

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΥΦΥΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



VIRTUAL EVENT

Ημέρες Δράσης

23-24-25
ΙΟΥΝΙΟΥ
2021



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας

ΑΘΗΝΑ



ATHENA

Research & Innovation
Information Technologies

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΥΦΥΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

VIRTUAL EVENT

Ημέρες
Δράσης

23-24-25
ΙΟΥΝΙΟΥ
2021

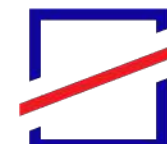
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Τεχνητή νοημοσύνη στην
εξατομίκευση της πολιτιστικής
εμπειρίας

Γεώργιος Παυλίδης

Διευθυντής Ερευνών

Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου



ΑΘΗΝΑ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας



ΕΕ2 : ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Εργασία 2.2: IntelliSpaces – Εικονικά πολυ-πρακτορικά περιβάλλοντα με προσαρμοστική αφηγηματική εξιστόρηση υποστηριζόμενη από μηχανική μάθηση

Έρευνα και ανάπτυξη συστήματος Μηχανικής Μάθησης για τη δημιουργία αυτόματων περιηγητών/ξεναγών, με σκοπό την παραγωγή εξατομικευμένων περιηγήσεων





Περιεχόμενα

Εισαγωγικά

Έρευνα και Ανάπτυξη

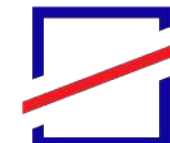
Συμπεράσματα

- Τεχνολογία εξατομίκευσης συστάσεων (recommenders)
- Παρουσίαση του συστήματος Απόλλων
- Αξιολόγηση του συστήματος Απόλλων
- Γενικά και ειδικά συμπεράσματα



Τεχνολογία εξατομικευμένων συστάσεων

Συνοπτική περιγραφή



ΑΘΗΝΑ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας



Τεχνολογία συστάσεων: Recommenders

Η τεχνολογία αυτή

- **εκμεταλλεύεται** μερική (συνήθως ατελή) γνώση σχετικά με
 - μια ομάδα ατόμων και τις ήδη εκπεφρασμένες προτιμήσεις του πάνω σε
 - μια ομάδα «αντικειμένων»
- με στόχο να **προτείνει** (παρέχει συστάσεις) στα εν λόγω άτομα
 - αλληλεπιδράσεις με αντικείμενα που δεν είχαν γίνει στο παρελθόν
 - συμπεριλαμβάνοντας οποιαδήποτε μορφή, ανάλογα με το πλαίσιο

Πρόκειται για μια τυπική εμφάνιση του μοντέλου της «στενής» (ειδικευμένης) τεχνητής νοημοσύνης (**narrow artificial intelligence**)





Στόχος της τεχνολογίας συστάσεων

Για την **παροχή συστάσεων με νόημα**

Γιατί;

- **αντιμετώπιση του φαινομένου της υπερφόρτωσης** σε πληροφορία
- **εξατομίκευση** της πληροφορίας που προσφέρεται

Παροχή περιεχομένου που ταιριάζει στις προτιμήσεις του κάθε ατόμου, στη διάθεσή του και στο πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται (πχ εκπαιδευτικό)





Εξελίξεις στην τεχνολογία

- Σημείο αναφοράς: **Netflix Prize**
 - διαγωνισμός 2006-2009
 - με έπαθλο \$1.000.000
 - για μια βελτίωση 10%
 - διατίθετο σύνολο δεδομένων
 - 100.480.507 αξιολογήσεις από 480.189 χρήστες για 17.770 ταινίες
- **ACM RecSys Challenge 2018**
 - σύσταση μουσικής
 - ειδικότερα: *αυτόματη συνέχιση playlist*
 - Το Spotify παρείχε 1.000.000 playlists από χρήστες της πλατφόρμας (Million Playlist Dataset)





Σύστημα αναφοράς: Baseline recommender

- **Συστάσεις βάσει δημοφιλίας**
 - **κατάταξη** των αντικειμένων σε φθίνουσα σειρά δημοφιλίας
 - πάντοτε **πρόταση των top-k** (πιο δημοφιλών) αντικειμένων
 - κάθε νέο σύστημα πρέπει τουλάχιστον να συγκρίνεται με αυτό το **baseline** και να υπερσχύει





Η τεχνολογία συστάσεων στην πράξη

- Τεχνικά, η σχεδίαση συστήματος συστάσεων αντιστοιχεί στην **επίλυση προβλήματος βελτιστοποίησης** με δύο όψεις:
 - **Ελαχιστοποίηση** του κόστους ανακριβούς πρόβλεψης προτιμήσεων
 - **Μεγιστοποίηση** της ικανοποίησης ή της χρησιμότητας



Η τεχνολογία συστάσεων στην πράξη

- Ο πίνακας αξιολογήσεων!

		users							
		1	2	3	$\dots$	a	$\dots$	m	
items	1	5	3	1		4		3	
	2	4			3	?	2		
	3	1		2		?	2		
					1	?			4
	$\vdots$		3	1		?		3	
			2			?	1		
				1		5		1	
	n	4			1	1		2	5



Η τεχνολογία συστάσεων στην πράξη

		items							
		1	2	3	...	n			
item features	f_1	2	5	1	1	1	5	3	4
	f_2	4	2	1	3	5	4	2	3
	f_3	2	5	2	2	1	5	4	4
		3	1	1	3	5	5	5	4
	$\vdots$	1	3	1	2	2	5	3	2
		1	2	2	2	1	1	1	1
		5	5	1	1	1	1	2	3
	f_w	4	5	4	2	1	2	2	5

		users						
		1	2	3	...	a	...	m
items	1	5	3	1		4		3
	2	4			3	?	2	
	3	1		2		?	2	
					1	?		4
	:		3	1		?		3
			2			?	1	
				1		5		1
	n	4			1	1		2

		users						
		1	2	3	$\dots$	a	$\dots$	m
item features	f_1	5	3	1		4		3
	f_2	4			3		2	
	f_3	1		2			2	
					1			4
	$\vdots$		3	1				3
			2				1	
				1		5		1
	f_w	4			1	1		2

		items							
		1	2	3	$\dots$			n	
item features	f_1	2	5	1	1	1	5	3	4
	f_2	4	2	1	3	5	4	2	3
	f_3	2	5	2	2	1	5	4	4
		3	1	1	3	5	5	5	4
	$\vdots$	1	3	1	2	2	5	3	2
		1	2	2	2	1	1	1	1
		5	5	1	1	1	1	2	3
	f_w	4	5	4	2	1	2	2	5

		users						
		1	2	3	...	a	...	m
item features	f_1	5	3	1		4		3
	f_2	4			3	?	2	
	f_3	1		2		?	2	
					1	?		4
	$\vdots$		3	1		?		3
			2			?	1	
				1		5		1
	f_w	4			1	1		2





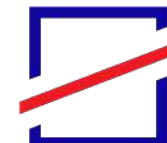
Βασικές κατηγορίες τεχνολογίας συστάσεων

- Μέθοδοι **βάσει περιεχομένου (Content-based)**
 - Προσεγγίσεις τεχνολογίας ανάκτησης πληροφορίας (αντικείμενα-χαρακτηριστικά, αξιολογήσεις-αντικείμενα)
 - Προσεγγίσεις ταξινόμησης (αξιολογήσεις-χαρακτηριστικά)
- Μέθοδοι **συνεργατικού φιλτραρίσματος (Collaborative filtering)**
 - Μέθοδοι μνήμης (ομαδοποιήσεις χρηστών ή/και αντικειμένων)
 - Μέθοδοι μοντελοποίησης (λανθανόντων παραγόντων) (μηχανική μάθηση/παλινδρόμηση/παραγοντοποίηση)
 - Περισσότερες μέθοδοι...
 - Πιθανοτικές, στατιστική μοντελοποίησης, Bayesian, γραμμική παλινδρόμηση, τεχνικές μέγιστης εντροπίας, προσεγγίσεις Markov, προσεγγίσεις μεικτών μοντέλων, ...
- **Υβριδικές μέθοδοι**
 - Βάσει γνώσης, βάσει χρησιμότητας, βάσει δημογραφικών, συλλογικές προσεγγίσεις (ensemble), ...



Τεχνολογία συστάσεων στην πολιτιστική κληρονομιά

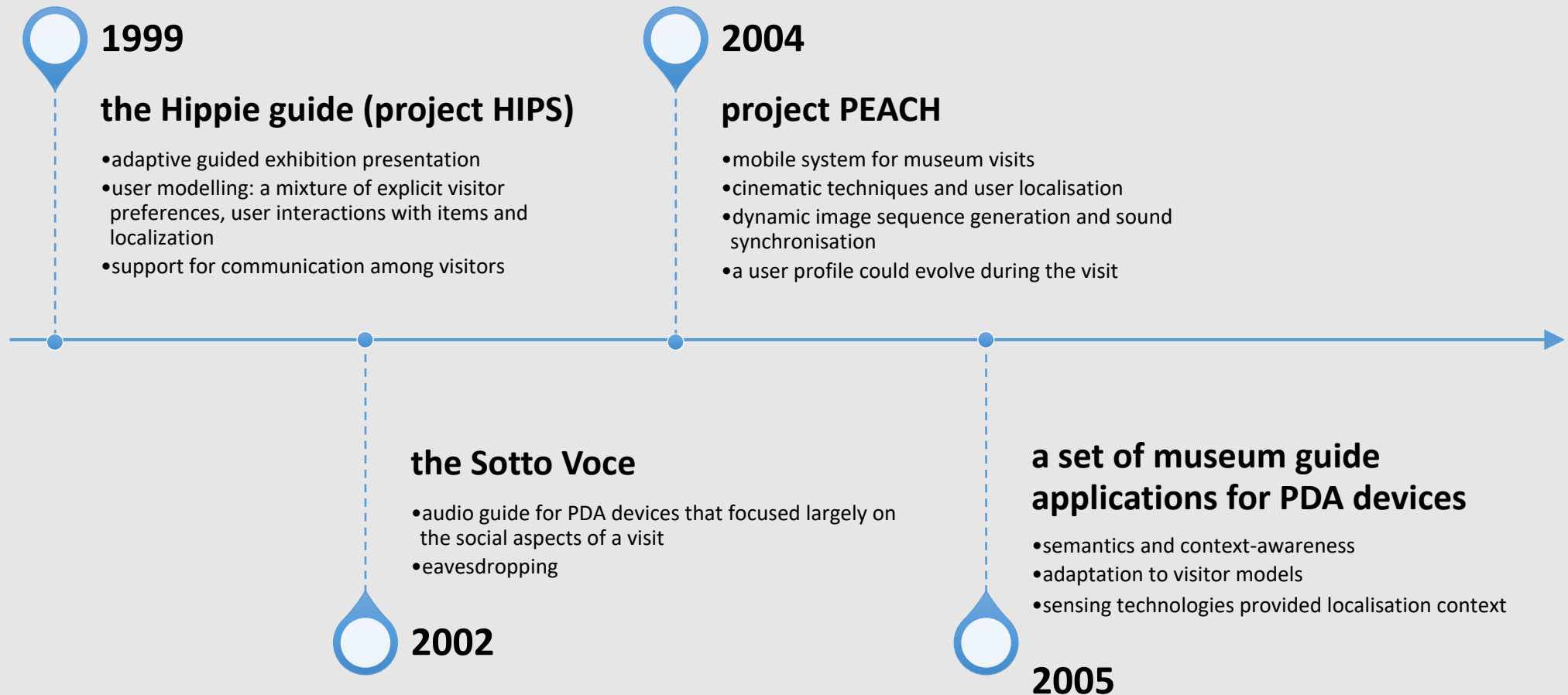
Ένα σύντομο ιστορικό εξέλιξης



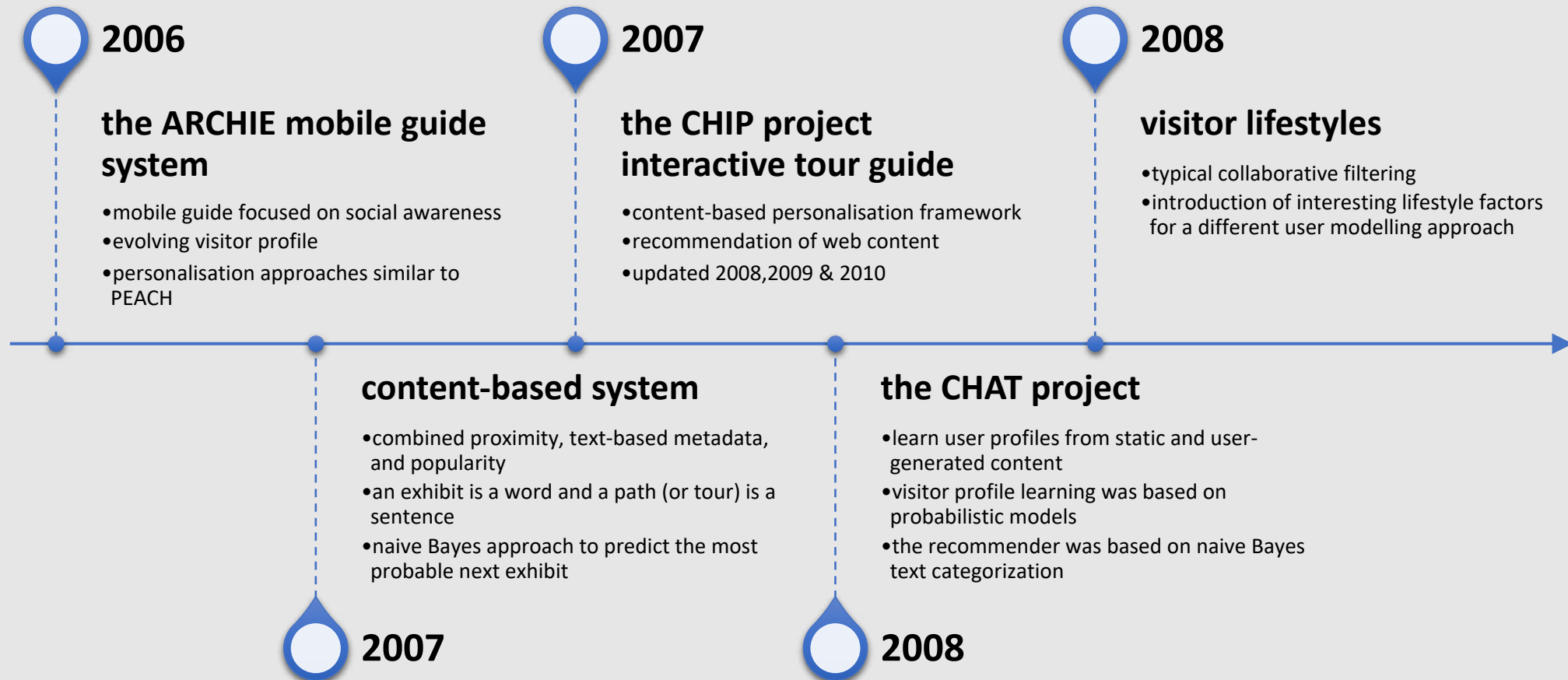
ΑΘΗΝΑ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας

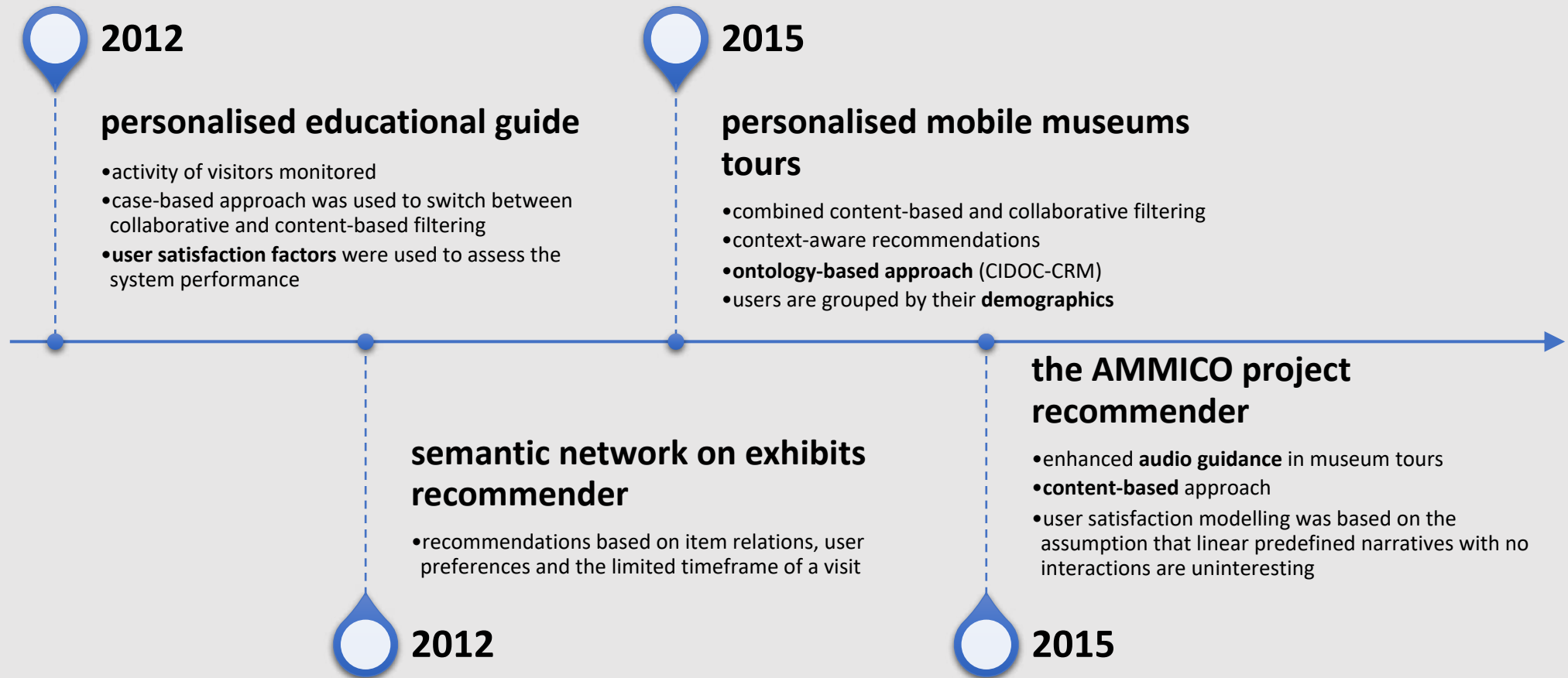
Τεχνολογία συστάσεων στον πολιτισμό



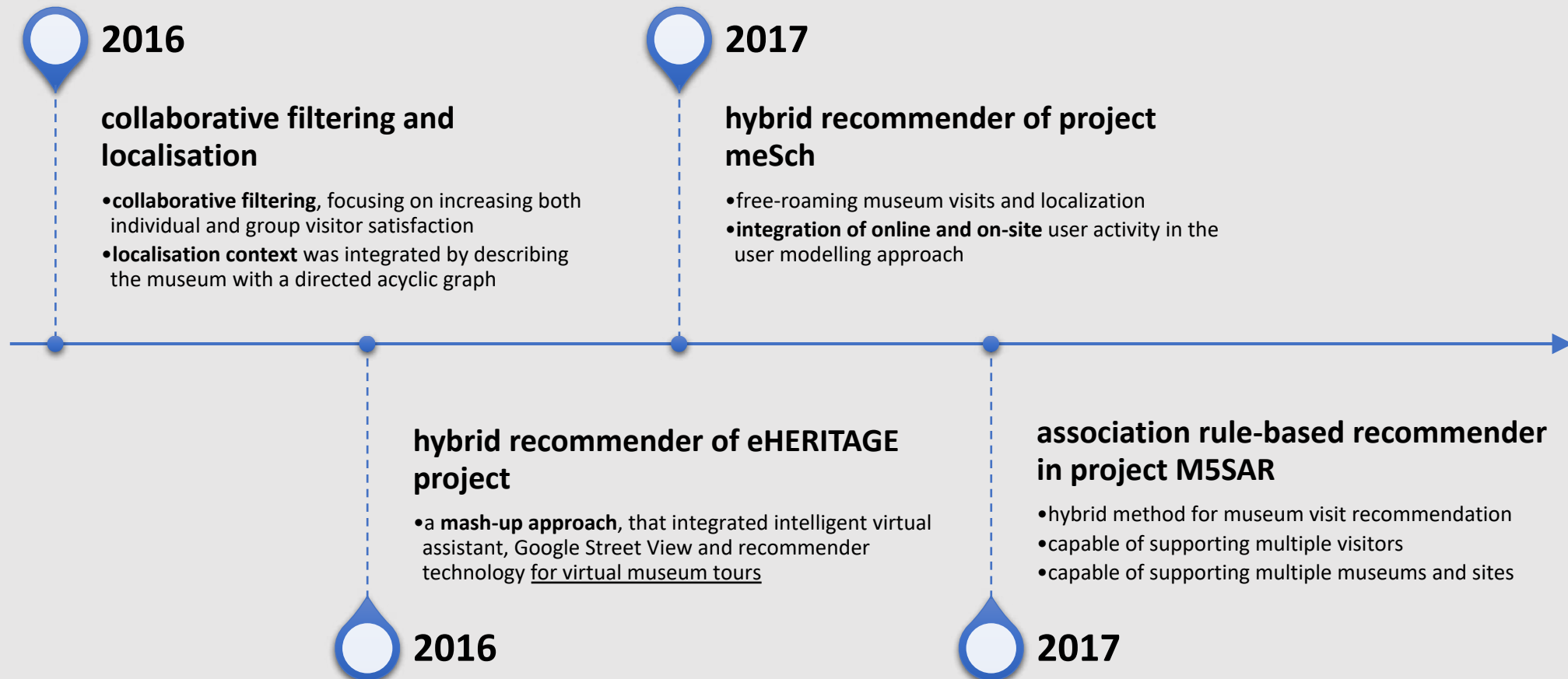
Τεχνολογία συστάσεων στον πολιτισμό



Τεχνολογία συστάσεων στον πολιτισμό

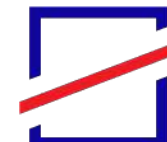


Τεχνολογία συστάσεων στον πολιτισμό



Απόλλων (Apollo)

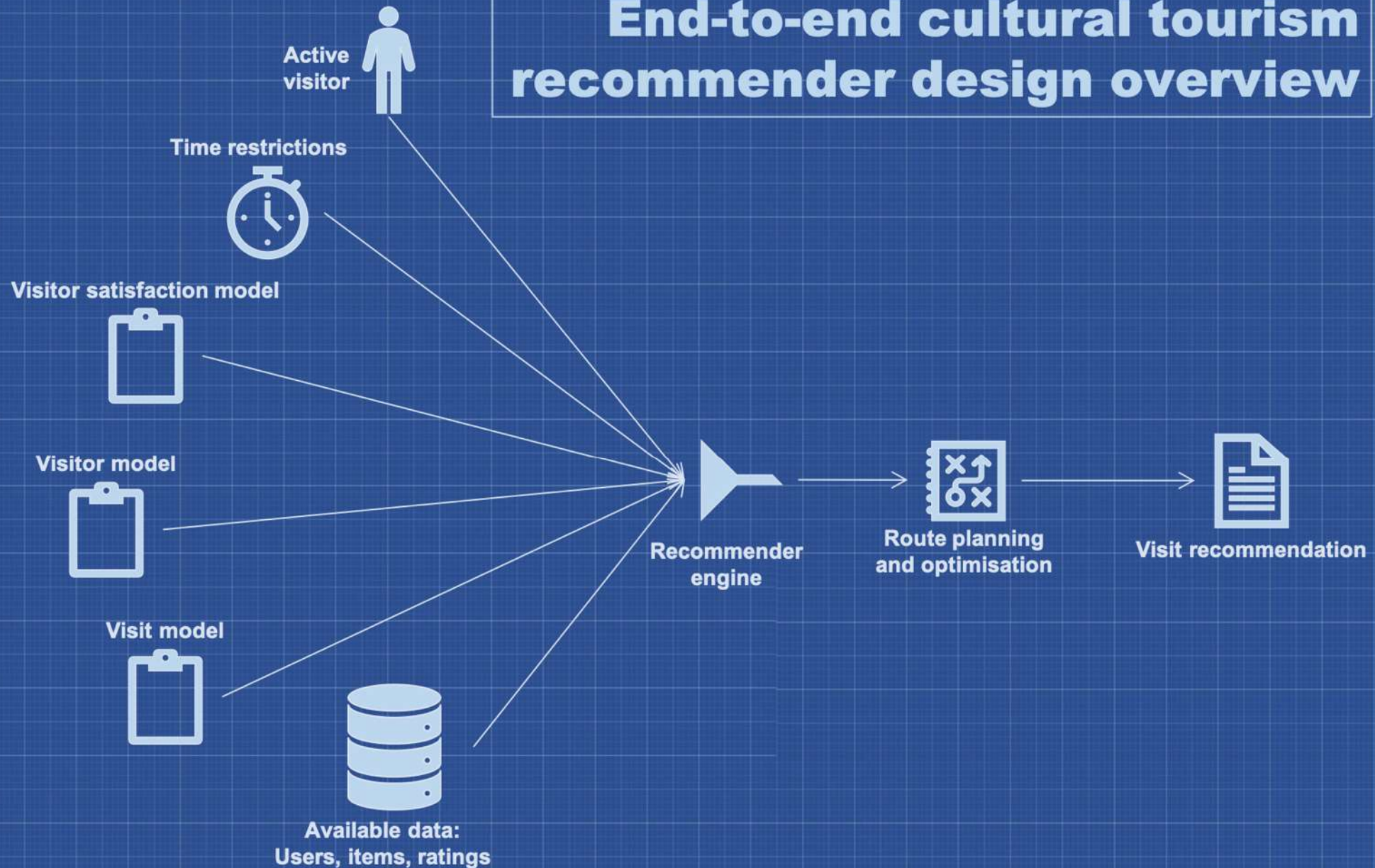
Ένα υβριδικό (συντηρητικό) σύστημα συστάσεων
για μουσεία και πολιτιστικό τουρισμό



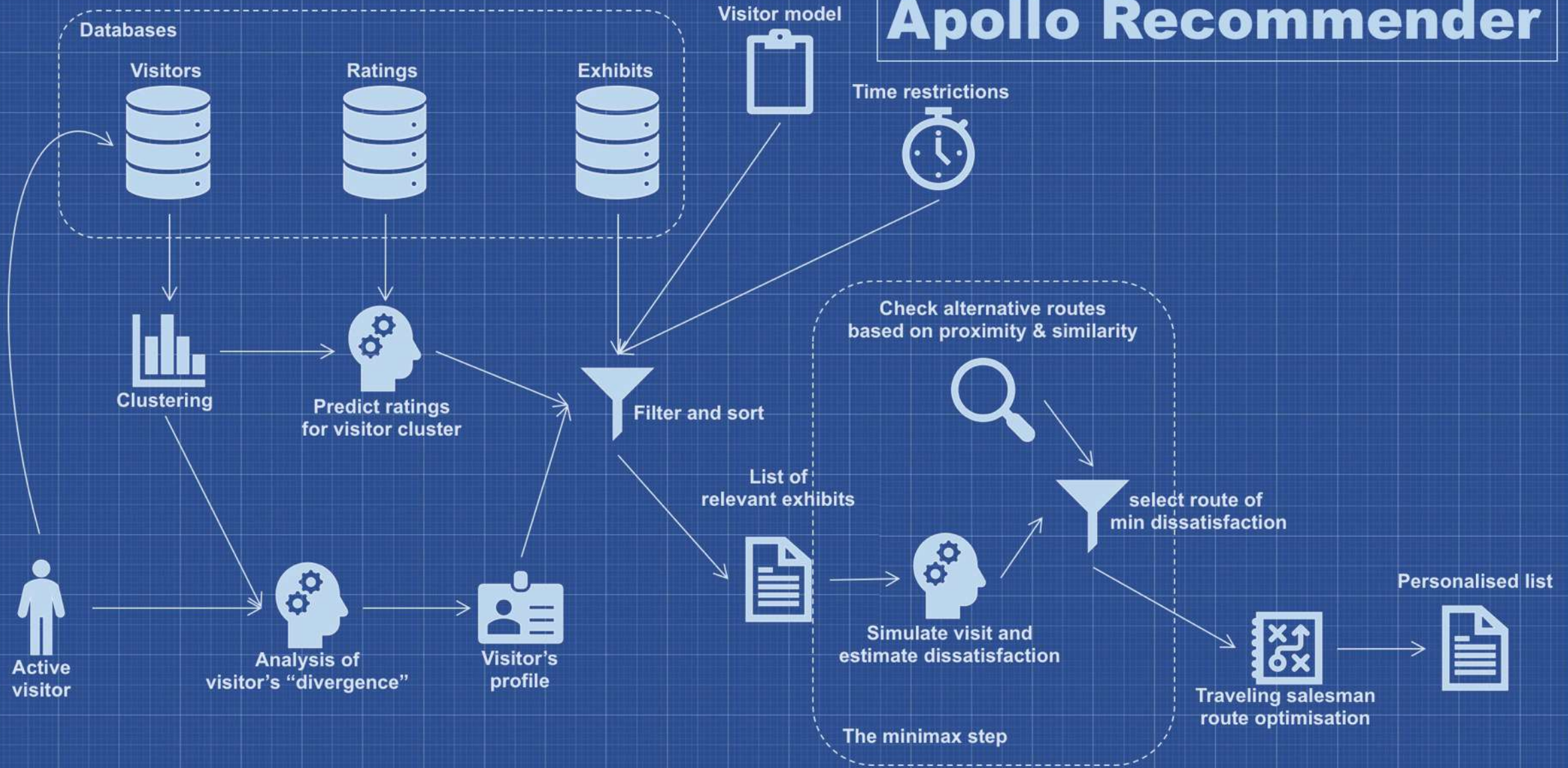
ΑΘΗΝΑ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας

End-to-end cultural tourism recommender design overview



Apollo Recommender



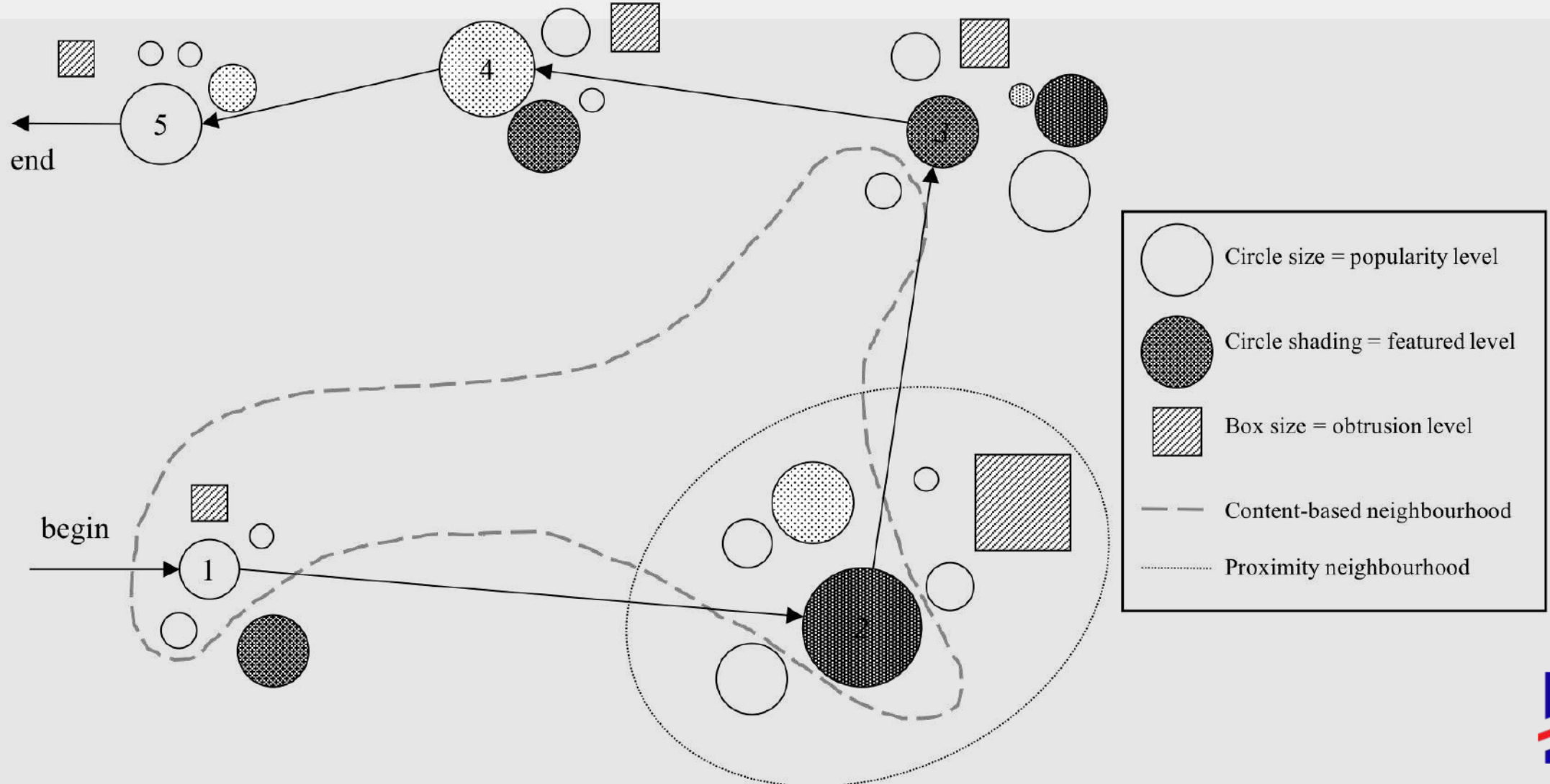


Τα συστατικά του συστήματος

- Μοντέλο Περιήγησης
- Μοντέλο Επισκεπτών
- Μοντέλο Ικανοποίησης
- Στρατηγική δημιουργίας περιήγησης
- Σύστημα δημιουργίας περιήγησης



Μοντέλο περιήγησης





Μοντέλο επισκεπτών

Προσαρμογή της ιδέας του John H. Falk

- **Εξερεύνηση:** αναζήτηση γνώσης από επισκέπτες «περιέργειας»
- **Βοήθεια:** συνοδεία ειδικών ομάδων (πχ παιδιών) - κοινωνικά κίνητρα
- **Επάγγελμα/χόμπι:** επίσκεψη σχετική με το περιεχόμενο
- **Εμπειρία:** συμμετοχή σε εμπειρία δημοφιλών προορισμών
- **Επαναφόρτιση:** ο πολιτιστικός χώρος ως πνευματικό, στοχαστικό και αποκαταστατικό καταφύγιο





Μοντέλο ικανοποίησης επισκεπτών

«Συντηρητικός» χαρακτήρας: **Πρόβλεψη δυσαρέσκειας**

- Δυναμική του χρόνου (temporal dynamics)
- Δυναμική του χώρου (proximity dynamics)
- Δυναμική συνάφειας περιεχομένου (content-based dynamics)
- Δυναμική εμποδίων (obtrusions dynamics)



Μοντέλο ικανοποίησης επισκεπτών

Δυναμική του χρόνου

- ένα ρολόι «χτυπάει» για τον κάθε επισκέπτη (t_u)
 - βάσει των αλληλεπιδράσεων του επισκέπτη με τα αντικείμενα (κατανάλωση διαθέσιμου χρόνου)
 - εγγενής ασάφεια
 - μπορεί εύκολα να μεταβληθεί εξαιτίας πολλών παραγόντων
- ένα ρολόι «χτυπάει» για κάθε προδιαγεγραμμένη αλληλεπίδραση με αντικείμενα (t_r)
 - προκύπτει από τον απαιτούμενο χρόνο εμπειρίας και τις χωρικές αποστάσεις
- ένας **κρίσιμος παράγοντας χρόνου** $t_f = t_u/t_r$





Μοντέλο ικανοποίησης επισκεπτών

Δυναμική του χώρου

- δημοφιλή ή σημαντικά αντικείμενα στη φυσική περιοχή ενός αντικειμένου
 - μπορεί να αποτελέσουν σημεία απόσπασης προσοχής
 - μπορεί να αποτελέσουν σημεία αλλαγής (μιας για οποιοδήποτε λόγο προκαθορισμένης) πορείας

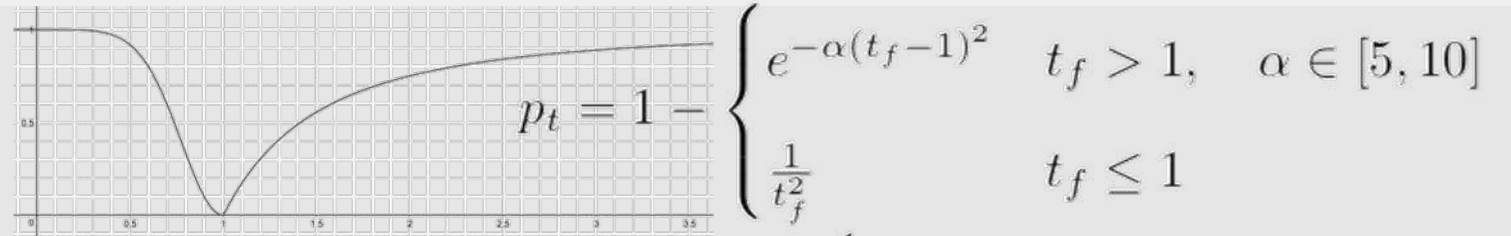
Δυναμική συνάφειας

- σημασιολογική ομοιότητα μεταξύ αντικειμένων
 - συγκεκριμένα αντικείμενα ή ομάδες τους είναι δημοφιλή ή όχι σε συγκεκριμένους επισκέπτες
 - σημασιολογική ομοιότητα συνδέεται και με χωρικές σχέσεις



Παράγοντες μοντέλου ικανοποίησης επισκεπτών

Temporal dynamics (p_t)



Proximity dynamics (p_p)

$$p_p = 1 - \sum_{j=1}^3 \beta^{(j)} \cdot p_f^{(j)} \longrightarrow p_f^{(j)} = \begin{cases} \omega^{(1)} \cdot \bar{R}^{(i)} + \omega^{(2)} \cdot F^{(i)} & j = 1 \\ \frac{p_f^{(1)}}{\sum_{k \in \text{proximity}} \omega^{(1)} \cdot \bar{R}^{(k)} + \omega^{(2)} \cdot F^{(k)}} & j = 2 \\ \frac{p_f^{(1)}}{\max_{k \in \text{proximity}} \omega^{(1)} \cdot \bar{R}^{(k)} + \omega^{(2)} \cdot F^{(k)}} & j = 3 \end{cases}$$

Content-based dynamics (p_c)

$$p_c = \max_{j \in \{\text{content neighb.}\}} \left\{ \gamma^{(1)} \cdot \left(\text{sim}^{(j)} \cdot \text{prox}^{(j)} \right) + \gamma^{(2)} \cdot \text{pop}^{(j)} \right\}$$

Obtrusion dynamics (p_o)

$$p_d = \delta^{(1)} \cdot p_t + \delta^{(2)} \cdot p_p + \delta^{(3)} \cdot p_c + \delta^{(4)} \cdot p_o$$



Παράγοντες μοντέλου ικανοποίησης επισκεπτών

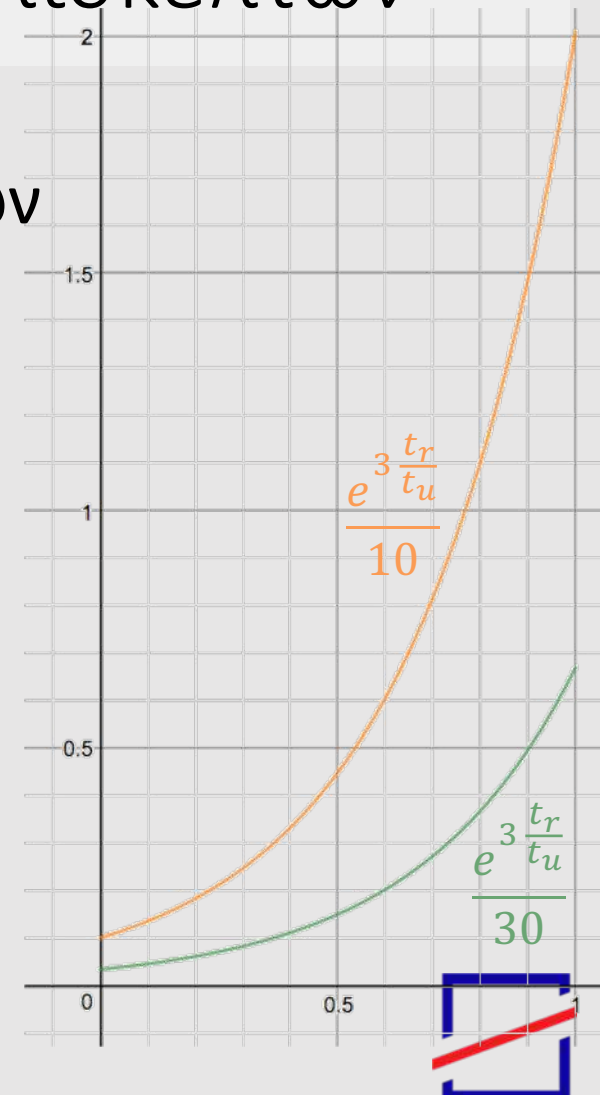
Δυναμική (χρόνου) στη σημαντικότητα των παραγόντων

$$p_d = \delta^{(1)} \cdot p_t + \delta^{(2)} \cdot p_p + \delta^{(3)} \cdot p_c + \delta^{(4)} \cdot p_o$$

· Επίδραση της «κούρασης»

$$\delta \leftarrow \begin{cases} \delta_0^{(j)} + \frac{e^{3 \cdot \frac{t_r}{t_u}}}{10} \cdot \delta_0^{(j)}, & j = 1 \\ \delta_0^{(j)} + \frac{e^{3 \cdot \frac{t_r}{t_u}}}{30} \cdot \delta_0^{(j)}, & j = 2, 3, 4 \end{cases}$$

$$\delta \leftarrow \frac{\delta}{\sum \delta}$$



* Εδώ γίνεται χρήση του αντίστροφου λόγου $1/t_f = t_r/t_u$ και υπολογισμός ανά σημείο ενδιαφέροντος

Πίνακας αξιολογήσεων αντικειμένων

Συνεργατικό φιλτράρισμα μέσω παραγοντοποίησης

- Μετατόπιση μέσου όρου και «γέμισμα» του αραιού πίνακα με μέσες τιμές ανά αντικείμενο
- Παραγοντοποίηση πίνακα αξιολογήσεων $\mathbf{R}$
 - $[\mathbf{U}, \mathbf{\Sigma}, \mathbf{V}] = \text{SVD}(\mathbf{R})$
 - Ορισμός $\mathbf{X} = \mathbf{U} \times \sqrt{\mathbf{\Sigma}}$, $\mathbf{\Theta} = \sqrt{\mathbf{\Sigma}} \times \mathbf{V}$
 - $\mathbf{X}$ είναι η αναπαράσταση λανθανόντων παραγόντων για τα αντικείμενα και $\mathbf{\Theta}$ για τους επισκέπτες
 - Διατήρηση των k πλέον σημαντικών παραγόντων και περικοπή των $\mathbf{X}$ και $\mathbf{\Theta}$
 - Logistic regression πάνω στα $\mathbf{X}$ και $\mathbf{\Theta}$ για την εκμάθηση των αξιολογήσεων που λείπουν
 - Ταυτόχρονη βελτιστοποίηση ως προς $\mathbf{X}$ και $\mathbf{\Theta}$
 - Διατήρηση των $\mathbf{X}$ και $\mathbf{\Theta}$ ως το μοντέλο πρόβλεψης αξιολογήσεων



Προετοιμασία του συστήματος: προφίλ επισκεπτών

Εκτίμηση διαφοροποίησης από το μέσο επισκέπτη ως προς τη δημοφιλή και σημαντικότητα αντικειμένων

$$\psi^{(u)} = \frac{1}{\sum_{R_u=1} R_u} \sum_{r \in R_u} |r - \bar{r}|$$

$$\Psi^{(u)} = \frac{1}{\sum_{R_u=1} R_u} \sum (\psi^{(u)} > \theta_1)$$

$$\phi^{(u)} = \frac{1}{\sum_{R_u=1} R_u} \sum_{r \in R_u} |r - \bar{f}|$$

$$\Phi^{(u)} = \frac{1}{\sum_{R_u=1} R_u} \sum (\phi^{(u)} > \theta_2)$$

Ομαδοποίηση βάσει εκατοστιαίας κλίμακας

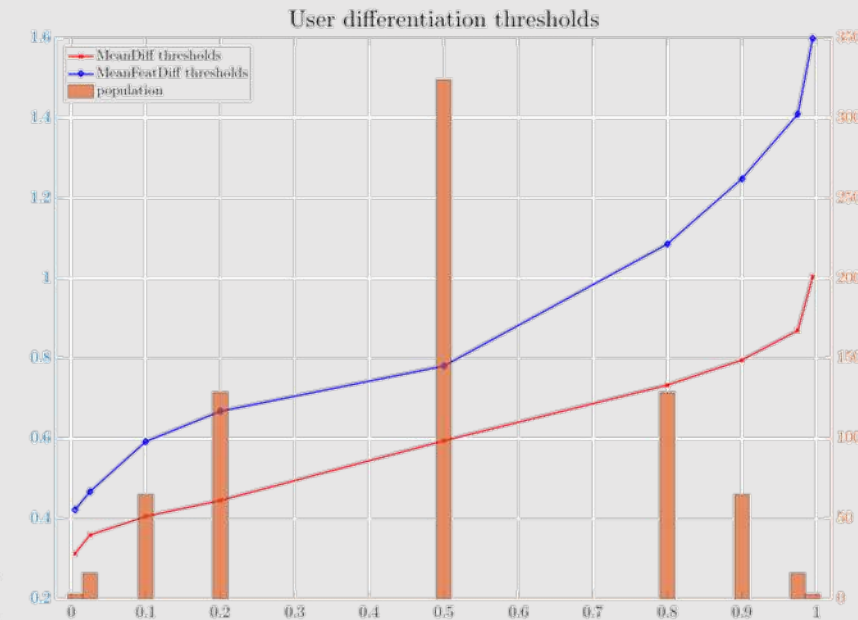
$$\omega = [0.005, 0.025, 0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 0.9, 0.975, 0.995]$$

$$\pi_{\psi^{(u)}} = q(\psi^{(u)}, \omega)$$

$$\pi_{\phi^{(u)}} = q(\phi^{(u)}, \omega)$$

$$\kappa_{\psi}^{(u)} = \begin{cases} \min |\pi_{\psi^{(u)}} - \psi^{(u)}| \\ N - \min |\pi_{\psi^{(u)}} - \psi^{(u)}| \end{cases}$$

$$\kappa_{\phi}^{(u)} = \begin{cases} \min |\pi_{\phi^{(u)}} - \phi^{(u)}| \\ N - \min |\pi_{\phi^{(u)}} - \phi^{(u)}| \end{cases}$$



Προετοιμασία του συστήματος: προφίλ επισκεπτών

Εκτίμηση διαφοροποίησης από το μέσο επισκέπτη

$$\kappa_{\psi}^{(u)} : \begin{cases} 1, 2 & \text{highly biased against popular items} \\ 3 & \text{biased against popular items} \\ 4 & \text{more or less pro popular items} \\ 5 & \text{totally pro popular items} \end{cases}$$

$$\kappa_{\phi}^{(u)} : \begin{cases} 1, 2 & \text{highly biased against featured items} \\ 3 & \text{biased against featured items} \\ 4 & \text{more or less pro featured items} \\ 5 & \text{totally pro featured items} \end{cases}$$

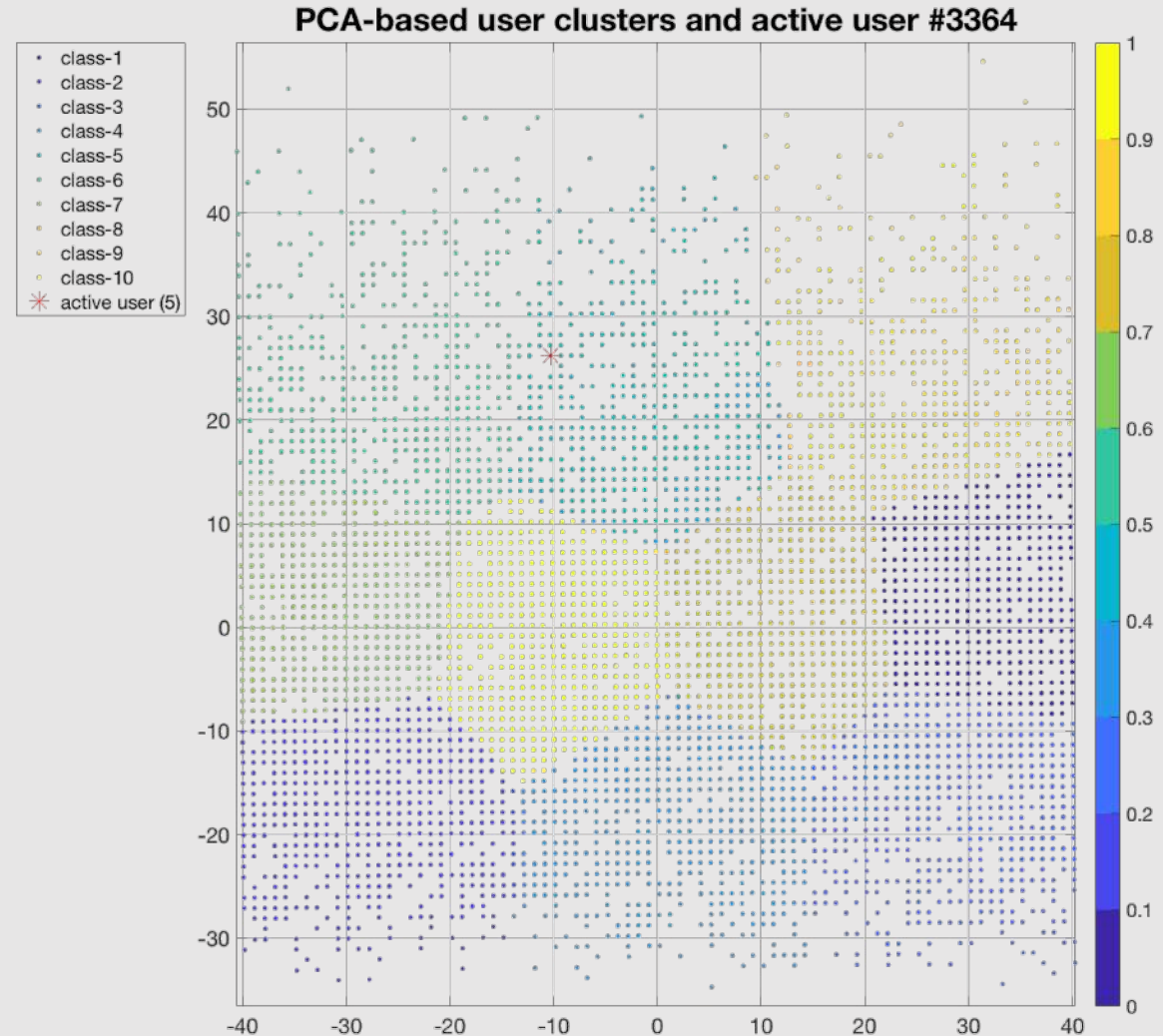
$$\delta_{\kappa}^{(u)} = \kappa_{\psi}^{(u)} - \kappa_{\phi}^{(u)}$$

$$\delta_{\kappa}^{(u)} : \begin{cases} 0 & \text{user accepts popular and featured items} \\ -2, -1, 1, 2 & \text{user almost equally accepts popular and featured items} \\ \text{otherwise} & \text{user differentiates between popular and featured items} \end{cases}$$



Προετοιμασία του συστήματος: προφίλ επισκεπτών

Ομαδοποίηση βάσει
δημογραφικών στοιχείων



Προκαταρκτικές συστάσεις

Συνεργατικό φιλτράρισμα για την πρόβλεψη προτιμήσεων της ομάδας του επισκέπτη

$$\overline{r^{(u)}} = X \cdot (\Theta^{(u)})^\top + \mu$$

Πρόβλεψη προτιμήσεων του ενεργού επισκέπτη

$$\delta_{\kappa}^{(u)} : \left\{ \begin{array}{ll} -2, -1 & \Rightarrow \text{sort by importance, neighbourhood ratings, } \overline{r^{(u)}} \\ 1, 2 & \Rightarrow \text{sort by popularity, neighbourhood ratings, } \overline{r^{(u)}} \\ -5, -4, -3 & \Rightarrow \text{sort by importance, } \overline{r^{(u)}} \\ 3, 4, 5 & \Rightarrow \text{sort by popularity, } \overline{r^{(u)}} \\ \text{otherwise} & \text{sort by neighbourhood ratings, } \overline{r^{(u)}} \end{array} \right\} \rightarrow \mathbb{L}$$





Η minimax (συντηρητική) προσέγγιση

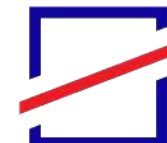
1. Εκκίνηση με $\mathbb{L}$ προβλεπόμενες προτιμήσεις
2. Πρόβλεψη του δείκτη δυσαρέσκειας για το επόμενο αντικείμενο στη λίστα προτιμήσεων
3. Πρόβλεψη του δείκτη δυσαρέσκειας για όλα τα αντικείμενα στη χωρική γειτονικά του επόμενου αντικειμένου
4. Πρόβλεψη του δείκτη δυσαρέσκειας για όλα τα αντικείμενα στη σημασιολογική γειτονικά του επόμενου αντικειμένου
5. Επιλογή του αντικειμένου που ελαχιστοποιεί το δείκτη δυσαρέσκειας
6. Επανάληψη από το σημείο 2 μέχρι να καλυφθεί ο διαθέσιμος χρόνος του επισκέπτη

Στο τέλος, ένα νέο σύνολο προτιμήσεων $\mathbb{L}_R$



Αξιολόγηση του «Απόλλων»

Προσομοίωση μεγάλης κλίμακας



ΑΘΗΝΑ

Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας

	id	inventory	en	shapedesc_en	conditi_en	length	height	width	date_unearth	trench	trench_depth_max	description_en	x	y	z	featured	obstacles	ratings	duration
1	1	K2000.1...	Cup	Ionian cup	Body fra...	0	2	2	2000-07-...	22/95δ	0.9700	Exterior: b...	42.5000	2.5000	0.9700	4	0.1095	2.7233	60
2	2	K2000.1...	Chalice	Chian cha...	Body fra...	0	3	0	2000-07-...	22/95δ	1.1400	Exterior: w...	42.5000	2.5000	1.1400	0.5000	0.0919	0.5825	60
3	3	K2000.111	Cup	Ionian cup	Body an...	0	0	0	2000-07-...	27/100α	1.6700	Exterior: r...	-7.5000	7.5000	1.6700	2	0.0565	1.4076	60
4	4	K2000.119	Chalice	Chian cha...	Body fr.	2	2	0	2000-07-...	27/100α	1.7700	Interior: b...	-7.5000	7.5000	1.7700	1	0.0672	0.6771	60
5	7	K2000.143	Chalice	Chian cha...	Base fr.	0	1	0	2000-07-...	27/100α	1.7700	Exterior: bl...	-7.5000	7.5000	1.7700	1.5000	0.0998	0.9697	60
6	8	K2000.29	Cup	Ionian cup	Six joinin...	0	5	2	2000-07-...	27/100δ	1.5700	Exterior: r...	-7.5000	2.5000	1.5700	1.5000	0.1214	0.9854	228
7	9	K2000.290	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	0	2	2000-07-...	27/100α	0	Interior: d...	-7.5000	7.5000	0	5	0.1223	3.2727	60
8	10	K2000.302	Chalice	Chian cha...	Body fr.	0	2	4	2000-07-...	27/100α	1.9400	Interior: bl...	-7.5000	7.5000	1.9400	1.5000	0.7702	0.9948	60
9	12	K2000.33	Chalice	Chian cha...	Body an...	0	2	0	2000-07-...	27/100α	1.5700	Interior: b...	-7.5000	7.5000	1.5700	4	1.8437e-...	2.8000	60
10	13	K2000.348	Cup	Local bird...	Body fr.	0	2	3	2000-07-...	27/100α	2.2700	Exterior: r...	-7.5000	7.5000	102.2700	3.5000	0.5582	2.3191	64
11	15	K2000.410	Cup	Ionian cup	Body an...	0	1	3	2000-07-...	23/1δ	1	Interior: br...	2.5000	-7.5000	1	3	0.0381	1.9897	60
12	17	K2000.434	Cup	Ionian cup	Single fra...	0	2	3	2000-07-...	23/1δ	2	Interior: br...	2.5000	-7.5000	2	1	0.0905	0.6961	60
13	18	K2000.441	Chalice	Chian cha...	Body fr.	2	1	0	2000-07-...	23/1δ	0	Interior: b...	2.5000	-7.5000	0	2.5000	0.1060	1.5591	72
14	19	K2000.445	Cup	Ionian cup	Handle a...	0	0	0	2000-07-...	23/1δ	2.1000	Exterior: bl...	2.5000	-7.5000	102.1000	5	0.1209	3.5455	60
15	20	K2000.446	Cup	Ionian cup	Body an...	0	2	2	2000-07-...	23/1δ	1	Interior: bl...	2.5000	-7.5000	1	0.5000	0.0572	0.6101	60
16	21	K2000.489	Cup	Ionian cup	Rim fr.	0	4	1	2000-07-...	23/1δ	2.2500	Exterior an...	2.5000	-7.5000	102.2500	0	0.1132	0.5000	60
17	22	K2000.501	Cup	Ionian cup	Single fra...	0	3	3	2000-07-...	23/1δ	2.4000	Interior: br...	2.5000	-7.5000	102.4000	3.5000	0.0115	2.3495	64
18	26	K2000.5...	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	4	0	2000-07-...	23/1δ	0	Interior: d...	2.5000	-7.5000	0	4.5000	0.0491	3.1031	60
19	27	K2000.5...	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	3	0	2000-07-...	23/1δ	0	Interior: d...	2.5000	-7.5000	0	3.5000	0.1191	2.4444	60
20	28	K2000.5...	Cup	Ionian cup	Rim fr.	0	3	0	2000-07-...	23/1δ	0	Interior: bl...	2.5000	-7.5000	0	1.5000	0.1191	1.0323	60
21	29	K2000.5...	Cup	Ionian cup	Single fra...	0	3	0	2000-07-...	23/1δ	0	Interior: bl...	2.5000	-7.5000	0	4.5000	0.0484	3.0417	60
22	30	K2000.5...	Cup	Ionian cup	Foot fr.	0	3	0	2000-07-...	23/1δ	0	Exterior: bl...	2.5000	-7.5000	0	4	0.0382	2.8269	60
23	33	K2000.548	Cup	Bird bowl	Body an...	0	3	3	2000-07-...	23/1δ	2.4500	Interior: bl...	2.5000	-7.5000	102.4500	1	0.1230	0.7037	60
24	34	K2000.561	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	1	1	2000-07-...	27/1δ	2.5200	Exterior: r...	-97.5000	92.5000	102.5200	4	0.5491	2.8333	68
25	36	K2000.573	Cup	Ionian cup	Body an...	0	2	3	2000-07-...	23/1δ	2.5700	Interior: bl...	2.5000	-7.5000	102.5700	0	0.7794	0.5000	60
26	38	K2000.61	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	2	0	2000-07-...	27/100α	1.5000	Exterior: r...	-7.5000	7.5000	1.5000	2.5000	0.1215	1.7955	100
27	39	K2000.641	Cup	Ionian cup	Body an...	0	3	0	2000-07-...	23/1δ	2.8400	Exterior: bl...	2.5000	-7.5000	102.8400	2.5000	0.0268	1.5087	60
28	40	K2000.642	Chalice	Chian cha...	Body fr.	0	2	3	2000-07-...	23/1δ	2.8400	Exterior: w...	2.5000	-7.5000	102.8400	5	0.5573	3.5741	60
29	41	K2000.642	Chalice	Chian cha...	Body fr.	0	1	1	2000-07-...	22/95α	0.9700	Interior: bl...	42.5000	7.5000	0.9700	2.5000	0.7994	1.6061	60
30	43	K2000.872	Chalice	Chian cha...	Body fr.	0	2	2	2000-07-...	22/95δ	0.3900	Exterior: w...	42.5000	2.5000	0.3900	0.5000	0.0469	0.6364	60
31	45	K2000.9...	Cup	Ionian cup	Rim fr.	0	1	5	2000-07-...	22/95δ	0.3600	Exterior: b...	42.5000	2.5000	0.3600	4.5000	0.0805	3.1950	60
32	49	K2000.8...	Cup	Local bird...	Body fr.	6	3	0	2000-07-...	27/100α	1.6700	Exterior: r...	-7.5000	7.5000	1.6700	2	0.1110	1.2337	60
33	50	K2000.922	Chalice	Chian cha...	Rim fr.	0	2	2	2000-07-...	22/95δ	0.3900	Exterior: ...	42.5000	2.5000	0.3900	1.5000	0.1213	1.0234	76
34	53	K2000.949	Cup	Ionian cup	Body fra...	0	2	4	2000-07-...	22/95δ	0.6600	Exterior: b...	42.5000	2.5000	0.6600	0.5000	0.5064	0.6286	60
35	54	K2001B....	Cup	Ionian cup	Fragmen...	0	9	0	2000-07-...	23/1α	1.8800	Exterior: bl...	2.5000	-2.5000	1.8800	3	0.0710	1.9770	272
36	55	K95.25a-c	Cup	Ionian cup	Base fra...	0	2	0	1995-07-...	23/2β	1.3100	Brown gla...	17.5000	-2.5000	1.3100	0.5000	0.0922	0.6543	60
37	58	K95.326	Cup	Ionian cup	Body fr.	0	1	2	1995-07-...	23/2γ	0	Exterior: bl...	17.5000	-7.5000	0	0.5000	0.0543	0.6173	60
38	60	K95.332	Amphora	Chian am...	Three fra...	0	9	0	1995-07-...	23/15α	0.6200	Exterior: th...	42.5000	-12.5000	0.6200	2	0.0360	1.3239	60
39	61	K95.337	Cup	Bird bowl	Three fra...	0	4	7	1995-07-...	23/15α	0.6200	Exterior: (f...	42.5000	-12.5000	0.6200	2	0.0033	1.2816	276
40	64	K95.360	Cup	Bird bowl	Fragmen...	0	3	5	1995-07-...	23/25β	1.0700	Exterior: T...	47.5000	-22.5000	1.0700	1.5000	0.5111	1.0408	132
41	65	K95.361	Cup	Bird bowl	Fragmen...	12	7	0	1995-07-...	23/25β	1.0700	Exterior: T...	47.5000	-22.5000	1.0700	1.5000	0.0492	1.0053	196
42	75	K95.384	Oinochoe	Oinochoe...	Fragmen...	0	7	5	1995-07-...	23/5δ	1.1300	Exterior: at...	42.5000	-7.5000	1.1300	1.5000	0.1207	1.0315	64
43	76	K95.402	Amphora	Chian am...	Two frag...	0	13	12	1995-07-...	23/14δ	1.2100	Exterior: d...	32.5000	-17.5000	1.2100	3.5000	0.7576	2.3692	60

Δεδομένα - Εκθέματα

- 1000 αντικείμενα από ανασκαφικά δεδομένα με πληροφορία θέσης στο χώρο

Επισκέπτες (με προφανείς περιορισμούς)

Attribute	Num groups	Group members from "low" to "high"

age:	5 groups	-- based on CIA world facts -14, 15-24, 25-54, 55-64, 65+
gender:	3 groups	-- male, female, unspecified
occupation:	4 groups	-- based on the 10 groups in the ISCO-08 standard specification (also unemployment data)
education:	5 groups	-- based on the 8 groups in the ISCED-2011 standard specification
CH relevance:	2 groups	-- layman, CH professional/expert

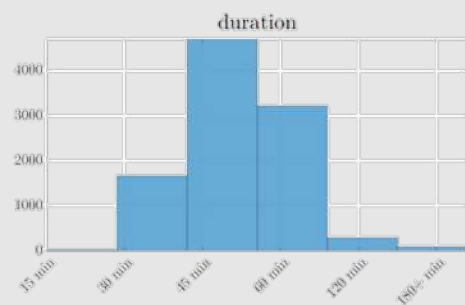
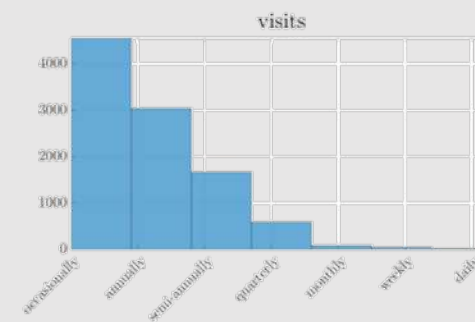
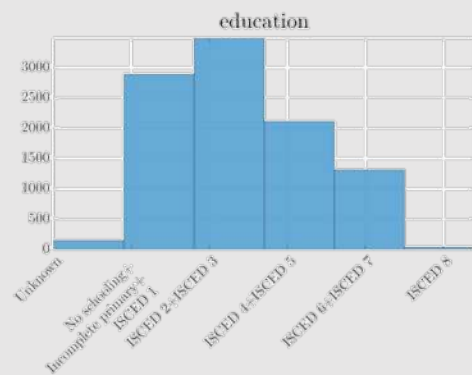
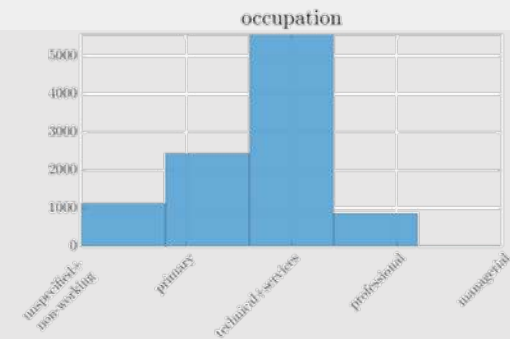
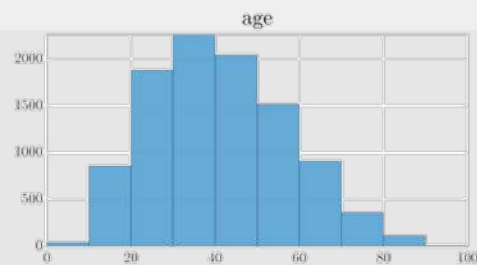
visit frequency:	7 groups	-- occasionally, annually, semi-annually, quarterly, monthly, weekly, daily
visit duration:	6 groups	-- 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 120 min, 180+ min
returning visit:	5 groups	-- 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th+

motivation:	5 groups	-- recreation, personal quest/recharge, education, topic focus, research

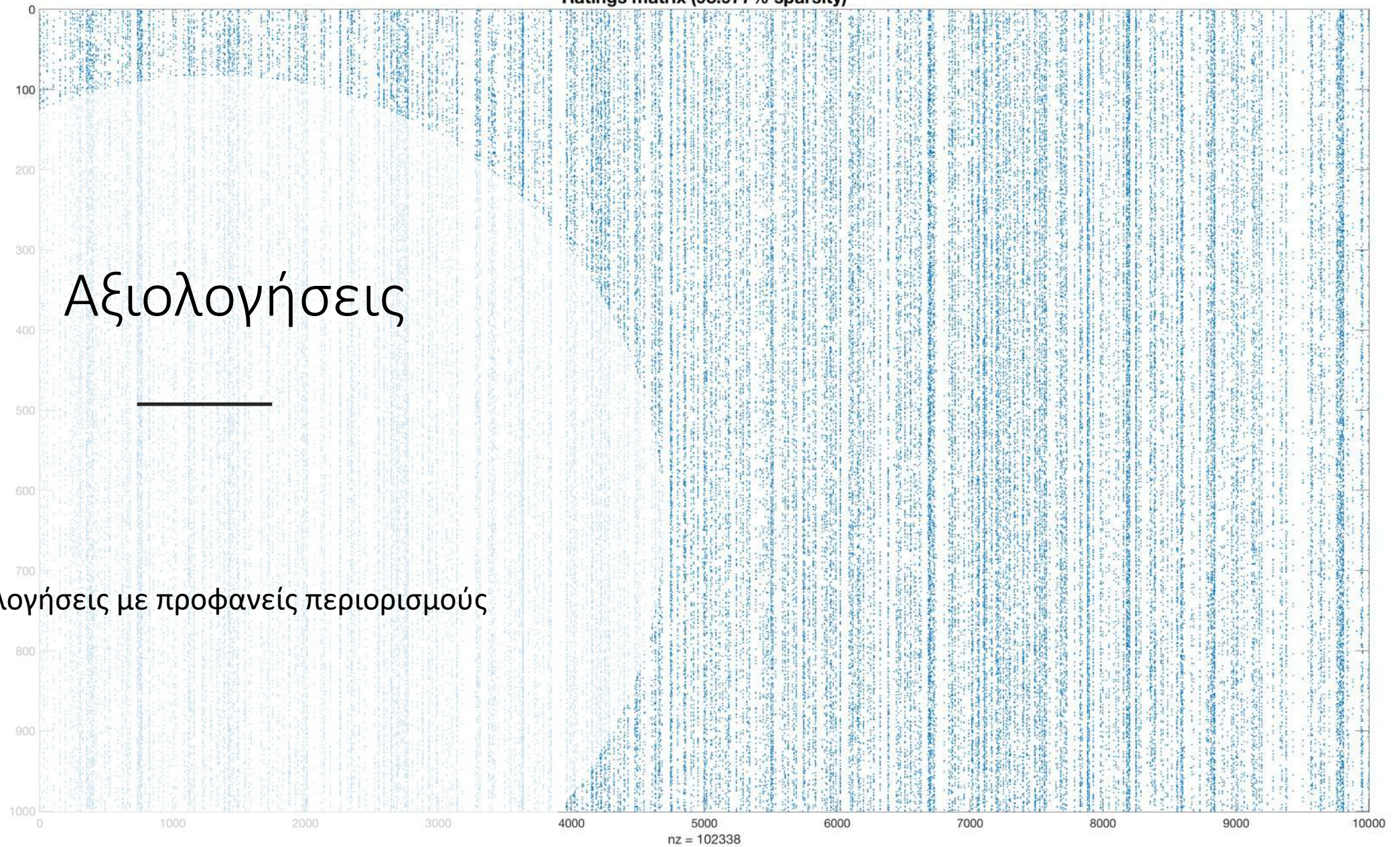
available time:	free time-duration	



Στατιστικά επισκεπτών



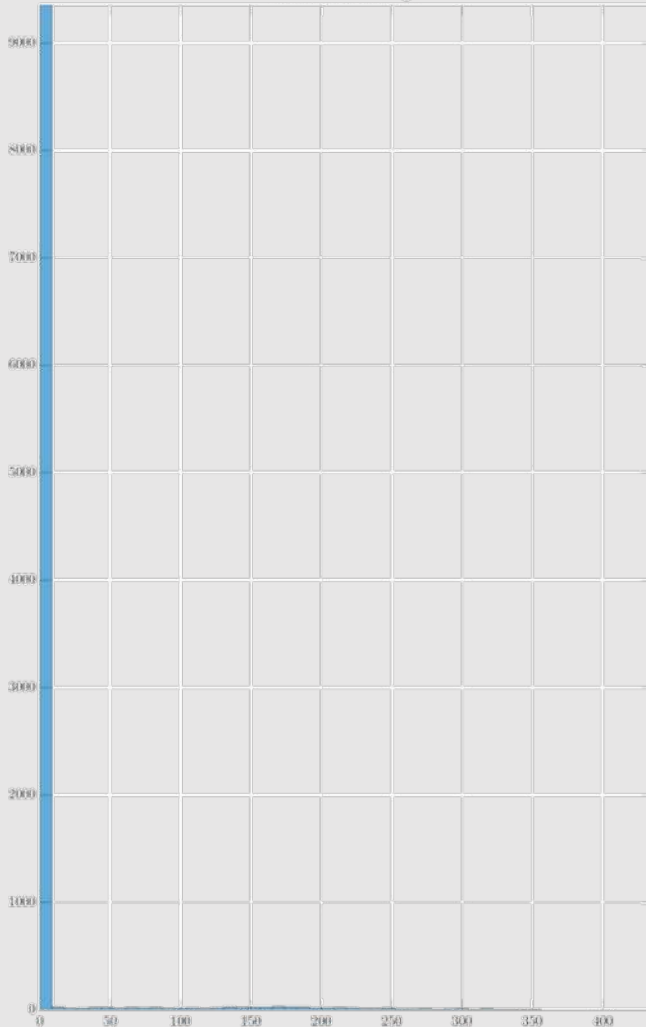
Ratings matrix (98.977% sparsity)



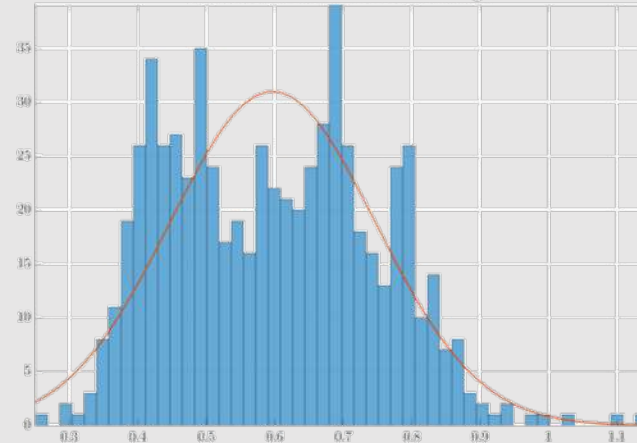
- Αξιολογήσεις με προφανείς περιορισμούς

Στατιστικά διαφοροποίησης επισκεπτών στις αξιολογήσεις

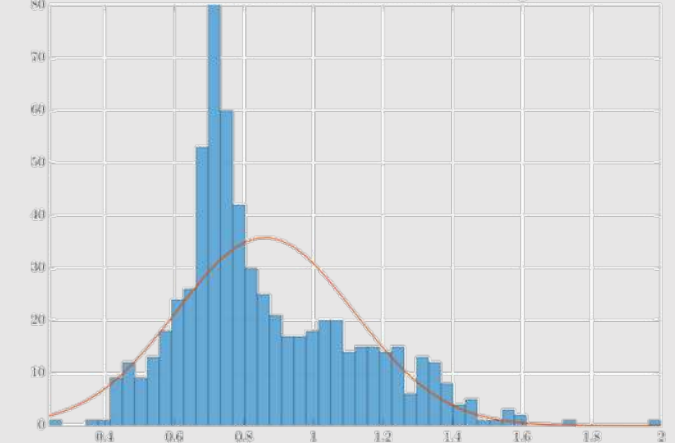
Provided ratings



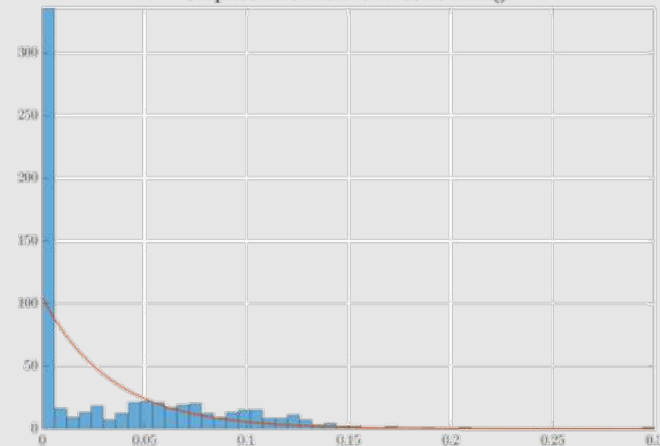
Deviation from mean user ratings



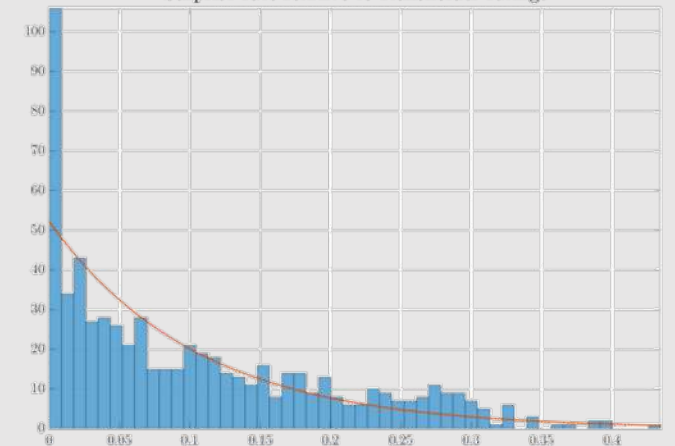
Deviation from mean stakeholder ratings



Surprise rate relative to users ratings

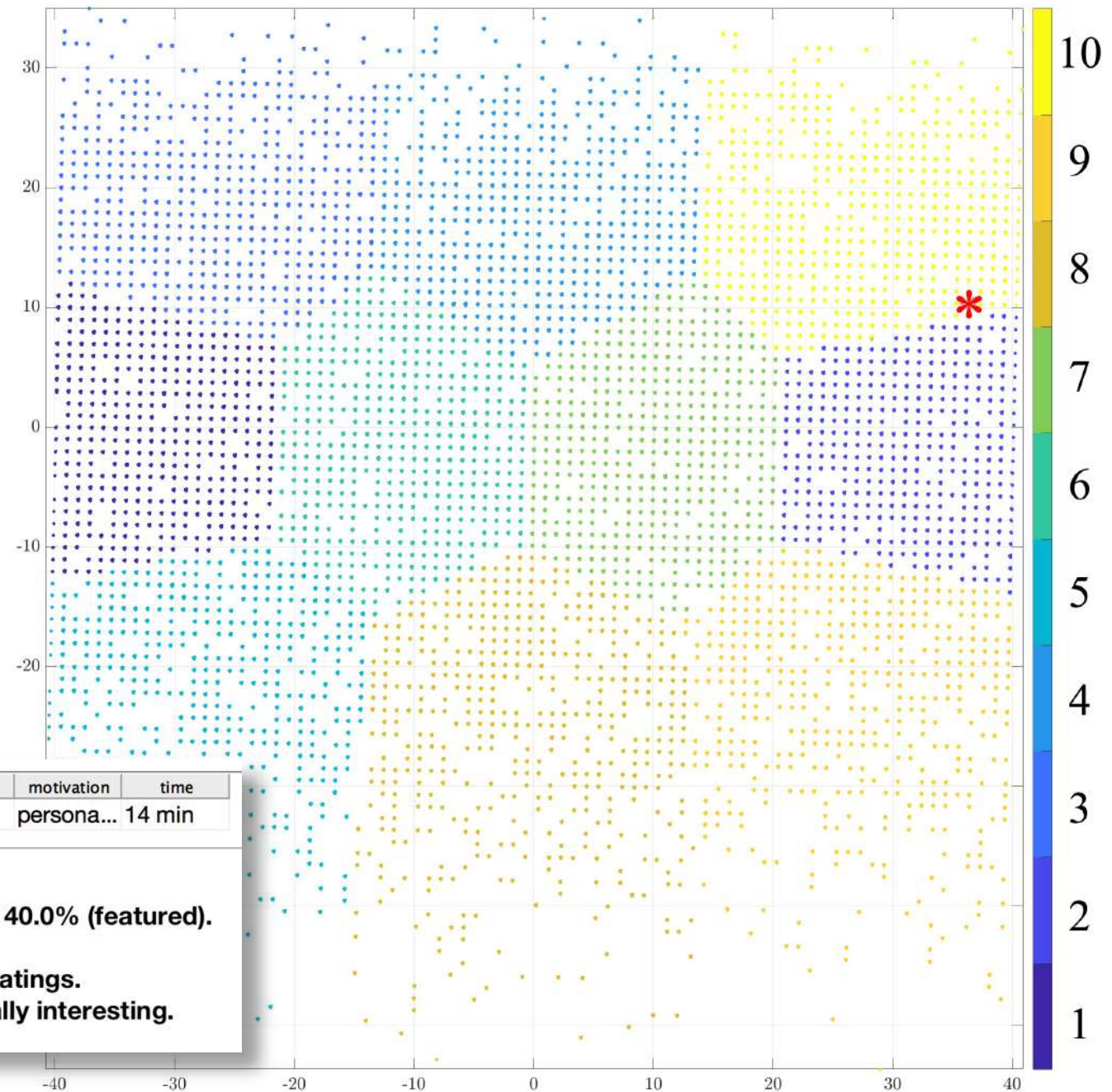


Surprise rate relative to stakeholder ratings



Ένα παράδειγμα

PCA-projected kmeans user clusters and active user #4026 (*)

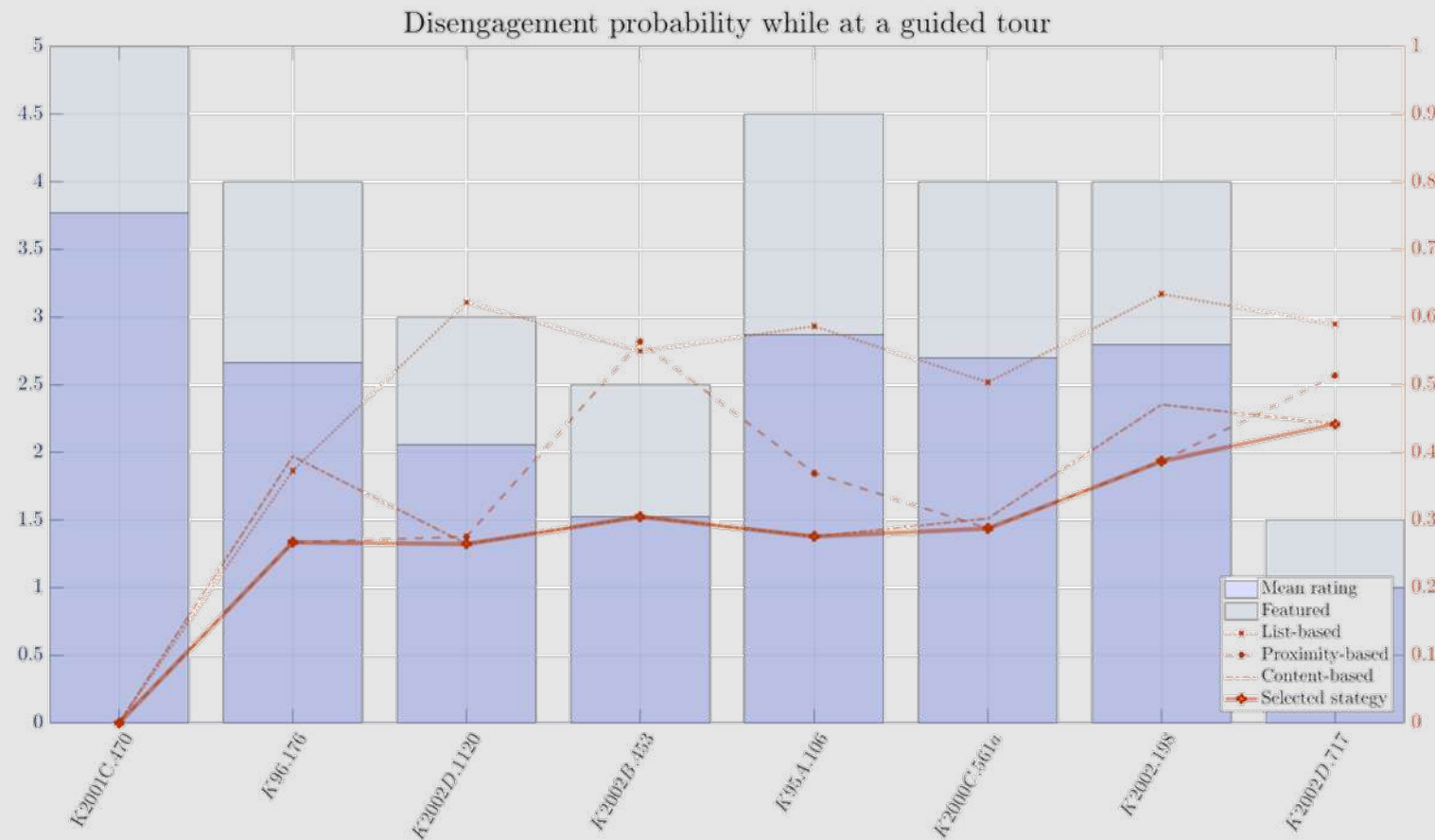


id	age	gender	occupation	education	relevance	visits	duration	visit	motivation	time
4026	29	male	primary	No scho...	layman	occasio...	60 min	2nd	persona...	14 min

Population category for the user is class-5 100.0% (popular) and class-4 40.0% (featured).
The active user #4026 is total agreement with popular items ratings
The active user #4026 is more or less in agreement with featured items ratings.
The active user #4026 basically sees popular and featured items as equally interesting.

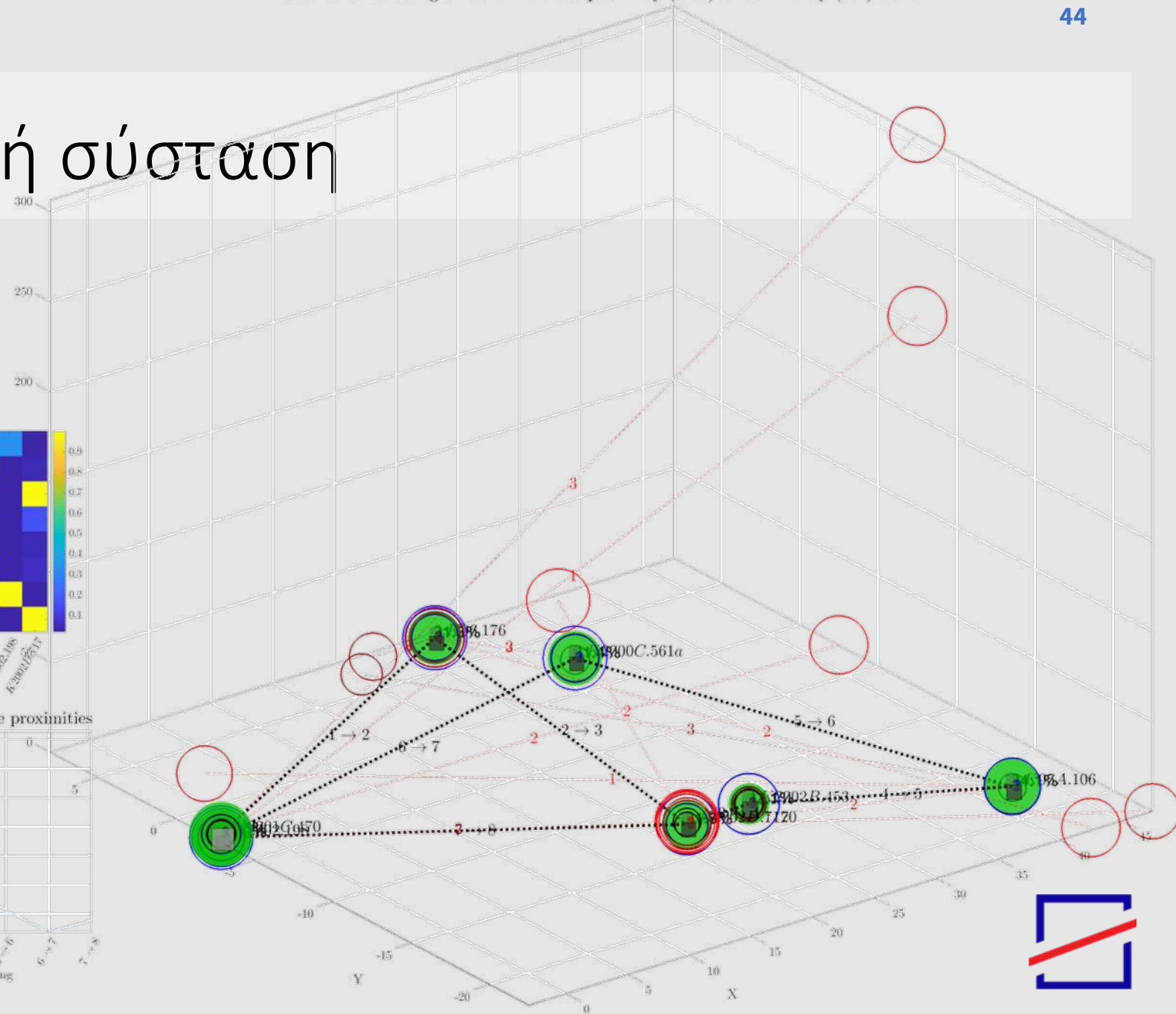
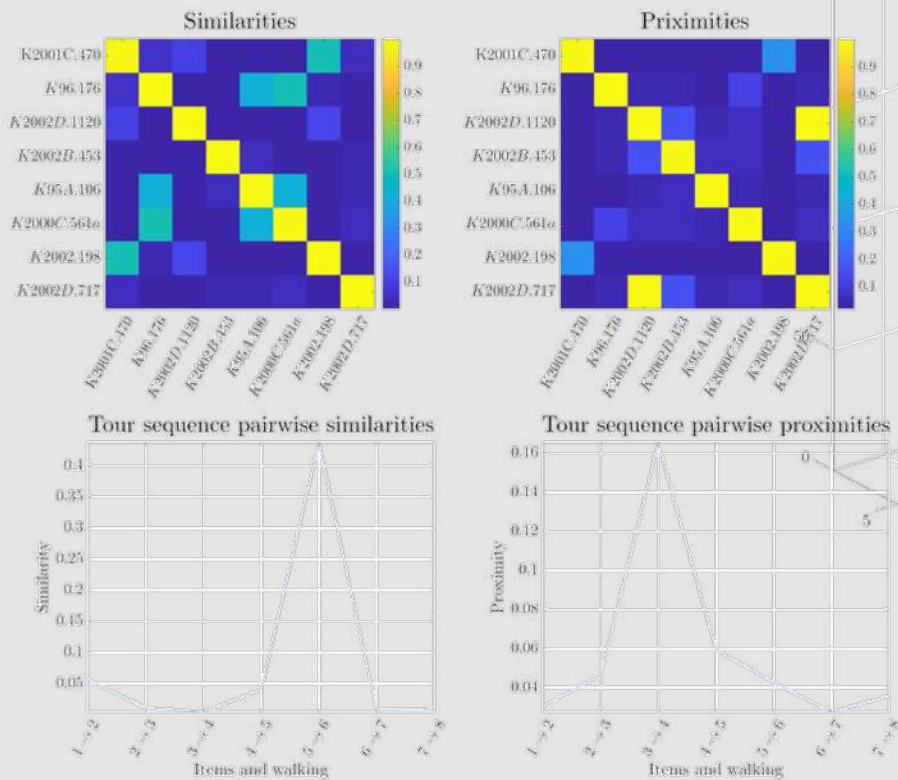
Προκαταρκτική σύσταση

- Προσομοίωση περιήγησης + Εκτίμηση των παραγόντων δυσάρεσκειας



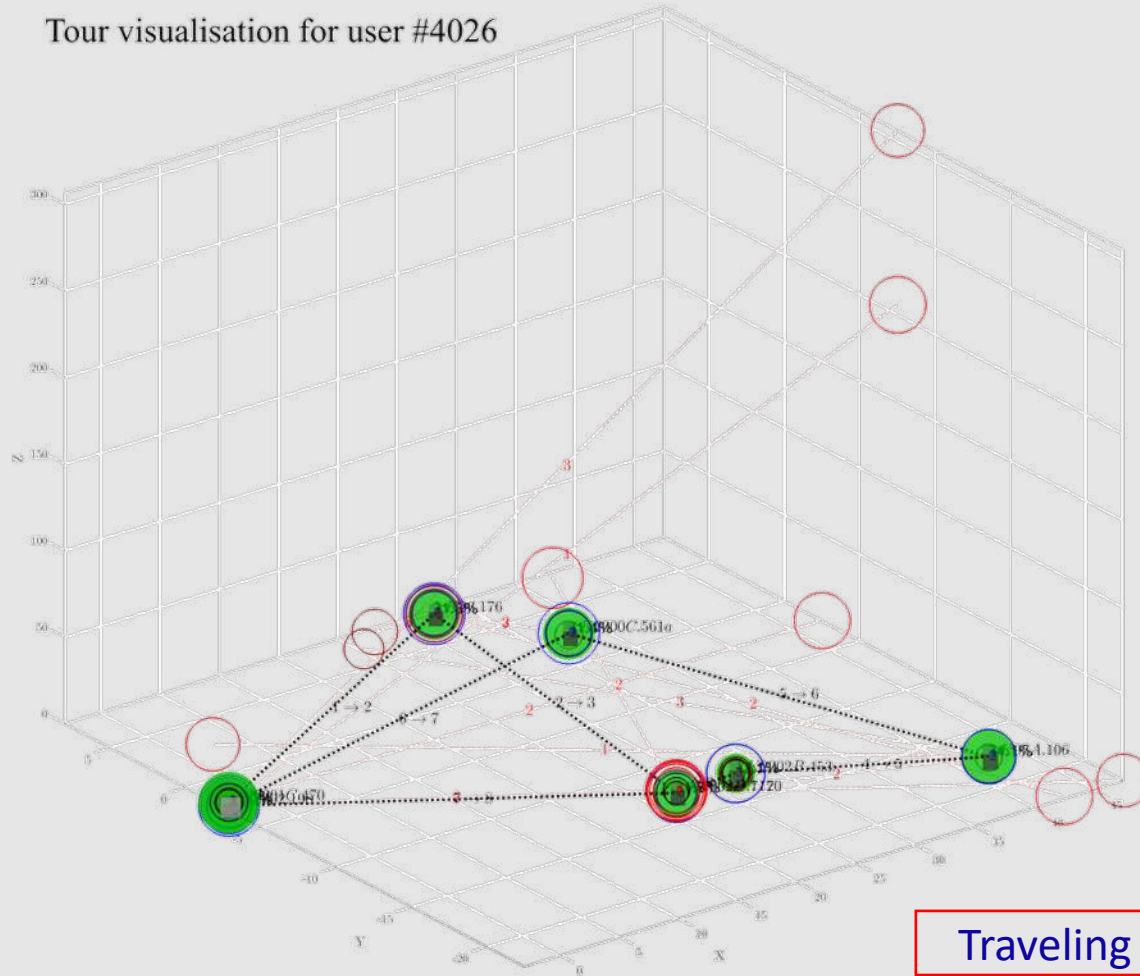
Προκαταρκτική σύσταση

- Στο μικροσκόπιο...

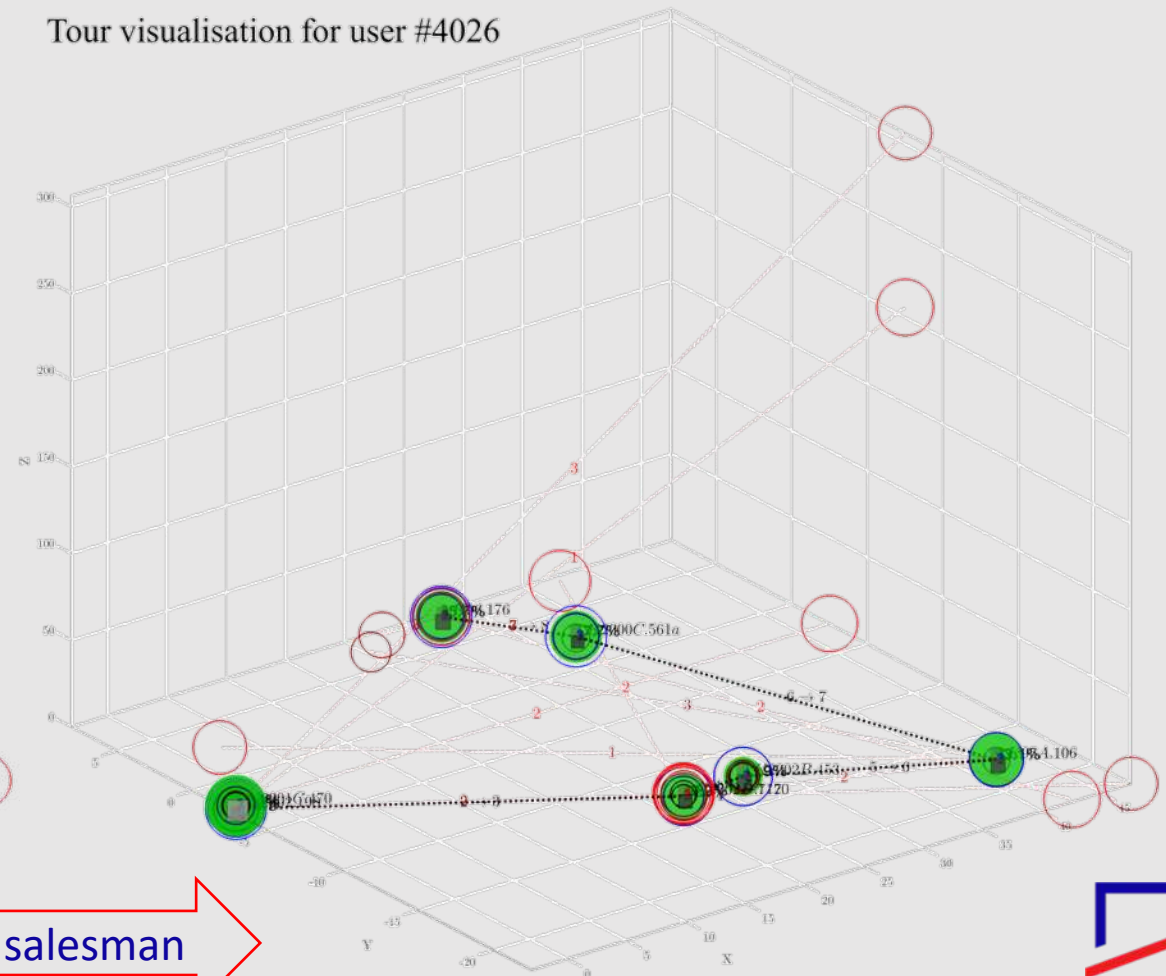


Αναδιάταξη και επανεξέταση

Tour visualisation for user #4026



Tour visualisation for user #4026

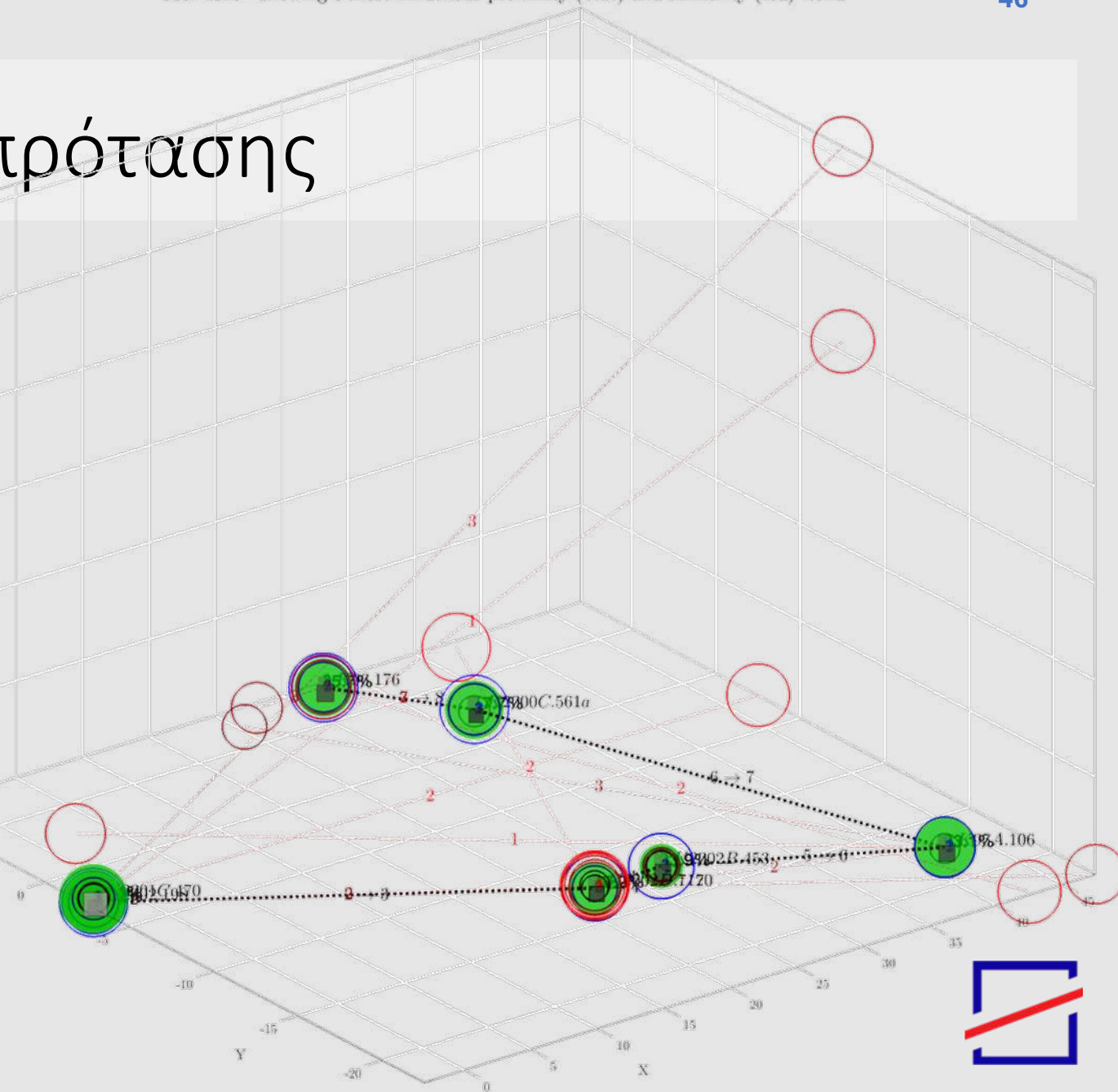
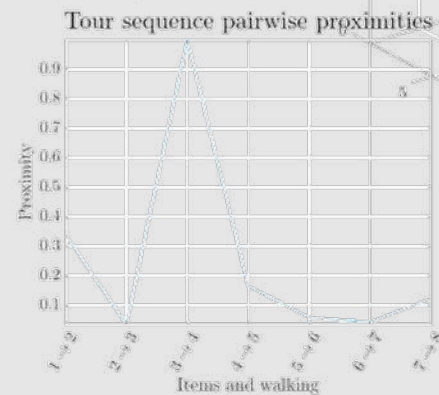
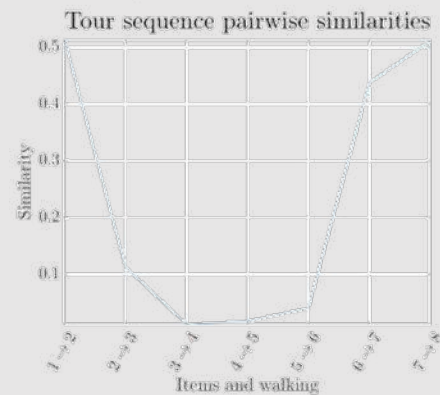
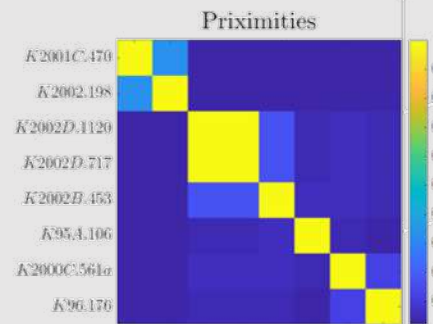
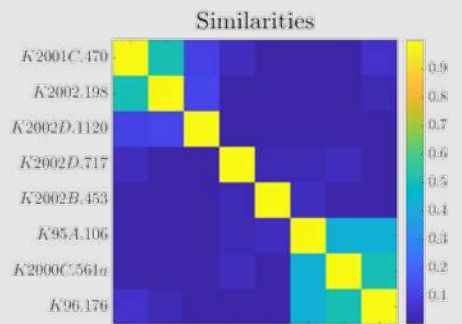


Traveling salesman



Εξέταση της νέας πρότασης

- Στο μικροσκόπιο...

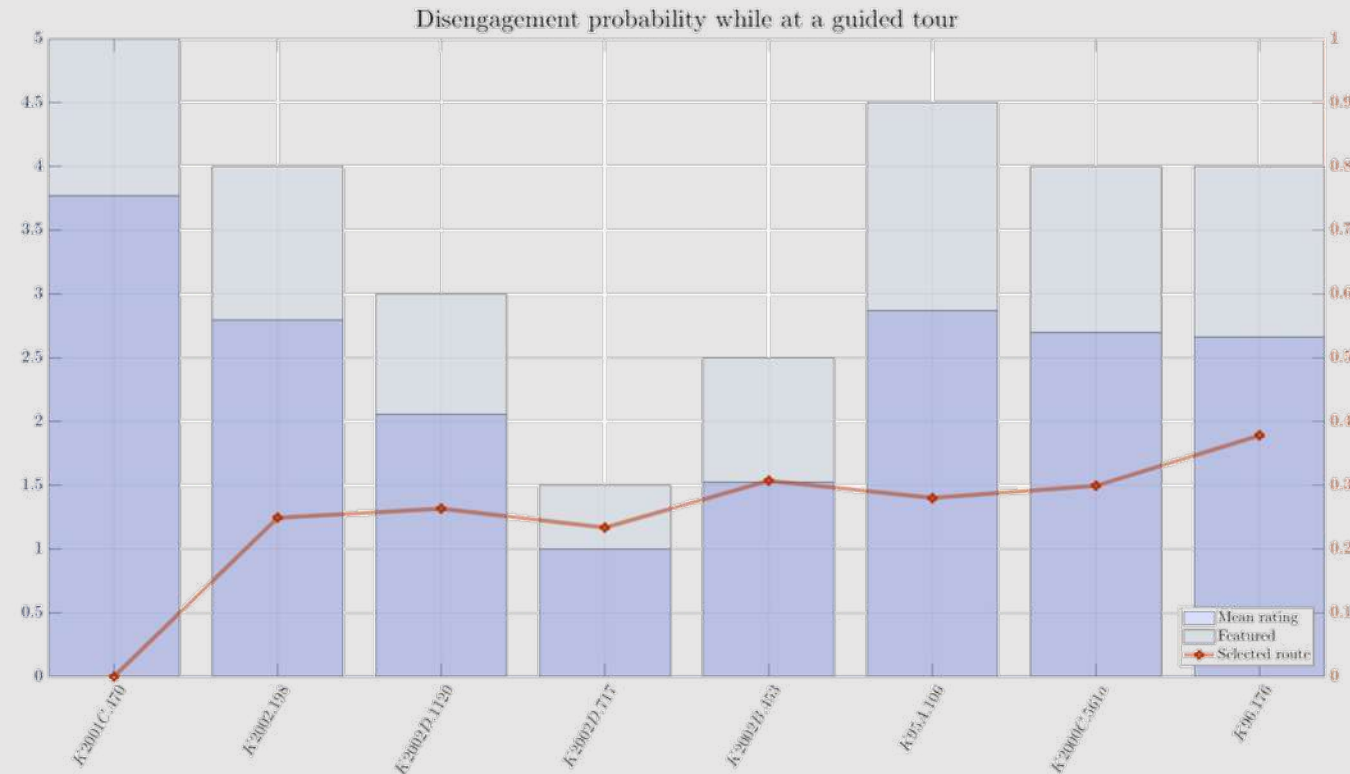


Οριστικοποίηση της πρότασης

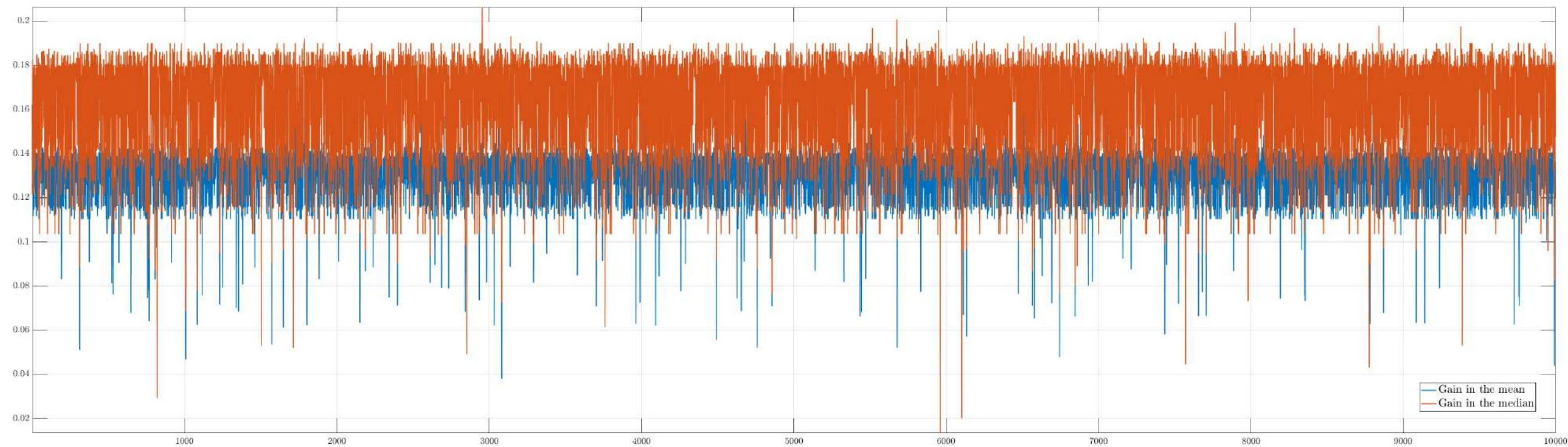
- Τελικά $\mathbb{L}_f$

	id	age	gender	occupation	education	relevance	visits	duration	visit	motivation	time
1	4026	29	male	primary	No scho...	layman	occasio...	60 min	2nd	persona...	14 min

Population category for the user is class-5 100.0% (popular) and class-4 40.0% (featured).
 The active user #4026 is total agreement with popular items ratings
 The active user #4026 is more or less in agreement with featured items ratings.
 The active user #4026 basically sees popular and featured items as equally interesting.



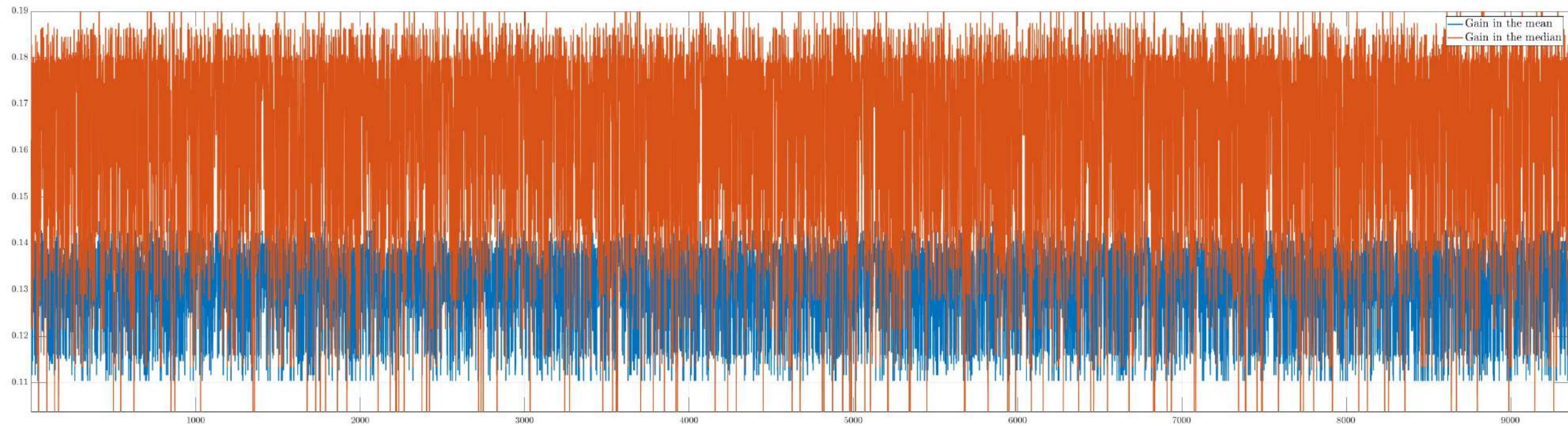
Κέρδος στη σχετική ικανοποίηση επισκεπτών



10.000 επισκέπτες: 12,97 % βελτίωση στη μέση τιμή, 16,32 % βελτίωση στη διάμεση τιμή



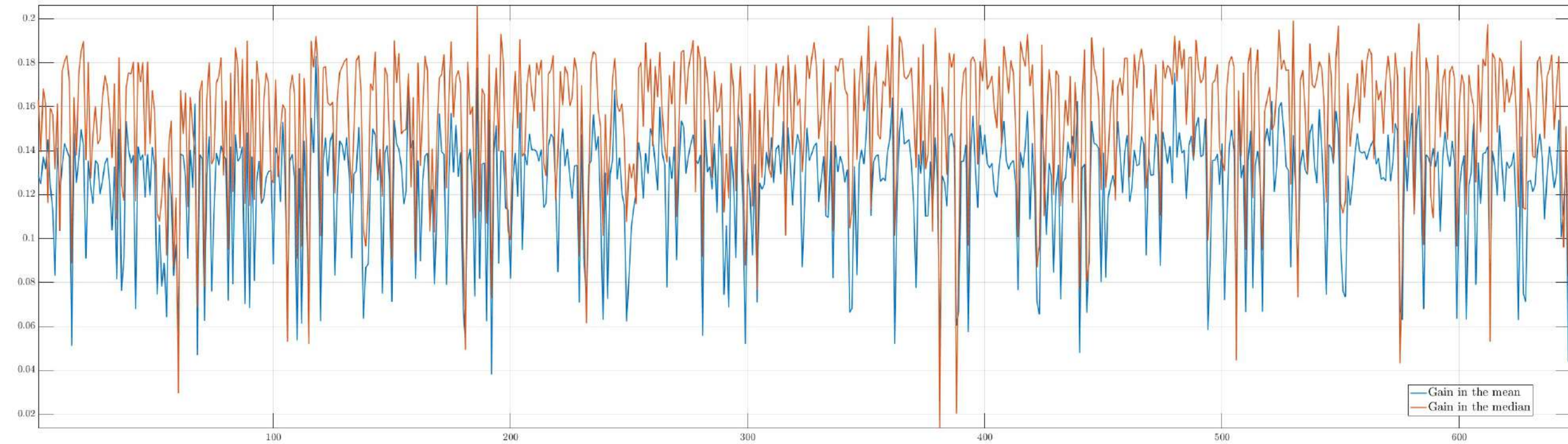
Κέρδος στη σχετική ικανοποίηση επισκεπτών



9.353 νέοι επισκέπτες: 13,01 % βελτίωση στη μέση τιμή, 16,38 % βελτίωση στη διάμεση τιμή



Κέρδος στη σχετική ικανοποίηση επισκεπτών



647 επισκέπτες 2^η+ φορά: 12,47% βελτίωση στη μέση τιμή, 15,45% βελτίωση στη διάμεση τιμή



Συμπεράσματα





Συμπεράσματα

Τεχνολογία συστάσεων

- Έχει ήδη εφαρμοστεί σε σημαντικές εφαρμογές και «βιομηχανίες»
- Έχει ήδη εφαρμοστεί στον πολιτισμό και τουρισμό

Η εφαρμογή στον πολιτισμό-τουρισμό

- Έχει βασιστεί σε πληθώρα προσεγγίσεων
- Έχουν ήδη επιτευχθεί σημαντικά αποτελέσματα
- Χρειάζονται περισσότερα για την επίτευξη στο δυναμικό αυτό περιβάλλον





Συμπεράσματα

Το υβριδικό (συντηρητικό) σύστημα «Απόλλων»

- βασίζεται σε
 - Καινοτόμο σύστημα εκτίμησης δείκτη δυσαρέσκειας
 - Καινοτόμο μείγμα προσεγγίσεων βάσει περιεχομένου και συνεργατικού φιλτραρίσματος
 - Μια προσαρμογή του μοντέλου επισκεπτών του John H. Falk
- «κέρδος»: 13% στο μέσο, 16% στο διάμεσο



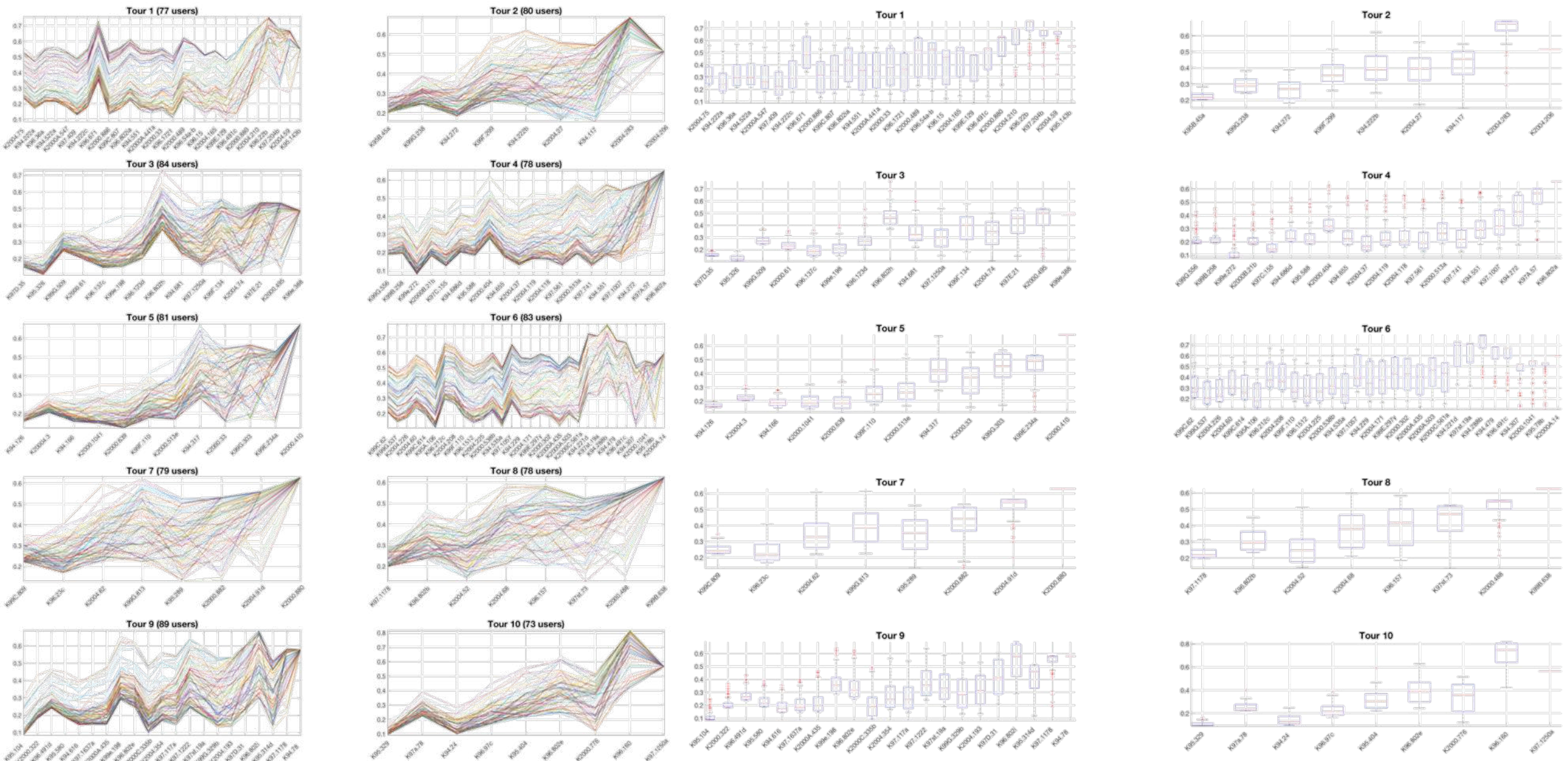


Συμπεράσματα

Προοπτικές εφαρμογής

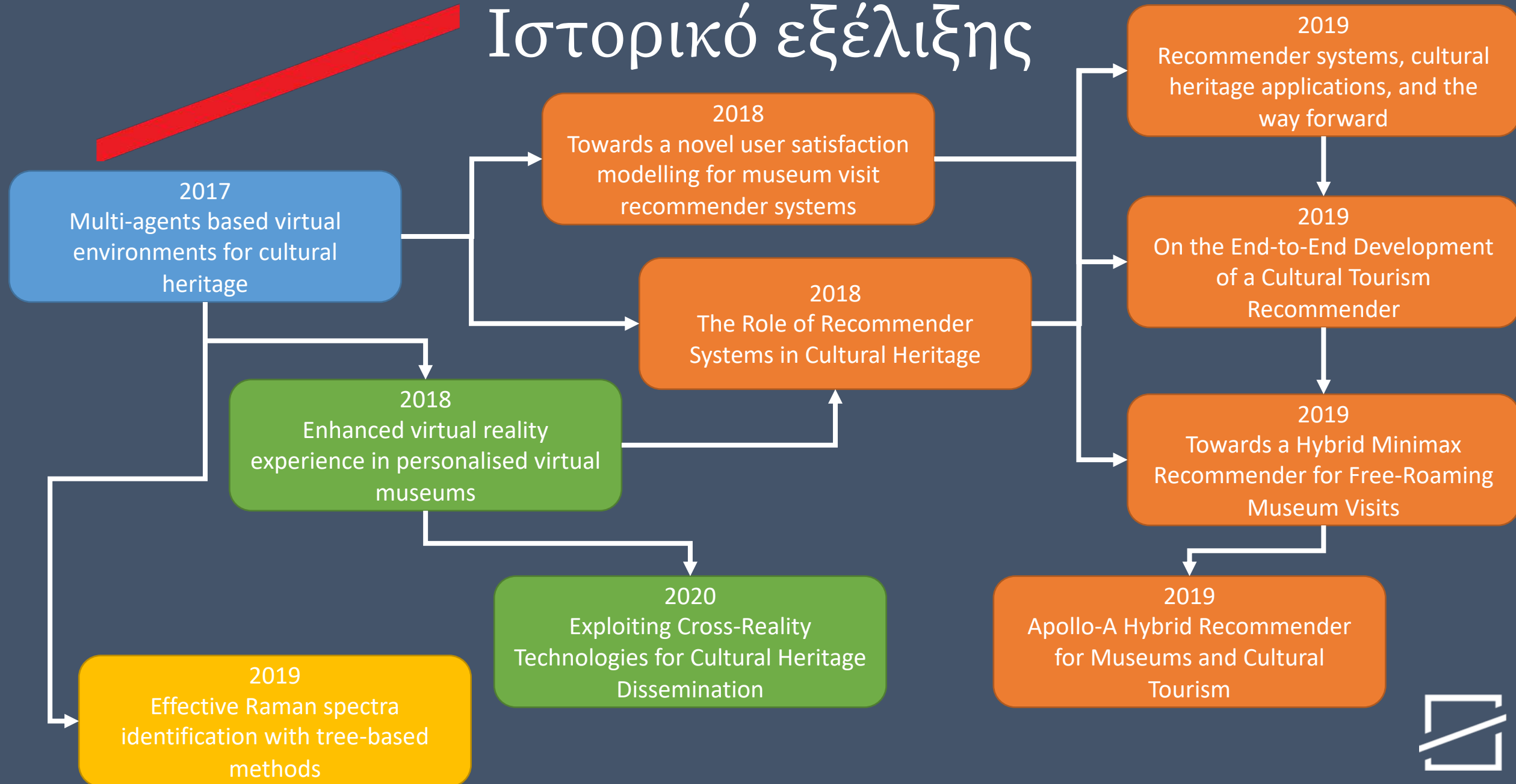
- σε επισκέψεις ελεύθερης περιήγησης (free-roaming)
 - αντιμετώπιση του προβλήματος εκκίνησης
 - δημιουργία εξατομικευμένων διαδρομών
- σε περιηγήσεις βάσει σεναρίου (storytelling)
 - παρακολούθηση επισκεπτών κατά την περιήγηση
 - παροχή συστάσεων πραγματικού χρόνου
- σε εκτιμήσεις για μουσειολόγους/υπεύθυνους προγραμμάτων ξενάγησης





Απόλλων – Ένα υβριδικό σύστημα εξατομικευμένης περιήγησης για πολιτισμό-τουρισμό

Ιστορικό εξέλιξης



Τα παρουσιαζόμενα έργα υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της Πρόσκλησης με κωδικό 031 με τίτλο «ΔΡΑΣΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ», που χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία», ΕΣΠΑ 2014-2020 ΕΣΠΑ 2014-2020, με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης). Αναλυτικά: "Υπολογιστικές Επιστήμες και Τεχνολογίες Δεδομένων, Περιεχομένου και Αλληλεπίδρασης" (MIS 5002437) με 3 υποέργα: Υποέργο 1 «Γλωσσικές Τεχνολογίες Ανάλυσης Περιεχομένου και Αλληλεπίδρασης», Υποέργο 2 «Τεχνολογίες Ανάλυσης Περιεχομένου στον Πολιτισμό», Υποέργο 3 «ΜΕΔΑ: Μεγάλα Δεδομένα – Προκλήσεις, Μέθοδοι και Τεχνικές Αποδοτικής Διαχείρισης» και "Καινοτόμος εφαρμογή του βιομηχανικού διαδικτύου των πραγμάτων σε ευφυή περιβάλλοντα" (MIS 5002434) με Υποέργο 1: "Καινοτόμος εφαρμογή του βιομηχανικού διαδικτύου των πραγμάτων σε ευφυή περιβάλλοντα".





Ευχαριστώ για την υπομονή σας!