

Ψυχαγωγικό Λογισμικό

Ψηφιακοί Εικονικοί Κόσμοι

και

Εφαρμογές τους στην
Πολιτιστική Κληρονομιά

-

Προσεγγίσεις και Προκλήσεις

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Πληροφορικής,
Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής,

Κωνσταντίνος Οικονόμου, Επίκουρος Καθηγητής
Βασίλειος Κοριανός, Υποψήφιος Διδάκτορας
2015-2016

***“Cultural heritage** is the legacy of physical artefacts and intangible attributes of a group or society that are inherited from past generations, maintained in the present and bestowed for the benefit of future generations.”*

Cultural Heritage definition by UNESCO.

The term cultural heritage encompasses several main categories of heritage (by UNESCO):

- Cultural heritage
 - Tangible cultural heritage:
 - movable cultural heritage (paintings, sculptures, coins, manuscripts)
 - immovable cultural heritage (monuments, archaeological sites, and so on)
 - underwater cultural heritage (shipwrecks, underwater ruins and cities)
 - Intangible cultural heritage: oral traditions, performing arts, rituals
- Natural heritage: natural sites with cultural aspects such as cultural landscapes, physical, biological or geological formations

Πολιτιστική Κληρονομιά και Σύγχρονες Προκλήσεις

- Διατήρηση
 - φθορά χρόνου
 - περιβαλλοντικές/φυσικές καταστροφές
 - ανθρωπογενείς παρεμβάσεις
 - ένοπλες συρράξεις
 - κοινωνικές αλλαγές - λήθη
- Μελέτη
 - κατανόηση πλαισίου
 - τεκμηρίωση
- Διάχυση
 - μέσα
 - προσβασιμότητα

ΤΠΕ και Πολιτιστική Κληρονομιά

- Διατήρηση
 - καταγραφή
 - αποθήκευση πληροφορίας
- Μελέτη
 - τεκμηρίωση
- Διάχυση
 - πρόσβαση
 - επικοινωνία

Πολιτιστικές εφαρμογές Εικονικών Κόσμων

- Προβολή και Ανάδειξη
- Διατήρηση
- Αποκατάσταση
- Εκπαίδευση
- Επαφή χρήστη-επισκέπτη με αντικείμενα ενδιαφέροντος
- Παροχή σχετικών πληροφοριών
- Ψυχαγωγία χρηστών

Καταλληλότητα ΕΚ* για εφαρμογές ΠΚ*

- Οι ΕΚ δεν υπόκεινται στους περιορισμούς του πραγματικού κόσμου:
 - χώρος
 - απόσταση
 - δυσμενείς συνθήκες και παράγοντες
 - ιδιότητες υποκειμένου και σχετικοί περιορισμοί
- Χαρακτηριστικά:
 - αμεσότητα
 - διαισθητικότητα
 - αλληλεπιδραστικότητα
 - ελευθερία κίνησης

*ΕΚ:Εικονικοί Κόσμοι, ΠΚ: Πολιτιστική Κληρονομιά

Σχεδίαση Εικονικών Κόσμων για Πολιτιστικές Εφαρμογές

Μελέτη Άρθρου

Komianos, V., Kavvadia, E. and Oikonomou, K. (2014)
‘Efficient and Realistic Cultural Heritage Representation in Large Scale Virtual Environments’, The 5th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 7-9 July 2014, Page(s): 1 - 6

Topics:

- Requirements focused on the particular region of interest
- Aspects of the described implementation
- Specific development process
- System’s architecture
- Evaluating efficiency and users’ experience

Case Study & Special Requirements

Ionian islands complex at north-west Greece:

- Several islands
- Inhabited since the ancient ages
- Interesting anthropogenic and natural environment
- Historical places
- Significant architectural monuments

Special requirements:

- Large scale
- Realistic representation
- Efficiency

Realistic Representation and Uniqueness

Goals:

- Be close to reality
- Preserve represented objects' uniqueness
- Enhance users experience

How:

- Places & objects of interest are identified
- 3D models of high fidelity* are created
- Photo texturing
- Photorealism (illumination & shadows)

*the resemblance between a real object and its corresponding element

Large Scale Virtual Environment

Ionian Islands Complex

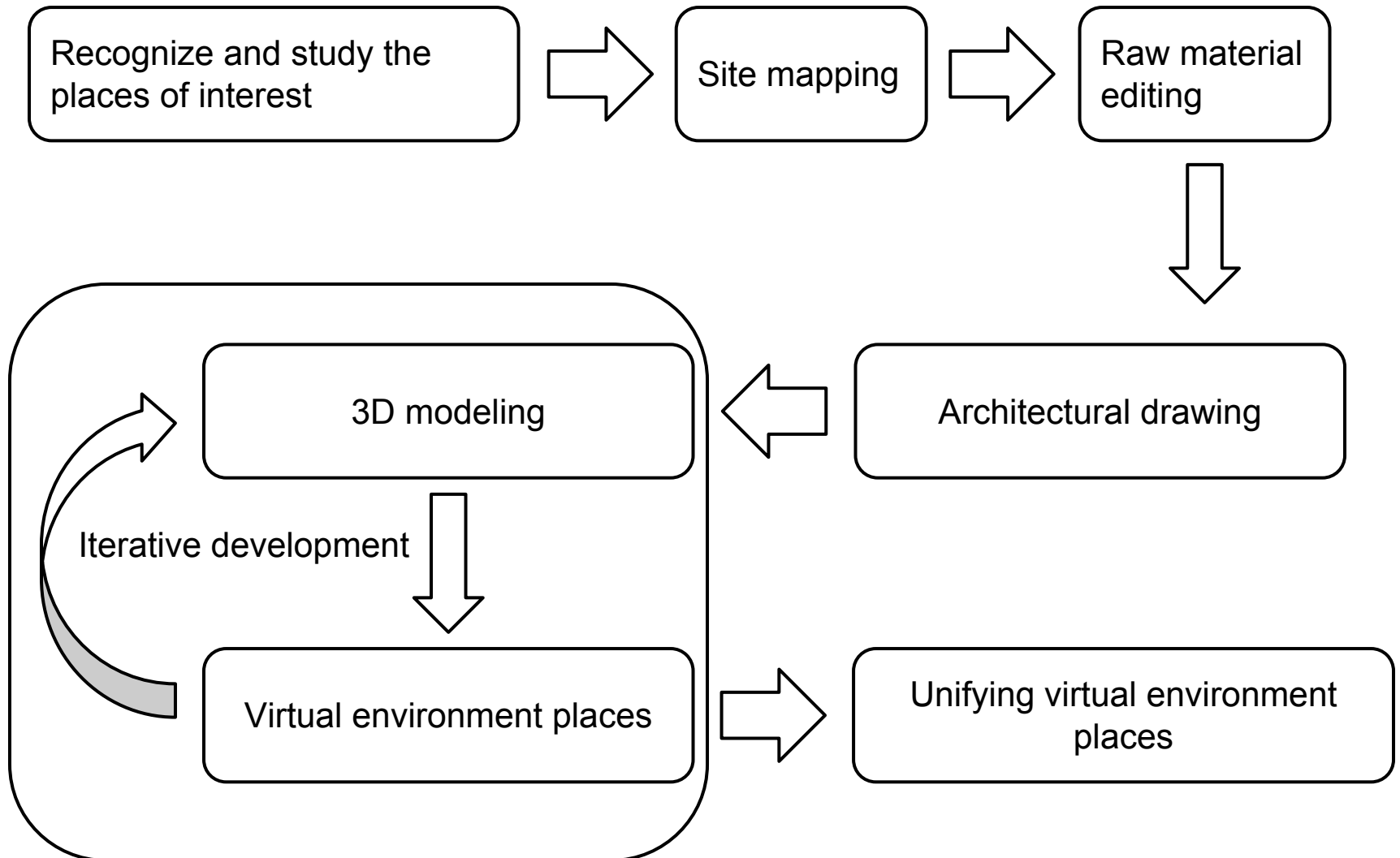
Large Scale Challenges:

- Demanding computer resources:
 - computational power
 - memory
 - network bandwidth
- Development issues:
 - Manage the whole process
 - Avoid divergences
- Users' guidance
 - Disorientation
 - Purposeless roaming
 - Don't miss points of interest

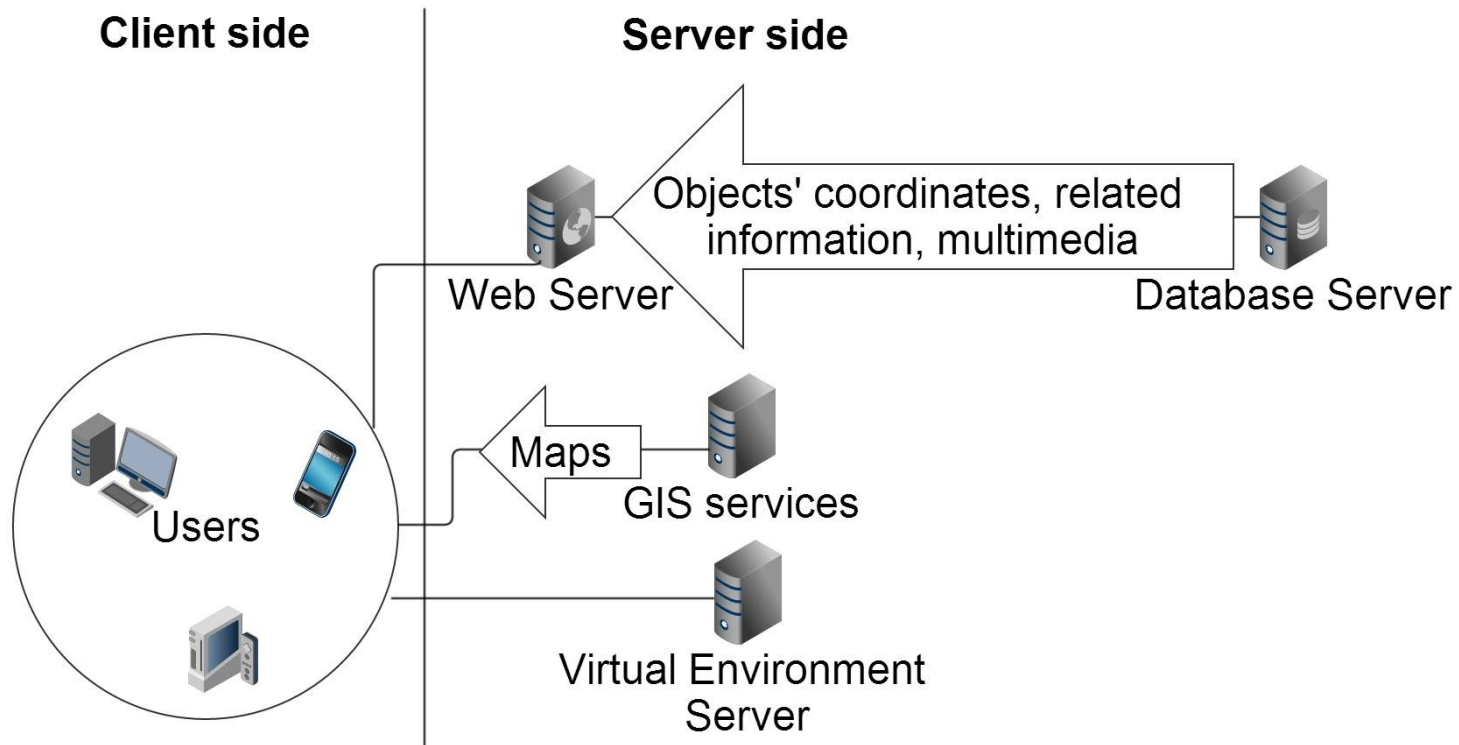
Proposed solutions:

- Adapted architecture
 - Segmentation
 - Balancing fidelity-performance
 - **Reduce amount of data**
-
- Well defined process:
 - segmentation
 - iterative development
-
- Area segmentation
 - Providing directions
 - Using maps

Development process for cultural heritage VEs



System's architecture



Efficiency issues:

Fidelity, Performance and Responsiveness

Executing a VE includes 3D rendering

3D rendering is CPU*, GPU** and RAM*** consuming.

Factors:

- Performance
- Responsiveness

Affected by Fidelity

*Central Processing Unit

**Graphical Processing Unit

***Random Access Memory

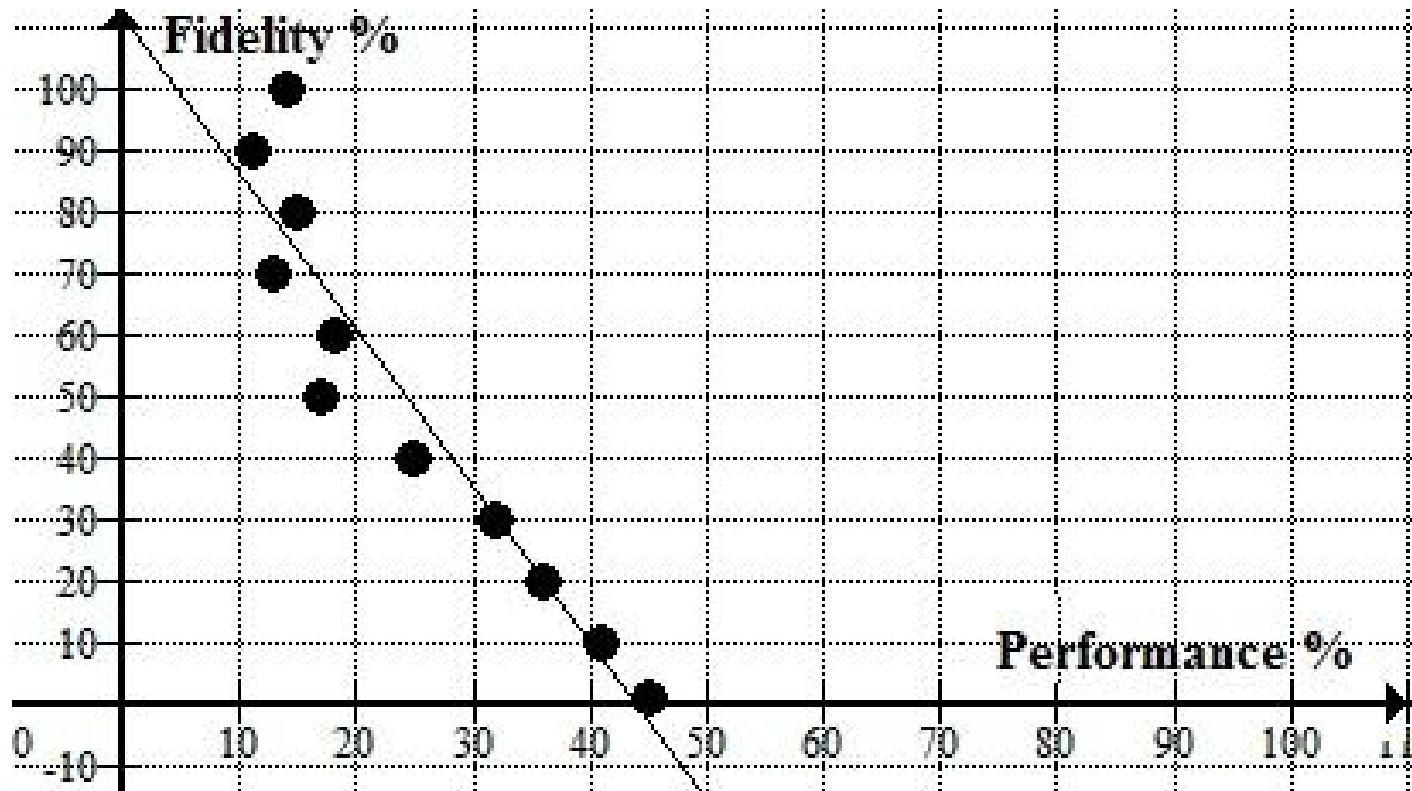


Example of diverse fidelity objects. A sculpture in 100%, 50% and 1% fidelity.

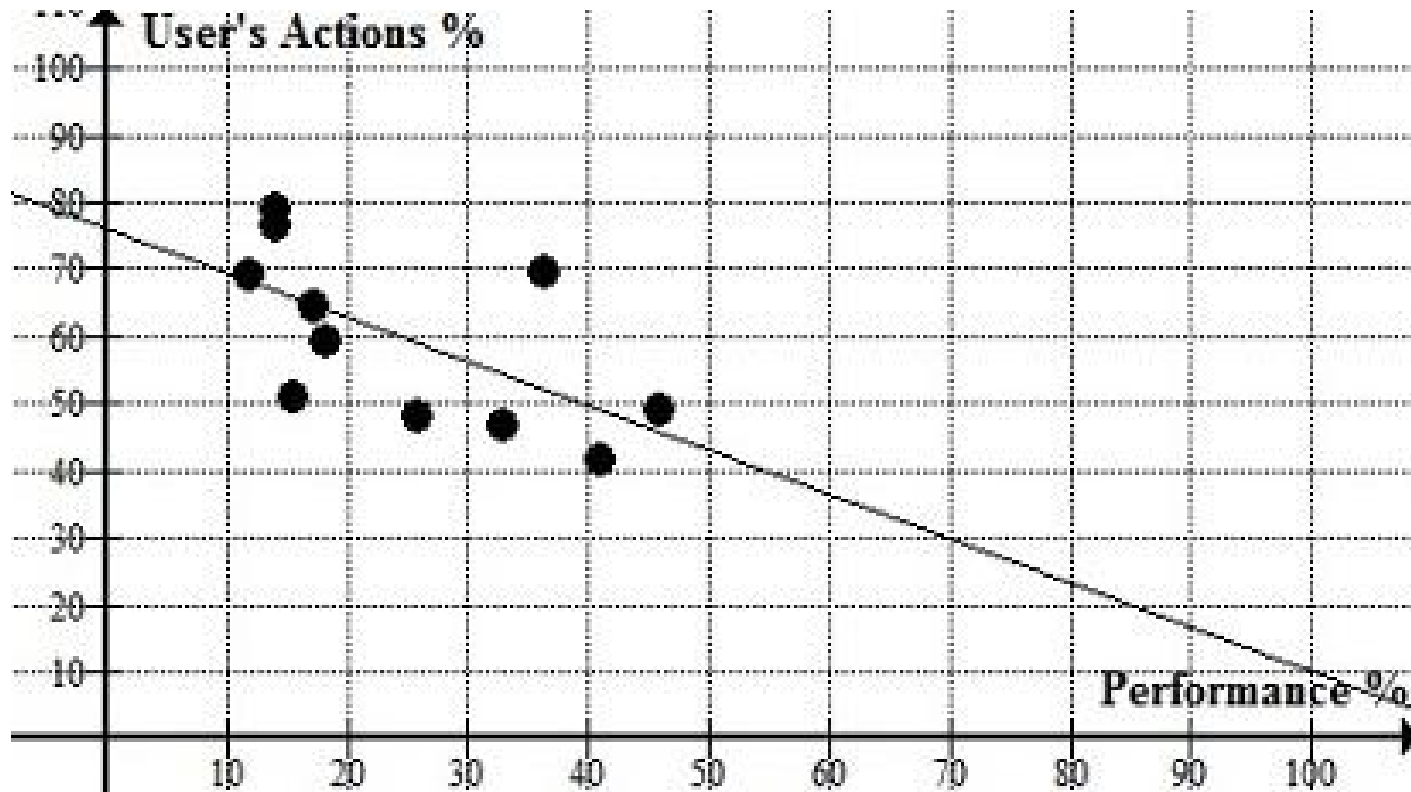
Evaluating fidelity, performance and responsiveness

- **1 objective:** users passing through elements of diverse fidelity
- **11 cases** of different fidelity, their sequence is randomly selected to avoid fatigue and overtraining effects
- **5 computer-literate users**, familiarized with the VE and the objective
- **Fidelity, performance and number of users' actions are logged and normalized**
- **Fidelity and responsiveness are user evaluated**, within a grade ranging from 0 to 100

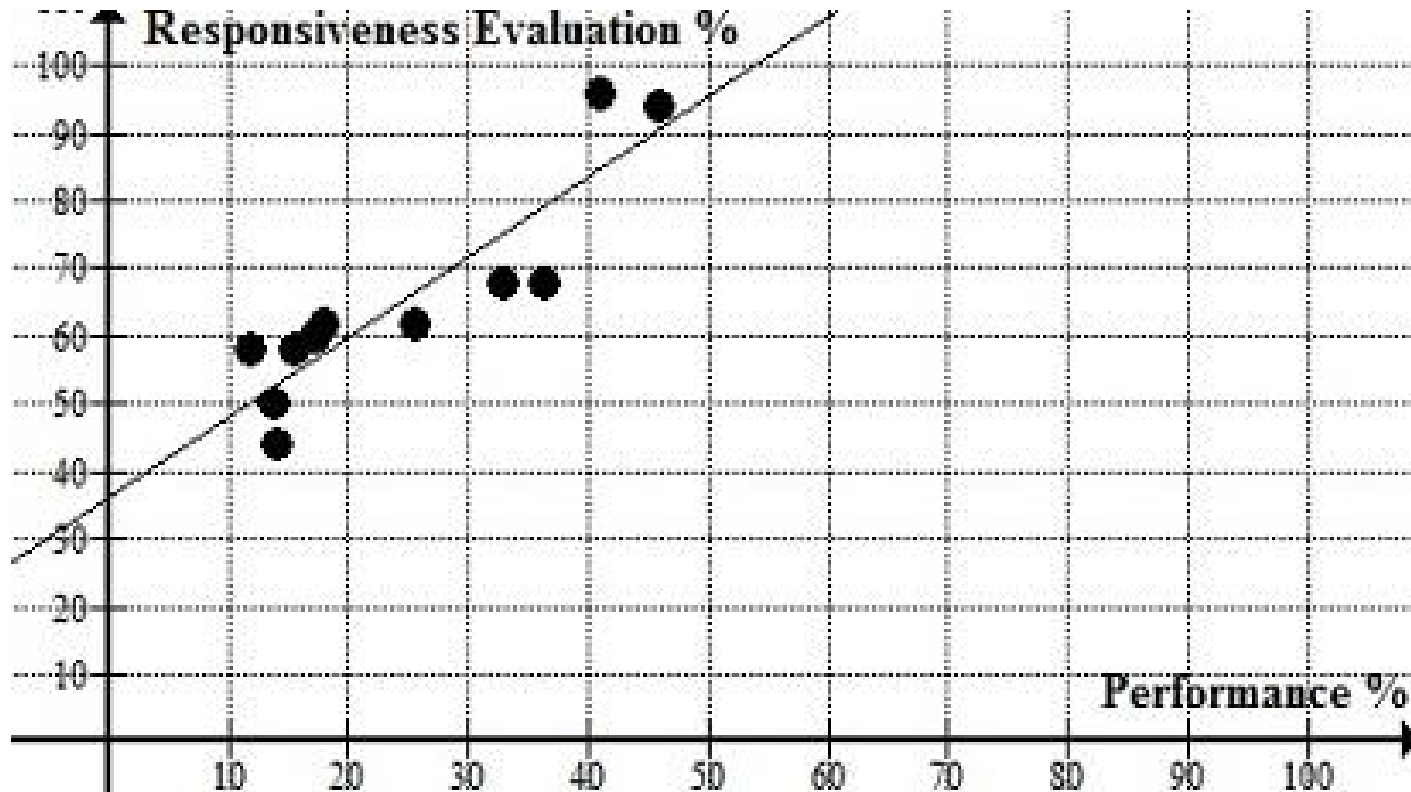
Results: Fidelity vs Performance



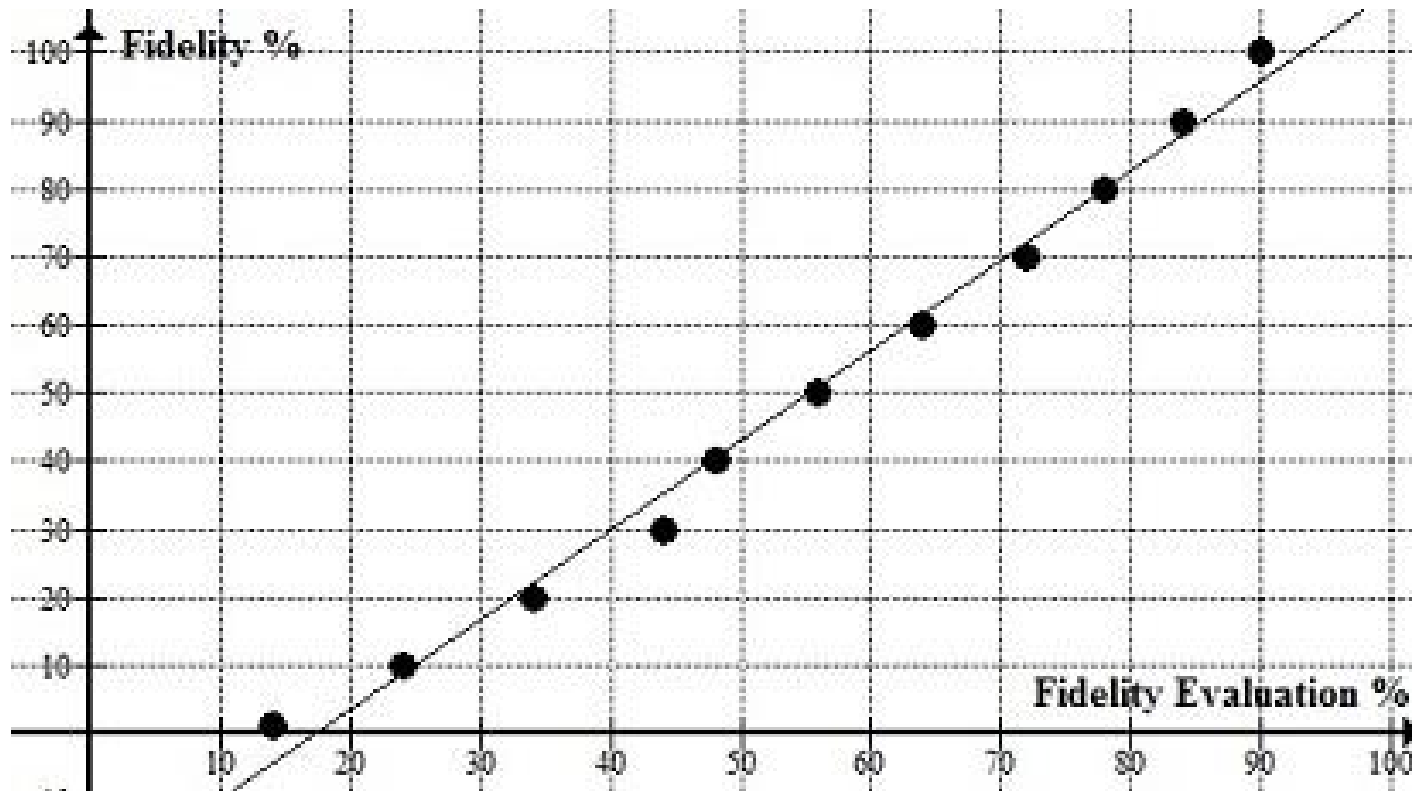
Results: Performance effect on number of users' actions



Results: Performance and Responsiveness evaluation



Results: How users perceive fidelity



Conclusions

To enable a large scale Virtual Environment for cultural heritage promotion:

- Efficiency issues:
 - adapted architecture
 - segmentation
 - fidelity / performance
- Developments issues:
 - well defined suitable process
- Users' guidance:
 - segmentation
 - GIS integration
 - mechanism to guide and inform users

Εικονικοί Κόσμοι και Πολιτιστικό Περιεχόμενο

ΕΚ και πληροφοριακό περιεχόμενο

Οι ΕΚ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο διατήρησης και διάδοσης της πληροφορίας.

- Αλληλεπιδραστικό
- Πολυτροπικό
 - ήχος
 - εικόνα
 - κείμενο
 - αφή
 - κίνηση
- Δυνατότητα εξατομίκευσης

ΕΚ και υλική ΠΚ

3Δ αναπαραστάσεις υλικών αντικειμένων ΠΚ:

- ακριβής ή προσεγγιστική αναπαράσταση
- δυνατότητα λεπτομερούς παρατήρησης
- δυνατότητα περιεργασίας αυτών
- παροχή σχετικού πληροφοριακού υλικού άλλων μορφών:
 - φωτογραφίες
 - βίντεο
 - κείμενο
 - ήχος

ΕΚ και άυλη ΠΚ

The “intangible cultural heritage” means the practices, representations, expressions, knowledge, skills – as well as the instruments, objects, artefacts and cultural spaces associated therewith – that communities, groups and, in some cases, individuals recognize as part of their cultural heritage.

UNESCO, Text of the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage, Article 2 - Definitions. <http://www.unesco.org/culture/ich/en/convention#art2> (18/11/2015)

ΕΚ και άυλη ΠΚ

Αναπαράσταση σκηνών, γεγονότων και δράσεων που ανήκουν στο πεδίο της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η αναπαράσταση πραγματοποιείται με χρήση:

- μιας ιστορίας
- εικονικών χαρακτήρων όπου εκτελούν ενέργειες στα πλαίσια αυτής και
- χρήση των σχετικών οπτικών και ηχητικών ερεθισμάτων (μουσική-ήχοι-ομιλίες) και
- επιπλέον την ad libitum παροχή σχετικής πληροφορίας με άλλα μέσα (κείμενο, ήχος, βίντεο)

ΕΚ και Πολιτιστικό Περιεχόμενο

Πρόκειται για πληροφοριακό περιεχόμενο που αποτυπώνει, αναπαριστά και περιγράφει την ΠΚ. Μπορεί να είναι:

- 3Δ μοντέλα
- σενάρια ενεργειών Εικονικού Κόσμου
- πληροφοριακό υλικό σε μορφή:
 - ηχητικού αποσπάσματος
 - κειμένου
 - βίντεο
 - φωτογραφίας

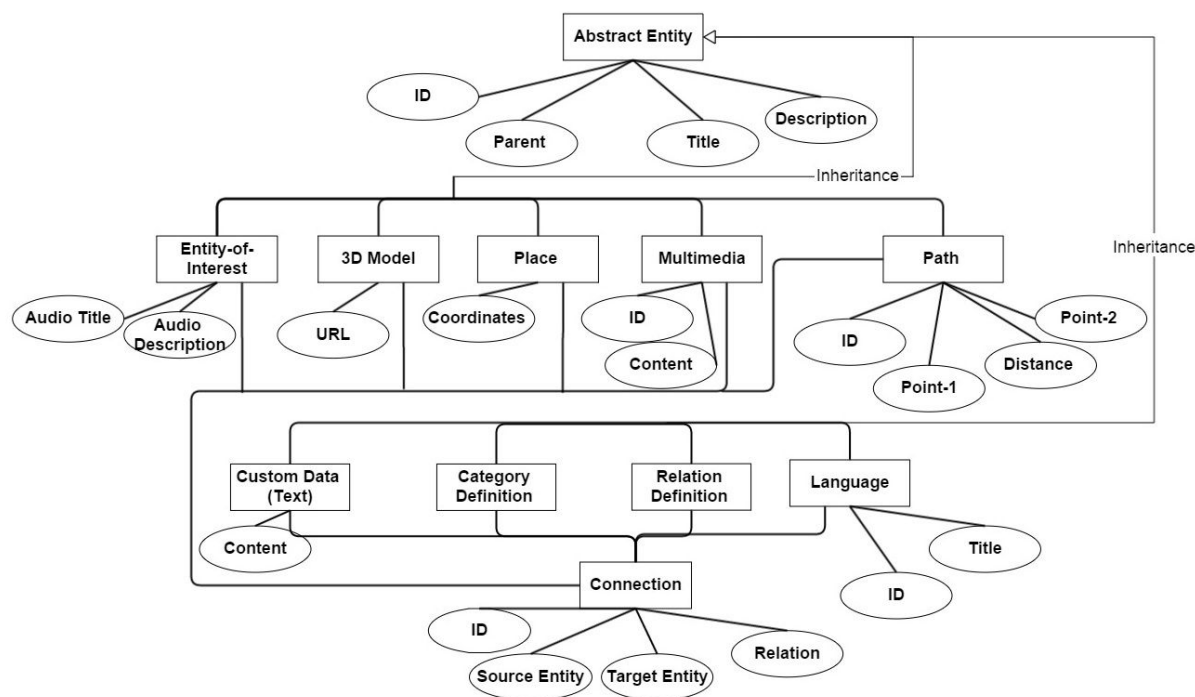
ΕΚ και Πολιτιστικό Περιεχόμενο: Προκλήσεις

- Πλήθος οντοτήτων ενδιαφέροντος
- Όγκος του σχετικού πληροφοριακού υλικού
- Πληθώρα τύπων δεδομένων
- Κατηγορίες ενδιαφέροντος
- Αποφυγή πληροφοριακού καταιγισμού*
- Φιλτράρισμα πληροφορίας
- Εξατομίκευση υπηρεσιών

*Alias πληροφοριακός φόρτος - Information overload

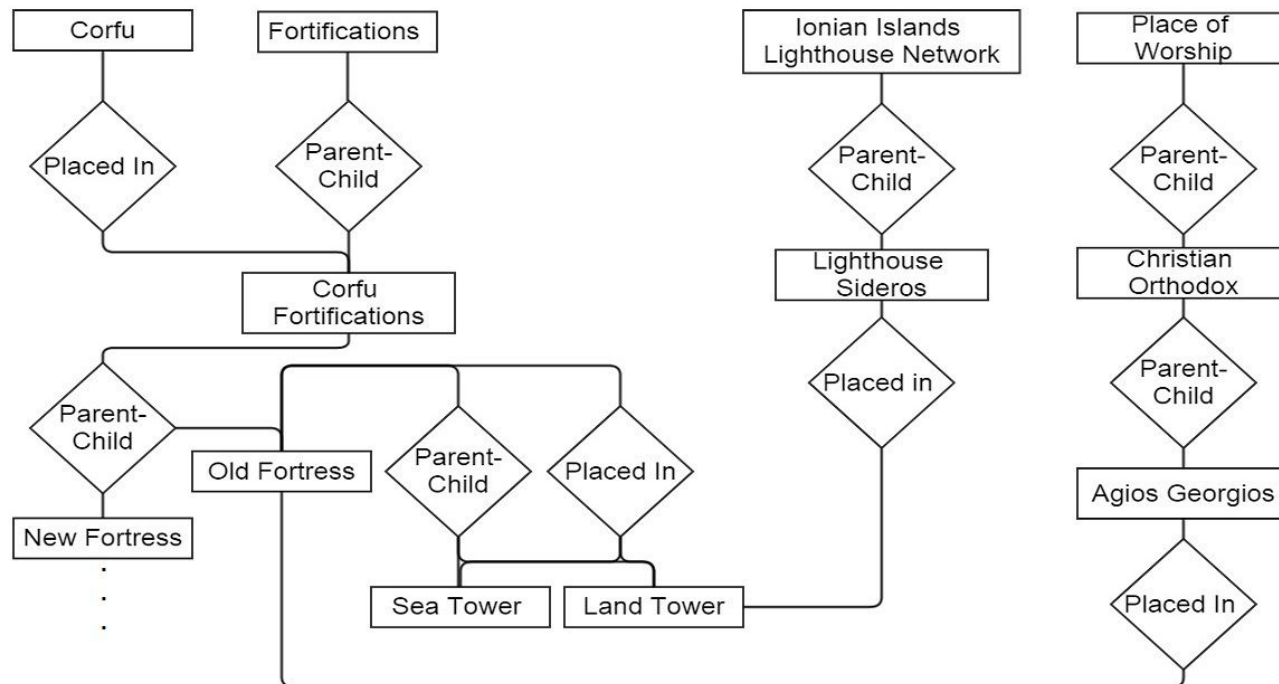
Οργάνωση Πολιτιστικού Περιεχομένου

- Καθορισμός απαιτήσεων και προδιαγραφών
- Αναγνώριση τύπων οντοτήτων πληροφοριακού περιεχομένου
- Σχεδίαση σχήματος πληροφορίας



Οργάνωση Πολιτιστικού Περιεχομένου

- Δημιουργία δοκιμαστικής βάσης περιεχομένου
- Εξακρίβωση λειτουργικών δυνατοτήτων
- Επανασχεδιασμός για κάλυψη απαιτήσεων



Πληροφοριακός Καταιγισμός

“The idea that there is too much information to hand, exacerbated by the multiple formats and channels available for its communication, has led to the concept of information overload, perhaps the most familiar of the ‘information pathologies’.”

Bawden, David, and Lyn Robinson. "The dark side of information: overload, anxiety and other paradoxes and pathologies." *Journal of information science* 35.2 (2009): 180-191.

Πληροφοριακός Καταιγισμός:

Μέθοδοι αντιμετώπισης

Στόχος ο περιορισμός του όγκου πληροφορίας στην οποία εκτίθεται ο χρήστης.

- Κατηγοριοποίηση
 - Προαπαιτούμενο: οργάνωση περιεχομένου από διαχειριστή
 - Ενέργειες: επιλογές χρήστη
- Φιλτράρισμα
 - Προαπαιτούμενο: οργάνωση περιεχομένου από διαχειριστή
 - Προαπαιτούμενο: δημιουργία προφίλ χρήστη
 - Ενέργειες: εκτέλεση αλγόριθμου
- Εξατομίκευση
 - Προαπαιτούμενο: οργάνωση περιεχομένου από διαχειριστή
 - Προαπαιτούμενο: δημιουργία προφίλ χρήστη
 - Ενέργειες: εκτέλεση αλγόριθμου

Συστήματα Προτάσεων

Προτείνουν αντικείμενα ενδιαφέροντος με βάση ένα σύνολο κριτηρίων.

- *Content-based approaches recommend items similar to those the user preferred in the past.*
- *Collaborative-filtering approaches recommend items that users with similar preferences have liked in the past.*
- *Hybrid approaches combine content-based and collaborative-filtering methods in several different ways.*
- *Memory-based techniques usually represent heuristics that calculate recommendations on the fly based directly on previous user activities.*
- *Model-based techniques use previous user activities to first learn a predictive model (typically using some statistical or machine-learning method), which the system then uses to make recommendations.*

Adomavicius, Gediminas, and YoungOk Kwon. "New recommendation techniques for multicriteria rating systems." *Intelligent Systems*, IEEE 22.3 (2007): 48-55.

Προτάσεις Περιεχομένου σε Εικονικούς Κόσμους - Μελέτη Περίπτωσης

Μελέτη άρθρου

Komianos, V., Kavvadia, E., & Oikonomou, K. (2015).
Cultural heritage recommendations and user navigation in large scale virtual environments. International Journal of Computational Intelligence Studies, 4(2), 151-172.

Σκοπός: Η μελέτη της περίπτωσης “Εικονικός Κόσμος Ιονίων Νήσων”, η σχεδίαση ενός συστήματος προτάσεων για αποφυγή του πληροφοριακού καταιγισμού των χρηστών και οι μέθοδοι υποστήριξης της περιήγησης σε χώρους μεγάλης κλίμακας.

Αναγκαιότητα Συστήματος Προτάσεων

Εικονικός Κόσμος Ιονίων Νήσων:

- μεγάλος αριθμός οντοτήτων ενδιαφέροντος
- διαφορετικές κατηγορίες
- μεγάλος όγκος σχετικής πληροφορίας

Recommendation systems become necessary as the size of information, publicly available, continuously grows up and they are used to limit users' exposure to non-interesting, to them, information.

Παρουσίαση Συστήματος Προτάσεων

- *The presented recommendation system is based on a primary custom designed model, implementing content-based filtering.*
- *This system has to deal with numerous points of interest, each one of them having many characteristics and belonging to various categories.*

Παρουσίαση Συστήματος Προτάσεων

Διάταξη O , $n \times 1$ όπου n το πλήθος των οντοτήτων ενδιαφέροντος. $[O]_i$ αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη οντότητα.

C $m \times 1$ όπου m το πλήθος των κατηγοριών. $[C]_i$ αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη κατηγορία.

W $m \times 1$ όπου $[W]_i$ αντιστοιχεί στο ενδιαφέρον του χρήστη για την κατηγορία $[C]_i$. Σημείωση $0 \leq [W]_i \leq 1, \forall i$

S $m \times n$ όπου $[S]_{ij}$ έχει την τιμή 1/0 αν η οντότητα $[O]_j$ ανήκει στην κατηγορία $[C]_i$ (1) ή όχι (0).

Παρουσίαση Συστήματος Προτάσεων

Υπολογισμός προτάσεων

R $1 \times n$, το i -οστό στοιχείο του R αντιστοιχεί στο άθροισμα των συντελεστών ενδιαφέροντος για κάθε μία από τις κατηγορίες για το αντικείμενο $[O]_i$

$$\mathcal{R} = \frac{1}{m} W^\top \times \mathcal{S} \quad (1)$$

$$[\mathcal{R}]_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [\mathcal{W}]_i [\mathcal{S}]_{i,j} \quad (2)$$

Σημείωση: $0 \leq [R]_j \leq 1, \forall j$

Παρουσίαση Συστήματος Προτάσεων

Χαρακτηριστικά, Δυνατότητες και Περιορισμοί

- Λαμβάνει υπόψη τις διαθέσιμες κατηγορίες και τα ενδιαφέροντα χρήστη
- Τα αποτελέσματα (προτάσεις) ταξινομούνται σε φθίνουσα σειρά κατά $[R]_j$
- Δεν παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις
 - δεν λαμβάνει υπόψη τη συμπεριφορά του ή
 - τη συμπεριφορά ομάδας χρηστών με την οποία έχει κοινά στοιχεία
- Οι προτάσεις δεν επηρεάζονται από τη θέση του χρήστη

Περιήγηση σε Εικονικά Περιβάλλοντα Ευρείας Έκτασης

Σχετικά με την περιήγηση

Ο όρος περιήγηση (navigation) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την επί σκοπώ κίνηση ενός υποκειμένου στον χώρο. Ανάλογα με τον σκοπό μπορεί να κατηγοριοποιηθεί:

- εξερεύνηση
- αναζήτηση οντότητας χωρίς πληροφορία θέσης
- αναζήτηση οντότητας σε γνωστή θέση (Darken and Sibert, Navigating large virtual spaces, 1996).

Καθορισμός διαδρομής

Ο καθορισμός διαδρομής (wayfinding) διακρίνεται σε 4 φάσεις [1,2]:

1. Προσανατολισμός
2. Εύρεση διαδρομής
3. Παρακολούθηση συμμόρφωσης με τη διαδρομή
4. Αναγνώριση προορισμού

1. Satalich, Navigation and Wayfinding in Virtual Reality: Finding the Proper Tools and Cues to Enhance Navigational Awareness, 1995.
2. Dodiya and Alexandrov, Navigation assistance for wayfinding in the virtual environments: taxonomy and a survey, 2008

Περιήγηση σε Εικονικά Περιβάλλοντα Ευρείας Έκτασης: Προκλήσεις

Προβλήματα περιήγησης:

- Αποπροσανατολισμός (disorientation)
- Αδυναμία κατανόησης του χώρου (no cognitive map)
- Δυσκολία εντοπισμού σημείων στα οποία προηγήθηκε επίσκεψη
- Αδυναμία χάραξης διαδρομής

Τρόπος αντιμετώπισης: Παροχή βοήθειας στον χρήστη-επισκέπτη σχετικά με τα παραπάνω προβλήματα.

Μέθοδος: Εμπλουτισμός του περιβάλλοντος (εικονικού) με οπτικά/ηχητικά μέσα όπου θα παρέχουν χωρική γνώση και οδηγίες

Απαιτήσεις χρηστών

Στόχος: η παροχή βοήθειας στους χρήστες

Απαιτήσεις:

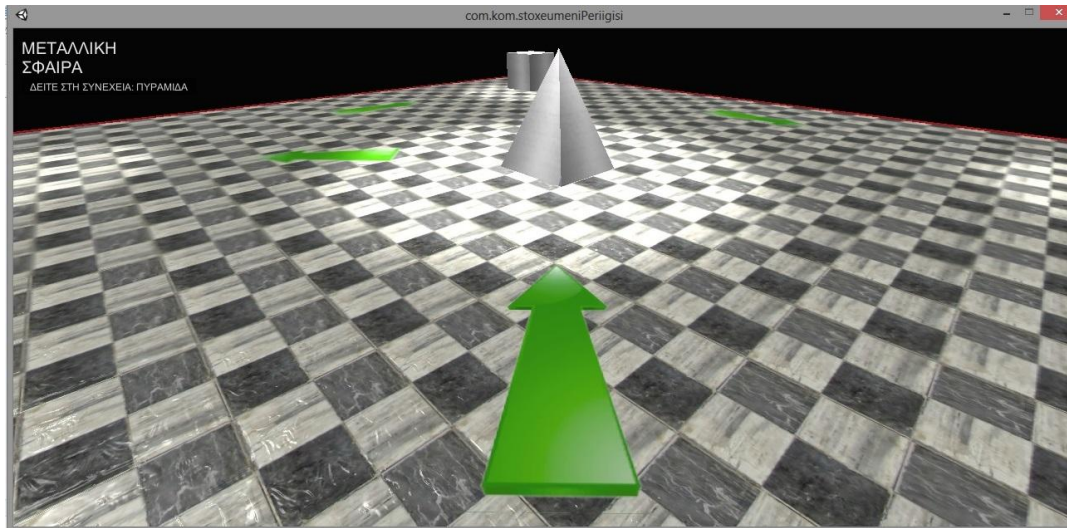
- Βοήθεια αξιοποιήσιμη από διαφορετικές ομάδες χρηστών:
 - διαφορές στην εμπειρία χρήσης Υ/Η, ΕΚ κτλ.
 - διαφορετικές δεξιότητες
 - ηλικιακές ομάδες (παιδιά - ηλικιωμένοι)
 - φύλο
 - ΑμεΑ
 - διαφορετικές προτιμήσεις ως προς την παρεχόμενη βοήθεια
- Βοήθεια ανάλογα με τον σκοπό (εξερεύνηση / στοχευμένη περιήγηση)
- Δυναμική και ευέλικτη (υψηλός βαθμός ελευθερίας περιήγησης)
- Περιορισμός αισθητικής αλλοίωσης
- Να μην προσθέτει πληροφοριακό φόρτο (information overload)

Επαυξήσεις Περιήγησης (navigation augmentations)

Στοιχεία (μέσα) οπτικά/ηχητικά όπου παρέχουν χωρική γνώση και οδηγίες.

- χάρτες (2Δ)
- κατάδειξη διαδρομής-προορισμού με βέλη
- οδηγίες προφορικές
- οδηγίες σε κείμενο
- προφορική βοήθεια αναγνώρισης προορισμού
- οπτική βοήθεια αναγνώρισης προορισμού με χρήση ειδικού φωτισμού (ειδικές περιπτώσεις)

Παραδείγματα - Συζήτηση



Demo εφαρμογή

Προγραμματισμός Διαδρομών σε Ευρείας Έκτασης Εικονικά Περιβάλλοντα

Μελέτη άρθρου

Komianos, V., Oikonomou, K., “**Constrained interest-based tour recommendations in large scale cultural heritage virtual environments**”, Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2015 6th International Conference on
Date of Conference: 6-8 July 2015, Page(s): 1 - 6

Προγραμματισμός διαδρομών

Στόχος: δυναμικός υπολογισμός διαδρομών που θα ανταποκρίνονται σε κριτήρια που αφορούν τους χρήστες.

Σκοπιμότητα:

- ευρεία έκταση
- μεγάλο αριθμός σημείων
- σύνθετη χωρική δομή (πληθώρα σημείων-διαδρομών)
- περιορισμοί χρήστη:
 - χρόνος
 - απόσταση
 - ειδικές παράμετροι:
 - απαιτήσεις χρήστη και
 - ειδικές συνθήκες διαδρομής

Προγραμματισμός διαδρομών

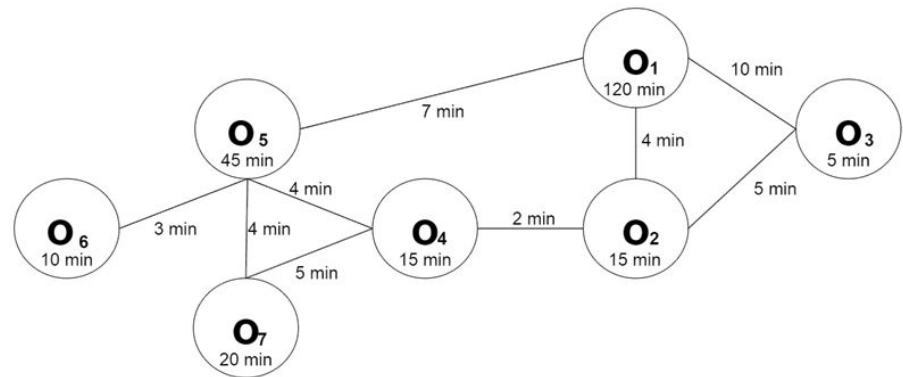
Περιγραφή προβλήματος:

Σχεδιασμός διαδρομής όπου αποφασίζεται:

- η ακολουθία των σημείων-τοποθεσιών* και
- οι επιμέρους διαδρομές που θα χρησιμοποιηθούν

Παράμετροι:

- χωρική δομή
- περιορισμοί χρήστη



Πρόβλημα και επίλυση:

- δύσκολη λύση
- χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι προγραμματισμού διαδρομών

* Η επιλογή των σημείων μπορεί να γίνεται από τον χρήστη ή κάποιο σύστημα, π.χ. προτάσεων (βλ. Ενότητα 9)

Προτεινόμενος αλγόριθμος

Περιγραφή:

- Διαδρομές (r_n) από σημείο εκκίνησης έως σημείο τερματισμού,
 $O_s \rightarrow O_t = \{o_s, o_{s+1}, \dots, o_{t-1}, o_t\}$
- Προσαρμογή στα ενδιαφέροντα χρήστη (βλ. Σύστημα Προτάσεων). Μέγιστο δυνατό ενδιαφέρον $I(r_n)$

$$I(r_n) = \sum_{\forall o_i \in r_n}^{o_t} I(o_i)$$

- Συμμόρφωση σε περιορισμούς: in casu, ο χρόνος που απαιτείται για την κάλυψη δεν υπερβαίνει τον διαθέσιμο χρόνο χρήστη, $C(r_n) \leq T$

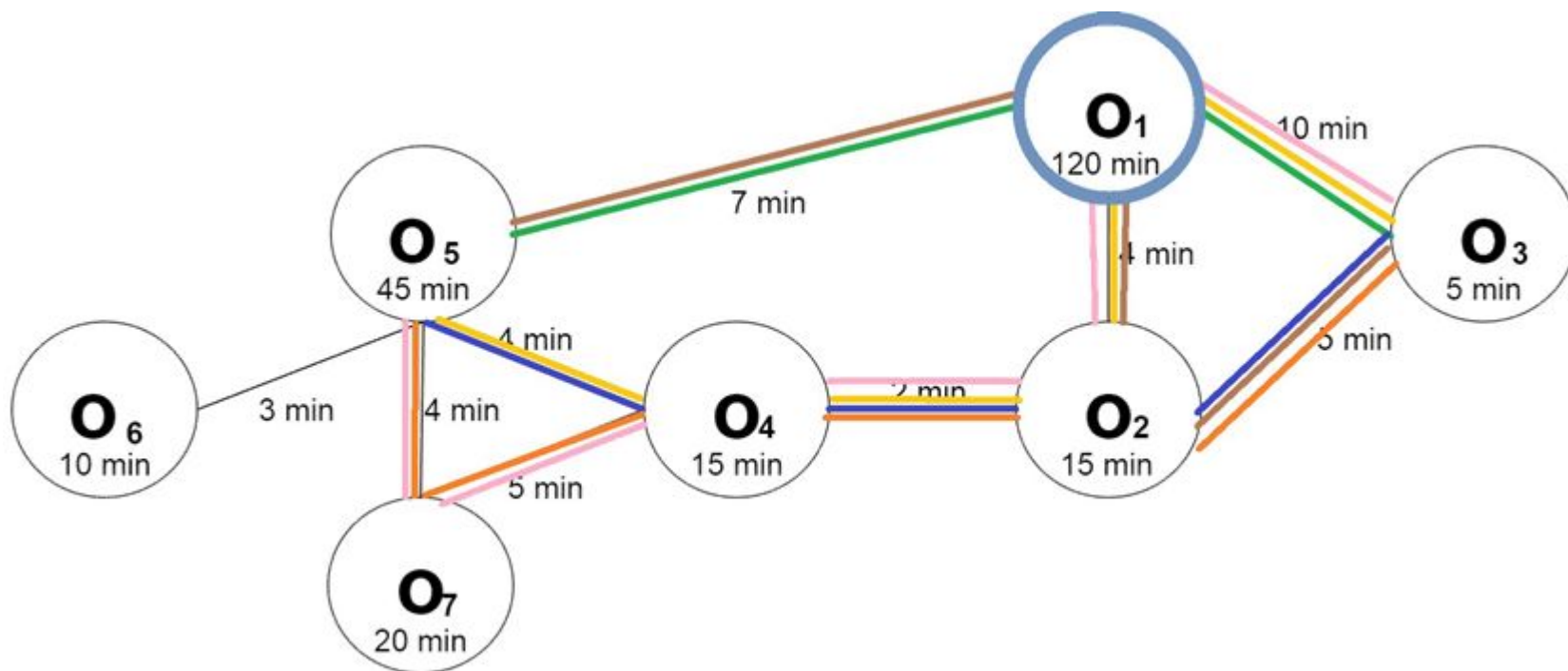
$$C(r_n) = \sum_{o_s}^{o_t} d(o_j, o_k) + \sum_{o_s}^{o_t} c(o_i)$$

Προτεινόμενος αλγόριθμος

Βήμα 1ο:

→ Ανακάλυψη διαδρομών από O_s σε O_t :

- $O_5 \rightarrow O_3$
- $R = [O_1, O_k]$ (προτεινόμενα σημεία, στο βήμα 1 αγνοούνται οι προτάσεις)



Προτεινόμενος αλγόριθμος

Βήμα 2ο:

→ Επέκταση διαδρομών για κάλυψη R :

→ για κάθε διαδρομή r_n :

→ σε κάθε σημείο της διαδρομής $r_n(o_i)$

→ για κάθε $[R]_j$ που δεν καλύπτεται

→ ανακαλύπτονται διαδρομές για κάλυψη $[R]_j$

→ σηματοδοτείται το $O_k([R]_j)$ ως επισκέψιμο

→ εύρεση συντομότερης διαδρομής προς $r_n(o_{i+1})$

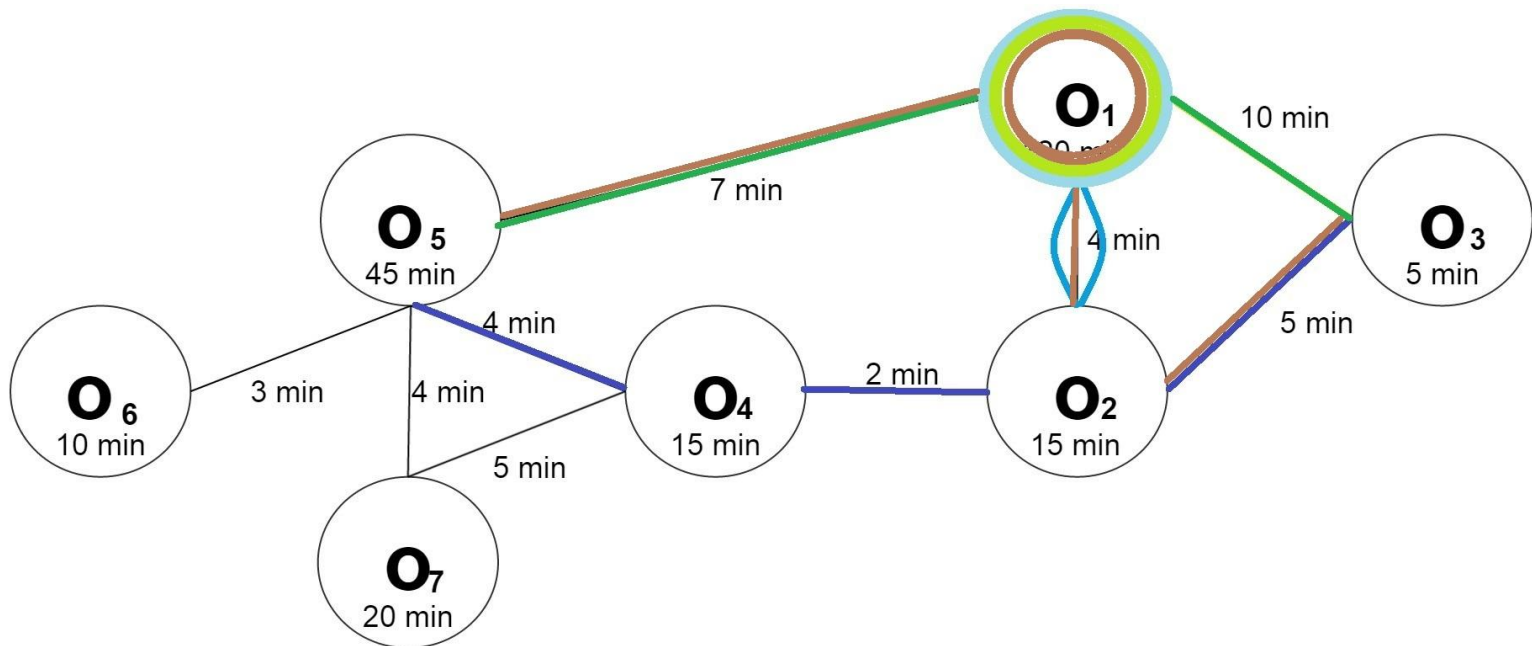
→ αν $r_n(o_i) = [R]_j$

→ σηματοδοτείται το $r_n(o_i)$ ως επισκέψιμο

Προτεινόμενος αλγόριθμος

Βήμα 2ο (συνέχεια):

- Κάθε διαδρομή επεκτείνεται έτσι ώστε όσο το δυνατόν περισσότερα προτεινόμενα σημεία να συμπεριλαμβάνονται σε αυτή.
- Οι διαδρομές που υπερβαίνουν τον διαθέσιμο χρόνο χρήστη C (x_n) $> T$ απορρίπτονται.



Προτεινόμενος αλγόριθμος

Βήμα 3ο:

→ Τερματισμός αναζήτησης όταν:

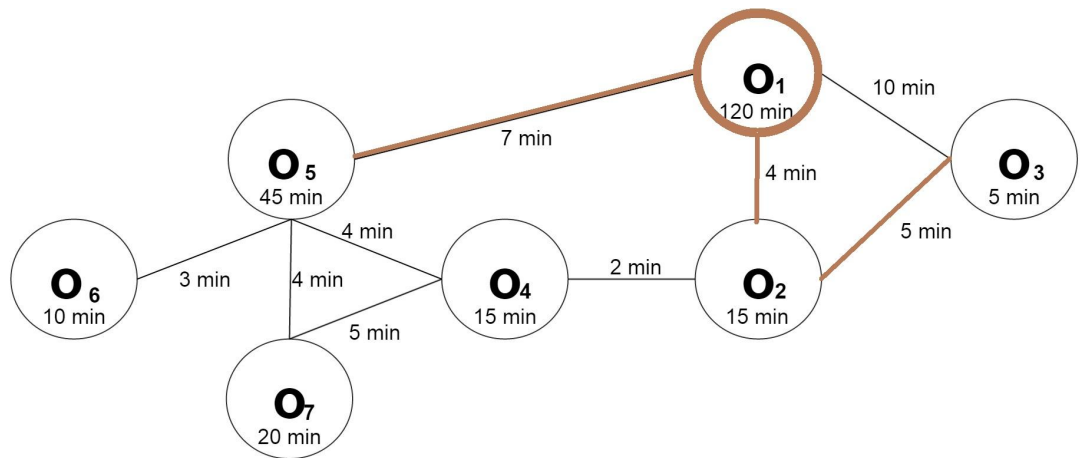
→ όλα τα προτεινόμενα σημεία έχουν συμπεριληφθεί ή

→ όταν όλες οι νέες διαδρομές υπερβαίνουν τον διαθέσιμο χρόνο, $C(r_n) > T$

→ Επιστροφή διαδρομής με:

- μέγιστο ενδιαφέρον (κριτήριο 1) και
- λιγότερο κόστος (κριτήριο 2)

→ Τερματισμός αλγορίθμου



Συμπεράσματα & Συζήτηση

Τέλος διάλεξης