zu skalieren, kann der Skalierungsfaktor in Abhängigkeit vom Verhaltenszustand oder dem Zustandsübergang t_{ij} bestimmt werden. Auf diese Weise wird eine verbesserte individuelle Anpassung des Verfahrens an die zu überwachende Person und eine automatische Konfiguration der Instanz möglich.

[0050] Als Sensoren kommen unter anderem Bewegungssensoren, Drucksensoren, Berührungssensoren, Temperatursensoren, Feuchtigkeitssensoren, Gassensoren zur Messung des Gehalts eines Gases in der Luft, Helligkeitssensoren oder ähnliche Sensoren in Frage, welche keine direkte, aufdringliche Überwachung der Person bedeuten.

[0051] Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels genauer erläutert werden. Es zeigen:

[0052] Fig. 1 eine schematische Übersicht über die Anordnung eines Systems zur Überwachung in einem Aufenthaltsbereich;

[0053] Fig. 2 eine schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen direkten und indirekten Aktivitätsinformationen;

[0054] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Instanz eines Verhaltensnetzes zur automatischen und individuellen Erfassung eines Normalverhaltens;

[0055] Fig. 4 eine schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Verhaltenszuständen und Zustandsübergängen;

[0056] Fig. 5 ein schematisches Flussdiagramm der Funktionsweise einer Instanz;

[0057] Fig. 6a, b eine schematische Darstellung mehrerer Instanzen;

[0058] Fig. 7 eine schematische Darstellung der Funktionsweise der Kooperation mehrerer Instanzen miteinander.

[0059] In der Fig. 1 ist ein Aufenthaltsbereich **1** einer hilfsbedürftigen Person dargestellt. Der Aufenthaltsbereich **1** weist beispielhaft eine Eingangstür **2**, einen Flur **3**, ein mit dem Flur **3** verbundenes Wohnzimmer, ein Schlafzimmer **5**, eine Küche **6**, ein Bad **7** und einen Balkon **8** auf. Über den Aufenthaltsbereich **1** verteilt befinden sich in den verschiedenen Räumlichkeiten Sensoren **10** bis **22**. Die Sensoren **10** bis **22** sind mit einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage **30** verbunden, welche u. a. eine Steuerungseinheit, beispielsweise einen Mikroprozessor, und eine Speichereinheit, beispielsweise einen Arbeitsspeicher, umfasst. Zudem weist die Datenverarbeitungsanlage I/O Schnittstellen zum Empfang der Sensordaten auf.

[0060] Die Steuerungseinheit kann in der Speichereinheit gespeicherte ausführbare Instanzen als Routinen ausführen und ist mit den Sensoren **10** bis **22** kommunikativ verbunden. In der Steuerungseinheit werden die Sensordaten ausgewertet und einer Instanz eines Verhaltensnetzes zur Überwachung der hilfsbedürftigen Person zur Verfügung gestellt. Die Datenverarbeitungsanlage **30** kann entweder im Aufenthaltsbereich **1** oder einem davon verschiedenen Raum untergebracht sein.

[0061] Die Datenverarbeitungsanlage **30** ist über eine kommunikative Verbindung mit einer weiteren elektronischen Datenverarbeitungsanlage **40** verbunden. Die Datenverarbeitungsanlage **40** kann beispielsweise in einer Rettungsstelle, bei einem Verwandten oder bei Pflegepersonal der hilfsbedürftigen Person untergebracht sein.

[0062] Die Datenverarbeitungsanlage **30** und die damit verbundenen Sensoren **10** bis **22** bilden ein System **100** zur Durchführung eines Verfahrens zur unaufdringlichen Überwachung der im Aufenthaltsbereich **1** lebenden Person. Optional kann das System **100** um eine oder mehrere Datenverarbeitungsanlagen **40** erweitert werden.

[0063] Die Sensoren **10** bis **22** beinhalten unter anderem einen Kontaktsensor, Drucksensoren, Bewegungsmelder, Feuchtigkeitssensoren sowie Gas-, Strom- und Wassersensoren. Die Sensoren registrieren Sensordaten und übermitteln diese an die Datenverarbeitungsanlage **30**. Die Übertragung kann

drahtbasiert oder mittels Funk, z. B. über IEEE 802.11x oder W-USB, erfolgen.

[0064] Die Verbindung zwischen der Datenverarbeitungsanlage **30** und den Sensoren **10** bis **22** kann derart sein, dass die Sensoren lediglich in eine Richtung Daten übermitteln können, welche von der Datenverarbeitungsanlage **30** empfangen werden. Optional kann die Datenverarbeitungsanlage **30** Anfragen an die Sensoren senden, um beispielsweise den Arbeitszustand und die Funktionsfähigkeit der Sensoren **10** bis **22** einzeln zu überprüfen.

[0065] Bei dem Sensor **10** handelt es sich um einen Kontaktsensor, welcher Sensordaten an die Datenverarbeitungsanlage **30** sendet, wenn die Tür **2** geöffnet oder geschlossen wird. Bei den Sensoren **11**, **12**, **13**, **15**, **17**, **19** und **21** handelt es sich um Bewegungsmelder. Die Sensoren **14**, **16** und **20** sind Temperatursensoren. Der Sensor **18** ist ein Feuchtigkeitssensor, der Sensor **22** ein Gassensor.

[0066] In der Fig. 2 wird auf den Zusammenhang zwischen Sensordaten, aus den Sensordaten generierten Daten und Verhaltenszuständen eingegangen. Der Sensor **11** übermittelt Sensordaten an die Datenverarbeitungsanlage, welche die Aktivitätsinformation a_1 beinhalten. Die Aktivitätsinformation a_1 weist darauf hin, dass der Bewegungsmelder eine Bewegung registriert. Diese Daten können direkt aus den binären Sensordaten gewonnen werden. Analog hierzu sendet der Sensor **12** Sensordaten mit Aktivitätsinformationen a_2 , welche eine Bewegung im Bereich des Sensors **12** andeuten. Die Aktivitätsinformationen a_1 und a_2 werden in der Steuerungseinheit der Datenverarbeitungsanlage mittels einer Routine zu der Aktivitätsinformation a_5 generalisiert. Die Aktivitätsinformation a_5 ist eine indirekte Aktivitätsinformation und korrespondiert mit einem Verhaltenszustand "Bewegung im Flur **3**". Bei einem Raumwechsel vom Flur **3** in das Wohnzimmer **4** zum Zeitpunkt t_1 registrieren die Sensoren **13** und **14** eine Bewegung. Der Sensor **13** überträgt Sensordaten, welche die Aktivitätsinformationen a_3 , der Sensor **14** Sensordaten, welche die Aktivitätsinformation a_4 beinhalten. Die Aktivitätsinformationen a_3 und a_4 werden zur Aktivitätsinformation a_6 verallgemeinert, welche einen Aufenthalt im Wohnzimmer **4** nahelegt. Die Aktivitätsinformation a_6 korrespondiert somit mit einem Verhaltenszustand "Aufenthalt im Wohnzimmer **4**". Durch den Übergang vom Flur **3** in das Wohnzimmer **4** wird eine neue Aktivitätsinformation a_7 gewonnen, welche mithilfe der Aktivitätsinformation a_5 und der kurz darauf eingehenden-Aktivitätsinformation a_6 durch die Datenverarbeitungsanlage bzw. eine in dieser vorgehaltenen und ausführbaren Instanz generiert wird. Bei der Aktivitätsinformation a_7 handelt es sich um eine Information, welche mit dem Verhaltenszustand "Raumwechsel vom Flur **3** in das Wohnzimmer **4**" korrespondiert. Anhand des vorbeschrie-

benen Beispiels eines Raumwechsels wird deutlich, dass in Abhängigkeit von den möglichen Aktivitätsinformationen und den durch diese definierten Verhaltenszuständen ein Verhaltensnetz konstruiert werden kann, durch welches sich das Normalverhalten der sich im Aufenthaltsbereich normalerweise aufhaltenden hilfsbedürftigen Person modellieren lässt.

[0067] Ein Verhaltensnetz muss nicht für jede Aktivitätsinformation einen korrespondierenden Verhaltenszustand aufweisen. So können beispielsweise verschiedene Verhaltensnetze Aktivitätsinformationen unterschiedlicher Ebenen verwenden. Beispielsweise kann ein erstes Verhaltensnetz direkt die unmittelbar aus den Sensordaten gewonnenen Aktivitätsinformationen a_1 bis a_4 verwenden, ein weiteres Verhaltensnetz die Aktivitätsinformationen a_5 und a_6 verwenden und ein drittes Verhaltensnetz die aggregierten Aktivitätsinformationen, wie beispielsweise die Aktivitätsinformation a_7 , verwenden. Eine Aggregationsebene der durch die Verhaltensnetze modellierten Aktivitätsinformationen wird durch die Verwendung von direkten und indirekten Aktivitätsinformationen bestimmt. Vorzugsweise haben Verhaltensnetze, die auf direkten Aktivitätsinformationen, d. h. der Ebene der Informationen a_1 bis a_4 basieren, eine höhere Sensitivität in Bezug auf die Erkennung als Verhaltensnetze, die überwiegend indirekte Informationen verwenden, wie beispielsweise die Verhaltensnetze, welche die Aktivitätsinformationen a_5 bis a_7 verwenden.

[0068] In der Fig. 3 ist schematisch ein Verhaltensnetz bzw. eine Instanz **110** dargestellt. Hierbei beschreibt eine Instanz in der Datenverarbeitungsanlage programmtechnisch vorgehaltene Implementierung eines Verhaltensnetzes. Die Instanz **110** umfasst Verhaltenszustände **120**, Anfangszustände **130** und Endzustände **140**. Von einem Anfangszustand **131**, welcher beispielsweise durch das Öffnen der Tür **2** initiiert werden kann und somit die Instanz aktiviert, wechselt der Fokus der Instanz in den Verhaltenszustand **121**, welcher beispielsweise die Bewegung im Flur **3** beinhaltet. Der Zustandsübergang t_a wird durch das Attribut at_a beschrieben, welches eine Zeitspanne beinhaltet, wobei die Zeitspanne das durchschnittliche Zeitintervall zwischen dem Beenden des Anfangszustands **131** und dem Beginn des Verhaltenszustands **121** angibt. Alternativ kann ein anderes dynamisches Zeitintervall verwendet werden.

[0069] Der Verhaltenszustand **121** ist über weitere Zustandsübergänge mit den Verhaltenszuständen **122**, **123** und **124** verbunden. Die hier gewählte Anzahl der Verhaltenszustände ist beispielhaft und nicht einschränkend. Von einem Verhaltenszustand **122** kann ein Endzustand **141** über den Zustandsübergang t_e erreicht werden. Durch das Erreichen eines Endzustands **141** wird die Instanz inaktiv, beispielsweise wenn die hilfsbedürftige Person den Aufent-

haltsbereich **1** durch die Tür **2** verlässt oder eine weitere Person sich im Aufenthaltsbereich **1** aufhält oder beispielsweise eine bestimmte Uhrzeit erreicht wird.

[0070] Wie aus der **Fig. 3** erkennbar ist, sind die verschiedenen Verhaltenszustände über die Zustandsübergänge miteinander gekoppelt. Durchgezogene Linien der Zustandsübergänge t_{ij} ($i, j = 1...4$) kennzeichnen gültige Zustandsübergänge. Die gestrichelten Zustandsübergänge t_{ij} bezeichnen ungültige Zustandsübergänge. Dies soll nachfolgend erläutert werden.

[0071] In der **Fig. 4** ist ein vereinfachter, verallgemeinerter Ausschnitt eines Verhaltensnetzes dargestellt. Ein beliebiger Verhaltenszustand s_i ist über Zustandsübergänge t_{ij}, \dots, t_{ik} mit den Verhaltenszuständen s_j, \dots, s_k verbunden. Der Zustandsübergang t_{ij} ist gültig, der Zustandsübergang t_{ik} ist ungültig. Dabei ist die Gültigkeit oder die Ungültigkeit ein Attribut des Zustandsübergangs innerhalb der Instanz.

[0072] Zu Beginn besteht ein Verhaltensnetz nur aus den definierten Verhaltenszuständen. Die Zustandsübergänge werden in einer Lernphase zwischen den möglichen benachbarten Verhaltenszuständen erstellt bzw. angepasst. Für einen Zustand s_i in einem Netz mit n Verhaltenszuständen und 0 Endzuständen gibt es $m + o$ potentielle Nachbarn, da ein Zustandsübergang auf den Verhaltenszustand s_i selbst erfolgen kann. Ein Zustandsübergang t_{ij} von s_i nach s_j findet statt, wenn der Fokus des Verhaltensnetzes auf s_i ist und zu einem gültigen Zeitpunkt t , d. h. innerhalb der Alarmzeitspanne, der Verhaltenszustand s_j aktiviert wird. Die Aktivierung des Verhaltenszustands s_j kann beispielsweise durch das Empfangen von Aktivitätsinformationen der Daten der Sensoren erkannt und eingeleitet werden.

[0073] Die in der **Fig. 4** dargestellten Zustandsübergänge t_{ij} weisen folgende Attribute bei der Implementierung in der Instanz auf: den Ausgangszustand s_i , den Zielzustand s_j , die Dauer des aktuellen bzw. letztmaligen Zustandsübergangs von s_i nach s_j in Sekunden dt_{ij} , die approximierte durchschnittliche Dauer des Zustandsübergangs von s_i nach s_j in Sekunden adt_{ij} , die Anzahl nt_{ij} des Auftretens des Zustandsübergangs von s_i nach s_j und den Zeitpunkt tt_{ij} des letztmaligen Auftretens des Zustandsübergangs von s_i nach s_j . Die Gültigkeit eines Zustandsübergangs wird dadurch bestimmt, ob für diesen Zustandsübergang bereits eine Zeitspanne erlernt wurde und diese Zeitspanne weiterhin im Speicher vorgehalten wird. Beispielsweise ist ein Zustandsübergang dann gültig, wenn der Zustandsübergang mehrmals durchlaufen wurde und der Zustandsübergang innerhalb eines zu definierenden vorbestimmten Zeitintervalls AZ seit dem letztmaligen Durchlaufen wieder durchlaufen wurde.

[0074] Dadurch, dass die Zeitspanne erst nach beispielsweise viermaligem Durchlaufen des Zustandsübergangs als Wert abgespeichert wird, wird gesichert, dass die Aussage zur approximierten durchschnittlichen Dauer des Zustandsübergangs nicht auf einem singulären, nicht dem Normalverhalten entsprechenden Ereignis beruht. Durch die Approximation erfolgt eine Mittelung entsprechend dem Normalverhalten der hilfsbedürftigen Person. Dadurch, dass der Zustandsübergang zuletzt innerhalb des vorbestimmten Zeitintervalls AZ durchlaufen wurde, wird die Aktualität der entsprechenden Zeitspanne gesichert. Hierdurch wird vermieden, dass aufgrund einer Verhaltensänderung oder eines defekten Sensors ein Zustandsübergang weiterhin zur Beurteilung, ob ein Alarmsignal $alarm(s_i)$ durch die Instanz initiiert werden soll, herangezogen wird. Die Ungültigkeit eines Zustandsübergangs bedeutet nicht, dass der Zustandsübergang nicht auftreten kann. Er bedeutet hier lediglich, dass die Zeitspanne noch nicht als Wert im Speicher der Datenverarbeitungsanlage für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird.

[0075] Bei der erstmaligen Konfiguration einer Instanz bzw. eines Verhaltensnetzes wird eine ausgewählte Anzahl der Startzustände, Endzustände und Verhaltenszustände definiert. Startzustände sind beispielsweise das Betreten der Wohnung durch die überwachte Person oder das Verlassen der Wohnung durch Besuch, Endzustände sind das Verlassen der Wohnung durch die überwachte Person oder das Betreten der Wohnung durch Besuch; Verhaltenszustände sind beispielsweise Bewegungen in der Küche, das Öffnen der Kühlschranktür oder das Betreten des Wohnzimmers. Beim erstmaligen Trainieren des Verhaltensnetzes bzw. beim erstmaligen Durchführen einer Lernphase sind alle Zustandsübergänge zunächst ungültig. Erst nachdem die Person sich eine gewisse Zeitlang innerhalb des Aufenthaltsraums aufgehalten hat und verschiedene Zustandsübergänge bzw. Verhaltenszustände eingetreten sind, werden einige Zustandsübergänge gültig, und das System bzw. das Verfahren ist einsatzbereit.

[0076] Für die Berechnung des Countdowns in der Erkennungsphase können mit der Angabe eines minimalen Countdowns C_{min} sehr kurze vom System ermittelte Zeitspannen vermieden werden. Dies kann beispielsweise für Aktivitäten sinnvoll sein, die oft zeitlich nahe beieinander liegen, z. B. die Korrelation von Bewegungsmeldern und Lichtschaltern. Ein höherer Wert für C_{min} hat zur Folge, dass die potentielle Anzahl an Fehlalarmen sinkt, gleichzeitig jedoch auch die Reaktionszeit des Systems auf wirkliche Notfälle. Ein Verhaltensnetz kann zwischen einem definierten Start- und Endzeitpunkt gültig sein. Ein groß gewählter Zeitraum hat zur Folge, dass das Verhalten der Person über diesen längeren Zeitraum approximiert wird, ein kurz gewählter Zeitraum ist im Gegensatz dazu sehr spezifisch. Der Zeitraum zum

erstmaligen Lernen sollte analog zu den charakteristischen Aktivitätsphasen der Person im circadianen Rhythmus gewählt werden. Alternativ kann die Instanz bzw. das System mit vorbestimmten Mittelwerten initialisiert und anschließend eine Anpassung dieser Werte an die dem Normalverhalten entsprechenden Zeitspannen der Zustandsübergänge vorgenommen werden.

[0077] Im Folgenden soll auf die Funktionsweise eines konfigurierten Verhaltensnetzes bzw. einer konfigurierten Instanz eingegangen werden. Die Funktionsweise sei anhand der **Fig. 5** erläutert.

[0078] Zum Startzeitpunkt des Systems befindet sich die Instanz im Zustand s_i . Diese Aktivität steht somit im Fokus der Instanz. In der anschließenden Erkennungsphase **200** wird entschieden, ob ein Alarmsignal initiiert wird oder nicht. Zunächst wird ausgehend vom aktuellen Verhaltenszustand s_i eine maximale approximierete durchschnittliche Zeitspanne $adt_{\max}(s_i)$ ermittelt. Dieser Wert ist das Maximum der Zeitspannen t_{ij} der gültigen Zustandsübergänge vom aktuellen Verhaltenszustand s_i zu den durch gültige Zustandsübergänge erreichbaren Verhaltenszuständen s_j . Anschließend wird ein Countdown c durch das Maximum des minimalen Countdowns C_{\min} und der Zeitdauer, welche sich aus der Multiplikation von $adt_{\max}(s_i)$ mit einem Toleranzwert Ac ergibt, ermittelt. Der Countdown c bildet die Alarmzeitspanne. Der Toleranzwert Ac kann für alle Zustandsübergänge gleich sein oder für die ausgewählte Zustandsübergänge individuell ermittelt werden.

[0079] Nachdem der Countdown c ermittelt wurde, beginnt dieser zu laufen. Endet der Countdown c , bevor eine weitere Aktivität ermittelt wurde, wird das Alarmsignal initiiert und beispielsweise die Rettungsstelle alarmiert. Wird eine Aktivität auf entweder den aktuellen Verhaltenszustand s_i oder einen weiteren Verhaltenszustand s_j oder einen Endzustand s_e festgestellt, wird der Countdown beendet.

[0080] Zum einen wird nach der Beendigung des Countdowns aufgrund einer weiteren Aktivität die Erkennungsphase erneut gestartet, wobei der Fokus der Instanz nunmehr auf dem zu diesem späteren Zeitpunkt aktuellen Verhaltenszustand liegt.

[0081] Zeitgleich oder zu einem späteren Zeitpunkt kann optional eine weitere Lernphase **300** stattfinden. In der weiteren Lernphase **300** kann die Zeitspanne adt_{ij} aktualisiert oder als Wert neu gesetzt werden, so dass der entsprechende Zustandsübergang t_{ij} gültig wird. Die in der **Fig. 5** dargestellten Entscheidungsbäume zur Aktualisierung von adt_{ij} sind lediglich ein Beispiel zur Durchführung der Aktualisierung des Zeitintervalls adt_{ij} . Das Zeitintervall wird als Zeitspanne gesetzt, wenn der Zustandsübergang der zugehörigen Zeitspanne mindestens eine Anzahl Dt_{\min}

mal durchlaufen wurde. Dt_{\min} ist in vorliegendem Fall beispielhaft gleich 4.

[0082] Anhand der **Fig. 6a** und **Fig. 6b** soll ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens beschrieben werden, wenn mehr als eine Instanz konfiguriert ist. In der **Fig. 6a** umfasst das Verfahren die Konfigurierung der Instanzen **111**, **112** und **113**. Jeder Instanz wohnen verschiedene Verhaltenszustände und damit verbundene Zustandsübergänge inne. Hierdurch können unterschiedliche Situationen, welche von einem einzigen Verhaltensnetz oder einer einzigen Instanz nicht zuverlässig entschieden werden könnten, mithilfe der weiteren Instanzen zuverlässig entschieden werden, so dass das Ausbleiben von Alarmen minimiert werden. Die in der **Fig. 6a** dargestellten Instanzen **111** bis **113** werden zeitgleich konfiguriert und sind zeitgleich aktiviert.

[0083] In der **Fig. 6b** ist eine weitere Ausführungsform des Verfahrens schematisch dargestellt, wobei die Instanzen **111** und **114** bis **117** sowohl zeitgleich als auch zu unterschiedlichen Zeiträumen aktiv sein können. Auch können die einzelnen Instanzen, wie anhand der unterschiedlichen Größen der Kreise erkennbar, unterschiedliche Räumlichkeiten, unterschiedliche Zeitauflösungen oder wie in den Figuren angedeutet unterschiedliche Verhaltenszustände abdecken.

[0084] Eine Anwendungsmöglichkeit von Multiverhaltensnetzen sei anhand der **Fig. 7** genauer erläutert. Im obersten Paneel der **Fig. 7** wird ein Aufenthaltsbereich **1'**, bestehend aus drei Räumen, dargestellt. Analog hierzu sind zwei Instanzen **118** und **119** konfiguriert, welche den Aufenthaltsbereich **1'** überwachen. In jedem der Räume sind Bewegungssensoren angebracht, welche von den Verhaltenszuständen s_1 bis s_8 im Verhaltensnetz **118**, und den Verhaltenszuständen s_9 bis s_{11} im Verhaltensnetz **119** repräsentiert werden. Im in der **Fig. 7** skizzierten Beispiel geht die Person aus dem Zimmer **1** ins Zimmer **3**, in welchem sie stürzt. Die Bewegungsmelder registrieren den Verlauf und die Verhaltenszustände im Verhaltensnetz **118** werden entsprechend fokussiert. Da die Person jedoch erfolglos versucht aufzustehen, werden die Bewegungsmelder bzw. die Verhaltenszustände s_6 und s_8 durch die zugehörigen Aktivitätsinformationen immer wieder aktiviert und der berechnete Countdown c dadurch entsprechend abgebrochen. In der Folge erkennt das Verhaltensnetz **118** den Notfall nicht.

[0085] Das Verhaltensnetz **119** weist gegenüber dem Verhaltensnetz **118** eine geringere Sensitivität auf. Die Zustände s_9 bis s_{11} repräsentieren die indirekten Aktivitätsinformationen des Betretens des Raumes x , wobei $x = 1, 2$ oder 3 . Das heißt, im Verhaltensnetz **119** wird die durchschnittliche Verweildauer in einem Raum bemessen. Da die Person sich

nicht aus dem Raum **3** hinausbewegt, wird der Countdown des Verhaltensnetzes **119** entsprechend nicht abgebrochen und ein Alarmsignal initiiert. Durch eine derartige Überlagerung bzw. die Aktivierung unterschiedlicher Verhaltensnetze zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Sensitivitäten können auch Notfälle wie "die Person bleibt ungewöhnlich lange im Bett liegen" oder "die Person sitzt bewusstlos vor dem Fernseher" entdeckt werden.

Automatische Konfiguration

[0086] Die korrekte Konfiguration der Instanzen bzw. Verhaltensnetze stellt aus verschiedenen Gründen eine Herausforderung dar. Eine Verallgemeinerung über verschiedene Haushalte ist nicht erstrebenswert, da sich erstens die Verhaltensweisen der Bewohner nicht verallgemeinern lassen und sich zweitens die Aufenthaltsbereiche inklusive der installierten Sensorik unterscheiden. Eine weitere Problematik ist, dass wirkliche Notfälle in Form von Aktivitätslosigkeit möglichst schnell und zuverlässig erkannt werden sollen und gleichzeitig die Zahl der Fehlalarme möglichst gering sein soll. Ein in der Regel nicht über die Zeit konstant bleibendes Verhalten einer Person bildet ebenfalls eine Herausforderung. Bei einer automatischen Konfiguration von Verhaltensnetzen zur Erkennung von Aktivitätslosigkeit als Notfallsituation gibt es außerdem neben einem für das gesamte Netz gültigen Toleranzwert A_c zustandsspezifische Toleranzwerte $A_c(s_i)$, die vom System automatisch gesetzt werden können. Existiert für einen Zustand s_i ein zustandsspezifischer Toleranzwert, so wird dieser für die Berechnung des Countdowns c verwendet; ansonsten wird der Toleranzwert A_c des Verhaltensnetzes verwendet. Beim erstmaligen Aufruf der Instanz existieren keine zustandsspezifischen Toleranzwerte. Wird vom System ein Alarm generiert, der sich nach Rückfrage mit dem Bewohner als Fehlalarm darstellt, wird der spezifische Toleranzwert $A_c(s_i)$ des Zustands s_i , bei dem der Fehlalarm aufgetreten ist, in seinem Wert vergrößert, so dass die Alarmzeitspanne potentiell verlängert wird. Die Toleranzwerte der Zustände können sich in bestimmten Zeitabständen wieder dem Standardtoleranzwert des Verhaltensnetzes nähern, wenn keine Alarme stattgefunden haben. Weiterhin ist denkbar, dass in bestimmten Zeitabständen geprüft wird, bei wie vielen Zuständen innerhalb eines Verhaltensnetzes Fehlalarme ausgelöst wurden. Entsprechend dem Ergebnis würde der Toleranzwert A_c angepasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur unaufdringlichen Überwachung einer Person, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
a) Konfigurieren einer Datenverarbeitungsanlage (**30**) derart, dass mindestens eine Instanz (**110–119**) eines Verhaltensnetzes zur automatischen und in-

dividuellen Erfassung eines Normalverhaltens einer zu überwachenden Person durch die Datenverarbeitungsanlage (**30**) vorgehalten wird und die Instanz (**110–119**) mindestens zwei durch Aktivitätsinformationen (a_i) definierte Verhaltenszustände (s_i, s_j), sowie mindestens jeweils einen Zustandsübergang (t) zwischen jeweils zwei Verhaltenszuständen (s_i, s_j) umfasst, wobei ein Zustandsübergang (t_{ij}) zumindest eine Zeitspanne (adt_{ij}) als Attribut beinhaltet;

b) Konfigurieren der Instanz (**110–119**) zur Durchführung einer Lernphase zur Ermittlung des Normalverhaltens durch die Datenverarbeitungsanlage derart, dass anhand von Daten, welche Aktivitätsinformationen (a_i) der Verhaltenszustände (s_i, s_j) umfassen und aus Sensordaten mindestens zweier in einem Aufenthaltsbereich der zu überwachenden Person angeordneter Sensoren (**10–22**) generiert werden, mindestens eine einem Zustandsübergang (t_{ij}) zugeordnete Zeitspanne (adt_{ij}) durch die Instanz (**110–119**) erlernt wird und in einer der Datenverarbeitungsanlage (**30**) zugeordneten Speichereinheit als Wert gespeichert wird;

c) Konfigurieren der Instanz (**110–119**) zur Durchführung einer Erkennungsphase derart, dass die Instanz (**110–119**) ausgehend von einem zu Aktivitätsinformationen (a_i) eingehender Daten korrespondierendem aktuellen Verhaltenszustand (s_i) ein Alarmsignal ($alarm(s_i)$) initiiert, wenn die in Echtzeit nachfolgenden Aktivitätsinformationen (a_i) der Daten dem aktuellen Verhaltenszustand nicht zugeordnet werden können und innerhalb einer Alarmzeitspanne (c), welche eine Funktion des gespeicherten Werts der Zeitspanne (adt_{ij}) ist, keinem weiteren Verhaltenszustand (s_j) oder lediglich einem in der Instanz definierten Alarmzustand zugeordnet werden können, wobei während der Erkennungsphase eingehende Daten für eine weitere Lernphase zur Aktualisierung der mindestens einen Zeitspanne (adt_{ij}) oder zur Ermittlung einer einem weiteren Zustandsübergang zugeordneten Zeitspanne (adt_{ij}) verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Instanz mindestens einen Anfangszustand (s_a) und mindestens einen Endzustand (s_e) umfasst, wobei die Instanz (**110–119**) nach dem Eintreten des mindestens einen Endzustands (s_e) derart konfiguriert wird, dass die Erkennungsphase beendet wird, und nach dem Eintreten des mindestens einen Anfangszustands (s_a) derart konfiguriert wird, dass die Erkennungsphase gestartet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der einem Zustandsübergang (t) zugeordnete Wert der Zeitspanne ein dynamisches Zeitintervall von erfassten Zeitintervallen (dt_{ij}) zwischen zwei Verhaltenszuständen (s_i, s_j) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der einem Zustandsübergang (t_{ij}) zugeordnete Wert der Zeitspanne nach einer Erfassung von mindestens zwei Zeitintervallen erstmalig gespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zustandsübergang (t) eines der nachfolgenden zusätzlichen Attribute umfasst: Dauer (dt_{ij}) des letzten Zeitintervalls zwischen den zwei Verhaltenszuständen, Anzahl (nt_{ij}) des Auftretens des Zustandsübergangs, Zeitpunkt (tt_{ij}) des letzten Auftretens des Zustandsübergangs.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Instanz (110–119) derart konfiguriert ist, dass der einem Zustandsübergang (t) zugeordnete Wert der Zeitspanne (adt_{ij}) gelöscht wird, wenn das letzte Auftreten länger als ein vorbestimmtes Zeitintervall (AZ) zurückliegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenverarbeitungsanlage (30) mindestens eine weitere Instanz (110–119) eines Verhaltensnetzes zur automatischen und individuellen Erfassung des Normalverhaltens der zu überwachenden Person vorhält und konfiguriert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einen Verhaltenszustand (s_i, s_j) definierenden Aktivitätsinformationen (a_i) Informationen zum Ort und/oder der zeitlichen Dauer und/oder des Zeitpunkts umfassen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Alarmzeitspanne (c) eine Funktion der Zeitspanne (adt_{ij}) und eine Funktion der möglichen Zustandsübergänge (s_i, s_j) ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer der mindestens zwei Sensoren (10–22) mindestens einen der nachfolgenden Parameter erfasst: Bewegung, Druck, Berührung, Temperatur, Feuchtigkeit, Gasgehalt der Luft, Helligkeit, Wasserdurchfluss, Strom.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Instanz (110–119) eine Vielzahl von Verhaltenszuständen (s_i, s_j) und dazu korrespondierenden Zustandsübergängen (t) umfasst und/oder eine Vielzahl von Sensoren (10–22) im Aufenthaltsbereich (1) der zu überwachenden Person angeordnet sind.

12. System (100) zur unaufdringlichen Überwachung von Personen, wobei das System (100) Sen-

soren (10–22) und eine mit den Sensoren (10–22) in Datenkommunikation stehende Datenverarbeitungsanlage (30) umfasst, und die Sensoren (10–22) Sensordaten in Echtzeit an die Datenverarbeitungsanlage (30) übermitteln können, und die Datenverarbeitungsanlage (30) programmtechnisch zur Durchführung eines Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

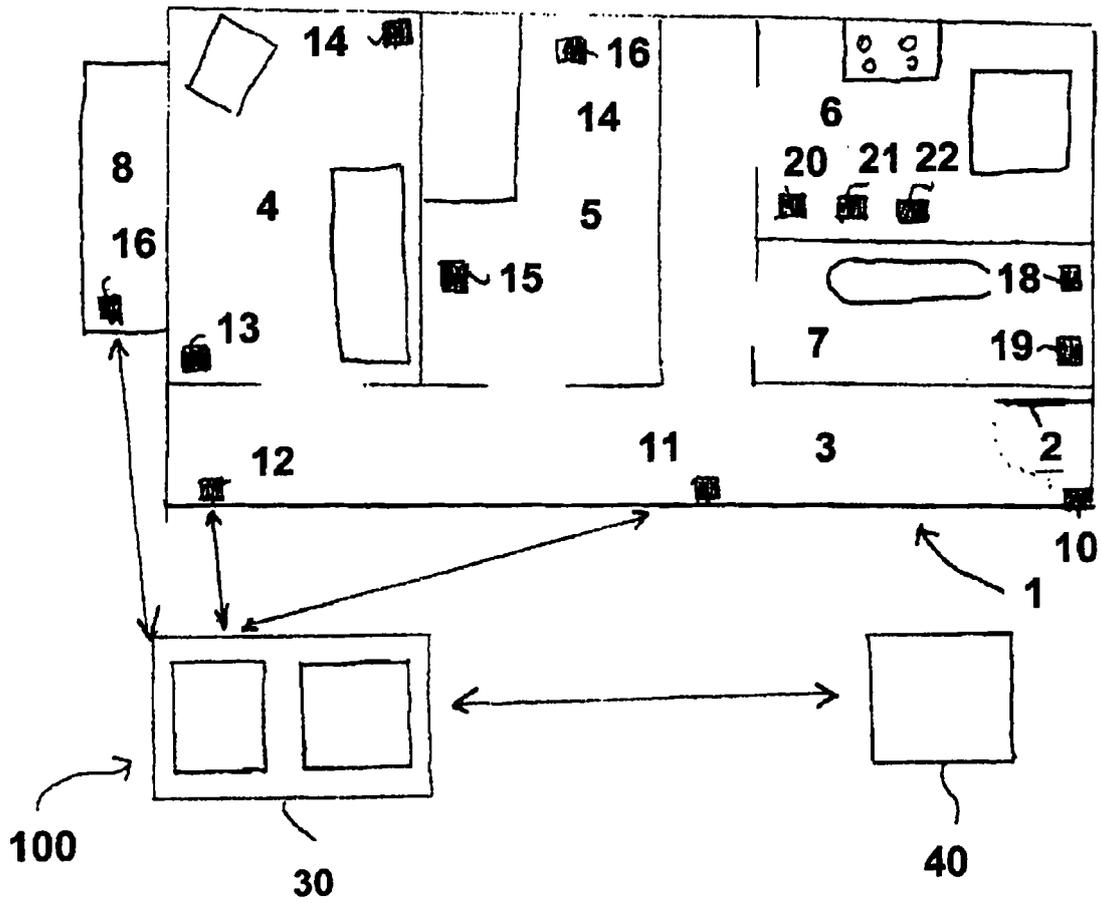


Fig. 1

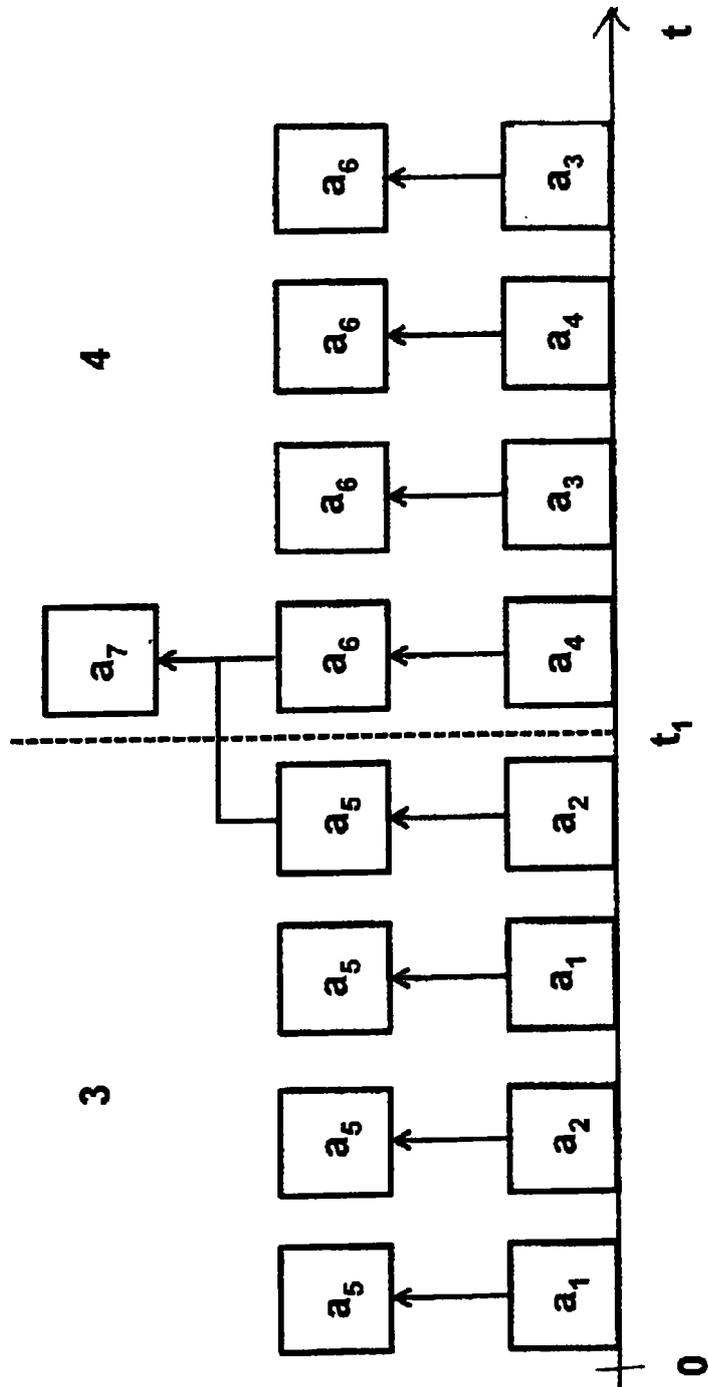


Fig. 2

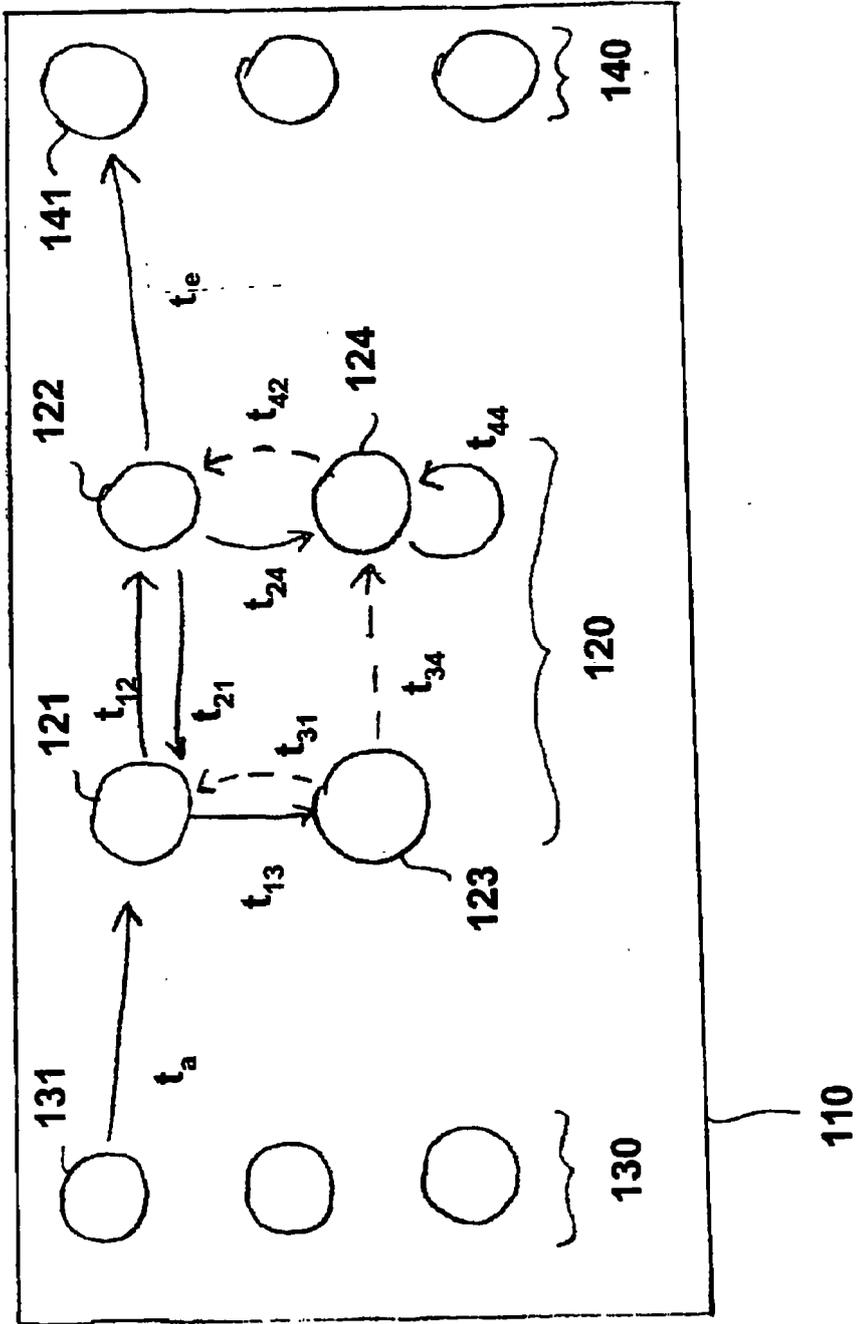


Fig. 3

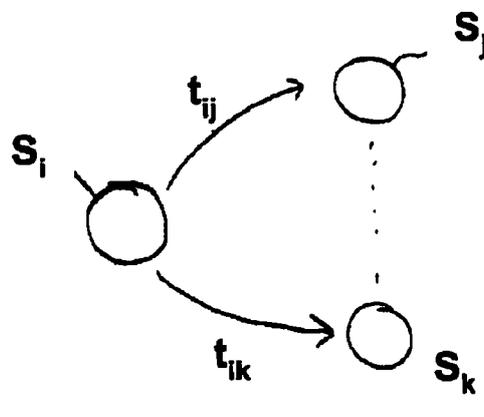


Fig. 4

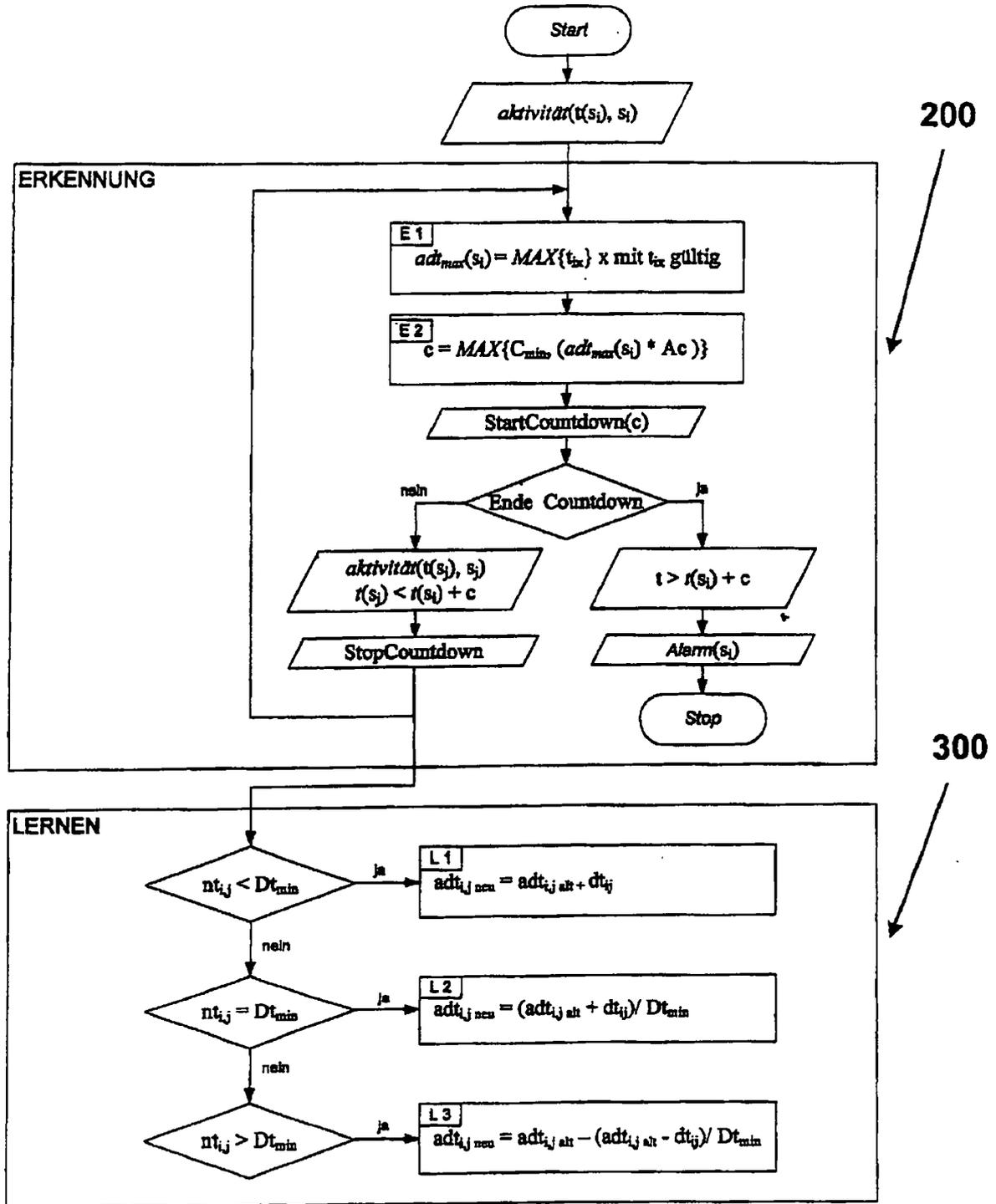


Fig. 5

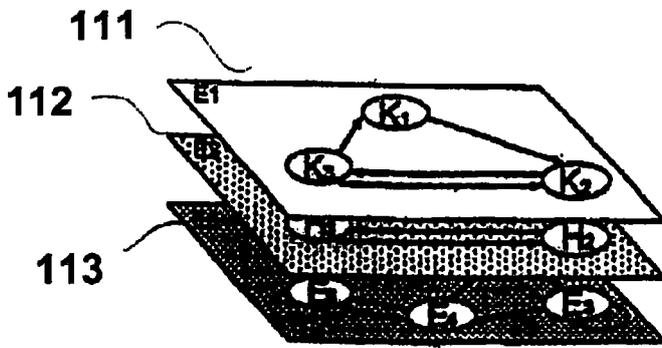


Fig. 6a

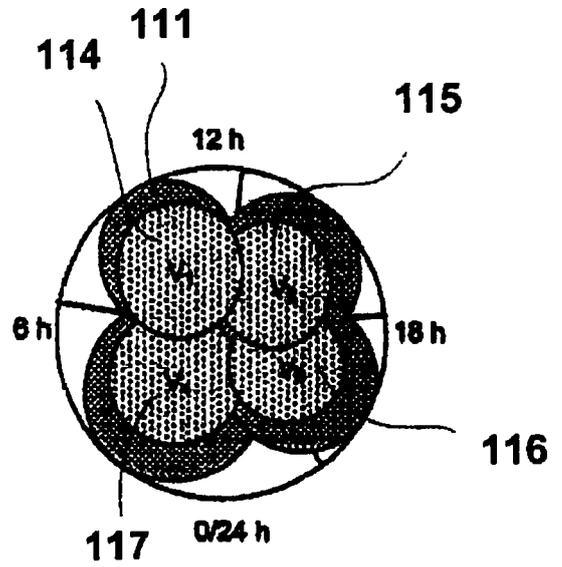


Fig. 6b

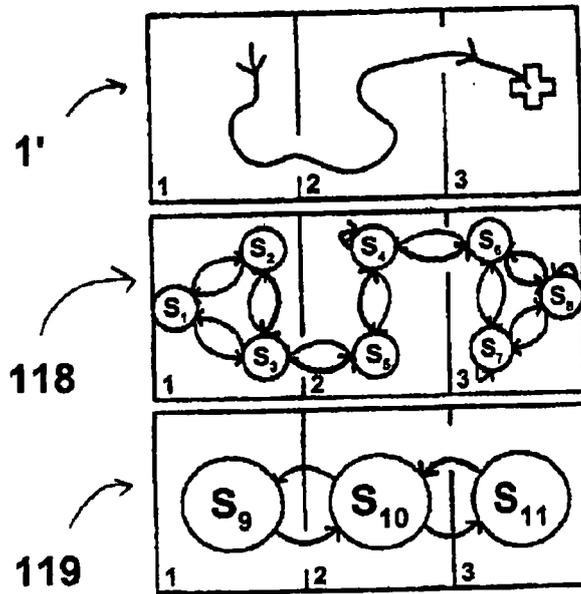


Fig. 7