

Universidad de Alcalá

Escuela Politécnica Superior

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Trabajo Fin de Grado

Análisis postural sin contacto, para la evaluación de trastornos del sueño, a partir de información de profundidad.

ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR

Autor: José Ángel Sánchez Sánchez

Tutor: Cristina Losada Gutiérrez

2021

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Trabajo Fin de Grado

Análisis postural sin contacto, para la evaluación de trastornos del sueño, a partir de información de profundidad.

Autor: José Ángel Sánchez Sánchez

Tutor: Cristina Losada Gutiérrez

Tribunal:

Presidente: Manuel Mazo Quintas

Vocal 1º: Juan Manuel Miguel Jiménez

Vocal 2º: Cristina Losada Gutiérrez

Calificación:

Fecha:

A mis padres, a Paula, y a Laura

“Estamos hechos de la misma materia que los sueños y nuestra pequeña vida termina durmiendo.”
William Shakespeare

Agradecimientos

En primer lugar, gracias a mi familia, por apoyarme durante toda la carrera, y por creer en mí más que yo.

A mi tutora, Cristina, por la idea original y el asesoramiento. Es un orgullo poder trabajar para mejorar la vida de las personas.

A los autores del trabajo previo realizado con la cámara en posición cenital [1]: A. García Merino, C. Losada Gutiérrez, S. García de Villa, A. Jiménez Martín, J. J. García Domínguez.

A los creadores y contribuyentes de la plantilla para L^AT_EX en la que se ha basado este documento: Javier Macías-Guarasa, Roberto Barra, Manuel Ocaña, Jesús Nuevo, Pedro Revenga, Fernando Herránz y Noelia Hernández.

Y por último, pero no por ello menos importante, gracias a Laura, cuya ayuda merecería parte de la nota.

Lista de acrónimos

FN	False Negative (Falso negativo).
FP	False Positive (Falso positivo).
FPS	Frames Per Second (imágenes por segundo).
GEINTRA	Grupo de Ingeniería Electrónica Aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte.
NaN	Not a Number (No número).
SVM	Support Vector Machines (máquinas de vectores de soporte).
TFG	Trabajo Fin de Grado.
ToF	Time of flight.
TP	True Positive (Verdadero positivo).
UAH	Universidad de Alcalá.

Resumen

El objetivo de este trabajo es el desarrollo, implementación y evaluación de un sistema de detección de la posición del paciente en la cama, a partir de la información de profundidad proporcionada por un sensor de bajo coste basado en tiempo de vuelo, ubicado en posición frontal y elevada. Todo ello, con el objetivo de evaluar los posibles trastornos del sueño.

Para ello, partiendo de los trabajos previos desarrollados con la cámara en posición cenital se ha implementado un sistema que realiza una transformación de las coordenadas de la imagen, para posteriormente extraer información de la cámara y las personas, y determinar su posición (de pie, sentadas en la cama o tumbadas) mediante un clasificador SVM (Máquina de Soporte Vectorial). En caso de encontrarse un paciente tumbado, se analiza si hay movimiento lateral.

El sistema desarrollado se ha evaluado experimentalmente mediante un conjunto de vídeos adquiridos usando una cámara Kinect II y etiquetados de forma manual, permitiendo su validación. Además, se han comparado los resultados con los obtenidos ubicando la cámara en posición cenital.

Palabras clave: Análisis postural, sin contacto, trastornos del sueño, sensor de profundidad, Time of flight (ToF).

Abstract

The objective of this work is the development, implementation and evaluation of a system for detecting the position of the patient in bed, based on the depth information provided by a low-cost sensor based on time of flight, located in front and raised position. All this, with the aim of evaluating possible sleep disorders.

To do this, a transformation of the image coordinates has been carried out in order to obtain a reference system that simulates an image taken with the camera in a zenith position, to facilitate subsequent analysis. An SVM classifier is then used to determine if there are people in the scene and their position (standing, sitting in bed or lying down). If a patient is lying down, it is analyzed whether there is lateral movement.

It has been found that the results obtained with the camera in the frontal location are similar to those obtained with the sensor in the zenith position, detecting the locations of people with high hit rates.

Keywords: Postural analysis, contactless, sleep disorders, depth sensor, [ToF](#).

Índice general

Lista de acrónimos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice general	xv
Índice de figuras	xix
Índice de tablas	xxi
1 Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Organización de la memoria	3
2 Estudio teórico	5
2.1 Introducción	5
2.2 Sensor de profundidad ToF	5
2.3 Parámetros de la cámara	7
2.3.1 Parámetros intrínsecos	8
2.3.2 Parámetros extrínsecos	9
2.4 Clasificador Support Vector Machines (máquinas de vectores de soporte) (SVM)	11
2.4.1 Idea básica	11
2.4.1.1 Ejemplo en 2 dimensiones	12
2.4.1.2 Soft margin: Errores de entrenamiento	13
2.4.2 SVM Multiclase	13
2.4.2.1 <i>One-against-all</i>	13
2.4.2.2 <i>One-against-one</i>	14
2.5 Conclusiones	15

3	Desarrollo	17
3.1	Introducción	17
3.2	Punto de partida	18
3.3	Calibración del sistema. Obtención de las matrices de transformación.	19
3.3.1	Matrices de transformación	20
3.3.2	Obtención de las matrices de Traslación y Rotación	22
3.3.3	Transformación de coordenadas	26
3.4	Análisis de la escena	27
3.4.1	Detección del suelo	30
3.4.2	Detección de la cama	31
3.4.3	Detección de personas	33
3.4.4	Análisis del movimiento lateral	34
3.5	Reporte del análisis de la secuencia	37
3.6	Creación de una base de datos para obtención de resultados	39
3.6.1	Etiquetado de las secuencias	39
3.6.2	Análisis de las secuencias	39
3.6.3	Comparación y creación de matrices de confusión	39
3.7	Conclusiones	40
4	Resultados	41
4.1	Introducción	41
4.2	Entorno experimental	41
4.2.1	Conjunto de vídeos utilizados	41
4.2.2	Estrategia y metodología de experimentación	45
4.3	Resultados experimentales: matrices de confusión	46
4.4	Conclusiones	49
5	Conclusiones y líneas futuras	51
5.1	Conclusiones	51
5.2	Líneas futuras	51
6	Presupuesto	53
6.1	Materiales	53
6.1.1	Hardware	53
6.1.2	Software	53
6.2	Mano de obra	54
6.3	Presupuesto total	54
	Bibliografía	55

A	Manual de usuario	57
A.1	Ejecución del programa	57
A.2	Modificación de opciones	57
A.3	Calibración inicial	58
B	Herramientas y recursos	61
C	Pliego de condiciones	63
C.1	Introducción	63
C.2	Requisitos de hardware	63
C.2.1	Requisitos mínimos	63
C.2.2	Requisitos recomendados	63
C.3	Condiciones hardware	64
C.4	Requisitos mínimos de software	64
C.5	Requisitos de los vídeos	65
D	Documentación del código	67
D.1	Programa principal	67
D.2	Clase principal	68
D.3	Tratamiento de imágenes	69
D.4	Reporte de análisis	69
D.5	Máquina de estados	70
E	Log	73

Índice de figuras

1.1	Ubicación de las cámaras cenital (flecha roja) y frontal (flecha verde), utilizadas en el estudio	2
1.2	Diagrama de bloques del proceso de detección de personas y su movimiento.	3
2.1	Esquema general del funcionamiento de un sensor de profundidad basado en el tiempo de vuelo de una señal infrarroja modulada (basado en [2]).	6
2.2	Ejemplo de datos de profundidad adquiridos por el sensor ToF frontal	7
2.3	Parámetros intrínsecos y extrínsecos de una cámara (basado en [3]).	7
2.4	Sistema de referencia global (sobre la cama en el ejemplo) frente al de la cámara	8
2.5	Obtención de α para el cálculo de s (basado en [3]).	9
2.6	Proyección de un punto 3D sobre plano imagen (basado en [4]).	9
2.7	Representación gráfica del vector de traslación (vector amarillo) (basado en [3]).	10
2.8	H_3 no separa las clases. H_1 las separa, pero solo con un margen pequeño. H_2 las separa con el margen máximo. Basado en [5].	12
2.9	Clasificador <i>one-against-all</i> . Basado en [6]	14
2.10	Clasificador <i>one-against-one</i> . Basado en [6]	14
3.1	Diagrama de bloques del sistema	17
3.2	Ejemplos de imágenes de distancia para las diferentes posiciones de la cámara.	19
3.3	Representación del sistema de coordenadas original centrado en la cámara (Γ_c), y tras la transformación de coordenadas (Γ_ω).	21
3.4	Diagrama de flujo del <i>script Obtener matrices RT</i>	23
3.5	Ejemplo de selección de puntos, sobre el plano imagen, para el nuevo sistema de referencia Γ_ω	24
3.6	Ejemplo de representación de los puntos 3D de la escena respecto al nuevo sistema de referencia.	24
3.7	Distancia a la cámara (izda.), frente a distancia al nuevo plano origen (dcha.).	25
3.8	Representación 3D en el sistema de referencia de la cámara (izda.), frente al nuevo sistema de referencia (dcha.).	26
3.9	Diagrama de flujo del <i>script Cambio_coordenadas</i>	27
3.10	Representación en el nuevo sistema de referencia	28
3.11	Máquina de estados con las posibles ubicaciones de personas en la escena consideradas.	29

3.12	Ejemplo de histogramas de distancias para las diferentes posiciones de la cámara.	30
3.13	Ejemplo de imagen de distancias tras la transformación de coordenadas.	31
3.14	Resultado de la detección de la cama empleando la propuesta descrita en [1] sobre la imagen de alturas transformada.	32
3.15	Detección de la cama con el nuevo paso. Interferencia del pie de cama	33
3.16	Ejemplo de detección errónea de la cabeza del paciente	34
3.17	Discontinuidades en la media móvil del movimiento lateral	35
3.18	Detección correcta de la media móvil del movimiento lateral	35
3.19	Detección correcta de la cabeza del paciente. Interferencias con los pies	36
3.20	Detección correcta de la cabeza del paciente	36
3.21	Detección correcta de la cabeza del paciente. Interferencia de la almohada	37
4.1	Esquema de la ubicación de las cámaras cenital (flecha roja) y frontal (flecha verde), utilizadas en el estudio	42
4.2	Ejemplos de imágenes de distancia para las diferentes posiciones de la cámara.	43
4.3	Ejemplo de imagen de distancia en la que aparecen dos personas, sin sábana	43
4.4	Ejemplo de imagen de distancia correspondiente a un vídeo con una persona, con sábana	44
4.5	Ejemplo de imagen de distancia con errores de detección	45
4.6	Matriz de confusión de estados: cámara cenital	47
4.7	Matriz de confusión de estado: cámara frontal	47
A.1	Selección de puntos para el nuevo origen de referencia.	59
D.1	Máquina de estados con las posibles ubicaciones de personas en la escena	71

Índice de tablas

4.1	Características del conjunto de secuencias empleadas para la validación experimental del sistema.	44
4.2	Valores de precisión y <i>recall</i> obtenidos para cada estado a detectar en las dos ubicaciones posibles de la cámara.	48
6.1	Gastos en hardware	53
6.2	Gastos en software	53
6.3	Mano de obra	54
6.4	Gastos totales	54
C.1	Características del vídeo <i>david_f1.mj2</i>	64
C.2	Extrapolación del tamaño necesario en disco	64

Capítulo 1

Introducción

*Los hombres despiertos no tienen más que un mundo,
pero los hombres dormidos tienen cada uno su mundo.*

Heráclito

1.1 Motivación

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado (TFG) es el desarrollo, implementación y evaluación de un sistema de detección de la posición del paciente en la cama, con el objetivo de evaluar los posibles trastornos del sueño. Todo ello, a partir de la información de profundidad proporcionada por un sensor de bajo coste basado en ToF [5], ubicado en posición frontal y elevada.

Habitualmente hay dos enfoques para tratar los trastornos del sueño. La primera opción pasa por una descripción del problema al médico, conllevando la correspondiente prescripción. El segundo enfoque, considerado el *gold standard* [7], se basa en realizar una polisomnografía en una clínica del sueño. Este procedimiento, que requiere que los pacientes pernocten en un entorno singular, cubiertos por multitud de electrodos conectados a distintos dispositivos, genera en numerosas ocasiones que no exista un descanso natural.

No obstante, una primera aproximación para evaluar si existe algún tipo de trastorno del sueño es el movimiento del paciente en la cama o la existencia de deambulación nocturna. Según esta idea, un sistema que proporcione información de la posición o movimiento del paciente en la cama ayudaría a tener evidencias objetivas para la valoración diagnóstica de la enfermedad por parte del personal médico. Si además las medidas se realizan sin necesidad de que el paciente porte un sistema sensorial, no se perturbaría el descanso del mismo.

En este contexto, el presente TFG plantea un sistema no invasivo para detectar la posición y movimientos de un paciente en la cama, empleando información de profundidad (distancia de cada punto de la escena a la cámara). El uso de este tipo de información permite lograr el objetivo, respetando la privacidad del usuario, ya que no permite reconocer su identidad (siendo mucho menos invasivo que la utilización de cámaras de color).

El trabajo se enmarca dentro de las líneas de investigación del grupo Grupo de Ingeniería Electrónica Aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte (GEINTRA) [8], y toma como punto de partida trabajos previos desarrollados en el grupo [1] en los que se proponía una solución basada en un sensor de profundidad ubicado en posición cenital sobre la cama del paciente. En el caso de este TFG, el sistema propuesto

se basa en un sensor de profundidad, pero en lugar de ubicarlo en posición cenital, se localiza en posición frontal elevada. Se ha elegido esta ubicación debido a que presenta las siguientes ventajas respecto a la posición cenital.

- La ubicación frontal del sensor permite incrementar el área bajo análisis, sin embargo aumenta la complejidad de las tareas de detección y análisis postural de la persona.
- Para obtener una imagen lo suficientemente amplia desde la cámara cenital, que abarque una escena apropiada de la cama y sus alrededores, se necesita una altura hasta el techo de cerca de 3 metros (2.77 en el estudio anterior [1]), algo que no siempre es posible. Con la cámara frontal se resuelve este problema, ya que la altura habitual de un techo es más que suficiente para obtener resultados apropiados.
- Siguiendo con el punto anterior, situar la cámara, de 4 kg de peso [9], a casi 3 metros de altura, justo encima del paciente, supone un riesgo para el mismo.

Sin embargo, esta ubicación también presenta problemas, ya que aumenta la complejidad del sistema, así como la posibilidad de que aparezcan oclusiones.

En la figura 1.1 se observa el esquema de la ubicación de ambas cámaras, con la dirección de grabación de los vídeos (rojo para la cámara cenital y verde para la frontal).

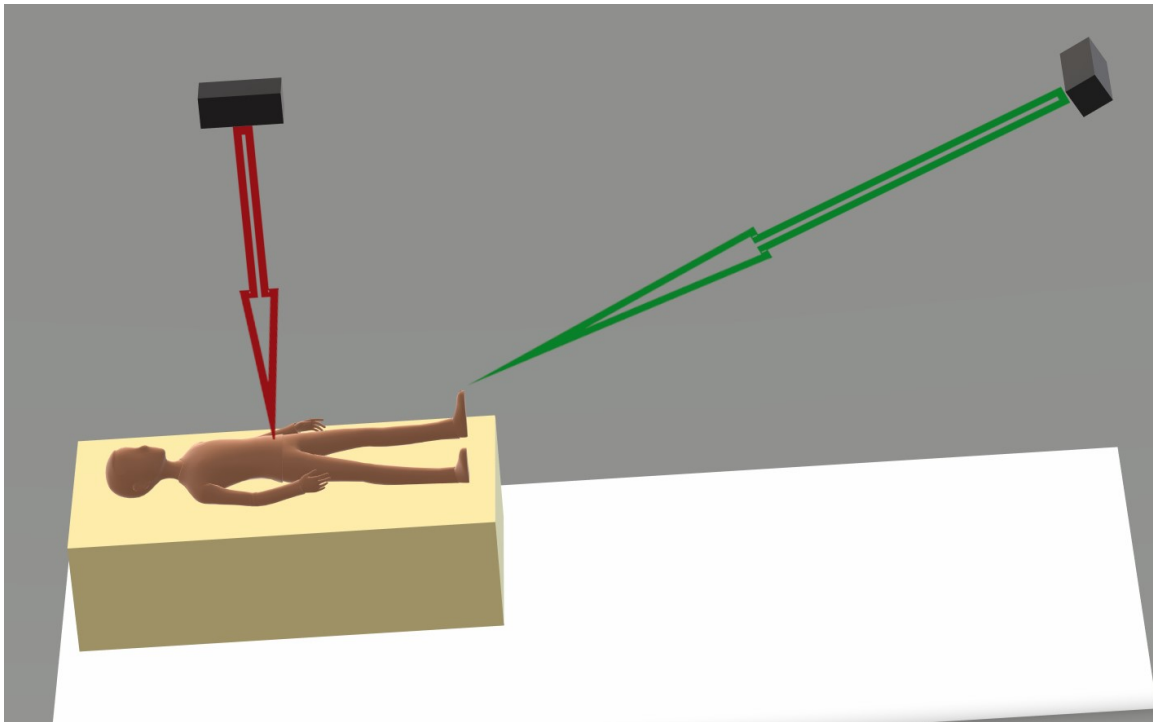


Figura 1.1: Ubicación de las cámaras cenital (flecha roja) y frontal (flecha verde), utilizadas en el estudio

1.2 Objetivos

Como se ha descrito en el apartado anterior, el objetivo fundamental de este trabajo es el diseño, implementación y evaluación de un sistema basado en un sensor de profundidad que sea capaz de detectar la posición del paciente respecto de la cama, a fin de analizar posibles trastornos del sueño. Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Preprocesado de la información de profundidad
- Determinación de la región de interés (ROI)
- Detección y localización del paciente
- Análisis temporal de la postura del paciente

En la figura 1.2 se muestra la sucesión de las etapas anteriores para conformar el diagrama de bloques general del sistema.

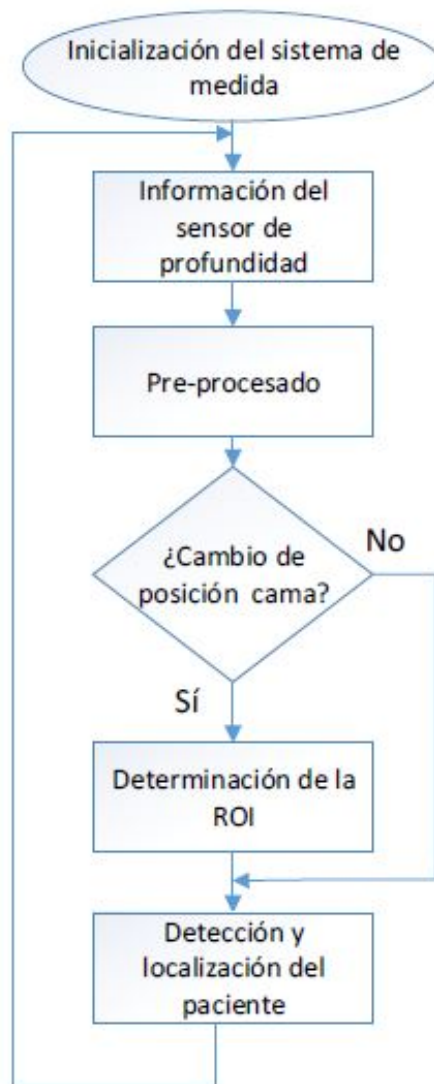


Figura 1.2: Diagrama de bloques del proceso de detección de personas y su movimiento.

En los siguientes capítulos se explican en detalle cada uno de los bloques que conforman el sistema.

1.3 Organización de la memoria

Esta memoria se organiza en cinco grandes capítulos:

- **Estudio teórico:** en este capítulo se describen los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión del conjunto del trabajo.

- **Desarrollo:** en este capítulo se incluye la descripción del desarrollo del trabajo realizado, desde un punto de vista práctico.
- **Resultados:** en este capítulo se introducen los resultados más relevantes del trabajo.
- **Conclusiones y líneas futuras:** en este apartado se resumen las conclusiones obtenidas y se proponen futuras líneas de investigación que se deriven del trabajo.
- **Presupuesto:** en el capítulo se disecciona el monto económico total del [TFG](#).

Capítulo 2

Estudio teórico

2.1 Introducción

Como se ha comentado en la introducción, este trabajo toma como punto de partida el trabajo previo [1] en el que se proponía una solución basada en un sensor de profundidad ubicado en posición cenital sobre la cama del paciente. El uso de un sensor de profundidad permite obtener información de la distancia de cada punto de la escena a la cámara, sin invadir la privacidad de las personas, ya que no es posible reconocer su identidad.

En el caso de este TFG, el sistema propuesto se basa en un sensor de profundidad, pero en lugar de ubicarlo en posición cenital, se localiza en posición frontal elevada. El uso de esta nueva ubicación tiene las siguientes ventajas respecto a la posición cenital.

- La ubicación frontal del sensor permite incrementar el área bajo análisis, sin embargo aumenta la complejidad de las tareas de detección y análisis postural de la persona.
- Para obtener una imagen lo suficientemente amplia desde la cámara cenital, que abarque una escena apropiada de la cama y sus alrededores, se necesita una altura hasta el techo de cerca de 3 metros (2.77 en el estudio anterior [1]), algo que no siempre es posible. Con la cámara frontal se resuelve este problema, ya que la altura habitual de un techo es más que suficiente para obtener resultados apropiados.
- Siguiendo con el punto anterior, situar la cámara, de 4 kg de peso [9], a casi 3 metros de altura, justo encima del paciente, supone un riesgo para el mismo.

En este capítulo se describen los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión del conjunto del trabajo, como son el sensor de profundidad ToF, los parámetros de la cámara, la transformación de coordenadas y el clasificador SVM. Finalmente se exponen brevemente las conclusiones del capítulo.

2.2 Sensor de profundidad ToF

El sistema propuesto en este trabajo se basa, al igual que el anterior estudio con cámara cenital [1], en la información proporcionada por un sensor de profundidad basado en ToF [10,11]. Aunque en esta ocasión, el sensor se encuentra ubicado en posición frontal sobre una cama hospitalaria (tal como se muestra en el capítulo 4 de resultados experimentales).

Los sensores **ToF** permiten obtener la distancia de cada punto de una escena al sensor, en función del tiempo de vuelo de una señal infrarroja modulada, que se calcula de forma indirecta a partir de la correlación entre la señal emitida y la recibida. Para ello, cuentan con un emisor que ilumina la escena con un haz de luz infrarroja modulada a una frecuencia f , según la ecuación (2.1), donde a_e es la amplitud de la señal emitida y $\omega = 2\pi f$.

Si la luz emitida alcanza un objeto, se refleja y puede detectarse en los diferentes píxeles de la cámara. La señal recibida es igual a la señal emitida, pero con una atenuación y un desfase φ_d (ecuación (2.2)).

$$I_e = a_e e^{j\omega t} \quad (2.1)$$

$$I_d = a_d e^{j(\omega t + \varphi_d)} \quad (2.2)$$

Suponiendo que la distancia d_1 entre el emisor infrarrojo y el objeto es aproximadamente igual a la distancia d_2 entre el objeto y el sensor, es posible obtener la distancia a partir del tiempo de vuelo empleando la ecuación (2.3). Así, teniendo en cuenta que la frecuencia de modulación (f) es conocida, en los sensores **ToF**, la medida del tiempo de vuelo se obtiene de forma indirecta en función de la diferencia de fase entre la señal enviada (ecuación (2.4)) y la recibida. La figura 2.1 muestra, de forma esquemática, el principio de funcionamiento de un sensor **ToF**.

$$\Delta t = \frac{d_1 + d_2}{c} \cong \frac{2d}{c} \quad (2.3)$$

$$\varphi_d = \omega \Delta t \cong \omega \frac{2d}{c} = \frac{4\pi f}{c} d \quad (2.4)$$

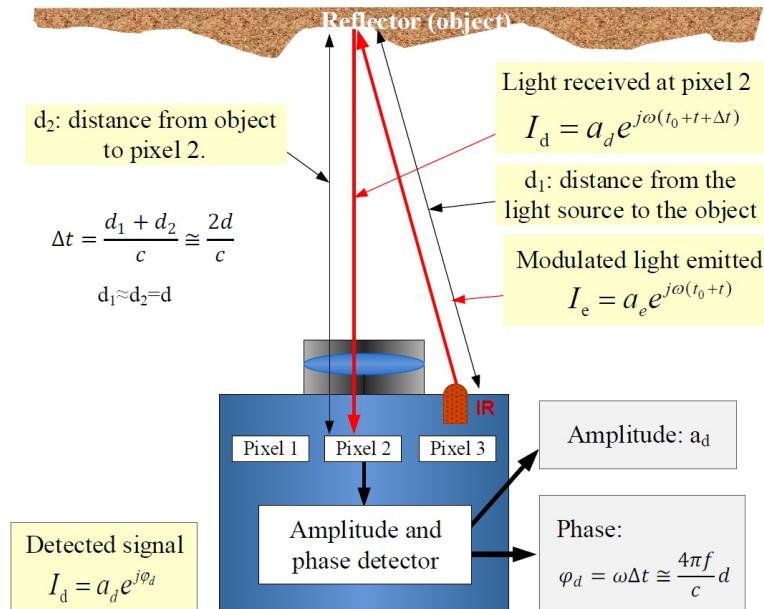


Figura 2.1: Esquema general del funcionamiento de un sensor de profundidad basado en el tiempo de vuelo de una señal infrarroja modulada (basado en [2]).

El sensor utilizado en este trabajo, Microsoft Kinect para Windows v2 [9, 11], permite obtener una reconstrucción de la escena (con una resolución de 512 x 424 píxeles), preservando la privacidad de las personas, ya que no permite reconocer su identidad. Además, los sensores de profundidad pueden

funcionar sin iluminación externa, por lo que es posible utilizarlos incluso en la oscuridad. A modo de ejemplo, la figura 2.2 muestra diferentes escenas de la cama con y sin persona, adquiridas por el sensor ToF frontal, en las que los diferentes niveles de gris corresponden a distintas distancias:

- Más oscuro cuanto más cercano a la cámara.
- Más claro cuanto más lejano a la cámara.
- De esta manera, la silueta del paciente se recortará más oscura contra la cama o el suelo, más claros.

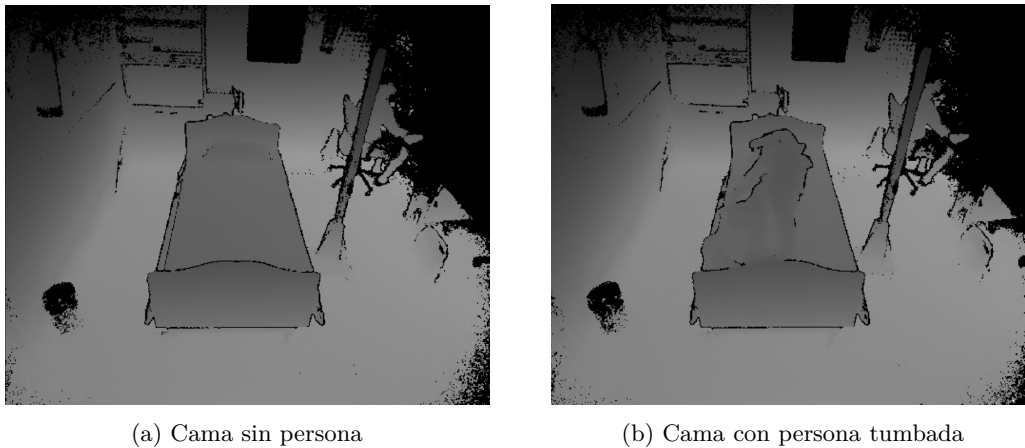


Figura 2.2: Ejemplo de datos de profundidad adquiridos por el sensor ToF frontal

2.3 Parámetros de la cámara

Si se tiene una cámara, ubicada en una posición fija de un determinado entorno, se pueden definir dos tipos de parámetros [3, 12]:

- **Parámetros intrínsecos:** definen la geometría interna y la óptica de la cámara. Éstos determinan cómo la cámara proyecta los puntos del mundo 3D al plano de la imagen en 2D, siendo constantes en tanto no varíen las características y posiciones relativas entre la óptica y el sensor imagen. Los provee el fabricante de la cámara, o bien se pueden estimar mediante un proceso de calibración.
- **Parámetros extrínsecos:** relacionan los sistemas de referencia del mundo real y la cámara, describiendo la posición y orientación de la cámara en el sistema de coordenadas del mundo real.

En la figura 2.3 se observa la relación entre los mismos. En los siguientes apartados se detallan convenientemente ambos.

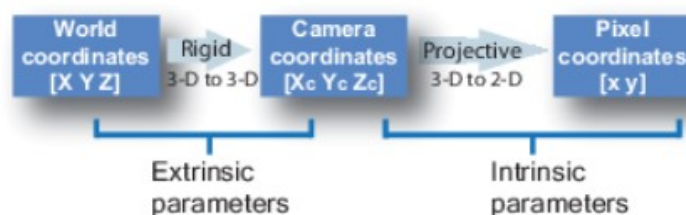


Figura 2.3: Parámetros intrínsecos y extrínsecos de una cámara (basado en [3]).

En la figura 2.4 se muestra un sistema de referencia global del mundo real (sobre la cama en el ejemplo) frente al de la cámara. El sistema de referencia global se designa Γ_ω , y se define con sus ejes $(X_\omega, Y_\omega, Z_\omega)$. El sistema de referencia de la cámara se designa Γ_c , y se define con sus ejes (X_c, Y_c, Z_c) .

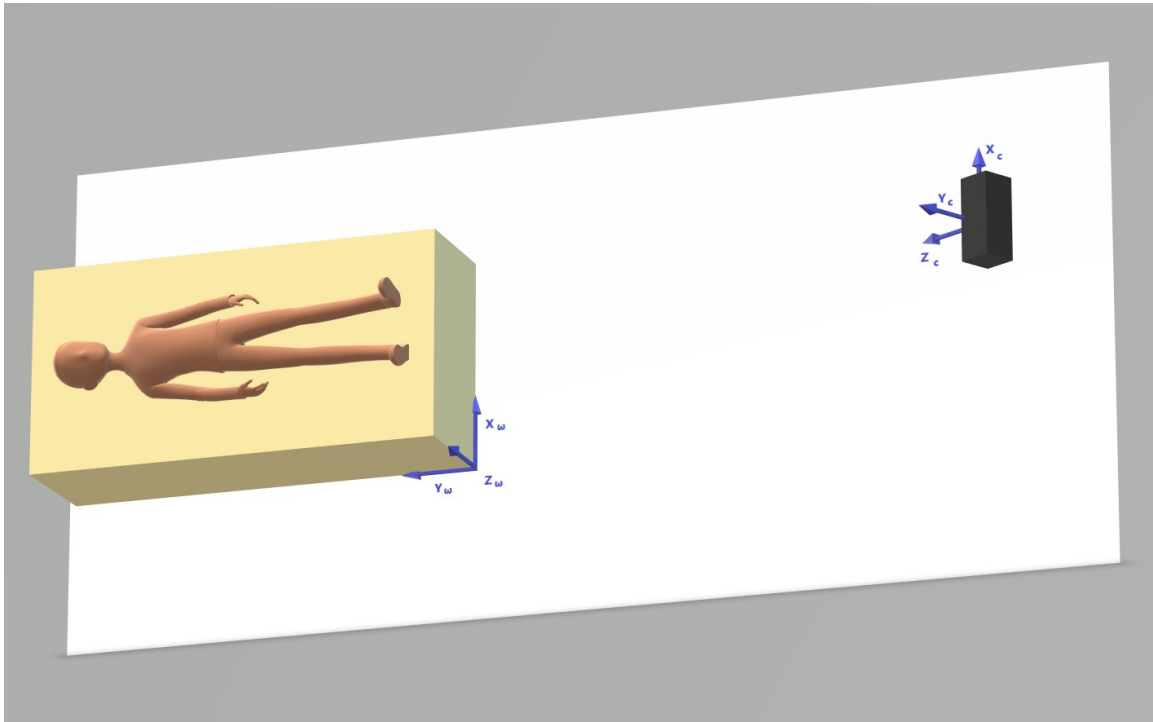


Figura 2.4: Sistema de referencia global (sobre la cama en el ejemplo) frente al de la cámara

2.3.1 Parámetros intrínsecos

Los parámetros intrínsecos que permiten proyectar puntos 3D del mundo real a puntos 2D en el plano de la imagen son los siguientes:

- **Distancia focal F** ($f_x = F \cdot k$, $f_y = F \cdot l$; siendo k y l la anchura y altura de un píxel respectivamente.)
- **Centro de la imagen R**

Formalmente, estos valores vienen representados por una matriz \mathbf{K} :

$$K = \begin{pmatrix} f_x & s & R_x \\ 0 & f_y & R_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

En la matriz \mathbf{K} hay un valor s que hace referencia al factor de “skew”. Este valor está relacionado con el ángulo que toma el eje Y del sistema de coordenadas del plano de la imagen cuando los ejes no son perpendiculares (figura 2.5):

$$s = -f_x \cdot \cot(\alpha) \quad (2.6)$$

En los modelos estándar los ejes siempre son perpendiculares por lo que este valor normalmente es 0.

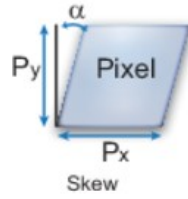


Figura 2.5: Obtención de α para el cálculo de s (basado en [3]).

Para calcular la relación que existe entre las coordenadas 3D de un punto en el sistema de referencia 3D del mundo (X, Y, Z) , y las coordenadas (x, y) 2D sobre el plano imagen se utiliza la relación matricial con coordenadas homogéneas:

$$\begin{pmatrix} \lambda \cdot x \\ \lambda \cdot y \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & s & R_x \\ 0 & f_y & R_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Asumiendo que s es cero, puede obtenerse la relación mostrada en la siguiente ecuación entre las coordenadas 3D de un punto y sus coordenadas sobre el plano imagen:

$$\begin{cases} x = f_x \cdot \frac{X}{Z} + R_x \\ y = f_y \cdot \frac{Y}{Z} + R_y \end{cases} \quad (2.8)$$

Finalmente, en la imagen 2.6 puede observarse la proyección de un punto 3D (X, Y, Z) sobre plano imagen (x, y) , en función de la distancia focal, f .

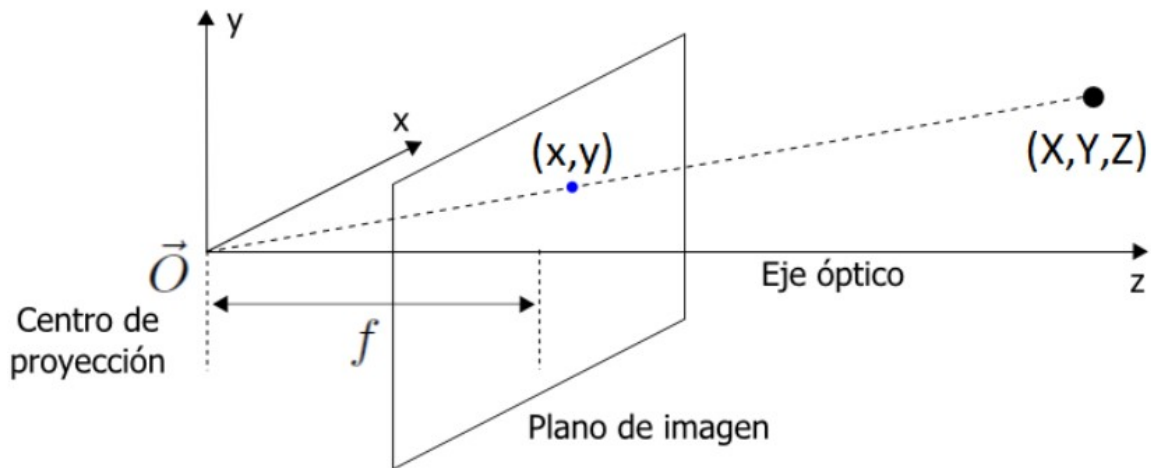


Figura 2.6: Proyección de un punto 3D sobre plano imagen (basado en [4]).

2.3.2 Parámetros extrínsecos

Los parámetros extrínsecos definen la posición de la cámara en el sistema de coordenadas del mundo real. Junto con los parámetros intrínsecos, permiten averiguar la posición 3D en el sistema de coordenadas del mundo de cierto punto 2D en el sistema de coordenadas de la imagen. A diferencia de los intrínsecos, estos parámetros no son fijos y dependen de la pose de la cámara con respecto del mundo. Debido a esto, se tienen que estimar con algún método.

Los parámetros extrínsecos vienen definidos por las matrices de rotación R y traslación T .

- **Vector de traslación** T desplazamiento en x , y , z entre los orígenes de los sistemas de coordenadas
- **Matriz de rotación** R : rotación de los tres ejes entre los sistemas de coordenadas

Se necesita un vector T (ecuación (2.10)) con las coordenadas X , Y y Z , de la distancia a la que se encuentra un punto de origen respecto del inicial. Este vector está formado por las coordenadas del origen del sistema de referencia $\Gamma_\omega(0_\omega)$, respecto al original de la cámara Γ_c , como puede observarse representado en la figura 2.7 como un vector amarillo. Si:

$$\vec{0}_\omega = (0_x, 0_y, 0_z)^T \quad (2.9)$$

Entonces:

$$T = \begin{pmatrix} -0_x \\ -0_y \\ -0_z \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

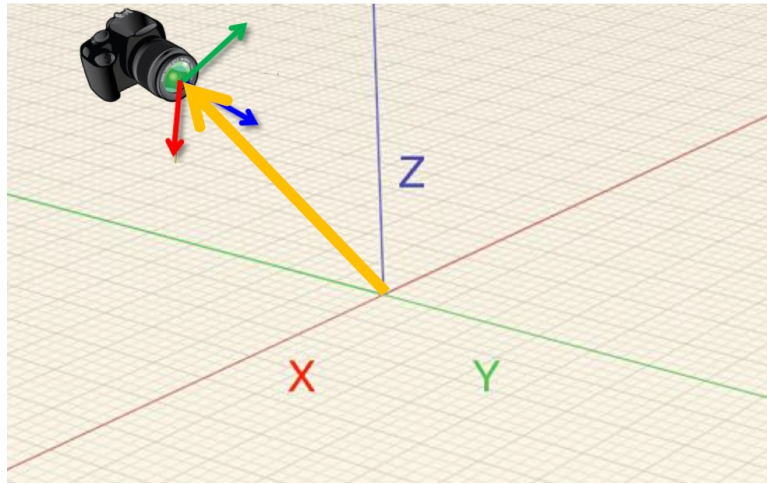


Figura 2.7: Representación gráfica del vector de traslación (vector amarillo) (basado en [3]).

La matriz de rotación R (ecuación (2.12)) está formada por las coordenadas de los vectores unitarios: $\vec{i}_\omega, \vec{j}_\omega, \vec{k}_\omega$ respecto a Γ_c (se debe obtener a partir de la información que ofrece el sensor de profundidad). Si:

$$\begin{aligned} \vec{i}_\omega &= (i_{\omega x}, i_{\omega y}, i_{\omega z})^T \\ \vec{j}_\omega &= (j_{\omega x}, j_{\omega y}, j_{\omega z})^T \\ \vec{k}_\omega &= (k_{\omega x}, k_{\omega y}, k_{\omega z})^T \end{aligned} \quad (2.11)$$

Entonces:

$$R = \begin{pmatrix} i_{\omega x} & i_{\omega y} & i_{\omega z} \\ j_{\omega x} & j_{\omega y} & j_{\omega z} \\ k_{\omega x} & k_{\omega y} & k_{\omega z} \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Finalmente, para obtener las coordenadas de un punto P respecto a Γ_ω , a partir de las coordenadas respecto al sistema de referencia de la cámara Γ_c se emplea la siguiente relación:

$$\begin{pmatrix} P_{x\omega} \\ P_{y\omega} \\ P_{z\omega} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} P_{xc} \\ P_{yc} \\ P_{zc} \end{pmatrix} + T \quad (2.13)$$

La expresión anterior se puede reformular en coordenadas homogéneas:

$$\begin{pmatrix} P_{x\omega} \\ P_{y\omega} \\ P_{z\omega} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{3 \times 3} & T_{3 \times 1} \\ 0_{1 \times 3} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{xc} \\ P_{yc} \\ P_{zc} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2.14)$$

2.4 Clasificador SVM

Un clasificador es un algoritmo usado para asignar un elemento de entrada no etiquetado a una clase conocida. Por lo tanto, permite ordenar el conjunto de elementos de entrada en clases, a partir de la información característica de los mismos [13–15].

Una manera de implementar un clasificador es etiquetar un conjunto de datos de entrada de ejemplo, o conjunto de entrenamiento, a fin de extraer las características de los mismos que permitan etiquetar correctamente cualquier otro conjunto de entrada.

A la hora de identificar correctamente cada una de las posibles ubicaciones de personas en la imagen, se emplea un clasificador SVM [16–18], que es un conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado.

Estos métodos están relacionados con problemas de clasificación y regresión. Dado un conjunto de ejemplos de entrenamiento (de muestras) se puede etiquetar las clases y entrenar una SVM para construir un modelo que prediga la clase de una nueva muestra. Intuitivamente, una SVM es un modelo que representa a los puntos de muestra en el espacio, separando las clases en 2 espacios lo más amplios posibles mediante un hiperplano de separación definido como el vector entre los 2 puntos, de las 2 clases, más cercanos al que se llama vector soporte. Cuando las nuevas muestras se ponen en correspondencia con dicho modelo, en función de los espacios a los que pertenezcan, pueden ser clasificadas como una o la otra clase.

Más formalmente, una SVM construye un hiperplano o conjunto de hiperplanos en un espacio de dimensionalidad muy alta (o incluso infinita) que puede ser utilizado en problemas de clasificación o regresión. Una buena separación entre las clases permitirá una clasificación correcta.

2.4.1 Idea básica

Dado un conjunto de puntos, subconjunto de un conjunto mayor (espacio), en el que cada uno de ellos pertenece a una de dos posibles categorías, un algoritmo basado en SVM construye un modelo capaz de predecir si un punto nuevo (cuya categoría es desconocida) pertenece a una categoría o a la otra.

Como en la mayoría de los métodos de clasificación supervisada, los datos de entrada (los puntos) son vistos como un vector p-dimensional (una lista ordenada de p números).

La SVM busca un hiperplano que separe de forma óptima a los puntos de una clase de la de otra, que eventualmente han podido ser previamente proyectados en un espacio de dimensionalidad superior.

En ese concepto de “separación óptima” es donde reside la característica fundamental de las SVM: este tipo de algoritmos buscan el hiperplano que tenga la máxima distancia (margen) a los puntos que

estén más cerca de él mismo. Por eso también a veces se conoce a las SVM como clasificadores de margen máximo. De esta forma, los puntos del vector que son etiquetados con una categoría están a un lado del hiperplano y los casos que se encuentren en la otra categoría están al otro lado.

Los algoritmos SVM pertenecen a la familia de los clasificadores lineales. También pueden ser considerados un caso especial de la regularización de Tikhonov [19].

En la literatura de las SVM, se llama atributo a la variable predictora y característica a un atributo transformado que es usado para definir el hiperplano. La elección de la representación más adecuada del universo estudiado, se realiza mediante un proceso denominado selección de características.

Al vector formado por los puntos más cercanos al hiperplano se le llama vector de soporte.

Los modelos basados en SVM están estrechamente relacionados con las redes neuronales. Usando una función kernel, resultan un método de entrenamiento alternativo para clasificadores polinomiales, funciones de base radial y perceptrón multicapa.

2.4.1.1 Ejemplo en 2 dimensiones

En el siguiente ejemplo idealizado para 2 dimensiones, la representación de los datos a clasificar se realiza en el plano x-y. El algoritmo SVM trata de encontrar un hiperplano 1-dimensional (en el ejemplo propuesto es una recta) que une a las variables predictoras y constituye el límite que define si un elemento de entrada pertenece a una categoría o a la otra.

Existe un número infinito de posibles hiperplanos (líneas) que realicen la clasificación pero, ¿cuál es la mejor y cómo se define? La mejor solución es aquella que permita un margen máximo entre los elementos de las dos categorías (figura 2.8).

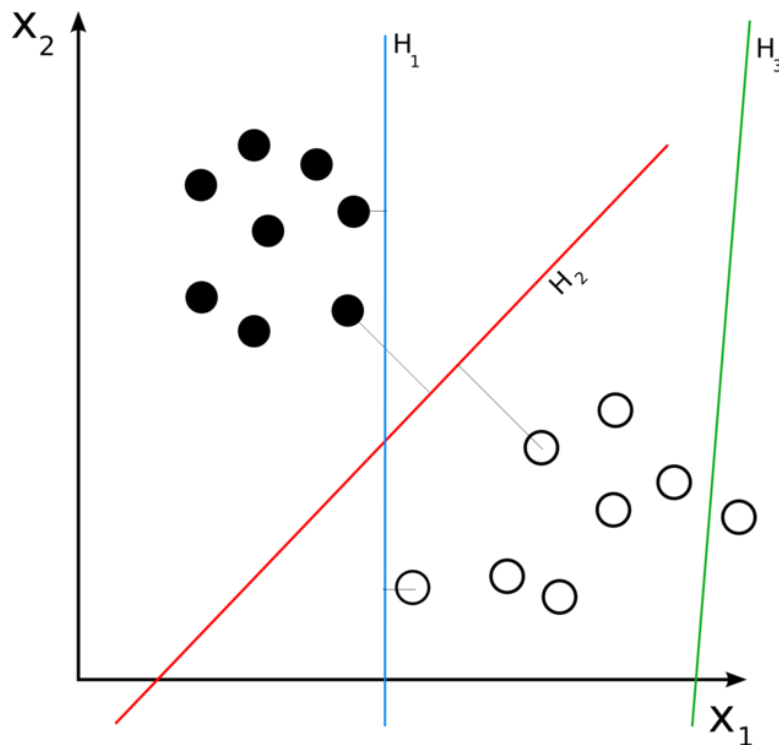


Figura 2.8: H_3 no separa las clases. H_1 las separa, pero solo con un margen pequeño. H_2 las separa con el margen máximo. Basado en [5]

Se denominan vectores de soporte a los puntos que conforman las dos líneas paralelas al hiperplano, siendo la distancia entre ellas (margen) la mayor posible.

2.4.1.2 Soft margin: Errores de entrenamiento

Idealmente, el modelo basado en SVM debería producir un hiperplano que separe completamente los datos del universo estudiado en dos categorías. Sin embargo, una separación perfecta no siempre es posible y, si lo es, el resultado del modelo no puede ser generalizado para otros datos. Esto se conoce como sobreajuste (*overfitting*).

Con el fin de permitir cierta flexibilidad, las SVM manejan un parámetro C que controla la compensación entre errores de entrenamiento y los márgenes rígidos, creando así un margen blando (*soft margin*) que permita algunos errores en la clasificación a la vez que los penaliza.

Con este clasificador, se permite que algunas observaciones se encuentren en el lado incorrecto del margen (de ahí el término *soft* o blando), o incluso en el lado incorrecto del hiperplano. Estas son las observaciones de entrenamiento mal clasificadas por el modelo [20].

El proceso de optimización del hiperplano en este caso incorpora un parámetro de regularización o *tuning parameter* C , el cual controla la severidad permitida de las violaciones de las n observaciones sobre el margen e hiperplano, y a la vez, el equilibrio *bias*-varianza. Sin entrar en detalles matemáticos, si $C > 0$, no más de C observaciones pueden encontrarse en el lado incorrecto del hiperplano. Si C es pequeño, los márgenes son estrechos pues muy pocas observaciones pueden estar en el lado incorrecto del mismo (esto equivale a un modelo bastante bien ajustado a los datos, el cual puede tener poco *bias* pero mucha *varianza*). Conforme se incrementa C , mayor es la tolerancia a las violaciones sobre el margen, con lo que el margen es más ancho y hay más vectores soporte (esto equivale a un modelo más flexible y con mayor *bias* pero menor *varianza*). Si $C = 0$, el clasificador es equivalente al clasificador de margen máximo o *maximal margin classifier*, pues no están permitidas violaciones sobre el margen (todas las observaciones deben estar correctamente clasificadas). En la práctica el parámetro C se escoge u optimiza por validación cruzada.

2.4.2 SVM Multiclase

Las SVM permiten realizar la clasificación binaria, es decir, entre dos clases. En caso de que sea necesario diferenciar entre un número mayor de clases, hay dos filosofías básicas que se detallan a continuación [6].

2.4.2.1 One-against-all

Para un conjunto de N clases, es necesario generar N clasificadores binarios. El número de etiquetas de clase presentes en el conjunto de datos y el número de clasificadores binarios generados deben ser iguales.

Es posible alcanzar una mejor comprensión del funcionamiento de este tipo de clasificador mediante un ejemplo. Como se muestra en la imagen 2.9, se considera que hay tres clases, por ejemplo, tipo 1 para verde, tipo 2 para azul y tipo 3 para rojo.

Como se apuntaba anteriormente, hay que generar el mismo número de clasificadores que las etiquetas de clase que están presentes en el conjunto de datos, por lo que hay que crear tres clasificadores para tres clases respectivas:

- **Clasificador 1:** - [Verde] frente a [Rojo, Azul]
- **Clasificador 2:** - [Azul] frente a [Verde, Rojo]
- **Clasificador 3:** - [Rojo] frente a [Azul, Verde]

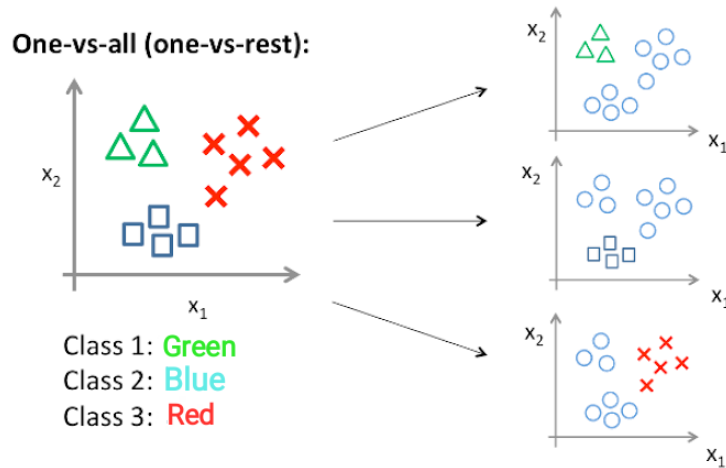


Figura 2.9: Clasificador *one-against-all*. Basado en [6]

2.4.2.2 *One-against-one*

Para un conjunto de datos de N clases, hay que generar $N(N-1)/2$ modelos de clasificador binario. Con este enfoque de clasificación, se divide el conjunto de datos principal en un conjunto de datos para cada clase frente a todas las demás.

Tomando el ejemplo de la figura 2.10, se tiene un problema de clasificación con tres tipos: negro, azul y rojo ($N = 3$).

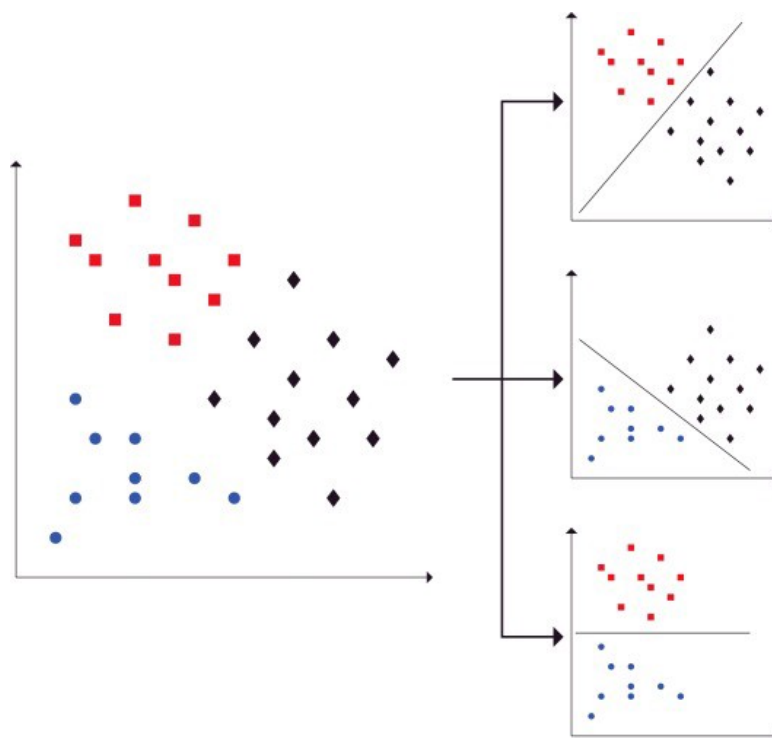


Figura 2.10: Clasificador *one-against-one*. Basado en [6]

Se divide este problema en $N(N-1)/2 = 3$ problemas de clasificador binario:

- **Clasificador 1:** Negro vs. Azul
- **Clasificador 2:** Negro vs. Rojo

- **Clasificador 3:** Azul vs. Rojo

Cada clasificador binario predice una etiqueta de clase. Cuando se ingresan los datos de prueba al clasificador, el modelo con el conteo mayoritario se concluye como resultado.

2.5 Conclusiones

A lo largo de este capítulo se han descrito los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión del conjunto del trabajo, como son:

- Sensor de profundidad [ToF](#)
- Parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara
- Transformación de coordenadas
- Clasificador [SVM](#)

Una vez definidos los mencionados conceptos teóricos, es posible abordar con propiedad el desarrollo del trabajo desde un punto de vista práctico.

Capítulo 3

Desarrollo

3.1 Introducción

En este capítulo se describe el desarrollo del trabajo realizado. En líneas generales, el diagrama de bloques del sistema (que se muestra en la figura 3.1) se compone de diferentes etapas que se describen en detalle a lo largo de este capítulo, y se resumen a continuación.

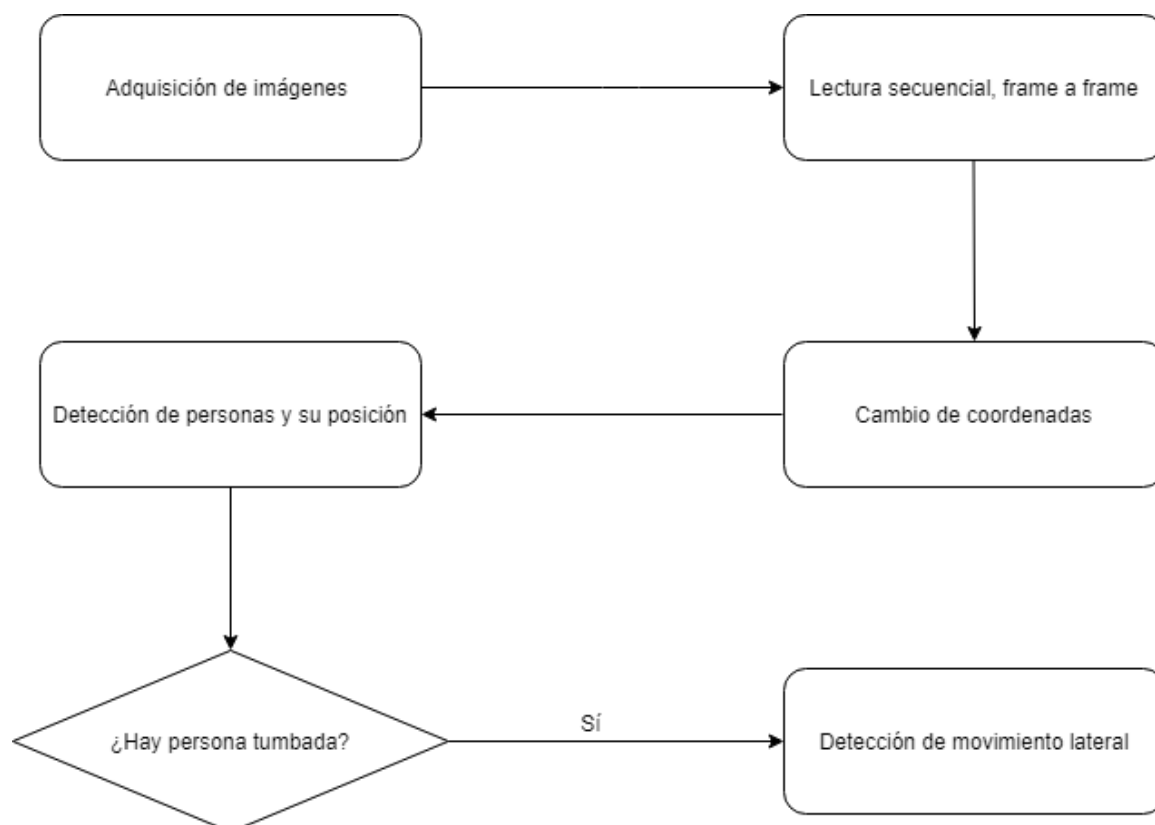


Figura 3.1: Diagrama de bloques del sistema

Como se ha comentado en la Introducción a este TFG, la adquisición de las imágenes se realiza con una cámara de profundidad, en concreto una Kinect II [11], ubicada en una posición frontal, elevada, para incrementar el área de cobertura, y facilitar la instalación de la cámara. Esta ubicación de la cámara aumenta la complejidad de la algoritmia al poder aparecer oclusiones, sin embargo facilita la instalación

de la cámara, al no requerir una altura tan elevada como en el caso cenital (superior a 3 metros) para la visualización de la zona de interés completa.

Para la primera imagen adquirida, se extraen las características geométricas de la escena (distancia al suelo de la cámara, tamaño y posición de la cama), que se emplearan posteriormente para la detección de la persona y el análisis de su movimiento.

Posteriormente, para cada nueva imagen adquirida se realiza una transformación de coordenadas, que permite cambiar el sistema de referencia de las coordenada 3D de la escena, para convertirlo en uno más adecuado para la utilización de la algoritmia disponible, que se ubica en un punto de referencia de la escena (esquina de la cama en este caso), a fin de facilitar el posterior análisis.

El siguiente paso es la detección de personas sobre la cama (sentadas o tumbadas) o en el borde de ésta. Así, se analiza la posible presencia de personas en la escena y su ubicación. Una vez detectada una persona, se realiza un seguimiento de su posición, detectando las transiciones entre estados (sentada, tumbada, de pie). Además, en caso de que la persona se encuentre tumbada sobre la cama, se realiza la detección de posibles movimientos laterales.

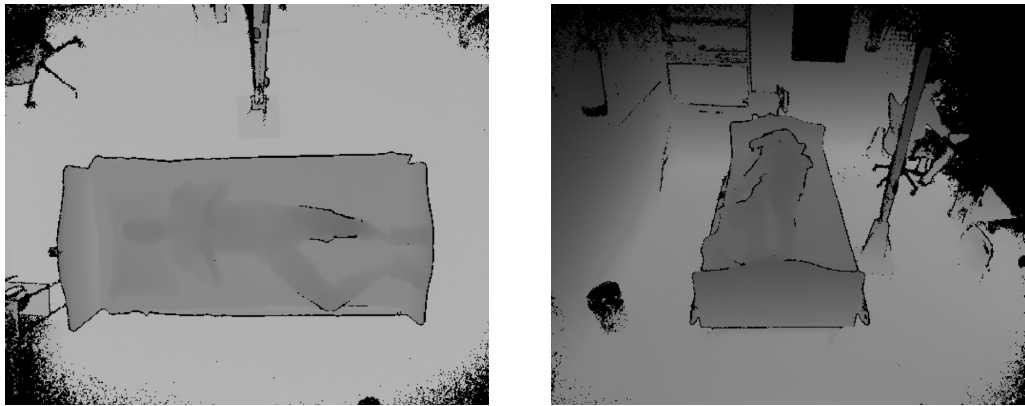
3.2 Punto de partida

El objetivo principal es la detección de personas en la escena en tres tipos de posiciones: de pie al lado de la cama, sentada al borde de la cama y sobre la cama. En caso de detectar una persona tumbada, se analiza también su movimiento sobre la cama. Como se comentó en la introducción (1), el punto de partida de este TFG es el trabajo desarrollado previamente en el grupo de investigación, para la detección de personas y su postura con la cámara ubicada en posición cenital [1]. Para este trabajo previo, se requiere que la cámara esté en posición cenital, y perpendicular a la cama, ya que detecta el suelo y la cama por ser grandes superficies planas bajo la cámara.

Como se comentó en la introducción (1), el punto de partida de este TFG son los trabajos previos desarrollados en esta línea en el marco del grupo de investigación GEINTRA, para la detección de personas y su postura con la cámara ubicada en posición cenital [1]. Para este trabajo previo, se requería que la cámara esté en posición cenital, y perpendicular a la cama, ya que detecta el suelo y la cama por ser grandes superficies planas. Ésto, junto con la ausencia de oclusiones, facilita el desarrollo de algoritmia, sin embargo, también presenta limitaciones.

Para obtener una imagen lo suficientemente amplia desde la cámara cenital, que abarque una escena apropiada de la cama y sus alrededores, se necesita una altura hasta el techo de cerca de 3 metros (un mínimo de 2.77 en el estudio anterior [1]), algo que no siempre es posible. Por lo tanto, puede ser difícil detectar a una persona junto a la cama debido a que el área de trabajo es muy pequeña. Además, situar la cámara, de 4 kg de peso [9, 11], a casi 3 metros de altura, justo encima del paciente, supone un riesgo para el mismo. En la imagen (3.2a) se observa la visión desde la cámara en posición cenital, en contraposición con la ubicación frontal.

En este TFG se ha abordado modificar este software previo de forma que permita emplear la cámara en posición frontal (aumentando el área bajo análisis, pero incrementando también la complejidad de las tareas de detección y análisis postural de la persona). Con la cámara frontal se resuelve el problema del área de análisis insuficiente, ya que la altura habitual de un techo es más que suficiente para obtener resultados apropiados. Además, permite situar la cámara sobre un área segura para el paciente y el resto de posibles ocupantes de la escena. En la figura 3.2b se muestran dos ejemplos de la escena vista con la cámara en posición frontal (figura 3.2b(b)), en contraposición con la ubicación cenital (figura 3.2b(a)).



(a) Imagen de distancias con la cámara en posición cenital

(b) Imagen de distancias con la cámara en posición frontal

Figura 3.2: Ejemplos de imágenes de distancia para las diferentes posiciones de la cámara.

Tras el estudio teórico y el análisis de las diferentes alternativas, para alcanzar los objetivos del TFG se ha planteado realizar, en primer lugar, un cambio de coordenadas, modificando el sistema de referencia de forma que este se encuentre al borde de la cama. De esta forma, las coordenadas 3D representan la posición y altura de cada punto respecto a ese origen de coordenadas, lo que permite reutilizar una parte de la algoritmia disponible.

Sin embargo, la diferencia de punto de vista y la aparición de oclusiones (por ejemplo, de los pies de la cama que ocultan parte de la persona), han hecho necesario modificar el algoritmo de detección de personas y de obtención de su posición.

A continuación, en el apartado 3.3 se describe el proceso de obtención de las matrices de rotación y traslación para realizar el cambio del sistema de referencia. Posteriormente, en el apartado 3.4 se describe la propuesta desarrollada para la detección de las personas, así como su localización y el análisis del movimiento lateral.

3.3 Calibración del sistema. Obtención de las matrices de transformación.

Como se ha comentado previamente, con el objetivo de poder utilizar parte de los algoritmos desarrollados previamente, el primer paso del trabajo desarrollado fue la transformación de coordenadas de forma que en lugar de emplear el sistema de referencia de la cámara, se represente la información 3D respecto a un sistema de referencia global, ubicado en un punto fijo del entorno.

El uso de la transformación inicial del punto de referencia permite un análisis de los datos es notablemente más sencillo que en el primer caso. Por ejemplo, objetos paralelos al plano horizontal, como la cama, componen, a su vez, planos con igual o similar valor en el eje Z (vertical), lo cual hace que su detección sea mucho más sencilla. Además, realizar la transformación ofrece una imagen de la estancia similar a la que se obtendría en el trabajo anterior [1], permitiendo tomar como punto de partida la algoritmia disponible.

A continuación se detalla el proceso seguido para la obtención de las matrices de transformación (rotación y traslación) a partir de la información de profundidad. Cabe destacar que este proceso sólo debe ejecutarse una vez al instalar la cámara, durante la calibración de la misma. Además, en este proceso

también puede determinarse la geometría de la escena, obteniendo la altura de la cámara respecto al suelo, así como la posición y altura de la cama.

Se entiende como transformación de coordenadas el proceso mediante el cual cada imagen analizada pasa de estar referenciada respecto a los ejes originales a tener un nuevo sistema de referencia de mayor conveniencia. Las características de los ejes originales responden a la representación natural de las imágenes en una cámara de profundidad basada en ToF. El sistema de referencia original, cuya nomenclatura es Γ_c , tiene las siguientes características, (que se pueden observar en la figura 3.3):

- **El origen de referencia (0_c)** es la propia cámara.
- **Las direcciones de los ejes X_c e Y_c** corresponden, respectivamente, con las de los ejes x e y del plano imagen.
- **El eje Z_c** es ortonormal a X_c e Y_c , y representa los valores de profundidad, o distancia a la cámara, en cada píxel.

Mediante el proceso de cambio de coordenadas, se obtiene un sistema de referencia global, nombrado como Γ_ω en la figura 3.3, con las siguientes características:

- **El origen de referencia (0_ω)** es un punto fijo y conocido de la escena, y está desplazado respecto de 0_c . La línea imaginaria que une ambos puntos conforma la matriz de traslación \mathbf{T} .
- **Los ejes X_ω , Y_ω y Z_ω** están rotados respecto de los originales, a fin de obtener una orientación idónea para el análisis, en la que los valores de la coordenada Z_ω corresponden a la altura. La relación de rotación entre dichos ejes conforma la matriz de rotación \mathbf{R} .

En la figura 3.3 se muestran de forma esquemática las ubicaciones de los sistemas de coordenadas de la cámara (Γ_c) y del mundo (Γ_ω) respecto a la ubicación de la cámara y la cama en la escena. Se puede observar que el nuevo sistema de referencia proporciona una representación de la escena 3D más adecuado para los objetivos del TFG, haciendo que el suelo y la cama se encuentren en planos paralelos al plano formado por los nuevos ejes X_ω e Y_ω .

Dicho sistema de referencia debe colocarse en un punto del cual se conozca la relación que tiene con el resto de la escena. Si está en un punto conocido, facilita encontrar la relación con el resto de elementos, como pueden ser el suelo y la cama. Con el objetivo de facilitar este proceso, como se observa en la imagen, se ha elegido como origen de coordenadas la esquina de la cama porque permite definir puntos a 90° para que los ejes sean ortogonales.

De esta forma, si la cama está alineada con la estancia, se puede hacer coincidir X_ω con el eje horizontal, e Y_ω con el eje longitudinal, tanto de la cama como de la estancia. Finalmente, Z_ω coincide con la altura de la habitación, lo cual resulta clave a la hora de detectar los planos más importantes de la escena (suelo y cama), y, por lo tanto, las personas presentes.

3.3.1 Matrices de transformación

Para realizar la transformación de coordenadas del sistema de referencia de la cámara, Γ_c , al nuevo sistema de referencia, Γ_ω , se utiliza una matriz de rotación $R_{3 \times 3}$ y un vector de traslación $T_{3 \times 1}$.

El primer paso es el más sencillo. Es necesario trasladar el origen de coordenadas del centro del plano imagen del sensor de profundidad al punto deseado. Para ello, se necesita un vector de traslación con las coordenadas X , Y y Z .

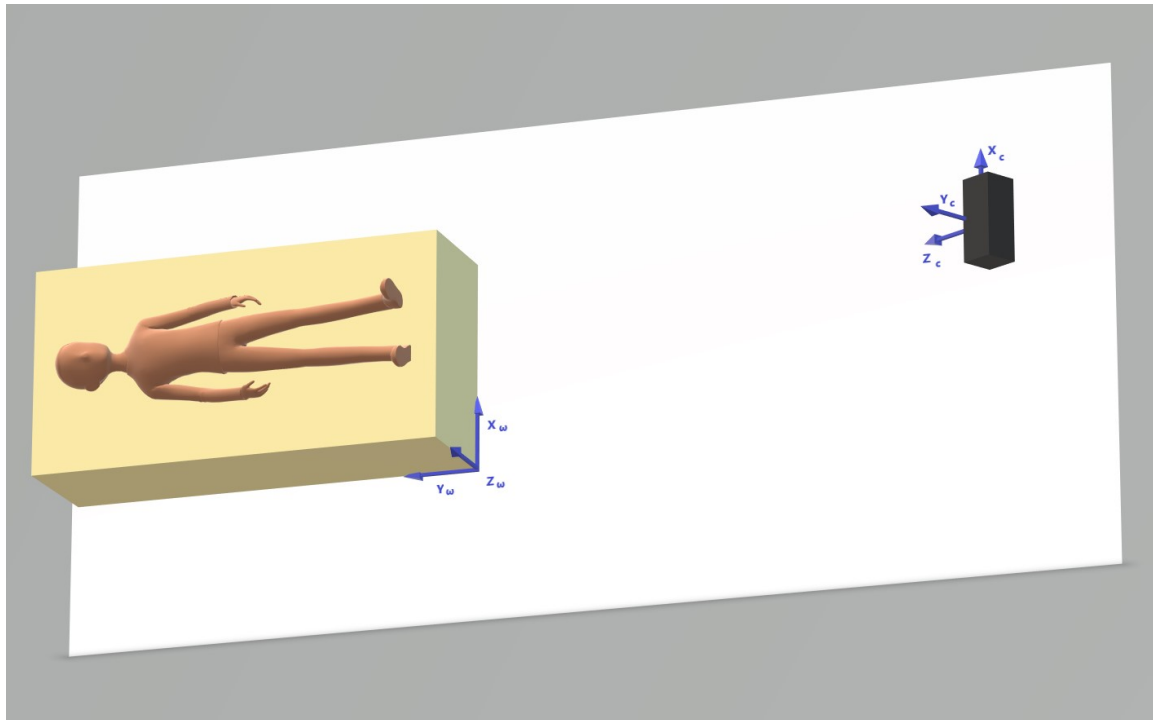


Figura 3.3: Representación del sistema de coordenadas original centrado en la cámara (Γ_c), y tras la transformación de coordenadas (Γ_ω).

Este vector T está formado por las coordenadas del nuevo origen de coordenadas Γ_ω (0_ω), respecto al original de la cámara Γ_c . Es decir, si: $\vec{0}_\omega = (0_x, 0_y, 0_z)^T$ son las coordenadas del punto elegido en Γ_c , entonces la matriz de traslación responde a la siguiente ecuación:

$$T = \begin{pmatrix} -0_x \\ -0_y \\ -0_z \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

Este punto 0_ω es elegible por el usuario en tiempo real, a fin de facilitar la calibración inicial del sistema. Posteriormente, este hecho debe ayudar a la hora de conformar un sistema universal que sea independiente de las distintas camas y estancias en las que se pudiese utilizar.

En el siguiente paso se debe generar un nuevo sistema de referencia alrededor del nuevo punto de origen, con sus coordenadas (X, Y, Z) . Para ello, se crean los correspondientes vectores unitarios ortogonales, coincidentes con algún elemento de la escena susceptible de servir de referencia, como puedan ser la conjunción de las paredes con el suelo o, mejor aún, una esquina de la cama.

Cada uno de estos vectores, a su vez están compuestos de una terna de valores, que se corresponden con las componentes (X, Y, Z) de la representación de esos puntos en el sistema de referencia del sensor de profundidad.

Así pues, en lugar de un vector, se tiene una matriz (ecuación (3.3)) con las componentes anteriores.

La matriz R está formada por las coordenadas de los vectores unitarios: $\vec{i}_\omega, \vec{j}_\omega, \vec{k}_\omega$ respecto a Γ_c (se debe obtener a partir de la información que ofrece el sensor de profundidad). Si las coordenadas de los vectores unitarios y ortogonales dle sistema de referencia Γ_ω en el sistema de referencia de la cámara son

los mostrados en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\vec{i}_\omega &= (i_{\omega x}, i_{\omega y}, i_{\omega z})^T \\ \vec{j}_\omega &= (j_{\omega x}, j_{\omega y}, j_{\omega z})^T \\ \vec{k}_\omega &= (k_{\omega x}, k_{\omega y}, k_{\omega z})^T\end{aligned}\tag{3.2}$$

entonces, la matriz R se define según se muestra en la ecuación 3.3.

$$R = \begin{pmatrix} i_{\omega x} & i_{\omega y} & i_{\omega z} \\ j_{\omega x} & j_{\omega y} & j_{\omega z} \\ k_{\omega x} & k_{\omega y} & k_{\omega z} \end{pmatrix}\tag{3.3}$$

Finalmente, cualquier punto tomado con la cámara de profundidad de coordenadas $P_c = (X_c, Y_c, Z_c)^T$ en Γ_c , puede representarse con coordenadas $P_\omega = (X_\omega, Y_\omega, Z_\omega)^T$ en el sistema de referencia Γ_ω multiplicando la matriz R por el vector de coordenadas P_c y sumando el vector T .

A continuación se detalla el proceso para obtener la matriz de rotación y el vector de traslación empleado en este TFG.

Para realizar la transformación de las coordenadas del sistema de referencia Γ_c a Γ_ω , cuyo origen de coordenadas ha sido previamente elegido en un punto conocido de la escena (como la esquina de la cama), se han desarrollado varios *scripts* en Matlab que permiten:

- Elegir el origen de coordenadas y la dirección de los ejes X_ω e Y_ω (Obtener_matrices_RT)
- Proyectar las coordenadas del plano imagen (x, y) a coordenadas 3D en el sistema de referencia de la cámara (coord3DKinect)
- Realizar la transformación de coordenadas de la cámara al nuevo sistema de referencia Γ_ω empleando las matrices obtenidas previamente (Cambio_coordenadas).

El primer de estos *scripts* (Obtener_matrices_RT) únicamente se ejecuta una vez al instalar la cámara, mientras que la transformación de coordenadas se realiza con los *scripts* coord3DKinect y Cambio_coordenadas para cada nueva imagen de profundidad disponible.

A continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de los *scripts* implementados.

3.3.2 Obtención de las matrices de Traslación y Rotación

Mediante el *script* **Obtener_matrices_RT** se obtienen las matrices de traslación y rotación, para transformar los puntos en el sistema de referencia de la cámara a un sistema de referencia global Γ_ω cuya ubicación se elige seleccionando diferentes puntos sobre el plano imagen. Dicho sistema de coordenadas es el que se emplea para el análisis de los vídeos tomados con la cámara frontal. Una vez realizada la integración, la ejecución de esta aplicación se realiza, opcionalmente, con el primer *frame* del primer vídeo a analizar. Solo es necesario ejecutar este *script* a modo de calibración, la primera vez que se utilice la cámara en el entorno a estudiar. Por lo tanto, cada conjunto de vídeos a analizar debe corresponder a la misma escena. El diagrama de flujo del *script* se muestra en la figura 3.4.

En primer lugar, se requiere al usuario que seleccione los puntos del nuevo sistema de coordenadas, haciendo click con el ratón, en los puntos elegidos sobre una imagen de muestra. Dichos puntos corresponden a:

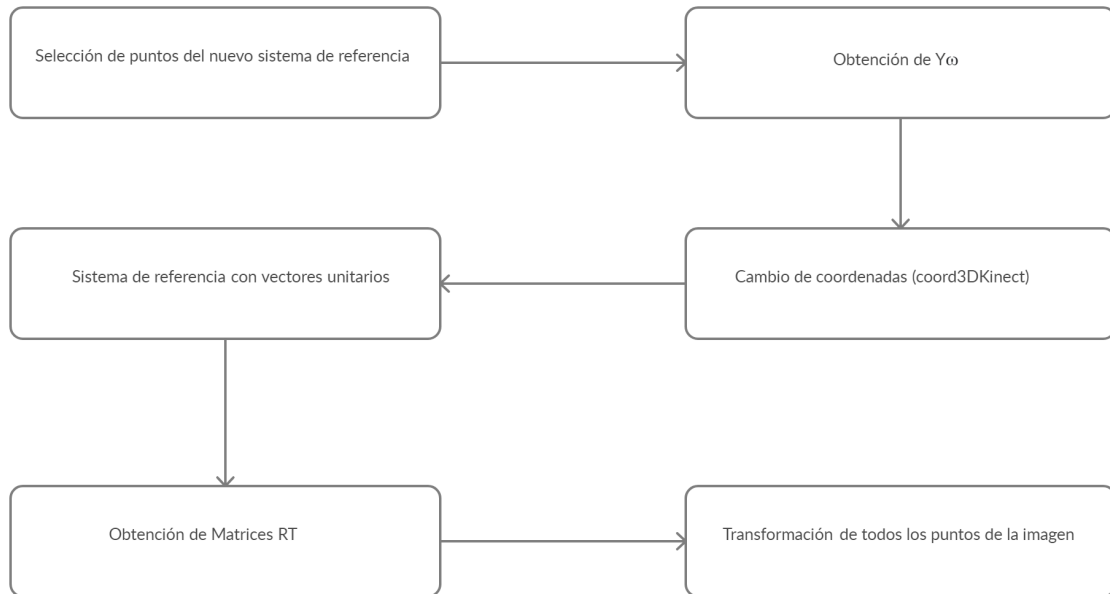


Figura 3.4: Diagrama de flujo del *script* *Obtener matrices RT*

- **Nuevo origen de referencia:** debe ser un punto fácilmente identificable visualmente, que facilite el referenciado global de la imagen sobre el mismo. En el estudio se usa la esquina de la cama.
- **Punto en el nuevo eje X_ω :** debe ser paralelo al suelo y, a poder ser, coincidir con referencias visuales de la estancia, como la cama o las paredes.
- **Punto en el nuevo eje Z_ω :** debe ser perpendicular al suelo, para hacer coincidir la profundidad obtenida por la cámara con la altura inversa de la habitación.

En la figura 3.5 se muestra un ejemplo del proceso de selección de puntos sobre una imagen de profundidad. En esta figura se pueden observar los puntos seleccionados (representados con círculos rojos), la dirección del eje X_ω (en color verde) y del eje Z_ω (en color negro).

Los puntos seleccionados se encuentran sobre el plano imagen, por lo que es necesario realizar su proyección al espacio 3D utilizando la matriz de proyección de la cámara (como se detalla en el apartado 2.3.1) y la información de profundidad correspondiente a la coordenada Z_c (la función *coord3DKinect* se detalla seguidamente en el *script* homónimo, en la sección 3.3.3). De esta forma, se obtienen las coordenadas 3D en Γ_c de los puntos correspondientes al origen de coordenadas de Γ_ω y las direcciones de los ejes X_ω y Z_ω seleccionados previamente. Con esta información, puede calcularse la dirección del eje Y_ω , ortogonal a los dos anteriores.

Para que sea un sistema de referencia propiamente dicho, es necesario que los vectores del mismo sean unitarios, por lo que cada uno de los vectores obtenidos se divide entre su módulo. Además, para finalizar la obtención del nuevo sistema de referencia, se recalcula $X_{\omega u}$ (el primer vector unitario, que corresponde al eje X) para asegurar que los tres vectores son ortonormales.

A continuación, se representa un modelo en el plano XY con el nuevo sistema de referencia. En la figura 3.6 se puede observar el resultado, con el nuevo sistema de referencia (cuyo centro se representa con "O", y ejes en línea discontinua). Los ejes del sistema de referencia de la cámara estarían centrados en el símbolo "X", con ejes en línea continua. Se representan los puntos 3D sobre el plano XY. Cabe destacar que las zonas blancas en esta figura se deben a que son zonas que están ocluidas en la imagen adquirida con la cámara frontal, por lo que no se tiene información de profundidad en esos puntos.

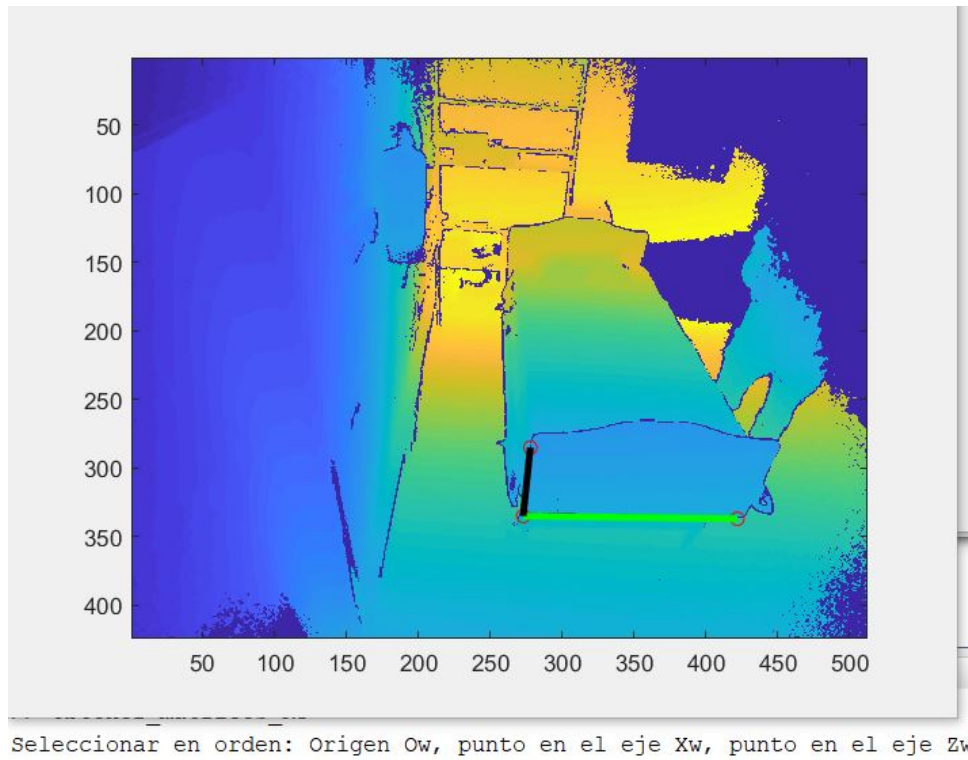


Figura 3.5: Ejemplo de selección de puntos, sobre el plano imagen, para el nuevo sistema de referencia Γ_ω .

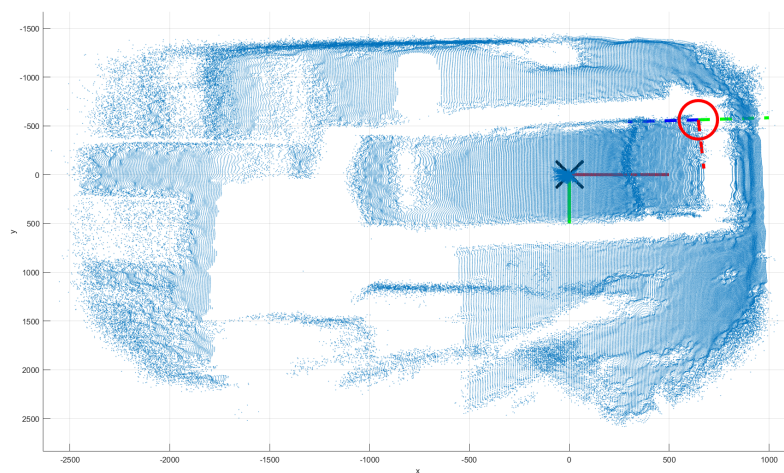


Figura 3.6: Ejemplo de representación de los puntos 3D de la escena respecto al nuevo sistema de referencia.

Tras definir las coordenadas de los nuevos ejes en Γ_c , el siguiente paso es formar la matriz de traslación (ecuación 3.3) y el vector de traslación (ecuación 3.1) tal como se explicó previamente.

Para finalizar, se debe comprobar que el nuevo sistema de referencia es adecuado para la detección de las personas, así como su localización. Para ello se aplica la transformación de coordenadas a los puntos de la escena y se representa la imagen obtenida en el nuevo sistema de referencia. En primer lugar se obtienen las imágenes en escala de colores, para una visualización más intuitiva. En la imagen 3.7 se muestra el resultado obtenido en una proyección bidimensional desde el punto de vista de la cámara. A la izquierda se tiene una imagen en la que se representa la distancia a la cámara (más azul cuanto más cerca, más amarillo cuanto más lejos). A la derecha, por el contrario, se representa la distancia al nuevo plano de referencia (en el ejemplo, la base de la cama). Por lo tanto, los puntos equidistantes a dicho plano (paralelo al suelo), tendrán el mismo valor en el eje Z, y serán representados con el mismo color. Los tonos serán más amarillos cuanto más por encima del plano origen se encuentren, y más azules cuanto más por debajo. Como se ve en la imagen, el plano XY de referencia está representado por una tonalidad azul celeste.

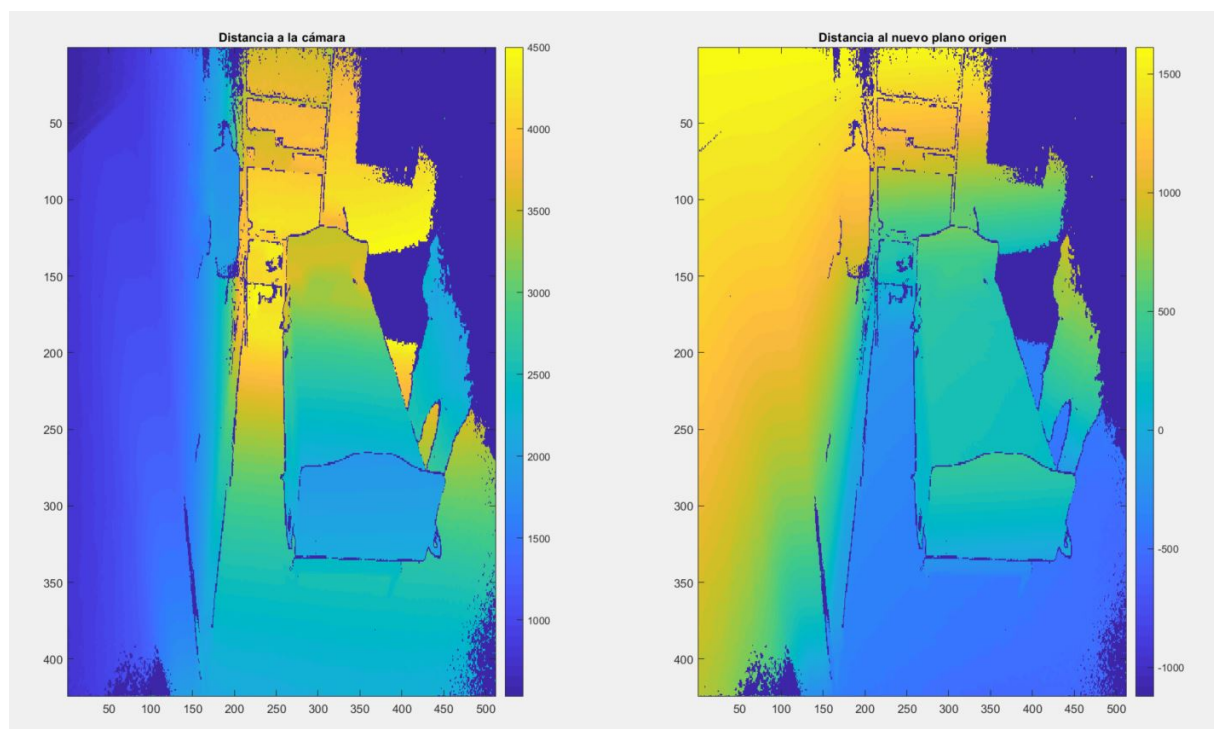


Figura 3.7: Distancia a la cámara (izda.), frente a distancia al nuevo plano origen (dcha.).

En ambas imágenes se observa, especialmente en la esquina superior derecha, un área de color uniforme azul marino, lo cual indicaría, respectivamente, máxima proximidad a la cámara, y máxima proximidad al suelo. Esto se debe a que dicha región queda fuera del alcance del sensor, y por tanto las ondas enviadas no regresan al mismo, produciéndose un *timeout*. Por lo tanto, el valor representado en dichos píxeles de la imagen es inválido (*NaN*). Matlab toma para estos valores la tonalidad correspondiente al valor mínimo (más azul).

Por último, se representa la imagen de distancias en 3D, comparando el sistema de referencia de la cámara frente al nuevo sistema de referencia (3.8). El origen de ambos se marca con un círculo rojo. El eje X se marca en rojo, el eje Y en verde y el eje Z (profundidad), en azul. Se puede observar que las imágenes tomadas por el sensor Microsoft Kinect v2 [9, 11] son inversas, como si de un espejo se tratase.

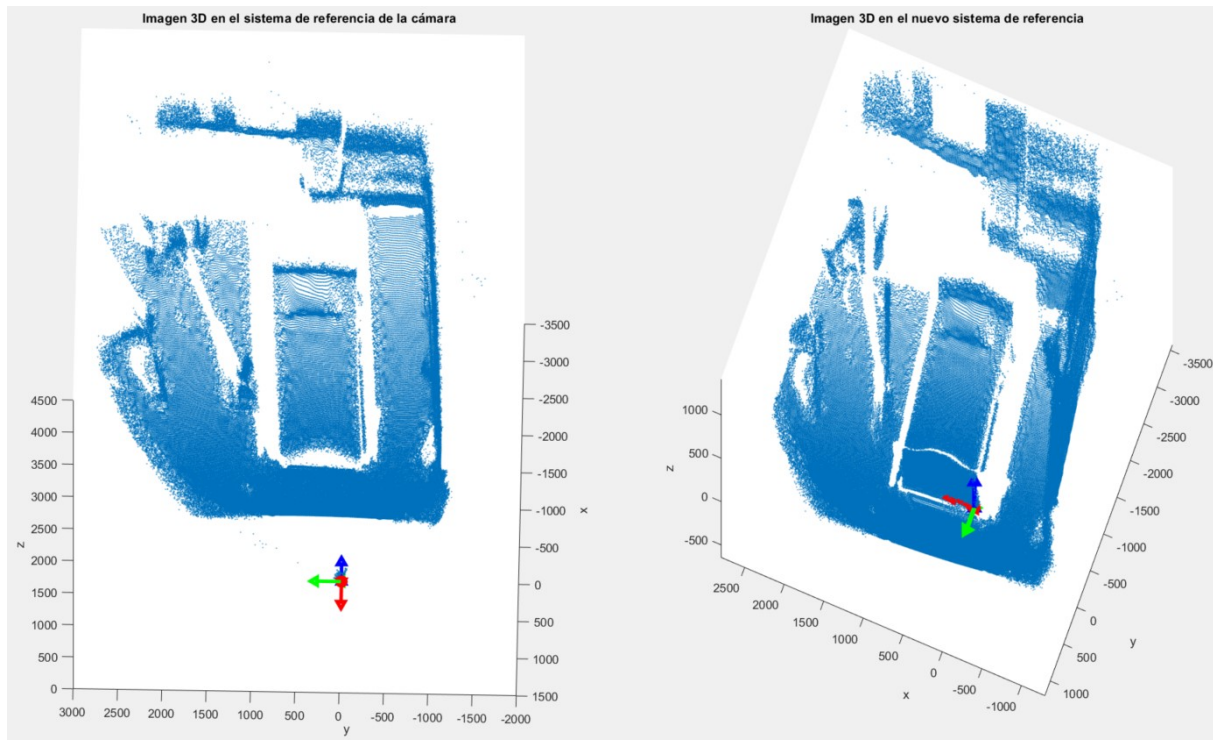


Figura 3.8: Representación 3D en el sistema de referencia de la cámara (izda.), frente al nuevo sistema de referencia (dcha.).

3.3.3 Transformación de coordenadas

Como se ha comentado previamente, el *script coord3DKinect* se encarga de la transformación de coordenadas del plano imagen al sistema de referencia de la cámara, empleando para ello la matriz de parámetros intrínsecos de la cámara, previamente cargada, como se describe en el apartado 2.3.

Partiendo de las coordenadas sobre el plano imagen (x, y) y del valor de profundidad Z_c es posible obtener las coordenadas 3D de un punto determinado, o de todos los puntos de una imagen aplicando las siguientes ecuaciones:

$$X = (x - cx_d) .* Z / fx_d;$$

$$Y = (y - cy_d) .* Z / fy_d;$$

Por otro lado, el *script Cambio_coordenadas* contiene la función que obtiene las coordenadas 3D ya transformadas al nuevo sistema de referencia, utilizando las matrices R y T calculadas previamente (carga el fichero *matricesRT.mat*). Con esta función se puede transformar a este nuevo espacio cualquier imagen de la misma escena (cámara en la misma posición). El diagrama de flujo del *script* se muestra en la figura 3.9.

Dado que las imágenes almacenadas son mapas de profundidad, en primer lugar se llama a la función *coord3DKinect* (explicada anteriormente) para llevar a cabo la transformación de coordenadas del plano imagen al sistema de referencia de la cámara.

A continuación, se utilizan las matrices R y T , en conjunto con las coordenadas del sistema de referencia de la cámara, para obtener, finalmente, las coordenadas transformadas al nuevo sistema de referencia Γ_ω (ecuación 3.4). Cabe mencionar que es necesario adaptar las nuevas medidas de los valores en el eje Z , donde actualmente habría distancias positivas y negativas respecto del nuevo origen, para

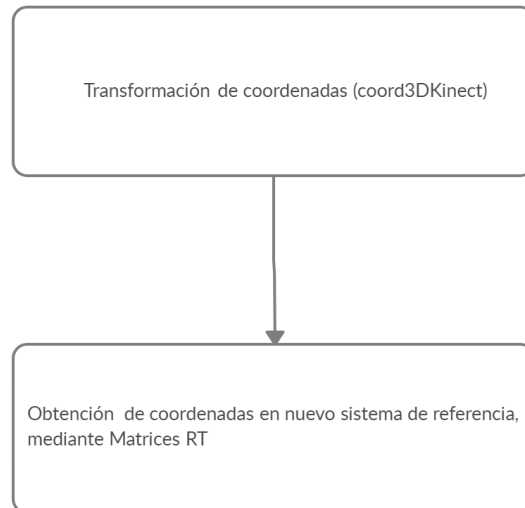


Figura 3.9: Diagrama de flujo del *script Cambio_coordenadas*

simular la distancia que se obtendría con una cámara cenital. Para ello, el punto más alto de la escena es el “0”, y el punto más bajo, típicamente el suelo, corresponde con el valor de máxima distancia.

$$\begin{pmatrix} P_{x\omega} \\ P_{y\omega} \\ P_{z\omega} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} P_{xc} \\ P_{yc} \\ P_{zc} \end{pmatrix} + T \quad (3.4)$$

Como ejemplo, en la figura 3.10 se representa el resultado de la imagen en el nuevo sistema de referencia, donde se observa que la esquina inferior izquierda de la cama correspondería con el punto (0, 0, 0), y los ejes coinciden con la misma.

Tras la transformación de datos puede parecer que el sistema ya está listo para funcionar con la algoritmia disponible. Sin embargo, ha sido necesario hacer diferentes modificaciones debido a que la imagen transformada no tiene exactamente la misma geometría que la original, así como por los problemas derivados de las oclusiones, que producen zonas en las que no se tiene información. Además, durante el desarrollo de este TFG se han introducido diversas mejoras para mejorar la precisión del sistema.

3.4 Análisis de la escena

A continuación se detallan las etapas necesarias para el análisis de la escena, con el fin de realizar la detección de personas en la escena y, en caso de detectar una persona tumbada en la cama, el movimiento lateral de la misma.

En el contexto de este TFG, se desea detectar a las personas que se encuentren tumbadas o sentadas en la cama, o de pie al borde de ésta. Con esto se plantea detectar la ubicación del paciente, y determinar su movimiento sobre la cama o detectar si se levanta. Así mismo, se debe detectar a las posibles personas que accedan a la escena como acompañantes o cuidadores.

La visión general de las posibles ubicaciones de personas en la escena, así como las posibles transiciones, se muestra en la figura 3.11. Como se puede observar, se han definido diferentes estados que pueden existir, así como las posibles transiciones entre ellos. Cabe destacar que, dado el tamaño del área bajo análisis, se considera que como máximo puede haber dos personas de forma simultánea.

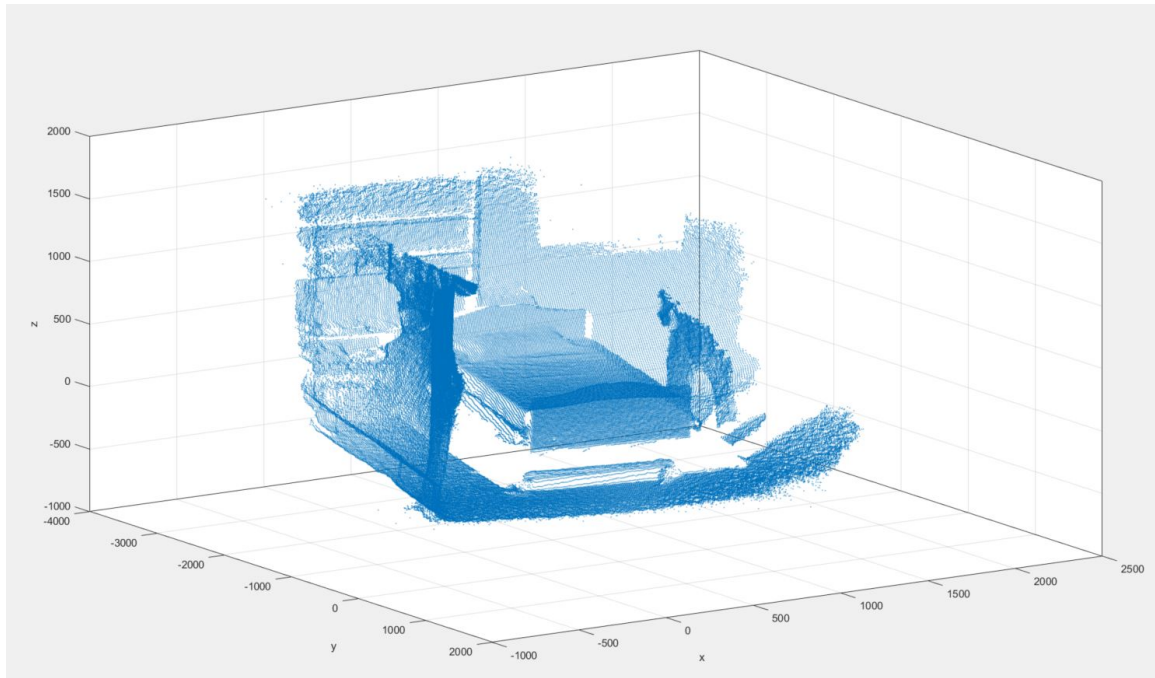


Figura 3.10: Representación en el nuevo sistema de referencia

Como se puede observar en la figura, todas las transiciones entre los diferentes estados son bidireccionales. De la misma forma, los cambios entre estados entre los cuales no hay transición se consideran imposibles, por lo que no están permitidos en el programa. En caso de que se produzca una transición considerada ilegal se detecta y corrige en función de la información disponible. Las transiciones ilegales (bidireccionales) se dan entre los siguientes estados:

- Escena vacía - Persona sentada
- Escena vacía - Persona tumbada
- Persona de pie - Persona tumbada
- Persona sentada en un borde - Persona sentada en el otro borde

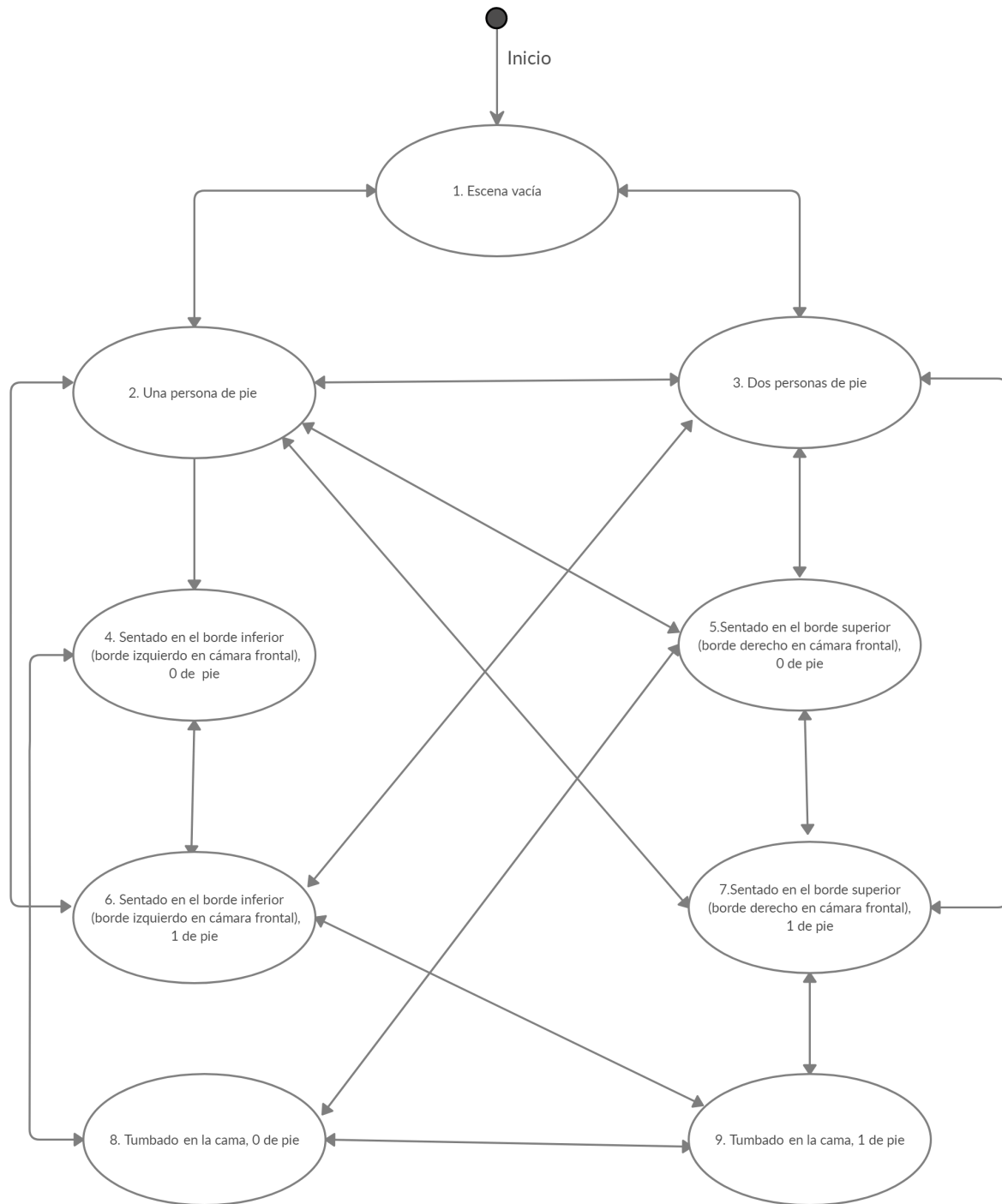


Figura 3.11: Máquina de estados con las posibles ubicaciones de personas en la escena consideradas.

Para el análisis de la escena, se han desarrollado tres *scripts* que incluyen el código necesario. Estos *scripts* se detallan en el apéndice D, y son los siguientes: *main_offline*, *SleepWatcher*, *Frame*, *Log* y *StatesMachine*. Mediante estos *scripts* se realiza un análisis de la escena que permite detectar si hay una o varias personas, su ubicación en la escena (de pie junto a la cama, sentado o tumbado sobre la cama) y analizar las transiciones entre los diferentes estados posibles.

A continuación se detalla cada una de las etapas implementadas en los *scripts* anteriores para el análisis de la escena.

3.4.1 Detección del suelo

El primer paso importante a la hora de comenzar a analizar la escena es detectar el suelo y su distancia a la cámara, para tomarlo como punto de referencia. Para ello, se emplea el histograma [21] de la imagen de distancias proporcionada por el sensor de profundidad. En el histograma se representa gráficamente el número de repeticiones de cada valor de profundidad en la escena. Debido a que el suelo y la cama son las dos superficies planas de mayor extensión, si la transformación de la imagen ha sido correcta, es posible detectar dos zonas con gran acumulación de puntos con valor de profundidad similar, correspondientes al suelo y a la cama. Por lo tanto, para hallar el suelo, se busca el máximo local más a la derecha (mayor distancia a la cámara) del histograma. Concretamente, en el caso de emplear la cámara en posición cenital [1], se buscaba el máximo local que contuviera más del 2% de los píxeles de la imagen.

Al modificar la posición de la cámara, a pesar de la transformación de coordenadas realizada, el efecto de perspectiva, y la existencia de zonas de las que no se tiene información debido a las oclusiones, provocan que la distribución de puntos sea más heterogénea que en el caso cenital, como se puede observar si se compara el ejemplos de histograma obtenido para la cámara en posición cenital (figura 3.12a) con su homólogo para la posición frontal (figura 3.12b). En las figuras se observa que para el primer caso es más “limpio”, con la gran mayoría de los puntos agrupados en torno a 2 valores, los cuales puede deducirse fácilmente que se corresponderían con el suelo y la cama, mientras que en el segundo caso, hay mayor mezcla de valores, lo que dificulta el análisis posterior.

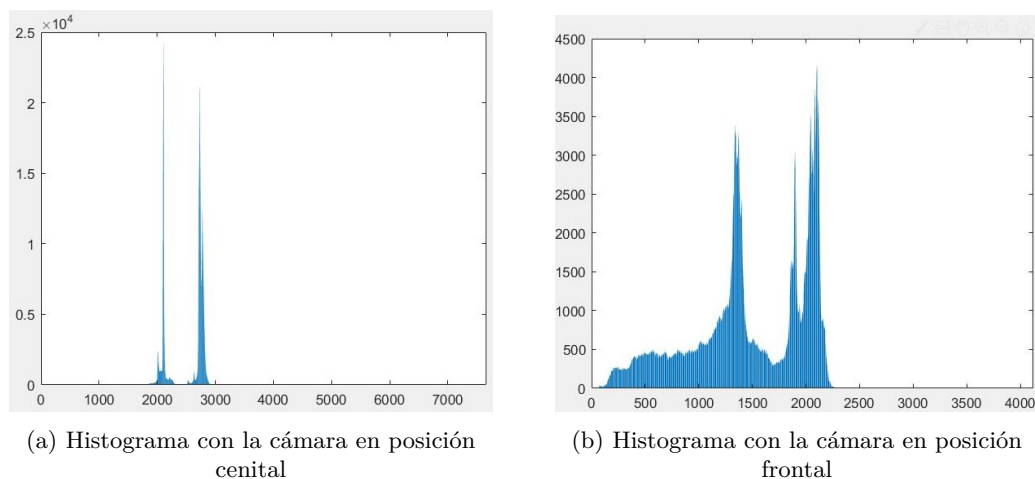


Figura 3.12: Ejemplo de histogramas de distancias para las diferentes posiciones de la cámara.

Para entender este significativo cambio, es conveniente recordar la fase de elección de los nuevos ejes y el consiguiente cambio de coordenadas (figura 3.5). Para obtener los nuevos ejes, se escogen típicamente líneas rectas horizontales y verticales que puedan servir de referencia (cama, patas, etc). Junto a estas zonas, el sensor de profundidad registra discontinuidades, debidas a errores de medida de distancia [22], que dificultan la selección manual de los puntos. Esto provoca que los planos no sean totalmente paralelos al plano $X_\omega - Y_\omega$, por lo que existen diferencias en los valores de Z_ω correspondientes al suelo y la cama. Esto puede observarse en el ejemplo de la figura 3.13, en la que se aprecia como la esquina inferior derecha de la cama presenta valores más bajos (menor distancia al origen, menor altura, tonos más verdes) que la esquina superior izquierda (mayor distancia al origen, mayor altura, tonos más amarillos).

Teniendo en cuenta las limitaciones debido a la transformación de coordenadas, ha sido necesario modificar el proceso de detección de máximos, y los umbrales empleados para determinar que regiones pertenecen a los planos del suelo y la cama. De forma experimental, se ha determinado que con un umbral del 1.5% del número total de puntos, es posible obtener resultados adecuados.

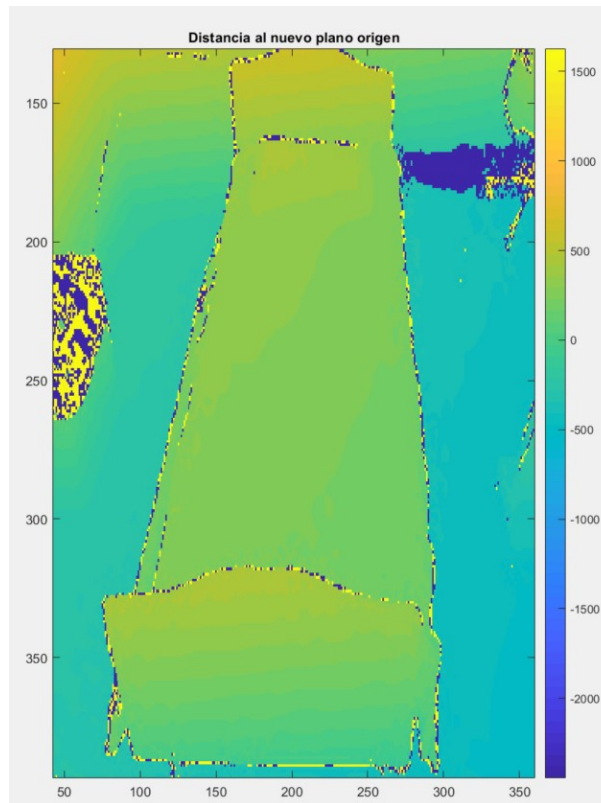


Figura 3.13: Ejemplo de imagen de distancias tras la transformación de coordenadas.

De esta forma se logra detectar el plano del suelo, permitiendo definir la geometría de la imagen, determinando la distancia entre el suelo y la cámara, que se muestra de la siguiente manera:

Floor depth: 2112 mm

Cabe destacar que, en este caso, esta no es la distancia real de la cámara al suelo, como ocurría en el caso de la cámara cenital, ya que se ha realizado una transformación de coordenadas. Tras realizar dicha transformación, el plano $Z = 0$ pasa a estar ubicado en el punto escogido (esquina de la cama en este caso). Por comodidad, se ha desplazado el eje Z para que el punto 0 pase a ser el valor más alto de la escena, y el valor máximo el más alejado del mismo (típicamente el suelo). De esta forma, se obtienen unos valores de distancia en el eje Z similares a los obtenidos con la cámara en posición cenital.

Tras la detección del suelo, para el resto del trabajo se modifica de nuevo el sistema de coordenadas convirtiendo la imagen de distancias a una imagen de alturas. Para ello se resta al valor máximo de distancia (en este caso la distancia al suelo calculada previamente) a los valores de la imagen. Con este cambio cada valor del mapa de distancias representa la altura del punto correspondiente respecto al suelo.

3.4.2 Detección de la cama

Tras la detección del suelo, para determinar qué puntos corresponden a la cama se busca la superficie plana más grande sobre el nivel del suelo.

Inicialmente, con la cámara en posición cenital, se realizaba una búsqueda de puntos en intervalos de 2 cm de altura, a partir de una altura de 15 cm del suelo, seleccionando la altura de la cámara como la del intervalo con una mayor cantidad de puntos. Posteriormente se enmascara la imagen para usar un

filtro únicamente sobre ese intervalo. La mayor superficie es seleccionada como la cama, obteniéndose una máscara para la misma, así como las coordenadas del recuadro que la engloba.

Sin embargo, al modificar la ubicación de la cámara, se tiene un efecto similar al del suelo, debido a que el plano de la cama no es completamente paralelo al plano $X_\omega - Y_\omega$, como se puede observar en la imagen de ejemplo de la figura 3.13. Debido a que la diferencia entre las regiones con mayor y menor altura de la cámara superan los 2 cm, al realizar la detección mediante el análisis de franjas de esa altura, únicamente se detecta una parte de la cama, como se puede observar en el ejemplo de la figura 3.14.

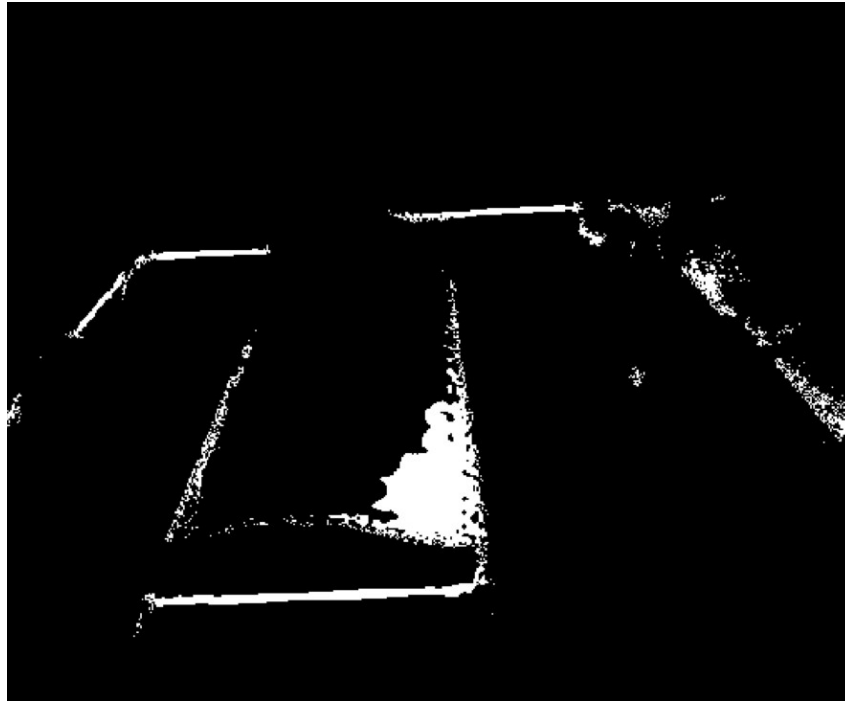


Figura 3.14: Resultado de la detección de la cama empleando la propuesta descrita en [1] sobre la imagen de alturas transformada.

Para mejorar la detección de la cama, ha sido necesario realizar un ajuste experimental del umbral empleado, aumentándolo hasta 9 cm para facilitar la correcta detección. No obstante, cabe recordar que a la hora de obtener una correcta transformación de la imagen, son especialmente importantes la ubicación de la cámara y la selección de los nuevos ejes para dicha ubicación. Una elección incorrecta de ejes conllevaría una deficiente transformación de la imagen, y por tanto dificultaría o imposibilitaría el análisis de la escena.

Tras este cambio, la cama se detecta correctamente, como puede observarse en la figura 3.15, lo que permite continuar con la detección de las personas en la escena.

Cabe mencionar que, aunque la cama se detecte de forma correcta, uno de los problemas de la cámara en posición frontal respecto a la ubicación cenital es que se producen oclusiones. Por ejemplo, en la imagen de la figura 3.15, el pie de la cama ocluye la parte inferior de la cama, por lo que puede tapar en parte a la persona, impidiendo detectar los pies del paciente.

Cabe destacar que sólo es necesario realizar la detección del suelo y la cama para la primera imagen adquirida al instalar el sistema, o si se modifica la posición de la cama en la escena, mientras que las siguientes etapas deben ejecutarse para cada nueva imagen captada.

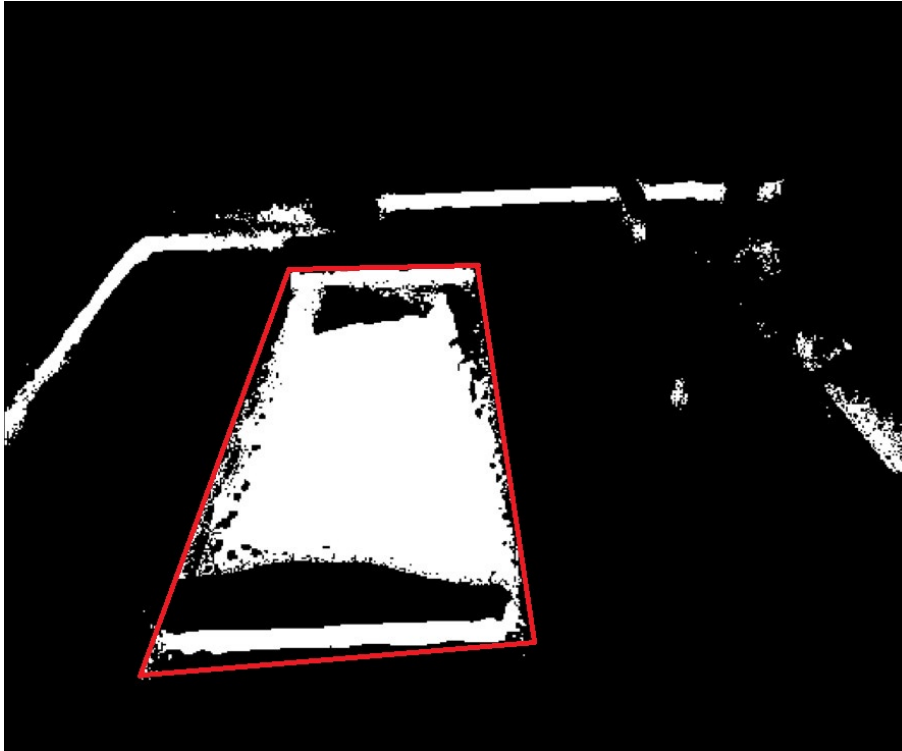


Figura 3.15: Detección de la cama con el nuevo paso. Interferencia del pie de cama

3.4.3 Detección de personas

Conocida la ubicación de la cama, la detección de personas en la escena: de pie junto a la cama, o sobre ésta (tumbado o sentado) se realiza a partir de la segmentación de la matriz de alturas, determinando qué áreas están ocupadas. Se considera que se trata de una persona, si el número de píxeles que ocupa supera un determinado umbral.

En el caso de las personas que se encuentran en pie, se analiza el área de la escena que queda fuera de la máscara de la cama (que se puede ver en el ejemplo de la , figura 3.15. Tomando el suelo como valor de $Z_{\omega} = 0$, se analizan regiones de puntos adyacentes a partir de los 30 cm de altura, a fin de detectar también personas cercanas a los bordes de la escena. En caso de que el área de un objeto segmentado en la región adyacente a la cama tenga entre 3000 y 150000 píxeles (de un total de 217088 de una imagen de 512 x 424), será identificado como persona en pie.

En el caso de la detección de personas sobre la cama (sentadas o tumbadas) se realiza una segmentación y posterior análisis de la región de la cama previamente detectada. Cabe destacar que se analizan las medidas que se encuentren dentro de un determinado rango de alturas sobre la cama, que se ajusta de forma experimental para que incluya personas tanto tumbadas como sentadas, pero no incluya la superficie de la cama ni posibles elementos de la misma como barras, cabecero, etc.

Al igual que en el caso anterior, para considerar que un elemento segmentado es una persona se aplica un umbral al número de píxeles del área ocupada. Una vez detectada la persona, se extrae un vector de características formado por tres elementos: el área ocupada, la altura máxima respecto a la cama y el ratio entre altura y anchura.

El siguiente paso es discernir si el paciente está sentado o tumbado. Para ello, se emplea un clasificador *SVM*, explicado previamente en el apartado 2.4. Dicho clasificador emplea el vector de características extraído previamente (que incluye el área y la altura (respecto de la cama) de la figura, así como el

mencionado ratio anchura/altura) para determinar el estado de la persona en la cama. En el caso de que el paciente esté tumbado, se procede a analizar el posible movimiento lateral del mismo. Si, por el contrario, se encuentra sentado, es necesario detectar en qué lateral de la cama lo hace. Para ello, se busca el centroide del área del paciente, y se halla su ubicación a la izquierda o a la derecha del centro de la cama.

3.4.4 Análisis del movimiento lateral

Finalmente, en caso de que el paciente se encuentre tumbado en la cama, se analiza el posible movimiento lateral del mismo. Para ello, se monitoriza la ubicación de la persona sobre la cama, concretamente la cabeza de la misma. Una vez que se produce un movimiento lateral, y cuando la persona ha regresado a una posición estable, se calcula la diferencia entre la nueva y la anterior posición, como el porcentaje de la anchura de la cama que se ha desplazado. El signo de la diferencia entre ambas posiciones estables determina el sentido del movimiento. Se define posición estable como aquella que se mantiene durante un tiempo seleccionable, tres segundos en el caso de este estudio.

La modificación de la posición de la cámara de cenital a frontal dificulta de forma significativa la detección correcta de la cabeza del paciente. Un ejemplo de detección incorrecta, que hace imposible el análisis del movimiento lateral, se muestra en la figura 3.16. En ella, se observa que la detección de la cabeza (punto rojo en la imagen) no es correcta, debido a la inversión de los ejes de la imagen. Adicionalmente, se observan discontinuidades, o puntos no válidos (valor Not a Number (No número) (NaN) en blanco). Por último, la perspectiva hace que la parte superior de la cabeza quede fuera del área delimitada como cama, como se detallaba en el apartado 3.4.2, lo cual dificulta la detección de la cabeza.

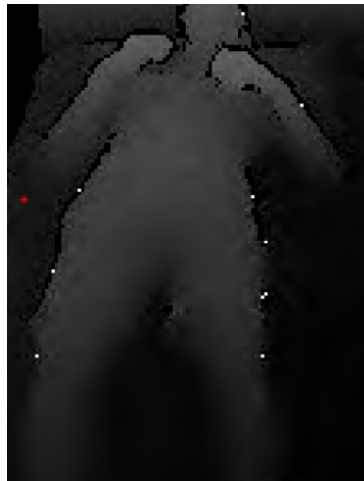


Figura 3.16: Ejemplo de detección errónea de la cabeza del paciente

La detección incorrecta de la cabeza provoca que, si se representa el punto de la cabeza del paciente junto con su media móvil (figura 3.17), aparezcan numerosas discontinuidades.

Por lo tanto, ha sido necesario corregir este problema. En primer lugar, se han detectado y eliminado las discontinuidades, asumiendo que en los casos en que no se tienen valores (por detecciones incorrectas) el cambio de posición es lineal. Con ello, se corrigen las discontinuidades, como se muestra en la figura 3.18.

Y para finalizar, en la imagen 3.19 se observa como la detección de la cabeza del paciente es todo lo aceptable que la ubicación de la cámara permite, teniendo en cuenta que parte de la cabeza queda fuera de la imagen y, en posiciones laterales como la mostrada en la figura, parte de la cabeza es ocultada por

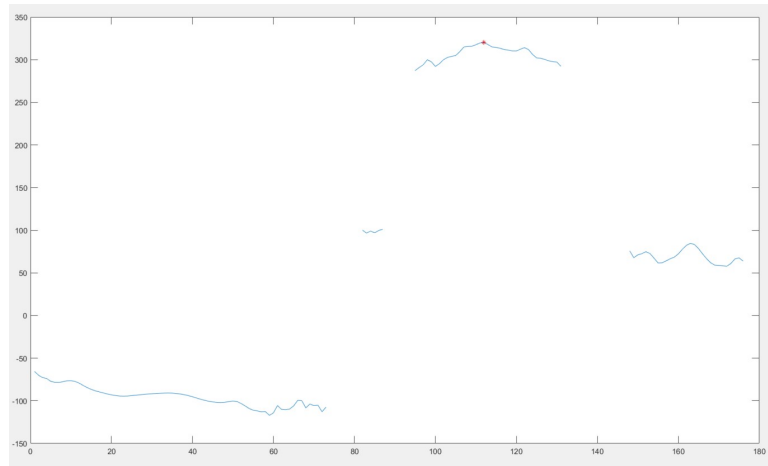


Figura 3.17: Discontinuidades en la media móvil del movimiento lateral

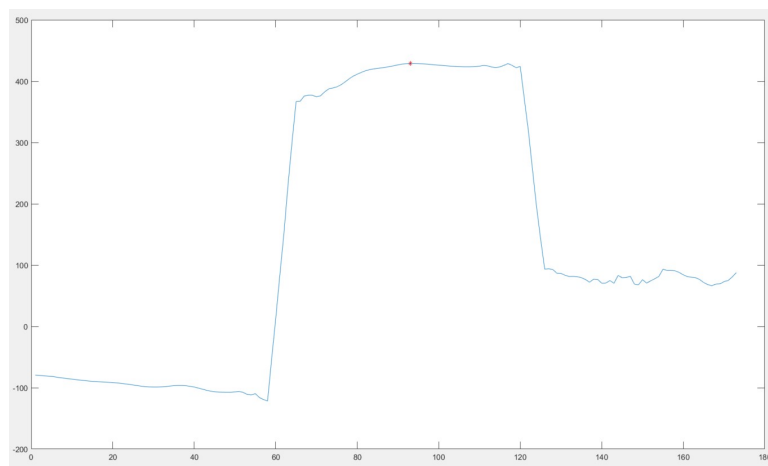


Figura 3.18: Detección correcta de la media móvil del movimiento lateral

el hombro. No obstante, este punto de la imagen situado realmente sobre el hombro, cumple el requisito deseado de monitorizar la posición actual del paciente.

No obstante, a tenor de lo observado en la figura se aprecia como aparecen los siguientes problemas:

- La perspectiva hace que la parte superior de la cabeza pueda aparecer fuera del rectángulo delimitado como la cama.
- Igualmente, en una posición lateral, los hombros pueden obstruir la visión directa de la parte inferior de la cabeza, siendo este efecto mayor cuanto mayor sea el ángulo de la cámara respecto de la cama (menor altura del suelo o mayor distancia a la cama).
- En el caso de este estudio, como se vio anteriormente en la sección 3.4.2, la existencia del tablero vertical que conforma el pie de cama supone que, especialmente cuando el paciente se encuentra en posición lateral, la altura del mismo sea similar a la del tablero, con lo cual se detecte el paciente como una especie de “T” invertida, y por tanto, la anchura del paciente, como se muestra en la imagen 3.19, sea excesiva, lo cual interfiere en el análisis.

Si bien los dos primeros problemas son más inocentes, o apenas tienen incidencia en el análisis, especialmente preocupante es el último, ya que no permite una correcta detección del movimiento lateral. Para paliar este efecto indeseable, y ya que la parte de las piernas del paciente que queden detrás del

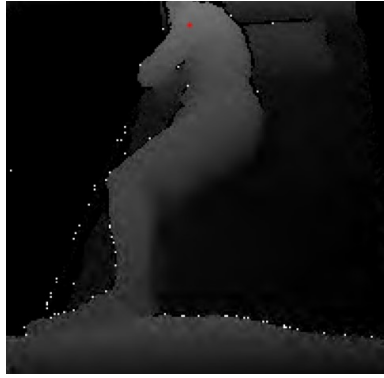


Figura 3.19: Detección correcta de la cabeza del paciente. Interferencias con los pies

tablero vertical no se van a visualizar, se decide eliminar el tercio inferior de la altura de la cama, ya que en dicha altura se engloba también el pie de cama, que entorpece al análisis. De esta forma se selecciona únicamente la parte región de interés de la cama, sobre la que se va a analizar la posición del paciente. Una vez realizada esta modificación, la detección del paciente es más precisa y el análisis del movimiento lateral es el adecuado, como se observa en la siguiente imagen [3.20](#) .

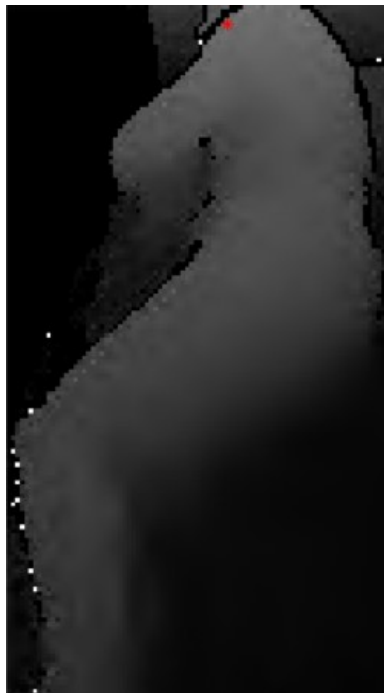


Figura 3.20: Detección correcta de la cabeza del paciente

De esta forma se consigue la detección del movimiento lateral basada en los siguientes criterios:

- El movimiento a la izquierda hace referencia a un paciente que se desplaza hacia su costado izquierdo, para hacerlo coincidir en ambas ubicaciones de la cámara y facilitar la comparativa. La magnitud del movimiento se muestra como un número negativo.
- El movimiento a la derecha hace referencia a un paciente que se desplaza hacia su costado derecho, para hacerlo coincidir en ambas ubicaciones de la cámara y facilitar la comparativa. La magnitud del movimiento se muestra como un número positivo.

No obstante, no hay que perder de vista un elemento indeseado que puede producirse debido, nuevamente, al cambio de coordenadas. Si durante el mismo, se produce demasiada diferencia de altura entre el cabecero y el pie de cama (más bajo este último, como ocurría en el ejemplo de la figura 3.13), la máscara de detección de la persona, que se situaba 10 cm por encima del nivel de la cama, como se apuntaba en la sección 3.4.2, puede ser insuficiente para ignorar la almohada, con lo cual se tendría un problema similar, aunque de menor magnitud, al que ocurría con la falsa detección de los pies de la cama como parte del paciente (figura 3.19). En este caso se detectaría una especie de “T”, como se puede observar en la imagen 3.21.



Figura 3.21: Detección correcta de la cabeza del paciente. Interferencia de la almohada

3.5 Reporte del análisis de la secuencia

El método de presentación de resultados es mediante archivos de texto o *logs*, uno por cada vídeo analizado, en el cual se representan los siguientes datos de interés:

- Datos fijos iniciales:
 - **Hora de inicio del análisis** (cuando se ejecuta el software, no cuando se toma la muestra)
 - **Nombre del vídeo** bajo análisis
 - **Parámetros seleccionados** relativos al vídeo
 - **Distancia al suelo** en milímetros (no real debido al cambio de coordenadas)
 - **Tamaño de la cama** en píxeles
 - **Máximo número de Frames Per Second (imágenes por segundo) (FPS)**
- Datos dinámicos de análisis de la escena:
 - **Instante de tiempo** en el que se imprime el mensaje al que precede
 - **Número de *frame***
 - **Cambios de estado** en la escena (Nueva persona o personas, o cambio de posición de las mismas)
 - En caso de **paciente tumbado**, se mostrará la **posición** del mismo mediante el rectángulo que delimita su ubicación. Para ello se imprimen:
 - * Esquina superior izquierda del recuadro que engloba al paciente

- * Anchura del recuadro
- * Altura del recuadro
- En caso de **movimiento lateral, sentido y magnitud** del mismo (expresado como el porcentaje de movimiento respecto de la anchura de la cama)

También resulta útil permitir la opción de representado de vídeos a fin de monitorizar en tiempo real la posición de la persona o personas en la escena junto con la salida de texto que paralelamente se guarda en el archivo de texto. Empleando ambas herramientas se permite certificar el correcto análisis de la escena. A continuación se muestra como ejemplo el contenido más relevante del archivo *david_c2francisco_v.mj2.log*, que realiza el análisis del vídeo homónimo *david_c2francisco_v.mj2*. Seguidamente, se ven ejemplos concretos de la salida durante los momentos de interés señalados anteriormente. El contenido íntegro de un *log* de ejemplo se podrá consultar en el apéndice [E](#).

En primer lugar se muestran los datos fijos iniciales:

```

-----
Log file started at 28-Aug-2020 21:39:25
-----

[21:39:28] OFFLINE MODE with david_c2francisco_v.mj2
[21:39:28] Selected params:
Downsampling index: 2
Max FPS: 10
State hold time: 1
State confidence: 8.000000e-01
Illegal hold: 3
[21:39:28] Init sequence
[21:39:31] Floor depth: 2158 mm
[21:39:31] Bed mask size: 234x222 px
[21:39:31] MAX FPS: 10

```

A continuación se muestra un cambio de posiciones en la escena, en este caso una persona sentada en la cama y otra de pie:

```

[21:39:43] Frame 189
[21:39:43] New state [1, 2]: Sit bed Right, 1 standing

```

Ejemplo de rectángulo que delimita al paciente tumbado:

```

[21:39:59] Frame 375
[21:39:59] Position: Top Left: (81, 0) px Width: 98 px Height: 126 px

```

Para finalizar, movimiento lateral del paciente:

```

[21:40:04] Frame 427
[21:40:04] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 134 px Height: 157 px
[21:40:04] New stable position detected. Patient moved to the left.
The magnitude of the movement is -24.16 percent of bed width

```

3.6 Creación de una base de datos para obtención de resultados

A la hora de cuantificar experimentalmente los resultados de la aplicación, cobra especial importancia la posibilidad de automatizar el proceso de comparación de los resultados obtenidos frente a los esperados. Igualmente, de esta forma es posible realizar de manera eficiente diferentes experimentos variando los parámetros a ajustar, a fin de encontrar los valores óptimos.

Para realizar esto, es necesario contar con un conjunto de vídeos, en los que se registren las diferentes situaciones que se desea detectar, y para las que además se tenga información de etiquetado que indique para cada frame: la persona, o personas, detectadas y su localización en la escena.

Debido a que no se ha encontrado ninguna base de datos de imágenes disponibles para la aplicación desarrollada en este TFG, una de las tareas llevadas a cabo ha sido el etiquetado de las secuencias disponibles, y su posterior evaluación, cuyos resultados se muestran en el siguiente capítulo.

Para llevar a cabo esta tarea, se utiliza, en primer lugar, un *script* que permite el etiquetado manual de los vídeos de muestra con los estados de la escena. A continuación, se analizan las secuencias mediante el software para producir un archivo equivalente con el análisis. Finalmente, se comparan los resultados de ambos archivos para determinar la idoneidad del análisis. Las diferentes etapas de este proceso se detallan a continuación.

3.6.1 Etiquetado de las secuencias

El primer paso es analizar el estado real de la escena, es decir, las ubicaciones de las personas que pudieran encontrarse en la misma. Para ello, se ha creado un *script* que permita visualizar las secuencias y seleccionar para cada *frame* el estado de entre los disponibles (figura 3.11), mediante la pulsación de la tecla correspondiente en el teclado.

Los resultados se guardan en un archivo de texto para cada secuencia, con el mismo nombre y extensión .txt, con la correspondencia entre el *frame* y el valor numérico del estado en ese momento, para su posterior comparación con el estado detectado por el programa principal. Posteriormente, mediante otro *script*, es posible visualizar la secuencia junto con el estado actual, para su revisión.

3.6.2 Análisis de las secuencias

A la hora de analizar el contenido de las escenas mediante el programa principal, se crea un amplio reporte en un archivo de *log*, tal y como se explica detalladamente en la sección correspondiente de los resultados (3.5). En este caso, se necesita un reporte más simple, de las mismas características que el usado en el etiquetado manual previo. Por lo tanto, se guarda en un archivo de texto para cada secuencia, con el mismo nombre y extensión .txt, la correspondencia entre el *frame* y el valor numérico del estado detectado en ese momento.

3.6.3 Comparación y creación de matrices de confusión

Una vez que se tienen los archivos de etiquetado y análisis explicados previamente, con el mismo formato (*frame* y estado correspondiente), se procede a la comparación de los mismos. Para ello se rellena una matriz de confusión, explicadas en profundidad en el apartado 4.3. Se crea una matriz para cada secuencia, en la que se añade cada *frame* a la columna del estado detectado y la fila del estado real. Al finalizar, se tiene el número de *frames* que cumplen cada par estado detectado - estado real. Con estos datos, es posible calcular la precisión y el *recall* de cada estado concreto, como se muestra en el apartado 4.3.

Adicionalmente, se calcula el porcentaje de acierto a partir del número de *frames* que coinciden con su etiqueta, y el número total de los mismos.

Una vez que se tiene una matriz de confusión y una tasa de acierto para cada secuencia concreta, se crea una matriz de confusión global a partir de los resultados individuales. De esta forma, es posible obtener diferentes métricas de los resultados, como la precisión y exhaustividad (*recall*) [23].

3.7 Conclusiones

En este capítulo se describe el software desarrollado durante este TFG. A pesar de que se partía de trabajos previos realizados en el grupo de investigación, la modificación de la ubicación de la cámara para incrementar el área de cobertura de la cámara ha requerido numerosos cambios, así como la creación de nuevas funciones para la consecución de los objetivos debido a las dificultades derivadas de la ubicación frontal de la cámara: la aparición de oclusiones y el cambio de perspectiva.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Introducción

En este capítulo se introducen los resultados más relevantes del trabajo. En primer lugar se explica el entorno experimental empleado para el desarrollo del estudio, para posteriormente analizar en detalle los resultados experimentales obtenidos.

4.2 Entorno experimental

Para la evaluación del sistema desarrollado en este TFG se ha empleado un conjunto de secuencias de profundidad grabadas con una cámara comercial Microsoft Kinect V2 [9, 11] y etiquetadas para la obtención de resultados cuantitativos. A continuación, se describen las características del conjunto de secuencias utilizadas y el método de análisis empleado para la extracción de resultados.

4.2.1 Conjunto de vídeos utilizados

Para la obtención de los resultados presentados en este TFG se han empleado un conjunto de 35 vídeos grabados utilizando dos cámaras Kinect II [9, 11], una de ellas en posición cenital y otra en posición frontal. En las secuencias grabadas aparecen una o dos personas en las posiciones a detectar en este trabajo. Cabe destacar que al tener los mismos vídeos grabadas en posición cenital y frontal ha sido posible comparar los resultados del presente TFG empleando la cámara frontal, con los obtenidos en [1] con la cámara ubicada en posición cenital.

En la figura 4.1 se observa el esquema de la ubicación de ambas cámaras, con la dirección de grabación de los vídeos (rojo para la cámara cenital y verde para la frontal).

En las secuencias disponibles se ha tratado de incluir las diferentes situaciones posibles que incluyen: la escena vacía, una o dos personas de pie o una persona (paciente) sentada o tumbada sobre la cama.

Además, para tratar de hacer el software lo más robusto posible e invariable a diferentes factores, se han realizado variaciones en distintos aspectos de las secuencias para tratar de abarcar todas las posibilidades:

- Número variable de personas, simulando paciente solo o acompañado de un cuidador
- Persona tapada con colcha, o sin tapar

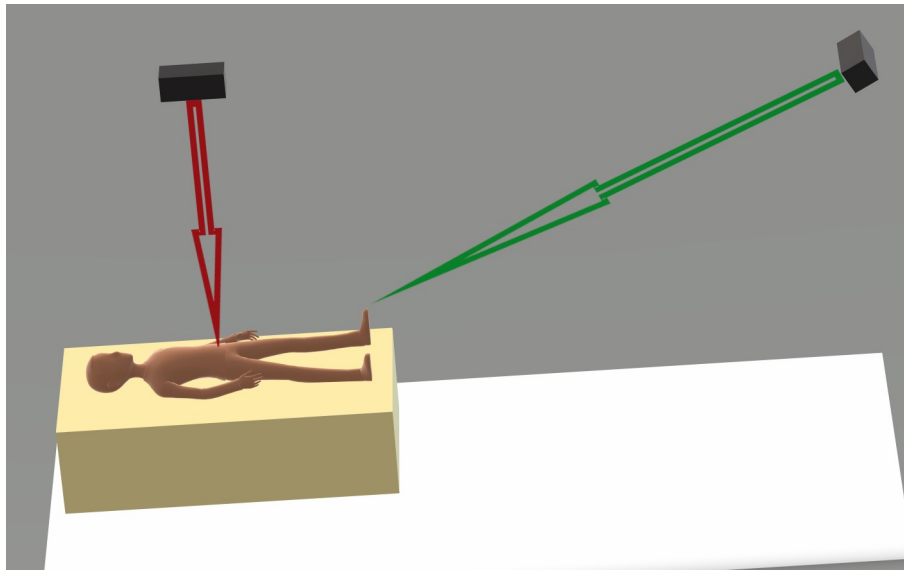


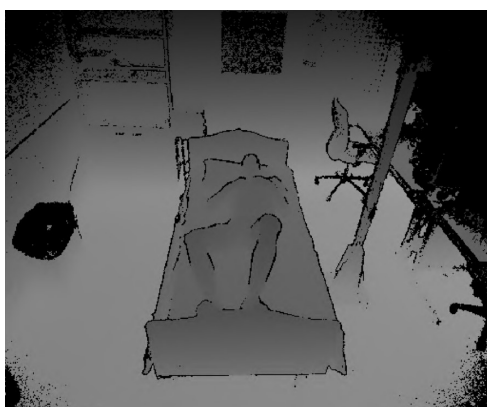
Figura 4.1: Esquema de la ubicación de las cámaras cenital (flecha roja) y frontal (flecha verde), utilizadas en el estudio

Cabe destacar que todos los vídeos han sido etiquetados identificando la situación de cada frame, siendo posibles los siguientes estados:

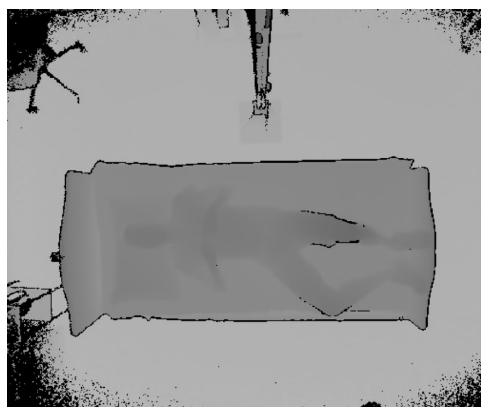
1. Escena vacía
2. Persona(s) de pie
3. Sentado en borde inferior (cámara cenital) o izquierdo (frontal), 0 de pie
4. Sentado en borde superior (cámara cenital) o derecho (frontal), 0 de pie
5. Sentado en borde inferior (cámara cenital) o izquierdo (frontal), 1 de pie
6. Sentado en borde superior (cámara cenital) o derecho (frontal), 1 de pie
7. Tumbado en la cama, 0 de pie
8. Tumbado en la cama, 1 de pie

A continuación se detallan las tres situaciones diferentes recogidas en los vídeos disponibles.

- **Vídeos con una persona, sin sábana:** se tienen 15 vídeos en estas circunstancias. En ellos, una persona entra caminando en la escena, se sienta, se tumba sin cubrirse con ningún elemento, realiza movimientos laterales, se vuelve a sentar, se levanta, y abandona caminando la escena. En la figura 4.2a se observa un ejemplo de secuencia perteneciente a este grupo de vídeos. Adicionalmente, en la figura 4.2b se observa el equivalente con la cámara en posición cenital.
- **Vídeos con dos personas, sin sábana:** se tienen 12 vídeos en estas circunstancias. En ellos, dos personas entran caminando en la escena. Una de ellas (la que ejerce de paciente) se sienta, se tumba sin cubrirse con ningún elemento, realiza movimientos laterales, se vuelve a sentar, se levanta, y abandona caminando la escena. Mientras tanto, la otra persona (que ejerce de cuidadora) sale de la escena, vuelve a entrar, y la abandona junto con la otra persona. La ubicación temporal de las entradas y salidas de la escena respecto de los movimientos del paciente son variables en los diferentes vídeos. En la figura 4.3 se observa un ejemplo de este tipo de vídeos.



(a) Vídeo con una persona, sin sábana. Vista frontal



(b) Vídeo con una persona, sin sábana. Vista cenital

Figura 4.2: Ejemplos de imágenes de distancia para las diferentes posiciones de la cámara.



Figura 4.3: Ejemplo de imagen de distancia en la que aparecen dos personas, sin sábana

- Vídeos con una persona, con sábana: se tienen 8 vídeos en estas circunstancias. En ellos, una persona entra caminando en la escena, se sienta, se tumba, se cubre con una sábana, realiza movimientos laterales, se vuelve a sentar, se levanta, y abandona caminando la escena. En la figura 4.4, perteneciente al archivo de vídeo *sergio_martin1sabana.mj2*, se observa un ejemplo de este tipo de vídeos.

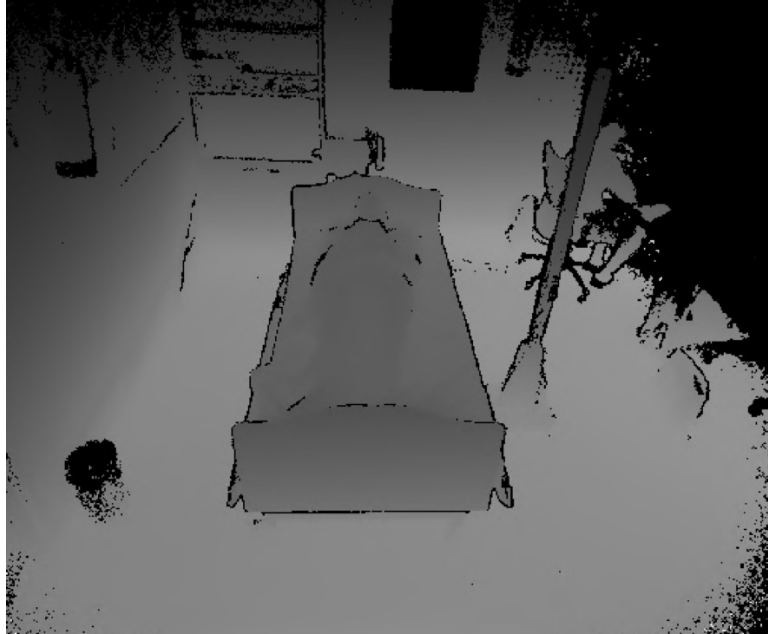


Figura 4.4: Ejemplo de imagen de distancia correspondiente a un vídeo con una persona, con sábana

En la tabla 4.1 se resumen las principales características del conjunto de secuencias grabado y etiquetado para este TFG, indicando el número total de secuencias y de imágenes (*frames*), y el número de imágenes en que se detecta cada uno de los estados definidos anteriormente.

Tipo de secuencia	Vídeos/Frames	Frames para cada estado							
		1	2	3	4	5	6	7	8
sin sábana, 1 p.	15 / 18674	2934	1464	1655	1584	0	0	11037	0
sin sábana, 2 p.	12 / 16446	2129	2150	0	206	0	2032	7521	2408
con sábana, 1 p.	8 / 9251	579	1228	896	614	0	0	5934	0
Total	35 / 44371	5642	4842	2551	2404	0	2032	24492	2408

Tabla 4.1: Características del conjunto de secuencias empleadas para la validación experimental del sistema.

Para ambas ubicaciones de la cámara, el estado 5, “Sentado a la izquierda, 1 en pie” no se produce (cuando hay 2 personas, siempre entran por el lado derecho de la escena hacia la cama), y por lo tanto no se representa en la matriz de confusión por simplicidad.

Como punto negativo, en las secuencias realizadas con la cámara en posición frontal, se observan ciertos *frames* en los que los datos ofrecidos por el sensor de profundidad no son correctos ya que no se detecta parte de la imagen, como se observa en la figura 4.5. En la misma, se aprecia una discontinuidad en la cama representada en color negro (máxima distancia), en lugar de tonos grises similares a los adyacentes. La cámara no percibe información de parte de la escena (no recibe la señal reflejada de

vuelta, como se detalla en el apartado 2.2) y por lo tanto se dificulta e incluso imposibilita el análisis del *frame* erróneo. Este comportamiento se produce especialmente, aunque no de forma exclusiva, en las secuencias capturadas empleando el uso de sábana. Por este motivo, es en este tipo de secuencias donde mayor número de errores se producen.



Figura 4.5: Ejemplo de imagen de distancia con errores de detección

4.2.2 Estrategia y metodología de experimentación

A la hora de cuantificar experimentalmente los resultados, se emplean matrices de confusión [24, 25], mediante las cuales se puede analizar el número de *frames* de la escena que ocurren en cada estado en relación con el estado detectado por la aplicación. Adicionalmente, se calcula la precisión y el *recall* de cada posible estado. . Para ello es necesario conocer los siguientes conceptos [25]:

- **True Positive (Verdadero positivo) (TP):** Aciertos. El estado predicho por el software coincide con el real.
- **False Positive (Falso positivo) (FP):** Error de tipo I. Falsa alarma, o detección de estado cuando no sucede.
- **False Negative (Falso negativo) (FN):** Error de tipo II. Omisión. Estado que sucede pero no se detecta.

Con estas definiciones se puede calcular, finalmente, la precisión y el *recall* [26]. Para el primer caso, la precisión de cada estado se calcula como el cociente de los **TP** respecto del total de veces que se predijo dicho estado:

$$Precisión = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4.1)$$

El *recall* o sensibilidad de cada estado se calcula como el cociente de los **TP** respecto del total de veces que se produjo dicho estado:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.2)$$

4.3 Resultados experimentales: matrices de confusión

A continuación se muestran las matrices de confusión [25] que sirven para comparar los resultados experimentales del sistema con cámara en ubicación frontal frente al empleo de cámara cenital. En dichas matrices se compara el estado predicho por el software con la situación real de la imagen.

Consideraciones previas para el software basado en cámara frontal:

- Los estados “Sentado a la izquierda, 0 en pie”, y “Sentado a la izquierda, 1 en pie”, hacen referencia a un paciente sentado en el borde izquierdo de la cama, visto frontalmente desde la cámara.
- Los estados “Sentado a la derecha, 0 en pie”, y “Sentado a la derecha, 1 en pie”, hacen referencia a un paciente sentado en el borde derecho de la cama, visto frontalmente desde la cámara.

Consideraciones previas para el software basado en cámara cenital:

- Los estados “Sentado a la izquierda, 0 en pie”, y “Sentado a la izquierda, 1 en pie”, hacen referencia a un paciente sentado en el borde inferior de la cama, visto desde la cámara, para hacerlo coincidir con el software basado en cámara frontal y facilitar la comparativa.
- Los estados “Sentado a la derecha, 0 en pie”, y “Sentado a la derecha, 1 en pie”, hacen referencia a un paciente sentado en el borde superior de la cama, visto desde la cámara, para hacerlo coincidir con el software basado en cámara frontal y facilitar la comparativa.

Además, es necesario apuntar que, dado que el software se creó inicialmente para detectar una única persona en pie [1], habitualmente este es el estado que se detecta aunque haya dos personas en la escena. Por lo tanto, a la hora de evaluar el software en ambas ubicaciones de la cámara, se tomará como un acierto la detección de una persona en pie, independientemente del número de personas que haya en la escena. Igualmente, para ambas ubicaciones de la cámara, el estado “Sentado a la izquierda, 1 en pie” no se produce (cuando hay 2 personas, siempre entran por el lado derecho de la escena hacia la cama), y por lo tanto no se representa en la matriz de confusión por simplicidad.

En primer lugar se muestran los resultados obtenidos con la cámara en ubicación cenital en la figura 4.6. A continuación se muestran los resultados obtenidos con la cámara en ubicación frontal en la figura 4.7.

		Predicción						
		1	2	3	4	5	6	7
Estado real	1	95.42%	4.58%	0%	0%	0%	0%	0%
	2	13.5%	77.36%	3.35%	4.31%	0.49%	0.98%	0%
	3	0%	0%	79.27%	3.51%	6.27%	10.95%	0%
	4	0%	1.6%	0%	85.02%	0%	12.2%	1.18%
	5	17.09%	11.73%	4.69%	0.99%	63.52%	1.98%	0%
	6	2.45%	0.21%	0.33%	0%	0.73%	96.11%	0.18%
	7	0%	0%	0%	6.06%	0%	5.33%	88.62%

Figura 4.6: Matriz de confusión de estados: cámara cenital

		Predicción						
		1	2	3	4	5	6	7
Estado real	1	89.32%	7.01%	0.37%	1.02%	0%	1.97%	0.3%
	2	7.45%	63.5%	10.01%	14.18%	1.41%	1.41%	2.04%
	3	4.08%	0%	52.62%	1.91%	0%	38.81%	2.58%
	4	0%	0.69%	0%	71.26%	0%	0%	28.05%
	5	1.78%	2.02%	0%	0%	81.51%	14.7%	0%
	6	0.53%	0%	0.08%	0%	0.64%	98.09%	0.65%
	7	0%	0%	0%	2.03%	0%	2.03%	95.93%

Figura 4.7: Matriz de confusión de estado: cámara frontal

Adicionalmente, se calcula la precisión y el *recall* de cada estado, para cuantificar la idoneidad del software [25]. Como resumen, en la tabla 4.2 se incluyen los valores de precisión y *recall* para cada estado en las dos ubicaciones de la cámara.

Estado	Cámara cenital		Cámara frontal	
	Precisión (%)	Recall (%)	Precisión (%)	Recall (%)
Escena vacía	78.1685	95.4245	89.7009	89.3216
Persona(s) de pie	84.5310	77.3649	85.6465	63.5021
Sentado dcha, 0 de pie	85.4642	79.2674	73.0370	52.6206
Sentado dcha, 1 de pie	77.9245	85.0232	65.6392	71.2598
Sentado izq, 0 de pie	80.1975	63.5241	88.7552	81.5082
Tumbado, 0 de pie	97.1249	96.1071	94.1953	98.0913
Tumbado, 1 de pie	96.8889	88.6179	72.0974	95.9302

Tabla 4.2: Valores de precisión y *recall* obtenidos para cada estado a detectar en las dos ubicaciones posibles de la cámara.

Se observa como la precisión y el *recall* presentan valores similares en ambos experimentos. Tan solo se observan diferencias de más de un 15 %, en los siguientes casos:

- *Recall* del estado “Sentado a la derecha, 0 en pie”. Con la cámara cenital se obtiene un valor de 79.3 %, mientras que con la cámara frontal solamente se alcanza un 52.6 %.
- *Recall* del estado “Sentado a la izquierda, 0 en pie”. Con la cámara cenital se obtiene un valor de 63.5 %, mientras que con la cámara frontal se alcanza un 81.5 %.
- Precisión del estado “Tumbado, 1 en pie”. Con la cámara cenital se obtiene un valor de 96.9 %, mientras que con la cámara frontal se alcanza un 72.1 %.

En el global de los casos, el valor siempre es superior a 52.6 %, mínimo que marca el *recall* del estado “Sentado a la derecha, 0 en pie” para la cámara frontal. Dicho estado es confundido con frecuencia con el estado “Tumbado, 0 en pie”. En el momento en que el paciente procede a levantarse, a menudo se identifica erróneamente, ya que el momento que en el etiquetado se identifica como cambio de ubicación puede diferir algunos *frames* con el detectado por la aplicación. Además, en el software se establece por seguridad un margen de un segundo hasta que el nuevo estado es considerado estable, a fin de evitar falsos positivos o excesivos cambios de estado en las transiciones. Dado que las secuencias de prueba tienen una tasa de refresco de 20 FPS, el error típico es de 20 *frames*. Este efecto se produce en todas las transiciones, pero es especialmente notable en estados transitorios como el mencionado de paciente sentado, ya que estos estados se producen durante un breve periodo de tiempo. Por lo tanto, el porcentaje de error será mayor. Adicionalmente, aquellos estados en los que visualmente la tasa de acierto se aprecia del 100 %, no llegarán a obtener este valor por el mencionado desfase.

También es de reseñar que el número total de *frames* en cada estado que se producen difiere dependiendo de la ubicación de la cámara, a pesar de que la escena grabada es la misma. Esto sucede porque las cámaras no están sincronizadas, por lo que el momento de inicio y fin de la grabación de la secuencia no coinciden. Así mismo, el etiquetado manual de cada secuencia puede producir resultados ligeramente diferentes.

Finalmente, si se obtiene el total de aciertos respecto al número total de *frames*, la tasa de acierto del sistema basado en cámara cenital es del 90.7 % (42570 de 46956), mientras que con el sensor ubicado en posición frontal es del 88.2 % (38190 de 43320).

A la vista de los resultados obtenidos, se puede observar que el sistema desarrollado en este TFG, partiendo del trabajo realizado en [1] presenta resultados comparables, a pesar de haber realizado un cambio de la ubicación de la cámara que incrementa la dificultad al aparecer oclusiones, así como un mayor número de medidas erróneas en las áreas más alejadas de la cámara.

4.4 Conclusiones

Se ha evaluado la idoneidad del software con cámara en posición frontal mediante una evaluación experimental exhaustiva, empleando para ello un conjunto de vídeos grabados y etiquetados con este fin. Además, esto ha permitido comparar los resultados con las dos ubicaciones posibles de la cámara: cenital y frontal, a través de las matrices de confusión y los valores de precisión y *recall* de cada uno de los posibles estados en detectar.

Tras la evaluación se ha comprobado que el algoritmo desarrollado en este TFG permite obtener, con la cámara frontal, resultados similares a los obtenidos con la cámara cenital en [1], a pesar de las dificultades que plantea esta nueva ubicación. Por lo tanto, el sistema es válido para la función inicialmente deseada: el análisis postural sin contacto, para la evaluación de trastornos del sueño, y supone un punto de partida para posibles mejoras en el futuro.

Capítulo 5

Conclusiones y líneas futuras

En este apartado se resumen las principales conclusiones obtenidas y se proponen futuras líneas de investigación que se deriven del trabajo.

5.1 Conclusiones

El TFG desarrollado ha consistido en la creación de un sistema de detección de la posición del paciente en la cama, a partir de la información de profundidad proporcionada por un sensor de bajo coste basado en ToF, ubicado en posición frontal y elevada. Todo ello, con el objetivo de evaluar los posibles trastornos del sueño de forma no invasiva.

En primer lugar, se ha realizado una transformación de las coordenadas de la imagen tomada frontalmente, con el objetivo de modificar el sistema de referencia respecto al que se tienen las coordenadas 3D. Para ello se utilizan las técnicas de rotación y traslación del sistema de referencia original. Este cambio de coordenadas permite realizar un mejor análisis de la escena.

A continuación se ha procedido a la integración del software, tomando como referencia el trabajo realizado previamente con la cámara en posición cenital [1], y aplicando tanto la transformación previa de coordenadas como los distintos ajustes necesarios para su correcto funcionamiento.

Además, para la validación del sistema desarrollado se ha realizado una evaluación experimental exhaustiva empleando para ello un conjunto de vídeos grabados y etiquetados tanto con la cámara en posición cenital como en posición frontal. Los resultados obtenidos han permitido comparar ambas propuestas y validar el sistema desarrollado, obteniendo resultados adecuados, con una mayor área de cobertura, a pesar de las dificultades derivadas de la ubicación frontal de la cámara (oclusiones y errores de medida en los puntos más alejados).

5.2 Líneas futuras

A continuación se proponen varias líneas futuras de desarrollo, derivadas de la experiencia práctica de este trabajo:

- **Nuevo entrenamiento del clasificador SVM:** para la realización de este trabajo se ha empleado el mismo clasificador SVM que en el estudio anterior basado en cámara cenital [1]. Al cambiar el enfoque del sensor, sería interesante realizar un nuevo entrenamiento para observar si hay una mejoría en los resultados.

- **Detección automática del nuevo sistema de referencia:** como se ha observado, la elección de los nuevos ejes de referencia, a fin de realizar la transformación de coordenadas previa, introduce un posible elemento de error que puede dar lugar a una detección errónea de personas. Si se lograsen identificar esquinas y líneas rectas que pudieran ser usadas como nuevo origen de referencia, se lograría reducir al mínimo los errores derivados de un sistema de referencia con una cierta rotación respecto del elemento escogido como nueva referencia (en este caso la esquina de la cama).
- **Identificar posibles patrones en diferentes trastornos del sueño:** una vez analizados e identificados los movimientos de los pacientes durante la noche, se podría buscar una correlación con patrones de movimientos típicos observados en pacientes con trastornos del sueño.
- **Emplear otro tipo de sensores para complementar el utilizado (Microsoft Kinect v2):** descartado el uso de una cámara convencional por la violación de la privacidad del paciente, se podrían emplear otro tipo de sensores para relacionar temporalmente otra clase de parámetros con la información de profundidad, como por ejemplo:
 - Una cámara térmica para observar la temperatura en las diferentes partes del cuerpo del paciente, relacionado con los movimientos del mismo.
 - Un sensor de sonidos, para identificar problemas como el bruxismo, o el trastorno de conducta durante el sueño REM.
- **Ejecución en tiempo real o mediante imágenes:** se podría ofrecer la posibilidad de ejecutar el programa de manera simultánea a la grabación del vídeo, empleando un buffer temporal para la lectura de *frames*. Igualmente, sería sencillo realizar lecturas de secuencias de imágenes en lugar de vídeos.
- **Creación de una interfaz gráfica:** de esta manera se podría monitorizar simultáneamente tanto la secuencia analizada como los datos más importantes de la misma (estado, altura del suelo y de la cama...). Igualmente, sería de gran utilidad la posibilidad de pausar o avanzar la secuencia *frame* a *frame*.

Capítulo 6

Presupuesto

En el siguiente capítulo se disecciona el monto económico total del [TFG](#).

6.1 Materiales

En la siguiente sección se detalla el coste del material utilizado, tanto hardware como software.

6.1.1 Hardware

Tabla 6.1: Gastos en hardware

Ítem	Coste (€)
PC Lenovo ideapad 320	800
Microsoft Kinect v2	200
Cama articulada	800
Subtotal hardware	1800

6.1.2 Software

Tabla 6.2: Gastos en software

Ítem	Coste (€)
Microsoft Windows 10 [27]	0
Procesador de textos L ^A T _E X	0
Lenguaje de procesamiento matemático MATLAB R2018B	800
Subtotal hardware	800

Se toma Microsoft Windows 10 [\[27\]](#) como gratuito al estar incluido en el precio de compra del PC.

6.2 Mano de obra

El coste total estimado en mano de obra es el mostrado en la tabla 6.3.

Tabla 6.3: Mano de obra

Ítem	Cantidad	Coste unitario (€)	Subtotal
Desarrollo de software	250	50	12500
Redacción de documentación	150	15	2250
Subtotal mano de obra			14750

6.3 Presupuesto total

El montante final será el mostrado en la tabla 6.4.

Tabla 6.4: Gastos totales

Ítem	Coste (€)
Hardware	1800
Software	800
Mano de obra	14750
Total	17350

Bibliografía

- [1] A. G. Merino, C. L. Gutiérrez, S. G. de Villa, A. J. Martín, and J. J. G. Domínguez, “Análisis postural sin contacto y en tiempo real de personas ancianas para la evaluación de trastornos del sueño,” 2018.
- [2] Ford ES, Wheaton AG, Cunningham TJ, et al., “Trends in outpatient visits for insomnia, sleep apnea, and prescriptions for sleep medication from the National Ambulatory Medical Care survey,” 1999-2010. *Sleep*; 37:1283, 2014.
- [3] “Calibración de cámaras,” https://moodle2018-19.ua.es/moodle/pluginfile.php/7304/mod_page/content/21/clase3.pdf [Último acceso 26/noviembre/2020].
- [4] J. J. A. Sanz, *Diseño de un Protocolo de Calibración de Cámaras Estéreo*, April 2014.
- [5] “Tiempo de vuelo (ToF), en Wikipedia,” https://es.wikipedia.org/wiki/Cámara_de_tiempo_de_vuelo [Último acceso 09/noviembre/2020].
- [6] “Clasificación multiclase,” <https://towardsdatascience.com/multi-class-classification-one-vs-all-one-vs-one-94daed32> [Último acceso 04/diciembre/2020].
- [7] “Gold standard, en Wikipedia,” [https://es.wikipedia.org/wiki/Gold_standard_\(test\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Gold_standard_(test)) [Último acceso 09/noviembre/2020].
- [8] “Página web del grupo de investigación geintra de la universidad de alcalá,” <http://www.geintra-uah.org> [Último acceso 07/mayo/2021].
- [9] “Kinect para Windows v2,” <https://support.xbox.com/es-ES/xbox-on-windows/accessories/kinect-for-windows-v2-info> [Último acceso 14/noviembre/2018].
- [10] S. B. Gokturk, H. Yalcin, and C. Bamji, “A time-of-flight depth sensor-system description, issues and solutions,” in *2004 conference on computer vision and pattern recognition workshop*. IEEE, 2004, pp. 35–35.
- [11] J. Sell and P. O’Connor, “The xbox one system on a chip and kinect sensor,” *IEEE Micro*, vol. 34, no. 2, pp. 44–53, 2014.
- [12] R. Hartley, *A. Zisserman Multiple view geometry in computer vision*. Cambridge university press, 2000.
- [13] “Clasificador, en Wikipedia,” [https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificador_\(matematicas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificador_(matematicas)) [Último acceso 03/diciembre/2020].
- [14] D. Michie, D. J. Spiegelhalter, and C. C. Taylor, “Machine learning, neural and statistical classification,” 1994.

- [15] D. Michie, D. J. Spiegelhalter, C. C. Taylor, and J. Campbell, Eds., *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*. USA: Ellis Horwood, 1995.
- [16] “Máquinas de vectores de soporte, en Wikipedia,” https://es.wikipedia.org/wiki/Maquinas_de_vectores_de_soporte [Último acceso 12/noviembre/2020].
- [17] C. Cortes and V. Vapnik, “Support vector machine,” *Machine learning*, vol. 20, no. 3, pp. 273–297, 1995.
- [18] D. A. Pisner and D. M. Schnyer, “Support vector machine,” in *Machine Learning*. Elsevier, 2020, pp. 101–121.
- [19] G. H. Golub and U. Von Matt, *Tikhonov regularization for large scale problems*. Citeseer, 1997.
- [20] “Máquinas de vector soporte,” https://rpubs.com/Cristina_Gil/SVM [Último acceso 04/diciembre/2020].
- [21] D. Freedman and P. Diaconis, “On the histogram as a density estimator: L² theory,” *Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie und verwandte Gebiete*, vol. 57, no. 4, pp. 453–476, 1981.
- [22] D. J. Cabello, “Correction of errors in time of flight cameras,” Ph.D. dissertation, Universidad de Alcalá, 2015.
- [23] K. H. Brodersen, C. S. Ong, K. E. Stephan, and J. M. Buhmann, “The binormal assumption on precision-recall curves,” in *2010 20th International Conference on Pattern Recognition*. IEEE, 2010, pp. 4263–4266.
- [24] S. V. Stehman, “Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy,” *Remote sensing of Environment*, vol. 62, no. 1, pp. 77–89, 1997.
- [25] “Matriz de confusión en Wikipedia,” https://en.wikipedia.org/wiki/Confusion_matrix [Último acceso 6/octubre/2020].
- [26] D. L. Olson and D. Delen, *Advanced Data Mining Techniques*, 1st ed. Springer Publishing Company, Incorporated, 2008.
- [27] “Windows 10,” <https://www.microsoft.com/es-es/windows> [Último acceso 14/noviembre/2018].
- [28] “LaTeX en Wikipedia,” <https://es.wikipedia.org/wiki/LaTeX> [Último acceso 31/agosto/2020].
- [29] “MATLAB,” <https://es.mathworks.com/products/matlab.html> [Último acceso 14/noviembre/2018].
- [30] “Editor de diagramas de flujo Creately,” <https://app.creately.com/diagram/C3cw8eUAyd6/edit> [Último acceso 27/octubre/2020].

Apéndice A

Manual de usuario

En este apéndice se incluye el modo de empleo por parte del operador, con breves instrucciones para la correcta calibración y utilización del software. A continuación se detallan los pasos a seguir para ejecutar correctamente el software.

A.1 Ejecución del programa

Para ejecutar el programa sin modificar las opciones seleccionadas, es necesario realizar los siguientes pasos:

1. **Capturar secuencias de vídeo** mediante el sensor de profundidad Microsoft Kinect v2 [9].
2. **Colocar los vídeos** que se desee analizar en la ubicación `./videos/Videos_a_analizar`, siempre y cuando no estuvieran ya presentes. Cada conjunto de vídeos a analizar debe pertenecer a la misma escena, ya que es necesaria una calibración inicial (A.3) en cada nueva escena.
3. Abrir y ejecutar el *script* `main_offline_video_front.m`.

No es necesario realizar ninguna otra acción. El programa se encargará de leer todos los vídeos presentes en la ubicación mencionada y generar un archivo de *log* por cada secuencia, que serán almacenados en la ubicación `./Logs/` para su posterior análisis.

A.2 Modificación de opciones

Dentro del código se encuentran algunos parámetros iniciales seleccionables, pudiendo diferenciar entre dos grandes grupos:

- **Parámetros propios de desarrollo:** variables que el desarrollador ajusta a fin de obtener un resultado óptimo. No deben modificarse por el operador, ya que puede desajustar el análisis.
- **Parámetros propios de ejecución:** variables que cambian el desarrollo del programa, pero no alteran el análisis final del mismo. Estos parámetros pueden ajustarse a elección del operador.

A continuación, el análisis se centra en estos últimos, y los cambios que produce la modificación de los mismos. Dichos parámetros se encuentran al inicio del *script main_offline_video_front.m*. En primer lugar se puede seleccionar si se desea visualizar en tiempo real el vídeo bajo análisis. Si se selecciona la opción *true*, se mostrará el mismo, lo cual ayuda al análisis, pudiéndose relacionar la salida de texto con la escena mostrada. Dado que el análisis se guarda en *logs* para su posterior revisión, se puede seleccionar *false* para no mostrarlo, y aligerar así la ejecución del programa:

```
show_video = true;
```

También se puede seleccionar si se desea realizar una calibración inicial. Si se selecciona la opción *true*, se requiere al usuario seleccionar los puntos de los nuevos ejes de la escena, a fin de realizar una nueva transformación de coordenadas como se muestra más adelante en la sección A.3. Este punto resulta útil cuando se va a realizar un análisis de vídeos en una nueva escena. Si, por el contrario, las secuencias a analizar son realizadas con la cámara y la cama en la misma posición, se puede evitar la calibración seleccionando *false*:

```
calculate_RT_matrices = false;
```

Nota: Siempre que uno de los elementos de la escena (cámara o cama) haya cambiado de posición, es necesario llevar a cabo una nueva calibración. De no hacerlo, los resultados del cambio de coordenadas podrían ser erróneos.

También se barajó la posibilidad de solicitar al usuario por pantalla la decisión de realizar o no la calibración, pero se descartó para agilizar la ejecución del programa, ya que en la mayoría de ocasiones se trabaja con la misma escena, y no es necesario realizar la calibración más que la primera vez.

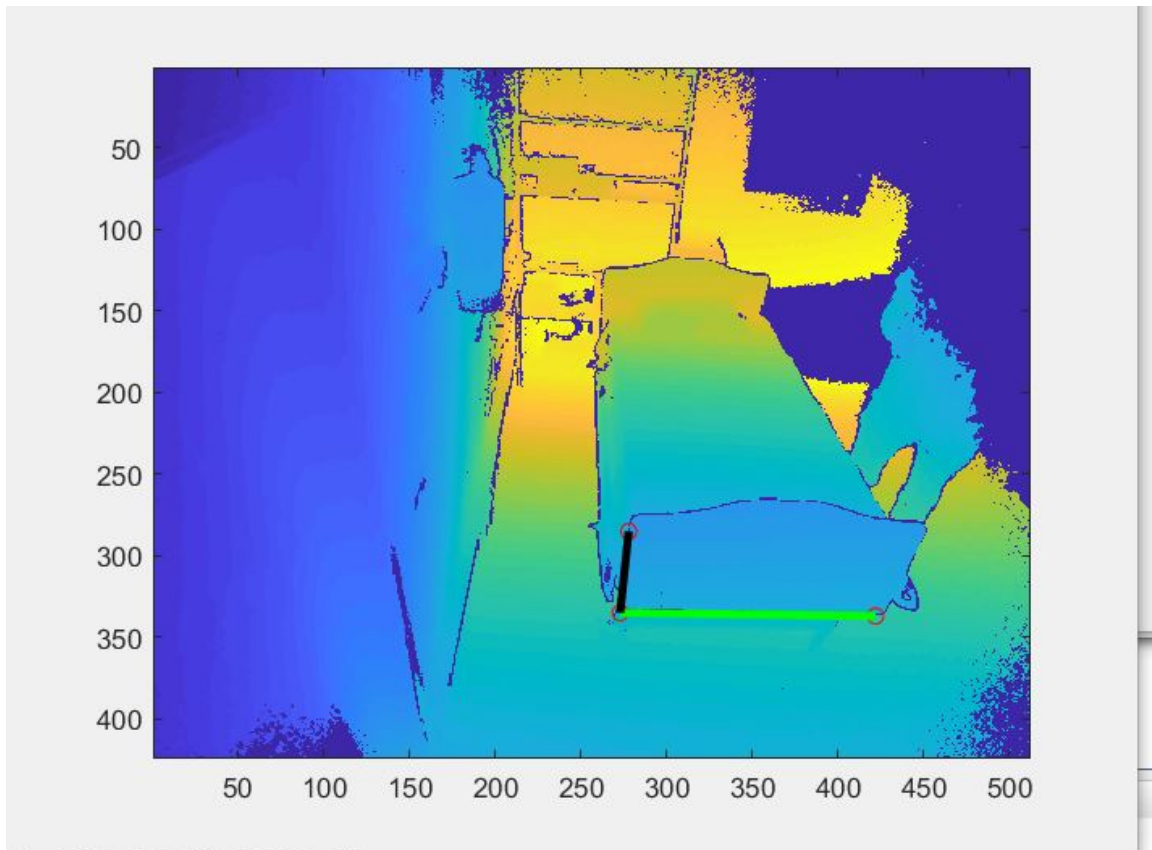
A.3 Calibración inicial

En caso de haber seleccionado la opción de realizar una calibración inicial (sección A.2), se muestra una imagen de la escena (A.1), y se le pide al usuario que seleccione los nuevos ejes, con la siguiente instrucción:

```
Seleccionar en orden: Origen Ow, punto en el eje Xw, punto en el eje Zw
```

Típicamente, se deben seleccionar en orden los siguientes puntos:

- **Nuevo punto de origen**, que debe ser el vértice de una referencia válida, típicamente la esquina inferior izquierda de la pata izquierda de la cama o, como en este experimento, la esquina inferior izquierda del tablero vertical que conforma el pie de la cama.
- **Punto en el eje “X”**, que junto con el anterior conforme el nuevo eje horizontal de la escena. Típicamente es la parte inferior de la pata derecha de la cama o, como en este experimento, la esquina inferior derecha del tablero vertical que conforma el pie de la cama.
- **Punto en el eje “Z”**, que junto con el origen seleccionado en el primer punto, conforme el nuevo eje vertical de la escena. Típicamente es la parte superior de la pata izquierda de la cama o, como en este experimento, la esquina superior izquierda del tablero vertical que conforma el pie de la cama.



Seleccionar en orden: Origen O_w , punto en el eje X_w , punto en el eje Z_w

Figura A.1: Selección de puntos para el nuevo origen de referencia.

En resumidas cuentas, se trata de buscar el mejor nuevo eje de referencia posible, apoyándose en algún elemento de la escena, preferiblemente de forma cúbica, que asegure unos ejes vertical y horizontal reales y perpendiculares entre sí.

Esta calibración es válida para cualquier conjunto de vídeos tomado en las mismas condiciones. De haber variado algún elemento de la escena, como la ubicación de la cámara o de la cama, es necesario seleccionar la opción de calibración inicial (sección A.2), antes de situar el nuevo conjunto de vídeos y ejecutar el programa.

Apéndice B

Herramientas y recursos

Las herramientas necesarias para la elaboración del proyecto han sido:

- Sensor de profundidad comercial Microsoft Kinect para Windows V2 [9]
- Cama de estilo hospital
- Conjunto de vídeos realizados con la cámara en posición cenital.
- Conjunto de vídeos realizados con la cámara en posición frontal.
- PC compatible, con las siguientes características:
 - Procesador Intel CORE i7
 - 16 GB de memoria RAM
 - Tarjeta gráfica NVIDIA GeForce 940MX, 4 GB
- Sistema operativo Microsoft Windows 10 [27]
- Procesador de textos L^AT_EX: TeXstudio [28]
- Lenguaje de procesamiento matemático MATLAB R2018B [29]
- Editor de diagramas de flujo Creately [30]
- Aplicación de modelado 3D Paint 3D

Apéndice C

Pliego de condiciones

C.1 Introducción

En este capítulo se analizan las condiciones para el correcto funcionamiento del software detallado en los apartados anteriores. Para ello, se han tomado los valores más restrictivos de los requisitos de uso del sensor Kinect v2 [9], y la ejecución de Matlab R2018b [29].

C.2 Requisitos de hardware

C.2.1 Requisitos mínimos

- Procesador de 64 bits
- Procesador de doble núcleo a 3.2 GHz o más
- Bus USB 3.0 dedicado
- 4 GB de RAM
- Al menos 2.6 Gb de memoria libre en disco duro sólo para Matlab, o 4-6 GB para una instalación típica.
- Un sensor Microsoft Kinect para Windows v2 o similar

C.2.2 Requisitos recomendados

- Procesador de 64 bits.
- Procesador de 4 núcleos lógicos y soporte de juego de instrucciones AVX2
- Bus USB 3.0 dedicado
- 8 GB de RAM
- Disco duro SSD
- 23 GB de espacio en disco
- Un sensor Microsoft Kinect para Windows v2 o similar
- Tarjeta gráfica acelerada por hardware compatible con OpenGL 3.3 con 1 GB de memoria GPU

C.3 Condiciones hardware

El cometido principal del software es tomar un archivo de vídeo y obtener el análisis en texto del mismo. Por tanto, es necesario contar con espacio de almacenamiento para ambos elementos. Se toma como ejemplo el archivo de vídeo *david_f1.mj2*, analizado con un valor del parámetro *downsampling index* de 2 (se analiza 1 de cada 2 *frames*), para extrapolar la estimación de almacenamiento necesario. El tamaño del archivo de *log*, al ser texto plano, es prácticamente despreciable frente al del vídeo (unas 1000 veces menor). Las características del vídeo se pueden observar en la tabla C.1.

Tabla C.1: Características del vídeo *david_f1.mj2*

Ítem	Valor
<i>frames</i>	1147
<i>frames</i> analizados	574 (1147/2)
FPS	20
Duración del vídeo	57 s
Tamaño del archivo de vídeo	47.4 MB
Tamaño del archivo de <i>log</i>	49 KB
Tamaño necesario en disco	47.4 MB

Suponiendo que se deseen almacenar los datos correspondientes a un período de una semana, con una grabación típica de 8 horas de sueño diarias, el espacio necesario en disco será el mostrado en la tabla C.2.

Tabla C.2: Extrapolación del tamaño necesario en disco

Ítem	Tamaño por unidad de tiempo (s)	Tamaño total
<i>frames</i>	20	4 millones
<i>frames</i> analizados	10	2 millones
FPS	20	
Duración del vídeo		201600
Tamaño del archivo de vídeo	852 KB	163.7 GB
Tamaño del archivo de <i>log</i>	880 B	169.2 MB
Tamaño necesario en disco	852.9 KB	163.9 GB

Se ha estimado un tamaño total de los archivos de 163.9 GB. A esto hay que sumar los 23 GB recomendados para el funcionamiento del software. Se recomienda, pues, disponer de 200 GB de espacio libre en disco.

C.4 Requisitos mínimos de software

- Sistema operativo Microsoft Windows 10 [27]
- Lenguaje de procesamiento matemático (MATLAB) [29]

C.5 Requisitos de los vídeos

Se debe contar con fragmentos de vídeo con las siguientes características:

- Formato de vídeo compatible con la función *VideoReader* de Matlab [29]. Los siguientes formatos son los soportados en Microsoft Windows 10 [27]:
 - .asf
 - .asx
 - .avi
 - .m4v - MPEG-4 Video
 - .mj2 - Motion JPEG2000 (utilizado en el estudio)
 - .mov - QuickTime movie
 - .mp4 - MPEG-4
 - .mpg - MPEG-1
 - .wmv - Windows Media Video
- Cámara ubicada en posición frontal, a la máxima altura que permita la estancia, a fin de tener una mejor visión de la cama y el paciente.
- Cámara situada a una distancia suficiente para recoger tanto la cama como sus inmediaciones, a fin de abarcar el máximo ángulo de visión y, por lo tanto, una mejor detección de personas de pie.
- Cámara situada lo más centrada posible, a fin de evitar que una orientación excesivamente diagonal provoque una incorrecta detección del paciente en el rectángulo identificado como la cama. Esta casuística se observa mejor en el apartado de detección de la cama (3.4.2).

Apéndice D

Documentación del código

En este apéndice se incluye la documentación de los *scripts* de Matlab que contienen el código del programa necesario para el análisis de la escena. Los *scripts* de Matlab utilizados para esta tarea son los siguientes:

- `main_offline`
- `SleepWatcher`
- `Frame`
- `Log`
- `StatesMachine`

El *script* `main_offline` contiene el programa principal, y por lo tanto mediante su descripción se logra el mejor entendimiento global del funcionamiento de toda la aplicación. A continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de los *scripts*.

D.1 Programa principal

El *script* `main_offline` es el *script* principal ejecutable. Compone la columna vertebral del programa. Sus características más reseñables son las siguientes:

- Contiene todos los parámetros modificables para el ajuste de la ejecución del programa (ver opciones en el manual [A.2](#)).
- Se especifica el directorio desde el que se leen los vídeos, así como en el que se guardan los *logs*.
- Se encarga de leer todos los vídeos de la ubicación elegida.
- Tareas iniciales realizadas con el primer *frame* del vídeo:
 - Imprime una cabecera para el archivo de *log* con el nombre del vídeo a analizar, así como los parámetros seleccionados.
 - Calcula y guarda en *log* la altura del suelo.
 - Localiza la cama.

- Calcula y guarda en *log* el tamaño de la cama.
- Inicializa el vector de estados, que guarda los estados de los últimos 5 minutos, o 1000 *frames* (la menor de ambas opciones, dependiendo de los **FPS**).
- Analiza todos los *frames* del actual vídeo bajo análisis.
- Analiza el sentido y la magnitud de los movimientos laterales, de haberlos, y los imprime en el archivo de *log*.
- Calcula el estado de la ubicación de las personas en la escena, de haberlas, detecta transiciones y guarda la información del proceso en *logs*.
- Controla el *framerate*, o imágenes por segundo.
- Finaliza el archivo de *log* con las imágenes procesadas y totales, ya que solo se procesan 1 de cada X imágenes, siendo X configurable mediante el parámetro *downsampling_index*.

Adicionalmente, este *script* aloja las siguientes funciones:

- **v_mode**: calcula la moda de los últimos segundos de un vector, siendo el número de segundos un parámetro de entrada de la función. Devuelve la moda y el número de veces que se repite como un porcentaje.
- **v_mean**: calcula la media de los últimos segundos de un vector, siendo el número de segundos un parámetro de entrada de la función. Devuelve la media y el número de veces que se repite como un porcentaje.

D.2 Clase principal

El *script* *SleepWatcher* Es la clase principal del proyecto, y la base del mismo. Contiene la mayoría de las funciones en las que se apoya el programa principal. Este *script* aloja las siguientes funciones:

- **SleepWatcher**: crea una instancia de la clase *SleepWatcher*. Permite habilitar o deshabilitar la interfaz gráfica (GUI).
- **detectPersonOnBed**: detecta personas en la escena y su estado. Analiza si hay personas que están de pie y la posición de la persona en la cama, de haberla, que puede ser:
 - Cama vacía
 - Sentado en el borde inferior (equivalente al borde izquierdo con la cámara frontal)
 - Sentado en el borde superior (equivalente al borde derecho con la cámara frontal)
 - Paciente dormido o tumbado
- **lateral_movement_kalman_and_friends**: analiza el sentido y la magnitud de los movimientos laterales.
- **recomputeBed**: recalcula los bordes de la cama
- **histogram**: calcula el histograma de una región acotada de una imagen. Los bordes deben estar expresados como esquina superior izquierda (*TopX*, *TopY*), anchura y altura.

- **locateBed:** obtiene la posición de la cama en la imagen. Calcula el recuadro delimitador de la misma expresado como esquina superior izquierda ($TopX$, $TopY$), anchura y altura.
- **calcFloorDepth:** obtiene de forma precisa la profundidad del suelo utilizando máximos de la función histograma intercalado (3.4.1). Después, busca los máximos más a la derecha (mayor profundidad) que contengan más del 1.5% de los píxeles de la imagen.
- **detectBedBounds:** analiza una imagen de profundidad completa y obtiene la información del rectángulo que contiene la figura de la cama. Se asume que la cama es la figura con mayor área. Los campos devueltos tras el análisis son los siguientes:
 - Centroide, o centro de masas de la cama.
 - Valores de los píxeles.
 - Rectángulo delimitador de la cama.
 - Área.
 - Imagen.
- **getFloor_depth:** obtiene la profundidad del suelo.
- **getBed_height:** obtiene la altura (largo) de la cama.
- **getBed_width:** obtiene la anchura de la cama.
- **getBed_area:** obtiene el área de la cama.

D.3 Tratamiento de imágenes

El *script frame* aloja las siguientes funciones relacionadas con el tratamiento de imágenes:

- **mask:** obtiene la máscara del *frame* definida por su *bounding box* o cuadro delimitador. Los límites deben expresarse como esquina superior izquierda ($TopX$, $TopY$), anchura y altura.
- **present:** Representa el *frame* en el eje dado.
- **histogram:** calcula el histograma de un *frame*. Se pueden elegir las siguientes opciones:
 - **Ranurado:** obtiene el histograma clásico. Es el más utilizado.
 - **Intercalado:** se puede usar si se necesita mayor precisión. Se utiliza para el cálculo de la profundidad del suelo (3.4.1).
- **removeNaN:** asigna valores a píxeles NaN mediante filtrado medio 2-D a través de la función *medfilt2*.

D.4 Reporte de análisis

El *script log* aloja las siguientes funciones relacionadas con el guardado de *logs* para su posterior análisis:

- **Log(file, varargin):** se encarga de abrir el archivo especificado e imprimir la fecha y hora de inicio del análisis.
- **log(obj, msg):** imprime la hora actual, y a continuación el mensaje *msg* indicado.
- **delta_time:** calcula el intervalo de tiempo entre el anterior mensaje (guardado en previamente en la función *log(obj, msg)*) y el instante actual.

D.5 Máquina de estados

El *script StatesMachine* aloja la máquina de estados que representa la ubicación de las personas en la escena y las transiciones entre los diferentes estados. Los nueve estados posibles son:

- Escena vacía
- 1 persona de pie
- 2 personas de pie
- Sentado en el borde inferior (izquierda en la cámara frontal), 0 de pie
- Sentado en el borde superior (derecha en la cámara frontal), 0 de pie
- Sentado en el borde inferior (izquierda en la cámara frontal), 1 de pie
- Sentado en el borde superior (derecha en la cámara frontal), 1 de pie
- Tumbado en la cama, 0 de pie
- Tumbado en la cama, 1 de pie

La visión general de la máquina de estados se observa en la figura D.1. Todas las transiciones entre los diferentes estados son bidireccionales. Cada estado tiene una transición hacia sí mismo, lo cual no se ha representado en la imagen por simplicidad visual. De la misma forma, los estados entre los cuales no hay transición son imposibles y no son permitidos por el programa. Tan solo después de un tiempo configurable en un estado tras transición ilegal, se asume el error y se acepta el nuevo estado. En este caso el tiempo es de tres segundos. Las transiciones ilegales (bidireccionales) se dan entre las siguientes situaciones:

- Escena vacía - Persona sentada
- Escena vacía - Persona tumbada
- Persona de pie - Persona tumbada
- Persona sentada en un borde - Persona sentada en el otro borde

Para llevar a cabo la implementación de la máquina de estados, se utilizan las siguientes funciones:

- **StatesMachine:** inicializa con el estado de escena vacía.
- **valid_transition:** busca en la lista de transiciones válidas, y si la misma es inválida, mantiene el estado anterior.
- **computeState:** calcula el estado. Si este no coincide con las entradas (personas detectadas), se mantiene el anterior estado.
- **setState:** se fuerza el estado sin comprobar la transición, un tiempo después de detectar una transición ilegal. Esto sucede tras el número de segundos elegido en los parámetros iniciales en el *script main_offline* (D.1), 3 en este caso.
- **getStringState:** obtiene la cadena de texto del estado actual.
- **getNumericState:** obtiene el valor numérico del estado actual

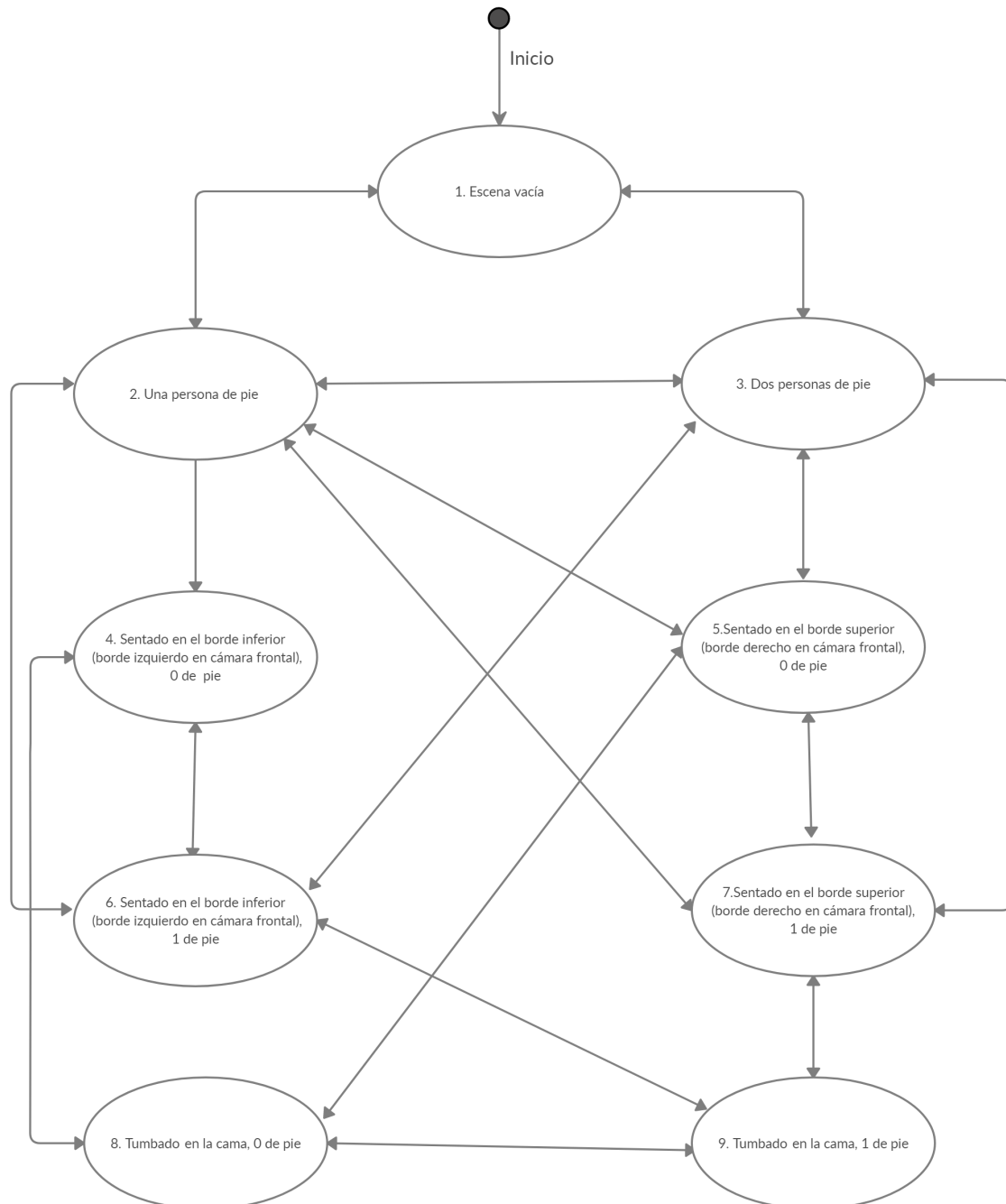


Figura D.1: Máquina de estados con las posibles ubicaciones de personas en la escena

Apéndice E

Log

En este apartado se incluye el contenido íntegro de un *log*, concretamente el del archivo *david_c1.mj2.log*, con el análisis del vídeo homónimo.

Log file started at 07-Sep-2020 21:42:04

```
[21:42:07] OFFLINE MODE with david_c1.mj2
[21:42:07] Selected params:
Downsampling index: 2
Max FPS: 10
State hold time: 1
State confidence: 8.000000e-01
Illegal hold: 3
[21:42:07] Init sequence
[21:42:10]   Floor depth: 2112 mm
[21:42:10]   Bed mask size: 232x216 px
[21:42:10]   MAX FPS: 10
[21:42:10] Frame 1
[21:42:10] Frame 2
[21:42:10] Frame 3
[21:42:10] Frame 4
[21:42:11] Frame 5
[21:42:11] Frame 6
[21:42:11] Frame 7
[21:42:11] Frame 8
[21:42:11] Frame 9
[21:42:11] Frame 10
[21:42:11] Frame 11
[21:42:11] Frame 12
[21:42:11] Frame 13
[21:42:11] Frame 14
[21:42:11] Frame 15
[21:42:11] Frame 16
[21:42:11] Frame 17
```

[21:42:11] Frame 18
[21:42:12] Frame 19
[21:42:12] Frame 20
[21:42:12] Frame 21
[21:42:12] Frame 22
[21:42:12] Frame 23
[21:42:12] Frame 24
[21:42:12] Frame 25
[21:42:12] Frame 26
[21:42:12] Frame 27
[21:42:12] Frame 28
[21:42:12] Frame 29
[21:42:12] Frame 30
[21:42:12] Frame 31
[21:42:12] Frame 32
[21:42:12] Frame 33
[21:42:13] Frame 34
[21:42:13] Frame 35
[21:42:13] Frame 36
[21:42:13] Frame 37
[21:42:13] Frame 38
[21:42:13] Frame 39
[21:42:13] Frame 40
[21:42:13] Frame 41
[21:42:13] Frame 42
[21:42:13] Frame 43
[21:42:13] Frame 44
[21:42:13] Frame 45
[21:42:13] Frame 46
[21:42:13] Frame 47
[21:42:14] Frame 48
[21:42:14] Frame 49
[21:42:14] Frame 50
[21:42:14] Frame 51
[21:42:14] Frame 52
[21:42:14] Frame 53
[21:42:14] Frame 54
[21:42:14] Frame 55
[21:42:14] Frame 56
[21:42:14] Frame 57
[21:42:14] Frame 58
[21:42:14] Frame 59
[21:42:14] Frame 60
[21:42:14] Frame 61
[21:42:14] Frame 62
[21:42:15] Frame 63
[21:42:15] Frame 64
[21:42:15] Frame 65
[21:42:15] Frame 66
[21:42:15] Frame 67
[21:42:15] Frame 68

[21:42:15] Frame 69
[21:42:15] Frame 70
[21:42:15] Frame 71
[21:42:15] Frame 72
[21:42:15] Frame 73
[21:42:15] Frame 74
[21:42:15] Frame 75
[21:42:15] Frame 76
[21:42:16] Frame 77
[21:42:16] Frame 78
[21:42:16] New state [1, 0]: 1 person standing
[21:42:16] Frame 79
[21:42:16] Frame 80
[21:42:16] Frame 81
[21:42:16] Frame 82
[21:42:16] Frame 83
[21:42:16] Frame 84
[21:42:16] Frame 85
[21:42:16] Frame 86
[21:42:16] Frame 87
[21:42:16] Frame 88
[21:42:16] Frame 89
[21:42:16] Frame 90
[21:42:16] Frame 91
[21:42:17] Frame 92
[21:42:17] Frame 93
[21:42:17] Frame 94
[21:42:17] Frame 95
[21:42:17] Frame 96
[21:42:17] Frame 97
[21:42:17] Frame 98
[21:42:17] Frame 99
[21:42:17] Frame 100
[21:42:17] Frame 101
[21:42:17] Frame 102
[21:42:17] Frame 103
[21:42:17] Frame 104
[21:42:17] Frame 105
[21:42:17] Frame 106
[21:42:18] Frame 107
[21:42:18] Frame 108
[21:42:18] Frame 109
[21:42:18] Frame 110
[21:42:18] Frame 111
[21:42:18] Frame 112
[21:42:18] Frame 113
[21:42:18] Frame 114
[21:42:18] Frame 115
[21:42:18] Frame 116
[21:42:18] Frame 117
[21:42:18] Frame 118

```
[21:42:18] Frame 119
[21:42:18] Frame 120
[21:42:19] Frame 121
[21:42:19] Frame 122
[21:42:19] Frame 123
[21:42:19] Frame 124
[21:42:19] Frame 125
[21:42:19] Frame 126
[21:42:19] Frame 127
[21:42:19] Frame 128
[21:42:19] Frame 129
[21:42:19] Frame 130
[21:42:19] Frame 131
[21:42:19] Frame 132
[21:42:19] New state [0, 1]: Sit bed Left, 0 standing
[21:42:19] Frame 133
[21:42:19] Frame 134
[21:42:19] Frame 135
[21:42:20] Frame 136
[21:42:20] Frame 137
[21:42:20] Frame 138
[21:42:20] Frame 139
[21:42:20] Frame 140
[21:42:20] Frame 141
[21:42:20] Frame 142
[21:42:20] Frame 143
[21:42:20] Frame 144
[21:42:20] Frame 145
[21:42:20] Frame 146
[21:42:20] Frame 147
[21:42:20] Frame 148
[21:42:20] Frame 149
[21:42:20] Frame 150
[21:42:21] Frame 151
[21:42:21] Frame 152
[21:42:21] Frame 153
[21:42:21] Frame 154
[21:42:21] Frame 155
[21:42:21] Frame 156
[21:42:21] Frame 157
[21:42:21] Frame 158
[21:42:21] Frame 159
[21:42:21] Frame 160
[21:42:21] Frame 161
[21:42:21] Frame 162
[21:42:21] Frame 163
[21:42:21] Frame 164
[21:42:22] Frame 165
[21:42:22] Frame 166
[21:42:22] Frame 167
[21:42:22] Frame 168
```

[21:42:22] Frame 169
[21:42:22] Frame 170
[21:42:22] Frame 171
[21:42:22] Frame 172
[21:42:22] Frame 173
[21:42:22] Frame 174
[21:42:22] Frame 175
[21:42:22] Frame 176
[21:42:22] Frame 177
[21:42:22] Frame 178
[21:42:22] Frame 179
[21:42:23] Frame 180
[21:42:23] Frame 181
[21:42:23] Frame 182
[21:42:23] Frame 183
[21:42:23] Frame 184
[21:42:23] Frame 185
[21:42:23] Frame 186
[21:42:23] Frame 187
[21:42:23] Frame 188
[21:42:23] Frame 189
[21:42:23] Frame 190
[21:42:23] Frame 191
[21:42:23] Frame 192
[21:42:23] Frame 193
[21:42:23] Frame 194
[21:42:24] Frame 195
[21:42:24] Frame 196
[21:42:24] Frame 197
[21:42:24] Frame 198
[21:42:24] Frame 199
[21:42:24] Frame 200
[21:42:24] Frame 201
[21:42:24] Frame 202
[21:42:24] Frame 203
[21:42:24] Frame 204
[21:42:24] Frame 205
[21:42:24] Frame 206
[21:42:24] Frame 207
[21:42:24] Frame 208
[21:42:25] Frame 209
[21:42:25] Frame 210
[21:42:25] Frame 211
[21:42:25] Frame 212
[21:42:25] Frame 213
[21:42:25] Frame 214
[21:42:25] Frame 215
[21:42:25] Frame 216
[21:42:25] Frame 217
[21:42:25] Frame 218
[21:42:25] Frame 219

```

[21:42:25] Frame 220
[21:42:25] Frame 221
[21:42:25] Frame 222
[21:42:25] Frame 223
[21:42:26] Frame 224
[21:42:26] Frame 225
[21:42:26] Frame 226
[21:42:26] Frame 227
[21:42:26] Frame 228
[21:42:26] Frame 229
[21:42:26] Frame 230
[21:42:26] Frame 231
[21:42:26] Frame 232
[21:42:26] Frame 233
[21:42:26] Frame 234
[21:42:26] Frame 235
[21:42:26] Frame 236
[21:42:26] Frame 237
[21:42:26] Frame 238
[21:42:27] Frame 239
[21:42:27] Frame 240
[21:42:27] Frame 241
[21:42:27] Frame 242
[21:42:27] New state [0, 3]: Sleep bed, 0 standing
[21:42:27] Frame 243
[21:42:27] Frame 244
[21:42:27] Position: Top Left: (9, 0) px Width: 178 px Height: 111 px
[21:42:27] Frame 245
[21:42:27] Frame 246
[21:42:27] Position: Top Left: (9, 0) px Width: 120 px Height: 112 px
[21:42:27] Frame 247
[21:42:27] Frame 248
[21:42:27] Position: Top Left: (11, 0) px Width: 176 px Height: 115 px
[21:42:27] Frame 249
[21:42:27] Frame 250
[21:42:27] Position: Top Left: (14, 0) px Width: 173 px Height: 115 px
[21:42:27] Frame 251
[21:42:27] Frame 252
[21:42:28] Position: Top Left: (15, 0) px Width: 172 px Height: 117 px
[21:42:28] Frame 253
[21:42:28] Frame 254
[21:42:28] Position: Top Left: (0, 0) px Width: 172 px Height: 138 px
[21:42:28] Frame 255
[21:42:28] Frame 256
[21:42:28] Position: Top Left: (0, 0) px Width: 187 px Height: 132 px
[21:42:28] Frame 257
[21:42:28] Frame 258
[21:42:28] Position: Top Left: (20, 0) px Width: 167 px Height: 125 px
[21:42:28] Frame 259
[21:42:28] Frame 260
[21:42:28] Position: Top Left: (37, 0) px Width: 149 px Height: 128 px

```

[21:42:28]	Frame 261				
[21:42:28]	Frame 262				
[21:42:28]	Position:	Top Left:	(8, 0) px	Width:	180 px
[21:42:28]	Frame 263			Height:	133 px
[21:42:28]	Frame 264				
[21:42:28]	Position:	Top Left:	(0, 0) px	Width:	174 px
[21:42:28]	Frame 265			Height:	138 px
[21:42:28]	Frame 266				
[21:42:28]	Position:	Top Left:	(0, 0) px	Width:	176 px
[21:42:29]	Frame 267			Height:	145 px
[21:42:29]	Frame 268				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(0, 0) px	Width:	188 px
[21:42:29]	Frame 269			Height:	152 px
[21:42:29]	Frame 270				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(23, 0) px	Width:	157 px
[21:42:29]	Frame 271			Height:	156 px
[21:42:29]	Frame 272				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(43, 0) px	Width:	139 px
[21:42:29]	Frame 273			Height:	156 px
[21:42:29]	Frame 274				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(56, 0) px	Width:	133 px
[21:42:29]	Frame 275			Height:	156 px
[21:42:29]	Frame 276				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(65, 0) px	Width:	125 px
[21:42:29]	Frame 277			Height:	156 px
[21:42:29]	Frame 278				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(66, 0) px	Width:	124 px
[21:42:29]	Frame 279			Height:	156 px
[21:42:29]	Frame 280				
[21:42:29]	Position:	Top Left:	(73, 0) px	Width:	117 px
[21:42:29]	Frame 281			Height:	156 px
[21:42:30]	Frame 282				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(78, 0) px	Width:	112 px
[21:42:30]	Frame 283			Height:	156 px
[21:42:30]	Frame 284				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(74, 0) px	Width:	115 px
[21:42:30]	Frame 285			Height:	148 px
[21:42:30]	Frame 286				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(76, 0) px	Width:	112 px
[21:42:30]	Frame 287			Height:	152 px
[21:42:30]	Frame 288				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(79, 0) px	Width:	98 px
[21:42:30]	Frame 289			Height:	150 px
[21:42:30]	Frame 290				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(74, 0) px	Width:	113 px
[21:42:30]	Frame 291			Height:	149 px
[21:42:30]	Frame 292				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(76, 0) px	Width:	99 px
[21:42:30]	Frame 293			Height:	147 px
[21:42:30]	Frame 294				
[21:42:30]	Position:	Top Left:	(77, 0) px	Width:	97 px
[21:42:30]				Height:	150 px

```

[21:42:30] Frame 295
[21:42:30] Frame 296
[21:42:31] Position: Top Left: (76, 0) px Width: 102 px Height: 146 px
[21:42:31] Frame 297
[21:42:31] Frame 298
[21:42:31] Position: Top Left: (74, 0) px Width: 102 px Height: 149 px
[21:42:31] Frame 299
[21:42:31] Frame 300
[21:42:31] Position: Top Left: (75, 0) px Width: 102 px Height: 145 px
[21:42:31] Frame 301
[21:42:31] Frame 302
[21:42:31] Position: Top Left: (78, 0) px Width: 111 px Height: 150 px
[21:42:31] Frame 303
[21:42:31] Frame 304
[21:42:31] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 116 px Height: 149 px
[21:42:31] Frame 305
[21:42:31] Frame 306
[21:42:31] Position: Top Left: (75, 0) px Width: 114 px Height: 150 px
[21:42:31] Frame 307
[21:42:31] Frame 308
[21:42:31] Position: Top Left: (74, 0) px Width: 102 px Height: 154 px
[21:42:32] Frame 309
[21:42:32] Frame 310
[21:42:32] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 117 px Height: 153 px
[21:42:32] Frame 311
[21:42:32] Frame 312
[21:42:32] Position: Top Left: (77, 0) px Width: 112 px Height: 151 px
[21:42:32] Frame 313
[21:42:32] Frame 314
[21:42:32] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 116 px Height: 151 px
[21:42:32] Frame 315
[21:42:32] Frame 316
[21:42:32] Position: Top Left: (74, 0) px Width: 114 px Height: 153 px
[21:42:32] Frame 317
[21:42:32] Frame 318
[21:42:32] Position: Top Left: (75, 0) px Width: 113 px Height: 150 px
[21:42:32] Frame 319
[21:42:32] Frame 320
[21:42:32] Position: Top Left: (78, 0) px Width: 111 px Height: 151 px
[21:42:32] Frame 321
[21:42:32] Frame 322
[21:42:32] Position: Top Left: (77, 0) px Width: 111 px Height: 150 px
[21:42:32] New stable position detected. Patient moved to the left.
    The magnitude of the movement is -40.40 percent of bed width
[21:42:32] Frame 323
[21:42:33] Frame 324
[21:42:33] Position: Top Left: (75, 0) px Width: 98 px Height: 150 px
[21:42:33] Frame 325
[21:42:33] Frame 326
[21:42:33] Position: Top Left: (75, 0) px Width: 98 px Height: 154 px
[21:42:33] Frame 327

```

[21:42:33]	Frame 328				
[21:42:33]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 152 px	
[21:42:33]	Frame 329				
[21:42:33]	Frame 330				
[21:42:33]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px	
[21:42:33]	Frame 331				
[21:42:33]	Frame 332				
[21:42:33]	Position:	Top Left: (77, 0) px	Width: 112 px	Height: 151 px	
[21:42:33]	Frame 333				
[21:42:33]	Frame 334				
[21:42:33]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 156 px	
[21:42:33]	Frame 335				
[21:42:33]	Frame 336				
[21:42:33]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 150 px	
[21:42:33]	Frame 337				
[21:42:33]	Frame 338				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 150 px	
[21:42:34]	Frame 339				
[21:42:34]	Frame 340				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 102 px	Height: 151 px	
[21:42:34]	Frame 341				
[21:42:34]	Frame 342				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 145 px	
[21:42:34]	Frame 343				
[21:42:34]	Frame 344				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 146 px	
[21:42:34]	Frame 345				
[21:42:34]	Frame 346				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (79, 0) px	Width: 109 px	Height: 146 px	
[21:42:34]	Frame 347				
[21:42:34]	Frame 348				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 146 px	
[21:42:34]	Frame 349				
[21:42:34]	Frame 350				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 115 px	Height: 150 px	
[21:42:34]	Frame 351				
[21:42:34]	Frame 352				
[21:42:34]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 150 px	
[21:42:35]	Frame 353				
[21:42:35]	Frame 354				
[21:42:35]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 149 px	
[21:42:35]	Frame 355				
[21:42:35]	Frame 356				
[21:42:35]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 150 px	
[21:42:35]	Frame 357				
[21:42:35]	Frame 358				
[21:42:35]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px	
[21:42:35]	Frame 359				
[21:42:35]	Frame 360				
[21:42:35]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 150 px	
[21:42:35]	Frame 361				

[21:42:35]	Frame 362			
[21:42:35]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 151 px
[21:42:35]	Frame 363			
[21:42:35]	Frame 364			
[21:42:35]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 152 px
[21:42:35]	Frame 365			
[21:42:35]	Frame 366			
[21:42:35]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 151 px
[21:42:36]	Frame 367			
[21:42:36]	Frame 368			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px
[21:42:36]	Frame 369			
[21:42:36]	Frame 370			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 149 px
[21:42:36]	Frame 371			
[21:42:36]	Frame 372			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 155 px
[21:42:36]	Frame 373			
[21:42:36]	Frame 374			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 151 px
[21:42:36]	Frame 375			
[21:42:36]	Frame 376			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 146 px
[21:42:36]	Frame 377			
[21:42:36]	Frame 378			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px
[21:42:36]	Frame 379			
[21:42:36]	Frame 380			
[21:42:36]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 152 px
[21:42:36]	Frame 381			
[21:42:37]	Frame 382			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 149 px
[21:42:37]	Frame 383			
[21:42:37]	Frame 384			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (77, 0) px	Width: 112 px	Height: 155 px
[21:42:37]	Frame 385			
[21:42:37]	Frame 386			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 147 px
[21:42:37]	Frame 387			
[21:42:37]	Frame 388			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 146 px
[21:42:37]	Frame 389			
[21:42:37]	Frame 390			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (80, 0) px	Width: 109 px	Height: 150 px
[21:42:37]	Frame 391			
[21:42:37]	Frame 392			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 97 px	Height: 151 px
[21:42:37]	Frame 393			
[21:42:37]	Frame 394			
[21:42:37]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 150 px
[21:42:37]	Frame 395			

[21:42:37]	Frame 396				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 149 px	
[21:42:38]	Frame 397				
[21:42:38]	Frame 398				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 151 px	
[21:42:38]	Frame 399				
[21:42:38]	Frame 400				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 154 px	
[21:42:38]	Frame 401				
[21:42:38]	Frame 402				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 100 px	Height: 151 px	
[21:42:38]	Frame 403				
[21:42:38]	Frame 404				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 155 px	
[21:42:38]	Frame 405				
[21:42:38]	Frame 406				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px	
[21:42:38]	Frame 407				
[21:42:38]	Frame 408				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (78, 0) px	Width: 110 px	Height: 153 px	
[21:42:38]	Frame 409				
[21:42:38]	Frame 410				
[21:42:38]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 96 px	Height: 154 px	
[21:42:39]	Frame 411				
[21:42:39]	Frame 412				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 150 px	
[21:42:39]	Frame 413				
[21:42:39]	Frame 414				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 102 px	Height: 151 px	
[21:42:39]	Frame 415				
[21:42:39]	Frame 416				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 150 px	
[21:42:39]	Frame 417				
[21:42:39]	Frame 418				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px	
[21:42:39]	Frame 419				
[21:42:39]	Frame 420				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 148 px	
[21:42:39]	Frame 421				
[21:42:39]	Frame 422				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 155 px	
[21:42:39]	Frame 423				
[21:42:39]	Frame 424				
[21:42:39]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 148 px	
[21:42:40]	Frame 425				
[21:42:40]	Frame 426				
[21:42:40]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 146 px	
[21:42:40]	Frame 427				
[21:42:40]	Frame 428				
[21:42:40]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 115 px	Height: 148 px	
[21:42:40]	Frame 429				

[21:42:40]	Frame 430			
[21:42:40]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 150 px
[21:42:40]	Frame 431			
[21:42:40]	Frame 432			
[21:42:40]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 97 px	Height: 150 px
[21:42:40]	Frame 433			
[21:42:40]	Frame 434			
[21:42:40]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 147 px
[21:42:40]	Frame 435			
[21:42:40]	Frame 436			
[21:42:40]	Position:	Top Left: (78, 0) px	Width: 95 px	Height: 151 px
[21:42:40]	Frame 437			
[21:42:40]	Frame 438			
[21:42:40]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px
[21:42:40]	Frame 439			
[21:42:40]	Frame 440			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px
[21:42:41]	Frame 441			
[21:42:41]	Frame 442			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 150 px
[21:42:41]	Frame 443			
[21:42:41]	Frame 444			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 100 px	Height: 150 px
[21:42:41]	Frame 445			
[21:42:41]	Frame 446			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (79, 0) px	Width: 110 px	Height: 151 px
[21:42:41]	Frame 447			
[21:42:41]	Frame 448			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (77, 0) px	Width: 111 px	Height: 150 px
[21:42:41]	Frame 449			
[21:42:41]	Frame 450			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 100 px	Height: 154 px
[21:42:41]	Frame 451			
[21:42:41]	Frame 452			
[21:42:41]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 154 px
[21:42:41]	Frame 453			
[21:42:41]	Frame 454			
[21:42:42]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px
[21:42:42]	Frame 455			
[21:42:42]	Frame 456			
[21:42:42]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 151 px
[21:42:42]	Frame 457			
[21:42:42]	Frame 458			
[21:42:42]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 151 px
[21:42:42]	Frame 459			
[21:42:42]	Frame 460			
[21:42:42]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 153 px
[21:42:42]	Frame 461			
[21:42:42]	Frame 462			
[21:42:42]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 151 px
[21:42:42]	Frame 463			

[21:42:42]	Frame 464				
[21:42:42]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 153 px	
[21:42:42]	Frame 465				
[21:42:42]	Frame 466				
[21:42:42]	Position:	Top Left: (78, 0) px	Width: 110 px	Height: 154 px	
[21:42:42]	Frame 467				
[21:42:42]	Frame 468				
[21:42:42]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 150 px	
[21:42:43]	Frame 469				
[21:42:43]	Frame 470				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 150 px	
[21:42:43]	Frame 471				
[21:42:43]	Frame 472				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (77, 0) px	Width: 111 px	Height: 150 px	
[21:42:43]	Frame 473				
[21:42:43]	Frame 474				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 153 px	
[21:42:43]	Frame 475				
[21:42:43]	Frame 476				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 154 px	
[21:42:43]	Frame 477				
[21:42:43]	Frame 478				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 149 px	
[21:42:43]	Frame 479				
[21:42:43]	Frame 480				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 102 px	Height: 155 px	
[21:42:43]	Frame 481				
[21:42:43]	Frame 482				
[21:42:43]	Position:	Top Left: (79, 0) px	Width: 109 px	Height: 155 px	
[21:42:43]	Frame 483				
[21:42:44]	Frame 484				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px	
[21:42:44]	Frame 485				
[21:42:44]	Frame 486				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 115 px	Height: 150 px	
[21:42:44]	Frame 487				
[21:42:44]	Frame 488				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 156 px	
[21:42:44]	Frame 489				
[21:42:44]	Frame 490				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 155 px	
[21:42:44]	Frame 491				
[21:42:44]	Frame 492				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 102 px	Height: 153 px	
[21:42:44]	Frame 493				
[21:42:44]	Frame 494				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 100 px	Height: 153 px	
[21:42:44]	Frame 495				
[21:42:44]	Frame 496				
[21:42:44]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 154 px	
[21:42:44]	Frame 497				

[21:42:44]	Frame 498			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px
[21:42:45]	Frame 499			
[21:42:45]	Frame 500			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 145 px
[21:42:45]	Frame 501			
[21:42:45]	Frame 502			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 153 px
[21:42:45]	Frame 503			
[21:42:45]	Frame 504			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 149 px
[21:42:45]	Frame 505			
[21:42:45]	Frame 506			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 153 px
[21:42:45]	Frame 507			
[21:42:45]	Frame 508			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 150 px
[21:42:45]	Frame 509			
[21:42:45]	Frame 510			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 150 px
[21:42:45]	Frame 511			
[21:42:45]	Frame 512			
[21:42:45]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 154 px
[21:42:46]	Frame 513			
[21:42:46]	Frame 514			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 151 px
[21:42:46]	Frame 515			
[21:42:46]	Frame 516			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 113 px	Height: 150 px
[21:42:46]	Frame 517			
[21:42:46]	Frame 518			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 146 px
[21:42:46]	Frame 519			
[21:42:46]	Frame 520			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 151 px
[21:42:46]	Frame 521			
[21:42:46]	Frame 522			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 151 px
[21:42:46]	Frame 523			
[21:42:46]	Frame 524			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (77, 0) px	Width: 112 px	Height: 149 px
[21:42:46]	Frame 525			
[21:42:46]	Frame 526			
[21:42:46]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 100 px	Height: 153 px
[21:42:46]	Frame 527			
[21:42:47]	Frame 528			
[21:42:47]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 100 px	Height: 155 px
[21:42:47]	Frame 529			
[21:42:47]	Frame 530			
[21:42:47]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 101 px	Height: 154 px
[21:42:47]	Frame 531			

[21:42:47]	Frame 532				
[21:42:47]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px	
[21:42:47]	Frame 533				
[21:42:47]	Frame 534				
[21:42:47]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 102 px	Height: 156 px	
[21:42:47]	Frame 535				
[21:42:47]	Frame 536				
[21:42:47]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 154 px	
[21:42:47]	Frame 537				
[21:42:47]	Frame 538				
[21:42:47]	Position:	Top Left: (88, 0) px	Width: 101 px	Height: 145 px	
[21:42:47]	Frame 539				
[21:42:47]	Frame 540				
[21:42:47]	Position:	Top Left: (79, 0) px	Width: 100 px	Height: 156 px	
[21:42:47]	Frame 541				
[21:42:47]	Frame 542				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 106 px	Height: 152 px	
[21:42:48]	Frame 543				
[21:42:48]	Frame 544				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (78, 0) px	Width: 104 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 545				
[21:42:48]	Frame 546				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 113 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 547				
[21:42:48]	Frame 548				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 117 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 549				
[21:42:48]	Frame 550				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 551				
[21:42:48]	Frame 552				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 553				
[21:42:48]	Frame 554				
[21:42:48]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 136 px	Height: 156 px	
[21:42:48]	Frame 555				
[21:42:48]	Frame 556				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 116 px	Height: 154 px	
[21:42:49]	Frame 557				
[21:42:49]	Frame 558				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 137 px	Height: 153 px	
[21:42:49]	Frame 559				
[21:42:49]	Frame 560				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 134 px	Height: 154 px	
[21:42:49]	Frame 561				
[21:42:49]	Frame 562				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 143 px	Height: 151 px	
[21:42:49]	Frame 563				
[21:42:49]	Frame 564				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 140 px	Height: 152 px	
[21:42:49]	Frame 565				

[21:42:49]	Frame 566				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 136 px	Height: 152 px	
[21:42:49]	Frame 567				
[21:42:49]	Frame 568				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 136 px	Height: 150 px	
[21:42:49]	Frame 569				
[21:42:49]	Frame 570				
[21:42:49]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 137 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 571				
[21:42:50]	Frame 572				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 136 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 573				
[21:42:50]	Frame 574				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 575				
[21:42:50]	Frame 576				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 577				
[21:42:50]	Frame 578				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 136 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 579				
[21:42:50]	Frame 580				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 581				
[21:42:50]	Frame 582				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 583				
[21:42:50]	Frame 584				
[21:42:50]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:42:50]	Frame 585				
[21:42:51]	Frame 586				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 587				
[21:42:51]	Frame 588				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 589				
[21:42:51]	Frame 590				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 130 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 591				
[21:42:51]	Frame 592				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 593				
[21:42:51]	Frame 594				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 131 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 595				
[21:42:51]	Frame 596				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 597				
[21:42:51]	Frame 598				
[21:42:51]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px	
[21:42:51]	Frame 599				

[21:42:51] Frame 600
[21:42:52] Position: Top Left: (70, 0) px Width: 126 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 601
[21:42:52] Frame 602
[21:42:52] Position: Top Left: (68, 0) px Width: 128 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 603
[21:42:52] Frame 604
[21:42:52] Position: Top Left: (74, 0) px Width: 122 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 605
[21:42:52] Frame 606
[21:42:52] Position: Top Left: (66, 0) px Width: 130 px Height: 156 px
[21:42:52] New stable position detected. Patient moved to the left.
The magnitude of the movement is -10.20 percent of bed width
[21:42:52] Frame 607
[21:42:52] Frame 608
[21:42:52] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 609
[21:42:52] Frame 610
[21:42:52] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 611
[21:42:52] Frame 612
[21:42:52] Position: Top Left: (71, 0) px Width: 126 px Height: 156 px
[21:42:52] Frame 613
[21:42:52] Frame 614
[21:42:53] Position: Top Left: (74, 0) px Width: 122 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 615
[21:42:53] Frame 616
[21:42:53] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 617
[21:42:53] Frame 618
[21:42:53] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 124 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 619
[21:42:53] Frame 620
[21:42:53] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 621
[21:42:53] Frame 622
[21:42:53] Position: Top Left: (71, 0) px Width: 125 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 623
[21:42:53] Frame 624
[21:42:53] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 625
[21:42:53] Frame 626
[21:42:53] Position: Top Left: (71, 0) px Width: 125 px Height: 156 px
[21:42:53] Frame 627
[21:42:53] Frame 628
[21:42:54] Position: Top Left: (73, 0) px Width: 123 px Height: 156 px
[21:42:54] Frame 629
[21:42:54] Frame 630
[21:42:54] Position: Top Left: (71, 0) px Width: 125 px Height: 156 px
[21:42:54] Frame 631
[21:42:54] Frame 632

[21:42:54]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:54]	Frame 633			
[21:42:54]	Frame 634			
[21:42:54]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:42:54]	Frame 635			
[21:42:54]	Frame 636			
[21:42:54]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:42:54]	Frame 637			
[21:42:54]	Frame 638			
[21:42:54]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:42:54]	Frame 639			
[21:42:54]	Frame 640			
[21:42:54]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:42:54]	Frame 641			
[21:42:54]	Frame 642			
[21:42:54]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 643			
[21:42:55]	Frame 644			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 645			
[21:42:55]	Frame 646			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 647			
[21:42:55]	Frame 648			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 649			
[21:42:55]	Frame 650			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 651			
[21:42:55]	Frame 652			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 653			
[21:42:55]	Frame 654			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 655			
[21:42:55]	Frame 656			
[21:42:55]	Position:	Top Left: (66, 0) px	Width: 130 px	Height: 156 px
[21:42:55]	Frame 657			
[21:42:56]	Frame 658			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 659			
[21:42:56]	Frame 660			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 661			
[21:42:56]	Frame 662			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 663			
[21:42:56]	Frame 664			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (66, 0) px	Width: 130 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 665			
[21:42:56]	Frame 666			

[21:42:56]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 667			
[21:42:56]	Frame 668			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 669			
[21:42:56]	Frame 670			
[21:42:56]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:56]	Frame 671			
[21:42:56]	Frame 672			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 673			
[21:42:57]	Frame 674			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 675			
[21:42:57]	Frame 676			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 677			
[21:42:57]	Frame 678			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 679			
[21:42:57]	Frame 680			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 681			
[21:42:57]	Frame 682			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 683			
[21:42:57]	Frame 684			
[21:42:57]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:42:57]	Frame 685			
[21:42:57]	Frame 686			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 687			
[21:42:58]	Frame 688			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 689			
[21:42:58]	Frame 690			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 691			
[21:42:58]	Frame 692			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 693			
[21:42:58]	Frame 694			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 695			
[21:42:58]	Frame 696			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 697			
[21:42:58]	Frame 698			
[21:42:58]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:42:58]	Frame 699			
[21:42:58]	Frame 700			

[21:42:58]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 701			
[21:42:59]	Frame 702			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 703			
[21:42:59]	Frame 704			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 705			
[21:42:59]	Frame 706			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 707			
[21:42:59]	Frame 708			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 709			
[21:42:59]	Frame 710			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 711			
[21:42:59]	Frame 712			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 713			
[21:42:59]	Frame 714			
[21:42:59]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:42:59]	Frame 715			
[21:43:00]	Frame 716			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 717			
[21:43:00]	Frame 718			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 719			
[21:43:00]	Frame 720			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 721			
[21:43:00]	Frame 722			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 723			
[21:43:00]	Frame 724			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 725			
[21:43:00]	Frame 726			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 727			
[21:43:00]	Frame 728			
[21:43:00]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:43:00]	Frame 729			
[21:43:01]	Frame 730			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 731			
[21:43:01]	Frame 732			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 733			
[21:43:01]	Frame 734			

[21:43:01]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 735			
[21:43:01]	Frame 736			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 737			
[21:43:01]	Frame 738			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 739			
[21:43:01]	Frame 740			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 741			
[21:43:01]	Frame 742			
[21:43:01]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:43:01]	Frame 743			
[21:43:01]	Frame 744			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 745			
[21:43:02]	Frame 746			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 747			
[21:43:02]	Frame 748			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 749			
[21:43:02]	Frame 750			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 751			
[21:43:02]	Frame 752			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 753			
[21:43:02]	Frame 754			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 755			
[21:43:02]	Frame 756			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 128 px	Height: 156 px
[21:43:02]	Frame 757			
[21:43:02]	Frame 758			
[21:43:02]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 759			
[21:43:03]	Frame 760			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 761			
[21:43:03]	Frame 762			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 763			
[21:43:03]	Frame 764			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 765			
[21:43:03]	Frame 766			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 767			
[21:43:03]	Frame 768			

[21:43:03]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 769			
[21:43:03]	Frame 770			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (64, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 771			
[21:43:03]	Frame 772			
[21:43:03]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 127 px	Height: 156 px
[21:43:03]	Frame 773			
[21:43:04]	Frame 774			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 775			
[21:43:04]	Frame 776			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 125 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 777			
[21:43:04]	Frame 778			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 779			
[21:43:04]	Frame 780			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 781			
[21:43:04]	Frame 782			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 783			
[21:43:04]	Frame 784			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 785			
[21:43:04]	Frame 786			
[21:43:04]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 114 px	Height: 156 px
[21:43:04]	Frame 787			
[21:43:04]	Frame 788			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 114 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 789			
[21:43:05]	Frame 790			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 114 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 791			
[21:43:05]	Frame 792			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 793			
[21:43:05]	Frame 794			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 143 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 795			
[21:43:05]	Frame 796			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 797			
[21:43:05]	Frame 798			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 113 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 799			
[21:43:05]	Frame 800			
[21:43:05]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px
[21:43:05]	Frame 801			
[21:43:05]	Frame 802			

[21:43:06]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px
[21:43:06]	Frame 803			
[21:43:06]	Frame 804			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px
[21:43:06]	Frame 805			
[21:43:06]	Frame 806			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 115 px	Height: 156 px
[21:43:06]	Frame 807			
[21:43:06]	Frame 808			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 112 px	Height: 156 px
[21:43:06]	Frame 809			
[21:43:06]	Frame 810			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 151 px
[21:43:06]	Frame 811			
[21:43:06]	Frame 812			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 115 px	Height: 154 px
[21:43:06]	Frame 813			
[21:43:06]	Frame 814			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 114 px	Height: 154 px
[21:43:06]	Frame 815			
[21:43:06]	Frame 816			
[21:43:06]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 116 px	Height: 154 px
[21:43:07]	Frame 817			
[21:43:07]	Frame 818			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 819			
[21:43:07]	Frame 820			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (67, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 821			
[21:43:07]	Frame 822			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (62, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 823			
[21:43:07]	Frame 824			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (64, 0) px	Width: 124 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 825			
[21:43:07]	Frame 826			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (62, 0) px	Width: 126 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 827			
[21:43:07]	Frame 828			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (66, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 829			
[21:43:07]	Frame 830			
[21:43:07]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:07]	Frame 831			
[21:43:07]	Frame 832			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (67, 0) px	Width: 122 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 833			
[21:43:08]	Frame 834			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 835			
[21:43:08]	Frame 836			

[21:43:08]	Position:	Top Left: (67, 0) px	Width: 121 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 837			
[21:43:08]	Frame 838			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (49, 0) px	Width: 139 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 839			
[21:43:08]	Frame 840			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (44, 0) px	Width: 143 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 841			
[21:43:08]	Frame 842			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (51, 0) px	Width: 137 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 843			
[21:43:08]	Frame 844			
[21:43:08]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 131 px	Height: 156 px
[21:43:08]	Frame 845			
[21:43:08]	Frame 846			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 847			
[21:43:09]	Frame 848			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (52, 0) px	Width: 136 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 849			
[21:43:09]	Frame 850			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 851			
[21:43:09]	Frame 852			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 853			
[21:43:09]	Frame 854			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (52, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 855			
[21:43:09]	Frame 856			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (51, 0) px	Width: 137 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 857			
[21:43:09]	Frame 858			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (52, 0) px	Width: 85 px	Height: 156 px
[21:43:09]	Frame 859			
[21:43:09]	Frame 860			
[21:43:09]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px
[21:43:10]	Frame 861			
[21:43:10]	Frame 862			
[21:43:10]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:10]	Frame 863			
[21:43:10]	Frame 864			
[21:43:10]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px
[21:43:10]	Frame 865			
[21:43:10]	Frame 866			
[21:43:10]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px
[21:43:10]	Frame 867			
[21:43:10]	Frame 868			
[21:43:10]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px
[21:43:10]	Frame 869			
[21:43:10]	Frame 870			

[21:43:10] Position: Top Left: (54, 0) px Width: 134 px Height: 156 px
[21:43:10] Frame 871
[21:43:10] Frame 872
[21:43:10] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:10] Frame 873
[21:43:10] Frame 874
[21:43:10] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:10] New stable position detected. Patient moved to the right.
The magnitude of the movement is 28.50 percent of bed width
[21:43:10] Frame 875
[21:43:10] Frame 876
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 877
[21:43:11] Frame 878
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 879
[21:43:11] Frame 880
[21:43:11] Position: Top Left: (54, 0) px Width: 134 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 881
[21:43:11] Frame 882
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 883
[21:43:11] Frame 884
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 885
[21:43:11] Frame 886
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 887
[21:43:11] Frame 888
[21:43:11] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:11] Frame 889
[21:43:11] Frame 890
[21:43:12] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 891
[21:43:12] Frame 892
[21:43:12] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 893
[21:43:12] Frame 894
[21:43:12] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 895
[21:43:12] Frame 896
[21:43:12] Position: Top Left: (54, 0) px Width: 134 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 897
[21:43:12] Frame 898
[21:43:12] Position: Top Left: (54, 0) px Width: 134 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 899
[21:43:12] Frame 900
[21:43:12] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px
[21:43:12] Frame 901
[21:43:12] Frame 902
[21:43:12] Position: Top Left: (55, 0) px Width: 133 px Height: 156 px

[21:43:12]	Frame 903				
[21:43:12]	Frame 904				
[21:43:12]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 905				
[21:43:13]	Frame 906				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 907				
[21:43:13]	Frame 908				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 909				
[21:43:13]	Frame 910				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 911				
[21:43:13]	Frame 912				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 913				
[21:43:13]	Frame 914				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 915				
[21:43:13]	Frame 916				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 917				
[21:43:13]	Frame 918				
[21:43:13]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:13]	Frame 919				
[21:43:14]	Frame 920				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 921				
[21:43:14]	Frame 922				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 923				
[21:43:14]	Frame 924				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 925				
[21:43:14]	Frame 926				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 927				
[21:43:14]	Frame 928				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 929				
[21:43:14]	Frame 930				
[21:43:14]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:14]	Frame 931				
[21:43:14]	Frame 932				
[21:43:15]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:15]	Frame 933				
[21:43:15]	Frame 934				
[21:43:15]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:15]	Frame 935				
[21:43:15]	Frame 936				
[21:43:15]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	

[21:43:15]	Frame 937				
[21:43:15]	Frame 938				
[21:43:15]	Position :	Top Left :	(53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px
[21:43:15]	Frame 939				
[21:43:15]	Frame 940				
[21:43:15]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:15]	Frame 941				
[21:43:15]	Frame 942				
[21:43:15]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:15]	Frame 943				
[21:43:15]	Frame 944				
[21:43:15]	Position :	Top Left :	(53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px
[21:43:15]	Frame 945				
[21:43:15]	Frame 946				
[21:43:15]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:15]	Frame 947				
[21:43:16]	Frame 948				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 949				
[21:43:16]	Frame 950				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 951				
[21:43:16]	Frame 952				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 953				
[21:43:16]	Frame 954				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 955				
[21:43:16]	Frame 956				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 957				
[21:43:16]	Frame 958				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 959				
[21:43:16]	Frame 960				
[21:43:16]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:16]	Frame 961				
[21:43:16]	Frame 962				
[21:43:17]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:17]	Frame 963				
[21:43:17]	Frame 964				
[21:43:17]	Position :	Top Left :	(54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px
[21:43:17]	Frame 965				
[21:43:17]	Frame 966				
[21:43:17]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:17]	Frame 967				
[21:43:17]	Frame 968				
[21:43:17]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px
[21:43:17]	Frame 969				
[21:43:17]	Frame 970				
[21:43:17]	Position :	Top Left :	(55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px

[21:43:17]	Frame 971				
[21:43:17]	Frame 972				
[21:43:17]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:17]	Frame 973			Height:	156 px
[21:43:17]	Frame 974				
[21:43:17]	Position:	Top Left:	(54, 0) px	Width:	134 px
[21:43:17]	Frame 975			Height:	156 px
[21:43:17]	Frame 976				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:18]	Frame 977			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 978				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:18]	Frame 979			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 980				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:18]	Frame 981			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 982				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(54, 0) px	Width:	134 px
[21:43:18]	Frame 983			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 984				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(53, 0) px	Width:	135 px
[21:43:18]	Frame 985			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 986				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	132 px
[21:43:18]	Frame 987			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 988				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:18]	Frame 989			Height:	156 px
[21:43:18]	Frame 990				
[21:43:18]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:18]	Frame 991			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 992				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:19]	Frame 993			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 994				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(54, 0) px	Width:	134 px
[21:43:19]	Frame 995			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 996				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(54, 0) px	Width:	134 px
[21:43:19]	Frame 997			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 998				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:19]	Frame 999			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 1000				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:19]	Frame 1001			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 1002				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:19]	Frame 1003			Height:	156 px
[21:43:19]	Frame 1004				
[21:43:19]	Position:	Top Left:	(55, 0) px	Width:	133 px
[21:43:19]				Height:	156 px

[21:43:19]	Frame 1005				
[21:43:20]	Frame 1006				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1007				
[21:43:20]	Frame 1008				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1009				
[21:43:20]	Frame 1010				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1011				
[21:43:20]	Frame 1012				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1013				
[21:43:20]	Frame 1014				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1015				
[21:43:20]	Frame 1016				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1017				
[21:43:20]	Frame 1018				
[21:43:20]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:20]	Frame 1019				
[21:43:20]	Frame 1020				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1021				
[21:43:21]	Frame 1022				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1023				
[21:43:21]	Frame 1024				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (52, 0) px	Width: 136 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1025				
[21:43:21]	Frame 1026				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1027				
[21:43:21]	Frame 1028				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1029				
[21:43:21]	Frame 1030				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1031				
[21:43:21]	Frame 1032				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:21]	Frame 1033				
[21:43:21]	Frame 1034				
[21:43:21]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1035				
[21:43:22]	Frame 1036				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1037				
[21:43:22]	Frame 1038				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	

[21:43:22]	Frame 1039				
[21:43:22]	Frame 1040				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1041				
[21:43:22]	Frame 1042				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1043				
[21:43:22]	Frame 1044				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (54, 0) px	Width: 134 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1045				
[21:43:22]	Frame 1046				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1047				
[21:43:22]	Frame 1048				
[21:43:22]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:22]	Frame 1049				
[21:43:23]	Frame 1050				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1051				
[21:43:23]	Frame 1052				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1053				
[21:43:23]	Frame 1054				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1055				
[21:43:23]	Frame 1056				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1057				
[21:43:23]	Frame 1058				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1059				
[21:43:23]	Frame 1060				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1061				
[21:43:23]	Frame 1062				
[21:43:23]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:23]	Frame 1063				
[21:43:23]	Frame 1064				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1065				
[21:43:24]	Frame 1066				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1067				
[21:43:24]	Frame 1068				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1069				
[21:43:24]	Frame 1070				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (53, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1071				
[21:43:24]	Frame 1072				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	

[21:43:24]	Frame 1073				
[21:43:24]	Frame 1074				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1075				
[21:43:24]	Frame 1076				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:24]	Frame 1077				
[21:43:24]	Frame 1078				
[21:43:24]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1079				
[21:43:25]	Frame 1080				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1081				
[21:43:25]	Frame 1082				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1083				
[21:43:25]	Frame 1084				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1085				
[21:43:25]	Frame 1086				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1087				
[21:43:25]	Frame 1088				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:25]	Frame 1089				
[21:43:25]	Frame 1090				
[21:43:25]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1091				
[21:43:26]	Frame 1092				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1093				
[21:43:26]	Frame 1094				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1095				
[21:43:26]	Frame 1096				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1097				
[21:43:26]	Frame 1098				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1099				
[21:43:26]	Frame 1100				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1101				
[21:43:26]	Frame 1102				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1103				
[21:43:26]	Frame 1104				
[21:43:26]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:26]	Frame 1105				
[21:43:27]	Frame 1106				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	

[21:43:27]	Frame 1107				
[21:43:27]	Frame 1108				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1109				
[21:43:27]	Frame 1110				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1111				
[21:43:27]	Frame 1112				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1113				
[21:43:27]	Frame 1114				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 133 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1115				
[21:43:27]	Frame 1116				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1117				
[21:43:27]	Frame 1118				
[21:43:27]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:27]	Frame 1119				
[21:43:27]	Frame 1120				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1121				
[21:43:28]	Frame 1122				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (59, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1123				
[21:43:28]	Frame 1124				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (59, 0) px	Width: 129 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1125				
[21:43:28]	Frame 1126				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 118 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1127				
[21:43:28]	Frame 1128				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (56, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1129				
[21:43:28]	Frame 1130				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (55, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1131				
[21:43:28]	Frame 1132				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (25, 0) px	Width: 163 px	Height: 156 px	
[21:43:28]	Frame 1133				
[21:43:28]	Frame 1134				
[21:43:28]	Position:	Top Left: (32, 0) px	Width: 141 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1135				
[21:43:29]	Frame 1136				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (42, 0) px	Width: 137 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1137				
[21:43:29]	Frame 1138				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (62, 0) px	Width: 119 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1139				
[21:43:29]	Frame 1140				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 113 px	Height: 156 px	

[21:43:29]	Frame 1141				
[21:43:29]	Frame 1142				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 112 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1143				
[21:43:29]	Frame 1144				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (66, 0) px	Width: 119 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1145				
[21:43:29]	Frame 1146				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 113 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1147				
[21:43:29]	Frame 1148				
[21:43:29]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 114 px	Height: 156 px	
[21:43:29]	Frame 1149				
[21:43:30]	Frame 1150				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 123 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1151				
[21:43:30]	Frame 1152				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 132 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1153				
[21:43:30]	Frame 1154				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 135 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1155				
[21:43:30]	Frame 1156				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 140 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1157				
[21:43:30]	Frame 1158				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 142 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1159				
[21:43:30]	Frame 1160				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 143 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1161				
[21:43:30]	Frame 1162				
[21:43:30]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 146 px	Height: 156 px	
[21:43:30]	Frame 1163				
[21:43:30]	Frame 1164				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 146 px	Height: 156 px	
[21:43:31]	Frame 1165				
[21:43:31]	Frame 1166				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (68, 0) px	Width: 149 px	Height: 139 px	
[21:43:31]	Frame 1167				
[21:43:31]	Frame 1168				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 125 px	
[21:43:31]	Frame 1169				
[21:43:31]	Frame 1170				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (64, 0) px	Width: 153 px	Height: 117 px	
[21:43:31]	Frame 1171				
[21:43:31]	Frame 1172				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (74, 0) px	Width: 143 px	Height: 104 px	
[21:43:31]	Frame 1173				
[21:43:31]	Frame 1174				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (73, 0) px	Width: 144 px	Height: 106 px	

[21:43:31]	Frame 1175				
[21:43:31]	Frame 1176				
[21:43:31]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 110 px	
[21:43:31]	Frame 1177				
[21:43:31]	Frame 1178				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 142 px	Height: 111 px	
[21:43:32]	Frame 1179				
[21:43:32]	Frame 1180				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 146 px	Height: 108 px	
[21:43:32]	Frame 1181				
[21:43:32]	Frame 1182				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (75, 0) px	Width: 141 px	Height: 113 px	
[21:43:32]	Frame 1183				
[21:43:32]	Frame 1184				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (76, 0) px	Width: 135 px	Height: 112 px	
[21:43:32]	Frame 1185				
[21:43:32]	Frame 1186				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 142 px	Height: 114 px	
[21:43:32]	Frame 1187				
[21:43:32]	Frame 1188				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 141 px	Height: 111 px	
[21:43:32]	Frame 1189				
[21:43:32]	Frame 1190				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (69, 0) px	Width: 133 px	Height: 108 px	
[21:43:32]	Frame 1191				
[21:43:32]	Frame 1192				
[21:43:32]	Position:	Top Left: (71, 0) px	Width: 134 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1193				
[21:43:33]	Frame 1194				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (70, 0) px	Width: 141 px	Height: 107 px	
[21:43:33]	Frame 1195				
[21:43:33]	Frame 1196				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1197				
[21:43:33]	Frame 1198				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1199				
[21:43:33]	Frame 1200				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1201				
[21:43:33]	Frame 1202				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1203				
[21:43:33]	Frame 1204				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1205				
[21:43:33]	Frame 1206				
[21:43:33]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	
[21:43:33]	Frame 1207				
[21:43:34]	Frame 1208				
[21:43:34]	Position:	Top Left: (72, 0) px	Width: 145 px	Height: 106 px	

[21:43:34] Frame 1209
[21:43:34] Frame 1210
[21:43:34] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 145 px Height: 132 px
[21:43:34] Frame 1211
[21:43:34] Frame 1212
[21:43:34] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 145 px Height: 133 px
[21:43:34] Frame 1213
[21:43:34] Frame 1214
[21:43:34] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 145 px Height: 133 px
[21:43:34] Frame 1215
[21:43:34] Frame 1216
[21:43:34] Position: Top Left: (72, 0) px Width: 145 px Height: 133 px
[21:43:34] New state [0, 2]: Sit bed Right, 0 standing
[21:43:34] Frame 1217
[21:43:34] Frame 1218
[21:43:34] Frame 1219
[21:43:34] Frame 1220
[21:43:34] Frame 1221
[21:43:34] Frame 1222
[21:43:35] Frame 1223
[21:43:35] Frame 1224
[21:43:35] Frame 1225
[21:43:35] Frame 1226
[21:43:35] Frame 1227
[21:43:35] Frame 1228
[21:43:35] Frame 1229
[21:43:35] Frame 1230
[21:43:35] Frame 1231
[21:43:35] Frame 1232
[21:43:35] Frame 1233
[21:43:35] Frame 1234
[21:43:35] Frame 1235
[21:43:35] Frame 1236
[21:43:36] Frame 1237
[21:43:36] Frame 1238
[21:43:36] Frame 1239
[21:43:36] Frame 1240
[21:43:36] New state [1, 0]: 1 person standing
[21:43:36] Frame 1241
[21:43:36] Frame 1242
[21:43:36] Frame 1243
[21:43:36] Frame 1244
[21:43:36] Frame 1245
[21:43:36] Frame 1246
[21:43:36] Frame 1247
[21:43:36] Frame 1248
[21:43:36] Frame 1249
[21:43:36] Frame 1250
[21:43:37] Frame 1251
[21:43:37] Frame 1252
[21:43:37] Frame 1253

[21:43:37] Frame 1254
[21:43:37] Frame 1255
[21:43:37] Frame 1256
[21:43:37] Frame 1257
[21:43:37] Frame 1258
[21:43:37] Frame 1259
[21:43:37] Frame 1260
[21:43:37] Frame 1261
[21:43:37] Frame 1262
[21:43:37] Frame 1263
[21:43:37] Frame 1264
[21:43:37] Frame 1265
[21:43:38] Frame 1266
[21:43:38] Frame 1267
[21:43:38] Frame 1268
[21:43:38] Frame 1269
[21:43:38] Frame 1270
[21:43:38] Frame 1271
[21:43:38] Frame 1272
[21:43:38] Frame 1273
[21:43:38] Frame 1274
[21:43:38] Frame 1275
[21:43:38] Frame 1276
[21:43:38] Frame 1277
[21:43:38] Frame 1278
[21:43:38] Frame 1279
[21:43:38] Frame 1280
[21:43:39] New state [0, 0]: Empty scene
[21:43:39] Frame 1281
[21:43:39] Frame 1282
[21:43:39] Frame 1283
[21:43:39] Frame 1284
[21:43:39] Frame 1285
[21:43:39] Frame 1286
[21:43:39] Frame 1287
[21:43:39] Frame 1288
[21:43:39] Frame 1289
[21:43:39] Frame 1290
[21:43:39] Frame 1291
[21:43:39] Frame 1292
[21:43:39] Frame 1293
[21:43:39] Frame 1294
[21:43:40] Frame 1295
[21:43:40] Frame 1296
[21:43:40] Frame 1297
[21:43:40] Frame 1298
[21:43:40] Frame 1299
[21:43:40] Frame 1300
[21:43:40] Frame 1301
[21:43:40] Frame 1302
[21:43:40] Frame 1303

[21:43:40] Frame 1304
[21:43:40] Frame 1305
[21:43:40] Frame 1306
[21:43:40] Frame 1307
[21:43:40] Frame 1308
[21:43:40] Frame 1309
[21:43:41] Frame 1310
[21:43:41] Frame 1311
[21:43:41] Frame 1312
[21:43:41] Frame 1313
[21:43:41] Frame 1314
[21:43:41] Frame 1315
[21:43:41] Frame 1316
[21:43:41] Frame 1317
[21:43:41] Frame 1318
[21:43:41] Frame 1319
[21:43:41] Frame 1320
[21:43:41] Frame 1321
[21:43:41] Frame 1322
[21:43:41] Frame 1323
[21:43:41] Frame 1324
[21:43:42] Frame 1325
[21:43:42] Frame 1326
[21:43:42] Frame 1327
[21:43:42] Frame 1328
[21:43:42] Frame 1329
[21:43:42] Frame 1330
[21:43:42] Frame 1331
[21:43:42] Frame 1332
[21:43:42] Frame 1333
[21:43:42] Frame 1334
[21:43:42] Frame 1335
[21:43:42] Frame 1336
[21:43:42] Frame 1337
[21:43:42] Frame 1338
[21:43:43] Frame 1339
[21:43:43] Frame 1340
[21:43:43] Frame 1341
[21:43:43] Frame 1342
[21:43:43] Frame 1343
[21:43:43] Frame 1344
[21:43:43] Frame 1345
[21:43:43] Frame 1346
[21:43:43] Frame 1347
[21:43:43] Frame 1348
[21:43:43] Frame 1349
[21:43:43] Frame 1350
[21:43:43] Frame 1351
[21:43:43] Frame 1352
[21:43:43] Frame 1353
[21:43:44] Frame 1354

[21:43:44] Frame 1355
[21:43:44] Frame 1356
[21:43:44] Frame 1357
[21:43:44] Frame 1358
[21:43:44] Frame 1359
[21:43:44] Frame 1360
[21:43:44] Frame 1361
[21:43:44] Frame 1362
[21:43:44] Frame 1363
[21:43:44] Frame 1364
[21:43:44] Frame 1365
[21:43:44] Frame 1366
[21:43:44] Frame 1367
[21:43:44] Frame 1368
[21:43:45] Frame 1369
[21:43:45] Frame 1370
[21:43:45] Frame 1371
[21:43:45] Frame 1372
[21:43:45] Frame 1373
[21:43:45] Frame 1374
[21:43:45] Frame 1375
[21:43:45] Frame 1376
[21:43:45] Frame 1377
[21:43:45] Frame 1378
[21:43:45] Frame 1379
[21:43:45] Frame 1380
[21:43:45] Frame 1381
[21:43:45] Frame 1382
[21:43:46] Frame 1383
[21:43:46] Frame 1384
[21:43:46] Frame 1385
[21:43:46] Frame 1386
[21:43:46] Frame 1387
[21:43:46] Frame 1388
[21:43:46] Frame 1389
[21:43:46] Frame 1390
[21:43:46] Frame 1391
[21:43:46] Frame 1392
[21:43:46] Frame 1393
[21:43:46] Frame 1394
[21:43:46] Frame 1395
[21:43:46] Frame 1396
[21:43:47] Frame 1397
[21:43:47] Frame 1398
[21:43:47] Frame 1399
[21:43:47] Frame 1400
[21:43:47] Frame 1401
[21:43:47] Frame 1402
[21:43:47] Frame 1403
[21:43:47] Frame 1404
[21:43:47] Frame 1405

[21:43:47] Frame 1406
[21:43:47] Frame 1407
[21:43:47] Frame 1408
[21:43:47] Frame 1409
[21:43:47] Frame 1410
[21:43:48] Frame 1411
[21:43:48] Frame 1412
[21:43:48] Frame 1413
[21:43:48] Frame 1414
[21:43:48] Frame 1415
[21:43:48] Frame 1416
[21:43:48] Frame 1417
[21:43:48] Frame 1418
[21:43:48] Frame 1419
[21:43:48] Frame 1420
[21:43:48] Frame 1421
[21:43:48] Frame 1422
[21:43:48] Frame 1423
[21:43:48] Frame 1424
[21:43:49] Frame 1425
[21:43:49] Frame 1426
[21:43:49] Frame 1427
[21:43:49] Frame 1428
[21:43:49] Frame 1429
[21:43:49] Frame 1430
[21:43:49] Frame 1431
[21:43:49] Frame 1432
[21:43:49] Frame 1433
[21:43:49] Frame 1434
[21:43:49] Frame 1435
[21:43:49] Frame 1436
[21:43:49] Frame 1437
[21:43:49] Frame 1438
[21:43:49] Frame 1439
[21:43:50] Frame 1440
[21:43:50] Frame 1441
[21:43:50] Frame 1442
[21:43:50] Frame 1443
[21:43:50] Frame 1444
[21:43:50] Frame 1445
[21:43:50] Frame 1446
[21:43:50] Frame 1447
[21:43:50] Frame 1448
[21:43:50] Frame 1449
[21:43:50] Frame 1450
[21:43:50] Frame 1451
[21:43:50] Frame 1452
[21:43:50] Frame 1453
[21:43:50] Frame 1454
[21:43:51] Frame 1455
[21:43:51] Frame 1456

[21:43:51] Frame 1457
[21:43:51] Frame 1458
[21:43:51] Frame 1459
[21:43:51] Frame 1460
[21:43:51] Frame 1461
[21:43:51] Frame 1462
[21:43:51] Frame 1463
[21:43:51] Frame 1464
[21:43:51] Frame 1465
[21:43:51] Frame 1466
[21:43:51] Frame 1467
[21:43:51] Frame 1468
[21:43:52] Frame 1469
[21:43:52] Frame 1470
[21:43:52] Frame 1471
[21:43:52] Frame 1472
[21:43:52] Frame 1473
[21:43:52] Frame 1474
[21:43:52] Frame 1475
[21:43:52] Frame 1476
[21:43:52] Frame 1477
[21:43:52] Frame 1478
[21:43:52] Frame 1479
[21:43:52] Frame 1480
[21:43:52] Frame 1481
[21:43:52] Frame 1482
[21:43:52] Frame 1483
[21:43:53] Frame 1484
[21:43:53] Frame 1485
[21:43:53] Frame 1486
[21:43:53] Frame 1487
[21:43:53] Frame 1488
[21:43:53] Frame 1489
[21:43:53] Frame 1490
[21:43:53] Frame 1491
[21:43:53] Frame 1492
[21:43:53] Frame 1493
[21:43:53] Frame 1494
[21:43:53] Frame 1495
[21:43:53] Frame 1496
[21:43:53] Frame 1497
[21:43:53] Frame 1498
[21:43:54] Frame 1499
[21:43:54] Frame 1500
[21:43:54] Frame 1501
[21:43:54] Frame 1502
[21:43:54] Frame 1503
[21:43:54] Frame 1504
[21:43:54] Frame 1505
[21:43:54] Frame 1506
[21:43:54] Frame 1507

[21:43:54] Frame 1508

[21:43:54] Frame 1509

[21:43:54] Frame 1510

[21:43:54] Task finished with 756 processed frames (1511 total)

Universidad de Alcalá
Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR



Universidad
de Alcalá