



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO DEL
PERSONAL MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 3D
PARA EMPRESAS PÚBLICAS O PRIVADAS”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado de:

**INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORES: XIMENA ALEXANDRA VARGAS VIMOS

TUTOR: ING. EDWIN VINICIO ALTAMIRANO SANTILLÁN

Riobamba, Ecuador

2016

©2016, Ximena Alexandra Vargas Vimos

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Ximena Alexandra Vargas Vimos

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que la investigación: “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO DEL PERSONAL MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 3D PARA EMPRESAS PÚBLICAS O PRIVADAS”, de responsabilidad de la señorita Ximena Alexandra Vargas Vimos, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación

NOMBRES

FIRMAS

FECHA

Dr. Miguel Tasambay.PhD

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Jorge Paucar

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERIA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

Ing. Edwin Altamirano

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Geovanny Vallejo

**MIEMBRO DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

**NOTA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN:**

Yo, Ximena Alexandra Vargas Vimos, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la escuela superior politécnica de Chimborazo

XIMENA ALEXANDRA VARGAS VIMOS

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor y cariño en primer lugar a Dios, por haberme brindado la oportunidad de superarme día tras día, mantenerme firme en la lucha por cumplir con mis objetivos y haber estado en los momentos que creía desfallecer. A mis padres, mis hermanos y mi esposo por el apoyo brindado siempre y por ser el pilar fundamental durante el trayecto de mi carrera. En especial a mi hijo Jordy porque él es mi motivación para seguir superándome.

Dedico también este proyecto, a todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica, los cuales dejaron en mí una enseñanza muy grande no solo académicamente sino también personalmente, estoy seguro, que sus enseñanzas me serán de gran utilidad para enfrentar mi futura vida profesional.

Ximena Vargas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de ser una profesional y a todo su plantel docente de la Carrera de Ingeniería electrónica en control y redes industriales, por brindarnos los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica de elite que me permitirá desarrollarme profesionalmente en el futuro.

De igual manera agradecerle al Ing. Edwin Vinicio Altamirano Santillán, director de tesis, por su brindarme sus conocimientos, su tiempo, y su motivación durante la ejecución de este proyecto inculcando en mi un sentido de responsabilidad y rigor académico.

Ximena Vargas.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO

PORTADA.....	i
DERECHOS DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO I	
1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	23
1.1. VISION ARTIFICIAL.....	23
1.2. CONDICIONES NECESARIAS PARA LA VISIÓN ARTIFICIAL.....	23
1.2.1. Adquisición de imágenes.....	24
1.2.2. Sistema de iluminación.....	25
1.3. BIOMETRÍA.....	26
1.4. RECONOCIMIENTO FACIAL.....	27
1.4.1. Algoritmos y técnicas de reconocimiento facial.....	28
1.4.2. Tecnología para el reconocimiento facial.....	29
1.5. RECONOCIMIENTO EN 3D.....	30
1.6. KINECT.....	32
1.6.1. Partes del Kinect.....	32
1.7. SISTEMA DE REGISTRO Y ACCESO DE PERSONAS.....	39
1.7.1. Métodos Utilizados.....	39
1.8. Software para el desarrollo de reconocimiento de facial.....	40
1.8.1. Matlab.....	40

1.8.2.	Labview	41
1.8.3.	Open CV	41
1.8.4.	OpenFACE	42
CAPITULO II		
2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	43
2.1.	VISIÓN Y ALCANCE.	43
2.1.1.	Definición del problema.	43
2.1.2.	Visión del proyecto.	43
2.1.3.	Ámbito del proyecto.	43
2.1.4.	Herramientas a utilizar.	44
2.1.5.	Análisis y gestión del riesgo en la implementación.....	45
2.1.6.	Análisis económico.....	46
2.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.....	46
2.2.1.	Diseño del software	46
2.2.2.	Análisis de los requerimientos del software.	47
2.2.3.	Instalación del software y el driver necesario.	47
2.2.3.1.	Instalación de LabVIEW y librerías necesarias.	48
2.2.3.2.	Instalación de VIPM (VI Package Manager)	49
2.2.3.3.	Requerimientos mínimos de hardware	50
2.2.3.4.	Verificación del hardware con el NI MAX	51
2.2.4.	Elaboración de la aplicación para el prototipo.	52
2.2.4.1.	Estructura del sistema.	55
2.2.4.2.	La pantalla de inicio	56
2.2.4.3.	La pantalla de transferencia.	57
2.2.4.4.	Pantalla datos.....	57
2.2.4.5.	Pantalla visualización.	59
2.2.5.	Interacción entre el computador y la cámara	64
CAPITULO III		
3.	PRUEBAS Y RESULTADOS	65
3.1.	Dimensionamiento de la muestra	65
3.2.	Velocidad de adquisición y procesamiento.	66
3.2.1.	Velocidad de procesamiento	66
3.2.3.	Relación de tiempos de procesamientos cámara, pc y persona.....	67
3.3.	RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO	68
3.3.1.	Comparación de características entre el multibio y PT 3D.....	68
3.3.2.	Comparación económica.....	69
3.3.3.	Pruebas de funcionamiento.	70

CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2	Recursos en Software.....	44
Tabla 2-2	Recursos en Hardware.....	45
Tabla 3-2	Análisis económico del prototipo.....	46
Tabla 4-3	Tabla de velocidades de los componentes.	67
Tabla 5-3	Relación de procesamiento de la imagen.....	68
Tabla 6-3	Características de los dos equipos	68
Tabla 7-3	Precio de los dos sistemas	69
Tabla 8-3	Resultados de la Prueba Iluminación, Enfoque y Posición.....	70
Tabla 10-3	Nuevos resultados de Iluminación, Enfoque y Posición.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1	Representación de la visión artificial.....	23
Ilustración 2-1	Cámara para visión artificial	24
Ilustración 3-1	Reconocimiento facial.....	28
Ilustración 4-1	Análisis de componentes principales.....	29
Ilustración 5-1	Sistema de acceso mediante reconocimiento facial.	30
Ilustración 6-1	Imagen en 2d RGB (derecha), mapa de profundidad (izquierda).	31
Ilustración 7-1	Reconocimiento en 3D.....	31
Ilustración 8-1	Reconocimiento en 3D.....	32
Ilustración 9-1	Partes del kinect	33
Ilustración 10-1	Composición interna del Kinect	34
Ilustración 11-1	Proceso de identificación	35
Ilustración 12-1	Distancia de identificación	35
Ilustración 13-1	Estructura de identificación.....	36
Ilustración 14-1	Identificación de posiciones del sensor Kinect.....	36
Ilustración 15-1	Directrices del exoesqueleto.....	37
Ilustración 16-1	Ubicación de los micrófonos en el Kinect.....	38
Ilustración 17-1	Proceso de reconocimiento con OpenFACE	42
Ilustración 18-2	Instalación de LabVIEW	48
Ilustración 19-2	Instalación de VIPM	49
Ilustración 20-2	Instalación de OpenCV Wrapper For LabVIEW	50
Ilustración 21-2	Activación de OpenCV Wrapper For LabVIEW	50
Ilustración 22-2	Verificación del hardware.	51
Ilustración 23-2	Revisión de la cámara.	52
Ilustración 24-2	Puntos faciales para la construcción de un rostro	53
Ilustración 25-2	Diagrama de flujo del sistema.	54
Ilustración 26-2	Librería OpenCV Wrapper for LabVIEW	55
Ilustración 27-2	Estructura de sistema.....	55
Ilustración 28-2	Estructura en LabVIEW	56
Ilustración 29-2	Pantalla Índice.....	56
Ilustración 30-2	Pantalla transfer.....	57
Ilustración 31-2	Pantalla datos.	58
Ilustración 32-2	Pantalla buscar datos.	58
Ilustración 33-2	Pantalla modificar datos.	59
Ilustración 34-2	Reconocimiento de la cámara en el max.	60
Ilustración 35-2	Puntos y Métricas faciales.....	61
Ilustración 36-2	Pantalla de visualización del sistema.....	61
Ilustración 37-2	Reconocimiento facial 3D.....	62
Ilustración 38-2	Código para obtener las métricas de un rostro.....	62
Ilustración 39-2	Código para abrir la cámara	63
Ilustración 40-2	Código para segmentar.....	63
Ilustración 41-2	Tabla de almacenamiento	64
Ilustración 42-2	Estructura Física Del Prototipo	64
Ilustración 43-3	Características de la cámara.	66
Ilustración 44-3	Características de relación de tiempo de adquisición.	67

Ilustración 45-3	Multibio 700.....	69
Ilustración 46-3	Datos tabulado de la primera pregunta	72
Ilustración 47-3	Datos tabulado de la segunda pregunta	72
Ilustración 48-3	Datos tabulado de la tercera pregunta.....	73
Ilustración 49-3	Datos tabulado de la cuarta pregunta.....	73
Ilustración 50-3	Datos tabulado de la cuarta pregunta.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Tutorial de LabVIEW.

Anexo B: Manual de usuario de Multibio 700

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SO	SISTEMA OPERATIVO
JDK	KIT DE DESARROLLO JAVA
PC	COMPUTADOR PERSONAL
PDF	FORMATO DE DOCUMENTO PORTÁTIL
AMD	MICRO DISPOSITIVOS AVANZADOS
JPEG	JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP
PIXEL	PICTURE ELEMENT
USB	UNIVERSAL SERIAL BUS
3D	TRES DIMENSIONES
IDE	INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIROMENT
API	APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE
RAM	RANDOM ACCESS MEMORY

RESUMEN

Se realizó el diseño del prototipo de control de acceso del personal mediante reconocimiento facial en 3D para empresas públicas o privadas, el cual se implementó temporalmente en la Empresa Pública Cementera de Chimborazo EP (EPCE EP) que se encuentra a 14.7 Km de la ciudad de Riobamba, para disminuir el tiempo de acceso al momento del ingreso y salida del lugar de trabajo. En el proceso de implementación del prototipo se usó el método deductivo lógico. Una persona tiene un tiempo promedio de 1 segundo en el registro causando un cuello de botella en el ingreso, con el sistema implementado se logra que el personal no se detenga al momento de ingreso, eliminando la aglomeración en el lugar de registro. Para el desarrollo se usó una cámara Webcam Genius Hd Facecam 1000x 1.3 Mpx Micrófono, una computadora Core i7, la plataforma de programación LabVIEW 2014 de la National Instrument y la librería OpenCV Wrapper For LabVIEW. La relación de tiempo de cada proceso indica que la captación es de 30 frames por segundo, el procesamiento de las imágenes es de 10 veces por segundo y el paso de las personas por la zona de detección es de 0.66 personas por segundo dando un resultado óptimo. El sistema para un correcto funcionamiento tiene condiciones de uso: El usuario no debe estar con bufanda, gorra, o cualquier artefacto que cubran el rostro, los usuarios en lo posible deben pasar con la frente en alto por el área de control, no deben pasar en fila de forma que cubra el rostro de la segunda persona que le sigue y no pasar corriendo por el área de detección. En las pruebas de campo con iluminación frontal realizadas, se obtuvo resultados con niveles de aceptación eficientes. Concluyendo que el sistema tiene un nivel de aceptación del 90% y un 10% de error, mediante los datos tabulados de los ensayos y formulas estadísticas. Se recomienda que para un correcto funcionamiento del sistema se tome en cuenta las condiciones descritas anteriormente, y se capacite a una persona en iluminación conocimientos de computación.

PALABRAS CLAVE: <TRES DIMENSIONES (3D) >, <HARDWARE (WEB CAM)>, <ILUMINACIÓN>, <LIBRERIAS (OPENCV)>, <SOFTWARE(LABVIEW)> <EMPRESA PÚBLICA CEMENTERA DE CHIMBORAZO EP [EPCE EP] >, <RIOBAMBA(CANTÓN) >

SUMMARY

A design of a prototype of personnel access control was performed using 3D facial recognition software for public or private companies, which it was temporarily implemented in Cementera de Chimborazo Public Company EP (EPCEEP) which is located at 14.7 km from the city of Riobamba, to decrease the access time at entry and exit of the workplace. In the process of implementation of the prototype the logical deductive method was used, A person has an average time of 1 second to check in, causing a bottleneck at the entrance. With the implemented system is achieved that the staff do not stop at the time of admission, eliminating crowds in the registration place. For the execution a Genius camera HD Webcam 1.3 Megapixel facecam 1000x Microphone, a Core i7 computer, a LabVIEW 2014 programming platform of the National Instruments and the OpenCV Wrapper for LabView library were used. The ratio of time in each process indicates that the uptake is 30 frames per second; the image processing is 10 times per second and the passage of people through the detection area is, 0.66 people per second, giving optimum results. The system has conditions of use for proper operation like; the user should not be using a scarf, cap, or any device that covers the face, users as possible should go with their heads high through the control area, the users shouldn't walk on a single line so they don't cover the face of the following person and don't run through the detection area. In field tests conducted with front lighting, efficient results with acceptance levels were obtained. It is concluded that the system has an acceptance rate of 90% and 10% error by the tabulated test data and statistical formulas. It is recommended that for correct operation of the system to take into account the conditions described above, and a trained person in lighting and computer skills.

KEYWORDS: THREE DIMENSIONS (3D), LIGHTING, LIBRARIES (OPENCV), SOFTWARE (LABVIEW), CEMENTERA DE CHIMBORAZO PUBLIC COMPANY (EP EPCE) RIOBAMBA (CITY).

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos utilizan rostros para reconocer a las personas, esta característica principal es la que hace que se tenga un sistema de reconocimiento facial único, desde los años 60 y 70 se desarrollaron los primeros estudios, estos sistemas se tabulaban de forma manual; estos antecedentes dieron auge a que se profundice varios estudios científicos e investigaciones en el área de la biometría facial.

En la actualidad, el ámbito tecnológico implica un alto índice de competitividad en las empresas, generando el motivo de actualizar sus sistemas de gestión para maximizar el control, la eficacia, eficiencia de las actividades realizadas por parte de los empleados.

La ventaja de esta tecnología a parte de la facilidad de acceso es:

- No existe contacto del usuario con el terminal evitando el contagio de virus o alergias.
- Minimiza el tiempo de registro de los usuarios de forma automatizada.
- Reconocimiento de personas con expedientes en lugares públicos.

Además de las ventajas el sistema debe cumplir con las características especiales para sistemas de reconocimiento facial en 3D:

- Máxima fidelidad al momento del reconocimiento, reduciendo la tasa de error.
- Autonomía en el reconocimiento y registro de los usuarios.
- Interfaces amigables con los usuarios.
- Reconocimiento evolutivo a cambios fisiológicos

Para el desarrollo del prototipo de control de acceso del personal mediante reconocimiento facial en 3D, con lleva un análisis de los algoritmos y las tecnologías para determinar la mejor opción. Para cumplir con los objetivos se realiza varias fases que se dividen en:

Primer capítulo, se describe los conceptos básicos, técnicas y métodos existentes, herramientas en software y hardware, tecnologías existentes.

Segundo Capítulo, el desarrollo del sistema, se implementa el software y se realiza una descripción de cada ventana que posee de forma superficial a excepción de la ventana de visualización que es en donde se da todo el desenlace del tema.

Tercer Capítulo Evaluación del software para verificar que se cumplan los objetivos, para la validación del sistema mediante pruebas de funcionamiento.

ANTECEDENTES

En la época del renacimiento, mucho antes de que se inventara la fotografía que es la producción de imágenes planas de un entorno tridimensional, los humanos han tratado de representar estas tres dimensiones (3D) en planos de dos dimensiones (2D). Pascuala García, afirma.

Al transcurrir los años han aparecido tecnologías futuristas, como creación de hologramas en 3D, un ejemplo es Hatsune Miku; artista creada con proyección en Japón. La creación de imágenes en tercera dimensión también ha llamado la atención para la adquisición de imágenes del mundo real. La empresa Sony ofrece una cámara de vídeo 3D Full HD para uso médico MCC-3000MT, otras empresas ofrecen servicio de imágenes estereoscópicas para captación de imágenes en 3D.

En Ecuador las empresas Sistemas de Seguridad y el grupo Tecnovatel ubicada en Quito, ofrece reconocimiento facial con software y hardware ya desarrollado, pero el costo de la adquisición de estos sistemas es elevado. En Riobamba no existen empresas que preste este servicio ni prototipos similares realizados localmente ni a nivel nacional.

El prototipo que se va a desarrollar en software con ayuda de un programa dedicado a reconocimiento facial, librerías de código libre, y el uso de herramientas en hardware para el procesamiento de imágenes, se procederá a bajar costo, ofertando un sistema a menor costo y de reconocimiento múltiple en 3D.

El problema se origina en las empresas e instituciones al momento en que el personal que labora se debe registrar, este proceso lleva tiempo de aproximadamente 1s por persona, ocasionando una demora significativa con un número elevado de trabajadores, para satisfacer y resolver esta necesidad se han desarrollado estas herramientas de acceso mediante reconocimiento facial.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Determinar la influencia del sistema de reconocimiento facial de tres dimensiones en el mejoramiento del tiempo de respuesta al momento del ingreso del personal que labora en una institución.

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué es necesario un sistema de reconocimiento facial 3D para el control de acceso del personal?

¿Con que tipo de sistemas electrónicos realizan la captación de imágenes 3D y se las transforma en imágenes digitales?

¿Cómo ha impactado el uso de la tecnología en el control de acceso del personal?

¿Cómo mejorara el registro del personal al momento del ingreso en función del tiempo?

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Unas gamas diversas de tecnología de acceso están presentes en el mercado y los ingenieros de tecnología se encargan de escoger la que mejor opción que se acople al escenario que manejan.

En el reconocimiento facial, ha establecido diferentes métodos, entre los cuales se destacan los basados en características 3D, que simulan la visión humana, y dando mayor eficacia al momento de reconocer a la identidad de una persona, no es el caso con los detectores biométricos dactilares, que si la huella dactilar ha sufrido alguna lesión, estos no reconocen al usuario; lo que no ocurre en el reconocimiento facial en 3D, por que puede captar cambios fisiológicos como es la aparición de la barba, si una persona usa gafas o si ha sufrido una lesión leve el reconocimiento facial en 3D lo identificado simulando a un personal.

La utilización de sistemas de acceso que brinden seguridad, rapidez y el control sea robusto y confiables, razón por lo que se propone un sistema en 3D, que simule el control personalizado de una personal que se dedique solo a realizar el acceso.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

El reconocimiento de imágenes en 3D, tiene muchas aplicaciones en varias áreas, dentro de estas áreas nosotros tomamos la de identificación de personas para el control de acceso con el fin de evitar el cuello de botella que se origina al momento del ingreso o salida del lugar de trabajo, para implementar el sistema se procederá a:

- Analizar el sistema de reconocimiento facial.
- Determinar el mejor algoritmo para el procesamiento de las imágenes en tres dimensiones.
- Diseño e implementación del sistema inteligente de control
- Pruebas y funcionamiento.
- La implementación debe cumplir con los requerimientos y normas del usuario final que desemboque en el confort y bienestar.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo de control de acceso del personal mediante reconocimiento facial en 3D para disminuir el tiempo de acceso a las empresas públicas o privadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una evaluación de las técnicas de reconocimiento facial para permitir el ingreso del personal.
- Seleccionar el mejor algoritmo para el reconocimiento facial.
- Identificar y verificar los procesos que intervienen en el reconocimiento facial por medio de la visión artificial.
- Diseñar e implementar un prototipo que satisfaga las necesidades de control del personal, basado en reconocimiento facial en tres dimensiones.
- Validar el margen de error producido por el prototipo una vez implementado.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1. VISION ARTIFICIAL

La visión es uno de los sentidos imprescindible del ser humano, mediante este se obtiene información visual del entorno en el que se encuentra. La vista es uno de los sentidos más desarrollados y del que menos se sabe, se calcula que más del 70% de las tareas realizadas por el cerebro se realizan mediante un análisis visual.

Se puede definir a la Visión Artificial como un campo de la Inteligencia Artificial cuyo fin es modelar matemáticamente los procesos de percepción visual de los seres humanos, permite la obtención, procesamiento y análisis de la información obtenida a través de imágenes digitales.

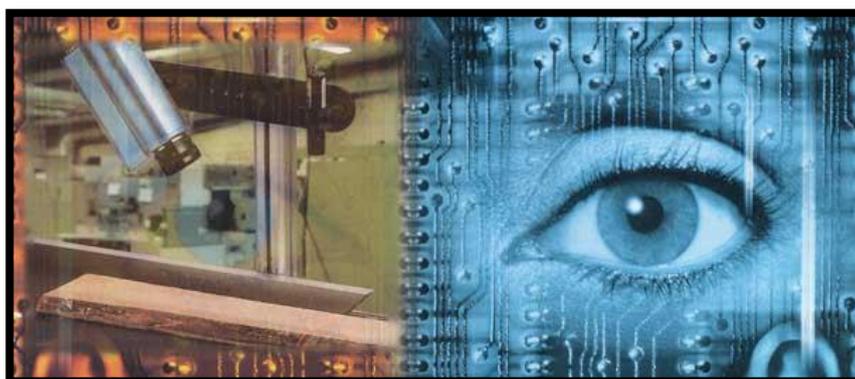


Ilustración 1-1 Representación de la visión artificial

Fuente: <http://www.maps.es/imgcom/visio.jpg>

Dentro de la inteligencia artificial esta la rama de la visión artificial o visión por computadora, la misma que intenta simular la visión humana con métodos numéricos y algoritmos avanzados.

1.2. CONDICIONES NECESARIAS PARA LA VISIÓN ARTIFICIAL

Para realizar un sistema de visión artificial se debe tener en cuenta las condiciones necesarias de hardware y software, a continuación se describe cada una.

1.2.1. Adquisición de imágenes

Definido como el proceso para obtener la imagen mediante implementos tecnológicos cámaras, y teléfonos.

La cámara.

Equipo audiovisual que se utiliza para obtener la imagen del mundo real al espacio virtual.

Su función es capturar la imagen proyectada en el sensor, para poder transferirla a un sistema electrónico.

Las cámaras utilizadas en visión artificial requieren de una serie de características que permitan el control del disparo para capturar objetos que llamen la atención del ser humano y atraviesen por delante de ella en la posición requerida. Son más sofisticadas que las cámaras convencionales, ya que tienen que poder realizar un control completo de: tiempos, señales, velocidad de obturación, sensibilidad, entre otras.



Ilustración 2-1 Cámara para visión artificial

Fuente: <http://www.greenlightsl.com/noticias/Camara-XiQ-USB30-de-1.3MP-Color-Camera-por-333-euros/>

Clasificación de las cámaras

Según la tecnología del elemento sensor.

Cámaras de tubo.

Se basan en la utilización de un material fotosensible que capta la imagen, siendo leída por un haz de electrones.

Cámaras de estado sólido CCD (Charge – Coupled – Device).

Se basan en materiales semiconductores fotosensibles para cuya lectura no es necesario un barrido electrónico (más pequeñas que las de tubo).

Cámaras lineales.

Se basan en un sensor CCD lineal.

Cámaras matriciales.

Se basan en un sensor CCD matricial, lo que permite el análisis de imágenes bidimensionales.

Cámaras inteligentes

Tienen el aspecto de una cámara, pero integran a su vez un procesador, memoria, puertos de comunicación con el exterior (I/O, RS232, Ethernet). La programación del sistema se realiza mediante PC.

Sistemas de visión multicámara

Son sistemas integrados que permiten ser conectados a cualquier tipo de cámara existente. Permiten controlar hasta 4 cámaras analógicas o digitales.

Cabe indicar que también hay cámaras específicas para cada aplicación como: color, monocromo, alta definición, alta sensibilidad, alta velocidad, infrarrojas.

1.2.2. Sistema de iluminación

Unos de los puntos más importantes es tener un buen sistema de iluminación, esto proporciona condiciones uniformes del entorno, facilitando la captación de los rasgos de interés de las personas.

Iluminación frontal

En esta parte interviene un conjunto de algoritmos y transformaciones necesarias para realizar el análisis y extracción de las características en una imagen, obteniendo de esta manera los resultados para los que haya sido diseñado el sistema.

Luz lateral

La fuente de la luz enfoca de forma lateral y relación a la cámara que esta de forma frontal, este tipo de iluminación resalta ciertos efectos como bordes, rayas fisuras en la dirección de la luz.

Campo oscuro.

La luz es emitida de forma perpendicular con relación al enfoque de la cámara, este tipo ayuda a incrementar el contraste con poca intensidad.

También existen otros tipos de iluminación que se enlistan a continuación.

- Iluminación por contraste.
- Iluminación axial difusa.
- Iluminación difusa tipo domo.
- Iluminación por láser.

1.3. BIOMETRÍA

La biometría es la ciencia que permite analizar a una persona partiendo desde sus rasgos fisiológicos como la morfología del rostro, las huellas dactilares, el iris del ojo y demás atributos que distinguen y son característicos y únicos de cada persona.

CLASIFICACIÓN

Biometría estática

Se basa en la anatomía del usuario.

- Huellas Digitales.
- Geometría de la mano.
- Termografía.
- Análisis del iris.
- Análisis de retina.
- Venas del dorso de la mano.
- Reconocimiento Facial.
- etc...

Biometría dinámica

Se basa en el comportamiento particular de cada usuario.

- Patrón de Voz.
- Firma manuscrita.
- Dinámica de tecleo.
- Cadencia del paso.
- Análisis gestual.
- etc

La mayoría de los sistemas biométricos tienen la capacidad de realizar dos procesos que son: la identificación y la verificación.

Identificar es la acción que se realiza para comprobar que la característica de un objeto o de una persona es verdadera.

Verificar es el proceso que se realiza para probar la autenticidad de cierto procedimiento o acción, llevada a cabo bajo ciertas condiciones. Extracción de las características en una imagen, obteniendo de esta manera los resultados para los que haya sido diseñado el sistema.

1.4. RECONOCIMIENTO FACIAL

Los humanos utilizan los rostros para identificar a las personas y es por ese motivo que hoy en día se han creado programas computacionales que realicen este proceso mediante la utilización de algoritmos complejos con el fin de identificar una persona mediante una imagen digital.

Existen 2 maneras de realizar el reconocimiento facial:

Verificación o Autenticación Facial.

Compara una imagen del rostro con la del rostro que se quiere saber la identidad.

Identificación o Reconocimiento Facial.

Compara la imagen de un rostro desconocido con todas las imágenes de rostros que se encuentran en la base de datos.

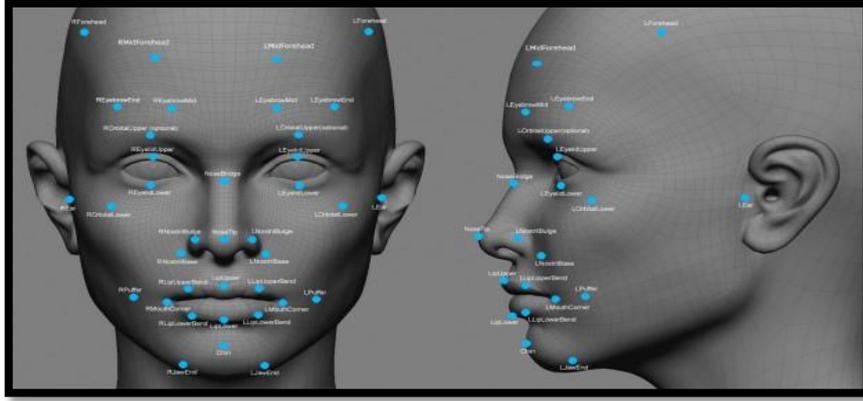


Ilustración 3-1 Reconocimiento facial.

Fuente:<http://www.experiensense.com/wp-content/uploads/2012/06/facial-recognition-615x328.jpg?323035>

1.4.1. Algoritmos y técnicas de reconocimiento facial

Existen múltiples técnicas utilizadas para el reconocimiento técnicas típicas de procesamiento de imágenes como umbralización de la intensidad de los píxeles, detección de bordes, detección de esquinas, análisis del histograma de intensidad, variaciones en la resolución, etc.

Existen 2 tipos de técnicas:

Holísticos

Es una alternativa al reconocimiento que se basa en rasgos locales, consideran la información de todos los píxeles, esta técnica es conocida como la técnica basada en la apariencia.

Geométricos

Se comparan diferentes características geométricas del rostro se puede realizar de 2 partes ya sea de perfil o frontalmente, sus resultados no son tan óptimos. (ROSSIUS, S. Deteccion y seguimiento facial en tiempo real para un video juego en C#. Universidad Politécnica de Valencia, 2014, 22.)

Los algoritmos de reconocimiento facial constan de 2 partes: detección e identificación de rostros. Cuando los algoritmos constan de estas 2 partes se conocen como algoritmos totalmente automáticos y si solo tienen la segunda parte se los conoce como parcialmente automáticos.

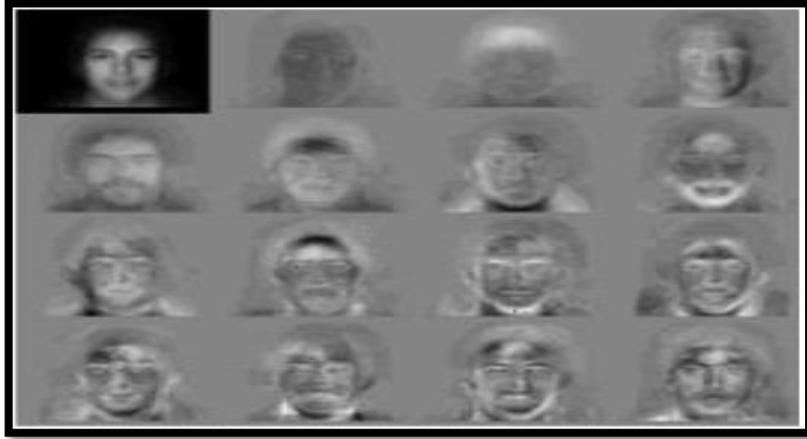


Ilustración 4-1 Análisis de componentes principales.

Fuente: Juan, O. C. Java Server PAgEs. Madrid-España: ALFAOMEGA, 2002.

1.4.2. Tecnología para el reconocimiento facial

Conforme se van incrementando las necesidades de las empresas, se van desarrollando herramientas que optimizan el trabajo, el desarrollo de estas herramientas se dividen en hardware y software.

Cámaras de reconocimiento facial.

IP AirLive

Esta cámara graba en una base de datos interna los rostros de las personas que pasan por su área de enfoque. Además, que se complementa con un sistema que gestiona la seguridad de acceso.

Existe más dispositivos de reconocimiento facial de otras marcas como Sony Lg, etc.

Software de reconocimiento facial.

En esta línea tenemos un amplio rango de productos desde productos bajo licencias extremadamente caras hasta librerías SDK.

- Openface.
- Neoface.
- Facefirst.
- Etc

Equipos de reconocimiento facial.

Son estaciones que cuentan con una pequeña cámara para el reconocimiento facial y control de acceso.



Ilustración 5-1 Sistema de acceso mediante reconocimiento facial.

Fuente: <http://www.recognition-systems.es/product/1-5-1-1.jpg>

1.5. RECONOCIMIENTO EN 3D

La aparición en el mercado de cámaras RGB-d con un bajo coste ha servido como catalizador para que las investigaciones sobre reconocimiento y en general sobre visión por computador utilizando información 3D avancen rápidamente. Antes de la aparición de dichos sensores, la visión en 3D podía conseguirse mediante la sincronización de dos cámaras estándar a una distancia conocida, a partir de la información obtenida de dichas cámaras se pueden obtener los valores de profundidad de la escena y posteriormente construir el modelo 3D. Sin embargo, construir dicha escena conlleva un coste de ejecución alto, por lo que resulta un problema para desarrollar sistemas que trabajen en tiempo real. (David, B. Reconocimiento de Objetos en 3D Utilizando Sensores de Visión y Profundidad de Bajo Coste, 2012, 17.)



Ilustración 6-1 Imagen en 2d RGB (derecha), mapa de profundidad (izquierda).

Fuente: David, B. Reconocimiento de Objetos en 3D Utilizando Sensores de Visión y Profundidad de Bajo Coste, 2012, 17

El paso de 2D a 3D consiste en añadir una nueva dimensión, este parámetro debe contener la información de la característica. Esta dimensión se representa en la nube de puntos, donde cada pixel representa la información de XYZ de un punto y este a su vez contiene 4 números de coma flotante.

Para realizar el reconocimiento en 3D se utilizan sensores 3D los cuales captan la forma del rostro de las personas, mismos que se utilizaran posteriormente para identificar rasgos característicos de cada persona.

Esta técnica requiere el uso de potentes ordenadores utilizando un consumo de recursos y tiempo elevado. El reconocimiento óptico de imágenes en 3D depende de la evolución que tengan las cámaras de rango o del perfeccionamiento de la holografía digital.

Mediante el uso del reconocimiento facial se podrá reconocer al usuario de manera segura y fiable sin posibilidad de suplantación de identidad.

Esta técnica usa 2 cámaras, una en el espectro visible y otra en el infrarrojo para crear un patrón biométrico 3D lo que resulta tener un reconocimiento más seguro a diferencia del reconocimiento en 2D debido a que no se puede engañar al sistema con una fotografía.



Ilustración 7-1 Reconocimiento en 3D

Fuente: <http://www.madrimasd.org/gestion2006/img/Noticias/URJC---reconocimiento-facia.jpg>

1.6. KINECT

Historia

La tecnología Kinect fue creada después de 20 años invertidos por Microsoft Research, fue anunciado por primera vez el 1 de Junio de 2009 como “Project Natal” y el 4 de Noviembre de 2010 salió a la venta en Estados Unidos y México usando para hacerse publicidad a YouTube , programas de televisión como Nickelodeon y Disney y anuncios impresos.



Ilustración 8-1 Reconocimiento en 3D

Fuente: <http://www.vidaextra.com/hardware/kinect>

Durante inicios del año 2011 varios desarrolladores, instituciones, etc. empezaron a investigar y programar aplicaciones que les permita aprovechar las características del Kinect para darle un uso diferente al video juego.

Debido al éxito conseguido y con el objetivo de canalizarlo Microsoft publicó el 16 de junio de 2011 la primera beta (licencia no-comercial) de su SDK oficial compatible con Windows 7. Microsoft anuncio que en 2012 publicará un Kinect orientado para su uso en PC con comunicación directa a visual estudio.

Es un dispositivo de control por movimiento creado originalmente para jugar a los videojuegos de Xbox360 que permite que los usuarios puedan interactuar con la consola sin necesidad de un control, esto lo hace mediante una interfaz natural de gestos o comandos hablados e imágenes.

1.6.1. Partes del Kinect

El sensor Kinect está constituido por cuatro partes fundamentales: servomotor, una cámara RGB, una cámara de profundidad y cuatro micrófonos.

- **Sensores de profundidad 3-D:** Los sensores tridimensionales hacen un seguimiento de cuerpo dentro del área de juego. Está compuesta de dos partes un proyector de rayos infrarrojos (IR) y un sensor CMOS monocromático. El sensor que percibe los rayos infrarrojos puede capturar datos de video en 3D bajo cualquier condición de luz.
- **Cámara RGB:** Una cámara RGB (rojo, verde, azul) ayuda a identificarlo y capta imágenes y videos. La cámara posee una resolución de 8-bit VGA (640 x 480 Píxeles) que opera a través de un sensor CMOS con un filtro de Bayer igualmente a 30 cuadros por segundo.
- **Micrófonos:** Se usa un conjunto de micrófonos en el borde frontal inferior del sensor Kinect para reconocimiento de voz y charla. Estos micrófonos son la única razón por la cual el sensor es tan ancho.
- **Inclinación motorizada:** Un impulso mecánico en la base del sensor Kinect inclina de manera automática el sensor hacia arriba o abajo según sea necesario.



Ilustración 9-1 Partes del kinect

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-7CLU3JrM-ZU/UaLbfPf-qpl/AAAAAAAAABB4/6DXI0qWtm2Q/s1600/Kinect.png>

Estos elementos son fundamentales, pero además de estos hay otros, aunque no visibles a simple vista, Kinect también posee:

- **Memoria RAM.** de 512 Mb
- **Acelerómetro.** Para estabilizar la imagen cuando se mueve.
- **Ventilador.** no está encendido continuamente para no interferir con los micrófonos.

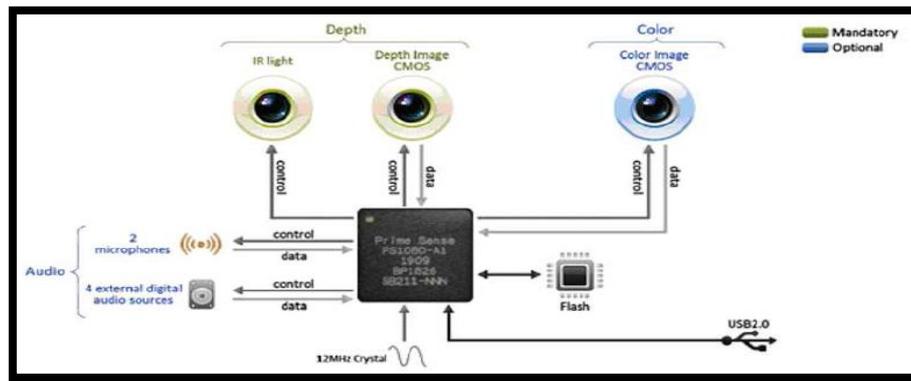


Ilustración 10-1 Composición interna del Kinect

Fuente: <http://www.pensamientoscomputables.com/img/kinect/esquema.jpg>

Como todo sistema de inteligencia artificial, necesita un entrenamiento para que pueda aprender a reconocernos. Para esto tenemos que dejar nuestra mano inmóvil frente el por un momento y haciendo algunos movimientos delante de la pantalla. Así es como el sistema extrae los patrones necesarios para identificar las características propias de cada uno. El sensor Kinect posee un rango limite recomendado de 1.2 a 3.5 metros utilizado con el software del XBOX. Sin embargo, el sensor puede mantener seguimiento en un rango de aproximadamente 0.7 a 6 metros. Puede rastrear hasta 6 personas, incluyendo 2 jugadores activos.

Características

Las características técnicas del sensor Kinect son las siguientes:

- Campo de visión
- Tamaño de la imagen a profundidad
- Resolución espacial
- Resolución de profundidad
- Rendimiento máximo de la imagen
- Rango de operación
- Tamaño de imagen a color
- Micrófonos incorporados
- Entradas de audio
- Interfaz de datos
- Consumo
- Dimensiones
- Temperatura de operación

Funcionamiento

Obtención de Datos

El sensor Kinect utiliza un sensor CMOS de colores para poder adquirir imágenes de video, el canal de video monocromo CMOS tiene una resolución QVGA de 320×240 píxeles con hasta 65,536 niveles de sensibilidad. Para calcular la distancia que existe entre un cuerpo y el sensor, emite un láser infrarrojo emitiendo un patrón de puntos sobre el cuerpo y es después de eso que una cámara infrarroja capta este patrón y permitiéndole calcular la distancia existente.



Ilustración 11-1 Proceso de identificación

Fuente: <http://labloguera.net/yolanda/files/2011/11/image1.png>

Existen 2 modos para calcular la distancia (Default y Near). El modo “Default” permite medir hasta 4 metros de distancia con respecto al sensor, mientras que el modo “Near” permite medir hasta 3 metros de distancia con respecto al sensor.

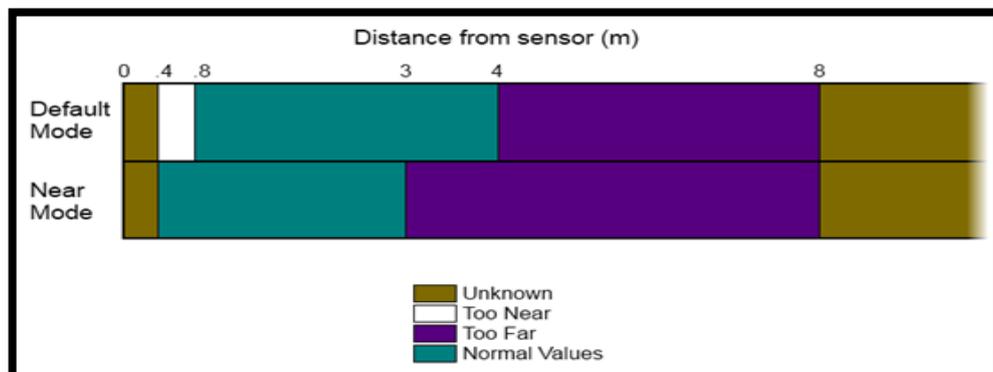


Ilustración 12-1 Distancia de identificación

Fuente: http://blog.kinectfordevelopers.com/wp-content/uploads/2012/03/7750.Distance-from-Sensor_Kinect-default-and-near-mode.png-550x0.png

La cámara de Kinect funciona con hardware y software propios para el reconocimiento de imagen.

Kinect no usa tecnología compleja, de hecho, la tecnología usada está disponible desde hace ya varios años atrás, pero Microsoft ha conseguido efectos y funciones que antes estaban disponibles solamente con un gran costo.

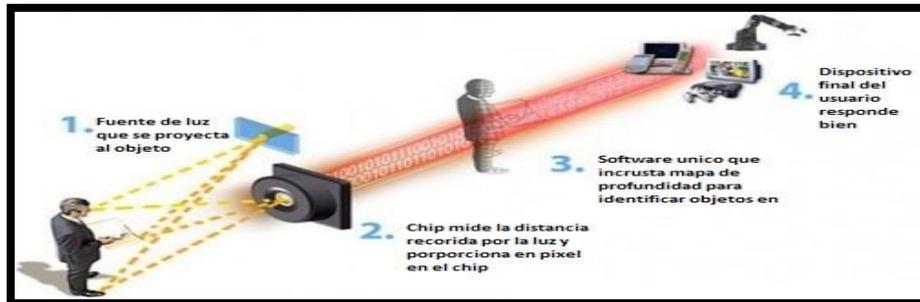


Ilustración 13-1 Estructura de identificación

Fuente: <http://i202.photobucket.com/albums/aa30/ktmx0025/Kinect/how-motion-detector-works-kinect.jpg>

Procesamiento de señales

El procesador es capaz de interpretar los movimientos que registra la cámara de Kinect de los “eventos con significado” que aparecen en la pantalla. Es decir, si el sensor se está aplicando para un juego donde se requiera acostarse o agacharse, el algoritmo buscará identificar estos movimientos en tiempo real para producir los eventos en la pantalla.

El sensor tomara los datos del chip de identificación de profundidad para estimar la posición de cada una de las articulaciones de la persona y la posición que toma la persona en un instante determinado. Esta estimación es realizada mediante patrones en pruebas realizadas en personas de diferentes tamaños y contexturas.

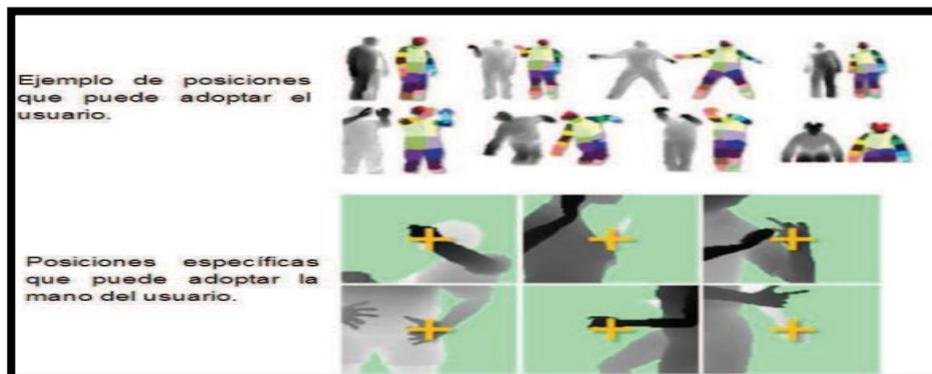


Ilustración 14-1 Identificación de posiciones del sensor Kinect

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6336/1/CD-4860.pdf>

Detección de articulaciones.

El flujo de datos que suministra al sensor proporciona información de 20 puntos por persona dentro del rango visual admisible. De esta manera es posible tener la información posicional, entonces la cámara infrarroja detecta esta constelación y Kinect calcula la disparidad para cada píxel. A esto se le llama cámara de luz estructurada.

Se debe registrar y archivar los 20 puntos que entrega el dispositivo con el fin de obtener todas las trayectorias que realiza una persona, esta es una de las funcionalidades más importantes que tiene el sensor.

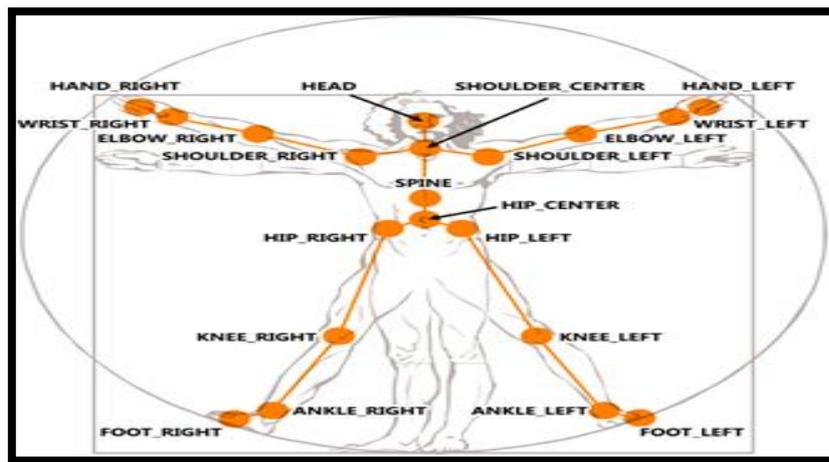


Ilustración 15-1 Directrices del exoesqueleto

Fuente: http://labloguera.net/yolanda/files/2011/11/image5_thumb.png

A partir de esta información, se ordena y convierte la identificación de las partes del cuerpo en un esqueleto. Kinect tiene precargadas más de 200 posiciones comunes del ser humano, para ser reconocidos hay que estar a una distancia de unos 2 metros para poder ser reconocido. La funcionalidad principal del sensor Kinect es el Skeletal tracking que significa seguimiento de esqueleto, consiste en identificar las partes del cuerpo de una persona dentro del rango de alcance del sensor y para esto se basa en un algoritmo. Por medio de este algoritmo podemos obtener puntos que hacen referencia a las partes del cuerpo de una persona y hacer un seguimiento de éstos identificando gestos y/o posturas.

Reconocimiento de voz

Los problemas para el reconocimiento de la voz era que tenía que ser sensible para voces hasta 5 metros e ignorar ruidos ambientales, otros sonidos existentes y el eco, para dar una solución a

esto Microsoft hizo grabaciones en cincuenta viviendas para así poder determinar el mejor posicionamiento del micrófono.

Como resultado para una posición específica hicieron al Kinect muy ancho con un micrófono ubicado en la parte inferior, tres en la derecha y uno en la izquierda ya que esta es la mejor forma de recoger las voces a la distancia y eliminar el ruido por la unidad de procesamiento, utilizando una cámara para calcular de donde viene el sonido y crear una burbuja de sonido alrededor de los jugadores y así hacer caso omiso a las demás personas que se encuentren ahí.

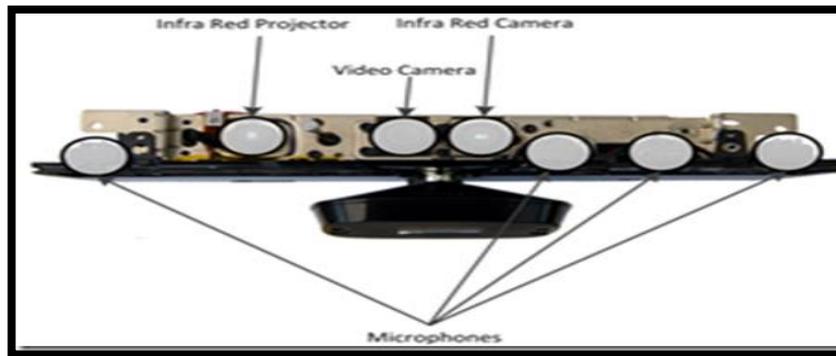


Ilustración 16-1 Ubicación de los micrófonos en el Kinect

Fuente: https://edwinnui.files.wordpress.com/2015/02/image_thumb.png?w=456&h=281

El motor

Luego de una serie de investigaciones Microsoft llegó a la conclusión de que la cámara debe tener la capacidad de moverse con la finalidad de calibrar el espacio.

El motor es capaz de mover la unidad hacia arriba o hacia abajo 27° , por lo que la altura óptima está recomendada en uno o dos metros.

El motor también opera la cámara, por lo tanto, activará la función zoom dependiendo de las necesidades que tenga para poder ampliar el espacio del juego.

Driver para Kinect

El sensor Kinect posee un puerto USB 2.0 para la conexión con la consola de videojuegos XBOX 360. Para la comunicación de la consola con el sensor existe un protocolo mismo que no fue protegido con algún tipo de cifrado lo que facilitó la creación de controladores permitiendo el uso del sensor a través de una computadora.

Debido que el protocolo no fue protegido por algún cifrado se puede encontrar una gran cantidad de estos en internet, así como tutoriales para la implementación de los mismos. Se pueden distinguir 2 drivers para el desarrollo de aplicaciones como son: OpenKinect y OpenNI.

OpenKinect: Es una librería desarrollada por parte de una gran comunidad de desarrolladores mediante técnicas de ingeniería inversa del protocolo utilizado por el Kinect. Es de código abierto que ofrece un control sobre la mayoría de los dispositivos de hardware del sensor, más no ofrece facilidades en cuanto a algoritmos especializados para el procesamiento de imágenes.

OpenNI: Fue desarrollado por la empresa PrimeSense se trata de un framework que ofrece una gran facilidad para el desarrollo de aplicaciones utilizando el sensor Kinect. Posee compatibilidad con la librería NITE de PrimeSense que contiene algoritmos para el procesamiento de imágenes, detección y seguimiento de individuos; es una librería de código no abierto.

1.7. SISTEMA DE REGISTRO Y ACCESO DE PERSONAS

Hoy en día llevar un registro del personal en los diferentes lugares de trabajo es de gran importancia debido que por medio de este se puede llevar anotaciones sobre toda la información del personal con la finalidad de tomar decisiones, dar información sobre cada empleado, optimizar el tiempo y generar mayores ingresos.

1.7.1. Métodos Utilizados

En la actualidad el registro del personal se puede realizar de dos maneras manualmente o mediante algún sistema de control.

Registro Manual

El registro del personal se lleva en fichas y carpetas, las fichas serán de ayuda para registrar datos personales, registros laborales, horas de entrada y salida, sanciones, multas, o datos que requiere la empresa mientras que en las carpetas se guardarán las fichas de cada empleado.

Registro de forma automática mediante sistemas

Mediante el avance tecnológico hoy en día se puede llevar un control del personal mediante software desarrollados para la asistencia y productividad, mediante la utilización de diferentes

herramientas como un reloj, control con tarjeta de registro, mediante el uso de un sistema electrónico-computacional en que el trabajador utilice una tarjeta con cinta magnética, o un sistema computacional de control biométrico por impresión dactilar.

Gracias a los avances científicos las técnicas biométricas han ido evolucionando y las huellas dactilares ya no son la única forma de reconocimiento de una persona ahora existen métodos como el reconocimiento de la retina, reconocimiento del iris, reconocimiento facial, entre otros.

1.8. Software para el desarrollo de reconocimiento de facial

El reconocimiento facial se puede hacer mediante, software libre y software bajo licencia, además ya existen aplicación ya lista para la ejecución, analizaremos las dos opciones primero los de desarrollo desde lo más fundamental

1.8.1. Matlab

Es el lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo utilizado por millones de ingenieros y científicos de todo el mundo, es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (2IDE) con un lenguaje de programación propio para desarrollar proyectos donde se utilicen cálculos matemáticos y visualizar las gráficas de los mismos. Está

1MATLAB: laboratorio de matrices

2 IDE: entorno de desarrollo integrado

Disponible para las plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux. Se le permite explorar y visualizar las ideas y colaborar en todas las disciplinas, incluyendo la señal y el procesamiento de imágenes, comunicaciones, sistemas de control, y las finanzas computacionales.

1.8.2. Labview

National Instruments(NI), tienen un enfoque basado en una plataforma para aplicaciones de ingeniería y ciencia, en el centro de este enfoque está LabVIEW.

Este programa fue creado por NI en 1976 para la plataforma MAC, pero hoy en día está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y GNU/Linux, es un entorno de desarrollo diseñado específicamente para acelerar la productividad de ingenieros y científicos ya que permite reducir tiempos de pruebas y ofrecer análisis de negocio basado en datos recolectados.

Es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico que facilita visualizar, crear y codificar sistemas de ingeniería, el lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Hoy en día LabVIEW permite resolver de manera rápida y eficiente los problemas con la habilidad de evolucionar y resolver retos futuros.

1.8.3. Open CV

Fue desarrollado por Intel en 1999, es una biblioteca de visión artificial originalmente de código abierto, es gratuito para uso comercial y la investigación bajo una licencia BSD. Es multiplataforma y es compatible con Mac OS X, Windows, Linux, iOS y Android.

El proyecto pretende proporcionar un entorno de desarrollo fácil de utilizar y altamente eficiente. Esto se ha logrado, realizando su programación en código C y C++ optimizados. Cuenta con interfaces de C ++ , C, Python y Java. OpenCV fue diseñado para la eficiencia computacional, contiene más de 500 funciones y se enfoca principalmente hacia el procesamiento de imágenes en tiempo real, como sistemas de seguridad con detección de movimiento, calibración de cámaras, visión robótica hasta aplicativos de control de procesos donde se requiere reconocimiento de objetos.

1.8.4. OpenFACE

Una realidad que ha llevado a un grupo de investigadores de la Universidad Carnegie Mellon de Pensilvania a desarrollar y lanzar uno –cuyo nombre resulta bastante revelador-: OpenFace. Curiosamente lo ha hecho tan solo dos días después de que Panasonic presentara el suyo (WV-ASF900).

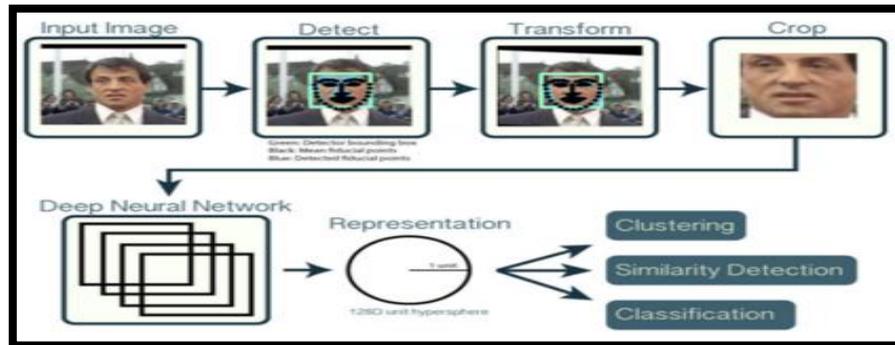


Ilustración 17-1 Proceso de reconocimiento con OpenFACE

Fuente:<http://www.genbeta.com/actualidad/openface-un-nuevo-software-de-reconocimiento-facial-de-codigo-abierto>

Las posibilidades de Open Faces

Así y tal y como hacen otros, Open Face –basado, por cierto, en FaceNet, el proyecto de investigación de Google- en es capaz de captar e identificar los rostros en tiempo real; para lograrlo, eso sí, necesita al menos diez fotos de la persona en cuestión.

Para empezar a utilizarlo deberás identificar a cada sujeto, completando un apartado informativo; e instalar una serie de requisitos para que el programa aprenda a usar todos sus rasgos.

En todo caso y al margen de lo dicho, aunque todavía le queda mucho por recorrer, parece que el software va en la buena dirección. “A pesar de que los conjuntos de datos públicos con los que estamos operando son todavía menores respecto a los de la industria privada, la precisión es muy alta y supera a todas las demás implementaciones de código abierto de reconocimiento facial”, comentan sus creadores. (Agueda,A., 2016, <http://www.genbeta.com/actualidad/openface-un-nuevo-software-de-reconocimiento-facial-de-código-abierto>)

CAPITULO II

2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

El diseño del prototipo se basa en una estructura de software que controla una cámara, para reconstruir a 3D de 2D utilizando librerías libres en labview. Para la elaboración de un control de acceso y registro de personal.

2.1. VISIÓN Y ALCANCE.

2.1.1. Definición del problema.

En el país existe empresas que tienen sus sistemas de acceso y registro de personal sistematizado, pero en los cambios de turno o ingresos o salidas del personal estos sistemas generan un cuello de botella, ocasionando que el personal se amontone. Para corregir estos cuellos de botella se procederá a realizar sistema de reconocimiento facial que comparará las características en 3D.

2.1.2. Visión del proyecto.

El objetivo principal es desarrollar una aplicación en software que funcione adecuadamente para ayudar a minimizar el tiempo de acceso y registro del personal al momento del ingreso y salida de su lugar de trabajo.

2.1.3. Ámbito del proyecto.

El prototipo a desarrollarse tiene como nombre Personal Traits 3D (Rasgos Personales en 3D). Esta identificación se la da por que detecta el rostro en 3D a partir de los rasgos personales mediante las métricas faciales. El Personal Traits 3D (PT3D) un sistema de registro y acceso del personal, que gestionará el perfil de ingreso y salida. Este prototipo agiliza el proceso de habilidad

para que las personas que laboran en las empresas privadas y públicas no tengan contra tiempos en el lugar de trabajo. Además, es capaz de reconocer los rostros con cambios fisiológicos que tenemos todas las personas, el movimiento se basa en 2D para realizar un proceso interno de modelación en 3D, por medio de la programación de la herramienta LabVIEW y así verificar a los usuarios de una manera más eficiente y ágil.

2.1.4. Herramientas a utilizar.

Para el implementar el prototipo de reconocimiento facial se aplicará los siguientes recursos en software y hardware:

Tabla 1-2 Recursos en Software

RECURSO EN SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS
LabVIEW	Versión 2014, 64 bits, NI LabVIEW 2014 Real-Time Module LabVIEW 2014 NI RT USB Utilities LabVIEW 2014 NI Vision Acquisition 2014.08 LabVIEW 2014 NI Vision Development Module 2014 f1 LabVIEW 2014 NI Device Drivers August 2014 LabVIEW 2014 NI-DAQmx 14.1.0 LabVIEW 2014 NI-DAQmx Runtime 14.1.0
OpenCV Wrapper for LabVIEW	Versión 2.4.9 Wrapper
Librerías OpenFACE	Procedencia. Github 2016, Versión 0.2.0
Microsoft Windows	Sistema Operativo sobre el cual correrá la aplicación

Fuente: Vargas X., 2016

Tabla 2-2 Recursos en Hardware.

RECURSO EN HARDWARE	CARACTERÍSTICAS
Webcam	Genius Hd Facecam 1000x 1.3 Mpx Micrófono
Computadora portátil.	Intel® Core™ i7-4510U/2.0GHZ (hasta 2.60Ghz con Turbo Boost)/8GB/1TB

Fuente: Vargas X., 2016

LabVIEW.

Es un software de programación gráfico creado por la empresa National, específicamente fue creado para solucionar problemas de ingeniería aplicado. Cuenta con herramientas denominados toolkits dedicadas para su propio hardware. Además, puede interactuar con otro software de ingeniería como Matlab, Comsol. (Jiménez, 2014)

OpneCV wrapper

OpenCV, es una librería de código abierto para visión artificial, OpneCv Wrapper for LabView; es una librería propietaria creada por el investigador Eran Herman. La que nos permite recoger los puntos faciales de los usuarios para analizarlos e identificar oportunamente.

2.1.5. Análisis y gestión del riesgo en la implementación

El factor crítico de la implementación del prototipo es que las librerías de OpenCV nos limiten la manipulación de las características de ciertas imágenes que por situaciones de alteración en el rostro generan errores en el sistema. Otro factor importante es la selección del ambiente (luminosidad) donde se ubica la cámara para el reconocimiento del personal.

El paso por la cámara debe ser de forma lenta y de vista frontal para que el prototipo pueda identificar a los usuarios del sistema.

2.1.6. Análisis económico

Para el análisis económico se procedió a tomar en cuenta todos los recursos que se utilizó en la implementación, ejecución y puesta en marcha del prototipo los mismos que se detallan en la tabla 2 -2.

Tabla 2-2 Análisis económico del prototipo

HARDWARE			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
1	PC portátiles	900,00	900,00
RECURSO HUMANO			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
1	Desarrollador del prototipo	500,00	500,00
OTROS GASTOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
1	Internet	100,00	100,00
1	Licencia de software	150,00	150,00
COSTO DEL PROYECTO			1650,00

Fuente: Vargas X., 2016

2.2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

2.2.1. Diseño del software

El prototipo se desarrolló con la ayuda de LabVIEW y sus respectivo toolkits de visión instalada en el computador. La plataforma de National Instruments nos permitió controlar los dispositivos de la computadora portátil y la cámara para administrar los recursos de la misma.

Como primer paso se realizó el análisis de los parámetros que debe cumplir el prototipo para satisfacer las necesidades del usuario tanto en software como hardware.

2.2.2. Análisis de los requerimientos del software.

Debido a que el principal objetivo de este trabajo es realizar la aplicación para llevar un control del personal, debemos seguir los siguientes pasos:

1. Saber los datos básicos para el registro de un nuevo perfil.
2. El prototipo debe cumplir los parámetros básicos que son: Crear, buscar, modificar y eliminar.
3. Reconocimiento de facial en 3D en tiempo real.
4. La interface debe ser amigable e intuitiva.
5. Registro de datos de ingreso y salida del personal
6. Tener una base de datos.

El protocolo de registro en cada empresa será diferente de acuerdo a las políticas vigentes en cada una de ellas, pero la forma de ingreso y control de los datos de los usuarios es la misma en todas las instituciones.

2.2.3. Instalación del software y el driver necesario.

El prototipo se implementó en la plataforma de programación LabVIEW y los toolkits de la National Instruments para gestionar el ingreso y control del personal. Antes del desarrollo del prototipo se debe verificar las características en hardware mínimas que requiere el software para la instalación para que el prototipo funcione correctamente.

A continuación, se describe cada una de las etapas que se realizó en la implementación del prototipo.

2.2.3.1. Instalación de LabVIEW y librerías necesarias.

Primero se debe instalar LabVIEW antes de instalar el controlador requerido.

Para proceder con la instalación procedemos a realizar los siguientes pasos:



Ilustración 18-2 Instalación de LabVIEW

Fuente: Vargas X., 2016

Seleccionamos los siguientes toolkits.

- Versión 2014, 64 bits,
- NI LabVIEW 2014 Real-Time Module
- LabVIEW 2014 NI R Series Multifunction RIO 14.0.0
- LabVIEW 2014 NI RT USB Utilities
- LabVIEW 2014 NI-RIO Device Drivers 14.0.1
- LabVIEW 2014 NI Vision Acquisition 2014.08
- LabVIEW 2014 NI RF Driver Suite 2014.08
- LabVIEW 2014 NI Vision Development Module 2014 f1
- LabVIEW 2014 NI Device Drivers August 2014
- LabVIEW 2014 NI-DAQmx 14.1.0
- LabVIEW 2014 NI-DAQmx Runtime 14.1.0

Ingresamos los datos de la institución y la licencia para activar el software.

2.2.3.2. Instalación de VIPM (VI Package Manager)

Con LabView instalado se procedió a instalar el VIPM (VI Package Manager) el que nos permite instalar el OpenCV Wrapper for labview, pero antes de instalar descargamos el paquete la siguiente dirección. <http://vipm.jki.net/download>, en la dirección nos pide que ingresemos el correo electrónico.



Ilustración 19-2 Instalación de VIPM

Fuente: Vargas X., 2016

Instalado VIPM, instalamos OpenCV Wrapper for labview, desde el gestor de paquetes.

Instalación de OpenCV Wrapper for LabView.

Esta librería se puede instalar desde el VIPM o descarga la aplicación desde http://www.ehe-lab.com/OpenCV_Wrapper.html,



Ilustración 20-2 Instalación de OpenCV Wrapper For LabVIEW

Fuente: Vargas X., 2016

Instalado la librería de OpenCV, registramos esta librería para habilitar todas las funciones.



Ilustración 21-2 Activación de OpenCV Wrapper For LabVIEW

Fuente: Vargas X., 2016

Para activar la librería procedemos a comprar la licencia, esta licencia tiene un costo de 150.00 dólares americanos, la ventaja de usar esta librería es la facilidad de procesamiento de los datos.

2.2.3.3. Requerimientos mínimos de hardware.

Se requieren las siguientes especificaciones para la instalación del prototipo:

- Procesador Core i3 o superior.
- Memoria RAM 1 GB o superior.
- Sistema operativo Windows 8/7/Vista (32 bits y 64 bits) o superior.
- Windows XP SP3 (32 bits).
- Windows Server 2003 R2 (32 bits) o Windows Server 2008 R2 (64 bits).
- Espacio en disco 3.67 GB o superior.

2.2.3.4. Verificación del hardware con el NI MAX

Con LabView instalado se procedió a instalar el VIPM (VI Package Manager) el que nos permite instalar el OpenCV Wrapper for labview, pero antes de instalar descargamos el paquete la siguiente dirección. <http://vipm.jki.net/download>, en la dirección nos pide que ingresemos el correo electrónico.

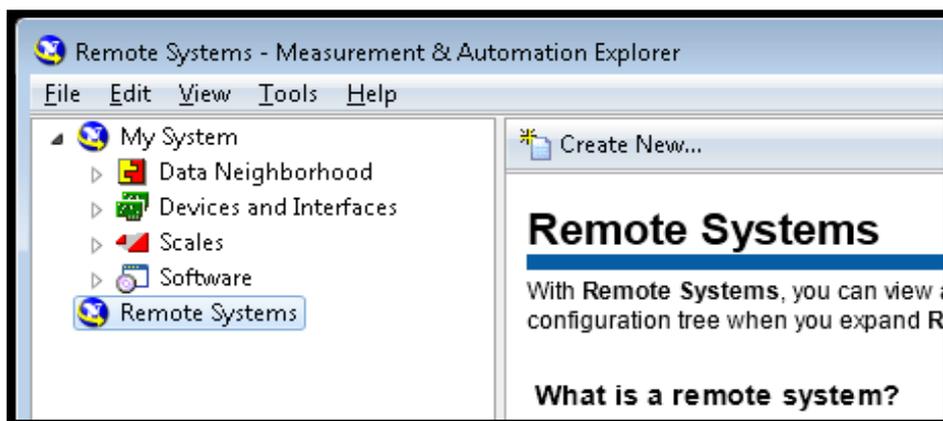


Ilustración 22-2 Verificación del hardware.

Fuente: Vargas X., 2016

Damos clic en el panel desplegable de la izquierda del max en Devices and Interfaces, observamos que se muestran la cámara.

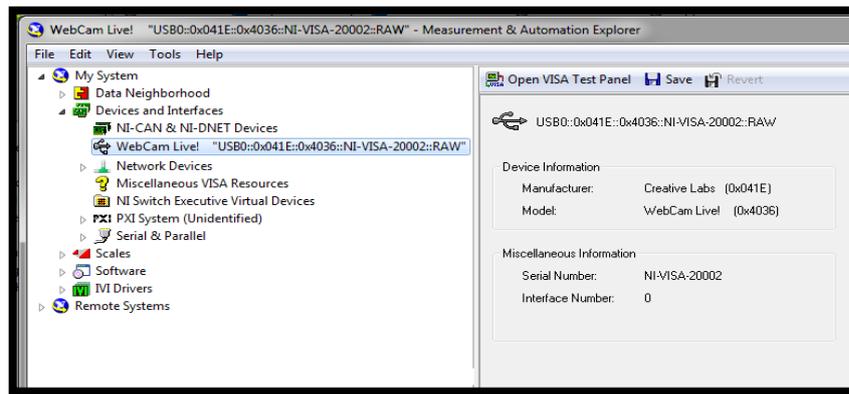


Ilustración 23-2 Revisión de la cámara.

Fuente: Vargas X., 2016

En el max podemos realizar pruebas de funcionamiento de la cámara, ver el id con el que esta designado.

2.2.4. Elaboración de la aplicación para el prototipo.

Un paso clave es la elección del algoritmo específico y el proceso para resolver la construcción de la imagen de 2D a 3D para lo cual se crea un algoritmo que parte de lo general a lo específico, construye el rostro partiendo de rasgos específicos de puntos faciales hasta completar la imagen.

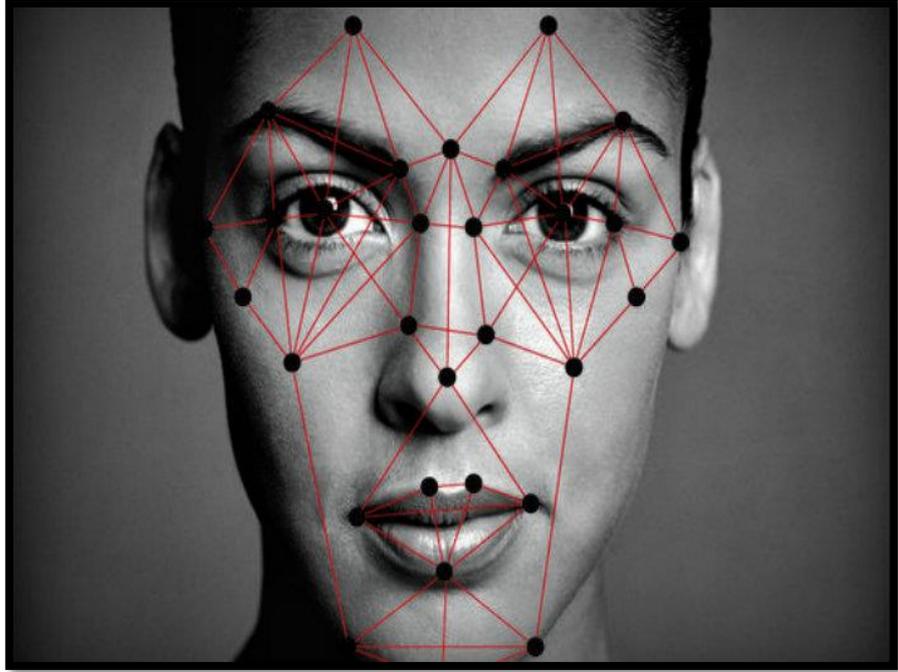


Ilustración 24-2 Puntos faciales para la construcción de un rostro

Fuente: Vargas X., 2016

El algoritmo analizado y propuesto para el prototipo fue seleccionado para cada una de las etapas del prototipo implementado. Así tenemos

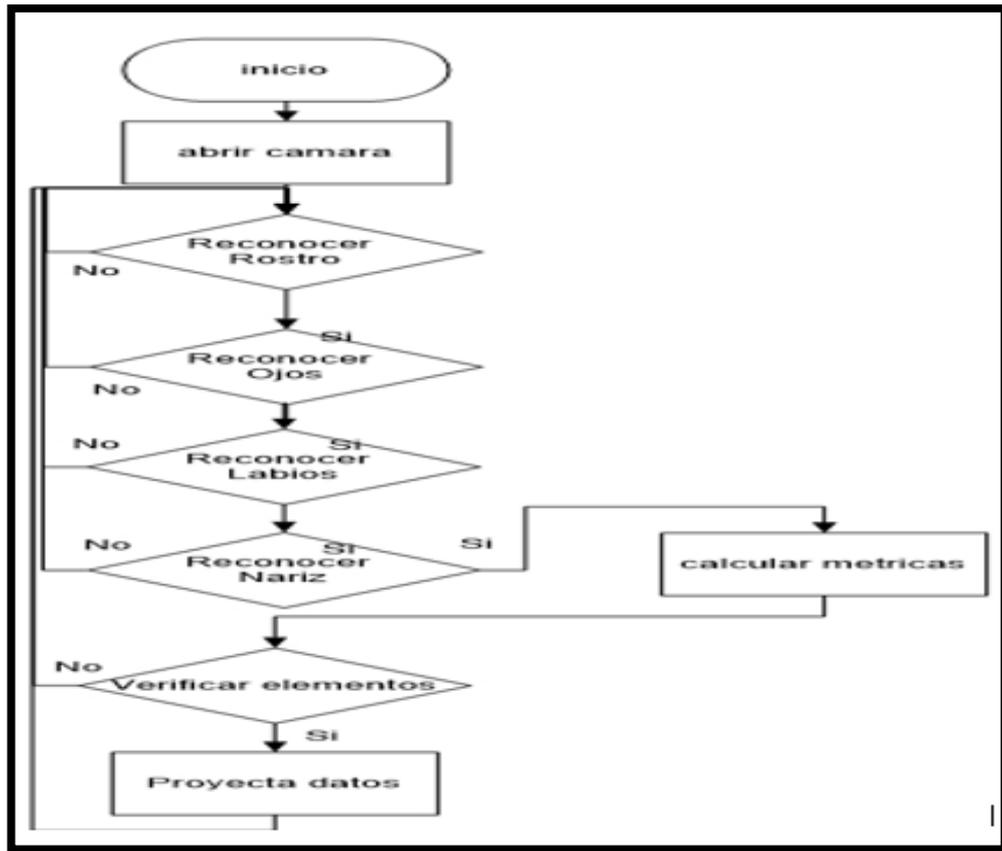


Ilustración 25-2 Diagrama de flujo del sistema.

Fuente: Vargas X., 2016

Un algoritmo debe ser lo más funcional en un sistema donde se reconoce el rostro de la persona sin tomar en cuenta el sexo. En el caso de la detección de un rostro animal, en primer lugar, la librería de OpenCV falla porque solo tiene registrado los puntos y formas que pertenecen a la fisiología humana y otro punto a considerar es que los animales no son altos. De los estudios realizados se determina que una media promedio de la detección del rostro es de 1.75 metros a partir del suelo.

Las librerías OpenCV permiten reconocer el rostro y partes esenciales del mismo que sirven para identificar de forma facial a las personas.

El prototipo de reconocimiento facial se apoya de forma esencial en la librería de OpenCV Wrapper For LabVIEW.

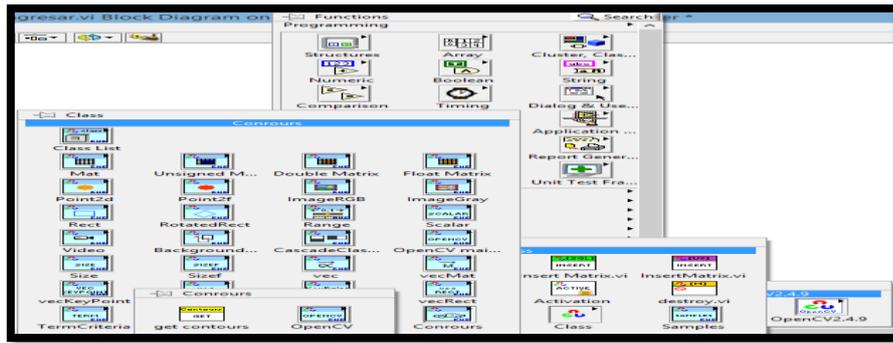


Ilustración 26-2 Librería OpenCV Wrapper for LabVIEW

Fuente: Vargas X., 2016

Con el potencial de la librería OpenCV se desarrolló el software el prototipo implementado.

2.2.4.1. Estructura del sistema.

La arquitectura interna del software es el siguiente.

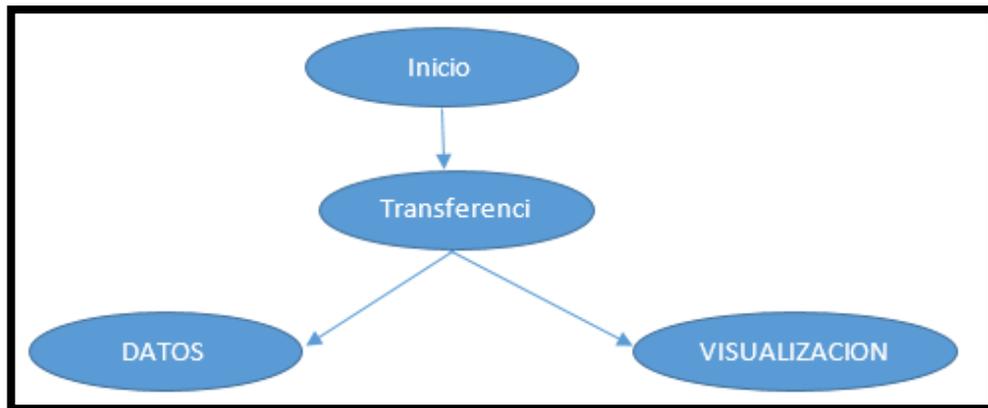


Ilustración 27-2 Estructura de sistema

Fuente: Vargas X., 2016

La estructura en LabVIEW se muestra la siguiente ilustración 2-11

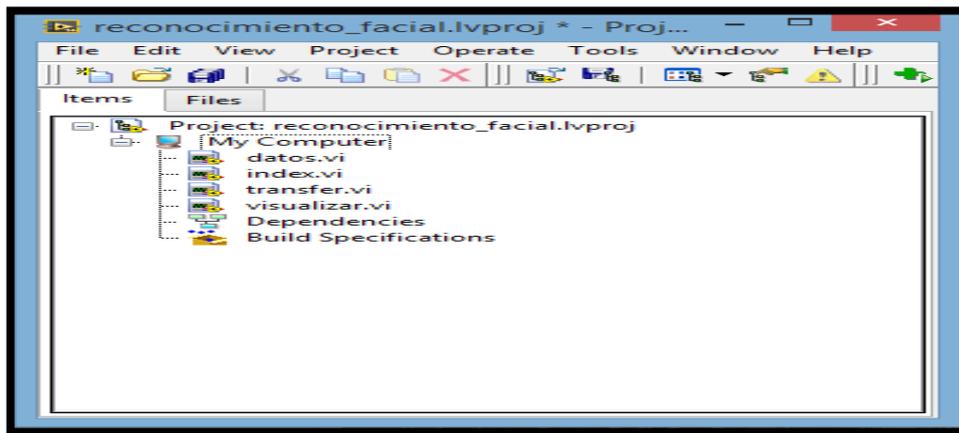


Ilustración 28-2 Estructura en LabVIEW

Fuente: Vargas X., 2016

2.2.4.2. La pantalla de inicio

Se denomina pantalla de prestación, posee datos informativos del nombre del sistema y nombre de la autora del prototipo. Además, posee dos botones uno para ingresar al sistema y el otro para salir del sistema.

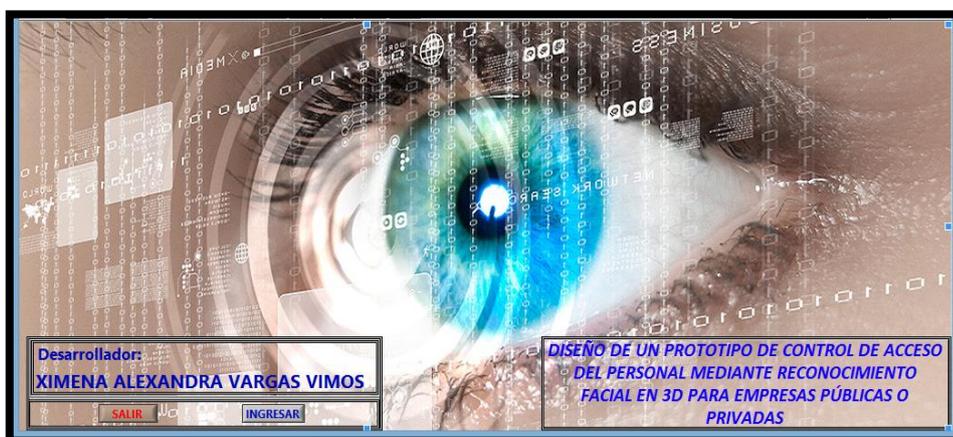


Ilustración 29-2 Pantalla Índice

Fuente: Vargas X., 2016

2.2.4.3. La pantalla de transferencia.

En esta pantalla realizamos la selección de ir a la aplicación ya sea para visualizar los datos o para el ingreso de los mismos.

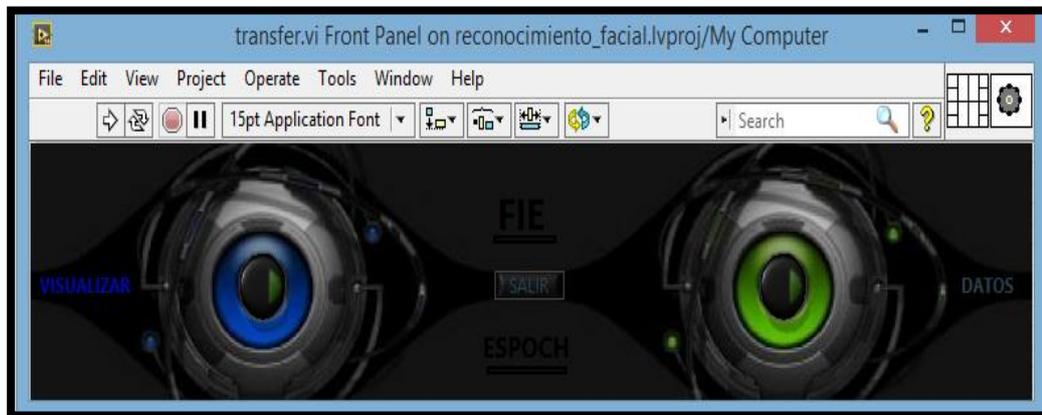


Ilustración 30-2 Pantalla transfer

Fuente: Vargas X., 2016

Para navegar entre las pantallas damos clic en el ojo de color verde y este nos lleva a ingreso de datos y el color azul a visualizar.

2.2.4.4. Pantalla datos.

Aquí tenemos los campos de nombres, cédula, función, fecha. Además, para buscar con solo ingresar el número de cédula y presionar buscar el sistema busca en la tabla. La modificación se realiza una vez buscado el elemento, de la misma manera al presionar el botón modificar. Para ingresar un dato el sistema primero verifica que esté lleno los campos e identifica los números y formato adecuado. Además de esto necesita el sistema un patrón de datos para obtener las métricas faciales. Para este caso de estudio se realiza mediante las tres vistas de la cara frontal y las dos laterales.

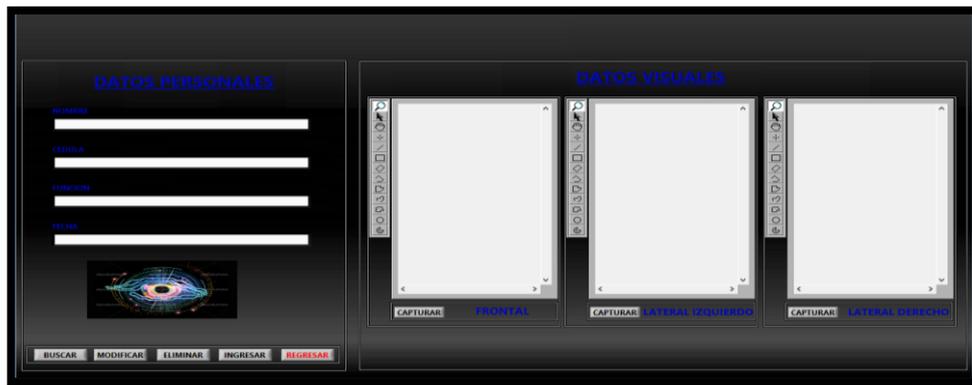


Ilustración 31-2 Pantalla datos.

Fuente: Vargas X., 2016

Buscar datos.

La búsqueda de la información se lo realiza ingresando el número de cedula y luego se presiona la opción buscar.



Ilustración 32-2 Pantalla buscar datos.

Fuente: Vargas X., 2016

Modificar

Una vez buscado al usuario podemos modificar cambiando la información en el campo requerido y presionando modificar.



Ilustración 33-2 Pantalla modificar datos.

Fuente: Vargas X., 2016

Eliminar.

Procede a buscar los datos y posteriormente eliminamos presionando el botón eliminar.

Ingresar.

Este proceso es diferente que los anteriores, primero ingresamos los datos del usuario y verificarnos, procedemos a tomar la foto e ingresamos los datos de la persona a registrar al sistema.

2.2.4.5. Pantalla visualización.

En esta pantalla se desarrolla todo el reconocimiento facial en 3D a partir de una imagen en 2D. Lo que se va a realizar es lo inverso de la adquisición de fotografías. En este caso es la construcción de una forma virtual en 3D a partir de una imagen en 2D.

Lo primero a desarrollar es el reconocimiento de la cámara. Con la ayuda la librería max visualizamos los dispositivos que se encuentran conectados en la PC, y las características de estos. En nuestro caso es la FacebCam 1000x “cam1”.

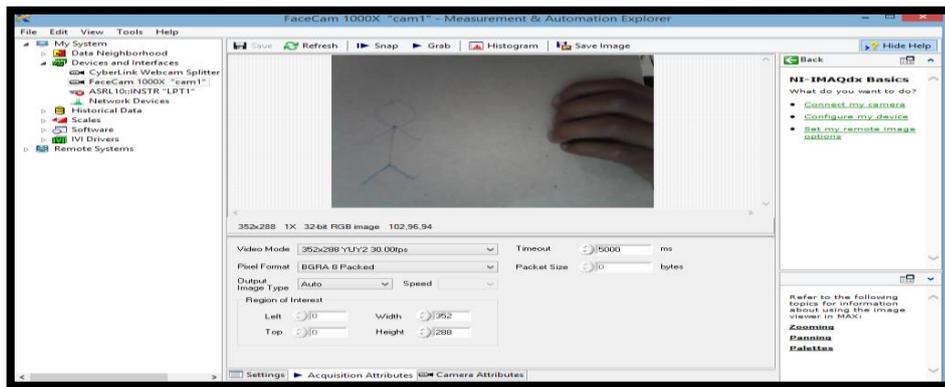


Ilustración 34-2 Reconocimiento de la cámara en el max.

Fuente: Vargas X., 2016

Otro punto a considerar es que la imagen proyectada en la pantalla del max. Tiene dos objetos uno de 2D y el otro de 3D. Se nota claramente los rasgos de la mano en 3D y del dibujo en 2D.

Con esta observación, se diferencia claramente las imágenes 2D de 3D, para un ser humano es una forma intuitiva básica de reconocer estos objetos en el mundo real. Para una máquina esto es seguir un algoritmo métrico facial. Quien posee 30 punto faciales y 73 métricas faciales. Estas medidas pueden cambiar ligeramente con el tiempo y los cambios fisiológicos, del ser humano.

Al definir la métrica facial de una persona, se establecer una característica única de una persona como son las huellas dactilares, el iris, el número de identificación.

Estos puntos faciales pueden variar según la etnia de las personas, pero las variaciones son mínimas, mantiene cada patrón.

En el caso de reconocer un rostro animal, como por ejemplo el de un perro, la cabeza de dicho animal puede confundirse con la de una oveja. Si la cara del perro se coloca en los puntos fáciles, existirán puntos que desaparezcan y métricas que sobrepasen las medidas de las métricas promedio para un ser humano porque es difícil para el sistema identificarlo.

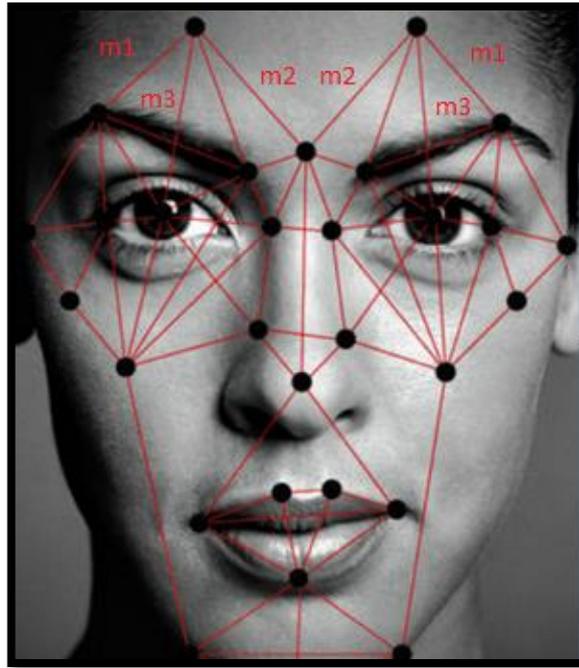


Ilustración 35-2 Puntos y Métricas faciales

Fuente: Vargas X., 2016

En la pantalla de visualización se observa la imagen del usuario y los datos que posee una vez que reconocido el rostro como se muestra en la ilustración 2-19.

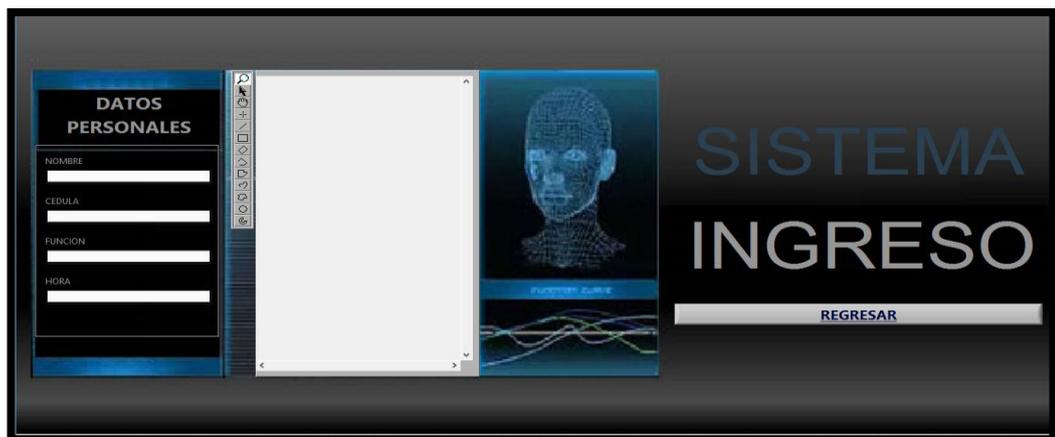


Ilustración 36-2 Pantalla de visualización del sistema.

Fuente: Vargas X., 2016

Para entender el funcionamiento del prototipo se debe entender cómo trabaja los sistemas de reconocimiento facial en 3D.



Ilustración 37-2 Reconocimiento facial 3D

Fuente: Vargas X., 2016

Los sistemas de reconociendo facial en 3D emiten rayos infrarrojos para encontrar los puntos faciales y calcular las métricas del rostro. De forma similar se encontrarán los puntos faciales en el rostro con la ayuda de la librería Opencv Wrapper For Labview.

La librería de Opencv localiza el rostro en una imagen y continuación se procede a verificar los puntos faciales con las dos imágenes laterales y la frontal del personal para obtener las métricas.

Diagramas de código para obtener las métricas de un rostro

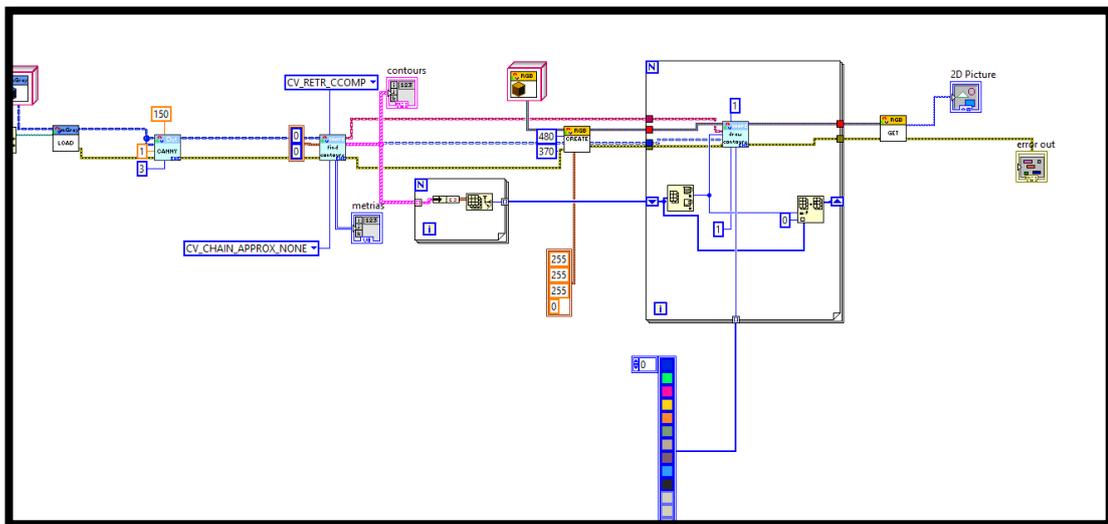


Ilustración 38-2 Código para obtener las métricas de un rostro

Fuente: Vargas X., 2016

Adquisición de imágenes.

Para adquirir imágenes primero se selecciona la cámara “cam1”, esta selección la dejamos por defecto para solo ejecutar automáticamente.

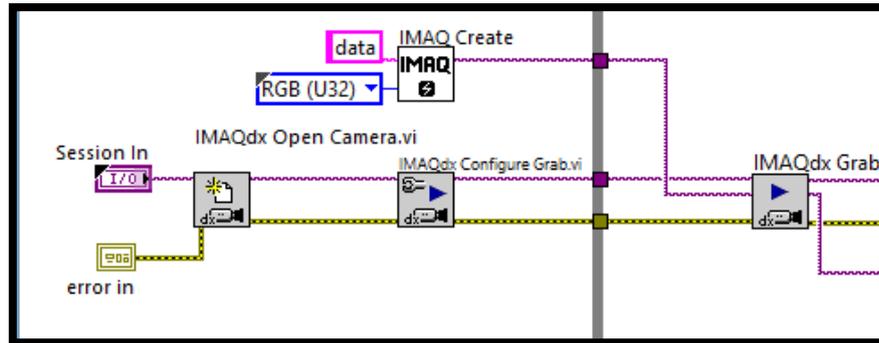


Ilustración 39-2 Código para abrir la cámara

Fuente: Vargas X., 2016

Segmentación.

La cámara entrega una imagen completa de la cual se segmenta el área esta segmentación es para que la computadora solo busque en esa sección los ROI(región de interés, cara, ojos, labios)

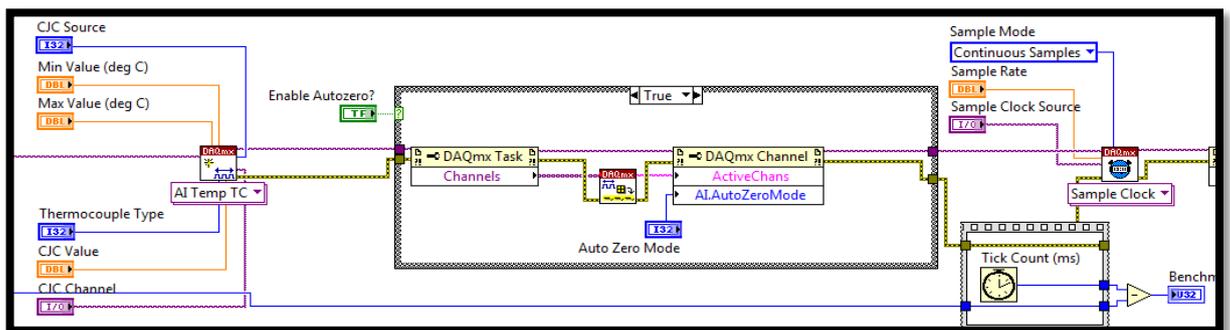


Ilustración 40-2 Código para segmentar

Fuente: Vargas X., 2016

Validación.

Los datos de los usuarios están almacenados en una tabla, de donde se procede a comparar y luego se procede a registrar.

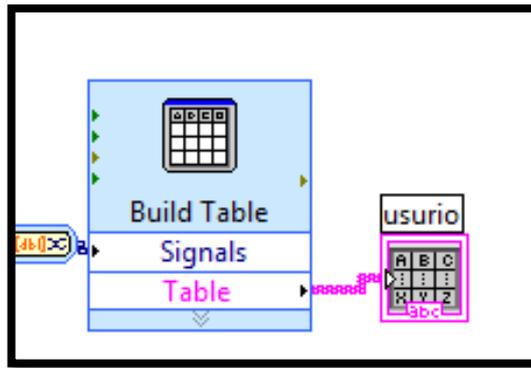


Ilustración 41-2 Tabla de almacenamiento

Fuente: Vargas X., 2016

2.2.5. Interacción entre el computador y la cámara

La estructura física del prototipo está compuesta por la computadora personal y la webcam genius.

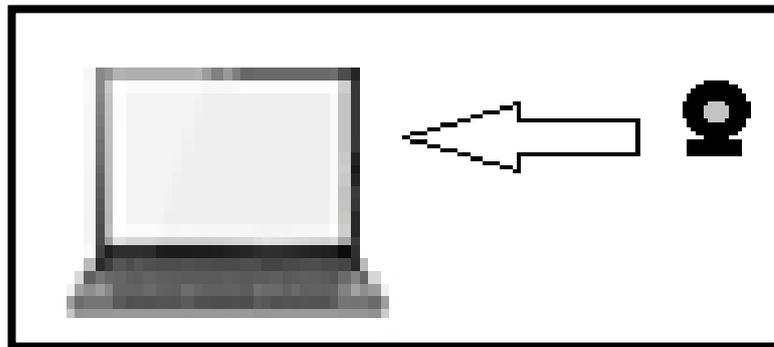


Ilustración 42-2 Estructura Física Del Prototipo

Fuente: Vargas X., 2016

La webcam se comunica con la computadora mediante las librerías Dmax, propias de labview, y una vez que se obtiene las imágenes en la computadora, se comunican con la librería de OpenCV wrapper for labview de forma directa debido que son propias de labview, no se necesita nada para unir las porque son creadas para labview.

CAPITULO III

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

La importancia de realizar las pruebas y resultados del prototipo proporciona una confiabilidad, eficiencia y eficacia del mismo. Para lo cual se realizaron varias pruebas con el registro a personas las que permitieron hacer el respectivo análisis y empleos de fórmulas estadísticas para determinar media y promedios.

De las pruebas realizadas con los datos de registro que se procedió un análisis de tiempos de respuesta los que fueron leídos y medidos en base a distancia y detección de puntos en el rostro de cada persona y así obtener una mejor identificación.

3.1. Dimensionamiento de la muestra

El número de la muestra necesaria para que los resultados puedan validarse y sean confiables, se usó la fórmula estadística para estimar la media muestral, y así considerar una media de población infinita.

Ecuación 1-3 Ecuación que define el tamaño muestral que estima una media

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}{e^2}$$

En la cual:

n = Número de muestras.

Z_α = Constante de nivel de confianza que asignamos, consideraremos un nivel de confianza del 95%, debido es el que más se aplica en este tipo de procesos, entonces la constante es de 1.96

σ² = Es la variación presentada de 1s

e² = Es el error deseado de 1s

$$n = \frac{1.96^2 * 1}{1^2}$$
$$n = 4.84$$
$$n = 5$$

Entonces se deben hacer 6 pruebas para tomar mediciones del experimento de forma que al hallar una media y comparar los resultados, estos sean válidos y confiables.

3.2. Velocidad de adquisición y procesamiento.

La velocidad y resolución de la cámara podemos observar en el max, en donde escogemos el número de muestras por segundo. Para nuestro caso 30fps(frame por segundo)

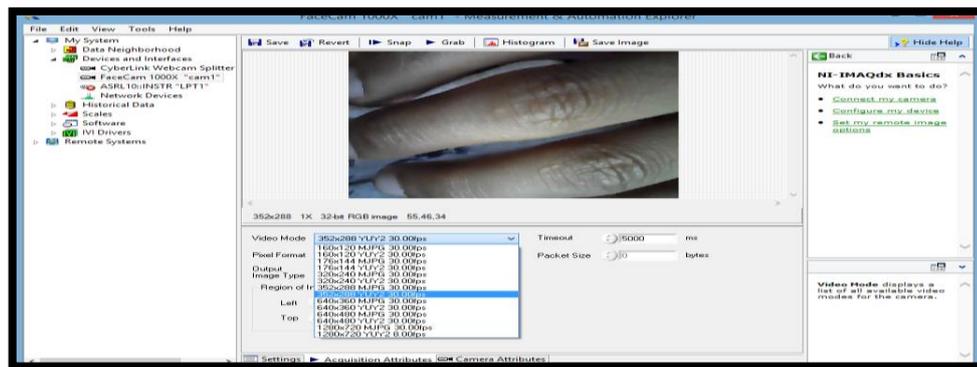


Ilustración 43-3 Características de la cámara.

Fuente: Vargas X., 2016

La calidad de adquisición de muestra es 1280x720 MJPG 30.00fps, la cámara toma en esta configuración 30 imágenes por segundo en el formato mjpg, por lo descrito anteriormente cada 33,33ms se toma una foto. El tiempo que una persona pase por la zona de visión de la cámara es de 1500 ms, la cámara tomara 45 fotos de una persona.

3.2.1. Velocidad de procesamiento

La cámara nos provee una adquisición de 1280x720 MJPG 30.00fps, la cámara toma en esta configuración 30 imágenes por segundo en el formato mjpg, por lo descrito anteriormente cada 33,33ms se toma una foto. El tiempo que una persona pase por la zona de visión de la cámara es de 1500 ms, la cámara tomara 45 fotos de una persona.

Tabla 3-3 Tabla de velocidades de los componentes.

Velocidad/cámara/seg	Velocidad/pc/se	Velocidad/persona/seg
30	10	1.5

Fuente: Vargas X., 2016

3.2.2. Código de la aplicación.

Como se muestra en la ilustración 2-21 se observa una interfaz gráfica mediante un código grafico para el procesamiento de imágenes mediante LabVIEW. Esta herramienta permite desarrollar aplicaciones mediante códigos visuales que pueden también combinarse con scritp de Matlab o código en lenguaje C o superiores. En el anexo A se describe más detallado como programar en LabVIEW.

3.2.3. Relación de tiempos de procesamientos cámara, pc y persona.

La computadora procesa 10 imágenes en un segundo. Teniendo un exceso de 20 imágenes por tiempo de procesamiento. Se sabe que una persona se demora en pasar por la cámara 1500 ms. Teniendo un tiempo de captación de una persona de 750 ms por persona en el área de cobertura del prototipo como se muestra en la ilustración 3-2.

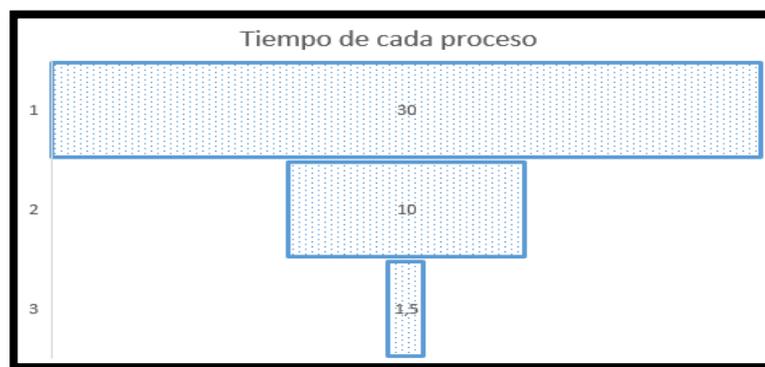


Ilustración 44-3 Características de relación de tiempo de adquisición.

Fuente: Vargas X., 2016

En la ilustración 3-2, se observa que se puede captar 30 imágenes de una persona en 600ms y el pc procesa 10 imágenes. De una sola persona, se especifica la relación de una y dos personas como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 4-3 Relación de procesamiento de la imagen.

Personas	V/Cámara(ms)	V/pc(ms)	V/persona(ms)	Imágenes/procesadas
1	33.3	100	1500	45
2	33.3	100	750	22

Fuente: Vargas X., 2016

3.3. RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO

3.3.1. Comparación de características entre el Multibio y PT 3D.

La relación de funcionamiento se lo realizó con un equipo de reconocimiento en 3D, marca Multibio 700, nuestro PT 3D este equipo se usa por existe en el mercado nacional y es de fácil adquisición.

Tabla 5-3 Características de los dos equipos

Características	Multibio 700	PT 3D
almacenamiento	500 rostros	100 rostros
Personas a detectar	1	2
Velocidad de detección	300 ms	100 ms
Puntos faciales	60	30

Fuente: Vargas X., 2016



Ilustración 45-3 Multibio 700

Fuente: <http://www.novalan.com.mx/testimonial-view/reloj-quecador-de-reconocimiento-facial/>

3.3.2. Comparación económica.

El prototipo se debe instalar en una computadora con las características que se muestra en la tabla 1-1. Instalar una webcam HD. Mientras que el sistema del Multibio es un instrumento en hardware.

Tabla 6-3 Precio de los dos sistemas

	Multibio 700	PT 3D
Precio	\$ 650	\$ 150
accesorios	\$ 0	\$ 25

Fuente: Vargas X., 2016

Un factor muy a parte del precio de la licencia de OpenCV Wrapper For Labview, sin tomar en cuenta el tiempo de diseño y el costo de instalación y puesta en marcha. Lo cual eleva el precio del producto. En el caso que no cuenten con una computadora se debe adquirir lo que sube el precio. En cambio, el Multibio 700, con solo instalar y poner en marcha puede entrar a funcionar sin necesidad de una computadora.

3.3.3. Pruebas de funcionamiento.

Para realizar las pruebas se tomaron las siguientes observaciones.

- El usuario no debe estar con bufanda, gorra, o cualquier objeto que cubran el rostro.
- Los usuarios en lo posible deben pasar con la frente en alto.
- No deben pasar en fila de forma que cubra el rostro de la segunda persona que le sigue.
- No pasar corriendo por el área de detección.

Se realizó 11 pruebas con grupo de 10 personas que pasen por la zona de reconocimiento. Tomando en cuenta las observaciones descritas anteriormente. Las personas pueden ingresar de forma normal por una puerta una a la vez, sin correr lo más natural posible y con la frente en alto para que la cámara pueda reconocer el rostro de la persona y el prototipo pueda identificar.

Tabla 7-3 Resultados de la Prueba Iluminación, Enfoque y Posición.

N °	No de personas Detectadas	Causas
1	2	Falta de Iluminación
2	3	Enfoque y posición
3	8	Rostros ocultos por otra persona que se encuentra adelante
4	9	Persona con estatura baja entre personas de gran estatura.
5	9	No ingresan con la frente en alto con relación a la cámara

Fuente: Vargas X., 2016

En el siguiente ensayo de pruebas y corregido las causas anteriores Tabla 3-5 se logró determinar los siguientes resultados como se muestra en la Tabla 3-6. De los resultados obtenidos se ha logrado mejorar: distancia, tiempo y detección de rostro.

Tabla 8-3 Nuevos resultados de Iluminación, Enfoque y Posición.

N °	No de personas Detectadas	Iluminación	Enfoque y posición	Rostros ocultos	Ingreso con la frente en alto
1	10	Si	Si	Si	Si

Fuente: Vargas X., 2016

3.4. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO 3D

Para validar al prototipo, se implementó momentáneamente en la empresa pública EPCE EP (Empresa Publica Cementera de Chimborazo EP) que se encuentra a 14.7 Km de la ciudad de Riobamba. Esta empresa tiene instalado un sistema biométrico dactilar de control de ingreso de personal. Para obtener resultados de la implementación del prototipo se procedió a realizar la siguiente encuesta.

1. ¿El prototipo eliminó los cuellos de botellas que se producían al momento de registrar su ingreso? SI ... NO A VECES
....

Por que

.....
.....
.....

2. ¿Los tiempos de registro del personal ha disminuido con el uso del prototipo?
SI NO
3. ¿El Prototipo 3D cumple con las expectativas de la empresa? SI NO
4. ¿Su registro de ingreso fue más rápido con relación al sistema anterior? SI NO
5. ¿Desearía seguir usando el Prototipo 3D? SI NO.....

3.4.1. Tabulación de datos.

Con las preguntas descritas anteriormente, se proceden a tabular cada pregunta con sus datos,

¿El prototipo eliminó los cuellos de botellas al momento de registrarse?

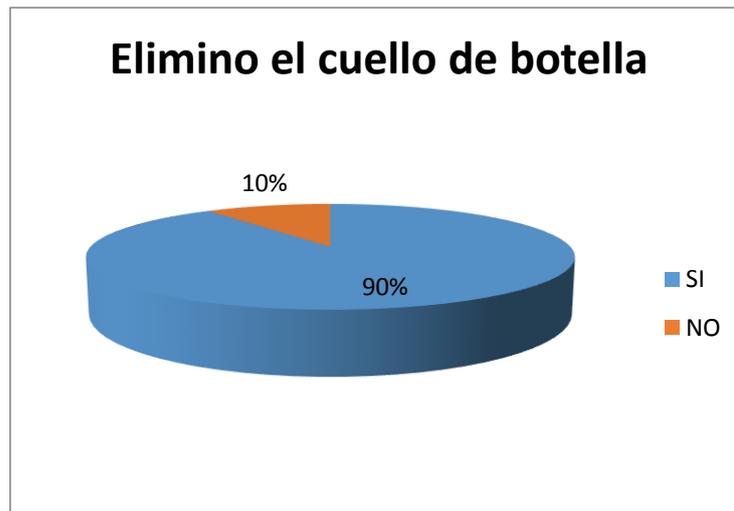


Ilustración 46-3 Datos tabulado de la primera pregunta

Fuente: Vargas X., 2016

De los resultados obtenidos se puede expresar que el 90% de los encuestados manifestaron que si se eliminó los cuellos de botella que se producían al momento de registrar su ingreso; mientras que el 10% manifestó que no.

¿Los tiempos de registro del personal ha disminuido con el uso del prototipo?



Ilustración 47-3 Datos tabulado de la segunda pregunta

Fuente: Vargas X., 2016

De los resultados obtenidos se puede expresar que el 90% de los encuestados manifestaron que si disminuyó los tiempos de registro con el uso del prototipo mientras que el 10% manifestó que no.

¿El Prototipo 3D cumple con las expectativas de la empresa?

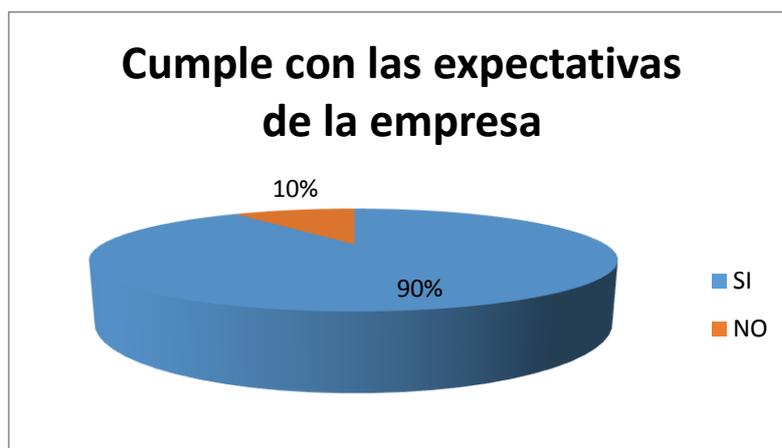


Ilustración 48-3 Datos tabulado de la tercera pregunta

Fuente: Vargas X., 2016

De los resultados obtenidos se puede expresar que el 90% manifiesta que el prototipo implementado cumple con las expectativas, mientras que el 10% manifiesta que no cumple.

¿Su registro de ingreso fue más rápido con relación al sistema anterior?



Ilustración 49-3 Datos tabulado de la cuarta pregunta

Fuente: Vargas X., 2016

Del análisis de los resultados obtenidos se puede expresar que el 90% manifiesta que el prototipo es más rápido en el proceso de registro que el sistema anterior o biométrico, mientras que el 10% manifiesta que no es rápido.

¿Desea seguir utilizando en el prototipo 3D?



Ilustración 50-3 Datos tabulado de la cuarta pregunta

Fuente: Vargas X., 2016

Del análisis de los resultados obtenidos se puede expresar que el 90% manifiesta que el desearían seguir utilizando el prototipo, mientras que el 10% manifiesta que no.

Como conclusión se llega a determinar que el prototipo cumple con las expectativas de cambio en el registro ingreso del personal de servicio y su futura implementación dependerá de la decisión de los directivos de la misma.

CONCLUSIONES

1. El desarrollo del prototipo arrojó resultados aceptables y satisfactorios que validan el objetivo principal, que es de disminuir el tiempo de acceso del personal momento de ingreso al lugar de trabajo y eliminando el cuello de botella que se genera al registrarse en el sistema de acceso.
2. Todo sistema que conlleva cámaras debe acondicionar la iluminación mediante cualquier método ya que según la aplicación va el tipo de iluminación. En la aplicación se usa la iluminación frontal que es el más óptimo y el que viene en las cámaras nocturnas.
3. Con los recursos software y hardware que se disponen para desarrollar una aplicación se selecciona el algoritmo que mejor se acople al mismo, también se puede realizar una mezcla de algoritmos.
4. El análisis de los tiempos para cada proceso, arroja un panorama más claro del recurso en la unidad de tiempo. Se identificó el proceso crítico que es el tiempo de paso del usuario por la zona de detección que es de un promedio de 1500ms.
5. El análisis y selección del mejor algoritmo permite tener resultados óptimos en cuanto a proceso de identificación y pasó de una dimensión a otra para poder identificar de mejor manera a la persona que se encuentra en la zona de detección.
6. El prototipo tiene un alto grado de aceptación según resultados obtenidos mediante la formula estadística, lo que valida el uso del prototipo y su futura implementación en cualquier institución pública o privada.

RECOMENDACIONES

1. Todo sistema tiene limitaciones y este prototipo no es la excepción, las limitaciones son:
 - El usuario no debe estar con bufanda, gorra, o cualquier objeto que cubran el rostro.
 - Los usuarios en lo posible deben pasar con la frente en alto.
 - No deben pasar en fila de forma que cubra el rostro de la segunda persona que le sigue.
 - No pasar corriendo por el área de detección.

Se recomienda seguir y cumplir esta restricción. Caso contrario el sistema va a presentar errores en cuanto a identificación del personal.

2. El sistema de iluminación debe ser frontal, se sugiere realizar pruebas de enfoque con la librería Max antes de poner a funcionar el sistema de reconocimiento. Demasiada iluminación puede causar brillo y una escasa iluminación puede causar una mala captación de la imagen y los resultados de identificación se verán afectados.
3. El personal que opere el sistema debe tener conocimiento básico de manejo de cámara e iluminación, debido a que puede presentarse errores en la manipulación ya sea por una mala conexión del cable o por falta de iluminación causando distorsión en la imagen a ser procesada.
4. Por lo general estos sistemas de control se encuentran en la mayoría de las instituciones en la garita de acceso por lo que se recomienda revisar la iluminación a la que está expuesta la cámara y el tipo de foco que se va a emplear para la iluminación del sitio.

BIBLIOGRAFIA

1. GARCIA, María. (2009). Diseño e implementación de una herramienta de detección facial. (Tesis Maestría). Instituto Politécnico Nacional, Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Computo. México D.F., pp. 15 - 66.

[Consulta: 15 de Septiembre de 2015]

Recuperado de:

[http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5902/1366_Centro%20de%20Innovacin%20y%20Desarrollo%20Tecnolgico%20en%20C%C3%B3mputo%20\(CIDETEC\)tesis_Febrero_2010_585879229.pdf?sequence=1](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5902/1366_Centro%20de%20Innovacin%20y%20Desarrollo%20Tecnolgico%20en%20C%C3%B3mputo%20(CIDETEC)tesis_Febrero_2010_585879229.pdf?sequence=1)

2. CABRERA, José. (2001). Teleoperación de un robot móvil mediante percepción 3D. (Tesis pregrado). Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de sistema y Automatización. Leganés - Madrid, pp. 18-47.

[Consulta: 20 de Septiembre de 2015]

Recuperado de: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/13141>

3. BOLTON, W. (2010). Mecatrónica Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México, pp. 45-104.

[Consulta: 10 de Octubre de 2015]

4. BRONTE, Sebastián. (2008). Sistema de Detección y Reconocimiento Facial de Conductores Mediante Sistema de Visión Computacional. (Tesis Pregrado). Universidad de Alcalá, Escuela Politécnica Superior, Ingeniería de Telecomunicaciones. Alcalá, pp 33-113.

[Consulta: 15 de Octubre de 2015]

Recuperado de: http://www.robosafe.com/personal/sebastian.bronte/pub/S_Bronte_TFC08.pdf

5. MONGE, David. (2012). Reconocimiento de objetos en 3D Utilizando Sensores de Visión Y Profundidad de Bajo Coste. (Tesis). Universidad Zaragoza, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Ingeniería en Informática. Zaragoza, pp. 5-45.

[Consulta: 20 de Octubre de 2015]

Recuperado de: <http://zaguan.unizar.es/record/7131?ln=es>

6. OSES, Eduardo. (2012). Diferentes tipos de procesos industriales. [Web]

[Consultado el: 15 de enero del 2016.]

Recuperado de: <http://thelupus2012.blogspot.com/>.

7. ROOSSIUS, Steve. (2014). Detección y Seguimiento Facial En Tiempo Real Para Un Video Juego en C#. (Tesis Master). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España, pp 6-46.

[Consultado el: 17 de enero de 2016.]

Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/46666>

8. MORENO, Ana. (2004). Reconocimiento facial automático mediante técnicas de visión tridimensional. (Tesis Master). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid-España, pp 15-45.

[Consultado el: 10 de febrero de 2016.]

Recuperado de: <http://oa.upm.es/625/>

9. CABELLO, Enrique. (2004). Técnicas de reconocimiento facial mediante redes neuronales. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Fotonica, facultad de Informática. Madrid-España, pp. 1-108.

[Consultado el: 10 de febrero de 2016.]

Recuperado de: <http://oa.upm.es/625/>

10. CORREA, Alexander. (2013). Reconocimiento de rostros y gestos faciales mediante un análisis de relevancia con imágenes 3D.

[Consultado el: 25 de abril de 2016.]

Recuperado de:

http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/2563/2420

11. CREUS, Antonio. (2012) Instrumentacion Industrial (8ª edicion). Mexico D.F., Alfaomega. pp. 220-230.

[Consultado el: 10 de Mayo de 2016.]

12. LLORET, José. (2015). Sistemas de visualización Industrial. [Web]

[Consultado el: 11 de mayo de 2016.]

Recuperado de: <http://www.bautistasanz.com/sistemas-de-visualizacion-insdustriales/>

13. MADUELL, Eloi. (2014) Visión Artificial. (1a edición). Catalunya: FUOC. pp. 5-20.

[Consultado el: 12 de mayo de 2016.]

14. NATIONAL INSTRUMENTS. (2016). LABVIEW VISIÓN – Fundamento del procesamiento digital de imágenes. [Web]

[Consultado el: 18 de mayo de 2016.]

Recuperado de: <http://www.ni.com/labview/vision/esa/>

ANEXOS

ANEXO A: TUTORIAL DE LABVIEW

TUTORIAL DE LABVIEW

1.- INTRODUCCIÓN

LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

2.- ¿CÓMO TRABAJA LABVIEW?

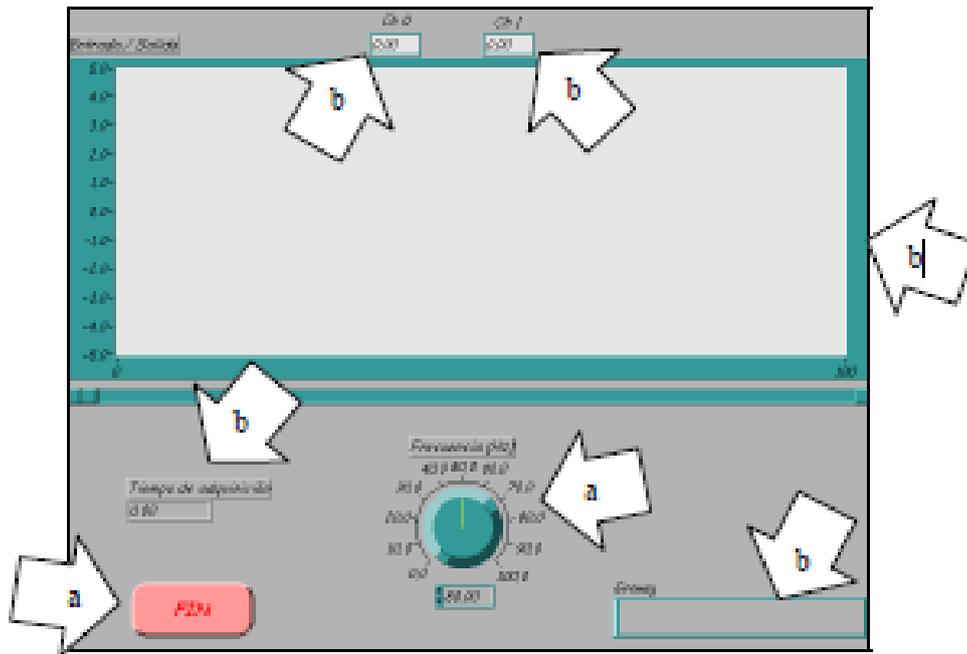
Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo, son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

Todos los VIs tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los VIs. A continuación, se procederá a realizar una breve descripción de estos conceptos.

A) Panel Frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

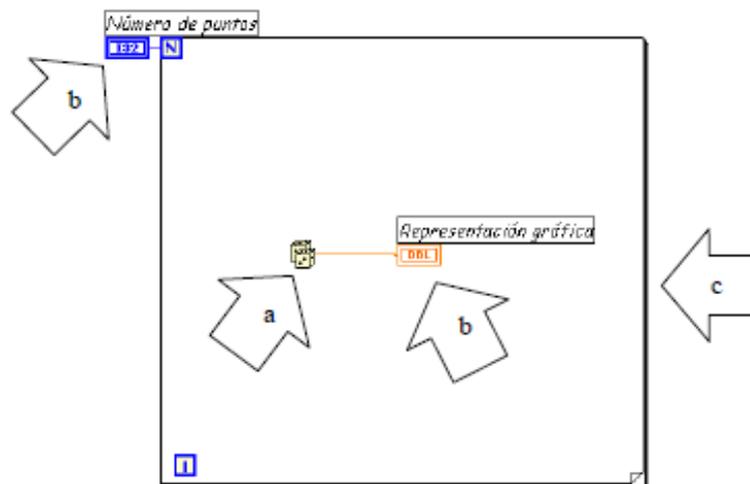
Cada uno de ellos puede estar definido como un control (a) o un indicador (b). Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación. El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier proceso de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.



B) Diagrama de bloques

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales.

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales. A continuación se presenta un ejemplo de lo recién citado:



(a) Función.

(b) Terminales (control e indicador).

(c) Estructura.

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos.

LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, entre otras.

Hay estructuras, similares a las declaraciones causales y a los bucles en lenguajes convencionales, ejecutan el código que contienen de forma condicional o repetitiva (bucle for, while, case,...).

Los cables son las trayectorias que siguen los datos desde su origen hasta su destino, ya sea una función, una estructura, un terminal u otras. Cada cable tiene un color o un estilo diferente, lo que diferencia unos tipos de datos de otros.

C) Paletas.

Las paletas de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques. Existen las siguientes paletas:

Paleta de herramientas (Tools palette)

Se emplea tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.



Las opciones que presenta esta paleta son las siguiente:

-  *Operating tool* – Cambia el valor de los controles.
-  *Positioning tool* – Desplaza, cambia de tamaño y selecciona los objetos.
-  *Labeling tool* – Edita texto y crea etiquetas.
-  *Wiring tool* – Une los objetos en el *diagrama de bloques*.
-  *Object Pop-up Menu tool* – Abre el menú desplegable de un objeto.
-  *Scroll tool* – Desplaza la pantalla sin necesidad de emplear las barras de desplazamiento.
-  *Breakpoint tool* – Fija puntos de interrupción de la ejecución del programa en *VI*s, *funciones* y *estructuras*.

Paleta de controles (Controls palette)

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplearán para crear la interfaz del VI con el usuario.



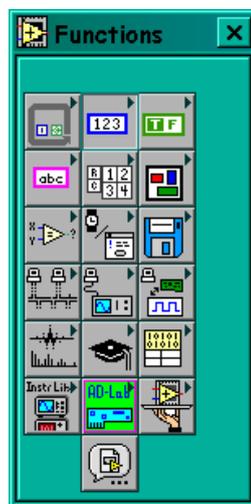
El menú Controls de la ventana correspondiente al panel frontal contiene las siguientes opciones:

-  *Numeric* – Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.
-  *Boolean* – Para la entrada y visualización de valores booleanos.
-  *String & Table* – Para la entrada y visualización de texto.
-  *List & Ring* – Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.
-  *Array & Cluster* – Para agrupar elementos.
-  *Graph* – Para representar gráficamente los datos.
-  *Path & RefNum* – Para gestión de archivos.
-  *Decorations* – Para introducir decoraciones en el panel frontal. No visualizan datos.

Al seleccionar objetos desde el menú Controls, estos aparecen sobre el panel frontal y pueden colocarse donde convenga, y además tienen su propio menú desplegable que permite la configuración de algunos parámetros específicos de cada tipo de control.

Paleta de funciones (functions palette)

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, ...



Para seleccionar una función o estructura concretas, se debe desplegar el menú: Functions y elegir entre las opciones que aparecen. A continuación, se enumeran todas ellas, junto con una pequeña definición.



Time & Dialog – Contiene *funciones* para trabajar con cuadros de diálogo, introducir contadores y retardos, etc.



File I/O – Muestra *funciones* para operar con ficheros.



Communication – Muestra diversas *funciones* que sirven para comunicar varios ordenadores entre sí, o para permitir la comunicación entra distintos programas.



Instrument I/O – Muestra un submenú de *VI*s, que facilita la comunicación con instrumentos periféricos que siguen la norma ANSI/IEEE 488.2-1987, y el control del puerto serie.



Data Acquisition – Contiene a su vez un submenú donde puede elegirse entre distintas librerías referentes a la adquisición de datos.



Analysis – Contiene un submenú en el que se puede elegir entre una amplia gama de *funciones* matemáticas de análisis.



Tutorial – Incluye un menú de *VI*s que se utilizan en el manual LabVIEW Tutorial.



Advanced – Contiene diversos submenús que permiten el control de la ayuda, de los *VI*s, manipulación de datos, procesado de eventos, control de la memoria, empleo de programas ejecutables o incluidos en librerías DLL, etc.



Instrument drivers – En él se muestran los drivers disponibles de distintos instrumentos.

3.- PROGRAMACIÓN EN LABVIEW

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del panel frontal.

En primer lugar, se definirán y seleccionarán de la paleta de controles todos los controles (entradas que dará el usuario) e indicadores (salidas que presentará en pantalla el VI) que se emplearán para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados.

Una vez colocados en la ventana correspondiente al panel frontal todos los objetos necesarios, debe pasarse a la ventana Diagram (menú Windows > Show Diagram), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (diagrama de bloques). Al abrir esta ventana, en ella se encuentran los terminales correspondientes a los objetos situados en el panel frontal, dispuestos automáticamente por LabVIEW.

Se deben ir situando las funciones, estructuras, etc. que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables.

Para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú “Help” puede elegirse la opción “Show Help”, con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida).

Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar éste sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.

4.- EJECUCIÓN DE UN VI

Una vez se ha concluido la programación del VI se debe proceder a su ejecución. Para ello la ventana activa debe ser el panel frontal (si se está en la ventana del diagrama de bloques, se debe seleccionar la opción Show Panel del menú Window).

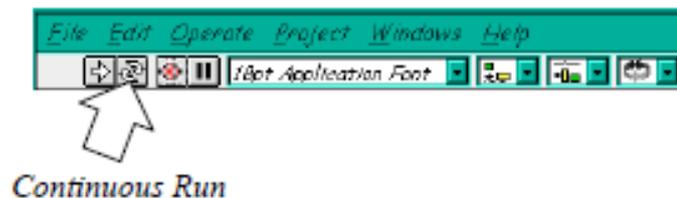
Una vez situados en el panel frontal, se pulsará el botón de Run, situado en la barra de herramientas.



El programa comenzará a ejecutarse. Mientras dura la ejecución del mismo, la apariencia del botón de Run es la que se muestra a continuación:



De este modo el programa se ejecutará una sola vez. Si se desea una ejecución continua, se pulsará el botón situado a la derecha del de Run (Continuous Run). Si durante el funcionamiento continuo del programa se vuelve a pulsar el citado botón, se finalizará la última ejecución del mismo, tras lo cual el programa se parará.

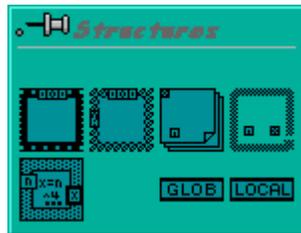


Para finalizar la ejecución de un programa se puede operar de dos formas. La primera, y la más aconsejable, es emplear un botón en el panel frontal del VI, cuya pulsación produzca la interrupción del bucle de ejecución de la aplicación. La segunda forma de detener la ejecución del VI es pulsando el botón de pausa o el de stop. La diferencia entre ambos es que, si se pulsa stop, la ejecución del programa finaliza inmediatamente, mientras que, si se pulsa pausa, se

produce una detención en el funcionamiento del programa, retomándose su ejecución una vez se vuelve a pulsar el mismo botón.

5.- ESTRUCTURAS

En la paleta de funciones la primera opción es la de las estructuras. Éstas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles o otras.



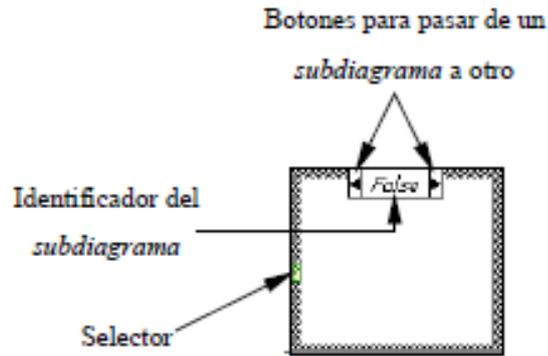
Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que está programado en su interior una vez tiene disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Sin embargo, cada estructura ejecuta su subdiagrama de acuerdo con las reglas específicas que rigen su comportamiento, y que se especifican a continuación.

Un subdiagrama es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El For Loop y el While Loop únicamente tienen un subdiagrama. El Case Structure y el Sequence Structure, sin embargo, pueden tener múltiples subdiagramas, superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar al tiempo uno de ellos. Los subdiagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa. Las siguientes estructuras se hallan disponibles en el lenguaje G.

Case Structure

Al igual que otras estructuras posee varios subdiagramas, que se superponen como si de una baraja de cartas se tratara. En la parte superior del subdiagrama aparece el identificador del que se está representando en pantalla. A ambos lados de este identificador aparecen unas flechas que permiten pasar de un subdiagrama a otro.

En este caso el identificador es un valor que selecciona el subdiagrama que se debe ejecutar en cada momento.

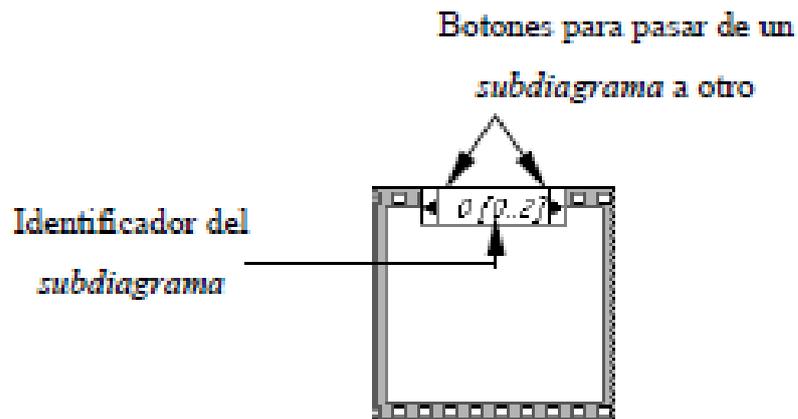


La estructura Case tiene al menos dos subdiagramas (True y False). Únicamente se ejecutará el contenido de uno de ellos, dependiendo del valor de lo que se conecte al selector.

Sequence Structure

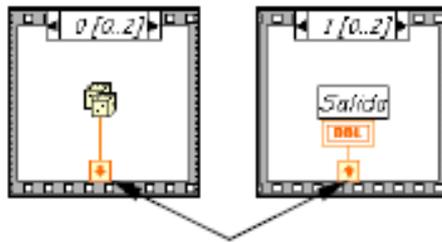
De nuevo, este tipo de estructuras presenta varios subdiagramas, superpuestos como en una baraja de cartas, de modo que únicamente se puede visualizar una en pantalla.

También poseen un identificador del subdiagrama mostrado en su parte superior, con posibilidad de avanzar o retroceder a otros subdiagramas gracias a las flechas situadas a ambos lados del mismo.



Esta estructura secuencia la ejecución del programa. Primero ejecutará el subdiagrama de la hoja (frame) nº0, después el de la nº 1, y así sucesivamente.

Para pasar datos de una hoja a otra se pulsará el botón derecho del ratón sobre el borde de la estructura, seleccionando la opción Add sequence local.

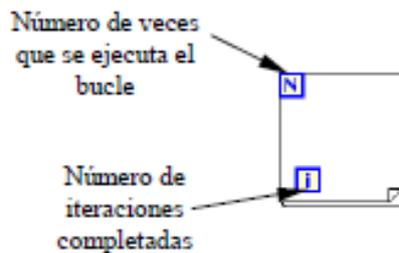


Sequence local: paso de un dato de la frame 0 a la 1

For Loop

Es el equivalente al bucle for en los lenguajes de programación convencionales.

Ejecuta el código dispuesto en su interior un número determinado de veces.

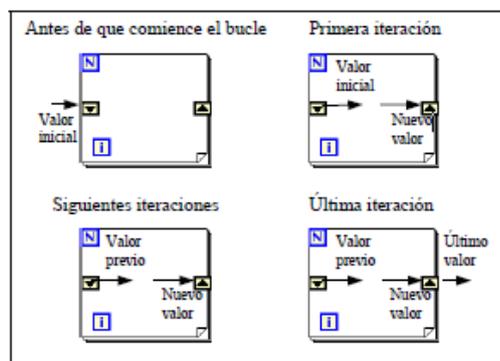


Ejecutar el bucle for es equivalente al siguiente fragmento de código:

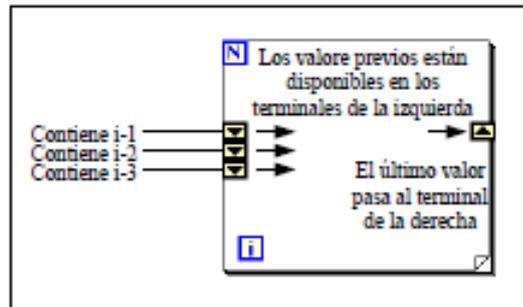
```
For i = 0 to N - 1
```

Ejecutar el subdiagrama del interior del Bucle

Para pasar valores de una iteración a otra se emplean los llamador shift registers. Para crear uno, se pulsará el botón derecho del ratón mientras éste se halla situado sobre el borde del bucle, seleccionando la opción Add Shift Register. El shift register consta de dos terminales, situados en los bordes laterales del bloque. El terminal izquierdo almacena el valor obtenido en la iteración anterior. El terminal derecho guardará el dato correspondiente a la iteración en ejecución. dicho dato aparecerá, por tanto, en el terminal izquierdo durante la iteración posterior.

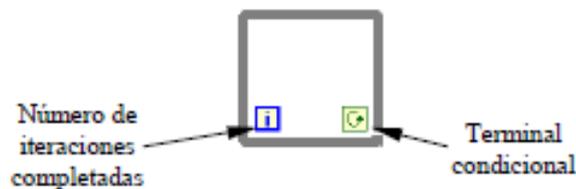


Se puede configurar un shift register para memorizar valores de varias iteraciones previas. Para ello, con el ratón situado sobre el terminal izquierdo del shift registre, r y se pulsará el botón derecho, seleccionando a continuación la opción Add Element.



While Loop

Es el equivalente al bucle while empleado en los lenguajes convencionales de programación. Su funcionamiento es similar al del bucle for.



El bucle while es equivalente al código siguiente:

Do

Se ejecuta lo que hay en el interior del bloque

while terminal condicional is true

El programa comprueba el valor de lo que se halle conectado al terminal condicional al finalizar el bucle. Por lo tanto, el bucle siempre se ejecuta al menos una vez.

Con esta estructura también se pueden emplear los shift registers para tener disponibles los datos obtenidos en iteraciones anteriores (es decir, para memorizar valores obtenidos).

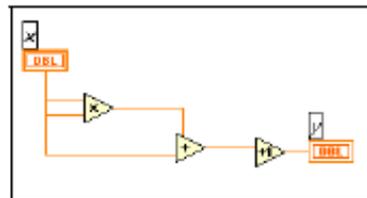
Su empleo es análogo al de los bucles for, por lo que omitiré su explicación.

Formula Node

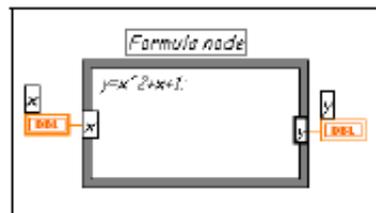
La estructura denominada Formula Node se emplea para introducir en el diagrama de bloques fórmulas de un modo directo. Resulta de gran utilidad cuando la ecuación tiene muchas variables o es relativamente compleja. Por ejemplo, se desea implementar la ecuación:

$$y = x^2 + x + 1$$

Empleando bloques pertenecientes al lenguaje G quedaría:



Si se utiliza la *formula node*, se obtiene:



Para definir una fórmula mediante esta estructura, se actuará del siguiente modo:

- En primer lugar, se deben definir las variables de entrada y las de salida. Para ello, se pulsa con el botón derecho del ratón sobre el borde de la fórmula node. A continuación se seleccionará Add Input o Add Output, según se trate de una entrada o una salida, respectivamente. Aparecerá un rectángulo, en el que se debe escribir el nombre de la variable (se distingue entre mayúsculas y minúsculas). Todas las variables que se empleen deben estar declaradas como entradas o salidas. Las que se empleen como variables intermedias se declararán como salidas, aunque posteriormente no se usen en ningún bloque posterior.
- Una vez definidas las variables a emplear, se escribirán la o las fórmulas en el interior del recuadro (para ello se emplea la labeling tool). Cada fórmula debe finalizar con un “;”.
- Los operadores y funciones que se pueden emplear se explican en la ayuda de LabVIEW, y son los que se muestran a continuación:

La sintaxis de una expresión incondicional es la siguiente:

Operadores:	
asignación	=
condicional	?:
OR lógico	
AND lógico	&&
relacionales	== != > < >= <=
aritméticos	+ - * / ^
Funciones:	
abs acos acosh asin asinh atan atanh ceil cos cosh	
cot csc exp expm1 floor getexp getman int intrz ln	
lnp1 log log2 max min mod rand rem sec sgn sin	
sinc sinh sqrt tan tanh	

<expresión condicional> ? <texpresión> : <fexpresión>

Si el valor lógico de la expresión condicional es true se ejecutará texpresión. Si, por el contrario, fuese false, lo que se aplicará será fexpresión

Como ejemplo considérese el siguiente fragmento de código:

```
if (x >= 0) then
```

```
  y = sqrt (x)
```

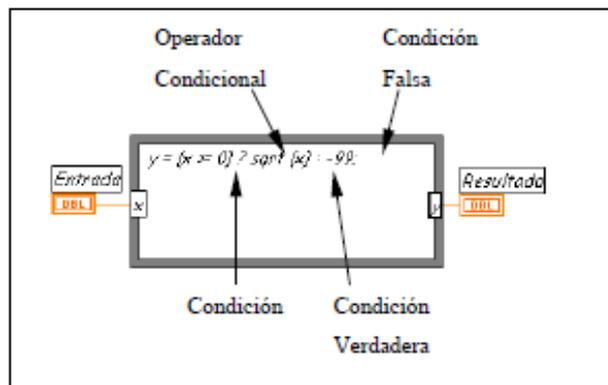
```
else
```

```
  y = -99
```

```
end if
```

Se puede implementar este fragmento de código empleando un formula node, tal y

como se muestra en la siguiente figura:

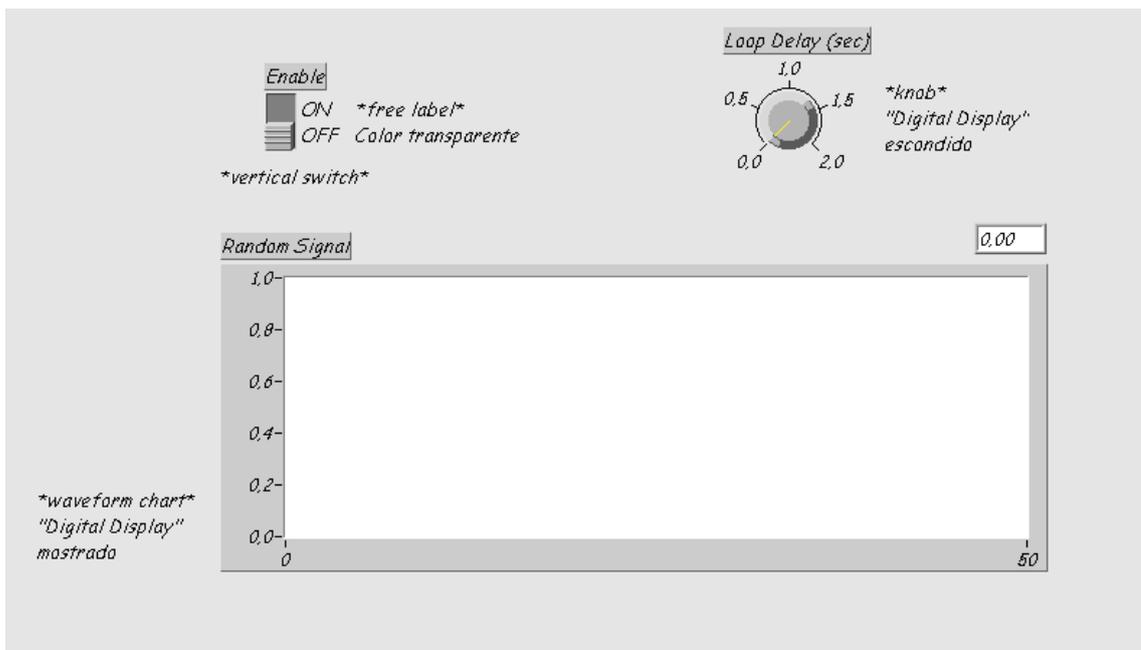


6.- EJEMPLO: CONSTRUCCIÓN DE UN VI

En este apartado se mostrará cómo construir una aplicación mediante el empleo del entorno de programación que proporciona LabVIEW.

6.1.- Panel frontal

En primer lugar, se debe construir el panel frontal deseado, que en este ejemplo debe tener el siguiente aspecto:



Proceso a seguir:

1. Abrir un panel frontal nuevo.
2. Colocar un "vertical switch" (paleta Boolean), cuyo nombre será Enable. Su finalidad será finalizar la adquisición.
3. Emplear la Labeling Tool para crear una etiqueta libre para ON y OFF. Utilizar la Coloring Tool para hacer que el borde de dicha etiqueta sea transparente. La T en el borde inferior izquierdo de la paleta de colores hace transparente un objeto.
4. Colocar el gráfico (waveform chart), situado en la paleta Graph. Su nombre será Random Signal. El gráfico representará valores aleatorios en tiempo real.

5. El gráfico tiene un display digital que muestra el último dato. Pulsar el botón derecho del ratón situado sobre el gráfico, y seleccionar Digital Display del submenú Show. Asimismo se deberá deseleccionar Legend y Palette del mismo submenú .

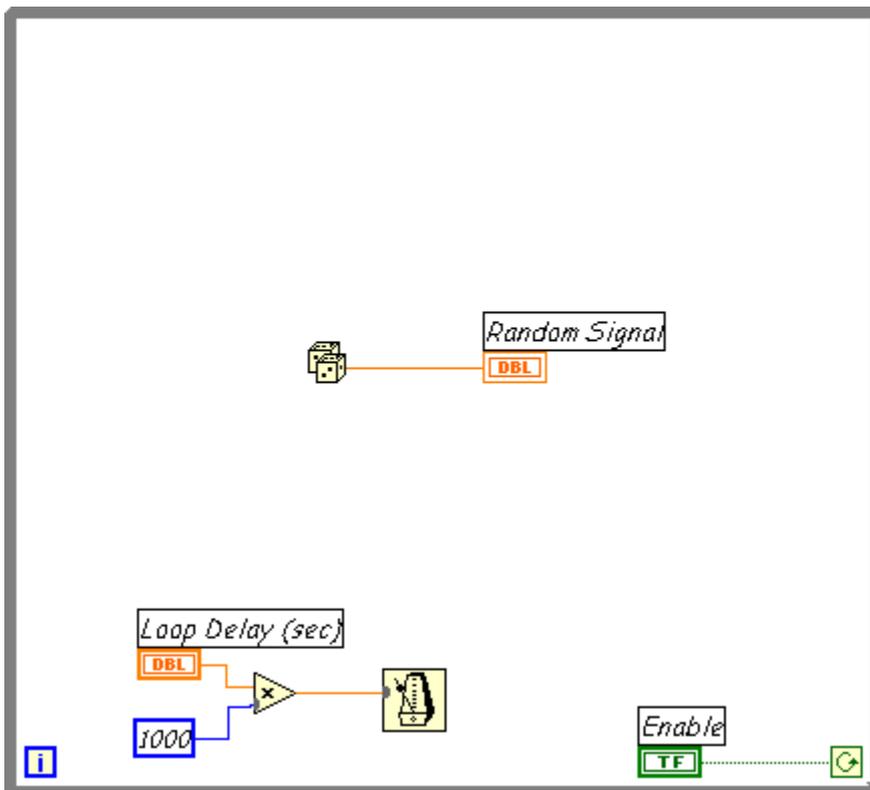
6. Empleando la Labeling Tool, pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón sobre el 10.0 en el eje Y del gráfico, introducir 1.0 y pulsar fuera del gráfico. Así se habrá cambiado el fondo de escala.

7. Colocar un knob (paleta Numeric), cuyo nombre será Loop Delay (sec) Este control determinará la velocidad de ejecución del bucle. Pulsar sobre él con el botón derecho del ratón y deseleccionar Digital Display del submenú Show.

8. Empleando la Labeling Tool, pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón sobre el 10.0 de la escala, introducir 2.0 y pulsar fuera del control para introducir el nuevo valor.

6.2.- Diagrama de bloques

El siguiente es el aspecto que presentará el diagrama de bloques una vez finalizada su construcción:



1. Abrir el diagrama de bloques (menú Window, opción Show Diagram).

2. Colocar el While Loop (subpaleta Structures de la paleta de funciones). Dicha estructura, como todas las demás es de tamaño ajustable.
3. Seleccionar la función Random Number (0-1) de la subpaleta Numeric del menú de funciones.
4. Seleccionar la función Wait until Next ms Multiple de la subpaleta Time & Dialog del menú de funciones.
5. Seleccionar la función de multiplicación de la subpaleta Numeric, del menú de funciones, así como una constante numérica, introduciendo el valor 1000 en lugar de 0, que es el que aparece por defecto.
6. Colocar los cables tal y como se muestra en la figura anterior, empleando para ello la Wiring Tool.
7. Volver al panel frontal. Con la Operating Tool poner el interruptor en su posición ON. Ejecutar el programa pulsando el botón run. La frecuencia de ejecución de las iteraciones del bucle While es la indicada en el panel frontal con el control Loop Delay (sec). Es decir, se generará y representará un valor aleatorio cada periodo de tiempo (en segundos) seleccionado.
8. Para finalizar la ejecución del bucle, colocar el interruptor en la posición de OFF. De ese modo la condición de ejecución del bucle While será falsa, por lo que se detendrá a la siguiente iteración.

ANEXO B: MANUAL DEL MULTIBIO 700



ZK-Multibio 700 ID

Control de accesos y tiempo y asistencias

DESCRIPCIÓN

Multibio 700 ID es parte de la nueva generación de equipos multibiométricos para control de personal y accesos, con tecnología de reconocimiento facial y huella digital. Integra la versión de algoritmo de rostro y huella digital más avanzada del mercado, brindando confiabilidad y precisión al momento de la registración. Multibio 700 permite registrar los accesos mediante tres opciones: reconocimiento facial, huella digital o tarjetas de aproximación de manera independiente o combinada. Su pantalla TFT color touch screen de 3 pulgadas, permite que su configuración se realice en un entorno fácil y amigable de operar, exhibiendo la imagen del usuario, la calidad de la huella digital y el resultado de la verificación. Su comunicación estándar es a través del puerto TCP/IP, logrando un monitoreo en tiempo real de las registraciones del personal.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad de Rostros	3000 (1:1)*
Capacidad de Huellas	2000
Capacidad de Tarjetas	10000
Capacidad de Transacción	100000
Sensor	ZK Sensor óptico antirralladuras
Version de Algoritmo	ZKFace v7,0 y ZKFinger v10.0 / 9,0
Velocidad de Verificación	Menor a 2 segundos
Metodos de Verificación	1:N 1 a 1
Posibilidad de Error	Menor de 0.0001%
Mensajes Auditivos	En español
Comunicación	RS232/485, USB Host, TCP/IP
Lector RFID	EM Marin125 khz, Mifare opcional
Cámara	Infrarroja de alta resolución integrada
Wiegand	Entrada y Salida Wiegand 26
Puertos de Entrada	Sensor de puerta abierta, Pulsador de apertura
Puerto de Salida	Salida relé NC/NA para cerradura eléctrica, alarma antidesarme
Pantalla	Color Touch Screen TFT de 3"
Fuente de Alimentación	12V, 3A



Temperatura Tolerable	0°C - 45°C
Humedad Tolerable	20% - 80%
Dimensiones	275mm x 100mm x 195mm

*(1:1) Significa que el método de verificación es de ID+Rostro. El ID puede ser identificado con huella digital, tarjeta RFID o Pin.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN

