

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**REALIDAD AUMENTADA UTILIZANDO
DISPOSITIVO KINECT**

GONZALO OSVALDO ZAVALA FIGUEROA

INFORME FINAL DE PROYECTO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

Diciembre, 2012

Resumen

La realidad aumentada es un área que aún no tiene todo su potencial desarrollado, pero indudablemente es una tecnología que cada vez tiene más auge en el mercado debido a las ventajas que se pueden obtener de ella. En el presente proyecto de título se investiga sobre la realidad aumentada y los conceptos relacionados a esta tecnología como la computación ubicua y la interfaz de usuario natural o NUI por sus siglas en inglés, también se investiga sobre Kinect que es el hardware utilizado para interactuar con el usuario. El propósito final de investigar estas tecnologías es solucionar los problemas frecuentes que aparecen en el periodo de rehabilitación con kinesiología, ayudando y motivando a los pacientes en ese largo proceso con el uso de realidad aumentada.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Kinect, computación ubicua, NUI.

Abstract

Augmented reality is an area that has not yet developed its full potential, but it is undoubtedly a technology that is increasingly boom in the market because of the advantages to be gained from it. In this research project title on augmented reality and the concepts related to this technology as ubiquitous computing and natural user interface, or NUI for its acronym in English, also investigates Kinect hardware that is used to interact with the user. The ultimate purpose of investigating these technologies is to solve the common problems that arise in the period of rehabilitation with physiotherapy, helping and motivating patients in that long process with the use of augmented reality.

Keywords: Augmented Reality, Kinect, ubiquitous computing, NUI.

Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias a todo los que me ayudaron a completar este proyecto, en primer lugar al profesor José Miguel Rubio que me guió y me inspiro a través de todo este proceso

Me gustaría dar las gracias a Hernán Antonio Maureira, Claudia Olea y a Agustín Vergara por la ayuda que me entregaron para la realización de la aplicación.

Por último me gustaría agradecer especialmente a mi familia que me ha apoyado durante estos últimos años creyendo en mí y entregando amor incondicional, sin ellos nada de esto habría sido posible.

Índice

1. Introducción	1
2. Definición de Objetivos	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. Metodología y plan de trabajo	3
3.1. Metodología	3
3.2. Plan de trabajo	5
4. Marco Teórico	7
4.1. Definiciones	7
4.2. Realidad aumentada	9
4.2.1. Visualización	9
4.2.2. Registro de objetos virtuales	11
4.2.3. Interacción	11
4.2.4. Sistemas actuales de Realidad Aumentada	12
4.3. Computacion ubicua	13
4.4. Aplicaciones dependientes del contexto	14
4.4.1. Características de la información del contexto	14
4.4.2. Representación del contexto	15
4.5. Kinect	16
4.5.1. Dentro del sensor kinect	17
4.5.2. Cámara de video	18
4.5.3. Los microfonos	18
4.5.4. Cámara de profundidad	19
4.5.5. Seguimiento del esqueleto	20
4.6. Interfaz de usuario natural	21
5. Trabajos relacionados	23
5.1. Proyecto Rehabilit-AR	23
5.2. Proyecto Games For Upper-limb Stroke Rehabilitation	23
5.3. Proyecto CasualToy	24
5.4. Proyecto Virtual rehab	25
6. Caso de estudio	27
6.1. Kinesiterapia	27
6.2. La motivación del paciente	28
6.3. Ventajas de la aplicación	29

6.3.1.	Ventajas para pacientes:	29
6.3.2.	Ventajas para el especialista:	29
6.4.	Tipos de usuarios	29
6.4.1.	Objetivo del software final	30
6.5.	Sistema de retroalimentación	31
6.6.	Retroalimentación	32
7.	Especificación y análisis de requerimientos	34
7.1.	Requerimientos funcionales	35
7.2.	Requerimientos no funcionales	37
7.3.	Caso de uso general	38
7.4.	Caso de uso administrar usuario	39
7.5.	Caso de uso Narrativo administrar usuario	39
7.6.	Caso de uso configurar Kinect	40
7.7.	Caso de uso narrativo configurar Kinect	40
7.8.	Caso de uso ejercicio uno	41
7.9.	Caso de uso narrativo ejercicio uno	41
7.10.	Caso de uso ejercicio dos	42
7.11.	Caso de uso narrativo ejercicio dos	42
7.12.	Caso de uso ejercicio tres	43
7.13.	Caso de uso narrativo ejercicio tres	43
7.14.	Diagrama de actividad	44
7.15.	Diagrama de secuencia	46
8.	Diseño del sistema	47
8.1.	Interfaz natural de usuario	47
8.1.1.	Primer principio	47
8.1.2.	Segundo principio	47
8.1.3.	Tercer principio	48
8.1.4.	Cuarto principio	48
8.2.	Consideraciones del entorno y de instalación.	48
8.3.	Mejores Prácticas para el Diseño de la Interacción	49
8.3.1.	Gestos innatos y aprendidos	50
8.4.	Visibilidad de la retroalimentación	52
8.5.	Diseño de Interacción con gestos	52
8.5.1.	Principios de los gestos	55
8.5.2.	Diseño para la mentalidad del usuario adecuada	55
8.5.3.	Diseño de Interacción Natural	56
8.5.4.	Determinar la intención y participación del usuario	58
8.5.5.	Diseño para variabilidad de entrada	61

8.6. Modelo de dato	63
9. Descripción de prototipo	64
9.1. Menú principal	64
9.2. Ejercicio 1	65
9.2.1. Menu ejercicio 1	65
9.3. Ejercicio 2	66
9.3.1. Menu ejercicio 2	67
9.4. Ejercicio 3	68
9.4.1. Menu ejercicio 3	69
9.5. Configuración de Kinect	70
9.6. Registro del usuario	71
9.7. Login	72
10.Pruebas del sistema	73
10.1. Casos de prueba requerimiento funcional 1	73
10.2. Casos de prueba requerimiento funcional 2	74
10.3. Casos de prueba requerimiento funcional 3	75
10.4. Casos de prueba requerimiento funcional 4	75
10.5. Casos de prueba requerimiento funcional 5	76
10.6. Casos de prueba requerimiento funcional 6	76
10.7. Casos de prueba requerimiento funcional 7	77
10.8. Casos de prueba requerimiento funcional 8	77
10.9. Casos de prueba requerimiento funcional 9	78
10.10Casos de prueba requerimiento funcional 10	78
10.11Casos de prueba requerimiento funcional 11	79
11.Conclusiones y trabajo futuro	80

Lista de Figuras

1.	Construcción de prototipo.	4
2.	Carta Gantt primera entrega.	5
3.	Carta Gantt segunda entrega.	5
4.	Carta Gantt primera entrega.	6
5.	Carta Gantt segunda entrega.	6
6.	Realidad mixta.	7
7.	Ejemplo de salida, entrada y registro.	9
8.	Ejemplo de método directo.	10
9.	Ejemplo de método indirecto.	10
10.	ejemplo: marcador para rastreo visual.	12
11.	Arquitectura de referencia de Brügge.	13
12.	Funcionamiento de la Kinect.	16
13.	Vista horizontal de la Kinect.	17
14.	Vista horizontal de la Kinect por dentro.	17
15.	Vista cámara web de la kinect.	18
16.	Vista de los micrófonos de la Kinect.	19
17.	Vista de las cámaras infraroja de la Kinect.	19
18.	Ejemplo de cómo ve la kinect.	20
19.	Ejemplo de seguimiento del esqueleto.	21
20.	Ejemplo de puntos de uniones sobre el esqueleto.	21
21.	Fases de Evolución.	22
22.	Logo de proyecto Rehabilit-AR.	23
23.	Framework	24
24.	Logo de casual toys	25
25.	Ejemplo de juego de proyecto virtual rehab.	25
26.	Concepto rehabilitación en el hogar.	32
27.	Concepto rehabilitación en el hogar.	33
28.	Caso de uso general.	38
29.	Caso de uso administrar usuario.	39
30.	Configurar Kinect.	40
31.	Ejercicio uno.	41
32.	Ejercicio dos.	42
33.	ejercicio tres.	43
34.	Diagrama actividad paciente-sistema.	44
35.	Diagrama actividad grabar ejercicio.	45
36.	Diagrama secuencia realizar ejercicio uno.	46
37.	Ejemplo de gesto estático y seguimiento de gesto continuo.	50
38.	Gestos dinámicos con retroalimentación para el usuario.	51

39.	Ejemplo de gesto innato(apuntando objetivo) y gesto aprendido (Saludar a Kinect).	51
40.	Cómo sé que la Kinect me está viendo y no a otra persona?. . .	52
41.	Qué parte del usuario puede ver? La cabeza del usuario está a la vista?.	53
42.	Cuándo y dónde puedo hacer los gestos?.	53
43.	El sensor Kinect esta prendido y listo?.	54
44.	Qué o cuánto ve la Kinect?.	54
45.	Ejemplo mentalidad de juego vs mentalidad interfaz de usuario.	55
46.	El uso de gestos debe tener un propósito.	56
47.	Múltiples usuarios estarán interactuando con la aplicación. . .	57
48.	El escenario requiere que el usuario interactúe desde una cierta distancia.	57
49.	El escenario requiere que el usuario no toque nada directamente.	58
50.	Ejemplo de interacción hola	59
51.	Ejemplo de movimiento natural, neutro, movimiento torpe . .	60
52.	Ejemplo de movimiento natural, neutro, movimiento torpe . .	60
53.	Ejemplo de distinto movimientos de usuario.	62
54.	Ejemplo de modelo de datos relacional.	63
55.	Ejemplo de menú Principal.	64
56.	Ejemplo de ejercicio 1.	65
57.	Ejemplo de menu ejercicio 1.	66
58.	Ejemplo de ejercicio 2.	67
59.	Ejemplo de menu ejercicio 2.	67
60.	Ejemplo de ejercicio 3.	68
61.	Ejemplo de menu ejercicio 3.	69
62.	Ejemplo de configuración Kinect.	70
63.	Ejemplo de registrar nuevo usuario.	71
64.	Ejemplo de loguear a un usuario.	72

1. Introducción

La realidad aumentada tiene como objetivo principal crear la sensación de que objetos virtuales están presentes en el mundo real y toma el rol de una interfaz de usuario al poder representar información digital en el mundo por medio de dispositivos de representación especiales. Un sistema de software de Realidad Aumentada se separa de los sistemas tradicionales porque interactúa en gran medida con el usuario y su entorno.

Por esta razón para el desarrollo de este proyecto se introducen varios conceptos sobre el entorno de la realidad aumentada, como por ejemplo la computación ubicua, las aplicaciones dependientes del contexto, las interfaces naturales de usuarios y el funcionamiento de la Kinect, que es el dispositivo esencial para desarrollar este proyecto.

Desarrollar sistemas de realidad aumentada representa retos en cuanto a métodos de procesamiento y representación de información. Lograr la combinación real-virtual es de por sí compleja y no consiste simplemente en sobreponer geoméricamente un mundo sobre el otro.

En el presente informe se muestra cómo podemos aplicar esta tecnología al campo de la medicina, utilizando el dispositivo Kinect como medio para lograr desarrollar una aplicación de realidad aumentada totalmente funcional. Se explican los conceptos de computación ubicua y dependencia del contexto, y se muestran trabajos relacionados que utilizan realidad aumentada para el tratamiento de enfermedades, también se presenta el diseño que se utilizó para la creación del software y un análisis de las especificaciones y requerimientos necesarios.

Finalmente se explican las pruebas realizadas y un breve análisis de los resultados obtenidos durante la implementación del software desarrollado en el proceso de captura de información de ejercicios de rehabilitación.

2. Definición de Objetivos

2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación para la recopilación de datos de ejercicios de rehabilitación de pacientes, basada en realidad aumentada y el uso de un dispositivo Kinect.

2.2. Objetivos Específicos

- Investigar sobre la realidad aumentada y el dispositivo kinect.
- Investigar sobre procesos de rehabilitación que requieran de kinesiterapia.
- Generar una aplicación de apoyo para la rehabilitación utilizando realidad aumentada y un dispositivo kinect.
- Probar la aplicación desarrollada.

3. Metodología y plan de trabajo

3.1. Metodología

Para el desarrollo del sistema se ha optado por una metodología de desarrollo de construcción de prototipos, esta metodología se acomoda más a este proyecto debido a que se está desarrollando un software innovador con tecnologías nuevas, donde es necesario ir aclarando los aspectos del software a medida que se crean los prototipos

El paradigma de construcción de prototipos se inicia con la comunicación. El ingeniero de software y el cliente encuentran y definen los objetivos globales para el software, identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es necesaria más definición. Entonces se plantea con rapidez una iteración de construcción de prototipos y se presenta el modelado (en la forma de un diseño rápido). El diseño rápido se centra en una representación de aquellos aspectos del software que serán visibles para el usuario final. El diseño rápido conduce a la construcción de un prototipo. Después, el prototipo lo evalúa el usuario y con la retroalimentación se refinan los requisitos del software que se desarrollará. La iteración ocurre cuando el prototipo se ajusta para satisfacer las necesidades del cliente. Esto permite al mismo tiempo que el desarrollador entienda mejor lo que se debe hacer.

Ventajas

- No modifica el flujo del ciclo de vida.
- Reduce el riesgo de construir productos que no satisfagan las necesidades de los usuarios.
- Reduce costos y aumenta la probabilidad de éxito.
- Exige disponer de las herramientas adecuadas.
- Una vez identificados todos los requisitos mediante el prototipo, se construye el producto de ingeniería.

Existen dos clases de prototipos el desechable y el evolucionario, que a continuación se explicarán.

- Desechable: Nos sirve para eliminar dudas sobre lo que realmente quiere el cliente además para desarrollar la interfaz que más le convenga al cliente.

- Evolucionario: Es un modelo parcialmente construido que puede pasar de ser prototipo a ser software pero no tiene una buena documentación y calidad.

A continuación se mostrara un gráfico con las fases a seguir en un modelo de construcción de prototipo.

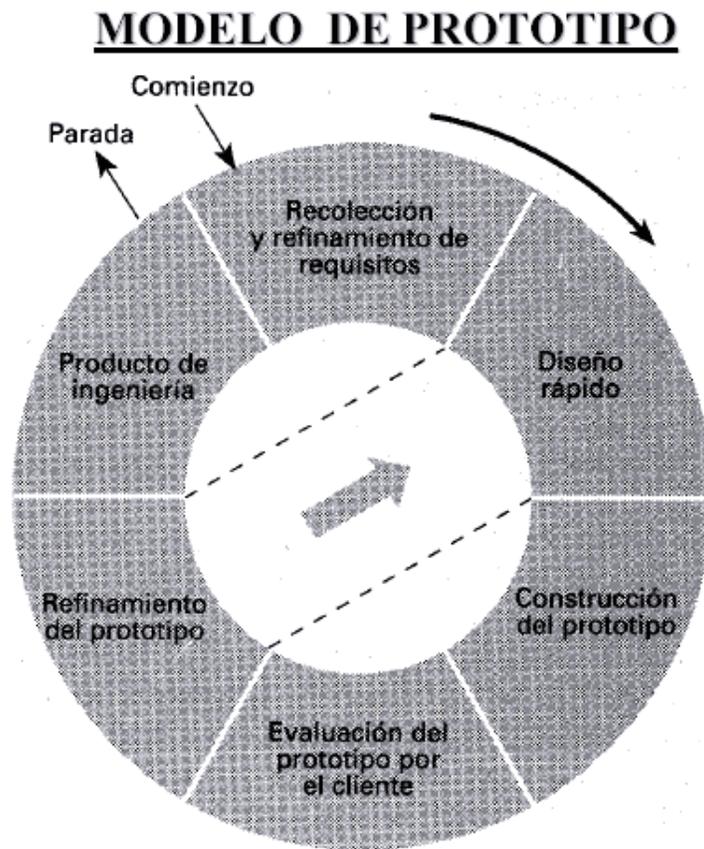


Figura 1: Construcción de prototipo.

3.2. Plan de trabajo

El plan de trabajo es una herramienta que permite ordenar y sistematizar información relevante para realizar el trabajo que estamos preparando. Esta especie de guía propone una forma de interrelacionar los recursos tecnológicos y materiales disponibles.

Como instrumento de planificación, el plan de trabajo establece un cronograma, designa y marca metas y objetivos que se deben concretar. Y cabe destacar que el plan de trabajo es expositivo, ya que expone una serie de enunciados en un orden lógico.

Las actividades que se realizarán para el proyecto 1 se muestran a continuación, divididas por la primera y segunda entrega. Figura 2 y 3.

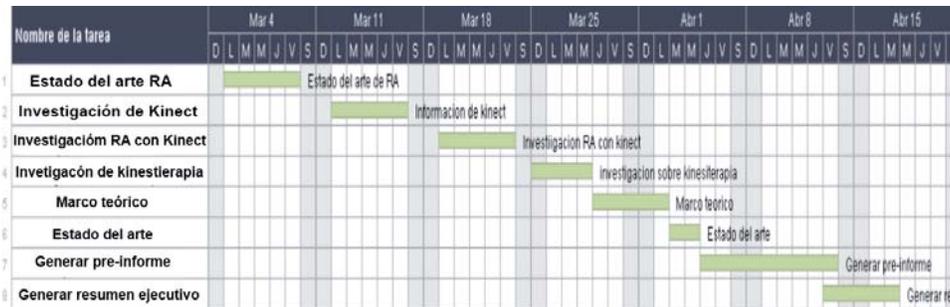


Figura 2: Carta Gantt primera entrega.

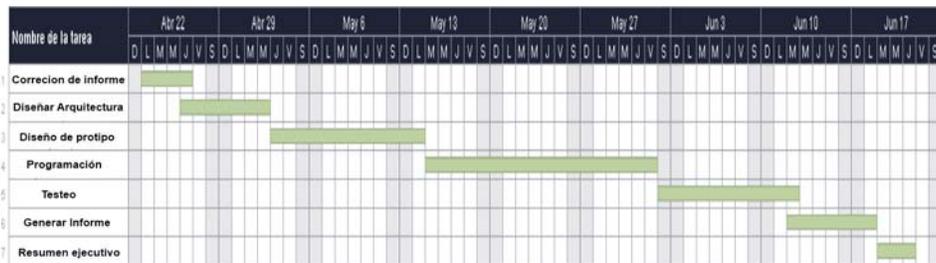


Figura 3: Carta Gantt segunda entrega.

4. Marco Teórico

En el presente capítulo se darán a conocer las tecnologías y los conceptos necesarios para comprender y realizar el tema de este proyecto.

4.1. Definiciones

Realidad Aumentada: Si bien, no hay un consenso de una definición formal, existen dos definiciones que explican de una forma clara su significado. Una de ellas fue dada por Ronald Azuma[4]. La definición de Azuma dice que la realidad aumentada tiene que cumplir tres características que se describen a continuación.

- Combina lo real y lo virtual. La información digital es combinada con la realidad.
- Funciona en tiempo real. La combinación de lo real y lo virtual se hace en tiempo real.
- Está registrada en 3D.

Además Paul Milgram y Fumio Kishino[15]. Describen la realidad aumentada como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro. Donde la realidad Aumentada se encuentra más cerca del entorno real y de la virtualidad aumentada.



Figura 6: Realidad mixta.

Computación ubicua: Se entiende por computación ubicua la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados. Sus promotores propugnan la integración de dispositivos alrededor de escenarios donde se encuentre localizado el ser humano, en el que éste puede interactuar de manera natural con sus dispositivos y realizar cualquier tarea diaria de manera completamente transparente con respecto a sus computadores.

Aplicaciones dependientes del contexto: Una aplicación dependiente del contexto es aquella que provee información o toma acciones de acuerdo al contexto en que se encuentra el usuario. El contexto se define como cualquier información que pueda ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Una aplicación de realidad aumentada se podría clasificar como una aplicación dependiente del contexto. La realidad aumentada requiere de gran cantidad de información sobre la situación del mundo real en que se halla el usuario.

Kinect: Kinect para Xbox 360, o Kinect para Windows fue originalmente conocida por el nombre en clave Project Natal, kinect es un controlador de juego libre y entretenimiento creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360, y desde junio del 2011 para PC a través de Windows 7 y Windows 8. Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, objetos e imágenes.

NUI: Interfaz natural de usuario o NUI por sus siglas en Inglés, es el lenguaje común utilizado por los diseñadores de interfaces hombre-máquina para referirse a las interfaces de usuarios que efectivamente son invisibles, o que no se puede percibir con las sucesivas interacciones aprendidas por los usuarios, y se basa en lo natural o elementos naturales por ejemplo la física, también conocida como la filosofía natural. La palabra natural es usada porque la mayoría de las interfaces de computadores usan dispositivos de control artificial los cuales para su operación tienen que ser aprendidos. Una NUI confía en que los usuarios puedan rápidamente tener la transición desde un usuario principiante a un usuario experto

4.2. Realidad aumentada

Una aplicación de realidad aumentada, a diferencia de las aplicaciones de escritorio que comúnmente utilizamos, se lleva a cabo en la realidad. En una aplicación convencional es en la que uno o varios usuarios interactúan y ejecutan la aplicación en un dispositivo tradicional, por ejemplo un computador personal. El sistema de escritorio tradicional está formado por un dispositivo de presentación como una pantalla, un teclado o un instrumento de interacción como un mouse y una web-cam como dispositivo de entrada.

En cuanto al funcionamiento de las aplicaciones de realidad aumentada, tres componentes fundamentales deben presentarse. Estos tres componentes son visualización (salida), ubicación de objetos virtuales en el mundo real (registro) y métodos de interacción (entrada).



Figura 7: Ejemplo de salida, entrada y registro.

4.2.1. Visualización

Actualmente la Realidad Aumentada visual se logra con el uso de dispositivos de visualización similares a los de Realidad Virtual. Algunos de estos dispositivos son los cascos, gafas o monitores. Estas pantallas deben funcionar como si fueran lentes transparentes, para que pueda observarse el mundo real, y permitir adicionar los objetos virtuales. Para lograr esto existen dos métodos, visión directa e indirecta.

En el método directo se utiliza un espejo semi-reflectante para ver el mundo real a través de este y a la vez reflejar las imágenes del computador.



Figura 8: Ejemplo de método directo.

En el método indirecto se cubre totalmente la visión de la persona y se reemplaza por imágenes obtenidas por una cámara.



Figura 9: Ejemplo de método indirecto.

4.2.2. Registro de objetos virtuales

Por objeto virtual no referimos a cualquier imagen generada por computador que se genere en el dispositivo de visualización y se presenta como parte de la realidad aumentada, esto incluye texto, figuras, Imágenes bidimensionales o modelos tridimensionales. Una de las dificultades de la realidad aumentada es lograr que tales objetos puedan registrarse con el mundo real de tal forma que cuando el usuario se mueva los objetos parezcan conservar su posición al igual que los objetos reales se quedan en su lugar cuando el observador cambia de posición.

Los dispositivos empleados para enfrentar este problema son:

- Sensores: Se hace uso de dispositivos de hardware de corto alcance que permiten determinar una ubicación en el espacio. Existen sensores ópticos (infrarrojos), magnéticos y de movimiento.
- Visión de máquina: Se hace uso de una combinación de hardware y software para identificar objetos o patrones y calcular su distancia respecto al observador.
- Sistemas a campo abierto: Para aplicaciones de realidad aumentada en campo abierto se ha usado el sistema de Posicionamiento Global para determinar la posición del usuario[18].

4.2.3. Interacción

Una vez que se logra presentar objetos y se pueden ubicar en el mundo real, pueden requerirse métodos para interactuar o modificar tales objetos. Muchos métodos de interacción actual en analogía a los sistemas de escritorio utilizan apuntadores, cursores, o reconocimiento del cuerpo humano para representar la posición del usuario. También se hace uso de objetos reales como un panel de interacción. O paletas con marcadores para rastreo visual[13].



Figura 10: ejemplo: marcador para rastreo visual.

4.2.4. Sistemas actuales de Realidad Aumentada

Brügge[5] presenta un resumen de las arquitecturas de los mayores sistemas de software de realidad aumentada. El estudio incluyó 18 arquitecturas de donde se extrajo una arquitectura de referencia que contiene los componentes comunes de tales sistemas. El diagrama de componentes y dependencias pueden observarse en la figura 9.

La función de cada componente se define a continuación.

- Aplicación: maneja la lógica y contenidos específicos del sistema.
- Tracking: determina la posición de los usuarios y objetos.
- Control: procesa las entradas para el usuario.
- Presentación: se encarga de la representación grafica.
- Contexto: recoge diferentes datos de contexto.
- Modelo del Mundo: almacena información sobre los objetos virtuales y reales.

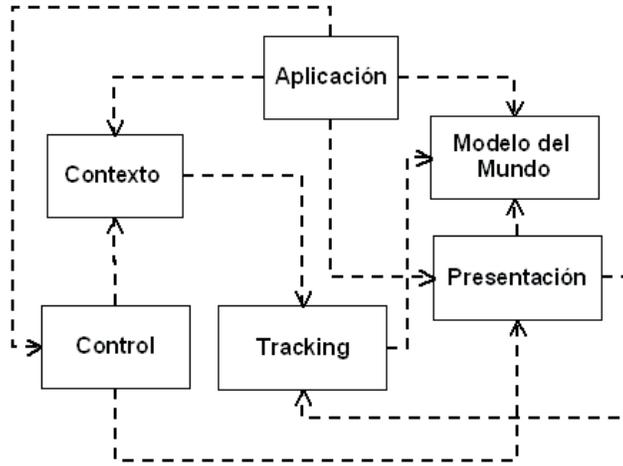


Figura 11: Arquitectura de referencia de Brügger.

4.3. Computacion ubicua

Mark Weiser, describió su visión del computador del siglo XXI. En *The Computer for the 21st Century*, que las tecnologías más profundas son aquellas que tienden a desaparecer[19]. El ejemplo de Weiser permite entender de una mejor forma esta idea. La escritura fue la primera tecnología de la información. En algún momento del tiempo, la escritura permitió la captura en una forma simbólica del lenguaje y permitió que este fuera almacenado a largo plazo. En los tiempos modernos, la escritura, como tecnología, es ubicua, es accesible en cualquier lugar y situación. La escritura puede encontrarse en libros, signos en la calle o en la ropa. El uso de esta tecnología no requiere de esfuerzo ni excesiva atención, la podemos usar sin inconvenientes casi en cualquier lugar.

Las tecnologías de información basadas en sistemas se asemejan a la escritura. En un principio los computadores se encontraban estacionados en lugares específicos y eran empleados para tareas limitadas en muy pocos campos del conocimiento. Sin embargo ahora, las tecnologías de cómputo se hacen ubicuas en la medida que cada vez se encuentran en más lugares y hacen cada vez más parte de nuestra vida cotidiana. Aún se requiere desarrollo para que estas tecnologías sean del todo parte del ambiente. Es en parte de un problema de interfaz gráfica y una necesidad de que el potencial de la computación se impregne en el mundo y pase desapercibida. Los disposi-

tivos portátiles no dejan de ser una caja que aunque tuviera acceso a toda la información del mundo, aun requeriría de toda nuestra atención y de que la estemos observando continuamente. El estado ideal sería tal, que la computación mejore al mundo real transparentemente. Se introdujo el término "Virtualidad incorporada", que consiste en tomar la computación fuera del hardware. La virtualidad de los datos del computador y el procesamiento en el mundo físico.

4.4. Aplicaciones dependientes del contexto

Una aplicación es una herramienta computacional que permite a un usuario realizar una tarea. Al dar acceso al contexto de las aplicaciones, aumenta la riqueza de la comunicación hombre-máquina y la efectividad de la elaboración de la tarea. Es similar a lo que sucede en una conversación entre dos individuos, ésta se enriquece gracias a la información implícita de la situación. Durante este trabajo se hablará del contexto o situación de una manera intercambiable.

Hasta ahora las máquinas en gran medida son un ambiente virtual tal como lo explica Saha y Mukherjee[16]. Un ambiente virtual es cerrado y obtiene información exclusivamente del sistema y del usuario. Para enriquecer la relación usuario-aplicación, debería proveerse acceso al contexto. Así, múltiples sistemas podrían trabajar en conjunto sobre un modelo de contexto en beneficio de las personas que las usan. Tal salto plantea indudables retos y exige de cambios en los métodos de desarrollo actuales[17]. A continuación se definirán las aplicaciones dependientes del contexto y sus características básicas.

4.4.1. Características de la información del contexto

De acuerdo a Henricksen[12]. Existen cuatro características básicas de la información del contexto a tener en cuenta. La información de contexto exhibe distintas características temporales, es imperfecta, tiene diferentes representaciones y está altamente relacionada.

- Características temporales: La información del contexto puede ser estática o dinámica. Un sistema dependiente del contexto se caracteriza por cambios frecuentes en los datos. La mayor parte de la información es dinámica. Esta característica determina los medios en que la información debe ser obtenida. Información estática puede ser obtenida, por ejemplo, de los usuarios. La información dinámica requiere

de otras fuentes, tales como sensores. Esto implica además que se requieren métodos para predecir información ante fallos o retrasos.

- Imperfección: La información del contexto puede determinarse como incorrecta cuando falla en reflejar el verdadero estado de la situación que modela. Puede ser inconsistente si contiene contradicciones o incompleta si se desconoce parte de ésta. Combinado esta característica con el dinamismo, se nota que la información puede llegar a degradarse. La información proveniente del entorno cuenta con retrasos causados por los medios de comunicación y capacidad de procesamiento. Adicionalmente, sensores, algoritmos y usuarios pueden proveer información corrupta o alterada por ruido. En un momento de tiempo determinado la información con que se cuenta puede estar parcialmente equivocada.
- Representaciones alternas: La información proveniente de sensores y sistemas maneja diferentes formatos. Además, cada aplicación envuelta en una situación de contexto cuenta con diferentes formas de procesar la información y actuar sobre ésta. Múltiples abstracciones pueden usarse. El punto clave se encuentra en proveer un modelo de representación que sea flexible y pueda ser interpretado por múltiples aplicaciones con distintas tareas a la vez.
- Alta interrelación: Diferentes relaciones se presentan entre los elementos que interactúan en una situación en que se encuentre el usuario. La información del contexto se interrelaciona de tal forma que las relaciones entre dos entidades las afecta entre sí. Las relaciones deben ser identificadas y mantenidas por el sistema.

4.4.2. Representación del contexto

El contexto es una fuente rica en información que requiere modelos de representación avanzados. El contexto puede llegar a tener múltiples representaciones alternativas. El punto clave está en encontrar la representación que sea más adecuada facilitando el desarrollo de la aplicación. Variadas formas de representar o abstraer el contexto se han presentado. Dey[3]. Presenta a una arquitectura centrada en sensores que actualizan una lista de parámetros del sistema asociados a una probabilidad. Schilit[6]. Hace uso de servidores de entorno que manejan la información del contexto y la distribuyen para los múltiples sistemas cliente. La información del contexto es mantenida en un conjunto de variables de entorno. El modelo de contexto presentado por Harter[2]. Está basado en un modelo conceptual basado en

el modelo Entidad-Relación. El modelo es mantenido en una base de datos actualizable en tiempo de ejecución. Henricksen presenta un modelo de contexto orientado a objetos y basado en grafos que permite modelar el contexto como un conjunto de entidades y relaciones.

4.5. Kinect

El sensor kinect de Microsoft provee una nueva forma en que los usuarios interactúan con sus computadores, la kinect cuenta con tres tipos de sensor que pueden detectar video usando una cámara web de alta resolución, sonido usando un arreglo de micrófonos y profundidad usando una cámara especial de profundidad. Esta última cámara hace que la kinect sea tan especial, gracias a una tecnología desarrollada por PrimeSense, el Kinect de hecho proyecta una luz infrarroja, invisible para el ojo humano, con la cual mide la profundidad del ambiente en el que se encuentra. Y con otra cámara, es capaz de detectar esta luz, y medir las distancias de los objetos. Por lo tanto, tiene una suerte de "mapa" de donde estamos ubicados. En pocas palabras, funciona como un sonar, pero utilizando luz, en lugar de sonido, para que el Kinect pueda "ser consciente" de su entorno.

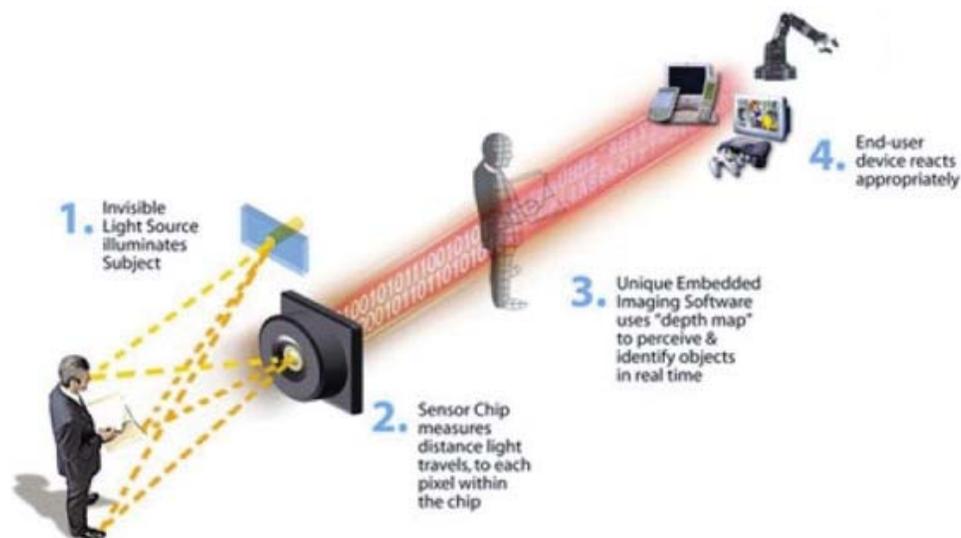


Figura 12: Funcionamiento de la Kinect.

4.5.1. Dentro del sensor kinect

Si tenemos una vista por dentro de la kinect, se encuentra un dispositivo muy complejo que contiene una colección de sensores y una seria cantidad de potencia de procesamiento. De hecho, hay tantas cosas que pasan de procesamiento en el interior de la barra de sensores que hay incluso un ventilador pequeño que va a mantener toda la electrónica fría.



Figura 13: Vista horizontal de la Kinect.

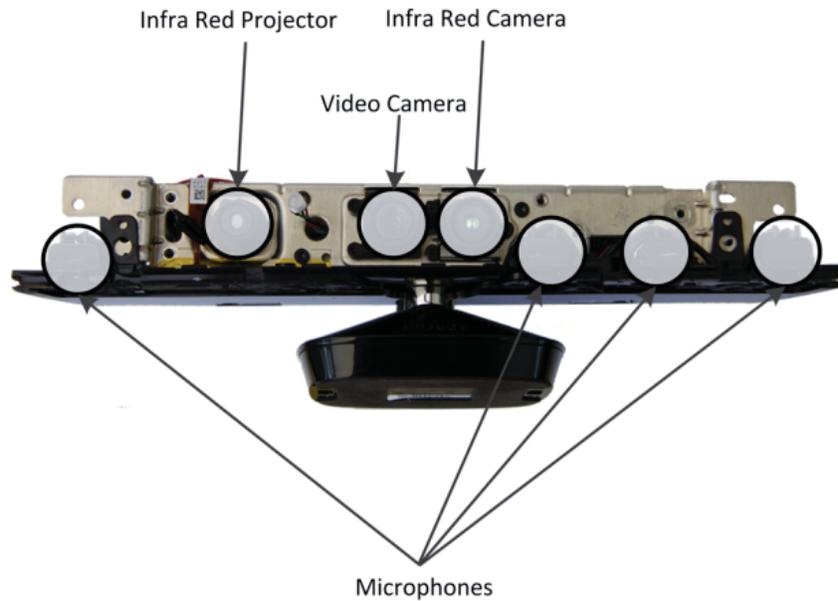


Figura 14: Vista horizontal de la Kinect por dentro.

4.5.2. Cámara de video

La cámara de video de la kinect provee una alta resolución de imagen al dispositivo de acogida, puede trabajar en varias resoluciones desde 1280X1024 pero comúnmente se ocupa la resolución de 640X480.



Figura 15: Vista cámara web de la kinect.

4.5.3. Los microfonos

El sensor Kinect contiene cuatro micrófonos que se sitúan a lo largo. El propósito no es que la Kinect pueda captar varios canales de sonido estéreo. Sino que se utilizan para permitir que el Kinect centrarse las fuentes de sonido individuales. La kinect contiene procesamiento de señales digitales (DSP) componentes que procesan el sonido recibidos de los micrófonos.

El software que se ejecuta dentro del sensor conoce la separación física entre cada micrófono y la velocidad a la que el sonido viaja a través del aire. El software puede realizar el análisis de las señales entrantes para identificar la dirección de una fuente de sonido en particular y permiten que el sensor ignore los sonidos no deseados y los ecos.

La razón de que el sensor hace todo este trabajo adicional es que está tratando de dar la señal de audio más clara posible para que luego puedan ser analizadas para el reconocimiento de voz. También hace posible que la Kinect pueda reconocer diferentes fuentes de voces en una situación en la que más de una persona está dando algún comando de voz.



Figura 16: Vista de los micrófonos de la Kinect.

4.5.4. Cámara de profundidad

Hay dos elementos involucrados para la cámara de profundidad de la Kinect, el primero es el proyector de infrarrojo que proyecta un campo de puntos al escenario frente al sensor. El segundo elemento es una cámara infrarroja que lee la posición de los puntos reflejados en el escenario.



Figura 17: Vista de las cámaras infrarroja de la Kinect.

A continuación se mostraran dos imágenes de la misma escena. La imagen de la izquierda muestra lo que la cámara de vídeo de Kinect ve. A la derecha se puede observar el patrón de puntos que la cámara de infrarrojos ve. Algunos de los puntos son brillantes y sirven para la alineación de puntos, mientras que otros se utilizan para un posicionamiento más preciso.



Figura 18: Ejemplo de cómo ve la kinect.

El sensor de profundidad funciona muy bien, pero tiene algunas limitaciones:

- Si los objetos están muy cerca del sensor, los puntos comienzan a juntarse y el sensor no los puede separar. Para la versión Xbox 360 no puede medir los puntos a menos de 80cm y para la versión de Windows se acorta la distancia a la mitad.
- Debido a que el sensor de la cámara y el proyector de infrarrojos se encuentran en lugares diferentes en la barra de sensor, es posible que los objetos cercanos a la cámara proyecten sombras en la red de Infrarrojo, lo que produce que partes del escenario se oscurezcan.
- Cuanto más lejos un objeto obtiene mayor espaciamiento de puntos y por lo tanto una menor precisión del sensor para determinar la distancia de las partes de la escena entre los puntos. Dicho esto, el sensor dará resultados muy utilizables de 80 mm a 3,5 m , con una resolución de fondo de 320x240.

4.5.5. Seguimiento del esqueleto

Un programa puede usar la información de profundidad del sensor para detectar y seguir la forma del cuerpo humano. El SDK de Kinect proporcionará información sobre la posición del esqueleto que se puede utilizar en los juegos y otros programas. Más abajo se puede ver dos imágenes. Una de ellas muestra la vista de vídeo y otra ha dibujado las líneas que muestran el esqueleto que ha sido descifrada a partir de la información de profundidad del sensor.

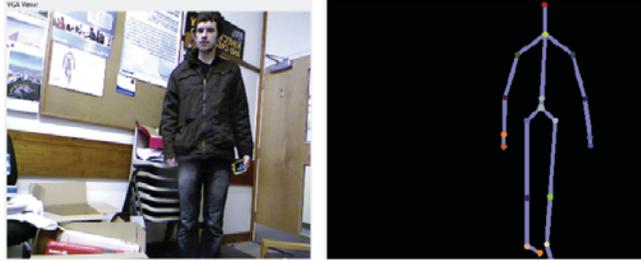


Figura 19: Ejemplo de seguimiento del esqueleto.

El SDK de Kinect puede realizar un seguimiento de seis esqueletos, al mismo tiempo. Para cuatro de los cuerpos sólo se proporciona la ubicación sencilla pero a dos se realizará un seguimiento en detalle. Para estos dos organismos, el SDK proporciona la posición en el espacio 3D de 20 uniones.

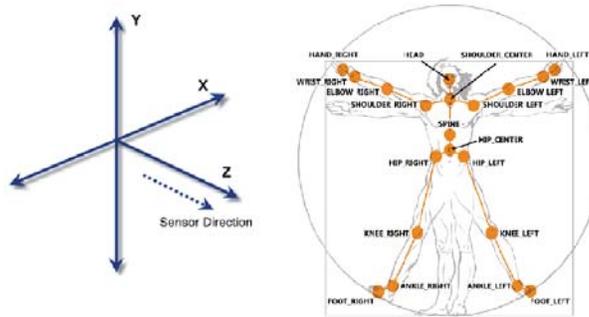


Figura 20: Ejemplo de puntos de uniones sobre el esqueleto.

4.6. Interfaz de usuario natural

En los años 1970, '80 y '90 Mann Steve ha desarrollado una serie de estrategias de la interfaz de usuario utilizando la interacción natural con el mundo real como una alternativa a una interfaz de línea de comandos (CLI) o una interfaz gráfica de usuario (GUI). Mann se refiere a esta obra como interfaces naturales de usuario, Interfaces de usuario directos, y La metáfora Informática Libre. Uso de Mann de la palabra natural se refiere tanto a la acción que viene naturalmente a los usuarios humanos, así como el uso de la misma naturaleza, es decir, la física y el entorno natural.

En 2006, Christian Moore estableció una comunidad de investigación abierta con el objetivo de ampliar la discusión y el desarrollo relacionados con las tecnologías NUI. En una presentación en la conferencia 2008 "predecir el pasado", August de los Reyes, Director de Experiencia de Usuario Director de Informática de la superficie en Microsoft describe la NUI como la siguiente fase de la evolución tras el cambio de la CLI para la interfaz gráfica de usuario.



Figura 21: Fases de Evolución.

5. Trabajos relacionados

5.1. Proyecto Rehabilit-AR

Mediante el uso de tecnologías de realidad aumentada, ha creado un producto novedoso, que aspira a fomentar el movimiento en pacientes con movilidad reducida: Rehabilit-AR. Cuenta Zorrilla que "se trata de un software desarrollado para el sector sanitario, una herramienta destinada a ayudar en la gestión de la rehabilitación, mediante el uso de la realidad aumentada". El proyecto se lleva a cabo tomando información mediante cámaras web, y con instrumentos que permiten un seguimiento de la evolución. El paciente realiza sus ejercicios neomotores y los beneficios que puede obtener son bastantes. Para empezar, poder ver los resultados hace que se motive más a la hora de ir a las sesiones. Para los profesionales sanitarios también es más sencillo seguir la evolución de sus enfermos, porque se pueden automatizar las sesiones y se dispone de información actualizada del paciente.



Figura 22: Logo de proyecto Rehabilit-AR.

5.2. Proyecto Games For Upper-limb Stroke Rehabilitation

La universidad de Ulster presentó un proyecto en el que trabajaron sus alumnos, el cual ocupa realidad amentada para la rehabilitación de las extremidades superiores en pacientes que sufrieron un accidente cerebrovascular.

Ellos destacan la importancia del uso de los videojuegos en la rehabilitación por estas razones:

- Alta motivación del paciente respecto a otros sistemas.
- No es necesaria experiencia previa con videojuegos.

- Bajo coste de rehabilitación en casa que ayuda a reforzar la terapia tradicional llevada en los centros.

En su proyecto destaca la creación de un framework para guiar el desarrollo de juegos orientado a la rehabilitación cerebrovascular



Figura 23: Framework .

5.3. Proyecto CasualToy

Un grupo de estudiantes de la facultad de informática de la Universidad Complutense de Madrid están desarrollando un juego de pc que utiliza la interfaz de Kinect. El juego consiste en juegos cortos o minijuegos con la naturaleza de ayudar a la rehabilitación de personas con discapacidades pero disponible a cualquier persona, si bien no tiene la tecnología de realidad aumentada. Ellos ocupan la realidad virtual con la kinect y su propósito general es tener en su juego una serie de repeticiones de ejercicios terapéuticos inmersos en la diversión de los minijuegos. Para realizar su propósito ellos eligen la opción de realizar los juegos ambientados en la feria:



Figura 24: Logo de casual toys .

5.4. Proyecto Virtual rehab

Uno de los más completos software de rehabilitación que existe en el mercado, ha sido desarrollado por la empresa Virtualware, en colaboración con expertos en neurología y rehabilitación de la Fundación Vasca de EM y la Asociación de Esclerosis Múltiple de Bizkaia ADEMBI. Así se ha creado Virtual Rehab Esclerosis Múltiple, una innovadora herramienta que gracias a la tecnología de captura de movimiento de Kinect, puede ser utilizada en la rehabilitación de personas con esclerosis múltiple.



Figura 25: Ejemplo de juego de proyecto virtual rehab.

Mediante este sistema de captura de movimiento de Kinect, los pacientes pueden ejercitar diferentes partes del cuerpo sin necesidad de ningún dispositivo o controlador. Esta herramienta, dispone además, de un módulo de análisis e informes que permite al terapeuta hacer un seguimiento de los pro-

gresos de cada usuario por medio de informes detallados individuales. Gracias al componente lúdico de los videojuegos y a la libertad de movimiento que permite Kinect al no necesitar ningún tipo de dispositivo, se pueden trabajar diversos síntomas como el equilibrio, la espasticidad, la fuerza, la fatiga, etc. Los beneficios más importantes que los pacientes consiguen con la rehabilitación virtual son: mejoras en la marcha, la resistencia, el equilibrio y la coordinación fortalecimiento muscular, que repercute en una mejoría de la fátiga, síntoma común, en esclerosis múltiple.

6. Caso de estudio

Este proyecto tiene como propósito final crear un software innovador, cuya meta es mejorar la calidad de vida para los pacientes que se encuentren en rehabilitación, Este trabajo consiste en aplicar nuevas tecnologías al servicio de la comunidad, especialmente enfocado en áreas que son críticas para la población, como lo es el área de la salud. En este software usaremos realidad aumentada utilizando un dispositivo kinect para ayudar al proceso de rehabilitación. Este software, está pensado especialmente para ejercicios de kinesiología, pero puede ser aplicable a otras enfermedades que requieran del ejercicio físico para su recuperación.

El propósito final de este proyecto es crear una aplicación que pueda ser usada en el hogar por los pacientes, pero como primera parte es necesario definir parámetros para el correcto funcionamiento del software. Por este motivo, para poder crear el software final el trabajo se dividirá en dos partes. La primera parte es hacer las pruebas necesarias para establecer los parámetros y la segunda parte es usar esos parámetros para crear la aplicación final con el potencial de ser usado en el hogar.

En este proyecto nos enfocaremos en la primera parte, la cual es el desarrollo de un software para el especialista que pueda ser usado para establecer parámetros en sus respectivas consultas médicas. Sin embargo de igual manera en el documento hablaremos de las ventajas que tendría el software final y de cómo debería ser el funcionamiento de este.

6.1. Kinesiología

Es un método terapéutico basado en movimientos activos o pasivos de todo el cuerpo o de alguna de sus partes. Permite la recuperación funcional de las minusvalías físicas que han sido causadas por un accidente, una enfermedad o herida. Tiene como finalidad volver a dar al enfermo una función articular y muscular tan satisfactoria como sea posible. Impide la rigidez y las deformaciones articulares por medio de la actividad repetida del músculo, como en el caso de una inmovilización prolongada. La utilización de ciertos accesorios (barras paralelas, espalderas, pesas, bicicletas, poleas y otros aparatos) permite orientar con precisión el trabajo muscular efectuado. Esta importante rama de la terapéutica moderna encuentra sus indicaciones, principalmente en la traumatología (fracturas, torceduras, luxaciones, prótesis de cadera, cirugía de la mano), pero también en ciertas enfermedades reuma-

tológicas (miopatía, poliomielitis, enfermedad de Parkinson, etc.). La kinesiología permite rehabilitar al enfermo enseñándole una mejor utilización de su función muscular [14].

6.2. La motivación del paciente

Unas de las principales características del software, es que tocara un punto muy importante de la rehabilitación, que es la motivación del paciente [1].

En todo proceso de rehabilitación física, tras padecer una enfermedad, es de vital importancia el factor "motivación del paciente". El paciente experimenta una serie de reacciones ante la llegada de la enfermedad. Son las denominadas fases de adaptación:

- Reacciones de huida o negación: La persona no quiere aceptar su diagnóstico.
- Reacciones de rechazo: Patrón de comportamiento pasivo. El paciente no quiere enfrentarse al problema ni buscar soluciones.
- Reacciones de racionalización: El afectado se pone en manos de los profesionales y toma conciencia de su proceso rehabilitador.

La motivación puede ser entendida como una característica interna de la persona, o igualmente susceptible de ser modificada por factores externos al individuo.

Dentro de los factores internos, y haciendo alusión a la Teoría de Maslow, padre de la psicología humanista, tan sólo cuando las necesidades básicas están saciadas (como el hambre y la sed), el ser humano trata de alcanzar nuevas metas. La independencia o autonomía personal es considerada una necesidad básica; por consiguiente, la motivación del paciente es fundamental para lograr satisfacer lo que, tras la aparición de la enfermedad, se convierte en un objetivo básico.

Dentro de los factores externos se encuentra como fuente principal la familia y, no menos importantes, son los profesionales que participan en el tratamiento físico y rehabilitador. Quienes se dedican a la atención de pacientes (profesionales asistenciales) suelen y deben practicar la escucha activa. Antes que demostrar nuestras habilidades profesionales, tenemos que demostrar nuestra humanidad, ya que hay una historia de vida detrás de cada enfermo. A menudo los fisioterapeutas, durante las sesiones, también

proporcionan apoyo emocional al paciente.

El fisioterapeuta debe informar sobre los objetivos del tratamiento al usuario y sus familiares o cuidadores, animándoles así a participar en el programa rehabilitador. El objetivo principal que se pretende alcanzar desde el inicio es la colaboración de la persona afectada. El paciente debe sentirse en todo momento parte activa del tratamiento, lo cual repercutirá positivamente a nivel motivacional y será un factor determinante de los resultados finales.

6.3. Ventajas de la aplicación

Esta aplicación tiene muchas ventajas, para los pacientes y para el especialista, a continuación se enumera las ventajas para cada caso:

6.3.1. Ventajas para pacientes:

- Alta motivación.
- Simple de usar.
- Uso potencial en el hogar.
- Adherencia al tratamiento.
- Utilización de Kinect de Xbox 360

6.3.2. Ventajas para el especialista:

- Edición de terapias fácil de usar.
- Personalización de terapia por discapacidad.
- Gráfico de evolución.
- Pacientes controlados remotamente.
- Control de pacientes

6.4. Tipos de usuarios

Los usuarios al tener distintas discapacidades, y distintas capacidades tienen que tener distintos ejercicios con distintos niveles de potencia, para así prevenir lesiones o agravar aún más su estado. Por lo tanto la aplicación va a tener distintos niveles para cada ejercicio. A continuación se presenta

las capacidades de los usuarios según el nivel de actividad física que realiza en su vida diaria

- Autonomía muy alta: Sólo tiene problemas en la movilidad, usa bastones, muletas, silla de ruedas de manera muy ocasional, camina solo.
- Autonomía alta: Utiliza miembros superiores con normalidad, aunque tenga problemas de movilidad. Usa silla de ruedas manual y es independiente para prácticamente cualquier actividad de la vida diaria.
- Autonomía media: Utiliza miembros superiores con normalidad, aunque tiene problemas para desempeñar algunas actividades de la vida diaria, para las que requiere ayuda de tercera persona o productos de apoyo. Puede utilizar ocasionalmente silla eléctrica.
- Autonomía baja: Tiene problemas en Miembros superiores, no puede desarrollar de forma autónoma la gran mayoría de actividades de la vida diaria, requiere de asistencia en varios momentos del día. Utiliza silla eléctrica, aunque puede utilizar de forma puntual una silla manual.
- Autonomía muy baja: No puede mover miembros superiores, requiere asistencia para todas las tareas de la vida diaria. Utiliza silla de ruedas eléctrica.

6.4.1. Objetivo del software final

El objetivo del software final es desarrollar un una aplicación barata y fácil de usar, que permita su uso en el hogar. Para que exista una integración del sistema de rehabilitación en el hogar se requiere que:

- Bajo costo de aparatos de entrenamiento: Además de tener un sistema o software de bajo coste, también se necesitan aparatos de entrenamientos de bajo coste ya que para una buena recuperación del paciente son necesarios elementos externos que ayudan a esto.
- Aspectos de control: Este último punto implica una retroalimentación continua para el usuario respecto a su actuación y tener la posibilidad de tele vigilancia por parte de los profesionales de la salud.

6.5. Sistema de retroalimentación

La retroalimentación es un punto muy importante para el éxito de este proyecto ya que el software para la rehabilitación permite a los pacientes hacer sus ejercicios en casa bajo su propia responsabilidad pero de una forma controlada.

Analógica a la rehabilitación clásica, el fisioterapeuta evalúa las necesidades individuales del paciente y define los ejercicios adecuados al tratamiento y como resultado da un plan de entrenamiento.

Los ejercicios son entonces entrenados por el paciente. En esta fase, los movimientos de los pacientes son supervisados por el terapeuta y se registra simultáneamente los datos al sistema que controla el entrenamiento de rehabilitación para servir como referencia. Para cada ejercicio, un movimiento de referencia se elige del entrenamiento grabado y se almacena junto con el plan de entrenamiento recomendado por el especialista.

En la situación de entrenamiento en casa el sistema está conectado al ordenador privado y presenta información sobre el ejercicio que tiene que ser realizado de acuerdo con el plan de entrenamiento. Los movimientos de entrenamiento están siendo evaluados cuantitativamente y se compararon a los movimientos de referencia que se han definido previamente. Si es necesario, información visual adecuada se muestra en la pantalla del ordenador para ayudar al paciente a identificar las posibles variaciones en sus movimientos y ayudándole a corregirlos[8]. Los datos cuantitativos evaluados, también deben ser almacenados o transmitidos al terapeuta para su posterior revisión[20].

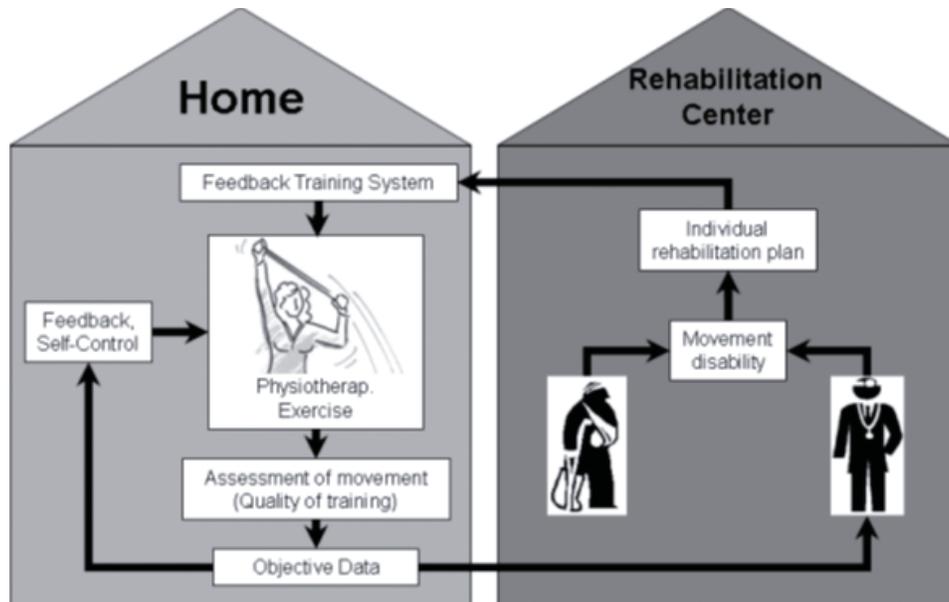


Figura 26: Concepto rehabilitación en el hogar.

6.6. Retroalimentación

Los datos registrados que representan el movimiento realizado por los pacientes deben ser presentados con una información visual adecuada hacia el paciente para que les permitan corregir errores y hacer los ejercicios de acuerdo al plan de entrenamiento especificado[11][9].

La pantalla se utiliza para mostrar la representación visual de la retroalimentación. La tarea asignada y la respuesta correspondiente debe estar vinculada a una meta funcional claramente definida.

El control de la retroalimentación debe estar diseñado de tal manera que el paciente no este sobrecargado[10][7]. La aplicación toma esto en cuenta mediante una forma fácil de seguir, online o retroalimentación directa unidimensional.

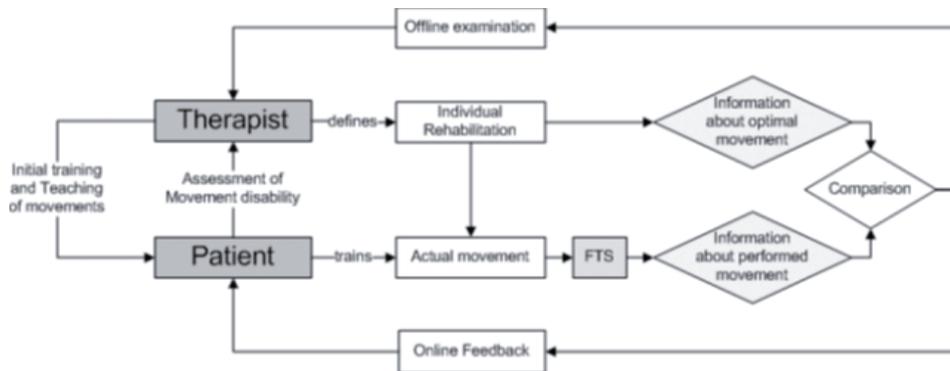


Figura 27: Concepto rehabilitación en el hogar.

Los datos registrados son además almacenados y pueden ser examinados Off-line por parte del terapeuta para controlar el progreso de la rehabilitación e interactuar con el sistema, mediante el cambio del plan de entrenamiento, o dar instrucciones adicionales al paciente si es necesario.

7. Especificación y análisis de requerimientos

El diseño del sistema, se basa en características definidas en reuniones con especialistas del área de biomecánica. Este diseño está orientado a especialistas que tendrán acceso a la tecnología de kinect y podrán hacer pruebas del software con sus pacientes en sus respectivas consultas para así poder definir patrones para el sistema de rehabilitación en el hogar. A continuación se mostraran los requerimientos funcionales y no funcionales, diagramas de caso de uso y secuencia para tener más claro el funcionamiento del sistema.

7.1. Requerimientos funcionales

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	NOTAS	ESTADO
Requerimiento 1	Debe tener distintos ejercicios para distintas discapacidades.	Debe abarcar más de una discapacidad.	Realizado
Requerimiento 2	Debe adaptarse al nivel de autonomía del usuario.	Debe ser apto para el nivel de actividad física del usuario.	Realizado.
Requerimiento 3	Debe tener una interfaz de fácil uso.	Tiene que aplicar Interfaz intuitiva.	Realizado
Requerimiento 4	Debe cargar rápidamente.	El usuario no tiene que volverse impaciente por motivo de motivación.	Realizado
Requerimiento 5	Debe motivar al paciente.	Tiene que tener colores, sonidos, ejercicios, animaciones que motiven.	Realizado
Requerimiento 6	Debe ser una aplicación dependiente del contexto.	La aplicación debe tomar valores del contexto para su buen funcionamiento.	Realizado
Requerimiento 7	La aplicación debe tener pausa.	El usuario puede pausar la aplicación.	Realizado

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	NOTAS	ESTADO
Requerimiento 8	Debe tener indicadores y realidad aumentada.	Debe tener indicadores y realidad aumentada para mantener la motivación.	Realizado
Requerimiento 9	Debe guardar datos referentes al paciente.	Si se desea se deben guardar datos para su posterior análisis.	Realizado
Requerimiento 10	El programa debe alertar cuando se está haciendo mal un ejercicio.	Si el paciente está haciendo mal el ejercicios debe ser alertado.	Realizado
Requerimiento 11	El programa debe tener la opción para configurar la kinect.	El especialista debe tener la opción para configurar el ángulo de la kinect.	Realizado

7.2. Requerimientos no funcionales

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	NOTAS
Requerimiento 1	La aplicación debe ser apta para todo tipo de público	debe ser accesible para cualquier persona de cualquier edad que estime el especialista.
Requerimiento 2	Para usar la aplicación se debe estar en un lugar optimo	Para usar la kinect se tiene que estar a una distancia optima.
Requerimiento 3	Se necesita un lugar iluminado	Para el correcto funcionamiento del software se necesita un lugar iluminado.
Requerimiento 4	Se debe tener un computador con Windows 7 u 8	Para el funcionamiento se necesita un sistema operativo soportado por kinect.
Requerimiento 5	Se necesita un kinect para Xbox 360 o kinect para Windows	Se necesita el dispositivo kinect para el funcionamiento de la aplicación.

7.3. Caso de uso general

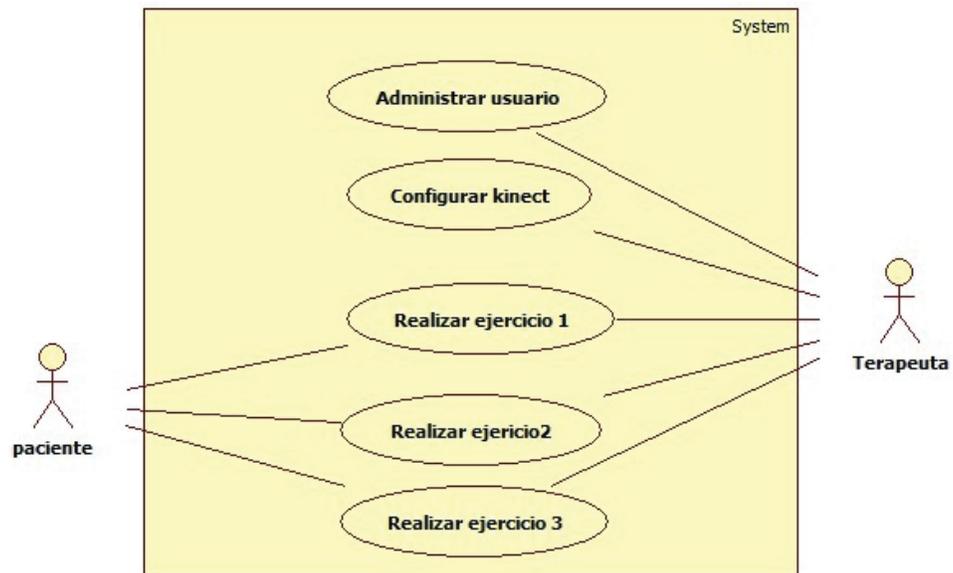


Figura 28: Caso de uso general.

7.4. Caso de uso administrar usuario

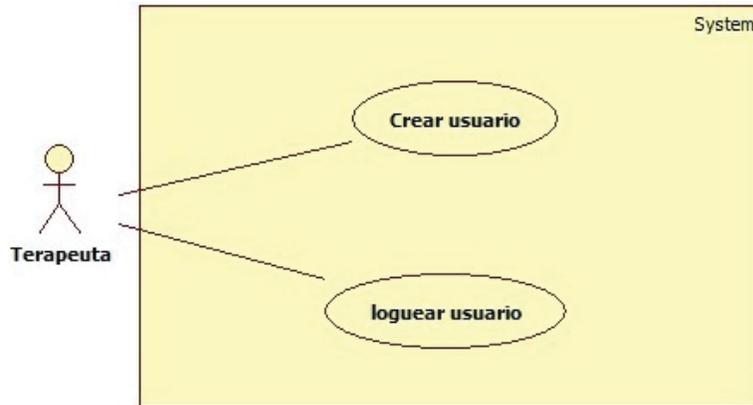


Figura 29: Caso de uso administrar usuario.

7.5. Caso de uso Narrativo administrar usuario

Caso de Uso:	Administrar usuario.
Actor:	Terapeuta.
Propósito:	Crear un registro nuevo de algún paciente o loguear al paciente al sistema.
Descripción:	Para administrar a los usuarios el terapeuta tiene dos opciones, registrar, que sirve para crear un nuevo usuario en la base de datos y loguear que sirve para guardar la información generada de un paciente previamente registrado.
Acción de los Actores	Respuesta del sistema
1. Terapeuta abre ingresa a alguna opción para ad- ministrar a los usuarios.	2. Se despliega dos opciones del caso.
3. Completa el registro o logueo del paciente.	4. Registra o loguea al paciente.

7.6. Caso de uso configurar Kinect

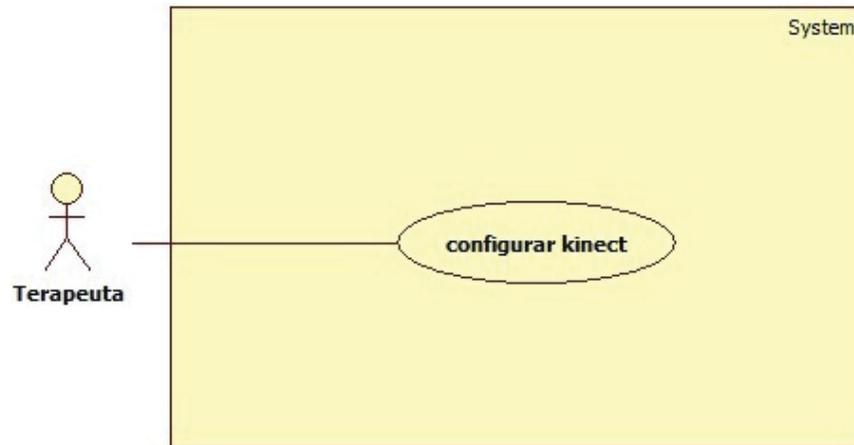


Figura 30: Configurar Kinect.

7.7. Caso de uso narrativo configurar Kinect

Caso de Uso:	Configurar Kinect.
Actor:	Terapeuta.
Propósito:	Mostrar las opciones para configurar el ángulo de la Kinect.
Descripción:	Al ingresar a configuración mostrara las dos opciones que tiene el especialista para ajustar el ángulo de inclinación de la Kinect, estas opciones son: aumentar o disminuir ángulo de inclinación.
Acción de los Actores	Respuesta del sistema
1. Terapeuta ingresa a configuración.	2. Despliega las opciones de configuración.
3. Elige una de las opciones desplegadas en la pantalla.	4. El sensor Kinect cambia su ángulo de inclinación.

7.8. Caso de uso ejercicio uno

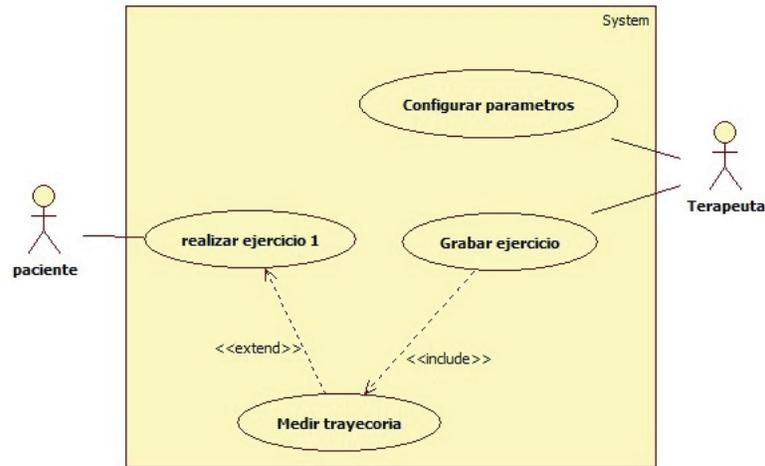


Figura 31: Ejercicio uno.

7.9. Caso de uso narrativo ejercicio uno

Caso de Uso:	Realizar ejercicio uno .
Actores:	Paciente, terapeuta.
Propósito:	El terapeuta configurar los parámetros y grabar el ejercicio del paciente.
Descripción:	El terapeuta configura los parámetros para el ejercicio y graba la rutina, mientras el paciente hace los ejercicios requeridos por la aplicación.
Acción de los Actores	Respuesta del sistema
1. Terapeuta abre el ejercicio.	2. Se despliega el menú de opciones y configuración de parámetros.
3. El paciente realiza el ejercicio.	4. Se mide la trayectoria.
5. El terapeuta graba el ejercicio.	6. Se graba la trayectoria y otros datos sobre el paciente y su desempeño.

7.10. Caso de uso ejercicio dos

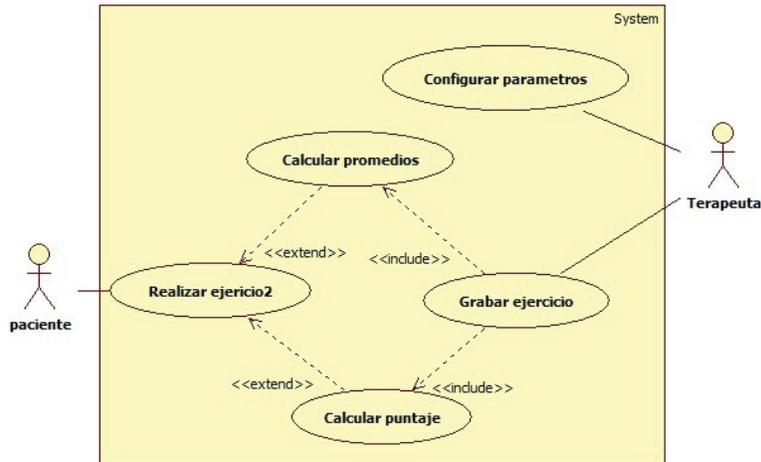


Figura 32: Ejercicio dos.

7.11. Caso de uso narrativo ejercicio dos

Caso de Uso:	Realizar ejercicio dos.
Actor:	Paciente, terapeuta.
Propósito:	El terapeuta configurar los parámetros y grabar el ejercicio del paciente.
Descripción:	El terapeuta configura los parámetros para el ejercicio y graba la rutina, mientras el paciente hace los ejercicios requeridos por la aplicación.
Acción de los Actores	Respuesta del sistema
1. Terapeuta abre el ejercicio.	2. Despliega el menú de opciones y configuración de parámetros.
3. El paciente realiza el ejercicio.	4. Se calcula el puntaje.
5. El terapeuta graba el ejercicio	6. Se graba el puntaje y otros datos sobre el paciente y su desempeño.

7.12. Caso de uso ejercicio tres

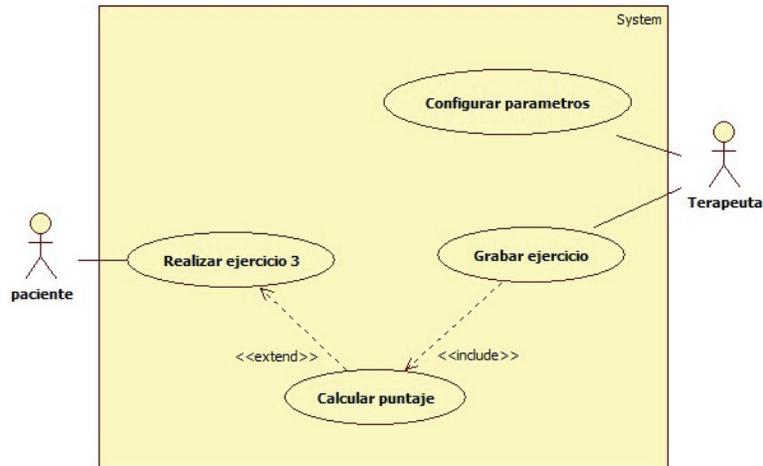


Figura 33: ejercicio tres.

7.13. Caso de uso narrativo ejercicio tres

Caso de Uso:	Realizar ejercicio tres.
Actor:	Paciente, terapeuta.
Propósito:	El terapeuta configurar los parámetros y grabar el ejercicio del paciente.
Descripción:	El terapeuta configura los parámetros para el ejercicio y graba la rutina, mientras el paciente hace los ejercicios requeridos por la aplicación.
Acción de los Actores	Respuesta del sistema
1. Terapeuta abre el ejercicio.	2. Se despliega el menú de opciones y configuración de parámetros.
3. El paciente realiza el ejercicio.	4. Se mide calcula el puntaje.
5. El terapeuta graba el ejercicio.	6. Se graba el puntaje y otros datos sobre el paciente y su desempeño.

7.14. Diagrama de actividad

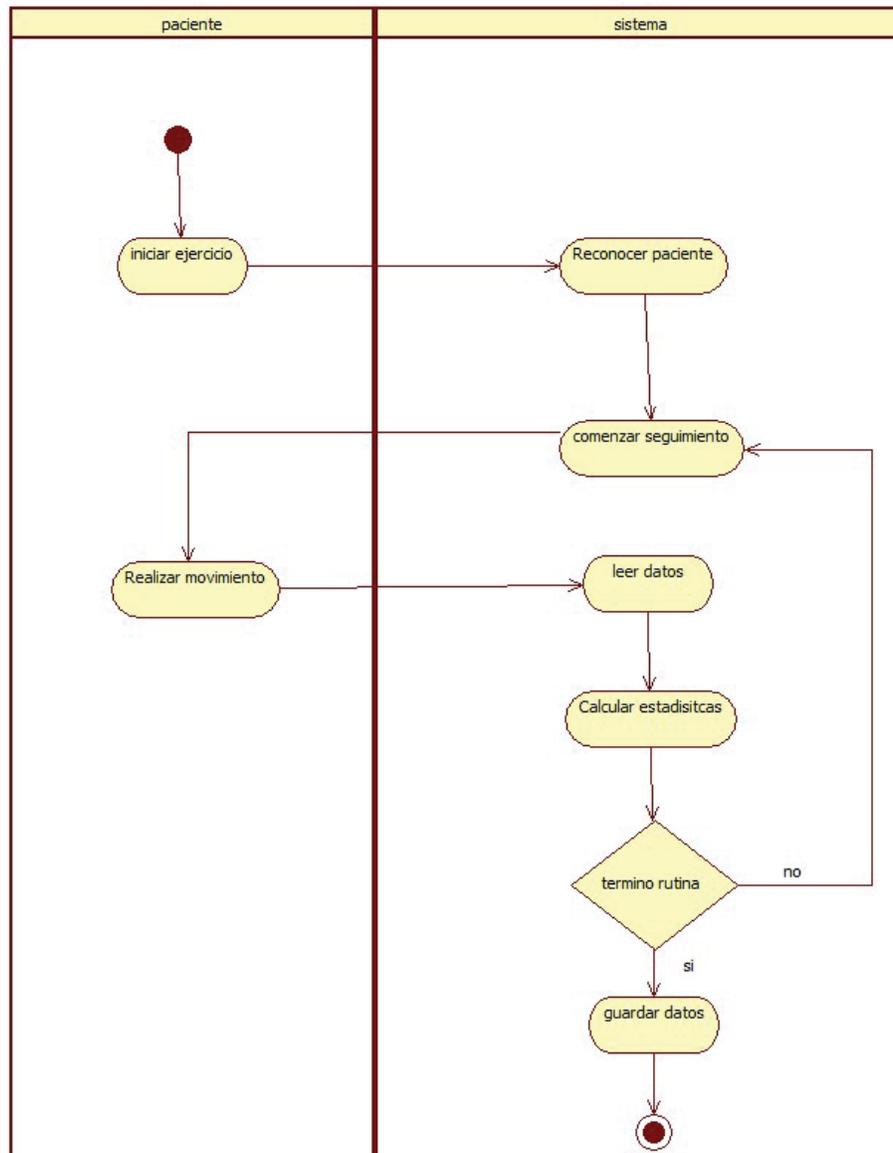


Figura 34: Diagrama actividad paciente-sistema.

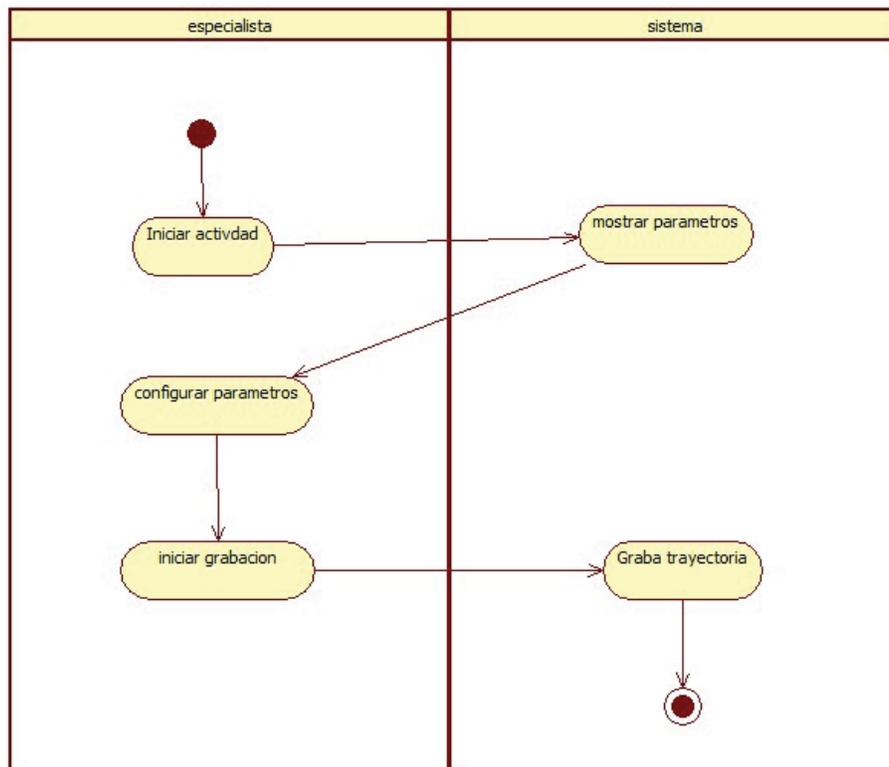


Figura 35: Diagrama actividad grabar ejercicio.

7.15. Diagrama de secuencia

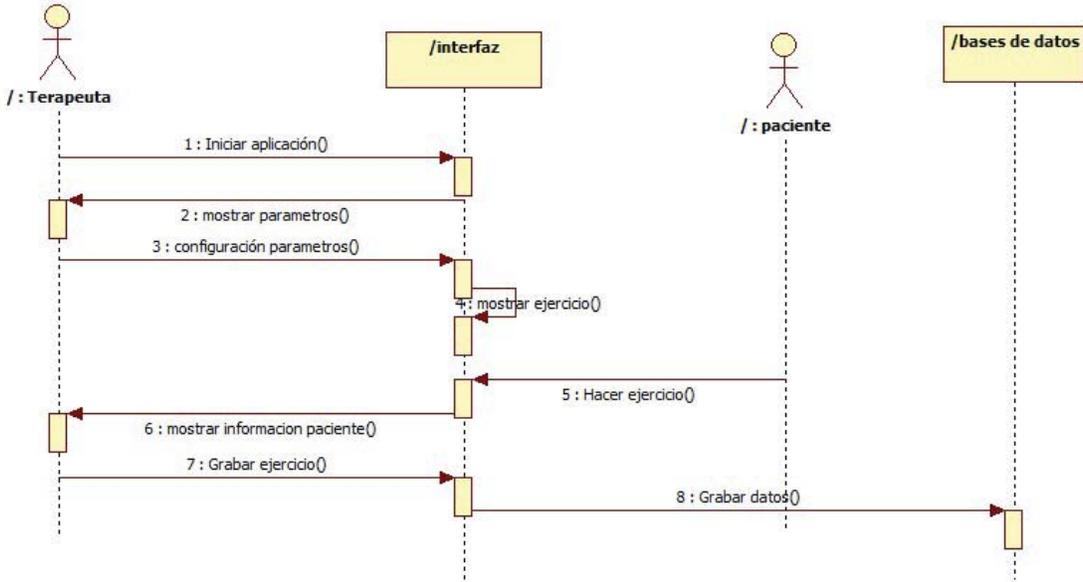


Figura 36: Diagrama secuencia realizar ejercicio uno.

8. Diseño del sistema

8.1. Interfaz natural de usuario

Los principios de diseño de interacción para este sistema son claves para el desarrollo de este proyecto, ya que este tipo de interfaz es muy poco usada en el mercado y es parte fundamental de la Kinect . A continuación se presentan algunos resúmenes de los principales principios que se tienen que tener en cuenta al momento de diseñar la aplicación.

La información que a continuación se presenta, es una guía propuesta por Microsoft, pero que no constituye un consejo legal o profesional. Esta guía se puede encontrar en la documentación instalada con el SDK de Kinect for Windows v1.5 o superior.

8.1.1. Primer principio

Las mejores experiencias de los usuarios son conscientes del contexto.

- La interfaz debe adaptarse a la distancia entre el usuario y los cambios de la Kinect.
- La interfaz debe responder al número y participación de los usuarios.
- La colocación de los controles deben estar diseñada en base a movimientos esperados de los usuarios o acciones.

8.1.2. Segundo principio

Cada método de entrada es mejor en algo y peor en algo.

- Los usuarios escogerán la entrada que da lugar a menor el esfuerzo general para un escenario determinado.
- Los usuarios tienden a adherirse a una sola entrada, cuando no se da una razón para cambiar.
- Las entradas deben ser confiables, consistentes y convenientes, de lo contrario los usuarios buscaran otras opciones.
- Las entradas de conmutación deben ocurrir de forma natural, o en puntos naturales de transición en el escenario.

8.1.3. Tercer principio

Los usuarios seguros de sí mismos son usuarios felices.

- Es importante mantener interacciones simples y fáciles, para aprender y dominar.
- Evitar malinterpretar la intención del usuario. Para aumentar confianza, usa entradas combinadas, tales como voz y gestos juntos.
- Dar una retroalimentación constante para que los usuarios siempre sepan lo que está sucediendo y lo que esperan.

8.1.4. Cuarto principio

Los mejores diseños vienen después de las pruebas de usuario.

- Kinect permite una gran cantidad de nuevas interacciones, pero también nuevos retos.
- Es especialmente difícil de adivinar lo que funcionara y lo que no, antes de tiempo.
- A veces, pequeños ajustes puede hacer una gran diferencia.
- Usuario de prueba a menudo y tempranamente, ayudan al diseño para luego poder hacer múltiples ajustes, dentro del tiempo.

8.2. Consideraciones del entorno y de instalación.

¿Cómo se configura el entorno en el que la aplicación de Kinect puede hacer una gran diferencia en la percepción fiabilidad y usabilidad? Controlando la mayoría de los siguientes factores como sea posible ayudará a que la experiencia del usuario sea positiva y así reducir la probabilidad de interacciones alteradas. Siempre que sea posible, hay que probar la aplicación temprano y con frecuencia en el entorno en el que se vaya a utilizar.

- Personas y las masas: Si el entorno se está diseñando para muchas personas moviéndose alrededor del sensor, hay que asegurarse de que se utiliza el modo de seguimiento adecuado y de diseñar el espacio de manera que otras personas no caminen entre el usuario activo y el Kinect.

- Ruido Ambiental: Si se utiliza la voz como un método de entrada, hay que tener en cuenta que el entorno debe ser muy tranquilo para que sea fiable. Si no se puede controlar el nivel de ruido del medio ambiente, hay que tratar que el usuario interactúe más cerca del dispositivo. Si el ambiente es demasiado ruidoso, este método de entrada no es el más conveniente .
- Tamaño de la pantalla y la resolución: Elija una pantalla adecuada para la distancia a la que se espera que los usuarios interactúen. El tamaño de la interfaz dependerá de a qué distancia los usuarios se encuentran y que puedan ver cómodamente.
- Iluminación: Evitar ambientes que tienen grandes cantidades de luz natural ya que hará el seguimiento de profundidad menos fiable. La cámara de profundidad no va a funcionar con luz directa al sol. Una luz débil es buena para la profundidad, pero se degrada la calidad de la imagen RGB.
- Los objetos adicionales o ropa: Los elementos que cambian drásticamente la forma de un humano puede confundir el seguimiento del esqueleto. Asimismo, los elementos o ropa cuyo material es reflectante va a interferir con la reflexión de infrarrojos y hacer que el seguimiento del esqueleto sea menos fiable.
- Posición del sensor: Al colocar el sensor, hay que tener en cuenta que es importante que el sensor pueda ver el suelo para su orientación. Los ángulos de inclinación extremos hacen que el seguimiento sea menos fiable.

8.3. Mejores Prácticas para el Diseño de la Interacción

El gesto y la voz son dos entradas nuevas y emocionantes que Kinect pone a disposición. La sección siguiente describe cómo funciona, la mejor manera de utilizarlos, los desafíos a esperar, y cómo dar a los usuarios información que puedan entender

- Gestos: Los gestos son un método divertido para explorar la interacción, pero también presenta retos difíciles que necesitan ser tratados con el fin de hacer una interfaz natural útil y apropiada para todos los usuarios que utilicen la aplicación. En esta sección cubre algunos tipos de gestos básicos, la forma de dar a los usuarios información acerca de

lo que la Kinect puede ver, y algunos importantes gesto y consideraciones del diseño de la interacción.

- Tipos básicos de gestos: Los gestos pueden tomar muchas formas, el uso de la mano para apuntar algo en la pantalla, a algo más específico, aprender patrones de movimiento, a largos períodos de movimiento continuo. A continuación se presentan algunos ejemplos de uso común utilizados distintos tipos de gestos y descripciones que ayudarán a comprender los gestos que se diseñanan.
- Los gestos estáticos, continuos y dinámicos: Los gestos estáticos, también conocidos como actitudes o posturas, son aquellos para los que el usuario mantiene una posición hasta que ésta sea reconocida. Hay que tener cuidado con la elección de los gestos simbólicos estáticos como el pulgar arriba, ya que puede tener significados diferentes en todas las culturas. Los gestos dinámicos dan información al usuario, ya sea durante o después de hacer un movimiento definido. Los gestos continuos rastrean a los usuarios a medida que avanzan frente a la Kinect.



Figura 37: Ejemplo de gesto estático y seguimiento de gesto continuo.

8.3.1. Gestos innatos y aprendidos

Los gestos innatos son los que el usuario sabe intuitivamente o que tenga sentido basado en la comprensión de los usuarios del mundo. Los gestos aprendidos son los que el usuario debe ser enseñado para saber cómo usarlos para interactuar con el sistema



Figura 38: Gestos dinámicos con retroalimentación para el usuario.

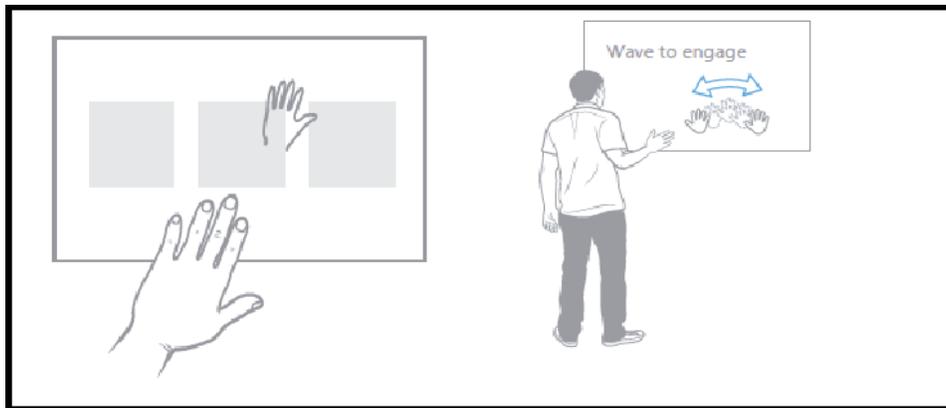


Figura 39: Ejemplo de gesto innato(apuntando objetivo) y gesto aprendido (Saludar a Kinect).

8.4. Visibilidad de la retroalimentación

Como los gestos son sólo eficaces y fiables cuando el usuario está en el rango de visibilidad correcta, es importante darles retroalimentación para ayudar a contestar las siguientes preguntas:

- El sensor Kinect esta prendido y listo?
- Qué o cuánto ve la Kinect?
- Cuál es el campo de vista de la Kinect?
- Cuántas personas puede ver?
- Cómo sé que la Kinect me está viendo y no a otra persona?
- Qué parte del usuario puede ver? La cabeza del usuario está a la vista?
- Cuándo y dónde puedo hacer los gestos?

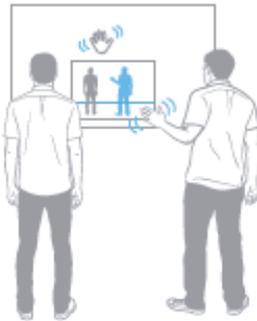


Figura 40: Cómo sé que la Kinect me está viendo y no a otra persona?.

8.5. Diseño de Interacción con gestos

El diseño de las interacciones gestuales es un problema relativamente nuevo que la Kinect nos ha permitido experimentar y comenzar a entender. A continuación se presentan algunas de las principales conclusiones y consideraciones que usamos para hacer que los diseños gestuales se sientan mágicos.

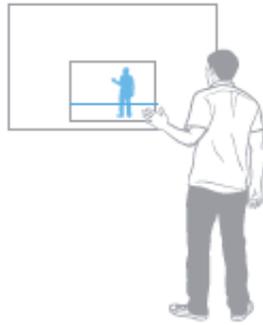


Figura 41: Qué parte del usuario puede ver? La cabeza del usuario está a la vista?.

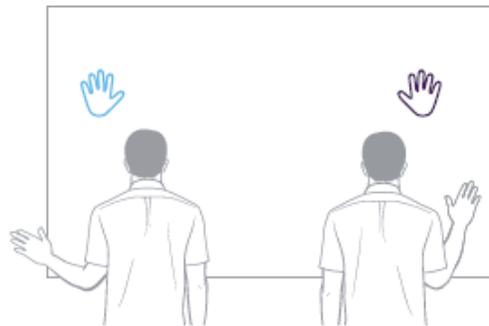


Figura 42: Cuándo y dónde puedo hacer los gestos?.

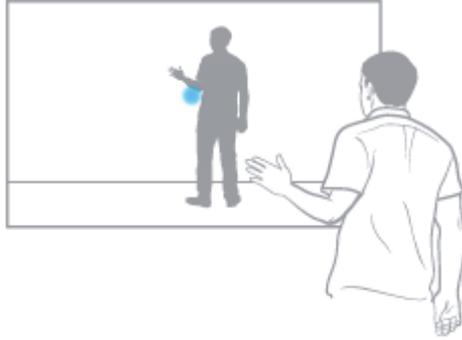


Figura 43: El sensor Kinect esta prendido y listo?.

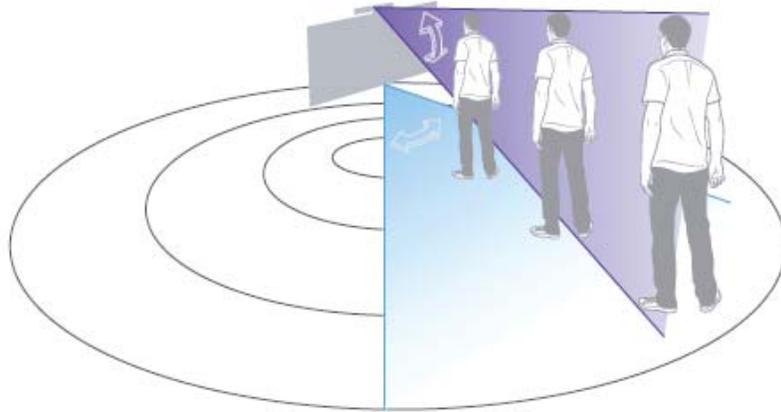


Figura 44: Qué o cuánto ve la Kinect?.

8.5.1. Principios de los gestos

Los usuarios deberían estar de acuerdo con las declaraciones siguientes, que utilizan los gesto en la aplicación:

- Se puede aprender rápidamente todos los controles básicos
- Una vez que se aprendió un gesto, se puede rápidamente y con precisión realizarlo
- Cuando se hace un gesto. Se está ergonómicamente cómodo?
- Cuando se hace un gesto. El sistema es sensible y proporciona retroalimentación continua?

8.5.2. Diseño para la mentalidad del usuario adecuada

La gente todavía asocia a menudo la Kinect con el juego, pero, cuando estas diseñando una aplicación de Kinect para Windows, hay que recordar que la mentalidad de un juego no es lo mismo que la mentalidad de interfaz de usuario.

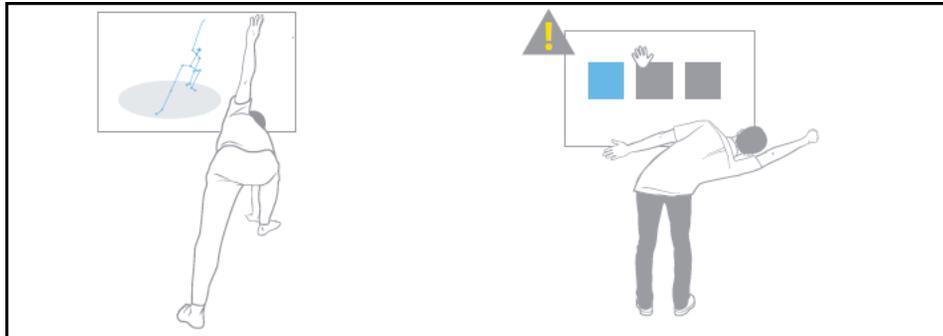


Figura 45: Ejemplo mentalidad de juego vs mentalidad interfaz de usuario.

HACER	NO HACER
Si un usuario está en la mentalidad de jugador y no puede realizar un gesto, entonces es un reto para dominarlo y hacerlo mejor la próxima vez	Si un usuario está en la mentalidad de interfaz de usuario y no puede realizar una gesto entonces se frustra y se tiene baja tolerancia a la curva de aprendizaje
En la mentalidad de juego un gesto estúpido puede ser divertido o entretenido	En la mentalidad de interfaz de usuario un gesto tonto es torpe o no profesional

8.5.3. Diseño de Interacción Natural

Tratar de no forzar otra forma de entrada en una interfaz de usuario existente. Por ejemplo, no colocar una interfaz táctil, y solo asigne gestos para todos los tipos de entrada táctil. Los gestos pueden proporcionar un método nuevo y genial de interactuar con las aplicaciones, pero hay que tener en cuenta que su uso debe tener un propósito.

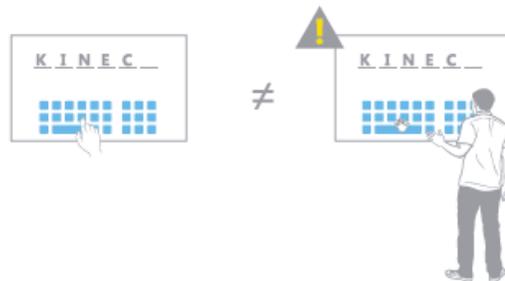


Figura 46: El uso de gestos debe tener un propósito.

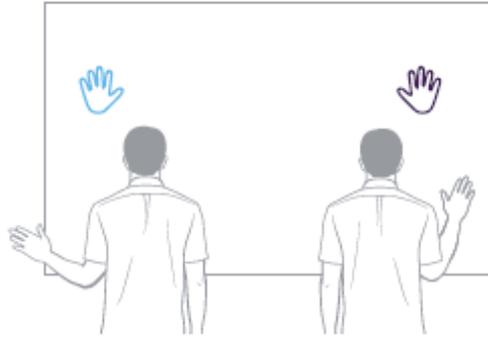


Figura 47: Múltiples usuarios estarán interactuando con la aplicación.

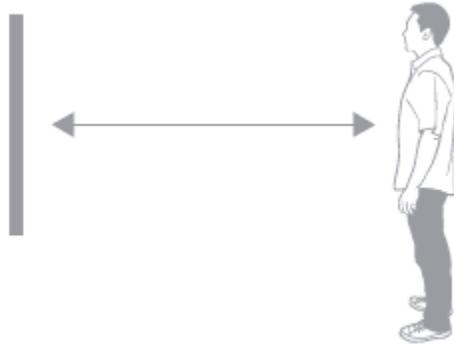


Figura 48: El escenario requiere que el usuario interactúe desde una cierta distancia.

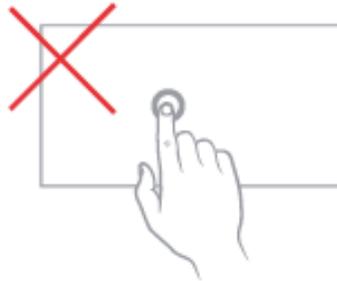


Figura 49: El escenario requiere que el usuario no toque nada directamente.

HACER	NO HACER
El escenario requiere que los usuarios interactúen desde una cierta distancia	Todos los gestos se podía hacer más rápido y más fácilmente con otro método de entrada
Los gestos permiten una interacción que otros dispositivos de entrada no pueden	Su escenario se centra en la productividad, velocidad y precisión
Parte o la totalidad de las interacciones se centra sobre gestos innatos sin mediación, que se sienten "mágico"	La interfaz de usuario se toma directamente desde un interfaz de usuario existente que ha sido diseñado para un método de entrada diferente

8.5.4. Determinar la intención y participación del usuario

Determinar la intención del usuario es el desafío más importante, y es un problema muy difícil de resolver. A diferencia de otros dispositivos de entrada, el usuario siempre está ahí. Qué pasa si el dedo no puede salir de la pantalla táctil, o la mano no puede separarse del ratón?

Parte de determinar la intención del usuario es reconocer cuando los usuarios desean interactuar con el sistema. Mientras que para algunos escenarios, puede ser deseable que el sistema siempre este escuchando y observando, permitiendo a los usuarios indicar explícitamente cuando quieren comen-

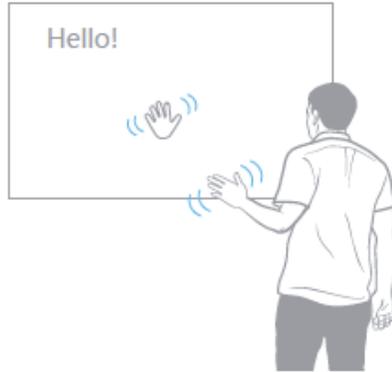


Figura 50: Ejemplo de interacción hola .

zar a interactuar con gestos y voz, esto ayudará a evitar innecesariamente el reconocimiento. Si el usuario debe activar la interacción, a continuación, el trigger debe estar claramente visible o demostrado en algún momento de la experiencia del usuario.

HACER	NO HACER
Los movimientos únicos y con un propósito son reconocido como un gesto / interacción que otros dispositivos de entrada no pueden.	Comportamiento natural debe ser modificado para evitar la interacción.
Los usuarios tienen una forma clara y simple para interactuar y dejar de hacerlo.	Perdidas de activación: lo hice pero el sistema no lo reconoce.
Los movimientos naturales del cuerpo no son reconocidos como gestos.	Falso de activación: los movimientos naturales del cuerpo malinterpretado como gesto.

Pidiendo a los usuarios saludar para interactuar es el método que hemos utilizado y probado como una forma positiva de la determinación de la intención del usuario para empezar a interactuar. Los usuarios están obligados a saludar por lo menos tres veces, rotando en el codo para que el movimiento sea reconocido. Saludar con la mano es un sentimiento natural sin embargo,

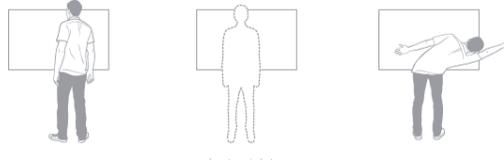


Figura 51: Ejemplo de movimiento natural, neutro, movimiento torpe .

el movimiento único que no es a menudo malinterpretado. También tiene un significado para los usuarios como una manera de comenzar una interacción.

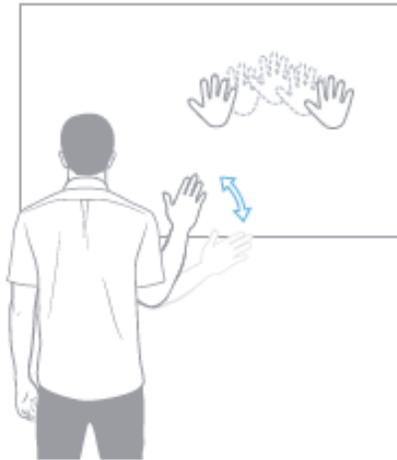


Figura 52: Ejemplo de movimiento natural, neutro, movimiento torpe .

Algunas otras maneras de reconocer la interacción es por la distancia del usuario al sensor, la dirección del usuario es de frente, un número de personas son visibles, o se tiene una pose específica. También puede optar por reconocer cuando un usuario se desconecta de la visión del sensor, en lugar de tener un método pasivo de tiempo de espera o de otro tipo. Por ejemplo: cuando un usuario se enfrenta a distancia de la pantalla, lo tomo como una señal de que ya no están interactuando.

8.5.5. Diseño para variabilidad de entrada

Las experiencias y las expectativas de los usuarios traen efectos del sistema de sus interacciones. Tenga en cuenta que la interpretación del usuario de un gesto puede ser completamente diferente de la de otro usuario.

La predicción de la intención es un reto considerable, ya que no hay un medio físico para la detección de la intención como una pantalla táctil o un ratón. Una vez que el usuario ha interactuado con el Kinect, siempre se está monitoreando, en busca de patrones que coincidan con un gesto.

Es muy importante distinguir las interacciones intencionales e ignorar otros movimientos, por ejemplo, tocarse la cara, el ajuste de gafas, beber.

Para aumentar la confianza, siempre proporcionar retroalimentación de como los usuarios están usando los gestos. Incluya un captar de una fase, interacción de una fase, y una fase de completo. También debe haber una retroalimentación cuando la acción ha sido cancelada o no.

Todo el mundo sabe lo que es una "hola", pero el "hola" de la gente es muy variable. Algunas personas hacen hola con su muñeca, algunas de ellas con su codo, y algunas de ellas con el brazo entero. Algunas personas hacen hola con la mano abierta se mueve de izquierda a derecha, mientras que algunas personas mueven sus dedos arriba y abajo juntos. Basta con preguntarle a un usuario que el "hola" no garantiza el mismo movimiento.

Estas imágenes muestran dos movimientos diferentes que la mayoría de la gente reconocería en forma de "hola".

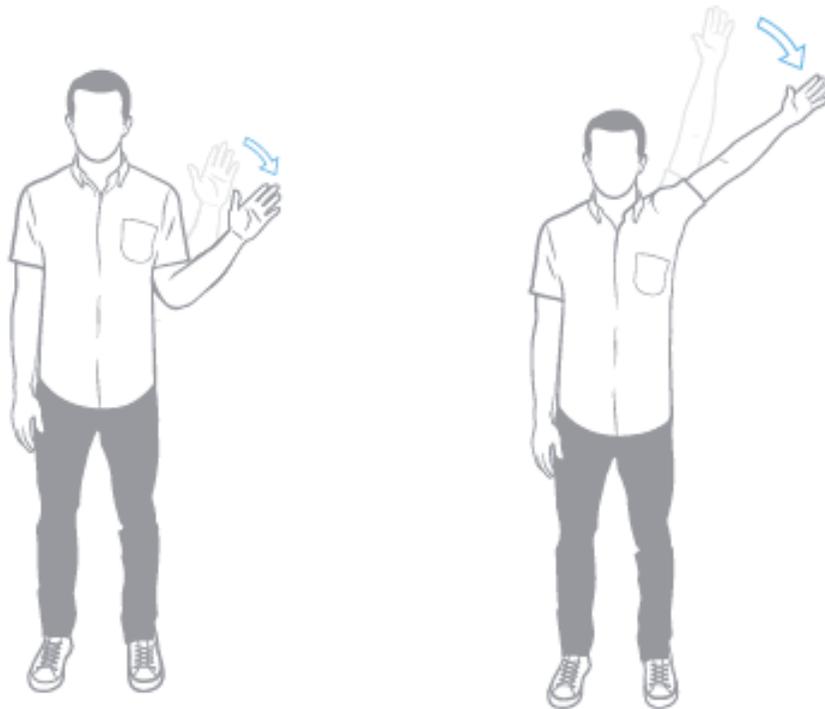


Figura 53: Ejemplo de distintos movimientos de usuario.

8.6. Modelo de dato

Para que el sistema funcione correctamente es necesaria una base de datos adecuada que pueda guardar la información del usuario mientras hace los ejercicios de rehabilitación. Esta base de datos es la propuesta para cumplir con este objetivo.

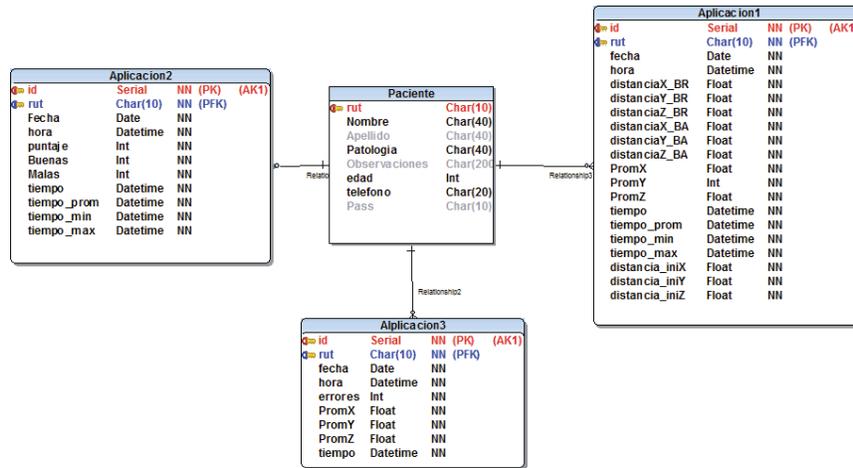


Figura 54: Ejemplo de modelo de datos relacional.

Esta base de datos consta de 4 entidades:

- Paciente: Esta entidad contiene los datos básicos del paciente que está sometido en rehabilitación.
- Aplicacion1: Esta entidad se relaciona con el paciente y corresponde a la aplicación 1 del programa, esta entidad tiene más atributos debido a que la aplicación uno es más compleja y puede capturar más datos que las otras aplicaciones.
- Aplicacion2: Esta entidad se relaciona con el paciente y corresponde a la aplicación 2 del programa, esta aplicación es más parecida a un juego, y puede capturar datos que las otras dos aplicaciones no pueden.
- Aplicacion3: Esta entidad se relaciona con el paciente y corresponde a la aplicación 3 del programa, esta aplicación es la más simple, pero igualmente entrega datos valiosos para el especialista.

9. Descripción de prototipo

La aplicación final tiene como nombre KinAR, y utiliza una interfaz simple y fácil de utilizar, a continuación se muestra el menú principal de la aplicación. Como ya mencionamos anteriormente, este proyecto está orientado a que el especialista en kinesiología utilice la interfaz, teniendo como usuario final al paciente. Esta aplicación está pensada para que el especialista pueda capturar datos sobre el paciente, para posteriormente analizarlos y poder crear parámetros para futuras aplicaciones que puedan ayudar al proceso de rehabilitación.

9.1. Menú principal

El menú principal tiene en el centro las opciones de la aplicación, tres iconos para los ejercicios de rehabilitación más un cuarto icono que sirve para configurar la Kinect, además en la parte inferior tiene el botón salir, que sirve para cerrar la aplicación y dos opciones al costado superior derecho para hacer el registro y el login de algún paciente en específico si así el especialista lo desea.

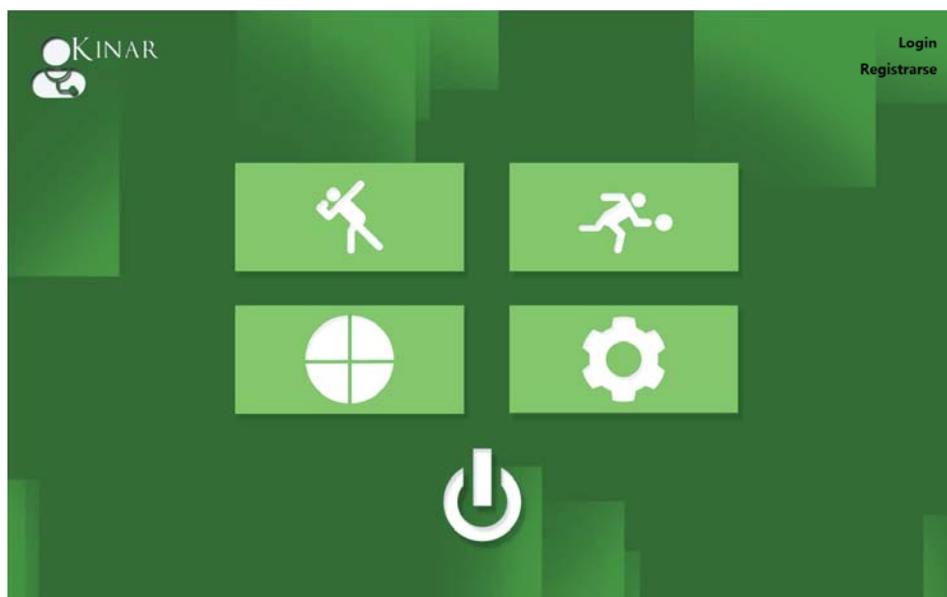


Figura 55: Ejemplo de menú Principal.

9.2. Ejercicio 1

En este icono, encontramos el primer ejercicio de rehabilitación y el más complejo de desarrollar, ya que tiene mucha más características y es en donde el especialista puede capturar más datos útiles de su paciente. Esta sub aplicación consta de dos vistas, una que utiliza realidad aumentada y la otra utiliza realidad virtual en tiempo real.

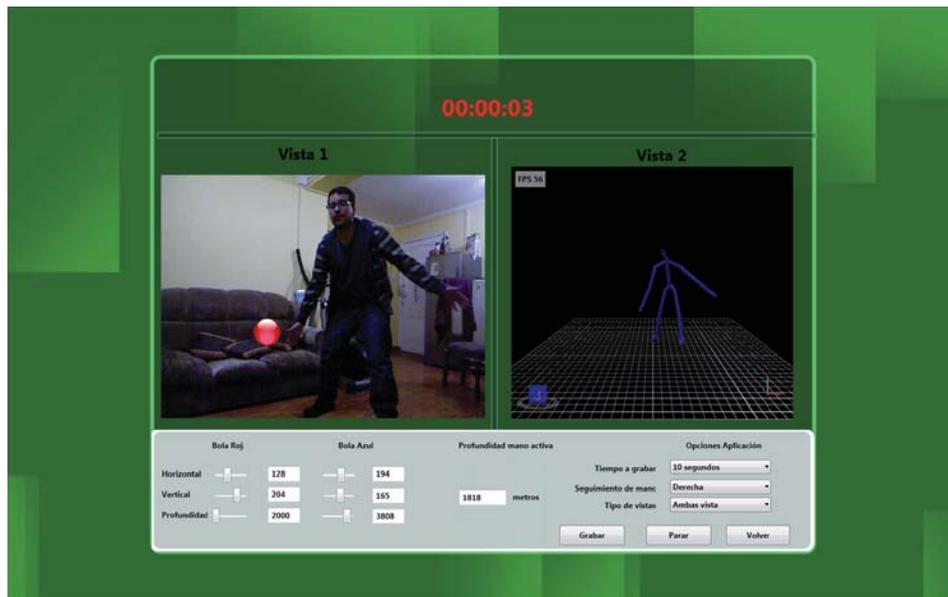


Figura 56: Ejemplo de ejercicio 1.

9.2.1. Menu ejercicio 1

Como podemos apreciar en la imagen de la sub aplicación uno, en la parte inferior se encuentra un menú donde se pueden aplicar las configuraciones que el especialista estime conveniente, a continuación se detallara las configuraciones u opciones que este menú muestra.

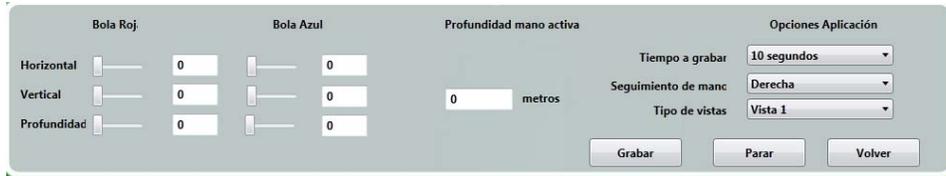


Figura 57: Ejemplo de menu ejercicio 1.

Como primeras opciones se tiene la configuración del posicionamiento de la bola roja y bola azul donde se puede manipular las pelotas de manera horizontal, vertical y su profundidad dando como resultado que pueden ser posicionadas en cualquier lugar del espacio de trabajo.

El ítem de 'Profundidad mano activa' solo es un cuadro que muestra en milímetros la distancia en tiempo real respecto al sensor infrarrojo de la Kinect y la posición de la mano activa.

Finalmente en opciones de la aplicación se encuentra la opción del tiempo en segundos (10 20 30 40 50 o 60) que desea el especialista grabar la rutina de su paciente

La mano que el sensor Kinect captura los datos.

La vista que desea el especialista, ya que puede ocurrir que solo le interese la vista 1, vista 2 o ambas vistas.

Finalmente tenemos tres botones para empezar a grabar la rutina , parar la grabación o volver al menú principal.

9.3. Ejercicio 2

Este ejercicio es más parecido a un juego, consta de aplastar unos bichos que caen del techo, todo esto con realidad aumentada. Con esta aplicación el especialista puede ver la agilidad y la motricidad gruesa del paciente.

Consta de un campo de visión en tiempo real, que muestra a través de una cámara web lo que está haciendo el paciente en ese momento y también tiene un menú con opciones para configurar el juego.

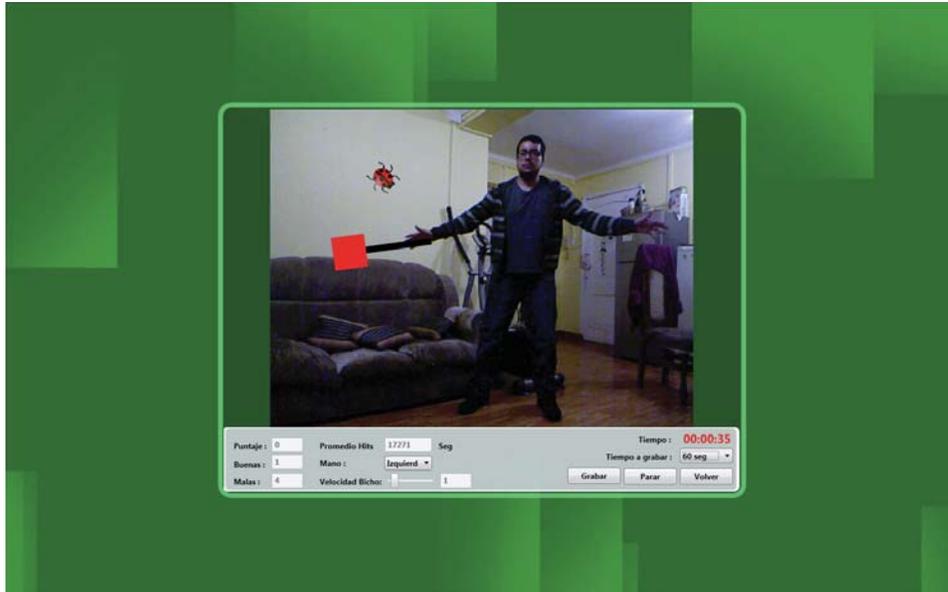


Figura 58: Ejemplo de ejercicio 2.

9.3.1. Menu ejercicio 2

Como podemos observar en la imagen, está tiene un menú con menos opciones que el menú de la sub aplicación uno, pero de todas formas son configuraciones valiosa para el especialista que las usa. También este menú muestra datos en tiempo real sobre el ejercicio que está realizando el paciente.



Figura 59: Ejemplo de menu ejercicio 2.

De derecha a izquierda el menú muestra primeramente los datos obtenidos mientras el paciente realiza la actividad, el puntaje obtenido, la cantidad de bichos golpeados, y la cantidad de bichos errados.

Seguido de lo anterior se encuentra el promedio en segundos que demora el paciente en golpear a cada bicho, seguido de la selección de mano que en

ese momento la Kinect le está haciendo seguimiento, y por último se encuentra la opción para aumentar la rapidez con que el bicho aparece en la pantalla.

También este menú muestra el tiempo de ejecución de la aplicación mientras se está grabando y al igual que la sub aplicación uno, tiene la selección del tiempo que se desea capturar los datos del ejercicio, finalmente se encuentran los botones de control. Que sirven para grabar, pausar o volver al menú principal.

9.4. Ejercicio 3

Con este ejercicio, el especialista puede medir la motricidad gruesa del paciente, pero acercándose más a una motricidad fina, ya que es el ejercicio que mas difícil puede resultar para un paciente. Con esta aplicación se puede ver el trazado que deja uno al completar el circuito, al igual que los ejercicios anteriores también consta de un submenú donde se puede obtener información relevante del paciente en tiempo real y hacer modificaciones para adaptarlos a las distintas necesidades de los usuarios finales.

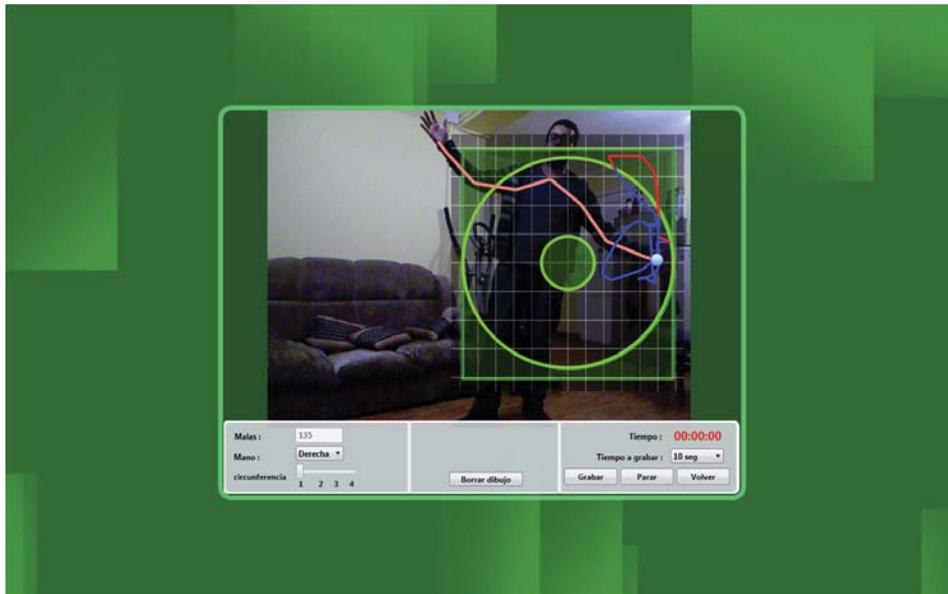


Figura 60: Ejemplo de ejercicio 3.

9.4.1. Menu ejercicio 3

Al igual que los ejercicios anteriores, esta sub aplicación tiene un menú donde muestran datos relevantes para el especialista y también tiene algunas opciones para configurar y adaptar el ejercicio a las preferencias del especialista.



Figura 61: Ejemplo de menu ejercicio 3.

Primeramente tenemos un cuadro que muestra los errores o la cantidad de veces que el paciente se sale de los márgenes de la aplicación, seguido de la opción mano, que es la mano que la Kinect captura los datos, al final de esta columna se encuentra la opción circunferencia, donde existen 4 tamaños que controlan la circunferencia central del circuito dando un menor espacio para que el usuario pueda circular.

En la siguiente columna se muestra la opción borrar dibujo que hace un reseteo al dibujo impreso en el circuito.

Finalmente tenemos el tiempo que se está grabando algún ejercicio, la opción para definir dicho tiempo y los tres botones de control que sirven al igual que los ejercicios anteriores para grabar la rutina, parar la rutina y volver al menú principal.

9.5. Configuración de Kinect

La cuarta opción del menú, no es un ejercicio sino que la opción para configurar la Kinect, teniendo una interfaz sencilla en donde muestra el campo de visión de la webcam incorporada en la Kinect y tres botones que a continuación se explicara su uso.

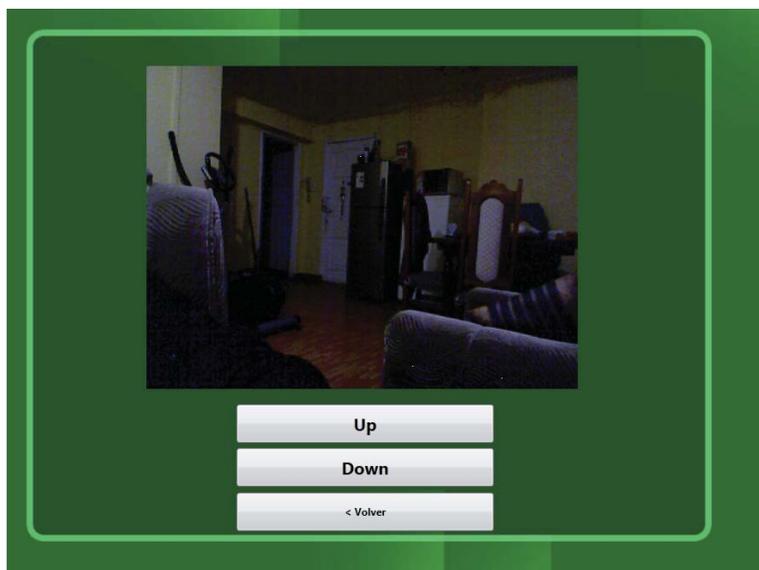


Figura 62: Ejemplo de configuración Kinect.

Los tres botones que tiene de opciones esta sección del software son :

- Botón up: subir el campo de visión de la Kinect.
- Botón Down: bajar el campo de visión de la Kinect.
- Botón volver: volver al menú principal.

9.6. Registro del usuario

Esta sección de la aplicación sirve para registrar un nuevo usuario en la base de datos, por si así lo requiere el especialista, ya que con esto se puede mejorar la posterior revisión de los datos capturados por el sensor y su posterior análisis, además al registrar un paciente los datos son guardados automáticamente en la base de datos ingresando también datos más complejos que no son mostrados en tiempo real en la aplicación.



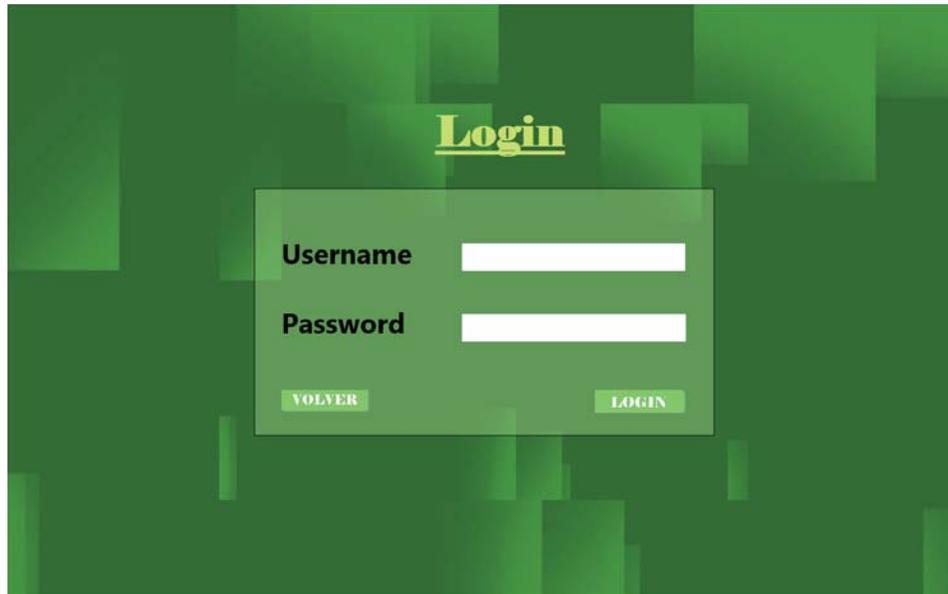
The image shows a web form titled "Registro de Usuarios" (User Registration) on a green background. The form includes the following fields and elements:

- Nombre de usuario**: A single-line text input field.
- Contraseña**: A single-line text input field.
- Reescribir contraseña**: A single-line text input field.
- Telefono**: A single-line text input field.
- Patología**: A single-line text input field.
- Observaciones**: A single-line text input field.
- Register**: A button with a white background and black text.
- Refresh**: A circular icon with a white arrow pointing clockwise.
- Medical Icon**: A small icon in the top right corner showing two people with a green cross above them.

Figura 63: Ejemplo de registrar nuevo usuario.

9.7. Login

En esta sección de la aplicación se puede loguear a un usuario para que el sistema después agregue la información recogida a su perfil en la base de datos.



The image shows a login form centered on a dark green background with a subtle pattern of lighter green squares. At the top center, the word "Login" is written in a yellow, serif font and is underlined. Below this, there is a white rectangular box containing the form fields. The box has a thin black border. Inside the box, the label "Username" is followed by a white input field. Below that, the label "Password" is followed by another white input field. At the bottom of the box, there are two buttons: "VOLVER" on the left and "LOGIN" on the right, both in a light green color with white text.

Figura 64: Ejemplo de loguear a un usuario.

10. Pruebas del sistema

En las pruebas de sistema, los datos de prueba deberán cubrir los posibles valores de cada parámetro basado en los requerimientos. Así podemos comparar si los requerimientos funcionales han sido cumplidos.

A continuación mostraremos los resultados de las pruebas obtenidas para los requerimientos funcionales del software.

10.1. Casos de prueba requerimiento funcional 1

Propósito	Verificar que la aplicación tenga distintos ejercicios para distintas discapacidades.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a la aplicación.2. Ingresar a ejercicio 1.3. Acomodar pelotas para el usuario.4. Hacer clic en botón grabar.5. Hacer clic en botón volver.6. Ingresar a ejercicio 2.7. Hacer clic en botón grabar.8. Hacer clic en botón volver.9. Ingresar a ejercicio 3.10. Hacer clic en botón grabar.11. Hacer clic en volver.
Resultado	Correcto

10.2. Casos de prueba requerimiento funcional 2

Propósito	Verificar que la aplicación tiene configuraciones en sus ejercicios que permitan distintos grados de dificultad, para así adaptarse al nivel de autonomía del paciente.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a la aplicación.2. Ingresar a al ejercicio 3.3. Seleccionar mano a rastrear.4. Deslizar barra circunferencia a nivel deseado. (3)5. Hacer clic a botón grabar.6. Hacer clic a botón volver.
Resultado	Correcto

10.3. Casos de prueba requerimiento funcional 3

Propósito	Verificar si la interfaz es fácil de utilizar.
Prerrequisito	Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a la aplicación.2. ingresar a ejercicio 1.3. hacer clic en botón volver.4. ingresar a ejercicio 2.5. hacer clic en botón volver.6. ingresar a ejercicio 3.7. hacer clic en botón volver.8. ingresar a engranaje.9. hacer clic en botón volver.10. hacer clic en botón salir.
Resultado	Correcto

10.4. Casos de prueba requerimiento funcional 4

Propósito	Se debe comprobar que tan rápido se carga la aplicación.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación2. Ingresar a ejercicio 13. Hacer clic en botón volver
Resultado	Correcto, la aplicación y el ejercicio se cargan casi al instante después de hacer clic

10.5. Casos de prueba requerimiento funcional 5

Propósito	Se debe comprobar si la aplicación tiene colores, sonidos, ejercicios entretenidos.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a ejercicio 2.3. Tocar con el martillo al bicho.4. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto.

10.6. Casos de prueba requerimiento funcional 6

Propósito	Se debe comprobar que la aplicación tome los datos correctamente del ambiente.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a ejercicio 2.3. Tocar con el martillo al bicho.4. Verificar cambio en puntuación y buenas.5. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto

10.7. Casos de prueba requerimiento funcional 7

Propósito	Verificar que se pueda detener la ejecución de la aplicación.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a ejercicio 1.3. Hacer clic en botón grabar.4. Hacer clic en botón parar.5. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto.

10.8. Casos de prueba requerimiento funcional 8

Propósito	Se debe corroborar de que exista realidad aumentada y de que muestre indicadores en tiempo real.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a aplicación 2.3. Tocar con el martillo al bicho.4. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto.

10.9. Casos de prueba requerimiento funcional 9

Propósito	Corroborar que los datos capturados en la ejecución de un ejercicio son guardados en la base de datos.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a login.3. Ingresar usuario y password.4. Hacer clic en botón login.5. Ingresar a ejercicio 1.6. Hacer clic en botón grabar.7. Esperar los segundos necesarios.8. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto.

10.10. Casos de prueba requerimiento funcional 10

Propósito	Se debe alertar cuando un ejercicio se esta haciendo de mala manera.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación.2. Ingresar a ejercicio 3.3. Realizar ejercicio.4. Salir del cuadrado de dibujo.5. Hacer clic en botón volver.
Resultado	Correcto.

10.11. Casos de prueba requerimiento funcional 11

Propósito	Se debe corroborar que se pueda modificar el ángulo de visión de la Kinect.
Prerrequisito	Tener Kinect conectada al computador.
Pasos	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a aplicación2. Ingresar a engranaje3. Hacer clic en botón subir4. Hacer clic en botón bajar5. Hacer clic en botón volver
Resultado	Correcto.

11. Conclusiones y trabajo futuro

Con la realización de este proyecto, se ha analizado y comprendido de una mejor forma el funcionamiento de la realidad aumentada y de todo lo que esto conlleva. También no hay que dejar a un lado los conocimientos que se han adquirido en estos últimos años, que ayudaron a la realización de este trabajo.

Sin duda se ha incursionado en áreas no tan conocidas en algunos casos, pero que son de mucho interés como la computación ubicua, la realidad aumentada, la interfaz de usuario natural y aplicaciones dependientes del contexto. Pero como gusto personal ha sido de mayor interés investigar sobre el dispositivo Kinect y todo lo que involucra su operación.

También ha sido interesante investigar sobre las enfermedades y problemas de discapacidad que existen y de cómo con este proyecto se pretende ayudar a los pacientes a que mejoren o que sepan comprender de una mejor forma la utilización de su función muscular.

Con la realización de este proyecto se pudieron capturar datos valiosos a través del dispositivo Kinect mientras los pacientes hacen sus ejercicios regulares para el tratamiento de alguna dolencia o enfermedad, los datos son capturados y almacenados con el fin de que los especialistas puedan crear modelos o patrones estandarizados para el control de estas enfermedades.

Con la realización de este proyecto se dio el primer paso en la creación de un software que ayude al tratamiento de discapacidades y sirva como un complemento para los médicos o profesionales en el área de la salud. También se pretende con esto, que la realidad aumentada sirva para mejorar la vida de las personas y ayudar a que día a día se potencie más el uso de esta tecnología.

Como trabajo futuro se espera que se desarrollen aplicaciones que permitan a los especialistas un control y una retroalimentación de sus pacientes a distancia, donde los pacientes puedan realizar los ejercicios en la comodidad de su hogar sin la necesidad de ir a los centros de rehabilitación.

Referencias

- [1] Fisioterapeuta de ASEM. Almudena Ramírez. La motivacion del paciente, punto clave en la rehabilitación. <http://www.fedema.es>, septiembre, 2010.
- [2] Pete Steggles Andy Ward Paul Webster. Andy Harter, Andy Hopper. The anatomy of a contextaware application. pages 59–68, 1999.
- [3] Gregory Abowd Anind Dey and Daniel Salber D. A context-based infrastructure for smart environments. pages 114–128, 1999.
- [4] Ronald Azuma. A survey of augmented reality presence: Teleoperators and virtual environments. pages 355–385, 1997.
- [5] Thomas Reicher Bernd Brügge, Asa MacWilliams and Gudrun Klinker. Results of a study on software architectures for augmented reality systems. 2003.
- [6] Norman Adams Bill Schilit and Roy Want. Context-aware computing applications. pages 85–90, 1994.
- [7] Robert Desimone and John Duncan. Neural mechanisms of selective visual attention. annual review of neuroscience. pages 193–222, 1995.
- [8] Barbara Pollock Digby Elliot, Romeo Chua and James Lyons J. Optimizing the use of vision in manual aiming: the role of practice. pages 72–83., 1995.
- [9] Loren Olson Kathleen Ganley Thanassis Rikakis He Huang, Tood Ingalls and Jiping He. Interactive multimodal biofeedback for task-oriented neural rehabilitation. pages 2547–2550., 2005.
- [10] Steven Wolf he Huang and Jiping He. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. journal of euro engineering and rehabilitation. page 3, 2006.
- [11] Lorraine Kisselburgh. Howard Zelaznik, Brian Hawkins. Rapid visual feedback processing in single-aiming movements. pages 217–236, 1983.
- [12] Jadwiga Indulska Karen Henriksen and Andry Rakotonirainy. Infrastructure for pervasive computing: Challenges. page 214–222, 2001.
- [13] Hirokazu Kato and Mark Billinghurst. Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. 1999.

- [14] kinesiterapia. <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/JUJUY/salud/kinesiterapia.htm>, visited 04/2012.
- [15] Akira Utsumi Fumio Kishino Paul Milgram, Haruo Takemura. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. telemanipulator and telepresence technologies. page 283, 1994.
- [16] Debashis Saha and Amitava Mukherjee. Pervasive computing: A paradigm for the 21st century p. pages 25–31, 2003.
- [17] Mahadev Satyanarayanan. Pervasive computing: Vision and challenges. pages 10–17, 2001.
- [18] Tobias Hollerer Steve Feiner, Blair MacIntyre and Anthony Webster. A touring machine: Prototyping 3d mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. page 74.
- [19] Mark Weiser. The computer for the 21st century.human-computer interaction:toward the year 2000. pages 933–940, 1995.
- [20] Tohru Kiryu Zhihui Wang and Naoki Tamura. Wearable measurement and control unit. journal of neuroengineering and rehabilitation. pages 1000–1003, 2005.