



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

FACULTADE DE INFORMÁTICA

TRABALLO FIN DE GRAO

GRAO EN ENXEÑARÍA INFORMÁTICA

Mención en Enxeñaría do Software

**Aplicación web para a análise do
comportamento humano en zoas transitadas**

Autor: Xoan Iago Suárez Canosa

Director: Cancela Barizo, Brais

Director: González Penedo, Manuel Francisco

Director: Novo Buján, Jorge

Director: Ortega Hortas, Marcos

A Coruña, 1 de setembro do 2015

*A Meus pais Elvira e Manolo, que grazas ao seu
esforzo e cariño permitíronme chegar ata aquí*

Agradecementos

En primeiro lugar grazas a Brais Cancela por toda a axuda e o apoio que me brindou ao longo destes meses, xa que sen a súa achega este proxecto non tería nin sequera comezado. Grazas tamén a tódolos compañeiros da facultade que coñecín ao longo deste increíbles anos, deles aprendín a meirande parte do que sei e ademais pasamos momentos inesquecibles. Por último agradecer á miña familia e ao resto dos meus amigos por soportar día a día cada un dos meus defectos e permitirme gozar das vosas virtudes.

Resumo

No mundo da seguridade, un dos maiores retos que se propoñen hoxe en día é a detección de condutas sospeitosas. Esta situación vólvese cada vez máis complexa ao aumentar o número de cámaras a vixiar, polo que é imprescindible dispoñer dunha ferramenta que facilite esta tarefa.

Este proxecto consiste nunha aplicación web que emprega funcionalidades relativas á análise do comportamento en zoas transitadas, incluíndo visualización de vídeo e distintas capas que mostran información de alto nivel sobre o comportamento detectado.

En concreto esta ferramenta encargase de detectar a todos aqueles obxectos ou persoas que aparecen nunha secuencia de vídeo, aplicando un algoritmo para medir o 'grao de anormalidade' da súa conduta en base aos movementos que realizan.

Palabras chave

Análise Comportamento, Comportamento Humano, Aplicación Web, Django.

Índice xeral

1. Introducción e Obxectivos	1
2. Fundamentos Teóricos e Conceptos Previos	3
2.1. Arquitectura web	3
2.2. Análise do comportamento	4
2.3. Programación Web	5
2.3.1. Desenvolvemento Áxil	5
2.3.2. Soporte para transaccións	6
2.3.3. Object-Relational Mapping (ORM)	6
2.3.4. Xestión de Layout	6
2.3.5. AJAX	6
2.3.6. Outras cuestións da web	7
2.4. O Vídeo	7
2.4.1. Codec's	7
2.4.2. Formato de Vídeo	8
2.4.3. Streaming de Vídeo	9
2.4.4. Pseudo Streaming ou Descarga Progresiva	9
2.4.5. Streaming	9
3. Análise de antecedentes e alternativas	11
3.1. Software de carácter privativo	11
3.2. Software libre	12

4. Metodoloxía seguida no desenvolvemento de Proxecto	15
4.1. As metodoloxías áxiles	15
4.2. Persoas	16
4.2.1. ProductOwner	16
4.2.2. ScrumMaster e Development Team	16
4.3. Reunións	17
4.3.1. Sprint Planning Meeting	17
4.3.2. Daily Scrum	17
4.3.3. Sprint Review	17
4.3.4. Sprint Retrospective	17
4.4. Control de Versións con GitHub	17
4.5. Integración Continua con Travis CI	18
4.6. Control da cobertura con Coveralls	18
4.7. Xestión de Incidencias e Control de Proxecto con YouTrack	20
5. Tecnoloxías Empregadas	23
5.1. Estudo comparativo das tecnoloxías web	23
5.1.1. Back-End	24
5.1.2. Front-End	25
5.2. Navegador Ciente	27
5.2.1. HTML5	27
5.2.2. CSS3	29
5.2.3. Javascript	30
5.3. Sistema de Recoñecemento	33
5.3.1. OpenCV	33
5.3.2. Extensible Markup Language (XML)	34
5.4. Servidor Web	34
5.4.1. FFmpeg	35
6. Desenvolvemento	37
6.1. Funcionalidades desexadas	37

6.2.	v0.1 Cargar e Visualizar vídeos	38
6.2.1.	Carga de Vídeo	39
6.2.2.	Reproducción de Vídeo	40
6.3.	v0.2 Subida e conversión de vídeos	43
6.3.1.	Lista de vídeos e Imaxe de Portada	44
6.3.2.	Sistema de Notificacións	45
6.4.	v0.3 Xerar e mostrar deteccións básicas	48
6.4.1.	Análise de Vídeo	48
6.4.2.	Mostrar Deteccións	52
6.5.	v0.4 Arranxar bug's e mellorar a estratexia de probas	56
6.5.1.	Re-analizar vídeo	57
6.6.	v0.5 Traxectorias	57
6.6.1.	Táboa de Deteccións	59
6.6.2.	Lista de Deteccións actuais	62
6.7.	v0.6 Detección do comportamento anómalo	64
6.7.1.	Popups de deteccións sospeitosas	66
6.8.	v1.0 Memoria e posta en produción	69
6.8.1.	Dominio	70
6.8.2.	Hosting	72
6.8.3.	Configuración do Servidor	72
6.8.4.	Axustes de Produción	72
7.	Validación	75
7.1.	Probas Unitarias	75
7.1.1.	Política de acceso ás páxinas web	75
7.1.2.	Probas da Capa Web con Javascript	76
7.2.	Probas de Integración	77
7.2.1.	Probas Funcionais Selenium	77
7.3.	Probas de Sistema	78
7.4.	Probas de Aceptación	78
7.5.	Calidade	78

8. Planificación e Avaliación de Custes	81
9. Resultados e Conclusións	89
10. Liñas Futuras	91
10.1. Incidencias rexistradas como abertas ou re-abertas en YouTrack	91
10.2. Outras funcionalidades de interese	93
10.2.1. Vídeo en Directo	93
10.2.2. Panel de Control	93
A. Apéndice	95
A.1. Notas acerca da Terminoloxía	95

Índice de figuras

2.1. Clásica arquitectura dunha aplicación web empresarial	5
2.2. Diagrama conexión RTPS	10
4.1. Imaxe de parte do ficheiro .travis.yml	19
4.2. Panel Áxil da ferramenta de xestión de incidencias YouTrack	21
5.1. Diagrama da Arquitectura do Sistema	28
6.1. Formulario para a creación de vídeos	39
6.2. Diagrama de secuencia do proceso seguido cando se fai o Submit do Formulario de creación de vídeos (1)	41
6.3. Diagrama de secuencia do proceso seguido cando se fai o Submit do Formulario de creación de vídeos (2)	42
6.4. tag en html5, coas súas fontes e coas capas <i>< canvas ></i> asociadas	43
6.5. Captura de pantalla da páxina web SuccessfulUpload	45
6.6. Capturas de pantalla do sistema de Notificacións	46
6.7. Diagrama de Clases do sistema de subida	47
6.8. Diagrama de secuencia da análise do vídeo na capa web	48
6.9. Interfaze de liña de comandos do Sistema de recoñecemento	50
6.10. Diagrama de clases do paquete XmlRecognition	51
6.11. Diagrama de clases simplificado do patrón observador na capa web	54
6.12. Xeración do atributo fps no lado servidor	55
6.13. Diagrama completo da clase Detection	56

6.14. Capturas de pantalla que amosan os distintos estados do botón de re-analise	57
6.15. Diagrama do cálculo da traxectoria	58
6.16. Diagrama que mostra o aclarado de cores	59
6.17. Captura de pantalla que amosa a táboa de obxectos detectados	60
6.18. Diagrama de clases que amosa detalladamente a relación entre as clases Detection e VideoDetections	61
6.19. Captura de pantalla que amosa a lista de obxectos detectados	62
6.20. Captura de pantalla que amosa o popover da lista de deteccións actuais	63
6.21. Ratio de anormalidade gardado nun documento XML	64
6.22. Captura de pantalla do compoñente slider da biblioteca jQuery UI . . .	65
6.23. Captura de pantalla que amosa o comportamento das deteccións sospei- tosas	66
6.24. Diagrama de clases simplificado para a ventá emerxente de deteccións sospeitosas	68
6.25. Captura de pantalla que amosa a ventá de deteccións sospeitosas	69
6.26. Diagrama que explica os problemas resoltos para implementar o efecto zoom	70
6.27. Panel de control da ferramenta land1	71
8.1. Gráfica do fluxo de tarefas acumulado ao longo do proxecto	84
8.2. Gráfica da evolución do proxecto	85
8.3. Táboa de horas adicadas ao proxecto por versión (1)	86
8.4. Táboa de horas adicadas ao proxecto por versión (2)	87

Índice de Táboas

6.1. Táboa de formatos de vídeo soportados polos distintos navegadores . . .	44
--	----

Capítulo 1

Introdución e Obxectivos

O seguimento de obxectos é o proceso de estimar no tempo a localización de un ou mais obxectos en movemento empregando as imaxes captadas por una cámara. A crecente mellora na potencia de cálculo dos procesadores actuais, xunto coa dixitalización dos sensores de imaxe propiciou dende comezos de século a aparición de novos algoritmos de análise que aportan cuantiosas melloras a este campo.

Neste aspecto, o Grupo de Visión Artificial e Recoñecemento de patróns (VARPA) da UDC leva anos investigando para aportar á comunidade científica os seus propios algoritmos e desenvolver novas aplicación que empreguen estes algoritmos para detección de persoas, vehículos, ou calquera outro obxecto susceptible de seres estudado. En concreto, o grupo posúe ferramentas que permiten o seguimento en zoas transitadas nas que poden aparecer multitude de obxectos a seguir simultaneamente.

Co fin de achegar estes métodos de análise á súa aplicación final, propónse dende o laboratorio a construción dunha web, que sexa capaz de reproducir vídeos, e sobre eles mostrar distintas capas con información de alto nivel, como pode ser a resultante de detectar obxectos, medir o seu grao de anormalidade, a súa velocidade, etc.

Seleccionase unha arquitectura web xa que a diferenza das arquitecturas de escritorio, proporciona ás persoas que acceden á web independencia do Sistema Operativo empregado e dispoñibilidade dende calquera lugar con acceso a rede, evitando así as dificultades asociadas coa instalación ou actualización da aplicación.

Capítulo 2

Fundamentos Teóricos e Conceptos Previos

O desenvolvemento dunha aplicación web non é algo trivial e mais se temos en conta todas as peculiaridades que este proxecto contén. Para a súa comprensión é preciso coñecer unha serie de conceptos teóricos que se expoñen a continuación:

2.1. Arquitectura web

Neste proxecto séguese unha Arquitectura Web baseada no modelo cliente-servidor, que consiste nun lado servidor que distribúe os recursos como poden ser o contido multimedia (vídeos, imaxes, etc) ou as páxinas web ao outro lado, o cliente, que típicamente corre nun navegador web interpretando as páxinas html e o código javascript asociado a estas.

No noso caso a parte servidor estará dividida en dúas compoñentes claramente diferenciadas, o sistema para a análise do comportamento, e a aplicación web que permitirá o acceso a este, os fundamentos de ámbalas dúas partes explícanse a continuación.

2.2. Análise do comportamento

É un dos campos de investigación mas activos hoxe en día. A idea principal na que se centran estes sistemas como o que nos ocupa é a de detectar calquera acción levada a cabo polos obxectos involucrados nunha escena de vídeo. Un obxecto é calquera cousa que debe ser seguida, polo que dependendo do tipo de problema estes obxectos poden ser dunha natureza ou doutra. O tipo de accións a detectar tamén depende da tipoloxía do sistema, xa poden ser comportamentos individuais(camiñar, correr, loitar...) ou grupais (reunirse, abandonar un grupo de persoas...).

Tanto neste proxecto como nos sistemas para a análise do comportamento en xeral, pódense discernir tres tarefas importantes que colaboran entre si[1]:

- **Detección de Obxectos:** Partindo dunha secuencia de vídeo como entrada obtéñense os distintos obxectos que aparecen en cada fotograma da escena. Para este fin empréganse técnicas de visión por computador.
- **Seguimento de Obxectos:** A partires da información obtida na detección, asígnanselle identificadores a cada obxecto detectado no vídeo, agrupando se procede distintos obxectos baixo o mesmo identificador en caso de considerarse que estes obxectos forman parte de un grupo ou unha mesma detección.
- **Análise do comportamento de Alto Nivel:** Unha vez obtida a información dos dous pasos anteriores pódese catalogar o comportamento de cada detección empregando técnicas de recoñecemento de patróns.

Os resultados mais destacables destas técnicas cos que a aplicación terá que traballar serán:

- A lista de obxectos detectados para cada un dos fotogramas e a súa posición neles
- A traxectoria de cada un dos obxectos detectados
- O grao de anormalidade da traxectoria seguida por un obxecto en cada un dos fotogramas
- A velocidade de un obxecto determinado.

Estas tres tarefas requiren dunha serie de cálculos matemáticos baseados en técnicas moi diversas, para realizar toda esta serie de cálculos, empregase algunha biblioteca de código que simplifique o traballo a realizar, e neste caso, esta biblioteca é OpenCV.

2.3. Programación Web

A programación web de aplicacións de carácter empresarial require do coñecemento da rede, ademais do de unha serie de ferramentas e estratexias para chegar a un deseño sostible e de calidade.

A arquitectura clásica das aplicacións web pódese ver no gráfico 2.1

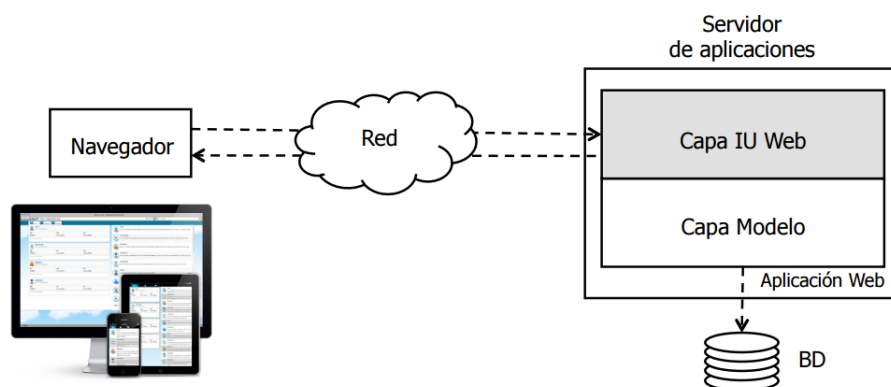


Figura 2.1: Clásica arquitectura dunha aplicación web empresarial

As técnicas e estratexias mais importantes á hora de construír unha aplicación web relátanse nos puntos subseguintes:

2.3.1. Desenvolvemento Áxil

Para reducir custos e poder proporcionar solucións rápidas é preciso que as aplicacións web's de carácter empresarial se leven a cabo en pouco tempo e con bos principios de enxeñaría, a isto contribúen en gran medida as tecnoloxías que se amosan a continuación.

2.3.2. Soporte para transaccións

Unha transacción nun Sistema Xestor de Base de Datos (SGBD) é un conxunto de ordes que se executan formando unha unidade de traballo, de forma invisible e atómica. As transaccións cobran gran importancia nas aplicacións web debido á inestabilidade da rede e á concorrencia dos distintos clientes conectados, polo que é axuda a un desenvolvemento moi áxil que a tecnoloxía traia a súa xestión integrada.

2.3.3. Object-Relational Mapping (ORM)

Os mapeado obxecto-relación é unha das técnicas de programación que mais velocidade imprimen na construción de webs, xa que converte os datos dunha linguaxe Orientada a Obxectos (OO) a datos de un sistema relacional no que son persistidos e viceversa, aforrando ao programador o traballo de ter que programar o código para esta tarefa. É desexable pois que a tecnoloxía a empregar dispoña de un mapeador obxecto-relacional ben integrado, algúns exemplos disto poden ser: a combinación Java+Maven+Hibernate, o EF(Entity Framework) de Microsoft ou os Models de Django.

2.3.4. Xestión de Layout

Tamén resulta moi practico dispoñer dunha linguaxe de prantilla que permitan xerar contido html ben estruturado dinamicamente. Algúns exemplos son o Sistema de Templates de Django, o Sistema JSP de Spring, a librería Thymeleaf ou os compoñentes de ASP.NET. Todos eles axudan a xerar contido HTML de xeito sinxelo e escalable que logo será enviado ao cliente, de todos os xeitos esta parte cliente as veces precisa comunicarse co servidor sen que sexa preciso unha recarga da páxina e para elo empregase AJAX.

2.3.5. AJAX

AJAX ou Asynchronous JavaScript And XML é unha tecnoloxía da web empregada para crear aplicacións interactivas, estas aplicacións executanse no navegador dos usuarios mentres manteñen unha comunicación asíncrona co lado servidor en segundo

plano. Normalmente emprégase javascript coma linguaxe para a realización das chamadas asíncronas en combinación con algunha linguaxe para a definición de obxectos como XML ou JSON, para as que ademais os propios navegadores adoitan a facilitar ferramentas de parsing.

2.3.6. Outras cuestións da web

A maiores existe toda unha gama de outras funcionalidades que cobran importancia cando deseñamos e construímos unha web como o manexo de erros nos formularios, internacionalización (i18n), visualización de grande cantidades de datos(en listas ou táboas), seguridade...

2.4. O Vídeo

O vídeo permite gravar, procesar, almacenar e transmitir información en forma de imaxe en movemento, esta imaxe en movemento soe estar composta por unha serie de imaxes estáticas chamadas fotogramas, que se manexan a unha velocidade alta causando o efecto de que o que se está a ver está en movemento.

Non obstante o vídeo en formato electrónico non almacena necesariamente todas as imaxes de forma individual xa que isto suporía moita información redundante. En lugar disto empréganse técnicas de codificación-decodificación (codec's) que comprimen e descomprimen os datos para facilitar o seu manexo.

2.4.1. Codec's

Os codec's teñen como función principal a de transformar unha sinal de vídeo para que poida ser visto. A maioría dos codec's provocan con cada transformación unha perda de información para conseguir un tamaño final o mais pequeno posible, estes codec's chámanse lossless (con perda) e a pesares de que perden calidade soe compensar pola cantidade de espazo que aforran.

A parte de este fenómeno da compresión tamén cobra moita importancia outros aspectos relacionados co vídeo como a reprodución e sincronización de son, os subtítulos

do vídeo... Todo isto depende do formato no que se almacene o vídeo.

2.4.2. Formato de Vídeo

O formato dun vídeo determina como se almacenan os distintos tipos de información involucrada como as imaxes que poden estar codificadas en varios codec, o son, os subtítulos... este formato correspóndese cunha extensión específica do arquivo que o contén, como por exemplo:

- **AVI (Audio Video Interleaved):** Sendo un dos formatos máis famosos pode conter un vídeo dunha calidade excelente pero soe requiren dunha gran capacidade. Os codec's que se soen empregar neste formato pola súa capacidade de compresión e calidade aceptable son DivX y XviD, inda que tamén se permiten outros como DV(Digital Video), CinePak...
- **MKV (Matroska):** É un formato de código aberto que basea o seu nome nas clásicas bonecas Matrioskas. Ten capacidade para conter tanto vídeo, son e subtítulos en diferentes idiomas, empregándose como códec de vídeo normalmente algunha implementación de H.264, como por exemplo x264. Mentres que para o son é habitual empregar o codec de audio Vorbis.
- **WebM (Google, 2010):** Un dos formatos máis recentes é o WebM (WebMovie), un proxecto lixeiramente baseado en Matroska adquirido e liberalizado por Google en 2010 co obxectivo de empregalo con HTML5 como estándar libre. O formato ten un excelente rendemento e xunto ao codec VP9, motivo polo cal forma parte dos recomendados pola W3C.
- **Formato OGG (Xiph.Org, 1993):** O formato contedor OGG é un formato libre deseñado para incluír vídeo, son, subtítulos e metadatos. O vídeo en este formato soe estar codificado co codec Theora, que se basea nunha versión liberada de VP3. Tamén se emprega para este tipo de empaquetado a extensión .OGV, mais o que marca o estándar é a extensión .OGG.
- **MP4 - MPEG (Moving Pictures Expert Group):**

O Moving Picture Experts Group (MPEG) é un grupo de expertos da ISO (Organización Internacional de Normalización) e da Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) para crear estándares en canto ao mundo do audio e o vídeo.

Froito do traballo deste grupo naceron os formatos MPEG-1 (calidade CD), MPEG-2 (calidade DVD), MPEG-3 (orientado ao audio MP3) e MPEG-4 que é o que mais nos interesa xa que vai enfocado á compresión de vídeo e son na web, podendo incluír tamén subtítulos ou imaxes de referencia. O ficheiros de este último formato teñen extensión .mp4.

2.4.3. Streaming de Vídeo

Dado que este proxecto está centrado no tratamento de vídeo, é de especial importancia ver de que xeitos podemos distribuílo e reproducilo a través da rede. A estes efectos existen dúas grandes alternativas que varían en canto ao seu grao de escalabilidade, dificultade de implementación, e calidade final do servizo:

2.4.4. Pseudo Streaming ou Descarga Progresiva

Consiste na descarga do vídeo por fragmentos, típicamente empregando o protocolo HTTP. Neste formato, o reprodutor vai acumulando fragmentos de vídeo ata obter os precisos como para comezar a reprodución, mais se o ancho de banda fose insuficiente, o vídeo remataría por pararse. Este sistema é o empregado por servizos como YouTube, Vimeo, DailyMotion...

Será a opción empregada por motivos de simplicidade, mais compre explicar tamén o verdadeiro Streaming, xa que é a diferenza do pseudo-streaming pode ser empregado para a emisión de contido en directo como o dunha cámara de seguridade.

2.4.5. Streaming

O verdadeiro streaming (do inglés True Streaming) consiste na emisión en directo do contido multimedia a través da rede, que o reprodutor reproduce no momento que recibe. Este outro xeito de distribuír vídeo, apoiase en axustar a calidade do vídeo ao ancho de banda do que dispón o cliente, evitando así interrupcións na reprodución.

O protocolo mais destacable á hora de empregar este tipo de streaming é RTSP (Real-Time Streaming Protocol) que operando a nivel de aplicación permite controlar un ou varios fluxos sincronizados de contido multimedia como se pode ver na figura 2.2.

Por unha parte RTSP soe empregar o Real-Time Transport Protocol (RTP) sobre UDP (User Datagram Protocol) para o transporte de contido multimedia, maximizando así o emprego da rede pero sen garantir un mínimo na calidade do servizo.

E por outra parte RTSP emprega o Real-time Control Protocol (RTCP) sobre TCP (Transmission Control Protocol) para a transmisión periódica de paquetes de control da sesión, o diagnóstico de fallos e o control de la calidade da transmisión.

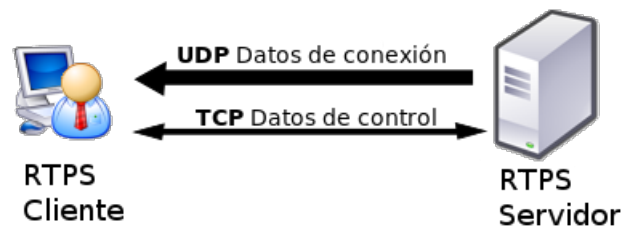


Figura 2.2: Diagrama conexión RTSP

RTSP asemellase a HTTP no formato das peticións/reposas e na sintaxe, pero dispoñendo dun estado que permite tanto a clientes como a servidores facer peticións.

Tamén existen outros protocolos propietarios como MMS (Microsoft Media Server) ou RTMP (Real-Time Messaging Protocol) e RTMFP (Real-Time Media Flow Protocol) de Adobe.

Capítulo 3

Análise de antecedentes e alternativas

En canto aos produtos existentes ate o momento, hai que diferenciar aqueles produtos da empresa privada que prometen grandes resultados pero dos cales debido á falta de medios non se pode comprobar o seu correcto funcionamento, daqueles que pertencen ao mundo do software libre ou que están apoiados en documentos científicos e que si teñen unha reputación contrastada.

3.1. Software de carácter privativo

Do primeiro grupo pódese salientar toda unha serie de ferramentas que permiten o tratamento de distintas señais de vídeo procedentes de varias cámaras sobre as que se executa unha análise que dependendo do produto ofrecen uns datos ou outros. Algúns exemplos de estes produtos son:

- **CyeWeb**[2] É unha aplicación de escritorio para monitorización de cámaras de vixilancia que segundo detallan na súa páxina web permite detección de movemento, conteo de obxectos, detección de aparcamentos en zoas non permitidas, detección de obxectos conflictivos...
- **Cerebrus Intelligent Video Analytics**[3] Outra aplicación de escritorio que

tamén obtén en directo o vídeo de varias cámaras de vixilancia e mostra sobre este vídeo unha análise de alto nivel capaz de detectar intrusos, monitorizar de vehículos, detectar obxectos abandonados, contar persoas, etc.

Tamén en software privativo pero mais enfocados cara o tema da análise de comportamento e menos focalizados como programas de video-vixilancia temos outra serie de produtos como poden ser:

- **Nolus:**[4] Dende esta empresa aseguran que o seu software é capaz de recoñecer distintos patróns de comportamento en seres humanos e en animais.
- **WINalyze:**[5] WINalyze é unha aplicación de escritorio para a análise de vídeo procedente tanto de cámaras en vivo como de ficheiros, que permite analizar os movementos realizados por un obxecto do que se seguen distintos puntos de interese. Está baseado nunha serie de artigos científicos de comezos dos anos noventa sobre o seguimento de píxeles e puntos de interese que se poden consultar na web da empresa á que pertence[6].
- **Huygens Software - ObjectTracker**[7] Huygens Software Suite é un conxunto de paquetes para o procesamento de imaxes. Esta suite centrada na análise de partículas inclúe funcionalidades como análise interactivo, visualización de volumes en 2D e 3D, funcionalidades para tratamento de imaxes procedentes de microscopio ou no tracking de obxectos mediante fluxo óptico: estudo das posicións, traxectorias, velocidades ...

3.2. Software libre

En este apartado ao igual que no anterior analizamos dous tipos de software, que non están intrinsecamente ligados entre si, senón que parece seguir liñas un pouco independentes. Por un lado están os programas de vídeo-vixilancia que implementan algún tipo de análise do comportamento e por outro lado as aplicacións para investigación científica que permiten detectar comportamento e estudalo mais en detalle.

Do primeiro grupo podemos destacar:

- **iSpy:**[8] iSpy é un dos software's libres para vídeo-vixilancia mais completos do mercado. Emprega unha arquitectura moi semellante á que se precisa neste traballo fin de grao, cun servidor que recolle os sinais de vídeo para logo ofrecelas mediante un acceso web dende calquera navegador. Ao ser un proxecto de código libre sempre é posíbel descargalo para realizar sobre é as modificacións relativas á análise do comportamento, mais isto non é preciso posto que dispón da posibilidade de acoplar plugins que modifican ou amplían o seu comportamento. Son de especial interese os plugins dispoñíbles para realizar tarefas de visión por computador[9], como poden ser Detección e seguimento de actividades, recoñecemento de matriculas, conteo de persoas, detección de caras ou análise do comportamento.
- **ZoneMinder:** [10] ZoneMinder é xunto con iSpy un dos software's de vídeo-vixilancia libres mais completo e potente proporcionando toda unha serie de funcionalidades para amosar vídeo de cámaras IP, de circuíto de televisión ou USB. Segue ao igual que iSpy unha arquitectura cliente-servidor, e inda que non ten un abanico de plugins tan rico como o de iSpy dispón de Detección de Movemento integrado[11].

En outra liña diferente, tamén son de interese proxectos de carácter mais investigador que permiten análise do comportamento como son:

- **SwisTrack:**[12] SwisTrack é unha ferramenta incrivelmente versátil para o seguimento de obxectos, animais, humanos... empregando como fonte de datos unha cámara ou ben un arquivo de vídeo. Distribúese como unha aplicación de escritorio escrita en C++, e que emprega as funcionalidades de OpenCV. É de destacar unha opción que permite acceder aos datos da súa análise vía web. O programa dispón dunha interface TCP(Transmission Control Protocol), que amosa en formato text-based NMEA 0183 protocol o resultado dos compoñentes de saída que escriban nela.
- **Community Core Vision:**[13] É un proxecto moi similar a SwisTrack, con un pouco menos de transcendencia pero con soporte multiplataforma, tamén creado

como interface de escritorio permite escoller entre 27 opcións de análise diferentes para o tratamento do vídeo.

- **Seguimento de Insectos ou partículas:** Neste campo tamén son de especial utilidade os programas de tracking, de feito existen dous destacables sistemas para a análise do comportamento dos insectos: BIO-TRACKING [14] e Ctrax[15], ambos permiten unha detallada análise para determinar cales son os comportamentos destes animais en función das traxectorias que seguen no seu camiño ou as zoas que mais frecuentan dentro dun determinado entorno.

Capítulo 4

Metodoloxía seguida no desenvolvemento de Proxecto

Os diferentes obxectivos do proxecto abordáronse seguindo a Metodoloxía SCRUM, adaptada a un proxecto de un solo Developer.

Esta metodoloxía áxil tamén chamada melé pola súa inspiración no Rugby, permite un desenvolvemento rápido en situacións de requisitos inestables. Apoíase no seu carácter iterativo e incremental, dividindo o traballo a realizar en períodos de aproximadamente un mes chamados Sprint's.

Para a realización deste traballo de fin de grao foi preciso adaptala, pois está pensada en principio para organizar equipos de entre 3 a 9 persoas (Team) mentres que neste caso só se contará cunha única persoa para desenvolver todo o proxecto. Por outro lado, o marco de traballo planifica reunións diarias (Daily Scrum), ao supoñer que todos os membros do equipo traballan unha xornada laboral enteira entre cada unha destas reunións, o cal tampouco se dá no caso deste proxecto, xa que a dedicación será de determinadas horas nos momentos dispoñibles.

4.1. As metodoloxías áxiles

Escolleuse unha metodoloxía áxil como SCRUM para este proxecto xa que as metodoloxías áxiles en xeral son unha forma excepcional de minimizar os riscos asociados

grazas ao seu carácter iterativo (abordase por iteracións curtas de tempo) e incremental (as funcionalidades do proxecto crecen en cada iteración). Este carácter obriga a levar a cabo as fases de planificación, análise de requisitos, deseño, codificación, revisión e documentación en cada Sprint, o cal se se compara coas metodoloxías clásicas fai que tras un Sprint se poida axustar o seguinte en función de todo o aprendido, sen a necesidade dunha longa experiencia para poder planificar con exactitude.

Outra faceta importante das metodoloxías áxiles é a falta de documentación, isto está motivado polos sucesivos cambios que se producen nestes proxectos por mor do seu carácter adaptativo, e que serían moito mais custosos se ademais de modificar o propio software fose preciso modificar longas listas de documentación asociada. Por este motivo, neste sistema: a análise de requisitos plasmarase como unha lista de tarefas que pasan ao Sprint Backlog, os diagramas de deseño só se elaborarán para as partes mais críticas do sistema, no código evítaranse comentarios innecesarios, e o plan de probas realizarase empregando unha folla excel en vez de un extenso documento de texto.

4.2. Persoas

Os tres papeis que se definen nesta metodoloxía [16] foron adaptados do seguinte xeito:

4.2.1. ProductOwner

O papel de ProductOwner, que define os requisitos da aplicación estivo representado polo director de proxecto Brais Cancela, que participou na creación do Anteprojecto. En certos momentos o señor Cancela tamén desempeñou a función de membro do equipo, posto que é foi autor do algoritmo de análise de vídeo.

4.2.2. ScrumMaster e Development Team

Ambos papeis leváronse a cabo polo autor, xa que carece de sentido definir ambas figuras nun equipo de unha soa persoa. De este xeito á par que se desenvolvía o proxecto, íase asegurando o cumprimento das regras de SCRUM.

4.3. Reunións

As reunións pola súa parte modifícanse do seguinte xeito:

4.3.1. Sprint Planning Meeting

Esta reunión mantén o mesmo formato que no SCRUM puro, xuntando ao autor co ProductOwner e concretando as tarefas do Product Backlog que se realizarán no seguinte Sprint, pasando por tanto a formar parte do Sprint Backlog.

4.3.2. Daily Scrum

Dado que o equipo de Desenvolvemento e o ScrumMaster están conformados pola mesma persoa e que o número de horas diarias adicadas é moito menos ao dunha xornada laboral, considerouse oportuno substituír esta reunión diaria por unha reunión dúas veces á semana (Martes e Xoves pola tarde normalmente). Na que se mostrase ao ProductOwner o avance do proxecto.

4.3.3. Sprint Review

Esta reunión fusionase co Sprint Planning Meeting, xa que ao mesmo tempo valorase o traballo realizado no Sprint que remata e, en base a el, planifícase a seguinte Iteración.

4.3.4. Sprint Retrospective

Pola súa parte, esta reunión toma un carácter unipersoal, pasando a ser unha valoración do propio autor sobre as persoas, relacións, procesos e ferramentas implicadas no último Sprint. Nela avalíase os elementos con éxito e os suxeitos a melloras, creando un plan para implementar estas melloras na seguinte iteración.

4.4. Control de Versións con GitHub

Os sistemas de control de versións permiten a xestión dos distintos cambios efectuados sobre un produto software ou sobre a súa configuración. Facilitando a administración das distintas versións do produto.

En concreto, GitHub é unha plataforma de desenvolvemento colaborativo que emprega o sistema de control de versións Git. Escolleuse empregar este sistema pola súa potencia e simplicidade, xa que proporciona libre acceso aos titores para comprobar o avance do proxecto, e a súa vez asegura que o código este sempre a bo recaudo.

A páxina do proxecto é: <https://github.com/iago-suarez/ancoweb-TFG>

4.5. Integración Continua con Travis CI

A Integración Contínua (CI do ingles Continuous Integration) é un modelo informático que consiste en facer integracións automáticas dun proxecto o mais a miúdo posible para así poder detectar os posibles erros o antes posible, minimizando as súas posibles consecuencias. Outro factor importante é o feito de garantir que a versión subida ao repositorio segue a funcionar con independencia do entorno de desenvolvemento. Enténdense como pertencentes á integración continua a compilación e a execución das probas de todo un proxecto.

Travis CI é unha plataforma de integración continua para proxectos aloxados en GitHub, que detecta automaticamente cando se produce un cambio no repositorio, e executa unha serie de pasos definidos no ficheiro `.travis.yml` 4.1, que contén as accións a realizar antes, durante e tras a as probas.

Escolleuse Travis CI, pola súa integración con GitHub, pola súa potencia (permite executar practicamente todo o que se pode executar nunha máquina local) e pola súa sinxela integración con outras ferramentas como Coveralls.

4.6. Control da cobertura con Coveralls

Coveralls é un servizo online que axuda a facer seguimento e control da cobertura de código para proxectos open-source aloxados en GitHub. É tremendamente sinxelo de empregar e ademais está moi ben integrado con Travis CI, de xeito que cunha única liña de configuración podese facer que o servidor de Travis CI envíe os resultados da cobertura a Coveralls cando as probas se pasen correctamente.

Neste proxecto empregárase nun comezo para facer seguimento dos test realizados

```
- cd
- curl -o ~/ffmpeg.tar.xz http://johnvansickle.com/ffmpeg/re
- tar xf ~/ffmpeg.tar.xz
- rm -rf ~/ffmpeg-*--static/{manpages,presets,readme.txt}
- mkdir ~/bin
- ls -la
- cp ~/ffmpeg-*--static/* ~/bin
- chmod 700 ~/bin/{ffmpeg,ffprobe,ffmpeg-10bit,qt-faststart}
- cd && rm -rf ffmpeg{.tar.gz,*--static}
- PATH=$PATH:~/bin/
- cd $PROY_DIR
# Config the xvfb server to selenium tests
- "export DISPLAY=:99.0"
- "sh -e /etc/init.d/xvfb start"
- "/sbin/start-stop-daemon --start --quiet --pidfile /tmp/cu
screen 0 1280x1024x16"
install:
- pip install -r requirements.txt
- pip install coveralls
before_script:
- cd src/RecognitionSystem
- make CONF=Debug
- cd ..
# command to run tests
script:
- python manage.py migrate
- python manage.py test -v 2
- coverage run --source='.' manage.py test
after_success: coveralls
```

Figura 4.1: Imaxe de parte do ficheiro .travis.yml

sobre a parte servidor inda que é posible que mais adiante se empregue tamén para a parte cliente.

4.7. Xestión de Incidencias e Control de Proxecto con YouTrack

Co fin de levar a cabo un control das tarefas do Product Backlog e Sprint Backlog realizadas e pendentes empregárase YouTrack como Sistema de Xestión de Incidencias (Issue Tracking System). Un sistema de xestión de incidencias serve para xestionar as distintas incidencias (Tarefas pendentes, Bug's, Problemas de usabilidade ou rendemento...) que poidan ter lugar nun entorno como o proxecto web que nos ocupa. A estes efectos YouTrack mostrase como un completo sistema de incidencias que permite a estimación e xestión de tempos, o emprego de comentarios para cada incidencia, buscas avanzadas, filtrado de incidencias, etc.

Nótese que tamén se tiveron en conta outros sistemas de xestión de Incidencias como Redmine ou o sistema de xestión de incidencias integrado de GitHub, pero finalmente escolleuse YouTrack pola súa coherencia coa filosofía áxil que se pode ver nos seus Paneis Áxiles, neles pódense xestionar todas as incidencias dun Sprint mediante o modelo Kanban, simplemente desprazando unha tarefa da columna de Tarefas Abertas á de Tarefas en Curso ou de esta última á de Tarefas Solucionadas. A vista que YouTrack ofrece pódese ver na captura da figura 4.2

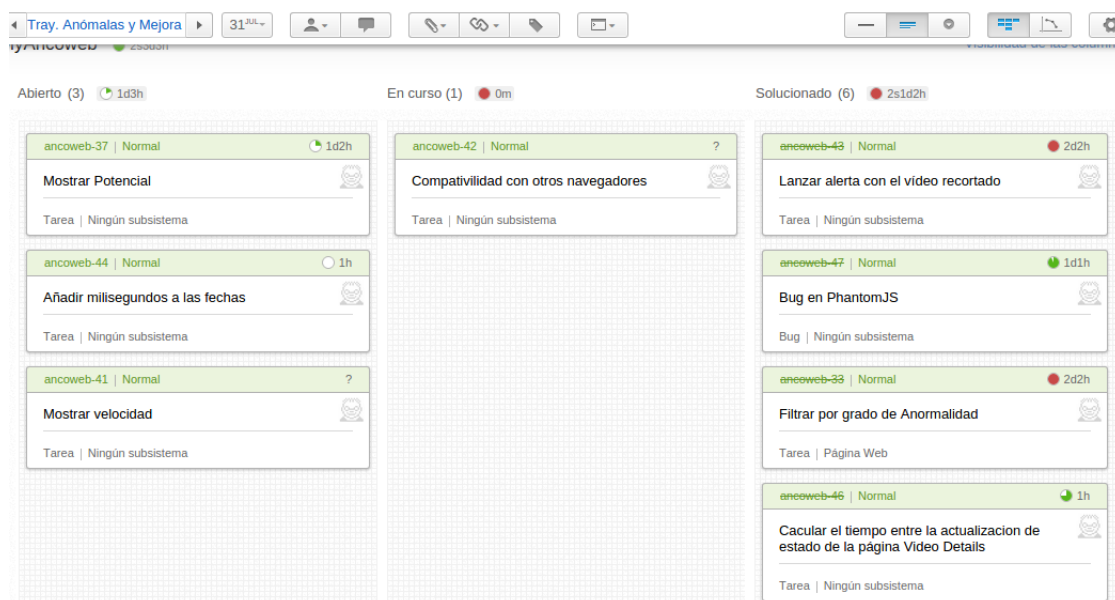


Figura 4.2: Panel Áxil da ferramenta de xestión de incidencias YouTrack

Capítulo 5

Tecnoloxías Empregadas

O feito de traballar na web, e moito mais o de facelo no ámbito da análise de vídeo, requiren que este sexa un proxecto cuns altos niveis de integración no que toman parte toda unha serie de librerías e ferramentas software que axudan a alcanzar os fins desexado.

Nesta primeiras sección procederase a explicar que tecnoloxías se tiveron en conta á hora de escoller o xeito de implementar este proxecto e con que criterios, para a continuación proceder cunha explicación detallada de cada unha de elas.

5.1. Estudo comparativo das tecnoloxías web

Para a elaboración de este traballo de fin de grao, é preciso seleccionar unha serie de tecnoloxías tanto para o lado servidor coma para o lado cliente, vamos a empregar os seguintes criterios para poder comparalas entre si e escoller entre elas a que mellor se adecúan ás necesidades do proxecto.

- **Plataforma e Portabilidade**

Segundo as especificacións iniciais do proxecto, e de cara a facilitar a implementación deste, as ferramentas empregadas deben de executarse baixo os Sistemas Operativos baseados en Linux.

- **Compatibilidade co algoritmo de Procesado de Vídeo**

Dado que o algoritmo que procesa o vídeo foi parcialmente implementado en

C++, a tecnoloxía que se empregue para o desenvolvemento da parte web debe dispoñer da máxima compatibilidade con esta linguaxe de programación.

■ Desenvolvemento Áxil

A tecnoloxía que se seleccione ten que minimizar o custe en tempo e esforzo da implementación, por este motivo valorárase positivamente que dispoña de IDE's axeitados, facilidades de acceso a BD(Base de Datos), se é posible ORM(Object-Relational Mapping) integrado, recarga en quente... En xeral todo aquilo que permita axilidade e flexibilidade.

Posto que empregamos unha arquitectura baseada no modelo cliente-servidor, temos que determinar por un lado en que tecnoloxías vamos a construír o Servidor ou Back-End, e por outra parte o Cliente ou Front-End que se executará nun navegador.

5.1.1. Back-End

En canto ás tecnoloxías para a elaboración do Back-End, hai que ter en conta que procesará os datos proporcionados polo Front-End, atendendo as súas peticións, e xestionando o modelo de datos e os procesos implicados na aplicación. A maiores neste caso en concreto, o Back-End será o encargado de interactuar directamente co sistema de Análise de Vídeo.

As tecnoloxías estudadas para esta parte do sistema son as seguintes:

Java

Java é unha das linguaxes mais empregadas actualmente. Ademais existen diversos frameworks web como Tapestry ou SpringMVC e en canto as BD Hibernate, que facilitan o seu uso, mais é preciso integralos xa que non forman parte da plataforma en si. A súas posibilidades de integración con c++ son altas grazas á interface JNI(Java Native Interface), pero a súa configuración pódese volver tediosa. Un dos proxectos estudados para ver o seu funcionamento é Red5 [17].

C#

Esta linguaxe en combinación con .NET resulta unha combinación bastante áxil de cara á programación web, integrando na propia plataforma un deseñador Web e un ORM moi intuitivo. O gran problema polo que se descartou este entorno foi polo seu baixo grao de compatibilidade cos sistemas operativos Linux.

C - C++

C++ presenta como era de esperar a maior compatibilidade co algoritmo implementado, non obstante, inda que existen algunhas utilidades que facilitan o desenvolvemento web con esta linguaxe como Wt (Web Toolkit)[18], o grado de axilidade está moi por baixo do que facilitan o resto das combinacións. Tamén pode resultar de interese o coñecido proxecto Icecast[19], que fai streaming de vídeo sobre unha interface web.

Python + Django

Python presentase como a mellor opción para desenvolver o lado servidor, por unha parte dispón do módulo Subprocess[20] que permite executar calquera comando pola terminal maximizando así a modularidade e a integración co algoritmo en C++. Por outra parte Django[21] contén un potente ORM e un sistema de "Templates" que simplifica a parte web. Para concluír cabe destacar o feito de que python sexa unha linguaxe interpretada, xa que isto evita o paso previo de compilación.

5.1.2. Front-End

Unha vez seleccionada a tecnoloxía do lado servidor, é hora de ver que opcións existen para o Front-End, a parte do Sistema encargada da interacción co usuario.

Por unha parte están as tecnoloxías que pola súa transcendencia e nivel de aceptación cosideranse xa imprescindibles no desenvolvemento web, estamos a falar de HTML e CSS linguaxes de facto para definir o contido e o aspecto visual respectivamente dunha páxina web. De estas linguaxes seleccionaremos as súas versións mais recentes, que a día de hoxe son HTML5 e CSS3.

Sen embargo, noutros campos coma son a reprodución de vídeo e o control de elementos dinámicos non existe unha tecnoloxía que abarque a case completitude da rede, é por elo que neste capítulo estudaremos aqueles xeitos que permitan a reprodución de vídeo e a maiores o debuxado de figuras en movemento sobre este vídeo.

En canto á reprodución de vídeo e o control deste destacan principalmente dúas alternativas:

Vídeo en Flash

Vídeo Flash é a tecnoloxía de reprodución de vídeo mais empregada e madura en internet dende hai anos. Inicialmente creada por Macromedia e mercada por Adobe en 2005, permite crear elaboradas animacións vectoriais, que logo poden proxectarse sobre un vídeo, mentres que tamén manexa os eventos de reprodución de vídeo como o play ou o stop.

Ten certos problemas en tanto ao Posicionamento Web(SEO), reprodución en dispositivos móbiles, accesibilidade... pero o meirande de todos eles é que mentres que outros dos exemplos estudados son 100 % libres, Flash é un programa propietario para o que é preciso adquirir unha licenza.

Vídeo HTML5 + Javascript

Esta é outra das combinacións mais empregadas actualmente, xa que segue o estándar do W3C (World Wide Web Consortium)[22] no que se define como se han de mostrar e obter os vídeos dunha páxina codificada coa linguaxe HTML5., e destaca por seres extremadamente sinxelo en comparación con Flash ou outras tecnoloxías.

Se o comparamos con Flash podemos ver a seguintes **vantaxes**:

- Resulta moito mais sinxelo de codificar grazas a que é o navegador o que se encarga da reprodución do vídeo mentres que o programador só define o xeito de obtelo.

- Non precisa da instalación de ningún Plugin que poida dar problemas por exemplo en dispositivos móbiles.
- Mentres que HTML5 e Javascript son libres, Flash é unha tecnoloxía propiedade de Adobe.
- HTML5 + CSS3 dispón de mais facilidades se buscamos un deseño “responsive”.

Será por tanto a alternativa escollida para a construción deste proxecto, e en canto ao debuxo de figuras sobre o vídeo escolleremos o elemento `< canvas >` tamén de HTML5. Todas estas tecnoloxías e moitas mais explícanse en detalle no seguinte capítulo.

A continuación explicase detidamente cal é a función de cada unha das tecnoloxías que forman parte deste proxecto co fin de comprender o explicado nos capítulos seguintes. O diagrama 5.1 pode servir como orientación á hora de comprender que función desempeña cada unha de elas.

Comezamos polas tecnoloxías empregadas no lado cliente:

5.2. Navegador Ciente

O navegador do cliente empregará unha serie de tecnoloxías para mostrar os datos obtidos do servidor, as mais destacables son:

5.2.1. HTML5

HTML (HyperText Markup Language) é a linguaxe de marcas empregada en internet para a elaboración de páxinas web, define unha estrutura básica e un código para a definición do contido da páxina como poden ser texto, imaxes, vídeos... Existen diversas versións deste estándar, mais para este proxecto empregarase a súa última versión HTML5, que inclúe toda unha serie de novos elementos.

Un dos compoñentes que mais empregaremos para a construción desta web será o elemento `< video >` de HTML5 que achega unha serie de Métodos, Eventos e Propiedades [23] que poden empregarse dende o código Javascript.

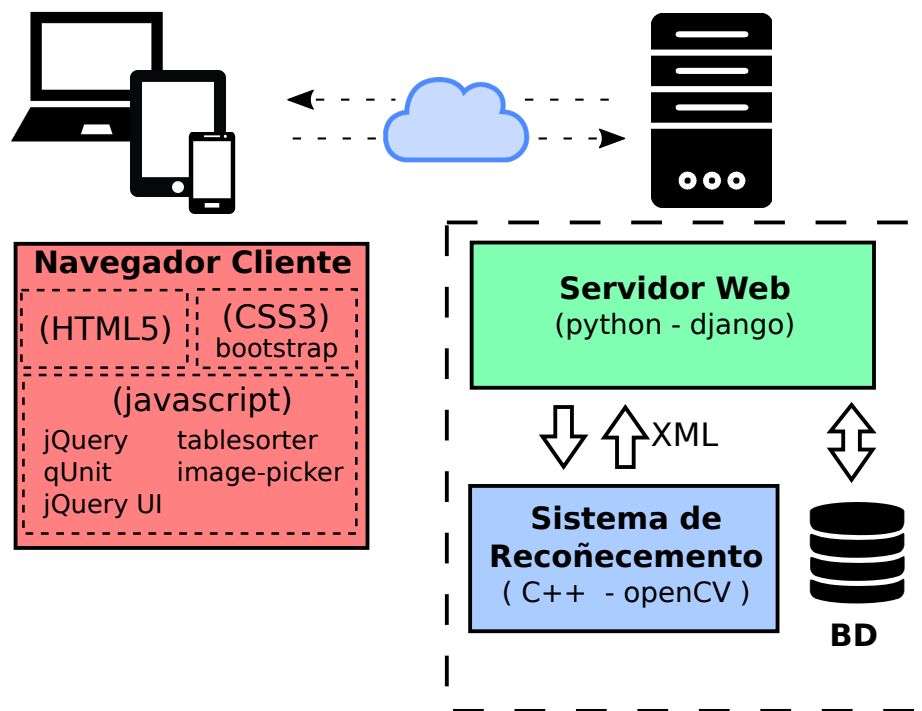


Figura 5.1: Diagrama da Arquitectura do Sistema

A maiores do propio contido da páxina, HTML permite incluír referencias a outros ficheiros que están tamén asociados á páxina como poden ser ficheiros javascript ou css que se mostran de seguido.

5.2.2. CSS3

HTML permite unha perfecta estruturación dos elementos que compoñen unha páxina web, pero en caso de que queiramos personalizar o estilo da páxina web, ou adaptala a diferentes dispositivos precisamos CSS. CSS(Cascading Style Sheets) é unha linguaxe para definir e crear a presentación dun documento HTML.

Para elo defínense unha ou mais follas de estilos, que definen para cada elemento seleccionado nelas unha serie de características de estilo. No caso da aplicación a desenvolver a política de follas de estilo será a de crear unha folla de estilo xeral para conter as características de estilo comúns a todo o proxecto e a maiores as que sexan precisas para páxinas ou elementos concretos, todo elo traballando coa versión 3 desta linguaxe.

Por sorte, para simplificar o traballo na definición do estilo xeral da páxina existen librerías CSS como bootstrap que definen parte do código preciso, isto dá un estilo uniforme á web ao tempo que axuda a reducir o tempo de implementación.

Twitter Bootstrap

Twitter bootstrap é un framework ou conxunto de ferramentas de código aberto para deseñar webs. Contén todo un conxunto de platillas como tipografía, botons, formularios, táboas, barras de navegación... Estas plantillas normalmente consisten simplemente nun estilo CSS, pero ás veces tamén hai un procesado en javascript como o da función popover que permite xerar unha ventá flotante para amosar os datos dos obxectos detectados na aplicación.

A pesar de todas as cousas que permiten facer HTML + CSS moitas veces é preciso un tratamento dinámico da información e neste caso é preciso o emprego dunha linguaxe de scripting como javascript.

5.2.3. Javascript

Javascript é a linguaxe de programación interpretada que se executa nos navegadores cumprindo co estándar ECMAScript, permite executar ordes podendo interactuar coa páxina web a través da arbore DOM (Document Object Model) e co servidor mediante o sistema de chamadas asíncronas. Cada script en javascript está asociado a unha páxina web, de forma que todo o que executemos terá efecto sobre a páxina actual e nunca poderemos prolongar a execución dun código .js mais aló da vida desta páxina.

A pesar de executarse nun navegador javascript é unha linguaxe cunha potencia considerable, esta potencia ven da súa orientación a obxectos que tamén permite programación imperativa con un tipado débil e dinámico.

Javascript pode incluírse directamente no documento HTML, mais isto é problemático porque mestura dúas linguaxes e non permite a reutilización do código javascript en distintas páxinas, polo que na practica sempre se traballará con código contido en ficheiros .js que logo serán importados dende as páxinas web que o precisen. Mediante referencias tamén se pode engadir código de librerías, que pode achegarse de dous xeitos distintos, ou ben cun enlace á páxina onde están publicadas, ou ben descargando estas librerías ao servidor da aplicación e ofrecéndooas dende aí. O enfoque seguido neste proxecto é o segundo, pois de este xeito a aplicación está auto-contida, podendo traballar sen conexión con internet, e mantendo sempre a integridade a pesar de que o provedor da biblioteca decida deixar de ofrecela.

Mediante Javascript tamén pode manexarse o elemento `< canvas >` de HTML5, que xera un mapa de bits para construír gráficos, manipular imaxes e crear dinamicamente animacións nunha páxina web. A única dúbida que soe xurdir sobre esta tecnoloxía está en canto ao seu rendemento e alcance, pero exemplos como os que amosa Kevin Roast na súa páxina web[24] despexan toda dúbida posíbel.

Por desgraza, a execución en navegador ten tamén os seus inconvintes como a exe-

cución multi-threading empregando **Web Workers**, estes elementos pensados para permitir a execución paralela de código javascript deixan polo de agora moito que desexar xa que cada thread ten as súas propias variables estancas, impedindo polo tanto o acceso á arbore DOM dende threads paralelos co problema engadido de que algúns navegadores como Opera en vez de facer un multi-threading sobre threads do propio sistema tan só simulan este fenómeno nun único thread. O paralelismo cobrará especial importancia cando executemos os algoritmos que mostran os datos da análise en XML, pois ao executarse todo no mesmo fio debemos prestar especial atención a non bloquear a interface de usuario con tarefas moi prolongadas.

Javascript tamén é especialmente potente e sinxelo á hora de parsear documentos, xa sexa un documento HTML para acceder á arbore DOM ou ben un XML como o que xera o sistema de análise. Por desgraza, o manexo de excepcións, e as veces a selección de elementos dentro de un documento poden ser tarefas tediosas con javascript, co fin de simplificar isto empregaremos a biblioteca jQuery.

jQuery

jQuery é unha biblioteca javascript pensada para simplificar os aspectos mais complexos desta linguaxe como poden ser a manipulación de documentos HTML/XML ou as chamadas asíncronas mediante AJAX. Está escrita en javascript e é 100 % libre, tal vez por isto sexa a biblioteca javascript mais empregada.

O sistema de selección de jQuery é o mesmo que se emprega en CSS, permitindo seleccionar de xeito sinxelo un conxunto de elementos dentro dun documento, a maiores tamén dispón de un sinxelo acceso e modificación tantos destes elementos como dos seus atributos.

Os mesmos autores de jQuery, en vista de que no mundo javascript existían outros moitos aspectos a simplificar decidiron outras bibliotecas como as que se amosan a continuación:

Qunit

QUnit é un framework de probas unitarias para código javascript doado de empregar e bastante poderoso. Empregase tanto en jQuery, jQuery UI e os proxectos de jQuery Mobile sendo capaz de probar calquera código javascript xenérico.

Para facer probas emprega un conxunto de sentencias assert como todas as bibliotecas que realizan tests de unidade. No caso da nosa aplicación empregárase para probar todo aquel código independente da arbore DOM da páxina. É importante destacar que co fin de maximizar a facilidade de proba do código na capa javascript seguíronse os consellos amosados na páxina de Qunit[25] e unha interpretación flexible do MVC(Modelo Vista Controlador) onde a vista está conformada polo código HTML+CSS, o controlador polo manexadores dos ficheiros video-player.js, video-controls.js e por último as clases do modelo en javascript nos ficheiros Detection.js, DetectionObserver.js, Video-Detections.js e en menor medida suspicious-popup.js.

Image-picker

Outra librería tamén baseada en jQuery é Image-Picker [26] que permite xerar un formulario cun campo de tipo “select” baseado en imaxes en vez de nunha entrada despregable, todo elo de forma extremadamente sinxela.

jQuery UI

jQuery UI é unha biblioteca de compoñentes para jQuery que lle engade un conxunto de plugins, widgets e efectos visuais. Pódese descargar dende a súa páxina oficial o núcleo da biblioteca e os compoñentes nos que se estea interesado, que no caso deste proxecto empregase o compoñente slider[27] que xera unha barra selectora.

tablesorter

A derradeira biblioteca empregada, tamén baseada en jQuery é tablesorter [28]. Tablesorter é un plugin baseado en jQuery para transformar unha táboa HTML estándar coas etiquetas *<thead>* e *<tbody>* nunha táboa que se pode ordenar polo contido

das distintas columnas sen ter que recarga-la páxina. Neste caso será de moita utilidade á hora de amosar os resultados da análise, pois así poderanse ordenar as deteccións segundo aparecen no vídeo, segundo o tempo que pasan en pantalla...

Todas estas tecnoloxías de capa web axudarannos a mostrar con mais facilidade a análise que o sistema de recoñecemento faga do vídeo, e en canto as ferramentas empregadas para esta análise a ferramenta fundamental que se empregará é OpenCV.

5.3. Sistema de Recoñecemento

O sistema de recoñecemento debe ser capaz de ler un vídeo e en base a el recoñecer os obxectos de ese vídeo á vez que analiza o seu comportamento. Isto pódese implementar de distintos xeitos, mais neste proxecto en concreto fíxose empregando a linguaxe de programación C++ que xa se citou na sección 5.1, en combinación coa librería OpenCV e a linguaxe de marcas XML.

5.3.1. OpenCV

OpenCV é unha biblioteca libre de visión artificial escrita en código C/C++ optimizado. Dende a súa aparición publicada por Intel en Xaneiro de 1999, empregouse en infinidade de proxectos, tanto para detección de movemento como para aplicativos de control de procesos que requiren recoñecemento de obxectos.

OpenCV é multiplataforma, existindo versión para GNU/Linux, Mac OS X e Windows. Contén mais de 500 funcións que abarcan unha ampla gama de áreas como o proceso de visión, recoñecemento de obxectos (tamén recoñecemento facial), calibrado de cámaras, realidade aumentada e visión robótica.

Por todas estas características OpenCV é unha das bibliotecas mais empregadas hoxe en día, e é por elo tamén que se escolleu para a implementación do sistema de recoñecemento que a aplicación web empregará para a análise do vídeo.

Non obstante, xa que se desexa que a aplicación web sexa o mais versátil posible, contemplase a posibilidade de que poida empregar para a análise sistemas desenvolto nouttras tecnoloxías como pode ser Matlab. E para dotala deste grao de versatilidade decídese definir unha interface de liña de comando a través da cal se chamará ao sistema,

e un formato de ficheiro XML (Extensible Markup Language) no que este sistema de recoñecemento deben escribir os datos da súa análise.

5.3.2. Extensible Markup Language (XML)

XML é unha linguaxe de marcas desenvolvida polo W3C (World Wide Web Consortium) e empregado para almacenar datos de forma clara e lexible. Permite definir a gramática de linguaxes específicas para estruturar así grandes documentos.

Os documentos XML seguen una estrutura xerárquica baseada en etiquetas(tag's) e atributos, que se poden definir nunha Definición de Tipo de Documento ou DTD. [29]

Cando un documento en formato XML segue as directrices definidas no ficheiro DTD asociado, dise que este ficheiro esta ben formado(well formed en ingles), e para validar iso empregarase na elaboración do traballo algún avaliador de XML en liña como por exemplo o da W3Chools.[30]

XML é especialmente útil para comunicar varias aplicacións que traballan en tecnoloxías diferentes grazas á súa simplicidade que permite integrar os datos de xeito moi sinxelo. Precisamente por iso, servirá como nexa de unión entre o sistema de análise e a aplicación web.

Para a modificación da súa aparencia pódese empregar *CSS3* (Follas de Estilos en Cascada), e para modificar o seu comportamento, o elemento `< video >` de HTML5 achega unha serie de Métodos, Eventos e Propiedades[23] que poden empregarse dende código *Javascript*.

5.4. Servidor Web

Como se explicou anteriormente na sección 5.1 Django é un framework que traballa sobre python para a creación de páxinas web, as súas funcionalidades empregadas explicaranse pouco a pouco no capítulo 6, polo que aquí explicaranse outros compoñentes do servidor empregados que compre coñecer antes de proseguir, en concreto fflmpeg.

5.4.1. FFmpeg

Falaremos por tanto de FFmpeg, o software que se empregará no proxecto tanto para obter distinta información de un vídeo como para convertelo a diferentes formatos, unha colección de software libre que pode gravar, converter (transcodificar) e facer streaming de audio e vídeo, nel está incluído libavcodec unha biblioteca de codecs que contén aqueles mais empregados.

FFmpeg é un programa bastante sinxelo a pesar do seu grandioso abanico de opcións, no referente ao proxecto, emprégao a aplicación web para facer diferentes tarefas como obter un determinado fotograma dentro dun vídeo, cambiar o formato no que se almacena ou obter a súa información como duración, numero de fotogramas por segundo, etc.

Capítulo 6

Desenvolvimento

6.1. Funcionalidades desexadas

Antes de comezar o ciclo de sprint's tivo lugar unha pequena fase de análise no que se requiriron as seguintes funcionalidades do proxecto a realizar:

- **Control de Usuarios:** É preciso un mínimo control de usuarios para controlar que sube vídeos á plataforma.
- **Carga de Vídeo:** Dado que a aplicación traballará con vídeos subidos polos usuarios, o primeiro paso é lograr a subida exitosa de vídeos á plataforma por parte de usuarios autenticados.
- **Reproducción de Vídeo:** Desexase que a aplicación permita a reprodución dos vídeos contidos, mediante técnicas de streaming ou pseudo-streaming.
- **Lista de vídeos e Imaxe de Portada:** É preciso amosar de algún modo os vídeos subidos á plataforma, a poder ser cunha imaxe representativa que axude a identificalos e con algún mecanismo de busca que permita filtralos en caso de que haxa un número elevado de eles.
- **Análise de Vídeo:** A aplicación web debe facer uso de dúas librerías de computación visual proporcionadas polo laboratorio VARPA para analizar os vídeos subidos e extraer de eles os obxectos detectados e unha análise do seu comporta-

mento, como é lóxico só os usuarios autenticados porán facer isto xa que só eles poden subir vídeos á aplicación.

- **Mostrar Deteccións:** Devéñase amosar aqueles obxectos detectados mediante unha capa de información extra sobre o vídeo subido.
- **Traxectorias:** Tamén se han de indicar con unha capa de información sobre o vídeo as traxectorias seguidas polos obxectos detectados.
- **Listar Deteccións:** É importante listar os obxectos detectados en todo o vídeo coa súa información asociada, así como listar tamén aqueles que están en escena nun momento determinado.
- **Detección do comportamento anómalo:** Desexase que empregando as funcionalidades da biblioteca proporcionada se analice o comportamento dos obxectos involucrados nunha escena para así poder filtralos segundo o estraño que resulte este comportamento.
- **Popups de deteccións sospeitosas:** Outra funcionalidade requirida é que cando un obxecto teña un comportamento sospeitoso respecto ao do resto de obxectos, se abra unha nova ventá que o siga para poder ver mais de preto o que está a facer.

O desenvolvemento da aplicación tivo lugar seguindo a filosofía de SCRUM, polo que o enfoque mais correcto neste caso para ver como se cumpriron todas as funcionalidades anteriores é o de explicar o traballo acometido en cada un dos sprints.

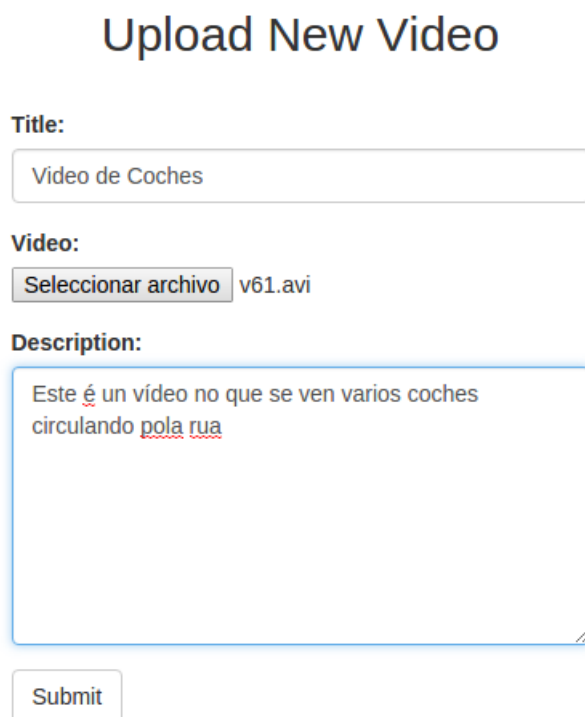
6.2. v0.1 Cargar e Visualizar vídeos

Neste primeiro Sprint a parte de adicar moitas horas á formación no framework de Django e no traballo con GitHub, creouse o esquema básico sobre o que se partirá para a creación e toda a web. Este esquema está baseado no plantilla Edge[?], que proporciona un control mínimo de usuarios, unha liña de estilo, integración con bootstrap e control de administrador, inda que posteriormente a maioría destes aspectos tiveron que ser modificados ou ampliados.

A partir desta plantilla que xa proporciona o control de usuarios, as dúas primeiras funcionalidades a implementar foron a Carga dos vídeos e a súa reprodución.

6.2.1. Carga de Vídeo

Dado que a aplicación traballará con vídeos subidos polos usuarios, o primeiro paso é lograr a subida exitosa de vídeos á plataforma. Para este fin empregarase un formulario HTML que viaxa sobre unha chamada POST de HTTP (figura 6.1). Cando o navegador faga esta chamada incluíndo o vídeo como parte do formulario, este vídeo comezará a subirse ao servidor en pequenos anaquiños (data chunk).



Upload New Video

Title:

Video de Coches

Video:

Seleccionar archivo v61.avi

Description:

Este é un vídeo no que se ven varios coches
circulando pola rua

Submit

Figura 6.1: Formulario para a creación de vídeos

É de especial importancia que no caso de que o vídeo teña un peso considerable e precise duns cantos segundos para subirse á plataforma, o usuario poida coñecer de forma gráfica o avance deste proceso.

Con este fin, crease un sistema de notificación de progreso baseado no django-

progressbarupload [31], este sistema apoiase nunha compoñente fundamental chamada VideoUploadHandler, que é unha extensión da interface de Django TemporaryFileUploadHandler [32], e que basicamente manexa a subida dun ficheiro de tamaño considerable.

Esta compoñente componse dunha función de inicio (`handle_raw_input`) que crea unha entrada na Cache de Django, almacenando como chave un número aleatorio e a IP do cliente que está a subir o vídeo, e como valor o tamaño do ficheiro e o porcentaxe de este que xa está subido. Esta entrada será actualizada cada vez que o servidor reciba un novo anaco de vídeo (mediante a outra función do compoñente VideoUploadHandler, `receive_data_chunk`).

Por outra parte, para que visualmente o cliente poida ver o avance da subida a través unha barra de progreso, crease unha función asíncrona en javascript (Tecnoloxía AJAX), que periodicamente consulta ao servidor para obter o valor da cache que indica a porcentaxe de subida do vídeo, e unha vez obtido, actualiza a barra de progreso para mostralo. Todo isto ten lugar no navegador mentres este inda está a subir o arquivo de vídeo.

Unha vez que a subida se completa, o POST é manexado pola vista UploadView, que se todos os datos do formulario son correctos, encargase de crear un modelo VideoModel. Como parte desta creación o vídeo pasa do directorio temporal no que foi almacenado (baixo linux por defecto é /tmp) a un directorio calculado pola función `get_valid_filename`. Esta función pásaselle ao modelo como parte do seu campo "video" do tipo FileField. Todo este proceso pódese ver de xeito mais claro no diagrama 6.2 e ??.

Unha vez subido o vídeo satisfactoriamente agora debese reproducir ese vídeo subido nunha páxina adicada.

6.2.2. Reprodución de Vídeo

Desexase que a aplicación permita a reprodución dos vídeos contidos, mediante técnicas de streaming ou pseudo-streaming. Neste caso empregarase o pseudo-streaming

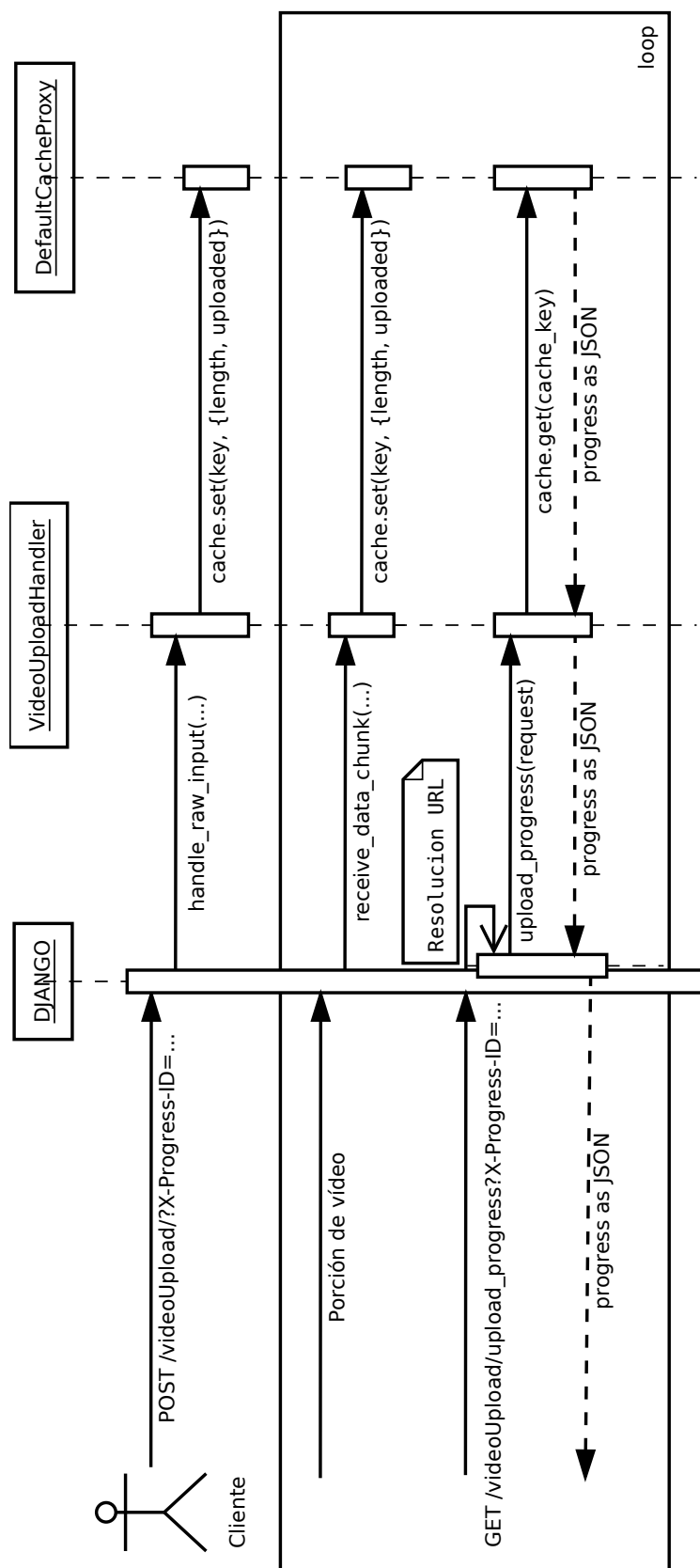


Figura 6.2: Diagrama de secuencia do proceso seguido cando se fai o Submit do Formulario de creación de vídeos (1)

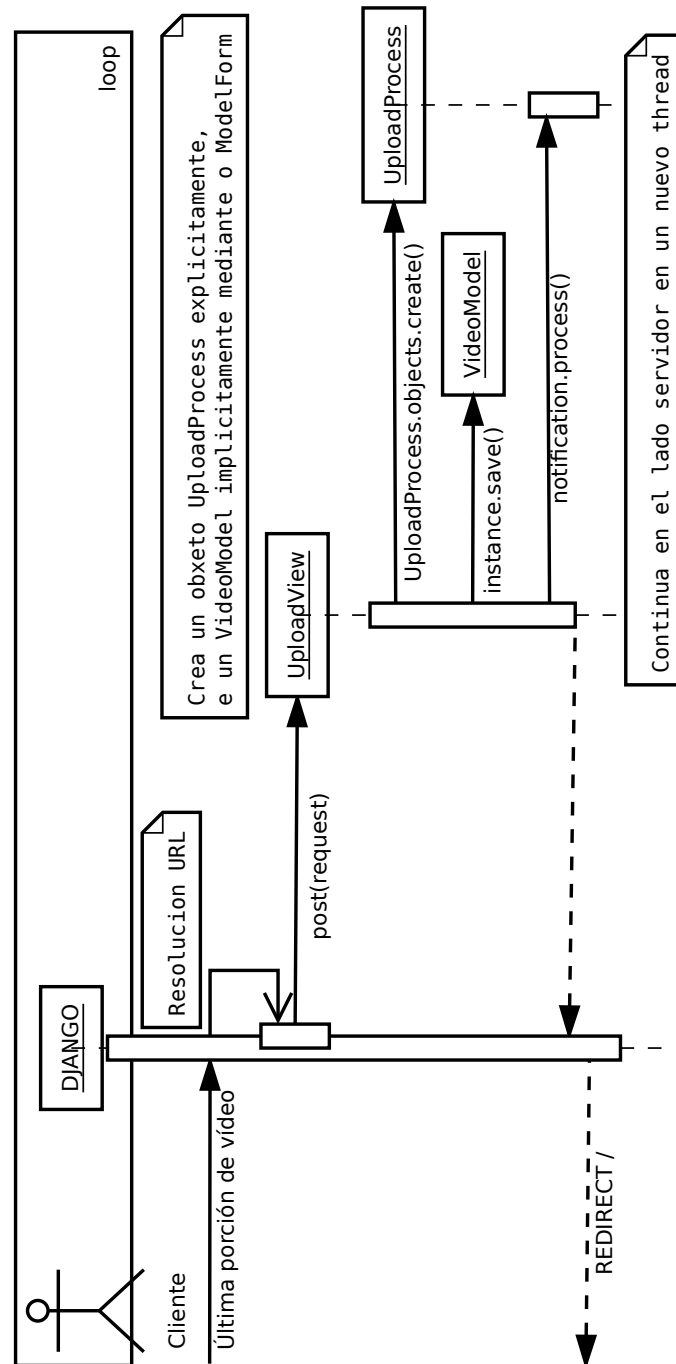


Figura 6.3: Diagrama de secuencia do proceso seguido cando se fai o Submit do Formulario de creación de vídeos (2)

polo sinxela que resulta esta implementación empregando as capacidades da etiqueta `< video >` de HTML5 en conxunto con un servidor HTTP como Apache ou o servidor para desenvolvemento de Django.

```

▶ <div class="col-sm-4 col-md-3">...</div>
▼ <div class="col-sm-8 col-md-6">
  ▼ <video id="video-player" controls>
    <source src="/media/videos/2/v_7760.mp4" type="video/webm" fps="10">
    <source src="/media/videos/2/v_7760.webm" type="video/webm" fps="10">
    "Your browser does not support the video tag."
  </video>
  <canvas id="training-canvas" class="drawing-layer" width="462" height="347" style="top: 7729px; left:
  1008.5px; padding-left: 0px; padding-top: 0px; display: none;">
  <canvas id="objects-canvas" class="drawing-layer" width="462" height="347" style="top: 7729px; left:
  1008.5px; padding-left: 0px; padding-top: 0px; display: none;">
  <canvas id="trajectories-canvas" class="drawing-layer" width="462" height="347" style="top: 7729px; left:
  1008.5px; padding-left: 0px; padding-top: 0px; display: none;">
  <span id="xml_detected_objs" hidden> /media/xml/2/x199.xml </span>
  </div>
▶ <div class="col-sm-12 col-md-3">...</div>

```

Figura 6.4: tag en html5, coas súas fontes e coas capas `< canvas >` asociadas

na figura 6.4 podemos ver o resultado en HTML5, vense claramente a etiqueta `< video >` coas súas fontes de datos `< source >`, cabe destacar que aquí engadiuse o atributo `fps` (Fotogramas Por Segundo do inglés Frames per second) que non pertence ao estándar definido pola W3C?? mais no caso da nosa aplicación é fundamental para poder coñecer a velocidade á que o navegador vai amosar os fotogramas do vídeo.

Outra cuestión a aclarar é o motivo polo cal non se subministra a fonte de vídeo en formato `.ogv` que a W3C recomenda. A resposta é que o codec theora que ffmpeg inclúe soporta decodificación pero NON codificación, polo cal é posible pasar de vídeos en `.ogv` a outros formatos pero non de outros formatos a `.ogv` imposibilitando pois que se poida ofrecer o vídeo neste formato mentres o codec de ffmpeg non o permita. Non obstante, isto non supón un problema, xa que como se pode ver na táboa seguinte todos os navegadores permiten a reprodución baseándose nestes dous formatos:

6.3. v0.2 Subida e conversión de vídeos

Nesta segunda iteración, deséxanse acometer dúas tarefas principais que teñen que ver coa usabilidade da aplicación. Por unha parte crear un listado de vídeos subidos á aplicación para poder acceder a eles de xeito ordenado, e por outra parte interesa dar

Navegador	MP4	WebM	Ogg
Internet Explorer	SI	NON	NON
Chrome	SI	SI	SI
Firefox	SI dende Firefox 21 (win) dende Firefox 30 (linux)	SI	SI
Safari	SI	NON	NON
Opera	SI dende Opera 25	SI	SI

Táboa 6.1: Táboa de formatos de vídeo soportados polos distintos navegadores

soporte aos procesos de conversión do vídeos a distintos formatos, á análise do vídeo (que se implementará en futuras iteracións) e á extracción de imaxes para empregalas como imaxes representativas do vídeo, dunha forma fluída e estética.

6.3.1. Lista de vídeos e Imaxe de Portada

Co fin de que os usuarios accedan aos distintos vídeos subidos, deseñase unha páxina web que será a principal do módulo `video_manager` na cal un usuario pode visualizar unha **lista paxinada dos vídeos** dispoñibles. Esta lista estará ordenada comezando polo vídeo mais recente e rematando polo mais antigo, tamén se contempla a posibilidade de poder filtralos por exemplo polo nome.

Para a elaboración de esta páxina empreganse o elementos dos que dispón Django como son a clase `ListView` co seu atributo `paginate_by` e o filtrado de resultado co método `QuerySet.filter(...)`, mentres que para o paso das palabras claves polas que buscar un vídeo empregase un parámetro de URL chamado `'name'`.

Outra funcionalidade interesante de cara a amosar unha lista de vídeos é a de poder mostrar unha imaxe representativa de cada un deles. Con este fin crease a vista `SuccessfulUpload` (imaxe 6.5), á que se redirecciona unha vez o vídeo é subido correctamente para seleccionar a súa **imaxe de portada**.



Figura 6.5: Captura de pantalla da páxina web SuccessfulUpload

Con este fin extraíense mediante `ffmpeg` unha serie de fotogramas do vídeo, que se gardan nun directorio temporal para que unha vez o vídeo estea subido e analizado, as imaxes se integren como parte dun formulario na páxina SuccessfulUpload. Mediante este formulario, xerado co plugin `image-picker`[26], o usuario poderá escoller o fotograma que lle pareza mais representativo do vídeo e unha vez que pulse no botón de "Submit" este fotograma gardarase como parte do Modelo de Django VideoModel, quedando pois accesible para que a lista de vídeos poida amosalo.

6.3.2. Sistema de Notificacións

Cando deseñamos unha aplicación web é de capital importancia que o usuario este informado de que está a acontecer na aplicación para que non sinta que está perdido, ou que a aplicación non responde. Tendo isto en conta, e sabendo que tanto o proceso de análise(que inda non está implementado) coma o de conversión do vídeo a outros formatos poden requirir dun tempo prolongado, prantexase un problema: como manter ao usuario informado destes longos procesos e evitar a sensación de bloqueo?

A solución deseñada é un sistema de notificacións que permite ao usuario rexistrado navegar libremente pola aplicación mentres o vídeo se está a analizar, mostrando en

todo momento unha barra de progreso para o proceso que se está a seguir nestes intres como se pode observar na imaxe 6.6.

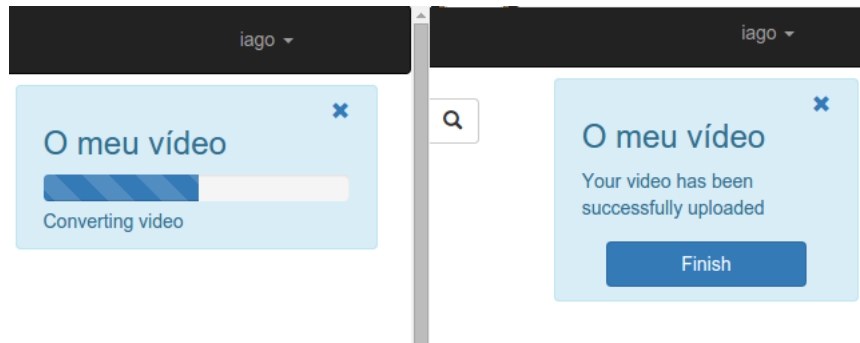


Figura 6.6: Capturas de pantalla do sistema de Notificacións

Para albergar tanto o sistema de notificacións como os procesos que engloba, creouse o módulo de Django `video_upload` composto polas clases que se poden observar no diagrama 6.7.

`UploadProcess` representa o proceso de subida, análise, conversión e extracción de imaxes a partir de un vídeo. Mentres que `AnalysisProcess` representa o proceso que se segue no caso de que un vídeo xa subido á plataforma sexa analizado de novo. Os distintos estados nos que pode estar un proceso modelanse mediante a clase abstracta `ProcessState`, que nas súas implementacións define tanto o traballo a realizar neste estado coma a mensaxe que se amosará ao usuario cando este se execute.

Dado que é o `ProcessState` que executará a tarefa, tamén será o encargado de actualizar a través do método `set_progress(self, progress)` o progreso do proceso asociado (`UploadProcess` ou `AnalysisProcess`).

É importante destacar que as figuras etiquetadas co estereotipo `<< Model >>` son modelos de BD manexados por Django. Nótese tamén que pese a que `UploadProcess` e `AnalysisProcess` comparten a meirande parte do seu código, non foron refactorizados nunha clase abstracta, dadas as complicacións de base de datos que isto carrega. En lugar diso empregase o tipado dinámico de Python para pasar os obxectos tanto de

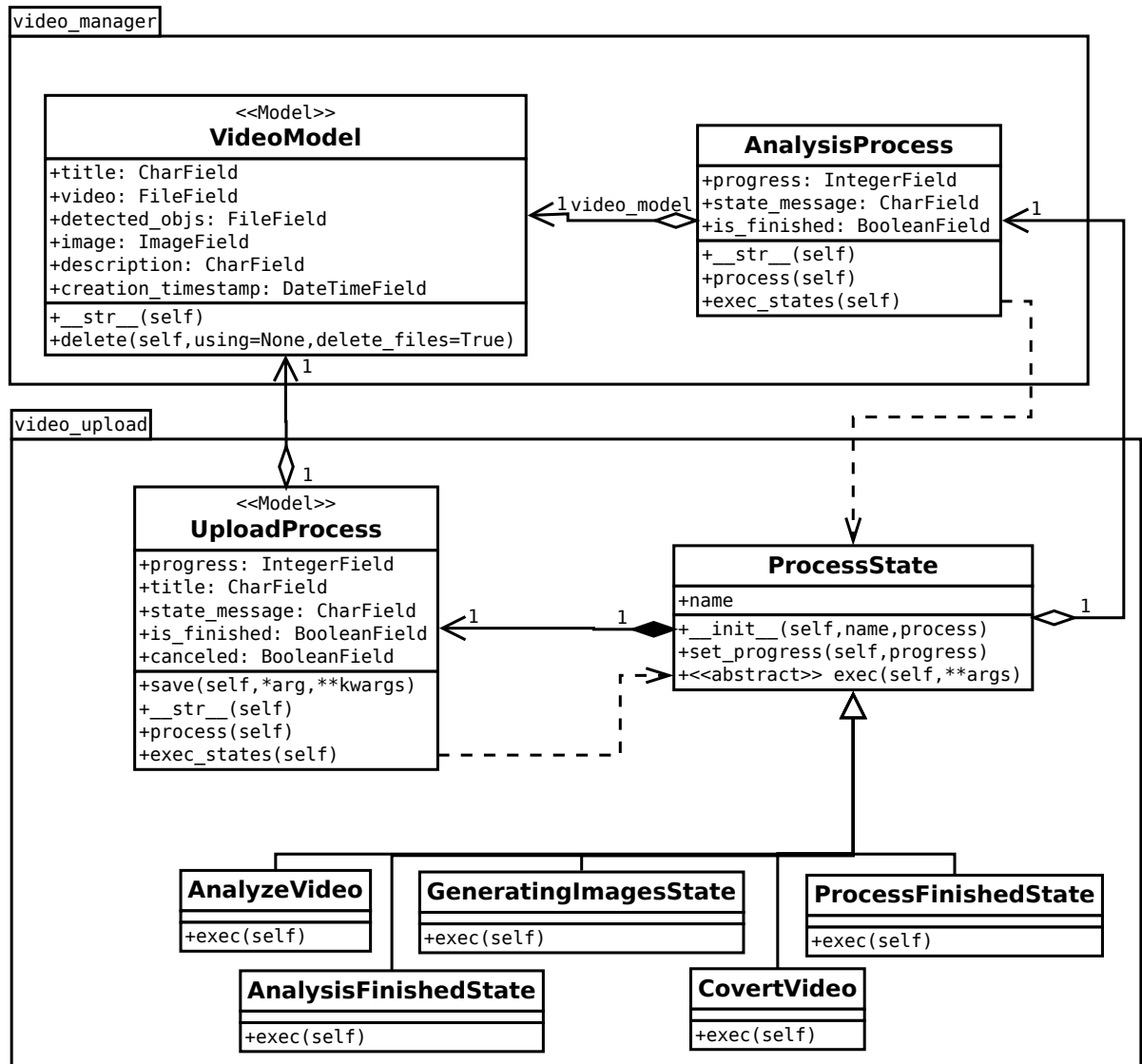


Figura 6.7: Diagrama de Clases do sistema de subida

UploadProcess como de AnalysisProcess á clase ProcessState, que ao invocar só os métodos comúns non é capaz de percibir a diferenza entre ambas. O seu funcionamento mostrase no gráfico 6.8.

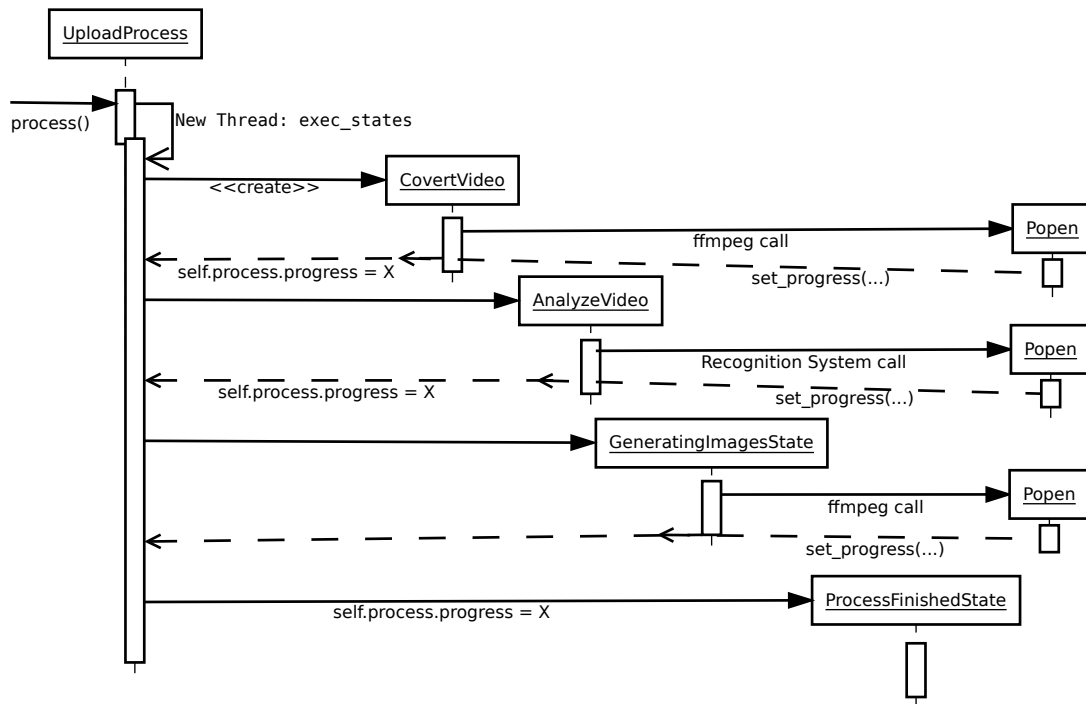


Figura 6.8: Diagrama de secuencia da análise do vídeo na capa web

6.4. v0.3 Xerar e mostrar deteccións básicas

En esta iteración tratouse tanto a análise do vídeo creando o sistema de recoñecemento, como o xeito de amosar os resultados destes na capa web, todo elo deseñado de xeito flexible e modulado como se explica a continuación.

6.4.1. Análise de Vídeo

Para a análise de vídeo será preciso definir unha interface de liña de comandos mediante a cal a aplicación web chamará ao Sistema de Recoñecemento, indicándolle aqueles parámetros que sexan precisos^{6.9}.

Interface de Liña de Comandos

A aplicación web indicarlle a este sistema o vídeo que debe empregar como entrada para o recoñecemento e o ficheiro de saída onde ten que escribir os datos da análise. A maiores, pódese indicar con que frecuencia se desexa que o Subsistema Behaviour System, encargado da análise de alto nivel, entre en funcionamento. Po último a opción `-standar` fai que se mostre o resultado da detección de obxectos por liña de comandos, esta saída é empregada pola capa web para calcular o progreso do proceso de análise.

Estas opcións tamén se poden visualizar mediante o comando `-help`:

```
iago@UbuIago:~/TFG/src/RecognitionSystem$ ./recognitionsystem --help
Usage:  recognitionsystem
option:
-i          --input      <path/to/outputFile.xml> Set the input file.
-o          --output      <path/to/outputFile.xml> Set the output file.
-f [value]  --frequency  Determines after how many frames the Behaviour
                        System checks the minimal path
--standar                Print the xml into the standar output.
--verbose
```

Ficheiro XML

Como resultado desta chamada, o sistema de recoñecemento debe crear no ficheiro indicado para a saída, un XML co formato que se define no esquema `.dtd` situado no directorio

```
src/static/detections\_schema.dtd
```

Neste ficheiro podemos ver a definición dos seguintes elementos:

```

command = settings.RECOGNITIONSYS_BIN + " -i " + video_file + " -o " + xml_file + " --standar" + " -f 5"
video_nframes = utils.VideoUtils.get_number_frames(video_file)

p = Popen(command, shell=True, stdout=PIPE, stderr=STDOUT, universal_newlines=True)
while True:
    line = p.stdout.readline()
    if line == "":
        break
    print(line)
iago@iago-S551LB:~/PycharmProjects/TFG/src/RecognitionSystem$ ./recognitionssystem --help

Usage:  recognitionssystem
option:
-i      --input      <path/to/outputFile.xml> Set the input file.
-o      --output      <path/to/outputFile.xml> Set the output file.
-f [value] --frequency Determines after how many frames the Behaviour
System checks the minimal path
--standar          Print the xml into the standar output.
--verbose

```

Figura 6.9: Interfaze de liña de comandos do Sistema de recoñecemento

■ *< objects >*

Contén para cada un dos fotogramas *< frame >* a lista de obxectos detectados segundo o explicado no apartado 2.2, indicando para cada un deles a distancia á parte esquerda, e superior da escena (*xc*, *yc*) e o alto e ancho do obxecto detectado (*h*, *w*).

■ *< trajectories >*

Este outro elemento garda para cada un dos obxectos detectados a traxectoria que seguiu ao longo do vídeo, esta traxectoria estará composta de unha serie de puntos *< point >*, para cada un dos cales, a parte das súas coordenadas e o número de frame, indicase un grao de anormalidade entre 1 e 0 que indica como de anómala é a conduta dese obxecto no momento no que se atopa sobre ese punto.

Para xerar este ficheiro XML foi preciso desenvolver unha serie de funcionalidades en C++, que están contidas no paquete XmlRecognition.

Paquete XmlRecognition

Inicialmente o proxecto conta cun código escrito en C++ e apoiado en OpenCV que está distribuído en dúas librerías EllipseLib e BehaviorLib. A primeira delas encargada da detección de obxectos, e a segunda encargada de analízalo comportamento a alto

nivel a partir dos resultados que proporciona a primeira.

Para a construción do Sistema de recoñecemento integráranse estas dúas librerías como módulos, e creárase un terceiro módulo C++ chamado XmlRecognition (figura 6.10). Este novo módulo será o responsable de definir e implementar a interface de liña de comandos, xestionar a comunicación entre as dúas librerías e gardar o resultado da análise en formato XML.

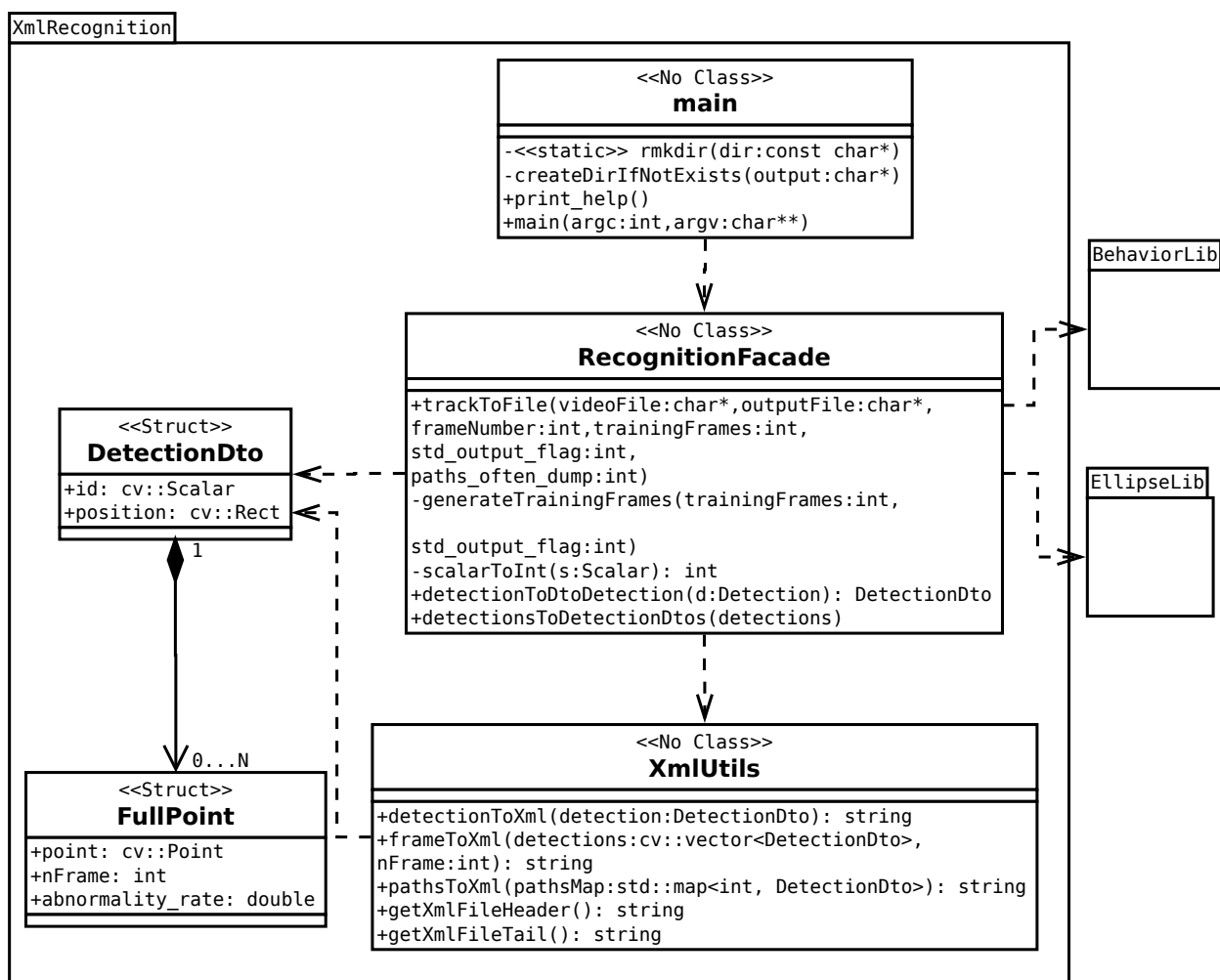


Figura 6.10: Diagrama de clases do paquete XmlRecognition

Para elo, crease un ficheiro principal chamado **main.cpp** que describe a interface de liña de comandos independente da librería que se emprega para as deteccións, un ficheiro

XmlUtils que contén as funcionalidades para a escritura do XML en base a unha detección simplificada: **DetectionDto** (Data Transfer Object), e por último un ficheiro **RecognitionFacade** que variará en caso de cambiar as librarías, transformando o resultado destas en **DetectionDto**'s para logo poder escribilo coas funcionalidades de **XmlUtils**.

Para maximizar o rendemento evitase crear clases innecesarias: para o caso da **DetectionDto** é dabondo cunha estrutura, e no caso de **XmlUtils** y **RecognitionFacade**, ao non ter estado chega con ficheiros que definen funcións.

Coa elaboración deste paquete queda listo o sistema de recoñecemento, agora solo resta que a capa web sexa capaz de chamar ao sistema e mostrar as análises en XML sobre o vídeo. Será o que abordaremos no seguinte apartado.

6.4.2. Mostrar Deteccións

Unha vez que o vídeo xa está subido e correctamente analizado, o que resta é comezar a construír na capa web as vistas que mostren sobre o elemento `< video >` de HTML5 as distintas capas de análise obtidas a partires do ficheiro XML, así como unha serie de paneis que permitan configurar estas vistas.

Todo este traballo realizase na vista **DetailsView** do módulo **video_manager** e principalmente consiste nun ficheiro HTML que contén as referencias a:

- O vídeo a mostrar
- O ficheiro XML que contén a análise realizada polo sistema de recoñecemento.
- Os ficheiros de estilo.
- Os distintos ficheiros de código javascript involucrados.

Para amosar a análise do ficheiro XML sobre o vídeo a estratexia será a de a de superpoñer distintos elementos `< canvas >` sobre o elemento vídeo `< video >` como se pode ver na figura 6.4. Para axustar todas estas capas etiquetadas como `class="drawing-layer"` sobre o vídeo crease a función `adjustCanvasExtended` do ficheiro `video-player.js`, esta función chamase cando o vídeo se carga na páxina, en caso de que o tamaño do

vídeo cambie ou cando se entra e sae do modo pantalla completa, axustando de novo o tamaño de todas estas capas ao actual tamaño do vídeo.

Unha vez axustados os elementos `< canvas >` nos que se desexa amosar a información, tense que extraer esta do ficheiro XML. O XML cargase mediante AJAX, cunha chamada de jQuery `$.get(...)` ao dirección do servidor que indica a etiqueta oculta con `id xml_detected_objs`, unha vez cargado este arquivo iniciase a carga inicial do sistema.

Esta carga inicial consiste na creación dun obxecto `VideoDetections` creado a partir do XML, e que conterá a lista de deteccións así como unha referencia ao elemento `< video >`. Este elemento `VideoDetections`, é o suxeito de un patrón Observador no cal un suxeito ou obxecto central notifica ao seus observadores (`Observers`) os cambios no seu estado. Neste caso, os observadores serán os encargados de actualizar cada un dos elementos da páxina, incluídas as capas `< canvas >`, dos cambios no suxeito `VideoDetections`, estes cambios poden ser por exemplo o avance na reprodución do vídeo, un cambio de preferencias no panel de control... Deste xeito unificase a xestión das deteccións que só se manexa no elemento `VideoDetections` e faise moito mais sinxelo engadir ou eliminar algunha capa de información xa que basta con engadir ou eliminar o observador que a manexa.

Nótese que a maiores do propio patrón observador, tamén se engaden os métodos `enable` e `disable` á clase `DetectionsObserver`, isto faise para que no caso de que algún observador non se atope activo nun momento determinado non reciba as notificacións de actualización. O motivo deste cambio é o incremento de eficiencia que produce, moi importante dado que o proceso de actualización do Suxeito e todo-os seus observadores tense que executar entre 10 e 30 veces por segundo, todo isto pódese ver reflexado no diagrama da figura 6.11.

Agora que se coñece o xeito no que as deteccións pasan de un formato xml a un modelo obxectual no cal poden ser consultadas con maior eficiencia veremos como actualizar o estado dos elementos `< canvas >` cada vez que se mostra un novo fotograma ou se modifica algunha opción dos paneis da páxina.

Nun comezo, pensouse en asociar a actualización de estado ao evento `timeupdate` do elemento `< video >`, que segundo a súa definición lanzase cando a posición do vídeo

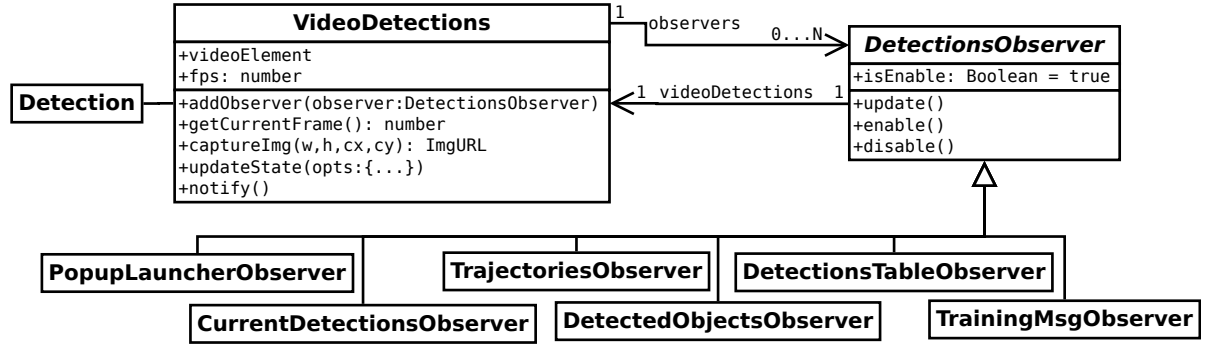


Figura 6.11: Diagrama de clases simplificado do patrón observador na capa web

varía. Por desgraza, e como reflexa a reflexión que podemos atopar no libro [33, Capítulo 6.1] este evento é lento de mais para o seu emprego, polo que o que se fará será crear un bucle que se execute cando o vídeo se estea a reproducir. Para tentar que o bucle se execute unha soa vez en cada un dos fotogramas empregase a función `setTimeout` que fará que o código agarde unha cantidade de tempo antes de volver a executarse. Esta cantidade de tempo calculase en base ás dez execucións anteriores e ao número de fotogramas por segundo como se pode ver na seguinte formula:

$$t_n = \frac{1000}{videoDetections.fps} - \frac{\sum_{i=0}^{10} lastUpdateTimes[i]}{10}$$

O número de fotogramas por segundo para esa fonte ao que se accede mediante o obxecto `videoDetections` obtense grazas a que o servidor o inclúe no HTML mediante o atributo `fps` en cada elemento `< source >` do elemento `< video >` como se ve na figura 6.4. Á súa vez o servidor obtén estes datos para as distintas fontes de vídeo dunha chamada ao método `VideoUtils.get_fps` que chama ao `ffmpeg` como se ve no diagrama de secuencia 6.12.

Coñecido pois o xeito no que refresca o estado da interface de usuario e o sistema que crea un modelo obxectual para a representación gráfica das deteccións, agora com-pre ver como é que se remarcan os obxectos detectados no vídeo. Isto faise mediante o elemento `< canvas >` con `id="objects-canvas"` no que o observador da clase `Detecte-`

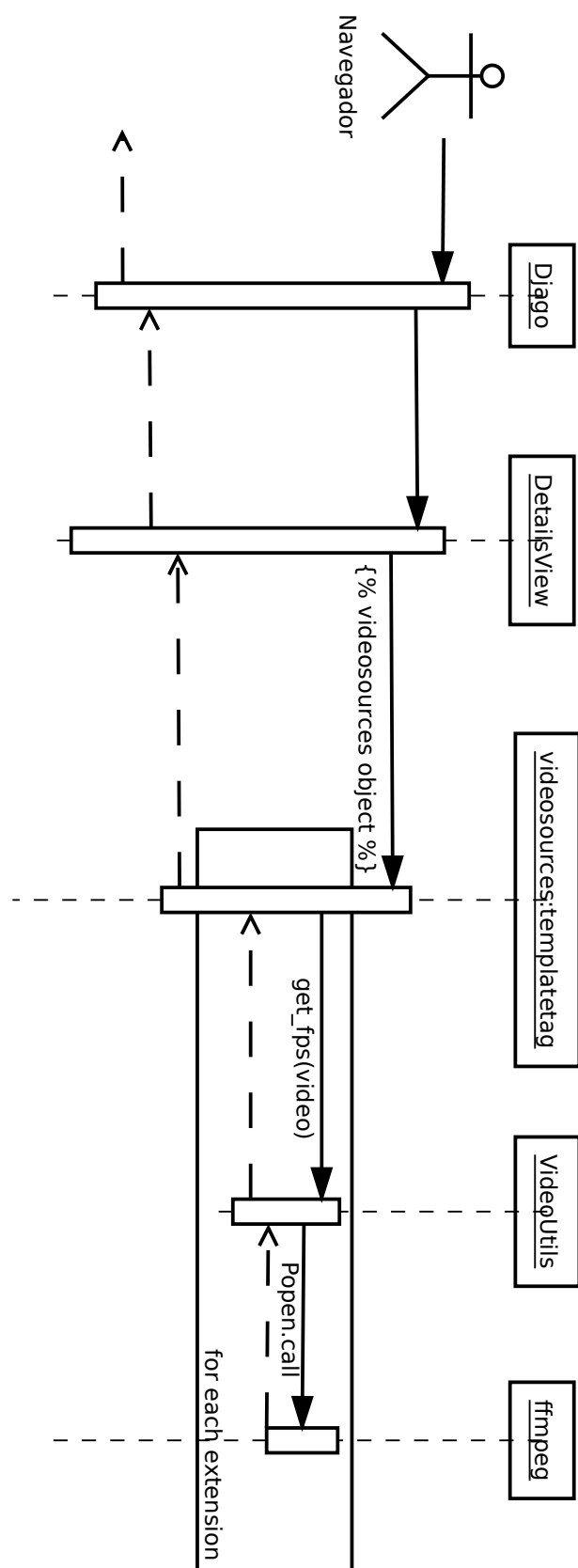


Figura 6.12: Xeración do atributo fps no lado servidor

dObjectsObserver encargase de debuxar un recadro da cor axeitada. Para coñecer esta cor que depende das opcións do panel o observador consulta a cada obxecto Detection empregando o método `getCurrentColor()` que se pode ver no diagrama 6.13.

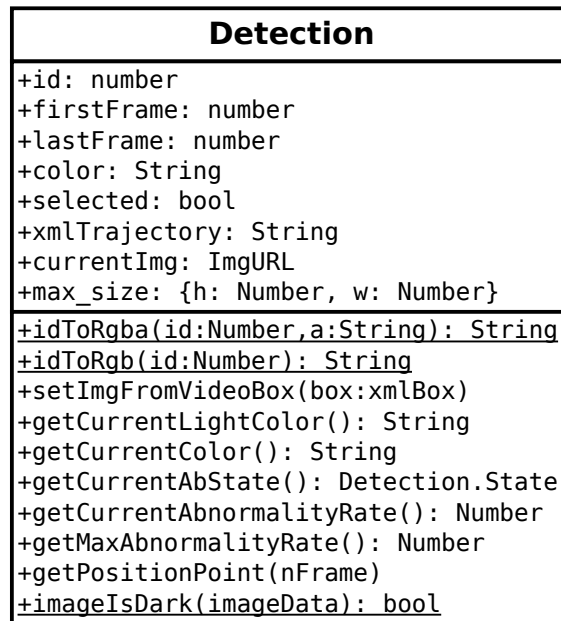


Figura 6.13: Diagrama completo da clase Detection

Tamén cabe destacar aquí a función do observador `TrainingMsgObserver`, que é o encargado de mostrar a etiqueta de Fotogramas de Adestramento e o recadro de cor amarelo nos primeiros fotogramas do vídeo que corresponden aos empregados polo sistema de recoñecemento para obter o fondo da imaxe e así poder distinguir os obxectos que se moven sobre el.

6.5. v0.4 Arranxar bug's e mellorar a estratexia de probas

Esta versión estivo adicada a mellorar algúns aspectos transversais da aplicación que se consideraban de importancia como a verificación e securización das páxinas web's que se detalla con detalle no capítulo de Validación.

6.5.1. Re-analizar vídeo

En este sentido representa un incremento funcional pequeno en comparación co acometido en outras iteracións, a funcionalidade mais destacable das elaboradas neste período foi a de Reanalizar o vídeo unha vez subido dende a páxina de reprodución. Isto é moi útil no caso de que queiramos aplicar cambios ao sistema de recoñecemento e ver velozmente como estes cambios afectan ao resultado da análise, xa que non é preciso volver a subir o vídeo á plataforma. O aspecto final desta funcionalidade pódese ver na figura 6.14.

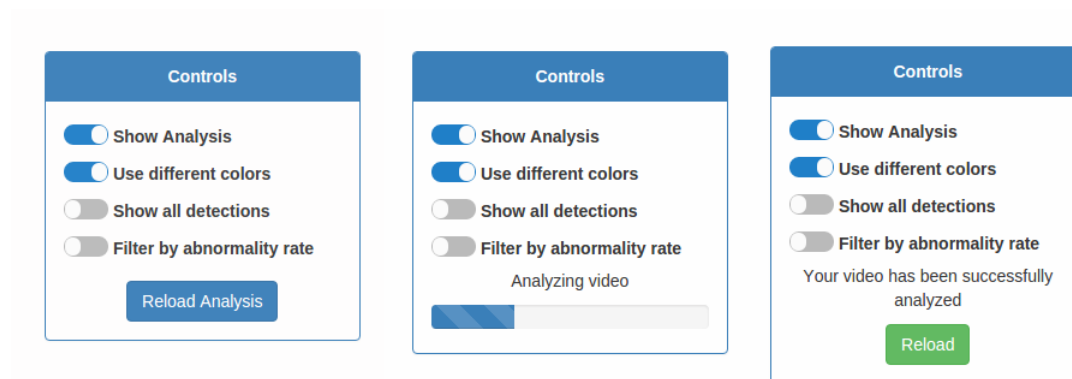


Figura 6.14: Capturas de pantalla que amosan os distintos estados do botón de re-analise

6.6. v0.5 Traxectorias

As traxectorias son outra parte fundamental do sistema, debese mostrar a ruta seguida por cada un dos obxectos detectados dende o momento no que entra en escena ata a súa saída. Para que as traxectorias sexan detectadas no sistema de recoñecemento hai que invocar á biblioteca de análise de alto nivel que require de unha cantidade de tempo considerable. É por elo que na interface de liña de comando precisase un argumento de frecuencia que indique cada cantos fotogramas se realizará a análise de alto nivel(por defecto cada 5 fotogramas).

As traxectorias chegan á capa cliente como parte do XML resultado do sistema

de análise, para mostralas empregárase unha nova capa canvas en conxunto cun novo observador TrajectoriesObserver que itera sobre as deteccións actuais pintando as liñas entre cada un dos puntos da súa ruta, dende o comezo desta ate o punto no que se atopa actualmente o obxecto. Estes puntos son parseados polo obxecto Detection nada mais recibir o documento XML, quedando almacenados como parte do seu campo trajectory.

Xa que a traxectoria forma parte da análise de alto nivel, e esta non é executada en tódolos fotogramas, unha traxectoria estará composta por puntos que indican a posición do obxecto detectado con certa frecuencia (figura 6.15). Para que entre un punto de detección e o seu seguinte pareza que hai avance, dando así sensación de fluidez, o que se fai é calcular dado o seguinte punto e o momento actual, cal é o lugar no que debería estar dito obxecto se se movese en liña recta entre ambos puntos, debuxando a liña da traxectoria ate esa posición calculada.

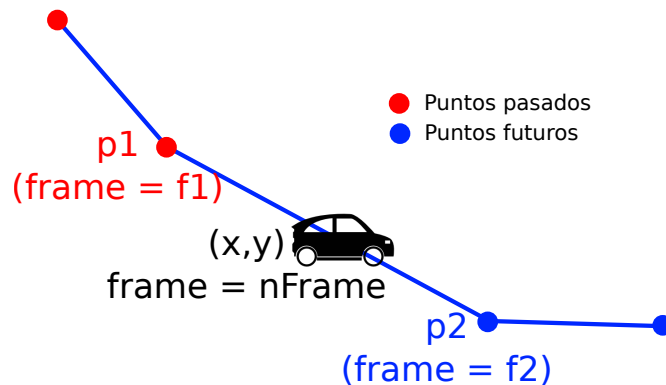


Figura 6.15: Diagrama do cálculo da traxectoria

O cálculo realizase en base ao “ratio” que indica a distancia de entre os dous puntos que o coche leva percorrido.

```
var ratio = Math.abs((nFrame - f1) / (f1 - f2));
```

```
var x = p1.x + ratio * (p2.x - p1.x);
var y = p1.y + ratio * (p2.y - p1.y);
```

Os resultados destes cálculos gárdanse para ser empregados en frames posteriores en caso de que sexa preciso.

A parte das traxectorias, nesta iteración tamén se derou solución a outras funcionalidades como a táboa de Deteccións e a lista de deteccións actuais.

6.6.1. Táboa de Deteccións

Co fin de poder ollar todas as deteccións e podelas ordenar por orde de aparición, tempo en escena, etc, crease unha táboa de obxectos detectados que ademais indica os obxectos que están a aparecer agora mesmo no vídeo, vexase figura 6.17. A estes obxectos asígnaselle unha cor en función do seu identificador unívoco, que ven xa composto por tres valores entre 0 e 255, e que se trata segundo o model RGB como se mostra na figura 6.16 para obter cores mais brillantes e vistosas.

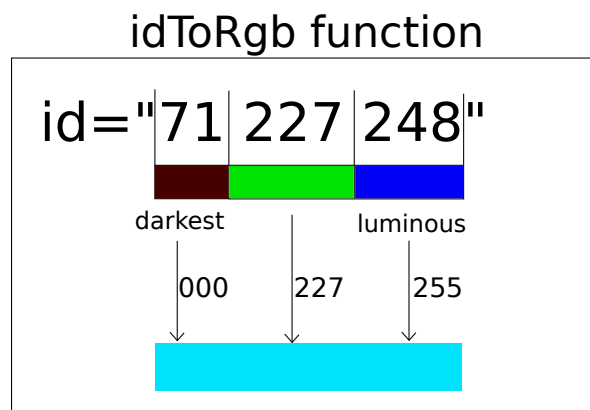


Figura 6.16: Diagrama que mostra o aclarado de cores

Para o ordenamento da táboa empregouse a biblioteca javascript `tablesorter` que permite ordenar ascendente ou descendentemente a táboa facendo click na cabeceira

do elemento polo que se desexa ordenar. Tamén é de destacar que os identificadores situados na primeira columna conteñen un enlace que ao facer click leva o vídeo ao momento no que ese obxecto aparece por primeira vez en escena, función de tremenda utilidade á hora de recoñecelo.

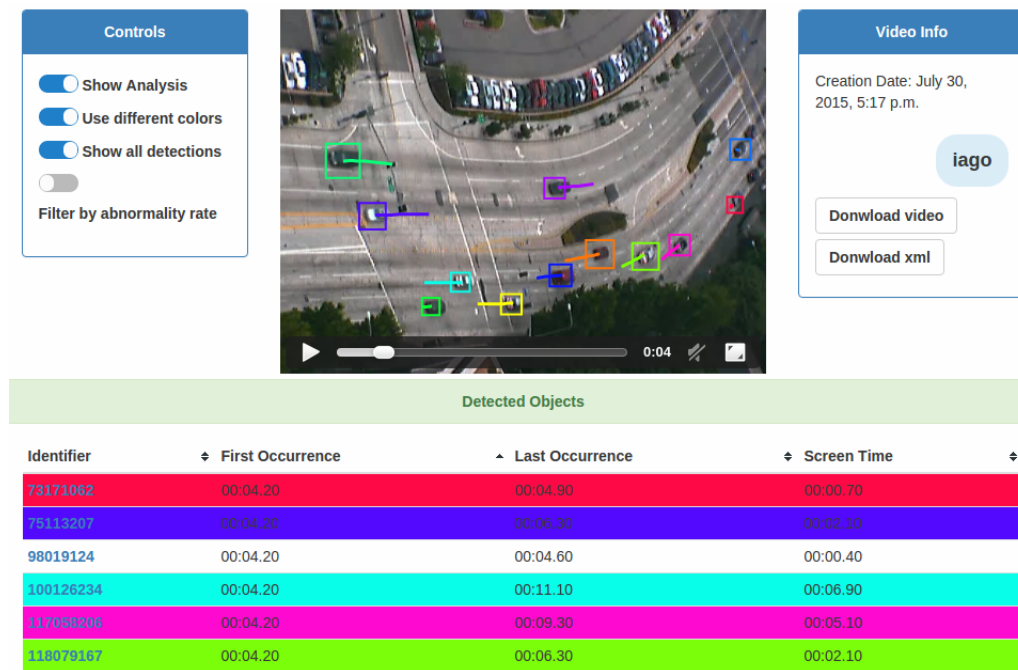


Figura 6.17: Captura de pantalla que amosa a táboa de obxectos detectados

Como é lóxico esta táboa actualízase en cada un dos fotogramas se hai algún novo obxecto detectado ou se algún de eles desaparece, marcando ou desmarcando este como obxectos en escena. Este comportamento implementase mediante dúas listas no obxecto VideoDetections: **detRecentlyDeleted** e **detRecentlySelected**, que son lidas polo observador DetectionsTableObserver, encargado de remarcar todas as Deteccións da lista detRecentlySelected e de desmarcar todas as da lista detRecentlyDeleted, estas relacións entre as clases VideoDetections e Detection pódense observar no diagrama 6.18.

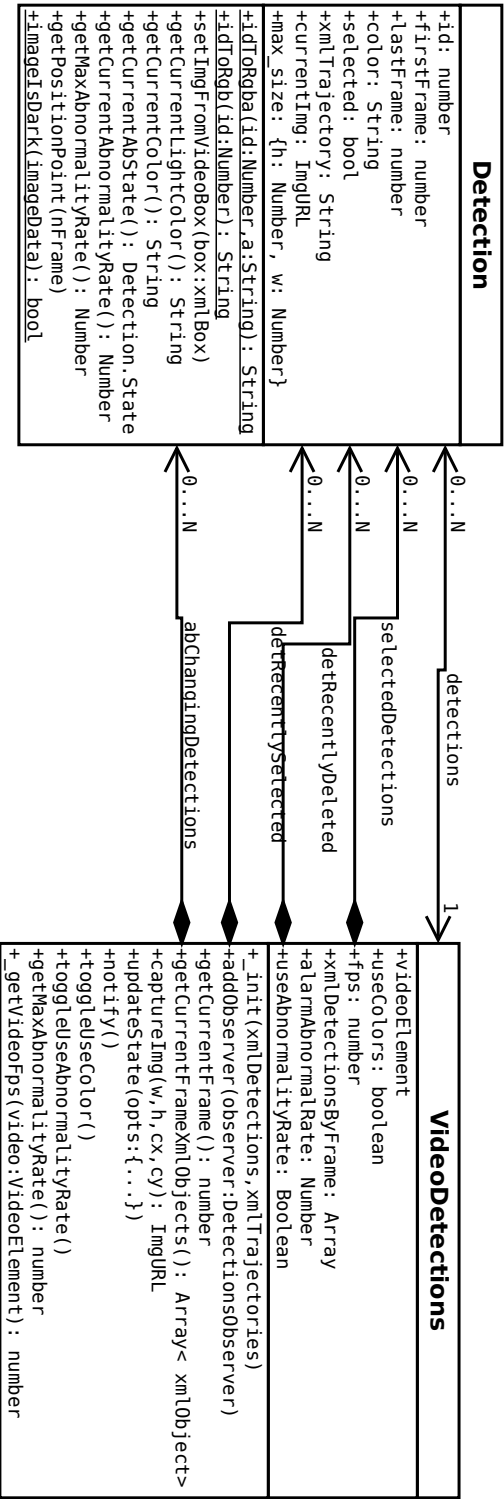


Figura 6.18: Diagrama de clases que amosa detalladamente a relación entre as clases Detection e VideoDetections

6.6.2. Lista de Deteccións actuais

Probablemente a función mais necesaria e vistosa é a de amosar os obxectos detectados de forma individualizada mentres estes están en pantalla. A estes efectos crease unha lista de deteccións actuais que amosa unha imaxe de tódolos obxectos presentes no vídeo. O resultado pódese observar na figura 6.19.

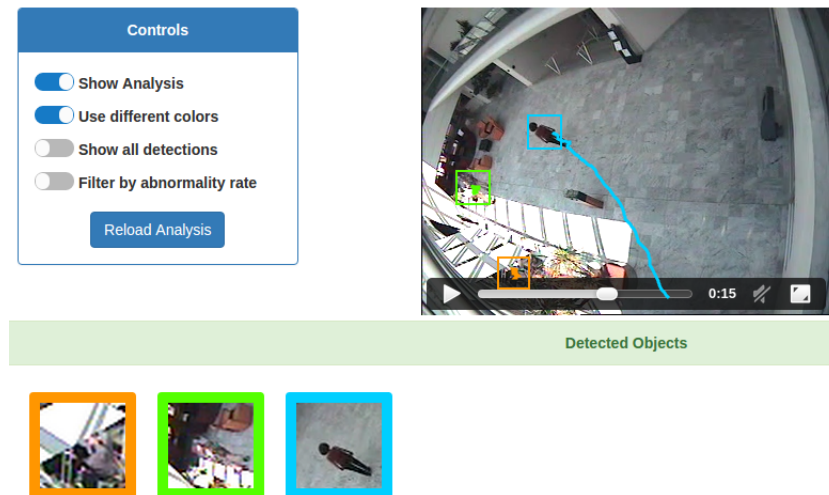


Figura 6.19: Captura de pantalla que amosa a lista de obxectos detectados

Esta sección de deteccións actuais ao igual que a táboa de obxectos detectados precisa ser actualizada en cada fotograma, para elo empréganse as listas de `detRecentlyDeleted` e `detRecentlySelected` explicadas anteriormente, só que agora é o observador `CurrentDetectionsObserver` o encargado de engadir ou borrar unha detección desta sección.

Tamén hai que destacar que xa que os observadores `CurrentDetectionsObserver` e `DetectionsTableObserver` son os que mais tempo de execución consumen, a súa execución é complementaria dependendo do estado do checkbox “Show all detections”. De estar deshabilitado mantén o observador `DetectionsTableObserver` inactivo mentres que o `CurrentDetectionsObserver` está activo, e estando habilitado fai o contrario. Isto obriga aos observadores a reimplementar os métodos “`enable()`” e “`disable()`”, cargando ou descargando nestes métodos todos os valores actuais das deteccións que non

actualizaron mentres estaban deshabilitados.

As imaxes que se amosan como icona de cada un dos obxectos detectados son calculadas en tempo de reprodución do vídeo, isto é posible grazas aos elementos data URI[34] de javascript, que permiten almacenar unha imaxe como se fose unha URL e empregar esta URL para logo mostrar a imaxe, por poñer o caso, no fondo (background-image) de un elemento HTML. Esta URI calcúlase no método da clase VideoDetections “captureImg” empregando unha chamada a “canvas.toDataURL()” onde canvas é un elemento HTMLCanvasElement obtido a partir do fotograma actual do vídeo.

Por último para mostrar a información asociada a este obxecto detectado de algún xeito, empregase a compoñente da librería bootstrap popover, que é unha ventá flotante que xurde ao carón da detección cando o rato pasa por enriba dela. Este popover personalízase coa cor concreta desa detección (ver figura 6.20).

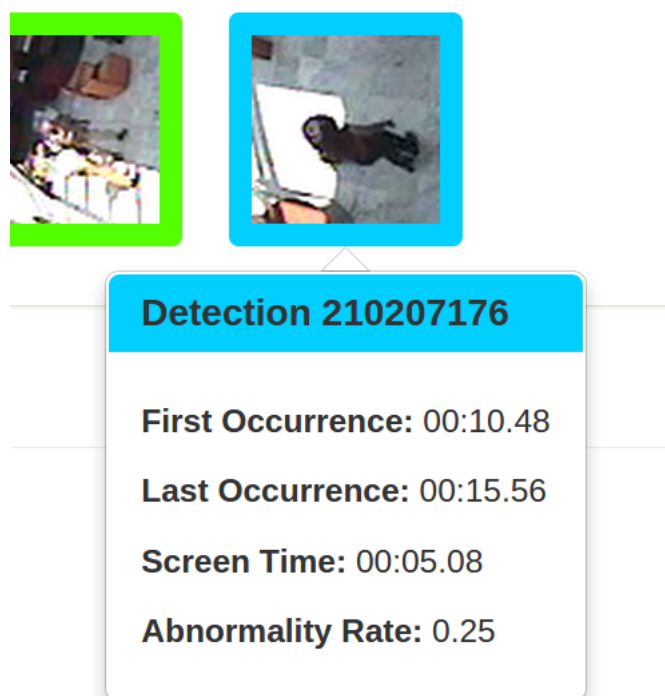


Figura 6.20: Captura de pantalla que amosa o popover da lista de deteccións actuais

6.7. v0.6 Detección do comportamento anómalo

Un dos factores nos que destacan os algoritmos dos laboratorios VARPA é precisamente a análise de comportamento co fin de detectar o comportamento anormal de un dos obxectos implicados nunha escena. Isto faise calculando cal é o camiño polo que un obxecto soe viaxar do punto A ao punto B, para calquera que sexan os puntos A e B, de xeito que podemos medir o anormal que é o seu comportamento en función do que o seu camiño se diferencie do camiño habitual. Isto pode axudar a detectar por exemplo un peón que non cruza polo paso de cebrá, un coche facendo unha manobra perigosa...

O sistema de recoñecemento facilitado polo laboratorio foi deseñado para poder devolver un ratio de esa anormalidade en cada unha das chamadas ao sistema de análise de Alto nivel, que como se dixo anteriormente executase cada determinado período de tempo. E dado que é este sistema o que proporciona a traxectoria do obxecto, o ratio de anormalidade para cada un dos momentos asociouse pois a cada un dos puntos da traxectoria como se pode ver na imaxe 6.21. Como se pode comprobar nesta imaxe, existen unha serie de momentos iniciais nos que o ratio inda non puido ser calculado, e neste caso o valor asociado será 0.

```
</trajectory>
<trajectory id="173031122">
  <point frame="269" abnormality="0" x="529" y="310"></point>
  <point frame="275" abnormality="0" x="530" y="309"></point>
  <point frame="281" abnormality="0" x="531" y="308"></point>
  <point frame="283" abnormality="0" x="531" y="308"></point>
  <point frame="289" abnormality="0" x="531" y="307"></point>
  <point frame="295" abnormality="0.2" x="532" y="307"></point>
  <point frame="301" abnormality="0.2" x="533" y="305"></point>
  <point frame="307" abnormality="0.2" x="536" y="302"></point>
  <point frame="313" abnormality="0.25" x="542" y="296"></point>
  <point frame="319" abnormality="0.222222" x="549" y="287"></point>
  <point frame="325" abnormality="0.2" x="559" y="276"></point>
  <point frame="331" abnormality="0.181818" x="568" y="264"></point>
  <point frame="337" abnormality="0.166667" x="577" y="252"></point>
  <point frame="343" abnormality="0.153846" x="591" y="238"></point>
  <point frame="349" abnormality="0.214286" x="596" y="225"></point>
  <point frame="355" abnormality="0.180474" x="605" y="213"></point>
  <point frame="361" abnormality="0.33586" x="613" y="202"></point>
</trajectory>
<trajectory id="182093078">
```

Figura 6.21: Ratio de anormalidade gardado nun documento XML

Non obstante un número é algo moi pouco gráfico, que dificilmente pode axudar a resaltar unha detección anómala de unha que non o é, por este motivo se deseñou unha

serie de compoñentes que permiten seleccionar un límite (un ratio de anormalidade máximo) a partir do cal un obxecto será considerado sospeitoso. A nivel de interface web, este límite pode marcarse cunha barra selectora chamada slider, que se importou da librería jQuery UI[27], e que se complementou cunha entrada de texto para dar a posibilidade de que o valor se seleccione ou ben escribíndoo, ou ben a través do slider (vexase figura 6.22). Os valores a seleccionar variarán sempre entre 0 e o máximo valor atopado entre os ratios de anormalidade das deteccións.

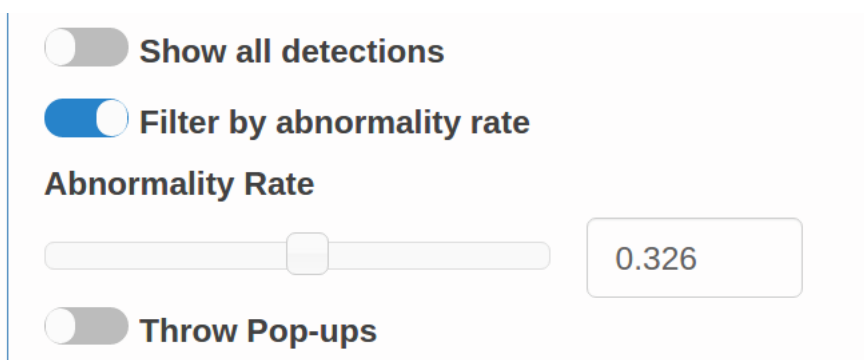


Figura 6.22: Captura de pantalla do compoñente slider da biblioteca jQuery UI

Agora que xa se pode seleccionar o valor a partir do cal queremos marcar unha detección como anómala, falemos do xeito no que se vaia realizar este marcado. A idea xeral consiste en inabilitar o uso de diferentes cores e marcar de azul todas as deteccións, con excepción de aquelas que teñan un comportamento anormal que serán marcadas de vermello, e aquelas cuxo comportamento inda non fose analizado que serán marcada en cor negra como se pode ver na imaxe 6.23. Este uso de cores no só se emprega nas capas *< canvas >* de información que se amosan sobre o vídeo senón tamén na táboa de obxectos detectados e na lista de deteccións actuais.

Para conseguir isto, centralizase a xestión da cor sobre o obxecto *Detection* que se pode ver en detalle no diagrama 6.13, facendo que sexa este o que determine de forma unívoca de que cor se ten que debuxar. Para isto creanse os métodos “*getCurrentColor*” que devolve a cor para as capas *< canvas >* e “*getCurrentLightColor*” que devolve un color mais claro para a táboa e a lista de deteccións. O obxecto *Detection* á súa vez calculara a cor a devolver en función do seu ratio de anormalidade e o valor das pro-

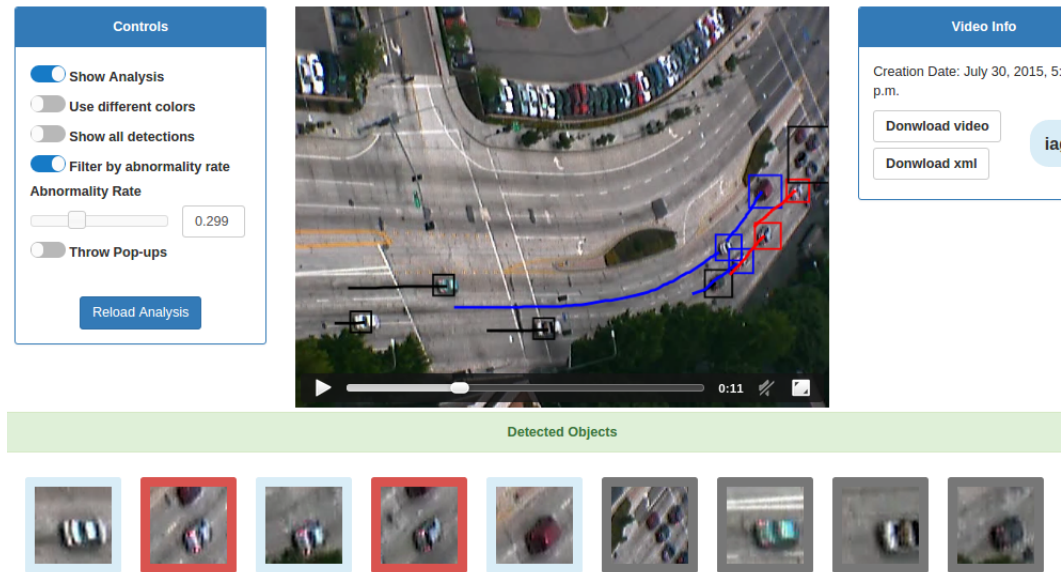


Figura 6.23: Captura de pantalla que amosa o comportamento das deteccións sospeitosas

iedade: `videoDetections.alarmAbnormalRate`, `videoDetections.useAbnormalityRate` e `videoDetections.useColors`.

A parte deste mecanismo para centralizar a xestión do color que será empregado por tódolos observadores, os observadores `DetectionsTableObserver` e `CurrentDetectionObserver` precisan coñecer aquelas deteccións que cambiaron a un estado sospeitoso, de confianza ou sen datos, con este obxectivo crease a lista `VideoDetections.abChangingDetections` (ver diagrama 6.18), que indicará aquelas deteccións que cambiaron de estado e polo tanto, no caso da táboa e a lista de deteccións, precisan mudar a súa cor.

6.7.1. Popups de deteccións sospeitosas

Para completar a funcionalidade de detectar o comportamento anómalo, solicítase unha faceta a maiores do marcado das deteccións sospeitosas, deberase dar a opción de lanzar unha nova ventá por cada obxecto sospeitoso detectado coa posibilidade de ver este obxecto de preto ao largo do seu percorrido.

Tras estudar varios xeito de facer isto, a mellor solución parece ser a de empregar

pop-ups tamén chamados ventás emerxentes, que inda que normalmente se evitan por estares asociados con contido publicitario, neste caso compren á perfección coa tarefa que se desexa realizar.

Xa que haberá que ampliar a imaxe facendo un efecto zoom para poder mostrar a zoa do vídeo na que está a detección con mais detalle, prantexase a construción dun sistema que mediante unha barra selectora (slider) permita achegarse ou afastarse para ver mais de preto ou de lonxe o obxecto detectado. Para estas ventás emerxentes empregárase un novo ficheiro .css e tamén un novo ficheiro .js, que conterà os mecanismos precisos para crear este efecto zoom.

A esta nova ventá pasaranse como parámetros da URL o identificador da detección e a ULR do ficheiro XML que contén a análise. Con estes datos o ficheiro javascript principal chamado suspicious-popup.js, que segue unha distribución similar ao de video-player.js para a páxina que amosa o vídeo, obterá o ficheiro XML e en base a el iniciará o sistema. Esta páxina tamén constará dun elemento `< video >`, con capas `< canvas >` superpostas, a primeira delas ocultará o vídeo por completo mostrando a porción del que sexa precisa para lograr o efecto zoom e as sucesivas mostrarán a información desexada.

Ao manter a estrutura dun elemento `< video >` coas capas `< canvas >` superpostas, a mellor arquitectura posible e a dun patrón Observador, no que o suceso manteña ademais das referencias ao vídeo, os datos sobre o nivel de zoom, que será necesariamente empregado polos seus observadores. Para esta tarefa reempregouse gran parte do deseño do diagrama 6.11 engadindo as características precisas nunha clase herdada de VideoDetections que se nomea ZoomVideoDetections como se pode ver na figura 6.24.

Este sistema é iniciado na carga do XML e ao igual que na páxina que reproduce o vídeo, cando a carga finaliza crease un bucle coa función `updateStatus` que actualizará en cada fotograma o estado dos compoñentes chamando á función `ZoomVideoDetections.updateState()`. Esta función tamén é chamada cando o vídeo lanza o evento `play`, ou ao cambiar o nivel de zoom mediante a barra selectora (slider). O resultado final, mostrase quedou como se pode ver na figura 6.25.

A continuación explicase en detalle o mecanismo empregado para crear o efecto

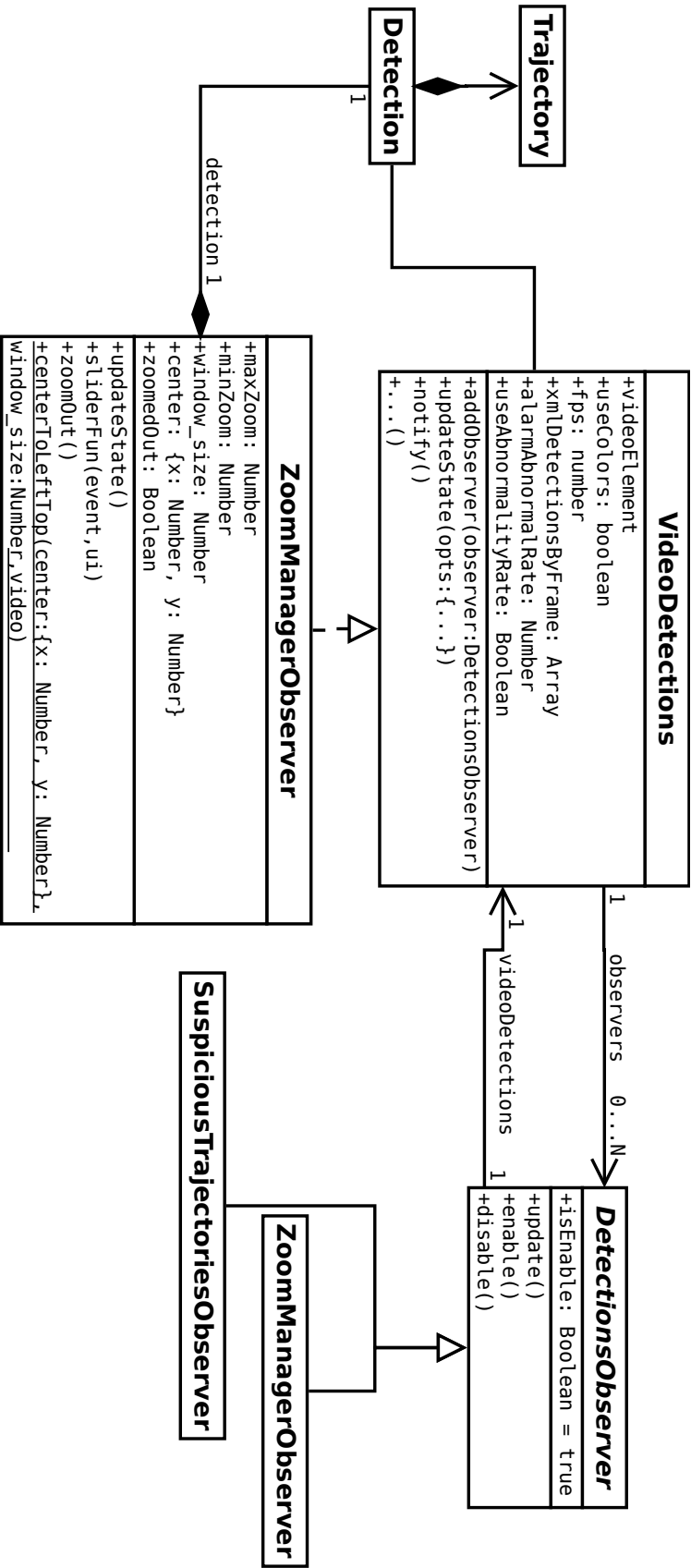


Figura 6.24: Diagrama de classes simplificado para a ventá emerxente de deteccións sospeitosas

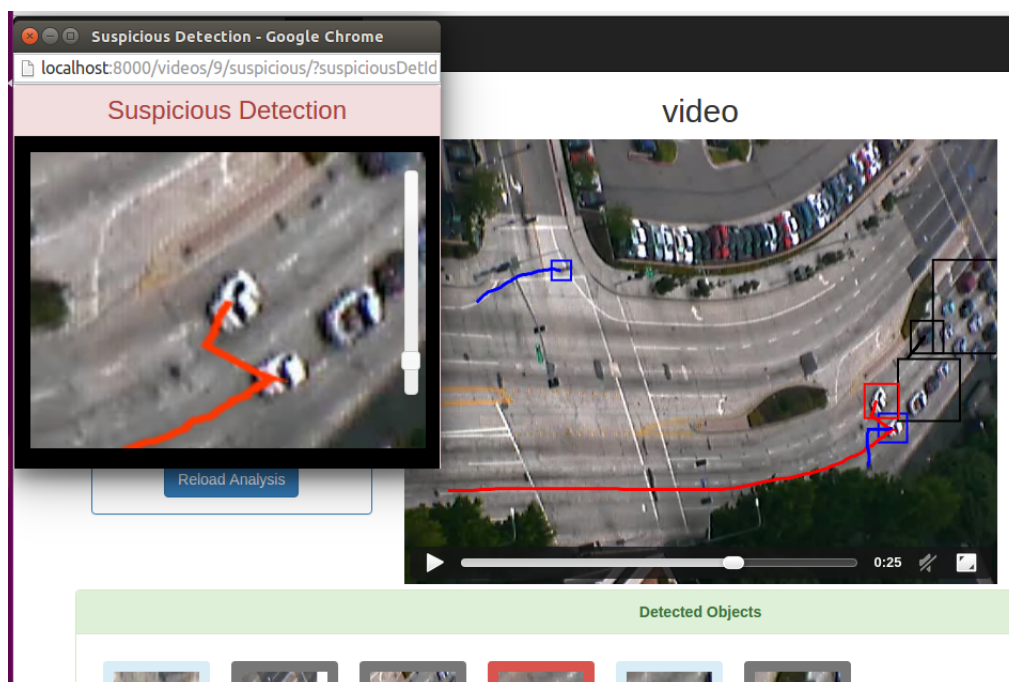


Figura 6.25: Captura de pantalla que amosa a ventá de deteccións sospeitosas

zoom e para levar a cabo o seguimento do obxecto mantendo este nivel de zoom. Empréganse basicamente dúas variables, por un lado o tamaño da fracción de vídeo a amosar (`w_size`), que variará entre un mínimo (dúas veces o tamaño da detección) e un máximo que é o tamaño do vídeo, e por outro lado o centro (`center`) da escena que será unha variable composta de dúas compoñentes (`x,y`) que indican a distancia en píxeles á parte superior esquerda do vídeo.

A función `ZoomVideoDetections.centerToLeftTop` é a encargada de calcular dado un tamaño de ventá e un centro, esta distancia á marxe esquerda superior do vídeo. Este cálculo no é sinxelo, xa que hai que evitar que o recadro a seleccionar exceda das dimensións do vídeo. Esta casuística amosase na figura 6.26.

6.8. v1.0 Memoria e posta en produción

Esta última fase adicouse principalmente a completar a memoria, a solucionar pequenos problemas acumulados nas anteriores versións e á publicación de esta aplicación

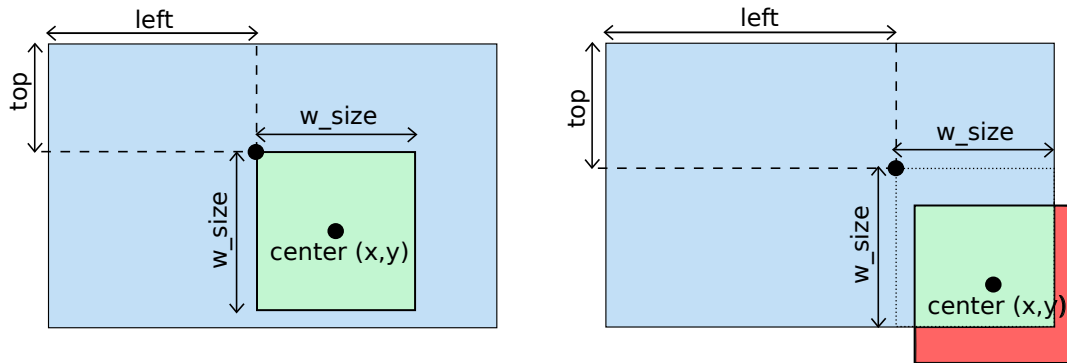


Figura 6.26: Diagrama que explica os problemas resoltos para implementar o efecto zoom

baixo un entorno de produción.

Para a publicación desta aplicación web, realizarase a súa montaxe sobre un servidor on-line, é dicir, unha máquina conectada a internet que dispón de conexión directa a unha dirección IP fixa, e a capacidade para manterse en funcionamento de forma continua. A esta IP referenciará un servidor DNS, que se contratará xunto co dominio `www.ancoweb.es` a través do cal poderase acceder á páxina.

6.8.1. Dominio

O dominio ten que ser rexistrado cos datos da persoa responsable, neste caso o autor do proxecto, a través dunha empresa rexistradora. Seleccionase a empresa 1&1 [35] xa que tamén oferta servizo DNS(Domain Name System) para apuntar ao servidor que contén a aplicación.

Unha vez creado o dominio, a única configuración a establecer para que este funcione é a dirección do servidor, que indicaremos no rexistro de tipo A como se pode ver na figura 6.27 onde a dirección IP do servidor é 45.55.51.164.

The screenshot shows the 1&1 domain management interface. At the top is a dark blue navigation bar with the 1&1 logo, 'Centro de dominios', and links for 'Inicio', 'Dominios', 'Mis planes', 'Mis datos', '1&1 Tienda Clientes', 'Ayuda', and 'Cerrar sesión'. Below this, the main header area includes 'Centro de dominios', a 'Comenzar tour de producto' button, the client ID 'ID de cliente: 452779324', and a dropdown menu showing '55019422 - 1&1 Pack Dominio'. The main content area has a sub-header 'Gestión de dominios y certificados SSL' and a horizontal menu with 'Dominios', 'Transferencias', 'Pre-registros', 'Reservas', and 'Certificados SSL'. Below the menu are two buttons: 'Solicitar dominio' and 'Exportar lista de dominios'. The main section is titled 'Dominio' and 'Detalles' for the domain 'ancoweb.es'. It shows 'Espacio web: /.' and a '> Crear subdominio' link. A table below lists domain details, DNS configuration, and domain configuration options.

Dominio			Detalles		
ancoweb.es			> Crear subdominio		
Espacio web: /.					
Detalles del dominio			Configuración DNS		Configuración de dominio
Destino: Espacio web			Servidor DNS 1&1		> Editar destino
Objetivo: /.			A 45.55.51.164		> Editar contactos del dominio
Tipo: Dominio adicional			MX mx00.1and1.es		> Modificar configuración DNS

Figura 6.27: Panel de control da ferramenta 1and1

6.8.2. Hosting

Na dirección IP 45.55.51.164 reside o servidor montado para distribuír a aplicación web a todo aquel que se conecte. Este servidor pertence á empresa DigitalOcean [36] que se seleccionou de entre outros servizos de hosting por permitir a posibilidade de crear o entorno de produción dende zero, podendo así instalar todos os paquetes preciso para a integración das múltiples tecnoloxías implicadas neste proxecto.

Neste caso seleccionouse como punto de partida unha máquina Ubuntu Server 14.04 con 1GB de memoria RAM, un só núcleo de CPU e 30GB de memoria SSD, todo elo localizado en Nova York.

6.8.3. Configuración do Servidor

A partir da base que nos proporciona DigitalOcean, que é unha máquina Ubuntu Server 14.04 completamente limpa, pódese seguir a guía contida no ficheiro production-README.md situado na base do proxecto que indica con detalle todos os comandos a executar para una correcta configuración.

Como peza central escolleuse o servidor Apache2, este servidor será o encargado de servir tódolos arquivos, tanto páxinas web como ficheiros multimedia e recursos da aplicación. Mais este servidor de por si só, non pode executar o framework de Django que se precisa para atender as peticións dos clientes, co que se engade un módulo chamado `mod_wsgi` que permite executar código python sobre o servidor mediante o ficheiro do proxecto `“src/ancoweb/wsgi.py”`. A dificultade especia está en configurar adecuadamente todo o entorno para executar Python 3.4, pois é unha versión soportada por `mod_wsgi` recentemente.

6.8.4. Axustes de Produción

En produción existen toda unha serie de parámetros que cambian en relación co entorno de desenvolvemento, para soportalos creouse un novo ficheiro de configuración que herda do anterior chamado `“settings_production.py”` e que está situado no directorio `“/src/ancoweb”`.

Para indicar ao sistema que empregue este ficheiro en lugar de `settings.py`, o que se

fixo foi modificar o ficheiro “src/ancoweb/wsgi.py” facendo que este apunte ao ficheiro de produción en lugar de ao de desenvolvemento, así cada vez que o proxecto se execute mediante `mod_wsgi` empregaranse os axustes de produción, e en caso contrario os axustes por defecto.

Un dos axustes de configuración mais importantes é o da variable `STATIC_ROOT`, esta indica onde se almacenarán os recursos da aplicación, e neste caso decidiuse empregar o directorio “/var/www/static/” polo que antes de ser despregada todos o recursos precisos de tódalas aplicacións incluídas deben ser movidos a este directorio empregando o comando:

```
sudo python manage.py collectstatic
--settings=ancoweb.settings_production
```

O outro axuste de gran interese é o lugar no que se almacenan os ficheiros multimedia, pois a meirande parte da aplicación xira en torno a eles. Neste caso a variable en conflito é `MEDIA_ROOT`, que no caso do entorno de produción tomará o valor “/var/www/media/”, e en caso de estar en desenvolvemento “`MEDIA_ROOT = str(BASE_DIR / 'media/')`”. Isto obriga ao igual que cos recursos do proxecto a mover os arquivos multimedia cada vez que se desexe despregar a aplicación, neste caso co comando:

```
sudo cp -R ancoweb-TFG/src/media/ /var/www
```


Capítulo 7

Validación

Á hora de deseñar probas é importante abarcar a maior parte do código posible, neste proxecto isto foi todo un reto, pois o alto nivel de integración dificulta enormemente a realización das probas. Pese a todo, logrouse probar tanto o código realizado en Python-Django así como o código da capa cliente en javascript, empregando para elo distintos modelos e bibliotecas de probas que vemos a continuación.

7.1. Probas Unitarias

As probas unitarias proban as funcionalidades mais básica do software. Executanse sempre no ámbito de un só modulo para probar o correcto funcionamento de este, simulando se fose preciso a súa interacción con outros módulos (este proceso chamase *mocking*).

No ámbito da nosa aplicación as probas de cada módulo recollense nos ficheiros `tests.py` de cada un deles. Estas probas inclúen tanto comprobacións de funcións illadas, como a correcta xeración de algunha webs independentes do resto dos módulos.

7.1.1. Política de acceso ás páxinas web

Como resulta lóxico non todo o mundo pode acceder a tódalas páxinas da aplicación, algunhas delas están reservadas para o administrador, outras para o propio usuario logueado, unhas terceiras para calquera usuario logueado e por último hai páxinas de

dominio público.

É importante de cara a non cometer erros de seguridade, que este correcto comportamento sexa comprobado, así na táboa excel que se atopa no ficheiro docs/urlsMap.ods pódese observar con detalle que política de acceso segue cada unha das páxinas da aplicación segundo a súa URL. Foi a partir deste mapa de urls dende onde se elaborou a base dos test de unidade para o acceso ás páxinas, que comprobar para cada unha das páxinas da aplicación que un usuario cos permisos adecuados poida acceder e que calquera dos demais reciba o erro axeitado.

Pero só con probas unitarias non se pode asegurar a calidade dos software xa que moitos dos módulos están pensados para interactuar entre eles, polo que fanse necesarias as Probas de Integración.

7.1.2. Probas da Capa Web con Javascript

As probas da capa web en escrita en javascript apoiaranse no framework Qunit de jQuery que proporciona un xeito sinxelo de crear probas unitarias sempre e cando o código javascript esté convintemente separado do HTML que forma a vista da capa web.

Como resulta lóxico, estas probas estarán escritas en javascript e almacenadas no directorio do proxecto `/src/static/site/tests`, podendo executarse de dous xeitos diferentes: Ou ben como unha páxina web pertencente á aplicación (isto favorece o desenvolvemento áxil), ou ben como unha proba das realizadas polo comando `python manage.py test`.

Para poder executar un código javascript dende a execución común dos tests da aplicación, precisamos un lanzador ou runner que lance estes tests contra algún navegador de liña de comandos, neste caso a opción seleccionada foi a combinación do paquete `django.js` (v0.8.1) en combinación co navegador de liña de comandos `phantomJS`.

Django.js é un conxunto de utilidades que permiten a integración de código javascript en Django. Mais en concreto neste proxecto empréganse aquelas que teñen que ver co testing de aplicacións [37], destacando as clases `QUnitSuite` e `PhantomJsRunner` que se empregan para lanzar os tests como parte dos test da aplicación mediante a clase

creada `StaticJsTestCase` que obtén os resultados do modo de páxina web co navegador de liña de comandos, e tamén a clase `QUnitView` que é a peza central para a execución a neste modo de páxina web.

Po outro lado `PhantomJS` é un navegador `WebKit` de liña de comandos, cunha API Javascript que da soporte rápido e nativo para varios estándares web que resultan moi do noso interese, como son a manipulación DOM, os selectores CSS, JSON, Canvas e SVG. `PhantomJS` será chamado implícitamente polo runner de `Django.js` cando se executen os test, mentres que no caso da vista `QUnitView` os tests executaranse directamente no navegador que realice a petición.

7.2. Probas de Integración

As probas de integración so aquelas que proban o funcionamento conxunto de varios módulos da aplicación, realízanse tras o éxito das probas unitarias tamén sen que haxa interacción humana.

No noso caso agruparemos as probas de integración nun paquete a parte, para evitar así mesturalas coas probas unitarias de cada módulo. A estes efectos creamos a clase `SeleniumAncowebTest` que estende `StaticLiveServerTestCase` engadindo ademais os métodos `login_user(self, user, password)` e `logout_user(self, user)` xa que todo-los tests que comprobemos outros módulos precisando de un usuario logueado consideráanse tests de integración.

7.2.1. Probas Funcionais Selenium

As probas funcionais son aquelas nas que se lle dita ao sistema cales serán as saídas a unha determinada serie de entradas co fin de comprobar que a funcionalidade é a correcta. No caso da nosa aplicación empregaremos tests funcionais para as probas de integración apoiandonos en Selenium.

Selenium é un framework para a realización de probas funcionais que permite lanzar un navegador e indicar as accións a realizar sobre él xunto cunha serie de comprobacións para verificar que estas accións provocan na páxina web o efecto desexado. Resultan de especial relevancia na programación web, xa que o seu funcionamento asemellase

moito ao que un humano faría para comprobar o correcto funcionamento da web sendo por tanto moi intuitivo.

No noso caso comprobábase con Selenium, o logueado de Usuarios, a subida de vídeos e o listado de vídeos.

7.3. Probas de Sistema

As probas de sistema neste caso consisten na comprobación manual de que a páxina se desprega correctamente no entorno de produción. Para esta proba procedese subindo á plataforma mediante o dominio `www.ancoweb.es` dous vídeo diferentes: Un representativo de un entorno aberto e público e outro pertencente a un espazo interior, posteriormente comprobábase que ambos vídeos foron subidos e analizados correctamente así como que as distintas compoñentes que interactúan na páxina de reprodución do vídeo funcionan de forma coherente co contido de este.

7.4. Probas de Aceptación

Por último están as probas de Aceptación fanse co obxectivo de comprobar se o software cumpre coas expectativas que o cliente tiña de el. A estes efectos cada vez que se finalizaba unha funcionalidade realizouse, acorde coa metodoloxía, unha proba completa por parte do titor Brais Cancela que garante que todo o implementado era acorde cos que se desexaba. Ocasionalmente o proxecto tamén foi revisado polos outros titores aportándolle así un carácter mais plural.

7.5. Calidade

Os parámetros de calidade empregados para a codificación do código fonte son os seguintes:

- Para o código **Javascript**: JavaScript Style Guide and Coding Conventions [38], tamén apoiado nas JavaScript Best Practices [39].

-
- Con respecto ao código **Python** seguiu-se a PEP8 Style Guide for Python Code [40].

Capítulo 8

Planificación e Avaliación de Custes

A planificación e a avaliación de custes son de vital importancia nun proxecto destas características, pois aseguran que o proxecto se desenvolverá correctamente cumprindo con todas as especificacións desexadas. Neste caso a realización do proxecto abarca dende mediados de febreiro de 2015 cando teñen lugar as primeiras reunións ate setembro de ese mesmo ano no que finaliza a execución desta aplicación e a elaboración da memoria co obxectivo de presentar o conxunto do traballo a mediados de setembro.

Como se explicou no capítulo referente á metodoloxía, o proxecto subdividirase nunha serie de iteracións de aproximadamente un mes de duración¹ e trinta horas de traballo aproximadamente², nas que se acometerán unha serie de funcionalidades concretas. Para o seguimento do avance do proxecto, o seu control e avaliación empregase a ferramenta YouTrack, que a parte de xestionar de forma áxil as tarefas a realizar, permite xerar informes de proxecto como os que se verán a continuación. A parte disto, por cada versión estable pódese atopar no repositorio de GitHub, unha Release co seu número de versión e o seu comentario asociado. As Releases pódense ver na seguinte

¹As datas non son de un mes exacto xa que se adaptaron estes períodos en función da carga lectiva e de outras variables de carácter persoal para cumprir así coa faceta incremental do proxecto, facendo que cada nova Release aportase unha serie de características de interese.

²A excepción do último sprint pertencente ao mes de Agosto, no que se dispoñerá de tempo completo

lista:

- **v0.1 - Subir e Visualizar vídeos** (1 febreiro - 1 marzo)
- **v0.2 - Subida y conversión de vídeo completada** (1 marzo - 19 abril)
- **v0.3 - Xerar e mostrar elementos básicos do XML** (19 abril - 15 maio)
- **v0.4 - Solventados bug's e mellorada a estratexia de probas** (15 maio - 11 xuño)
- **v0.5 - Traxectorias** (11 xuño - 10 xulio)
- **v0.6 - Detección do comportamento anómalo** (10 xulio - 24 xulio)
- **v1.0 - Memoria e últimos detalles** (24 xulio - 30 agosto)

A primeira iteración do proxecto estivo principalmente centrada na formación sobre o framework Django, xa que o fin primordial era o de crear unha primeira páxina web que permitise subir e visualizar vídeos. Tamén estivo centrada en coñecer de preto as posibilidades ofertadas pola ferramenta GitHub para poder subir os avances realizados. Non se empregaba por tanto ningunha ferramenta para o seguimento de incidencias ou a integración continua.

Durante a segunda e terceira iteración cando xa se dominaban tanto Django como GitHub, procedeuse á busca dunha ferramenta para este seguimento de incidencias. Nun comezo, empregouse a propia ferramenta integrada en GitHub que permite un seguimento mínimo das tarefas e as metas a alcanzar, e xa na terceira iteración optouse de forma definitiva por YouTrack, migrando os issue's acumulados en GitHub a esta nova plataforma mais completa. Durante este período tamén se foi configurando Travis CI como servidor de integración continua, inda que a ampla diversidade de linguaxes e tecnoloxías presentes no proxecto fixo que esta integración continua fallase eventualmente por motivos de configuración.

Na gráfica 8.1 podemos ver o fluxo acumulado de tarefas no cal se distinguen as tarefas **abertas**, **en curso** e **solucionadas**. A gráfica amosa un fluxo crecente de tarefas solucionadas correspondentes ás tarefas realizadas en cada iteración e tamén

unha serie de tarefas pendentes que corresponden as tarefas do Product Backlog que nunca chegaron a entrar en ningún Sprint por falta de prioridade e que conformarán a meirande parte das liñas futuras do capítulo 10 sobre as liñas futuras da aplicación.

Por outra parte o gráfico de evolución do proxecto (figura 8.2) marcou durante o desenvolvemento dos sprints a liña idónea e por tanto a velocidade en relación ao ritmo ideal. Nótese que a gráfica estima por número de tarefas e non por horas estimadas, isto explica as desviacións como as do mes de agosto, xa que ao dedicarse esta iteración practicamente á memoria, a gráfica permanece estanca aínda que se sigan sumando horas de traballo de forma continua.

Nas figuras 8.3 8.4 pódense ver toda-las horas adicadas fronte ás horas previstas, xeralmente a predición é acertada, inda que como é lóxico non é cen por cen exacta.

Os datos do total de horas empregadas para a versión v1.0 suman 238 horas, que a un prezo de 12 €a hora fan un custo total de 2.856,00 €.

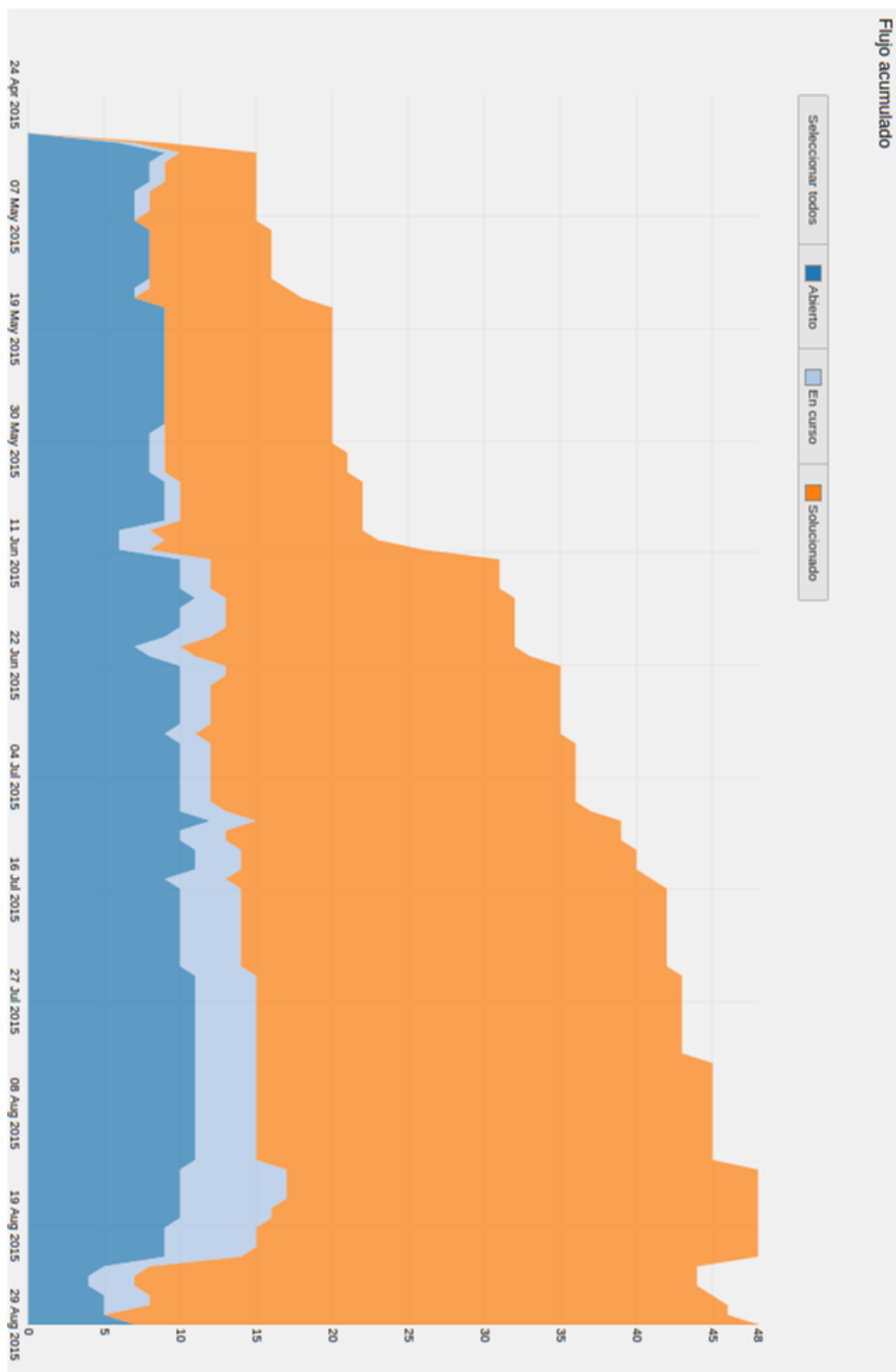


Figura 8.1: Gráfica do fluxo de tarefas acumulado ao longo do proxecto

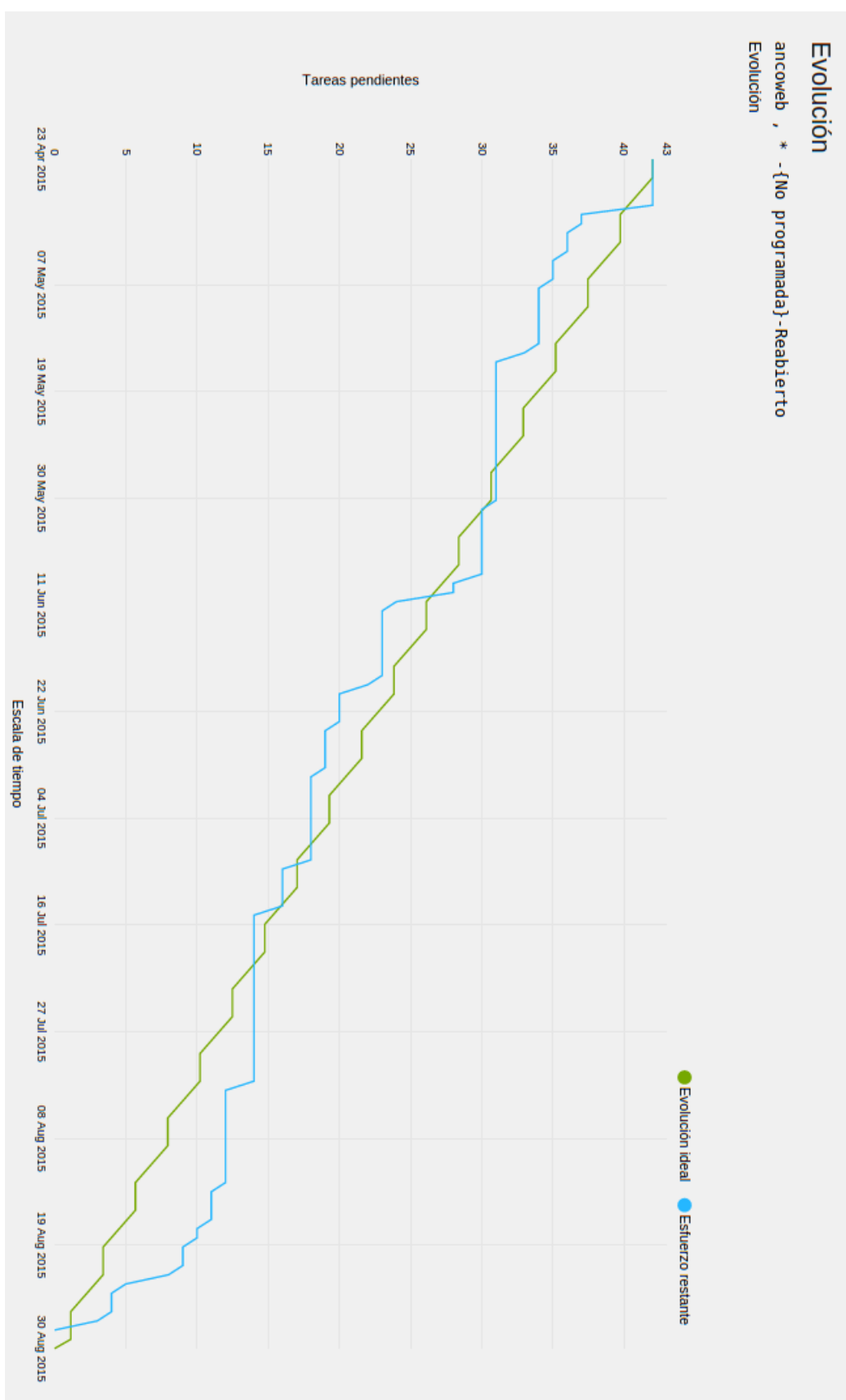


Figura 8.2: Gráfica da evolución do proxecto

Tiempo por version

ancoweb , <no query>

Notificación de tiempo

Por usuario

Por incidencia

☐ Mostrar tipos de trabajo

INCIDENCIAS , AGRUPAR POR SOLUCIONADO EN VERSIÓN(ES)		TIEMPO ESTIMADO	TIEMPO EMPLEADO
v0.2 - Subida y conversión de vídeo completada			
ancoweb-10	Botón Finish en Notificación	16h	13h
ancoweb-12	Convertir Vídeo a distintos formatos	3h	2h
ancoweb-52	Crear sistema de Notificaciones	5h	3h
		8h	8h
v0.3 - Xerar e mostrar elementos básicos do XML			
ancoweb-13	Analizar las librerías de Brais	21h 10m	26h 39m
ancoweb-11	Capa canvas sobre el video	4h	2h 47m
ancoweb-14	Crear Esquema de un Programa para Shell	3h	4h
ancoweb-19	Eliminar Formato .ogv	2h	2h 30m
ancoweb-17	Ensambiar ambas aplicaciones	10m	7m
ancoweb-15	Implementar XmlParser	2h	3h
ancoweb-8	Rediseñar Autenticación	5h	8h 30m
ancoweb-9	Seguimiento en pantalla completa	2h	1h 45m
		3h	4h
v0.4 - Solventados bugs e mellorada a estratexia de probas			
ancoweb-20	Boton de reanalizar vídeo	33h 30m	39h 25m
ancoweb-16	Cancelar Subida	4h	6h
ancoweb-2	Gestionar el comportamiento web durante el análisis	3h	1h
ancoweb-18	No mostrar la notificacion en el panel de seleccionar imágen	2h	1h
ancoweb-23	Política de Acceso al panel	30m	25m
ancoweb-22	Testear sistema en otra máquina y arreglar los errores que surjan	6h	10h
ancoweb-21	Tests capa Web	12h	11h
		6h	10h

Figura 8.3: Táboa de horas adicadas ao proxecto por versión (1)

v0.5 - Traxectorias		45h	36h 55m
ancoweb-28	Descargar Video	2h	15m
ancoweb-27	Descargar/Ver XML del análisis	2h	15m
ancoweb-31	Exportar trayectorias al fichero xml	10h	9h 45m
ancoweb-29	Listar objetos detectados	6h	3h
ancoweb-36	Mostrar elementos detectados como recuadros	5h	9h 45m
ancoweb-32	Mostrar trayectorias	5h	3h 40m
ancoweb-6	Paginar la ListView de videos	1h	30m
ancoweb-34	Pintar de colores os Obxetos	4h	3h 45m
ancoweb-25	Pruebas del código Jajvascript	10h	6h
v0.6 - Detección do comportamento anómalo		41h	46h 45m
ancoweb-40	Aclarar y Aleatorizar Colores de las detecciones	2h	1h 5m
ancoweb-44	Añadir milisegundos a las fechas	1h	1h
ancoweb-47	Bug en PhantomJS	5h	4h 40m
ancoweb-46	Cacular el tiempo entre la actualización de estado de la página Video Details	1h	45m
ancoweb-42	Compatibilidad con otros navegadores	—	1h 45m
ancoweb-33	Filtrar por grado de Anormalidad	10h	14h 45m
ancoweb-39	Implementar patrón observador	6h	7h 15m
ancoweb-43	Lanzar alerta con el vídeo recortado	10h	13h 30m
ancoweb-38	Utilizar hover sobre los objetos detectados	6h	2h
v0.7 - Memoria y últimos detalles		90h 30m	74h 30m
ancoweb-48	Arreglar aspecto visual	5h	5h
ancoweb-50	Cobertura de los test de la capa web	10h	4h
ancoweb-45	Crear esquema XML	3h	2h 45m
ancoweb-24	Elaborar Memoria	64h	51h 15m
ancoweb-35	Fijar tamaño máximo de los vídeos	2h 30m	1h 30m
ancoweb-49	Resolver problemas de Integración Continua	6h	10h
Tiempo total empleado:		237h 14m	
		de 247h 10m	

Figura 8.4: Táboa de horas adicadas ao proxecto por versión (2)

Capítulo 9

Resultados e Conclusións

Pódese concluír por tanto, que este proxecto é unha ferramenta útil na busca áxil de novos métodos, tanto de seguimento de obxectos como de análise de alto nivel.

O resultado ao que se chegou dista moito de ser o idóneo, pero sen ser perfecto é un avance significativo capaz de amosar as capacidades deste tipo de sistemas, sentando un precedente para que nun futuro próximo se siga a mellorar esta aplicación de cara a dar visibilidade a estes traballos de investigación que moitas veces teñen tan complicado amosar a potencia dos seus resultados.

Capítulo 10

Liñas Futuras

En canto ás liñas futuras da aplicación, estas están compostas en parte por incidencias do Product Backlog que por falta de tempo ou por ter unha baixa prioridade quedaron como tarefas abertas no sistema de Xestión de Incidencias, e tamén en parte por outras funcionalidades que se consideran de interese no futuro pero que en ningún momento chegaron a entrar no Product Backlog polas súas esixencias en tempo.

10.1. Incidencias rexistradas como abertas ou re-abertas en YouTrack

- **Cambiar as sentencias `Popen shell='TRUE'`:** `Popen` é unha clase empregada dende o código python do servidor para executar dende a terminal unha acción determinada, pero ao executar co parámetro `shell=TRUE`, a información de se se produciu algún erro perdese. Deberíase empregar co modo `shell=TRUE` inda que isto require de varias adaptacións no código.
- **Internacionalización:** Estaría ben traducir a aplicación a Español e Galego.
- **Cancelar Subida:** Actualmente existe un bug que non permite cancela unha subida mentres esta está en proceso, o problema está asociado ao uso de `thread's` debido ao acceso a Base de datos.
- **Modificar o algoritmo de actualización da barra de progreso:** En un

futuro, debería modificarse o algoritmo de progreso de unha notificación de subida para intentar minimizar o número de consultas AJAX ao servidor, de xeito que se incremente o retardo entre peticións cando o avance de barra de progreso sexa lento e se acelere este cando o avance sexa veloz.

- **Mostrar Potencial:** Unha funcionalidade futura sería a de mostrar en cada momento cales son os puntos polo que pasan mais obxectos, isto está almacenado no sistema de recoñecemento como unha matriz que contén o potencial de cada punto da imaxe, e a tarefa consistiría en amosar estes potenciais nunha capa de información superposta ao vídeo.
- **Mostrar velocidade:** Mostrar a velocidade de cada un dos obxectos en escena así como permitir filtrar por un límite de velocidade ao igual que se fai co comportamento anómalo.
- **Cobertura dos test da capa web:** Esta tarefa foi desprazada a unha rama a parte, xa que o esforzo para a súa configuración é cuantioso e dada a súa baixa prioridade non se chegou a completar. A solución pasa por empregar algunha ferramenta como blanketJS que recolla a cobertura en phantoJS, e logo enviar esta ao servidor de coveralls.
- **Error ao subir dous vídeos simultaneamente** Revisar esta casuística na que se soben dous vídeos simultaneamente pois en certos momentos parece ter un comportamento erróneo.
- **Illar Tracking da análise de alto nivel** De cara a facilitar a investigación estaría ben poder realizar solo o análise de alto nivel proporcionando a lista de deteccións, ou simplemente empregar unha análise de baixo nivel para detectar obxectos.
- **Engadir compatibilidade con IE** Actualmente a aplicación non é compatible con Internet Explorer, en un futuro estaría ben soportar este navegador.

10.2. Outras funcionalidades de interese

10.2.1. Vídeo en Directo

De cara a un futuro a funcionalidade mais desexada é a de facer o análise en directo empregando o vídeo procedente dunha cámara. Pero isto prantexa unha serie de retos importantes como é a sincronización do vídeo co tempo de análise ou o envío dos datos desta análise á capa web, xa que isto rompe co modelo HTTP de peticións a un servidor.

A solución para o problema da sincronización entre o vídeo e o tracking, pasa por retardar o envío do vídeo unha determinada cantidade de tempo, suficiente como para que se procese e se faga a análise.

Non obstante como o tempo de análise non se pode prever de forma exacta, habería necesariamente que facer axustes para que cando a análise fose mais veloz que a reprodución do vídeo, a capa web mantese un buffer cos resultados recibidos e os amosase no momento correcto. E por outra parte se o vídeo evoluciona mais rápido que a análise, o lado servidor debería reducir o número de fotogramas a analizar descartando por exemplo un de cada dous ou de cada tres fotogramas.

Para o problema do envío dos datos á capa web, o mais lóxico podería ser empregar unha modificación do protocolo RTSP (Real-Time Streaming Protocol) visto na sección 2.4.5, de xeito que por un lado se envíe o vídeo en directo, e por outra parte toda a información precisa para a súa reprodución mais os datos en XML sobre as deteccións.

10.2.2. Panel de Control

Se se chegase a desenvolver un módulo que permita streaming de vídeo en directo sería de gran interese ter un panel no que se poidan visualizar as imaxes procedentes de distintas cámaras simultaneamente. Inda que isto tamén podería facerse integrando a aplicación con algunha outra aplicación de vídeo-vixilancia open-source como as citadas no apartado 3.2

Apéndice A

Apéndice

- IDE
- BD

A.1. Notas acerca da Terminoloxía

- Scrum Team
- Product Owner
- Development Team
- Scrum Master
- Spring
- Sprint Planning Meeting
- Sprint Goal
- Daily Scrum
- Sprint Review
- Sprint Retrospective
- Product Backlog

- Sprint Backlog

Bibliografía

- [1] Barizo, B. C., *Understanding target trajectory behavior: a dynamic scene modeling approach*. PhD thesis, Universidade da Coruña, 2015.
- [2] “Páxina web do proxecot cyeweb.” Available on: http://www.novosun.com/Online_Manual/en-US/Cyeweb/Main_control.aspx.
- [3] “Páxina web do proxecto aventura - cerebrus intelligent video analytics.” Available on: <http://www.aventuracctv.com/Intelligent-Video-Analytics-Software/>.
- [4] “Páxina web da empresa nulous sobre a análise do comportamento humano.” Available on: <http://www.noldus.com/human-behavior-research>.
- [5] “Páxina web do proxecto winanalyze, sobre seguimento de puntos de interese.” Available on: <http://winanalyze.com/>.
- [6] “Páxina web das publicacións científicas asociadas coa empresa mikromak.” Available on: <http://www.mikromak.com/en/downloads.htm>.
- [7] “Proxecto huygens object tracker da empresa scientific volume imaging.” Available on: <https://svi.nl/ObjectTracker>.
- [8] “Páxina web do proxecto ispy.” Available on: <http://www.ispyconnect.com/>.
- [9] “Plugins de visión por computador para ispy.” Available on: <http://www.iplugins.eu/iplugins/>.

-
- [10] “Páxina web do proxecto zoneminder.” Available on: <http://www.zoneminder.com/>.
 - [11] “Guía para a detección de movemento en zoneminder.” Available on: http://www.zoneminder.com/wiki/index.php/How_to_setup_motion_detection#Configure_motion_detection_areas.
 - [12] “Páxina web do proxecto swistrack.” Available on: <https://en.wikibooks.org/wiki/SwisTrack>.
 - [13] “Páxina web do proxecto community core vision.” Available on: <http://ccv.nuigroup.com/#home>.
 - [14] “Páxina web do proxecto bio-traking.” Available on: <http://www.bio-tracking.org/>.
 - [15] “Páxina web do proxecto ctrax.” Available on: <http://ctrax.sourceforge.net/>.
 - [16] Schwaber, K. and Sutherland, J., *La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. Scrum.Org and ScrumInc, 2013.
 - [17] “Red5 web server on github.” Available on: <https://github.com/Red5/red5-server>.
 - [18] “Web toolkit for c++ page.” Available on: <http://www.webtoolkit.eu/wt>.
 - [19] “Icecast server on github.” Available on: <https://github.com/paluh/icecast>.
 - [20] “Python subprocess module.” Available on: <https://docs.python.org/3.4/library/subprocess.html>.
 - [21] “Django web page.” Available on: <https://www.djangoproject.com/>.
 - [22] “W3schools html5 video tag web page.” Available on: http://www.w3schools.com/html/html5_video.asp.
 - [23] “Html audio and video dom reference.” Available on: http://www.w3schools.com/tags/ref_av_dom.asp.

-
- [24] “Kevin roast canvas examples.” Avaliable on: <http://www.kevs3d.co.uk/dev/index.html>.
- [25] “Recomendacións de jquery-qunit á hora de escribir código testeable.” Avaliable on: <http://qunitjs.com/intro/#make-things-testable>.
- [26] “Páxina web da librería image picker empregada no proxecto.” Avaliable on: <http://rvera.github.io/image-picker>.
- [27] “Compoñente slider de jquery ui.” Avaliable on: <http://api.jqueryui.com/slider/>.
- [28] “Páxina web do plugin para jquery tablesorter.” Avaliable on: <http://tablesorter.com/docs/>.
- [29] “Document type definition w3schools tutorial.” Avaliable on: http://www.w3schools.com/xml/xml_dtd_intro.asp.
- [30] “Validador xml da w3schools.” Avaliable on: http://www.w3schools.com/xml/xml_validator.asp.
- [31] “Proxecto django-progressbarupload publicado por ouhouhsami.” Avaliable on: <https://github.com/ouhouhsami/django-progressbarupload>.
- [32] “Clase temporaryfileuploadhandler.” Avaliable on: https://docs.djangoproject.com/en/1.8/_modules/django/core/files/uploadhandler/#TemporaryFileUploadHandler.
- [33] Pleiffer, S., *Vídeo con HTML5*. ANAYA, 2011.
- [34] “Páxina de referencia sobre os obxectos data uri en javascript.” Avaliable on: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/data_URIs.
- [35] “Páxina da empresa xestora de dominios 1and1.” Avaliable on: <https://www.1and1.es/>.
- [36] “Páxina da empresa de hosting digitalocean.” Avaliable on: <https://www.digitalocean.com/>.

- [37] “Ferramentas para a realização de provas de django.js.” Avaliable on: <http://djangojs.readthedocs.org/en/latest/test.html#test-cases>.
- [38] “Javascript style guide and coding conventions.” Avaliable on: http://www.w3schools.com/js/js_conventions.asp.
- [39] “Javascript best practices.” Avaliable on: http://www.w3schools.com/js/js_best_practices.asp.
- [40] “Pep8 style guide for python code.” Avaliable on: <https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>.