
 Institución Universitaria	FORMATO PARA LA FORMALIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM	Código	FDE 026
		Versión	01
		Fecha	2015-09-30

Fecha: 06 de septiembre de 2017

<p>Nombres y apellidos: Viviana Marcela Calderón Marin Cédula: 1128267332_ Carné: 10219005 Teléfonos: 5030274 - 3013890305 Programa: Ingeniería en Sistemas de Información Fecha de iniciación del producto (aaaa/mm/dd): 2017/08/01 Fecha de terminación del producto (aaaa/mm/dd): 2017/11/26 Docencia: ___ o Investigación <u>X</u> Nombre del Taller o Laboratorio: Óptica, Fotónica y Visión Artificial Campus: Fraternidad Nombre del docente asesor: Carlos Madrigal_ Cargo: Docente Ocasional _____ E - Mail: carlosmadrigal@itm.edu.co _____</p>
--

Diligencie el siguiente campo:

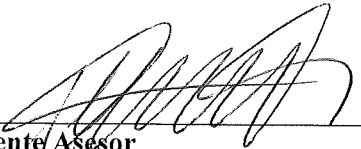
<p>A. Descripción del producto a desarrollar: Resumen ejecutivo: (es un breve análisis de los aspectos más importantes del Trabajo de Grado, el cual describe el producto y sus beneficiarios, el contexto, los resultados esperados, las necesidades de financiamiento y las conclusiones generales).</p> <p>La preservación de especímenes animales en los museos es una tarea compleja. Por tal motivo, en los más grandes museos del mundo han optado por digitalizar las colecciones de animales usando imágenes 2D o en algunos casos usando sistemas de reconstrucción 3D. Este trabajo pretende aplicar la técnica de reconstrucción 3D de luz estructurada mediante la proyección de patrones sinusoidales para la digitalización de algunas muestras de coleópteros de la colección del museo ITM-Fraternidad. Primero se estudiará el marco conceptual de los sistemas de reconstrucción 3D mediante luz estructurada. Segundo se desarrollará un proceso de calibración del par cámara-proyector encontrando sus parámetros intrínsecos y extrínsecos. Tercero se implementará un algoritmo para la obtención de información de profundidad. Finalmente se implementará una técnica de registro de imágenes para obtener el modelo 3D de los cucarrones. Este trabajo apoyará los proyectos relacionados con reconstrucción 3D de la línea de investigación en visión artificial y fotónica. Se espera que los resultados de este proyecto permitan determinar la viabilidad técnica de digitalizar 3D la colección de coleópteros del museo ITM.</p> <p>B. Detalle claramente las evidencias o anexos a entregar al finalizar el Trabajo de Grado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Registro de actividades y cumplimiento de horas, FDE 146 2. Informe final de trabajo de grado, FDE 089 Final. 3. Reconstrucciones 3D de cucarrones <hr/>
--


 Institución Universitaria	FORMATO PARA LA FORMALIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM	Código	FDE 026
		Versión	01
		Fecha	2015-09-30

Nota: Entregar a los ocho (8) días de su aprobación, en el Departamento Académico al cual se encuentra adscrito.

Firmas:

Viviana M Calderón
Estudiante


Docente Asesor

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

RECONSTRUCCIÓN 3D CON TEXTURA DE COLEÓPTEROS UTILIZANDO LUZ ESTRUCTUDA

Viviana Marcela Calderón Marín

Ingeniería de Sistemas de Información

Director(es) del trabajo de grado

Carlos Madrigal

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Noviembre 2017

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

RESUMEN

La preservación de especímenes animales en los museos es una tarea compleja. Por tal motivo, en los más grandes museos del mundo han optado por digitalizar las colecciones de animales usando imágenes 2D o en algunos casos usando sistemas de reconstrucción 3D. En este trabajo se aplicó la técnica de reconstrucción 3D de luz estructurada mediante la proyección de patrones sinusoidales para la digitalización de algunas muestras de coleópteros de la colección del museo ITM-Fraternidad. Primero se estudió el marco conceptual de los sistemas de reconstrucción 3D mediante luz estructurada. Segundo se desarrolló un proceso de calibración del par cámara-proyector encontrando sus parámetros intrínsecos y extrínsecos. Tercero se implementó un algoritmo para la obtención de información de profundidad. Finalmente se implementó una técnica de registro de imágenes para obtener el modelo 3D de los cucarrones. Este trabajo apoyará los proyectos relacionados con reconstrucción 3D de la línea de investigación en visión artificial y fotónica. Se espera que los resultados de este proyecto permitan determinar la viabilidad técnica de digitalizar 3D la colección de coleópteros del museo ITM.



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

RECONOCIMIENTOS

- Inicialmente quiero agradecer a Dios por llenarme de su sabiduría y bendecirme cada día de mi vida.
- A mi madre y esposo por estar siempre apoyándome incondicionalmente.
- Agradezco infinitamente a mi asesor, Dr. Carlos Madrigal, por la oportunidad que me brindó de trabajar a su lado y por haberme guiado para culminar este trabajo. Gracias, por confiar en mí, por su paciencia y por apoyarme en todo momento, Dios lo llene de muchas bendiciones a usted y su familia.
- A mis amigos más allegados por animarme cada día.

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

ACRÓNIMOS

DLP Digital Light Processing (Procesamiento de Luz Digital)

BRDF Bidirectional Reflectance Distribution Function (función de distribución de reflectancia bidireccional)

RAM Memoria de Acceso Aleatorio

IBM International Business Machine

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

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO	7
3. METODOLOGÍA	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	17
REFERENCIAS.....	18

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


1. INTRODUCCIÓN

Los museos son el lugar más eficaz para compartir y transmitir conocimiento, son instituciones permanentes al servicio de la comunidad y de su desarrollo, el museo siempre está abierto al público y su finalidad es promover la educación y deleitar sus visitantes. Gracias al avance tecnológico y al uso de internet, podríamos ir al museo que quisiéramos y en cualquier momento, ya que hoy en día existen museos virtuales, los cuales se caracterizan por el uso de medios informáticos para mostrar, preservar, estudiar, reconstruir y divulgar el patrimonio material de la humanidad.

Digitalizar las piezas del museo de nuestra universidad, permite el acceso a cualquier persona en todo momento, posibilitando su disfrute a personas que, por limitaciones físicas, problemas económicos, que tengan inconvenientes para transportarse o por la distancia no puedan acudir al museo físicamente. Tener un museo digital ayuda a conservar las piezas intactas sin daño alguno. Ahora la interacción con los modelos 3D para las nuevas generaciones es muy atractiva porque permite familiarizar con diversas especies, clases, tipos y tamaños, y hacer una visualización que sumerja a los visitantes de forma adecuada.

Los principales objetivos de reconstruir los coleópteros del museo del ITM es garantizar que la forma y apariencia no se pierdan en caso de un daño por causas naturales o por accidentes, permitir la difusión por medios digitales y lograr tener una gran audiencia virtual, crear réplicas y permitir recolectar su información geométrica y textura.

Este proyecto tuvo como finalidad aplicar la técnica de reconstrucción 3D de luz estructurada mediante la proyección de patrones sinusoidales para la digitalización de algunas muestras de coleópteros de la colección del museo ITM-Fraternidad.

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

2. MARCO TEÓRICO

Visión Artificial

La visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarnos en nuestros propios sentidos. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles) y en su posterior estudio (Contaval, 2016).

La principal finalidad de la visión artificial es dotar a la máquina de “ojos” para ver lo que ocurre en el mundo real, y así poder tomar decisiones para automatizar cualquier proceso (Contaval, 2016).

La industria es el principal mercado de la visión artificial. Habitualmente las aplicaciones están relacionadas con el control de calidad de los productos fabricados y de los procesos de automatización industrial. Sin embargo, cada vez se utiliza más como soporte en los procesos de producción, como por ejemplo en el guiado de robots; la visión artificial también se aplica en procesos de medición de alta precisión (metrología).

Aunque la visión artificial se puede utilizar en cualquier proceso industrial, su uso es ineludible en la industria del automóvil, electrónica, envase y embalaje, alimentación, farmacéutica, aeronáutica, metalúrgica, cerámica y en los museos.

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

Con la visión artificial hoy en día ya no hay excusa para no asistir al museo, incluso podemos visitar cualquier museo del mundo, porque desde el computador personal es una posibilidad cercana por medio de la digitalización de imágenes y de los recorridos virtuales. Las nuevas tecnologías permiten la digitalización del elemento del museo y favorecen el rápido acceso a su visualización.


Reconstrucción 3D

La reconstrucción 3D es el proceso mediante el cual, objetos reales, son reproducidos en la memoria de una computadora, manteniendo sus características físicas (dimensiones, volumen y forma). Existen dentro de la visión artificial, multitud de técnicas de reconstrucción y métodos de mallado 3D, cuyo objetivo principal es obtener un algoritmo que sea capaz de realizar la conexión del conjunto de puntos representativos del objeto en forma de elementos de superficie, ya sean triángulos, cuadrados o cualquier otra forma geométrica (Vilá Ubieta, 2009).

Existen distintas técnicas en el proceso de reconstrucción de objetos 3D algunas son:

- **Técnicas multivistas:** se utiliza cuando existe más de una vista de una escena (Seitz, 2006). A través de varias imágenes de una escena, tomadas desde distintos puntos de vista, se puede tener la idea de las características tridimensionales de la escena en estudio. Según el número de imágenes que se emplee, se habla de visión bifocal (dos imágenes o vistas), trifocal (tres imágenes o vistas), cuadrifocal (cuatro imágenes o vistas) o n-focal (n imágenes o vistas), y en cada uno de los casos se aplica una serie de restricciones basadas en la geometría. La geometría de dos vistas es conocida también como la geometría epipolar. El desarrollo de las técnicas de visión estéreo ha sido objeto de un gran esfuerzo de investigación en los últimos años.

El objetivo de la visión estéreo es resolver dos problemas el problema de correspondencia consistente en decidir para un punto del plano de imagen izquierdo, que punto en el plano de imagen derecho es correspondiente (son

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

imágenes del mismo punto físico). El segundo problema es el problema de reconstrucción que trata de obtener, dados dos puntos correspondientes en ambos planos de imagen, las coordenadas 3D del punto en el espacio respecto a un sistema de coordenadas del mundo (Hartley & Andrew Zisserman).

- **Cámara móvil o visión activa:** permite la detección de objetos en movimiento y su seguimiento a través de la escena. Mediante sensores las cámaras pueden moverse adecuadamente, de manera que exista una correspondencia entre el mundo real y el virtual. Por lo general, se tratan de sistemas retroalimentados que permiten obtener las imágenes de mayor interés para realizar la reconstrucción. Este tipo de sistemas tienen un importante campo de aplicación en la robótica.
- **Técnicas de Luz Estructurada:** Este tipo de sistema se caracteriza por ser un método directo y activo. Un método directo se caracteriza por que se pueden obtener conclusiones estudiando los datos obtenidos directamente de las imágenes (C. Rocchini, 2001), Además, se trata de un sistema activo debido a que es necesaria una fuente generadora de luz estructurada, por lo que introduce un tipo de energía al entorno donde se realiza el estudio. Los sistemas de luz estructurada se basan en estudiar la deformación que sufre un patrón de luz al ser intersecado por cualquier objeto. Este es el problema principal de este tipo de herramientas, ya que se necesita un tipo de luz concentrada en un punto. No valdría como sistema de iluminación, cualquiera de los sistemas normales que se emplean actualmente, como bombillas o fluorescentes ya que, están compuestos por ondas de diferentes frecuencias provocando que el haz se difumine por todo el entorno. Una de las mejores soluciones es emplear un haz láser, ya que se comporta en una luz ideal para este tipo de sistemas. Además del patrón de luz, es necesario tener una cámara que recoja todas las imágenes de la deformación del plano láser.
- **Telemetría Láser:** La telemetría láser consiste en medir el tiempo de recorrido de un rayo luminoso (láser) hasta la superficie de medida. Se puede medir de dos formas: con la medida del tiempo de vuelo y el cálculo por diferencia de fase. En el primer

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

caso los datos se obtienen midiendo el tiempo entre la emisión del impulso luminoso y la observación del retorno. En el segundo se regula el impulso luminoso siguiendo una frecuencia determinada y se mide el desfase entre el rayo emitido y la luz retornada.

Las diferentes técnicas de reconstrucción existentes presentan varias ventajas e inconvenientes y por lo tanto dependiendo del fin de la reconstrucción que se requiera unas serán más apropiadas que otras.

CALIBRACIÓN

La calibración nos permite extraer información 3D a partir de imágenes 2D capturadas con las cámaras.

Existen diversas técnicas de calibración de cámara, estas pueden ser clasificadas en dos grandes categorías: Calibración fotogramétrica y auto calibración.

- **Calibración fotogramétrica:** Se realiza mediante la observación de patrones cuya geometría en el espacio 3D es conocida con un buen nivel de precisión. Los patrones de calibración normalmente están posicionados en dos o tres planos ortogonales entre ellos. En algunos casos, basta con un único plano, cuya traslación es perfectamente conocida (Pizarro, Campos, & Tozzi, 2005). Este tipo de calibración requiere una configuración elaborada, pero sus resultados son eficientes
- **Autocalibración:** Este método se basa en el movimiento de la cámara observando una escena estática, a partir de sus desplazamientos y usando únicamente la información de la imagen (Pizarro, Campos, & Tozzi, 2005). La rigidez de la escena impone en general restricciones sobre los parámetros de cámara. Tres imágenes tomadas por una misma cámara con parámetros intrínsecos fijos son suficientes para obtener tanto los parámetros extrínsecos como intrínsecos. Aunque esta técnica es muy flexible, aun no se encuentra madura (Dornaika & Chung, 2001).

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


ESTADO DEL ARTE

Uno de los trabajos que se han realizado de reconstrucción 3D de esculturas "The Pieta Project" de Bernardini (F. Bernardini, 2002), que fue responsable de la digitalización de un gran marcador de 2.26 metros de altura escultura azul, ubicada en Italia y creada por Miguel Ángel. Para este método utilizaron un escáner de triangulación y una cámara de video para la textura. Entre las principales contribuciones de este trabajo es la textura mejorada obtenido mediante la estimación de las propiedades intrínsecas de la superficie como una Función de Distribución de Reflectancia Bidireccional (BRDF).

También "The Eternal Egypt Project" de Rushmeier (Rushmeier, 2006), que es un amplio proyecto histórico destinado a crear una guía digital y un museo virtual de artefactos del antiguo Egipto. Este proyecto adopta un sensor de rango de tiempo de vuelo y un IBM Research's Pro /3000 Digital Imaging System para imágenes en color de alta calidad. Más de 2000 escaneos 2D, 16 3D y cuatro entornos navegables componen esta colección virtual.

Además, "El Proyecto Minerva" de Fontana (R. Fontana, 2002), que está relacionado con la Minerva de Arezzo, una antigua estatua de 1.55 metros, ubicada en Italia. El modelo 3D está destinado a mantener seguimiento de las variaciones durante el proceso de restauración de la estatua. Se usó un escáner láser de triangulación 3D de alta resolución en este proyecto. Trabajar con una gran cantidad de datos (alrededor de un millón de puntos en cada una de las 119 imágenes de rango) fue un desafío dado el tamaño de la RAM y el poder de procesamiento de las computadoras en 2001.

Estos proyectos comparten problemas equivalentes que se pueden agrupar en etapas bien definidas para la reconstrucción 3D y se resuelven mediante enfoques similares.

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

En este proyecto, se utilizó la técnica de reconstrucción 3D mediante luz estructurada, para obtener modelos 3D de la superficie de algunos coleópteros del museo del ITM.

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

3. METODOLOGÍA

CALIBRACION DEL SISTEMA DE LUZ ESTRUCTURADA

La calibración del sistema de luz estructurada tiene como objetivo encontrar un modelo completo que permita hacer una transformación de 2D a 3D, que tenga en cuenta las características ópticas de la cámara y el proyector y las relaciones entre los sistemas de coordenadas, con el fin de que a partir de la coordenada de un punto proyectado conocido y su identificación en el sensor de la cámara se pueda obtener la información de profundidad entre el sistema y el punto sobre el objeto.

La metodología desarrollada se resume en el esquema (figura 1), donde se muestra el proceso realizado.

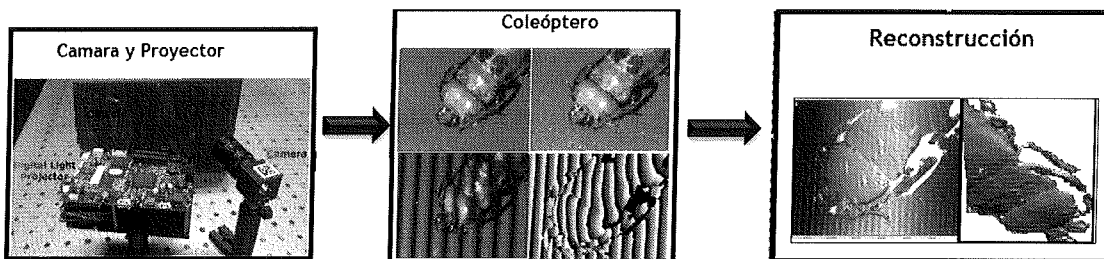


Figura 1.

El proyector de luz digital (DLP) proyecta sobre el objeto patrones almacenados en su memoria flash, los cuales son adquiridos por la cámara. El proyector de luz digital DLP usado es el modelo Light-Crafter 4500 que tiene una resolución de 912 x 1140. Se usó una cámara CMOS PointGrey FL3-U3-88S2C con una resolución de 1600 x 1200.

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

Calibración de la cámara:

Calibrar una cámara es encontrar el conjunto de parámetros que aproximan el desempeño físico del sensor a un modelo geométrico. Para esto hay que hallar 2 tipos de parámetros, los intrínsecos que modelan la geometría interna y las características ópticas del sensor y los parámetros extrínsecos que relacionan la posición y orientación del sensor con respecto al sistema de coordenadas del mundo. El proceso de calibración es esencial cuando se quiere realizar metrología y garantizar precisión en la medida. (Madrigal, 2017)

Calibración del proyector:

El proyector DLP LightCrafter 4500 fue modelado como una cámara inversa, de tal forma que el modelo pinhole de la cámara también es aplicable al proyector. Sin embargo, debido a que el proyector no puede adquirir imágenes, el procedimiento de calibración no es directo como en la cámara.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tomaron diferentes muestras de coleópteros del museo del ITM (Figura 2), después del proceso de calibración y proyección de franjas y de la reconstrucción se obtuvieron las imágenes reconstruidas tridimensionalmente de la superficie de los coleópteros (Figura 3), algunas muestras presentaron ruido al momento de la reconstrucción (Figura 4).

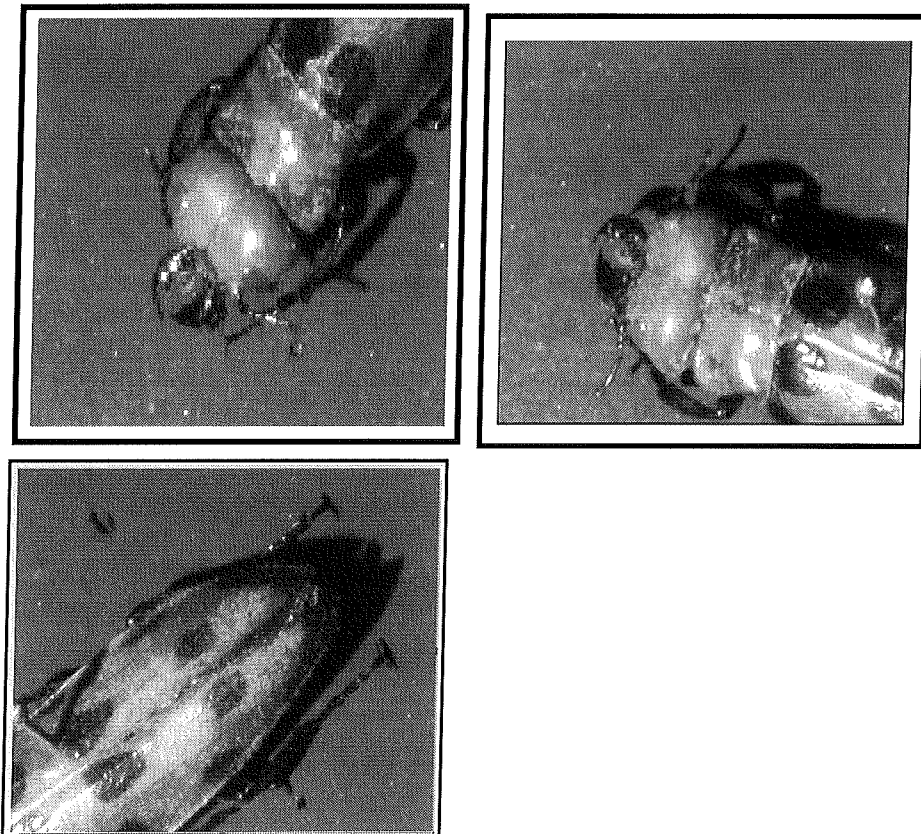


Figura 2.

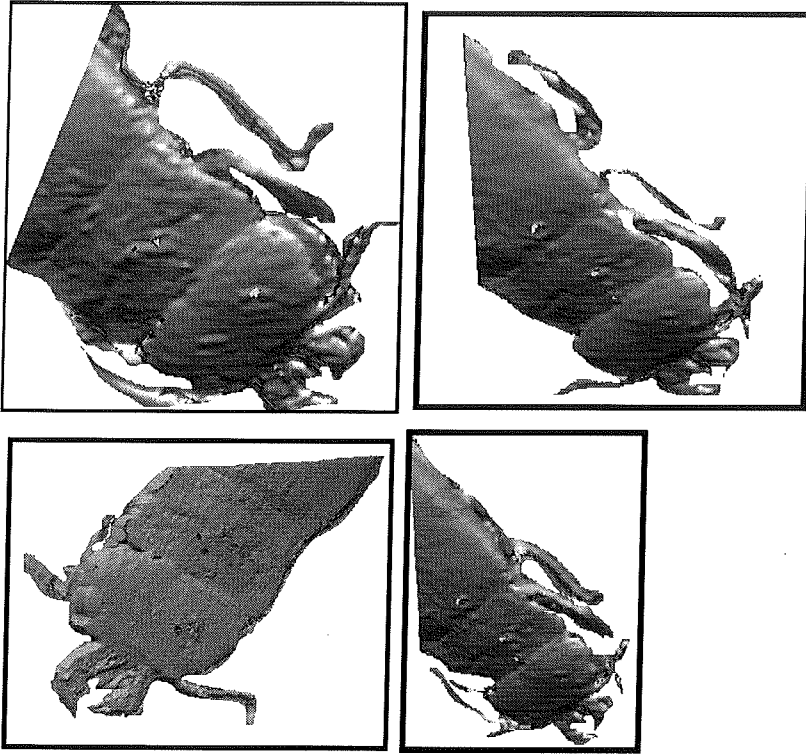


Figura 3

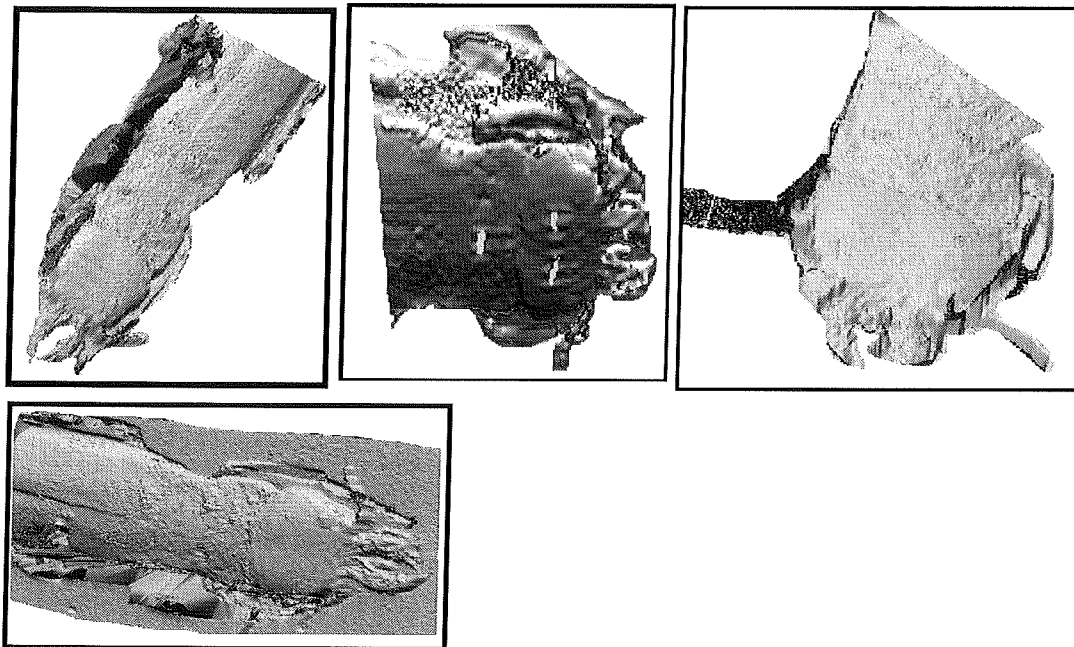



Figura 4

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

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Con los experimentos realizados se pudo comprobar que la técnica de reconstrucción mediante luz estructurada es útil y puede implementarse para la digitalización de muestras de diferentes especies, teniendo en cuenta que la resolución obtenida permite observar características morfológicas del insecto.
- Cuando los coleópteros presentan superficies muy claras o muy oscuras no permite que las franjas proyectadas generen textura sobre la superficie, por lo que en estas zonas la reconstrucción 3D presenta ruido y falta de información que afecta la resolución en la reconstrucción.
- Como trabajo futuro se abre la posibilidad de combinar técnicas activas y pasivas con el fin de extraer las mejores funcionalidades de cada técnica, y así poder obtener mejores resoluciones para diferentes tipos de superficie.

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

REFERENCIAS

- C. Rocchini, P. C. (2001). *A low cost 3D scanner based on structured Light*.
- Contaval. (18 de 2 de 2016). *Contaval/Blog/*. Obtenido de <http://www.contaval.es/que-es-la-vision-artificial-y-para-que-sirve/>
- Dornaika, F., & Chung, a. R. (2001). An Algebraic Approach to Camera Self Calibration. En *Computer Vision and Image Understanding*.
- F. Bernardini, H. R. (2002). Building a digital model of michelangelo's florentine pieta . *IEEE Comput. Graphics Appl.*
- Hartley, R., & Andrew Zisserman. (s.f.). *Multiple View Geometry*.
- Huang, S. Z. (2006). Novel Method for Structured Light. *Optical Engineering Volume 45, Issue 8, 8*.
- Leonardo Gomes, O. R. (2014). 3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage. *el sevier*, 12.
- Madrigal, C. (2017). *Método para el Reconocimiento de Defectos Superficiales en Objetos a Pequeña Escala Mediante la Detección de Características Invariantes 3-D*. Medellín.
- Pizarro, D. A., Campos, P., & Tozzi, C. L. (2005). COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN DE CÁMARAS DIGITALES. *Scielo*.
- R. Fontana, M. G. (2002). Three-dimensional modelling of statues: the minerva of arezzo, *J.Cult. Herit.*
- Rushmeier, H. (2006). Eternal egypt: experiences and research directions, in: International Workshop on Recording Modeling and Visualization of Cultural Heritage,.
- Seitz, S. M. (2006). A comparison and evaluation of multi-view stereo reconstruction algorithms. *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society*.
- Tyler Bell, B. L. (2016). STRUCTURED LIGHT TECHNIQUES AND APPLICATIONS. *Enciclopedia Wiley de Ingeniería Eléctrica y Electrónica*.
- Vilá Ubieto, K. (2009). RECONSTRUCCIÓN 3D DE MODELOS UTILIZANDO TECNICAS DE VISION ARTIFICIAL. *Scielo*.

FIRMA ESTUDIANTES Wagner M Calderón

FIRMA ASESOR [Signature]

FECHA ENTREGA: 04-12-2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO _____ ACEPTADO _____ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

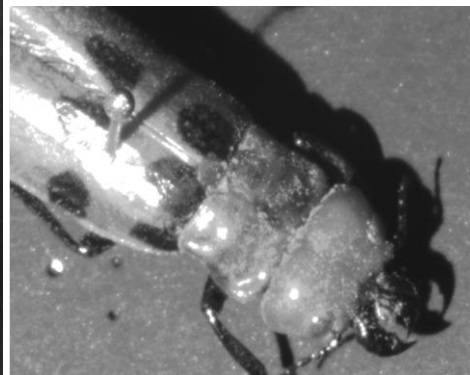
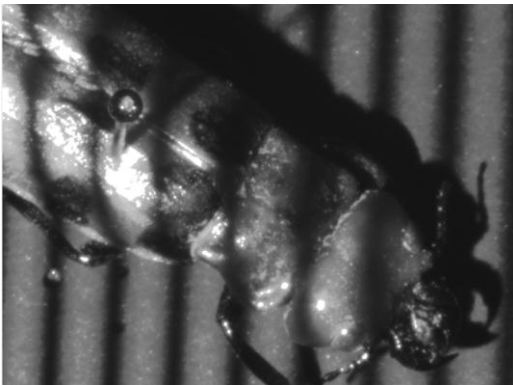
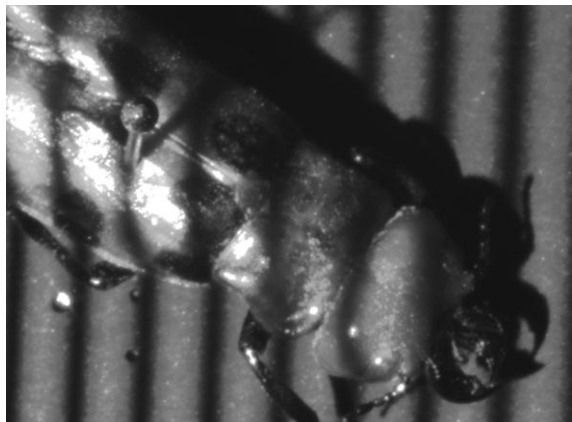
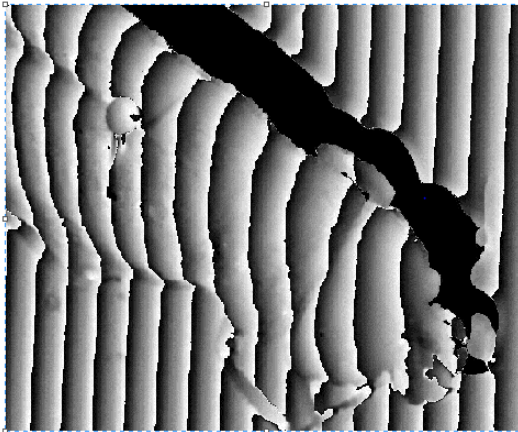
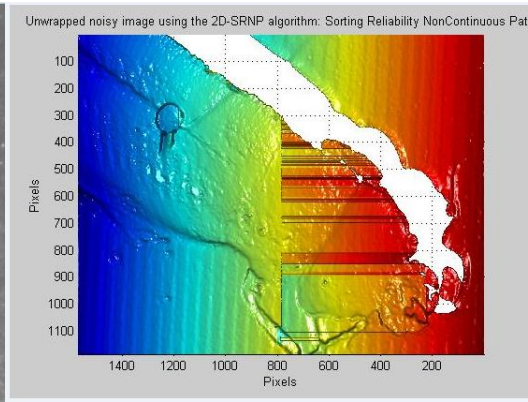
FECHA ENTREGA: _____

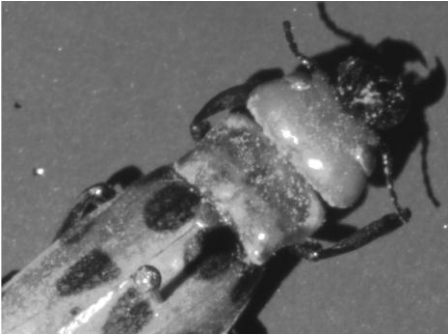
FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

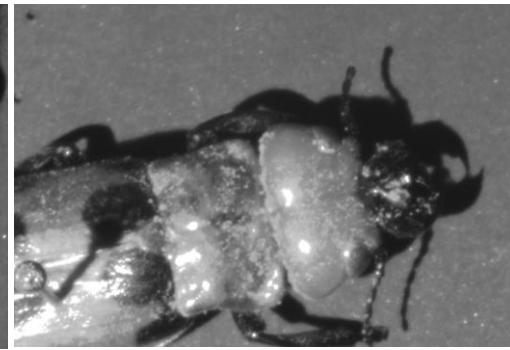
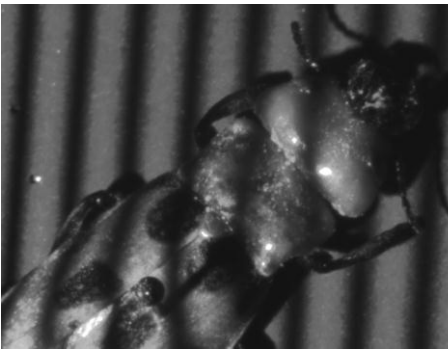
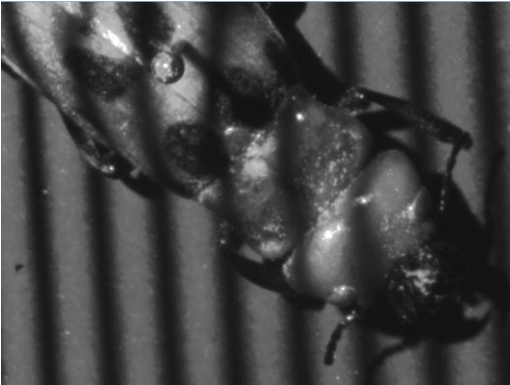
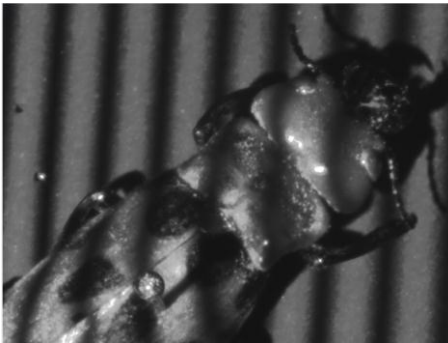
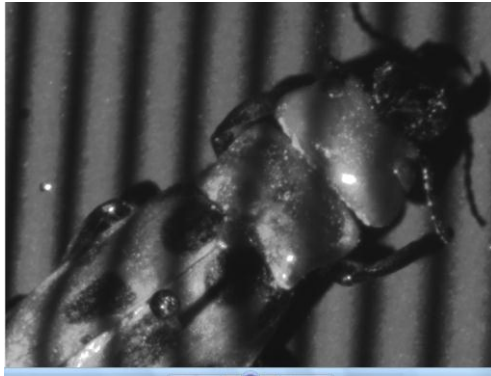
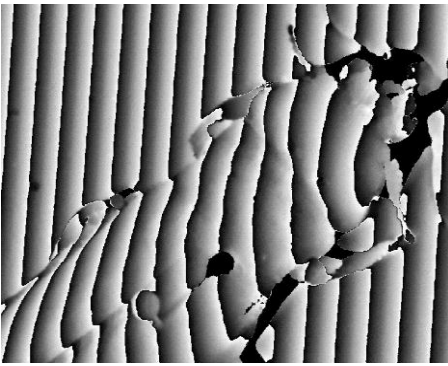
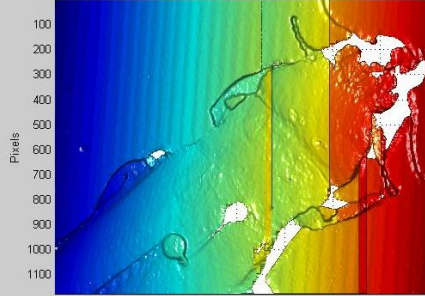
FECHA ENTREGA: _____

EVIDENCIAS

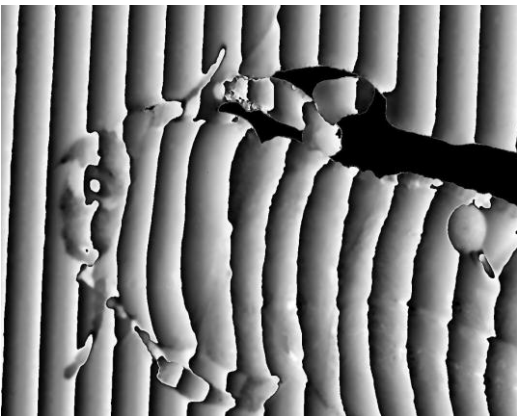
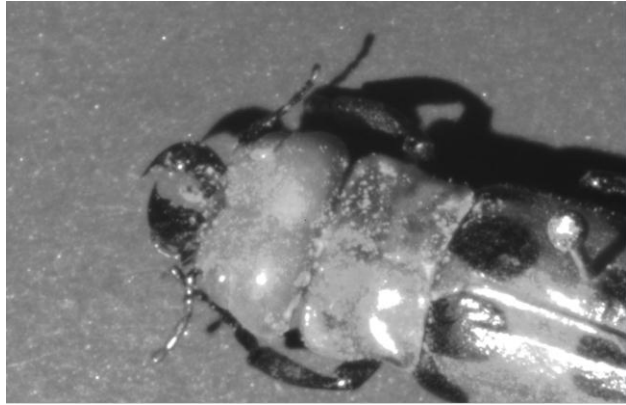
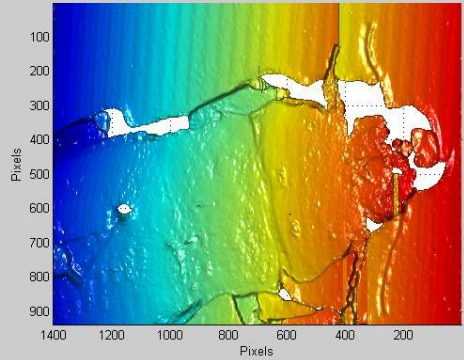




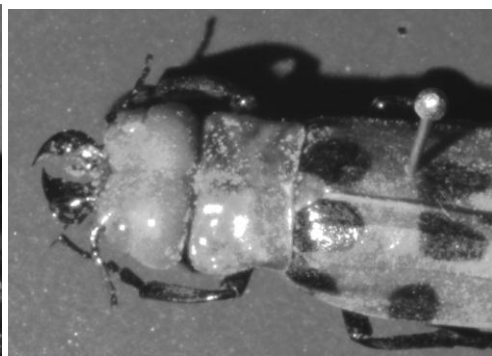
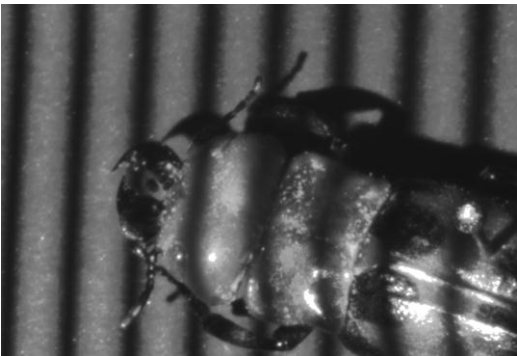
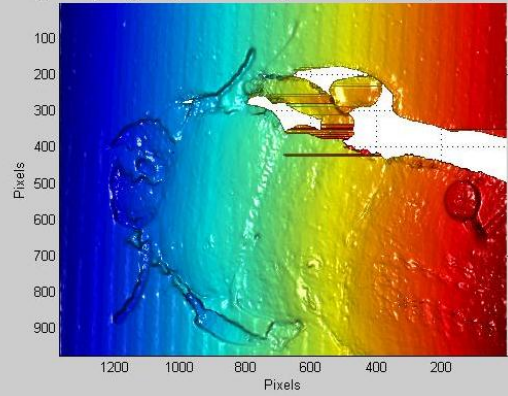
Unwrapped noisy image using the 2D-SRNP algorithm: Sorting Reliability NonContinu

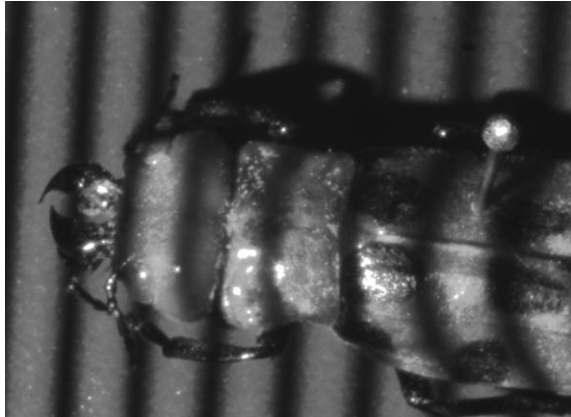
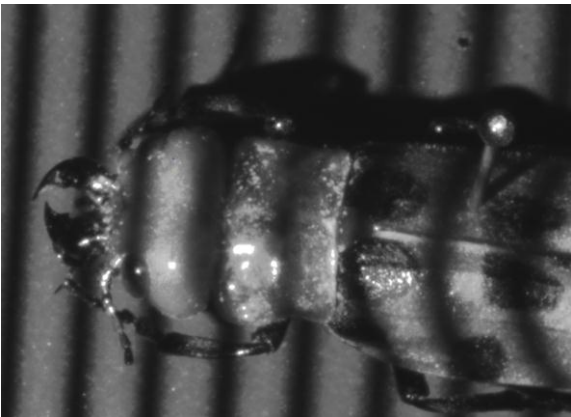
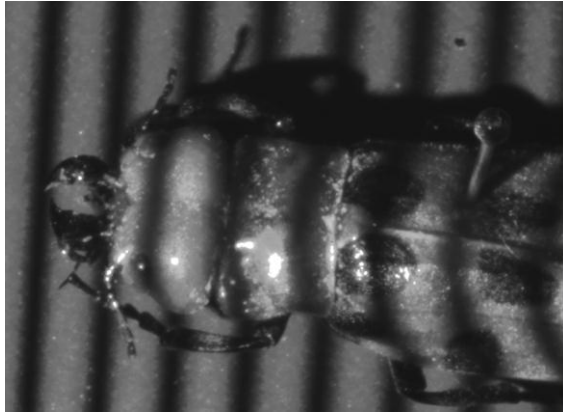
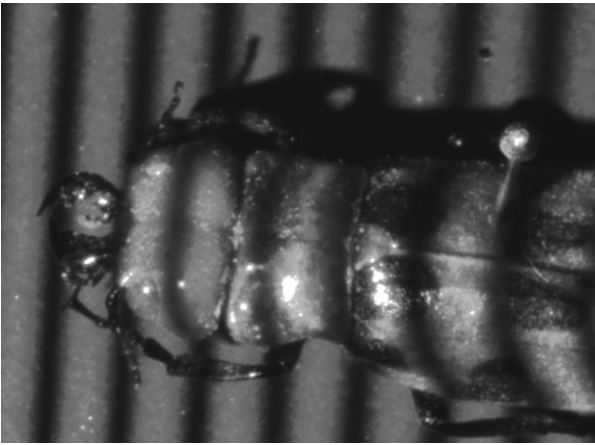
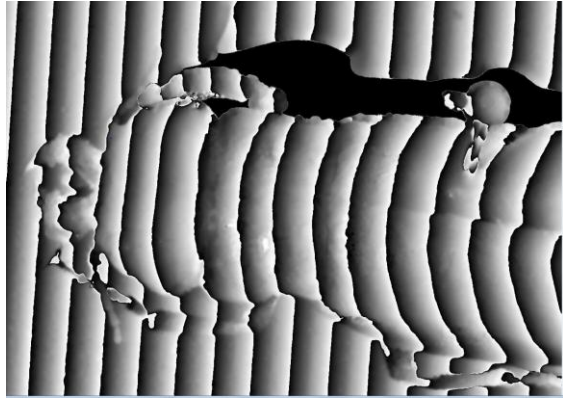
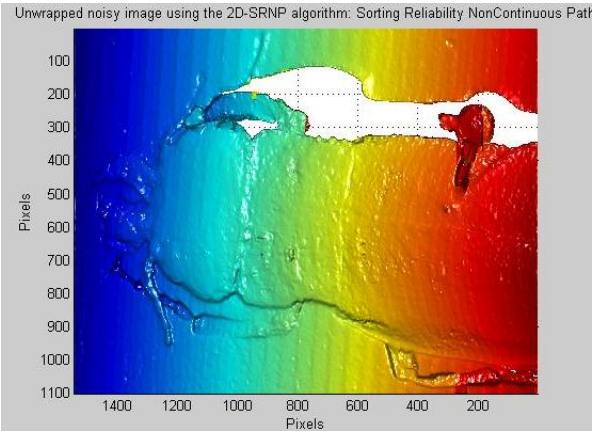


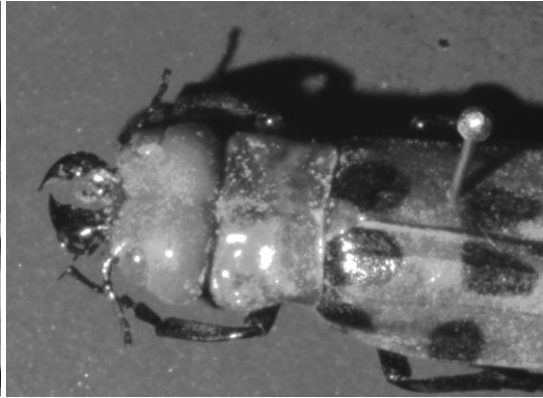
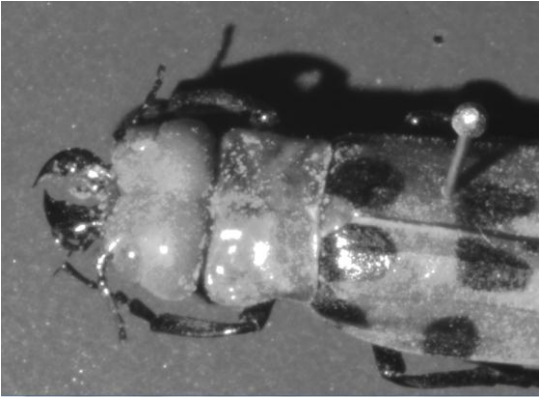
Unwrapped noisy image using the 2D-SRNP algorithm: Sorting Reliability NonContinuous Pa




Unwrapped noisy image using the 2D-SRNP algorithm: Sorting Reliability NonContinuous Pa







 Institución Universitaria	EVALUACIÓN DE MODALIDAD TRABAJO DE GRADO Y PRÁCTICAS PROFESIONALES	Código	FDE 090
		Versión	04
		Fecha	2015-10-05

INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

1. Título:

Reconstrucción 3D con Textura de Coleópteros Utilizando Luz Estructurada

Programa Académico: Ing. Sistemas	Tecnología	Ingeniería	X
-----------------------------------	------------	------------	---

2. Modalidad Trabajo de Grado:

Proyecto de Grado		Práctica Profesional		Emprendimiento	
Producto de Investigación		Producto obtenido en Talleres o Laboratorios ITM	X	Pasantías	
Certificación		Reconocimiento Laboral		Cursos de Posgrado	
Ingeniería para la Gente					
Grupo de investigación:	AUTOMÁTICA, ELECTRONICA Y CIENCIAS COMPUTACIONALES.		Código proyecto		
Tipo de Informe	Propuesta de Proyecto de Grado		Informe Final de Proyecto de Grado		X

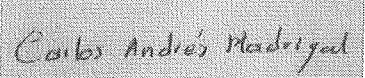
3. Información estudiante(s):

Nombre	Cédula	Correo electrónico
Viviana Marcela Calderón Marín	1128267332	viviana.marcelac@gmail.com

4. Información asesor:

Nombre	Institución	Correo electrónico
Carlos Madrigal	ITM	carlosmadrigal@itm.edu.co

CONCEPTO DEL JURADO EVALUADOR

Concepto inicial sobre el trabajo de grado				
Aprobado sin modificaciones	X	Se requieren modificaciones		Mención honorífica
Observaciones				
Se puede anexar hojas adicionales para una descripción más amplia de las observaciones. Justificar en esta parte porqué otorgar mención honorífica.				
El trabajo cumple con las competencias profesionales del Ing. de Sistemas.				
Nombre jurados evaluadores	Carlos Madrigal			
Firma				
FECHA: 04/12/2017				



Institución Universitaria

**MODALIDAD TRABAJO DE GRADO
PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM**

Registro de actividades y cumplimiento de horas / Talleres o Laboratorios de DOCENCIA

Código FDE 146
Versión 02
Fecha 2015-09-30

Documento de identidad: 1128267332

Nombre completo del estudiante: Viviana Marcela Calderón Marín

Programa académico ITM: Ingeniería de Sistemas de Información

Nombre completo del Docente Asesor: Carlos Madrigal

Fecha de iniciación del producto (aaaa/mm/dd): 05/09/2017

Fecha de terminación del producto (aaaa/mm/dd): 30/11/2017

Nombre Taller o Laboratorio: Vision Artificial y Fotónica

Ubicación: Sotano M9803

Campus: Fraternidad

Fecha A M D	Actividad desempeñada por el estudiante	Hora ingreso	Hora salida	Total horas	Firma Laboratorista	Firma Estudiante
17 9 16	Estudio de los métodos de calibración	08:00	12:00	4		Viviana Calderón
17 9 25	Estudio sobre los métodos de proyección de franjas	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 9 27	Estudio sobre los métodos de proyección de franjas	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 9 29	Estudio sobre los métodos de proyección de franjas	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 9 30	Desarrollo e implementación de un programa para la calibración de la cámara y proyector	08:00	12:00	4		Viviana Calderón
17 10 2	Desarrollo e implementación de un programa para la calibración de la cámara y proyector	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 10 4	Desarrollo e implementación de un programa para la calibración de la cámara y proyector	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 10 9	Desarrollo e implementación de un programa para la calibración de la cámara y proyector	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 10 11	Desarrollo e implementación de un programa para la calibración de la cámara y proyector	18:00	22:00	4		Viviana Calderón
17 10 13	Software para la proyección mediante el DLP	18:00	22:00	4		Viviana Calderón

17	10	19	Software para la proyección mediante el DLP	18:00	22:00	4	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	10	25	Software para la proyección mediante el DLP	18:00	20:00	2	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	1	Reconstrucción 3D	18:00	22:00	4	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	7	Reconstrucción 3D	18:00	22:00	4	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	10	Reconstrucción 3D	18:00	22:00	4	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	22	Informe Final	18:00	20:00	2	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	24	Informe Final	18:00	20:00	2	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
17	11	29	Informe Final	18:00	20:00	2	<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón
							<i>[Signature]</i>	Vizcarra M Calderón

 Institución Universitaria	CARTA DE AUTORIZACIÓN DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	Código	FGB 019
		Versión	02
		Fecha	2014-08-13

Carta de Autorización de Reproducción y Publicación de Trabajos de Grado

El abajo firmante, autor del trabajo de grado Reconstrucción 3D con Textura de Coleópteros Utilizando Luz Estructurada, autorizo al INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO – Institución Universitaria, para que almacene, reproduzca, comunique públicamente, publique, permita la reproducción y descarga de la obra, la divulgue o dé a conocer, por cualquier medio conocido o por conocer, sin restricción de tiempo, modo, lugar, número de ejemplares y medio, incluyendo pero no limitándose a su reproducción, comunicación y divulgación, en el Repositorio Institucional o en cualquier otra plataforma gestora de contenidos conocida o por conocerse y adoptada por la Institución, facilitando así que la totalidad de la obra sea conocida y permitiéndole al público en general su consulta, descarga e impresión gratuita, con fines académicos pero aclarando que pese a lo anterior -y en cualquier caso- se respetarán sus derechos morales de autor y nadie podrá usar la obra o explotarla para fines diferentes a la consulta o investigación sin fines de lucro, ni alterarla o transformarla generando una obra derivada, sin la autorización expresa y previa de sus autores.

El abajo firmante declara que la obra es original y fue realizada por ella de forma individual, sin violar o usurpar derechos de propiedad intelectual o derechos legales o contractuales de terceros. En caso de presentarse cualquier tipo de reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de Propiedad Intelectual que recaigan sobre la obra, el asumirá toda la responsabilidad legal y patrimonial y saldrá en defensa del ITM. Por lo tanto, para todos los efectos legales, disciplinarios, administrativos y patrimoniales, el ITM actúa como tercero de buena fe.

Facultad: Ingeniería

Programa: Ingeniería de Sistemas de Información

Nivel: Pregrado X Especialización _____ Maestría _____ Doctorado _____

Modalidad de trabajo de grado: Producto obtenido en Talleres o Laboratorio

Título del trabajo de grado: Reconstrucción 3D con Textura de Coleópteros Utilizando Luz Estructurada.

Restricciones a la publicación de la Obra:

- a. Derechos de propiedad intelectual pertenecientes a terceros. Sí _____ No X
- b. Acuerdos, contratos o cláusulas de confidencialidad suscritas con el ITM y/o con terceros.
 Sí _____ No X ¿Con quiénes? _____

_____ Fecha _____

Lugar donde reposa el acuerdo, contrato o cláusula

 Institución Universitaria	CARTA DE AUTORIZACIÓN DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	Código	FGB 019
		Versión	02
		Fecha	2014-08-13

- c. Licencias exclusivas concedidas a terceros. Sí No
- d. Cesiones totales o parciales realizadas con terceros. Sí No
- e. Contratos de edición o producción celebrados con terceros. Sí No
- f. ¿Ha publicado la obra o sometido la obra para aprobación en publicaciones científicas o académicas? Sí No Nombre de la(s) publicación (es) _____

 Fecha en la que se sometió la obra para su publicación _____
 Si ya fue publicada fecha en la que fue publicada _____
- ¿Los términos de referencia de la publicación exigen la cesión de los derechos patrimoniales de autor o la licencia exclusiva? Sí No
- g. ¿La obra ha sido o está siendo evaluada actualmente por la Oficina o encargados de Transferencia Tecnológica del ITM? Sí No
- h. La obra ha sido o está siendo evaluada por la Oficina o encargados de Emprendimiento del ITM? Sí No

Nombre(s) y Apellidos:

Viviana Marcela Calderón Marín

Firmas:

Viviane M Calderón
 C.C. # 1.128.267.332 de Medellín

 C.C. #

 C.C. #