



BRAUDE

College of Engineering, Karmiel

Living Heritage

Capstone project - phase A

25-2-D-13

Supervisor: Dr. Naomi Unkelos Shpigel

By: Abdallah Aburomi & Bashar Hosari

<https://github.com/abdallah0100/LivingHeritage>

Table of Contents

Abstract	
1. Introduction	3
2. Project Background: Technology, Heritage, and Education	5
2.1 The Yigal Allon Center	5
2.2 Cultural Heritage	5
2.3 Augmented Reality	6
2.3.1 AR in Cultural Heritage	6
2.3.2 AR in Education	7
2.4 Gamification and Visitor Engagement	7
3. Expected Achievements and Results	8
4. Engineering Process	8
4.1 Process	8
4.1.1 Main Characteristics of the System	10
4.1.2 Requirements	11
4.1.3 Evaluate Alternatives	12
4.2 Product	14
4.2.1 Solution	14
5. System Architecture	15
6. Diagrams	16
6.1 Use Case Diagram	16
6.2 Activity Diagram	21
7. Demo Simulation	24
8. Evaluation and Metrics	24
8.1 Primary Evaluation Sources	24
8.2 Additional Evaluation Methods	25
8.3 Key Metrics	25
8.4 Evaluation Outcome	26
9. Appendix	26

Abstract

This project presents an augmented reality (AR) application designed to enhance the cultural and educational experience of visitors at the Yigal Alon Museum in Israel. The application uses immersive digital storytelling, historical visualization, and interactive media to transform static exhibitions into dynamic and engaging experiences, encouraging active visitor participation with cultural heritage. Recent studies highlight that cultural tourism constitutes a significant share of global tourism and that audiences increasingly seek meaningful, technology-enhanced encounters with local heritage.

The AR application supports interaction with both tangible heritage, such as artifacts and mosaics, and intangible heritage, including local narratives, traditions, and values. It responds to evolving trends in museum experiences that emphasize personal engagement and the representation of minority and indigenous perspectives. The project also incorporates principles of creative tourism, promoting not only observation but also opportunities for visitors to co-create meaning through participation.

Research indicates that AR in museums can lead to higher visitor motivation, improved learning outcomes, and more memorable experiences. Building on these insights, the project aims to deliver an innovative solution at the intersection of cultural preservation, education, and tourism, providing a scalable model for museums adapting to the expectations of digital-native audiences.

1. Introduction

Cultural heritage plays a fundamental role in shaping human identity, memory, and collective values. It serves as a bridge between past and present, offering insight into the lives, beliefs, and achievements of those who came before us. In the context of tourism, cultural heritage is not only a valuable educational resource but also a powerful engine for sustainable development. As noted by Richards (2018), “cultural tourism has become a key element in strategies for regional regeneration and place-making” [10], highlighting its growing importance on both local and global scales.

The Yigal Alon Museum, situated on the shores of the Sea of Galilee in northern Israel, exemplifies the deep connection between place, history, and identity. Dedicated to the life, legacy, and vision of Yigal Alon, a key figure in Israeli history, the museum offers visitors a compelling narrative that weaves together archaeology, regional coexistence, and modern Israeli society. Through exhibitions ranging from the ancient boat to local cultural and historical artifacts, the museum provides a space for dialogue, reflection, and discovery. Yet, like many traditional museums, it faces the challenge of remaining relevant and engaging in an era defined by rapid technological advancement and changing visitor expectations.

This project seeks to address that challenge by developing an innovative augmented reality (AR) application that enhances the visitor experience at the Yigal Alon Museum. AR technology enables the seamless integration of digital content such as 3D reconstructions, audio narratives, and interactive visualizations into the physical museum space, offering new ways to explore, interpret, and emotionally connect with exhibits. By overlaying multimedia content onto the museum's key attractions, this AR application brings static displays to life, adds layered historical context, and appeals to younger audiences and digital-native tourists. Furthermore, the project aligns with the evolving definition of cultural tourism as an active, immersive process. As Richards & Raymond explain, creative tourism invites visitors to “develop their creative potential through active participation in experiences” [11], a goal that this app directly supports.

Ultimately, this work aspires to support the Yigal Alon Museum's mission of cultural education and community engagement by integrating heritage with technology. It seeks to demonstrate how digital innovation, when thoughtfully applied, can enhance the visibility, relevance, and sustainability of cultural institutions, ensuring that their stories continue to inspire future generations.

2. Project Background: Technology, Heritage, and Education

2.1 The Yigal Allon Center

The Yigal Allon Center (shown in Figure 1), located on the eastern shore of the Sea of Galilee in Kibbutz Ginosar, is a cultural and educational institution dedicated to the legacy of Yigal Allon—an influential Israeli leader, Palmach commander, and advocate for Jewish-Arab coexistence. The museum serves as a multidisciplinary space that intertwines archaeology, history, and social dialogue. One of its most notable exhibits is the “Ancient Galilee Boat”, also known as the “Jesus Boat,” a 2,000-year-old fishing vessel discovered nearby in 1986. Through a combination of permanent exhibitions and rotating displays, the center promotes reflection on Israeli identity, the values of leadership, and the connection between diverse communities in the Galilee region.



Figure 1 - Yigal Allon Center front view

2.2 Cultural Heritage

Cultural heritage refers to the tangible and intangible legacies of human history, ranging from monuments and artifacts to traditions, languages, and practices passed across generations. As defined by the World Tourism Organization, it includes “tourism activity that satisfies tourists’ cultural needs and enables them to gain new knowledge and experiences” [1]. Cultural heritage is essential not only for preserving identity and fostering community pride but also for supporting sustainable tourism and education.

In recent years, new technologies have emerged as important tools in reimagining how we engage with heritage, especially among younger and digitally native audiences. According to Naomi Unkelos-Shpigel, “Heritage museums are at a turning point in which digital tools such as AR can help bridge the gap between static displays and dynamic storytelling” [13]. This underscores the growing importance of interactive and immersive methods in making cultural content more accessible, relevant, and emotionally resonant for modern visitors.

2.3 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) is a technology that overlays digital information such as images, audio, and 3D models onto the physical world in real time, typically through smartphones, tablets, or smart glasses. Unlike virtual reality, which creates a fully artificial environment, AR enhances the user's perception of their actual surroundings. While originally developed for entertainment and gaming, AR has increasingly become a transformative tool across sectors such as education, tourism, and the workplace. As Sag (2023) explains, “AR enables users to interact with digital content in the context of their physical environment, improving engagement, understanding, and task efficiency” [12]. This real-world integration makes AR especially effective in delivering contextual and experiential learning, making it an ideal medium for enriching cultural heritage experiences in museums and historical sites.

2.3.1 Augmented Reality in Cultural Heritage

Augmented Reality (AR) is increasingly being adopted in the field of cultural heritage as a means to create immersive, educational, and emotionally resonant experiences for visitors. By superimposing digital reconstructions, narratives, and interactive elements onto real-world heritage sites and artifacts, AR allows users to engage more deeply with cultural content. As Cherukuri (2024) notes, “AR bridges the gap between static displays and dynamic storytelling, allowing tourists to interact with history in real time” [2]. This interactive quality enhances not only engagement but also understanding and memory retention. Moorhouse and Jung (2017) further argue that AR in cultural heritage tourism supports experiential learning by “enabling active participation, reflection, and contextualized learning” [7]. Through these features, AR helps bring cultural sites to life, making them more accessible, educational, and appealing, especially to younger, tech-savvy audiences.

2.3.2 Augmented Reality in Education

Augmented Reality (AR) is emerging as a powerful educational tool, offering learners interactive and immersive environments that enhance understanding, engagement, and retention. By integrating digital content with the physical world, AR supports diverse learning styles and encourages active exploration. Moorhouse and Jung (2017) emphasize that AR aligns well with the principles of experiential learning, stating that it “enables learners to actively engage with content, reflect on their experience, and apply new knowledge in context” [7]. In educational settings, AR can transform abstract concepts into tangible experiences, making learning more intuitive and memorable. Its application is particularly valuable in disciplines such as history, science, and cultural studies where spatial, temporal, and contextual understanding are essential.

2.4 Gamification and Visitor Engagement

Gamification—applying game-design elements such as challenges, rewards, and narratives in non-game contexts—has become a powerful strategy to enhance visitor motivation, engagement, and learning in cultural heritage settings. By embedding quests, points, or storytelling within AR experiences, visitors are encouraged not just to observe artifacts, but to explore, reflect, and emotionally connect with cultural content. As Marques, Pedro, and Araújo (2023) explain, “gamification being used for motivation/engagement and for creativity enhancement” is particularly dominant in heritage-focused projects, with AR frequently deployed as the delivery platform [5]. Furthermore, Martusciello, Muccini, and Bucchiarone (2025) note that combining gamification with AR “fosters immersive, location-aware experiences” that significantly enhance visitor interaction and learning outcomes [6].

In the context of the Yigal Alon Museum, integrating gamified AR experiences—such as artifact-based scavenger hunts, thematic challenges tied to exhibits, or interactive narrative quests—can fuel intrinsic motivation and deepen educational impact. Visitors, especially younger and digitally native audiences, are more likely to engage when learning is framed as an active, playful exploration rather than passive observation. Beyond enriching individual experiences, gamification also supports the museum’s goals of fostering cultural appreciation, interactivity, and sustained interest, positioning the institution at the forefront of innovative, participatory heritage education.

3. Expected Achievements and Results

This project aims to achieve a range of educational, technological, and cultural outcomes by implementing an augmented reality application within the Yigal Alon Museum. One of the primary expected achievements is an enhanced visitor experience through interactive, multimedia-rich storytelling that increases engagement, especially among younger and tech-oriented audiences. The application is anticipated to support deeper learning and retention by providing contextual, visual, and auditory layers to the museum's exhibits, aligning with experiential learning principles. Additionally, the integration of gamification elements is expected to boost visitor motivation and participation, making the museum visit more memorable and personalized. On an institutional level, the project aspires to increase visitor numbers, modernize the museum's digital offerings, and strengthen its role as an innovative cultural and educational hub. Ultimately, the successful implementation of this project could serve as a replicable model for other heritage sites seeking to bridge tradition and technology in meaningful ways.

4. Engineering Process

4.1 Process

The engineering process for our AR application follows a structured approach inspired by user-centered design and educational AR frameworks. The goal is to deliver an immersive, interactive experience around the Yigal Allon Museum's cultural heritage using Unity and AR Foundation.

Our process begins with understanding the needs of visitors and museum staff. This includes on-site observation, interviews (with Nofar from the museum), and analysis of cultural content. Requirements were gathered and categorized into functional and non-functional requirements (see Figure 2).

We adopted a modified Design Thinking methodology, aligned with Herzig's (2015) gamified AR development process, to balance educational objectives with engaging experiences. The process is iterative and user-centered, incorporating feedback loops, especially from stakeholders at the museum (Figure 3).

Part A:

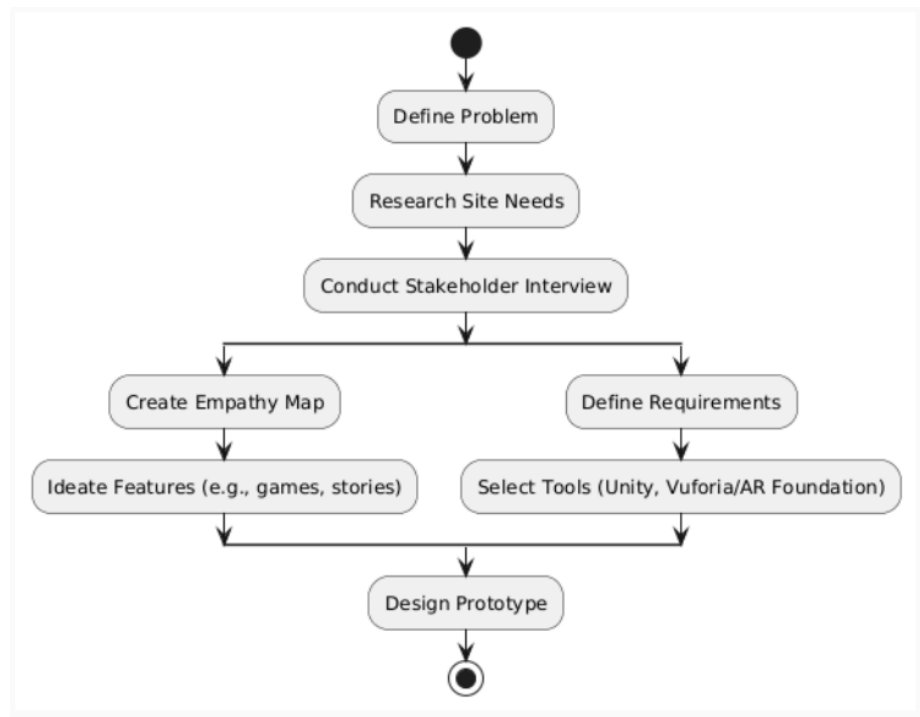


Figure 2 - Project Development Workflow - Part A

Part B (planned):

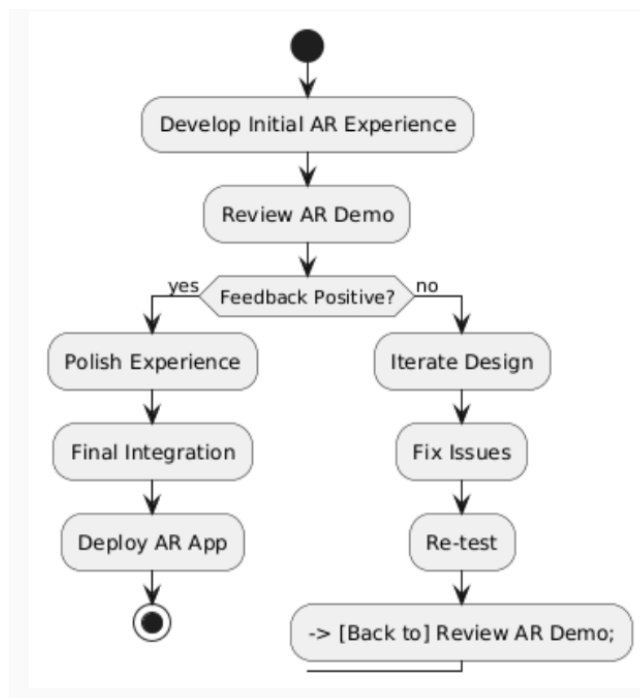


Figure 3 - Project Development Workflow - Part B

4.1.1 Main Characteristics of the System

Our project integrates an Augmented Reality (AR) experience into visits to the Yigal Allon Museum, guided by insights from a semi-structured interview with Nofar, a staff member involved in educational programming. While Nofar mentioned she is “not deeply familiar with technology,” her understanding of visitor needs and engagement strategies played a crucial role in defining the system’s core features. Her input helped us identify specific areas where AR could enhance accessibility, engagement, and learning, particularly for younger visitors. The full interview is included in the Appendix.

Flexible Content Exploration

A key insight was the need for personalization. “Visitors often don’t explore all areas of the museum,” Nofar noted. The system will allow users to choose which exhibitions to explore—such as the ancient boat, Yigal Allon’s legacy, or the Sanhedrin Trail—ensuring a tailored experience for different interests.

Immersive Historical Storytelling

To make artifacts more relatable, AR will reconstruct scenes such as the ancient boat in action. “Showing how it looked when in use, with figures of fishermen, and having it float on the Sea of Galilee as if alive,” Nofar suggested. This immersive element adds context and emotional resonance to static displays.

Interactive Learning for Children

Nofar emphasized that children often struggle to connect with ancient history: “They think of 2,000 years like they think of dinosaurs.” As a result, the system includes interactive mini-games, such as reenacting the boat’s discovery or matching ancient and modern objects. These elements aim to spark curiosity and make learning active and memorable.

Simulation and Visualization

The app will also simulate aspects of ancient life, such as visualizing the Second Temple based on an engraved stone. “This would greatly help children understand what they’re seeing,” she said, highlighting the value of visual interpretation in deepening understanding.

Together, these features reflect a user-informed approach that combines education, accessibility, and storytelling to elevate the museum experience through meaningful AR integration.

4.1.2 Requirements

Most of the functional requirements were defined based on input from our client, whereas the non-functional requirements were primarily established by us as the development team.

- ❖ The primary **functional requirements** of the system are defined as follows:
 - The system should recognize images to trigger AR content.
 - The system should render 3D models on top of the recognized artifact.
 - The system should provide a voiceover explaining the artifact.
 - The system allows Users to answer multiple-choice or true/false questions about the artifact.
 - The system should provide simple games related to the artifact.
 - The system should allow visitors to switch the app's language
 - The system should save completed quizzes/games for learning records.
 - The system should feature progressively challenging levels within the mini-games.
- ❖ The primary **non-functional requirements** of the system are defined as follows:
 - **Privacy** - The system should protect the user's privacy.
 - **Performance** - Application should launch and be ready for interaction within 2 seconds.

- **Efficiency** - Application should respond within 200-300 milliseconds for basic actions and under 1 second for loading heavier AR content.
- **Usability** - Application should be intuitive to the user.
- **Usability** - Multiple languages are supported for the user.
- **Accessibility** - Explanations will be played as sound clips in addition to the text.
- **Usability / Accessibility** - The user interface should have reasonably sized buttons and fonts.
- **Compatibility** - The application should be available on multiple platforms.

4.1.3 Evaluate Alternatives

To explore the best possible approach for enhancing the visitor journey at the Yigal Alon Museum, we considered multiple implementation strategies. Using divergent thinking, we generated a variety of ideas and then narrowed them through convergent thinking to three main alternatives. Each alternative was evaluated based on technological implementation, educational value, interactivity, development complexity, and alignment with the museum's target audiences.

Alternative 1: Informational AR Guide

An Android application focused on static AR overlays.

- Object scanning triggers informational pop-ups and voice narration.
- No gamification or interactive simulation.
- Focuses on clear delivery of historical facts.

Alternative 2: Interactive AR + Mini-Games

An Android application integrating AR scanning and basic gamified tasks.

- AR overlays include animations and simulations.

- Includes simple interactive challenges.
- Designed to balance educational content and engagement.

Alternative 3: Gamified AR Quest Experience

A narrative-based Android app with full gamification and dynamic AR scenes.

- Users follow a storyline across different museum areas.
- Includes achievements, clues, and puzzles triggered by scanning exhibits.
- Heavy emphasis on discovery, role-playing, and child engagement.

Alternative Comparison Table

To identify the most suitable approach for enhancing the Yigal Alon Museum experience, we compared three proposed alternatives. Each alternative was evaluated against key criteria such as technology, educational value, development complexity, interactivity, and target audience. The following table (Table 1) summarizes the strengths and limitations of each option, providing a clear basis for selecting the most balanced solution.

Table 1 - Solution alternatives evaluation

Category	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Technology	Static AR (informational overlays)	AR overlays + mini-games	AR with branching logic and gamified content
Educational Value	High	High	Medium–High (more playful, less content density)

Development Complexity	Low	Medium	High
Interactivity	Low	Medium	High
Gamification	None	Medium	High
Target Audience	Adults and general visitors	Families and school-age children (8-16)	Children, teens, and school groups (8-16)

4.2 Product

4.2.1 Solution

After evaluating all three proposed alternatives, we selected **Alternative 2: Interactive AR + Mini-Games** because it provides the best balance between educational impact, visitor engagement, and development feasibility. This solution incorporates animated AR overlays, object-based interactions, and simple mini-games, which directly address the needs highlighted during client discussions — particularly the desire to engage children and families through visual and interactive learning experiences.

Alternative 1: Informational AR Guide was dismissed primarily due to its limited scope. While it offers high educational value through static AR overlays and voice narration, the absence of interactivity or gamification makes it less effective in captivating younger visitors. In an environment where attention spans are short and visitors expect dynamic experiences, this alternative risks being perceived as a digital brochure rather than an immersive tool.

Alternative 3: Gamified AR Quest Experience was also considered but ultimately rejected. This option introduces branching storylines, puzzles, and a high degree of interactivity, which could create an exciting experience. However, it comes with significant development complexity, requiring more time, resources, and maintenance. Additionally, its heavy focus on gameplay could overshadow

the museum's core educational mission, potentially shifting the experience from cultural enrichment to pure entertainment.

By choosing **Alternative 2**, we secure a middle ground: meaningful interactivity and gamification without overwhelming technical demands. This approach maintains the integrity of the museum's educational goals while ensuring the experience is engaging and accessible to diverse audiences, including children, families, and general visitors. It also provides flexibility for future scalability, allowing additional features or content to be added as resources permit.

5. System Architecture

The architecture of the AR application consists of four core layers (Figure 4). At the top is the **User Device**, which operates on Android and enables real-time scanning of physical exhibits through the device's camera. This triggers the display of AR content directly on the user's screen. The **AR Engine**, built using Unity and Vuforia, handles image recognition, tracks target objects, and renders 3D content in response. Below that, the **Game Logic & Interaction Layer** manages the flow of gamified tasks, such as matching games or discovery challenges, and ensures users receive immediate feedback based on their input. Finally, the **Content Management Layer** contains all the necessary assets—such as 3D models, audio, and descriptive text—which are integrated into the app and synchronized with Unity scenes. Together, these layers create a cohesive and engaging educational experience tailored to the Yigal Alon Museum's unique exhibits.

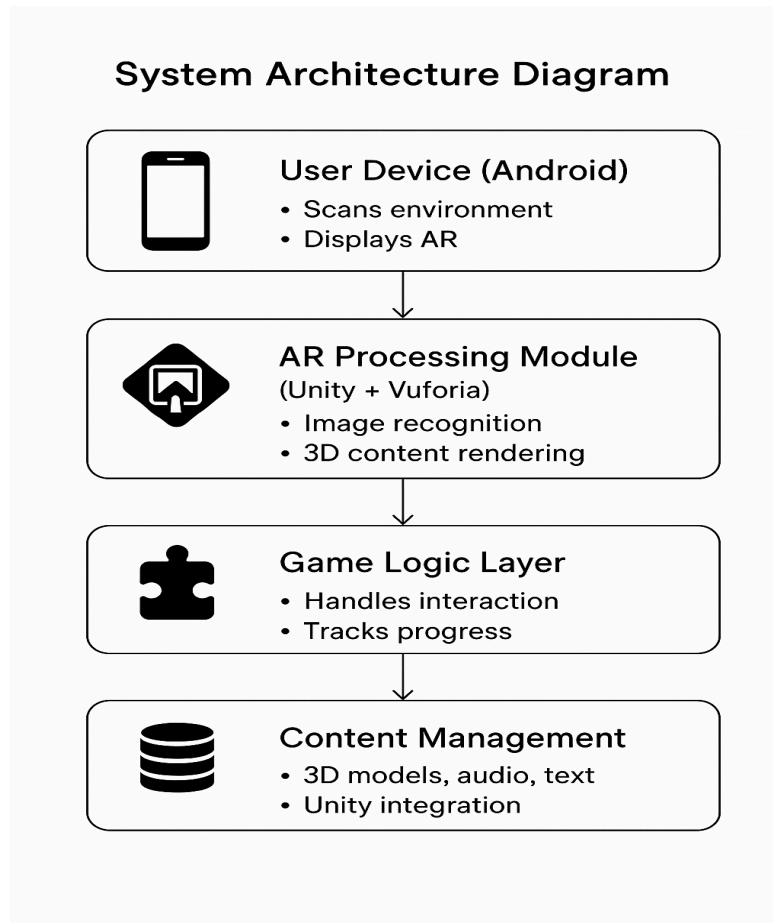


Figure 4 - System Architecture Diagram

6. Diagrams

6.1 Use case

The use case diagram (seen in Figure 5) illustrates the primary interactions between users and the AR application. Two main actors are identified: Visitor and Admin.

- **Visitor:**
The visitor can scan different artifacts in the museum, including the ancient boat, mosaic, and Magdala stone. Each scanning action leads to the central Play Feature, which provides multiple extension points such as listening to explanations, viewing 3D models, playing mini-games, and solving interactive quizzes. Visitors also have access to Settings for personalization.

- Admin:
The admin manages the backend content by adding or managing quizzes and games and can view application statistics to monitor usage and performance.

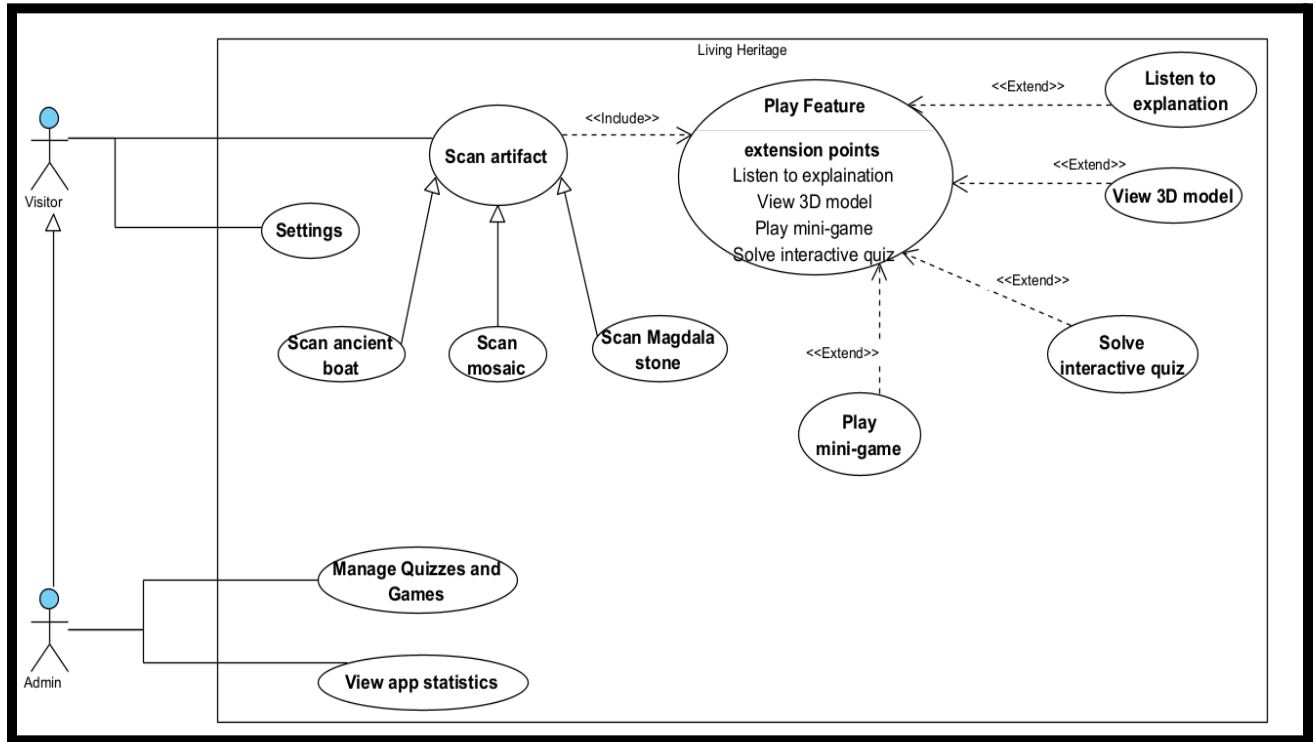


Figure 5 - Use case diagram

- ❖ Following the use case diagram, detailed tables (Table 2-9) are provided to describe each individual use case. These tables outline the purpose, actors involved, triggers, and both successful and alternative scenarios. This level of detail ensures a clear understanding of how users will interact with the system and how the application is expected to respond under different conditions.

Table 2. Scan Artifact Use Case

Use case	Scan Artifact
Description	Visitor scans physical exhibit with AR camera

Actors	Visitor
Triggers	Camera detects marker
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. AR camera is activated. 2. System recognizes the mosaic marker. 3. System overlays interactive content.
Alternative Scenario	System fails to detect marker; user retries scanning.

Table 3. View 3D Model use case

Use case	View 3D Model
Description	Display a 3D model of the artifact on successful scan
Actors	Visitor
Triggers	Scan successful
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3D model appears over the scanned surface. 2. User can rotate or zoom the model.
Alternative Scenario	Model fails to load or user closes it.

Table 4. Listen to Explanation

Use case	Listen to Explanation
Description	Play audio and subtitles explaining the artifact
Actors	Visitor
Triggers	Scan or interaction trigger
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Audio clip starts. 2. Subtitles display in sync. 3. User listens and watches the

	explanation.
Alternative Scenario	User mutes audio or skips explanation.

Table 5. Change Settings

Use case	Change Settings
Description	Modify app preferences like language or subtitle style
Actors	Visitor
Triggers	Settings button tapped
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Settings view opens. 2. User adjusts preferences. 3. Changes are saved and applied.
Alternative Scenario	-

Table 6. Play mini-game

Use case	Play mini-game
Description	The user interacts with a heritage-based mini-game to reinforce educational content.
Actors	Visitor
Triggers	User selects 'Play mini-game' option after scanning
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. The system loads the mini-game related to the artifact. 2. The user completes the game activities.

	3. The system displays feedback and scores. 4. The experience ends with optional replay or return to the exhibit screen.
Alternative Scenario	The user can skip or exit the mini-game at any point and return to the main AR experience.

Table 7. Solve interactive quiz

Use case	Solve interactive quiz
Description	The user answers questions related to the artifact or content displayed.
Actors	Visitor
Triggers	User selects 'Interactive quiz' option after scanning
Successful Scenario	1. The system presents a set of multiple-choice or matching questions. 2. The user selects answers and receives immediate feedback. 3. The system summarizes the quiz results. 4. The user is encouraged to explore more artifacts.
Alternative Scenario	If the user quits mid-quiz, progress is not saved and they return to the exhibit interface.

Table 8. Manage Quizzes and Games

Use case	Manage Quizzes and Games
Description	Allows the admin to add, edit, or delete quizzes and mini-games for the

	app.
Actors	Admin
Triggers	Admin logs in and selects the “Manage Quizzes and Games” option.
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin accesses the management interface. 2. Admin edits or adds new quizzes/games. 3. Changes are saved and reflected in the app.
Alternative Scenario	<ul style="list-style-type: none"> - Admin exits without saving changes. - Server/database error prevents saving.

Table 9. View App Statistics

Use case	View App Statistics
Description	Allows the admin to view usage data such as quiz attempts, popular scenes, or user activity.
Actors	Admin
Triggers	Admin selects the “View App Statistics” option.
Successful Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Statistics page loads successfully. 2. Admin can browse data visualizations or export reports.
Alternative Scenario	<ul style="list-style-type: none"> - Statistics fail to load due to network or server error. - No data available to display.

6.2 Activity diagram

The activity diagram illustrates the workflow of a visitor interacting with the AR application, detailing how the system responds to user actions across different controllers. The diagram is divided into four swimlanes: Visitor, MainController, SceneController, and Vuforia.

1. Starting the process:
The visitor begins by selecting an object from the museum's display. The MainController manages the object list and displays available options.
2. Object scanning and validation:
Using Vuforia, the system scans the selected object. If the object is valid, the SceneController initiates the AR scene; otherwise, the user is prompted to choose another object.
3. Selecting an activity:
Once the scene is active, the visitor can select from available activities: starting a quiz, playing a mini-game, or listening to an explanation.
4. Looping interaction:
After completing an activity, the visitor can either restart with the same object or choose another object to continue exploring.

This diagram emphasizes the sequential flow of interactions between the user and system components, highlighting decision points (valid object check, activity selection) and the repeated engagement cycle central to the museum experience.

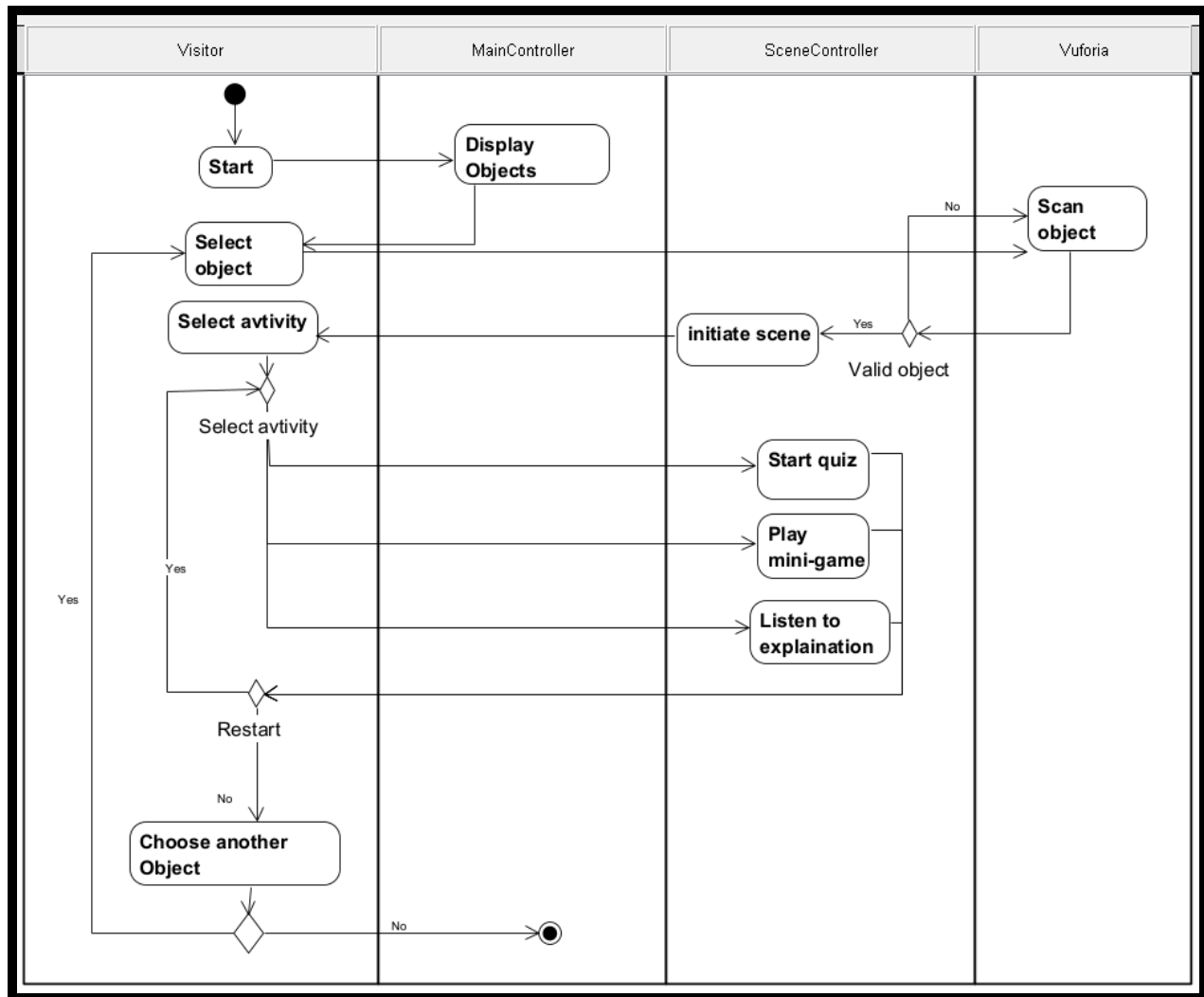


Figure 6 - Activity Diagram

7. Demo Simulation

To demonstrate the potential of our proposed application, we developed a functional demo focusing on one of the museum's artifacts—the mosaic from the Sanhedrin Trail exhibition. The simulation includes AR-based image recognition, followed by a holographic-style reconstruction that presents a restored version of the mosaic. This prototype illustrates how visitors could experience the artifact with added historical context, visual enhancements, and interactive storytelling. Although limited to a single exhibit, the demo effectively showcases the system's capabilities and sets the foundation for expanding the experience to other parts of the museum.

A video demonstration of this prototype can be viewed here:

<https://drive.google.com/file/d/1lqFD5FjtWWunhGZDr87vPMqwn1o6zWHz/view>

8. Evaluation and Metrics

To assess the effectiveness and impact of the AR application, we will employ a combination of qualitative and quantitative evaluation methods. The primary focus will be on feedback from museum staff and visitors, ensuring that the system aligns with both operational goals and user experience expectations.

8.1 Primary Evaluation Sources

Museum Staff Evaluation

- Assess content accuracy, historical integrity, and alignment with the museum's educational mission.
- Provide feedback on system usability, maintainability, and integration into museum operations.
- Evaluate whether the AR features enhance tours and reduce or complement the need for guided explanations.

Visitor Evaluation

- Gather real-time visitor feedback through surveys and observation during pilot testing.
- Evaluate ease of use, engagement level, and perceived value of the AR experience compared to traditional exhibits.
- Collect demographic data (age groups, familiarity with technology) to measure inclusivity and appeal across audiences.

8.2 Additional Evaluation Methods

- **Analytics Tracking:** Use in-app metrics (e.g., feature usage, session duration, interaction counts) to understand engagement patterns.
- **Pre/Post Knowledge Tests:** Measure changes in visitor understanding of the exhibits before and after using the AR features.
- **Usability Testing:** Observe users interacting with the application to identify friction points and improve interface design.
- **Technical Performance Monitoring:** Track load times, scan recognition accuracy, and error rates to ensure system reliability.

8.3 Key Metrics

- **Visitor Satisfaction Score** (Likert scale surveys)
Target: Average score ≥ 4.0 (Agree to Strongly Agree)
- **Engagement Metrics:**
 - At least **2–3 interactive actions** (quiz, 3D model, or mini-game) per artifact.
 - At least 20% of visitors revisit features during the same visit.

- **Knowledge Retention** (improvement in quiz or post-visit questions)
Target: at least 20% improvement in correct answers after using the app.
- **System Performance:**
 - At least 95% successful recognition of valid objects.
 - UI responses (menus, buttons): ≤ 300 ms
 - Loading AR content (3D model/quiz): ≤ 1 seconds
- **Staff Feedback:**
 - 100% Historical accuracy reported by the museum staff.
 - at least 90% positive feedback on scene content.

8.4 Evaluation Outcome

The combined data will provide insights into both user experience and educational value, guiding refinements in future iterations and supporting decisions for scaling the application across additional exhibits.

9. Appendix

Interview with Nofar

מראיין:

שלום, אנחנו סטודנטים בשנה האחרונה להנדסת תוכנה במכללת בראודה. במסגרת פרויקט הגמר שלנו, אנחנו שנועדה לשדרג את חוויית המבקרים באתרים בעלי חשיבות תרבותית (AR) מפתחים אפליקציית מציאות רבודה והיסטורית. בחרנו במוזיאון יגאל אלון כאחד מהמיקומים המרכזיים שלנו, ונשמח לשמוע ממך על מה לדעתך כדאי להתמקד ואיזה תכנים הכי חשוב להבליט

מראיינת:

קודם כל, תודה שהזמנתם אותי לשיחה הזו. אני חייבת לציין שאני לא מאוד בקיאה בטכנולוגיה – הרקע שלי יותר: מעולם החינוך – אז בבקשה תתחשבו במה שאפשרי מבחינה טכנולוגית עם זאת, יש לי כמה רעיונות שיכולים להיות מועילים הרבה מבקרים שמגיעים למוזיאון לא מבקרים בכל המוקדים. יש כאלה שמבקשים הדרכה רק על יגאל אלון, אחרים מתעניינים רק בסירה או בתערוכות מסוימות. אם האפליקציה תאפשר למבקר לבחור במה הוא רוצה להתמקד, זה יהיה מאוד יעיל.

מראיין:

מהם המוקדים העיקריים שמוצגים כיום במוזיאון?

מרואינת:

המוקדים המרכזיים כוללים:

הרחבה החיצונית – בה מסופר על המוזיאון עצמו, על הקמתו, ועל הפסלים שבחוץ.

תערוכת יגאל אלון – זהו המוקד המרכזי.

הסירה העתיקה.

תערוכת שביל הסנהדרין – הכוללת פסיפס ואבן .

מראיין:

אם הייתה לך אפשרות "להחזיר לחיים" חלק מהמוצגים באמצעות מציאות רבודה, איך היית מדמינת שזה ייראה?

מרואינת:

למשל, קבוצה שביקרה כאן הציעה לבצע שחזור של הסירה – להראות איך היא נראתה כשהייתה בשימוש, עם דמויות של דייגים, ולמקום אותה בתוך הכנרת כאילו היא חיה ונעה

יש דעות שונות לגבי מקור הסירה – יש שאומרים שהייתה שייכת לישו, אחרים טוענים שהייתה שייכת למורדים בגליל, ויש הסבורים שהייתה סירת דייגים פשוטה

בכל מקרה, הסירה מספרת סיפור של חיים, מסחר והתיישבות. זה משהו שמציאות רבודה יכולה להמחיש היטב

מראיין:

האם יש לך רעיונות נוספים שיכולים להתאים במיוחד לילדים?

מרואינת:

בהחלט. למשל, סצנת גילוי הסירה – שני אחים שטיילו על החוף עם גלאי מתכות ופתאום מצאו את הסירה – זו סצנה שיכולה לרתק מאוד ילדים. היא מוסיפה הרפתקה, סקרנות ותחושת גילוי

מראיין:

מה לגבי תערוכת שביל הסנהדרין?

מרואינת:

הפסיפס פחות מדבר לילדים, אבל אפשר להשתמש בו כדי להראות איך נראו החיים כאן לפני 2000 שנה – איך נראה כפר יהודי, איך נראה כפר ערבי, איך נראו החיים בארץ ישראל שהייתה אז חלק מאימפריה, בלי טלוויזיה, בלי מכונות – להדגיש את הפער בין החיים אז להיום

מראיין:

למי לדעתך מיועדת האפליקציה – לילדים או למבוגרים:

מרואינת:

הרבה מבוגרים וקשישים מבקרים במוזיאון, אבל הם פחות מתחברים לטכנולוגיה. הקהל העיקרי שיכול להרוויח.

מהאפליקציה ולהתלהב ממנה הוא ילדים ובני נוער

הם מתקשים להבין שהיו כאן חיים לפני אלפיים שנה – מבחינתם זה כמו לדבר על דינוזאורים. חשוב להנגיש להם את זה בצורה חווייתית

מראיין:

מה דעתך על הוספת אלמנטים אינטראקטיביים כמו פאזלים או סימולציות

מרואינת:

רעיון מצוין.

למשל, יצרנו בעבר פעילות לא דיגיטלית שבה הילדים היו צריכים לסדר את שלבי גילוי הסירה – מהטיול על החוף, דרך עטיפתה בקצף, ועד הוצאתה מהמים אפשר להפוך את זה בקלות לכלי דיגיטלי אינטראקטיבי.

מראיית משיכה:
בתערוכת שביל הסנהדרין, יצרנו פעילות שבה הילדים מזהים חפצים מודרניים ומחפשים להם מקבילים מהעבר. אם הם בוחרים נכון, הם מגלים רמזים או משלימים חידה גם את זה אפשר להפוך לפעילות דיגיטלית

מראיין:
האם יש חפצים נוספים במוזיאון שאפשר להפוך לאינטראקטיביים?

מראיית:
האבן ממגדל – עליה חרוט בית המקדש השני. אפשר ליצור הדמיה של בית המקדש כפי שנראה לפי החרטה. זה מאוד יעזור לילדים להבין מה הם רואים

מראיין:
זה נשמע מדהים, תודה רבה לך. נשמח גם לפתוח קבוצת וואטסאפ איתך להמשיך שיתוף פעולה אם זה בסדר מבחינתך

מראיית:
כמובן. אני אשלח לכם חומרים שיצרנו כאן שיכולים לשמש לכם בסיס מצוין לרעיונות שלכם.

Demo app review with Nofar

מראיין: אז אנחנו מתכוונים להציג לך אפליקציה שהיא הדמו, כאילו זה האבטיפוס של האפליקציה שלנו.

מראיין: היא מציגה את הפונקציונליות שלה שתהיה באפליקציה.

מראיין: אנחנו רוצים להדגיש שזו לא אפליקציה גמורה, זה לא הדבר הסופי.

מראיין: אנחנו גם עובדים על העיצובים, גם נוסף עוד דברים, כמובן גם נשלח בקשות מסוימות.

מראיין: אנחנו נשמח לשמוע ולהוסיף, ועבור האפליקציה הסופית שגם סיפרנו לך עליה, שהיא תלווה את הביקור במקום, זה גם חלק ממנה זה רק סצנה אחת בבסיס

מראיין: עוד סטודנטים אמורים להציג לך על הספינה ועל עוד דברים, ואנחנו גם נשלב את כל הדברים באפליקציה. הסופית

מראיית: אתם בעצם יוצרים אפליקציה סופית שמאחדת את כל התחנות לאורך הסיור שבעצם מלווה את כל הביקור?

מראיין: כן, בדיוק. וכמובן מה שהסטודנטים מציגים לך זה גם לא בהכרח הדבר הסופי.

מראיין: אנחנו גם נעדכן, ואם יש לך הערות להוסיף או להוריד דברים, אנחנו מוכנים לעקוב.

מראיין: יש לנו סרטון שמדגים מה שיש בדמו של הסצנה של הפסיפס, ונשמח להראות אותו.?

מראיית: כן.

מראיין: כן כן, שנייה משתפים רק שנייה

מראיין: אתם רואים זה נכון.

מרואינת: כן.

מראיין: אז האפליקציה מתחילה במסך ראשי, ואז מתחילים בסריקה של הפסיפס שנמצא במוזיאון.

מראיין: אחרי הסריקה הוא מציג דמות שמתחילה להסביר.

מראיין: לקחנו את המילים שלך, הקלטנו את המילים שלך מהביקור.

מראיין: כרגע זה באנגלית, ואנחנו נעבוד להוסיף עוד שפות.

מראיין: אחרי ההסברים של הדמות מציגים הולוגרמה של איך הפסיפס נראה בצורה השלימה שלו.

מראיין: חוץ מזה יש לנו משחק קטן, הוא עדיין לא גמור, אבל רעיונית זה משחק פאזל להשלמת הפסיפס.

מרואינת: אתה לא הפעלת את הסרטון, נכון.

מראיין: שנייה, הוא לא עובד, אני לא יודע למה... רגע, אני אבדוק.

מרואינת: תודה.

מראיין: אז הוא סורק את הפסיפס, כרגע אנחנו סורקים תמונה, אבל זה אמור לעבוד גם על הפסיפס האמיתי.

מראיין: בסוף יש משחק הפאזל, וגם מבחינת העיצובים עבדנו עליהם יותר, אבל היום זה החליט לא לעבוד.

מראיין: עבדנו יותר על ההצגה מבחינת העיצובים וגם איך שהדברים נראים.

מראיין: נשמח להערות.

מראיין: אלה הפונקציונליות שאנחנו עובדים עליהן להיות באפליקציה.

מרואינת: אז אני אגיד באופן כללי, ונעמי איתנו גם, אם מקסימום תתייחס גם.

מרואינת: מבחינה מתודולוגית זה נראה מקסים, זה משלב בין הסבר של ידע לבין פעילות, וזה עומד בדרישה.

מרואינת: אם השאיפה היא שנוכל להשתמש בזה במוזיאון, צריך לדייק הרבה יותר מבחינה היסטורית.

מרואינת: מה שאמרתי לכם על הפסיפס היה כללי, ואני אשמח להעביר לכם טקסט מסודר, תגידו לי מה האורך שצריך להיות

מרואינת: אם אני מעבירה לכם משהו כתוב, יהיה הרבה יותר קל להפעיל עליו תרגום בסיסי לאנגלית ולערבית.

מרואינת: המוזיאון מחייב שהחומרים יהיו בשלוש שפות, אחרת אי אפשר להשתמש בזה רשמית.

מרואינת: זה עניין של שפות וגם של דיוק בפרטים.

מרואינת: בנוגע להשלמת הפסיפס, לפי מה יצרתם את התמונה המלאה.

מראיין: לקחנו את התמונה של הפסיפס שיש לכם, נתנו AI והוא השלים אותה

מראיינת: הפסיפס עדיין בחפירות, אין בעיה להשאיר את זה ככה, אבל צריך להבהיר שזה חלק חווייתי ולא עובדה היסטורית

מראיינת: אפשר לנסח הנחיה כמו: הארכיאולוגים עדיין חופרים, אתם מוזמנים לדמיין איך יראה הפסיפס ולחזור בעוד שנה-שנתיים לבדוק

מראיינת: במקומות שאין תשובה היסטורית ברורה, צריך להפוך את זה לחידתי ולא לקבוע עובדה.

מראיינת: אם אני צריכה לבקר את זה מבחינה מתודולוגית, זה מעולה. אם רוצים להשתמש בזה במוזיאון, חייבים לדייק בשפות ובתוכן

מראיין: לגבי השפות, דיברנו על זה בקורס, אנחנו יודעים איך לעשות את זה בשלוש שפות.

מראיין: כרגע זו לא דרישה חובה, אבל באפליקציה המלאה זה יבוצע וזה לא מסובך טכנולוגית.

מראיין: הכי חשוב לקבל ממך טקסטים כמה שיותר מדויקים.

מראיין: יהיו עוד איטרציות להראות לך היכן שולבו הטקסטים.

מראיין: לא רק עבור הפסיפס, גם עבור המגדלה, הספינה ועוד, יש צוותים שעשו על חייו של יגאל אלון.

מראיין: כל טקסט שתרצי שיהיה באפליקציה, ישולב בכל השפות.

מראיין: זה יקרה לא עכשיו ביוני, אלא בהמשך בפרויקט הסופי שיסתיים בינואר.

מראיין: ככל שיתקדמו, האפליקציה תכלול עוד סצנות, כרגע זו רק סצנת הפסיפס.

מראיין: זה פידבק חשוב מאוד, במיוחד נושא הדיוק, כי לנו אין את הידע.

מראיינת: אעביר לכם את הכל בצורה מסודרת, יש לנו מדריך למדריך.

מראיינת: אעביר טקסטים ארוכים, כי קל יותר לקצר אותם מאשר להאריך.

מראיינת: אפשר להציג טקסט בשלבים, כל פעם קטע אחר, כדי שהמשתמש יקלוט בהדרגה

וזה קל לעשות כיום בכל השפות הבינה מלאכותית

מראיינת: כך נשיג גם נגישות שמיעה ונגישות ראייה.

מראיינת: הפידבק המרכזי.

דיוק היסטורי

התאמה לשלוש שפות

במקומות שאין מידע ברור, להבהיר שזו חוויה

רמות קושי שונות בפאזל לפי גיל

מראיינת: ההסברים לא צריכים להיות מבחן, אלא חוויה מעניינת ששווה להקשיב לה.

מרואיינת: המשחקים צריכים להיות קשורים להסברים, אבל לא להפוך את זה למבחן.

מרואיינת: יש אפשרות ליצור התאמה לגילאים שונים כמו בינגו או איקס עיגול, לבחור רמות קושי.

מראיין: זה אפשרי וזה מעולה.

מראיין: כל דבר שאפשר להתאים בלחיצת כפתור הוא מבורך.

מראיין: הנקודות החשובות: התאמה לשלוש שפות, דיוקים היסטוריים, הסבר ברור על החלקים הלא ידועים, יחס בין הסברים לפעילויות

מראיין: כל הצוותים יודעים שצריך סצנות הסבר וסצנות משחק.

מרואיינת: מעולה.

מרואיינת: אהבתי שגם במשחק צריך להקשיב להסבר כדי לשחק טוב יותר.

מרואיינת: זה מעודד הקשבה אקטיבית, במיוחד אצל ילדים.

מרואיינת: אני לא רוצה להפוך את זה למבחן, המטרה היא שהילדים יקבלו תמונה כללית וייהנו.

מרואיינת: במקומות שזה קריטי, כמו יגאל אלון, אפשר לעשות שאלות של אמת ושקר, א' ב' וכדומה.

מרואיינת: במקומות אחרים, המטרה היא להבין את הסיפור והתקופה, לא להיצמד לפרטים קטנים.

מראיין: כל מה שאת אומרת חשוב מאוד גם לעכשיו וגם להמשך.

מראיין: בסוף יוני הקורס מסתיים, ואנחנו נמשיך לעבוד עד ינואר.

מראיין: אנחנו שואפים לאפליקציה שתאחד את כל האלמנטים במוזיאון, עם מסך פתיחה ו QR בכל תחנה

מראיין: ככל שנתקדם, זה יהיה הרבה יותר מובנה, ונצטרך להגיע פיזית לבדוק עם משתמשים אמיתיים.

מראיין: נהיה איתך בקשר, אני בטוח שהסטודנטים ידברו איתך הרבה בהמשך.

מרואיינת: אדאג להעביר לכם חומרים בהקדם.

מרואיינת: אם יש עוד צוותים שצריכים ממני חומרים, שיפנו אליי.

מרואיינת: אם צריך משהו קטן, אני זמינה בוואטסאפ.

מרואיינת: אם צריך עוד זום, תנדנדו לי, אל תתביישו.

מרואיינת: לפעמים אני עסוקה עם הבנות, אבל תנדנדו לי ואני זמינה

מראיין: תודה רבה.

מראיין: לפני שנסיים, יש לנו שאלון סיכום, אפשר למלא עכשיו?

מרואיינת: כן, נכנסתי לקישור.

References

Articles:

1. Canton, H. (2021). World Tourism Organization—UNWTO. In <i>The Europa Directory of International Organizations 2021</i> (pp. 393-397). Routledge.
2. Cherukuri, N. (2024, September 17). How AR is impacting the tourism industry.
3. Cranmer, E. E., tom Dieck, M. C., & Fountoulaki, P. (2020). <i>Exploring the value of augmented reality for tourism. Tourism</i>
4. Cranmer, E. E., Tom Dieck, M. C., & Jung, T. (2023). <i>The role of augmented reality for sustainable development: Evidence from cultural heritage tourism. Tourism Management</i>
5. Marques, C. G., Pedro, J. P., & Araújo, I. (2023). A systematic literature review of gamification in/for cultural heritage: leveling up, going beyond. <i>Heritage</i> , 6(8), 5935-5951.
6. Martusciello, F., Muccini, H., & Bucchiarone, A. (2025). A Reference Architecture for Gamified Cultural Heritage Applications Leveraging Generative AI and Augmented Reality. <i>arXiv preprint arXiv:2506.04090</i> .
7. Moorhouse, N., & Jung, T. (2017). <i>Augmented reality to enhance the learning experience in cultural heritage tourism: An experiential learning cycle perspective. eReview of Tourism</i>
8. Nielsen, J. (1993). <i>Usability Engineering</i> . London, England: Academic Press.
9. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2017, November–December). Why every organization needs an augmented reality strategy.
10. Richards, G. (2018). <i>Cultural tourism: A review of recent research and trends. Journal of hospitality and tourism</i>
11. Richards, G., & Raymond, C. (2000). Creative tourism. <i>ATLAS news</i> , 23(8), 16-20.
12. Sag, A. (2023). The rise of augmented reality in the modern workplace.
13. Sheidin, J., Ankava, L., Iyov, N., & Unkelos-Shpigel, N. (2024). Bringing the Sea Back to Life: An Augmented Reality Voyage in a Maritime Heritage Museum. <i>computing</i> , 1, 2.
14. Xu, N., Li, Y., Lin, J., Yu, L., & Liang, H. N. (2022, October). User retention of mobile augmented reality for cultural heritage learning. In <i>2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)</i> (pp. 447-452). IEEE.

Other references:

https://en.wikipedia.org/wiki/Cultural_tourism

https://www.researchgate.net/publication/278681698_Gamification_in_Education_and_Business