



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Gºen Ingeniería en Informática



**Trabajo final del GºIng.Informática:**  
**<PrawnView>**



Presentado por Andrés Pérez Juárez  
en junio de 2018  
Tutor Jose francisco Diez Pastor





UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Gºen Ingeniería en Informática



D. Jose francisco Diez Pastor, profesor del departamento  
de Ingeniería <...>, área de <...>

Expone:

Que el alumno D. Andrés Pérez Juárez, con DNI <...>,  
ha realizado el Trabajo final del GºIng.Informática  
titulado: <PrawnView>.

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 a    de junio de 2018

Jose francisco Diez Pastor





## Índice de contenido

Índice de ilustraciones.....	1	IV -Técnicas y herramientas.....	39
Índice de tablas.....	2	1.Scrum.....	39
I -Introducción.....	5	2.Github.....	39
1.Estructura de la memoria.....	7	3.Gestor de proyectos.....	39
2.Anexos.....	7	3.1.Zenhub.....	40
3.Materiales adjuntos.....	7	4.Modulos de python.....	41
II -Objetivos del proyecto .....	8	4.1.Scikit Image.....	41
1.Objetivos técnicos.....	9	4.2.Open CV2.....	41
2.Objetivos generales.....	9	5.Etiquetador de imágenes.....	43
3.Objetivos personales.....	9	5.1.Haartraining stuff.....	43
III -Conceptos teóricos.....	10	5.2.ULT.....	45
1.El negocio del procesamiento de langostinos y gambas.....	10	6.Irfanview.....	47
2.Proceso/Transformación productiva.....	12	7.ImageAumentation.....	50
3.Industria 4.0.....	13	8.Metodo de Gestión de Tiempo timebox.....	50
4.Problema de la melanosis.....	14	V -Aspectos relevantes del desarrollo del pro- yecto .....	50
5.Procesamiento de imágenes.....	15	1.Inicio del proyecto.....	50
5.1.Imagen a escala de grises.....	15	2.Metodologías.....	51
5.2.Eliminación del ruido .....	17	3.Formación.....	52
5.3.Imagen binaria.....	17	4.Algoritmo.....	52
5.4.Operaciones morfológicas.....	18	5.Documentación.....	55
5.5.Selección con máscara.....	24	VI -Trabajos relacionados .....	55
5.6.Entrenar clasificador.....	25	1.Fortalezas y debilidades.....	55
5.8.Segmentación.....	26	VII -Conclusiones y líneas de trabajo futuras .....	56
5.9.Búsqueda de ojo y melanosis.....	30	VIII -referencias.....	56
5.10.Tratamiento de regiones ojo y melano- sis.....	33	Bibliografía.....	56
5.12.Skeleton.....	34	Índice alfabético.....	56
5.13.Transformar skeleton con líneas rectas.....	36		

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Melanosis en 2 individuos.....	5	Ilustración 14: Dilatación + Apertura + Ero- sión.....	20
Ilustración 2: Melanosis en un individuo.....	6	Ilustración 15: Operaciones de la fusión op_morfologicas().....	20
Ilustración 3: Cronograma de la evolución de la industria.....	13	Ilustración 16: Selección con máscara.....	20
Ilustración 4: Nive melanosis 1.....	14	Ilustración 17: Creación de pos.vec a partir de pos.info.....	21
Ilustración 5: Nivel melanosis 2.....	14	Ilustración 18: Entrenamiento del clasificador .....	21
Ilustración 6: Nivel melanosis 3.....	14	Ilustración 19: Primeras pruebas de segmenta- ción con opencv.....	22
Ilustración 7: Imagen original e imagen gris con skimage.....	16	Ilustración 20: Prueba cuenca hidrográfica con opencv.....	22
Ilustración 8: Imagen original e imagen gris	17	Ilustración 21: Segmentación correcta 1.....	22
Ilustración 9: Aplicación del desenfoque gaus- siano.....	17	Ilustración 22: Segmentación correcta 2.....	23
Ilustración 10: Diferencia binarización opencv y skimage.....	18	Ilustración 23: Segmentación correcta 3.....	23
Ilustración 11: Opening+Erosión.....	19	Ilustración 24: Parámetros HSV (255-255-85) .....	25
Ilustración 12: Dilatación + Apertura.....	19		
Ilustración 13: Dilatación + Apertura +Clausu- ra.....	19		





Ilustración 25: Parámetros HSV (255-255-141) .....	30
Ilustración 26: Parámetros HSV (255-255-150) .....	30
Ilustración 27: Propiedades de las regiones ojo y melanosis.....	31
Ilustración 28: Resultado skeletonize().....	32
Ilustración 29: Función skeletonize_3d().....	33
Ilustración 30: Skeleton con líneas rectas.....	33
Ilustración 31: Combinacion de líneas trás Probabilistic Hough Transform.....	34
Ilustración 32: Extremos del langostino.....	34
Ilustración 33: Scrum.....	35
Ilustración 34: Detección de personas con OpenCV.....	37
Ilustración 35: Ejecución de objectmarker.exe .....	39
Ilustración 36: Guardado en tiempo de ejecucion en el fichero pos.info.....	39
Ilustración 37: Resultado del fichero pos.info .....	40
Ilustración 38: Programa ALT.....	41
Ilustración 39: Selección conversion/ rename.....	44
Ilustración 40: Opción de conversión a BMP45	
Ilustración 41: Selección de conjunto de fotos y comenzar.....	45
Ilustración 42: Muestra del procesamiento en tiempo de ejecución.....	46
Ilustración 43: Logo de PrawnView.....	49
Ilustración 44: Resultado erróneo 1 del clasificador .....	52
Ilustración 45: Resultado erróneo 2 del clasificador .....	52

## Índice de tablas



## Resumen

En la actualidad me encuentro trabajando en la fábrica Gambastar S.L., es ahí donde descubrí el proceso que sufre el langostino desde su llegada a Burgos hasta su distribución a grandes superficies. El producto llega congelado, el 75% de materia prima proviene de países de fuera de la unión europea, principalmente de sudamérica, el 20% de países de la unión europea y el 5% es producto nacional. La materia prima llega congelada y posteriormente se transforma y se mantiene la cadena del frío para su comercialización. El tratamiento que se da al producto (crudo, congelado, glaseo, sulfitos...) depende mucho del cliente, ya que existen unas 3.000 referencias diferentes.

El problema de la melanosis (oxidación de la materia prima) es un problema habitual, que precisa de personal en la cinta de transporte para localizar los langostinos afectados, este proceso implica la contratación de personal exclusivamente para la tarea además de la tasa de error probable debido a causas humanas como el cansancio.

En PrawnView se tratará de poner solución a este problema mediante la inteligencia artificial, con la ayuda de una cámara y con las condiciones de luz y ruido controladas, detectar en la cinta de transporte los individuos que llegan con melanosis, alertando al trabajador oportuno que en ese tramo está llegando producto en mal estado.

## Descriptores

Detector de Melanosis, monitorización de langostinos, melanosis, optimización proceso separación de langostinos.





## Abstract

*I am currently working in the Gambastar S.L. factory, that is where I discovered the process that the shrimp undergoes from its arrival in Burgos to its distribution to large areas. The product arrives frozen, 75% of raw material comes from countries outside the European Union, mainly from South America, 20% from countries of the European Union and 5% is national product. The raw material arrives frozen and later it is transformed and the chain of the cold is maintained for its commercialization. The treatment given to the product (raw, frozen, glaze, sulfites ...) depends a lot on the client, since there are about 3,000 different references.*

*The problem of melanosis (oxidation of the raw material) is a common problem, which requires staff in the transport belt to locate the affected prawns, this process involves the hiring of personnel exclusively for the task in addition to the probable error rate due to human causes such as fatigue.*

*In PrawnView will try to solve this problem through artificial intelligence, with the help of a camera and with controlled light and noise conditions, detect in the transport belt the individuals who arrive with melanosis, alerting the opportune worker that in that stretch is arriving product in poor condition.*

## Keywords

*Melanosis detector, shrimp monitoring, melanosis, shrimp separation optimization process*



## I - INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Burgos es la ciudad por la que pasan más langostinos de toda Europa, desde Gambastar se distribuyen gambas y langostinos por toda Europa. Los langostinos llegan desde las zonas más lejanas, asia, áfrica, sudamerica, europa, etc. Estos langostinos pueden ser de origen salvaje o de acuicultura.

En el momento en que el crustaceo es sacado del agua, comienza una reacción enzimática, similar a la que se produce cuando cortamos una manzana. Se trata de una reacción compleja, que oscurece ciertas partes del crustaceo, extendiéndose progresivamente. Este fenomeno y sus consecuentes manchas en el producto, aunque no son perjudiciales para la salud, producen un rechazo en el consumidor, por lo que todos los individuos que sufran de melanosis deben ser apartados de la cadena de empaquetado y/o producción.

En el proceso de selección, se desecha un porcentaje de materia prima. Los langostinos llegan en bloques congelados. Este producto se mantiene congelado hasta el momento en el que debe servirse al cliente final, momento en el que el producto es descongelado, separados e inspeccionados por el personal de la fabrica.

Una vez separados, dependiendo de lo que se requiera, se cuecen o se dejan crudos, el siguiente paso esta en trasladarlos por las diferentes cintas a sus respectivos envases.

Existe varios tipos de defectos en el producto que hace que este sea retirado; cabezas rojas, cabezas naranjas, cabezas rojas, cabezas negras, cabezas verdes, comida en la cabeza, hepatopancreas reventado, melanosis, mudados, mordidos, necrosis, perdida de frío, picados y quebrados. Siendo en su inmensa mayoría los afectados por melanosis los que más se aparecen a la hora de desechar producto por defectos.



Ilustración 1: Melanosis en 2 individuos





Ilustración 2: Melanosis en un individuo

En estos momentos , para la detección de los individuos con melanosis es necesario contar con personal para que realice la inspección de forma visual, de manera que segun van llegando los langostinos, vayan retirando el producto defectuoso.

La implicación de una o varias personas para la revisión continua de los langostinos, implica varias cosas, el sobrecoste para la empresa y la posible tasa de error que se pueda cometer. El número de personas implicadas en esta tarea es proporcional al número de pedidos que lleguen a la fabrica, si existen varias líneas en uso, deberemos tener a tantas personas por línea, para que el producto final no tenga piezas con melanosis.

Con la solución propuesta en este trabajo, se implantaría una cámara en cada cinta, por la cual, en un entorno de luz y ruido controlado, observara el paso de los langostinos, y ante la aparición de manchas de melanosis en alguna de las piezas, emitirá una señal, la cual indicara a los operarios que en ese tramo de cinta ha pasado algún individuo con melanosis.

Esta solución, evitaria la necesidad de contar con un porcentaje elevado de personal, necesitando únicamente un operario para acudir a la señal de la línea que tenga individuos afectados por melanosis.

La implantación de la visión artificial es muy interesante ya que permite detectar los individuos y analizar las regiones, esto puede permitir que posteriormente se enfoque a la detección de otros defectos físicos a los que se enfrenta la empresa, como pueden ser quebrados, cabezas rojas, comida en el intestino...

El proyecto es algo novedoso en el ámbito del procesado de marisco, debido a que hasta el momento no existen artículos científicos o patentes que lo aborden, a excepción de un estudio de nacionalidad china publicado en febrero de 2017. Por lo tanto en este proyecto, que realizaremos de manera muy exploratoria, se pretende sentar las bases para proyectos más avanzados en el futuro.

Este proyecto es altamente desarollable en el futuro, una vez localizado el langostino defectuoso se podría añadir una solución mecánica que apartara de manera automática el producto indeseado.



## 1. Estructura de la memoria

- **Introducción:** Breve explicación del procesado de langostino y sus problemas con la melanosis. Posibles líneas futuras y enfoque exploratorio del proyecto.
- **Objetivos del proyecto:** Descripción concreta de los motivos, tanto técnicos, generales y personales que me ha aportado el proyecto.
- **Conceptos teóricos:** Sintetización de conceptos teóricos necesarios para comprender la necesidad de este proyecto, además de los conceptos que se requieren para la comprensión del procesamiento de las imágenes en el ámbito de los langostinos.
- **Técnicas y herramientas:** Enumeración de programas, librerías, metodologías además de otros conceptos necesarios para la realización del proyecto.
- **Aspectos relevantes del desarrollo:** aspectos más interesantes que hayan surgido a lo largo del desarrollo del proyecto, tanto en las nuevas líneas de exploración como en los avances llevados a cabo.
- **Trabajos relacionados:** Trabajo de segmentación de imágenes basada en el reconocimiento de pares de camarones cocidos con un algoritmo de poda mejorado para la medición de la calidad.<sup>1</sup>
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** Conclusiones finales e impresiones tras la finalización del proyecto, dificultades, aportaciones profesionales, mejoras futuras, aplicaciones reales en el sector del procesado de marisco..

## 2. Anexos

- Planificación del proyecto software.
- Viabilidad económica.
- Viabilidad legal.
- Guía de usuario.

## 3. Materiales adjuntos

- Aplicación QT.
- Repositorio del proyecto.





- Repositorio con herramientas utilizadas para el proyecto.

## II - OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto PrawnView nació en primera instancia con la visión de mejorar y optimizar la cadena de producción en la empresa Gambastar S.L. Mediante la observación de la fábrica, en la cual me encuentro trabajando actualmente, me di cuenta de que había un problema sin resolver, un problema que no había conseguido solucionar nadie, ese problema es el de la melanosis.

La melanosis no es fácilmente detectable, debido a que, aun teniendo proveedores de alta confianza, el producto puede llegar a la empresa con algunos individuos con melanosis. Estos individuos si no son detectados durante la cadena de producción, pueden y de hecho en ocasiones llegar al cliente final. Si se da el caso de que un cliente final recibe producto con melanosis, se puede llegar a devolver un pedido completo por la aparición de este fenómeno.

La melanosis puede ser de origen enzimático, provocado por la enzima polifenoloxidasa<sup>2</sup>, y no enzimático, por la polimerización de fenoles<sup>3</sup>.

La polifenoloxidasa, propia de algunos animales, propia de los crustáceos, ayuda a fortalecer la quitina de su caparazón tras la muda, dotando además al animal de resistencia a enfermedades tales como la antimicrobianas y las fungistáticas.

Para solucionar este problema en cierta medida, ya que no se ha conseguido eliminar por completo, se utilizan los sulfitos. La función de los sulfitos es reducir las o-quinonas, precursoras de la melanina, manteniendo el producto con su color natural durante 4-5 días. Realizándose incontables estudios y análisis científicos.<sup>45</sup>

La combinación de sulfitos más habitual es el metasulfito sódico, este producto se debe aplicar lo antes posible a la materia prima, espolvoreada por encima.

Los niveles permitidos dependen de la cantidad de metasulfito sódico que llegue al músculo, ya que en origen este compuesto se queda en el caparazón. En la actualidad se ha realizado un estudio de como la descongelación puede afectar a que los compuestos se trasladen al músculo según ANFACO-CECOPESCA<sup>6</sup>.

El ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España tiene creado un protocolo de congelación y actuación para la utilización de los sulfitos<sup>7</sup>.

Por el problema surgido a raíz de la melanosis se escogió este proyecto. Se trata de algo que

2 Wikipedia. Polifenol oxidasa| Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2018. URL [https://es.wikipedia.org/wiki/Polifenol\\_oxidasa](https://es.wikipedia.org/wiki/Polifenol_oxidasa). [Online; Accedido 19- Junio-2018].

3 Gutiérrez Salazar, P. M. (2011). *Estudio de la polimerización de fenoles utilizando peroxidasa presentes en rábano común (Raphanus sativus var sativus), con aplicación en la biorremediación de aguas residuales de una empresa textilera* (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE/2011).

4 McEvily, A. J., Iyengar, R., & Otwell, S. (1991). Sulfite alternative prevents shrimp melanosis. *Food Technology*.

5 Pérez-Mateos, M., López-Caballero, M. E., Borderías, J. A., & Montero, P. Shelf-life extension of prawns (*Penaeus japonicus*) by vacuum/high pressure treatment.

6 *Estudio de la tasa de intercambio de metabisulfito entre caparazón y músculo en el proceso de descongelación de los crustáceos* ANFACO-CECOPESCA. Pendiente de publicación.

7 Protocolo para la preparación de la muestra y análisis de sulfitos en crustáceos frescos y congelados, [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/aditivos\\_alimentarios.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/aditivos_alimentarios.htm)



todavía no se ha conseguido solucionar, y en apariencia siempre va estar presente en la cadena de producción. En cada línea debe colocarse personal especialmente para la detección de producto con melanosis, para evitar su procesado y por lo tanto su llegada al cliente final. Esta detección tambien es importante a la hora de detectarlo en producto defectuoso proveniente de proveedores, a los cuales se les realizaria una devolución.

Enumeración y breve descripción de los objetivos previstos para el proyecto, tanto técnicos como generales y personales.

## 1. **Objetivos técnicos**

- Utilizacion de GitHub para la gestión de proyectos de manera profesional.
- Utilización de ZenHub junto a github para gestionar proyectos.
- Entrenar un clasificador de imágenes con opencv.
- Utilizar multiplicador de imágenes con ImageAugmentation-master
- Comparación de scikit-image vs opencv.
- Creación de un algoritmo que binarice los frames llegados por la cámara en tiempo real, localizando las manchas de melanosis.
- Segmentación de elementos.
- Descubrimiento de nuevas librerias en python.
- Usar QT para la creacion de la GUI del código.

## 2. **Objetivos generales**

- Modernizar la linea de producción de la empresa.
- Evitar costos extras derivados de la retirada de langostinos con melanosis por parte de personal contratado.
- Análisis y adaptación de las necesidades presentadas por la empresa.
- Desarrollar una aplicación que detecte las zonas negras del langostino.
- Recoger información de la cantidad de langostinos con melanosis que se reciben.
- Simplificar la detección de producto con melanosis.
- Añadir elementos para la industria 4.0.

## 3. **Objetivos personales**

- Realizar un proyecto de forma individual o como desarrollador freelance.
- Solucionar problema que no se ha abordado anteriormente con aplicaciones sw.
- Adquirir conocimientos en el área de vision artificial.
- Trabajo en equipo con miembros de una fabrica.
- Trabajo en un proyecto aplicable en una empresa real.
- Planificación de un proyecto dividiendolo en etapas y sprints.





- Metodologías por objetivos para cumplir con los plazos.
- Aprendizaje sobre la gestión del tiempo.

### III - CONCEPTOS TEÓRICOS

Para la realización del proyecto, la parte con más contenido teórico es el tratamiento de imágenes, debido a que para poder procesarla con los diferentes módulos de python, debemos ir aplicando una serie de pasos y algoritmo para tratar la imagen de manera secuencial. Las imágenes que se recibirán serán en 3 canales de color originalmente. A continuación se explican las fases por las que deberá pasar cada imagen para llegar al resultado esperado.

#### 1. El negocio del procesamiento de langostinos y gambas

La empresa en la que me encuentro trabajando, Gambafresh, nació en 2003, formada por un 50% de una empresa española y el otro 50% de un grupo holandes, Primstar B.V., ubicándose en unas pequeñas instalaciones alquiladas en Burgos. Dos años después, en octubre de 2005 la empresa se traslada a su sede actual en Valdorros. De esta manera, Gambafresh incrementó su capacidad de cocción y elaboración, pudiendo tratar una cantidad de producto mucho mayor, y con eso logró posicionarse entre las empresas más fuertes y potentes del sector.

Productos:

- Producto salvaje:

- Langostino.
  - Gamba

Producto congelado o refrigerado.

- Producto de acuicultura:

- Langostino.
  - Gamba.

Producto congelado o refrigerado.

- Otros productos:

- Gambaexpress:

- Colas de langostino al ajillo.
    - Colas de langostino con chorizo.
    - Colas de langostino con salsa mediterránea.
    - Colas de langostino en salsa americana.
    - Colas de langostino en salsa de curry.

- Gambafríts:

- Saquitos de langostino y calamar prefrito.
  - Crujiente de langostino prefrito.
  - Etc.



Los proveedores de materia prima son aproximadamente un 75% proveniente de países extranjeros fuera de la unión europea, 20% de países de la unión europea, y un 5% es producto nacional. La materia prima proviene principalmente de Sudamérica, seguida de Asia y la pesca tradicional en Nigeria.

En cuanto a los clientes, en 2016 se vendió un 50% en España, y otro 50% en el extranjero, en 2017 el resultado de ventas fue 45% para España y 55% para el extranjero.

Los principales clientes de la empresa son:

- Grandes superficies.
- HORECA (Hoteles, Restaurantes, Catering)
- Otros transformadores.

Según la página web [www.ranking.empresas.eleconomista.es](http://www.ranking.empresas.eleconomista.es), Gambastar se sitúa la segunda a nivel nacional en el sector de **Procesado de pescados, crustáceos y moluscos**. Se puede ver su ranking en este listado en la siguiente dirección.

[http://ranking-empresas.eleconomista.es/ranking\\_empresas\\_nacional.html?qSectorNorm=1021](http://ranking-empresas.eleconomista.es/ranking_empresas_nacional.html?qSectorNorm=1021)





Ranking Nacional de Empresas (86 Resultados)						
Filtros activos:		Sector: Procesado de pescados, crustáceos y moluscos <a href="#">uitar filtro</a>				
Posición Nacional	Evolución Posiciones	Nombre de la empresa > Buscar por nombre	Facturación (€) <a href="#">Seleccionar...</a>	Sector Actividad <a href="#">9900 - Actividde</a>	Provincia <a href="#">Seleccionar...</a>	
2.355	812	CABOMAR CONGELADOS SA	74.551.451	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
2.571	5	GAMBASTAR SL	69.001.587	1021	Burgos	<a href="#">Ver más</a>
2.838	(ND)	MASCATO SALVATERRA SL	63.447.515	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
3.082	108	FRESCAMAR ALIMENTACION SL	58.561.969	1021	Castellon	<a href="#">Ver más</a>
3.632	428	PEREIRA PRODUCTOS DEL MAR SA	50.257.296	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
3.769	240	ANGEL LOPEZ SOTO SL	48.452.103	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
4.872	42	CLAVO FOOD FACTORY S.A.	37.448.914	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
5.334	1.847	LEROY PROCESSING SPAIN SL.	34.036.376	1021	Madrid	<a href="#">Ver más</a>
6.511	686	SILOMAR ELABORADOS Y DISTRIBUCION SL	27.868.029	1021	Valencia	<a href="#">Ver más</a>
6.553	67	COMPESCA SA	27.715.974	1021	Cantabria	<a href="#">Ver más</a>
6.853	1.403	GALICIA PROCESSING SEAFOOD SA	grande	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
7.275	317	AHUMADOS CANARIOS, SA	grande	1021	Palmas (Ias)	<a href="#">Ver más</a>
7.407	1.125	MAREDEUS FOOD SOLUTIONS SL.	24.515.376	1021	Málaga	<a href="#">Ver más</a>
8.389	871	SALICA ALIMENTOS CONGELADOS SA	grande	1021	Coruña	<a href="#">Ver más</a>
8.706	2.069	LANGUS SEAFOOD SL	20.564.559	1021	Burgos	<a href="#">Ver más</a>
9.410	1.690	AHUMADOS GIMAR SLU	grande	1021	Alicante	<a href="#">Ver más</a>
10.200	312	CEFRICO SL	grande	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>
10.549	583	CONSERVAS Y FRIGORIFICOS DEL MORRAZO SA	grande	1021	Pontevedra	<a href="#">Ver más</a>

## 2. Proceso/Transformación productiva.

La planificación es realizada por el responsable de operaciones, siendo aprox. El 75% de producto refrigerado que se hace en el día, siendo el 25% restante producto congelado, pudiendo ser para stock o para pedidos.

El mercado se esta volviendo cada vez más exigente e impredecible, lo que complica mucho la planificación, con certeza se sabe lo que hay que producir de un día para otro.

Durante el proceso se pueden llegar a realizar muchas replanificaciones, que se hacen sobre la marcha y de la cuales por ejemplo entra un pedido entre las 10h y las 12h y debe servires como muy tarde a las 14h.

Los clientes solicitan una variedad de formatos enorme, Gambafresh cuenta con alrededor de 3000 referencias diferentes, Lo que ha hecho que la empresa crezca ha sido la rapidez con la que sirven el producto, perjudicando la eficiencia de la producción. Se trata de una empresa muy flexible en fabricación y en cambios de formato.

Las líneas de producción cuentan con ruedas, lo que hace que la producción sea más versatil, aprovechando el espacio lo máximo posible. Estos cambios y algunos más, en diversas máqui-



nas, han hecho que incrementen a velocidad de procesamiento de producto al doble de su velocidad original

### 3. Industria 4.0

En la actualidad la empresa está realizando una gran inversión para acercarse al término Industria 4.0. El término industria 4.0 se refiere a la cuarta revolución industrial, cimentada en la transformación digital, significando un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valores del sector<sup>8</sup>.

- La primera revolución industrial vino marcada por el paso de la producción artesanal al desarrollo de la maquinaria y la fabricación en mayor escala, empleando la generación de vapor.
- La segunda llegó con la electricidad, y la producción en cadena.
- La tercera llegó con la automatización, e informatización de las empresas.
- Y ahora nos encontramos en la cuarta, la generación de la transformación digital de la empresa.

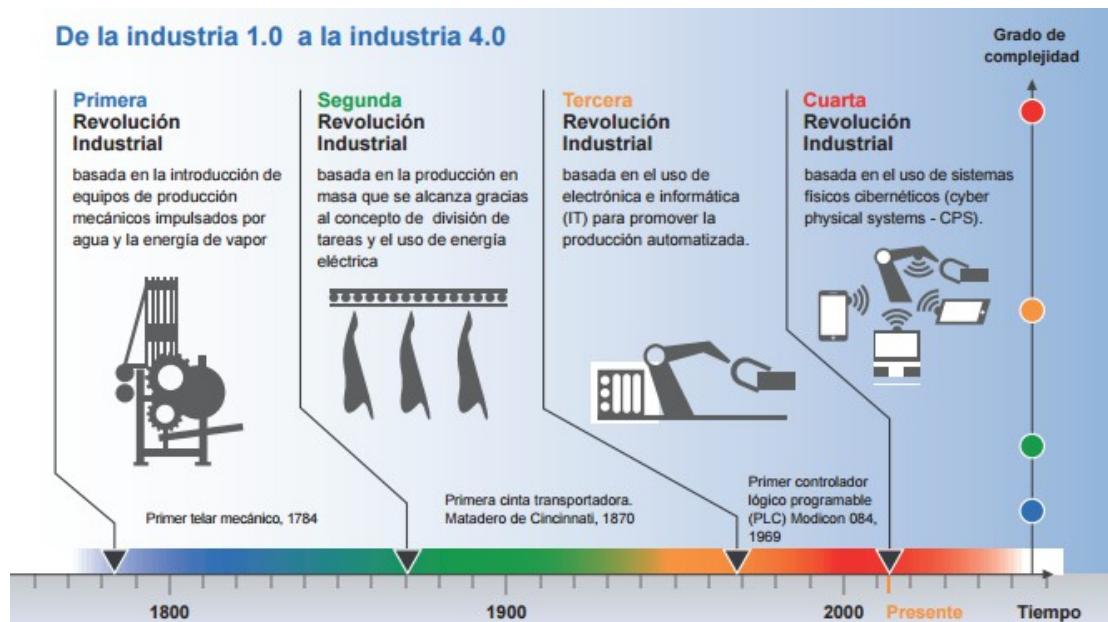


Ilustración 3: Cronograma de la evolución de la industria

<http://www.idia.es/iniciativas/industria-4-0/>

La digitalización de la empresa permite fusionar el mundo físico y el mundo digital. Generando una cohesión entre ambos mundos, aplicable tanto al sector administrativo, mantenimiento, líneas de producción, interrelaciones en la empresa etc.



<sup>8</sup> La industria 4.0. Aclarando conceptos, <http://www.fundacionctic.org/sat/articulo-la-industria-4-0-aclarando-conceptos> [Online; Accedido 19-Junio-2018].



En la actualidad la inteligencia artificial nos permite optimizar la productividad, llevando un control más exhaustivo y un control de datos que nos permita favorecer la tma de decisiones. Estos sistemas de inteligencia artificial permite dotar a la empresa de un valor extra, pudiendo crear una red de aprendizaje que sea más eficiente con el paso del tiempo<sup>9</sup>.

#### 4. Problema de la melanosis.

La melanosis se trata de un oscurecimiento que sufren los langostinos y gambas una vez sacados del agua y puestos en contacto con el oxígeno, que comienza en la cabeza y se extiende por todo el cuerpo, estas zonas se van poniendo oscuras, creando un rechazo hacia el producto por parte del consumidor final.



Ilustración 4: Nive melanosis 1



Ilustración 5: Nivel melanosis 2



Ilustración 6: Nivel melanosis 3

Esta reacción es un problema muy notable en la empresa, es el defecto por el cual se debe reti-

<sup>9</sup> Inteligencia artificial para la industria 4.0. <https://grupogaratu.com/inteligencia-artificial-para-industria40/> [Online; Accedido 14-Junio-2018].



rar más producto año tras año. Durante años e incluso en la actualidad muchos han sido y son los que continúan buscando una manera para eliminar este defecto estético en el producto.

En un momento se encontró una solución, el ácido bórico, el cual, siendo un mineral, se utilizaba en farmacia como antiséptico. Finalmente acabó prohibiéndose debido a la toxicidad que producía en niños y niñas.

Posteriormente se llegó a la solución de los sulfitos, se trata de un aditivo alimentario permitido en gran variedad de productos. Al principio los resultados no convencieron pero en la actualidad es la solución que más éxito tiene teniendo. El producto llega a puerto con un exceso de sulfitos, debiendo lavarlo para eliminar dicho exceso. Las regulaciones actuales en la Unión Europea controlan estos niveles, impidiendo que se comercialice el producto si superan el límite establecido<sup>10</sup>.

## 5. Procesamiento de imágenes.

El procesamiento de imágenes que se va a llevar a cabo será realizado con python. Nos permitirá realizar múltiples acciones sobre nuestra imagen. Para el proyecto en la vida real sería necesario trabajar con una cámara de video, la cual nos enviaría unos frames que trataríamos como imágenes independientes.

El tratamiento de imágenes permite modificar la imagen con operaciones tales como la escala de grises, binarización, búsqueda de la máscara, desenfoque gaussiano, erosión o dilatación de la imagen, seleccionar colores, cambiar el formato de color de la imagen, etc.

### 5.1. Imagen a escala de grises

La cámara enviará unos frames, los cuales se encuentran en formato RGB (red, green y blue), la correcta combinación de estos colores genera la diferente gama que tenga la imagen. Para nuestro proyecto el color no es necesario, por lo tanto lo más cómodo es pasar nuestra imagen a formato gris. Pasamos de trabajar con tres canales a trabajar sólo con uno.

Durante el proyecto se probó a realizar la escala de grises mediante opencv, pero los resultados salieron más convincentes de la siguiente manera. . En la ilustración 5 podemos ver la transformación con skimage.



Ilustración 7: Imagen original e imagen gris con skimage

A la función `escala_grises3()` como podemos ver en la Ilustración 6 que se utiliza para



10 Melanosis, oscurecimiento en crustáceos; Robert Xalabarder Coca <https://www.historiacocina.com/es/melanosis-oscurecimiento-en-crustaceos> [Online; Accedido 19-Junio-2018].



pasar a escala de grises llegan dos parámetros, la imagen, y el color que vamos a utilizar. Lo primero es convertir a CIELAB ambos parámetros, ya que es el formato más recomendable para realizar diferenciación de colores.

Una vez tenemos ambos parámetros en el mismo espacio de colores, procedemos a hacer la diferenciación de color mediante una resta.

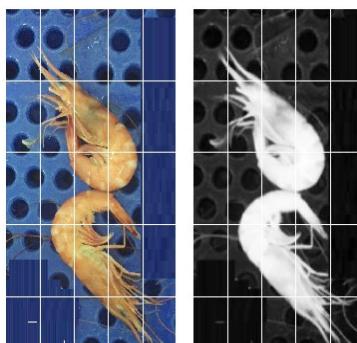


Ilustración 8: Imagen original e imagen gris

## 5.2. Eliminación del ruido

A la hora de procesar las imágenes, estas pueden tener alteraciones, que pueden dificultar su procesamiento. En este caso en particular las imágenes de los langostinos llegaban mojadas, lo que produce un brillo que dificulta su procesamiento. Para ayudar a solventar este problema se decidió utilizar un filtro Gaussiano. Su característica es que da más fuerza a sus vecinos cercanos, influyendo más en su resultado. Este proceso da como resultado un desenfoque de la imagen.

El *kernel* que se utilice en la función es fundamental a la hora de optimizar la salida de la imagen que deseemos, en este caso se utilizó un *kernel* de 3x3.

En la siguiente imagen se puede ver el efecto producido por el Desenfoque Gaussiano<sup>11</sup>.

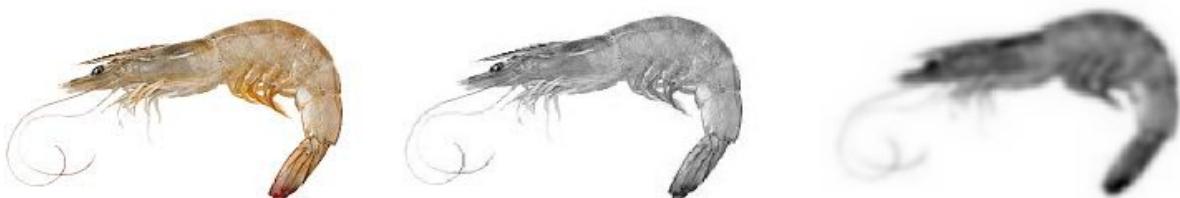


Ilustración 9: Aplicación del desenfoque gaussiano

## 5.3. Imagen binaria

<sup>11</sup> Wikipedia. Gaussian blur | Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2016. URL [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Gaussian\\_blur&oldid=739396767](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Gaussian_blur&oldid=739396767). [Online; Accedido 18-Octubre-2016].



Para la realización del proyecto se procedió a binarizar las imágenes, de esta manera podríamos más adelante reabajar mejor con los objetos, procediendo a su segmentación y skeletonización. También es necesario binarizar el objeto para calcular su área.

La función encargada de la binarización recibe la imagen en escala de grises y procede a binarizarla utilizando scikit-image.

A continuación se facilita una imagen en la que se compara la binarización mediante scikit-image con opencv<sup>12</sup>.

<http://www.scipy-lectures.org/packages/scikit-image/index.html>

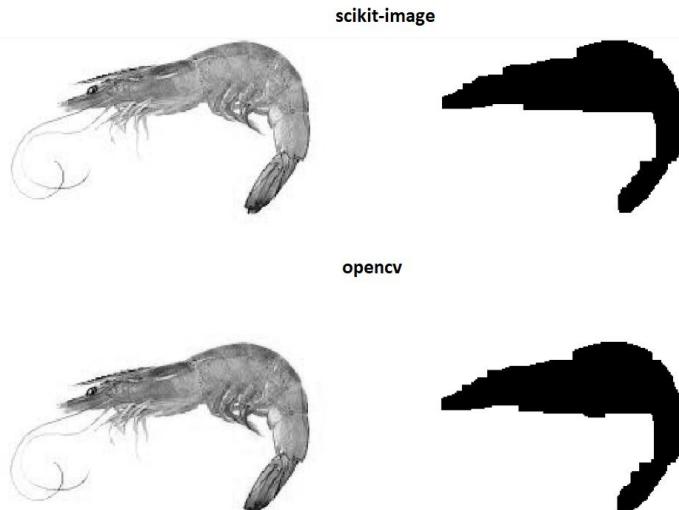


Ilustración 10: Diferencia binarización opencv y skimage

## 5.4. Operaciones morfológicas<sup>13</sup>

Para que la imagen binaria saliera de mejor calidad y con menos esquinas y bordes, se procedió a aplicar operaciones morfológicas.

- **Dilatación**

En el proceso de dilatación se encarga de ampliar el objeto que se encuentra dentro de la imagen, esto lo consigue tomando el valor más brillante de sus vecinos teniendo en cuenta la amtriz elegida para la convolución(*kernel*). Por lo general para la eliminación del ruido, la erosión va seguida de la dilatación, ya que aunque la erosión elimine ruido tambien encoge los objetos, por lo tanto la dilatación nos puede unir partes rotas.

- **Erosión**

Es la operación opuesta a la dilatación, si bien la dilatación aumentaba las zonas blancas, la erosión amplia de la misma forma las partes negras. La erosión es eficiente para redu-

<sup>12</sup> Scikit-image: image processing , . URL <http://www.scipy-lectures.org/packages/scikit-image/index.html>. [Online; Accedido 17-Junio-2019].

<sup>13</sup> Transformaciones-morfologicas URL <https://www.aprenderpython.net/transformaciones-morfologicas/> [Online; Accedido 14-Junio-2019].



cir pequeños ruidos blancos o para separar objetos.

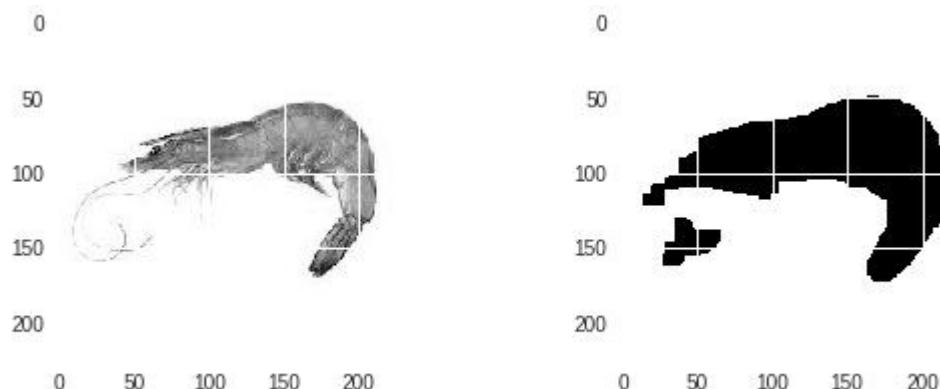
- **Apertura**

La apertura se trata de la operación de erosión seguida por la operación de dilatación.

- **Clausura**

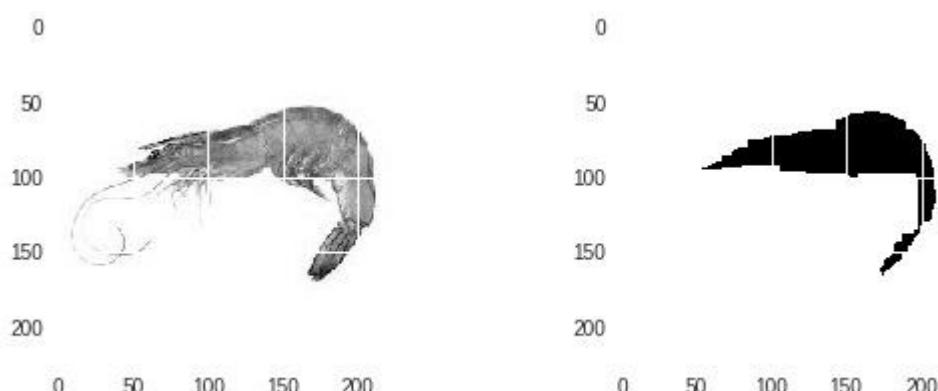
La clausura se trata de la operación de dilatación seguida por la operación de erosión.

En nuestro proyecto se realizaron varias pruebas para determinar cual era la correcta utilización de las operaciones morfológicas:



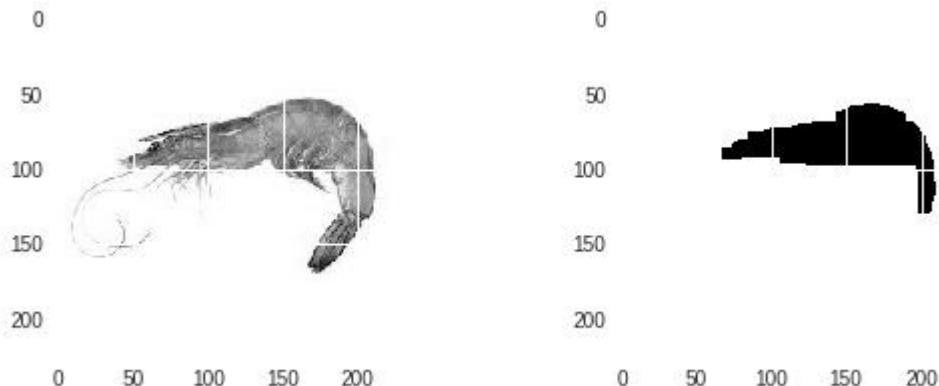
**Ilustración 11: Opening+Erosión**

En la Ilustración 9 podemos observar que las operaciones morfológicas nos devuelven un langostino demasiado gruesa para nuestros intereses, el bigote es detectado y crea una zona sólida que no nos interesa.

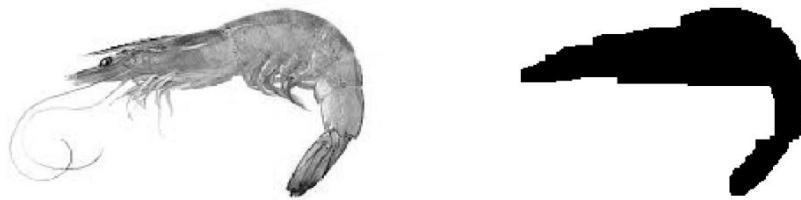


**Ilustración 12: Dilatación + Apertura**

En la Ilustración 10 observamos que el objeto reduce demasiado su imagen binaria, lo que podría dar errores en langostinos estrechos, o estrecharse tanto que desaparezca la cola.

**Ilustración 13: Dilatación + Apertura + Clausura**

A la Ilustración 10 la hemos añadido closing, y el resultado es la Ilustración 11, que al aplicar la erosión ha hecho desaparecer la zona de la cola.

**Ilustración 14: Dilatación + Apertura + Erosión**

La imagen que mas se adapta y más fiel es a nuestras necesidades se trata de la Ilustración 12, Al aplicar una pequeña erosión conseguimos mantener la imagen con una binarización sólida y realista.

Las operaciones realizadas a nuestra imagen serán las siguientes:

```
im = dilation(im, square(12))
im1 = opening(im, square(25))
im2 = erosion(im1, square(8))
```

**Ilustración 15: Operaciones de la fusión op\_morfologicas()**

## 5.5. Selección con máscara

- Aplanar imagen.
- Convertir los false de la imagen binarizada en blanco
- Colocación del array de líneas a matriz



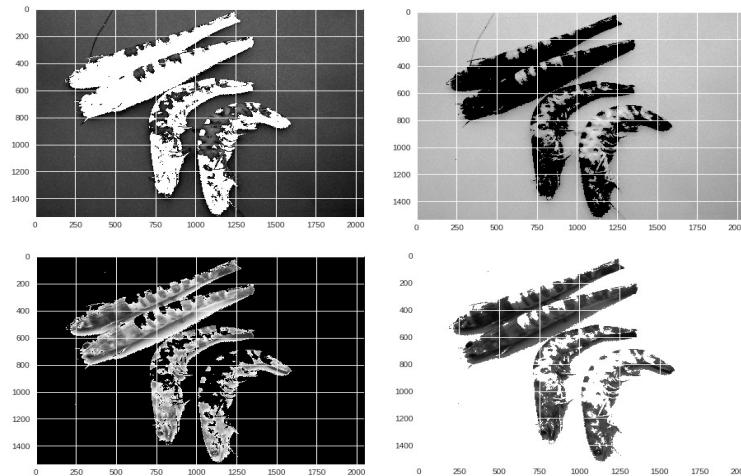


Ilustración 16: Selección con máscara

La selección con máscara trabaja con imágenes en escala de grises, lo que nos permite es que tras la binarización, podemos escoger si deseamos dejar el fondo o el langostino en escala de grises, y la otra zona pasarla a blancos o negros.

En este caso sería interesante quedarse con la imagen original sólo del langostino, pero para la detección de la melanosis, que esta en color negro, no sería útil, debido a que tiene que diferenciarse con el color naranja, y si utilizasemos una imagen en escala de grises nos sería muy complicado detectar la melanosis.

## 5.6. Entrenar clasificador

Para el reconocimiento automático de los langostinos con melanosis y para la diferenciación de la cabeza, se decidió probar a utilizar un clasificador.

El clasificador utilizado fue el proporcionado por opencv. Este clasificador utilizaba dos ficheros de texto, uno con los datos de las imágenes positivas y otro con los datos de las imágenes negativas, además de una colección de más de 500 imágenes para cada fichero de texto.



```
C:\opencv\build\x64\vc14\bin>opencv_createsamples -info pos.info -num 4041 -w 48 -h 24 -vec pos.vec
Info file name: pos.info
Img file name: (NULL)
Vec file name: pos.vec
BG file name: (NULL)
Num: 4041
BG color: 0
BG threshold: 80
Invert: FALSE
Max intensity deviation: 40
Max x angle: 1.1
Max y angle: 1.1
Max z angle: 0.5
Show samples: FALSE
Width: 48
Height: 24
Max Scale: -1
Create training samples from images collection...
pos.info(4001) : parse errorDone. Created 4000 samples
```

Ilustración 17: Creación de pos.vec a partir de pos.info

```
C:\opencv\build\x64\vc14\bin>opencv_traincascade -data data -vec pos.vec -bg neg.info -numPos 3030 -numNeg 3030 -numStages 10 -w 48 -h 24 -featureType LBP
PARAMETERS:
cascadeDirName: data
vecfileName: pos.vec
bgFileName: neg.info
numPos: 3030
numNeg: 3030
numStages: 10
precalcValBufSize[Mb] : 1024
precalcIdxBufSize[Mb] : 1024
acceptanceRatioBreakValue : -1
stageType: BOOST
featureType: LBP
sampleWidth: 48
sampleHeight: 24
boostType: GAB
minHitRate: 0.995
maxFalseAlarmRate: 0.5
weightTrimRate: 0.95
maxDepth: 1
maxWeakCount: 108
Number of unique features given windowSize [48,24] : 34592

***** TRAINING 0-stage *****
<BEGIN
POS count : consumed 3030 : 3030
NEG count : acceptanceRatio 3030 : 1
Precalculation time: 7.784
+-----+-----+
| N | HR | FA |
+-----+-----+
| 1 | 1 | 1 |
+-----+-----+
| 2 | 1 | 1 |
+-----+-----+
| 3 | 1 | 0.590759 |
+-----+-----+
| 4 | 0.99684 | 0.373597 |
+-----+-----+
END>
Training until now has taken 0 days 0 hours 0 minutes 14 seconds.

***** TRAINING 1-stage *****
<BEGIN
POS Count : consumed 3030 : 3042
NEG count : acceptanceRatio 3030 : 0.400631
Precalculation time: 8.037
+-----+-----+
| N | HR | FA |
+-----+-----+
```

Ilustración 18: Entrenamiento del clasificador

## 5.7. Segmentación<sup>1</sup>

La segmentación es utilizada para separar los langostinos, en un principio se barajó que llegarán individualmente en una cinta separados mediante vibración. Al decidir afrontar la posibilidad de que llegarán juntos, necesitamos encontrar una solución que nos ayudara a separarlo. Esto se llevo a cabo mediante el algoritmo de cuenta hidrográfica de skimage.

Este algoritmo se puede entender mediante un simil con zonas geográficas. El agoritmo trabaja en scala de grises, recibe dos parametros, uno será la imagen en escala de grises y el otro seran un número de marcadores (markers), estos markers seran como diferentes alturas de una inundación, cada marker ira inundando su altura hasta encontrarse con una altura diferente u otro marker.





Overlapping objects



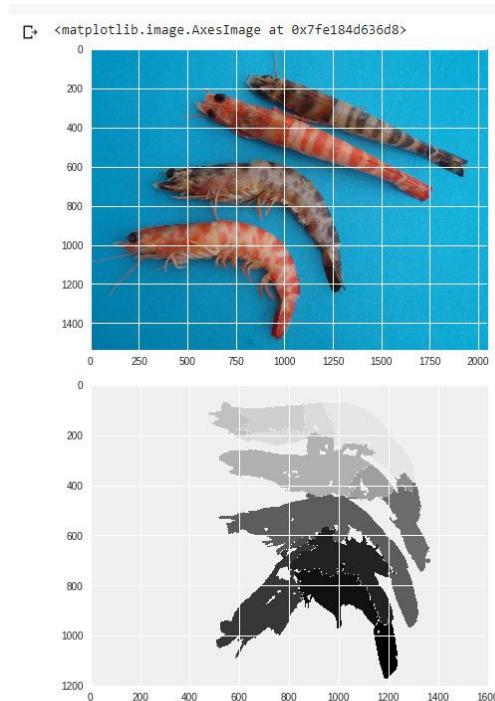
Distances



Separated objects

**Ilustración 19: Primeras pruebas de segmentación con opencv**

La primeras pruebas de segmentación con cuenca hidrográfica con opencv daban como resultado imágenes coloreadas que no llegaban a diferenciar los diferentes individuos.

**Ilustración 20: Prueba cuenca hidrográfica con opencv**

Posteriormente se consigui sacar la imagen en escala de grises, como se aprecia en las imágenes si que consigue separar en algunos casos el langostino entero, existen también individuos que son segmentados en mas partes



Ilustración 21: Segmentación correcta 1

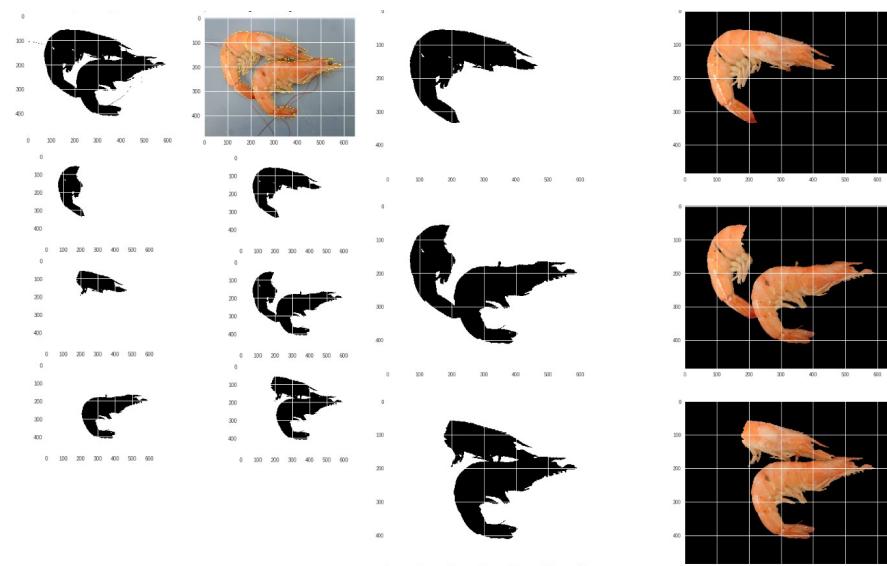
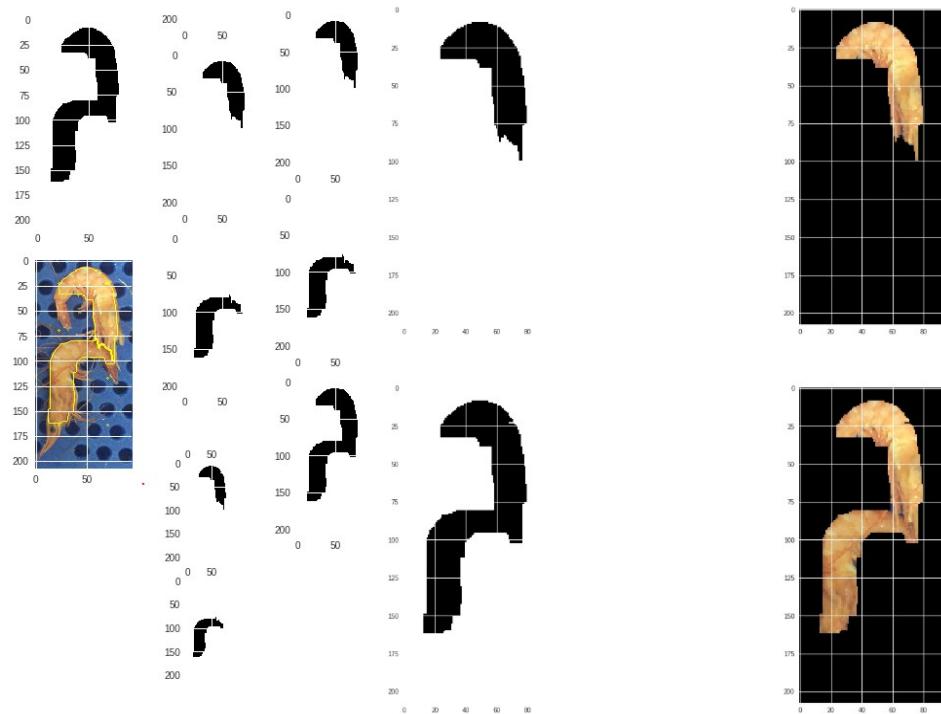


Ilustración 22: Segmentación correcta 2





Ilustración 23: Segmentación correcta 3

En las ilustraciones 17,18 y 19 podemos ver el desarrollo de la imagen. Tras binarizarla, se ha procedido a segmentarla. Se observa la segmentación sobre la imagen original con líneas amarillas. Esta segmentación se ha llevado a cabo con un número de marcadores =9. Una vez segmentada recibimos 10 segmentos, los cuales deben ser comprobados para quedarnos únicamente con los que queremos, desecharando segmento del fondo por ejemplo.

Una vez tenemos los segmentos reales de la imagen, debemos combinar dichos segmentos, para comprobar que no se ha partido ningun langostino, como es el caso de la ilustración 18, donde un individuo ha sido segmentado. Para solucionar lo ocurrido en este caso, se lleva a cabo una combinación de segmentos validos. En este momento ya podemos contar con todas las combinaciones validas y segmentadas de los langostino unidos entre si.

El próximo paso es sacar la imagen original de los segmentos validos combinados para posteriormente calcular el área, tanto de sus regiones de melanosis como del individuo completo.

## 5.8. Búsqueda de ojo y melanosis.

La melanosis se caracteriza en el langostino por su color gris/negro. Esta característica es la que vamos a utilizar para localizar las zonas oscuras que se encuentran dentro del cuerpo del langostino y pertenecen a la melanosis.

Para realizar este proceso la imagen es pasada a hsv. Lo que se realiza a continuación es la



creación de una función que nos permitía ajustar, gracias a un interfaz y en tiempo real, los parámetros de la imagen en hsv, filtrando el rango de colores que deseábamos que apareciera.

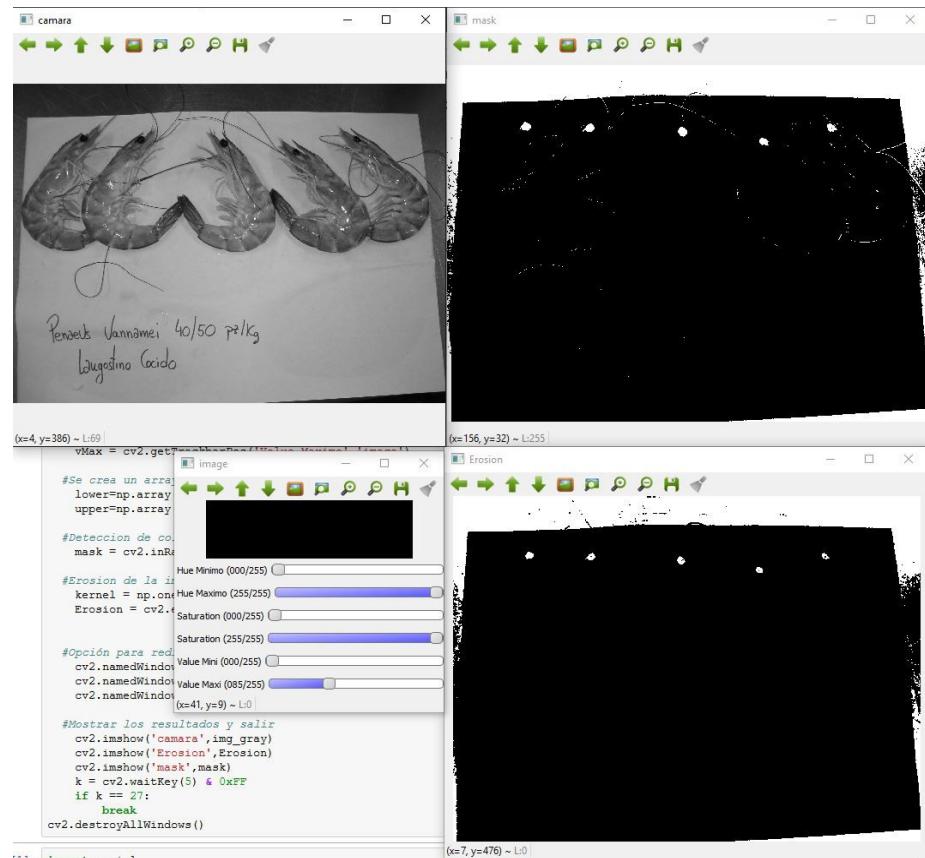


Ilustración 24: Parámetros HSV (255-255-85)



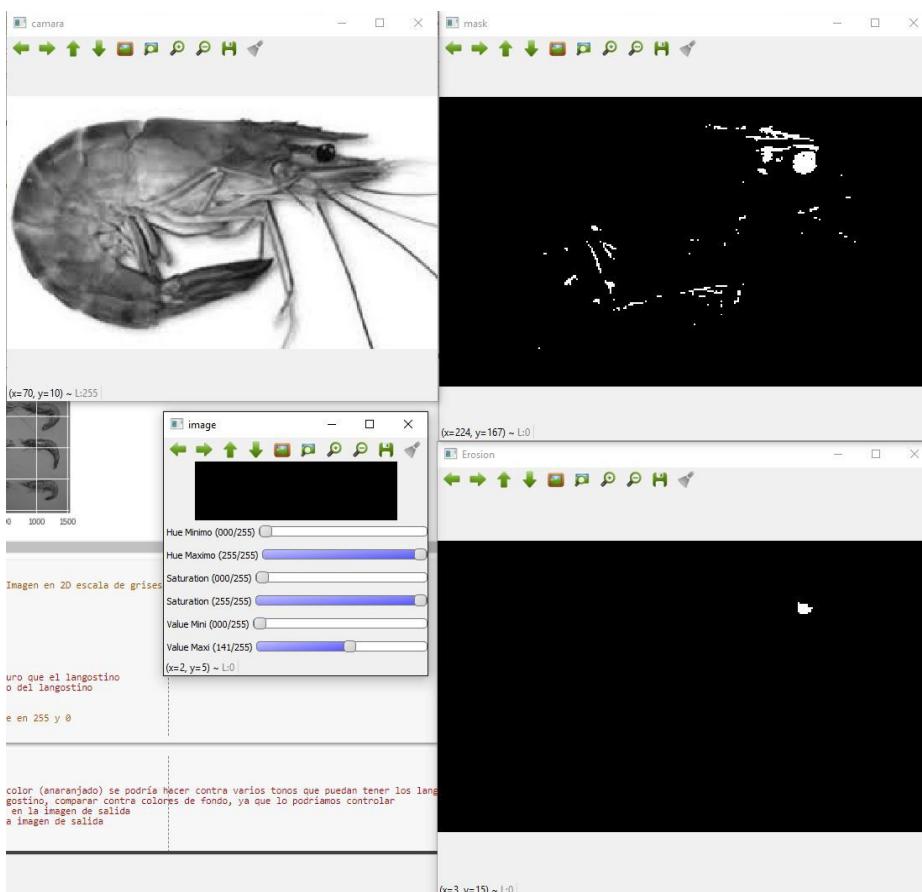


Ilustración 25: Parámetros HSV (255-255-141)

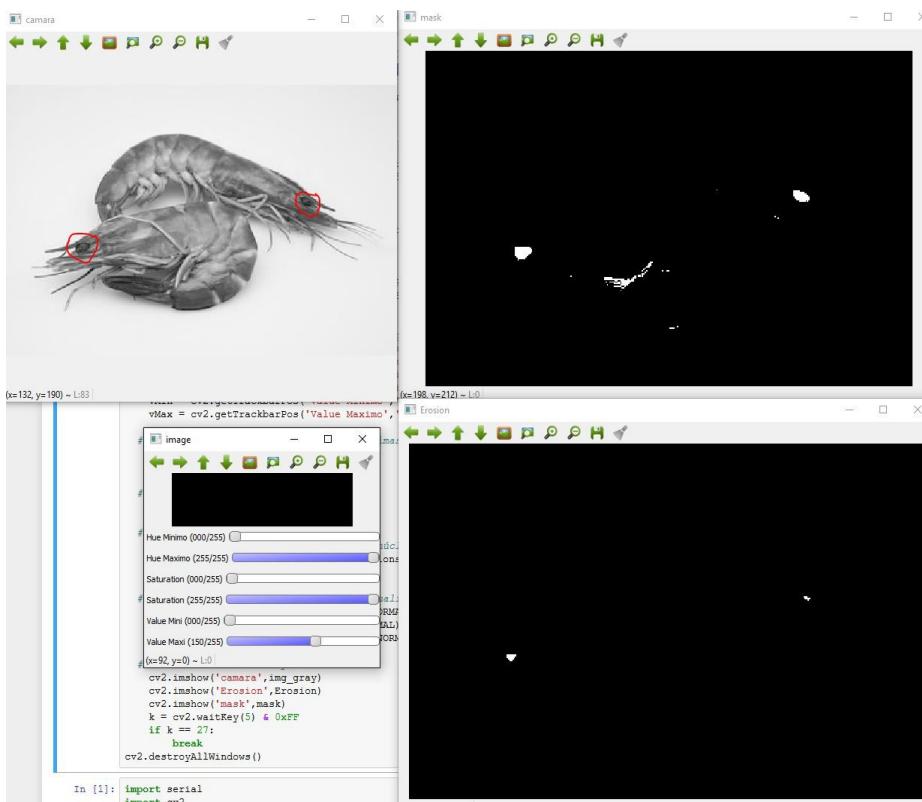


Ilustración 26: Parámetros HSV (255-255-150)



Posteriormente se realiza la operación morfológica de erosión con un *kernel(6x6)* para la eliminación de pequeñas manchas oscuras. Las pruebas con el interfaz gráfico dieron como resultado las siguientes ilustraciones.

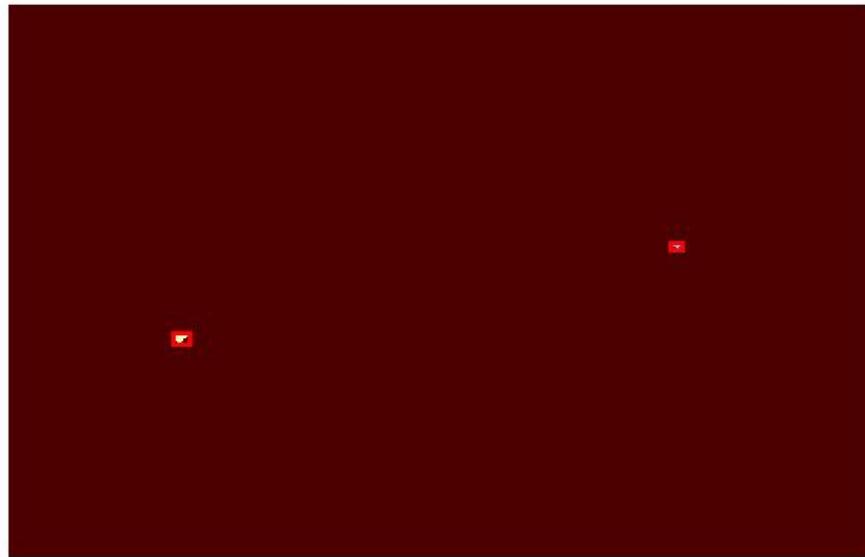
## 5.9. Tratamiento de regiones ojo y melanosis

Para procesar las zonas con melanosis y el ojo surge la necesidad de conocer las propiedades de cada zona detectada. Las zonas son recorridas generando unas regiones utilizando `regionprops`<sup>14</sup>.

Se recorren las imágenes y sacamos el centro de cada región y su área, además de añadir un recuadro rojo que nos ayuda a detectar visualmente las áreas tratadas.

Coordenadas de la región:  
minr: 103  
minc: 275  
maxr: 106  
maxc: 280

Coordenadas de la región:  
minr: 142  
minc: 68  
maxr: 147  
maxc: 75



Coordenadas del centro de las regiones  
[[104.5, 277.5], [144.5, 71.5]]

**Ilustración 27: Propiedades de las regiones ojo y melanosis**





## 5.10. Skeleton<sup>2</sup>

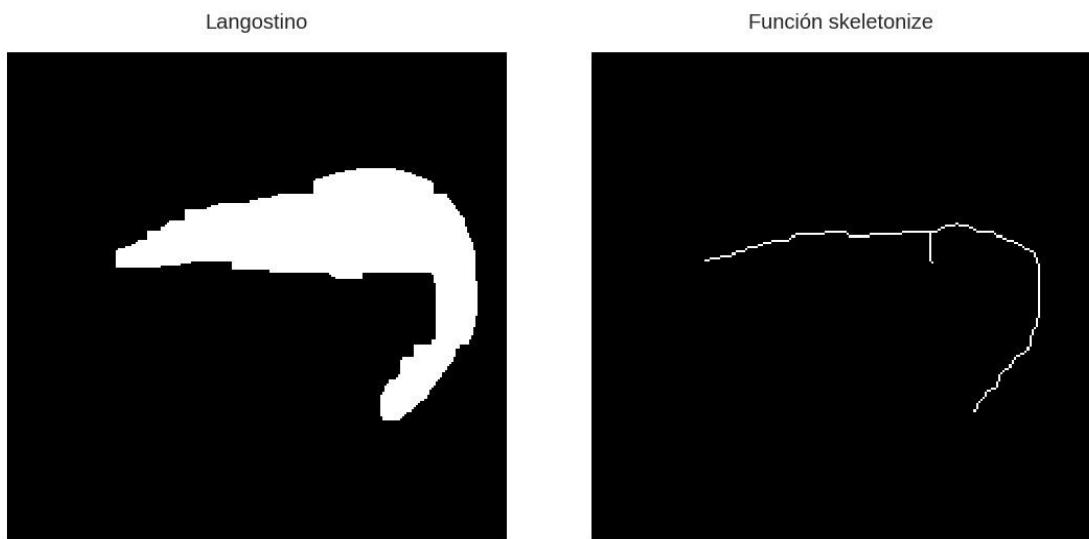
En PrawnView decidimos que tras tener las áreas negras pertenecientes a la melanosis y el ojo, debíamos localizar el punto exacto en el que se encuentra el ojo del langostino.

La complejidad se encuentra en que tanto en la cabeza como en la cola podemos encontrarnos melanosis, y por ello tras procesar la imagen en búsqueda de zonas negras, podríamos confundir la cabeza con la cola.

La función `skeletonize` de `skimage`, reduce un objeto binario a representaciones de 1 pixel de ancho, esta función nos ofrece dos opciones, `skeletonize()` y `eskeletonize_3d()`.

La función `skeletonize()` va paso a paso barriendo los bordes de la imagen hasta que no puede barrer más.,

En nuestro proyecto se utilizará la función `skeletonize_3d()`, que usa una estructura de datos octree para examinar una vecindad de 3x3x3 de un píxel. El algoritmo avanza barriendo iterativamente sobre la imagen y eliminando píxeles en cada iteración hasta que la imagen deja de cambiar. Cada iteración consta de dos pasos: primero, se ensambla una lista de candidatos para la eliminación; luego, los píxeles de esta lista se vuelven a comprobar secuencialmente para preservar mejor la conectividad de la imagen.



**Ilustración 28: Resultado `skeletonize()`**

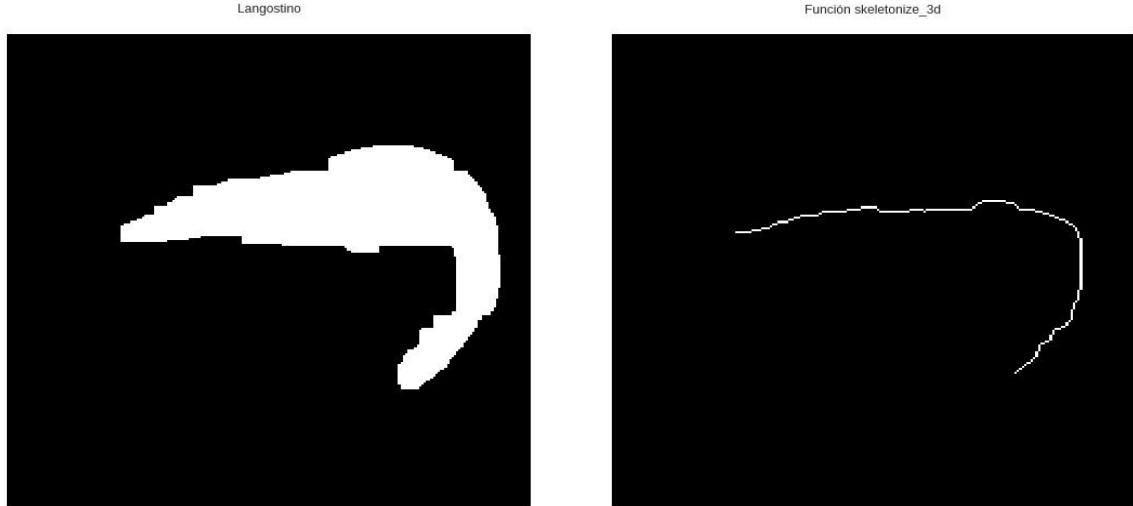


Ilustración 29: Función skeletonize\_3d()

En las pruebas realizadas la función skeletonize\_3d() devolvió un mejor resultado, debido a que no dejaba esquinas, creando una sola línea, la cual estamos buscando para localizar el ojo.

## 5.11. Transformar skeleton con líneas rectas

Una vez tenemos el skeleton del langostino, necesitamos conocer la ubicación de los extremos. Para conseguir encontrar las coordenadas de los extremos utilizamos Probabilistic Hough Transform<sup>3</sup>. Con esta función se transformarán el eskeleto en una imagen formada por una unión de líneas rectas.

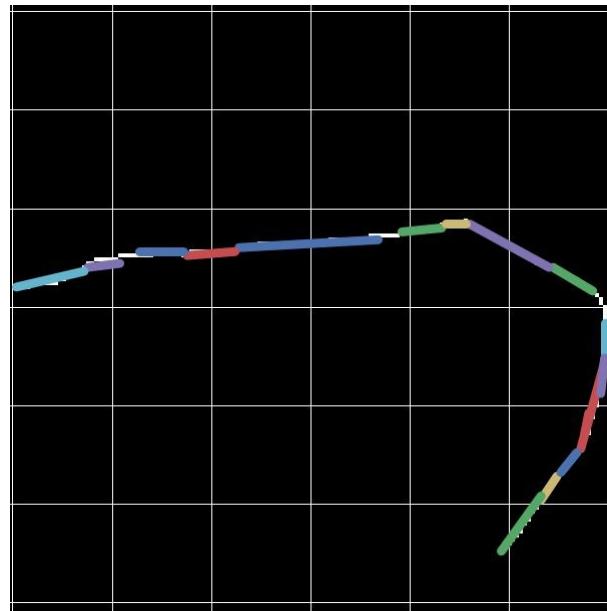


Ilustración 30: Skeleton con líneas rectas

Una vez tenido el skeleton formado por líneas rectas, procedemos a unir las líneas para tener un conjunto más pequeño y facilitar la búsqueda de las esquinas.



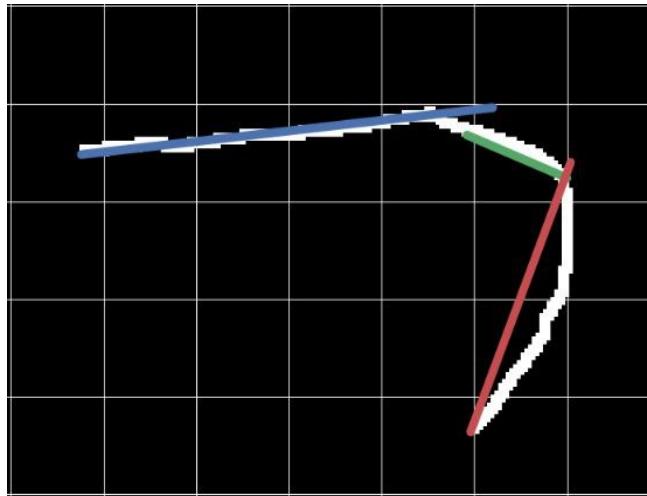


Ilustración 31: Combinación de líneas trás  
Probabilistic Hough Transform

A continuación se recorren los segmentos y encontramos las esquinas.

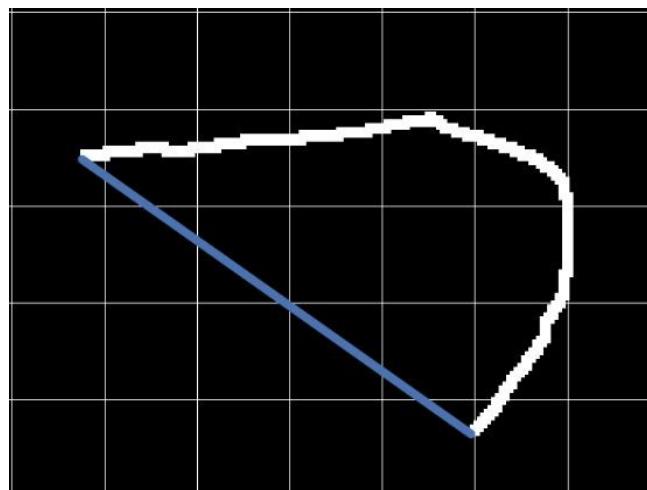


Ilustración 32: Extremos del langostino

## IV - TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

### 1. Scrum<sup>1</sup>

Scrum define unas pautas para la realización de trabajos complejos, que se llevar a cabo en un periodo de tiempo preestablecido y que necesita resultados rápidamente. SCRUM define que para la realización del proyecto se deben crear unos sprint con una duración de 1 a 4 semanas, y dentro de estos sprint tendremos tareas, con una duración máxima de horas. En la siguiente imagen<sup>15</sup> se puede observar la metodología Scrum.

<sup>15</sup> URL <https://www.devbridge.com/articles/how-to-set-up-dual-track-scrum-in-jira/#>

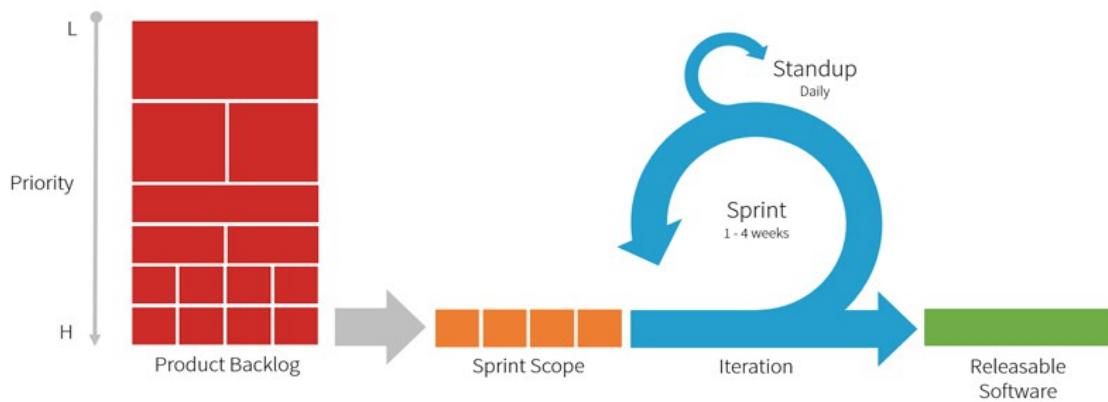


Ilustración 33: Scrum

## 2. *Github<sup>2</sup>*

Github es una plataforma que nos permite alojar nuestro repositorio. Para la creación del proyecto y aplicar SCRUM tenemos la posibilidad de crear milestones, en los cuales nos permitirá añadir issues. Los milestones serán mis SPRINT, los cuales serán de un periodo entre 1 y dos semanas. En cada Sprint incorporo entre 4 y 7 issues de un periodo de tiempo entre 1-4 horas. Gracias a github se puede tener un repositorio en el que alojaremos nuestro proyecto, de esta manera habrá un historial de todas las actualizaciones y tareas que se han ido subiendo, creando y actualizando.

Esta herramienta fomenta el trabajo en equipo y el software libre. Github permite clonar el repositorio de otra persona y arreglar algún bug o modificar el código para mejorarlo y hacer nuestra versión.

## 3. *Gestor de proyectos*

Alternativas estudiadas

- Zenhub
- Trello

### 3.1. *Zenhub<sup>3</sup>*

La razón indiscutible por la que se ha elegido Zenhub es por su capacidad de incorporarse y trabajar con Github, su complementación tiene unas prestaciones muy elevadas, dando incluso la sensación de que fueran un mismo programa. Zenhub es una herramienta que utilizaré para sincronizar el workspace de mi Equipo con Github,

Esta herramienta también permite la creación de un tablero kanban, en el cual se iran colocando las issues según las vayamos dando un estado u otro, esto permitirá tener un interfaz muy visual para el seguimiento del proyecto.





apj0007 / PrawnView

Code Issues 4 Pull requests 0 ZenHub Projects 0 Wiki Insights Settings

2 Issues - 9 Story Points New Issues

1 Issue - 0 Story Points Icebox

PrawnView #33 Perfeccionar clasificador Sprint\_07

feature

PrawnView #34 Etiquetador de imágenes Sprint\_07

feature investigation

0 Issues - 0 Story Points Backlog

PrawnView #8 Create contributing Documentación

1 Issue - 0 Story Points In Progress

PrawnView #1 Readme Documentación

0 Issues - 0 Story Points Review/QA

0 Issues - 0 Story Points Done

32+ Issues - 24 Story Points Closed

PrawnView #35 Editar imágenes de las cabezas Sprint\_07

feature investigation

PrawnView #36 Aplicar técnicas de postprocesado, Morfología matemática Sprint\_07

Code

PrawnView #24 Entrenar Clasificador con los ficheros creados Sprint\_6

Code

PrawnView #30 Detectar melanosis en la gamba Sprint\_6

Code

PrawnView #31 Muchas imágenes un individuo con melanosis Sprint\_6

feature

PrawnView #32 Muchas imágenes de un individuo sin melanosis Sprint\_6

feature

PrawnView #29 Imágenes con fondo



## 4. Modulos de python

### 4.1. Scikit Image<sup>4</sup>

Scikit-image es una colección de algoritmos, disponible para python, enfocada al procesamiento de imágenes. Se trata de código *open source* y sin restricciones. El código ha sido creado por voluntarios.<sup>5</sup>

### 4.2. Open CV2

OpenCV(Open Source Vision Library)es una biblioteca abierta con más de 2500 algoritmos optimizados,tanto de vision artificial como de aprendizaje automatico, 47.000 usuarios y más de 14M de descargas.. Está creado bajo licencia BSD, por lo que es muy sencillo para las empresas utilizarlo e incluso modificarlo para su uso personal. Como podemos ver en la Ilustración 2, permite en este caso reconocer personas

Tiene interfaces C ++, Python, Java y MATLAB y es compatible con Windows, Linux,Android y Mac OS.

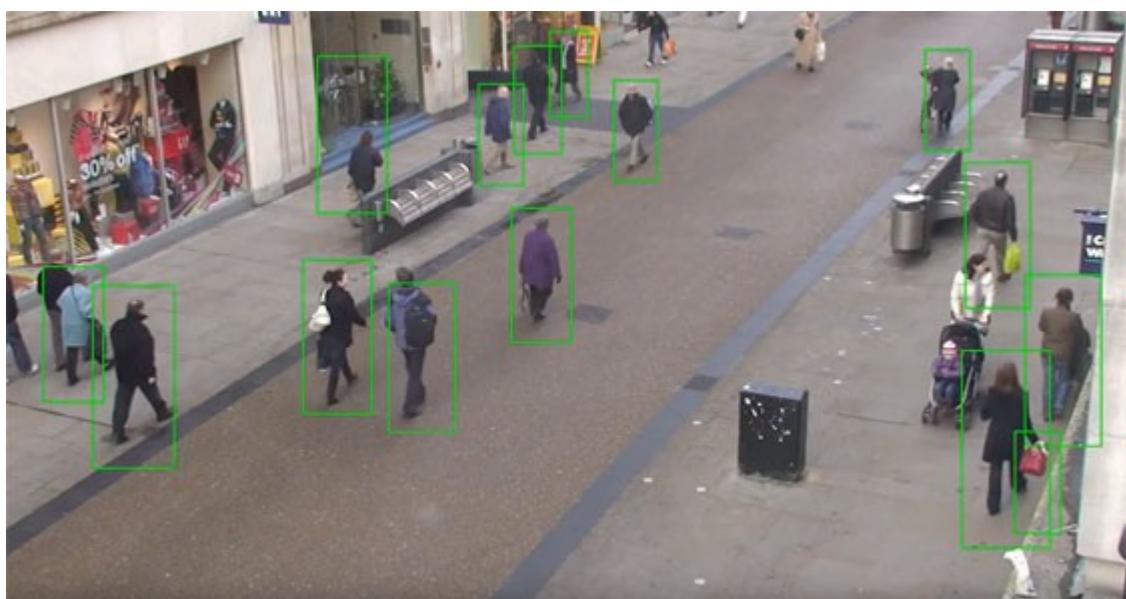


Ilustración 34: Detección de personas con OpenCV





## 5. Etiquetador de imágenes

Alternativas estudiadas

- Alp's Labeling TOOLS (ALT).
- Haartraining Stuff

### 5.1. Haartraining stuff<sup>6</sup>

En el proyecto PrawnView se requería del uso de un clasificador de imágenes. En este caso se escogió el clasificador de imágenes de openCV, el cual funciona de la siguiente manera.

Para el entrenamiento efectivo debemos tener un banco de imágenes, estas imágenes son de dos tipos:

- **Imágenes positivas.** Son las imágenes en las cuales aparece el objeto que queremos localizar, en nuestro caso gambas. Pueden aparecer mas de un objeto.(ej dos o más gambas en la imagen).
- **Imágenes negativas.** Estas imágenes no tendrán ninguna gamba.

Para el entrenamiento es necesario la creación de dos ficheros de texto, los cuales pueden ser .info o .txt. Debe haber dos ficheros de texto:

- **pos.info.** Donde se especificará; la ruta y el nombre de la imagen, número de veces que aparece el objeto en la imagen, x, y, anchura, altura del elemento seleccionado.
- **neg.info.** Especifica únicamente la ruta y el nombre de cada imagen de la carpeta de imágenes negativas.

Como se puede comprobar, teniendo en cuenta la cantidad de imágenes que se quieren procesar, es una tarea muy tediosa si se quiere hacer de manera manual. El fichero pos.info tiene una especial complejidad debido a que necesitamos saber las coordenadas de la localización del objeto dentro de la imagen. Para realizar eso necesitamos un etiquetador, la ventaja que nos ofrece Haartraining Stuff es que va llenando el solo el fichero de texto, con todos los datos que necesitamos.

Las imágenes que procesa este programa deben encontrarse en formato mapa de bits. Para cambiar el formato a un conjunto de imágenes de manera rápida se ha utilizado otro programa también explicado en este proyecto.



### Ejemplo realizado con gambas

En primer lugar, y tras guardar las imágenes a procesar en la carpeta rawdata, ejecutamos objectmarker, donde nos irán apareciendo de manera sucesiva las imágenes.



Ilustración 35: Ejecución de objectmarker.exe

Mientras seleccionamos la zona en la cuál se encuentra el objeto aparece a su vez una ventana de cmd donde nos va indicando que se esta guardando en el fichero.

A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar says 'B:\Documentos\UBU\Proyecto\_2017-2018\Haartraining Stuff\Haartraining Stuff\STEPS\step 02\objectmarker.exe'. The window displays the following text:

```
B:\Documentos\UBU\Proyecto_2017-2018\Haartraining Stuff\Haartraining Stuff\STEPS\step 02\objectmarker.exe
c0.bmp
c1.bmp
c10.bmp
1. rect x=83 y=44      width=364      height=213
```

Ilustración 36: Guardado en tiempo de ejecucion en el fichero pos.info

Por último podemos comprobar que el fichero pos.info se ha creado de una manera que aunque con 1000 imágenes se hace tediosa es infinitamente mas rápida que cualquier otra manera que poddamos encontrar.





pos: Bloc de notas						
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda		
rawdata/c0.bmp	1	43	17	363	207	
rawdata/c1.bmp	1	20	67	207	298	
rawdata/c10.bmp	1	94	39	313	221	
rawdata/c11.bmp	1	78	8	348	203	
rawdata/c12.bmp	1	46	36	401	213	
rawdata/c13.bmp	1	15	19	439	229	
rawdata/c14.bmp	1	63	41	363	223	
rawdata/c15.bmp	1	28	78	244	295	
rawdata/c2.bmp	1	39	127	181	235	
rawdata/c3.bmp	1	75	81	407	320	
rawdata/c4.bmp	1	36	64	429	210	
rawdata/c5.bmp	1	16	83	476	332	
rawdata/c6.bmp	1	5	31	485	214	
rawdata/c7.bmp	1	5	21	478	252	
rawdata/c8.bmp	1	88	16	354	241	
rawdata/c9.bmp	3	50	23	367	218	
rawdata/imagen0.bmp	1	5	91	307	111	
rawdata/imagen218.bmp	1	66	106	210	172	
rawdata/imagen219.bmp	1	98	127	218	176	
rawdata/imagen220.bmp	1	139	94	243	202	
rawdata/imagen221.bmp	1	108	65	201	157	
rawdata/imagen223.bmp	1	148	24	212	189	
rawdata/imagen224.bmp	1	52	78	213	168	
rawdata/imagen225.bmp	1	143	119	245	206	
rawdata/imagen226.bmp	1	110	75	186	165	
rawdata/imagen227.bmp	1	118	69	268	185	
rawdata/imagen228.bmp	1	112	94	237	164	
rawdata/imagen229.bmp	1	95	125	247	213	
rawdata/imagen230.bmp	1	146	25	219	197	
rawdata/imagen231.bmp	1	112	67	217	172	
rawdata/imagen232.bmp	1	144	40	236	186	
rawdata/imagen233.bmp	1	131	70	283	203	
rawdata/imagen234.bmp	1	102	66	204	170	
rawdata/imagen235.bmp	1	105	89	250	219	
rawdata/imagen236.bmp	1	107	92	303	228	
rawdata/imagen237.bmp	1	181	60	310	209	

Ilustración 37: Resultado del fichero pos.info

## 5.2. ALT<sup>7</sup>

Se trata de un editor de imágenes. Nos permitirá etiquetar fácilmente dentro de la imagen y crear fichero de texto compatibles con detecnet/kitt. Necesita la descarga de 3 software para su funcionamiento:

1. Fiji, que es un paquete de procesamiento de imágenes.
2. Plugin ActionBar para Fiji.
3. ALT Macro Plugin.



c1.jpg (33.3%)  
2560x1536 pixels; RGB; 15MB

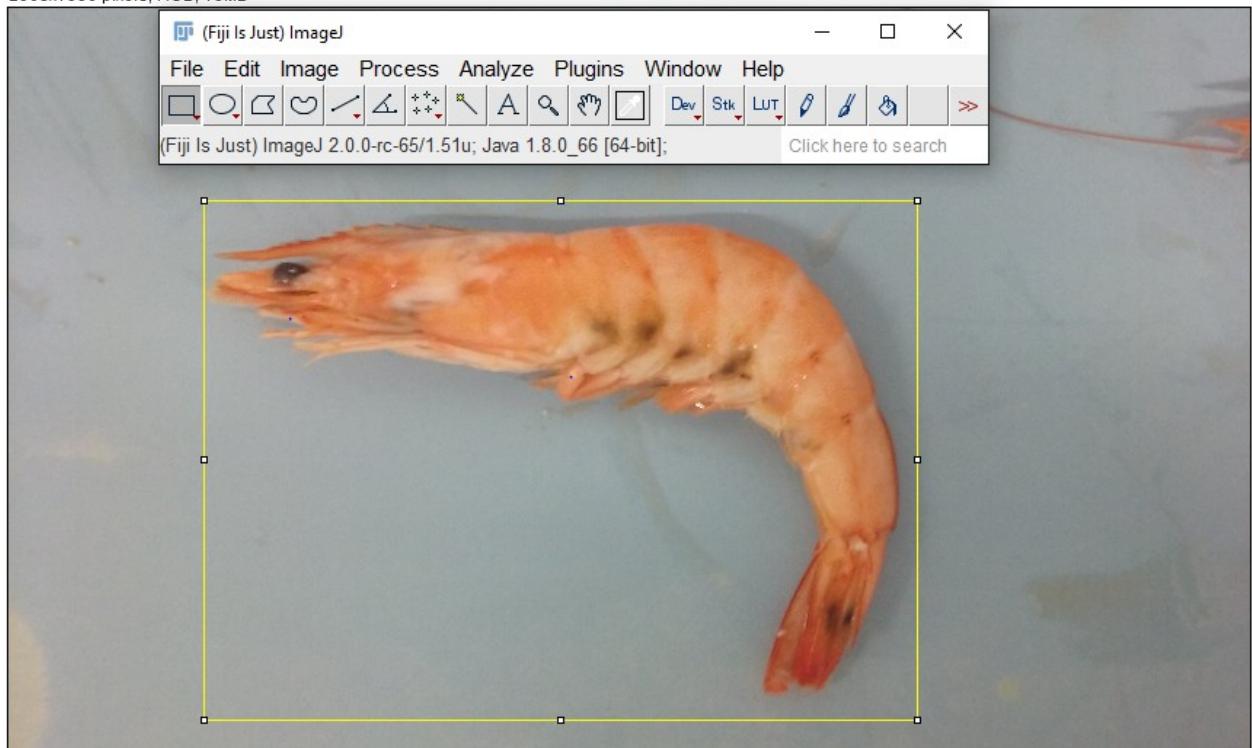


Ilustración 38: Programa ALT

La razón por la que fiji fue descartada está en las posibilidades de la otra alternativa de poder crear el fichero para entrenar el clasificador de forma automática.





## 6. Irfanview<sup>8</sup>

Irfanview se trata de un visualizador de imágenes. En PrawnView su utilidad ha sido para cambiar el formato de una cantidad elevada de imágenes.

Para entrenar el clasificador se requieren imágenes en mapa de bits, pero nuestras imágenes se encuentran en formato jpg o png.

Este programa nos permite también cambiar el tamaño de las imágenes o renombrar una gran cantidad en poco tiempo.

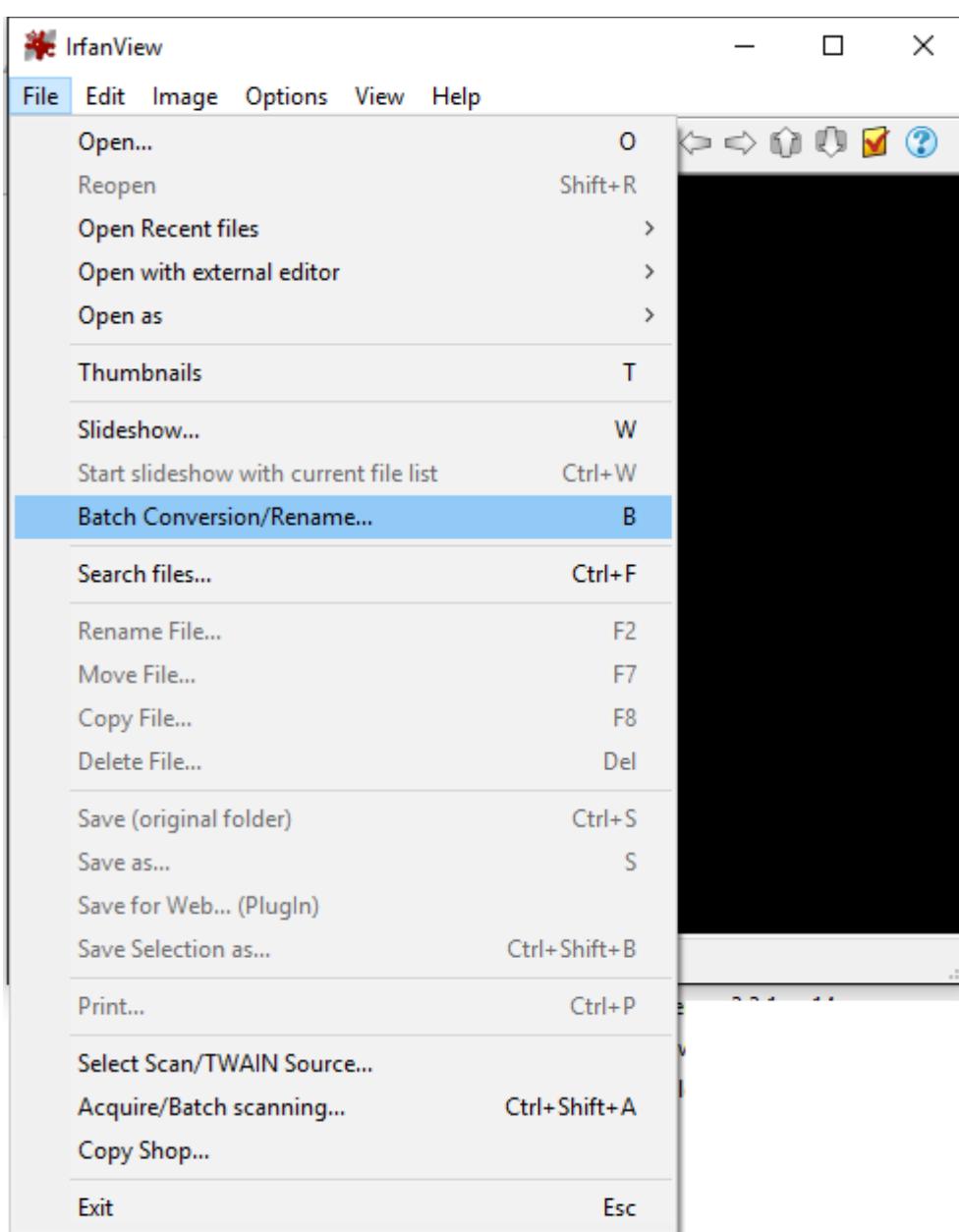


Ilustración 39: Selección conversion/ rename

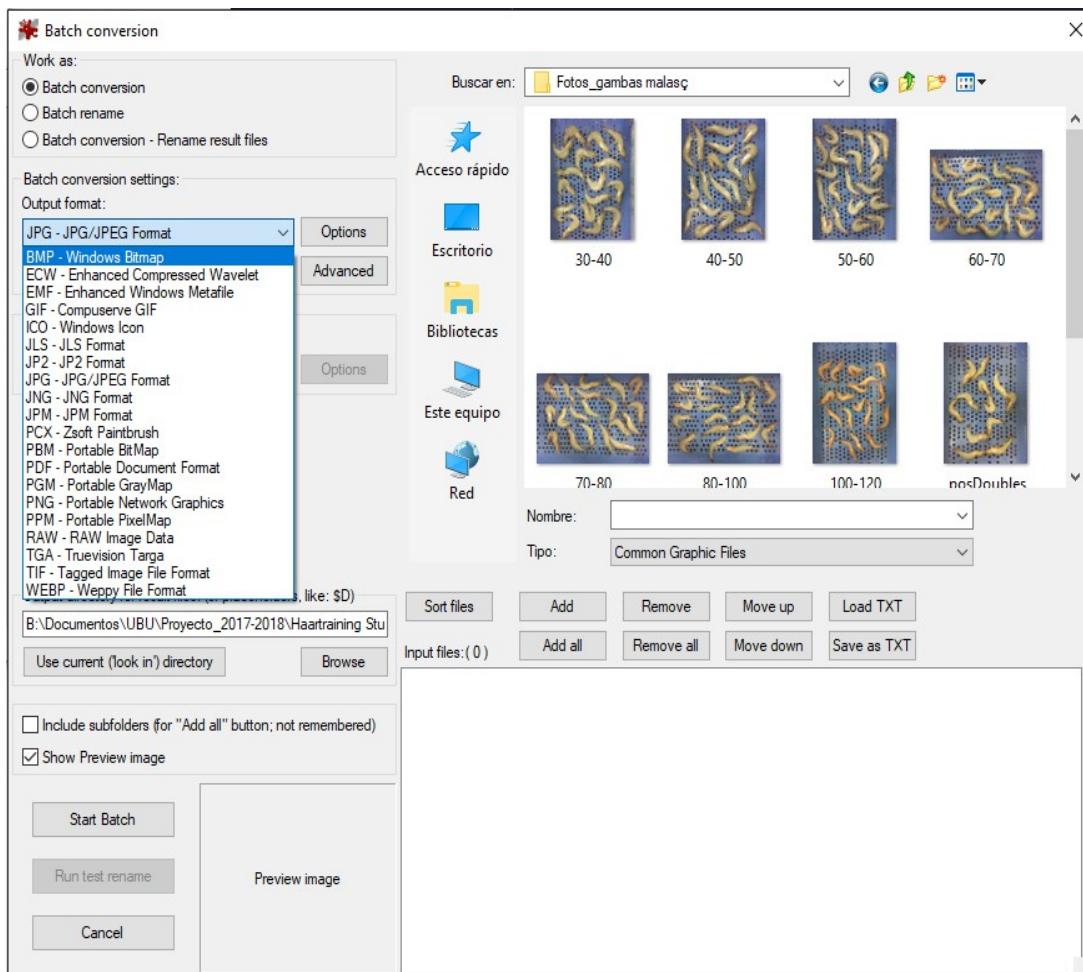


Ilustración 40: Opción de conversión a BMP



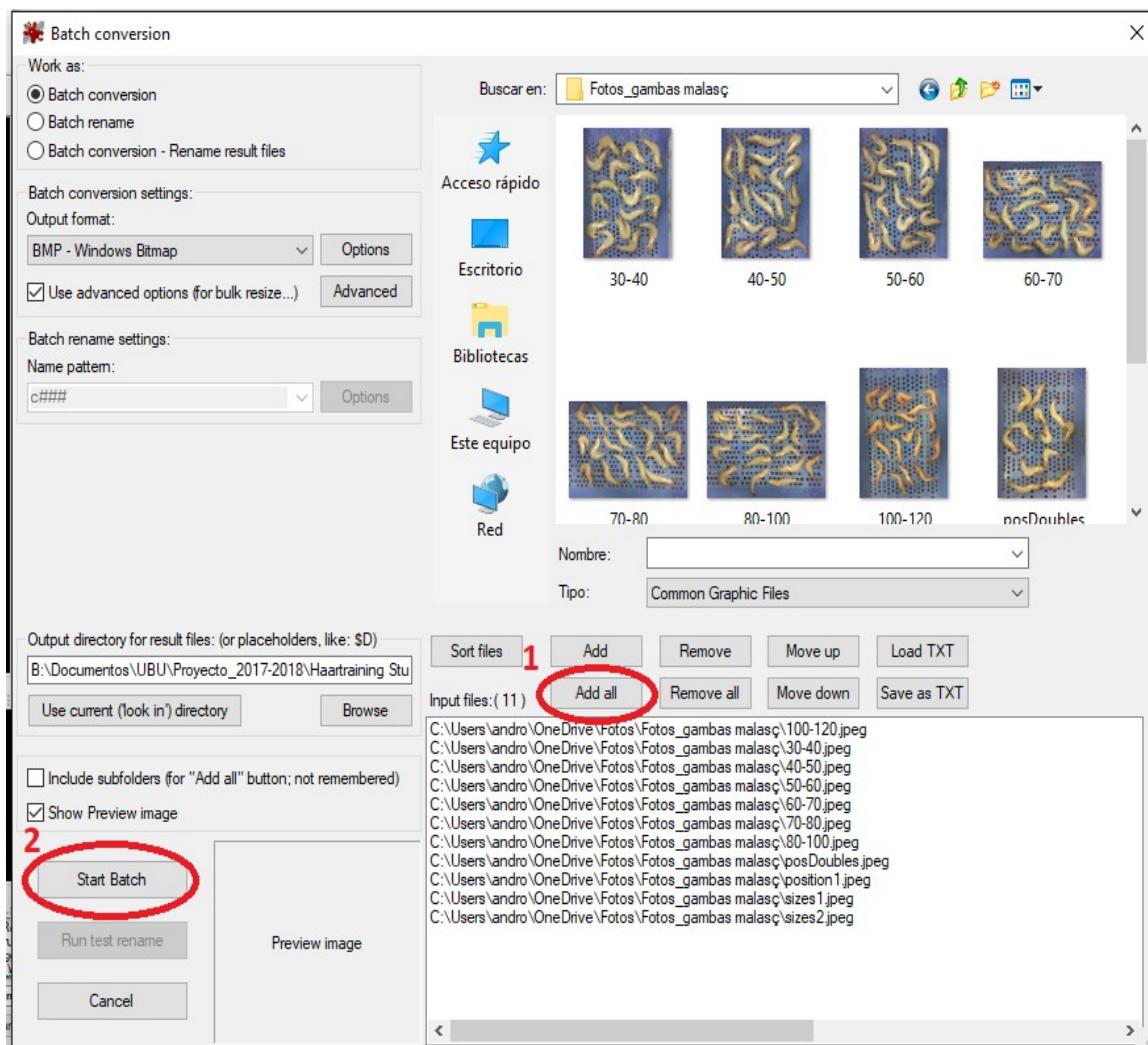


Ilustración 41: Selección de conjunto de fotos y comenzar

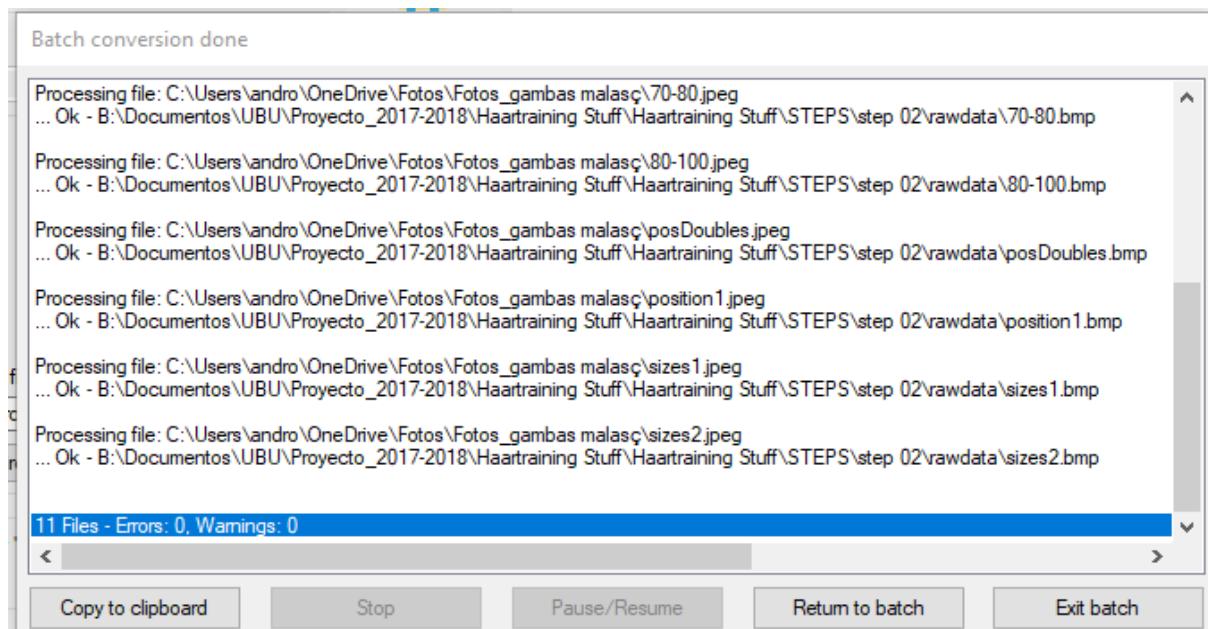


Ilustración 42: Muestra del procesamiento en tiempo de ejecución



## 7. *ImageAumentation*<sup>9</sup>

Para entrenar el clasificador se necesitaban una cantidad de imágenes muy grande. En Gambastar me facilitaron imágenes desde el departamento de calidad e i+d+i, que junto con las que yo hice se quedaban muy lejos de las 1000 que requiere el clasificador. Para tratar de “engañar” al clasificador de openCV lo que se hizo fue multiplicar imágenes, aplicando cortes, giros a la imagen, brillo, etc.

De esta manera podría sacar varias imágenes de una sola. El código no era exactamente lo que necesitaba para mi proyecto así que se le aplicaron ciertas modificaciones.

## 8. *Metodo de Gestión de Tiempo timebox.*<sup>10</sup>

El método de gestión de tiempo timebox se basa en fijar unos tiempos para cada tarea o elemento que queramos estudiar. Esto incrementara nuestros resultados, y poco a poco se crea una rutina en la cuál nos es mas sencillo ponernos y empezar con nuestro proyecto. Facilita el momento de arranque, ya que según estudios si decides ponerte 5 minutos a realizar una tarea, trascurridos esos 5 minutos el cerebro te pedira continuar con dicha tarea y tratar de terminarla.

## V - ASPECTOS RELEVANTES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

En el siguiente apartado explicaré todo el proceso llevado a cabo y las diferentes tomas de decisiones con sus consecuentes justificaciones a lo largo de la duración del proyecto.

### 1. *Inicio del proyecto*

Desde abril de 2017, me encuentro trabajando en la empresa Gambastar S.L., por lo tanto la toma de decisión acerca de que tema tratar en el tfg me pilló justo trabajando en dicha empresa. En conversaciones con altos cargos de la empresa me transmitieron el alto interés y necesidad que tenía la empresa de implantar la industria 4.0. En estos momentos la cadena de producción no se encuentra automatizada todo lo que ellos desearían.

Durante años habían solicitado nuevas innovaciones acerca de visión artificial a varias empresas, las cuales les respondían que ese tipo de desarrollo no era 100% viable, y que no podían hacerse cargo de proyectos de esas características.

Solicité al responsable de operaciones que me enseñara todo el proceso que se llevaba a cabo en la fábrica y en que sectores se encontraban más debilitados o donde querían mejorar.





En un principio me interesé por un proyecto en el cual trataría de reconocer y colocar las gambas en una caja, de forma alineada y en dos columnas, en la cara vista del paquete, labor realizada en la zona de colocado.

Posteriormente me di cuenta de que antes de llegar a la zona de colocado de las gambas, debían detectar los individuos con melanosis, acción que no solo se lleva a cabo en el sector de colocado, sino que se realiza a toda la materia prima.

Ahí fue cuando me decidí por este proyecto, que suscitó un gran interés en la empresa.



Ilustración 43: Logo de PrawnView

## 2. Metodologías

Una de las características que me interesaba seguir se trataba de llevar a cabo el proyecto de tal manera que fuera lo más real posible, esto quería decir, que el proyecto se llevaría a cabo de la manera más profesional que pudiera.

El proyecto se gestionó utilizando una metodología ágil, en concreto Scrum. La plataforma para alojar el repositorio fue github. Ambas herramientas se combinan de forma maravillosa. Se incluyó también zenhub desktop para facilitar el trabajo en local pudiendo subir los cambios de una manera sencilla e intuitiva.

Se crearon *Sprints* que en los últimos meses del proyecto tenían una duración de entre 7 y 12 días. Al principio no comenzó con esos períodos de tiempo, sino que la familiarización y el cambio de decisión acerca del proyecto hicieron que no se siguiera perfectamente la metodología que se debió de seguir.



El proyecto se inicio muy temprano, en noviembre, mes en el que aún tenía en la cabeza el proyecto sobre la colocación de las gambas. A partir de ese periodo se estuvo siempre realizando pruebas continuamente. La forma de comprobar que algoritmos funcionaban mejor fue totalmente investigatoria y empírica. Por mucha información que encontrara siempre la llevaba a mi equipo para comprobar si funcionaba y que resultados reales me ofrecía. Por lo tanto trabajo de forma que usaba el método de prueba y error.

En el desarrollo del proyecto decidí adentrarme en los modulos de scikit-image y opencv, los cuales me resultaban muy interesantes y parecían ofrecer grandes resultados. Por ello casi la totalidad de los algoritmos de procesamiento de imagenes se han llevado a cabo con ambos módulos, es decir, casi está escrito dos veces. Incluso cuando observe que scikit-image era ligeramente superior en el procesamiento de imagenes, continué probando con opencv.

### **3. Formación**

A nivel formativo, el proyecto requería de conocimientos de python, los cuales había estudiado en el grado, pero que rápidamente me di cuenta que debía recordar.

Se necesitaban conocimientos de procesamiento de imagenes, tratamiento de las librerías de scikit-image y opencv, ademas de conocimientos acerca de inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Para adquirir estos conocimientos el medio ha sido exclusivamente internet, la consulta en foros y páginas especializadas en python han sido mi fuente de información, reconociendo que en innumerables ocasiones el código o los consejos seguidos frente a problemas que surgían no se acercaban ni un poco a la solución asegurada.

La página de la cual he podido nutrirme más ha sido sin duda StackOver-Flow.

### **4. Algoritmo**

El procesamiento de las imágenes ha sido la principal finalidad del proyecto. En un comienzo se empezo a procesar vídeo con opencv, pero más tarde se observó que el vídeo al ser un conjunto de frames se debía procesar primero imágenes para después dar el salto en un futuro al vídeo.

En el proyecto nos surgieron ciertos problemas a la hora de procesar las imágenes:

- Los langostinos pueden venir colocados de maneras muy diferentes, desde recogidos por completo hasta la posibilidad de encontrarse totalmente estirados.
- El producto viene mojado, por lo tanto las imágenes captadas llegaban continuamente





con reflejos que no mostraban su verdadero color y que por lo tanto dificultaban su procesamiento.

- En un principio se planteo, sugerida por el responsable de operaciones que los langostinos llegaran de uno en uno, separados por vibración, posteriormente decidimos barajar la posibilidad de que llegaran alguno pegados.
- Al tomar las fotografías sobre una superficie, los langostinos creaban sobras que hacían mas compleja la búsqueda de la melanosis, debido a que su color era similar.

Al comienzo del proyecto se realizo una busqueda sobre el tema, pero la información era inexistente, debido a que es un terreno exploratorio y no se han realizado ni existen métodos de visión artificial que hayan centrado sus esfuerzos en solventar esta necesidad.

A continuación explicare los pasos seguidos en orden, con sus consecuentes dificultades:

- **Escala de grises:** Para trabajar con las regiones, binarización, etc era necesario la imagen en gris.
- **Binarizar:** La imagen se pasa a binario con el langostino en blanco y el fondo negro.
- **Segmentación:** Se tuvo en cuenta la posibilidad de detectar dos langostinos pegados, por lo que se necesita segmentar la imagen.
- **Busqueda de melanosis:** La búsqueda posee un algoritmo que devuelve la gama de colores entre unos valores que hemos determinado, en los cuales se encuentra la melanosis y el ojo. El resultado es una imagen binaria con la melanosis y el ojo en blanco y el resto de la imagen en negro.
- **Área melanosis:** Al encontrar las zonas que tienen melanosis, se calculan los centros de todas las regiones para posteriormente localizar el ojo y se suman las áreas de todas las regiones con melanosis.
- **Área langostino:** Se calcula el área del langostino.
- **Paper:** se encontro un paper que comenzamos a seguir.
- **Skeleton:** Transformación de la imagen binaria del langostino en una imagen con la anchura de 1 pixel, formando de esta manera un “esqueleto”.
- **Búsqueda extremos:** Para localizar el ojo se requiere saber donde se encuentra la cabeza, la cual está en un extremo del langostino.

Problemas surgidos:

- Durante el proyecto, una vez tenido realizado alguno procesamiento de imagen, tales como escala de grises o binarizar, se decidió tratar de realizar el entrenamiento de un clasificador con las imágenes de los langostinos. En principio se probó a que el clasificador diferenciara entre langostinos con y sin melanosis, para ello se necesitaba una colección de imágenes de más de 500 positivas y más de 500 negativas. Debido a la carencia de tantas fotografías se utilizó un multiplicador de imágenes, el cual modificaba las imágenes, mediante, giro, contraste y brillo generando nuevas imágenes y tener de esa manera



las suficientes para entrenar el clasificador. La exploración de esta opción no funcionó. Después se decidió probar a ver si utilizando imágenes de cabezas e imágenes de cuerpos, reconocía la cabeza de los langostinos, para así localizar el ojo. Se realizó la misma metodología, generando nuevas imágenes, pero daba errores y devolvía resultados que no detectaban lo que nosotros deseábamos.



Ilustración 44: Resultado erróneo 1 del clasificador

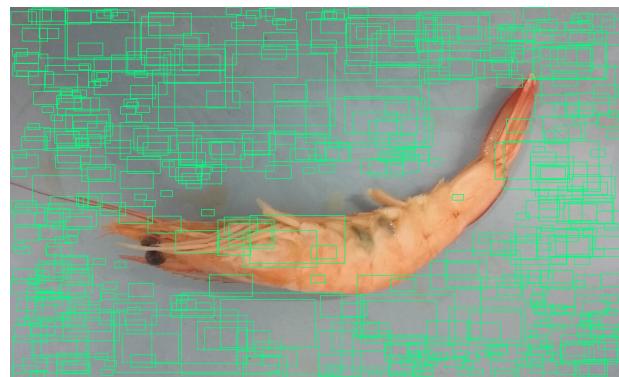


Ilustración 45: Resultado erróneo 2 del clasificador

- El clasificador exigía de unos varios ficheros, dos fichero .txt o .info (uno para el path y las coordenadas de todos y cada una de las imágenes positivas, y otra para las negativas). La realización de este fichero era altamente tedioso, lento y poco fructífero. Al cabo de alguna semana se encontró un etiquetador de imágenes Irfanview, el cual iba abriendo las imágenes, las cuales tu seleccionas la zona, y el programa te guarda en un archivo el path con las coordenadas de la zona seleccionada. Anteriormente se probó otro programa con nefastos resultados.

Esta opción hizo que se empleara mucho tiempo en la investigación del funcionamiento, documentación, búsqueda de programas externos y tiempo de aprendizaje.

El clasificador devolvía continuamente resultados erróneos por lo que se decidió tomar otra opción a la hora de buscar la cabeza.

- La toma de fotografías resultó más complicado de lo esperado, los langostinos húmedos, generan unos reflejos con la luz, que altera la percepción del color que la cámara percibe, estropeando de esta manera los colores. En la actualidad se realizan las imágenes con luz natural para intentar evitar sombras y brillos procedentes del flash de las cámaras.





- La falta de eficiencia del clasificador obligó a buscar otra opción para la búsqueda del ojo. Llegamos al skeleton, que aunque por si solo no ayuda demasiado, si unimos con líneas rectas el skeleton, podemos llegar a descubrir los extremos del langostino.
- El skeleton creaba en ocasiones lineal en lugares como en las patas de los langostinos, por lo que se llevó a cabo una función con filtro gaussiano para desenchocar la imagen y así eliminar el efecto de las patas en el skeleton.

## 5. Documentación

Para la documentación siempre se ha ido guardando capturas de pantalla y anotaciones acerca de lo que iba sucediendo en el proyecto. La realización se ha llevado a cabo con openOffice en la plantilla facilitada en ubuvirtual.

La creación de la documentación, por lo general, se ha ido realizando poco a poco según iba avanzando el proyecto, si bien es cierto que las dos últimas semanas se ha hecho más incapié, solucionando cosas o mejorando la memoria.

En cuanto a las imágenes que se utilizan en la memoria fui haciendo poco a poco, para mantener los conocimientos frescos y así realizarlos de manera más óptima.

## VI - TRABAJOS RELACIONADOS

Para este proyecto, como he comentado con anterioridad no existen muchos antecedentes, ya que es una labor muy concreta en un lugar muy concreto, y aunque las empresas de procesado de marisco y pescado están bien situadas a nivel comercial, no existe ninguna solución real para la detección de la melanosis.

Una vez avanzado un poco el proyecto encontramos un paper<sup>16</sup>.

Este paper es el que se siguió a partir del conocimiento de su existencias.

## 1. Fortalezas y debilidades

Fortalezas del proyecto:

- Un requerimiento de inversión en hardware muy pequeña. Con una cámara y un soporte ya estaría instalado.

<sup>16</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877416303521>



- No necesita estar en red.
- Se trata de un programa con alta escalabilidad y visión futura.
- Aplicación real con interés real por parte de la empresa.

Debilidades del proyecto:

- Periodo de dedicación al proyecto elevado.
- Inexistencia de precedentes acerca del tema, a excepción del paper encontrado.
- Desarrollo exploratorio, en el que se ha invertido mucho tiempo.
- Probabilidad de que aunque sea improbable, solo exista melanosis en la cara de abajo.

## VII - 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. }

{Se ha obtenido

- un producto ...
- un ...

}

## VIII - REFERENCIAS

### Bibliografía

[García et alt99] G<sup>a</sup>Peñalvo,FJ; Maudes Raedo,JM; Piattini,MG; G<sup>a</sup>-Bermejo,JR; Moreno,MN:  
«Proyecto fin de carrera en la ingeniería técnica en informática» 1999

### Índice alfabético

I	R	T
Índice.....1, 4, 5	Referencia.....1, 4, 5	Trabajo.....1, 3-5





Impreso en Burgos el jueves, 21 de junio de 2018

- 1 [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0ahUKEwj6yZHx6-DbAhUHUBQKHUbrDGYQFgg\\_MAC&url=http%3A%2F%2Fwww2.die.upm.es%2Fim%2Fpapers%2FCaseib01\\_Ortuno.pdf&usg=AOvVaw07sdhZKeGZDpL3tHLwpgsM](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0ahUKEwj6yZHx6-DbAhUHUBQKHUbrDGYQFgg_MAC&url=http%3A%2F%2Fwww2.die.upm.es%2Fim%2Fpapers%2FCaseib01_Ortuno.pdf&usg=AOvVaw07sdhZKeGZDpL3tHLwpgsM)
- 2 [http://scikit-image.org/docs/dev/auto\\_examples/edges/plot\\_skeleton.html](http://scikit-image.org/docs/dev/auto_examples/edges/plot_skeleton.html)
- 3 C. Galamhos, J. Matas and J. Kittler, "Progressive probabilistic Hough transform for line detection", in IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1999.
- 1 Scrum (desarrollo de software). (2018, 14 de junio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 19:49, junio 20, 2018 desde [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Scrum\\_\(desarrollo\\_de\\_software\)&oldid=108686956](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Scrum_(desarrollo_de_software)&oldid=108686956).
- 2 GitHub. (2018, 14 de junio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 19:51, junio 20, 2018 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GitHub&oldid=108688665>.
- 3 <https://www.zenhub.com/>
- 4 Wikipedia contributors. (2018, May 29). Scikit-image. In *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Scikit-image&oldid=843462733> *The Free Encyclopedia*. Retrieved 20:00, June 20, 2018, from
- 5 <http://scikit-image.org/>
- 6 <http://www.tectute.com/2011/06/opencv-haartraining.html>
- 7 <https://alpslabel.wordpress.com/2017/01/26/alt/>
- 8 <https://www.irfanview.com/>
- 9 <https://github.com/vxy10/ImageAugmentation/blob/master/README.md>
- 10 <https://blog.opositatest.com/tecnicas-de-estudio-timebox-o-caja-del-tiempo/>