

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Laboratorio de Iluminación Industrial para Sistemas de Inspección Visual Automatizada

2. Código del Proyecto

125066

3. Resumen del Proyecto

El proyecto presentado consiste en montar un laboratorio de iluminación industrial para Sistemas de Inspección Visual Automatizada junto con la realización del material didáctico necesario para impartir sesiones prácticas con el objeto de complementar la formación de los alumnos que cursen asignaturas relacionadas con la Visión por Computador.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Francisco José Madrid Cuevas	Informática y Análisis Numérico	23

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Angel Carmona Poyato	Informática y Análisis Numérico	23	PDI
Rafael Medina Carnicer	Informática y Análisis Numérico	23	PDI
Luis Rafael Martínez Carrillo	Informática y Análisis Numérico		Colab. honorario.
Juan Luis Garrido Castro	Ingeniería de Sistemas y Automática	54	PDI
Rafael Muñoz Salinas	Informática y Análisis Numérico	23	PDI
Nicolás Luis Fernández García	Informática y Análisis Numérico/Informática y Análisis Numérico	23	PDI
Manuel Jesus Marín Jiménez	Informática y Análisis Numérico	23	PDI
Enrique Yeguas Bolívar	Informática y Análisis Numérico	23	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
101421- FUNDAMENTOS DE SISTEMAS INTELIGENTES EN	CC. DE LA C. E I.A.	GRADO EN INFORMÁTICA

VISION		
20120 - PERCEPCIÓN	CC. DE LA C. E I.A.	ING. TÉCNICO EN INFORMÁTICA SISTEMAS.
20120- PERCEPCIÓN	CC. DE LA C. E I.A.	ING. TÉCNICO EN INFORMÁTICA GESTION.
5929 - VISION ARTIFICIAL	CC. DE LA C. E I.A.	ING. EN INFORMÁTICA.
102032- VISIÓN ARTIFICIAL AVANZADA	CC. DE LA C. E I.A.	MASTER EN SISTEMAS INTELIGENTES
1240- SISTEMAS DE PERCEPCIÓN	CC. DE LA C. E I.A.	ING. AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL.
1807-ROBOTICA	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA	LIC. EN FÍSICA

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

Título del Proyecto

Laboratorio de Iluminación Industrial para Sistemas de Inspección Visual Automatizada

Introducción

La visión artificial ofrece soluciones innovadoras en el ámbito de la automatización industrial. Una gran cantidad de las actividades industriales se han beneficiado de la aplicación de la Visión por Computador en los procesos de fabricación. Estas actividades incluyen el control de la calidad, entre otros, en la fabricación de componentes electrónicos, en la producción textil, en el acabado de metales, en la fabricación de vidrio, en la fabricación de piezas de maquinaria, en la impresión, componentes empleados en la construcción (solería, azulejos, ...), y muchas otras aplicaciones como por ejemplo en el análisis y diagnóstico automático en bio-medicina. La mejora en la tecnología empleada en la Visión por Computador ha aumentado la productividad y la gestión de la calidad y proporciona una ventaja competitiva a las industrias que emplean dicha tecnología. Todo esto ha motivado que en los últimos años haya aumentado significativamente la demanda de técnicos formados en Sistemas Inteligentes de Visión Automatizada [1] (SIVA en adelante).

Afortunadamente, en la Universidad de Córdoba son impartidas actualmente en distintas titulaciones adscritas a la Escuela Politécnica Superior de Córdoba y la Facultad de Ciencias, distintas asignaturas que en parte cubren los contenidos y capacitan al alumno en el ámbito de un SIVA.

Un SIVA es un sistema complejo que tiene dos etapas bien diferenciadas. Una etapa basada principalmente en hardware cuyo objetivo consiste en la adquisición de la información sensorial que alimenta a la segunda etapa basada principalmente en software de procesado, análisis e interpretación de la información sensorial adquirida. Esta segunda etapa sólo necesita en general de un computador tipo y está suficientemente cubierta tanto en conceptos teóricos como en el desarrollo de sesiones prácticas actualmente en las citadas asignaturas.

Sin embargo, la primera etapa del SIVA, es decir, la etapa que realiza la adquisición de la información es una etapa basada fundamentalmente en hardware utilizado principalmente para implementar el sistema de iluminación de la escena y posteriormente adquirir la información sensorial objeto del análisis, normalmente en forma de imagen bidimensional.

El tipo del material utilizado en esta primera etapa del SIVA hace que su coste suele ser elevado. Desgraciadamente actualmente la Universidad de Córdoba no cuenta con un laboratorio con el material necesario para que el alumno pueda poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos relacionados con los sistemas de iluminación básicos utilizados en los SIVAS y que son estudiados sólo de forma teórica en las asignaturas relacionadas en la memoria del proyecto.

El grupo de investigación “Aplicaciones de la Visión Artificial” liderado por el profesor Dr. Rafael Medina Carnicer cuenta en la actualidad con unas instalaciones y un material que estaría dispuesto a poner a disposición de este proyecto docente para complementar el equipo a adquirir y proporcionar así un Laboratorio de Iluminación Industrial para Sistemas Industriales de Inspección Visual Automatizada básico.

Concretamente el mencionado grupo de investigación pondría a disposición de este proyecto docente para su realización el siguiente material:

- Una sala de sus instalaciones sita en el Edificio Albert Einstein, 3ra planta.
- Una fuente de iluminación por luz halógena para fibra óptica.
- Una guía de luz de fibra óptica.
- Un anillo de fibra óptica para iluminación coaxial.
- Varias fuentes de iluminación IR.
- Una pareja filtros polarizador/analizador para realizar iluminación con luz polarizada.
- Una mesa de calibración y montaje para sistemas de Iluminación Automatizada.
- Varias cámaras industriales de visión analógicas y digitales con diferentes formatos de color, resolución e interfaz.
- Distintos tipos ópticas.
- Dos computadores tipo.
- Software de calibración y captura de imágenes.

Si se une este material junto con el solicitado en la memoria del proyecto se podría montar una laboratorio de iluminación industrial básico que pudiera dar soporte a la realización de sesiones prácticas suficientes para capacitar a los alumnos que cursen las asignaturas relacionadas con la Visión por Computador para desarrollar sistemas de iluminación industrial con aplicación en un SIVA.

Objetivos

El presente proyecto tiene dos objetivos bien claros:

1. Montar una laboratorio de iluminación industrial con aplicación en un SIVA con el material adquirido, junto con el ofrecido por el grupo de investigación AVA en las instalaciones que este grupo pondría a disposición de este proyecto docente.
2. Desarrollar el material didáctico para realizar tres prácticas de iluminación industrial a desarrollar por los alumnos que cursen asignaturas relacionadas con la Visión por Computador:
 1. Sistemas de iluminación coaxial.
 2. Sistemas de iluminación por campo oscuro.
 3. Sistemas de retro-iluminación.

Descripción de la experiencia

El proyecto ha sido realizado durante el curso académico 2012/13 distinguiéndose tres etapas:

- Primera etapa dedicada a la adquisición de los materiales. Debido al presupuesto finalmente concedido que ha ascendido a la cantidad de 701,46 EUR se ha tenido que

cambiar la planificación inicial al sólo poder adquirirse una guía de fibra óptica para iluminación puntual/direccional y un espejo beam splitter para iluminación coaxial. El material planificado para iluminación por campo oscuro y retro-iluminación no ha podido ser adquirido y se dejó para una posterior convocatoria. Afortunadamente, debido a que el grupo de investigación “Aplicaciones de la Visión Artificial” ya contaba con material para iluminación industrial como son la fuente de luz halógena, una guía de fibra óptica con anillo de luz, cámara para adquisición, óptica y torreta y soportes para el sistema, ha podido realizarse el proyecto.

- Segunda etapa de dedicada al desarrollo del material didáctico para introducir al alumno los conceptos básicos sobre “Sistemas de Iluminación” en “Sistemas de Inspección Visual Automatizada” y que es añadida a esta memoria como un anexo.
- Tercera etapa: Desarrollo de guiones de prácticas para que el alumno realice sendas prácticas aplicando los conceptos teóricos aprendidos. Concretamente se han preparada tres prácticas para tres configuraciones distintas:
 - Iluminación direccional.
 - Iluminación coaxial usando anillo de luz.
 - Iluminación coaxial usando un espejo beam splitter.

Materiales y métodos

Materiales:

A continuación se detallan los materiales con los que se ha sido realizado el presente proyecto:

Fuente de iluminación halógena:

Modelo: Volpi intralux 4000-1.

Características: permite iluminar de forma controlada la escena admitiendo modulación del flujo luminoso y el uso de filtros ópticos.



*Ilustración 1: Fuente de luz halógena
Volpi Intralux 4000-1*

Guía de luz por fibra óptica con anillo de luz coaxial

Modelo: Volpi 22179

Características: permite iluminación tipo coaxial debido a que la lente se sitúa dentro del anillo de luz. Además aporta soporte para filtro polarizador.



Ilustración 2: Guía de luz por fibra óptica con anillo para iluminación coaxial Volpi 22179.

Guía de luz por fibra óptica puntual

Modelo: Edmund

Características: 36 pulgadas de largo por 3/8 pulgadas de grosor. Transmisión en todo el espectro visible.



Ilustración 3: Guía de fibra óptica para iluminación direccional.

Espejo beam/splitter para iluminación coaxial.

Modelo: Edmun 50/50. con montura.

Características: permite la iluminación coaxial con coeficiente de reflexión del 50% de la luz transmitida.



Ilustración 4: Espejo beam splitter con montura para iluminación coaxial.

Cámara para adquisición de imágenes.

Modelo: Firefly MV FFMV-03M2C

Características: cámara para capturas en color con conexión digital (FireWire).

A/D Converter	On chip 10-bit
Video Data Output	8, 16-bit digital data
Image Data Formats	Y8, Y16 (mono), 8-bit and 16-bit raw Bayer data (color)
Partial Image Modes	Pixel binning and region of interest (ROI) modes
Image Processing	Gamma, lookup table, hue, saturation, and sharpness
Gain	Automatic/Manual Gain modes 0 dB to 12 dB
Gamma	0 to 1
White Balance	Automatic/manual modes, programmable via software
Color Processing	On-camera in YUV or RGB format, or on-PC in Raw format
Digital Interface	6-pin IEEE 1394a for camera control, video data, and power
Transfer Rates	400 Mb/s
GPIO	7-pin JST GPIO connector, 4 pins for trigger and strobe, 1 pin +3.3 V, 1 VEXT pin for external power
External Trigger Modes	IIDC Trigger Modes 0 and 3
Synchronization	Via external trigger or software trigger (on same bus only), or free-running (using standard video formats/modes operating at 30 FPS and 60 FPS only) Global Shutter
Shutter	Automatic/Manual/Extended Shutter modes 0.03 ms to 512 ms (extended shutter mode)
Memory Channels	3 memory channels for custom camera settings
Flash Memory	N/A

Dimensions	44 x 34 x 24.4 mm (excluding lens holder and connectors)
Mass	37 g (without optics or tripod mounting bracket)
Power Consumption	8 to 30 V, 1 W at 12 V via 1394a interface
Camera Specification	IIDC v1.31
Camera Control	via FlyCapture SDK, CSRs, or third party software
Camera Updates	In-field firmware updates
Lens Mount	CS-mount
Temperature	Operating: 0° to 40°C; Storage: -30° to 60°C
Emissions Compliance	CE, FCC, RoHS
Operating System	Windows XP SP1



Ilustración 5: Camara para capturas en color FireFly MV FFMV-03M2C

Objetivo

Modelo: Targus

Características: longitud focal 35mm. Aperturas: F2.8/F16. Incorpora un tubo de extensión para permitir distancias de trabajo cortas.



Soporte con torreta para sujeción del equipo de adquisición de imágenes.

Modelo: Lupo

Características: Incorpora una torreta con ajuste de la altura del equipo de adquisición entre distancias de 10cm y 105cm.



Ilustración 6: Torreta para sujeción del equipo de adquisición de imágenes.

Soportes con pinzas para la sujeción del equipo de iluminación.

Modelo:

Característica: Incorpora pinzas con rótulas permitiendo la sujeción del equipo de iluminación con varios grados de libertad.



Ilustración 7: Pinzas y soportes usados para la sujeción del equipo de iluminación.

Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

Con la realización de este proyecto han sido obtenidos dos resultados principales:

1. Desarrollo de un material didáctico para introducir al alumno los conceptos básicos sobre “Sistemas de Iluminación” en “Sistemas de Inspección Visual Automatizada” y que es añadido a esta memoria como un anexo. Este material estará disponible para los alumnos a través de la plataforma “Moodle” de la Uco en cada una de las asignaturas afectadas por este proyecto.
2. Montaje de tres prácticas de iluminación industrial:
 - Iluminación direccional.



Ilustración 8: Configuración con iluminación direccional.

- Iluminación coaxial por anillo de luz.



Ilustración 9: Configuración de iluminación coaxial con anillo de fibra óptica.

- Iluminación coaxial usando un espejo beam/splitter.



Ilustración 10: Configuración con iluminación coaxial con espejo beam/splitter

Estas tres prácticas serán realizadas por los alumnos de las asignaturas afectadas por este proyecto en el laboratorio del grupo de investigación “Aplicaciones de la Visión Artificial” de esta Universidad.

Utilidad

La utilidad de este proyecto ha permitido ha sido doble:

1. Ha permitido la adquisición de un material para implementar un sistema de iluminación coaxial usando un espejo beam/splitter.
2. Ha permitido montar un laboratorio para realizar prácticas con sistemas de “Iluminación industrial” a los alumnos matriculados en asignaturas relacionadas con la Visión Artificial de la Universidad de Córdoba. Con anterioridad, esta temática sólo se abordaba de forma teórica.

Observaciones y comentarios

Debido al presupuesto finalmente concedido, no ha sido posible adquirir el material necesario para implementar otras configuraciones de iluminación, concretamente, “Iluminación por campo oscuro” e “Iluminación por retro-iluminación”. Se propone solicitar un futuro proyecto de Innovación para llevar a cabo estas dos actuaciones.

Bibliografía

[1] Batcherlor, B.G., Hill, D.A. & Hodgson, D.C., 1985. Automated Visual Inspection, Elsevier Science Inc.

En Córdoba, a 18 de septiembre de 2013