

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 488**

51 Int. Cl.:
H04B 13/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09796453 .0**
96 Fecha de presentación: **15.12.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2382722**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.11.2011**

54 Título: **Combinación de comunicación acoplada al cuerpo y comunicación por radiofrecuencia**

30 Prioridad:
23.12.2008 EP 08306009

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.10.2012

73 Titular/es:
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es:
FALCK, Thomas y
CORROY, Steven

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 388 488 T3

DESCRIPCIÓN

Combinación de comunicación acoplada al cuerpo y comunicación por radiofrecuencia

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un dispositivo, un sistema, un método y un programa informático para proporcionar una conectividad inalámbrica fiable en el cuerpo y fuera del cuerpo combinando una comunicación acoplada al cuerpo y una comunicación por radiofrecuencia.

10 Antecedentes de la invención

La comunicación acoplada al cuerpo (BCC) permite el intercambio de información entre dispositivos que están ubicados en o en proximidad cercana de un cuerpo humano o de animal. Las señales de BCC se transportan por el cuerpo en lugar de a través del aire. El cuerpo (y el espacio que lo rodea a pocos centímetros) se utiliza como canal de comunicación, permitiendo así interacción e intercambio de datos basados en el tacto. Thomas Guthrie Zimmerman proporciona una descripción detallada del principio de comunicación subyacente básico en "Personal Area Networks (PAN): Near-Field Intra-Body Communication", MASTER OF SCIENCE IN MEDIA ARTS AND SCIENCES en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, septiembre de 1995. En esta tesis, el término "comunicación en el interior del cuerpo de campo cercano" se usa para describir una comunicación acoplada al cuerpo o basada en el cuerpo.

Una comunicación basada en señales de BCC está confinada a un área cerca del cuerpo. Esto es lo contrario a las comunicaciones por radiofrecuencia (RF), en las que se cubre un área mucho más grande. Por tanto, cuando se usan señales de BCC, sólo es posible una comunicación entre dispositivos situados en, conectados a o colocados cerca del mismo cuerpo.

Por otro lado, las tecnologías de comunicación por RF que usan una frecuencia alta como, por ejemplo, las tecnologías de RF de corto alcance de baja potencia que funcionan en la banda industrial, científica y médica (ISM) de 2, 4 GHz, tales como las tecnologías ("ZigBee") de IEEE 802.15.4 son muy adecuadas para comunicación fuera del cuerpo en condiciones de línea de visión. Sin embargo, no son muy adecuadas para funcionar alrededor del cuerpo humano. Experimentan un ensombrecimiento o atenuación altos a causa del cuerpo lo que conduce a una comunicación no fiable. Esto sucede frecuentemente en escenarios en los que dos sensores de cuerpo desean comunicarse entre sí o el cuerpo humano o de animal bloquea la línea de visión directa entre un sensor en el cuerpo y un dispositivo fuera del cuerpo., por ejemplo, un nodo en el pecho de un usuario no puede comunicarse con otro nodo en la espalda del usuario. Dado que los sistemas de RF usan bandas de frecuencia sin aglomeraciones, experimentan interferencia. De nuevo, esto disminuye la fiabilidad de la comunicación. Además, los sistemas de RF presentan un consumo de potencia muy alto lo que conduce a una corta duración del sistema y a una gestión de baterías cara e incómoda.

Es ventajoso proporcionar una conectividad inalámbrica fiable para aplicaciones de asistencia sanitaria y otras aplicaciones que se basan en sensores en el cuerpo conectados en red y/o actuadores así como dispositivos fuera del cuerpo. Un ejemplo de tales aplicaciones es la detección automática de caídas (AFD) en casas de personas ancianas por medio de una red de área corporal (BAN). Cada persona anciana lleva sensores tales como, por ejemplo, acelerómetros para detectar si la persona se cae. En ese caso se envía una alarma a través de una infraestructura inalámbrica basada, por ejemplo, en tecnología WiFi o Zigbee. En algunos escenarios, por ejemplo, si la persona anciana se cae sobre uno o más sensores, al menos parte de los sensores ya no puede comunicarse con la infraestructura inalámbrica. Como resultado, puede impedirse que se envíe la alarma.

Las figuras 18 a 21 ilustran el ensombrecimiento a causa del cuerpo de una comunicación por RF en una aplicación de AFD. La figura 18 ilustra un caso normal de una comunicación por RF. Los nodos BN, FN posteriores y frontales tales como los sensores unidos a la parte posterior y frontal de una persona anciana pueden comunicarse con un destino d fuera del cuerpo tal como, por ejemplo, un punto de acceso (AP) en forma de un dispositivo montado, por ejemplo, en un techo de una sala. La figura 19 ilustra un caso frontal de comunicación por RF. Sólo el nodo FN frontal puede comunicarse con el destino d. La figura 20 ilustra un caso posterior de comunicación por RF. Sólo el nodo BN posterior puede comunicarse con el destino d. La figura 21 ilustra un caso de caída de comunicación por RF. Sólo el nodo BN posterior puede comunicarse con el destino d.

Otro ejemplo es la monitorización de un paciente en hospitales usando sensores médicos llevados en el cuerpo tales como, por ejemplo, sensores de electrocardiograma (ECG), de pulsioximetría (SpO2) y de tensión arterial. Estos sensores pueden transmitir de manera inalámbrica sus mediciones a través de un radio de corto alcance a un monitor de paciente cercano (si el paciente está acostado en su cama) ["comunicación fuera del cuerpo"] o a un concentrador llevado en el cuerpo ["comunicación en el cuerpo"] que reenvía los datos a través de una infraestructura basada en tecnología de red de área local inalámbrica (WLAN) a un puesto central de enfermería (si el paciente camina por el hospital). Se requiere una conectividad inalámbrica de calidad médica para la monitorización de un paciente en hospitales.

Las figuras 22 y 23 ilustran un ejemplo de monitorización de un paciente en hospitales. La figura 22 ilustra un ejemplo de monitorización de un paciente a pie de cama. En este caso, los sensores 1, 2 primero y segundo pueden comunicarse directamente con un monitor 3 a pie de cama que está conectado a un centro 4 de información de paciente a través de una red 5. No se usa un concentrador 0. La figura 23 muestra un ejemplo de monitorización de un paciente mientras el paciente está andando. En este caso, los sensores 1, 2 primero y segundo pueden comunicarse con un concentrador 0, que a su vez puede comunicarse con un AP 7 tal como, por ejemplo, un dispositivo fuera del cuerpo montado, por ejemplo, en un techo de una sala y conectado al centro 4 de información de paciente a través de la red 5.

La calidad de un enlace inalámbrico a un dispositivo fuera del cuerpo varía dependiendo de la posición de un dispositivo de radio de corto alcance en el cuerpo del paciente para transmitir mediciones de sensor. Además, las condiciones de RF cambian de manera dinámica debido al movimiento del paciente.

Las figuras 24 y 25 ilustran la calidad de enlace inalámbrico que cambia de manera dinámica. La figura 24 ilustra un escenario en el que el segundo sensor 2 tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico. El sensor 2 tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico al monitor 3 a pie de cama que el sensor 1, es decir, una indicación de calidad de enlace (LQI) del sensor 2 es superior a una LQI del sensor 1., es decir, en el escenario de la figura 24 se aplica $LQI(1 \rightarrow 3) < LQI(2 \rightarrow 3)$. La figura 25 ilustra un escenario en el que el primer sensor 1 tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico. Las condiciones de RF se invierten, es decir, el sensor 1 tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico al monitor 3 a pie de cama (LQI superior) que el sensor 2., es decir, en el escenario de la figura 25 se aplica $LQI(1 \rightarrow 3) > LQI(2 \rightarrow 3)$.

Por otro lado, las tecnologías de BCC basadas, por ejemplo, en acoplamiento capacitivo o conducción ósea son muy adecuadas para comunicación en el cuerpo, pero no pueden proporcionar conectividad a dispositivos fuera del cuerpo.

Como resultado, ni RF ni BCC solas pueden cumplir los requisitos de conectividad de sensores llevados en el cuerpo tal como se exige para aplicaciones de asistencia sanitaria tales como, por ejemplo, monitorización de un paciente en hospitales y otras aplicaciones tales como, por ejemplo, AFD. Este hecho también ha sido reconocido por el grupo de trabajo de BAN de IEEE 802.15.6, que pretende especificar tres tecnologías inalámbricas diferentes para comunicación en el cuerpo, fuera del cuerpo y dentro del cuerpo, respectivamente.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es aliviar al menos algunos de los problemas descritos anteriormente.

Este objeto puede conseguirse mediante un dispositivo según la reivindicación 1, un sistema según la reivindicación 24, un método según la reivindicación 25, y un programa informático según la reivindicación 26.

Por consiguiente, en un primer aspecto de la presente invención se presenta un dispositivo. El dispositivo puede comprender una unidad de comunicación acoplada al cuerpo configurada para realizar una comunicación acoplada al cuerpo a través de un cuerpo humano o de animal, una unidad de comunicación por radiofrecuencia configurada para realizar una comunicación por radiofrecuencia, y una unidad de procesamiento configurada para decidir si van a transmitirse los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo o la unidad de comunicación por radiofrecuencia a un destino o van a transmitirse mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo a un dispositivo intermedio configurado para intentar transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia al destino. El dispositivo puede reenviar datos a un dispositivo intermedio mediante su unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si no puede transmitir los datos mediante su unidad de comunicación por radiofrecuencia o el dispositivo intermedio proporciona una mejor calidad de enlace de radiofrecuencia. El dispositivo intermedio puede entonces transmitir los datos mediante su unidad de comunicación por radiofrecuencia. De este modo, puede permitirse una comunicación fiable con un destino fuera del cuerpo incluso si algunos dispositivos de una red no pueden realizar una comunicación por radiofrecuencia con éxito debido a, por ejemplo, ensombrecimiento o atenuación a causa del cuerpo. El dispositivo permite proporcionar conectividad inalámbrica de calidad médica a sensores llevados en el cuerpo y otras unidades para comunicación tanto en el cuerpo como fuera del cuerpo. Trata el problema de atenuación a causa del cuerpo de comunicación por RF de baja potencia.

En un segundo aspecto de la presente invención la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo. Por tanto, puede seleccionarse un dispositivo intermedio adecuado para transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia. El segundo aspecto puede combinarse con el primer aspecto.

En un tercer aspecto de la presente invención el dispositivo puede comprender una unidad de determinación configurada para determinar si los datos se han transmitido con éxito al destino, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si una determinación mediante la unidad de determinación es negativa.

Por tanto, puede seleccionarse un dispositivo intermedio adecuado para transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia en caso de que haya fallado una transmisión de los datos mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia. El tercer aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un cuarto aspecto de la presente invención el dispositivo puede comprender una unidad de almacenamiento configurada para almacenar una primera lista de otros dispositivos en una red de comunicación acoplada al cuerpo que comprende el dispositivo. Dado que los dispositivos disponibles pueden tomarse a partir de la primera lista, puede encontrarse rápidamente un dispositivo alternativo. El cuarto aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un quinto aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al destino, si el destino está presente en la primera lista. Por tanto, basándose en el contenido de la primera lista puede decidirse fácilmente usar la unidad de comunicación acoplada al cuerpo para transmitir los datos al destino.

En un sexto aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir intentar en primer lugar transmitir los datos al destino mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia, si el destino no está presente en la primera lista. Cuando el dispositivo intenta en primer lugar transmitir datos mediante su propia unidad de comunicación por radiofrecuencia, hay poco retardo al transmitir paquetes de datos a un destino fuera del cuerpo en caso de que haya buenas condiciones de radiofrecuencia tales como, por ejemplo, condiciones de línea de visión. Por tanto, existe una latencia muy baja. Además, si el dispositivo está en movimiento, el hecho de que intente en primer lugar comunicarse a través de radiofrecuencia y de que entonces intente encontrar un dispositivo alternativo permite que reaccione rápidamente a nuevos vecinos de radiofrecuencia, es decir, que sea muy dinámico. El sexto aspecto puede combinarse con el quinto aspecto.

En un séptimo aspecto de la presente invención la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para transmitir al dispositivo intermedio una dirección de un origen de los datos, una dirección del destino y una lista de direcciones de dispositivos, incluyendo una dirección del dispositivo, que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito los datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia. La información transmitida permite que el dispositivo intermedio conozca qué dispositivos todavía no han fallado a la hora de transmitir con éxito los datos. Por tanto, puede reenviar los datos a uno de estos dispositivos en caso de que tampoco transmita con éxito los datos. El séptimo aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un octavo aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para seleccionar aleatoriamente el dispositivo intermedio a partir de la primera lista, excluyendo un origen de los datos y dispositivos que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito los datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia. Dado que los dispositivos disponibles pueden tomarse a partir de la primera lista, puede encontrarse rápidamente un dispositivo alternativo. El octavo aspecto puede combinarse con el quinto o el sexto aspecto.

En un noveno aspecto de la presente invención basado en el tercer aspecto la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir de otro dispositivo una dirección de un origen de los datos, una dirección del destino y una lista de direcciones de dispositivos que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito los datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia, y la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al origen de los datos una indicación de que los datos se han transmitido con éxito, si la determinación mediante la unidad de determinación es positiva, transmitir mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al origen de los datos una indicación de que los datos no se han transmitido con éxito, si la determinación mediante la unidad de determinación es negativa y no hay otros dispositivos aparte del dispositivo, el origen de los datos y los dispositivos cuyas direcciones están contenidas en la lista de direcciones de dispositivos, y transmitir mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al dispositivo intermedio la dirección del origen de los datos, la dirección del destino y la lista de direcciones de dispositivos, complementadas por una dirección del dispositivo, que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito los datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia, si la determinación mediante la unidad de determinación es negativa y una dirección del dispositivo intermedio no es ni idéntica a la dirección del origen de los datos ni está contenida en la lista de direcciones de dispositivos. Esto permite informar a un origen de datos acerca del resultado de intentar transmitir los datos mediante dispositivos alternativos. Además, puede informarse a un dispositivo intermedio acerca del origen de los datos y los dispositivos que ya han fallado a la hora de comunicar con éxito los datos, de modo que pueda informar al origen de los datos acerca de un resultado de comunicación o reenviar los datos a un dispositivo intermedio adicional.

En un décimo aspecto de la presente invención la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir de otro dispositivo una indicación de que los datos se han transmitido con éxito o no. Esto permite proporcionar una realimentación sobre el resultado de comunicación. El décimo aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un undécimo aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de almacenamiento puede configurarse para almacenar para cada posible destino, que no está presente en la primera lista, el dispositivo con más éxito respectivo, que está presente en la primera lista, y un número de comunicaciones por radiofrecuencia con éxito del dispositivo con más éxito. El almacenamiento del dispositivo con más éxito y un número de comunicaciones por radiofrecuencia con éxito permite saber cuál es el mejor retransmisor para un destino específico. El undécimo aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos quinto, sexto y octavo.

En un duodécimo aspecto de la presente invención basado en el undécimo aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir los datos al dispositivo con más éxito almacenado en la unidad de almacenamiento para el destino. Esto permite reenviar justificadamente los datos.

En un decimotercer aspecto de la presente invención basado en el undécimo aspecto el dispositivo puede comprender una unidad de determinación configurada para determinar si se ha realizado una comunicación por radiofrecuencia con éxito con el destino mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia, y una unidad de modificación configurada para modificar el contenido de la unidad de almacenamiento, en el que la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir una indicación de que se ha realizado una comunicación por radiofrecuencia con éxito con el destino mediante una unidad de comunicación por radiofrecuencia del dispositivo intermedio, y en el que la unidad de modificación puede configurarse para almacenar en la unidad de almacenamiento el dispositivo como dispositivo con más éxito para el destino junto con un número de uno, si la determinación mediante la unidad de determinación es positiva y no existe ningún dispositivo con más éxito para el destino, aumentar en la unidad de almacenamiento el número para el destino y el dispositivo, si la determinación mediante la unidad de determinación es positiva y el dispositivo ya está almacenado como dispositivo con más éxito para el destino, almacenar en la unidad de almacenamiento el dispositivo intermedio como dispositivo con más éxito para el destino junto con un número de uno, si la unidad de comunicación acoplada al cuerpo recibe la indicación y no existe ningún dispositivo con más éxito para el destino, y aumentar en la unidad de almacenamiento el número para el destino y el dispositivo intermedio, si la unidad de comunicación acoplada al cuerpo recibe la indicación y el dispositivo intermedio ya está almacenado como dispositivo con más éxito para el destino. Esto permite mantener el contenido de la unidad de almacenamiento actualizado, de modo que puede tomarse el dispositivo más prometedor a partir de la unidad de almacenamiento. El decimotercer aspecto puede combinarse con el duodécimo aspecto.

En un decimocuarto aspecto de la presente invención basado en el undécimo aspecto el dispositivo puede comprender una unidad de comparación configurada para comparar un valor umbral y un número respectivo asociado con el destino y un dispositivo respectivo, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir los datos al dispositivo con más éxito mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si un número asociado con el destino y el dispositivo con más éxito es mayor que el valor umbral, y en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir intentar transmitir los datos mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia, si ninguno de los números es mayor que el valor umbral. De este modo, los datos destinados a un destino específico siempre pueden reenviarse para algún otro dispositivo, si ese otro dispositivo ha demostrado ser adecuado para ese destino específico durante un determinado número de veces. De lo contrario, puede elegirse aleatoriamente un dispositivo alternativo. El decimocuarto aspecto puede combinarse con el duodécimo o el decimotercer aspecto.

En un decimoquinto aspecto de la presente invención, el dispositivo puede comprender una unidad de determinación configurada para determinar si los datos se han transmitido con éxito al destino mediante el dispositivo intermedio, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir a qué dispositivo intermedio adicional van a transmitirse los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si una determinación mediante la unidad de determinación es negativa. Por tanto, si ha fallado una transmisión de los datos mediante el dispositivo intermedio, entonces puede seleccionarse un dispositivo intermedio adicional adecuado para transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia. El decimoquinto aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un decimosexto aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de almacenamiento puede configurarse para almacenar una segunda lista que indica para cada posible destino qué dispositivo proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia. La segunda lista permite seleccionar fácilmente un dispositivo que proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para un destino específico, es decir, el que es más adecuado para una comunicación por radiofrecuencia con ese destino. El decimosexto aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos quinto, sexto, octavo, undécimo, duodécimo, decimotercero y decimocuarto.

En un decimoséptimo aspecto de la presente invención basado en el decimosexto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para determinar basándose en la segunda lista si el dispositivo u otro dispositivo de la primera lista proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para el destino, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir los datos mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia, si la unidad de procesamiento determina que el dispositivo proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para el destino, y en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir

los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al dispositivo intermedio, si la unidad de procesamiento determina que el dispositivo intermedio proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para el destino. De este modo, los datos pueden transmitirse mediante un dispositivo que proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para un destino específico, es decir, el que es más adecuado para una comunicación por radiofrecuencia con ese destino.

En un decimooctavo aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para transmitir a otros dispositivos de la primera lista al menos una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia asociada con el dispositivo y un respectivo destino. Puede informarse a otros dispositivos sobre la calidad de enlace de radiofrecuencia de un dispositivo actual para un determinado destino. De este modo, cada uno de los dispositivos puede conocer qué dispositivo es actualmente el más adecuado para el determinado destino. El decimooctavo aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos quinto, sexto, octavo, undécimo, duodécimo, decimotercero, decimocuarto, decimosexto y decimoséptimo.

En un decimonoveno aspecto de la presente invención basado en el decimosexto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para comprobar si se indica en la segunda lista qué dispositivo proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para el destino, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para ordenar a cada dispositivo de la primera lista que notifique su respectiva indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia asociada con el destino, si un resultado de una comprobación mediante la unidad de procesamiento es negativa, y en el que la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para transmitir respectivamente una instrucción desde la unidad de procesamiento a un dispositivo de la primera lista. Si no hay disponible ninguna información con respecto al dispositivo más adecuado para un determinado destino, el dispositivo puede solicitar las presentes calidades de enlace de radiofrecuencia de otros dispositivos. De este modo, puede obtener de manera proactiva nueva información. El decimonoveno aspecto puede combinarse con el decimoséptimo aspecto.

En un vigésimo aspecto de la presente invención la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir una instrucción para notificar una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia asociada con el dispositivo y un respectivo destino, la unidad de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para transmitir un mensaje al respectivo destino y para recibir una respuesta al mensaje desde el respectivo destino, y la unidad de procesamiento puede configurarse para notificar mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia que resulta de la respuesta al mensaje, si la indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia supera un umbral especificado. El dispositivo puede realizar una nueva determinación de la calidad de enlace de radiofrecuencia a petición. Por tanto, puede suministrar una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia que esté actualizada. El vigésimo aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos anteriores.

En un vigésimo primer aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir un mensaje que indica una dirección de otro dispositivo de la primera lista y si el otro dispositivo es un dispositivo concentrador de radiofrecuencia, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para actualizar una entrada para el otro dispositivo en la primera lista con contenido del mensaje y un sello de fecha y hora de una fecha y hora actuales, si el mensaje se recibe por la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, y eliminar entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que un primer tiempo de expiración máximo de la primera lista. El dispositivo puede conocer cuál de otros dispositivos es un concentrador que va a usarse para reenviar datos si todos los dispositivos están fuera del alcance con respecto a un destino. Puede impedirse que tal información y otra información acerca de un dispositivo estén desactualizadas, borrándolas en caso de que su sello de fecha y hora sea demasiado antiguo. El vigésimo primer aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos quinto, sexto, octavo, undécimo, duodécimo, decimotercero, decimocuarto, decimosexto, decimoséptimo, decimooctavo y decimonoveno.

En un vigésimo segundo aspecto de la presente invención basado en el decimosexto aspecto la unidad de comunicación acoplada al cuerpo puede configurarse para recibir una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia asociada con otro dispositivo de la primera lista y un respectivo destino, y la unidad de procesamiento puede configurarse para almacenar, si no existe ninguna entrada para el respectivo destino, en la segunda lista para el respectivo destino la indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia recibida por la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, una dirección del otro dispositivo y un sello de fecha y hora de una fecha y hora actuales, actualizar una entrada para el respectivo destino en la segunda lista con un sello de fecha y hora de una fecha y hora actuales y, si la indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia recibida por la unidad de comunicación acoplada al cuerpo es mayor que una indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia ya almacenada para el respectivo destino, con la indicación de calidad de enlace de radiofrecuencia recibida y la dirección del otro dispositivo, y eliminar entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que un segundo tiempo de expiración máximo de la segunda lista. De este modo, puede garantizarse que un dispositivo tiene información actualizada con respecto al dispositivo más adecuado para un determinado destino. Por tanto, los datos para el destino pueden reenviarse directamente al dispositivo apropiado. El vigésimo segundo aspecto puede combinarse con el decimoséptimo o decimonoveno aspecto.

En un vigésimo tercer aspecto de la presente invención basado en el cuarto aspecto la unidad de procesamiento puede configurarse para inspeccionar la primera lista con el fin de comprobar si hay un dispositivo concentrador de radiofrecuencia en la red de comunicación acoplada al cuerpo, si el destino pretendido está fuera de alcance para todos los dispositivos de la primera lista, en el que la unidad de procesamiento puede configurarse para decidir transmitir los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo al dispositivo concentrador de radiofrecuencia, si un resultado de una comprobación mediante la unidad de procesamiento es positiva. Si el dispositivo determina que un dispositivo concentrador de radiofrecuencia está disponible, puede reenviar datos al dispositivo concentrador de radiofrecuencia en caso de que la distancia al destino pretendido sea demasiado grande. Por tanto, puede garantizarse una comunicación fiable con un destino fuera del cuerpo incluso para una distancia mayor. El vigésimo tercer aspecto puede combinarse con uno cualquiera de los aspectos quinto, sexto, octavo, undécimo, duodécimo, decimotercero, decimocuarto, decimosexto, decimoséptimo, decimoctavo, decimonoveno, vigésimo primer y vigésimo segundo aspectos.

En un vigésimo cuarto aspecto de la presente invención se presenta un sistema. El sistema puede comprender una pluralidad de dispositivos según uno cualquiera de los aspectos anteriores, y un dispositivo concentrador de radiofrecuencia configurado para retransmitir los datos si el destino está fuera de alcance para toda la pluralidad de dispositivos. Si un dispositivo no tiene buenas condiciones de radiofrecuencia, puede reenviar datos o bien a otro dispositivo que tenga mejores condiciones de radiofrecuencia o bien al dispositivo concentrador de radiofrecuencia lo que permite una comunicación a través de una distancia mayor. Por tanto, puede garantizarse una comunicación fiable con un destino fuera del cuerpo.

En un vigésimo quinto aspecto de la presente invención se presenta un método. El método puede comprender decidir si van a transmitirse los datos mediante una unidad de comunicación acoplada al cuerpo o una unidad de comunicación por radiofrecuencia de un dispositivo a un destino, y decidir si van a transmitirse los datos mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo a un dispositivo intermedio configurado para intentar transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia al destino. Los datos pueden reenviarse a un dispositivo intermedio mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si no pudiera comunicarse con éxito mediante la unidad de comunicación por radiofrecuencia o el dispositivo intermedio proporciona una mejor calidad de enlace de radiofrecuencia. El dispositivo intermedio puede transmitir entonces los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia. De este modo, puede permitirse una comunicación fiable con un destino fuera del cuerpo incluso si algunos dispositivos de una red no pueden realizar una comunicación por radiofrecuencia con éxito debido a, por ejemplo, ensombrecimiento o atenuación a causa del cuerpo. Puede conseguirse una conectividad inalámbrica de calidad médica a sensores llevados en el cuerpo y otras unidades para comunicación tanto en el cuerpo como fuera del cuerpo.

En un vigésimo sexto aspecto de la presente invención se presenta un programa informático. El programa informático puede comprender medios de código de programa para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas de un método según el vigésimo quinto aspecto cuando el programa informático se lleva a cabo en un ordenador. Por tanto, pueden conseguirse las mismas ventajas que con el método según el vigésimo quinto aspecto.

Se definen modificaciones ventajosas adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes a partir de y se aclararán mediante las realizaciones descritas a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición a modo de ejemplo de un dispositivo según una primera realización;

la figura 2 muestra un sistema básico que comprende dispositivos según la primera realización;

la figura 3 ilustra un escenario en el que tiene lugar una comunicación en el cuerpo entre dispositivos según la primera realización;

la figura 4 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización se comunica directamente con un destino fuera del cuerpo;

la figura 5 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización no puede comunicarse directamente con un destino fuera del cuerpo;

la figura 6 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización se comunica con un destino fuera del cuerpo a través de un dispositivo adicional;

la figura 7 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización no puede comunicarse con éxito con un destino fuera del cuerpo;

la figura 8 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización intenta reenviar datos a un destino fuera del cuerpo, pero no puede comunicarse con éxito con el mismo;

5 la figura 9 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la primera realización reenvía datos a un destino fuera del cuerpo;

la figura 10 muestra un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición a modo de ejemplo de un dispositivo según una segunda realización;

10 la figura 11 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para comunicación en el cuerpo y fuera del cuerpo según la segunda realización;

15 la figura 12 ilustra un escenario en el que tiene lugar una comunicación en el cuerpo entre dispositivos según la segunda realización;

la figura 13 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la segunda realización se comunica con un destino fuera del cuerpo a través de un dispositivo adicional;

20 la figura 14 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la segunda realización se comunica directamente con un destino fuera del cuerpo;

la figura 15 ilustra un escenario en el que un dispositivo según la segunda realización se comunica con un destino fuera del cuerpo a través de un dispositivo concentrador;

25 la figura 16 muestra un diagrama de flujo que ilustra etapas básicas de un método a modo de ejemplo según las realizaciones primera y segunda;

la figura 17 muestra un ejemplo de una implementación basada en software de las realizaciones;

30 la figura 18 ilustra un caso normal de comunicación por RF;

la figura 19 ilustra un caso frontal de comunicación por RF;

35 la figura 20 ilustra un caso posterior de comunicación por RF;

la figura 21 ilustra un caso de caída de comunicación por RF;

la figura 22 ilustra un ejemplo de monitorización de un paciente a pie de cama;

40 la figura 23 muestra un ejemplo de monitorización de un paciente mientras un paciente está andando;

la figura 24 ilustra un escenario en el que un segundo sensor tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico; y

45 la figura 25 ilustra un escenario en el que un primer sensor tiene una mejor calidad de enlace inalámbrico.

Descripción detallada de realizaciones

50 La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición a modo de ejemplo de un dispositivo 100 según una primera realización. El dispositivo 100 puede ser algún tipo de plataforma de sensor o dispositivo de sensor, incluso si ningún sensor tiene que unirse al éste. Puede comprender una unidad 102 de comunicación acoplada al cuerpo (BCC), una unidad 104 de comunicación por radiofrecuencia (RF), una primera unidad 106 de sensor, una segunda unidad 108 de sensor, un suministro 110 de potencia, un procesador o unidad 112 de procesamiento, una unidad 114 de determinación, una memoria o unidad 116 de almacenamiento, una

55 unidad 118 de modificación, y una unidad 120 de comparación. La unidad 112 de procesamiento, la unidad 114 de determinación, la unidad 116 de almacenamiento, la unidad 118 de modificación y la unidad 120 de comparación pueden formar parte de un microcontrolador 122 u otro componente. Además, el microcontrolador 122 puede tener la funcionalidad de una o más de estas unidades, de modo que no existan como componentes separados. Si tiene esta funcionalidad, puede procesar una aplicación así como una pila de protocolos de comunicación. Además, dos o

60 más de las unidades pueden estar integradas en un único componente distinto del microcontrolador 122, incluso si esto no está representado en la figura 1. Además, puede haber un número alternativo de unidades de sensor. Por ejemplo, puede no haber ninguna unidad de sensor en absoluto o puede haber más de dos unidades de sensor.

65 La unidad 102 de BCC tal como, por ejemplo, un transceptor de BCC puede realizar una comunicación acoplada al cuerpo a través de un cuerpo humano o de animal. La unidad 104 de comunicación por RF tal como, por ejemplo, un transceptor de RF puede ser conforme, por ejemplo, a IEEE 802.15.4 o alguna otra norma y realizar una

comunicación por radiofrecuencia con un destino tal como, por ejemplo, un destino fuera del cuerpo. Las unidades 106, 108 de sensor primera y segunda pueden realizar respectivamente una medición fisiológica en el cuerpo humano o de animal u otra medición. Por ejemplo, son posibles mediciones de electrocardiograma (ECG), de pulsioximetría (SpO2), de tensión arterial, etc. Adicionalmente, puede usarse un acelerómetro como unidad de sensor para determinar, por ejemplo, en caso de una aplicación de detección automática de caídas (AFD) que una persona se cae. Los datos transmitidos mediante la unidad 102 de BCC y/o la unidad 104 de comunicación por RF pueden comprender datos de medición proporcionados por una o más de las unidades 106, 108 de sensor. El suministro 110 de potencia puede suministrar potencia para todo el dispositivo 100.

La unidad 112 de procesamiento puede decidir si van a transmitirse los datos mediante la unidad 102 de BCC o la unidad 104 de comunicación por RF a un destino o van a transmitirse mediante la unidad 102 de BCC a un dispositivo intermedio, lo que se describe en más detalle a continuación. El dispositivo intermedio puede ser, por ejemplo, otro dispositivo 100 y puede intentar transmitir los datos mediante una comunicación por RF al destino. La unidad 112 de procesamiento también puede decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse los datos mediante la unidad 102 de BCC, es decir, seleccionar un dispositivo intermedio. Esta decisión puede tomarse dependiendo de una determinación mediante la unidad 114 de determinación tal como se describe en más detalle a continuación. Además, la unidad 112 de procesamiento puede tomar otras decisiones y tener funcionalidades adicionales tal como se describe a continuación.

La unidad 114 de determinación puede determinar si los datos se han transmitido con éxito al destino. Por ejemplo, puede determinar si los datos se han transmitido con éxito mediante la unidad 102 de BCC o la unidad 104 de comunicación por RF. La unidad 112 de procesamiento puede decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse los datos mediante la unidad 102 de BCC, si una determinación mediante la unidad 114 de determinación es negativa. Es decir, puede seleccionar un dispositivo adicional al que van a transmitirse los datos por medio de la unidad 102 de BCC, si los datos no pudieran transmitirse con éxito mediante la unidad 104 de comunicación por RF.

La unidad 116 de almacenamiento puede almacenar diversa información tal como se describe en más detalle a continuación. En particular, puede almacenar una primera lista 124 de dispositivos en una red de BCC incluyendo el dispositivo 100. La unidad 118 de modificación puede modificar el contenido de la unidad 116 de almacenamiento tal como se describe en más detalle a continuación. La unidad 120 de comparación puede comparar un valor umbral y un número de comunicaciones de RF con éxito tal como se describe en más detalle a continuación.

La figura 2 muestra un sistema básico que comprende dispositivos 100 según la primera realización. En la figura 2 y las figuras siguientes sólo están representadas respectivas unidades 102, 104 de comunicación de BCC y RF de cada dispositivo 100. En el ejemplo representado, el sistema es una red de área corporal (BAN) que comprende dos dispositivos 100 unidos a un cuerpo humano. En general, el sistema puede comprender cualquier número de dispositivos 100. Tal como se muestra en la figura 2, las unidades 102 de BCC de los diferentes dispositivos 100 pueden comunicarse entre sí. Además, cada una de las unidades 104 de comunicación por RF puede comunicarse con un destino d fuera del cuerpo tal como, por ejemplo, un transceptor de RF montado, por ejemplo, en un techo de una sala, siempre que estén disponibles condiciones de RF suficientes.

En adelante, los dispositivos 100 puede denominarse “nodos”, un nodo desde el que se originan los datos puede denominarse “origen”, un nodo que reenvía datos y actúa como retransmisor, es decir, un dispositivo 100 intermedio, puede denominarse “retransmisor”, y el destino fuera del cuerpo puede denominarse sólo “destino”. Todos los nodos en el cuerpo pueden comprender tanto una unidad 102 de BCC como una unidad 104 de comunicación por RF.

La figura 3 ilustra un escenario en el que tiene lugar una comunicación en el cuerpo entre dispositivos 100 según la primera realización. Los dispositivos 100 pueden comunicarse entre sí por medio de sus respectivas unidades 102 de BCC. es decir, cuando un dispositivo 100 en el cuerpo desea comunicarse con otro dispositivo 100 en el cuerpo, puede usar su unidad 102 de BCC. Dado que toda la comunicación en el cuerpo puede procesarse con BCC, puede ahorrarse una cantidad considerable de energía en comparación con una comunicación en el cuerpo usando tecnologías de RF.

La figura 4 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización se comunica directamente con un destino d fuera del cuerpo. Cuando el origen s en el cuerpo desea comunicarse con el destino d fuera del cuerpo, puede intentar en primer lugar transmitir con su propia unidad 104 de comunicación por RF. Esta decisión de intentar en primer lugar transmitir los datos al destino d mediante la unidad 104 de comunicación por RF puede tomarse mediante la unidad 112 de procesamiento si el destino d tal como, por ejemplo, un transceptor de RF no está presente en la primera lista 124. En el ejemplo mostrado en la figura 4, el origen s puede comunicarse directamente con el destino d, ya que tiene una línea de visión con respecto al destino d, es decir, hay buenas condiciones de RF.

La figura 5 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización no puede comunicarse directamente con un destino d fuera del cuerpo. Si el origen s no tiene línea de visión con respecto al destino d como en el ejemplo mostrado en la figura 5, el cuerpo puede absorber toda la señal de RF transmitida mediante la unidad 104 de comunicación por RF del origen s (este efecto se conoce como ensombrecimiento) tal como se ilustra en la

figura 5. Como resultado, no es posible una comunicación por RF con éxito entre el origen s y el destino d. Por tanto, la unidad 114 de determinación puede determinar que los datos no se han transmitido con éxito al destino d. Es decir, una determinación mediante la unidad 114 de determinación puede ser negativa.

La figura 6 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización se comunica con un destino d fuera del cuerpo a través de un dispositivo 100 adicional, Es decir, un dispositivo intermedio. Cuando el origen s inicia una transmisión de datos, puede activar un temporizador. El temporizador puede implementarse, por ejemplo, en la unidad 114 de determinación del origen s. Cuando el tiempo de temporizador ha transcurrido y el origen s no ha recibido ningún dato de vuelta desde el destino d, entonces puede suponerse que la comunicación ha fallado. Es decir, la unidad 114 de determinación puede determinar que los datos no se han transmitido con éxito. Cuando, el origen s puede aplicar la siguiente metodología:

(1) El origen s puede transmitir los datos a otro nodo en el cuerpo con BCC. Es decir, la unidad 102 de BCC del origen s puede transmitir los datos a la unidad 102 de BCC de un retransmisor r. El procedimiento de elegir el retransmisor se describe en más detalle a continuación.

(2) El retransmisor r puede reenviar los datos recibidos al destino d usando su propia unidad 104 de comunicación por RF.

Si el retransmisor r tampoco consigue llegar al destino d, entonces puede reenviar los datos a otro nodo en el cuerpo, que también puede intentar llegar al destino d. Este procedimiento puede repetirse hasta que la comunicación tenga éxito o hasta que todos los nodos en el cuerpo fallen. A continuación, se describe en más detalle cómo el origen s busca un retransmisor.

Una red de BCC es una red de un salto, de modo que todos los nodos en el cuerpo pueden llegar a los demás nodos en el cuerpo. Cada nodo puede mantener una lista de los demás nodos presentes en la red. Es decir, puede almacenarse una respectiva primera lista 124 de los demás dispositivos en una red de BCC en la respectiva unidad 116 de almacenamiento de cada dispositivo 100.

Cuando un nodo entra en la red de BCC, puede difundir su dirección de modo que otros nodos puedan insertarla en su respectiva primera lista 124. Cuando un nodo abandona la red, también puede difundir su dirección de modo que otros nodos puedan eliminarla de su respectiva primera lista 124. Cada nodo puede mantener su primera lista 124 actualizada observando el tráfico o difundir de manera eventual y periódica su presencia o transmitir a un nodo específico una petición de presencia (, es decir, preguntar a un nodo si sigue vivo). Este mantenimiento puede realizarse exclusivamente con BCC.

Si el origen s debe usar un retransmisor r para llegar a un destino d fuera del cuerpo, entonces puede elegir aleatoriamente un nodo de su primera lista 124 de otros nodos en la red de BCC, lista que puede considerarse una lista de vecinos. Es decir, la unidad 112 de procesamiento de un dispositivo 100 que actúa como origen s puede seleccionar aleatoriamente un dispositivo 100 intermedio a partir de la primera lista 124. A continuación, el origen s puede transmitir los datos destinados al destino d al retransmisor r seleccionado, en el que un paquete de datos puede contener:

- Los datos.
- La dirección del origen s.
- La dirección del destino d.
- Una lista de direcciones de los retransmisores que ya obtuvieron el paquete y no consiguieron realizar una comunicación por RF con éxito.

Por tanto, cuando un retransmisor r obtiene un paquete para su reenvío, si la lista de retransmisores que han fallado está vacía entonces el retransmisor r es el primero en obtener los datos a partir del origen s. Si un retransmisor r falla, entonces puede elegir aleatoriamente un nodo en la lista de vecinos excluyendo el origen s y todos los retransmisores que ya han fallado. Es decir, la unidad 112 de procesamiento del dispositivo 100 que actúa como retransmisor r puede seleccionar un dispositivo 100 intermedio excluyendo el origen s y todos los dispositivos 100 que ya han fallado a la hora de transmitir los datos mediante su respectiva unidad 104 de comunicación por RF. Entonces, puede añadir la dirección del dispositivo 100 que actúa actualmente como retransmisor a la lista de retransmisores que han fallado y reenviar los datos al nuevo retransmisor elegido aleatoriamente. Las figuras 7 a 9 ilustran un ejemplo de este procedimiento para un sistema que comprende cuatro nodos, es decir, un origen s y tres retransmisores r1, r2, r3.

La figura 7 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización no puede comunicarse con éxito con un destino d fuera del cuerpo. El dispositivo 100 que actúa como origen s desea enviar un paquete de datos al destino d. El origen s no tiene línea de visión con respecto al destino d. Por tanto, el origen s no puede

realizar una comunicación por RF con éxito con el destino d, es decir, la comunicación por RF falla. La primera lista 124 de los demás dispositivos en la red de BCC tal como están almacenados en la unidad 116 de almacenamiento del origen s es {r1, r2, r3}. La lista de retransmisores que han fallado en un paquete de datos desde el origen s al destino d es {0}, es decir, está vacía.

La figura 8 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización intenta reenviar datos a un destino d fuera del cuerpo, pero no puede comunicarse con éxito con el mismo. El dispositivo 100 que actúa como origen s puede elegir o seleccionar aleatoriamente un dispositivo 100 intermedio como retransmisor r1, por medio de su unidad 112 de procesamiento. Entonces, puede reenviar el paquete de datos al retransmisor r1, por medio de su unidad 102 de BCC. Después, el retransmisor r1 puede intentar transmitir los datos mediante su unidad 104 de comunicación por RF. Dado que el retransmisor r1 tampoco tiene ninguna línea de visión con respecto al destino d, no puede realizar una comunicación por RF con éxito con el destino d. Es decir, no consigue llegar al destino d con RF. La primera lista 124 de los demás dispositivos en la red de BCC tal como están almacenados en la unidad 116 de almacenamiento del origen s es {r1, r2, r3}. La lista de retransmisores que han fallado en un paquete de datos desde el origen s hasta el retransmisor r1 es {0}, es decir, está vacía.

La figura 9 ilustra un escenario en el que un dispositivo 100 según la primera realización reenvía datos a un destino d fuera del cuerpo. El dispositivo 100 que actúa como retransmisor r1 puede seleccionar aleatoriamente un dispositivo 100 intermedio adicional como retransmisor r2, por medio de su unidad 112 de procesamiento. Entonces, puede reenviar el paquete de datos al retransmisor r2, por medio de su unidad 102 de BCC. Después, el retransmisor r2 puede intentar transmitir los datos mediante su unidad 104 de comunicación por RF. Dado que el retransmisor r2 tiene línea de visión con respecto al destino d, puede realizar una comunicación por RF con éxito con el destino d, es decir, llegar con éxito al destino d con RF. La primera lista 124 de los demás dispositivos en la red de BCC tal como están almacenados en la unidad 116 de almacenamiento del retransmisor r1 es {r2, r3, s}. La lista de retransmisores que han fallado en un paquete de datos desde el retransmisor r1 hasta el retransmisor r2 es {r1}, es decir, comprende el retransmisor r1 que falló previamente.

Al final del procedimiento anterior, el origen s puede obtener de vuelta un paquete de realimentación. Esto puede producirse en los siguientes casos:

(1) Si un retransmisor tiene éxito, es decir, una determinación mediante su unidad 114 de determinación es positiva, no continúa reenviando los datos a otros retransmisores y envía un paquete al origen s indicando que la comunicación tuvo éxito.

(2) Si un retransmisor no consigue llegar al destino d, es decir, una determinación mediante su unidad 114 de determinación es negativa, y su lista de retransmisores que han fallado contiene los demás nodos en la red de BCC (naturalmente excluyéndose a sí mismo y al origen s), entonces todos los nodos fallaron. Por tanto, envía un paquete al origen s indicando que la comunicación falló. Por tanto, puede transmitirse al origen s una indicación de que los datos no se han transmitido con éxito.

Todos los nodos en la red pueden "saber" cuál es el mejor retransmisor para llegar a un destino específico. Cada nodo puede mantener una tabla de posibles destinos y el mejor retransmisor actual para el respectivo destino. La tabla puede almacenarse, por ejemplo, en la unidad 116 de almacenamiento del nodo o en otra unidad de almacenamiento del nodo. Cuando un nodo inicia una comunicación con un destino específico y usa un retransmisor para hacer que tenga éxito, puede obtener una realimentación desde un nodo que de hecho tuvo éxito. Entonces, puede asociar este nodo con éxito con el destino específico así como un contador en la tabla. Si ya no existe el mejor retransmisor para un destino, el primer retransmisor que permita una comunicación con éxito con el destino puede asociarse a este destino con un contador igual a uno. Cada vez que este retransmisor permita otra comunicación con éxito con este destino, el contador puede aumentar en uno. Si el mejor retransmisor falla y otro retransmisor permite una comunicación con éxito con el destino, entonces este nuevo retransmisor puede asociarse con el destino con un contador igual a uno. Por tanto, para cada posible destino pueden almacenarse el respectivo nodo con más éxito y el número de comunicaciones por radiofrecuencia con éxito del nodo con más éxito.

Es decir, la unidad 114 de determinación de un nodo puede determinar si se ha realizado una comunicación por RF con éxito con un destino mediante la unidad 104 de comunicación por RF del nodo. La unidad 102 de BCC del nodo puede recibir una indicación de que se ha realizado una comunicación por RF con éxito con el destino mediante la unidad 104 de comunicación por RF de otro nodo. La unidad 118 de modificación del nodo puede modificar el contenido de la unidad 116 de almacenamiento del nodo en consecuencia.

Puede decidirse un valor umbral C, en el que C puede ser igual a o mayor de uno. Cada vez que un nodo desea transmitir un paquete a otro nodo fuera del cuerpo, es decir, un destino d, puede llevarse a cabo el siguiente procedimiento:

- Si el contador asociado con el mejor retransmisor para el destino es menor que C, entonces el nodo puede seguir el procedimiento descrito anteriormente (es decir, enviarse a sí mismo en primer lugar y entonces elegir aleatoriamente los retransmisores).

- Si el contador asociado con el mejor retransmisor para el destino es mayor que C, entonces el nodo puede reenviar el paquete directamente al mejor retransmisor.

5 • Si el mejor retransmisor falla, entonces puede seguir el procedimiento aleatorio detallado anteriormente.

El valor de C puede elegirse por un programador. Un valor pequeño de C es bueno para un escenario fijo en el que el cuerpo al que los nodos están unidos no se mueve. En este caso, los mejores retransmisores pueden encontrarse rápidamente y ser válidos durante un largo tiempo.

10 Por otro lado, si el usuario se mueve mucho, entonces los mejores retransmisores cambian rápidamente. Por tanto, un valor pequeño de C conduciría a un uso frecuente de mejores retransmisores equivocados. Por tanto, el valor de C debe ser grande en ese caso.

15 En la primera realización, todos los nodos en el cuerpo pueden combinar una unidad 102 de BCC y una unidad 104 de RF. Todas las comunicaciones entre los dos nodos en el cuerpo pueden realizarse con BCC. Cuando un nodo desea comunicarse con otro nodo fuera del cuerpo, puede usar en primer lugar su propia unidad 104 de RF. Si la comunicación falla, entonces puede enviar los datos a otro nodo en el cuerpo a través de BCC. El otro nodo puede entonces intentar reenviar los datos con su propia unidad 104 de RF. Si la comunicación falla, la etapa anterior puede repetirse hasta que la comunicación tenga éxito o todos los nodos en el cuerpo hayan fallado (por ejemplo, ningún nodo tiene línea de visión). Un nodo que inició la comunicación puede obtener una realimentación desde un nodo que tuvo éxito al reenviar los datos al nodo fuera del cuerpo. El nodo que inició la comunicación puede saber después de algún tiempo cuál es el mejor nodo para la comunicación con un nodo específico fuera del cuerpo y entonces puede enviar directamente datos a este nodo a través de BCC.

25 El procedimiento anterior proporciona las siguientes ventajas:

• Latencia muy baja: debido a que un nodo siempre intenta en primer lugar transmitir con RF, tiene poco retardo para poner paquetes en el canal. Si un nodo nunca tiene línea de visión, sabe cuál es el retransmisor ideal para una comunicación y transmite directamente a través de BCC a éste.

• Todas las comunicaciones en el cuerpo se procesan con BCC, lo que ahorra una cantidad considerable de energía.

• Muy dinámico: si el usuario está en movimiento, el hecho de que un nodo envíe en primer lugar a través de RF y después intente encontrar un retransmisor permite reaccionar rápidamente a nuevos vecinos de RF. Si el usuario no está en movimiento, el sistema sabe la mejor configuración que hay que adoptar.

• El procedimiento no se basa en ninguna métrica para encontrar el mejor retransmisor a un nodo fuera del cuerpo. Debido a que las métricas como la potencia recibida medida varían mucho, el procedimiento permite un conocimiento más fiable del estado de la red.

La figura 10 muestra un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición a modo de ejemplo de un dispositivo 200 según una segunda realización. El dispositivo 200 puede ser algún tipo de plataforma de sensor o dispositivo de sensor, incluso si ningún sensor tiene que unirse a éste. Puede comprender una unidad 102 de comunicación acoplada al cuerpo (BCC), una unidad 104 de comunicación por radiofrecuencia (RF), una primera unidad 106 de sensor, una segunda unidad 108 de sensor, un suministro 110 de potencia, un procesador o unidad 112 de procesamiento, una unidad 114 de determinación, una memoria o unidad 116 de almacenamiento, una unidad 118 de modificación, y una unidad 120 de comparación. Estos componentes se indican por los mismos números de referencia que los mostrados en la figura 1 y se describen con referencia a los mismos. Pueden tener básicamente las mismas o similares funcionalidades que los componentes del dispositivo 100 mostrado en la figura 1. Todos o parte de ellos pueden integrarse en un microcontrolador 122 u otro componente tal como se describe en conexión con la primera realización. También pueden aplicarse otras modificaciones descritas en conexión con la primera realización.

La unidad 116 de almacenamiento puede almacenar diversa información tal como una primera lista 124 de dispositivos en una red de BCC que incluye el dispositivo 200. Además, puede almacenar una segunda lista 126 que indica para cada posible destino qué dispositivo proporciona la mejor calidad de enlace de radiofrecuencia. Estas listas 124, 126 se describen en más detalle a continuación. En adelante, la primera lista 124 puede denominarse "tabla en el cuerpo", y la segunda lista 126 puede denominarse "tabla fuera del cuerpo". Una pluralidad de dispositivos 200 pueden formar una red de BCC. Tal red también puede incluir un dispositivo concentrador llevado en el cuerpo tal como, por ejemplo, un dispositivo concentrador de RF, que proporciona dispositivos llevados en el cuerpo con conectividad inalámbrica a una red de área local inalámbrica (infraestructura de WLAN) con puntos de acceso. El dispositivo concentrador puede comprender un transceptor de RF de medio alcance conforme, por ejemplo, a IEEE 802.11 y un transceptor de BCC.

Cada dispositivo 200 en la red de BCC puede mantener una respectiva primera lista 124 (véase la tabla 1) que

enumera todos los dispositivos actualmente unidos al cuerpo junto con su tipo de dispositivo (es decir, dispositivo de sensor o concentrador).

Tabla 1: ejemplo de primera lista 124

Dirección de dispositivo en el cuerpo	¿Concentrador?	Sello de fecha y hora de último anuncio recibido
0	Sí	13-05-2008 08:25:10
1	No	13-05-2008 08:26:22
2	No	13-05-2008 08:23:30

Para mantener la primera lista 124 actualizada, cada dispositivo 200 llevado en el cuerpo puede difundir regularmente (por ejemplo, cada minuto) a través de BCC, es decir, por medio de su respectiva unidad 102 de BCC, un anuncio de presencia que contiene su dirección y si es un concentrador o no. Todos los dispositivos 200 que reciben un anuncio de presencia de este tipo mediante su respectiva unidad 102 de BCC pueden actualizar su respectiva primera lista 124 con la información recibida más un sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales. Todos los dispositivos 200 pueden eliminar regularmente dispositivos con entradas desactualizadas de la primera lista 124, es decir, entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que un primer tiempo de expiración máximo definido (por ejemplo, 2 minutos). Es decir, la unidad 112 de procesamiento de un dispositivo 200 puede actualizar una entrada para otro dispositivo 200 en la primera lista 124 con un sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales y el contenido de un mensaje desde el otro dispositivo 200 que indica la dirección del otro dispositivo 200 y si es un concentrador. Además, la unidad 112 de procesamiento puede eliminar entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que el primer tiempo de expiración máximo de la primera lista 124.

Cada dispositivo 200 en la red de BCC puede mantener una respectiva segunda lista 126 (véase la tabla 2) que indica para cada dispositivo fuera del cuerpo el dispositivo en el cuerpo con la mejor calidad de enlace de RF de corto alcance actualmente.

Tabla 2: ejemplo de segunda lista 126

Dirección de dispositivo fuera del cuerpo	Dispositivo en el cuerpo con mejor LQI	Sello de fecha y hora de última notificación de LQI recibida
3	2 (LQI: 90%)	13-05-2008 08:25:13
4	1 (LQI: 80%)	13-05-2008 08:26:24
5	2 (LQI 95%)	13-05-2008 08:23:32

Si no hay ninguna entrada en la segunda lista 126 para un dispositivo fuera del cuerpo en la que esté interesado (es decir, al que desea enviar un mensaje) un dispositivo en el cuerpo tal como, por ejemplo, un dispositivo 200, entonces el dispositivo en el cuerpo puede iniciar el bucle a través de la primera lista 124 y pedir a todos los dispositivos en el cuerpo a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, que notifiquen su indicación de calidad de enlace (LQI) para ese dispositivo fuera del cuerpo. Es decir, la unidad 112 de procesamiento del dispositivo en el cuerpo puede ordenar a cada dispositivo en el cuerpo de la primera lista 124 que notifique su respectiva LQI de RF asociada con el dispositivo fuera del cuerpo. Además, puede determinarse la LQI del propio dispositivo en el cuerpo que pregunta.

Para determinar la LQI para el dispositivo fuera del cuerpo en cuestión, los dispositivos en el cuerpo preguntados pueden enviar un mensaje de verificación a través de RF de corto alcance, es decir, por medio de la respectiva unidad 104 de comunicación por RF, a ese dispositivo fuera del cuerpo. Entonces, la respectiva LQI resultante puede notificarse a través de BCC, es decir, por medio de la respectiva unidad 102 de BCC. Es decir, cada uno de los dispositivos en el cuerpo preguntados puede recibir mediante su respectiva unidad 102 de BCC una instrucción para notificar una LQI de RF asociada con el mismo y el dispositivo fuera del cuerpo. La respectiva unidad 104 de comunicación por RF puede transmitir un mensaje al dispositivo fuera del cuerpo y recibir una respuesta al mensaje desde el dispositivo fuera del cuerpo. La respectiva unidad 112 de procesamiento puede notificar mediante la respectiva unidad 102 de BCC una LQI de RF resultante de la respuesta al mensaje, lo que puede realizarse dependiendo de un valor de la LQI. Es decir, una LQI determinada sólo puede notificarse si supera un umbral especificado (por ejemplo, $LQI > 50\%$, donde una LQI de 100% significa la mejor calidad de enlace posible).

Todos los dispositivos que reciben una notificación de LQI de este tipo pueden actualizar su respectiva segunda lista 126 con la información recibida (es decir, manteniendo para el dispositivo fuera del cuerpo dado el dispositivo en el cuerpo que notifica la mayor LQI) más un sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales. Todos los dispositivos pueden eliminar regularmente dispositivos fuera del cuerpo con entradas desactualizadas de la segunda lista 126, es decir, entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que un segundo tiempo de expiración máximo definido (por ejemplo, 2 minutos) que puede ser idéntico al primer tiempo de expiración máximo o diferente del mismo. Es decir,

una unidad 102 de BCC de un dispositivo 200 puede recibir una LQI de RF asociada con otro dispositivo 200 y el dispositivo fuera del cuerpo dado. Si no existe ninguna entrada para el dispositivo fuera del cuerpo en la segunda lista 126 almacenada en la unidad 116 de almacenamiento del dispositivo 200, la unidad 112 de procesamiento del dispositivo 200 puede almacenar la LQI recibida, la dirección del otro dispositivo 200 y un sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales en la segunda lista 126. Si la LQI de RF recibida es mayor que una LQI de RF ya almacenada para el dispositivo fuera del cuerpo, la unidad 112 de procesamiento del dispositivo 200 puede actualizar una entrada para el dispositivo fuera del cuerpo en la segunda lista 126 con un sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales, la LQI de RF recibida y la dirección del otro dispositivo 200. De lo contrario, puede actualizar la entrada sólo con el sello de fecha y hora de la fecha y hora actuales. Además, la unidad 112 de procesamiento del dispositivo 200 puede eliminar entradas con sellos de fecha y hora más antiguos que el segundo tiempo de expiración máximo de la segunda lista 126.

La figura 11 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para comunicación en el cuerpo y fuera del cuerpo según la segunda realización. Un dispositivo en el cuerpo que desea enviar un mensaje a otro dispositivo identificado por su dirección puede realizar las siguientes etapas:

(1) Después de iniciar el procedimiento en una etapa S1100, el dispositivo en el cuerpo puede comprobar en una etapa S 1102 si el destino es un dispositivo en el cuerpo, inspeccionando la primera lista 124. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante la unidad 112 de procesamiento que puede comprobar en la primera lista 124 almacenada en la unidad 116 de almacenamiento si hay una entrada para el destino. Si el destino es un dispositivo en el cuerpo, entonces en una etapa S1104 el mensaje puede enviarse directamente a través de BCC, es decir, por medio de la unidad 102 de BCC, al destino (ilustrado en la figura 12).

(2) De lo contrario, el dispositivo en el cuerpo puede inspeccionar la segunda lista 126 en una etapa S 1106 para determinar si el destino aparece en esta tabla fuera del cuerpo. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante la unidad 112 de procesamiento que puede comprobar en la segunda lista 126 almacenada en la unidad 116 de almacenamiento si hay una entrada para el destino. Si hay una entrada para el destino dado, entonces en una etapa S1108 el dispositivo en el cuerpo puede enviar el mensaje a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, al dispositivo en el cuerpo con la mejor LQI notificada para ese destino fuera del cuerpo, y al recibirlo el dispositivo intermedio en el cuerpo puede reenviar el mensaje a través de RF de corto alcance al destino (ilustrado en la figura 13). Si se determina en una etapa S1110 que la transmisión ha tenido éxito, entonces el procedimiento puede finalizar en una etapa S1112.

(3) De lo contrario (y también en caso de que se determine en la etapa S1110 que la transmisión no ha tenido éxito, es decir, en caso de un fallo de transmisión), el dispositivo en el cuerpo puede actualizar su segunda lista 126 pidiendo o solicitando en una etapa S1114 a todos los dispositivos en el cuerpo (incluyéndose a sí mismo) a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, que notifiquen su LQI para ese destino fuera del cuerpo. Si al menos un dispositivo en el cuerpo ha respondido con una LQI superior a un umbral especificado (, por ejemplo, el 50%), entonces el dispositivo en el cuerpo puede determinar en una etapa S1116 que el destino aparece en la tabla fuera del cuerpo, es decir, la segunda lista 126. Entonces, puede enviar en una etapa S1118 el mensaje a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, al dispositivo en el cuerpo con la mejor LQI notificada para ese destino fuera del cuerpo, y al recibirlo el dispositivo intermedio en el cuerpo puede reenviar el mensaje a través de RF de corto alcance al destino. Si se determina en una etapa S 1120 que la transmisión ha tenido éxito, entonces el procedimiento puede finalizar en la etapa S1112.

(4) De lo contrario, el dispositivo en el cuerpo puede comprobar en una etapa S 1122 si está presente un dispositivo concentrador en el cuerpo, inspeccionando la primera lista 124. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante la unidad 112 de procesamiento que puede comprobar en la primera lista 124 almacenada en la unidad 116 de almacenamiento si hay una entrada para un dispositivo concentrador. Si hay un dispositivo concentrador presente, entonces el dispositivo en el cuerpo puede enviar en una etapa S1124 el mensaje a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, al dispositivo concentrador, y el dispositivo concentrador puede reenviar el mensaje a través de RF de medio alcance a un punto de acceso (AP) más cercano y a través de una infraestructura principal al destino (ilustrado en la figura 15). Entonces, el procedimiento puede finalizar en la etapa S1112.

Esto se ejemplifica para cuatro escenarios diferentes en las figuras 12 a 15. En cada uno de estos escenarios pueden estar presentes los siguientes componentes. Puede haber un dispositivo 0 concentrador llevado en el cuerpo y los dispositivos 1, 2 en el cuerpo primero y segundo respectivamente correspondientes al dispositivo 200 y llevados por un paciente. Cada uno de los dispositivos 1, 2 puede comprender una unidad 102 de BCC tal como, por ejemplo, un transceptor de BCC y una unidad 104 de comunicación por RF tal como, por ejemplo, un transceptor de RF de corto alcance conforme a IEEE 802.15.4. Puede conectarse un monitor 3 a pie de cama a un centro 4 de información de paciente a través de una red 5. Puede usarse el dispositivo 0 concentrador para comunicarse con un AP 7 tal como, por ejemplo, un dispositivo fuera del cuerpo montado, por ejemplo, en un techo de una sala y conectado al centro 4 de información de paciente a través de la red 5. El dispositivo 0 concentrador puede comprender una unidad 102 de BCC tal como, por ejemplo, un transceptor de BCC y una unidad 204 de comunicación por RF tal como, por ejemplo, un transceptor de RF de medio alcance conforme, por ejemplo, a IEEE 802.11. Es decir, puede ser un dispositivo concentrador de RF.

La figura 12 ilustra un escenario en el que tiene lugar una comunicación en el cuerpo entre los dispositivos 1, 2 según la segunda realización. El primer dispositivo 1 en el cuerpo desea enviar un mensaje al segundo dispositivo 2 en el cuerpo. Puesto que ambos dispositivos están en el cuerpo, el dispositivo 1 puede enviar el mensaje directamente a través de BCC al dispositivo 2, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC. Para el escenario de la figura 12, pueden aplicarse las siguientes condiciones:

Dispositivos en el cuerpo	Concentrador	Dispositivos fuera del cuerpo	Mejor LQI
0	Sí	3	2/90%
1	No		
2	No		

La figura 13 ilustra un escenario en el que un dispositivo 1 según la segunda realización se comunica con un destino 3 fuera del cuerpo a través de un dispositivo 2 intermedio. El dispositivo 2 actualmente tiene la mejor calidad de enlace de RF de corto alcance para el monitor 3 a pie de cama. Por tanto, el mensaje puede enviarse desde el dispositivo 1 a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, al dispositivo 2, y a su vez desde el dispositivo 2 a través de RF de corto alcance, es decir, por medio de su unidad 104 de comunicación por RF, al monitor 3 a pie de cama. Para el escenario de la figura 13, pueden aplicarse las siguientes condiciones:

Dispositivos en el cuerpo	Concentrador	Dispositivos fuera del cuerpo	Mejor LQI
0	Sí	3	2/90%
1	No		
2	No		

La figura 14 ilustra un escenario en el que un dispositivo 1 según la segunda realización se comunica directamente con un destino 3 fuera del cuerpo. En el escenario de la figura 14, el paciente se ha movido. Como resultado, el dispositivo 1 ahora tiene la mejor calidad de enlace de RF de corto alcance para el monitor 3 a pie de cama. Por tanto, el dispositivo 1 puede enviar directamente el mensaje a través de RF de corto alcance, es decir, por medio de su unidad 104 de comunicación por RF, al monitor 3 a pie de cama. Para el escenario de la figura 14, pueden aplicarse las siguientes condiciones:

Dispositivos en el cuerpo	Concentrador	Dispositivos fuera del cuerpo	Mejor LQI
0	Sí	3	1/95%
1	No		
2	No		

La figura 15 ilustra un escenario en el que un dispositivo 1 según la segunda realización se comunica con un destino 3 fuera del cuerpo a través de un dispositivo 0 concentrador. La figura 15 ilustra el escenario en el que las unidades de comunicación por RF de corto alcance de ambos dispositivos 1, 2 están fuera del alcance del monitor 3 a pie de cama. En esta situación, el dispositivo 1 puede enviar el mensaje a través de BCC, es decir, por medio de su unidad 102 de BCC, al dispositivo 0 concentrador, que a su vez puede enviar el mensaje a través de la infraestructura de WLAN, es decir, a través del AP 7 y la red 5, al monitor 3 a pie de cama. Para el escenario de la figura 15, pueden aplicarse las siguientes condiciones:

Dispositivos en el cuerpo	Concentrador	Dispositivos fuera del cuerpo	Mejor LQI
0	Sí	-	-
1	No		
2	No		

En la segunda realización, cada dispositivo llevado en el cuerpo puede comprender tanto una unidad 102 de BCC para comunicación en el cuerpo como una unidad 104 de comunicación por RF de corto alcance conforme a, por ejemplo, IEEE 802.15.4 para comunicación fuera del cuerpo. Además, cada dispositivo puede mantener una primera lista 124 y una segunda lista 126, es decir, una tabla en el cuerpo y una tabla fuera del cuerpo.

La unidad 104 de comunicación por RF de corto alcance puede usarse para:

- comunicación fuera del cuerpo y
- descubrir todos los dispositivos fuera del cuerpo en alcance y una respectiva indicación de calidad de enlace (LQI) de RF correspondiente.

La unidad 102 de BCC puede usarse para:

- comunicación en el cuerpo y
- descubrir todos los dispositivos en el cuerpo.

Todos los dispositivos en el cuerpo pueden intercambiar a través de BCC información acerca de su presencia y sus indicaciones de calidad de enlace de RF para dispositivos fuera del cuerpo. Pueden mantener una tabla en el cuerpo de todos los dispositivos en el cuerpo presentes. Además, pueden mantener una tabla fuera del cuerpo que indica para cada dispositivo fuera del cuerpo el dispositivo en el cuerpo con la mejor calidad de enlace de RF de corto alcance a ese dispositivo fuera del cuerpo. Cuando un dispositivo de origen en el cuerpo desea enviar un paquete, puede determinar si el destino es un dispositivo fuera del cuerpo o no, inspeccionando su tabla en el cuerpo y la tabla fuera del cuerpo, respectivamente. Si el destino es un dispositivo en el cuerpo, entonces el dispositivo de origen puede enviar el paquete directamente al destino a través de BCC. De lo contrario, el destino es un dispositivo fuera del cuerpo. En este caso, el dispositivo de origen puede enviar el paquete en primer lugar a través de BCC al dispositivo en el cuerpo con la mejor calidad de enlace de RF al destino. El dispositivo intermedio en el cuerpo puede entonces reenviar el paquete a través de RF de corto alcance al destino fuera del cuerpo. Opcionalmente, puede añadirse un dispositivo concentrador llevado en el cuerpo con conectividad de WLAN. Esto puede ser útil para situaciones en las que todos los dispositivos en el cuerpo están fuera del alcance del destino. En este caso, el dispositivo de origen puede enviar el paquete a través de BCC al dispositivo concentrador, que puede reenviar el paquete a través de la infraestructura de WLAN al destino fuera del cuerpo.

La figura 16 muestra un diagrama de flujo que ilustra etapas básicas de un método a modo de ejemplo según las realizaciones primera y segunda. En una etapa S1602, puede decidirse si los datos van a transmitirse mediante una unidad de comunicación acoplada al cuerpo o una unidad de comunicación por radiofrecuencia de un dispositivo a un destino. En una etapa S1604, puede decidirse si los datos van a transmitirse mediante la unidad de comunicación acoplada al cuerpo a un dispositivo intermedio configurado para intentar transmitir los datos mediante una comunicación por radiofrecuencia al destino.

La figura 17 muestra un ejemplo de una implementación basada en software de las realizaciones. En este caso, un dispositivo 1700 puede comprender una unidad de procesamiento (PU) 1702, que puede proporcionarse en un único chip o un módulo de chip y que puede ser cualquier procesador o dispositivo informático con una unidad de control que realiza un control basado en rutinas de software de un programa de control almacenado en una memoria (MEM) 1704. Las instrucciones de código de programa pueden extraerse de la MEM 1704 y cargarse en la unidad de control de la PU 1702 con el fin de realizar etapas de procesamiento tales como las descritas en conexión con las figuras 11 y 16. Pueden realizarse las etapas de procesamiento basándose en datos de entrada DI y pueden generarse datos de salida DO. Los datos de entrada DI pueden representar, por ejemplo, datos que van a comunicarse, información acerca del dispositivo más adecuado para un destino específico, etc., y los datos de salida DO pueden representar, por ejemplo, datos reenviados, información acerca de un origen y un destino de los datos, información acerca de dispositivos que han fallado, etc.

Las realizaciones anteriormente descritas pueden usarse para una pluralidad de aplicaciones. Por ejemplo, pueden utilizarse para la detección automática de caídas (AFD) y la monitorización de un paciente en hospitales, en casa y en residencias de ancianos. En general, pueden aplicarse a cualquier tipo de aplicación de detección humana como:

- Monitorización de signos vitales en casa.
- Aplicaciones de electrónica de consumo (CE) (por ejemplo, flujo continuo de música, flujo continuo de vídeo, acceso a contenido de Internet, etc.).
- Cualquier aplicación cubierta por IEEE 802.15.6.
- Aplicaciones de asistencia sanitaria, salud, y gimnasia personal.

En la descripción anterior, la abreviatura "BCC" se usa para indicar una comunicación acoplada al cuerpo. Sin embargo, el uso de esta abreviatura no debe interpretarse de ninguna manera restrictiva, por ejemplo, de manera que deba emplearse una norma específica. En cambio, puede considerarse cualquier tipo de comunicación acoplada al cuerpo u otra comunicación basada en el cuerpo tal como, por ejemplo, una comunicación basada en la conducción ósea.

En resumen, la presente invención se refiere a un dispositivo, un método, un sistema y un programa informático que permiten garantizar una comunicación fiable incluso en condiciones de radiofrecuencia difíciles. En caso de que los datos no puedan comunicarse con éxito mediante una comunicación por radiofrecuencia, los datos pueden transmitirse a otro dispositivo mediante una comunicación acoplada al cuerpo a través de un cuerpo humano o de animal. El otro dispositivo puede actuar como retransmisor y reenviar los datos a un destino pretendido. Por tanto, los datos pueden transmitirse con éxito al destino pretendido incluso en condiciones de radiofrecuencia difíciles.

debido al ensombrecimiento a causa del cuerpo u otros efectos.

5 Aunque la presente invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, tal ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones dadas a conocer.

10 Los expertos en la técnica pueden entender y efectuar variaciones a las realizaciones dadas a conocer al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción, y las reivindicaciones adjuntas.

15 En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios artículos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que se mencionen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse de manera ventajosa.

20 Un programa informático que pueda controlar un procesador para realizar las características reivindicadas puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, aunque también puede distribuirse en otras formas, tales como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicación inalámbrica o por cable. Puede usarse en combinación con un nuevo sistema, pero también puede aplicarse cuando se actualizan o mejoran sistemas existentes con el fin de permitirles realizar las características reivindicadas.

25 Un producto de programa informático para un ordenador puede comprender partes de código de software para realizar, por ejemplo, etapas de procesamiento tales como las descritas en conexión con las figuras 11 y 16 cuando el producto de programa informático se ejecuta en el ordenador. El producto de programa informático puede comprender además un medio legible por ordenador en el que se almacenan las partes de código de software, tal como, por ejemplo, un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido.

30 Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitativo del alcance de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo que comprende:

una unidad (102) de comunicación acoplada al cuerpo configurada para realizar una comunicación acoplada al cuerpo a través de un cuerpo humano o de animal;

una unidad (104) de comunicación por radiofrecuencia configurada para realizar una comunicación por radiofrecuencia;

una unidad (112) de procesamiento configurada para decidir si los datos van a transmitirse mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo o dicha unidad de comunicación por radiofrecuencia a un destino o van a transmitirse mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a un dispositivo intermedio configurado para intentar transmitir dichos datos mediante una comunicación por radiofrecuencia a dicho destino;

una unidad (114) de determinación configurada para determinar si dichos datos se han transmitido con éxito a dicho destino,

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si una determinación mediante dicha unidad de determinación es negativa.

2. Dispositivo según la reivindicación 1,

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende:

una unidad (116) de almacenamiento configurada para almacenar una primera lista (124) de otros dispositivos en una red de comunicación acoplada al cuerpo que comprende dicho dispositivo.

4. Dispositivo según la reivindicación 3,

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir:

- transmitir dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a dicho destino, si dicho destino está presente en dicha primera lista, o

- intentar en primer lugar transmitir dichos datos a dicho destino mediante dicha unidad de comunicación por radiofrecuencia, si dicho destino no está presente en dicha primera lista, o

- seleccionar aleatoriamente dicho dispositivo intermedio a partir de dicha primera lista, excluyendo un origen de dichos datos y dispositivos que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito dichos datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia.

5. Dispositivo según la reivindicación 1,

en el que dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo está configurada para transmitir a dicho dispositivo intermedio una dirección de un origen de dichos datos, una dirección de dicho destino y una lista de direcciones de dispositivos, incluyendo una dirección de dicho dispositivo, que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito dichos datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia.

6. Dispositivo según la reivindicación 1,

en el que dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo está configurada para recibir de otro dispositivo una dirección de un origen de dichos datos, una dirección de dicho destino y una lista de direcciones de dispositivos que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito dichos datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia, y

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir

transmitir mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a dicho origen de dichos datos una indicación de que dichos datos se han transmitido con éxito, si dicha determinación mediante dicha unidad de determinación es positiva,

transmitir mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a dicho origen de dichos datos una indicación de que dichos datos no se han transmitido con éxito, si dicha determinación mediante dicha unidad de determinación es negativa y no hay otros dispositivos aparte de dicho dispositivo, dicho origen de dichos datos y dichos dispositivos cuyas direcciones están contenidas en dicha lista de direcciones de dispositivos, y

transmitir mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a dicho dispositivo intermedio dicha dirección de dicho origen de dichos datos, dicha dirección de dicho destino y dicha lista de direcciones de dispositivos, complementadas por una dirección de dicho dispositivo, que ya han fallado a la hora de transmitir con éxito dichos datos mediante su respectiva unidad de comunicación por radiofrecuencia, si dicha determinación mediante dicha unidad de determinación es negativa y una dirección de dicho dispositivo intermedio no es ni idéntica a dicha dirección de dicho origen de dichos datos ni está contenida en dicha lista de direcciones de dispositivos.

7. Dispositivo según la reivindicación 1,

en el que dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo está configurada para recibir de otro dispositivo una indicación de que dichos datos se han transmitido con éxito o no.

8. Dispositivo según la reivindicación 3,

en el que dicha unidad de almacenamiento está configurada para almacenar para cada posible destino, que no está presente en dicha primera lista, el dispositivo con más éxito respectivo, que está presente en dicha primera lista, y un número de comunicaciones por radiofrecuencia con éxito de dicho dispositivo con más éxito.

9. Dispositivo según la reivindicación 8,

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir transmitir dichos datos al dispositivo con más éxito almacenado en dicha unidad de almacenamiento para dicho destino.

10. Dispositivo según la reivindicación 8, que comprende:

una unidad (114) de determinación configurada para determinar si se ha realizado una comunicación por radiofrecuencia con éxito con dicho destino mediante dicha unidad de comunicación por radiofrecuencia; y

una unidad (118) de modificación configurada para modificar el contenido de dicha unidad de almacenamiento,

en el que dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo está configurada para recibir una indicación de que se ha realizado una comunicación por radiofrecuencia con éxito con dicho destino mediante una unidad de comunicación por radiofrecuencia de dicho dispositivo intermedio, y

en el que dicha unidad de modificación está configurada para

almacenar en dicha unidad de almacenamiento dicho dispositivo como dispositivo con más éxito para dicho destino junto con un número de uno, si dicha determinación mediante dicha unidad de determinación es positiva y no existe ningún dispositivo con más éxito para dicho destino,

aumentar en dicha unidad de almacenamiento dicho número para dicho destino y dicho dispositivo, si dicha determinación mediante dicha unidad de determinación es positiva y dicho dispositivo ya está almacenado como dispositivo con más éxito para dicho destino,

almacenar en dicha unidad de almacenamiento dicho dispositivo intermedio como dispositivo con más éxito para dicho destino junto con un número de uno, si dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo recibe dicha indicación y no existe ningún dispositivo con más éxito para dicho destino, y

aumentar en dicha unidad de almacenamiento dicho número para dicho destino y dicho dispositivo intermedio, si dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo recibe dicha indicación y dicho dispositivo intermedio ya está almacenado como dispositivo con más éxito para dicho destino.

11. Dispositivo según la reivindicación 10, que comprende:

una unidad (120) de comparación configurada para comparar un valor umbral y un número respectivo asociado con dicho destino y un dispositivo respectivo,

en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir transmitir dichos datos al dispositivo con más éxito mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo, si un número asociado con dicho

destino y dicho dispositivo con más éxito es mayor que dicho valor umbral, y

5 en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir intentar transmitir dichos datos mediante dicha unidad de comunicación por radiofrecuencia, si ninguno de dicho números es mayor que dicho valor umbral,

10 en el que dicha unidad de procesamiento está configurada para decidir transmitir dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a dicho dispositivo intermedio, si dicha unidad de procesamiento determina que dicho dispositivo intermedio proporciona una mejor calidad de enlace de radiofrecuencia para dicho destino.

12. Sistema que comprende:

15 una pluralidad de dispositivos (1, 2; 100; 200) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y

un dispositivo (0) concentrador de radiofrecuencia configurado para retransmitir dichos datos si dicho destino está fuera de alcance para toda dicha pluralidad de dispositivos.

20 13. Método que comprende:

decidir si los datos van a transmitirse mediante una unidad de comunicación acoplada al cuerpo o una unidad de comunicación por radiofrecuencia de un dispositivo a un destino (S1602);

25 decidir si van a transmitirse dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo a un dispositivo intermedio configurado para intentar transmitir dichos datos mediante una comunicación por radiofrecuencia a dicho destino (S1604);

determinar si dichos datos se han transmitido con éxito a dicho destino; y

30 si dichos datos no se han transmitido con éxito a dicho destino, decidir a qué dispositivo intermedio van a transmitirse dichos datos mediante dicha unidad de comunicación acoplada al cuerpo.

35 14. Programa informático que comprende medios de código de programa para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas de un método según la reivindicación 13 cuando dicho programa informático se lleva a cabo en un ordenador.

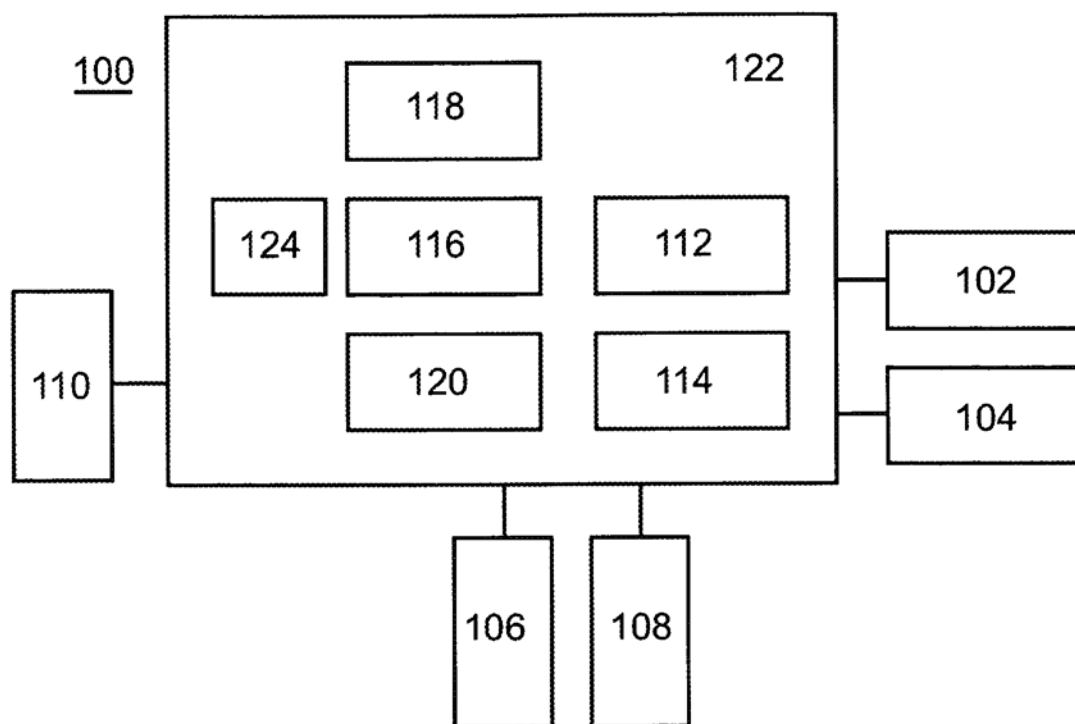


Fig. 1

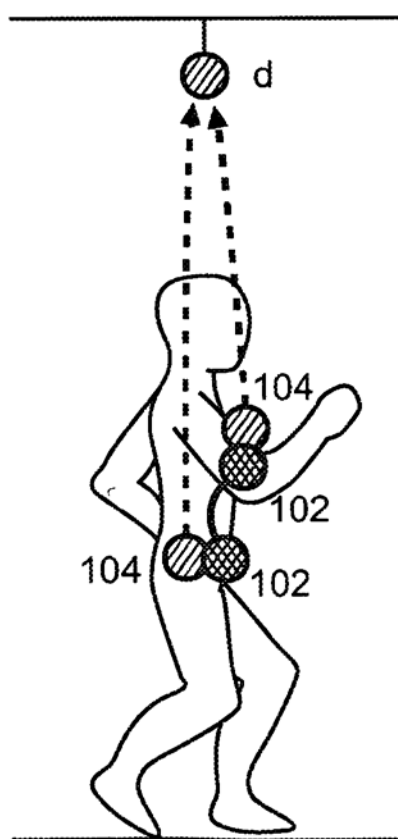


Fig. 2

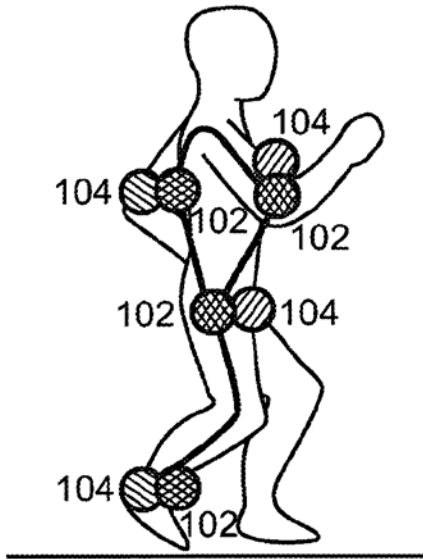


Fig. 3

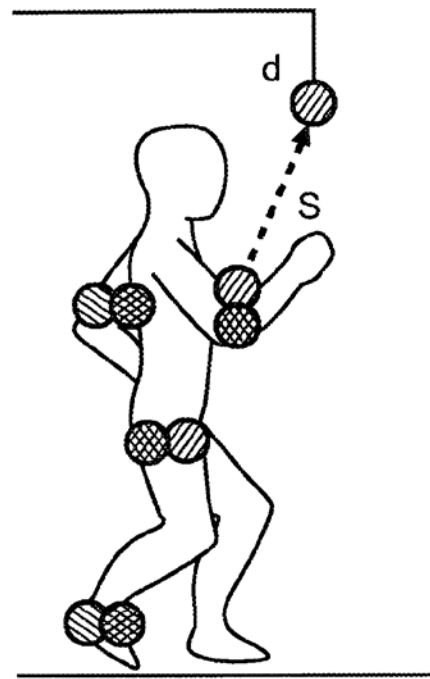


Fig. 4

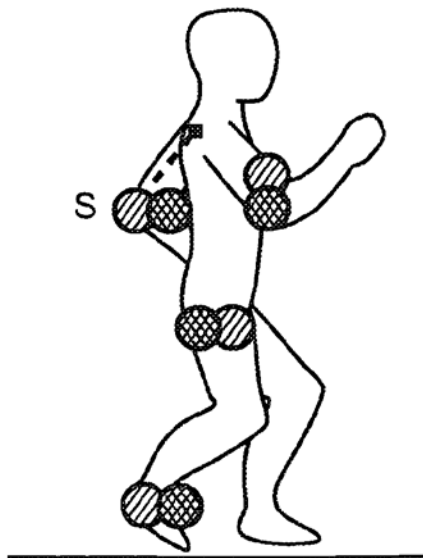
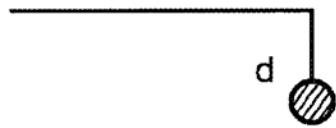


Fig. 5

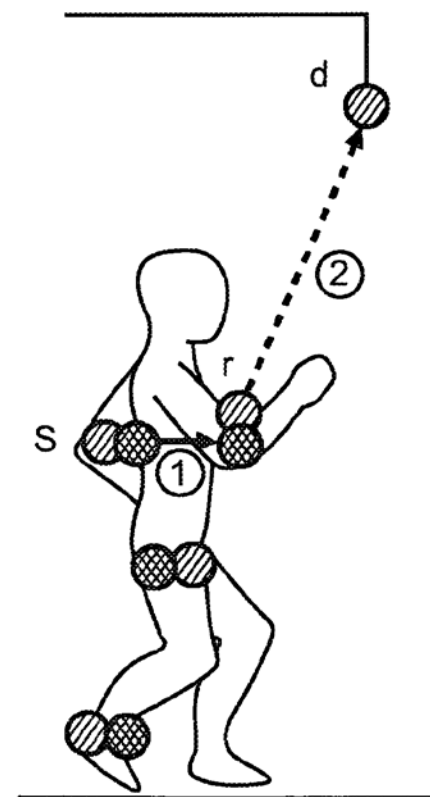


Fig. 6

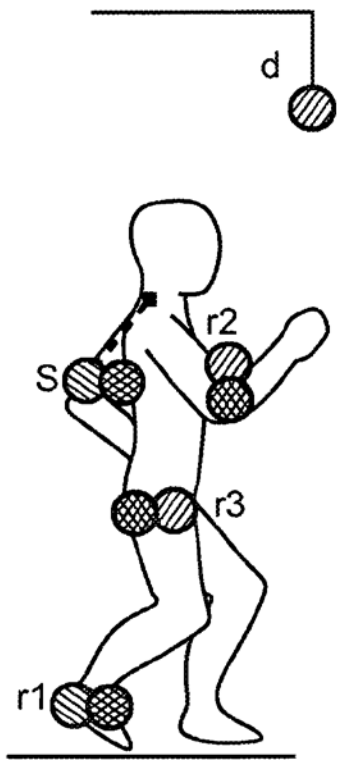


Fig. 7

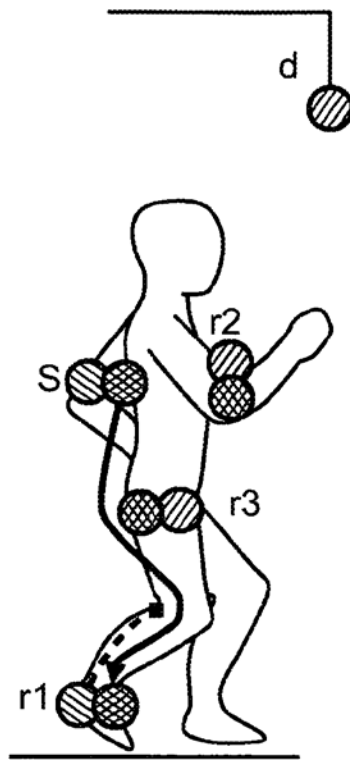


Fig. 8

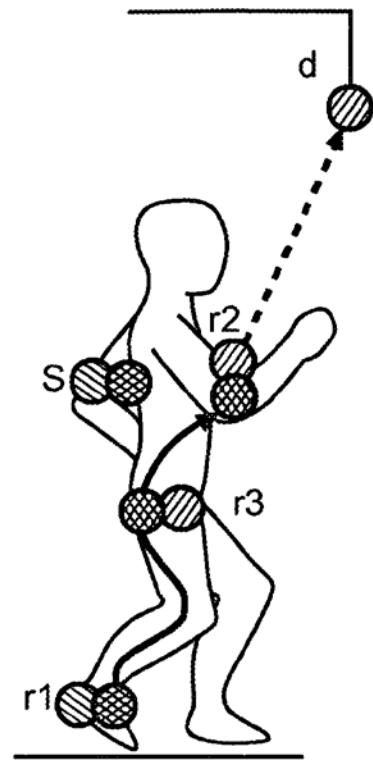


Fig. 9

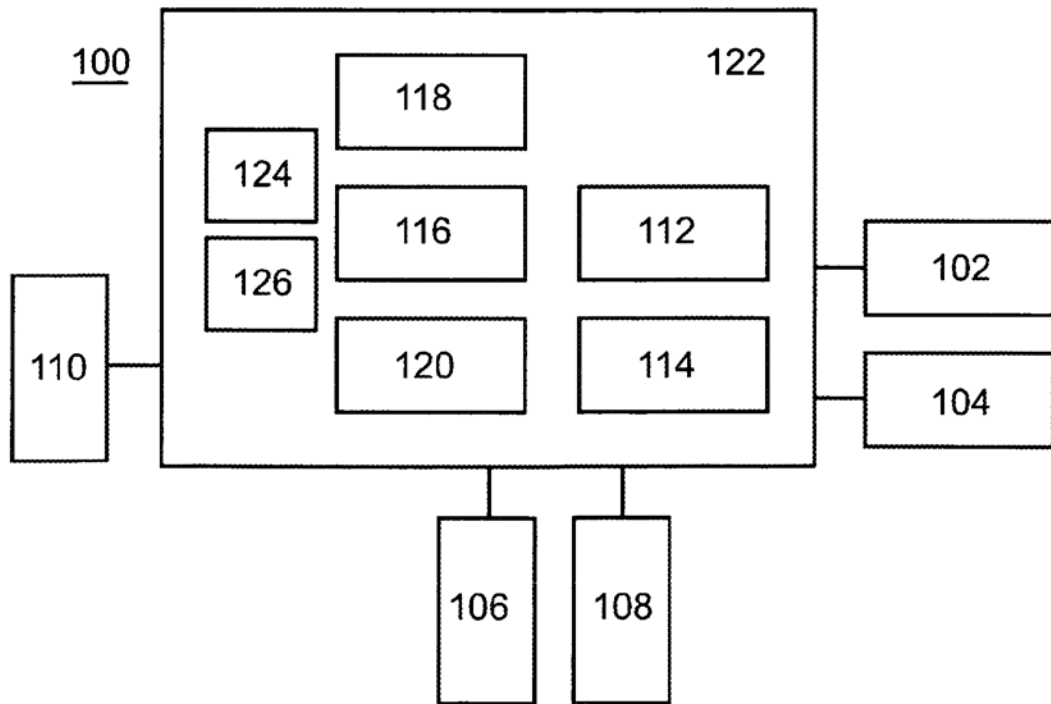


Fig. 10

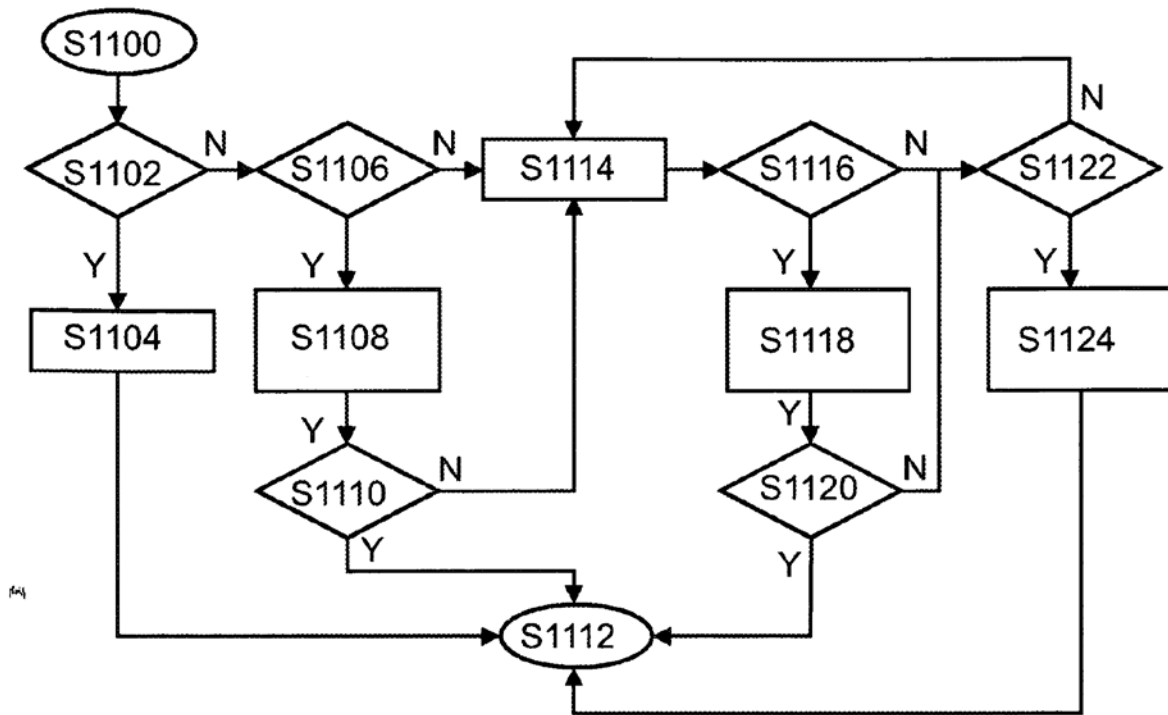


Fig. 11

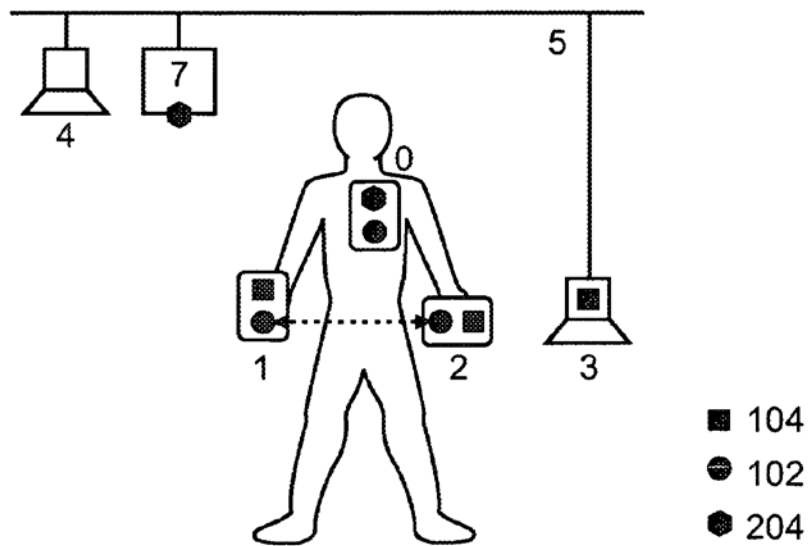
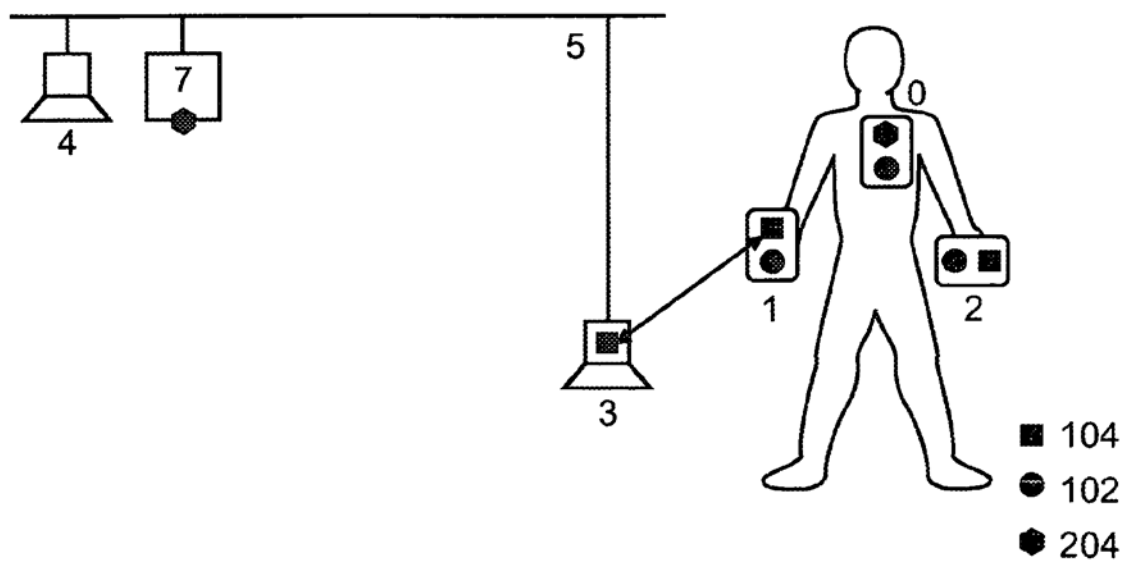
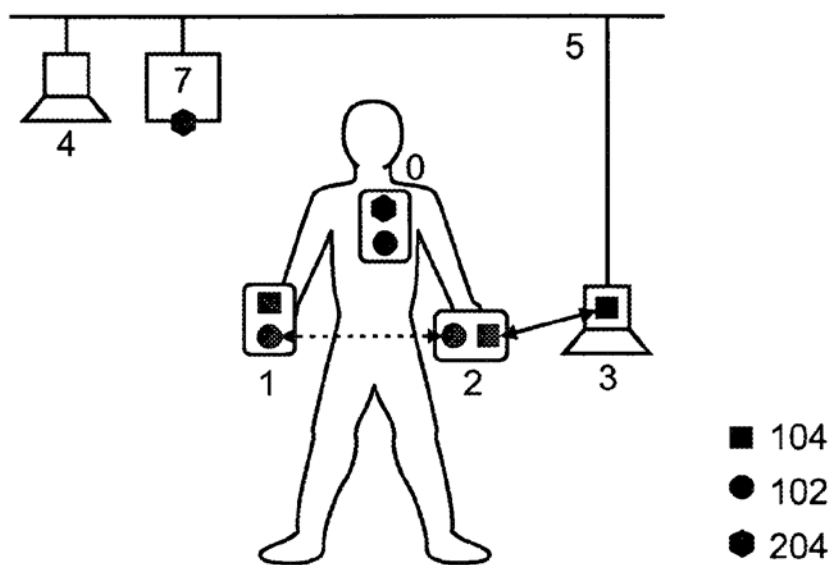


Fig. 12



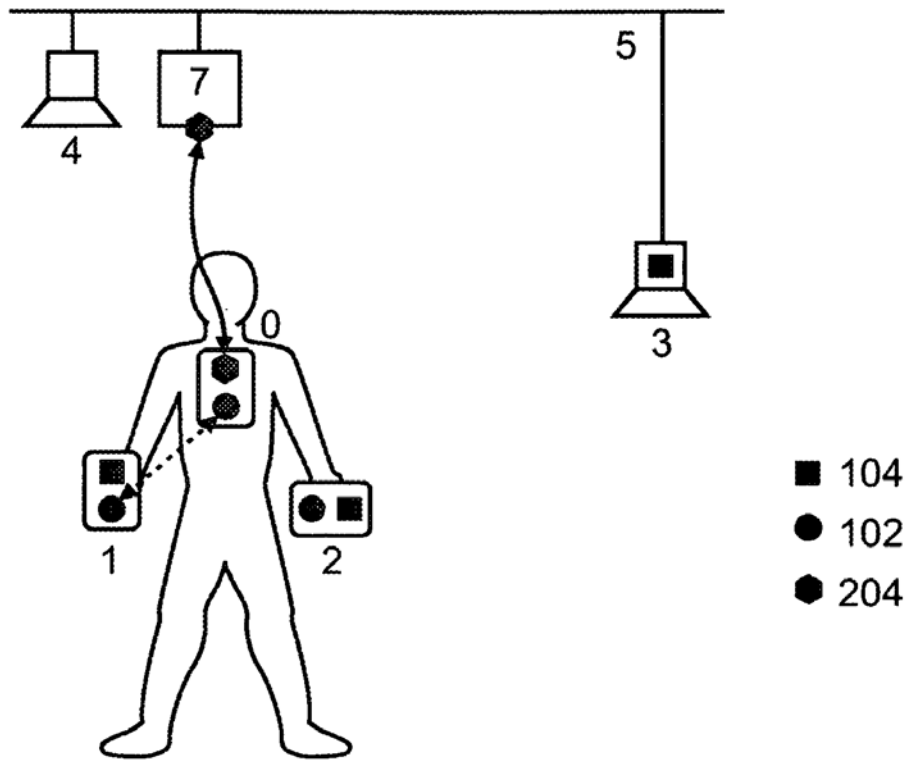


Fig. 15

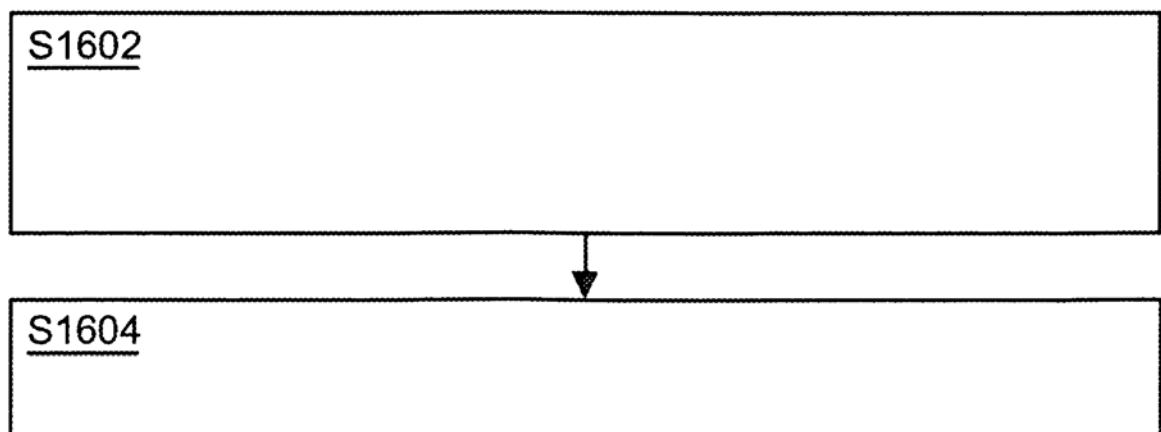


Fig. 16

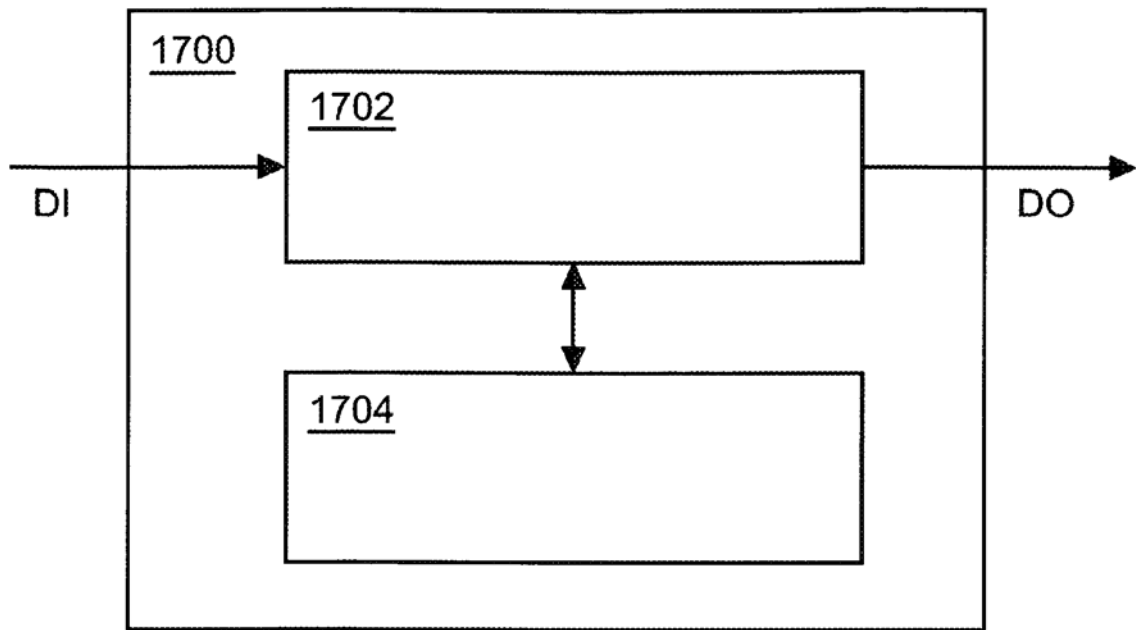


Fig. 17

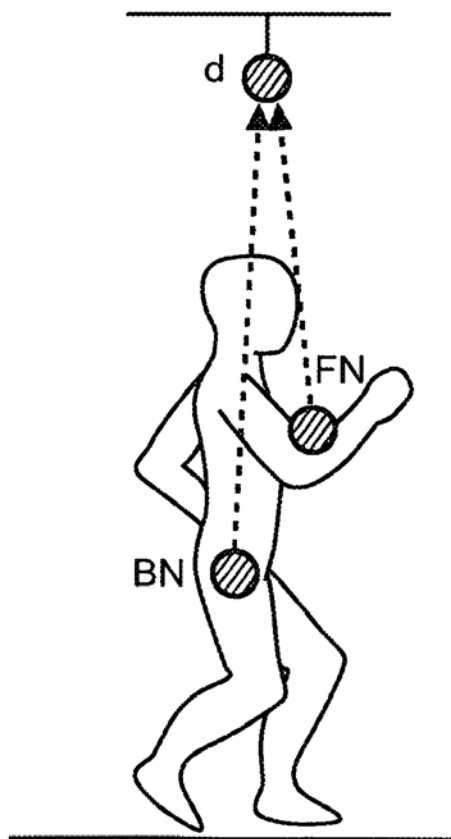


Fig. 18

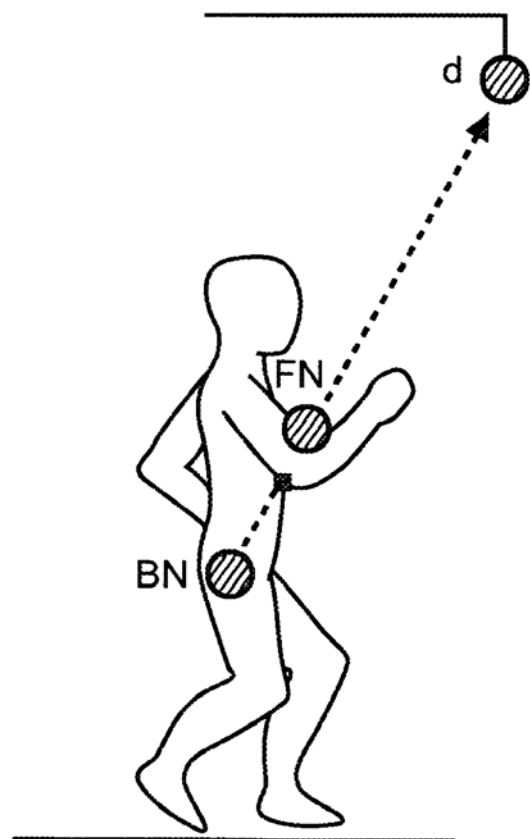


Fig. 19

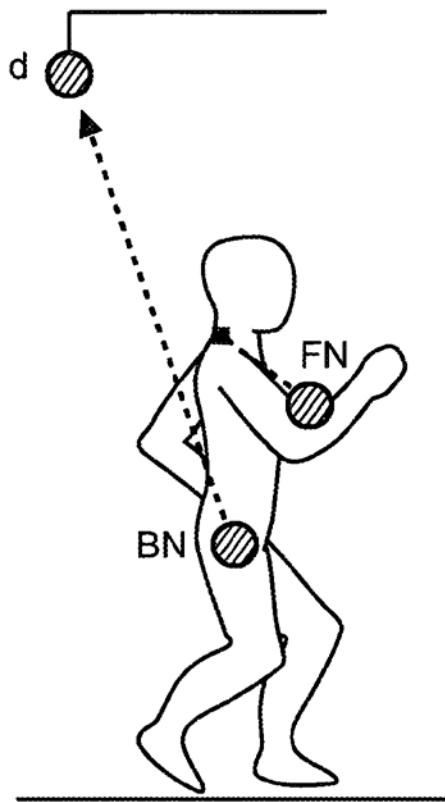


Fig. 20

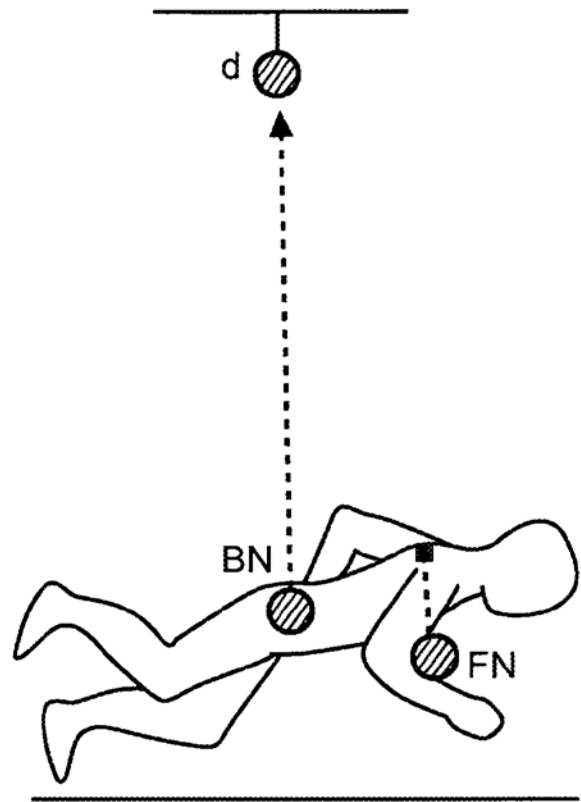


Fig. 21

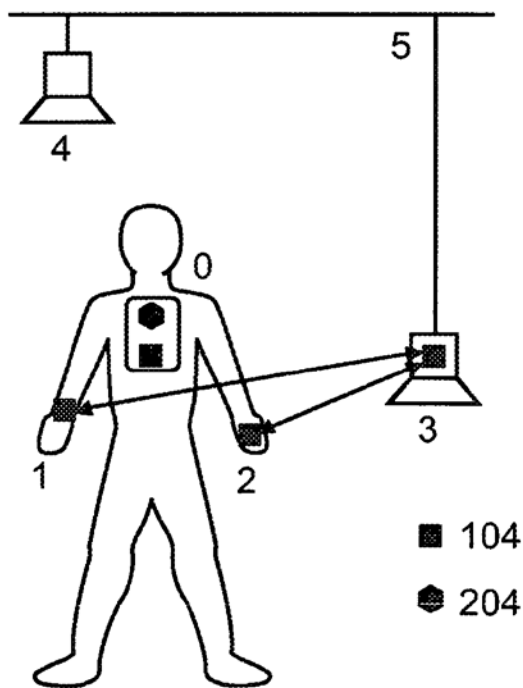


Fig. 22

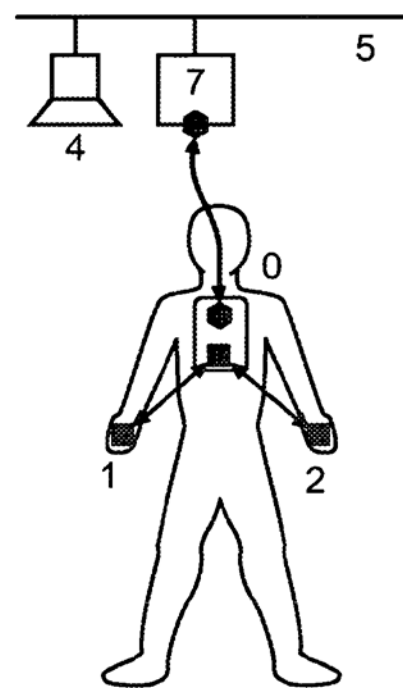


Fig. 23

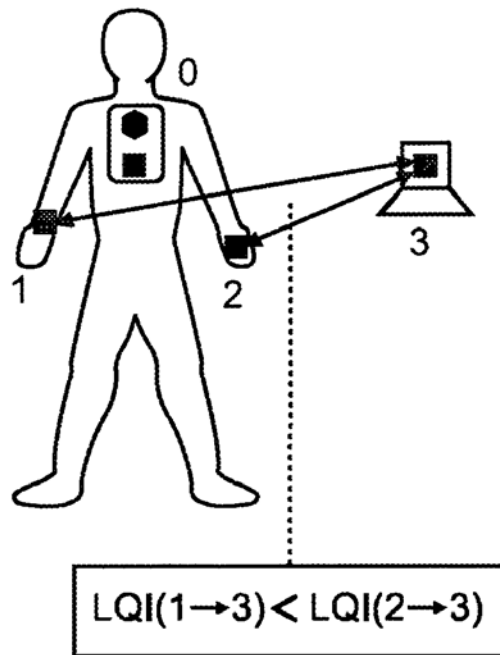


Fig. 24

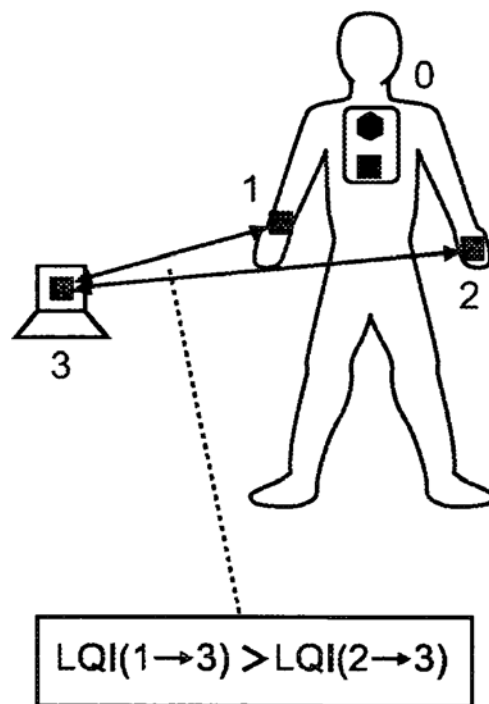


Fig. 25