

# Fase final del proyecto.

IMCR

---

*Juan Llinares Mauri, jlm109@alu.ua.es*

*Vadym Formanyuk , vf13@alu.ua.es*

*Daniel Asensi Roch, dar33@alu.ua.es*

*Álvaro Martínez García, mg190@alu.ua.es*

*Alfonso Izura Concellón,*

*Edgar Verdu Sanchez, evs26@gcloud.ua.es*

*Alexander Andonov Aracil, aaa129@alu.ua.es*

*David Herrero Arráez, dha3@alu.ua.es*

*Carmen Hidalgo Brotons, chb8@gcloud.ua.es*

*Alejandro Torres Montero,*

*Jorge Mirete Hernández,*

---

*Última revisión: 25 de noviembre de 2023*

# Índice

---

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Motivación . . . . .	3
1.2. Objetivos . . . . .	3
1.3. Estado del Arte . . . . .	4
1.3.1. Extracción de características . . . . .	4
1.3.2. Extracción de descriptores . . . . .	5
1.3.3. Matching de descriptores . . . . .	5
<b>2. Desarrollo</b>	<b>6</b>
2.1. Estructura de la solución . . . . .	6
2.1.1. Software utilizado . . . . .	7
2.2. Metodología de experimentación y resultados . . . . .	7
<b>3. Financiación</b>	<b>9</b>
3.1. Primeros pasos . . . . .	9
3.1.1. GIPE . . . . .	9
3.1.2. Santander Explorer . . . . .	10
3.2. Financiación . . . . .	10
3.2.1. Públicas . . . . .	10
3.2.2. Privadas . . . . .	11
<b>4. Despliegue y mantenimiento</b>	<b>13</b>
<b>5. Planes de contingencia</b>	<b>14</b>
5.1. Identificación de riesgos . . . . .	14
5.1.1. Pérdida de datos/código . . . . .	14
5.1.2. Adelanto del plazo de entrega . . . . .	14
5.1.3. Incumplimiento de plazos . . . . .	14
5.1.4. Baja definitiva . . . . .	14
5.1.5. Falta de compromiso . . . . .	15
5.1.6. Infraestimación de la dificultad . . . . .	15
5.1.7. Asignación poco óptima de los recursos humanos . . . . .	15
5.1.8. Rendimiento reducido . . . . .	15
5.2. Análisis . . . . .	15
5.3. Estrategias a seguir . . . . .	17
5.3.1. Pérdida de datos/código . . . . .	17
5.3.2. Incumplimiento de plazos . . . . .	17
5.3.3. Rendimiento bajo . . . . .	17
5.3.4. Infraestimación de la dificultad del proyecto . . . . .	17
5.3.5. Falta de compromiso . . . . .	17
5.3.6. Asignación poco óptima de los recursos humanos . . . . .	18
5.3.7. Pérdida de datos/código . . . . .	18
5.3.8. Incumplimiento de plazos . . . . .	18
5.3.9. Baja definitiva . . . . .	18
5.3.10. Falta de compromiso . . . . .	18
5.3.11. Asignación poco óptima de los recursos humanos . . . . .	19
5.4. Plan de contingencia . . . . .	19

5.4.1. Pérdida de datos/código . . . . .	19
5.4.2. Adelanto del plazo de entrega . . . . .	19

# 1 Introducción

---

En este documento se detallará los objetivos, el diseño y la implementación de un sistema capaz de construir un modelo 3D de una ubicación a partir de una consulta escrita por el usuario, utilizando imágenes subidas a redes sociales.

Esta primera sección constará de una motivación al problema que nos atañe, así como los objetivos propuestos a alcanzar en la fase final del proyecto, por último se realizará un análisis del estado del arte.

## 1.1. Motivación

En la era digital actual, el acceso masivo a la información y la creciente disponibilidad de datos generados por los usuarios en las redes sociales han abierto innumerables oportunidades para el desarrollo de proyectos innovadores [6]. Es por ello que en este documento se va a presentar una propuesta detallada de un proyecto que haga uso de estas enormes cantidades de datos, para su posterior filtrado y uso en el proceso de reconstrucción 3D de un determinado lugar [7]. Eliminando de este modo la necesidad de obtener las fotografías explícitamente de una ubicación.

Las redes sociales han generado una enorme cantidad de datos visuales a lo largo de los años, ya que los usuarios comparten diariamente millones de imágenes de lugares, objetos y experiencias. Estos datos constituyen una valiosa fuente de información y su aprovechamiento todavía presenta algunos desafíos [16].

Entre los posibles usos del sistema propuesto se encuentran la conservación del patrimonio cultural [18], el fototurismo [24] o la realidad virtual [4, 17].

La generación de modelos 3D a partir de fotografías de usuarios puede democratizar el acceso a la visualización de lugares de interés. Tradicionalmente, la creación de modelos 3D requería de equipos especializados y costosos, así como de conocimientos técnicos avanzados. Al aprovechar el vasto conjunto de imágenes compartidas por los usuarios en las redes sociales, este proyecto permitirá que cualquier persona pueda obtener modelos 3D de manera accesible y sin barreras técnicas significativas.

## 1.2. Objetivos

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un sistema que permita a los usuarios generar modelos tridimensionales de lugares a partir de consultas de los usuarios utilizando imágenes subidas a las redes sociales. Para alcanzar este objetivo principal, es necesario definir ciertos subobjetivos:

- **Adquisición de datos:** El sistema deberá ser capaz de recopilar y procesar una cantidad significativa de imágenes de diversas redes sociales. Se requerirá un mecanismo eficiente para obtener los datos relevantes y filtrar aquellos que cumplan con los criterios necesarios para la generación de los modelos.
- **Procesamiento de imágenes:** El sistema deberá implementar técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes para analizar y extraer información relevante de las imágenes adquiridas. Esto implica identificar y reconocer sus características.

- **Reconstrucción 3D:** El sistema deberá utilizar los datos procesados y la información extraída de las imágenes para llevar a cabo la reconstrucción tridimensional de los lugares consultados.

Cabe resaltar que el objetivo del proyecto no es la reconstrucción de pequeños elementos u objetos, sino de edificios, esculturas u otras estructuras de un tamaño considerable (es decir, que no puedan ser escaneadas de manera sencilla).

### 1.3. Estado del Arte

La reconstrucción tridimensional a partir de imágenes bidimensionales representa una disciplina de investigación que ha capturado el interés de la comunidad científica durante las últimas décadas [1]. En este apartado se hará énfasis en aspectos fundamentales como la extracción de descriptores y el matching de descriptores para obtener las correspondencias entre las imágenes.

**GANverse3D de NVIDIA** se destaca por su capacidad para transformar imágenes 2D en objetos 3D animados en tiempo real, de forma sencilla y rápida. Esta característica es particularmente útil para aquellos sin experiencia previa en modelado y renderizado de este tipo de objetos, ya que el proceso es completamente automatizado y se lleva a cabo en segundos.

Esta plataforma fue desarrollada por el equipo de NVIDIA AI Research Lab en Toronto, Canadá. La herramienta utiliza un motor basado en IA que aprovecha un sistema de aprendizaje profundo. El motor ha sido entrenado para generar modelos 3D completamente animados a partir de una sola imagen 2D. Esta funcionalidad es extremadamente útil para arquitectos, creadores de contenido, desarrolladores de videojuegos y otros profesionales que trabajan con modelos 3D, ya que puede ahorrarles una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo. [12]

**Meshroom** es un programa de software gratuito y de código abierto que se utiliza para la reconstrucción de modelos 3D a partir de fotografías. Este proceso se conoce como fotogrametría. Meshroom utiliza el algoritmo de AliceVision, un motor de fotogrametría de alta calidad, para hacer posible esta reconstrucción en 3D.

El software permite a los usuarios tomar una serie de fotografías de un objeto o escena desde varios ángulos, y luego compilarlas en un modelo tridimensional detallado y preciso. Esta capacidad es valiosa en una variedad de campos, incluyendo la creación de contenido digital, el diseño de videojuegos, la arquitectura, la arqueología y muchos otros. [10]

#### 1.3.1. Extracción de características

El primer enfoque de los algoritmos de extracción de características fueron los métodos **detectores de esquinas** (Förstner [9], Harris [11], Shi-Tomasi [21]). Entre estos métodos se encuentra SUSAN [23] que se basa en obtener la cantidad de vecinos de un píxel que tienen intensidad similar y tras aplicar un umbral los mínimos locales se clasifican como esquinas. De manera similar en FAST [19] un punto es clasificado como una esquina si existe una gran cantidad de píxeles significativamente más brillantes en un radio a su alrededor. Otros enfoques también populares son la **transformada de Hough (HT)** y la **diferencia de gaussianas (DoG)**.

### 1.3.2. Extracción de descriptores

Los métodos descriptores de características obtienen vectores (denominados descriptores) que describen la estructura local alrededor de un punto clave. El algoritmo SIFT [15] utiliza DoG para obtener los puntos clave y sus resultados son bastante robustos. Debido a la alta carga computacional de SIFT se propone SURF [3], que aunque reduce la carga computacional también los hace su robustez. SURF utiliza la matriz Hessiana para obtener los puntos clave.

El descriptor de SIFT es altamente discriminante al ser un vector de 128 elementos pero esto causa que su cálculo y *matching* sean relativamente lentos de computar. Esto puede una problemática para aplicaciones de tiempo real que requieran una gran cantidad de descriptores como por ejemplo la reconstrucción 3D a gran escala. Para solucionar esto surge BRIEF [5]. También basándose en BRIEF surge ORB [20] que obtiene resultados dos órdenes de magnitud más rápidamente sin comprometer su robustez.

Aunque BRIEF tenga una ventaja en velocidad su tolerancia a distorsiones y ciertas transformaciones es mínima, lo que requiere del uso de métodos probabilísticos para obtener el consenso a la hora de realizar el *matching* entre descriptores. Para mejorar este aspecto se plantea BRISK [14] que utiliza FAST para la detección de puntos clave.

En [2] se propone la agregación de los algoritmos de SIFT, SURF y ORB mediante el método de *Random Forest* lo que produce mejora los resultados en tareas como el reconocimiento de objetos. Adicionalmente mencionar que existen otros métodos que utilizan técnicas de *Machine Learning* como los basados en *deep learning* para la extracción de características [13].

### 1.3.3. Matching de descriptores

El *matching* de descriptores es el proceso de comparación y emparejamiento de los descriptores extraídos de diferentes imágenes para encontrar puntos correspondientes. El método clásico consiste en seleccionar las parejas de descriptores que estén por debajo de una determinada distancia (distancia de Hamming, distancia del coseno, entre otras). Otros métodos se basan en la construcción de árboles para la extracción de los k vecinos más cercanos de un descriptor [22]. Por último también cabe mencionar que existen modelos de *deep learning* que extraen directamente las correspondencias entre descriptores a partir de dos imágenes [8].

## 2 Desarrollo

---

### 2.1. Estructura de la solución

El desarrollo del proyecto se dividirá en cuatro fases (ver figura 1): Recopilación de imágenes a partir de *Big Data*, Recuperación de imágenes, Reconstrucción 3D e Interfaz de usuario.

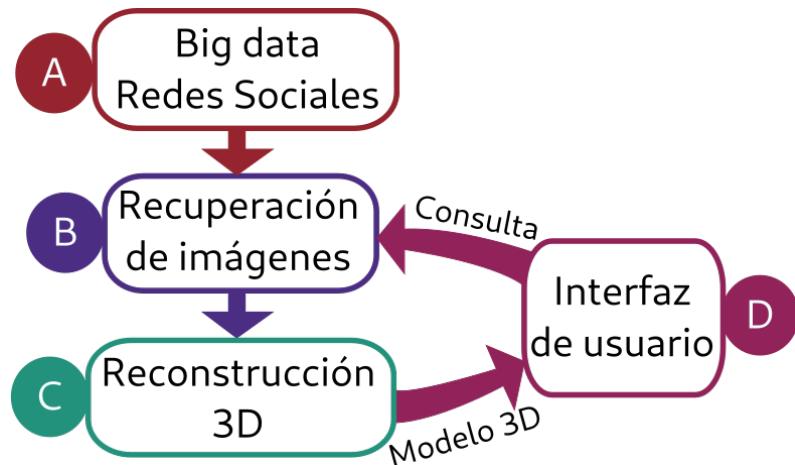


Fig. 1: División de los módulos del sistema

El modulo de **recopilación de imágenes** a partir del *Big Data* de redes sociales, se encargará de descargar y procesar las imágenes antes de almacenarlas en la base de datos del siguiente modulo. El filtrado de imágenes se realiza teniendo en cuenta factores como:

- La información contenida en sus metadatos: la presencia del valor de apertura de la cámara, así como su distancia focal, son valores que representan los parámetros intrínsecos de una cámara (los cuales serán necesarios en el modulo de reconstrucción 3D).
- La cantidad de información que aportan a la colección de imágenes, es decir, se seleccionan imágenes con un bajo nivel de similitud con las imágenes previamente seleccionadas.
- La ausencia de personas.

El modulo de **recuperación de imágenes** se encarga de extraer una colección de imágenes relacionadas con la consulta de un usuario en forma de texto o imagen. Si no existiesen imágenes suficientes para realizar la reconstrucción, se invocaría al modulo de recopilación de imágenes para actualizar la base de datos de imágenes indexadas.

El modulo de **reconstrucción 3D** a partir de la colección de imágenes obtiene una nube de puntos 3D del lugar deseado. En este documento detallaremos la experimentación sobre la realización de este modulo.

La **interfaz de usuario** donde el usuario podrá subir una imagen o introducir textualmente el lugar a reconstruir. Una vez realizada una consulta se comprobará si existe una reconstrucción reciente del lugar, en caso afirmativo se mostrará dicha nube en la interfaz, en caso negativo se procederá a reconstruir el modelo a partir

de la colección de imágenes. Mientras el usuario espera se mostrará una barra de progresión.

### 2.1.1. Software utilizado

El *software* que hemos usado durante el desarrollo del proyecto ha sido variado. Antes de empezar a programar, nos enfocamos en buscar aplicaciones similares que cumplían algunos o los mismos objetivos que nosotros nos habíamos planteado para el proyecto. Estas aplicaciones son *Meshroom*<sup>1</sup> y *Matterport*<sup>2</sup>.

Una vez tuvimos claros los objetivos que queríamos cumplir, empezamos a programar en *MatLab*. Apoyando nuestras versiones en *GitHub* para tener un control de las mismas, implementamos las funcionalidades de detección de puntos de interés y *matching* de los mismos y la reconstrucción 3D de las imágenes que tomamos.

Otro *software* que usamos durante el desarrollo del proyecto fue *Discord*. No es un *software* de desarrollo de aplicaciones, pero nos sirvió de ayuda para poder mantener el contacto con los dos grupos y para realizar esta última fase del proyecto todos juntos.

## 2.2. Metodología de experimentación y resultados

A la hora de llevar a cabo la experimentación del proyecto, primero, decidimos empezar buscando los requerimientos necesarios para poder realizar el objetivo propuesto. Tras una exhaustiva investigación, al final, utilizamos principalmente la fuente de Matlab, donde encontramos bastante documentación respecto a nuestro tema junto con algunos ejemplos de código que nos podrían servir.

Una vez visto la información que debíamos utilizar y cómo deberíamos de enfocar el problema, probamos que tal funcionaría el código obtenido de la web de Matlab. Al ver que el resultado era bastante bueno y eficiente, decidimos implementar uno similar por nosotros mismos, creando nuestro propio dataset.

Antes de llevar a cabo la implementación final con nuestro datasets, modificamos un poco el código ya que había un apartado en concreto que nos resultó un poco problemático cuando nos dimos cuenta de que al crear nuestro propio dataset con imágenes, las propiedades de las imágenes estaban incompletas.

Dicho apartado fue el relacionado con la obtención de los atributos de la cámara con la que se habían realizado las fotos, pues al haberse realizado con una cámara de un teléfono móvil, no tuvimos en cuenta esos detalles y tuvimos que añadir más código para calcular estos rasgos, lo cual supuso una dificultad añadida. Para empezar con el análisis de las imágenes, tuvimos que descargar la herramienta que proporciona Matlab llamaba *CameraCalibrator*, la cual nos permitía que, dada una imagen, se pudieran obtener algunas de las propiedades que nos hacían falta, así como la posición de la cámara en cada foto.

Al acabar finalmente todo el proceso, llegó la hora de probar si funcionaba correctamente. Nuestro dataset constaba de 13 imágenes relacionadas con la escultura de la mano de la universidad. Sin embargo, debido a que las imágenes estaban

---

<sup>1</sup>Meshroom es un *software* libre *open-source* de reconstrucción 3D basado en el *framework Alice-Vision*.

<sup>2</sup>Matterport es una empresa que se especializa en la captura y visualización de espacios en 3D. Su tecnología permite crear modelos tridimensionales interactivos de alta calidad de edificios, casas, museos y otros lugares.

unas muy separadas de otras, habían bastantes objetos por el fondo, y poca cantidad, decidimos buscar otras alternativas, ya que de ese conjunto de 13 imágenes, solamente se daban por válidas 2 de ellas.

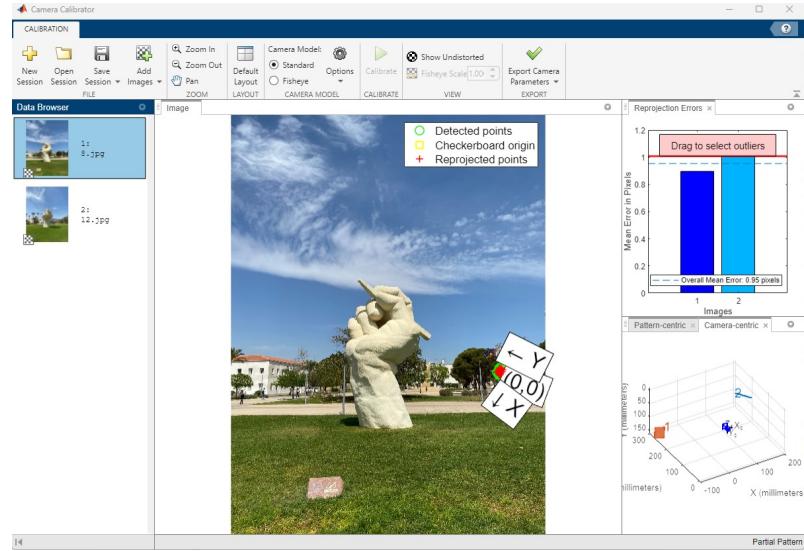


Fig. 2: Imagen válida nº1

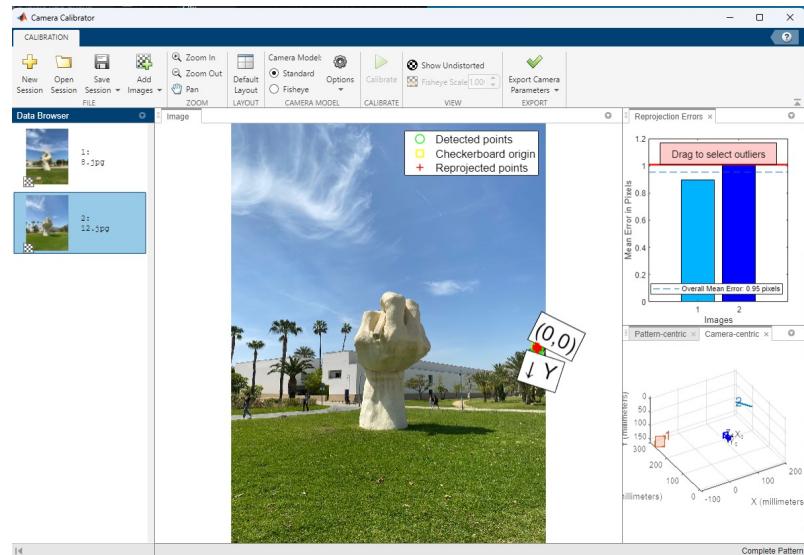


Fig. 3: Imagen válida nº2

Finalmente, probamos la herramienta de *Meshtroom*, la cual se encarga de llevar a cabo una reconstrucción 3D a partir de imágenes 2D, que era justo lo que estábamos buscando. A pesar de que no nos llegó a funcionar del todo correctamente con nuestras propias imágenes, al probarlo con unas imágenes ya creadas, sí que obtuvimos buenos resultados, como se puede observar en la Figura 4



Fig. 4: Resultados obtenidos en Meshroom

### 3 Financiación

---

#### 3.1. Primeros pasos

##### 3.1.1. GIPE

Comenzar un proyecto empresarial, especialmente uno centrado en tecnologías avanzadas como la visión 3D, requiere una preparación y planificación detallada. El primer paso en esta travesía es solicitar asesoramiento y buscar inversión. Es aquí donde instituciones como el Gabinete de Iniciativas Para el Empleo (GIPE) de la Universidad de Alicante se convierten en un recurso valioso. El GIPE ofrece un servicio integral de Creación de Empresas, que incluye la realización de consultas generales sobre la puesta en marcha de un proyecto emprendedor y orientación hacia la creación de un Plan de Empresa. Este plan es un documento clave que facilita el acceso del emprendedor a diversos recursos de apoyo, incluyendo potenciales inversores. La asesoría y apoyo que brindan instituciones como el GIPE son fundamentales para navegar por el paisaje empresarial, facilitar el acceso a finan-

ciación y garantizar que el proyecto de visión 3D esté bien fundamentado y tenga una alta probabilidad de éxito.

### 3.1.2. Santander Explorer

Una vez que se ha solicitado asesoramiento y se ha establecido un Plan de Empresa sólido, es hora de buscar programas y plataformas que puedan ayudar a impulsar y financiar la idea. Una opción notable es el programa Explorer, un proyecto del Banco Santander destinado a apoyar a los jóvenes emprendedores. Explorer ofrece un programa de 12 semanas en el que los participantes pueden desarrollar y validar su idea, transformándola en un negocio sostenible que contribuya a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030. Este programa está diseñado para convertir a los participantes en agentes activos de cambio a través de la puesta en marcha de proyectos económicamente sostenibles. Los inscritos en Explorer deben dedicar entre 8 y 10 horas semanales durante el curso del programa, que es financiado por Santander Universidades y se ofrece en un formato semi-presencial o 100 % en línea, dependiendo del centro. Los testimonios de antiguos participantes subrayan la valiosa oportunidad de networking que Explorer ofrece, así como la claridad y enfoque que puede aportar al proyecto de un emprendedor. En resumen, programas como Explorer pueden ser un recurso esencial para los emprendedores que buscan dar vida a sus ideas y transformarlas en proyectos viables y sostenibles.

## 3.2. Financiación

Después de explorar las opciones de asesoramiento y formación, el siguiente paso sería buscar financiamiento. Existen diversas fuentes de financiamiento público y privado disponibles para proyectos de visión 3D.

### 3.2.1. Públicas

- **ENISA (Empresa Nacional de Innovación)** : es una empresa pública dependiente del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo que ofrece financiación a proyectos empresariales innovadores y viables que estén liderados por jóvenes emprendedores en España. Enisa ofrece ayudas en forma de préstamos (mayoritariamente préstamos participativos), y no financiaría el 100 % pero sería el financiador mayoritario. Los plazos de inscripción están siempre abiertos (según pone en su página web).
- **Neotec**: La iniciativa Neotec, promovida por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), tiene por su parte como objetivo el apoyo y la creación de nuevas empresas de base tecnológica en España. Estas ayudas se incluyen en el régimen de ayudas a empresas jóvenes e innovadoras.

Las condiciones que nos pedirían es presentar un plan de empresa a 5 años. La cantidad mínima a financiar es de 175.000€ y un importe máximo de 250.000€. Para asegurar la financiación del plan de negocio presentado, los socios deberán aportar a la sociedad, al menos, el 30 % del presupuesto solicitado en forma de aportaciones dinerarias antes de la firma del contrato con CDTI. No se exigirán garantías adicionales.

- **Créditos ICO para startups:** Los créditos ICO consisten en un tipo de financiación orientada a autónomos y pymes. No importa si las entidades son privadas o públicas, puesto que con éste se tendrá acceso a financiación tanto de empresas nacionales como extranjeras. Además todas las tramitaciones son realizadas por medio de las entidades de crédito.

El importe máximo que pueden invertir según su página web es de 12.5 millones de euros (en una o varias operaciones bancarias), con un plazo de amortización de 1 a 20 años.

- **Activa Startups:** "Activa Startups" es una iniciativa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo enmarcada dentro de las áreas estratégicas definidas en la Estrategia Nacional de Industria Conectada 4.0. cuyo objetivo es incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector, favorecer un modelo propio para la industria del futuro desarrollando la oferta local de soluciones digitales, y promoviendo, también, palancas competitivas diferenciales para apoyar la industria española e impulsar sus exportaciones.

Según su página web para solicitar la ayuda: se elige la convocatoria que corresponda a tu comunidad autónoma y cumplimenta el formulario de solicitud. Tendrás que adjuntar la memoria y los documentos requeridos que se indican en la propia convocatoria. Los documentos requeridos debes estar emitidos por el organismo oficial competente o, en su caso, firmados mediante certificado digital válido, según se especifique en la sede electrónica de la Fundación EOI. Los gastos que nos financiarían (en diferentes porcentajes cada uno) sería el del coste del personal, costes de hardware, instalaciones, alojamiento, asesoramiento.

### 3.2.2. Privadas

- **Unreal MegaGrants:** Epic Games ofrece un fondo de desarrollo de \$100 millones en "MegaGrants" para desarrolladores de juegos, profesionales empresariales, estudiantes, educadores y desarrolladores de herramientas entre las cuales figura la visualización 3D. Las subvenciones varían desde \$5000 hasta \$500,000 (eso así, piden un plan detallado de cómo se pretende gastar ese dinero).

El proceso de aplicación es intuitivo y sencillo. Desde la propia web podemos llenar el formulario. Consta de dos partes, en una de ellas aparecerán los datos personales y en la otra deberemos indicar toda la información referente al proyecto que presentamos. Además deberemos incluir un video o un prototipo, indicar qué tipo de proyecto es, una descripción del mismo y los planes de crecimiento que tenemos. Al incluir todos estos datos en el proyecto será más fácil que seas el elegido. Además podrás indicar la cantidad que necesitas para desarrollar tu proyecto.

- **HTC's Vive X:** Una aceleradora que promueve y soporta startups que trabajen en la realidad virtual, con un fondo de hasta 100 millones de euros. Aunque nuestro proyecto no es sobre la realidad virtual sí que se podría relacionar la visión 3d con el desarrollo de la realidad virtual ya que el paso de imágenes 2d a 3d puede ayudar a crear los 'mapas' que se usan en la realidad virtual.

- **South Summit Madrid:** Otra forma importante de buscar inversión es presentarse a eventos donde estén presentes inversores privados, y el south summit madrid (que se desarrolla en junio en madrid) es un buen sitio para ello. South Summit es el evento líder del sur de Europa donde se conectan los emprendedores más innovadores con inversores importantes y empresas.

## 4 Despliegue y mantenimiento

---

Desplegar esta aplicación usando Docker y en la nube, se pueden dividir los módulos en diferentes contenedores Docker para hacer el sistema más escalable y fácil de gestionar. A continuación, describiré una estructura posible:

- 1) **Recopilación de imágenes:** Se puede alojar en un contenedor Docker con una implementación de un web scraper y herramientas para procesar imágenes. Este contenedor se encargará de la recopilación de datos, su procesamiento y el almacenamiento de las imágenes en una base de datos.
- 2) **Recuperación de imágenes:** Este módulo se alojará en otro contenedor Docker. Su trabajo será recuperar imágenes en base a la consulta de un usuario. Este contenedor se comunicará con la base de datos de imágenes y podrá invocar al contenedor de recopilación de imágenes si es necesario.
- 3) **Reconstrucción 3D:** Se alojará en un tercer contenedor Docker. Este contenedor se encargará de tomar las imágenes recuperadas y transformarlas en un modelo 3D. Es probable que este módulo necesite una gran cantidad de recursos de procesamiento, por lo que podría ser beneficioso alojarlo en un contenedor separado para permitir su escalado independiente.
- 4) **Interfaz de usuario:** Este módulo se alojará en un cuarto contenedor Docker. Este contenedor proporcionará una interfaz web para que los usuarios interactúen con el sistema.
- 5) **Base de datos:** Finalmente, la base de datos se alojará en su propio contenedor Docker. Esto permite la portabilidad y el aislamiento de los datos.

Una vez que los contenedores estén configurados, pueden ser desplegados en cualquier proveedor de servicios en la nube que soporte Docker, como AWS, Google Cloud, Azure, entre otros. Para facilitar el manejo de los contenedores, se podría utilizar una herramienta de orquestación de contenedores como Kubernetes, que facilita la gestión de los contenedores, su escalabilidad y su redundancia.

Para conectar estos servicios, se pueden usar redes virtuales y APIs. Esto permite que los diferentes módulos se comuniquen entre sí de manera segura y eficiente. También se puede considerar la utilización de servicios en la nube para la gestión de colas y mensajería entre servicios (como RabbitMQ o Kafka), lo que facilitaría la gestión de tareas asíncronas y la comunicación entre módulos.

Además, se puede utilizar un servicio de integración continua / despliegue continuo (CI/CD) como Jenkins, Travis CI o GitLab CI para automatizar el despliegue y la actualización de los módulos. Esto facilitaría la adición de nuevas características y la resolución de problemas, al permitir la actualización rápida y fácil de los módulos individuales.

## **5 Planes de contingencia**

---

Un plan de contingencia es un conjunto de acciones establecidas antes de iniciar el proyecto para hacer frente a posibles riesgos, problemas o eventos imprevistos que puedan surgir durante la realización de este. Su objetivo principal es minimizar el impacto negativo de estos eventos en el proyecto. Para ello se identifican los posibles riesgos que podrían afectar al proyecto, evalúa su probabilidad de ocurrencia y su impacto para proporcionar estrategias y acciones específicas para hacer frente a cada uno de ellos. Al desarrollar un plan de contingencia, es importante considerar una variedad de escenarios posibles.

### **5.1. Identificación de riesgos**

#### **5.1.1. Pérdida de datos/código**

Este riesgo se refiere a la posibilidad de perder el código desarrollado para el proyecto o los archivos relacionados con él. Esto se puede dar cuando el proyecto se guarde localmente en un dispositivo y, por cualquier motivo, no se puede volver a acceder a sus archivos, como, por ejemplo, si el disco duro del dispositivo se estropea o si el dispositivo entero se pierde.

#### **5.1.2. Adelanto del plazo de entrega**

Se refiere a la acción de mover la fecha límite de finalización de un proyecto a una fecha anterior a la inicialmente establecida. Es un cambio en el cronograma que implica acelerar el ritmo de trabajo o reasignar recursos para completar el proyecto antes de lo previsto. Esto puede ocurrir por varios motivos: cambios de requisitos en el proyecto, problemas o retrasos inesperados, optimización de recursos, etc.

#### **5.1.3. Incumplimiento de plazos**

Este riesgo hace referencia a que no se cumplan los plazos de entrega estipulados por el profesor para el proyecto, algo que puede resultar en una nota menor a la máxima posible o incluso en un proyecto no válido y un suspenso para toda la clase. Esto se puede dar si no se lleva una organización clara, si las partes no se hacen en fechas determinadas, no se establece un líder claro para la entrega y otros muchos motivos entre los que se incluyen riesgos que estamos mencionando en este apartado. Evitar este riesgo es importante tanto para asegurar un aprobado o buena nota para la clase (para gente que la quiera especialmente) como para aprender a organizar un trabajo de este calibre.

#### **5.1.4. Baja definitiva**

Se refiere a la salida permanente de un miembro del equipo del proyecto. En otras palabras, implica que esa persona ya no formará parte del proyecto y no se espera que regrese en el futuro. La baja definitiva puede ocurrir por varias razones, una de ellas sería una circunstancia imprevista como problemas familiares o una enfermedad haciendo que el miembro del equipo deba abandonar el proyecto.

### **5.1.5. Falta de compromiso**

A lo largo de la carrera, todos hemos experimentado en trabajos de grupo falta de compromiso por parte de uno o varios miembros. La forma en que se puede dar esta falta de compromiso puede ser desde que un miembro del equipo complete su parte, pero no en plazos internos estipulados por el grupo para una buena organización del tiempo del proyecto, hasta no realizar nada de su parte ni comunicarlo con el equipo. Que se diera este riesgo puede causar atrasos en la entrega, partes sin completar o enfrentamientos entre compañeros que generen un ambiente de incomodidad y mucho menos colaborativo (cuando esto es algo vital en un proyecto de este estilo).

### **5.1.6. Infraestimación de la dificultad**

Este riesgo se refiere a la posibilidad de que al inicio de un proyecto se subestime la cantidad de esfuerzo, tiempo o recursos necesarios para completarlo con éxito. Esto implica que se haya realizado una evaluación inadecuada o incorrecta de la complejidad y los desafíos involucrados en la ejecución del proyecto. Esto podría estar causado por falta de experiencia, optimismo excesivo, falta de análisis exhaustivo o presión por cumplir los plazos. Los impactos de este riesgo pueden ser significativos. Puede provocar retrasos en la entrega, exceso de presupuesto, insatisfacción de los interesados, baja calidad del trabajo y, en casos extremos, el fracaso del proyecto en su totalidad.

### **5.1.7. Asignación poco óptima de los recursos humanos**

Cuando asignemos las tareas a uno o varios miembros del grupo, debemos considerar cuáles serían las mejores combinaciones, de forma que consigamos un trabajo mejor y en menor tiempo. Asignar una tarea a una persona cuando otro compañero podría desarrollarla mejor, ya sea por su conocimiento respecto a esa tarea, por la química que tuviera con otros miembros de esa tarea o incluso por el entusiasmo que tenga respecto a esa tarea, puede llevar a un trabajo que, aunque terminado, pueda ser de una calidad menor o sin cumplir plazos que establezcamos dentro del grupo.

### **5.1.8. Rendimiento reducido**

Este se refiere a una disminución en el nivel de desempeño o productividad de los miembros del equipo encargados de ejecutar el proyecto. Significa que los miembros del equipo no están logrando los resultados esperados o no están cumpliendo con los estándares de rendimiento establecidos. Podría deberse a diversas causas, entre ellas: falta de habilidades, sobrecarga de trabajo, falta de motivación, problemas de comunicación o conflictos entre compañeros.

## **5.2. Análisis**

A continuación vamos a definir cuál sería la probabilidad y el impacto de la lista de riesgos que hemos definido anteriormente. Las probabilidades podrían ser: muy baja, baja, moderada, alta o muy alta. Con respecto a los efectos que estos causarían vamos a clasificarlos en: tolerable, serio, muy serio o catastrófico:

- La **pérdida de datos/código** supondría un riesgo catastrófico debido a que todo o parte del proyecto se puede perder y, cuanto más se avance en él, más trabajo sería perdido y menos tiempo habría para recuperarlo o reescribirlo. La probabilidad de que ocurra esto es moderada, ya que aunque hayamos realizado varias versiones en distintos equipos, no hemos llevado un seguimiento claro de versiones que nos permitiera recuperar un trabajo perdido de forma sencilla.
- Con respecto al **adelanto del plazo de entrega** podríamos clasificar su efecto como catastrófico por lo cual sería necesario diseñar un plan de contingencia en caso de que esto ocurriera. Su probabilidad sería muy baja.
- El **incumplimiento de plazos** sería un riesgo muy serio, aunque depende-ría de las consecuencias de este incumplimiento y de cuánto tiempo sería el atraso de la entrega del proyecto. En general, si suponemos que este riesgo se refiere a un atraso de no más de dos días y cuya consecuencia sería una nota obtenible menor, tiene una probabilidad baja, ya que los alumnos, de una forma u otra, suelen respetar los plazos de entrega y más si es un trabajo en grupo donde puede haber varias personas responsables de ello. Por otro lado, si suponemos que ese atraso puede llevar a un suspenso en la asignatura, la probabilidad es muy baja ya que la gente pretendería tener el trabajo terminado en la fecha indicada con mayor compromiso para evitar una asignatura suspensa.
- Una **baja definitiva** causaría un efecto muy serio ya que podría comprometer la fecha de finalización de nuestro proyecto. La probabilidad de que esto ocurra es baja.
- La **falta de compromiso** puede derivar en un riesgo mayor como el incumplimiento de plazos explicado anteriormente, por lo que su impacto no sería tan grande como ese pero es un riesgo que si no se controla puede escalar a peores consecuencias. En esta carrera, varios hemos tenido experiencias si-milares con otros compañeros e, incluso en otros plazos internos para este proyecto, nos ha ocurrido en esta asignatura, por lo que la probabilidad de este riesgo es alta.
- La **infraestimación de la dificultad** supondría un efecto muy serio y su pro-babilidad de ocurrir es muy alta por lo tanto habría que intentar prevenirla para mitigar los efectos negativos que esto causaría y que no siga afectando al proyecto.
- La **asignación poco óptima de los recursos humanos** es un riesgo sencillo de resolver y sin muchas consecuencias especialmente duras, por lo que se considera que tiene un impacto tolerable. Sin embargo, también es un riesgo que suele ocurrir debido a nuestra inexperiencia en proyectos de este estilo, por lo que su probabilidad es alta.
- Los efectos que causaría el **rendimiento bajo** podríamos clasificarlo como to-lerable, la estrategia que se podría seguir sería la prevención. La probabilidad de que esto ocurra es moderada.

### **5.3. Estrategias a seguir**

#### **5.3.1. Pérdida de datos/código**

La mejor forma de prevenir estas pérdidas de archivos, además de obvias como puede ser llevar un cuidado correcto de los equipos para evitar pérdidas de archivos, sería desarrollar este proyecto en la nube, de forma que independientemente de los equipos, siempre podremos acceder a los archivos y perder estos archivos requiera un caso mucho más complejo y difícil de que ocurra.

#### **5.3.2. Incumplimiento de plazos**

Para evitar el incumplimiento del plazo de entrega del proyecto, se establecerá un plazo interno en el grupo para terminar el trabajo con antelación al día de entrega y se revisará esta versión final para asegurarnos de que cumpla unos estándares de calidad y, en caso de que no, tengamos tiempo para modificarlo sin llegar a atrasar la entrega final del proyecto, evitando así este riesgo.

#### **5.3.3. Rendimiento bajo**

Es importante abordar el rendimiento reducido del personal de manera proactiva. Algunas medidas que pueden ayudar incluyen proporcionar capacitación y desarrollo adecuados, establecer una carga de trabajo realista y equilibrada, fomentar un ambiente de trabajo motivador, mejorar la comunicación interna, resolver los conflictos de manera constructiva y brindar retroalimentación y reconocimiento positivos. Además, es fundamental identificar las causas subyacentes del bajo rendimiento y abordarlas de manera individualizada, ya sea mediante el apoyo y la orientación individual, la redistribución de tareas o la implementación de cambios en la estructura o procesos del proyecto.

#### **5.3.4. Infraestimación de la dificultad del proyecto**

Para prevenir este riesgo hay unas cuantas estrategias las cuales podemos utilizar para evitar que ocurra. Una de ellas es la realización de un análisis detallado del alcance para tener una comprensión clara de todas las actividades necesarias. Consultar a expertos de la materia relacionada con el tema de nuestro proyecto con el fin de buscar otra perspectiva para entender mejor la complejidad de este. Revisar otros proyectos similares también es una buena forma de prevención ya que puedes extraer de ellos datos que te pueden ser de interés como bien puede ser sus dificultades encontradas.

#### **5.3.5. Falta de compromiso**

La mejor forma de prevenir este riesgo es realizar reuniones periódicas donde se compruebe el compromiso de los miembros del equipo, tanto por el trabajo avanzado como si se han presentado a la reunión. Estas reuniones también funcionarán para que todos los miembros vean el resto de los avances y los motiven para realizar sus partes, evitando de nuevo la falta de compromiso entre los miembros.

### **5.3.6. Asignación poco óptima de los recursos humanos**

La mejor forma de prevenir esta asignación y organización, igual que en varias otras cosas que requieran trabajo en equipo, es la comunicación. Hablar entre el equipo y conocer los puntos fuertes y débiles de cada uno, la química entre compañeros y las estimaciones de dificultad y tiempo de cada una de las tareas a realizar. De esta forma también podremos tener un mejor ambiente de equipo que resulte en un trabajo de mayor calidad.

### **5.3.7. Pérdida de datos/código**

En caso de que, por las herramientas, preferencias del equipo u otros motivos, no se llegase a trabajar en la nube sino en uno o varios equipos, la mejor manera de minimizar los daños que pudiera causar este riesgo sería la utilización de un sistema de control de versiones, algo con lo que todos estamos familiarizados, en todos los equipos donde se desarrolle el proyecto. Esto también nos permitiría comprobar versiones anteriores en caso de querer hacer cambios o revertirlos.

### **5.3.8. Incumplimiento de plazos**

Además de una fecha final establecida internamente y previa a la entrega oficial, también se podrán establecer otra serie de fechas internas con metas más sencillas que la entrega final, de forma que si es posible que se incumpla el plazo por no tener un trabajo terminado, se haya ido avanzando en el trabajo a lo largo de estas entrega internas, teniendo así un trabajo al menos avanzado y entregable para minimizar la posibilidad de incumplir el plazo de entrega.

### **5.3.9. Baja definitiva**

Una baja definitiva de una persona en un proyecto implica la necesidad de ajustar y adaptar el equipo y los recursos para garantizar la continuidad del proyecto y lograr sus objetivos. Para minimizar el impacto debemos tomar las siguientes decisiones. Primero reorganizar responsabilidades, ya que las tareas que dejó por hacer la persona que se ha marchado tienen que repartirse entre los miembros restantes del grupo. Habría que comunicar al equipo la situación y los cambios realizados con respecto a las tareas que quedan por hacer. Se debe asegurar que los conocimientos que tenía la persona dada de baja se transmitan al resto de compañeros con el fin de poder entender su parte del proyecto. También sería necesario cuestionar el impacto de esta situación para evaluar el impacto en el cronograma.

### **5.3.10. Falta de compromiso**

En caso de que sí que haya falta de compromiso por parte de uno o varios miembros, en alguna de las reuniones de grupo se hablará sobre los miembros ausentes y sus partes y se reorganizarán los grupos de forma que sus tareas pendientes, bien no se hayan hecho o vayan atrasadas, puedan cumplirse dentro de plazos estipulados en el equipo y con una calidad decente.

### **5.3.11. Asignación poco óptima de los recursos humanos**

En caso de que se diera esta asignación menos óptima de lo posible, podría empeorar la calidad del trabajo o extender el tiempo necesario para ello. Es por eso que si se diera este riesgo, la mejor forma de minimizar estas consecuencias sería hablar con el equipo, ya sea en una reunión o en alguno de los canales de comunicación creados para el proyecto. La mejor forma que tendrá el equipo de saber si tiene que comunicarlo será con las estimaciones de duración de las tareas y, en caso de observar que no se podrá cumplir con el plazo, hacerlo llegar al resto del equipo para hacer una reorganización de los equipos y las tareas, optimizando el potencial de cada uno de los miembros.

## **5.4. Plan de contingencia**

### **5.4.1. Pérdida de datos/código**

En caso de que se diera esta pérdida de archivos, como se ha comentado anteriormente, se llevaría a cabo una recuperación de archivos y/o versiones anteriores. Estas versiones se establecerán en sistemas de control de versiones con las etiquetas necesarias para identificar cada una de ellas y los criterios que cumplan con los que veamos necesario etiquetarlos. De esta forma, en caso de que se diera este riesgo, llevar a cabo este plan sería de forma sencilla, rápida y eficaz, permitiendo al equipo retomar el ritmo, recuperar el trabajo perdido para continuar desarrollando el proyecto con normalidad.

### **5.4.2. Adelanto del plazo de entrega**

Cuando se produce esta situación lo que habrá que hacer es seguir unos pasos con los cuales podamos asegurar la entrega del proyecto en la fecha acordada. El primer paso sería evaluar la situación, en esta parte habría que analizar los motivos del adelanto y comprender cuales serán los nuevos requisitos. A continuación, procedemos a analizar el impacto que este va a tener tanto en los recursos como en las tareas o el cronograma, teniendo especial cuidado en las tareas críticas. Lo siguiente sería reasignar recursos, es decir, reorganizarlos con las tareas restantes para cumplir el plazo. Ajustar nuestro cronograma es muy importante ya que aquí es donde se refleja el adelanto del plazo de entrega, tenemos que asegurarnos que este sea realista, además de tener en cuenta las dependencias en las tareas. Por último si al realizar todos los pasos anteriores vemos que no es posible realizar todas las tareas que teníamos planeadas habrá que decidir cuales se priorizan para que nuestro proyecto enfoque sus esfuerzos en las partes más importantes. Estaría bien realizar un seguimiento para comprobar si los cambios realizados son óptimos y todo avanza adecuadamente.

## Referencias

---

- [1] Irene Aicardi, Filiberto Chiabrando, Andrea Maria Lingua, and Francesca Noardo. Recent trends in cultural heritage 3d survey: The photogrammetric computer vision approach. *Journal of Cultural Heritage*, 32:257–266, 7 2018. 4
- [2] Monika Bansal, Munish Kumar, and Manish Kumar. 2d object recognition: a comparative analysis of sift, surf and orb feature descriptors. *Multimedia Tools and Applications*, 80:18839–18857, 5 2021. 5
- [3] H Bay, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool, A Leonardis, H Bischof, and A Pinz. Surf: Speeded up robust features. *Lecture Notes in Computer Science*, 3951:404–417, 1 2006. 5
- [4] Marco Giorgio Bevilacqua, Michele Russo, Andrea Giordano, and Roberta Spallone. 3d reconstruction, digital twinning, and virtual reality: Architectural heritage applications. In *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, pages 92–96. IEEE, 2022. 3
- [5] Michael Calonder, Vincent Lepetit, Christoph Strecha, and Pascal Fua. Brief: Binary robust independent elementary features. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6314 LNCS:778–792, 2010. 5
- [6] Erik Cambria, Haixun Wang, and Bebo White. Guest editorial: Big social data analysis. *Knowledge-based systems*, (69):1–2, 2014. 3
- [7] Anastasios Doulamis, Athanasios Voulodimos, Eftychios Protopapadakis, Nikolaos Doulamis, and Konstantinos Makantasis. Automatic 3d modeling and reconstruction of cultural heritage sites from twitter images. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 4223*, 12:4223, 5 2020. 3
- [8] Philipp Fischer, Alexey Dosovitskiy, and Thomas Brox. Descriptor matching with convolutional neural networks: a comparison to sift. *arXiv preprint arXiv:1405.5769*, 2014. 5
- [9] Wolfgang Förstner and Eberhard Gülich. A fast operator for detection and precise location of distinct points, corners and centres of circular features. volume 6, pages 281–305, 1987. 4
- [10] Carsten Griwodz, Simone Gasparini, Lilian Calvet, Pierre Gurdjos, Fabien Castan, Benoit Maujean, Gregoire De Lillo, and Yann Lanthony. Alicevision meshroom: An open-source 3d reconstruction pipeline. In *Proceedings of the 12th ACM Multimedia Systems Conference*, pages 241–247, 2021. 4
- [11] Chris Harris, Mike Stephens, et al. A combined corner and edge detector. volume 15, pages 10–5244, 1988. 4
- [12] Mai Cong Hung, Mai Xuan Trang, Akihiro Yamada, Takashi Suzuki, Naoko Tosa, and Ryohei Nakatsu. A deep learning approach to generate 3d model of fluid art. 4

- [13] Manjunath Joggin, Mohana, M. S. Madhulika, G. D. Divya, R. K. Meghana, and S. Apoorva. Feature extraction using convolution neural networks (cnn) and deep learning. *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - Proceedings*, pages 2319–2323, 5 2018. 5
- [14] Stefan Leutenegger, Margarita Chli, and Roland Y. Siegwart. Brisk: Binary robust invariant scalable keypoints. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, pages 2548–2555, 2011. 5
- [15] David G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision*, 60:91–110, 11 2004. 5
- [16] Lev Manovich. Trending: The promises and the challenges of big social data. *Debates in the digital humanities*, 2(1):460–475, 2011. 3
- [17] Francisco Navarro, Javier Fdez, Mario Garzón, Juan Jesús Roldán, and Antonio Barrientos. Integrating 3d reconstruction and virtual reality: A new approach for immersive teleoperation. In *ROBOT 2017: Third Iberian Robotics Conference: Volume 2*, pages 606–616. Springer, 2018. 3
- [18] Nikolaos, Protopapadakis Eftychios, Voulodimos Athanasios, Ioannides Mariinos Doulamis Anastasios, and Doulamis. 4d modelling in cultural heritage. *Advances in Digital Cultural Heritage*, pages 174–196, 2018. 3
- [19] Edward Rosten and Tom Drummond. Machine learning for high-speed corner detection. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3951 LNCS:430–443, 2006. 4
- [20] Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, and Gary Bradski. Orb: An efficient alternative to sift or surf. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, pages 2564–2571, 2011. 5
- [21] Jianbo Shi and Carlo Tomasi. Good features to track. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 593–600, 1994. 4
- [22] Chanop Silpa-Anan and Richard Hartley. Optimised kd-trees for fast image descriptor matching. In *2008 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 1–8, 2008. 5
- [23] Stephen M Smith and J Michael Brady. Susan—a new approach to low level image processing. *International journal of computer vision*, 23:45–78, 1997. 4
- [24] Noah Snavely, Steven M Seitz, and Richard Szeliski. Photo tourism: exploring photo collections in 3d. In *ACM siggraph 2006 papers*, pages 835–846. 2006. 3