



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería en Informática



TFG del Grado en Ingeniería Informática

Sistema de reconocimiento  
automático en arqueobotánica  
Documentación Técnica



Presentado por Jaime Sagüillo Revilla  
en Universidad de Burgos — 25 de abril de 2017  
Tutor: Álgvar Arnaiz González, José Francisco Díez  
Pastor y Virginia Ahedo García

---

# Índice general

---

Índice general	I
Índice de figuras	III
Índice de tablas	IV
<b>Apéndice A Planificación</b>	<b>1</b>
A.1. Introducción . . . . .	1
A.2. Planificación temporal . . . . .	1
<b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>	<b>10</b>
B.1. Introducción . . . . .	10
B.2. Objetivos generales . . . . .	10
B.3. Catalogo de requisitos . . . . .	10
B.4. Especificación de requisitos . . . . .	10
<b>Apéndice C Especificación de diseño</b>	<b>11</b>
C.1. Diseño de las interfaces . . . . .	11
<b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>	<b>14</b>
D.1. Introducción . . . . .	14
D.2. Estructura de directorios . . . . .	14
D.3. Manual del programador . . . . .	14
D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto . . . . .	14
D.5. Pruebas del sistema . . . . .	14
<b>Apéndice E Documentación de usuario</b>	<b>15</b>
E.1. Introducción . . . . .	15
E.2. Requisitos de usuarios . . . . .	15
E.3. Instalación . . . . .	15

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	II
E.4. Manual del usuario . . . . .	15
<b>Bibliografía</b>	<b>16</b>

---

# Índice de figuras

---

A.1. Burndown del <i>sprint</i> 0 . . . . .	2
A.2. Burndown del <i>sprint</i> 1 . . . . .	3
A.3. Burndown del <i>sprint</i> 2 . . . . .	4
A.4. Burndown del <i>sprint</i> 3 . . . . .	4
A.5. Burndown del <i>sprint</i> 4 . . . . .	5
A.6. Burndown del <i>sprint</i> 5 . . . . .	6
A.7. Burndown del <i>sprint</i> 6 . . . . .	7
A.8. Burndown del <i>sprint</i> 7 . . . . .	8
A.9. Burndown del <i>sprint</i> 8 . . . . .	8
C.1. <i>Jupyter Notebook</i> para el reonomiento de caras . . . . .	12
C.2. Prototipo del etiquetador de imágenes . . . . .	13
C.3. Etiquetador de imágenes . . . . .	13

---

## Índice de tablas

---

## Apéndice A

---

# Planificación

---

### A.1. Introducción

Para llevar a cabo este proyecto vamos a aplicar una metodología llamada Scrum. Scrum es una metodología de desarrollo software ágil, es decir, durante cada *sprint*<sup>1</sup>, generalmente cada semana, se asignarán unas determinadas tareas a cumplimentar, con un producto como consecuencia de estas tareas. Al final de cada *sprint* se realizará una reunión junto a los tutores para validar los avances realizados y determinar las tareas a realizar durante el siguiente *sprint*.

### A.2. Planificación temporal

En esta sección podremos ver la planificación del proyecto subdividida en *sprints*, como previamente comentaba. En cada uno de los sprints se detalla las tareas a realizar, algunos detalles descriptivos y un gráfico *burndown*.

#### *Sprint* 0

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 0:

- Probar L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- Gestor de tareas/versiones: *Github* y *Zenhub*.
- Instalar *Anaconda* y *Jupyter*.
- Leer los artículos propuestos por los tutores.
- Comenzar a probar algunos algoritmos de binarización.

---

<sup>1</sup>*Sprint*: es el período en el cual se lleva a cabo el trabajo en sí.[1]

Como se puede ver las tareas a realizar son básicas, puesto que es el *sprint* 0 y es un *sprint* de mera adaptación al entorno de trabajo. La única tarea que supone un esfuerzo de comprensión mayor es la lectura de los artículos propuestos sobre trabajos relacionados o con una problemática similar a la nuestra. A continuación, en la figura A.1, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.



Figura A.1: Burndown del *sprint* 0

### ***Sprint* 1**

Estas son las tareas a realizar durante esta *sprint* 1:

- Documentar lo realizado durante el *sprint* 0.
- Documentar lo que se irá realizando durante este *sprint* 1.
- Continuar probando con algoritmos de procesamiento de imágenes.
- Probar una aproximación con clasificadores al problema.

Puesto que en el *sprint* anterior no se documentó lo realizado, durante este se pretende documentar todo lo realizado durante el *sprint* anterior y este. Además de continuar probando con algoritmos de procesamiento de imágenes y comenzar a probar con la aproximación al problema mediante clasificadores.

En este *sprint* me vi desbordado de trabajo debido a la subestimación del esfuerzo a empeñar en las distintas tareas. No siendo capaz de comenzar a probar una aproximación con clasificadores. Por ello la tarea «Probar una aproximación con clasificadores al problema» se vio movida al siguiente *sprint*.

A continuación, en la figura A.2, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*. El cual tiene dicho aspecto debido a que muchas de las tareas se

trabajaron de manera paralela, no siendo acabadas hasta el final del *sprint*. Y, además, algunas de las tareas no fueron cerradas cuando se debió, aspecto que se corregirá en los siguientes *sprints*.



Figura A.2: Burndown del *sprint* 1

### ***Sprint 2***

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 2:

- Probar una aproximación con clasificadores al problema.
- Aplicación del método "Non maximum suppression" sobre el clasificado.

Puesto que la aproximación mediante reconocimiento de imágenes no reflejaba unos resultados muy positivos, durante la reunión mantenida con los tutores se decidió el uso de una técnica distinta. Nos referimos a la utilización de un clasificador, junto a un descriptor visual.

Debido a que todavía no se poseían suficientes imágenes para el estudio del problema mediante esta técnica, lo que se decidió es aplicarla sobre otro problema de características similares, como es el reconocimiento de caras en imágenes. Con unos resultados bastante positivos debido a distintos razonamientos explicados en la Memoria, sección de Aspectos relevantes del proyecto.

A continuación, en la figura A.3, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.

### ***Sprint 3***

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 3:

- Reorganizar los *Jupyter Notebooks*.



Figura A.3: Burndown del *sprint 2*

- Probar distintos clasificadores y métricas.
- Enviar fotos rotadas al clasificador.

Durante este *sprint*, primero, se reorganizó la estructura del proyecto. Aportando mucho más orden y claridad a nuestro proyecto. Después, se introdujeron múltiples clasificadores y métricas, los cuales introduciré en mayor medida en la memoria, como *Random Forest* o *Gradient tree boosting*. Por último, se enviaron imágenes rotadas al clasificador, con el fin de poder analizar una posible problemática.

A continuación, en la figura A.4, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.

Figura A.4: Burndown del *sprint 3*

### ***Sprint 4***

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 4:

- Implementación de *Data Augmentation* en nuestro conjunto de entrenamiento.
- Implementación de controles de usuario.

Durante este *sprint* se aplicó en nuestro conjunto de entrenamiento la técnica *Data augmentation*. Esta técnica nos permitió aumentar el tamaño de nuestro conjunto de entrenamiento enormemente.

Además, se realizó un *notebook*<sup>2</sup>, con controles de usuario, los cuales nos permiten escoger entre clasificadores, imágenes y probabilidades. Permitiendo la continua interacción entre el usuario y la clasificación de una imagen, sin la necesidad de modificar el código por parte del usuario del notebook para cambiar entre las distintas opciones.

A continuación, en la figura A.5, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.



Figura A.5: Burndown del *sprint* 4

### ***Sprint 5***

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 5:

- Implementar un *file chooser*
- Añadir más clasificadores.

---

<sup>2</sup>Siempre que nos referimos a un *notebook*, a lo que nos referimos es a un *Jupyter Notebook*

- Correcciones en la documentación.
- Estudiar como implementar un etiquetador de imágenes.

Durante este *sprint* se añadieron los clasificadores que deseábamos, es decir, un clasificador bayesiano y un clasificador mediante regresión logística. Además, se añadió un *file chooser* que nos permitiría, desde ese momento, escoger la imagen que deseemos dentro de nuestro sistema operativo. En cuanto a la documentación, se corrigió toda la realizada hasta ese momento. Y, por último, se hizo un estudio básico sobre como implementar un etiquetador de imágenes mediante un *Widget* de *Python*. Aunque, esta última tarea no tuviese ningún producto resultante en este *sprint*.

A continuación, en la figura A.6, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.



Figura A.6: Burndown del *sprint* 5

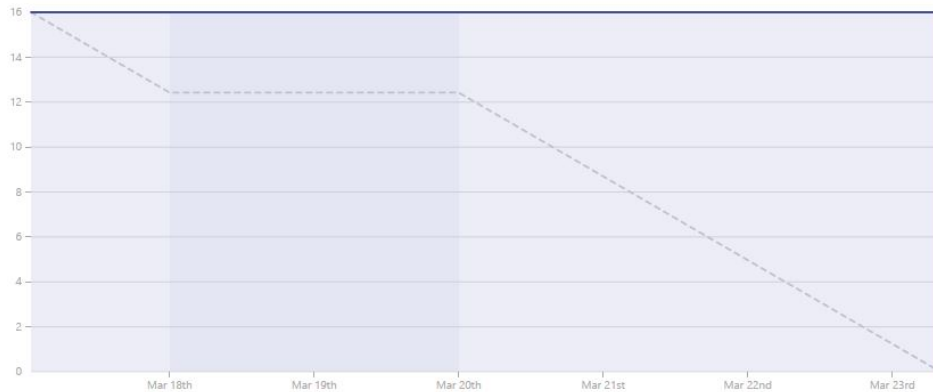
## *Sprint* 6

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 6:

- Estudiar los *Widgets* personalizados de *Jupyter Notebook* e *Ipython*.

Aunque este *sprint* se encuentre compuesto por una única tarea, no era menos complejo por ello. El objetivo de este *sprint* era obtener un *Widget* capaz de etiquetar imágenes. Pero en la realización de este se encontraron múltiples problemas. Obteniendo como producto resultante tres posibles alternativas con aspectos a corregir.

Por lo tanto, en la figura A.7 mostramos el diagrama *burndown*, poco esclarecedor, de este *sprint*.

Figura A.7: Burndown del *sprint* 6

### *Sprint* 7

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 7:

- Estudiar *Bag of Words*.
- Añadir mayor parametrización al *Jupyter Notebook UI*.
- Corregir *bugs* del Widget previamente implementado.

Durante este *sprint* se consiguió, en primer lugar, corregir una de las alternativas del etiquetador de imágenes, o *Widget*, desarrolladas durante el *sprint* anterior. Además, se corrigieron y añadieron múltiples parámetros en el *Jupyter Notebook UI* y en las clases utilizadas por este *Notebook*. Y, por ultimo, se realizó un estudio sobre un modelo ampliamente usado para tareas de clasificación, llamado *Bag of Words*.

A continuación, en la figura A.8, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.

### *Sprint* 8

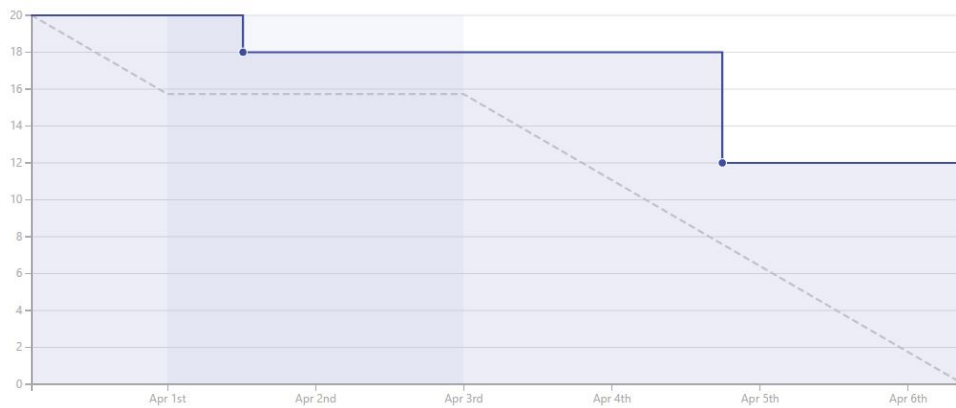
Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 8:

- Implementar la funcionalidad de obtención de imágenes en el etiquetador de imágenes, o *Widget*.
- Mejorar la interfaz del etiquetador de imágenes.
- Crear un primer prototipo de interfaz de usuario.

Figura A.8: Burndown del *sprint* 7

Durante este *sprint* se realizó un primer prototipo de interfaz de usuario. Partiendo de este prototipo, se mejoró la interfaz del etiquetador de imágenes. Consiguiendo, así, una interfaz adecuada para el cliente. Además, se implementó la funcionalidad que nos permitiría obtener una imagen resultante de cada etiqueta realizada en las distintas imágenes.

A continuación, en la figura A.9, se muestra el diagrama *burndown* de este *sprint*.

Figura A.9: Burndown del *sprint* 8

### ***Sprint* 9**

Este *sprint* tendrá una duración de dos semanas. Debido a la carga de trabajo asociada a este *sprint* y al ser días no lectivos por las vacaciones de Semana Santa.

Estas son las tareas a realizar durante este *sprint* 9:

- Añadir un texto a cada etiqueta que realizamos en una imagen.
- Añadir notificaciones al usuario en la carga y guardado de imágenes.
- Guardar las coordenadas de las etiquetas de cada imagen.
- Cargar las etiquetas de una imagen que haya sido previamente etiquetada.
- Controlar que el usuario no cree etiquetas en el SVG pero fuera de la imagen.
- Añadir la posibilidad de eliminar etiquetas previamente realizadas.
- Corregir los notebooks creados para la técnica Bag of Words.

*Apéndice B*

---

## **Especificación de Requisitos**

---

- B.1. Introducción
- B.2. Objetivos generales
- B.3. Catalogo de requisitos
- B.4. Especificación de requisitos

---

## Especificación de diseño

---

### C.1. Diseño de las interfaces

En esta sección se explicarán las diferentes interfaces de los productos realizados en este trabajo fin de grado.

#### *Jupyter Notebook* para el reconocimiento de caras

Durante el primer mes se trabajó en un *Jupyter Notebook* que trataba de reconocer caras mediante un clasificador junto a un extractor de características, como ya hemos explicado en secciones anteriores. Con este *Jupyter Notebook* se trataba de facilitar la evaluación del rendimiento de los clasificadores y el cambio de las distintas variables de manera interactiva.

Por lo tanto, la interfaz de este *Jupyter Notebook* no ha sido trabajada para su uso por parte del usuario. Sino que fue creada para un uso más de experimentación. Es por ello que la interfaz no tiene un buen grado de usabilidad como podemos observar en la figura C.1.

#### Etiquetador de imágenes

La interfaz del etiquetador de imágenes ha sido desarrollada partiendo del prototipo mostrado en la ilustración C.2. Tratando de crear una interfaz lo más simple e intuitiva para el usuario.

El resultado tras la implementación de este producto es la mostrada en la C.3. Obteniendo una interfaz muy similar a la prototipada en un principio. Pero añadiendo algún elemento más para facilitar su uso por parte del usuario.





Figura C.1: *Jupyter Notebook* para el reconocimiento de caras

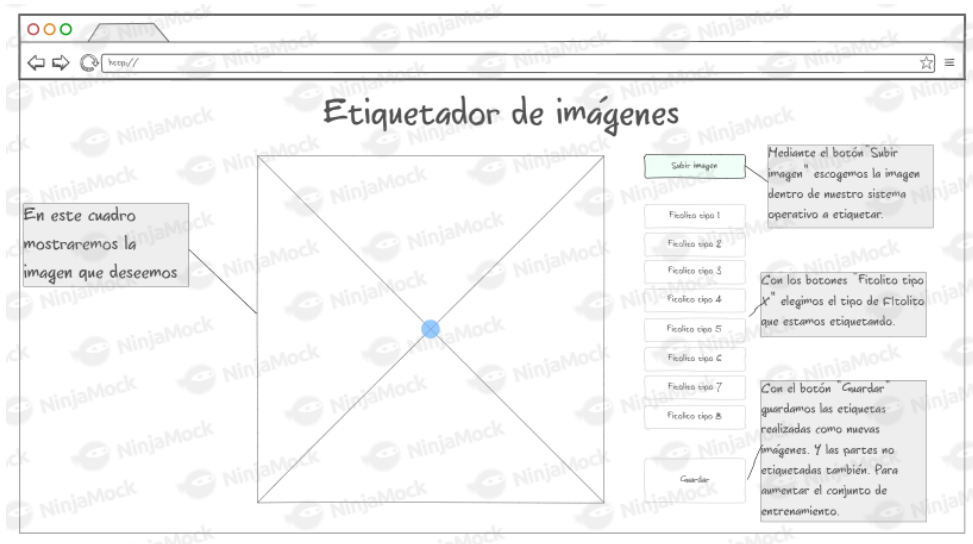


Figura C.2: Prototipo del etiquetador de imágenes

Etiquetador de imágenes



Figura C.3: Etiquetador de imágenes

---

## **Documentación técnica de programación**

---

- D.1. Introducción
- D.2. Estructura de directorios
- D.3. Manual del programador
- D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto
- D.5. Pruebas del sistema

*Apéndice E*

---

## **Documentación de usuario**

---

- E.1. Introducción**
- E.2. Requisitos de usuarios**
- E.3. Instalación**
- E.4. Manual del usuario**

---

## Bibliografía

---

- [1] Wikipedia. Scrum — Wikipedia, the free encyclopedia, 2017. [Online; accedido 12-Marzo-2017].