

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA DETECCION DE PERSONAS POR MEDIO DE SENSOR RGBD

AUTORES

ANDRES FELIPE ALBANES GAVIRIA

PROGRAMA ACADEMICO

INGENIERIA DE SISTEMAS

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

MAURICIO ARIAS CORREA

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2017

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Se desea implementar en un entorno robotizado la manera de detectar personas para el control de un robot y mantener la seguridad de las personas que puedan entrar en el volumen de trabajo de este.

Para ello fue necesario la comunicación con un sensor de profundidad y el entrenamiento de clasificadores.

Se analizaron librerías para la comunicación de Java con el sensor de profundidad Kinect tales como: J4k y processing mirando su facilidad de modificación o mantenimiento, documentación y finalmente que tanto se podían intervenir estas librerías. Se encontró que processing tiene mayor documentación, facilidad en implementación entre otros aspectos que favorecieron a que se desarrollara el software con esta herramienta y se dejara de lado la librería J4k.

Para la parte de detección de personas se utilizó un clasificador en cascada de la librería de Opencv, para lograr nuestro cometido fue necesario entrenar nuestro clasificador con bases de datos descargadas para las pruebas iniciales, pero posteriormente se desarrollara una base de datos propia para aumentar el grado de certeza en el entorno que se hará la implementación.

Y se desarrolló o implemento un algoritmo para analizar otros clasificadores por medio de balu y matlab para saber que clasificador es más óptimo para en la siguiente etapa del proyecto saber con qué clasificador es más eficaz con las imágenes RGBD.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a Mauricio Arias Correa Docente asesor y director del proyecto de laboratorio que fue parte fundamental del desarrollo de los conocimientos logrados y adquiridos tanto en la investigación como en la implementación del software resultante.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

KINECT Sensor RGBD desarrollado por Microsoft

J4K Librería para la comunicación de java con el Kinect

BALU Toolbox de matlab para analizar tipos de clasificadores o utilizar estos mismos

PROCESSING Librería para la comunicación de java con el Kinect

OPENCV Librería

RGBD Red-Green-Blue-Deep, Rojo-Verde-Azul-Profundidad

XML Archivo con la configuración o parámetros para la ejecución del programa desarrollado

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	8
3. METODOLOGÍA.....	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	14
REFERENCIAS	15
APÉNDICE.....	17

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Se desea implementar en un entorno robotizado la manera de detectar personas para el control de un robot y mantener la seguridad de las personas que puedan entrar en el volumen de trabajo de este.

OBJETIVOS

Desarrollo o implementación de un software para lograr una comunicación con un sensor RGBD (Kinect) y hacer el reconocimiento de personas por medio de un clasificador además de ser capaz de tomar la imagen de profundidad y graficar una imagen RGB y almacenar ambas imagen para la creación posterior de una base de datos además de realizar el reconocimiento de manera visual de una persona como evidencia del cumplimiento o funcionamiento del software.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

Seguridad en los entornos robotizados: Hoy en día es más común ver sistemas robotizados en nuestras vidas, ya sea en entornos industriales u hogares y la interacción robot humano se ha convertido más que una necesidad que suplir ya que la integridad física de una persona puede estar en juego.

Dado a que existen en la actualidad sensores con la capacidad de calcular distancias o profundidad de objetos por medios visuales, se desea implementar un sistema económico para suplir la necesidad antes mencionada de garantizar la seguridad de las personas cuando entran en el volumen o área de trabajo de un robot ya que esto es una de las leyes de la robótica aunque en unos casos podamos encontrar actualmente que es violada en algunos términos.

Todo esto para lograr un sistema o servicio genérico así pueda ser implementado las modificaciones pertinentes en sistemas existentes en las empresas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Ejemplo de detección de personas (Detección de rostros)

- La interfaz gráfica fue desarrollada por medio de Java
- Captura de la imagen proveniente del sensor Kinect fue realizada con Processing
- La detección de la persona fue realizada por medio de un clasificador en cascada (Haar Cascade) de la librería Opencv



La ruta de almacenamiento y lectura de la configuración se toma de un XML de la aplicación generada. Para el caso de la imagen que se muestra a continuación se configuró la siguiente ruta **E:\Files** Pero internamente el concatena una ruta para el almacenamiento de las imágenes como tal **E:\Files\IMAGES**

```

App.config.xml x
Source History
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <configuration>
3   <path>E:\\Files\\</path>
4   <client>Default</client>
5   <oneThread>True</oneThread>
6 </configuration>

```

Y los archivos que se generaron en entrenamiento de los clasificadores también se toman de esta ruta pero sin concatenar otra carpeta más o sea en la misma raíz que se configuró.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Imágenes capturadas para generación de la base de datos

Imagen de profundidad

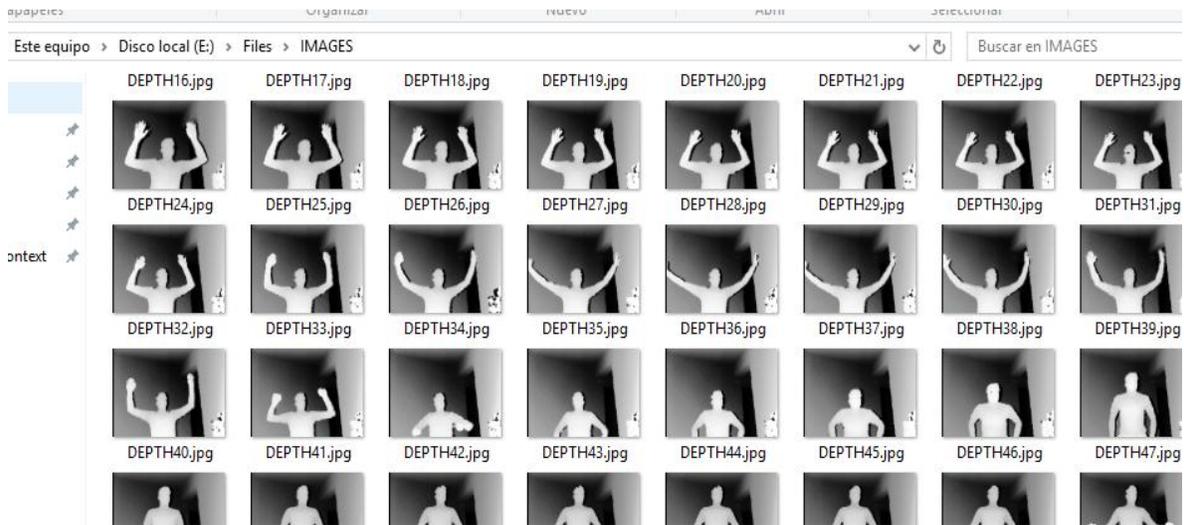
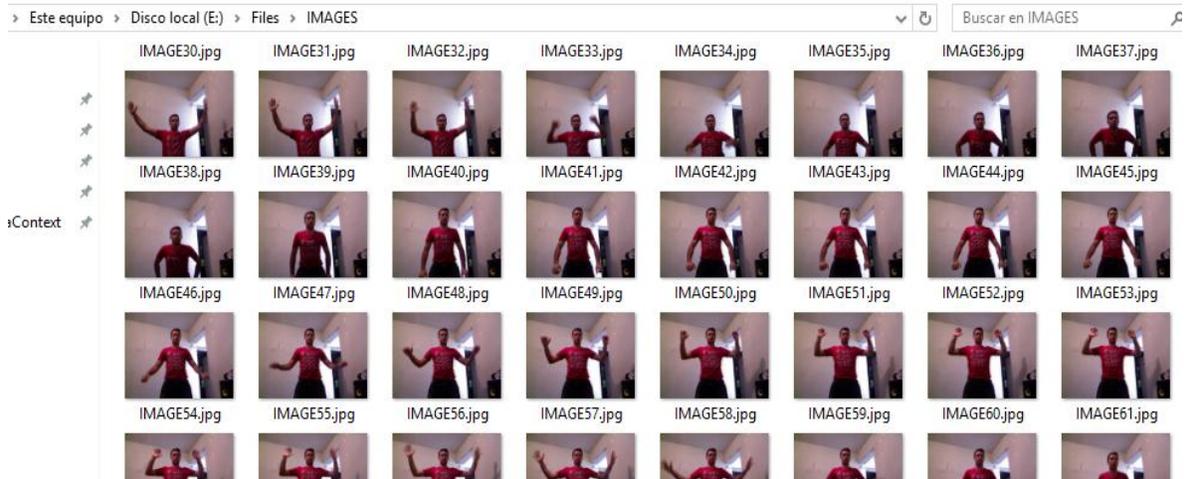


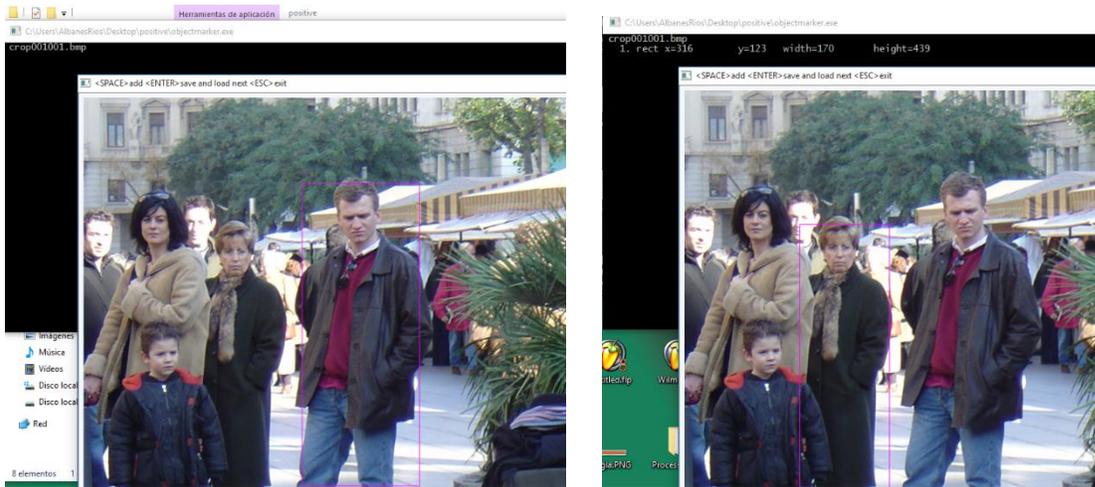
Imagen RGB



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

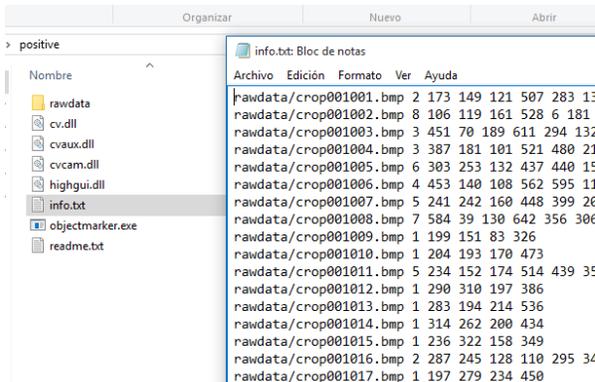
Hasta este punto la detección que se ha mostrado es con los archivos por defecto del Opencv lo cual genera muchos falso positivos en la detección de objetos para el caso en concreto las personas.

Convertir todas las imágenes a formato bmp, se desarrolló un algoritmo en matlab para facilitar la estandarización de tamaño de las imágenes y la conversión de formato. Luego se procede a etiquetar las imágenes, en nuestro caso es seleccionar las personas en las imágenes positivas



Esto para generar in archivo con la información necesaria para el entrenamiento para lograr la detección de las personas.

La imagen a continuación muestra el archivo generado del etiquetado de las personas



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Es necesario para el proceso de aprendizaje imágenes negativas donde no estén los objetos que se desean identificar, y luego correr el aprendizaje luego de tener los archivos de configuración necesarios para el entrenamiento tal como se muestra en la imagen a continuación parte inicial de un entrenamiento.

```

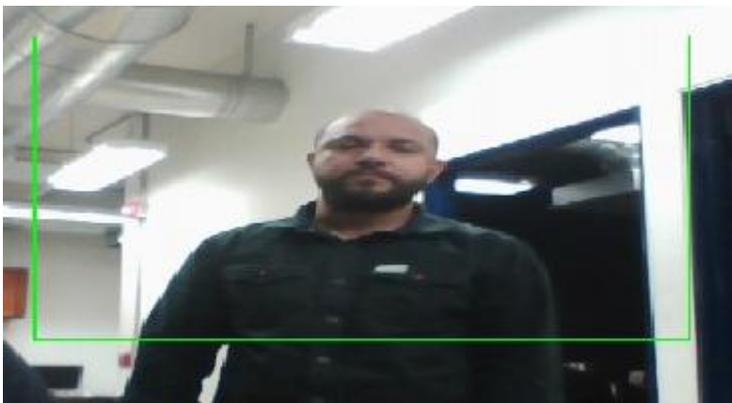
===== TRAINING 0-stage =====
<BEGIN
POS count : consumed  20 : 20
NEG count : acceptanceRatio  10 : 1
Precalculation time: 0.093
+-----+
| N | HR | FA |
+-----+
| 1 | 1 | 0 |
+-----+
END>
Training until now has taken 0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds.

===== TRAINING 1-stage =====
<BEGIN
POS count : consumed  20 : 20
NEG count : acceptanceRatio  10 : 0.3125
Precalculation time: 0.09
+-----+
| N | HR | FA |
+-----+
| 1 | 1 | 1 |
+-----+
| 2 | 1 | 0 |
+-----+
END>
Training until now has taken 0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds.

===== TRAINING 2-stage =====
<BEGIN
POS count : consumed  20 : 20
NEG count : acceptanceRatio  10 : 0.263158
Precalculation time: 0.092
+-----+
| N | HR | FA |
+-----+
| 1 | 1 | 1 |
+-----+
| 2 | 1 | 0.1 |
+-----+
END>
Training until now has taken 0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds.

```

El resultado es un archivo XML con la información generada del entrenamiento del clasificador que se probó luego en el software anteriormente mencionado para garantizar su desempeño



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Este proyecto tuvo como propósito desarrollar una aplicación de software examinando herramientas libres para su implementación o económicos, además se identificaron factores que afectaban la efectividad del reconocimiento de las personas o en aprendizaje de los algoritmos, a continuación se presentan algunos hallazgos o resultados de esta implementación.

RESULTADOS

- En las primeras pruebas realizadas para la comunicación con el Kinect se utilizó la librería J4K pero se desistió porque utilizaba un estándar en la transformación de datos además de su poca documentación. Esto obligaba a usar la UI de ellos mismos y no permitía las modificaciones necesarias para lo que se necesitaba para el desarrollo y creación del producto de software según los objetivos.
- Processing fue una herramienta versátil y adecuada para la comunicación con el Sensor Kinect además de que como está basada en Java facilita la creación de Interfaces graficas adecuándose a los objetivos propuestos
- El clasificador en cascada utilizado para la detección de las personas fue lo suficientemente capaz de reconocer pero cuando fue entrenado con una gran cantidad de información y con numero de etapas iguales o superiores a 20
- Las imágenes creadas para la base de datos por medio de la aplicación fueron lo suficientemente de 640x480 lo suficientemente buenas para su etiquetado y procesamiento para los entrenamientos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

CONCLUSIONES

- Se puede ver como la aplicación detecta efectivamente a las personas ya sea por pequeñas características o complemente a las personas según las imágenes capturadas por el sensor de profundidad Kinect y que las imágenes provenientes del sensor son guardadas para la creación de una base de datos para tu etiquetado posterior.
- Entre más etapas tenga el clasificador menos falsos positivos se genera en el momento de la clasificación con los XML resultantes del entrenamiento.

RECOMENDACIONES

- Para un mayor grado de efectividad en la detección se debe generar un a base de datos en el entorno que se va instalar el robot.
- Para tener menos falsos positivos se debe contar con una base de datos de más de 5000 imágenes positivas y 1500 imágenes negativas

TRABAJO FUTURO

- Realizar una comparación entre los falsos positivos realizados entre las clasificaciones resultantes por el clasificador Haar Cascade o clasificador en cascada contra otros clasificadores para las imágenes de profundidad.
- Realizar le predicción o seguimiento de las personas para el robot pueda intuir para donde se dirige la persona.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

1. R. Min, N. Kose and J. L. Dugelay, "KinectFaceDB: A Kinect Database for Face Recognition," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 44, no. 11, pp. 1534-1548, Nov. 2014.
2. L. B. Neto et al., "A Kinect-Based Wearable Face Recognition System to Aid Visually Impaired Users," in *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 47, no. 1, pp. 52-64, Feb. 2017.
3. X. Chang; Z. Ma; M. Lin; Y. Yang; A. Hauptmann, "Feature Interaction Augmented Sparse Learning for Fast Kinect Motion Detection," in *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. PP, no. 99, pp. 1-1
4. E. E. Stone and M. Skubic, "Fall Detection in Homes of Older Adults Using the Microsoft Kinect," in *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 19, no. 1, pp. 290-301, Jan. 2015.
5. Yu Zha and Yijie Fan, "Multi-person gait recognition system based on Kinect," 2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu, 2016, pp. 353-357.
6. Gil, P., Kisler, T., Garcia, G. J., Jara, C. A., & Corrales, J. A. (2013). ToF Camera calibration: An automatic setting of its integration time and an experimental analysis of its modulation frequency. *Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 10(4), 453-464.
7. [2] Kai Oliver Arras, O Martinez Mozos, and Wolfram Burgard. Using boosted features for the detection of people in 2d range data. In *Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on*, pages 3402–3407. IEEE, 2007.
8. Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on* (Vol. 1, pp. I-I). IEEE.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

9. Li, Y., Goshtasby, A., & Garcia, O. (2000). Detecting and tracking human faces in videos. In *Pattern Recognition, 2000. Proceedings. 15th International Conference on* (Vol. 1, pp. 807-810). ieee.
10. Feris, R. S., de Campos, T. E., & Marcondes Jr, R. C. (2000, April). Detection and tracking of facial features in video sequences. In *Mexican International Conference on Artificial Intelligence* (pp. 127-135). Springer Berlin Heidelberg.
11. HABIL, Nariman. Automatic segmentation of the face and hands in sign language video sequences. Technical report, Adelaide University, Australia, 2001.
12. Rowley, H. A., Baluja, S., & Kanade, T. (1998). Neural network-based face detection. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 20(1), 23-38.
13. Guevara, M. L., Echeverry, J. D., & Urueña, W. A. (2008). Detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada. *Scientia et technica*, 1(38).
14. Munaro, M., Lewis, C., Chambers, D., Hvass, P., & Menegatti, E. (2016). Rgb-d human detection and tracking for industrial environments. In *Intelligent Autonomous Systems 13* (pp. 1655-1668). Springer International Publishing.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE

Apéndice A: Producto de laboratorio

1. Datos Generales

Andres Felipe Albanes Gaviria, 16119060

Asesor: Mauricio Arias Correa

2. Titulo del producto de laboratorio

DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA DETECCION DE PERSONAS POR MEDIO DE SENSOR RGBD

3. Planteamiento del problema

Hoy en día es más común ver sistemas robotizados en nuestras vidas, ya sea en entornos industriales u hogares y la interacción robot humano se ha convertido más que una necesidad que suplir ya que la integridad física de una persona puede estar en juego.

4. Justificación

Se desea implementar en un entorno robotizado la manera de detectar personas para el control de un robot y mantener la seguridad de las personas que puedan entrar en el volumen de trabajo de este.

5. Objetivos

Se desarrollara y estudiara la manera de implementar un sistema capaz de detectar personas en se estén aproximando al volumen de trabajo de un robot o que hayan entrado su área de trabajo.

6. Objetivos específicos

- a) Comunicación con sensores RGBD a traves de un lenguaje de programación
- b) Entrenamiento de clasificadores
- c) Detección de personas o características de estas

7. Metodología

El carácter de la investigación y desarrollo será científico, analítico, comparativo y deductivo, efectuando trabajo de investigación y codificación para el cumplimiento de los objetivos del trabajo de laboratorio.

8. Fuentes de información

Trabajos de investigación encontrados en IEEE y Documentación de librerías open source en internet.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Andres A.

FIRMA ASESOR 

FECHA ENTREGA: 30/05/2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____