

# Prácticas Externas II

Grupo de Investigación en Informática Industrial  
Redes de Computadores (I2RC)

Departamento de Tecnología Informática y  
Computación (DTIC)

Alberto García García

Fechas:	02/10/2014 - 16/01/2015
Tutor de la Universidad:	Miguel Ángel Cazorla Quevedo
Tutor de la Empresa:	José García Rodríguez

## 1 Contexto de las prácticas

Este documento constituye la memoria de las prácticas externas realizadas en el *Departamento de Tecnología Informática y Computación (DTIC)* correspondientes a la asignatura *Prácticas Externas II* de 4º curso del Grado en Ingeniería Informática. En particular, el trabajo fue realizado en el grupo de investigación de *Informática Industrial y Redes de Computadores (I2RC)* bajo la supervisión del profesor José García Rodríguez y en colaboración con el becario posdoctoral Sergio Orts Escolano, ambos activos en áreas de investigación como la visión por computador y procesamiento de datos 3D entre otras.

El trabajo realizado se enmarca precisamente en dichas áreas, siendo el objetivo principal la elaboración de un *dataset* de objetos 3D para el entrenamiento y validación de algoritmos de reconocimiento y reconstrucción de objetos y escenas tridimensionales. Adicionalmente, los datos fueron capturados con múltiples sensores 3D de bajo coste como Kinect V1, Kinect V2 y PrimeSense Carmine.

De esta forma, las prácticas fueron enfocadas para alcanzar dos competencias básicas: por una parte, adquirir destreza con las técnicas de procesamiento de información 3D así como con las librerías utilizadas para tal propósito y por otro lado, conocer los dispositivos de captura físicos disponibles y explorar sus kits de desarrollo para poder crear aplicaciones que utilicen los mismos.

## 2 Tarea realizada en las prácticas

El trabajo realizado durante el período de prácticas puede descomponerse por una parte en el conjunto de tareas asociadas a la creación de las herramientas necesarias para la generación del *dataset* y por otro lado al proceso de captura de los datos utilizando las herramientas desarrolladas.

Cabe destacar que en un primer lugar se llevó a cabo una revisión del estado del arte de los *datasets* actuales para detectar puntos fuertes y débiles de los mismos con el objetivo de caracterizar el *dataset* propuesto. Este proceso de investigación condujo a la elaboración de un pequeño resumen comparativo de los *datasets* más populares y utilizados del momento. A partir de este análisis definimos las características de nuestro *dataset*.

Respecto a las herramientas desarrolladas, tres aplicaciones fueron creadas:

- **Interfaz de captura para Kinect V2:** Esta aplicación consiste en una interfaz gráfica para realizar capturas de datos tridimensionales empleando el dispositivo de adquisición *Microsoft Kinect V2*.

La aplicación permite la previsualización de las imágenes de color e infrarrojo proporcionadas por el sensor así como del mapa de profundidad generado.

Adicionalmente, la aplicación permite al usuario segmentar objetos de forma asistida mediante *chroma key* de color parametrizable así como umbrales de profundidad y *bounding boxe* para delimitar la zona del objeto. Todo ello controlable por el usuario mediante interfaz gráfica.

Las capturas son realizadas de forma automática y transparente para el usuario. La propia aplicación fue diseñada para controlar una plataforma giratoria enviando órdenes específicas a través de un puerto serie a un dispositivo Arduino encargado de gestionar el motor paso a paso de la misma. De esta forma, el usuario tiene la posibilidad de realizar capturas desde un punto de vista o bien capturar el objeto desde varios puntos de vista, determinados por pasos de rotación de la plataforma, sin necesidad de intervención alguna.

Como funcionalidad adicional, la aplicación posee una interfaz gráfica para enviar órdenes al dispositivo Arduino de forma independiente al proceso de captura, bien para calibrar su rotación o para colocar la mesa en una posición determinada.

Finalmente, la aplicación recopila toda la información de cada captura para generar los siguientes datos: imagen de color en formato PNG, imagen infrarroja en formato PNG, mapa de profundidad en formato PNG, nube de puntos desestructurada con color en formato PLY, nube de puntos estructurada en color en formato PCD, máscara de segmentación en formato PBM y datos de la captura en formato TXT.

La aplicación fue desarrollada en el lenguaje de programación C# y WPF para la interfaz utilizando el entorno de desarrollo integrado Visual Studio 2013 y el SDK de Microsoft Kinect V2.0.

- **Interfaz de captura para Kinect V1:** Esta segunda aplicación es idéntica en funcionalidad a la descrita anteriormente, pero en este caso hace uso del SDK de Microsoft Kinect V1.8 con el objetivo de funcionar empleando el dispositivo de adquisición *Microsoft Kinect V1*. El trabajo realizado para esta aplicación consistió en la migración del código de la misma aplicación desarrollada para el SDK 2.0 para funcionar con el SDK 1.8 manteniendo intactas las partes de la interfaz gráfica.
- **Aplicación de registro 3D y reconstrucción de objetos:** Una vez obtenida toda la información tridimensional necesaria mediante las aplicaciones de captura, es necesario disponer de una aplicación capaz de integrar todos esos datos por una parte registrando las nubes de puntos de todos los puntos de vista capturados y por otra parte utilizando dicha nube de puntos registrada para reconstruir el objeto en cuestión generando una malla tridimensional. La funcionalidad de la aplicación consiste en primer lugar en cargar las nubes de puntos (obtenidas con las herramientas de captura desarrolladas) de cada punto de vista individualmente y preprocesarlas mediante diversos algoritmos 3D (SOR, ROR, Voxel Grid y MLS) para reducir el ruido inherente a las capturas realizadas por los sensores antes especificados. Una vez preprocesadas las nubes de puntos estas son registradas de forma incremental utilizando el algoritmo Iterative Closest Point (ICP). Por último, el algoritmo de reconstrucción de mallas de Poisson es aplicado para generar el objeto reconstruido.

Esta aplicación fue desarrollada en el lenguaje de programación C++ utilizando el entorno de desarrollo Visual Studio 2013 y las librerías Boost y Point Cloud Library (PCL).

Una vez desarrolladas y testeadas las herramientas, el último paso para la generación del *dataset* consistió en la captura de los objetos utilizando las aplicaciones y la plataforma giratoria. Como resultado, un conjunto de datos aproximadamente 30 objetos comunes en una casa fue generado.

El grupo de investigación proporcionó el material necesario para llevar a cabo el trabajo: un dispositivo de captura *Kinect V2*, un dispositivo de captura *Kinect V1*, un ordenador con conexión USB3.0 para poder utilizar el sensor *Kinect V2* así como acceso total a la plataforma giratoria.

Como ya comentamos anteriormente, el trabajo fue realizado bajo la supervisión del profesor del departamento José García Rodríguez con quien matuvimos reuniones semanales para controlar el progreso realizado, aportar nuevas ideas, compartir opiniones y dirigir los esfuerzos. Además, el contacto mediante correo electrónico para resolver dudas y compartir información fue constante. Cabe destacar también la estrecha colaboración con el becario posdoctoral Sergio Orts Escolano, quien supervisó el trabajo diario y sirvió de apoyo constante tanto para obtener nuevos conocimientos como para solucionar las dudas que fueron surgiendo. En este sentido, la integración con el grupo fue completa y se disfrutó de un ambiente de trabajo idóneo para lograr los objetivos, principalmente gracias al esfuerzo y dedicación tanto de José como Sergio.

### 3 Relación con la formación recibida

En general, la mayoría de los conocimientos adquiridos durante el Grado fueron de vital importancia para el desarrollo de estas prácticas. Respecto a conocimientos básicos, los fundamentos matemáticos adquiridos en la asignatura *Matemáticas I* así como de programación en *Programación I, II y III* fueron necesarios en casi cualquier momento dado su carácter básico.

En cuanto a otros conocimientos algo más avanzados, los conceptos adquiridos en las asignaturas *Programación y Estructuras de Datos y Análisis y Diseño de Algoritmos* fueron fundamentales a la hora de lograr implementaciones eficientes de diferentes partes de las aplicaciones desarrolladas.

Por otro lado, la asignatura *Herramientas Avanzadas para el Desarrollo de Aplicaciones* aportó conocimientos fundamentales sobre C# e interfaces gráficas. De igual manera, *Diseño de Sistemas Software* permitió sentar bases que probablemente llevaron a incrementar la calidad del diseño de las aplicaciones desarrolladas.

En cuanto a relaciones más específicas, el trabajo realizado posee una gran sinergia con las siguientes asignaturas:

- **Sistemas Inteligentes:** En esta asignatura se trataron por primera vez conceptos de procesamiento de imágenes e información tridimensional e incluso se realizó una breve introducción a los dispositivos de captura como la Kinect y otros conceptos relacionados con la visión por computador.
- **Visión Artificial y Robótica:** Probablemente la asignatura con mayor relación. Por una parte se tratan múltiples conceptos de visión 3D así como de procesamiento de datos 3D, reconocimiento de objetos y registro con ICP. Adicionalmente, las prácticas son realizadas con la librería PCL y OpenCV. Como complemento, dispositivos de captura como Kinect se utilizan en partes opcionales de las prácticas para obtener flujos de datos.

### 4 Conclusiones

En conclusión, las prácticas realizadas me han permitido obtener una gran cantidad de conocimientos indispensables sobre visión por computador y procesamiento de datos tridimensionales tanto a nivel teórico como práctico.

Por otro lado, he podido integrarme de lleno en la dinámica y el ambiente de un grupo de investigación. Por una parte he conocido a la mayoría de la gente involucrada con el departamento y he podido conocer y aprender sobre sus líneas de investigación. El ambiente creado por los compañeros y su disposición a ayudar ha hecho que termine las prácticas con una sensación de agradecimiento. Considero que las prácticas han sido una gran experiencia principalmente gracias al entusiasmo y el esfuerzo tanto José como de Sergio para que pudiera formarme y colaborar con ellos. El hecho de que continuemos colaborando en mi proyecto de fin de grado confirma que tanto una parte como la otra ha quedado plenamente satisfecha del trabajo realizado y del tiempo compartido.