



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería en Informática



TFG del Grado en Ingeniería Informática
título del TFG



Presentado por nombre alumno
en Universidad de Burgos — 25 de enero de 2017
Tutor: nombre tutor



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería en Informática



D. nombre tutor, profesor del departamento de nombre departamento, área de nombre área.

Expone:

Que el alumno D. nombre alumno, con DNI dni, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado título de TFG.

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, 25 de enero de 2017

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre tutor

D. nombre co-tutor

Resumen

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

Descriptores

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android . . .

Abstract

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

Keywords

keywords separated by commas.

Índice general

| | |
|---|-----|
| Índice general | III |
| Índice de figuras | IV |
| Introducción | 1 |
| 1.1. Estructura de la memoria | 2 |
| 1.2. Materiales adjuntos | 3 |
| Objetivos del proyecto | 4 |
| 2.1. Objetivos generales | 4 |
| 2.2. Objetivos técnicos | 4 |
| 2.3. Objetivos personales | 5 |
| Conceptos teóricos | 6 |
| 3.1. Secciones | 6 |
| 3.2. Referencias | 6 |
| 3.3. Imágenes | 6 |
| 3.4. Listas de items | 7 |
| 3.5. Tablas | 7 |
| Técnicas y herramientas | 9 |
| Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto | 10 |
| Trabajos relacionados | 11 |
| Conclusiones y Líneas de trabajo futuras | 12 |
| Bibliografía | 13 |

Índice de figuras

Introducción

Las abejas son una pieza clave en nuestro ecosistema. La producción de alimentos a nivel mundial y la biodiversidad de nuestro planeta dependen en gran medida de ellas. Son las encargadas de polinizar el 70 % de los cultivos de comida, que suponen un 90 % de la alimentación humana [7]. Sin embargo, la población mundial de abejas está disminuyendo a pasos agigantados en los últimos años debido, entre otras causas, al uso extendido de plaguicidas tóxicos, parásitos como la varroa o la expansión del avispon asiático [8].

Actualmente los apicultores inspeccionan sus colmenares de forma manual. Uno de los indicadores que más información les proporciona es la actividad de vuelo de la colmena (número de abejas en vuelo a la entrada de la colmena en un determinado instante) [1]. Este dato, junto con información previa de la colmena y conocimiento de las condiciones locales, permite conocer al apicultor el estado de la colmena con bastante seguridad, pudiendo determinar si esta necesita o no una intervención.

La actividad de vuelo de una colmena varía dependiendo de múltiples factores, tanto externos como internos a la colmena. Entre ellos se encuentran la propia población de la colmena, las condiciones meteorológicas, la presencia de enfermedades, parásitos o depredadores, la exposición a tóxicos, la presencia de fuentes de néctar, etc. A pesar de los numerosos factores que influyen en la actividad de vuelo, su conocimiento es de gran ayuda para la toma de decisiones por parte del apicultor. Ya que este posee información sobre la mayoría de los factores necesarios para su interpretación.

La captación prolongada de la actividad de vuelo de forma manual es muy costosa, tediosa y puede introducir una tasa de error elevada. Es por esto que a lo largo de los años se haya intentado automatizar este proceso de muy diversas maneras. Los primeros intentos se remontan a principios del siglo XX, donde se desarrollaron contadores por contacto eléctrico [13]. Otros métodos posteriores se basan en sensores de infrarrojos [14], sensores capacitivos [2], códigos de barras [5] o incluso en microchips acoplados a las abejas [6]. En

los últimos años, se han desarrollado numerosos métodos basados en visión artificial [1, 3, 4, 15].

Los métodos basados en contacto, sensores de infrarrojos o capacitivos tienen el inconveniente de que es necesario realizar modificaciones en la colmena, mientras que en los basados en códigos de barras o microchips es necesario manipular las abejas directamente. Estos motivos los convierten en métodos poco prácticos fuera del campo investigador. Por el contrario, la visión artificial aporta un gran potencial, ya que evita tener que realizar ningún tipo de modificación ni en el entorno, ni en las abejas. Además, abre la puerta a la monitorización de nuevos parámetros como la detección de enjambrazón (división de la colmena y salida de un enjambre) o la detección de amenazas (avispones, abejaruco, etc.).

Todos los métodos basados en visión artificial propuestos hasta la fecha utilizan hardware específico con un coste elevado. En este trabajo se propone un método de monitorización de la actividad de vuelo de una colmena mediante la cámara de un *smartphone* con Android.

El método propuesto podría revolucionar el campo de la monitorización de la actividad de vuelo de colmenas, ya que lo hace accesible al gran público. Ya no es necesario contar con costoso hardware, difícil de instalar. Solamente es necesario disponer de un *smartphone* con cámara y la aplicación GoBees. Además, esta facilita la interpretación de los datos, representándolos gráficamente y añadiendo información adicional como la situación meteorológica. Permitiendo a los apicultores centrar su atención donde realmente es necesaria.

1.1. Estructura de la memoria

La memoria sigue la siguiente estructura:

- **Introducción:** breve descripción del problema a resolver y la solución propuesta. Estructura de la memoria y listado de materiales adjuntos.
- **Objetivos del proyecto:** exposición de los objetivos que persigue el proyecto.
- **Conceptos teóricos:** breve explicación de los conceptos teóricos clave para la comprensión de la solución propuesta.
- **Técnicas y herramientas:** listado de técnicas metodológicas y herramientas utilizadas para gestión y desarrollo del proyecto.
- **Aspectos relevantes del desarrollo:** exposición de aspectos destacables que tuvieron lugar durante la realización del proyecto.
- **Trabajos relacionados:** estado del arte en el campo de la monitorización de la actividad de vuelo de colmenas y proyectos relacionados.

- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto y posibilidades de mejora o expansión de la solución aportada.

Junto a la memoria se proporcionan los siguientes anexos:

- **Plan del proyecto software:** planificación temporal y estudio de viabilidad del proyecto.
- **Especificación de requisitos del software:** se describe la fase de análisis; los objetivos generales, el catálogo de requisitos del sistema y la especificación de requisitos funcionales y no funcionales.
- **Especificación de diseño:** se describe la fase de diseño; el ámbito del software, el diseño de datos, el diseño procedimental y el diseño arquitectónico.
- **Manual del programador:** recoge los aspectos más relevantes relacionados con el código fuente (estructura, compilación, instalación, ejecución, pruebas, etc.).
- **Manual de usuario:** guía de usuario para el correcto manejo de la aplicación.

1.2. Materiales adjuntos

Los materiales que se adjuntan con la memoria son:

- Aplicación para Android GoBees.
- Aplicación Java para el desarrollo del algoritmo.
- Aplicación Java para el etiquetado de fotogramas.
- JavaDoc.
- *Dataset* de vídeos de prueba.

Además, los siguientes recursos están accesibles a través de internet:

- Página web del proyecto [12].
- GoBees en Google Play [9].
- Repositorio del proyecto [10].
- Repositorio de las herramientas desarrolladas para el proyecto [11].

Objetivos del proyecto

A continuación, se detallan los diferentes objetivos que han motivado la realización del proyecto.

2.1. Objetivos generales

- Desarrollar una aplicación para *smartphone* que permita la monitorización de la actividad de vuelo de una colmena a través de su cámara.
- Facilitar la interpretación de los datos recogidos mediante representaciones gráficas.
- Aportar información extra a los datos de actividad que ayude en la toma de decisiones.
- Almacenar todos los datos generados de forma estructurada y fácilmente accesible.

2.2. Objetivos técnicos

- Desarrollar un algoritmo de visión artificial con OpenCV que permita contar el número de abejas en cada fotograma en tiempo real.
- Desarrollar una aplicación Android con soporte para API 19 y superiores.
- Aplicar la arquitectura MVP (*Model-View-Presenter*) en el desarrollo de la aplicación.
- Utilizar Gradle como herramienta para automatizar el proceso de construcción de software.
- Utilizar Git como sistema de control de versiones distribuido junto con la plataforma GitHub.
- Hacer uso de herramientas de integración continua como Travis, Codecov, Code Climate, SonarQube o VersionEye en el repositorio.

- Aplicar la metodología ágil Scrum junto con TDD (*Test Driven Development*) en el desarrollo del software.
- Realizar test unitarios, de integración y de interfaz.
- Utilizar ZenHub como herramienta de gestión de proyectos.
- Utilizar un sistema de documentación continua como Read the Docs.
- Distribuir la aplicación resultante en la plataforma Google Play.
- Realizar una página web para la difusión de la aplicación.

2.3. Objetivos personales

- Realizar una aportación a la modernización de la apicultura.
- Abarcar el máximo número de conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Explorar metodologías y herramientas novedosas utilizadas en el mercado laboral.
- Adentrarme en el campo de la visión artificial.
- Profundizar en el desarrollo de aplicaciones Android.

Conceptos teóricos

En aquellos proyectos que necesiten para su comprensión y desarrollo de unos conceptos teóricos de una determinada materia o de un determinado dominio de conocimiento, debe existir un apartado que sintetice dichos conceptos.

Algunos conceptos teóricos de L^AT_EX¹.

3.1. Secciones

Las secciones se incluyen con el comando `section`.

Subsecciones

Además de secciones tenemos subsecciones.

Subsubsecciones

Y subsecciones.

3.2. Referencias

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

3.3. 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:

¹Créditos a los proyectos de Álvaro López Cantero: Configurador de Presupuestos y Roberto Izquierdo Amo: PLQuiz

3.4. Listas de items

Existen tres posibilidades:

- primer item.
- segundo item.

1. primer item.
2. segundo item.

Primer item más información sobre el primer item.

Segundo item más información sobre el segundo item.

3.5. Tablas

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

| Herramientas | App | AngularJS | API REST | BD | Memoria |
|------------------|-----|-----------|----------|----|---------|
| HTML5 | | X | | | |
| CSS3 | | X | | | |
| BOOTSTRAP | | X | | | |
| JavaScript | | X | | | |
| AngularJS | | X | | | |
| Bower | | X | | | |
| PHP | | | X | | |
| Karma + Jasmine | | X | | | |
| Slim framework | | | X | | |
| Idiorm | | | X | | |
| Composer | | | X | | |
| JSON | | X | X | | |
| PhpStorm | | X | X | | |
| MySQL | | | | X | |
| PhpMyAdmin | | | | X | |
| Git + BitBucket | | X | X | X | X |
| MikTeX | | | | | X |
| TeXMaker | | | | | X |
| Astah | | | | | X |
| Balsamiq Mockups | | X | | | |
| VersionOne | | X | X | X | X |

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

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.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros³, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.

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.

Bibliografía

- [1] Jason Campbell, Lily Mummert, and Rahul Sukthankar. Video Monitoring of Honey Bee Colonies at the Hive Entrance. *Visual observation analysis of animal insect behavior ICPR*, 8:1–4, 2008.
- [2] Jennifer M Campbell, Douglas C Dahn, and Daniel A J Ryan. Capacitance-based sensor for monitoring bees passing through a tunnel. *Measurement Science and Technology*, 16(12):2503–2510, 2005.
- [3] Guillaume Chiron, Petra Gomez-Krämer, and Michel Ménard. Detecting and tracking honeybees in 3D at the beehive entrance using stereo vision. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2013(1):59, 2013.
- [4] Guillaume Chiron, Petra Gomez-Krämer, Michel Ménard, and Fabrice Requier. 3D tracking of honeybees enhanced by environmental context. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 8156 LNCS, pages 702–711. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [5] Express Label Company. Barcode labels many uses, 2009. [Online; Accedido 02-Noviembre-2016].
- [6] Axel Decourtye, James Devillers, Pierrick Aupinel, François Brun, Camille Bagnis, Julie Fourier, and Monique Gauthier. Honeybee tracking with microchips: A new methodology to measure the effects of pesticides. *Ecotoxicology*, 20(2):429–437, 2011.
- [7] Greenpeace Laboratories Research. Bees in Decline put pollinators and agriculture. page 48, 2013.
- [8] J. K. Kaplan. Colony Collapse Disorder - A Complex Buzz. *Agricultural Research*, (June):8–11, 2008.

- [9] David Miguel Lozano. Gobees en google play, 2016. [Online; Accedido 25-Enero-2017].
- [10] David Miguel Lozano. Repositorio de gobees en github, 2016. [Online; Accedido 25-Enero-2017].
- [11] David Miguel Lozano. Repositorio de las herramientas desarrolladas para gobees en github, 2016. [Online; Accedido 25-Enero-2017].
- [12] David Miguel Lozano. Sitio web de gobees, 2016. [Online; Accedido 25-Enero-2017].
- [13] A. E. Lundie. The flight activities of the honeybee. *United States Department of Agriculture*, 1328:1–38, 1925.
- [14] M H Struye, H J Mortier, G Arnold, C Miniggio, and R Borneck. Microprocessor-controlled monitoring of honeybee flight activity at the hive entrance. *Apidologie*, 25(4):384–395, 1994.
- [15] Rahman Tashakkori and Ahmad Ghadiri. Image processing for honey bee hive health monitoring. In *SoutheastCon 2015*, pages 1–7, Fort Lauderdale, FL, apr 2015. IEEE.