



Sistema di Tracciamento del Degrado Strutturale per Edifici Storici

CENTRO RISORSE FLIGHT

Darica İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü



KOCAELİ - DARICA
İLÇE MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Sommario

1. INTRODUZIONE	4
2. DESTINATARI	4
3. SETTORE DI APPLICAZIONE	4
4. TIPO	4
5. DRONE UTILIZZATO	4
6. DURATA	5
7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO.....	5
8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE	5
1. Comunicazione e lingue	5
2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali	5
3. Competenze digitali	6
4. Competenze personali, sociali e professionali	6
5. Sicurezza, qualità e sostenibilità	6
6. Cittadinanza e competenza culturale.....	6
7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale	6
8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro	6
9. PREREQUISITI	6
10. SCHEMA DELLA LEZIONE.....	7
Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione).....	7
Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto).....	8
Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)	9
Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione).....	10



11.	CRITERI DI VALUTAZIONE.....	11
12.	MATERIALI DIDATTICI	11
13.	RISORSE ESTERNE.....	12
14.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	12



1. INTRODUZIONE

Il progetto “Time-Scheduled Waypoint-Based Structural Deterioration Monitoring System for Historical Structures” è un sistema di monitoraggio supportato dall'intelligenza artificiale progettato per acquisire periodicamente immagini di facciate di ponti storici, torri e strutture in pietra esattamente dalle stesse coordinate, altitudine e angolazioni della telecamera. Nell'ambito del progetto, le capacità di memoria dei waypoint e dei percorsi del drone DJI Mini 4 Pro vengono utilizzate per ottenere immagini standardizzate ad alta risoluzione durante ogni missione di volo. Le immagini raccolte vengono analizzate utilizzando tecniche di visione artificiale ed elaborazione delle immagini per rilevare cambiamenti strutturali quali formazione di crepe, deformazione superficiale, erosione dei materiali e requisiti di restauro. Il sistema mira a fornire una soluzione di monitoraggio digitale a basso costo, senza contatto e sostenibile per preservare le strutture storiche e supportare i processi di restauro con analisi basate sui dati.

2. DESTINATARI

- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18
- ✓ Oltre 18 anni

3. SETTORE DI APPLICAZIONE

- ☐ Agricoltura
- ☐ Risposta alle emergenze
- ✓ Costruzioni
- ☐ Gestione delle acque
- ✓ Protezione ambientale
- ✓ Altro — Sistemi di conservazione e monitoraggio intelligenti del patrimonio culturale

4. TIPO

- ☐ Piano di lezione
- ✓ Progetto

5. DRONE UTILIZZATO

- ☐ Drone Personalizzato
- ✓ Drone Commerciale (DJI)



6. DURATA

- ☐ 1 lezione da 45 minuti
- ☐ 1 lezione da 60 minuti
- ☐ 1 blocco da 90 minuti
- ☐ 2 lezioni da 45 minuti
- ☐ 2 lezioni da 60 minuti
- ✓ Doppia sessione (2 × 60 minuti) con compiti a casa facoltativi basati su progetti.

7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

O1: Gli studenti impareranno come i sistemi di droni supportati da waypoint possono essere utilizzati per il monitoraggio periodico di strutture storiche catturando immagini da coordinate e angoli di ripresa identici per il confronto e l'analisi strutturale a lungo termine.

O2: Gli studenti svilupperanno competenze nella visione artificiale, nel confronto delle immagini e nelle tecniche di documentazione digitale per identificare crepe, erosione superficiale e deterioramento strutturale negli edifici storici utilizzando immagini di droni.

O3: Gli studenti comprenderanno l'importanza della conservazione del patrimonio culturale ed esploreranno come le tecnologie emergenti, come i droni autonomi e l'analisi assistita dall'intelligenza artificiale, possano supportare i processi di restauro e conservazione.

O4: Gli studenti miglioreranno l'apprendimento basato su progetti, il lavoro di squadra, l'interpretazione dei dati e le capacità di reporting tecnico, progettando al contempo un flusso di lavoro di monitoraggio sostenibile per le strutture storiche.

8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE

1. Comunicazione e lingue

- ✓ Competenza di alfabetizzazione (comprensione e produzione di testi scritti/orali)
- ✓ La comunicazione in contesti professionali
- ☐ Competenza multilingue

2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali

- ☐ Competenza matematica
- ✓ Competenza scientifica, tecnologica e ingegneristica (STEM)
- ☐ Competenze numeriche applicate ai compiti lavorativi
- ✓ Interpretazione di informazioni tecniche (manuali, diagrammi, norme)
- ✓ Competenze professionali/tecniche
- ✓ Esecuzione di compiti pratici



3. Competenze digitali

- ✓ Competenza digitale (alfabetizzazione digitale generale)
- ✓ Utilizzo di strumenti digitali in ambito lavorativo

4. Competenze personali, sociali e professionali

- ✓ Competenza personale, sociale e di apprendimento
- ✓ Lavoro di squadra e collaborazione
- ✓ Autonomia e responsabilità
- ☐ Etica del lavoro e comportamento professionale
- ✓ Adattabilità e flessibilità
- ☐ Collaborazione con supervisori e colleghi

5. Sicurezza, qualità e sostenibilità

- ✓ Applicazione delle norme in materia di salute e sicurezza (OHS/SST)
- ☐ Procedure di qualità e norme sul luogo di lavoro
- ✓ Consapevolezza ambientale e di sostenibilità

6. Cittadinanza e competenza culturale

- ✓ Competenza di cittadinanza
- ✓ Consapevolezza culturale e competenza espressiva

7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale

- ✓ Risoluzione dei problemi e pensiero critico
- ☐ Competenza imprenditoriale
- ✓ Iniziativa e creatività
- ✓ Il processo decisionale in situazioni lavorative reali

8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro

- ☐ Integrazione nelle routine lavorative
- ✓ Seguendo le istruzioni e le procedure professionali
- ✓ Utilizzo di strumenti, attrezzature e tecnologie

Questa lista di controllo unisce le competenze chiave dell'UE per l'apprendimento permanente con le competenze fondamentali previste nell'istruzione e formazione professionale europea (IFP).

9. PREREQUISITI

-Gli studenti devono avere una conoscenza di base dei principi di funzionamento dei droni, comprese le procedure di decollo, atterraggio e controllo del volo sicuri. Ci si aspetta che i partecipanti abbiano familiarità con le funzionalità di base del drone DJI



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Mini 4 Pro, come il controllo della telecamera, la pianificazione del volo del waypoint e le impostazioni di acquisizione delle immagini.

-Sono richieste competenze di alfabetizzazione digitale di base, tra cui la gestione dei file, il trasferimento di immagini di droni su un computer e l'utilizzo di semplici software di analisi o confronto delle immagini. Gli studenti devono inoltre avere una conoscenza introduttiva dei concetti fotografici quali l'angolazione della fotocamera, l'inquadratura, la risoluzione e le condizioni di illuminazione, poiché questi fattori influiscono direttamente sulla precisione del monitoraggio.

-Si raccomanda una conoscenza generale della conservazione del patrimonio storico e culturale, in modo che gli studenti possano valutare meglio l'importanza dei processi di monitoraggio strutturale e di restauro. Inoltre, gli studenti dovrebbero essere in grado di lavorare in team in modo collaborativo, seguire le procedure di sicurezza durante le operazioni con i droni e interpretare i dati visivi a fini di reporting e analisi.

10. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione)

Descrizione: Agli studenti viene introdotta l'importanza di preservare strutture storiche come ponti, torri, castelli e monumenti. L'istruttore spiega come le condizioni ambientali, gli agenti atmosferici e il tempo possono causare deterioramento strutturale, tra cui crepe, erosione superficiale e deformazione dei materiali. La lezione introduce poi i sistemi di monitoraggio assistiti da droni e dimostra come la capacità di volo waypoint del DJI Mini 4 Pro consenta di acquisire fotografie esattamente dalla stessa posizione e angolazione nel tempo.

Gli studenti esaminano immagini di esempio di strutture storiche scattate in date diverse e discutono di come il monitoraggio digitale possa supportare gli sforzi di restauro e conservazione. Il concetto di voli autonomi ripetibili e di confronto di immagini assistito dall'intelligenza artificiale è contestualizzato nell'ambito della tutela del patrimonio culturale e delle tecnologie delle città intelligenti.

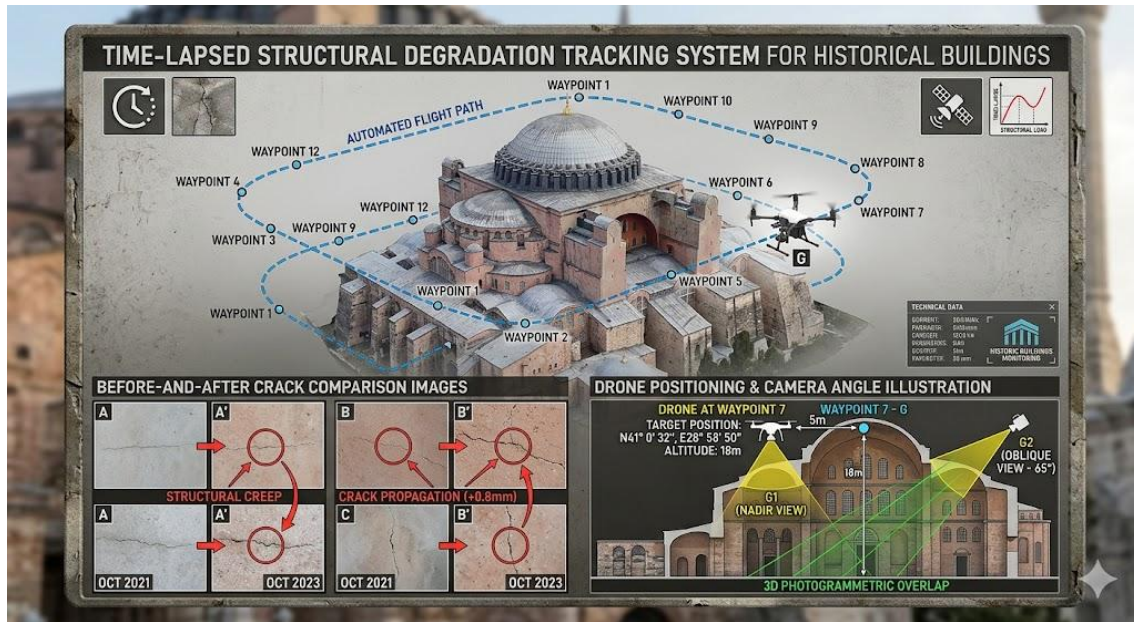
Video: DJI waypoint mission and autonomous flight demonstration
<https://www.youtube.com/watch?v=Q6YD6G9m6dI>

Foto/Diagramma:



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Domande guida / Discussione in classe:

- Perché è importante preservare le strutture storiche?
- Quali tipi di danni strutturali possono manifestarsi nel tempo?
- Perché è importante catturare immagini dalla stessa identica angolazione per il monitoraggio?
- In che modo i droni possono migliorare i processi di restauro e ispezione?

Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)

Descrizione: Gli studenti studiano come il confronto delle immagini e le tecniche di visione artificiale possano identificare i cambiamenti nelle strutture storiche nel tempo. L'istruttore spiega concetti quali il confronto basato sui pixel, il rilevamento delle crepe, la sovrapposizione delle immagini e la coerenza delle coordinate. Gli studenti confrontano più immagini riprese da droni di strutture scattate in date diverse e individuano differenze strutturali visibili.

Il corso esplora anche i fattori ambientali che influenzano il deterioramento, tra cui umidità, pioggia, sbalzi di temperatura, crescita della vegetazione e inquinamento. Gli studenti discutono i vantaggi e i limiti dell'ispezione manuale rispetto ai sistemi di monitoraggio autonomi basati su droni.

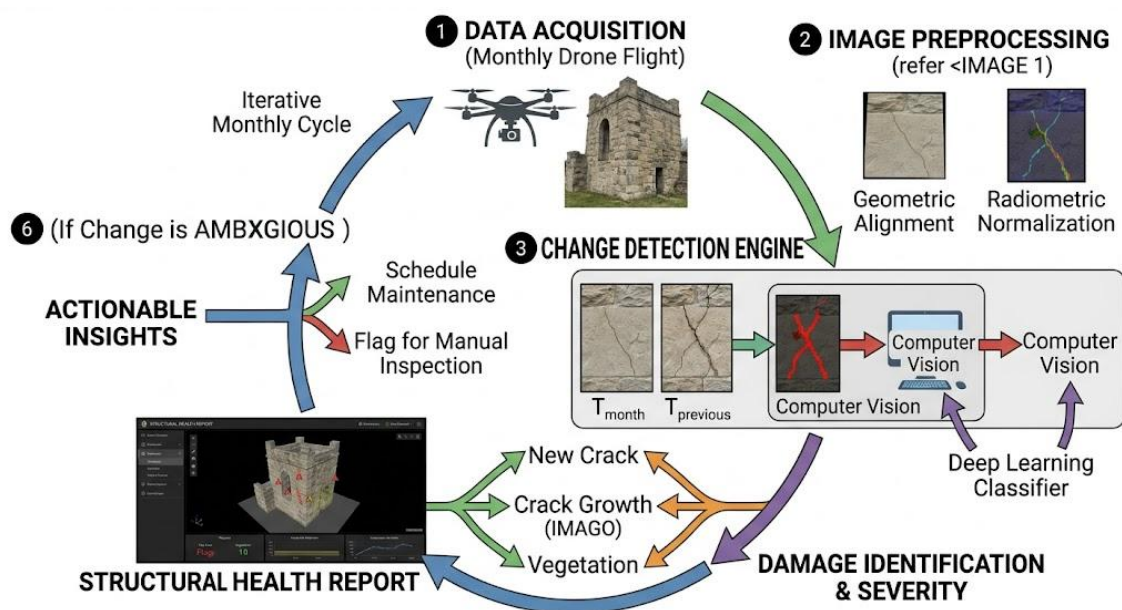
Video: Computer vision and crack detection systems in infrastructure monitoring
<https://www.youtube.com/watch?v=8mVhWlxG8gY>

Foto/Diagramma:



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Domande guida / Discussione in classe:

- Quali differenze visive indicano un deterioramento strutturale?
- Perché la coerenza delle immagini è importante nell'analisi della visione artificiale?
- Quali fattori ambientali accelerano il deterioramento?
- Quali sono i vantaggi delle ispezioni autonome con droni?

Breve lettura o infografica: gli studenti leggono una breve infografica sulle tecnologie di conservazione del patrimonio digitale e sui sistemi di ispezione delle infrastrutture assistiti da droni.

Attività di lavoro di gruppo: gli studenti lavorano in piccoli gruppi per analizzare due serie di immagini provenienti da una struttura storica e identificare possibili indicatori di deterioramento. Ogni gruppo prepara un breve rapporto interpretativo in cui spiega le proprie osservazioni.

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Attività pratica: gli studenti creano una missione di ispezione basata su waypoint utilizzando il drone DJI Mini 4 Pro. I team definiscono traiettorie di volo sicure attorno a un edificio o a una struttura scolastica selezionati e determinano posizioni fisse della telecamera per l'acquisizione di immagini ripetibili.

Il drone esegue voli autonomi o semi-autonomi mentre gli studenti catturano fotografie ad alta risoluzione da coordinate e angolazioni predeterminate. Gli studenti trasferiscono quindi le immagini raccolte su un computer e le confrontano utilizzando un semplice software di analisi delle immagini o metodi di osservazione manuale.

Gli studenti identificano crepe visibili, scolorimento o cambiamenti superficiali e documentano i loro risultati in un rapporto di monitoraggio. L'attività pone l'accento



Co-funded by
the European Union

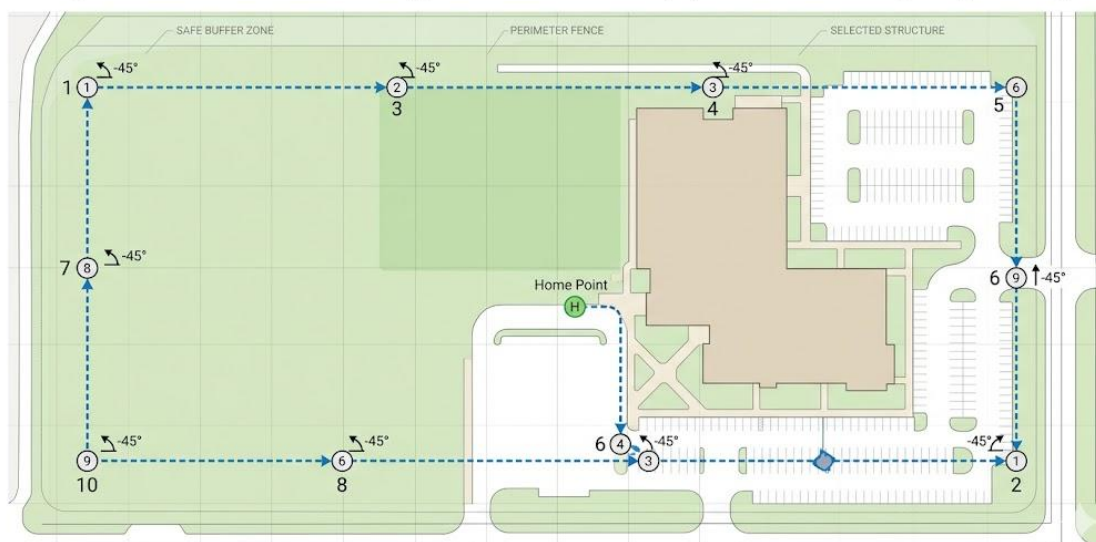
This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

sulla sicurezza operativa dei droni, sul lavoro di squadra, sulla pianificazione del volo e sulle competenze di documentazione digitale.

Video: DJI Mini 4 Pro waypoint mission setup tutorial
<https://www.youtube.com/watch?v=3j0mP9L4YwA>

Foto/Diagramma:

Figure 1: DJI Mini 4 Pro Waypoint Mission Map (School Building Inspection)



Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)

Presentazioni di gruppo: Ogni gruppo presenta il proprio flusso di lavoro di monitoraggio, il piano di volo, le immagini raccolte e i risultati dell'analisi del deterioramento. Gli studenti spiegano come i voli waypoint coerenti migliorano la precisione del monitoraggio e discutono possibili raccomandazioni di ripristino.

Discussione in classe: la classe discute il ruolo futuro dei droni, dell'intelligenza artificiale e dei gemelli digitali nella conservazione del patrimonio culturale. Gli studenti valutano considerazioni etiche, procedure di sicurezza e limitazioni tecnologiche relative alle ispezioni basate su droni.

Attività di riflessione: gli studenti scrivono individualmente una breve riflessione spiegando:

- Cosa hanno imparato sul monitoraggio strutturale
- Sfide incontrate durante la pianificazione del volo o il confronto delle immagini
- Come le tecnologie dei droni possono contribuire alla conservazione del patrimonio culturale e alle applicazioni delle città intelligenti



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

11. CRITERI DI VALUTAZIONE

Quiz con domande chiuse o aperte:

Gli studenti rispondono a domande relative alle missioni waypoint, alla sicurezza dei droni, alle tecniche di confronto delle immagini e agli indicatori di deterioramento strutturale. Strumenti di autovalutazione per la riflessione individuale; gli studenti compilano un modulo di riflessione valutando la loro partecipazione, comprensione tecnica, contributo al lavoro di squadra e prestazioni di risoluzione dei problemi.

Protocolli di revisione paritaria per la valutazione collaborativa:

I gruppi valutano reciprocamente l'accuratezza della pianificazione del volo, la coerenza della raccolta dati e i report di monitoraggio utilizzando una rubrica strutturata.

Portfolio con risultati selezionati o documentazione del processo di apprendimento:

Gli studenti preparano un portfolio digitale che include:

- Screenshot della missione di volo
- Immagini catturate dal drone
- Note di analisi strutturale
- Rapporti di riflessione
- Materiali di presentazione finale

12. MATERIALI DIDATTICI

1-

Risorse	Link
Pagina ufficiale di DJI Mini 4 Pro	https://www.dji.com/global/mini-4-pro
Applicazione DJI Fly	https://www.dji.com/global/downloads/djiapp/dji-fly

2- Kit di VOLO (componenti personalizzati per droni) utilizzato:

- BME680 – Temperatura, umidità, pressione, COV
- Sensore laser PM2.5 – particolato
- Sensore gas MQ7 – rilevamento CO
- GUVAS12SD – Intensità UV



13. RISORSE ESTERNE

Risorse	Link
Centro del patrimonio mondiale dell'UNESCO	UNESCO World Heritage Centre
Libreria di visione artificiale OpenCV	https://opencv.org/

14. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. DJI. *DJI Mini 4 Pro User Manual and Waypoint Flight Documentation*.
2. UNESCO. *Digital Technologies for Cultural Heritage Preservation*.
3. OpenCV Documentation – Computer Vision and Image Processing Techniques.

