



GRADO EN INGENIERÍA DE ROBÓTICA SOFTWARE

Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada

Curso académico 20xx-20xx

Trabajo Fin de Grado

Escribe el título del trabajo aquí
con la segunda línea aquí

Tutor: Julio Vega Pérez
Autor: Julia López Augusto



Este trabajo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional CC BY-NC-SA International License (Creative Commons AttributionNonCommercial-ShareAlike 4.0). Usted es libre de *(a) compartir*: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; y *(b) adaptar*: remezclar, transformar y crear a partir del material. El licenciador no puede revocar estas libertades mientras cumpla con los términos de la licencia:

- *Atribución.* Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatante.
- *No comercial.* Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
- *Compartir igual.* Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

Agradecimientos

Primero de todo me gustaría agradecer a mi tutor Julio toda la confianza y el apoyo depositado para poder hacer posible este proyecto. Sin ti nada de esto hubiera sido posible.

También agradecer a todos los profesores que he tenido a lo largo de la carrera lo importante que habéis sido para mí tanto en mi crecimiento académico, profesional como personal. Gracias a vosotros me habéis hecho ingeniera.

Otras personas que han sido, son y serán fundamentales en mi vida son mis padres; a los cuáles estaré eternamente agradecida por no soltarme nunca de la mano y darme todas las herramientas que han hecho posible ser quien soy hoy en día. Os quiero muchísimo.

Una persona que apareció en mi vida hace ya unos 7 años fue Fran, quien trajo luz en medio de tanta oscuridad y ha sido el mejor acompañante, amigo y amante de cada aventura que se presenta en la vida. Te amo con todo mi corazón y gracias de verdad por todo, ya lo sabes.

Los abuelos deberían ser eternos pero desgraciadamente en mi caso marcharon mucho antes de lo debido. Sé que les encantaría ver a su nieta graduada como ingeniera y me encantaría poder darles un abrazo muy fuerte y poder celebrarlo juntos pero bueno, sé que allá donde estéis estaréis muy orgullosos mí tanto como yo os echo de menos a vosotros. Gracias por los años que pude conocerlos y disfrutarlos, quedarán para siempre en mi retina.

Los amigos son la familia que uno puede elegir y hoy en día puedo estar muy orgullosa y agradecida de la gente que tengo a mi lado. Gracias a Jimena, Elisa, Sofía, Maryu, Santi, Gonzalo y Álvaro por ser tan maravillosos y por estar ahí estos 4 años de alegrías, lloros, mucho trabajo y dolores de cabeza; sois increíbles.

*A mi misma;
por nunca tirar de la toalla*

Chozas de Canales, 4 de Junio de 2024

Julia López Augusto

Resumen

Escribe aquí el resumen del trabajo. Un primer párrafo para dar contexto sobre la temática que rodea al trabajo.

Un segundo párrafo concretando el contexto del problema abordado.

En el tercer párrafo, comenta cómo has resuelto la problemática descrita en el anterior párrafo.

Por último, en este cuarto párrafo, describe cómo han ido los experimentos.

Acrónimos

AERO *Autonomous Exploration Rover*

AI *Artificial Intelligence*

ANN *Artificial Neural Network*

API *Application Programming Interface*

EKF *Extended Kalman Filter*

FOA *Focus of Attention*

GA *Genetic Algorithm*

GPIO *General Purpose Input/Output*

GPS *Global Positioning System*

HCI *Human-Computer Interaction*

HRI *Human-Robot Interaction*

Índice general

1. Introducción	1
1.1. La robótica	1
1.1.1. Robots industriales	3
1.1.2. Robots de servicio	3
1.2. Segunda sección	4
1.2.1. Números	4
1.2.2. Listas	4
2. Objetivos	6
2.1. Descripción del problema	6
2.2. Requisitos	6
2.3. Metodología	6
2.4. Plan de trabajo	6
3. Plataforma de desarrollo	7
4. Diseño	8
4.1. Snippets	8
4.2. Verbatim	8
4.3. Ecuaciones	9
4.4. Tablas o cuadros	9
5. Conclusiones	11
5.1. Conclusiones	11
5.2. Corrector ortográfico	12
Bibliografía	13

Índice de figuras

1.1. Colosos de Memnon [contributors, 2022]	2
1.2. Robot aspirador Roomba de iRobot.	4

Listado de códigos

4.1. Función para buscar elementos 3D en la imagen	8
4.2. Cómo usar un Slider	9

Listado de ecuaciones

4.1. Ejemplo de ecuación con fracciones	9
4.2. Ejemplo de ecuación con array y letras y símbolos especiales	9

Índice de cuadros

4.1. Parámetros intrínsecos de la cámara	10
--	----

Capítulo 1

Introducción

La motivación nos impulsa a comenzar y el hábito nos permite continuar

Jim Ryun

La robótica ha sufrido una transformación enorme a lo largo de su historia aunque siempre teniendo en mente el mismo objetivo: cumplir con el deseo humano. Debido a esa transformación y ese deseo, se ha podido consolidar este campo en la actualidad que abarca cada sector que se pueda imaginar. Otra vertiente que ha destacado en la robótica estos últimos años ha sido la creación de robots de bajo coste para que puedan llegar a un mayor número de personas y se puedan beneficiar de esta ciencia.

En el presente capítulo se va a abordar el contexto de la robótica, explicando brevemente su historia para poder entender realmente qué es la robótica y lo que es un robot. También se van a encuadrar los tipos de robots que existen y sus múltiples aplicaciones. Todo esto nos ayudará a poder entender mejor dónde se encuadra el presente trabajo, proporcionando los conocimientos necesarios, tanto teóricos como prácticos, que se describirán a lo largo del documento.

1.1. La robótica

La robótica es el campo de la ingeniería que se enfoca en el diseño, la construcción y la programación de robots para tareas específicas. Por ende, un robot se podría definir como un sistema informático formado por sensores y actuadores imprecisos, ya que tienen ruido. Los robots realizan tareas sucias, aburridas y peligrosas y tienen que ser sensibles al entorno. Sin embargo, no existe una definición unívoca al respecto y depende del campo y de la época de la que queramos hablar. Para poder entenderlo, se va a hacer un breve resumen sobre la historia de la robótica.

Desde la antigüedad se han desarrollado ingenios o autómatas de los cuales muchos de ellos tenían fines religiosos como



Figura 1.1: Colosos de Memnon [contributors, 2022]

incluir imágenes de las estatuas de Memnon [contributors, 2022] y estatua de Anubis

Otras invenciones que destacaban por otras aplicaciones fueron:

incluir imágenes de los tornillos de Arquímedes de Siracusa (287-212 a. C), la eolípila de Herón de Alejandría (10-70 d.C), el león mecánico de Leonardo Da Vinci (1452-1519) y el hombre de palo de Juanelo Turriano (1500-1583)

Durante el siglo XX la ciencia dejó de ser una actividad desarrollada en aislamiento y se desarrolló en laboratorios con más gente. El movimiento del positivismo lógico fomentó las investigaciones ya que este movimiento trataba de dar importancia a la ciencia y dejar de lado la filosofía; también, el contexto de las guerras mundiales y de las bombas nucleares influyeron significativamente en este aspecto. Ya se empieza a acuñar la palabra robot a las distintas creaciones que iban surgiendo como pueden ser:

incluir imágenes de Electro y Sparko (1939) de Westinghouse Electric Corporation y de Isaac Asimov y sus leyes de la robótica

e esta época destacan los siguientes robots:

En 1969 se construye por el SRI Internacional (Stanford Research Institute) un prototipo experimental llamado Shakey que era una unidad independiente de 1.5 metros, equipado con 2 motores, cámara de televisión y una radio conectada a un

ordenador, capaz de navegar en entornos cerrados y estructurados de una forma autónoma. Sus objetivos eran aprender del medio y ser capaz de planificar trayectorias de movimiento y las tareas que le asignaron fueron mover y detectar bloques. Sin embargo, cada movimiento podría tardar más de una hora en computarse y aún así, podrían producirse fallos. A Shakey se le conoce como el primer robot móvil.

incluir imagen de Shakey

Otro robot muy conocido es la carreta de Stanford que era capaz de ver y moverse en cualquier ambiente. Con la cámara que disponía, era capaz calcular y trazar distancias. Sin embargo, tardaba 5 horas en recorrer 30 metros.

<https://web.stanford.edu/learnest/sail/oldcart.html>

incluir imagen de carreta Standford

Ya a partir de la década de los 80, se decidió que el acceso a los robots fuese para todo el mundo. Lo que provocó asombro, inquietud y miedo ya que el desconocimiento de aquella situación generó rechazo; cosa que ocurre hoy en día. El mundo de la literatura y cine tampoco ayudaba en ese aspecto ya que se presentaba al robot como algo perjudicial para la humanidad. Afortunadamente, esta situación va menguando con el tiempo y se está consiguiendo ver a los robots como un asistente del ser humano que lo que quiere es mejorar su calidad de vida. Para conocer en qué ámbitos un robot puede ayudar al ser humano, es necesario conocer cómo se clasifican.

1.1.1. Robots industriales

1.1.2. Robots de servicio

En los textos puedes poner palabras en *cursiva*, para aquellas expresiones en sentido *figurado*, palabras como *robot*, que está fuera del diccionario castellano, o bien para resaltar palabras de una colección: (a) es la primera letra del abecedario, (b) es la segunda, etc.

Al poner las dos líneas del anterior párrafo, este aparecerá separado del anterior. Si no las pongo, los párrafos aparecerán pegados. Sigue el criterio que consideres más oportuno.

1.2. Segunda sección

No olvides incluir imágenes y referenciarlas, como la Figura 1.2.



Figura 1.2: Robot aspirador Roomba de iRobot.

Ni tampoco olvides de poner las URLs como notas al pie. Por ejemplo, si hablo de la Robocup¹.

1.2.1. Números

En lugar de tener secciones interminables, como la Sección 1.1, divídelas en subsecciones.

Para hablar de números, mételos en el entorno *math* de L^AT_EX, por ejemplo, $1,5Kg$. También puedes usar el símbolo del Euro como aquí: 1.500€ .

1.2.2. Listas

Cuando describas una colección, usa `itemize` para ítems o `enumerate` para enumerados. Por ejemplo:

- *Entorno de simulación.* Hemos usado dos entornos de simulación: uno en 3D y otro en 2D.
 - *Entornos reales.* Dentro del campus, hemos realizado experimentos en Biblioteca y en el edificio de Gestión.
1. Primer elemento de la colección.
 2. Segundo elemento de la colección.

¹<http://www.robocup.org>

Referencias bibliográficas Cita, sobre todo en este capítulo, referencias bibliográficas que respalden tu argumento. Para citarlas basta con poner la instrucción `\cite` con el identificador de la cita. Por ejemplo: libros como [Vega et al., 2012], artículos como [Vega and Cañas, 2019], URLs como [Vega, 2019], tesis como [Vega, 2018a], congresos como [Vega, 2018b], u otros trabajos fin de grado como [Vega, 2008].

Las referencias, con todo su contenido, están recogidas en el fichero `bibliografia.bib`. El contenido de estas referencias está en formato BibTeX. Este formato se puede obtener en muchas ocasiones directamente, desde plataformas como [Google Scholar](#) u otros repositorios de recursos científicos.

Existen numerosos estilos para reflejar una referencia bibliográfica. El estilo establecido por defecto en este documento es APA, que es uno de los estilos más comunes, pero lo puedes modificar en el archivo `memoria.tex`; concretamente, cambiando el campo `apalike` a otro en la instrucción `\bibliographystyle{apalike}`.

Y, para terminar este capítulo, resume brevemente qué vas a contar en los siguientes.

Capítulo 2

Objetivos

Quizás algún fragmento de libro inspirador...

Autor, Título

Escribe aquí un párrafo explicando brevemente lo que vas a contar en este capítulo. En este capítulo lo ideal es explicar cuáles han sido los objetivos que te has fijado conseguir con tu trabajo, qué requisitos ha de respetar el resultado final, y cómo lo has llevado a cabo; esto es, cuál ha sido tu plan de trabajo.

2.1. Descripción del problema

Cuenta aquí el objetivo u objetivos generales y, a continuación, concrétalos mediante objetivos específicos.

2.2. Requisitos

Describe los requisitos que ha de cumplir tu trabajo.

2.3. Metodología

Qué paradigma de desarrollo software has seguido para alcanzar tus objetivos.

2.4. Plan de trabajo

Qué agenda has seguido. Si has ido manteniendo reuniones semanales, cumplimentando objetivos parciales, si has ido afinando poco a poco un producto final completo, etc.

Capítulo 3

Plataforma de desarrollo

Quizás algún fragmento de libro inspirador...

Autor, Título

Escribe aquí un párrafo explicando brevemente lo que vas a contar en este capítulo. En este capítulo, explica qué has usado a nivel hardware y software para poder desarrollar tu trabajo: librerías, sistemas operativos, plataformas, entornos de desarrollo, etc.

Capítulo 4

Diseño

Quizás algún fragmento de libro inspirador...

Autor, Título

Escribe aquí un párrafo explicando brevemente lo que vas a contar en este capítulo. En este capítulo (y quizás alguno más) es donde, por fin, describes detalladamente qué has hecho y qué experimentos has llevado a cabo para validar tus desarrollos.

4.1. Snippets

Puede resultar interesante, para clarificar la descripción, mostrar fragmentos de código (o *snippets*) ilustrativos. En el Código 4.1 vemos un ejemplo escrito en C++.

```
void Memory::hypothesizeParallelograms () {
    for(it1 = this->controller->segmentMemory.begin(); it1++) {
        squareFound = false; it2 = it1; it2++;
        while ((it2 != this->controller->segmentMemory.end()) && (!squareFound))
        {
            if (geometry::haveACommonVertex((*it1), (*it2), &square)) {
                dist1 = geometry::distanceBetweenPoints3D ((*it1).start, (*it1).end);
                dist2 = geometry::distanceBetweenPoints3D ((*it2).start, (*it2).end);
            }
        // [...]
    }
}
```

Código 4.1: Función para buscar elementos 3D en la imagen

En el Código 4.2 vemos un ejemplo escrito en Python.

4.2. Verbatim

Para mencionar identificadores usados en el código —como nombres de funciones o variables— en el texto, usa el entorno literal o verbatim

```

def mostrarValores():
    print (w1.get(), w2.get())

master = Tk()
w1 = Scale(master, from_=0, to=42)
w1.pack()
w2 = Scale(master, from_=0, to=200, orient=HORIZONTAL)
w2.pack()
Button(master, text='Show', command=mostrarValores).pack()

mainloop()

```

Código 4.2: Cómo usar un Slider

`hypothesizeParallelograms()`. También se puede usar este entorno para varias líneas, como se ve a continuación:

```

void Memory::hypothesizeParallelograms () {
    // add your code here
}

```

4.3. Ecuaciones

Si necesitas insertar alguna ecuación, puedes hacerlo. Al igual que las figuras, no te olvides de referenciarlas. A continuación se exponen algunas ecuaciones de ejemplo: Ecuación 4.1 y Ecuación 4.2.

$$H = 1 - \frac{\sum_{i=0}^N \left(\frac{d_{js} + d_{je}}{2} \right)}{M} \quad (4.1)$$

Ecuación 4.1: Ejemplo de ecuación con fracciones

$$v(\text{entrada}) = \begin{cases} 0 & \text{if } \epsilon_t < 0,1 \\ K_p \cdot (T_t - T) & \text{if } 0,1 \leq \epsilon_t < M_t \\ K_p \cdot M_t & \text{if } M_t < \epsilon_t \end{cases} \quad (4.2)$$

Ecuación 4.2: Ejemplo de ecuación con array y letras y símbolos especiales

4.4. Tablas o cuadros

Si necesitas insertar una tabla, hazlo dignamente usando las propias tablas de L^AT_EX, no usando pantallazos e insertándolas como figuras... En el Cuadro 4.1 vemos

un ejemplo.

Parámetros	Valores
Tipo de sensor	Sony IMX219PQ[7] CMOS 8-Mpx
Tamaño del sensor	3.674 x 2.760 mm (1/4" format)
Número de pixels	3280 x 2464 (active pixels)
Tamaño de pixel	1.12 x 1.12 um
Lente	f=3.04 mm, f/2.0
Ángulo de visión	62.2 x 48.8 degrees
Lente SLR equivalente	29 mm

Cuadro 4.1: Parámetros intrínsecos de la cámara

Capítulo 5

Conclusiones

Quizás algún fragmento de libro inspirador...

Autor, Título

Escribe aquí un párrafo explicando brevemente lo que vas a contar en este capítulo, que básicamente será una recapitulación de los problemas que has abordado, las soluciones que has prouesto, así como los experimentos llevados a cabo para validarlos. Y con esto, cierras la memoria.

5.1. Conclusiones

Enumera los objetivos y cómo los has cumplido.

Enumera también los requisitos implícitos en la consecución de esos objetivos, y cómo se han satisfecho.

No olvides dedicar un par de párrafos para hacer un balance global de qué has conseguido, y por qué es un avance respecto a lo que tenías inicialmente. Haz mención expresa de alguna limitación o peculiaridad de tu sistema y por qué es así. Y también, qué has aprendido desarrollando este trabajo.

Por último, añade otro par de párrafos de líneas futuras; esto es, cómo se puede continuar tu trabajo para abarcar una solución más amplia, o qué otras ramas de la investigación podrían seguirse partiendo de este trabajo, o cómo se podría mejorar para conseguir una aplicación real de este desarrollo (si es que no se ha llegado a conseguir).

5.2. Corrector ortográfico

Una vez tengas todo, no olvides pasar el corrector ortográfico de L^AT_EXa todos tus ficheros *.tex*. En Windows, el propio editor TeXworks incluye el corrector. En Linux, usa aspell ejecutando el siguiente comando en tu terminal:

```
aspell --lang=es --mode=tex check capitulo1.tex
```

Bibliografía

- [contributors, 2022] contributors, W. (2022). Colosos de memnón, luxor, egipto, 2022-04-03. Sección: Archivo.
- [Vega, 2008] Vega, J. (2008). Navegación y autolocalización de un robot guía de visitantes. Master thesis on computer science, Rey Juan Carlos University.
- [Vega, 2015] Vega, J. (2015). De la tiza al robot. Technical report.
- [Vega, 2018a] Vega, J. (2018a). *Educational framework using robots with vision for constructivist teaching Robotics to pre-university students*. Doctoral thesis on computer science and artificial intelligence, University of Alicante.
- [Vega, 2018b] Vega, J. (2018b). JdeRobot-Kids framework for teaching robotics and vision algorithms. In *II jornada de investigación doctoral*. University of Alicante.
- [Vega, 2019] Vega, J. (2019). El profesor Julio Vega, finalista del concurso 'Ciencia en Acción 2019'. URJC, on-line newspaper interview.
- [Vega and Cañas, 2019] Vega, J. and Cañas, J. (2019). PyBoKids: An innovative python-based educational framework using real and simulated Arduino robots. *Electronics*, 8:899–915.
- [Vega et al., 2012] Vega, J., Perdices, E., and Cañas, J. (2012). *Attentive visual memory for robot localization*, pages 408–438. IGI Global, USA. Text not available. This book is protected by copyright.