



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería
Informática**

**Detección de objetos con
láser de Seguridad**



Presentado por Álvaro Ruifernández Palacios
en Universidad de Burgos — 14 de junio
de 2018

Tutor: Jesús Enrique García Sierra



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



D. Jesús Enrique García Sierra, profesor del departamento de Ingeniería Civil, área de Sistemas de la información.

Expone:

Que el alumno D. Álvaro Ruifernández Palacios, con DNI 71365383V, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado Detección de objetos con láser de Seguridad.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 14 de junio de 2018

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre tutor

D. nombre co-tutor

Resumen

En este proyecto se desarrolla una aplicación del láser para detectar objetos que pueden ser utilizada para la mejora en el funcionamiento de los AGVs. Su funcionamiento básico es el análisis del mar de puntos que crea el láser y analizar las diferentes variaciones para saber donde se encuentran los objetos con el objetivo de poder evitarlo.

Descriptores

Láser, Ethernet, MTX-GTW, AGV...

Abstract

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

Keywords

keywords separated by commas.

Índice general

Índice general	III
Índice de figuras	V
Índice de tablas	VI
Introducción	1
Objetivos del proyecto	3
2.1. Objetivos generales	3
2.2. Objetivos técnicos	4
Conceptos teóricos	5
3.1. Sistemas distribuidos	5
3.2. Minería de datos	6
3.3. Referencias	6
3.4. Imágenes	6
3.5. Listas de items	7
3.6. Tablas	8
Técnicas y herramientas	9
4.1. Desarrollo de la memoria	9
4.2. Desarrollo del código	10
4.3. Planteamiento de las tareas	10
4.4. Metodología de gestión y herramientas asociadas	11
4.5. Patrones de diseño empleados	11
4.6. Herramienta de manejo de láser	12

4.7. C++	12
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	13
5.1. Parte Software	13
5.2. Parte Hardware	14
Trabajos relacionados	15
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	17

Índice de figuras

3.1. Autómata para una expresión vacía	7
--	---

Índice de tablas

3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto	8
---	---

Introducción

En este proyecto se va a desarrollar un programa que permita detectar objetos en el rango de visión de un láser de seguridad. En un principio estas medidas serán tomadas con el Hokuyo Safety Laser Scanner (UAM-05LP-T301). Este aparato es capaz de desarrollar tres áreas de detección dependiendo de la distancia a la que detecte un elemento (puede ser de 20, 10 y 5 metros). Aunque sea este láser con el que se va a realizar el proyecto, el principal objetivo es el de poder hacer que el programa pueda funcionar en diferentes tipos de láser con diferentes formas de obtención de datos. La explicación básica del funcionamiento de este proyecto es la utilización de tres elementos bien diferenciados:

- Láser: esta parte es la que se encarga de obtener los datos de su entorno. Estos datos serán enviados a través de una interfaz (en nuestro caso un cable ethernet) hacia la unidad de tratamiento de datos.
- Unidad de tratamiento: es la parte fundamental del proyecto. en este caso es un dispositivo MTX-GTW. Este dispositivo es el encargado de ejecutar el código del programa e interactuar con el Láser, es decir, es la parte encargada de hacer operativo el proyecto.
- PC: esta parte es la encargada de permitirnos la creación del código así como la inclusión de las áreas en las que se desea detectar los objetos. Esta opción de introducción de áreas es realizada debido a que el proyecto se realiza exclusivamente con estas partes, ya que en su objetivo final sería el de introducirlo en un vehículo autoguiado o AGV.

Este proyecto se va a desarrollar en Un sistema operativo en base Linux, concretamente en un sistema Ubuntu en su version 16.04 LTS. Esto es debido a que ciertos componentes no son compatibles con sistemas Windows.

Objetivos del proyecto

En este apartado se explican los distintos objetivos identificados en este proyecto, distinguiendo entre los objetivos generales del proyecto y los objetivos técnicos.

2.1. Objetivos generales

Los objetivos generales que se han planeado para este proyecto son:

- Conocer el entorno en el que el programa desarrollado en el proyecto. En este caso, el programa desarrollado sera integrado con el resto de utilidades de los AVG para que reconozca objetos en las zonas importantes para su funcionamiento (donde están los objetivos o los obstáculos).
- Leer los datos obtenidos de las lecturas del láser para a través de su interfaz escogiendo los contactos del RS232 del GMT-GTW para saber por cual de ellos se recogen dichos datos.
- Crear un programa que, una vez analizados los datos sepa detectar si en las áreas deseadas por el usuario existe un objeto. Esto puede utilizarse para la detección de obstáculos antes mencionada o para minimizar el tiempo de recogida de objetos (dependiendo de la función de cada AGV).
- Comprender y utilizar los conocimientos a cerca de sistemas distribuidos que se han ido adquiriendo a lo largo del grado.

2.2. Objetivos técnicos

Los objetivos técnicos planteados para este proyecto son:

- Aprender el uso de C++ para la creación del código del proyecto, a través de todas sus funcionalidades previstas con el objetivo de la lectura de datos de las lecturas del láser.
- Usar librerías de C++ como urg driver, es decir, aquellas utilidades relacionadas con el conector RS232.
- Creación de archivos con extensión .sh desde Ubuntu para la ejecución de Eclipse incluyendo en el Classpath una serie de parámetros como es la integración del OSELAS toolchain.
- Encontrar todos los elementos hardware necesarios para la creación del sistema hardware necesario para el proyecto.
- Crear un proyecto el cual implementa la funcionalidad que se requiere en los objetivos del proyecto, es decir, que realice la lectura, tratamiento y análisis de los datos del láser.
- Utilizar un sistema de control de versiones como es Git, más concretamente uno de sus servicios centrales más utilizados conocido como GitHub. Esta herramienta es útil en el caso de producirse algún error grave en alguna de las partes del proyecto ya que se puede restaurar la versión previa (la cual se considera estable).

Conceptos teóricos

En este proyecto se deben de emplear una gran cantidad de conocimientos adquiridos a lo largo de las asignaturas del grado. En esta sección se describirán cuales son esos conceptos además de la forma en la que se aplican en este proyecto.

3.1. Sistemas distribuidos

Se denomina sistema distribuido a aquel sistema en el que cada equipo se conecta con el resto de los integrantes del sistema para poder compartir sus recursos además de poder utilizar los recursos que comparten el resto de los equipos conectados para realizar procesos para los cuales se necesitan una cantidad de recursos que la que el usuario de cada equipo posee de forma local. Otra forma de definir este concepto es la ejecución de procesos desde un equipo en otro cuyas características se adapten mejor a las del objetivo que se desea alcanzar.

En el caso de este proyecto, la forma en la que se emplea el concepto de sistema distribuido es la que se adapta a la última de las definiciones antes mencionadas. Esto se debe a que las características (tanto software como hardware) que posee el sistema MTX-GTW son las idóneas para desarrollar este proyecto debido a que los sistemas sobre los que se va a utilizar este proyecto poseen características idénticas o muy similares a las de este dispositivo. En este caso, el equipo con el cual se desarrolla el código que forma la parte funcional del proyecto, se conecta vía ethernet con el dispositivo antes mencionado, el cual se conecta con el láser para interactuar con él, realizar las operaciones necesarias y devolver al equipo los resultados de esas operaciones.

3.2. Minería de datos

La minería de datos es la ciencia a través de la cual se analiza un gran conjunto de datos para poder descubrir características, patrones o comportamientos ocultos a primera vista.

Cuando el programa desarrollado se comunica con el láser, este debe recibir las tramas que el láser crea al analizar su área de observación, las cuales deben de ser tratadas para separar la información importante de las cabeceras y demás datos que el láser usa para interactuar con su aplicación. Una vez hemos conseguido extraer ese tipo de datos, hemos de descartar aquellos datos correspondientes a las zonas donde el láser no detecta ningún objeto, quedándonos solo con aquellas lecturas con valor significativo para la función principal del programa. Tras esto, se analizarán los datos para ver si coinciden con las áreas sobre las que se desea saber si hay objetos.

3.3. Referencias

Las referencias se incluyen en el texto usando cite [?]. Para citar webs, artículos o libros [?].

3.4. Imágenes

Se pueden incluir imágenes con los comandos standard de L^AT_EX, pero esta plantilla dispone de comandos propios como por ejemplo el siguiente:



Figura 3.1: Autómata para una expresión vacía

3.5. Listas de items

Existen tres posibilidades:

- primer item.
- segundo item.

1. primer item.

Herramientas	App	AngularJS	API REST	BD	Memoria
OSELAS Toolchain		X			
C++				X	
Eclipse				X	
Git + GitHub		X	X	X	X
MikTeX					X
TeXMaker					X

Tabla 3.1: Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto

2. segundo item.

Primer item más información sobre el primer item.

Segundo item más información sobre el segundo item.

▪

3.6. Tablas

Igualmente se pueden usar los comandos específicos de \LaTeX o bien usar alguno de los comandos de la plantilla.

Técnicas y herramientas

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.

4.1. Desarrollo de la memoria

En este aspecto se ha querido emplear LaTeX en contraposición a otros programas de propósito similar como pueden ser Microsoft Word o Open Office Writer ya que esta aplicación nos permite una mayor cantidad de posibles acciones a realizar en el documento crear.

Por poner un ejemplo de estas ventajas antes mencionadas, la presentación del documento puede quedar más limpia ya que el usuario puede manejar el espacio de cada hoja a su antojo y poder disponer de todo él ya que se puede variar los márgenes de las páginas de una forma sencilla (introducción de un comando), lo que en los otros programas antes mencionados resultaría demasiado complicado a demás de ser potencialmente peligroso debido a que, gracias a las acciones automáticas que poseen, podrían desajustar todo el contenido de la hoja en sí haciendo que el usuario tenga que ajustar cada uno de los elementos que antes poseía. LaTeX permite saltarse los

márgenes establecidos, por ejemplo, para insertar una imagen. en cuanto a los encabezados, pies de página y numeración de página también se puede realizar con un simple comando.

Con todo esto y con la característica de que permite guardar el archivo directamente en PDF sin realizar ninguna conversión (aunque para ello necesite crear algún archivo debido a la compilación) es por la que se ha escogido para este

4.2. Desarrollo del código

Debido a que es un programa muy utilizado en diferentes asignaturas a lo largo del grado, se ha escogido Eclipse para el desarrollo de esta parte del proyecto. Para poder emplearlo de forma dirigida a este proyecto se ha necesitado integrar este programa con el entorno de desarrollo necesario para la interacción del equipo con el dispositivo MTX-GTW. Para ello se ha necesitado incluir en el código la librería OSELAS Toolchain. Como ya se ha dicho anteriormente, esta librería enlaza ambos dispositivos permitiendo que el código del programa se ejecute en el MTX-GTW. Con esta adaptación se permite que el código se ejecute en el PC pero se cree un ejecutable en el otro dispositivo, el cual será ejecutado para que se puedan ver los resultados de esa ejecución de nuevo en el PC.

Este entorno es el que permitirá la extracción de medidas necesarias para saber la distancia a la que se encuentra un objeto del láser si es que se detecta un objeto. Otra característica de este entorno es la compatibilidad con el sistema operativo, ya que solo es compatible con sistemas Ubuntu y demás distribuciones de Linux.

Como ya se ha dicho en la introducción, para el desarrollo del código se necesita tener la máquina virtual del sistema operativo Ubuntu 16.04. LTS. Este sistema se ha escogido, al igual que Eclipse, debido a que se han empleado en otras asignaturas del grado con lo que resulta familiar para poder trabajar de manera más cómoda y eficiente que si se debiera aprender su modo de empleo. A demás de estas características, se ha escogido por el tema de la compatibilidad explicado anteriormente.

4.3. Planteamiento de las tareas

Para organizar las actividades a realizar se ha escogido la aplicación Trello. Esta aplicación se ha escogido debido a su facilidad de uso (debido

4.4. METODOLOGÍA DE GESTIÓN Y HERRAMIENTAS ASOCIADAS

a que su interfaz de usuario es muy intuitiva), a demás de otros muchos aspectos como el hecho de que a un tablero (unidades organizativas en las que se gestionan las tareas de los diferentes proyectos que se puede gestionar desde una misma cuenta de usuario) se puede acceder más de un usuario. Esta característica permite que tanto el alumno como el profesor pueden acceder al mismo tablero para gestionar las tareas a realizar.

4.4. Metodología de gestión y herramientas asociadas

Para este proyecto se ha decidido utilizar la metodología de SCRUM. Esta metodología esta basada en entregas incrementales pero funcionales. Para la realización de esta metodología, perteneciente a las denominadas metodologías ágiles, se va a utilizar la aplicación ZenHub. Esta aplicación se puede emplear para presentar los sprints y se puede planificar la fecha de comienzo y final cada una de las tareas.

4.5. Patrones de diseño empleados

Los patrones de diseño son herramientas reutilizables empleadas para resolver problemas que resultan comunes a la hora tanto de desarrollar el software como el diseño de las interacciones e interfaces empleadas para que el usuario pueda emplear el sistema.

En el desarrollo de el sistema en el que se basa el proyecto se han utilizado los siguientes patrones:

- **Plantilla:** para la realización de las clases *Láser* e *Interfaz* ya que aunque cada interfaz y cada láser tienen ciertas funciones específicas hay una parte de estas que son comunes por lo que, para evitar tener que duplicar código y mejorar la eficiencia de estas partes del sistema.
- **Singleton:** en este proyecto se va a crear la clase *Procesador* como un Singleton ya que solo se debería de crear una instancia de este tipo ya solo es necesario esta instancia para el funcionamiento del sistema. Con la utilización de este patrón nos aseguramos de solo tener una instancia de la clase antes mencionada lo que mejora el control del flujo de datos a demás de la eficiencia del sistema.

4.6. Herramienta de manejo de láser

Aunque el manejo de este elemento del proyecto se va a realizar a través de funciones presentes en Eclipse y el código implementado para el proyecto, se va a utilizar una aplicación instalada vía CD llamada UAM Project Designer. Esta aplicación, cuando el equipo en el que se instala está conectado al láser, permite observar los datos relacionados con la nube de puntos creada por este aparato al realizar sus operaciones de lectura de su entorno.

En este caso esta herramienta será utilizada para la comprobación de que el código desarrollado para alcanzar los objetos del proyecto funciona de forma correcta comparando los resultados obtenidos por el código y la aplicación, los cuales deberían de coincidir.

Como bien se ha dicho al principio de esta sección, la aplicación se ha instalado utilizando el CD presente en el paquete en el que el láser se encuentra almacenado.

4.7. C++

El lenguaje de programación con este nombre es aquel desarrollado en 1979 para la ampliación del lenguaje existente conocido como C. Se creó con el objetivo de orientar ese lenguaje a los objetos, con lo que se ampliaba las posibilidades de uso del mismo.

Este lenguaje ha sido el escogido para desarrollar todo el código del programa. Este lenguaje suele ser el más indicado debido a que suelen emplear algunas librerías que actúan con el equipo a bajo nivel con lo que sería tremendamente recomendable ya que sería necesario acceder directamente a los pines del RS232 del MTX-GTW a través del cable del ethernet.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Al igual que muchas otras partes de este documento, este aparatado debe de ser dividido en dos partes diferenciadas:

5.1. Parte Software

En cuanto a este aspecto del proyecto, la primera parte que se realizó fue la descarga e instalación de la máquina virtual mencionada en el documento, lo cual no supuso dificultad alguna debido a que es un proceso repetido varias veces a lo largo de los 4 cursos del grado.

El siguiente paso, el cual tuvo algo más de complicación fue el de la integración del entorno de desarrollo MTX-GTW. Las indicaciones para la realización de este proceso fueron obtenidas de la URL <http://mtxm2m.com/wiki/guia-software-mtx-gtw-mtx-gateway/>. Aunque ciertas partes de este tutorial de instalación no ha sido posible su instalación, no eran aspectos relevantes para el desarrollo de la actividad, no fue un impedimento y se pudo desarrollar el proyecto con normalidad.

Otra parte relevante del proyecto fue la integración de los elementos software necesarios para la comunicación del equipo con el láser. En un primer momento se intentó usar los procedimientos ofertados por el proveedor ROS (URL: <http://wiki.ros.org/es>). ROS se encarga de proveer a sus usuarios las librerías necesarias para el desarrollo de software orientado a la creación de programas específicos para robots. Este sistema causo problemas

a la hora de su instalación por lo que se intentaron buscar otras medidas para realizar la comunicación antes descrita. En esta búsqueda se descubrió (a través del acceso a la información del láser en su página oficial) la existencia de una librería específica para C++ (lenguaje con el que se está desarrollando el proyecto) con la que realizar las relaciones requeridas.

5.2. Parte Hardware

En la parte hardware también existe un manual que ha sido utilizado para comprender y saber emplear el dispositivo empleado para almacenar y ejecutar el código que utiliza el programa. Se puede ver en la URL http://mtxm2m.com/wiki/mtx-gtw_

Otro aspecto relevante es la búsqueda realizada para encontrar los materiales y equipos necesarios para poder manejar el MTX-GTW, debido a que se trata de una tecnología que no suele ser utilizada para ser manejada desde un PC, por lo que se ha debido de simular su entorno habitual de trabajo.

Como primer elemento del que se necesito realizar una búsqueda fue el elemento cargador. El MTX-GTW no posee un cargador al uso, ya que por norma general los dispositivos alimentados a base de batería poseen cargadores con un conector que proporciona una tensión de entre 5 y 7V. Por el contrario, para alimentar a nuestro dispositivo se necesita un cargador sin conector, es decir, cuya terminación sean dos cables independientes (ya que deben ser conectados al cabezal propio del dispositivo) y que abastezca de una tensión continua de 12V. Este elemento se consiguió encontrar a base de usar un transformador al que se le conectaron dos cables para enlazarlo al MTX-GTW.

El otro aspecto para el cual se ha necesitado buscar un elemento hardware es la comunicación entre el MTX-GTW y el láser. Para este aspecto, esta búsqueda es debida a que, aunque el primero de los elementos posea un conector VGA, el segundo no posee un cabezal al uso, ya que posee un conector de 12 pines independientes colocados en fila.

Trabajos relacionados

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.

Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.