



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Facultad de Ciencias
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de
Telecomunicaciones

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA Y MATEMÁTICAS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Localización de Regiones de Interés Utilizando Aprendizaje Profundo

Presentado por:
Laura Gómez Garrido

Tutor:
Jesús Chamorro Martínez
Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

Curso académico 2019-2020

Localización de Regiones de Interés Utilizando Aprendizaje Profundo

Laura Gómez Garrido

Laura Gómez Garrido *Localización de Regiones de Interés Utilizando Aprendizaje Profundo.*
Trabajo de fin de Grado. Curso académico 2019-2020.

**Responsable de
tutorización**

Jesús Chamorro Martínez
*Ciencias de la Computación e Inteligencia
Artificial*

Grado en Ingeniería
Informática y Matemáticas

Facultad de Ciencias
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicaciones

Universidad de Granada

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

D./Dña. Laura Gómez Garrido

Declaro explícitamente que el trabajo presentado como Trabajo de Fin de Grado (TFG), correspondiente al curso académico 2019-2020, es original, entendida esta, en el sentido de que no ha utilizado para la elaboración del trabajo fuentes sin citarlas debidamente.

En Granada a 8 de julio de 2020

Fdo: Laura Gómez Garrido

Dedicatoria (opcional)

Ver archivo preliminares/dedicatoria.tex

Índice general

Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
Agradecimientos	XIII
Summary	XV
Introducción	XVII
I. Estado del arte	1
1. Red Neuronal	3
1.1. El problema de clasificar una imagen.	3
II. Primera parte	5
2. Primer capítulo	7
2.1. Introducción	7
2.2. Elementos del texto	8
2.2.1. Listas	8
2.2.2. Tablas y figuras	9
2.3. Entornos matemáticos	9
2.4. Bibliografía e índice	10
III. Segunda parte	11
3. Segundo capítulo	13
3.1. Primera sección	13
A. Primer apéndice	15
Glosario	17
Bibliografía	19
Índice alfabético	21

Índice de figuras

1.1. Cómo un ordenador ve una imagen	3
2.1. Logotipo de la Universidad de Granada	9

Índice de tablas

2.1. Ejemplo de tabla	9
---------------------------------	---

Agradecimientos

Agradecimientos del libro (opcional, ver archivo preliminares/agradecimiento.tex).

Summary

An english summary of the project (around 800 and 1500 words are recommended).

File: preliminares/summary.tex

Introducción

De acuerdo con la comisión de grado, el TFG debe incluir una introducción en la que se describan claramente los objetivos previstos inicialmente en la propuesta de TFG, indicando si han sido o no alcanzados, los antecedentes importantes para el desarrollo, los resultados obtenidos, en su caso y las principales fuentes consultadas.

Ver archivo preliminares/introduccion.tex

Parte I.

Estado del arte

A continuación, explicaremos de forma concisa lo que es una *Red Neuronal* y una *Red Neuronal Convolucionada* para, seguidamente, hablar sobre los últimos avances en la localización de regiones de interés en imágenes.

1. Red Neuronal

1.1. El problema de clasificar una imagen.

Cuando observamos una imagen, podemos localizar varios elementos a partir de los cuáles esta se encuentra compuesta con tan sólo un vistazo. Sin embargo, para un ordenador no se trata de algo tan sencillo puesto que para él se trata de un gran conjunto de números que no tienen por qué tener relación alguna entre sí.



Figura 1.1.: Cómo un ordenador ve una imagen

Idealmente, en esta imagen desearíamos que fuera capaz de identificar que se trata de un perro, en concreto de un chiguagua, de pelaje blanco y manchas color café que se encuentra sobre un césped. Estos poquitos datos que para nosotros parecen tan triviales necesitan de horas y horas de computación para ser obtenidos a partir de una imagen cualquiera.

Dejamos todos estos detalles, a los cuales esperamos poder llegar en un futuro no muy lejano, y simplificamos el problema a tener un conjunto de etiquetas y buscar con cuál de

1. Red Neuronal

todas ellas tiene mayor relación nuestra imagen.

Una primera idea, sería utilizar utilizar *k-Nearest Neighbor Classifier*, en adelante *k-NN*. Este clasificador consiste en que para cada etiqueta se correspondan *k* imágenes y consideraremos como etiqueta idónea para nuestra clasificación aquella cuya distancia, siendo Manhattan y Euclídea las más comunes, entre los píxeles con nuestra imagen sea menor. Nos encontramos con que el tiempo de entrenamiento de nuestro clasificador sería ínfimo en comparación con el tiempo de clasificación, si bien se pueden hacer diversas mejoras que cambien estos hechos.

De esta sencilla propuesta, surgen diversos problemas. Al darle mayor importancia al valor concreto de los píxeles, en lugar de a las formas que de las que está compuesta la figura, nos encontramos con que valores como los colores de fondo pueden influir más en la clasificación que los propios píxeles de la figura que queremos clasificar. En el ejemplo de la imagen del chiguagua, si considerásemos las etiquetas verde y perro, tendríamos que por lo general como respuesta el color verde, pese a que estamos más interesados por la mascota en sí. Otro gran problema, sería la baja escalabilidad que nos proporciona esta solución, al incrementarse enormemente el costo computacional de clasificación conforme aumenta el número de etiquetas.

El siguiente paso, es buscar una forma de “memorizar” los datos de entrenamiento de forma que no tengamos que estar comparándolos con todos ellos cuando queramos clasificar una imagen. Lo que buscamos es poder valorar de alguna forma la imagen completa y a partir de esta “puntuación” conocer qué etiqueta le corresponde mejor a nuestra imagen. De esta forma, veríamos drásticamente reducido el tiempo de clasificación, sacrificando para ello el tiempo de entrenamiento, y podríamos ampliar en varias unidades la cantidad de datos de entrenamiento utilizados, aumentando así la precisión de nuestro clasificador.

Parte II.

Primera parte

Si el trabajo se divide en diferentes partes es posible incluir al inicio de cada una de ellas un breve resumen que indique el contenido de la misma. Esto es opcional.

2. Primer capítulo

Al inicio de cada capítulo puede incluirse un breve resumen. Esto es opcional.

2.1. Introducción

Este documento es una plantilla para la elaboración de un trabajo fin de Grado siguiendo las [directrices](#) de la comisión de Grado en Matemáticas de la Universidad de Granada que, a fecha de marzo de 2019, son las siguientes:

- La memoria debe realizarse con un procesador de texto científico, preferiblemente (La)TeX.
- La portada debe contener el logo de la UGR, incluir el título del TFG, el nombre del estudiante y especificar el grado, la facultad y el curso actual.
- La contraportada contendrá además el nombre del tutor o tutores.
- La memoria debe necesariamente incluir:
 - un índice detallado de capítulos y secciones,
 - un resumen amplio en inglés del trabajo realizado (se recomienda entre 800 y 1500 palabras),
 - una introducción en la que se describan claramente los objetivos previstos inicialmente en la propuesta de TFG, indicando si han sido o no alcanzados, los antecedentes importantes para el desarrollo, los resultados obtenidos, en su caso y las principales fuentes consultadas,
 - una bibliografía final que incluya todas las referencias utilizadas.
- Se recomienda que la extensión de la memoria sea entre 30 y 60 páginas, sin incluir posibles apéndices.

Para generar el pdf a partir de la plantilla basta compilar el fichero `libro.tex`. Es conveniente leer los comentarios contenidos en dicho fichero pues ayudarán a entender mejor como funciona la plantilla.

La estructura de la plantilla es la siguiente¹:

- Carpeta **preliminares**: contiene los siguientes archivos
 - dedicatoria.tex** Para la dedicatoria del trabajo (opcional)
 - agradecimientos.tex** Para los agradecimientos del trabajo (opcional)
 - introduccion.tex** Para la introducción (obligatorio)
 - summary.tex** Para el resumen en inglés (obligatorio)

¹Los nombres de las carpetas no se han acentuado para evitar problemas en sistemas con Windows

2. Primer capítulo

El resto de archivos de dicha carpeta no es necesario editarlos pues su contenido se generará automáticamente a partir de los metadatos que agreguemos en `libro.tex`

- Carpeta **capitulos**: contiene los archivos de los capítulos del TFG. Añadir tantos archivos como sean necesarios. Este capítulo es `capitulo01.tex`.
- Carpeta **apendices**: Para los apéndices (opcional)
- Carpeta **img**: Para incluir los ficheros de imagen que se usarán en el documento.
- Carpeta **paquetes**: Incluye dos ficheros
 - hyperref.tex** para la configuración de hipervínculos al generar el pdf (no es necesario editarlo)
 - comandos-entornos.tex** donde se pueden añadir los comandos y entornos personalizados que precisemos para la elaboración del documento. Contiene algunos ejemplos
- Fichero `library.bib`: Para incluir las referencias bibliográficas en formato bibtex. Son útiles las herramientas [doi2bib](#) y [OttoBib](#) para generar de forma automática el código bibtex de una referencia a partir de su DOI o su ISBN.
- Fichero `glosario.tex`: Para incluir un glosario en el trabajo (opcional).
- Fichero `libro.tex`: El documento maestro del TFG que hay que compilar con \LaTeX para obtener el pdf. En dicho documento hay que cambiar la *información del título del TFG y el autor así como los tutores*.

2.2. Elementos del texto

En esta sección presentaremos diferentes ejemplos de los elementos de texto básico. Conviene consultar el contenido de `capitulos/capitulo01.tex` para ver cómo se han incluido.

2.2.1. Listas

En \LaTeX tenemos disponibles los siguientes tipos de listas:

Listas enumeradas:

1. item 1
2. item 2
3. item 3

Listas no enumeradas

- item 1
- item 2
- item 3

Listas descriptivas

termino1 descripción 1

termino2 descripción 2

2.2.2. Tablas y figuras

En la **Tabla 2.1** o la **Figura 2.1** podemos ver...

Agrupados		
cabecera	cabecera	cabecera
elemento	elemento	elemento
elemento	elemento	elemento
elemento	elemento	elemento

Tabla 2.1.: Ejemplo de tabla



Figura 2.1.: Logotipo de la Universidad de Granada

2.3. Entornos matemáticos

Teorema 2.1. *Esto es un ejemplo de teorema.*

Proposición 2.1. *Ejemplo de proposición*

Lema 2.1. *Ejemplo de lema*

Corolario 2.1. *Ejemplo de corolario*

Definición 2.1. *Ejemplo de definición*

Observación 2.1. *Ejemplo de observación*

Y esto es una referencia al **Teorema 2.1**.

Identidad Pitagórica (2.1)

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1 \quad (2.1)$$

La fórmula de Gauss-Bonnet para una superficie compacta S viene dada por:

$$\int_S K = 2\pi\chi(S)$$

2.4. Bibliografía e índice

Esto es un ejemplo de texto en un capítulo. Incluye varias citas tanto a libros [Eul82, Eul84, Eul85] como a recursos online [Eul] (páginas web). Ver el fichero library.bib.

Además incluye varias entradas al índice alfabético mediante el comando \index

Parte III.

Segunda parte

3. Segundo capítulo

Mathematicians have tried in vain to this day to discover some order in the sequence of prime numbers, and we have reasons to believe that it is a mystery into which the human mind will never penetrate.

(Leonard Euler)

3.1. Primera sección

A. Primer apéndice

Los apéndices son opcionales.

Archivo: `apendices/apendice01.tex`

Glosario

La inclusión de un glosario es opcional.

Archivo: `glosario.tex`

\mathbb{R} Conjunto de números reales.

\mathbb{C} Conjunto de números complejos.

\mathbb{Z} Conjunto de números enteros.

Bibliografía

Las referencias se listan por orden alfabético. Aquellas referencias con más de un autor están ordenadas de acuerdo con el primer autor.

- [Eul] Leonhard Euler. https://en.wikipedia.org/wiki/Leonhard_Euler. Recurso online. Accedido el 14 de marzo de 2019. [Citado en pág. 10]
- [Eul82] Leonhard Euler. *Commentationes mechanicae ad theoriam machinarum pertinentes. Vol. III. Leonhardi Euleri Opera Omnia, Series Secunda: Opera Mechanica et Astronomica, XVII.* Orell Füssli, Zürich, 1982. Edited and with a preface by Charles Blanc and Pierre de Haller. [Citado en pág. 10]
- [Eul84] Leonhard Euler. *Elements of algebra*. Springer-Verlag, New York, 1984. Translated from the German by John Hewlett, Reprint of the 1840 edition, With an introduction by C. Truesdell. [Citado en pág. 10]
- [Eul85] Leonhard Euler. An essay on continued fractions. *Math. Systems Theory*, 18(4):295–328, 1985. Translated from the Latin by B. F. Wyman and M. F. Wyman. [Citado en pág. 10]

Índice alfabético

Gauss-Bonnet
fórmula, 9

Identidad pitagórica, 9

Leonard
Euler, 10