



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INFORMÁTICA
CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS

TEMA:

**“ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE GESTOS DE
LA MANO BASADO EN TECNOLOGÍA KINECT”**

AUTOR:

NICANDRO RAFAEL BARROS RENGIFO

Director Propuesto:

Ing. Andrea Raquel Zúñiga Paredes

QUEVEDO-LOS RIOS-ECUADOR

2013 – 2014

CESIÓN DE DERECHO Y AUTORÍA

Certifico que los criterios y opiniones vertidas en el presente trabajo de investigación, métodos y procedimientos utilizados en la información, análisis e interpretación de resultados son de exclusiva responsabilidad del mismo.

NICANDRO RAFAEL BARROS RENGIFO

CERTIFICACIÓN

Yo, **Ing. Andrea Zúñiga Paredes**, Docente de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que el Señor Egresado Nicandro Rafael Barros Rengifo, realizó la Tesis de Grado titulada: **“ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE GESTOS DE LA MANO BASADO EN TECNOLOGÍA KINECT”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. ANDREA ZUÑIGA PAREDES

DIRECTOR TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INFORMÁTICA

**“ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE GESTOS DE LA MANO BASADO
EN TECNOLOGÍA KINECT”**

Presentado al Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención
del título de Ingeniero en Sistemas.

Aprobado:

Ing. Nancy Rodríguez Gavilánez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Márquez de la Plata
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Lcdo.PhD. Amilkar Puris Cáceres
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS - QUEVEDO

DEDICATORIA

A Jehová Dios, por darme sabiduría, entendimiento y salud para poder salir adelante, sin él no hubiese sido posible culminar con éxitos mis estudios.

A mí querida madre Lcda. Isabel Cristina Rengifo Mendoza, por ser para mí la mejor madre del mundo, por darme todo su amor, cariño y apoyo que siempre tuvo para mí, por ser mi ejemplo a seguir porque sin ella no hubiese sido posible culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi querido padre Lcdo.MSc Amado Nicandro Barros Fajardo, por ser para mí el mejor padre del mundo, por darme todo su apoyo económico y emocional, y su confianza en todo momento de mi vida y mucho más en mi etapa universitaria, por ser mi ejemplo a seguir porque sin él no hubiese sido posible culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi amada esposa Cynthia Carolina Arce Banchón, por su amor, paciencia y apoyo incondicional que siempre me ha dado, eso siempre me fortalece a ser un buen esposo y padre para mis hijos.

A mis queridos hijos, por ser mi inspiración, por ser las personitas que con su amor y ternura me dan ánimos día a día para continuar con mi vida y obligaciones, los amo hijos míos.

A toda mi familia, a mis hermanos y sobrinos porque siempre me dieron ánimos y apoyo para seguir adelante los quiero mucho.

Nicandro Rafael Barros Rengifo

AGRADECIMIENTO

A Jehová, por darme la vida y por darme todo lo que he obtenido, ya que si no fuera por él no hubiese sido posible lograr este objetivo.

A mis padres y mi familia por su incondicional apoyo anímico, moral y económico en mi vida universitaria.

A las autoridades de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, especialmente a todos los docentes de la Escuela de Informática por sus conocimientos y enseñanzas que me impartieron en las aulas de clase.

A mi tutora Ing. Andrea Zúñiga Paredes por guiarme y compartir sus conocimientos para lograr concluir exitosamente mi trabajo de investigación de tesis.

A todos mis hermanos, por darme su apoyo constante y a todas las personas que de una y otra manera me han apoyado en mi etapa de estudiante.

A todos mil gracias, sin ustedes nunca hubiera sido posible lograr y trazar este objetivo para ser un profesional más de la República del Ecuador.

Nicandro Rafael Barros Rengifo

INDICE

CAPITULO I	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Introducción	2
1.2. Situación actual de la problemática	3
1.2.1. Análisis del problema	3
1.2.2. Formulación	3
1.2.3. Sistematización	3
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.1.1. Objetivos específicos	7
1.5. Resultados esperados	7
1.6. Hipótesis	8
1.6.1. Hipótesis General	8
1.6.2. Matriz de operacionalización de las variables	8
CAPITULO II	9
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1. Marco Conceptual	10
2.1.1. Interfaces de Usuario.	10
2.1.2. Interfaces Posteriores a la Interfaz Gráfica de Usuario.	10
2.1.3. Dispositivos apuntadores similares al ratón	11
2.1.4. Reseña histórica de la INU.	13
2.1.5. Qué es un sensor	15

2.1.5.1. Descripción de algunos sensores	15
2.1.5.1.1 Sensores de posición	15
2.1.5.1.2 Los Captadores Fotoeléctricos	16
2.1.5.1.3 Captadores	16
2.1.5.1.4 Sensores de contacto	17
2.1.5.1.5 Captadores de circuitos oscilantes	17
2.1.5.1.6 Sensores por ultrasonidos	18
2.1.5.1.7 Captadores de esfuerzos	18
2.1.5.1.8 Sensores de movimientos	18
2.1.5.1.9 Sensores de deslizamiento	19
2.1.5.1.10 Sensores de velocidad	19
2.1.5.1.11 Sensores de aceleración	20
2.1.5.2. Características generales de los sensores	20
2.1.5.3. Características estáticas	22
2.1.5.3.1 Campo de medida	22
2.1.5.3.2 Resolución	22
2.1.5.3.3 Precisión	22
2.1.5.3.4 Repetibilidad	23
2.1.5.3.5 Linealidad.	23
2.1.5.3.6 Sensibilidad.	23
2.1.5.3.7 Ruido.	24
2.1.5.3.8 Histéresis.	24
2.1.5.4. Características dinámicas	25
2.1.5.4.1 Velocidad de respuesta.	25
2.1.5.4.2 Tiempo de retardo.	25
2.1.5.4.3 Tiempo de subida.	26
2.1.5.4.4 Tiempo de establecimiento al 99%.	26
2.1.5.4.5 Constante de tiempo.	26
2.1.5.4.6 Respuesta frecuencial.	26

2.1.5.4.6 Estabilidad y derivas.	27
2.1.6. Para qué sirve kinect	27
2.1.7. La creación de kinect	31
2.1.8. Lanzamiento	31
2.1.9. Tecnología	32
2.1.10. Partes	34
2.1.11. Funcionamiento del sensor de movimiento en kinect	35
2.1.12. Kinect.	40
2.1.13. Arquitectura de kinect.	41
2.1.14. Especificaciones de kinect.	43
2.1.15. Cámara de profundidad.	43
2.1.16. Cámaras de kinect.	44
2.1.17. Sensor de profundidad	44
2.1.18. Reconocimiento facial	46
2.1.19. Reconocimiento de voz	46
2.1.20. Buscar el espacio adecuado para jugar	47
2.1.21. Ubicación del sensor	48
2.1.22. Limpiar el sensor	49
2.1.23. Sala de juego	49
2.1.24. Método RGB	50
2.1.25. Cámara RGB	51
2.1.26. Micrófono multiarray	52
2.1.27. Base motorizada	52
2.1.28. Características principales	53
2.1.28.1 Campo de visión	53
2.1.28.2 Data Streams (flujo de datos)	53
2.1.28.3 Sistema de seguimiento	53
2.1.29. Rastreo del esqueleto	54
2.1.30. ¿Qué es OpenNI?	55

2.1.31. Metodología del desarrollo del software	56
2.1.32. Método Xp (extreme Programing)	56
2.1.33. Principios básicos	56
2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	58
2.2.1. Fundamento legal del uso de tecnologías en el ecuador	58
2.2.1.1. Principios del sistema de educación superior	58
2.2.1.2. Patrimonio y financiamiento de las instituciones de Educación superior	58
2.2. MARCO REFERENCIAL	59
2.3.1 Skeletal tracking.	59
2.3.2. Reconocimiento de gestos.	60
2.3.3. Leapmotio.	60
CAPITULO III	62
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	63
3.1. Planificación	63
3.1.1. Materiales y equipos	63
3.1.1.1. Hardware	63
3.1.1.2. Software	64
3.1. Factibilidad	64
3.2.1. Suministros	64
3.2.2. Recursos humanos	65
3.2. Métodos y técnicas de investigación	65
3.3.1. Método	65
3.3.1.1. Analítico sintético	65
3.3.1.2. Técnica	65
3.3.1.3. Observación	66
3.3. Tipos de investigación	66
3.4.1. ¿Qué son cuasi-experimentos?	66

3.4.2. Ventajas de los cuasi-experimentos _____	66
3.4.3. Limitaciones de los cuasi-experimentos _____	67
3.4.4. Pasos del cuasi-experimento _____	68
3.4. Diseño experimental _____	69
3.6.1. Diseño _____	69
3.6.1.1. Diseño cuasi-experimental de un solo grupo pre-prueba y post-prueba	69
CAPITULO IV _____	71
DESARROLLO E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS _____	71
4. DESARROLLO DE LA APLICACION _____	72
4.1. Análisis de requerimientos. _____	72
4.1.1. Historia de usuario _____	72
Configuración del sensor kinect _____	75
4.1.2. Código para el reconocimiento de los gestos de la mano _____	76
4.2. Método de experimentación _____	78
4.2.1. Diseño Preprueba – Posprueba de un solo grupo _____	78
4.3. Análisis de resultado _____	79
4.4. Planteamiento de la hipótesis. _____	79
4.4.1. Tiempo de reconocimiento y detección con el mouse en la aplicación MathKids _____	80
4.4.2. Tiempo de reconocimiento y detección con el sensor kinect en la aplicación MathKids. _____	80
4.5. Dimensión utilización _____	81
4.6. Dimensión escalabilidad _____	82
4.7. Dimensión eficiencia _____	82
4.8. Dimensión confiabilidad _____	82
4.9. Dimensión seguridad _____	83
CAPITULO V _____	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	84
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	85

5.2. Conclusiones	85
5.3. Recomendaciones	86
CAPITULO VI	87
LECTURAS CITADAS	87
6. LECTURAS CITADAS	88
6.1. Bibliografía	88
6.2. Enlaces web	89
CAPITULO VII	90
ANEXOS	90
7. Anexos	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dispositivos_____	11
Figura 2. System put-that-there de Richard A. BoltEye Tap de Steve Mann ____	13
Figura 3. Microsoft Surface Interfaz Natural con el Sensor _____	14
Figura 4. Tecnología sexto sentido _____	14
Figura 5. Sensor Kinect _____	32
Figura 6. Partes del sensor Kinect_____	34
Figura 7. Modelos de Sensores _____	35
Figura 8. Cámara RGB del sensor Kinect _____	36
Figura 9. Esquema de Escala de Grises _____	37
Figura 10. Cámara de Luz Invisible _____	38
Figura 11.Diagrama del Sensor Kinect _____	39
Figura 12.Estructura del sensor Kinect (Diagrama de los componentes de hardware del procesador de imagen de Kinect)_____	42
Figura 13. Cámara de profundidad _____	44
Figura 14. En escala de Grises _____	46
Figura 15. Reconocimiento Facial _____	46
Figura 16. Reconocimiento de Voz _____	47
Figura 17. Espacio Adecuado _____	48
Figura 18. Ubicación del Sensor _____	48
Figura 19. Sala de Juego _____	49
Figura 20.Esqueleto virtual de OpenNI /NITE. _____	54

Figura 21. Configuración de la escena del esqueleto en OpenNI/NITE. _____	55
Figura 22. Skeletal Tracking _____	60
Figura 23. Interfaz principal de la aplicación. _____	97
Figura 24. Menú actividades de Formas. _____	98
Figura 25. Actividad pintar formas geométricas planas. _____	99
Figura 26. Actividad Trazar figura geométrica plana. _____	100
Figura 27. Ubicación de las manos en los vértices de la figura. _____	101
Figura 28. Actividad Contar. _____	102
Figura 29. Actividad Contar. _____	102
Figura 30. Actividad Comparar. _____	103
Figura 31. Actividad Posición espacial. _____	104
Figura 32. Visualizamos el instalador una vez descargado. _____	107
Figura 33. Aceptamos términos y condiciones de uso. _____	107
Figura 34. Se inicia el proceso de instalación. _____	108
Figura 35. Finaliza el proceso de instalación. _____	108
Figura 36. Instalador de MathKids _____	109
Figura 37. Selección de la carpeta de Instalación _____	109
Figura 38. Proceso de Instalación _____	110
Figura 39. Proceso de instalación Finalizada _____	110
Figura 40. Cerrar la ventana de instalación _____	111

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de Kinect _____	43
Tabla 2. Materiales _____	63
Tabla 3. Suministros _____	64
Tabla 4 .Tarea de Ingeniería – Definición de la Situación Actual_____	73
Tabla 5.Formas para pintar y trazar figuras geométricas (situación actual)_____	73
Tabla 6. Contar y Operaciones Matemáticas (situación actual) _____	74
Tabla 7. Ubicación de figuras (arriba, abajo, dentro, fuera) (situación actual) ____	74
Tabla 8. Comparación de figuras (situación actual)_____	75
Tabla 9. Configuración del Sensor Kinect _____	75
Tabla 10. Reconocimiento y detección con el mouse _____	80
Tabla 11. Reconocimiento y detección con el sensor Kinect_____	80

RESUMEN EJECUTIVO

En este proyecto de tesis se realizó un sistema llamado MathKids para el aprendizaje de las Matemáticas, utilizando la interfaz del sensor Kinect para el reconocimiento de gestos de la mano. Está diseñada para que los niños hagan reconocimientos de figuras, ubicación de figuras e interactúen de una manera más rápida y eficiente sin necesidad de utilizar ningún tipo de mando o control y dar mejor uso y manejo de los usuarios.

Para el desarrollo del proyecto de tesis primeramente se utilizó el sensor Kinect Xbox 360, a partir de esto se implementó el reconocimiento de gestos y al final se concluyó con la creación del sistema MathKids mediante la interfaz del sensor Kinect con el reconocimiento de gestos de la mano.

La utilización de la librería OpenNI fue de gran utilidad para la interpretación de las señales del sensor Kinect, ya que nos permite interactuar entre hombre – máquina.

De acuerdo a las pruebas realizadas, determinados en la creación del sistema MathKids mediante la interfaz del sensor Kinect con el reconocimiento de gestos de la mano, es para que los niños y niñas puedan desarrollar sus habilidades sicomotoras y mentales para el porvenir de la educación en el Ecuador.

SUMARY

In this thesis project MathKids a system called Learning of Mathematics was conducted, using the Kinect sensor interface for recognizing hand gestures. Is designed for children and adults to survey figures, location of figures and interact more quickly and efficiently without using any command or control and to better use and management of users.

For the development of the thesis project first the sensor Kinect Xbox 360 was used, as this gesture recognition was implemented and finally concluded with the creation of MathKids system through the interface Kinect sensor with recognition of gestures hand.

Using the OpenNI Seller was very useful for the interpretation of the Kinect sensor signals, allowing us to interact with one man - machine.

According to tests carried out, determined the creation of MathKids system through the interface Kinect sensor with recognition of hand gestures is for children to develop their psychomotor and mental skills for the future of education in Ecuador.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El presente proyecto se basa en la necesidad de facilitar la interacción del usuario con las computadoras. La evolución de la computación, además de concentrarse en el desarrollo de hardware y software más poderoso y con mayores prestaciones, ha llevado también a la investigación para el desarrollo de interfaces de usuario más poderosas, fáciles de usar y con la característica de que estas sean las que se adapten al usuario y no viceversa.

En la actualidad existe una marcada tendencia a utilizar sistemas de reconocimiento gestuales que permitan la interacción de los usuarios con los dispositivos digitales.

Por esta razón nos encontramos con la tecnología Kinect, que se basa en el uso de varios sensores para realizar esta tarea: un sensor de color y un sensor de profundidad. Y con la combinación de estas tecnologías se permite la interacción del hombre y la máquina, y a su vez se podrá disminuir la utilización de controles ya que el cuerpo del ser humano o del niño se utiliza como un controlador.

Esta herramienta está basada en el paradigma de las Interfaces Naturales de Usuario y hace uso de la tecnología Kinect de la XBOX 360 permitiendo que la forma de interacción de los niños con la herramienta sea completamente natural; es decir, que interactúen a través de gestos y movimientos corporales.

1.2. Situación actual de la problemática

1.2.1. Análisis del problema

Los sistemas de reconocimiento de gestos se han convertido hasta el momento en una auténtica revolución para el mundo del entretenimiento.

Los niños en la actualidad se les hacen muy difícil el manejo de las computadoras y mucho más cuando tienen que utilizar el mouse, esto se ve con mayor frecuencia en las escuelas primarias de nuestro país.

Por tal razón, la idea es que los niños puedan interactuar de una manera más rápida y eficiente y que ellos se sientan más cómodos al momento de utilizar las computadoras y así desarrollar sus habilidades sicomotoras y mentales. Estos sistemas son basados en la detección visual del usuario gracias a una cámara instalada en el mismo.

1.2.2. Formulación

¿De qué manera se puede desarrollar un sistema didáctico para enseñar matemáticas a niños utilizando la tecnología Kinect?

1.2.3. Sistematización

- ¿Cómo Implementar las interfaces, utilizando Kinect para el reconocimiento de los gestos de la mano?

- ¿Se logrará Diseñar un ambiente computacional atractivo para la interacción de los niños con las computadoras?

1.3. Justificación

La investigación está basada en el funcionamiento de un dispositivo llamado KINECT, el cual trabaja junto con la plataforma de Windows y Linux, utilizando la librería OpenNI y lenguaje de programación C#, por lo cual se da a conocer como interactúa el usuario con la interfaz.

El objetivo es permitir interactuar con la computadora sin necesidad de utilizar cualquier tipo de control; es decir, se busca eliminar la necesidad de estar consciente del uso de cualquier dispositivo al enfocarse en mecanismos basados en habilidades del humano, con movimientos específicos de la mano, que le son familiares al usuario, para ser utilizados como datos de entrada a la interfaz, volviendo más natural la interacción con el ordenador y los niños.

También sirve para el apoyo de niños y niñas de las escuelas educativas en los procesos de enseñanza de adiestramiento que ayuda a reconocer figuras geométricas, colores básicos, ubicación de figuras y objetos de una manera rápida y sencilla con tan solo jugar sin la utilización de algún tipo de controlador, van a ir aprendiendo a desarrollar habilidades sicomotoras, mediante el reconocimiento de gestos de la mano basado en la tecnología Kinect.

Teniendo en cuenta que este dispositivo tiene como finalidad inculcar a los niños, jóvenes y adultos para que realicen ejercicio de una forma práctica y divertida, dadas las circunstancias de llevar una actividad extracurricular llena de actividades físicas, lleva a un gasto mayor que la adquisición de un Kinect.

Por esta razón en el proyecto se propone la implementación de un sistema de reconocimiento de gestos de la mano basado en Kinect, que nos facilita a la hora de desarrollar una aplicación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación informática para el aprendizaje de las matemáticas en niños de primaria utilizando la interfaz Kinect para reconocer gestos de la mano.

1.4.1.1. Objetivos específicos

- Implementar las interfaces, utilizando Kinect para el reconocimiento de los gestos de la mano.
- Diseñar un ambiente computacional atractivo para la interacción de los niños con las computadoras.

1.5. Resultados esperados

- Con el sistema se va ayudar al desarrollo físico y motriz y mental de los niños en el Ecuador.
- Mediante el sistema MathKids se ayudará al aprendizaje de las matemáticas en edades tempranas de los niños.
- Obtener una herramienta como lo es la tecnología Kinect es de gran ayuda para los fines educativos.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El uso de la tecnología Kinect para el desarrollo del sistema MathKids ayudará al aprendizaje de las matemáticas y desarrollo Motriz de los niños.

1.6.2. Matriz de operacionalizacion de las variables

MATRIZ DE CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIDAD DE VARIABLES			
Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Subdimensiones (indicadores)
INDEPENDIENTE Hacer uso de la tecnología Kinect para la interacción de los niños.	Desarrollar un Sistema que obtenga gestos de la mano, basado en tecnología Kinect para la interacción de los niños con el computador	Escalabilidad	Capacidad de Crecimiento.
		Confiabilidad	Tasa de Error. 95 % (1.96)
		Utilización	Fácil Manejo.
DEPENDIENTE El desarrollo del sistema MathKids ayudará al aprendizaje de las matemáticas y desarrollo Motriz de los niños.	Es el proceso para obtener un mejor resultado con gestos de la mano para el aprendizaje de las matemáticas y del desarrollo motriz, mental de los niños.	Eficiencia	- Tasa de uso del gestor de reconocimiento de gestos. - Cumplir con las normas establecidas de la tecnología Kinect. - Nivel de Seguridad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Interfaces de Usuario¹.

La interfaz de usuario es el espacio en donde se desarrolla la interacción entre el humano y la máquina. El objetivo de las interfaces de usuario es abstraer el funcionamiento de una máquina en una orden (o conjunto de ordenes) para evitarle al usuario la necesidad de saber el funcionamiento de la máquina.

En esta sección se presenta una breve reseña histórica desde la Interfaz gráfica de Usuario (IGU), que ha sido la interfaz predominante desde hace más de dos décadas. A continuación se mencionan algunos conceptos y avances tecnológicos que marcaron estas interfaces, los cuales sentaron los principios de la investigación de la Interacción Natural (IN), y las Interfaces Naturales de Usuario (INU).

2.1.2. Interfaces Posteriores a la Interfaz Gráfica de Usuario.

Hasta hace algunos años la interacción con la interfaz gráfica de la computadora se realizaba únicamente a través del teclado y ratón. Este último ha tenido cambios y mejoras importantes a lo largo del tiempo. El funcionamiento del ratón ha sido adaptado a las computadoras portátiles y otros tipos de ratón y dispositivos como el trackball, pointtrack, touchpad y recientemente el

¹ Shneiderman, 1998 - Myers, 1996b

magicktrackpad y el señalamiento con la pantalla táctil que extienden la funcionalidad del ratón al detectar gestos con los dedos.

2.1.3. Dispositivos apuntadores similares al ratón

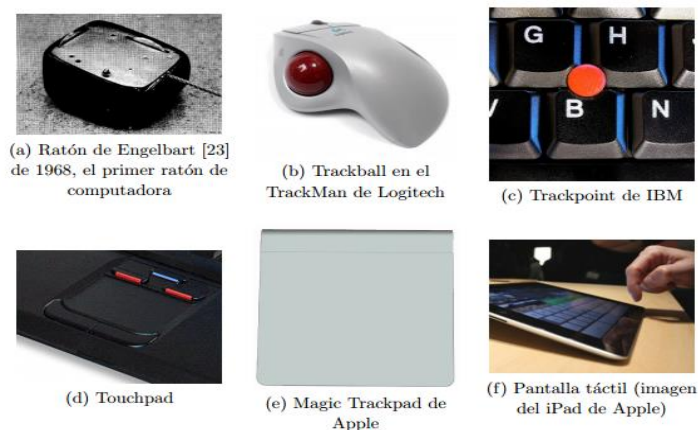


Figura 1. Dispositivos

El desarrollo de las pantallas táctiles y multitáctiles permitió cambiar la forma en que se interactúa con una computadora, al poder tocar y manipular elementos de la pantalla directamente con los dedos o un lápiz óptico y obtener una retroalimentación inmediata de la computadora. Esta tecnología ha sido ampliamente usada en las Interfaces Multimodales y así, se empezó a cambiar la forma de interactuar con computadoras, teléfonos móviles (cuya combinación con estas interfaces impulsó el cómputo móvil) y otros dispositivos como las consolas de videojuegos.

Las interfaces multimodales se concentran en la combinación de varios métodos de entrada y de salida para extender la interfaz gráfica de usuario, aumentando la usabilidad² y accesibilidad de los sistemas que las utilizan.

El funcionamiento de las interfaces multimodales se explicara a continuación retomando el desarrollo de los dispositivos móviles. Actualmente los teléfonos móviles y tabletas digitales tienen el objetivo de brindar al usuario la capacidad de producir información y acceder a servicios de información en cualquier momento y en cualquier lugar a través de la infraestructura de redes de comunicación, con la principal característica de mantener su portabilidad, es decir, mantener un tamaño reducido. Estamos acostumbrados a que la interacción con una computadora se visualice a través de la pantalla, sin embargo la portabilidad de los dispositivos móviles conlleva una estrecha relación entre el tamaño de la pantalla, la capacidad de procesamiento y la duración de la batería. Esto implica que la interacción con un dispositivo móvil no puede ser igual que con una computadora convencional.

Es por esto que los mecanismos de entrada y salida utilizados van más allá del teclado y un ratón, al utilizar una interfaz multimodal que en algunos sistemas operativos móviles incluye voz (reconocimiento de voz como entrada y síntesis de voz como salida), gestos táctiles (mediante pantallas multitáctiles y plumas ópticas) y movimientos (usando acelerómetros y giroscopios).

La interfaz multimodal ha sido un gran salto en la interacción con las computadoras, sin embargo, su uso requiere estar consciente del uso de dispositivos de entrada para interactuar con la computadora. Estudios recientes en interacción humano computadora se están enfocando en las Interfaces Naturales de Usuario (INU), el tema que trata la tesis, donde el objetivo es remplazar los dispositivos de entrada por el reconocimiento de gestos de movimiento y habilidades del cuerpo, con la idea de establecerse como la siguiente generación de interfaces de usuario y la evolución del paradigma WIMP de la IGU. En la siguiente sección del documento se explicará más detalladamente el concepto de la INU.

2.1.4. Reseña histórica de la INU².

La INU tiene una historia de desarrollos y experimentos que se remonta a los años 80 en la búsqueda de cambiar la forma de interactuar con las computadoras. Steve Mann fue uno de los primeros en tratar de cambiar la forma de interactuar con las computadoras mediante estrategias de interfaces de usuario con el mundo real y propuso el nombre de INU para este tipo de interfaces. Entre sus trabajos se encuentra el EyeTap, unos lentes que agregan realidad aumentada a lo que ve el usuario, mismo que Mann ha estado perfeccionado desde 1980.

Uno de los primeros sistemas que utilizaron el movimiento del cuerpo y la voz para interactuar con una aplicación es Put-that-there⁵ desarrollado por Richard A. Bolt en 1980.



Figura 2. System put-that-there de Richard A. BoltEye Tap de Steve Mann

En 2006 se estableció una comunidad con el objetivo de expandir la investigación y desarrollo de tecnologías relacionadas a las INU. Microsoft también ha estado investigando en la mejora de las interfaces, entre sus desarrollos se encuentra Microsoft Surface, con el que Microsoft declaró que la INU será la siguiente etapa de las interfaces de usuario y el sensor Kinect, que desde el 2010 ha posicionado a la consola Xbox 360 como la primer INU comercial.

² Franklin D. Roosevelt, 1º de enero de 1942



Figura 3. Microsoft Surface Interfaz Natural con el Sensor

Entre las investigaciones de la INU, se ha tratado de volverla portable, entre estas ideas se encuentra la llamada “tecnología de sexto sentido”⁷ de PranavMistry, con el reemplazo del monitor por un pico proyector, con el que es posible proyectar la interfaz en cualquier lugar, e interactuar con dicha proyección mediante el reconocimiento de gestos con dedales de color en los dedos a través de una cámara.



Tecnología de Sexto Sentido de PranavMistry Kinect



Sistema



Interactuando con un mapa

Figura 4. Tecnología sexto sentido

2.1.5. Qué es un sensor³

Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc... todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

Pero el tema constructivo de los captadores lo dejaremos a un lado, ya que no es el tema que nos ocupa, más adelante incluiremos en el WEB SITE algún diseño en particular de algún tipo de sensor.

2.1.5.1. Descripción de algunos sensores

Pretendo explicar de forma sencilla algunos tipos de sensores:

2.1.5.1.1 Sensores de posición

Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio, dentro de este grupo, podemos encontrar los siguientes tipos de captadores.

³ www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

2.1.5.1.2 Los Captadores Fotoeléctricos⁴

La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser etc...) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodiodos, fototransistores o LDR etc.

Este tipo de sensores, se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por las fotos detectoras.

Según la forma en que se produzca esta emisión y detección de luz, podemos dividir este tipo de captadores en: captadores por barrera, o captadores por reflexión.

En el siguiente esquema podremos apreciar mejor la diferencia entre estos dos estilos de captadores:

2.1.5.1.3 Captadores

- Captadores por barrera. Estos detectan la existencia de un objeto, porque interfiere la recepción de la señal luminosa.

Captadores por reflexión; La señal luminosa es reflejada por el objeto, y esta luz reflejada es captada por el captador fotoeléctrico, lo que indica al sistema la presencia de un objeto.

⁴ www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

2.1.5.1.4 Sensores de contacto

Estos dispositivos, son los más simples, ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que de esta manera se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar.

Su simplicidad de construcción añadido a su robustez, los hacen muy empleados en robótica.

2.1.5.1.5 Captadores de circuitos oscilantes

Este tipo de captadores, se encuentran basados en la existencia de un circuito en el mismo que genera una determinada oscilación a una frecuencia prefijada, cuando en el campo de detección del sensor no existe ningún objeto, el circuito mantiene su oscilación de un manera fija, pero cuando un objeto se encuentra dentro de la zona de detección del mismo, la oscilación deja de producirse, por lo que el objeto es detectado.

Estos tipos de sensores son muy utilizados como detectores de presencia, ya que al no tener partes mecánicas, su robustez al mismo tiempo que su vida útil es elevada.

2.1.5.1.6 Sensores por ultrasonidos⁵

Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, ya que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor. De la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión.

2.1.5.1.7 Captadores de esfuerzos

Este tipo de captadores, se encuentran basados en su mayor parte en el empleo de galgas extensométrica, que son unos dispositivos que cuando se les aplica una fuerza, ya puede ser una tracción o una compresión, varia su resistencia eléctrica, de esta forma podemos medir la fuerza que se está aplicando sobre un determinado objeto.

2.1.5.1.8 Sensores de movimientos

Este tipo de sensores es uno de los más importantes en robótica, ya que nos da información sobre las evoluciones de las distintas partes que forman el robot, y de esta manera podemos controlar con un grado de precisión elevada la evolución del robot en su entorno de trabajo.

Dentro de este tipo de sensores podemos encontrar los siguientes:

⁵ www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

2.1.5.1.9 Sensores de deslizamiento

Este tipo de sensores se utiliza para indicar al robot con que fuerza ha de coger un objeto para que este no se rompa al aplicarle una fuerza excesiva, o por el contrario que no se caiga de las pinzas del robot por no sujetarlo debidamente.

Su funcionamiento general es simple, ya que este tipo de sensores se encuentran instalados en el órgano aprehensor (pinzas), cuando el robot decide coger el objeto, las pinzas lo agarran con una determinada fuerza y lo intentan levantar, si se produce un pequeño deslizamiento del objeto entre las pinzas, inmediatamente es incrementada la presión de las pinzas sobre el objeto, y esta operación se repite hasta que el deslizamiento del objeto se ha eliminado gracias a aplicar la fuerza de agarre suficiente.

2.1.5.1.10 Sensores de velocidad⁶

Estos sensores pueden detectar la velocidad de un objeto tanto sea lineal como angular, pero la aplicación más conocida de este tipo de sensores es la medición de la velocidad angular de los motores que mueven las distintas partes del robot. La forma más popular de conocer la velocidad del giro de un motor, es utilizar para ello una dinamo tacométrica acoplada al eje del que queremos saber su velocidad angular, ya que este dispositivo nos genera un nivel determinado de tensión continua en función de la velocidad de giro de su eje, pues si conocemos a que valor de tensión corresponde una determinada velocidad, podremos averiguar de forma muy fiable a qué velocidad gira un motor. De todas maneras, este tipo de sensores al ser mecánicos se deterioran, y pueden generar errores en las medidas.

⁶ www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

Existen también otros tipos de sensores para controlar la velocidad, basados en el corte de un haz luminoso a través de un disco perforado sujetado al eje del motor, dependiendo de la frecuencia con la que el disco corte el haz luminoso indicará la velocidad del motor.

2.1.5.1.11 Sensores de aceleración⁷

Este tipo de sensores es muy importante, ya que la información de la aceleración sufrida por un objeto o parte de un robot es de vital importancia, ya que si se produce una aceleración en un objeto, este experimenta una fuerza que tiende a hacer poner el objeto en movimiento.

Supongamos el caso en que un brazo robot industrial sujeta con una determinada presión un objeto en su órgano terminal, si al producirse un giro del mismo sobre su base a una determinada velocidad, se provoca una aceleración en todo el brazo, y en especial sobre su órgano terminal, si esta aceleración provoca una fuerza en determinado sentido sobre el objeto que sujeta el robot y esta fuerza no se ve contrarrestada por otra, se corre el riesgo de que el objeto salga despedido del órgano aprehensor con una trayectoria determinada, por lo que el control en cada momento de las aceleraciones a que se encuentran sometidas determinadas partes del robot son muy importantes.

2.1.5.2. Características generales de los sensores⁸

El comportamiento de un sistema en lazo cerrado depende muy directamente de los transductores e interfaces empleados en el lazo de realimentación. Es más, tal como se ha visto en el capítulo 3, la relación salida / entrada en régimen

⁷ www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

⁸ <http://proton.ucting.udg.mx/~redblade/Paginas/Robotica/Tareas/sensores/Sensores.html>

permanente depende casi exclusivamente del bucle de realimentación. Así pues, dejando a un lado las características constructivas particulares de cada transductor o de cada sistema de medida previsto como lazo de realimentación, es importante conocer diversos aspectos genéricos de su comportamiento a fin de prever o corregir la actuación tanto estática como dinámica del lazo de control.

Un transductor ideal sería aquel en que la relación entre la magnitud de salida y la variable de entrada fuese puramente proporcional y de respuesta instantánea e idéntica para todos los elementos de un mismo tipo. Sin embargo, la respuesta real de los transductores nunca es del todo lineal, tiene un campo limitado de validez, suele estar afectada por perturbaciones del entorno exterior y tiene un cierto retardo a la respuesta. Todo ello hace que la relación salida / entrada deba expresarse por una curva, o mejor por una familia de curvas, para transductores de un mismo tipo y modelo.

Para definir el comportamiento real de los transductores se suelen comparar éstos con un modelo ideal de comportamiento o con un transductor patrón y se definen una serie de características que ponen de manifiesto las desviaciones respecto a dicho modelo. Dichas características pueden agruparse en dos grandes bloques.

Características estáticas, que describen la actuación del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable a medir.
Características dinámicas, que describen la actuación del sensor en régimen transitorio, a base de dar su respuesta temporal ante determinados estímulos estándar o a base de identificar el comportamiento del transductor con sistemas estándar, e indicar las constantes de tiempo relevantes.

A continuación se dan las definiciones de las características estáticas y dinámicas más relevantes que suelen aparecer en la mayoría de especificaciones técnicas

de los transductores. Debe tenerse en cuenta que todas las características suelen variar con las condiciones ambientales. Por ello, uno de los parámetros esenciales a comprobar al elegir un transductor es el campo de validez de los parámetros que se indican como nominales del mismo y las máximas desviaciones provocadas por dichas condiciones ambientales.

2.1.5.3. Características estáticas⁹

2.1.5.3.1 Campo de medida

El campo de medida, es el rango de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por un sensor, con una tolerancia de error aceptable.

2.1.5.3.2 Resolución

Indica la capacidad del sensor para discernir entre valores muy próximos de la variable de entrada. Se mide por la mínima diferencia entre dos valores próximos que el sensor es capaz de distinguir. Se puede indicar en términos de valor absoluto de la variable física medida o en porcentaje respecto al fondo de escala de la salida.

2.1.5.3.3 Precisión

La precisión define la máxima desviación entre la salida real obtenida de un sensor en determinadas condiciones de entorno y el valor teórico de dicha salida

⁹ <http://proton.ucting.udg.mx/~redblade/Paginas/Robotica/Tareas/sensores/Sensores.html>

que corresponderla, en idénticas condiciones, según el modelo ideal especificado como patrón. Se suele indicar en valor absoluto de la variable de entrada o en porcentaje sobre el fondo de escala de la salida.

2.1.5.3.4 Repetibilidad

Característica que indica la máxima desviación entre valores de salida obtenidos al medir varias veces un mismo valor de entrada, con el mismo sensor y en idénticas condiciones ambientales. Se suele expresar en porcentaje referido al fondo de escala y da una indicación del error aleatorio del sensor. Algunas veces se suministran datos de repetitividad variando ciertas condiciones ambientales, lo cual permite obtener las derivas ante dichos cambios.

2.1.5.3.5 Linealidad.

Se dice que un transductor es lineal, si existe una constante de proporcionalidad única que relaciona los incrementos de señal de salida con los correspondientes incrementos de señal de entrada, en todo el campo de medida. La no linealidad se mide por la máxima desviación entre la respuesta real y la característica puramente lineal, referida al fondo de escala.

2.1.5.3.6 Sensibilidad.

Característica que indica la mayor o menor variación de la salida por unidad de la magnitud de entrada. Un sensor es tanto más sensible cuanto mayor sea la variación de la salida producida por una determinada variación de entrada. La sensibilidad se mide, pues, por la relación:

Sensibilidad = $\frac{\text{A magnitud de salida}}{\text{A magnitud de entrada}}$

A magnitud de entrada

Obsérvese que para transductores lineales esta relación es constante en todo el campo de medida, mientras que en un transductor de respuesta no Lineal depende del punto en que se mida.

2.1.5.3.7 Ruido¹⁰.

Se entiende por ruido cualquier perturbación aleatoria del propio transductor o del sistema de medida, que produce una desviación de la salida con respecto al valor teórico.

2.1.5.3.8 Histéresis.

Se dice que un transductor presenta histéresis cuando, a igualdad de la magnitud de entrada, la salida depende de si dicha entrada se alcanzó con aumentos en sentido creciente o en sentido decreciente. Se suele medir en términos de valor absoluto de la variable física o en porcentaje sobre el fondo de escala. Obsérvese que la histéresis puede no ser constante en todo el campo de medida.

En el caso de sensores todo-nada se denomina histéresis a la diferencia entre el valor de entrada que provoca el basculamiento de y aquel que provoca el basculamiento inverso de .Obsérvese la clara diferencia entre los términos resolución, precisión, repetitividad y sensibilidad, términos que suelen confundirse muchas veces, incluso en alguna bibliografía.

¹⁰ <http://proton.ucting.udg.mx/~redblade/Paginas/Robotica/Tareas/sensores/Sensores.html>

2.1.5.4. Características dinámicas

La mayor parte de transductores tienen un comportamiento dinámico que se puede asimilar a un sistema de primer o segundo orden, es decir, con una o, como máximo, dos constantes de tiempo dominantes. Los principales parámetros que caracterizan el comportamiento dinámico de un transductor serán, pues, los que se definieron para estos tipos de sistemas. Sólo cabe destacar que los transductores que responden a modelos de segundo orden suelen ser sistemas sobre amortiguados, es decir, sistemas en los que no hay rebasamiento en la respuesta al escalón. A continuación damos un resumen de las características dinámicas más importantes.

2.1.5.4.1 Velocidad de respuesta.

La velocidad de respuesta mide la capacidad de un transductor para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada. La forma de cuantificar este parámetro es a base de una o más constantes de tiempo, que suelen obtenerse de la respuesta al escalón. Los parámetros más relevantes empleados en la definición de la velocidad de respuesta son los siguientes:

2.1.5.4.2 Tiempo de retardo.

Es el tiempo transcurrido desde la aplicación del escalón de entrada hasta que la salida alcanza el 10% de su valor permanente.

2.1.5.4.3 Tiempo de subida.

Es el tiempo transcurrido desde que la salida alcanza el 10% de su valor permanente hasta que llega por primera vez al 90% de dicho valor.

2.1.5.4.4 Tiempo de establecimiento al 99%.

Es el tiempo transcurrido desde la aplicación de un escalón de entrada hasta que la respuesta alcanza el régimen permanente, con una tolerancia de $\pm 1\%$.

2.1.5.4.5 Constante de tiempo¹¹.

Para un transductor con respuesta de primer orden (una sola constante de tiempo dominante) se puede determinar la constante de tiempo a base de medir el tiempo empleado para que la salida alcance el 63% de su valor de régimen permanente, cuando a la entrada se le aplica un cambio en escalón.

2.1.5.4.6 Respuesta frecuencial.

Relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación senoidal. Se suele indicar gráficamente mediante un gráfico de Bode. Tal como se vio en el capítulo 3, la respuesta de frecuencia está muy directamente relacionada con la velocidad de respuesta.

¹¹ <http://proton.ucting.udg.mx/~redblade/Paginas/Robotica/Tareas/sensores/Sensores.html>

2.1.5.4.6 Estabilidad y derivas.

Características que indican la desviación de salida del sensor al variar ciertos parámetros exteriores distintos del que se pretende medir, tales como condiciones ambientales, alimentación, u otras perturbaciones.

2.1.6. Para qué sirve kinect¹²

Es moral que una tecnología con tantas posibilidades como Kinect sea un producto comercial a pesar de que algunas posibles aplicaciones impliquen una falta a la ética como podría ser el espionaje de personas.

Cada tecnología comercial representa un dilema ético en este caso se estará hablando de Kinect una tecnología comercial desde el 2010, el cual consiste básicamente en una cámara 3D.

Es necesario preguntarse ¿Qué tiene Kinect que lo vuelve una herramienta tan importante? Para poder apreciar qué posibilidades tiene.

Kinect es una herramienta que se pone en las manos de cualquier persona de una manera comercial y, al ser una herramienta que ofrece la posibilidad de crear aplicaciones con ella, genera un dilema ético.

El dilema consiste en que, ya que, cualquiera puede crear aplicaciones para Kinect y esta es una cámara 3D la cual se puede programar para hacer lo que una persona quiera desde juegos hasta sistemas de seguridad avanzados o hasta sistemas de espionaje muy completos ya que como ya se mencionó consiste en

¹² Borenstein, G. (2011). *Making things see 3d with arduino and kinect*. O'REILLY

una cámara 3D la cual incluso puede adquirir la capacidad de reconocer objetos, caras, voces, etc. por lo tanto la pregunta es ¿es realmente ético brindar esta posibilidad a las personas?

Por otra parte Kinect no solamente tiene desventajas sino que también tiene ventajas y como dice en la página oficial de “El efecto Kinect” hasta el momento Kinect también ha ayudado a resolver algunos problemas, como por ejemplo:

- Lakeside Center for Autism ayuda a los niños a través de Kinect.
- Pacientes con problemas cardiacos se recuperan jugando con Kinect.
- Kinect asiste a médicos en quirófanos. comunidad.

Por lo que vuelve a surgir la duda si se pueden crear aplicaciones tan buenas como estas ¿es ético brindar esta posibilidad a las personas?

Kinect fusiona un sensor infrarrojo, una cámara infrarroja y una cámara RGB o de video, a partir de lo cual genera una imagen tridimensional que ofrece un sin fin de posibilidades para crear aplicaciones, pero para ello es necesario dominar cualquier tipo de programación orientada a objetos.

Para dar una idea de las posibles aplicaciones que podría tener Kinect se enlistaran las capacidades que tiene kinect:

- Kinect es capaz de generar una imagen en 3D.
- Kinect es capaz de rotar sobre su propio eje y ajustarse para seguir a un sujeto.

- Kinect es capaz de reconocer el movimiento.
- Kinect es capaz de remover el fondo y analizar escenarios.
- Kinect tiene la capacidad de reconocimiento facial y gestual.
- Kinect tiene la capacidad de realizar una esqueletización de algún sujeto.

Kinect es una herramienta que tiene gran impacto en el desarrollo de la tecnología, ya que, no solo está compuesto por herramientas usadas diariamente sino que también mantiene una interacción bastante buena entre éstas y el usuario, por primera vez genera una interacción más directa entre lo digital y el mundo real.

El reconocimiento facial, que es cuando un dispositivo es capaz de reconocer usuarios a través de sus caras, la esqueletización, es lo que hace un dispositivo para detectar los movimientos de los usuarios, y la captura de imagen de fondo, en la cual se remueven los usuarios y se obtiene el paisaje detrás de ellos, habían sido desarrollados con fines militares como detectar terroristas en zonas públicas por lo que dar esta posibilidad a las personas podría generar un problema muy grande de espionaje¹³.

Entonces se puede decir que Kinect al igual que ordenadores personales y la conexión a internet fueron creados con un uso militar pero al final generaron un revolución que cambió el rumbo de la tecnología y aunque estas tecnologías tienen fines incluso peores que los del espionaje también tienen usos positivos los cuales a mi parecer son más que los usos negativos esto gracias a gente ética y responsable que se involucró en la evolución de estas tecnologías, ahora la revolución que ofrece la visión por computadora (Kinect) seguramente dará lugar a una floración asombrosa de proyectos creativos y productivos y a una gran

¹³ Kean, S., Hall, J., & Perry, P. (2011). *Meet the kinect*. Technology in action.

cantidad de proyectos negativos es por eso que esta tecnología debería de ser más vigilada en cuanto a la creación de aplicaciones ya que a pesar de que la gente ética trabaja en darle un buen uso a esta tecnología la gente poco ética se esfuerza por lograr conseguir sus objetivos uno de los cuales podría ser el espionaje.

Parece interesante éticamente como es que una herramienta creada como medio de entretenimiento pueda ser utilizada para un fin tan poco ético como el espionaje.

Ahora uno puede llegar a pensar que no cualquiera puede hacerlo ya que se necesita un conocimiento previo pero desde 2011 Microsoft libero el SDK de Kinect que es el “Software Development Kit” por lo que ahora es más accesible el conocimiento necesario para generar software para Kinect por lo que se genera otra duda ¿es ético que Microsoft haya puesto en manos de cualquier persona el conocimiento necesario para manipular una herramienta cuyas posibles aplicaciones pudieran ser el espionaje?

La respuesta es muy compleja ya que por un lado puede ser una desventaja pero por otro lado puede ser una ventaja como se demostró anteriormente el problema consiste en que no importa la intención con la que hagas las cosas que piensas que van a revolucionar el mundo siempre habrá alguien con intenciones poco éticas que querrá usar ese objeto con fines diferentes a los que se le dan, estos fines pueden ser tanto buenos como malos es por eso que es importante tener bases éticas en la vida para que aunque los objetos creados puedan tener usos malos nosotros las personas éticas podamos darles usos positivos¹⁴.

¹⁴ Vargas Elizondo, C. (2005) *Ética y tecnología en el desarrollo humano* Costa Rica: LUR.

Y como explica Froylan Franco Herrera en su tesis “Análisis del impacto de la ciencia, la técnica y la tecnología en la sociedad desde una perspectiva ética: el caso de inteligencia artificial” la tecnología puede ser peligrosa dependiendo de en qué manos se pongan es por eso que surge la necesidad de que la gente ética trabaje para mejorar el mundo y no deje que la gente poco ética modifique sus creaciones para fines poco éticos¹⁵.

2.1.7. La creación de kinect

La historia de Kinect comienza mucho antes de que el propio dispositivo fuera concebido. Kinect es el resultado de décadas de análisis e investigación sobre interfaces de usuario basadas en gestos y voz. El gran éxito de la película *Minority Report* en el año 2002 añadió más leña al fuego con su representación futurista de una interfaz de usuario natural sin controladores. A partir de ahí, la rivalidad entre las consolas de videojuegos para diseñar controladoras naturales de calidad ha traído la tecnología Kinect a los salones del gran público. Fue sin embargo la filosofía *hacker* de desbloquear todo aquello con intención de ser ocultado o escondido la que eventualmente abrió las puertas de Kinect a los desarrolladores.

2.1.8. Lanzamiento

Microsoft asignó un presupuesto de publicidad en Estados Unidos de 500 millones de dólares para el lanzamiento de Kinect, una suma mayor que la inversión en el lanzamiento de la consola Xbox. Los planes incluyeron anunciar a Kinect en medios públicos de la Web como YouTube, anuncios en cadenas de televisión como Disney o Nickelodeon, así como en series de televisión como K y Glee. Los

¹⁵ Esquirol, Josep M. (2006) *El respeto o la mirada atenta: una ética para la era de la ciencia y la tecnología* Barcelona: Gedisa.

anuncios impresos se publicaron en la revistas como People o InStyle, mientras que marcas como Pepsi, Kellogg's y Burger King también llevarán anuncios de Kinect. También tuvo especial relevancia un evento publicitario de Kinect organizado en Times Square, en la ciudad de Nueva York.

El 19 de octubre, antes del lanzamiento Kinect, Microsoft anuncia Kinect en The Oprah Winfrey Show dando gratis una Xbox 360 y un Kinect para la gente que estaba en el público. Más tarde, también regaló Kinect con Xbox 360 para el público de The Ellen Show y Late Night With Jimmy Fallon.

El 23 de octubre, Microsoft celebró una fiesta de pre lanzamiento para Kinect en Beverly Hills. Los huéspedes fueron invitados a las sesiones de prueba en las que se enseñó el nuevo sensor con los juegos Dance Central y Kinect Adventures.

2.1.9. Tecnología

El sensor Kinect es básicamente un dispositivo que contiene dos cámaras y un array de micrófonos.



Figura 5. Sensor Kinect

Kinect se basa en tecnología de software desarrollada por Rare, una subsidiaria de Microsoft Game Studios propiedad de Microsoft, y en la tecnología de cámara de profundidad de la desarrolladora israelí PrimeSense, que desarrolló un sistema que podía interpretar gestos específicos, haciendo posible el control de dispositivos electrónicos sin el uso de las manos mediante el uso de un proyector de infrarrojos, una cámara y un microchip especial para seguir el movimiento de los objetos y personas en tres dimensiones. Este sistema de escáner 3D llamado Light Coding emplea una variante de la reconstrucción 3D basada en imagen.

El sensor Kinect está diseñado para ser colocado longitudinalmente por encima o por debajo de la pantalla de vídeo para usar junto con la videoconsola Xbox 360. El dispositivo cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad, un micrófono de múltiples matrices y un procesador personalizado que ejecuta el software patentado, que proporciona captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidades de reconocimiento de voz. El micrófono de matrices del sensor de Kinect permite a la Xbox 360 llevar a cabo la localización de la fuente acústica y la supresión del ruido ambiente.

En el lanzamiento, el reconocimiento de voz se hizo sólo disponible en Japón, el Reino Unido, Canadá y los Estados Unidos. Europa continental recibió la función más tarde en la primavera de 2011. En la actualidad el reconocimiento de voz es compatible en Australia, Canadá, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Japón, México, Nueva Zelanda, Reino

Unido y Estados Unidos. El array de micrófonos del sensor Kinect permite calcular la localización de una fuente acústica y la supresión del ruido ambiente. Ésta función de localización de fuente acústica será la más importante para los intereses de este documento.

2.1.10. Partes

Las partes básicas de Kinect, como podemos ver en las figuras son:

1. Cámara RGB.
2. Sensor de profundidad.
3. Micrófono multiarray.
4. Base motorizada.

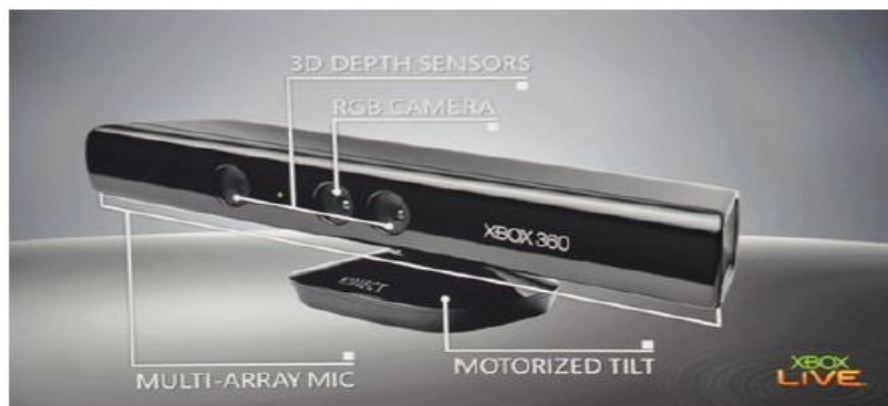


Figura 6. Partes del sensor Kinect

2.1.11. Funcionamiento del sensor de movimiento en kinect¹⁶

Kinect para Xbox 360, inicialmente conocido por el code name Project Natal es un periférico para videojuegos que prescinde de mandos gracias a un sensor de detección de movimientos, creado por Microsoft y está previsto que sea utilizable en ordenadores con el sistema operativo Windows 8. Está basado en una cámara periférica que se conecta a la videoconsola Xbox 360 reconociendo los gestos del jugador, su rostro, voz, así como sus movimientos y los objetos estáticos dentro un campo visual. Fue creado específicamente para competir entre las consolas de última generación con sensor de movimiento para videojuegos multijugador, como Wii Remote y Wii MotionPlus así como PlayStation Move, de las consolas Nintendo Wii y PlayStation 3 respectivamente.



Figura 7. Modelos de Sensores

El sensor de Kinect es una barra horizontal conectado a un pivote, diseñado para estar en una posición longitudinal. El dispositivo tiene una cámara RGB, sensor de profundidad y un micrófono multi-array bidireccional que conjuntamente capturan

¹⁶ <http://www.ideasgeek.net/2010/11/10/funcionamiento-del-sensor-de-movimiento-en-kinect/>

el movimiento de los cuerpos en 3D, además de ofrecer reconocimiento facial y aceptar comandos de voz.

El sensor de Kinect reproduce video a una frecuencia de 30 Hz, en colores RGB 32-bit y resolución VGA de 640×480 pixels, el canal de video monocromo es de 16-bit, resolución QVGA de 320×240 pixels con hasta 65,536 niveles de sensibilidad. El límite del rango visual del sensor de Kinect está entre 1.2 y 3.5 metros de distancia, con un ángulo de vista de 57° horizontalmente y un ángulo de 43° verticalmente, mientras que el pivote puede orientarse hacia arriba o abajo ampliando hasta 27°. El array del micrófono tiene cuatro cápsulas, y opera con cada canal procesando 16-bit de audio con un ratio de frecuencia de 16 kHz.

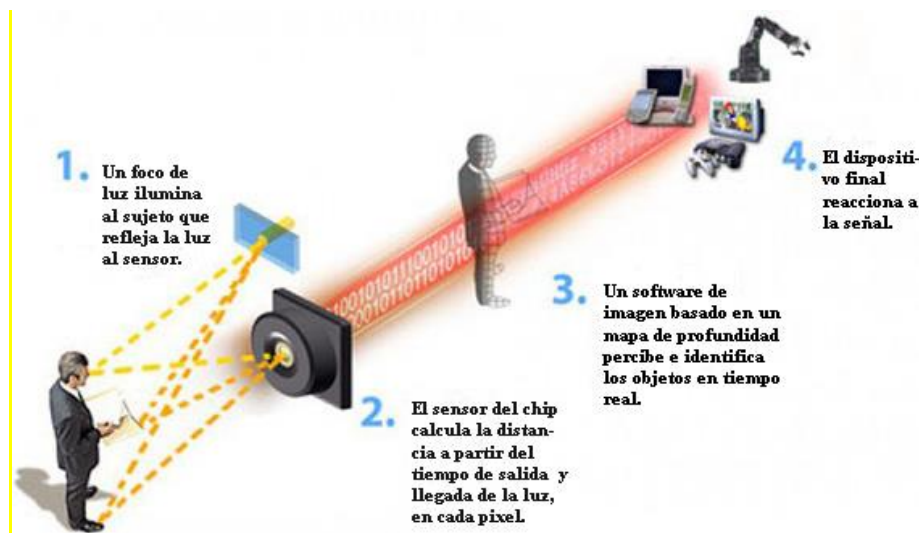


Figura 8. Cámara RGB del sensor Kinect

Al parecer el prototipo de Kinect con cámara y micrófono, creado por la empresa PrimeSense, costó \$30,000, mientras cada unidad se comercializará un precio de \$150. La cámara de Kinect funciona con hardware y software de serie para el reconocimiento de imagen. La cámara tiene dos funcionalidades principales, genera un mapa en 3D de la imagen que tiene en su campo visual y reconoce

humanos en movimiento entre los objetos de la imagen a partir de diferentes segmentos de las articulaciones del cuerpo y un esquema en escala de grises del rostro.



Intensidad de imagen y profundidad codificada en escala de grises para un retrato. Como el color del fondo es similar al color del jersey de la persona, es complicado para la computadora segmentar la persona desde el fondo utilizando la intensidad de imagen, pero se hace trivial usando la escala de grises que mide la profundidad.

Figura 9. Esquema de Escala de Grises

Antiguos programas de software utilizaban las diferencias en color y textura para distinguir los objetos del fondo. PrimeSense, la compañía que desarrolló Kinect, y la compañía recientemente adquirida por Microsoft, Canesta, utilizan un modelo diferente. La cámara transmite luz invisible para nosotros, cercana en el espectro a los infrarrojos y puede conocer el tiempo que tarda la luz en volver al sensor tras reflejarse en los objetos. Canesta es una empresa localizada en Sunnyvale, California, un fabricante de chips que hacen que los dispositivos electrónicos reaccionen a los movimientos del usuario, creando interfaces que no necesitan periféricos con botones que sean sujetados con la mano y conectados por cable.

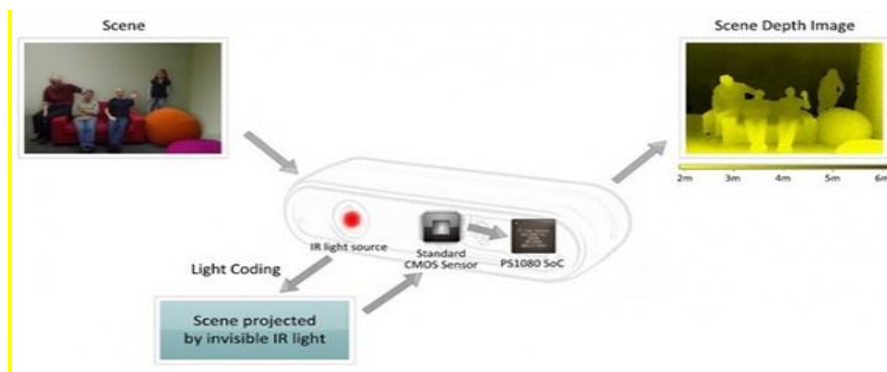


Figura 10. Cámara de Luz Invisible

El sensor actúa como un sonar, la operación no es teóricamente complicada, si se conoce el tiempo de cada salida y llegada de la luz tras reflejarse en un objeto, sabiendo la velocidad absoluta de la luz, se puede tener la distancia a la cual se encuentra ese objeto. En un amplio campo visual con objetos, la cámara Kinect trata de reconocer a qué distancia están los objetos, distinguiendo el movimiento en tiempo real. Kinect puede llegar a distinguir la profundidad de cada objeto con diferencias de 1 centímetro y su altura y anchura con diferencias de 3 milímetros. El hardware de Kinect está compuesto por la cámara y el proyector de luz infrarroja, añadido al firmware y a un procesador que utiliza algoritmos para procesar las imágenes tridimensionales.

El procesador es capaz de interpretar los movimientos que se registran en los objetos capturados por la cámara de Kinect en eventos con significado que aparecen en pantalla. Los movimientos buscados por el algoritmo son contextualizados, si nos encontramos en un juego como Kinect Adventures, donde una balsa desciende por la corriente del río, si este juego requiere movimientos como agacharse o tumbarse, entonces se buscará la identificación de estos movimientos en tiempo real para producir eventos en pantalla. Si el usuario navega por el menú con interfaz gráfica de Netflix entonces se buscarán movimientos con las manos horizontales y verticales que serán registrados en los fenómenos de pantalla.

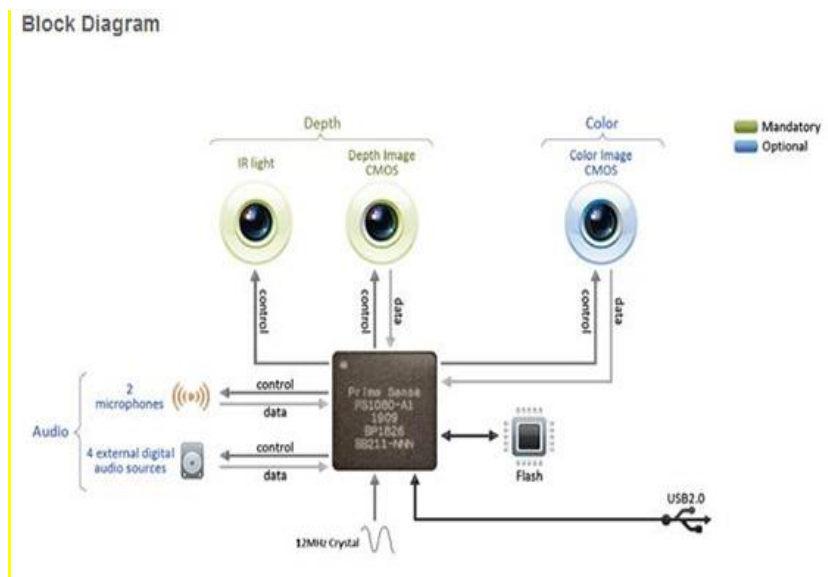


Figura 11. Diagrama del Sensor Kinect

Aunque hay diferencias de opinión entre Microsoft y los creadores de los videojuegos compatibles con Kinect parece que los jugadores tendrán que estar erguidos en una zona despejada para jugar y que no será posible utilizar la interfaz con sensor detector del movimiento si estamos sentados en el sofá, no es apto para vagos que se tiraban horas sentados creando un hueco caliente en el sofá mientras daban a los botones del mando, para usar Kinect hay que mantenerse de pie.

Kinect tiene un micrófono estéreo que funciona para chatear en video llamadas y para efectuar comandos de voz. La tecnología del audio es diferente de los micrófonos integrados en las webcam de los ordenadores portátiles o de sobremesa, no tiene una cancelación de ruido sino que funciona con una captura cónica de la acústica en la sala. No se trata de capturar sonidos cercanos como en un teléfono móvil o webcam de equipo sino del habla de una o varias personas en una sala a pocos metros de distancia.

Kinect busca un nuevo tipo de interfaz gráfica que según Microsoft va a ser lo que se impondrá en el futuro para ordenadores, televisión, no sólo para videoconsolas de juegos cooperativos o familiares. Natural User Interface (NUI) más que la clásica Graphic User Interface (GUI).

2.1.12. Kinect.

Kinect fue construido con el objetivo de revolucionar la experiencia de juego mediante un sistema de interacción completamente nuevo: interacción natural con el videojuego utilizando únicamente movimientos del cuerpo y comandos de voz.

Además de la tecnología empleada, la base de este enfoque es el entendimiento del movimiento del cuerpo, es decir, la computadora debe interpretar y entender el movimiento del usuario antes de que el videojuego pueda responderle. Este hecho implica que el procesamiento debe ser en tiempo real para que el usuario no perciba una demora durante la interacción, lo cual ha sido muy complejo de lograr en trabajos previos, dado que, además de que el ambiente debe ser controlado (iluminación, marcadores de color, tonos de piel o uso de dispositivos sensores como guantes o trajes de movimiento), el tiempo de procesamiento es muy alto.

Kinect es una tecnología de control para la consola Xbox 360 de Microsoft que permite interactuar con un videojuego sin la necesidad de usar un control; utiliza la tecnología de cámara de profundidad desarrollada por la compañía israelí Prime Sense la cual permite a Kinect “ver” la escena (al usuario y su entorno en tres dimensiones) en tiempo real. Las imágenes de profundidad⁸ se obtienen con Kinect y posteriormente se procesan por software en la consola para interpretar la escena, detectar personas y rastrear sus movimientos (rastreo del esqueleto). Kinect provee captura tridimensional del cuerpo en un esqueleto virtual formado

por un conjunto de puntos 3D (articulaciones) relacionados a las partes del cuerpo. Esta abstracción permite detectar gestos del cuerpo al comparar los valores de las articulaciones virtuales contra los valores propuestos de un gesto específico.

El impacto de Kinect fue más allá de los videojuegos, incluso se rompió el record Guinness por sus ventas. Su bajo costo, amplia disponibilidad y el desarrollo de bibliotecas para accederlo han permitido que se experimente con él en el desarrollo de aplicaciones creativas para buscar nuevas formas de interactuar con la computadora.

2.1.13. Arquitectura de kinect.

La estructura del sensor Kinect es similar a una cámara web. Incluye una cámara de profundidad, una cámara RGB y una matriz de 4 micrófonos, que aíslan las voces del ruido ambiental permitiendo utilizar al Kinect como un dispositivo para charlas y comandos de voz en la consola Xbox. Se encuentra sobre una base motorizada, controlada por un acelerómetro de 3 ejes, que le permite rotar horizontalmente para ajustar el campo de vista de las cámaras para ver el cuerpo completo del usuario.

Es operado por el sistema en chip PS1080, desarrollado por Prime Sense, que se encarga de la generación y sincronización de las imágenes de profundidad e imágenes de color. El chip ejecuta todos los algoritmos de adquisición de imágenes de profundidad de la escena a partir del sistema de proyección de un patrón de puntos infrarrojos llamado LightCoding.

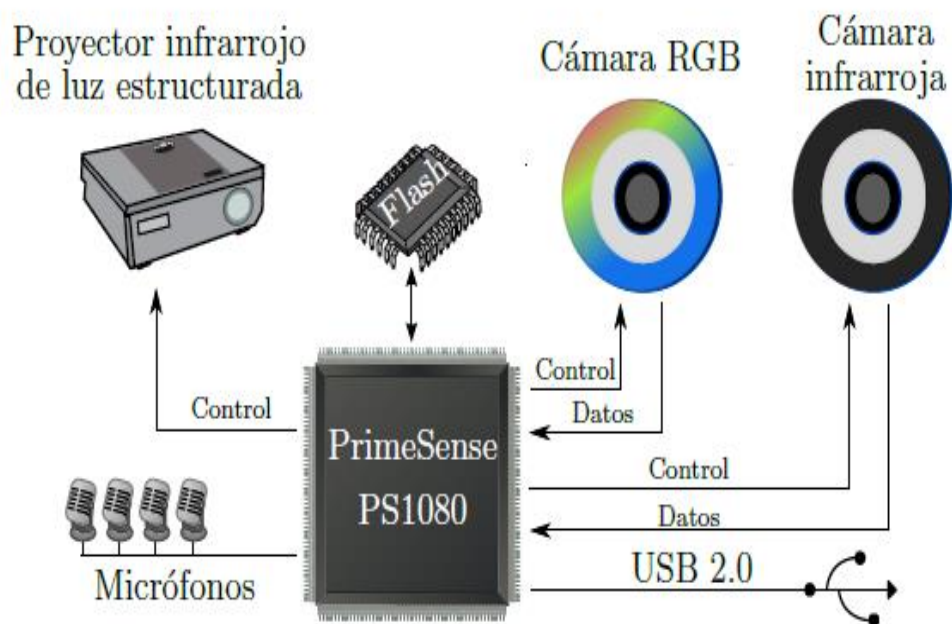


Figura 12. Estructura del sensor Kinect (Diagrama de los componentes de hardware del procesador de imagen de Kinect)

Kinect funciona bajo un esquema maestro-esclavo, donde el maestro es la computadora y el esclavo es el Kinect. El chip genera y mantiene en memoria los cuadros¹⁰ de imagen de profundidad y color a una velocidad de 30cps (cuadros por segundo). El acceso a estos datos se realiza a través de un puerto USB 2.0 especial¹¹. El procesamiento del audio y el control de USB es realizado por un microprocesador Marvell Technology que funciona independientemente al procesamiento de imágenes.

Presenta las especificaciones de Kinect. Una descripción detallada de cada componente de Kinect.

2.1.14. Especificaciones de kinect.

Elemento del sensor	Rango de especificación
Captura de imágenes de color y profundidad	1.2 a 3.5 metros
Rastreo del esqueleto	1.2 a 3.5 metros
Campo de vista	43° vertical, 57° horizontal
Rotación de la base	$\pm 28^\circ$
Cámara de profundidad ¹²	11 bits, SXGA (1280 × 1024) a 10 cps, VGA (640 × 480) a 30 cps, QVGA (320 × 240) a 60 cps, sin autoenfoque
Cámara de color	8 bits, 1.3MP(1280 × 960) a 10 cps, VGA (640 × 480) a 30 cps, QVGA (320 × 240) a 60 cps, sin autoenfoque
Memoria	512 MB DDR2 SDRAM
Formato de audio	16 kHz, 16 bits mono PCM
Entrada de audio	Arreglo de 4 micrófonos con ADC de 24 bits y procesamiento de huesped-Kinect, cancelación de eco acústico y supresión de ruido.
Conectividad	Puerto USB 2.0 (propietario modelo S de la consola) para proveer alimentación al motor, se adapta a USB 2.0 convencional con el adaptador eléctrico de 12V.

Tabla 1. Especificaciones de Kinect

2.1.15. Cámara de profundidad.

La cámara de profundidad se compone por la cámara infrarroja y el proyector infrarrojo de luz estructurada, como se muestra.

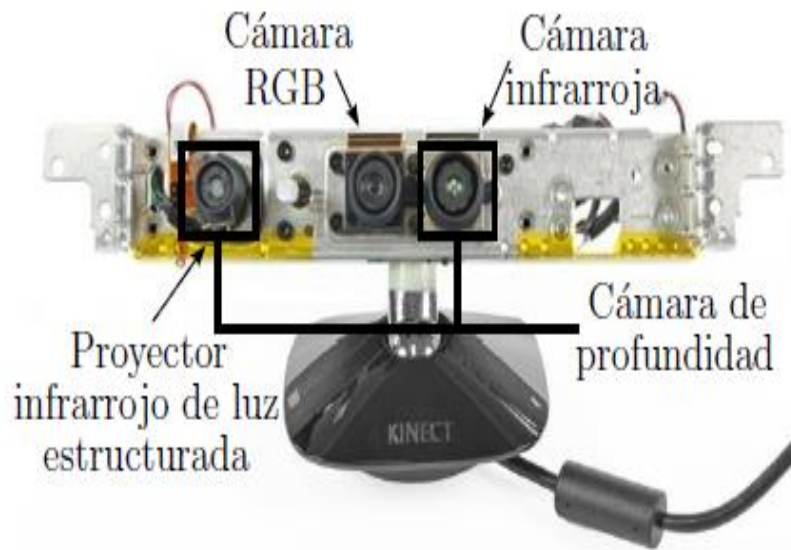


Figura 13. Cámara de profundidad

2.1.16. Cámaras de kinect.

La cámara de profundidad utiliza una tecnología de codificación por luz llamada Light-Coding desarrollada por PrimeSense que actúa como un escáner 3D para realizar una reconstrucción tridimensional de la escena. LightCoding es similar a los escáner de luz estructurada¹³, pero en lugar de desplazar una línea de luz, se proyecta un patrón de puntos infrarrojos en la escena.

2.1.17. Sensor de profundidad

Por su parte, el sensor de profundidad está formado por dos componentes: un proyector de luz infrarroja (IR) y un sensor CMOS monocromo estándar. Ambos se encuentran alineados a lo largo del eje X del dispositivo, a una distancia

(denominada “línea base”) de 75mm, con ejes ópticos paralelos. Esta disposición dentro de Kinect facilita los cálculos de profundidad, que se basan en un principio similar al de triangulación activa entre emisor y cámara, esto es, entre los rayos visuales de los puntos proyectados y sus correspondientes proyecciones en la imagen.

A diferencia de los métodos tradicionales de triangulación activa, los desarrolladores de la tecnología de la cámara de rango presente en Kinect proponen una técnica ingeniosa para la obtención de información 3D, denominada Codificación de Luz (Light Coding) La idea principal consiste en un proceso en dos fases, una primera de calibración, y otra de funcionamiento.

En la fase de calibración, se emplea el proyector de luz infrarroja para proyectar un patrón de puntos (ver figura 5.4) sobre un plano de la escena, variando su distancia entre posiciones conocidas. A su vez, la cámara captura una imagen del patrón proyectado sobre el plano para cada una de estas distancias. Las imágenes obtenidas se denominan imágenes de referencia y se almacenan en el sensor.

En la fase de funcionamiento se emplean las imágenes de referencia para sustituir “virtualmente” al emisor del patrón IR, de tal manera que para cada nueva imagen capturada por el sensor, el cálculo de profundidad se resume a un problema de visión estéreo con configuración ideal: cámaras idénticas, ejes alineados y separados una distancia base de 75 mm En cuanto al error cometido por las mediciones, de acuerdo con este es menor a los 10cm a distancias superiores a los 4m, y menor a los 2cm en mediciones inferiores a los 2.5m.



Figura 14. En escala de Grises

2.1.18. Reconocimiento facial

El identificador de Kinect puede recordar quién eres por medio de recopilación de datos almacenados en los perfiles. Esto permite que cuando juegues de nuevo, tú Kinect sabrá que eres tú.



Figura 15. Reconocimiento Facial

2.1.19. Reconocimiento de voz¹⁷

Kinect tiene cuatro micrófonos estratégicamente ubicados para poder determinar el perfil del cuarto en el que estás jugando. Esto le permite identificar perfectamente bien tu voz.

¹⁷ www.xbox.com/es-MX/Kinect/GetStarted



Figura 16. Reconocimiento de Voz

2.1.20. Buscar el espacio adecuado para jugar¹⁸

El sensor Kinect debe detectarte para funcionar y tú necesitas espacio para moverte. El sensor puede detectarte cuando juegas desde una distancia aproximada de 2 metros. Para dos personas, la distancia de juego debería ser de aproximadamente 2,5 metros del sensor.

La zona de juego variará en función de dónde coloques el sensor, así como de otros factores.

Consulta las instrucciones del juego para saber si sólo necesitas parte de la zona de juego del sensor.

¹⁸ www.xbox.com/es-MX/Kinect/GetStarted

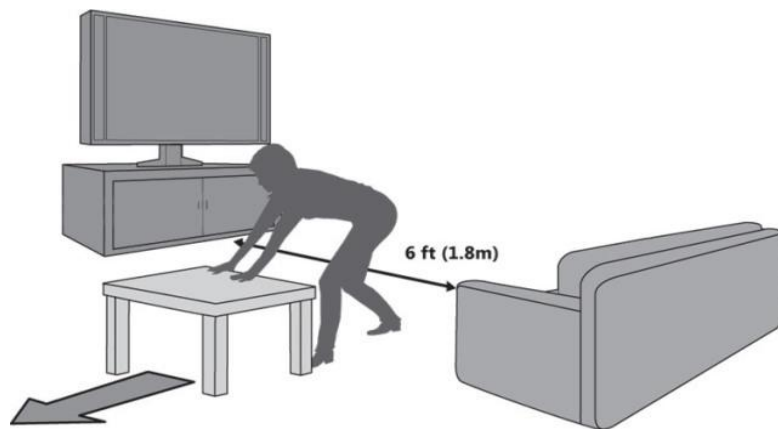


Figura 17. Espacio Adecuado

2.1.21. Ubicación del sensor¹⁹

Es muy sencillo, tan solo hay unos pasos que tienes que seguir. El sensor deberá estar colocado de 60cm a 2m sobre el suelo y centrado con tu televisión. Colócalo en una superficie firme y segura, cerca del borde. Asegúrate de que el rayo de sol no le dé directamente al sensor o a tí. Ves, fácil ¿cierto?



Figura 18. Ubicación del Sensor

¹⁹ www.xbox.com/es-MX/Kinect/GetStarted

2.1.22. Limpiar el sensor

Si limpias el sensor:

- Limpia únicamente la parte exterior del sensor.
- Utiliza un paño seco; no utilices estropajos ásperos, detergentes, limpiadores en polvo, disolventes (por ejemplo, alcohol, gasolina, diluyente de pintura o benceno), ni otros limpiadores líquidos o en aerosol.
- No utilices aire comprimido.
- No intentes limpiar los conectores.
- Limpia la superficie donde está colocado el sensor con paño seco.
- Evita que el sensor se moje. Para reducir el riesgo de incendios o descargas eléctricas, no expongas el sensor a la lluvia u otras fuentes de humedad.

2.1.23. Sala de juego²⁰

Kinect necesitará verte de cuerpo entero, esto significa que de la punta de los pies a la cabeza. Así pues, si estás jugando solo, te recomendamos que te coloques a dos metros del sensor. Para dos jugadores, ambos deberán estar al menos a 2.4 metros de distancia. Esto permitirá que el Kinect te vea mejor y el juego sea lo más certero posible.



Figura 19. Sala de Juego

²⁰ www.xbox.com/es-MX/Kinect/GetStarted

2.1.24. Método RGB

Los métodos basados en RGB estarían clasificados dentro de los pasivos. Estos procedimientos confían en la existencia de luz visible para determinar la forma del objeto.

Existen numerosos métodos que se pueden incluir en esta categoría. Vouzounaras propuso un método para determinar la geometría tridimensional de un objeto a partir de una única imagen RGB usando la detección de los puntos de fuga.

Este método cuenta con el conocimiento que se tiene de las estructuras geométricas tales como los planos ortogonales. Requiere la presencia del suelo, del techo y de las paredes para que el algoritmo funcione. Son capaces de reconstruir objetos de geometría sencilla, pero sin embargo, no pueden hacer lo mismo con objetos esféricos.

Saxena llevó a cabo una investigación sobre la reconstrucción de escenas en 3D a partir de una o muy pocas imágenes tomadas con una cámara de RGB. Lo primero que hacían era sobre segmentar la imagen en pequeños parches llamados súper píxeles. Simultáneamente intentan encontrar la posición y orientación tridimensional de cada uno de esos súper píxeles. Para hacer esto utilizan el campo aleatorio de Markov (MRF).

Weiss estudió la posibilidad del reconocimiento de objetos a partir de una imagen en 2D usando invariantes geométricas. Esas invariantes las encontraban al hacer ciertas suposiciones para modelos tridimensionales de los objetos. Esas hipótesis podían ser para un modelo particular o para uno más general. Después, a través de ciertas relaciones algebraicas eran capaces de describir modelos invariantes en 3D.

Zheng ideó un método para construir modelos en 3D a partir de múltiples imágenes RGB sin la necesidad de calibrar las cámaras antes de tomar las imágenes. Combinaba técnicas como la detección de esquinas de Harris (Harris corner detección) y la detección de líneas para la obtención del objeto. Este método, sin embargo, requiere el uso de 4 cámaras y una mesa que rote para poder captar al objeto en toda su integridad.

Analizando la documentación sobre los métodos basados en RGB podemos comprobar que existe una gran desventaja. Todos estos procedimientos requieren un paso computacional adicional para la detección de la profundidad. También pueden necesitar ayuda física extra, como las cuatro cámaras y la mesa rotatoria. Además, la gran mayoría de estos métodos solo detectan ciertos tipos de objetos, normalmente los que son planos, mientras que los esféricos los pasan por alto.

2.1.25. Cámara RGB

El funcionamiento de la cámara RGB que monta la Kinect es como el de una cámara digital estándar. La luz atraviesa una lente que la dirige a un filtro encargado de separarla en los colores primarios, los cuales son proyectados sobre un sensor fotosensible.

Este sensor genera una señal eléctrica en función de la intensidad de la señal que incide sobre él. Posteriormente, esta señal es convertida a digital mediante un ADC (Analog Digital Convert), que más tarde es analizada y reconstruida para su almacenamiento. Esto se consigue gracias a la interpolación, que permite rellenar aquellos espacios en los que falta información.

El problema del sensor es que no distingue los colores, sino variaciones de intensidad, por tanto para obtener una imagen en color es necesario descomponer la imagen en los colores primarios (rojo, verde y azul). Estos son proyectados sobre distintas zonas del sensor, el cual reconoce la cantidad de intensidad de cada uno de ellos por separado.

Estos sensores según un qué tecnología empleen se clasifican en CCD (Charge Couple Device) y CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). La diferencia viene dada por la forma en la que es transmitida la información.

En el caso de los CCD, esta se envía a los extremos del sensor digital y de ahí al ADC, mientras que en el CMOS los valores se conducen directamente en formato digital, por lo que no precisa de un ADC

2.1.26. Micrófono multiarray

El sensor Kinect también dispone, como ya hemos mencionado, de un micrófono multiarray que permite situar la procedencia de los sonidos. Este dispositivo no será utilizado pues no tenemos que trabajar con ningún tipo de sonido.

2.1.27. Base motorizada

Por último disponemos de la base motorizada, que es la encargada de ajustar la inclinación en caso de que la cámara no detecte bien lo que tenga delante. En nuestro caso tampoco será necesaria la utilización de este elemento pues el objeto siempre estará colocado en una inclinación adecuada y a una distancia correcta de modo que la cámara no tendrá que realizar ningún ajuste.

2.1.28. Características principales

2.1.28.1 Campo de visión

Campo de visión horizontal: 57 grados.

Campo de visión vertical: 43 grados.

Rango de inclinación física: +/- 27 grados.

Rango de profundidad del sensor: 1,2 - 3,5 metros

2.1.28.2 Data Streams (flujo de datos)

Sensor profundidad: 320 x 240 a 16 bits de profundidad y 30fps.

Cámara de color: 640 x 480 32-bit de color y 30fps.

Micrófono: audio de 16-bit a 16 kHz.

2.1.28.3 Sistema de seguimiento

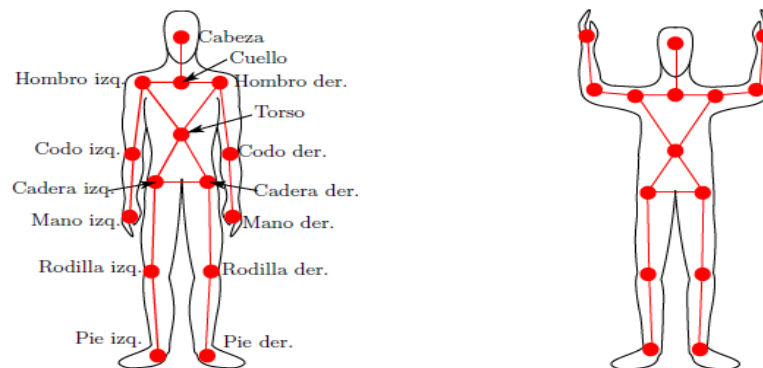
Rastrea hasta 6 personas.

Rastrea 20 articulaciones por persona.

Capacidad para mapear.

2.1.29. Rastreo del esqueleto²¹

El rastreo del esqueleto consta de procesar las imágenes de profundidad obtenidas con Kinect para detectar formas humanas e identificar las partes del cuerpo del usuario presente en la imagen. Cada parte del cuerpo es abstraída como una coordenada 3D o articulación. Un conjunto de articulaciones forman un esqueleto virtual para cada imagen de profundidad de Kinect, es decir, se obtienen 30 esqueletos por segundo. Las articulaciones generadas varían de acuerdo a la biblioteca de Kinect que se utilice. En OpenNI /NITE, cada esqueleto está formado por 15 articulaciones $a_i = \{x_i, y_i, z_i\}$ con $z_i > 0$ cuyas coordenadas se encuentran expresadas en milímetros con respecto a la posición de Kinect en la escena. En el SDK de Microsoft y en la consola Xbox se añaden 5 articulaciones (los tobillos, las muñecas y el centro de la cadera).



Robert Craig, quien dijo que desde hace mucho tiempo no le han tomado una foto formal, usó el sensor de imágenes profundas de Kinect para tomarse una autofoto. Craig dirigió al equipo que desarrolló el rastreo de esqueletos en Kinect.

Figura 20. Esqueleto virtual de OpenNI /NITE. Pose “psi” de inicio de rastreo del esqueleto OpenNI/NITE

²¹ Momin Al-Ghosien, Samuel Mann, Alex Kipman, Robert Craig y Parham Mohadjer. Fila de atrás: Adam Green (jubilado), Craig Peeper, Matt Bronder, Jamie Shotton y Mark Finocchio.

El rastreo del esqueleto de OpenNI /NITE se inicia al realizar la pose de calibración “psi” levantando los brazos durante dos segundos como se muestra

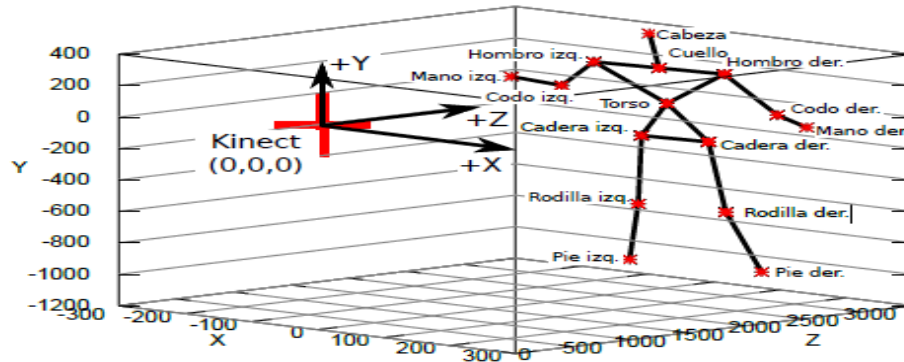


Figura 21. Configuración de la escena del esqueleto en OpenNI/NITE.

Las articulaciones se encuentran en milímetros con respecto al origen del sistema de coordenadas (posición del Kinect) y en espejo (el eje X está invertido para que el lado izquierdo del esqueleto corresponda al lado derecho del cuerpo y viceversa). Kinect mira hacia el lado positivo del eje Z.

2.1.30. ¿Qué es OpenNI?

El marco OpenNI es un SDK de código abierto utilizado para el desarrollo de sensores 3D bibliotecas de middleware y aplicaciones. La página web OpenNI ofrece una activa comunidad de desarrolladores, las herramientas y el apoyo, una red de socios potenciales y una plataforma de distribución - la consideración del ciclo de vida completo de desarrollo.

2.1.31. Metodología del desarrollo del software

2.1.32. Método Xp (extreme Programming)

XP²² es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.

Los principios y prácticas son de sentido común pero llevadas al extremo, de ahí proviene su nombre. Kent Beck, el padre de XP, describe la filosofía de XP en sin cubrir los detalles técnicos y de implantación de las prácticas. Posteriormente, otras publicaciones de experiencias se han encargado de dicha tarea. A continuación presentaremos las características esenciales de XP organizadas en los tres apartados siguientes: historias de usuario, roles, proceso y prácticas.

2.1.33. Principios básicos

La Programación Extrema se basa en 12 principios básicos agrupados en cuatro categorías:

²² Beck, K. "Extreme Programming Explained. Embrace Change", Pearson Education, 1999. Traducido al español como: "Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio", Addison Wesley, 2000.

- ✓ *Retroalimentación a Escala Fina.*
 - El principio de pruebas
 - Proceso de Planificación
 - El cliente en el sitio
 - Programación en parejas
- ✓ *Proceso continuo en lugar de por lotes.*
 - Integración continua
 - Refactorización
 - Entregas pequeñas
- ✓ *Entendimiento compartido.*
 - Diseño simple
 - Metáfora
 - Propiedad colectiva del código
 - Estándar de codificación
- ✓ *Bienestar del programador.*

2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.2.1. Fundamento legal del uso de tecnologías en el ecuador

2.2.1.1. Principios del sistema de educación superior²³

ART. 13. Funciones del sistema de educación superior.-

Promover la creación, desarrollo, transmisión y difusión de la ciencia, la técnica, la tecnología y la cultura .Formar académicos, científicos y profesionales responsables, éticos y solidarios, comprometidos con la sociedad, debidamente preparados para que sean capaces de generar y aplicar sus conocimientos y métodos científicos, así como la creación y promoción cultural y artística.

2.2.1.2. Patrimonio y financiamiento de las instituciones de Educación superior

ART. 32.- Programas informáticos.-

Las empresas que distribuyan programas informáticos tienen la obligación de conceder tarifas preferenciales para el uso de las licencias obligatorias de los respectivos programas, a favor de las instituciones de educación superior, para fines académicos. Las instituciones de educación superior obligatoriamente incorporarán el uso de programas informáticos con software libre.

²³ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución del Ecuador 2008

2.2. MARCO REFERENCIAL

En la actualidad existen varios software que permiten el reconocimiento de gestos de la mano basados en KINE con sus respectivas herramientas para una empresa o institución. Las aplicaciones que destacamos a continuación son “Skeletal Tracking” y “MotionTracking”.

2.3.1 Skeletal tracking²⁴.

Esta aplicación se basa en un algoritmo de reconocimiento. Este algoritmo ha sido entrenado con muchas imágenes para lograr una gran precisión a la hora de identificar esqueletos.

El proceso de identificación del esqueleto tiene varias fases. Lo primero es obtener los datos del mapa de profundidad para separar los distintos jugadores que tiene en el campo de visión basándose en el fondo.

Una vez tenemos los distintos jugadores se clasifican las distintas partes del cuerpo para más tarde obtener los Joints o articulaciones, los distintos puntos que componen el esqueleto.

A partir de la identificación de los Joints ya podemos crear el esqueleto formado por estos puntos.

²⁴ Tomasz Kowalczyk Publicado: 2011-09-26

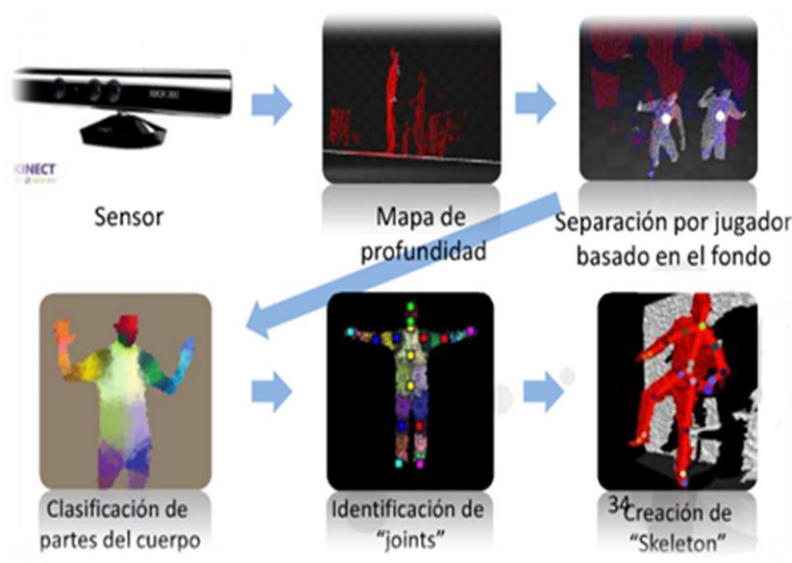


Figura 22. Skeletal Tracking

2.3.2. Reconocimiento de gestos.

Cuando nos referimos a reconocimiento de gestos, en este caso, se trata de asignar a ciertos movimientos consecutivos de partes del cuerpo una determinada acción (saltar, saludar, girar, etc.). También podemos usar técnicas como definir algorítmicamente el gesto, al igual que hicimos con la postura, o comparar con una serie de plantillas ya definidas.

2.3.3. Leapmotio.

Esta aplicación se basa en captar el movimiento a gran escala, de cuerpos, extremidades y manos, reconoce gestos hechos con los dedos. El movimiento de pinza que habitualmente se utiliza en las superficies táctiles para hacer zoom está integrado en el sistema.

La captación de la forma de la mano y su variación, si ésta se cierra o se abre, así como cada una de sus cinco ramificaciones, desde el gordo al meñique, está asegurada.

El entorno 3D que emite el sistema también reconoce otros objetos aparte de la mano u otras partes del cuerpo. Los movimientos hechos con un lapicero son igualmente fluidos que si se hicieran con la mano.

Se puede, por tanto, dibujar en el aire, así como firmar o garabatear libremente.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Planificación

3.1.1. Materiales y equipos

3.1.1.1. Hardware

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
1	COMPUTADOR	Para investigación, desarrollo y pruebas Características: Intel Core i5 6 Gb RAM 520 Gb Disco Duro Cd rewriter DVD Sony Monitor, Teclado, Mouse
1	PENDRIVE	KINGSTON 8 Gb
1	KINECT SENSOR	Sistema de reconocimiento de gestos

Tabla 2. Materiales

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

3.1.1.2. Software

- Sistema Operativo
 - Windows 7 Ultimate o Linux.
- Lenguaje de programación
 - Microsoft Visual studio C#.
 - librería OpenNI
- Manejador de Base de datos
 - .SQL Server
- Digitación
 - Microsoft Office 2010.

3.1. Factibilidad

3.2.1. Suministros

Cantidad	Material	Costo Unitario	Costo Total
6	Resma de Papel A4	4.50	27.00
1	Juego de Lapiceros	2.50	2.50
1	Tóner de tinta	80.00	80.00
1	Gastos Varios	50.00	50.00
TOTAL			159.50

Tabla 3. Suministros

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

3.2.2. Recursos humanos

Desarrolladores de tesis

- Ing. Andrea Zúñiga Paredes, Director de tesis
- Egdo. Nicandro Rafael Barros Rengifo

3.2. Métodos y técnicas de investigación

3.3.1. Método

3.3.1.1. Analítico sintético

Este método permitió descomponer los hechos partiendo de la realidad o de la descomposición de los objetos de estudio en cada una de sus partes para estudiarlos de forma individual mediante un análisis, para luego emplearlo, con el propósito de sistematizar, ordenar y esquematizar de forma metódica la información recopilada.

3.3.1.2. Técnica

De acuerdo al tema de investigación la técnica que se utilizó:

3.3.1.3. Observación

Esta técnica se la utilizó para observar y verificar cada proceso, que tendría el sensor de movimiento Kinect, debido a que establece un conjunto de gestos.

Esta técnica es un elemento fundamental en el proceso investigativo para realizar el sistema que ayudará a tener un reconocimiento en tiempo real.

3.3. Tipos de investigación

3.4.1. ¿Qué son cuasi-experimentos?

El término "cuasi-experimento" se refiere a diseños de investigación experimentales en los cuales los sujetos o grupos de sujetos de estudio no están asignados aleatoriamente. Los diseños cuasi-experimentales más usados siguen la misma lógica e involucran la comparación de los grupos de tratamiento y control como en las pruebas aleatorias. En otros diseños, el grupo de tratamiento sirve como su propio control (se compara el "antes" con el "después") y se utilizan métodos de series de tiempo para medir el impacto neto del programa (Rossi y Freeman, 1993). Aunque los cuasi-experimentos son más vulnerables a las amenazas a la validez que las pruebas aleatorias, los cuasi-experimentos no requieren asignaciones aleatorias a los grupos experimentales y por eso son generalmente más factibles que las pruebas aleatorias.

3.4.2. Ventajas de los cuasi-experimentos

Las ventajas principales del diseño de grupo control no equivalente son:

- Provee una aproximación al experimento aleatorio cuando la aleatoriedad no es posible.
- Es versátil. Como las pruebas aleatorias, los cuasi-experimentos pueden usarse para medir resultados a nivel poblacional o de programa.
- Cuando se diseñan, controlan y analizan apropiadamente, los cuasi-experimentos pueden ofrecer una evidencia casi tan fuerte del impacto del programa como la de las pruebas aleatorias y más fuerte que la mayoría de los estudios no experimentales.

3.4.3. Limitaciones de los cuasi-experimentos²⁵

El diseño de grupo control no equivalente está sujeto a los mismos supuestos generales y limitaciones que las pruebas aleatorias expuestos anteriormente (fuera de los que contemplan la aleatoriedad).

Además:

El cuasi-experimento es más vulnerable a los sesgos de selección, o sea, que el grupo de tratamiento puede diferir del grupo control en características que están correlacionadas con los resultados estudiados, distorsionando los resultados del impacto.

Depende mucho de los métodos estadísticos multivariados y es, por lo tanto, sensible al uso de modelos estadísticos apropiados y al tratamiento correcto de los problemas de estimación estadística.

²⁵ Helena Ramírez 27/7/99

En la práctica, los estudios cuasi-experimentales a menudo pueden compensar las diferencias en las características clave de los grupos experimentales a través del pareo y el análisis multivariantes. Sin embargo, una preocupación latente es que los grupos experimentales difieran en factores no observados que influyen en los resultados del estudio. A diferencia de los efectos distorsionantes en factores observables y que pueden tomarse en cuenta mediante el pareo y la introducción de variables de control en modelos estadísticos multivariantes, los factores no observables (por ejemplo, predisposición o motivación diferencial) no pueden ser compensados de esta forma y pueden conducir a estimaciones de impacto de programa equivocadas y/o sesgadas.

Este factor de heterogeneidad "no observada" es, de hecho, una preocupación en todos los diseños de estudio que no sean pruebas aleatorizadas.

3.4.4. Pasos del cuasi-experimento

Los principales pasos en el desarrollo de un cuasi experimento son:

Paso 1: Decidir cuantas variables independientes y dependientes deberán ser incluidas en el cuasi experimento.

Paso 2: Elegir los niveles de manipulación de las variables independientes y traducirlos en tratamientos experimentales.

Paso 3: Desarrollar el instrumento o instrumentos para medir las variables dependientes.

Paso 4: Seleccionar el diseño cuasi experimental apropiado para muestras, hipótesis, objetivos y preguntas de investigación.

3.4. Diseño experimental

3.6.1. Diseño

3.6.1.1. Diseño cuasi-experimental de un solo grupo pre-prueba y post-prueba

Este estudio establece una medición previa a la intervención y otra posterior.

Esquema del diseño → O1 X O2

Dónde:

X = Algoritmos de Reconocimiento que permita el control de Gestos de la mano del sensor Kinect.

O1 = Medición antes del experimento.

O2 = Medición después del experimento.

En este diseño se efectúa una observación antes de introducir la variable independiente (O1) y otra después de su aplicación (O2). Por lo general las observaciones se obtienen a través de la aplicación de una prueba u observación directa, cuyo nombre asignado depende del momento de aplicación. Si la prueba se administrará antes de la introducción de la variable independiente se le denomina pretest y si se administra después que entonces se llama posttest.²⁶

²⁶ Campbell, D. y Stanley, J. (1978). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires, Amorrourtu Editores. Enlace web :<http://mey.cl/apuntes/disenosunab.pdf>

Para realizar la medición previa (O1) se efectuó los seguimientos de algoritmos de reconocimientos de gestos de la mano, la cual permita la interacción entre hombre – máquina.

Con respecto a la medición posterior (O2) se analizará los resultados de algoritmos de reconocimiento de gestos de la mano, con la implementación de la librería para la interpretación de las señales del sensor Kinect.

CAPITULO IV

**DESARROLLO E INTERPRETACION DE LOS
RESULTADOS**

4. DESARROLLO DE LA APLICACION

4.1. Análisis de requerimientos.

En esta fase se realizó un análisis de los elementos necesarios para crear habilidades en la enseñanza de las matemáticas. Para lo cual se analizó por medio de un experto en las matemáticas las necesidades puntuales que se requiere para el desarrollo de este proyecto de tesis, con la finalidad de que se adapte a los requerimientos de los niños y puedan desarrollar sus habilidades sicomotoras y mentales y así ellos puedan interactuar de una manera más rápida y eficiente con el computador.

4.1.1. Historia de usuario

Definición de situación actual

Para identificar las historias de Usuario se realiza la respectiva tarea de ingeniería para establecer la implementación de algoritmos de gestos en la mano basada en la tecnología Kinect.

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de Tarea: 01	
Nombre Tarea: Definición de la situación actual	
Tipo de Tarea: Creación	Puntos Estimados:
Fecha de Inicio:	Fecha Fin:
Programador Responsable: Rafael Barros	
Descripción: Establecer la situación actual mediante el menú principal del sistema y comenzar con los requerimientos requeridos que vamos a utilizar para el desarrollo del sistema MathKids con la implementación de algoritmos de reconocimientos de gestos de la mano.	

Tabla 4 .Tarea de Ingeniería – Definición de la Situación Actual

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Formas para pintar y trazar figuras geométricas

HISTORIA DE USUARIO	
Historia N°: 02	Usuario:
Nombre de la Historia: Formas para pintar y trazar figuras geométricas	Puntuación:
	Iteración Asignada: 1
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo de Desarrollo: Alta
Programador Responsable: Rafael Barros Módulo: Formas Geométricas	
Descripción: Aquí agregamos formas de figuras geométricas para pintar y trazar figuras. Para pintar tenemos cuadrados, rectángulos, Triángulos y Círculos y colocar esas figuras en los dibujos seleccionados. Para trazos tenemos las mismas figuras donde unimos los vértices de cada cuadrado, triángulos, rectángulos, círculos. Todo esto lo hacemos con los Algoritmos de Reconocimiento de Gestos de la Mano con el sensor Kinect.	

Tabla 5.Formas para pintar y trazar figuras geométricas (situación actual)

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Contar figuras y operaciones (suma – resta)

HISTORIA DE USUARIO	
Historia N°: 03	Usuario:
Nombre de la Historia: Contar Figuras y Operaciones (Suma y Resta)	Puntuación: Iteración Asignada:2
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo de Desarrollo: Alta
Programador Responsable: Rafael Barros	Módulo: Contar Figuras Y Operaciones
Descripción: Aquí Desarrollaremos el Conteo de figuras con preguntas ejemplo: ¿Cuántos globos hay? , también se realizará operaciones matemáticas como suma y resta. Todo esto lo hacemos con los Algoritmos de Reconocimiento de Gestos de la Mano con el sensor Kinect.	

Tabla 6. Contar y Operaciones Matemáticas (situación actual)

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Ubicación de figuras

HISTORIA DE USUARIO	
Historia N°: 04	Usuario:
Nombre de la Historia: Ubicación de figuras (arriba, abajo, dentro, fuera)	Puntuación: Iteración Asignada:3
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo de Desarrollo: Alta
Programador Responsable: Rafael Barros	Módulo: Ubicación de Figuras
Descripción: Aquí Desarrollaremos y agregamos ubicación de figuras donde se hacen preguntas ejemplos: ¿Dónde está el sol? , donde existen opciones arriba y abajo. ¿Dónde están los chocolates? Donde existen opciones dentro o fuera. Todo esto lo hacemos con los Algoritmos de Reconocimiento de Gestos de la Mano con el sensor Kinect.	
Observaciones:	

Tabla 7. Ubicación de figuras (arriba, abajo, dentro, fuera) (situación actual)

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Comparación de figuras

HISTORIA DE USUARIO	
Historia N°: 05	Usuario:
Nombre de la Historia: Comparación de figuras	Puntuación: Iteración Asignada:4
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo de Desarrollo: Alta
Programador Responsable: Rafael Barros	Módulo: Comparación de figuras
Descripción: Aquí Desarrollaremos y agregamos comparación de figuras donde se hacen preguntas ejemplo: ¿Qué animal es más pequeño? Y seleccionamos la imagen que es correcta para el usuario. Todo esto lo hacemos con los Algoritmos de Reconocimiento de Gestos de la Mano con el sensor Kinect.	

Tabla 8. Comparación de figuras (situación actual)

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Configuración del sensor kinect

HISTORIA DE USUARIO	
Historia N°: 06	Usuario:
Nombre de la Historia: Configuración del Sensor Kinect	Puntuación: Iteración Asignada:5
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo de Desarrollo: Alta
Programador Responsable: Rafael Barros	Módulo: Configuración Sensor
Descripción: Aquí Desarrollaremos y agregamos la configuración del sensor Kinect donde aparece el rastreo del cuerpo o del esqueleto entero de la persona. También el ángulo o la ubicación en la que queremos colocar el sensor según la estatura del usuario para que pueda realizar bien los movimientos y gestos de la mano con su nivel de sensibilidad.	
Observaciones:	

Tabla 9. Configuración del Sensor Kinect

Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

4.1.2. Código para el reconocimiento de los gestos de la mano

Se utilizo los eventos Loaded y Closed donde vamos a implementar la inicialización y finalización del uso del sensor

En evento Loaded tenemos que añadir el método Initialize **la opción de usar el Skeletal Tracking** con el sensor y el evento SkeletonFrameReady, donde obtenemos el esqueleto y la posición de las partes del cuerpo que vamos a utilizar en el reconocimiento de gestos, en este caso las posiciones de la mano.

Código del Loaded:

```
kinect = new Runtime ();  
kinect.Initialize (RuntimeOptions.UseDepthAndPlayerIndex |  
RuntimeOptions.UseSkeletalTracking);  
kinect.SkeletonFrameReady += new  
EventHandler<SkeletonFrameReadyEventArgs>(kinect_SkeletonFrameReady);
```

Código del evento SkeletonFrameReady:

```
void kinect_SkeletonFrameReady(object sender, SkeletonFrameReadyEventArgs  
e)  
{  
    foreach (SkeletonData skeleton in e.SkeletonFrame.Skeletons)  
        if (skeleton.TrackingState == SkeletonTrackingState.Tracked)  
        {  
            Vec3 handRight = new Vec3();
```

```
        handRight.X = skeleton.Joints[JointID.HandRight].Position.X;
        handRight.Y = skeleton.Joints[JointID.HandRight].Position.Y;
        handRight.Z = skeleton.Joints[JointID.HandRight].Position.Z;
        //Código del detector
    }
}
```

Implementar el reconocimiento

Para poder identificar gestos vamos a necesitar 2 listas, una de tipo Vec3 para almacenar las posiciones que vamos obteniendo y otra para llevar la cuenta de los gestos que hemos identificado.

```
List<Vec3> positionList = new List<Vec3>();
List<Gesture> gestureAcceptedList = new List<Gesture>();
```

4.2. Método de experimentación

Para este trabajo de investigación se utilizó el método cuasi – experimental, ya que es el que más se ajusta a las necesidades de este proyecto.

4.2.1. Diseño Preprueba – Posprueba de un solo grupo

En este diseño se aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo.



Dónde:

X= Desarrollo de Algoritmos de reconocimiento de gestos de la mano utilizando el sensor Kinect.

O1= Previo desarrollo de algoritmos de reconocimiento de gestos de la mano.

O2= Posterior desarrollo de algoritmos de reconocimiento de gestos de la mano.

Se realizó el desarrollo de algoritmos, para determinar si existía el reconocimiento de gestos de la mano con el sensor Kinect, y nos dimos cuenta que fue eficiente la interacción entre hombre - máquina en tiempo real.

4.3. Análisis de resultado

La comprobación de este trabajo de investigación fue positiva con la utilización de esta nueva tecnología como es el sensor Kinect y la aplicación MathKids. Después desarrollé algoritmos de reconocimientos de gestos de la mano con redes neuronales para que niños, niñas en etapa inicial puedan afianzar sus habilidades sicomotoras y mentales con figuras geométricas, problemas matemáticos, ubicación de objetos y comparación de animales, para la interacción entre Hombre - máquina.

4.4. Planteamiento de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, se realizaron dos tipos de pruebas, la primera se utilizó el mouse y la aplicación MathKids ya desarrollada pero sin los algoritmos de reconocimientos de gestos de la mano, y la segunda se realizó con el sensor Kinect y la aplicación MathKids ya desarrollada pero con los algoritmos de reconocimientos de gestos de la mano, para comprobar la interacción entre hombre – máquina en tiempo real.

4.4.1. Tiempo de reconocimiento y detección con el mouse en la aplicación MathKids

TIEMPO DE DETECCIÓN Y RECONOCIMIENTO, UTILIZANDO SOLO EL MOUSE SIN LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)		
Menú de la aplicación MathKids	Reconocimiento (Mouse)	DETECCION DE GESTOS DE LA MANO
FORMAS DE FIGURAS	3	NO
CONTAR OBJETOS	4	NO
UBICACIÓN DE FIGURAS	3,8	NO
COMPARAR FIGURAS	2,3	NO
PROMEDIO	3,28	NO

Tabla 10. Reconocimiento y detección con el mouse
Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

4.4.2. Tiempo de reconocimiento y detección con el sensor kinect en la aplicación MathKids.

TIEMPO DE DETECCIÓN Y RECONOCIMIENTO, UTILIZANDO EL SENSOR KINECT CON LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)		
Menú de la aplicación MathKids	Reconocimiento (Mouse)	DETECCION DE GESTOS DE LA MANO
FORMAS DE FIGURAS	2	SI
CONTAR OBJETOS	3,5	SI
UBICACIÓN DE FIGURAS	4	SI
COMPARAR FIGURAS	2,5	SI
PROMEDIO	3	SI

Tabla 11. Reconocimiento y detección con el sensor Kinect
Autor: Nicandro Rafael Barros Rengifo

Se plantean dos hipótesis, la hipótesis nula, y la hipótesis alterna.

Hipótesis Nula (Ho): Un sistema de reconocimiento utilizando el mouse en la aplicación MathKids no es efectivo para la interacción entre hombre-máquina.

$$X1 < X2$$

Donde:

X1= Prueba sin el sensor

X2= Prueba con el sensor

Hipótesis Alterna (Ha): Un sistema de reconocimiento utilizando el sensor Kinect en la aplicación MathKids es efectivo para la interacción entre hombre – máquina.

$$X1 > X2$$

Donde:

X1= Prueba con el sensor

X2= Prueba sin el sensor

4.5. Dimensión utilización

La Aplicación MathKids con los reconocimientos de gestos de la mano presenta una interfaz rápida y amigable lo que permite al usuario un fácil manejo para la manipulación de los gestos de la mano, así como también a los Directores de las escuelas educativas para el uso de los niños en desarrollo intelectual.

4.6. Dimensión escalabilidad

La aplicación MathKids con los reconocimientos de gestos de la mano tiene la capacidad de seguir creciendo, puesto que se desarrolló de una forma modular en la que se pueden agregar nuevas funciones y opciones según futuros requerimientos como el reconocimiento de voz que tiene el sensor Kinect.

4.7. Dimensión eficiencia

Como se muestra en la aplicación MathKids con los reconocimientos de gestos de la mano, se ve el cambio esperado ya que con el sistema ya no hacemos el uso de ningún dispositivo y es muy eficiente al momento de utilizarlo con los movimientos de los gestos de la mano sin la necesidad de utilizar un mouse, cabe recalcar que este sistema solo funciona con el sensor Kinect.

4.8. Dimensión confiabilidad

Como se muestra en la aplicación MathKids con los reconocimientos de gestos de la mano, se logra confiabilidad en los resultados que se requieren del Proyecto, puesto que los avances son registrados directamente en base a los reconocimientos de gestos de la mano, ya que no tendríamos problemas al utilizar la aplicación MathKids con los gestos de la mano, con lo que se eliminan los dispositivos de entrada en el computador.

4.9. Dimensión seguridad

Con ayuda de la Aplicación MathKids con los reconocimientos de gestos de la mano que hemos desarrollado en esta Tesis de Grado, se logra obtener un alto nivel de integridad en los reconocimientos de gestos de la mano, puesto que los avances realizados por el usuario no deben ser manipuladas por una segunda persona, sino por una sola, al momento de utilizar la aplicación, ya que el sistema solo funciona con un solo usuario a la vez y da la posibilidad del que programa funcione correctamente.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2. Conclusiones

El presente trabajo de tesis nos lleva a concluir en base a las pruebas realizadas y a los resultados obtenidos de la comprobación de hipótesis, que el reconocimiento de gesto de la mano con el sensor Kinect, implementado en la aplicación MathKids fue desarrollado correctamente.

A medida que se fue avanzando en el desarrollo del trabajo de investigación se puede dar que una de las características que conlleva, al sistema MathKids mediante la interfaz del sensor Kinect con el reconocimientos de gestos de la mano, permitió interacción entre hombre –máquina.

Nos podemos dar cuenta que con la implementación de OpenNI el trabajo fue más fácil para los movimientos de la mano y así poder interactuar entre hombre - máquina.

El uso de reconocimientos de gestos de la mano mediante el sensor Kinect fue de gran importancia para la eficiencia del desarrollo motriz y sicomotor de los niños para dar un manejo más útil a la aplicación MathKids con la tecnología de este sensor.

Este sistema de reconocimiento de gestos de la mano es favorable para la educación Básica del Ecuador, ya que anteriormente no se contaba con ningún tipo de aplicación, como es MathKids que ayude al desarrollo de los niños desde su primera etapa de estudio infantil.

5.3. Recomendaciones

Para el correcto funcionamiento de la aplicación MathKids se realizó varias pruebas y nos dimos cuenta que fue desarrollado correctamente utilizando el sensor Kinect para el reconocimiento de gestos de la mano.

Se recomienda que para la interacción entre hombre – máquina es necesario utilizar la implementación de reconocimientos de gestos de la mano basada en la tecnología Kinect.

Se recomienda que para el reconocimiento de gestos de la mano mediante el sensor Kinect, es muy importante utilizar la librería OpenNI para interpretar las señales de la mano.

El programa MathKids cuenta con un avanzado sistema de reconocimiento de gestos de la mano basada en la tecnología Kinect, para que los niños desarrollen sus destrezas y habilidades mentales y sicomotoras.

Para el correcto funcionamiento de la aplicación MathKids con el sensor Kinect se tiene que saber que al estar al frente de este sensor se debe tomar una distancia correcta que es no menos de 1,5 metros y no más a 3 metros de distancia.

Se recomienda a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería implemente la investigación de este proyecto ya que el sensor Kinect cuenta con el reconocimiento de voz pero hay que implementarlo a la aplicación que realice en el trabajo de tesis.

CAPITULO VI
LECTURAS CITADAS

6. LECTURAS CITADAS

6.1. Bibliografía

- Franklin D. Roosevelt, 1° de enero de
- www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm
- <http://proton.ucting.udg.mx/~redblade/Paginas/Robotica/Tareas/sensores/Sensores.html>
- Borenstein, G. (2011). *Making things see 3d with arduino and kinect*. O'REILLY
- Kean, S., Hall, J., & Perry, P. (2011). *Meet the kinect*. Technology in action.
- Vargas Elizondo, C. (2005) *Ética y tecnología en el desarrollo humano* Costa Rica: LUR.
- Esquirol, Josep M. (2006) *El respeto o la mirada atenta: una ética para la era de la ciencia y la tecnología* Barcelona: Gedisa.
- <http://www.ideasgeek.net/2010/11/10/funcionamiento-del-sensor-de-movimiento-en-kinect/>
- www.xbox.com/es-MX/Kinect/GetStarted
- Momin Al-Ghosien, Samuel Mann, Alex Kipman, Robert Craig y Parham Mohadjer. Fila de atrás: Adam Green (jubilado), Craig Peeper, Matt Bronder, Jamie Shotton y Mark Finocchio.
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución del Ecuador 2008
- Tomasz Kowalczyk Publicado: 2011-09-26
- Helena Ramírez 27/7/99
- Campbell, D. y Stanley, J. (1978). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires, Amorrourtu Editores.

- Beck, K. "Extreme Programming Explained. Embrace Change", Pearson Education, 1999. Traducido al español como: "Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio", Addison Wesley, 2000.

6.2. Enlaces web

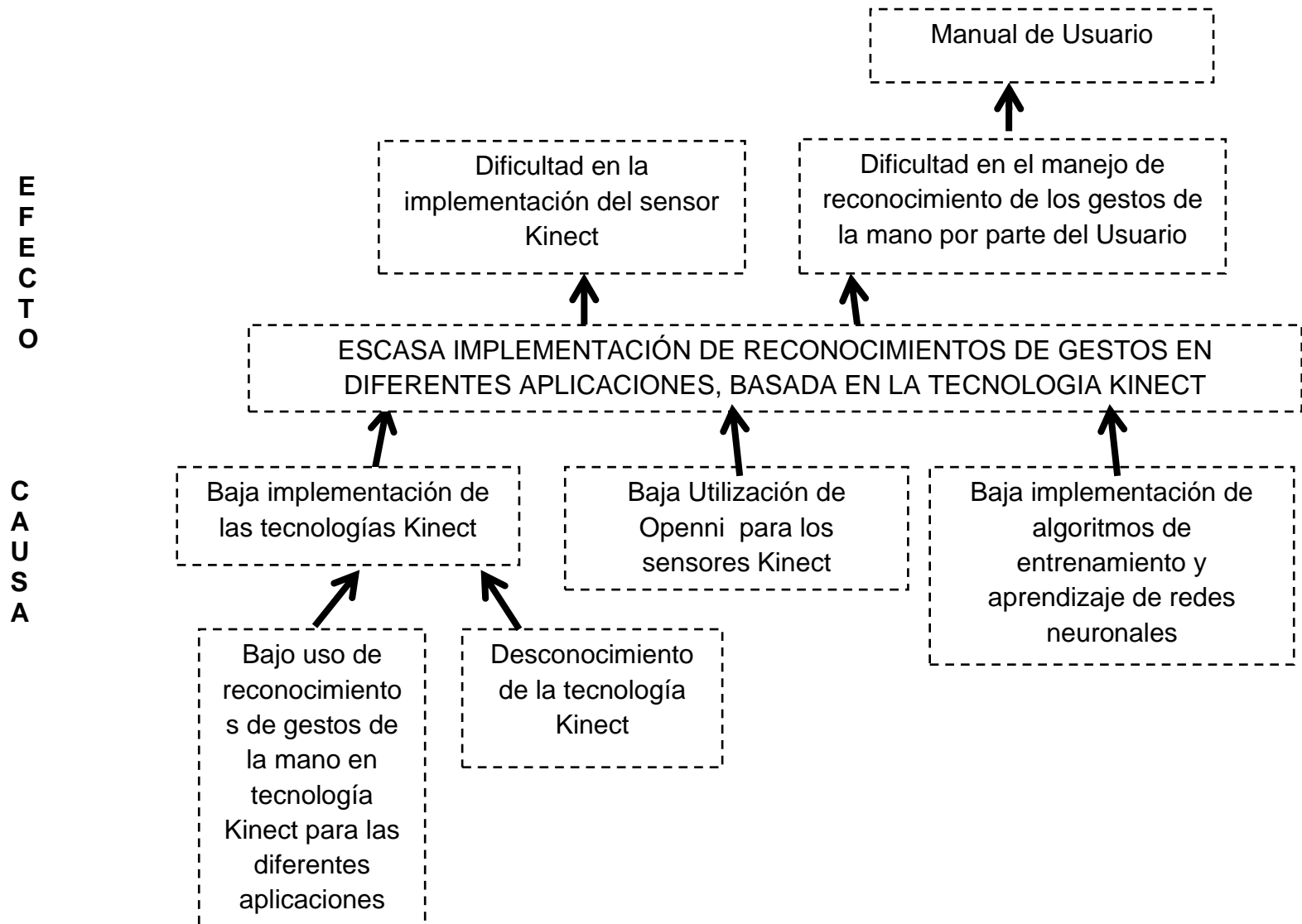
- http://earchivo.uc3m.es/bitstream/10016/16846/1/TFG_Estefania_Fernandez_Sanchez.pdf
- http://eprints.ucm.es/13737/1/Adri%C3%A1n_S%C3%A1nchez_Cuervo_-_TFM.pdf
- http://eprints.ucm.es/16073/1/Interaccion_personacomputador_basada_en_el_reconocimiento_visual_de_manos.pdf
- <http://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2012/tesisSergioPeralta.pdf>
- <http://www.openni.org/>
- <http://blogs.msdn.com/b/esmsdn/archive/2011/08/22/reto-sdk-kinect-reconocer-gestos-con-skeletal-tracking.aspx>
- http://eprints.ucm.es/16073/1/Interaccion_persona-computador_basada_en_el_reconocimiento_visual_de_manos.pdf
- <http://www.dlifemagazine.com/index.php/menu-tendencias/item/2321-se%C3%B1ales-wi-fi-como-sistema-de-reconocimiento-de-gestos#.UfCrsW13-f4>
- <http://blogs.msdn.com/b/esmsdn/archive/2011/08/22/reto-sdk-kinect-reconocer-gestos-con-skeletal-tracking.aspx>
- <http://mey.cl/apuntes/disenosunab.pdf>

CAPITULO VII

ANEXOS

7. Anexos

ÁRBOL DE PROBLEMA



MATRIZ DE HIPOTESIS

	Problema	Objetivo	Hipótesis
Generales	¿De qué manera desarrollaremos un sistema informático de reconocimientos de gestos de la mano, basado en Kinect?	Realizar un sistema de reconocimiento en tiempo real que obtenga gestos de la mano, basado en la tecnología Kinect.	El desarrollo de un sistema de reconocimiento de gestos de la mano basado en Kinect, permite implementar el reconocimiento en tiempo real de gestos tales como mano abierta, dedos levantados, mano cerrada y el arrastre de figuras basado en la indicación de nuestra mano.
Específicos o Derivados	¿Cómo desarrollar algoritmos de reconocimientos de gestos manuales de los usuarios?	Desarrollar algoritmos de reconocimientos de gestos en la mano por parte del usuario para ser aprendidos.	El uso de algoritmos de reconocimiento de gestos en la mano ayudo a los usuarios para poder ser aprendidos correctamente.
	¿Cómo implementar OpenNI para interpretar las señales del sensor Kinect?	Implementar OpenNI para el desarrollo del sensor Kinect.	El estudio y aprendizaje de OpenNI ayudo a desarrollar el sistema de reconocimientos de gestos para la tecnología Kinect.
	¿Se lograra aplicar el aprendizaje y entrenamiento mediante redes neuronales?	Aplicar algoritmos de entrenamiento y de aprendizaje de redes neuronales para compararlos y obtener el mejor resultado.	El uso de algoritmos de entrenamiento y de aprendizaje de redes neuronales permitió compararlos para así obtener mejores resultados.

MATRIZ DE OBJETIVOS

PROBLEMA	OBJETIVO	RESULTADO ESPERADO
¿De qué manera desarrollaremos un sistema informático de reconocimientos de gestos de la mano, basado en Kinect?	Realizar un sistema de reconocimiento en tiempo real que obtenga gestos de la mano, basado en la tecnología Kinect.	Se demuestra un mejor movimiento de los gestos de la mano y no solo eso, sino también reconoce hasta 20 partes del cuerpo diferentes, con la implementación del sensor Kinect.
¿Cómo desarrollar algoritmos de reconocimientos de gestos manuales de los usuarios?	Desarrollar algoritmos de reconocimientos de gestos en la mano por parte del usuario para ser aprendidos.	El usuario aprendió y se le hizo fácil el manejo de reconocimiento de los gestos de la mano en tiempo real mediante el sensor Kinect.
¿Cómo implementar OpenNI para interpretar las señales del sensor Kinect?	Implementar OpenNI para el desarrollo del sensor Kinect.	Con la librería OpenNI se pudo implementar los movimientos de la mano, basado en la tecnología Kinect.
¿Se logrará aplicar el aprendizaje y entrenamiento mediante redes neuronales?	Aplicar algoritmos de entrenamiento y de aprendizaje de redes neuronales para compararlos y obtener el mejor resultado.	Mejor manejo de entrenamiento y de aprendizaje no solo para adultos, sino también para niños y niñas.

CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE LA TESIS																								
PROBLEMA: ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE GESTOS DE LA MANO BASADO EN TECNOLOGÍA KINECT																								
GRUPO:					A efectuarse: AGOSTO 2013 A DICIEMBRE 2013										RESPONSABLE: Nicandro Rafael Barros Rengifo									
Duración – Tiempo																								
					AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
Actividades					I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Organización y conformación de los grupos por el Coordinador del Módulo.					X																			
Elaboración del tema y cronograma de trabajo						X																		
Investigaciones y consultas							X																	
Elaboración de la introducción							X																	

problematización																				
Elaboración de la justificación y objetivos			X																	
Elaboración de la hipótesis.			X	X																
Matriz de conceptualización				X																
Fundamentación teórica					X	X														
Métodos y materiales de la investigación									X											
Recursos y presupuesto									X	X										
Desarrollo del sistema					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Resultados																				
Conclusiones																				

MANUAL DE USUARIO

MATH KIDS

MathKids es una herramienta educativa con el objetivo de fortalecer el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas para niños que cursan grado transición de la educación preescolar. Esta herramienta está basada en el paradigma de Interfaces Naturales De Usuario y hace uso de la tecnología Kinect de la XBOX 360 permitiendo que la forma de interacción de los niños con la herramienta sea completamente natural; es decir, que interactúen a través de gestos y movimientos corporales.

La herramienta está diseñada para que los niños en compañía de la profesora realicen un conjunto de actividades que le ayudarán a fortalecer y afianzar los conocimientos y el desarrollo de las competencias del grado.

Las actividades están enfocadas al desarrollo de las competencias de conteo, comparación, ubicación e identificación y trazado de figuras geométricas.

1. PRESENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA (MANUAL DE USUARIO)

La herramienta ofrece un entorno completamente amigable para los niños, de tal manera que mientras ellos se sienten inmersos en un espacio de diversión, implícitamente se desarrolla un proceso de enseñanza acorde a las competencias de su grado. La siguiente es la interfaz principal de la herramienta educativa:

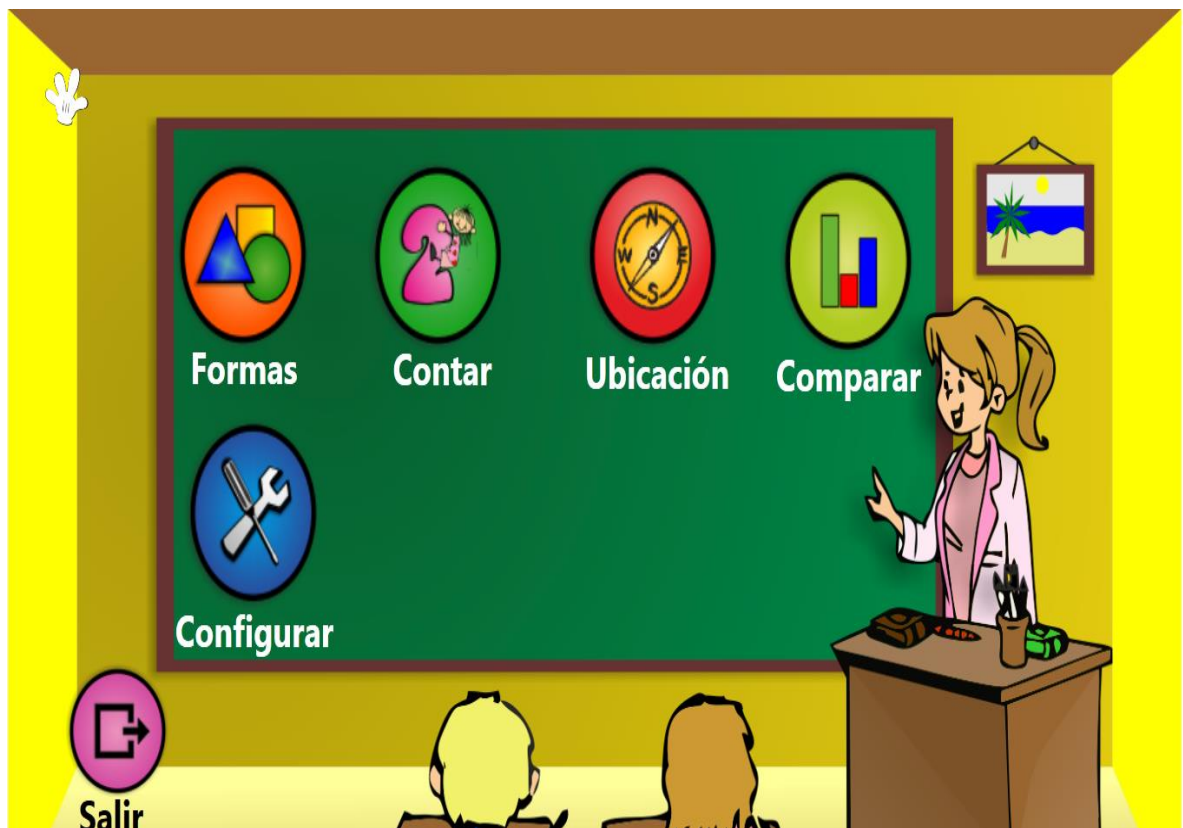


Figura 23. Interfaz principal de la aplicación.

Se puede observar una interfaz cuya intención es ofrecer a los niños un ambiente escolar, permitiéndoles sentirse familiarizados a su entorno real de aprendizaje. En la imagen se puede identificar cuatro actividades, estas actividades se relacionan a las competencias fundamentales del área de las matemáticas. Los mecanismos principales de interacción con la aplicación son los eventos de desplazar el cursor a través del movimiento natural de la mano (sin mantener el brazo extendido) y para accionar eventos debe extender el brazo hacia delante.

A continuación se describen cada una de las actividades que los niños pueden realizar una vez interactúen con la aplicación. El desarrollo de estas actividades

responden a requerimientos que los profesores dentro de los lineamientos metodológicos del grado transición:

IDENTIFICACIÓN Y TRAZADO DE FORMAS

La siguiente imagen, muestra un sub menu para la realizacion de las actividades concerniente a Figuras geométricas.

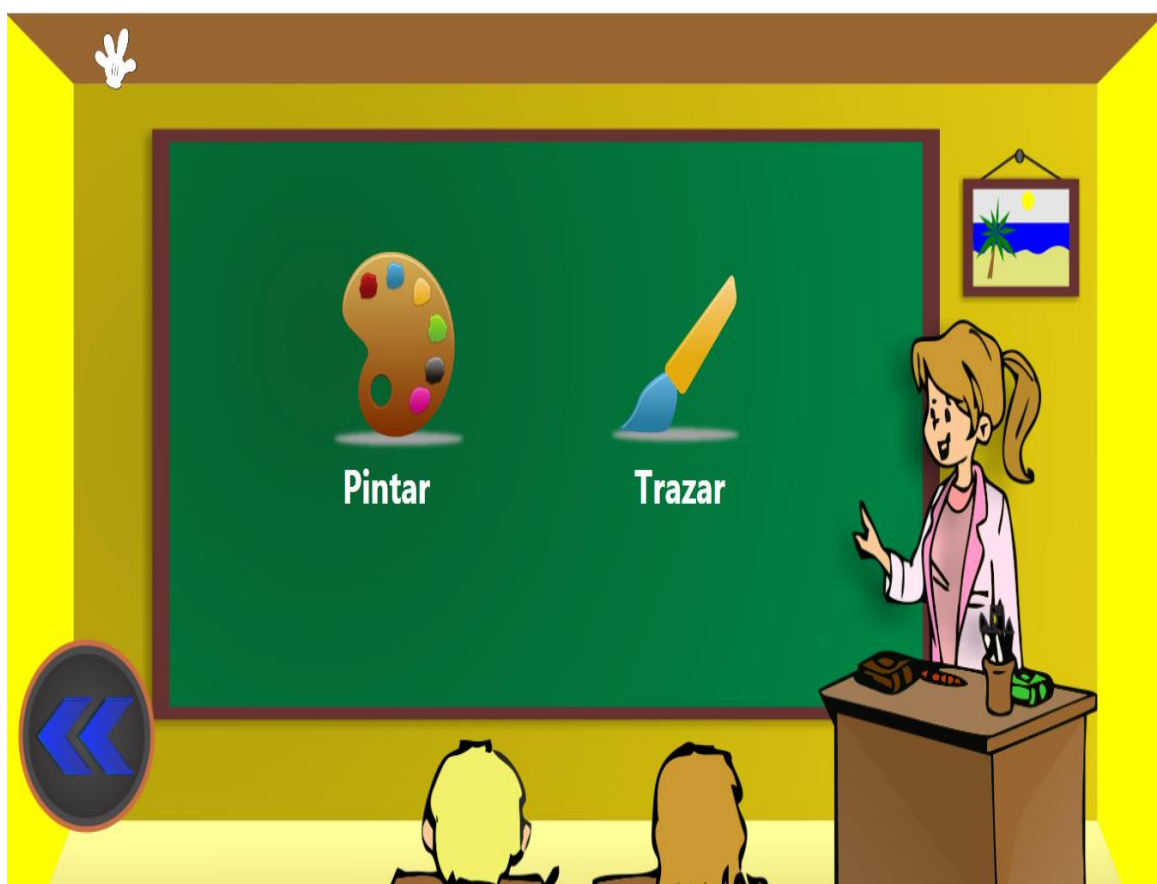


Figura 24. Menú actividades de Formas.

La actividad comprende la identificación de figuras geométricas planas y el trazado de las mismas. Las figuras que principalmente componen el desarrollo de estas actividades son: triángulos, círculos, cuadrados, rectángulos y rombos.

Pintar

La imagen siguiente, describe la actividad de formas cuya intención es fortalecer los logros en cuanto a la identificación de las diferentes figuras geométricas planas.

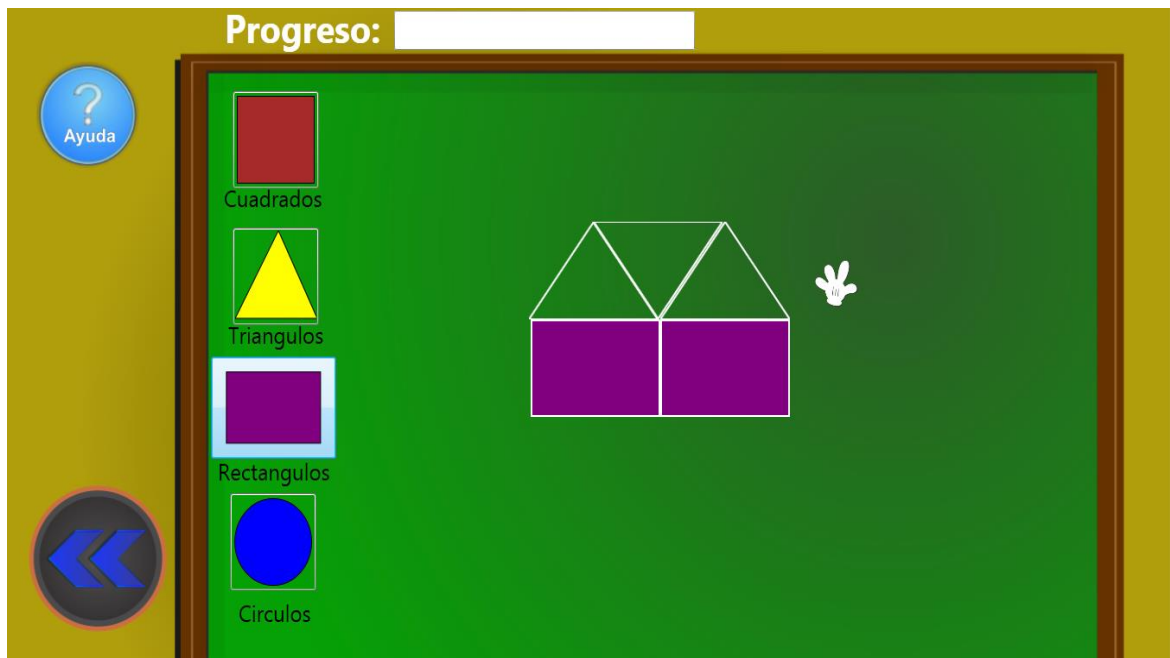


Figura 25. Actividad pintar formas geométricas planas.

La actividad consiste en presentar un dibujo conformado por figuras geométricas. Los niños deben identificar cada una de las figuras que comprenden el dibujo y seleccionar el color que se asocia a la figura correspondiente. La finalidad es colorear el dibujo con el color adecuado asignado a una figura.

La acción de seleccionar el color y colorear la figura se realiza mediante el gesto natural de arrastrar la mano hacia la figura, seleccionarlo mediante el evento de extender la mano.

TRAZAR

La siguiente imagen, describe la actividad destinada a fortalecer el proceso de trazado de figuras geométricas planas. Afianzando los conceptos de estructura de las figuras, número de vértices, lados que las integran y las características de una figura en particular. Por ejemplo: para la figura del Cuadrado, el niño fortalezca los conceptos relacionados a cuantos vértices posee, los lados y sus características.



Figura 26. Actividad Trazar figura geométrica plana.

La actividad consiste en presentar los vértices que conforman una figura geométrica indicada, como se ilustra en la imagen anterior; y mediante los gestos naturales de arrastrar ambas manos, los niños deben ubicar las manos en los vértices respectivos, como se ilustra en la siguiente figura:



Figura 27. Ubicación de las manos en los vértices de la figura.

Los niños deben trazar la figura completamente para poder finalizar la actividad.

ACTIVIDAD PARA CONTAR

En las siguientes imágenes se ilustra la actividad de Contar. Esta actividad tiene como finalidad, fortalecer o afianzar las nociones de conteo y cantidad en los niños. La actividad consiste en presentarles a los niños un ejercicio que les permita aplicar un proceso de conteo, ya sea a través del uso de una suma o resta acorde a sus capacidades o del uso de elementos donde puedan identificar la cantidad.



Figura 28. Actividad Contar.

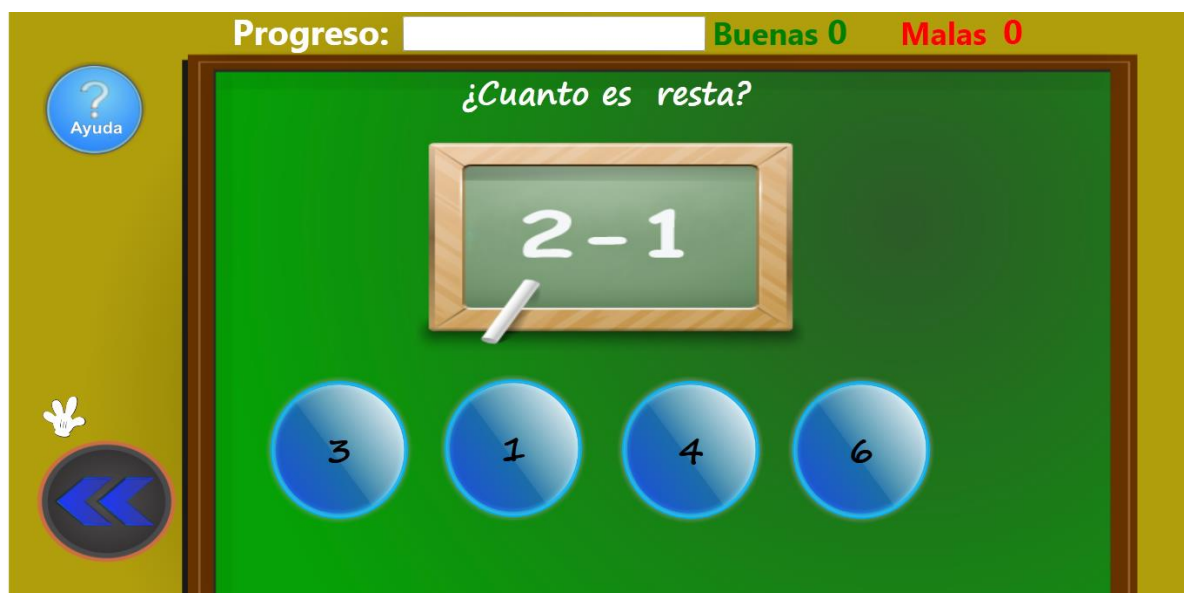


Figura 29. Actividad Contar.

Los niños deben identificar la respuesta al ejercicio en las opciones de respuesta que se ubican en la parte inferior en los círculos de color azul. Y con el gesto natural de seleccionar deben escoger la respuesta indicada.

La actividad lleva un registro de los puntos positivos o negativos que el niño vaya consiguiendo mientras desarrolla la actividad

ACTIVIDAD PARA COMPARAR OBJETOS

La actividad de comparación, se ilustra en la siguiente figura. El objetivo de esta actividad es afianzar las nociones de comparación en los niños, a fin de que puedan determinar aspectos como: ¿Quién es más grande, veloz, alto, gordo, pesado, pequeño, lento, entre otros?



Figura 30. Actividad Comparar.

Los niños en esta actividad, deben escuchar la pregunta o leerla en la parte superior del tablero. Observando la imagen, puedan determinar la respuesta correcta. La acción de seleccionar la respuesta correcta consiste en arrastrar la mano a la imagen correspondiente y efectuar el evento natural de seleccionar.

Esta actividad al igual que la de Contar, permite llevar un conteo de aciertos y desaciertos de los niños permitiendo a los profesores identificar los niveles de desarrollo de competencias

ACTIVIDAD DE POSICIÓN ESPACIAL

Esta actividad tiene como objetivo fortalecer las nociones de ubicaciones espaciales, que los niños puedan fácilmente identificar la ubicación de los objetos en relación a los otros objetos que los rodean. Por ejemplo: Dentro, Fuera, Arriba, Abajo, delante, detrás.



Figura 31. Actividad Posición espacial.

El desarrollo de esta actividad consiste en escuchar o leer la pregunta y con relación a la imagen, se presentan dos opciones de respuesta. El niño con la acción de arrastrar, ubica la mano la respuesta correcta y con el evento

CONSIDERACIONES

Una vez que estén instalados todos los requerimientos especificados anteriormente, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos, que son los que normalmente se encuentran en la página de Microsoft en el apartado Configurar sensor Kinect para Windows.

- ✓ Asegúrese de que su equipo ejecuta Windows 7 o Windows 8 y tiene instalados los controladores más recientes de Windows Update.
- ✓ El uso de esta aplicación requiere uso considerable de CPU (Se recomienda, equipos con procesadores i3 en adelante), video (Se recomienda memoria de video de 512 Mb en adelante) y memoria RAM (Se recomienda memoria RAM mínima de 4 G en adelante). Procurar ejecutar la aplicación en un equipo con buenas características de C.P.U. y GPU.
- ✓ Centre el sensor horizontalmente delante de su monitor o pantalla, o siga las instrucciones de configuración de la aplicación.
- ✓ Coloque el sensor en una superficie plana y estable, alejado de los bordes.
- ✓ No lo coloque sobre un altavoz estéreo ni en una superficie que vibre.
- ✓ No incline manualmente el sensor.
- ✓ Compruebe que el sensor se pueda inclinar libremente, y que no haya cables de alimentación, cables del equipo u otros objetos sólidos que obstruyan la parte delantera del sensor.
- ✓ Mantenga el sensor alejado de la luz directa del sol.
- ✓ Mantenga limpia la lente.
- ✓ Si usa un accesorio de montaje, asegúrese de montar el sensor correctamente.
- ✓ Si usa Kinect para Windows con una televisión de proyección frontal, consulte Usar Kinect con televisores de proyección frontal.

MANUAL DE INSTALACION

INSTALACION DE COMPONENTES

Para la instalación y posterior uso de la herramienta se necesitan tener instalado en el computador:

✓ **MICROSOFT .NET FRAMEWORK 4**

.NET Framework es el modelo de programación completo y coherente de Microsoft para compilar aplicaciones que ofrezcan una sensacional experiencia visual del usuario, comunicación perfecta y segura, y la capacidad de modelar una amplia gama de procesos empresariales.

Para descargarlo solo debemos entrar a la página de Microsoft (<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=17851>). Y para su instalación es necesario tener una conexión a internet.

✓ **KINECT PARA WINDOWS SDK**

Este lo podemos encontrar de forma gratuita en la página de Microsoft (<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/developer-downloads.aspx>), de forma gratuita y accesible para toda clase de público.

Los requerimientos mínimos para ejecutar el SDK de Windows en nuestro equipo los podemos encontrar en la página oficial de Microsoft: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855359.aspx>.

Su instalación es sumamente sencilla puesto que una vez descargado el archivo .exe, basta con dar clic sobre este y seguidamente de siguiente, siguiente hasta completar la instalación. A continuación se muestra el proceso de instalación.

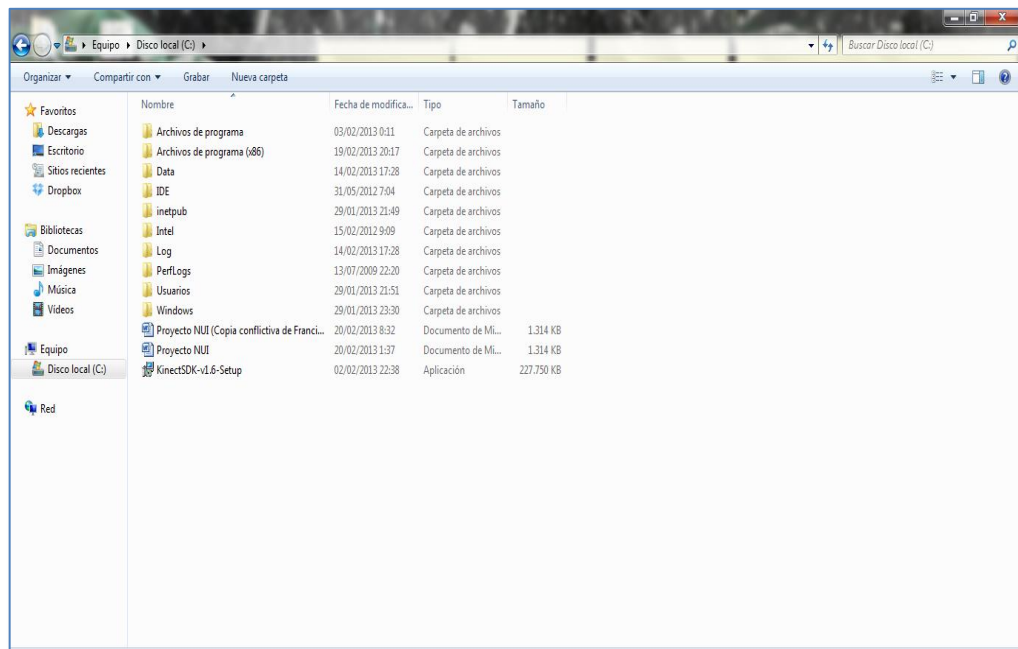


Figura 32. Visualizamos el instalador una vez descargado.

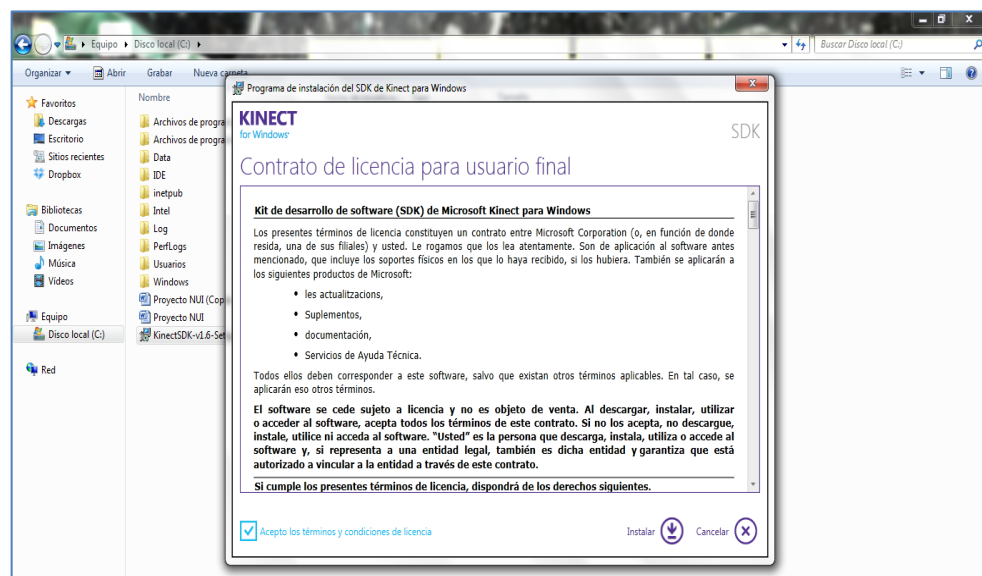


Figura 33. Aceptamos términos y condiciones de uso.

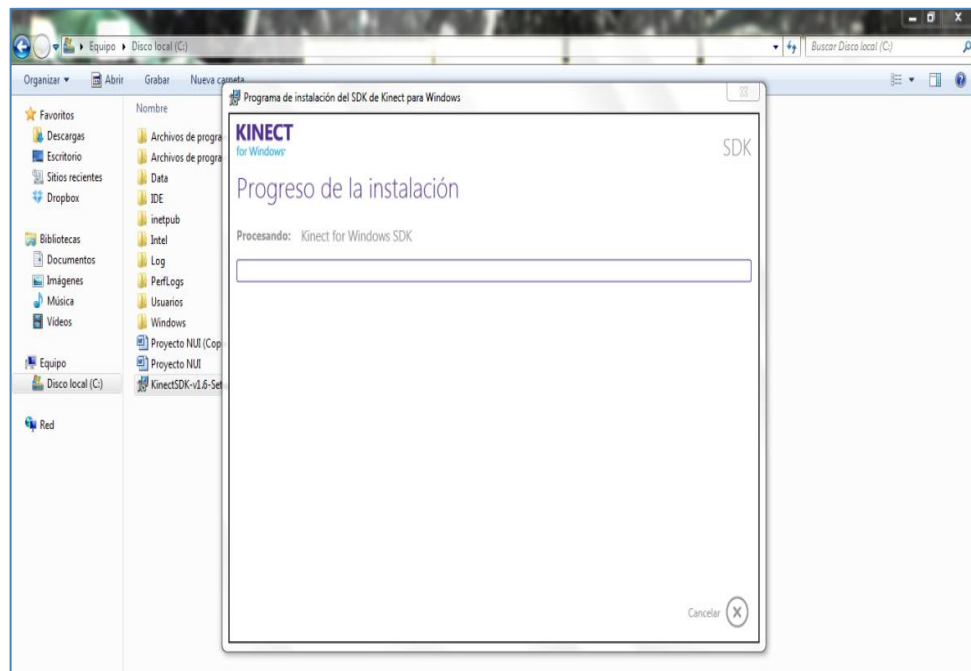


Figura 34. Se inicia el proceso de instalación.

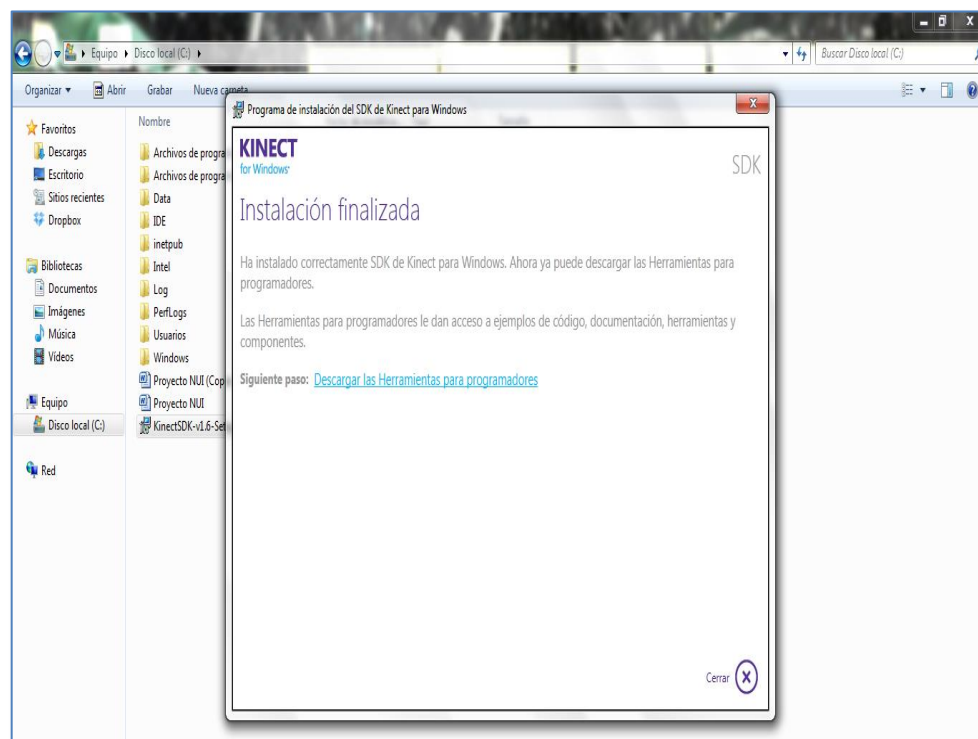


Figura 35. Finaliza el proceso de instalación.

INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN

1. Ejecutar el instalador MathKids.exe y presionar boton Next

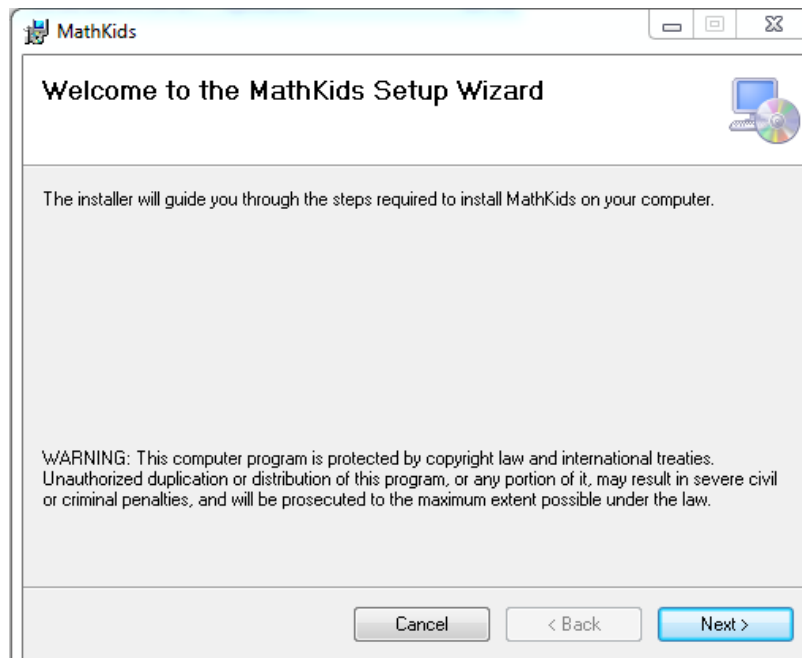


Figura 36. Instalador de MathKids

2. Seleccione la carpeta de instalación y presione botón Next

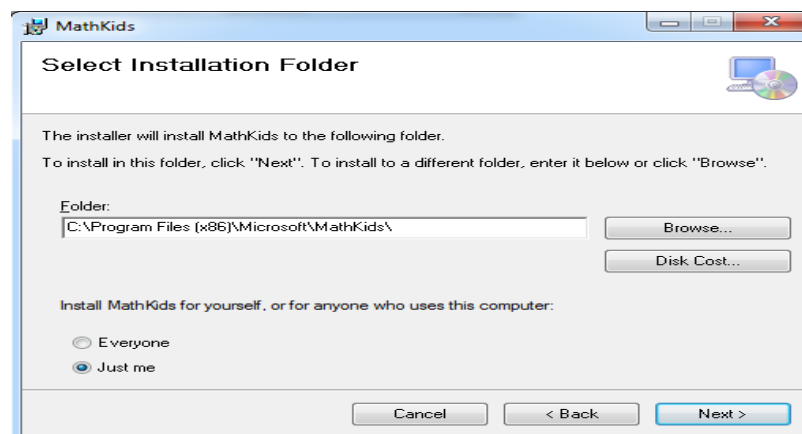


Figura 37. Selección de la carpeta de Instalación

3. Confirmar proceso de instalación.

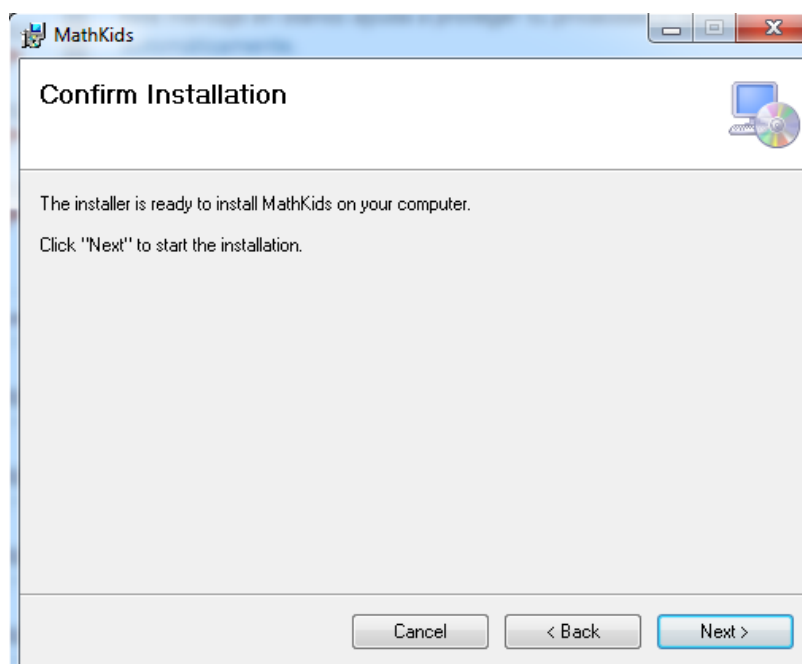


Figura 38. Proceso de Instalación

4. Esperar que el proceso finalice

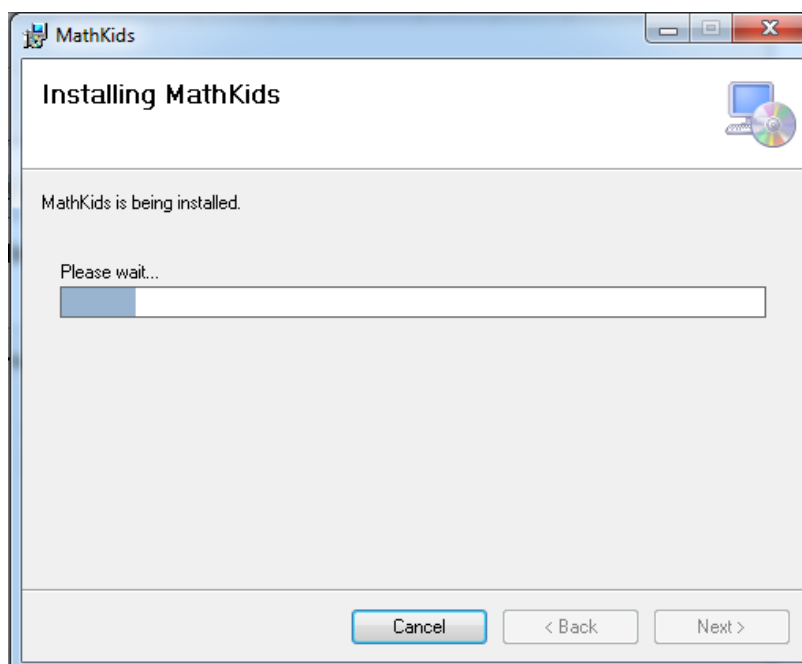


Figura 39. Proceso de instalación Finalizada

5. Una vez termine el proceso cerrar el instalador.

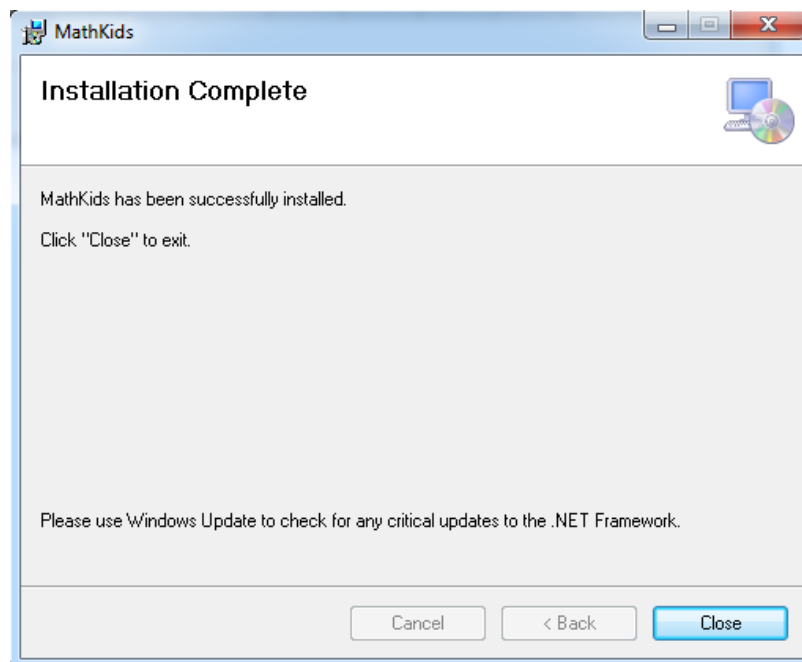


Figura 40. Cerrar la ventana de instalación

