



ΤΝ και Πολιτιστική Κληρονομιά

Χρήστος-Νικόλαος Αναγνωστόπουλος



Intelligent Systems
research lab

Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας

Εργαστήριο Ευφυών Συστημάτων (i-lab)

<https://i-lab.aegean.gr>

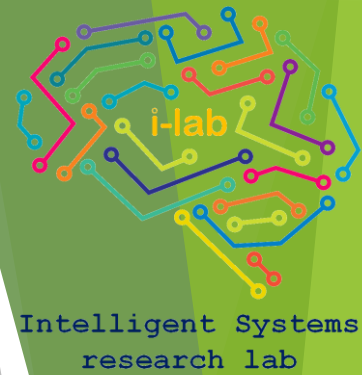
<u>3D visualization</u>	<u>Computational Intel.</u>	<u>Intelligent Interaction</u>	<u>Sem. Web & IoT</u>
Machine Vision, 3D Graphics Technologies, Mixed Reality, Remote Sensing	Fuzzy systems, Neural networks, Neuro-fuzzy networks, Evolutionary computation, Deep neural networks, Deep neuro-fuzzy networks	Affective Computing, HCI, Intel. Systems, Cultural Heritage Management, Context Awareness, User Experience	Knowledge Representation, Ontology Engineering, Sem. data management, Knowledge Graphs, Linked Data, Semantic IoT, AI chatbots

Εισαγωγή



- ▶ Τι είναι τα AI Ψηφιακά Δίδυμα (AI Digital Twins)
- ▶ Από τη Βιομηχανία 4.0 στο Πολιτιστικό Απόθεμα
- ▶ Γιατί έχουν αξία στην Πολιτιστική Κληρονομιά: διαχείριση, ανθεκτικότητα, εμπειρία

Digital Model



**Φυσικό
Αντικείμενο**

**Ψηφιακό
αντικείμενο**

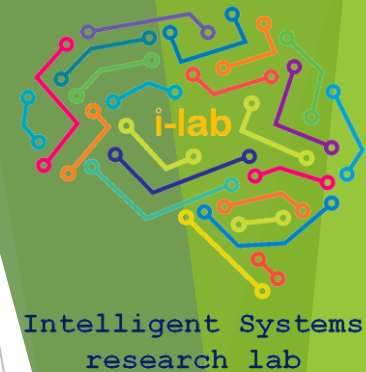


.....→
Μη-αυτόματη ροή
δεδομένων

→
Αυτόματη ροή
δεδομένων

Στοιχεία: φυσική οντότητα, δίαυλος δεδομένων, ψηφιακό

Digital Shadow



**Φυσικό
Αντικείμενο**

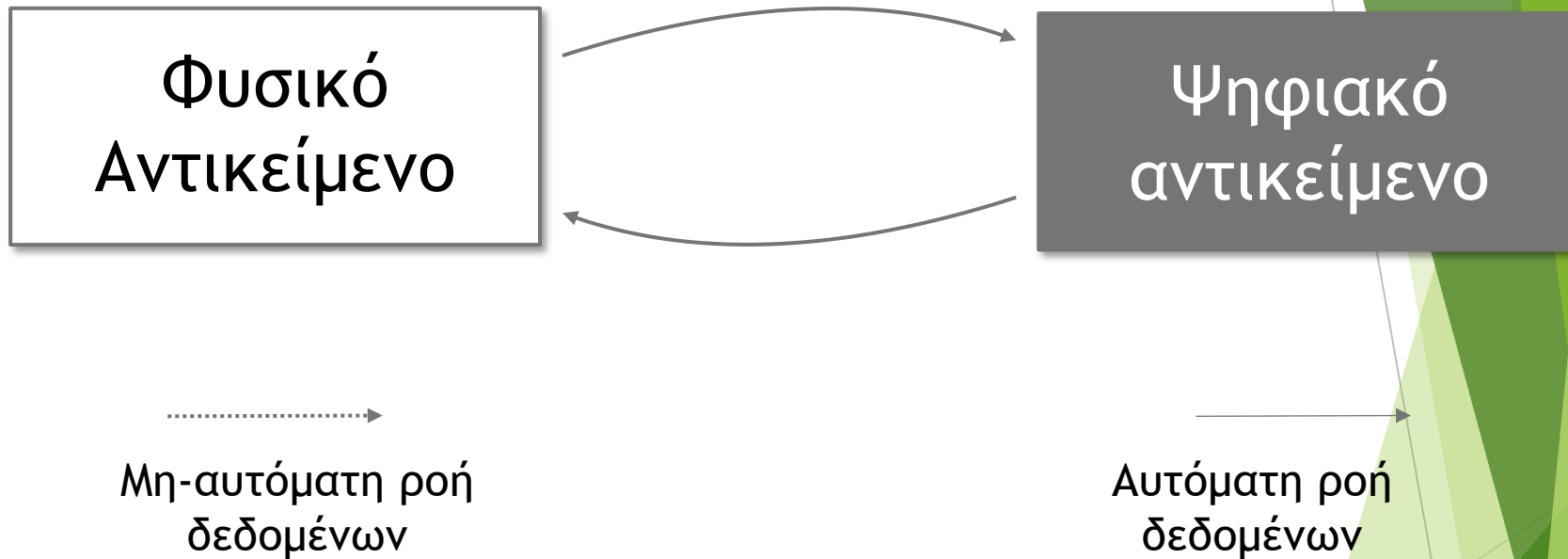
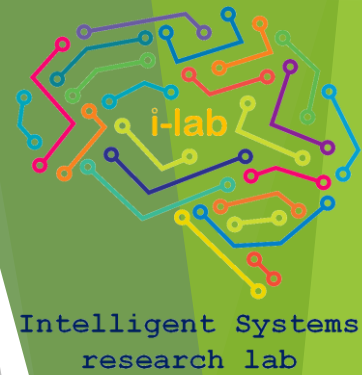
**Ψηφιακό
αντικείμενο**

.....→
Μη-αυτόματη ροή
δεδομένων

→
Αυτόματη ροή
δεδομένων

Στοιχεία: φυσική οντότητα, δίαυλος δεδομένων, ψηφιακό

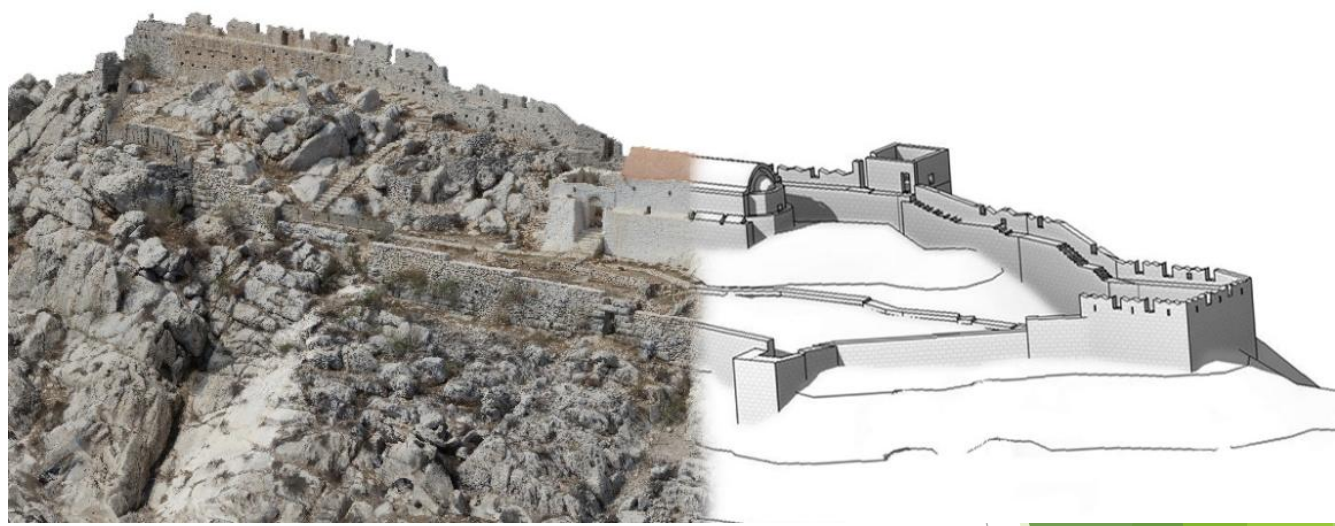
Digital Twin



Στοιχεία: φυσική οντότητα, δίαυλος δεδομένων, ψηφιακό

Ένα DT έχει εννοιολογική αναλογία με τους κβαντικούς υπολογιστές, αυτήν της ταυτόχρονης και συνεχώς συγχρονισμένης εξέλιξη δύο συσχετισμένων συστημάτων.

Μεθοδολογία Δημιουργίας Digital Twin



- ▶ 3D αποτύπωση (LiDAR, photogrammetry, UAVs)
- ▶ Μοντελοποίηση σε 3D (HBIM/Mesh)
- ▶ Σημσιολογικός εμπλουτισμός (metadata, materials, κτλ)
- ▶ Data Integration (IoT, climate, static, visitors)
- ▶ Visualization (VR/AR, πίνακας ελέγχου)

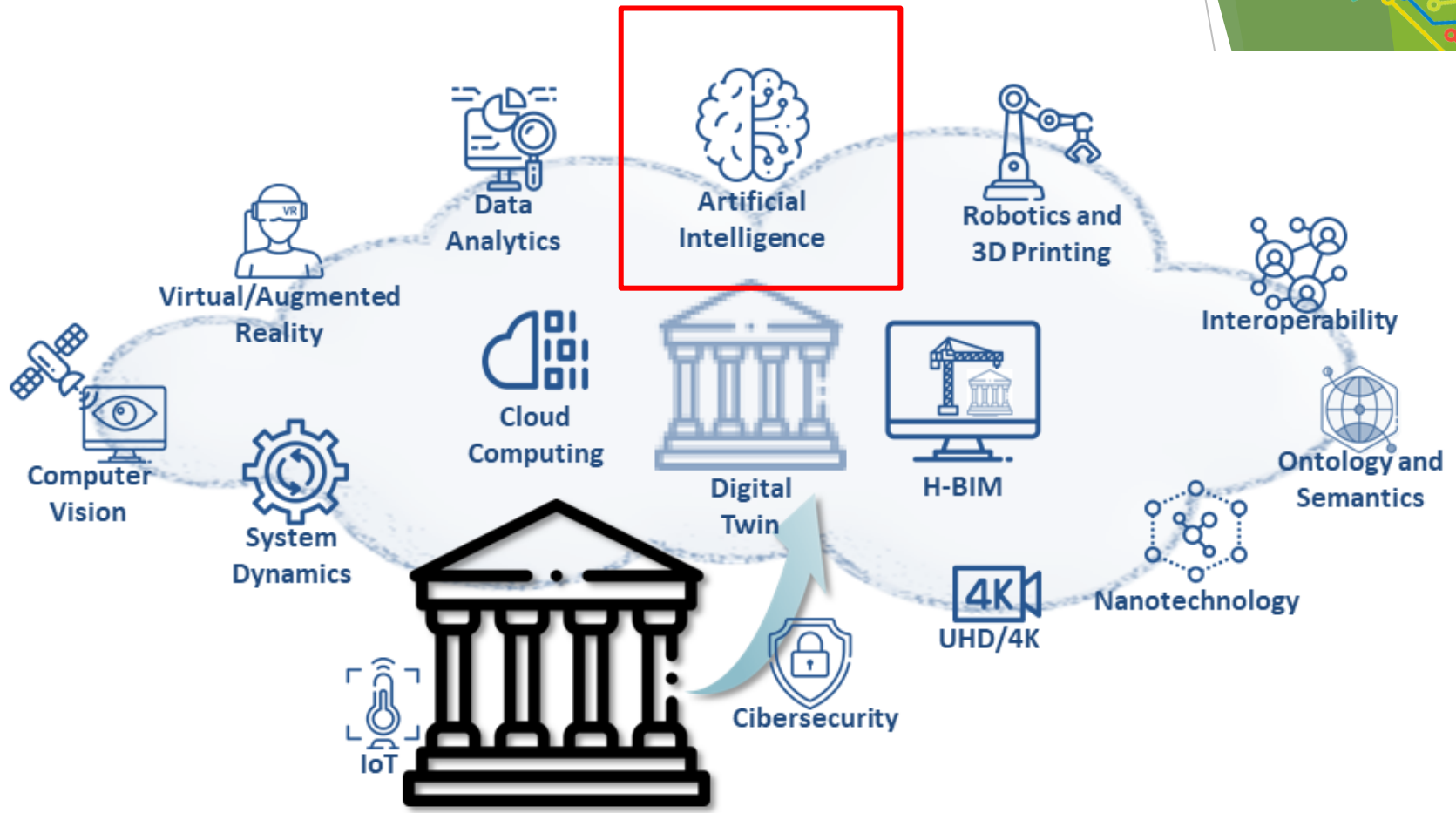


AI - Digital Twin



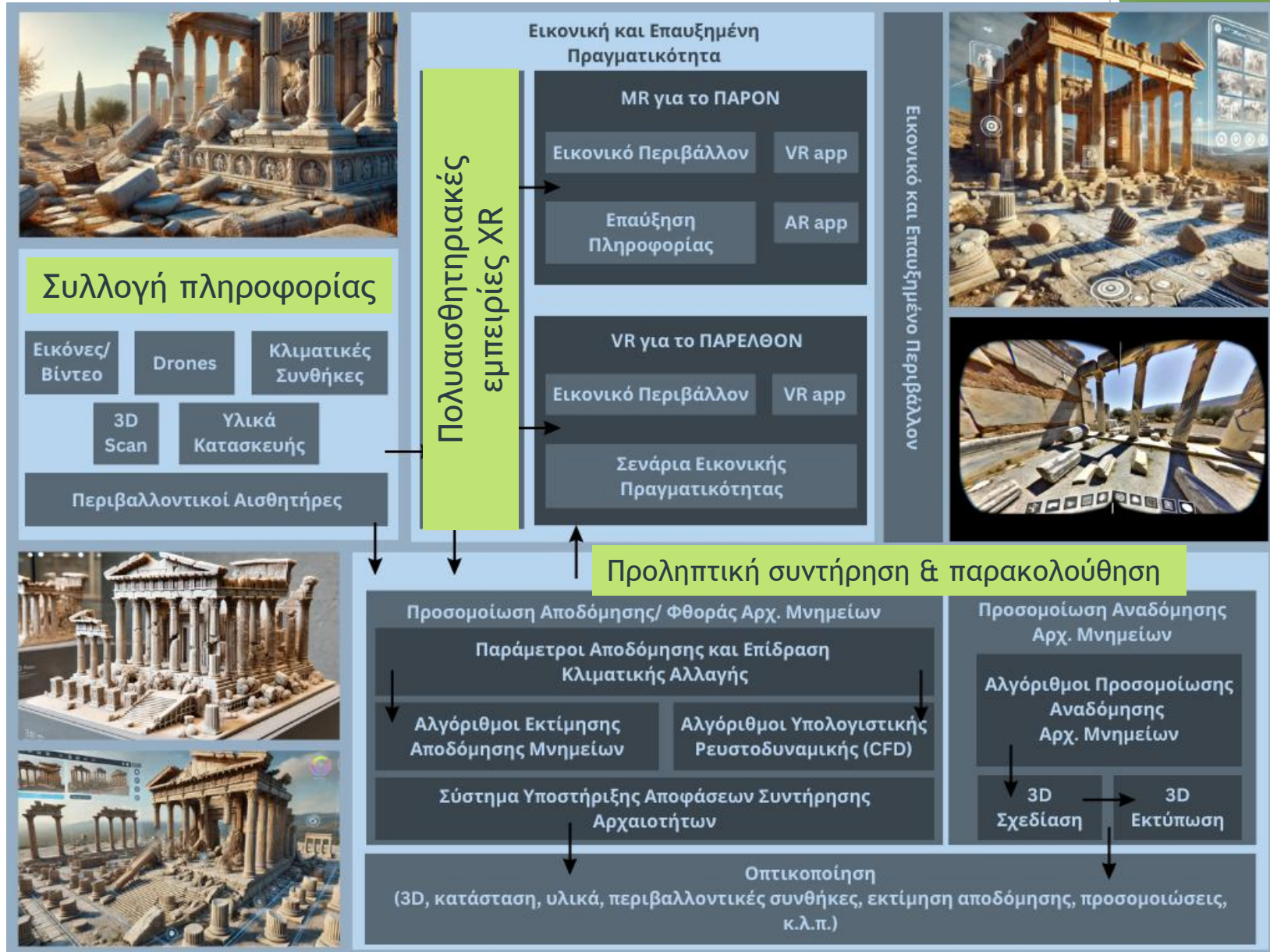
Ψηφιακό δίδυμο είναι ένα δυναμικό, αμφίδρομα συνδεδεμένο ψηφιακό μοντέλο που συγχρονίζεται σε πραγματικό χρόνο με μια φυσική οντότητα και χρησιμοποιείται για παρακολούθηση, προσομοίωση και πρόβλεψη της κατάστασής της.

- **Αναπαριστά** την πραγματική οντότητα (κτήριο, μνημείο, υποδομή, πλοίο, πόλη, ανθρώπινη διαδικασία).
- **Συγχρονίζεται συνεχώς** με πραγματικά δεδομένα (IoT, LiDAR, UAVs, περιβαλλοντικοί σταθμοί, κάμερες, SCADA κ.λπ.).
- **Προσομοιώνει και προβλέπει** τη συμπεριφορά, την κατάσταση ή την εξέλιξή της.
- **Επιτρέπει “what-if” σενάρια**, ανάλυση ρίσκου, βελτιστοποίηση, αυτόνομες δράσεις και λήψη αποφάσεων.



Cultural Heritage Digitisation

DTs - Πολιτιστική Κληρονομιά



Κοινό

Experts

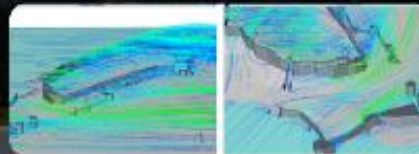
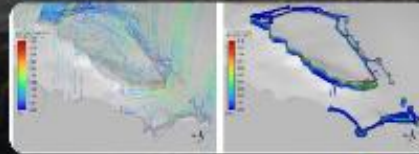
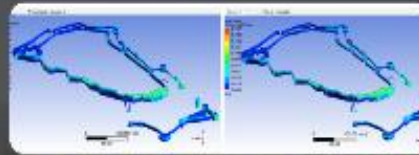
Castle of Mytilene



Non-intrusive inputs

- Environmental data: Wind, RH, rain, PM
- Archival & imagery: Historical records, photos
- Expert input: Material knowledge

CFD Wind Analysis



- Wind flow
- Pressure
- Shear stress

RADAR FRAMEWORK

- Data integration
- Condition analysis
- Risk triggering
- CFD wind analysis



Outputs / Decision Support

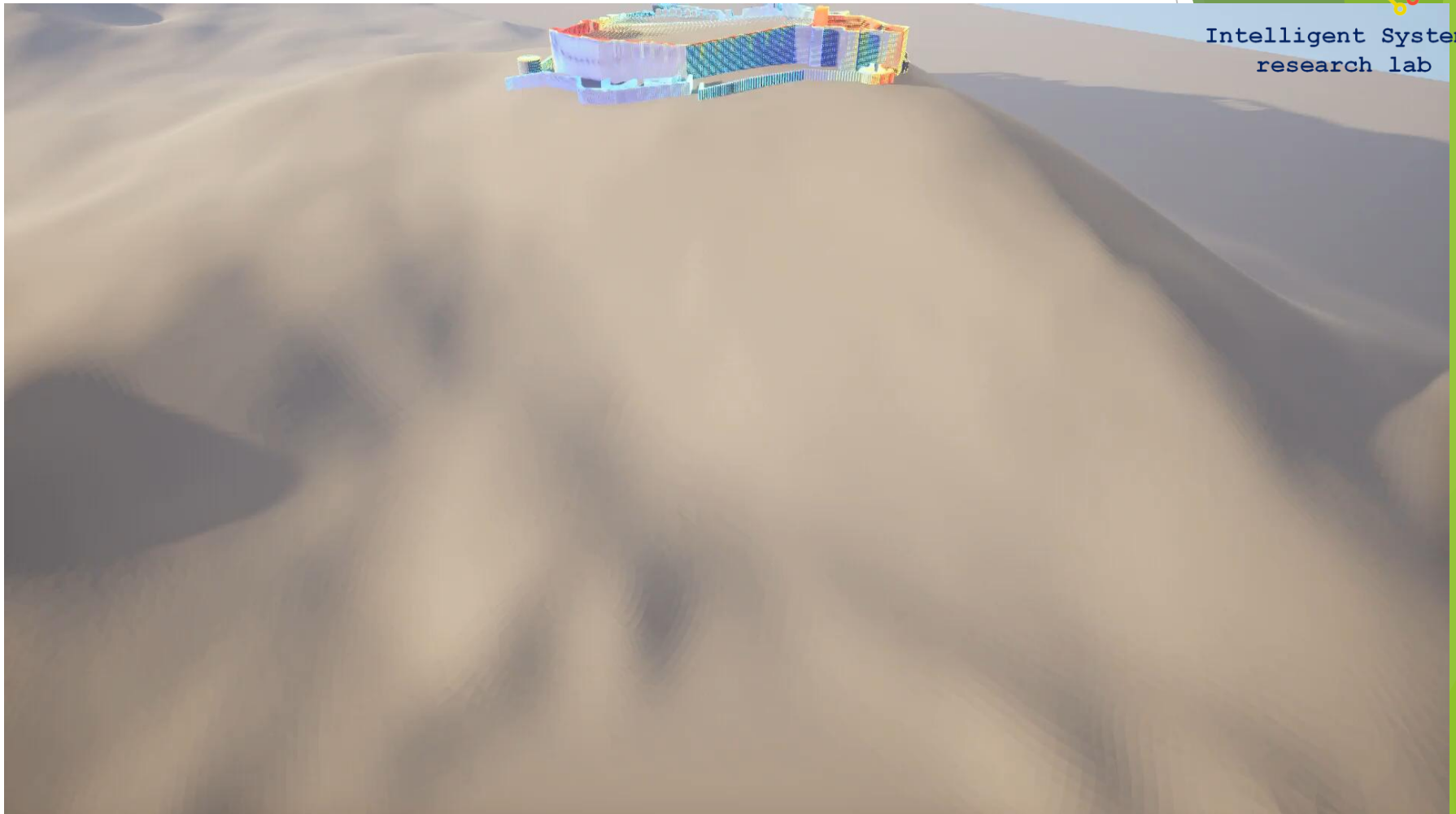
- Targeted conservation strategies
- Prioritization
- Non-invasive intervention
- Decision support

Dimara, A.; Pantusheva, M.; Stefanis, N.-A.; Eleftheriou, O.; Mitkov, R.; Naserentin, V.; Petrova-Antonova, D.; Logg, A.; Anagnostopoulos, C.-N. RADAR: A Framework for Risk Assessment and Degradation Analysis for Cultural Heritage Buildings Through CFD Modeling. *Heritage* 2026, 9, 112. <https://doi.org/10.3390/heritage9030112>

Προληπτική παρακολούθηση παράδειγμα



Intelligent Systems
research lab



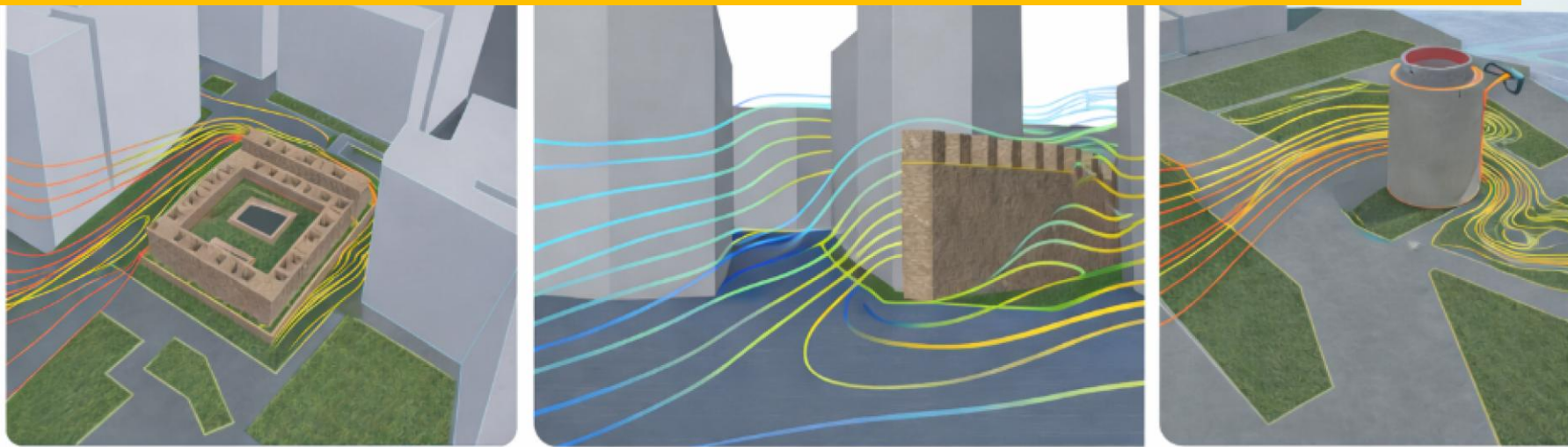
Προκλήσεις

- ▶ Τα DT απαιτούν συγχρονισμό πολλών “κόσμων” -> Ασυμβατότητα μοντέλων, formats και standards (IFC, CityGML, SensorML, glTF, OGC APIs).
- ▶ Πολύπλοκα περιβάλλοντα: Physics-based μοντέλα είναι βαριά και δύσκολα να “τρέξουν” real-time.



Dimara, A.; Stogia, M.; Papaioannou, C.; Papaioannou, A.; Krinidis, S.; Anagnostopoulos, C.-N. HeritageTwin Lite: A GIS-Driven 2D-to-3D Workflow for Digital Twins of Protected Cultural Heritage Building. *Heritage* 2026, 9, 121.
<https://doi.org/10.3390/heritage9030121>

Air
veloc
magn
High



Low

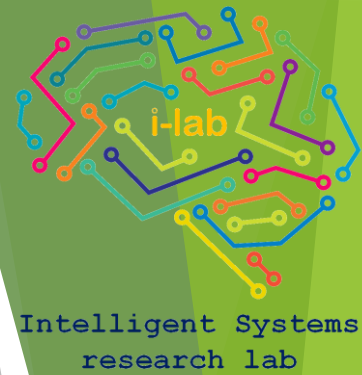
Ερευνητικές Κατευθύνσεις

- ▶ Ενσωμάτωση κλιματικών μοντέλων + LLMs,
- ▶ Μετάβαση από Digital Shadows σε DTs
- ▶ Διασύνδεση DTs μεταξύ τους για κλιμάκωση
- ▶ Ενσωμάτωση του παράγοντα «άνθρωπος» Human in the loop DTs- Industry 5.0.

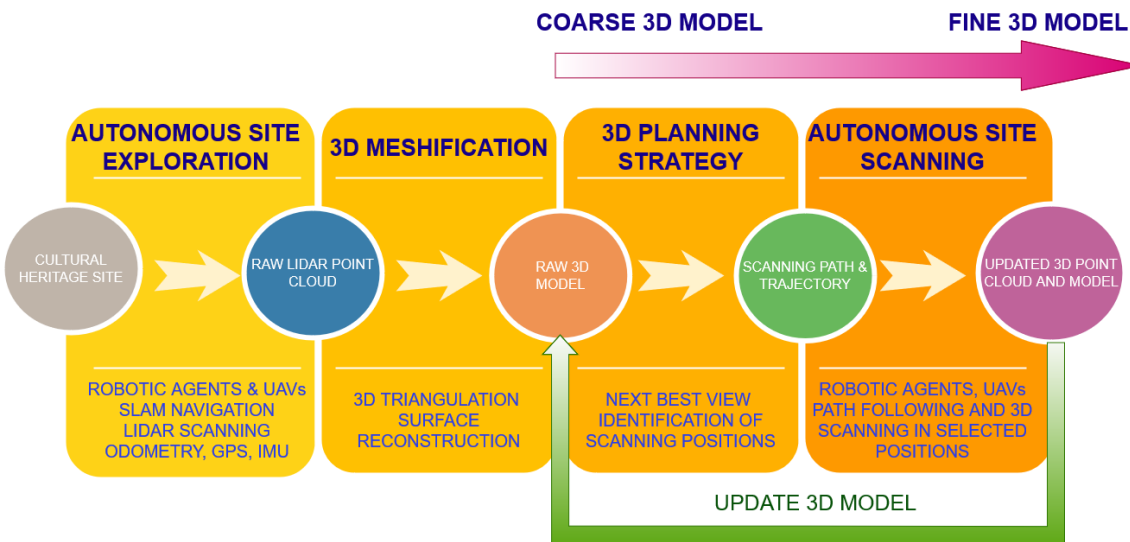
Συνδυασμός User + IoT + AI

Embodied Intelligence

Επόμενη γενιά: Cyber Physical Digital Twins (DT 2.0)



Embodied Intelligent - Πολιτισμός



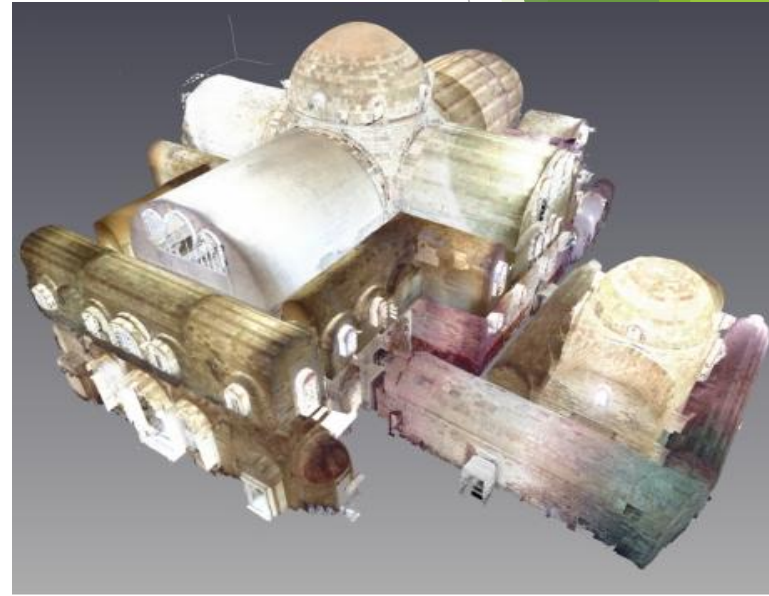
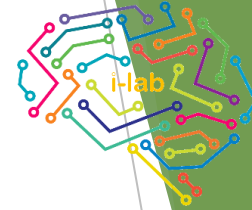
Giakoumidis, N.; Anagnostopoulos, C.-N.
ARM4CH: A Methodology for Autonomous
Reality Modelling for Cultural Heritage.
Sensors 2024, 24, 4950.
<https://doi.org/10.3390/s24154950>





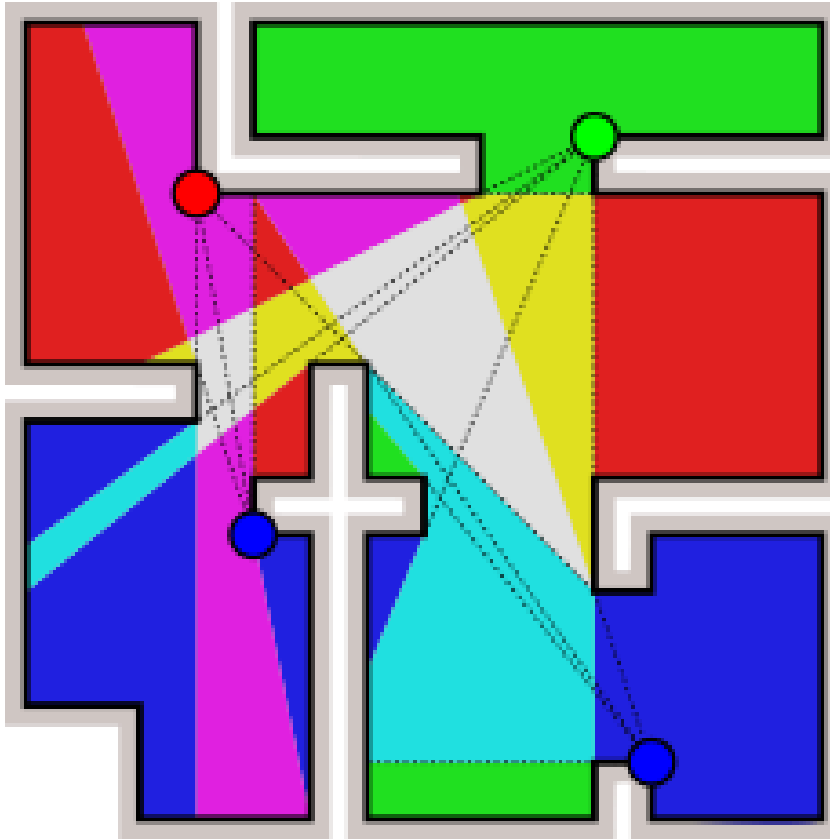
Intelligent Systems
research lab





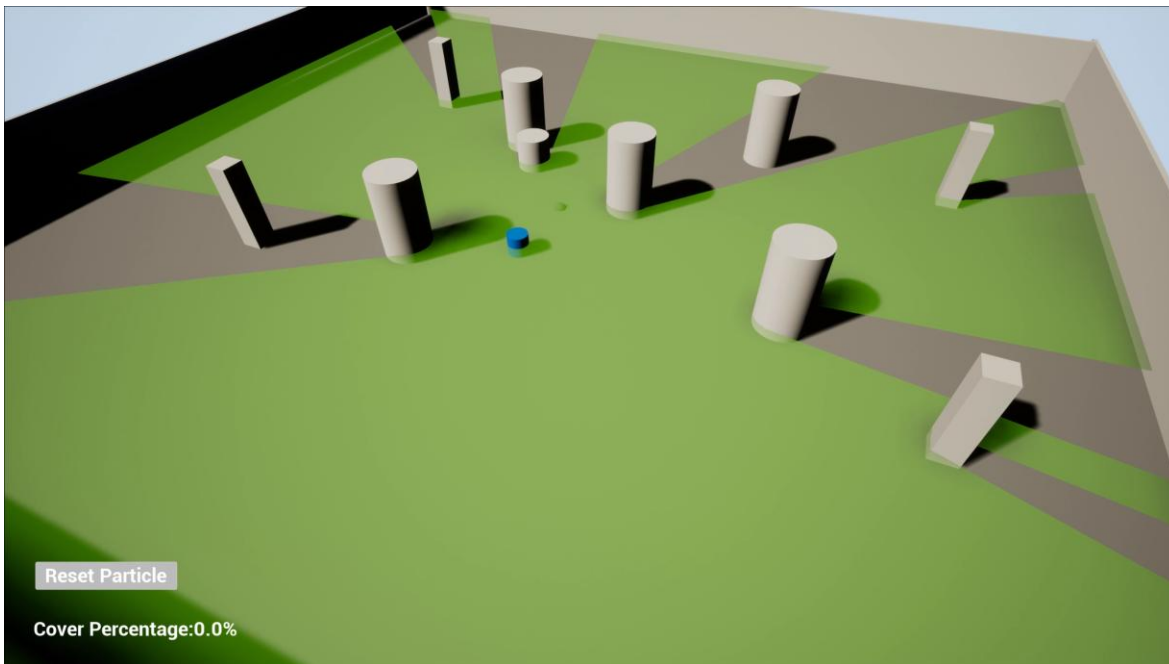
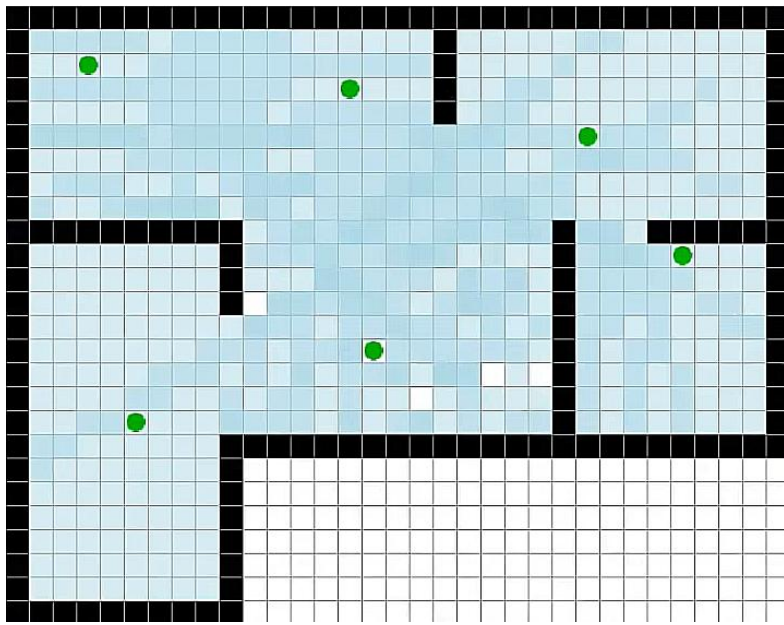


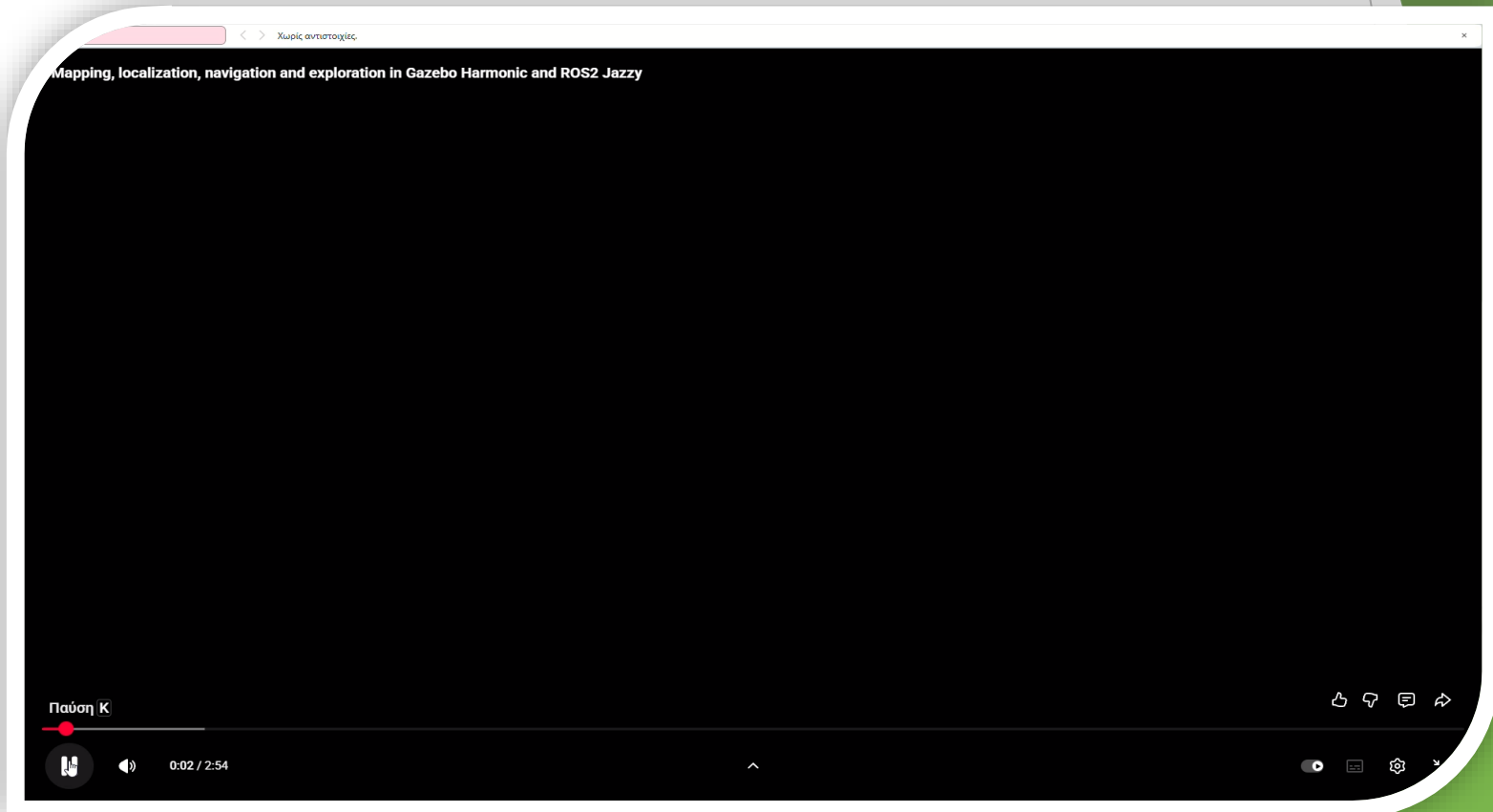
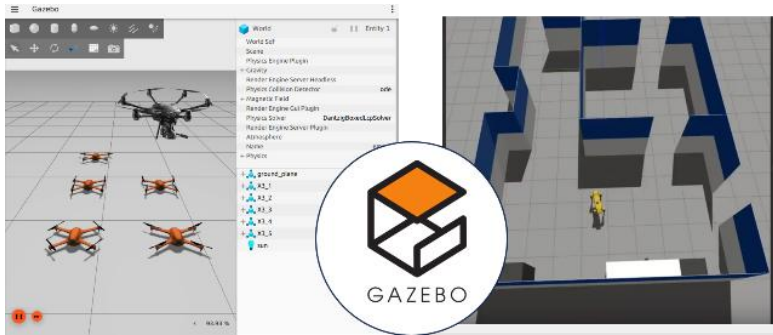
Art Gallery Problem

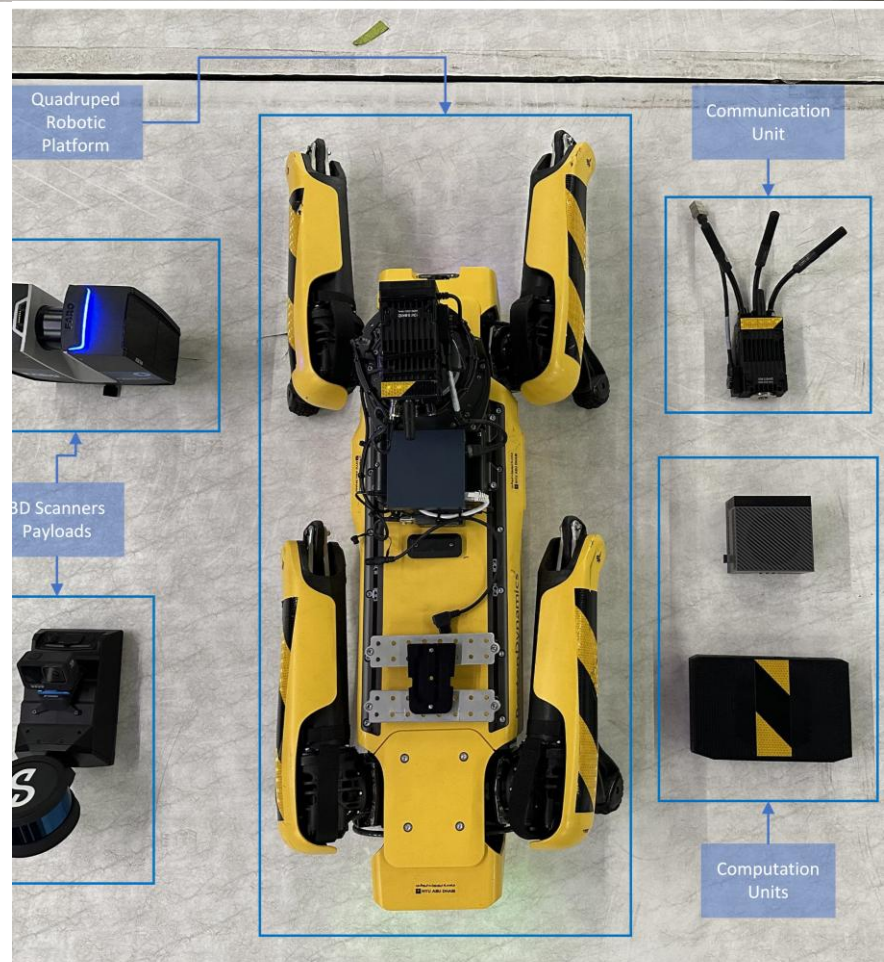
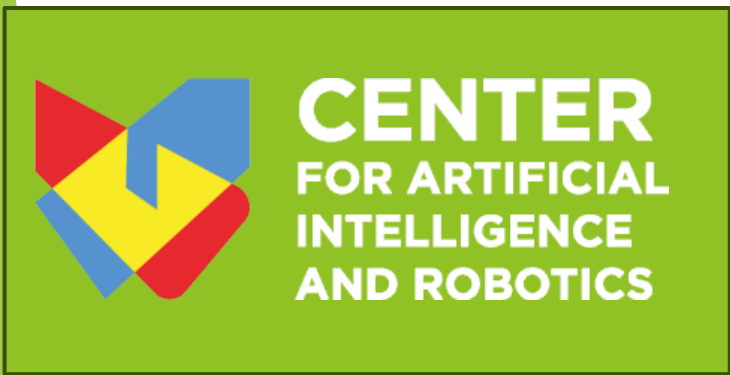


AGP: Τι είναι;

NBV: Τι είναι;







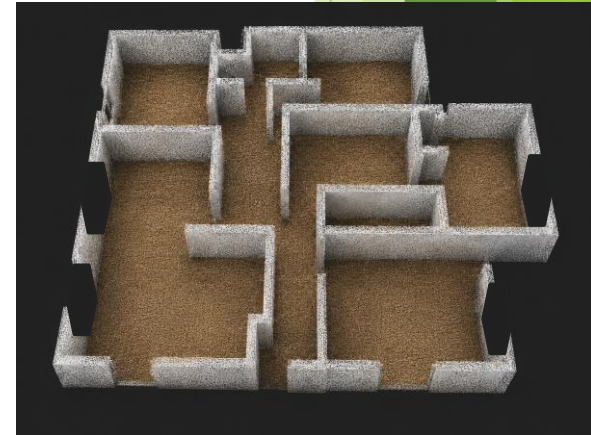
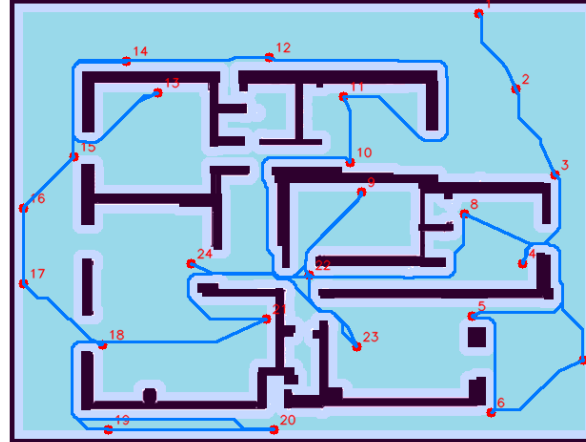
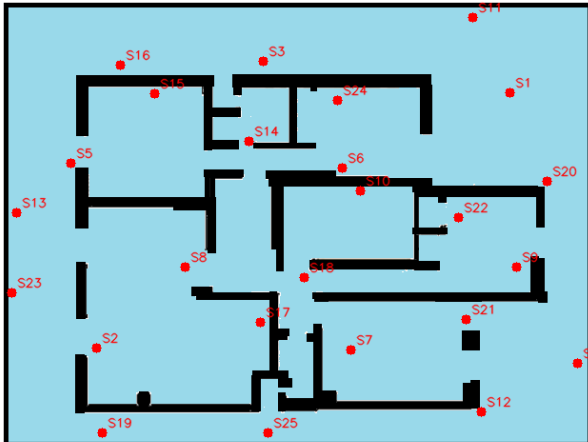
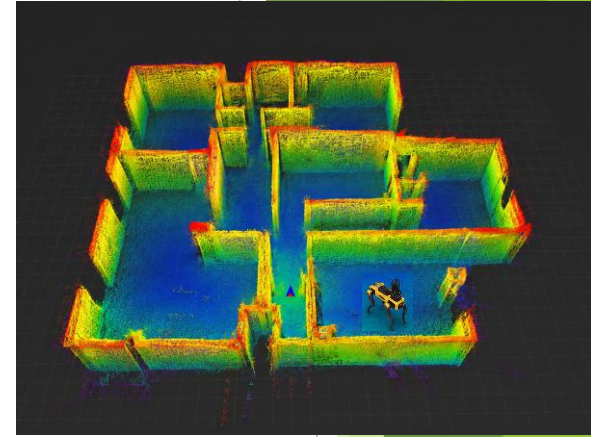
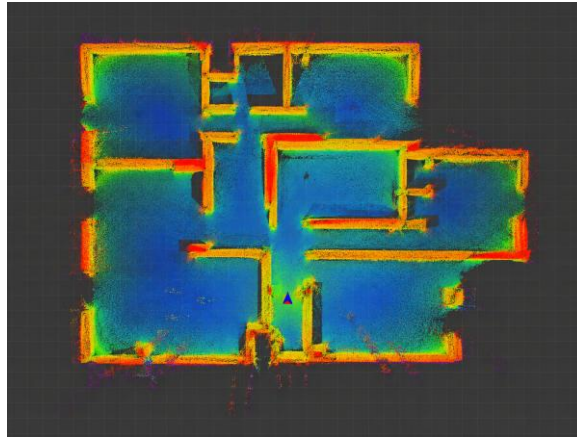
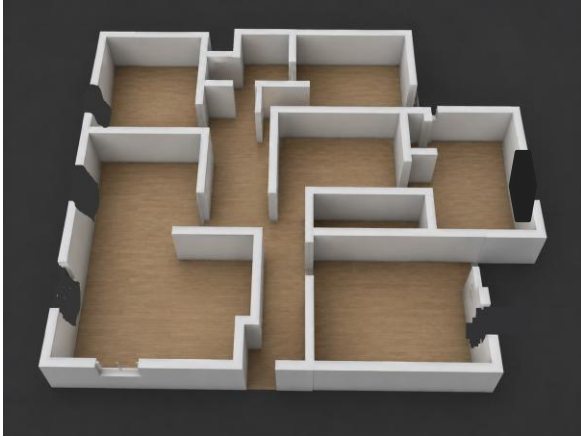


NVIDIA
OMNIVERSE™



NVIDIA®

ISAAC





**NVIDIA
OMNIVERSE™**



NVIDIA®
ISAAC



Embodied intelligence

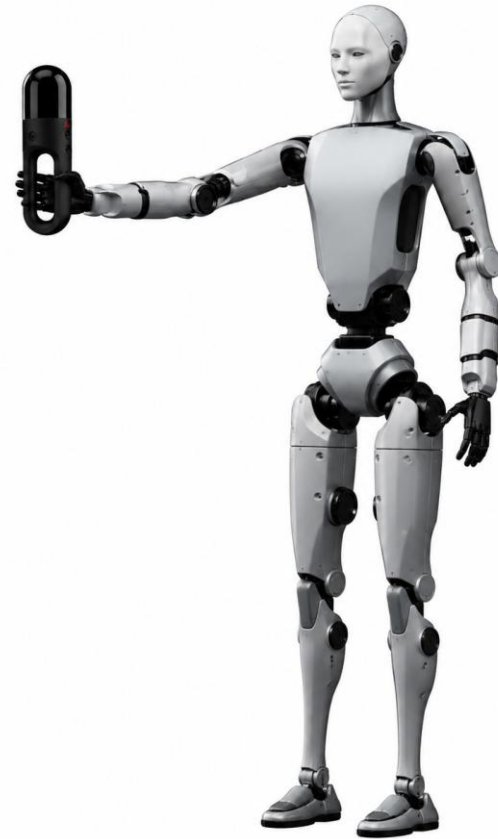
n8n + **Robotic agent**

Game changer για industrial automation, robotics orchestration και AI agents.

το **robot** είναι το “σώμα” (αισθητήρες, κάμερες, lidar, κινητικότητα, inspection),

ενώ το n8n γίνεται ο εγκέφαλος που συνδέει APIs, AI μοντέλα, OpenAI, VLMs, databases, Αισθητήρες, ROS, SLAM navigation κ.α.

Δημιουργούνται end-to-end autonomous workflows γύρω από το robot.





Ευχαριστώ για την προσοχή σας!!!

Στοιχεία Επικοινωνίας:
Email: canag@aegean.gr
Τηλ: 22510-36624

<https://i-lab.aegean.gr>
Intelligent Systems lab

