

Ειδοποιήσεις σε δικτυωμένα
περιβάλλοντα περιρρέουσας
νοημοσύνης

Βασικές έννοιες: ΔΥ

- Πέρα από την έννοια της εφαρμογής: Υπηρεσία
 - Στόχος είναι η παροχή (επεξεργασμένης) πληροφορίας στο χρήστη
 - Οπουδήποτε / οποτεδήποτε
 - «Τρέχει» σε κατανεμημένο υπολογιστικό περιβάλλον (πολλαπλές συσκευές)
 - => Διάχυτος Υπολογισμός (Ubiquitous Computing)
 - Computers need to be networked, distributed & transparently accessible
 - Human-computer interaction needs to be hidden more
 - Computers need to be context-aware
 - Computers can operate autonomously (self-* properties)
 - Computers must handle dynamic actions and interactions via AI
 - ΔΥ = η χρήση ΤΠΕ που επιτρέπουν τη διαθεσιμότητα πληροφορίας και δραστηριοτήτων σε κάθε περιβάλλον, υποστηρίζοντας την διαισθητική χρήση από ανθρώπους, όντας φαινομενικά *αόρατες*.

Weiser (1995)

Poslad (2009)

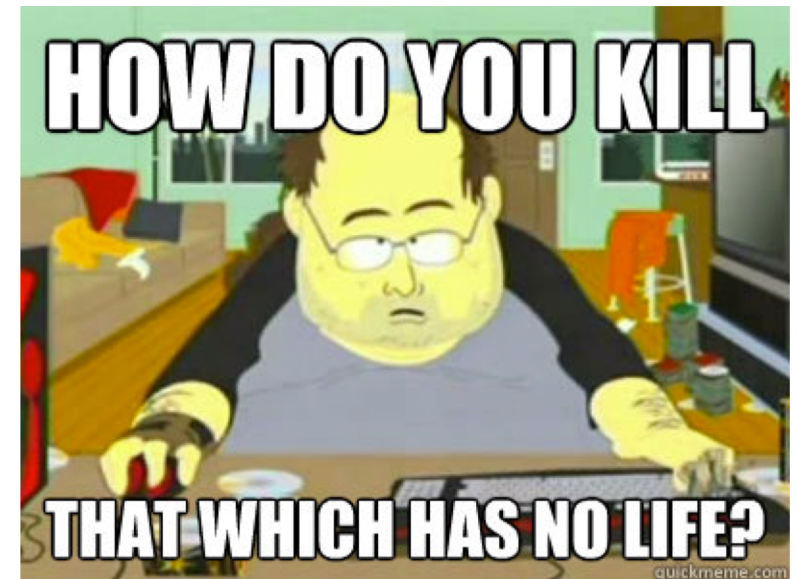
Βασικές έννοιες: AmI

- Ambient Intelligence (Περιρρέουσα Νοημοσύνη)
 - Περιβάλλοντα ΔΥ τα οποία είναι ευαίσθητα και αντιδρούν στην ύπαρξη ανθρώπων (Aarts & Marzano, 2003)
 - Οι συσκευές δρουν συνεργατικά για να υποστηρίξουν τους ανθρώπους στις καθημερινές τους δραστηριότητες, υποχρεώσεις και «τελετουργίες»
 - Με τρόπο εύκολο και φυσικό
 - Χρησιμοποιώντας πληροφορία και νοημοσύνη
 - Η οποία «κρύβεται» εντός του δικτύου που ενώνει τις συσκευές
 - Η τεχνολογία σταδιακά εξαφανίζεται μέσα στο περιβάλλον μας, αφήνοντας ορατές προς τους χρήστες μόνο τις διεπαφές με αυτή

Killer Aml apps



Komninos A (2018) One Size Fits All? Definitely Not in Task-Oriented Design for Mobile & Ubiquitous UX
Interaction Design Foundation <https://www.interaction-design.org/literature/article/one-size-fits-all-definitely-not-in-task-oriented-design-for-mobile>



How do you design the UX for that which has no interface?

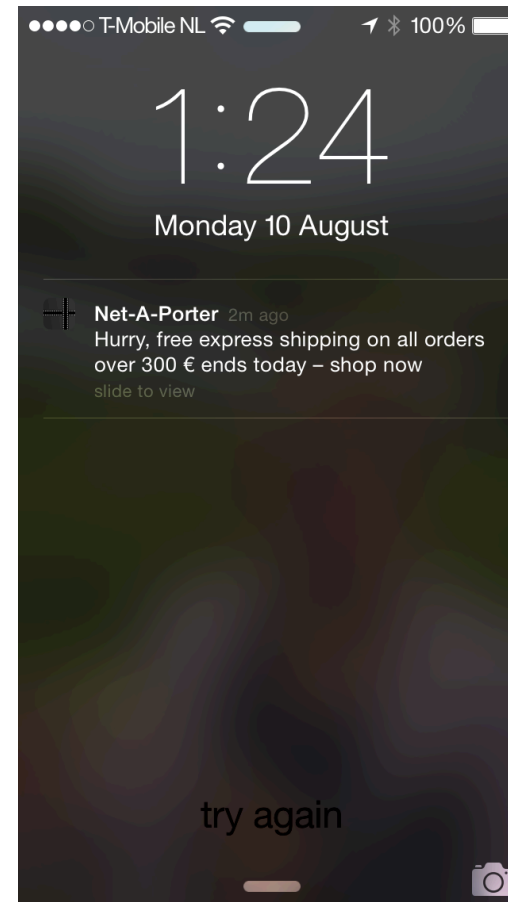
*In many cases, the interface has to be purely virtual, or very limited (think of just an on-off switch and maybe a few LEDs). Here are your key considerations: **Where** is the user? **What** are they doing? What are their **goals**? What's the best way of **interacting** with this device? **Who else** is present?*

Συνεργασία με υπολογιστικά συστήματα

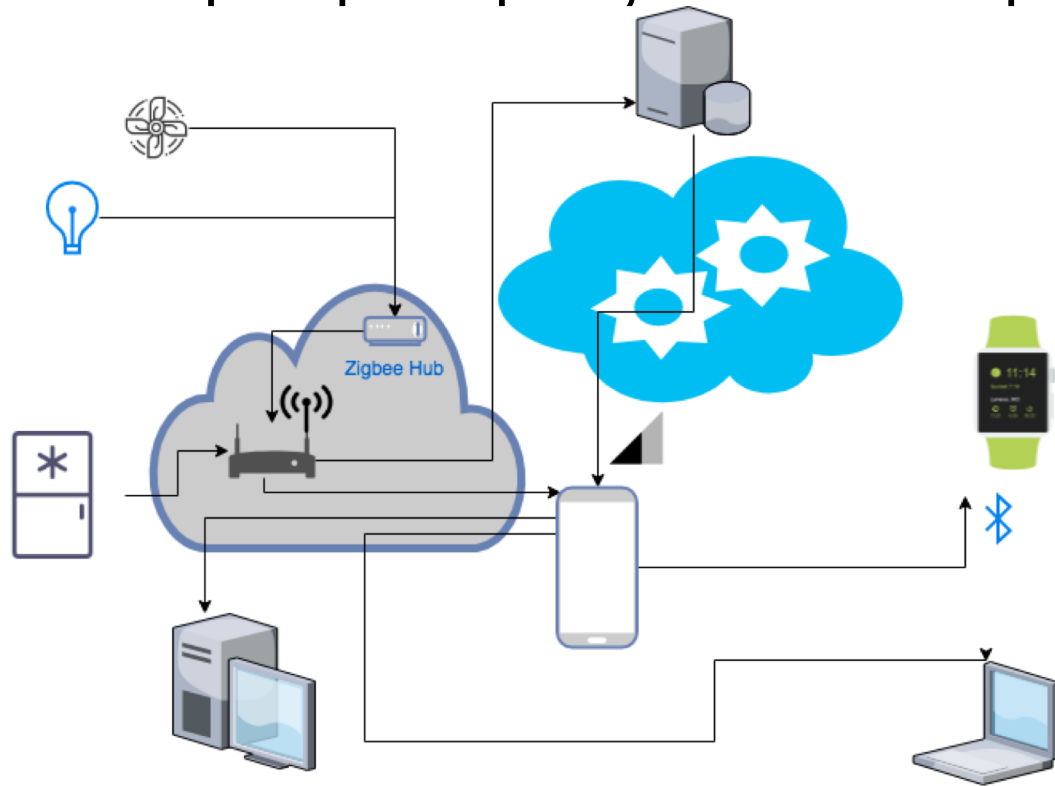
- Τόπος Ελέγχου (locus of control) (Rotter, 1954)
 - Εσωτερικός: αποδίδουμε αποτελέσματα συμβάντων στο δικό μας έλεγχο
 - Στο χρήστη (εφαρμογή)
 - Εξωτερικός: σε εξωτερικές συνθήκες
 - Στη συσκευή (εντελώς αυτόνομη)
 - Υβριδικό (προ-δραστική)
 - Η αυτόνομη λειτουργία των συσκευών και υπηρεσιών είναι απαραίτητη (αρχές ΔΥ)
 - Πρέπει ωστόσο να υποστηρίζεται ο εσωτερικός τόπος ελέγχου (Schneidermann, 1997)

Οπότε η λύση...

- Ειδοποιήσεις στο κινητό!
 - Δανειζόμαστε τις αλληλεπιδραστικές διεπαφές άλλων συσκευών για να παρέχουμε ένα UI προς την υπηρεσία μας
 - Υποστηρίζουμε έτσι multitasking και καλύτερη εκμετάλλευση του χρόνου (Anderson et al. 2018)
 - Ιδίως όταν οι ειδοποιήσεις είναι context-aware
 - In-situ
 - Just-in-time
 - Task-relevant
 - Socially-aware
 - ...



Διαμοιρασμός ειδοποιήσεων



- Sahami Shirazi, A., Henze, N., Dingler, T., Pielot, M., Weber, D., & Schmidt, A. (2014, April). Large-scale assessment of mobile notifications. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3055-3064). ACM.
- Weber, D. (2017, September). Towards smart notification management in multi-device environments. In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (p. 68). ACM.

Komninos (2016) NotifHUEcations
<https://youtu.be/6RrzJ5E4iv4?t=60>

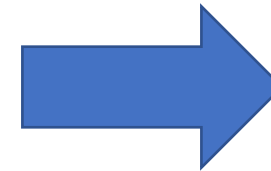
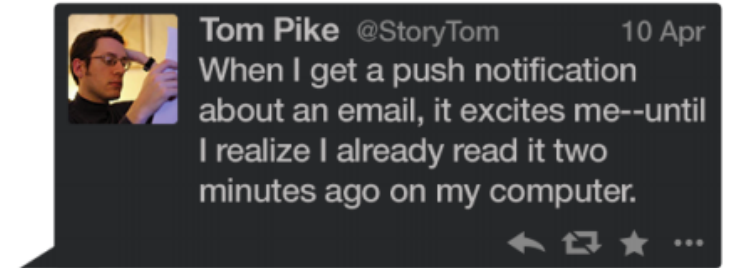
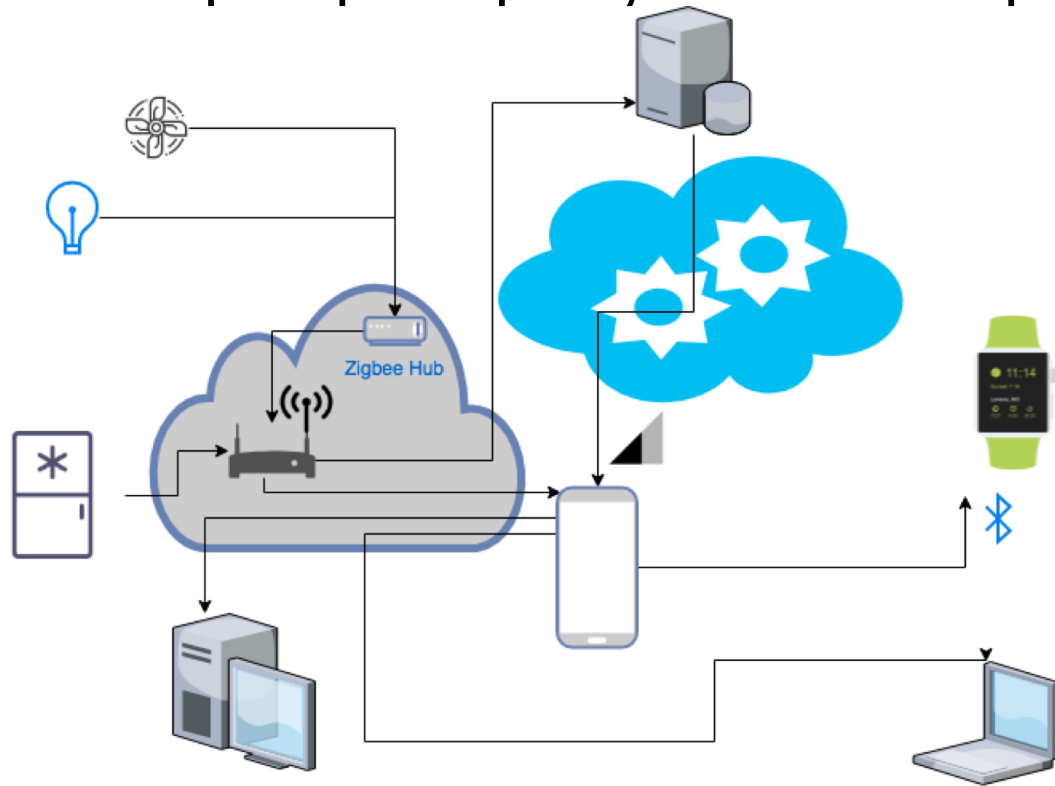


Get your Android notifications right on your desktop.



Sahami Shirazi, A., Henze, N., Dingler, T., Pielot, M., Weber, D., & Schmidt, A. (2014, April). Large-scale assessment of mobile notifications. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3055-3064). ACM.

Διαμοιρασμός ειδοποιήσεων



- Sahami Shirazi, A., Henze, N., Dingler, T., Pielot, M., Weber, D., & Schmidt, A. (2014, April). Large-scale assessment of mobile notifications. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3055-3064). ACM.
- Weber, D. (2017, September). Towards smart notification management in multi-device environments. In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (p. 68). ACM.

Στην πραγματικότητα...

<https://www.youtube.com/watch?v=RAjkoEvhDw>

Επίσης στην πραγματικότητα

<https://www.youtube.com/watch?v=EiLaLKI38Pc>

<https://www.youtube.com/watch?v=IJI5ANglbwg>

ΣΥΝΕΠΩΣ...

- Οι ειδοποιήσεις δεν (θα έπρεπε να) είναι κομμάτι του user interface
- Στην πραγματικότητα και οι ειδοποιήσεις είναι μια (meta) υπηρεσία
 - Σκοπός: Να ενημερωνόμαστε έγκαιρα και με πρόσφορο τρόπο, για συμβάντα που σχετίζονται με τους άλλους παράλληλους στόχους μας
 - Παρέχεται εκεί που βρίσκεται ο χρήστης
 - Για να τον υποστηρίξει σε κάποιο τρέχοντα σκοπό
 - Οι περισσότερες ειδοποιήσεις οφείλονται σε εξωτερικό τόπο ελέγχου
 - Δραστηριότητες φίλων και άλλων ανθρώπων ή συστημάτων
 - Αλλαγές στον καιρό
 - Κ.α.
 - Είμαστε ανήμποροι να επιτύχουμε το σκοπό αυτό αποτελεσματικά χωρίς υποβοήθηση
 - Όγκος (>60 τη μέρα, Pielot et al. 2014)
 - Είδος (>14 κατηγορίες εφαρμογών, Shahami Shirazi et al. 2014)
 - Περιεχόμενο (Mehrotra et al. 2015)
 - Τροπικότητα παράδοσης

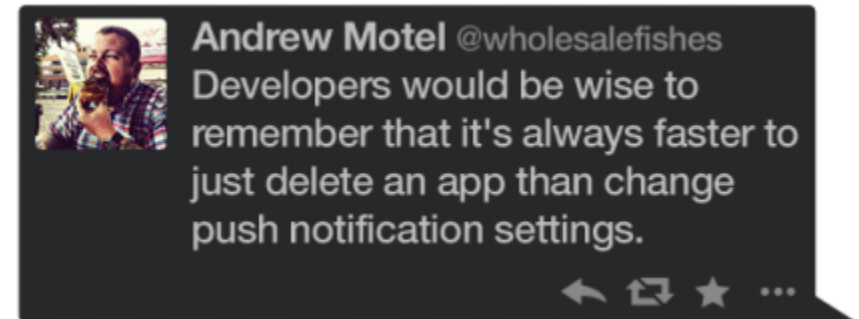
Pielot, M., Church, K., & De Oliveira, R. (2014, September). An in-situ study of mobile phone notifications. In *Proceedings of the 16th international conference on Human-computer interaction with mobile devices & services* (pp. 233-242). ACM.

Sahami Shirazi, A., Henze, N., Dingler, T., Pielot, M., Weber, D., & Schmidt, A. (2014, April). Large-scale assessment of mobile notifications. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3055-3064). ACM.

Mehrotra, A., Musolesi, M., Hendley, R., & Pejovic, V. (2015, September). Designing content-driven intelligent notification mechanisms for mobile applications. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 813-824). ACM.

Αλλά η αδυναμία μας δεν τελειώνει εκεί

- Η απόκριση εξαρτάται από το τρέχον πλαίσιο (Okoshi et al. 2015)
 - Τρέχουσα δραστηριότητα
 - Φυσική δραστηριότητα / κινητικότητα
 - Σχέση με αποστολέα
 - Τοποθεσία
 - Ώρα
 - Κοινωνικός περίγυρος
 - Ιδιωτικότητα
 - Τροπικότητα
 - Φύλο του παραλήπτη (και περιεχόμενο) (Kato & Kato 2015)
- Και βέβαια, όλα αυτά έχουν επίπτωση (ίσως μερικές φορές και αδίκως)



Kato, Y., & Kato, S. (2015). Reply speed to mobile text messages among Japanese college students: When a quick reply is preferred and a late reply is acceptable. *Computers in Human Behavior*, 44, 209-219.

Okoshi, T., Ramos, J., Nozaki, H., Nakazawa, J., Dey, A. K., & Tokuda, H. (2015, September). Reducing users' perceived mental effort due to interruptive notifications in multi-device mobile environments. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 475-486). ACM.

Τι ακριβώς συμβαίνει;

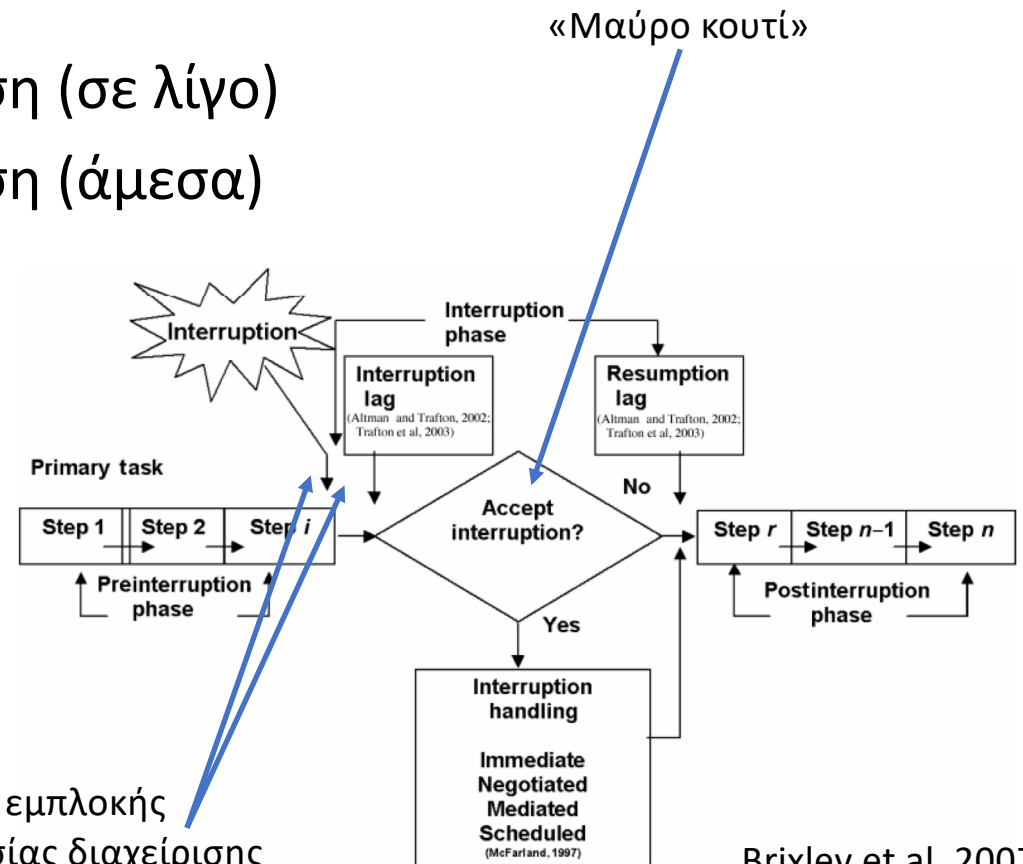
- Ο χρήστης (και όχι το σύστημα) πρέπει να λάβει την απόφαση τι να κάνει μόλις αντιληφθεί μια ειδοποίηση (Horvitz et al. 2003)
- Ο άνθρωπος ακολουθεί ένα σειριακό μοντέλο *sensation* → *perception* → *action* όπου η δράση αποφασίζεται μέσα από ένα πλαίσιο διατυπωμένων κανόνων (Ernst & Büllhof 2004)
- Λεπτομερέστερα (Brixey et al. 2007):
 - Αντιλαμβανόμαστε μια ειδοποίηση
 - Μικρή παύση για το τελείωμα (μέρους) τρέχουσας δραστηριότητας
 - Διαδικασία λήψης απόφασης διαχείρισης
 - Ενέργεια
 - Μικρή παύση για την επαναφορά στην προηγούμενη δραστηριότητα
 - Συνέχιση τρέχουσας δραστηριότητας

Και τι κάνουμε;

- Εμπλεκόμαστε με την ειδοποίηση (σε λίγο)
- Εμπλεκόμαστε με την ειδοποίηση (άμεσα)
- Αναβάλλουμε την εμπλοκή
- Απορρίπτουμε την εμπλοκή



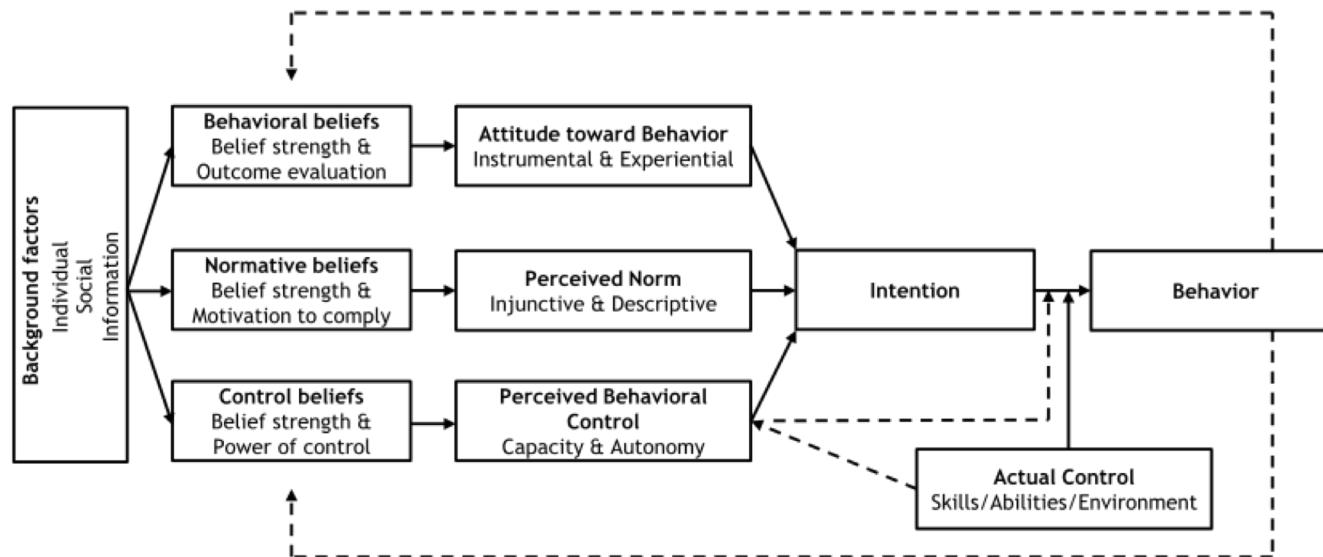
Σημεία εμπλοκής
υπηρεσίας διαχείρισης
ειδοποιήσεων



Brixley et al. 2007

Πως αποφασίζουμε τι θα κάνουμε;

- Μοντέλο *perception* → *memory* → *judgement*, όπου η μνήμη μοντελοποιεί το συμβάν με βάση πρότερη γνώση (κανόνες) (Fu et al. 2014)
- Reasoned Action Approach (Fishbein & Ajzen 2009)



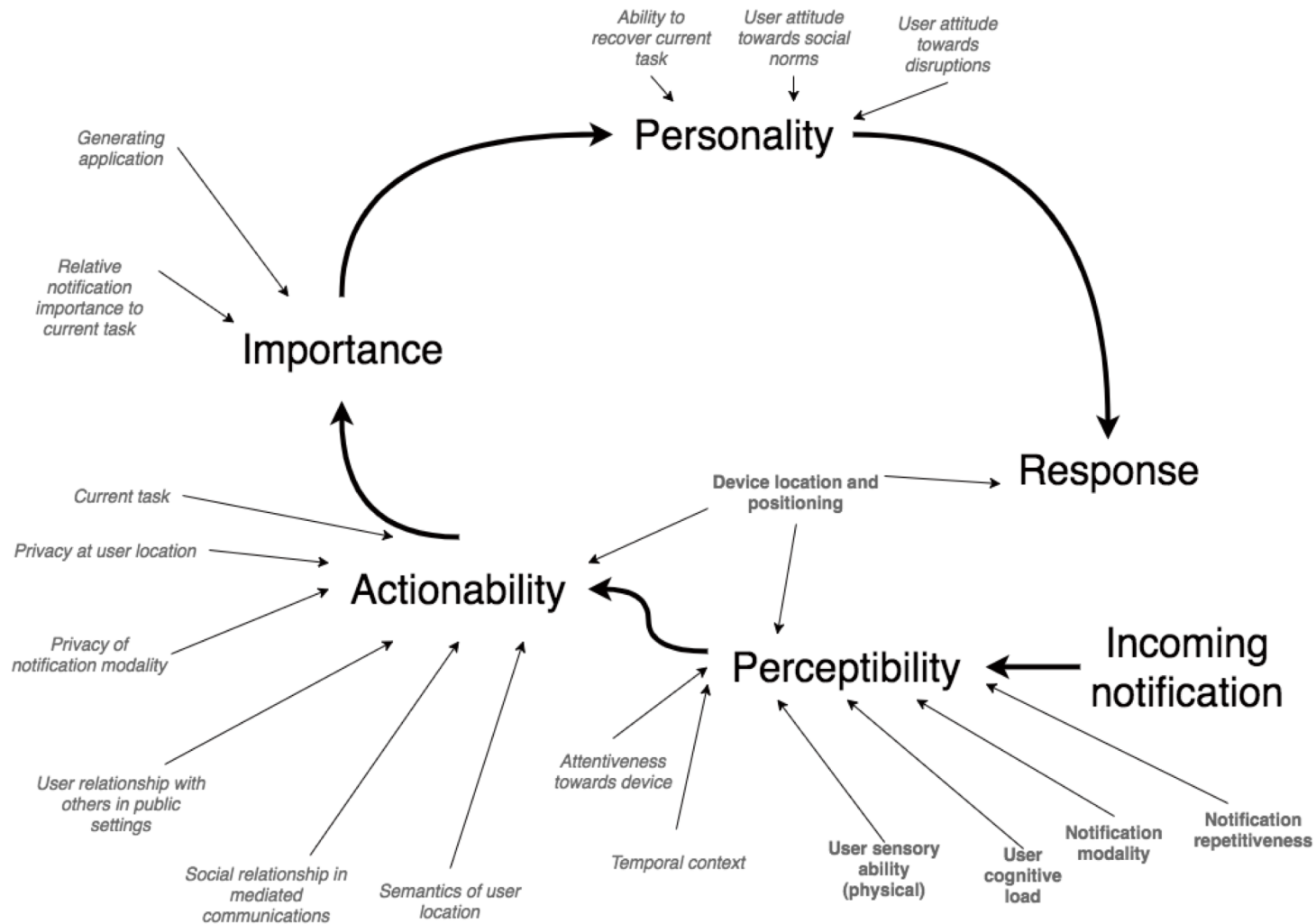
- Πέρα από τα όσα ήδη αναφέραμε, επιπλέον παράγοντας είναι το εκτιμώμενο κόστος επαναφοράς στην τρέχουσα δραστηριότητα (Iqbal & Horvitz 2007)

Iqbal, S. T., & Horvitz, E. (2007, April). Disruption and recovery of computing tasks: field study, analysis, and directions. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 677-686). ACM.

Fishbein, M. & Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior: The Reasoned Action Approach*. New York: Taylor & Francis.






Fu, X., Cai, L., Liu, Y., Jia, J., Chen, W., Yi, Z., ... & Wu, C. (2014). A computational cognition model of perception, memory, and judgment. *Science China Information Sciences*, 57(3), 1-15.

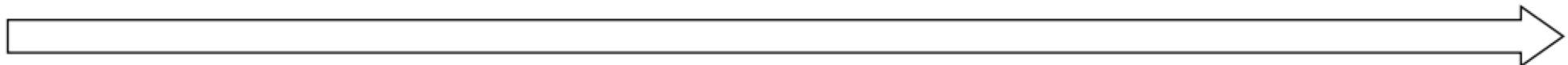
- Μια πραγματική πρόκληση είναι η διαχείριση του τρόπου ελέγχου
 - Overrides?
- Αλλά εν τέλει, ότι κι αν κάνουμε δεν έχει αξία αν ο χρήστης δε μπορεί να αντιληφθεί την ειδοποίηση!



Komninos et al. (unpublished)

Πως θα λύσουμε το πρόβλημα;

	Sensing	Processing	Inferring	Modeling	Managing
<i>Description</i>	Gathering sensor data from environmental or embedded sensors	Processing sensor data extracting patterns of interests	Inferring high-level concepts from extracted features	Infer and model the interruptibility based on contextual information	Managing the attentional state of the user
<i>Challenges</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor selection • Data storage • Power consumption 	<ul style="list-style-type: none"> • Feature selection • Feature computation • Segmentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Annotation • Classification errors • Classifier selection 	<ul style="list-style-type: none"> • Contextual correlation • Underlying theories • Weighting 	<ul style="list-style-type: none"> • Handling strategy • Adaptive management • Modality
<i>Example</i>	 <p>Sample acceleration sensors and application usage during the day</p>	 <p>Preprocess signals and extract features from acceleration and application usage</p>	 <p>Infer, train, and test classifiers for activity recognition. Cascade multiple classifiers if necessary</p>	 <p>Build interruptibility models to infer opportune moments for interruptions</p>	 <p>Defer notifications until breakpoints have been identified</p>



Komninos, A., Besharat J., Stefanis V., & Garofalakis J. (2018)

**Perceptibility of Mobile Notification Modalities During
Multitasking in Smart Environments.**

14th International Conference on Intelligent Environments (IE '18).
Rome, Italy, IEEE.

Γενικότερα...

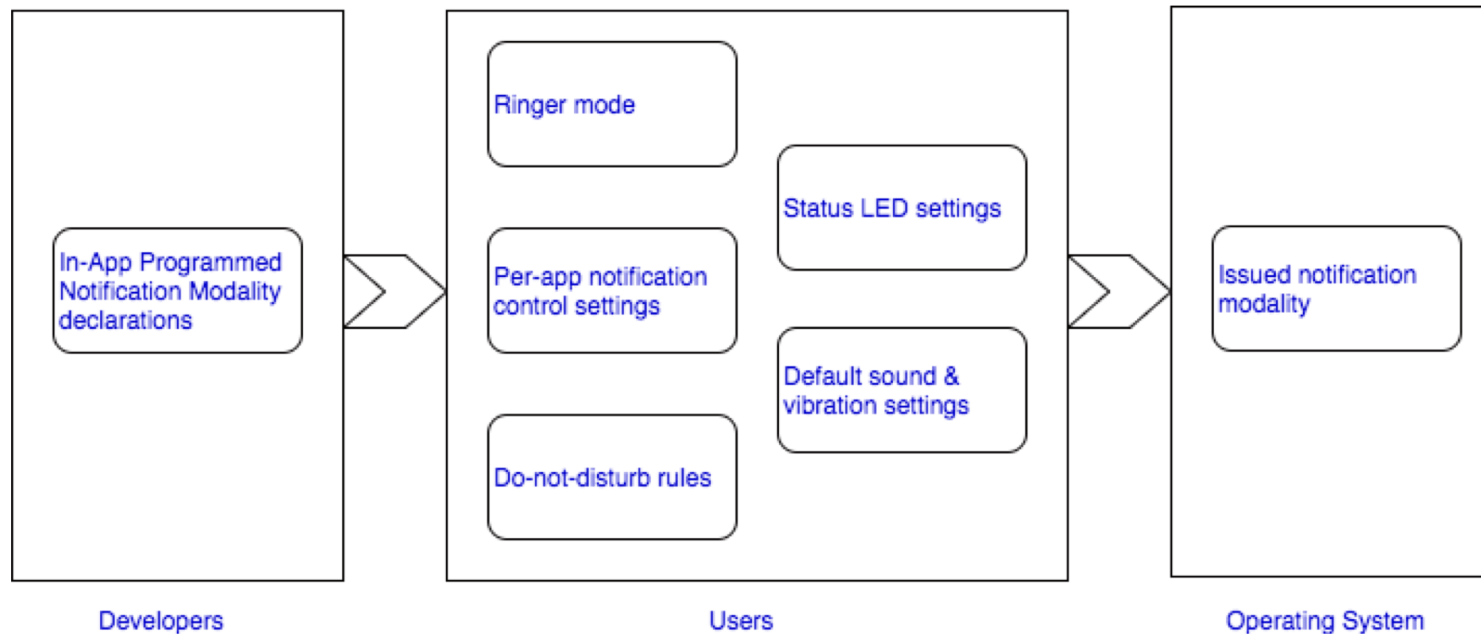
- Οι τροπικότητες ειδοποιήσεων στα κινητά είναι συνήθως ηχητικές, απτικές και οπτικές
- Έλεγχος:
 - Προγραμματιστές: τροπικότητα, συνδυασμοί, παράμετροι
 - Χρήστες: έξοδοι συσκευής (ringer mode)
- Δεν υπάρχει διάκριση (ούτε στη βιβλιογραφία) μεταξύ της επιμονής και της δυνατότητάς της για υποστήριξη μη επείγουσων ή χαμένων ειδοποιήσεων

Βιβλιογραφία

- Λίγες μόνο εργασίες που αναφέρονται στην τροπικότητα και τη σχέση της με το χρόνο αντίδρασης, αλλά με ανάμεικτα συμπεράσματα
 - Εστίαση στη μελέτη του ringer mode
 - Οι χρήστες είναι το ίδιο προσηλωμένοι ακόμα κι αν η συσκευή είναι στο αθόρυβο (προδραστική παρακολούθηση) (Mehrotra et al. 2016)
 - Ringer mode -> αδύναμο προγνωστικό χαρακτηριστικό του χρόνου αντίδρασης (Pielot et al. 2014b)
 - 12 φορές περισσότερο πιθανό να ελέγξουν μια ειδοποίηση που έχει είτε ήχο είτε δόνηση μαζί με το οπτικό σήμα (Masshadi et al. 2014)
 - Καμμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τροπικοτήτων και συνδυασμών (Masshadi et al. 2014)
 - Ήχος & δόνηση < ήχος < δόνηση (Mehrotra et al. 2016)
 - Δόνηση < εντελώς αθόρυβο \approx ήχος και δόνηση (Pielot et al. 2014a)

Βιβλιογραφία

- Εστιάζει αποκλειστικά στο **ringer mode**
 - **Ringer mode ≠ τροπικότητα!**
 - Επιστρέφουμε στα ζητήματα τύπου του ελέγχου μεταξύ app, OS, χρηστών

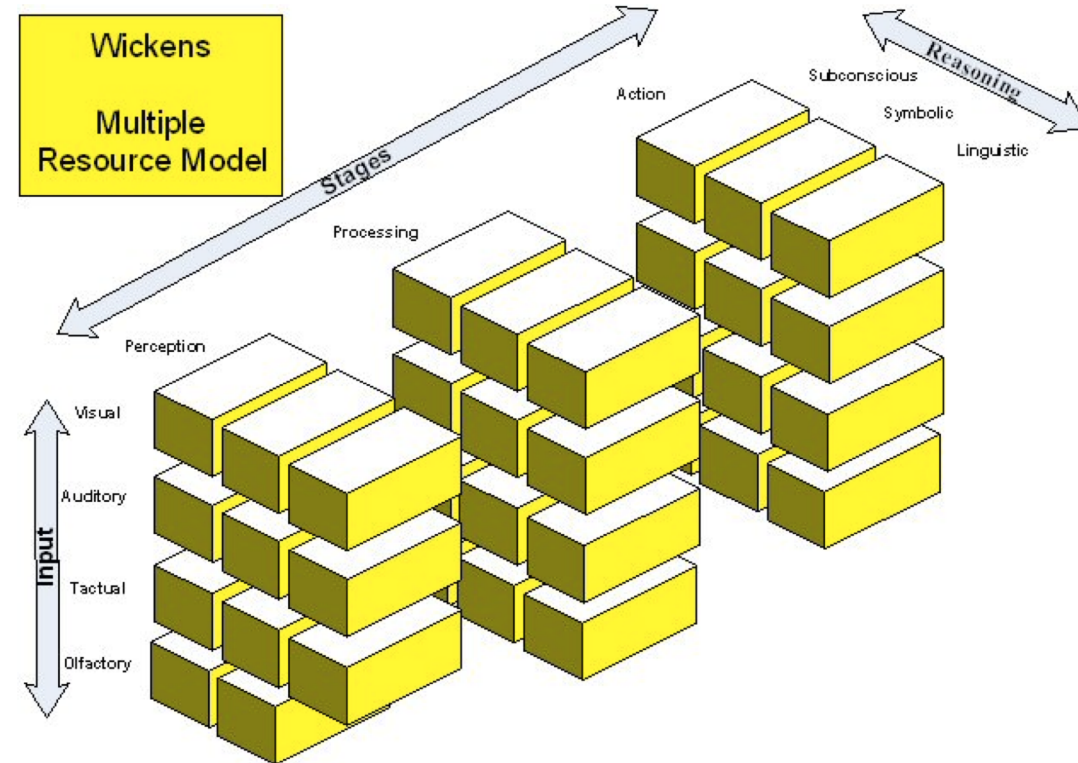


Βιβλιογραφία

- Ένα άλλο ζήτημα είναι η εσωτερική εγκυρότητα των μελετών
 - Εντελώς αγνοημένο ζήτημα καθώς όλες ήταν μελέτες πεδίου
 - Το πλαίσιο επηρεάζει σημαντικά το χρόνο απόκρισης
 - Mehrotra et al. 2015
 - Okoshi et al. 2015
 - Poppinga et al. 2015
 - Shirazi et al. 2014
 - Καμία απολύτως διόρθωση ή έλεγχος των αποτελεσμάτων!

Κίνητρο

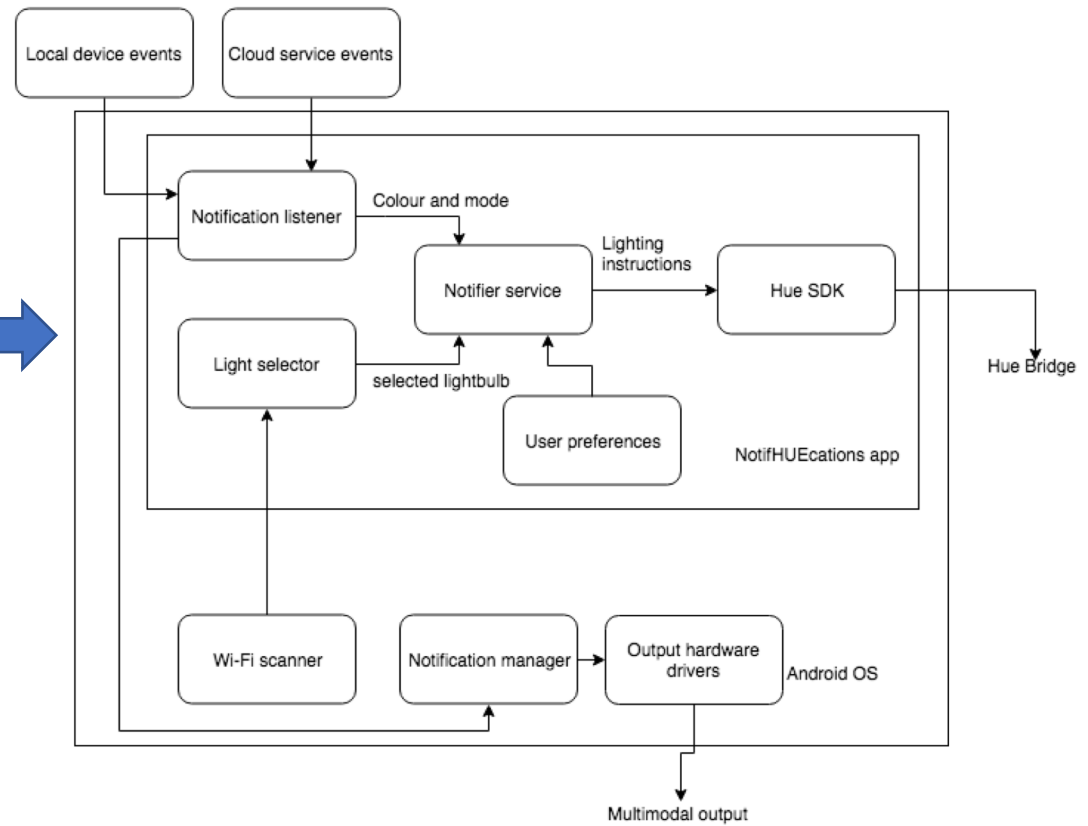
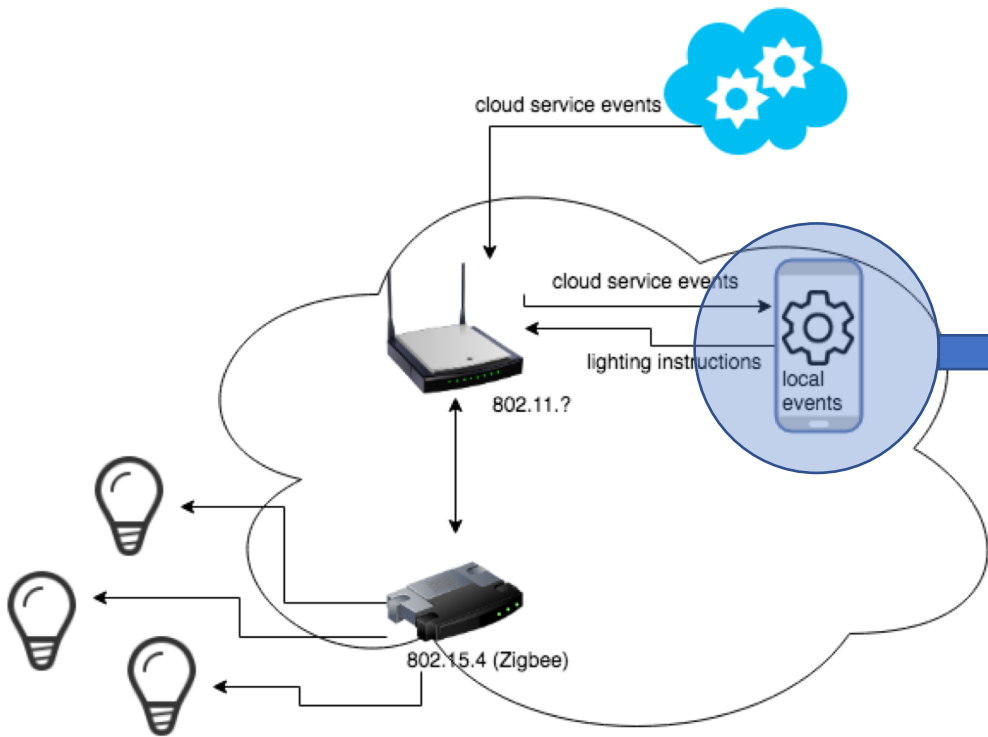
- Ένα ελεγχόμενο πείραμα που θα θέσει κάποιες αξιόπιστες βάσεις
 - Διατήρηση ισχυρής εσωτερικής εγκυρότητας
 - Χρήση ενός οικολογικά έγκυρου σεναρίου
 - Χρήστες που κάνουν multitasking (γνωσιακή εστίαση εκτός κινητού)
 - Υπερφόρτωση αισθητηριακών καναλιών (ανταγωνισμός πόρων)
 - Σύνηθες σενάριο που δε θα επηρεάσει τεχνητά το χρόνο αντίδρασης (καθισμένοι στο γραφείο)
 - Προσθήκη μιας ακόμη τροπικότητας ευφυούς περιβάλλοντος
 - Ambient lighting system (ALS)



Λίγο ακόμη υπόβαθρο

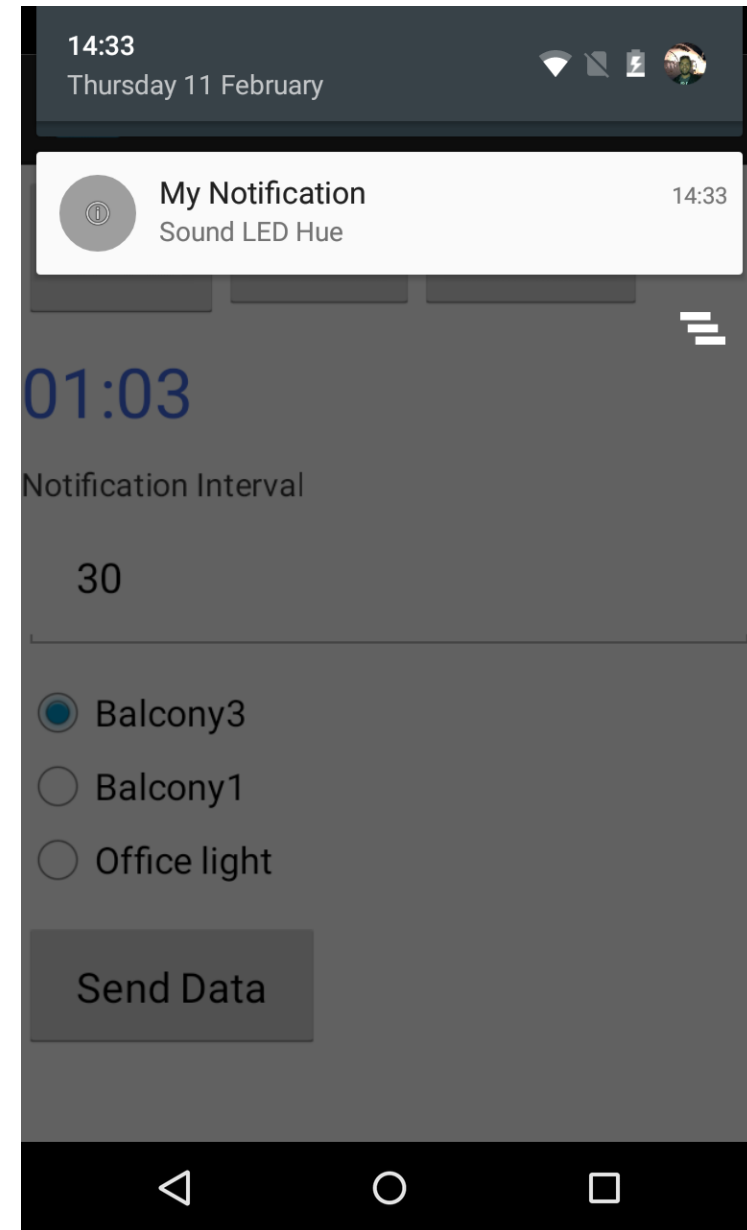
- Θέση της συσκευής “out on desk” (68% “right now”) (Wiese et al. 2013)
- Εντός «ακτίνας» του χεριού του χρήστη (Dey et al. 2011, Wiese et al. 2013)
- Τα ALS είναι
 - Symbolic displays (Pousman et al. 2006)
 - Στην περιφέρεια της προσοχής του χρήστη (Matviienko et al. 2015)
 - Ιδανικά για χρήση στο σαλόνι ή το γραφείο (Alt et al. 2010)
- Κι έτσι...





Το πείραμα

- Εφαρμογή για Android + Philips Hue που παράγει ειδοποιήσεις με διάφορους συνδυασμούς τροπικότητων
 - Visual (iconic representation on screen - n/a)
 - **Visual (LED) - persistent**
 - **Visual (ALS) - persistent**
 - **Audio (earcon) – once only**
 - **Tactile (vibration pattern) – once only**
- Απόρριψη της ειδοποίησης αμέσως μόλις γίνει αντιληπτή.



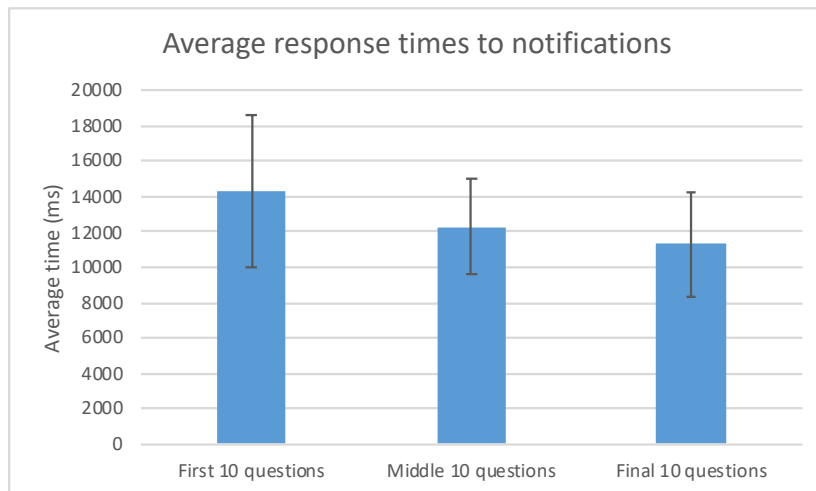
Το πείραμα

- Ταυτόχρονα
 - Παιχνίδι bubble shooter game
 - Ακρόαση αγώνα basket και καταγραφή ονόματος παίκτη σε κάθε αναφορά
- Μια ειδοποίηση κάθε 30s
- 25 συμμετέχοντες (7f), φοιτητές πληροφορικής, ηλικία 18-29
- 20 Android, 2 iOS, 3WP χρήστες

Επικύρωση

- Συμφόρηση γνωσιακής επεξεργασίας

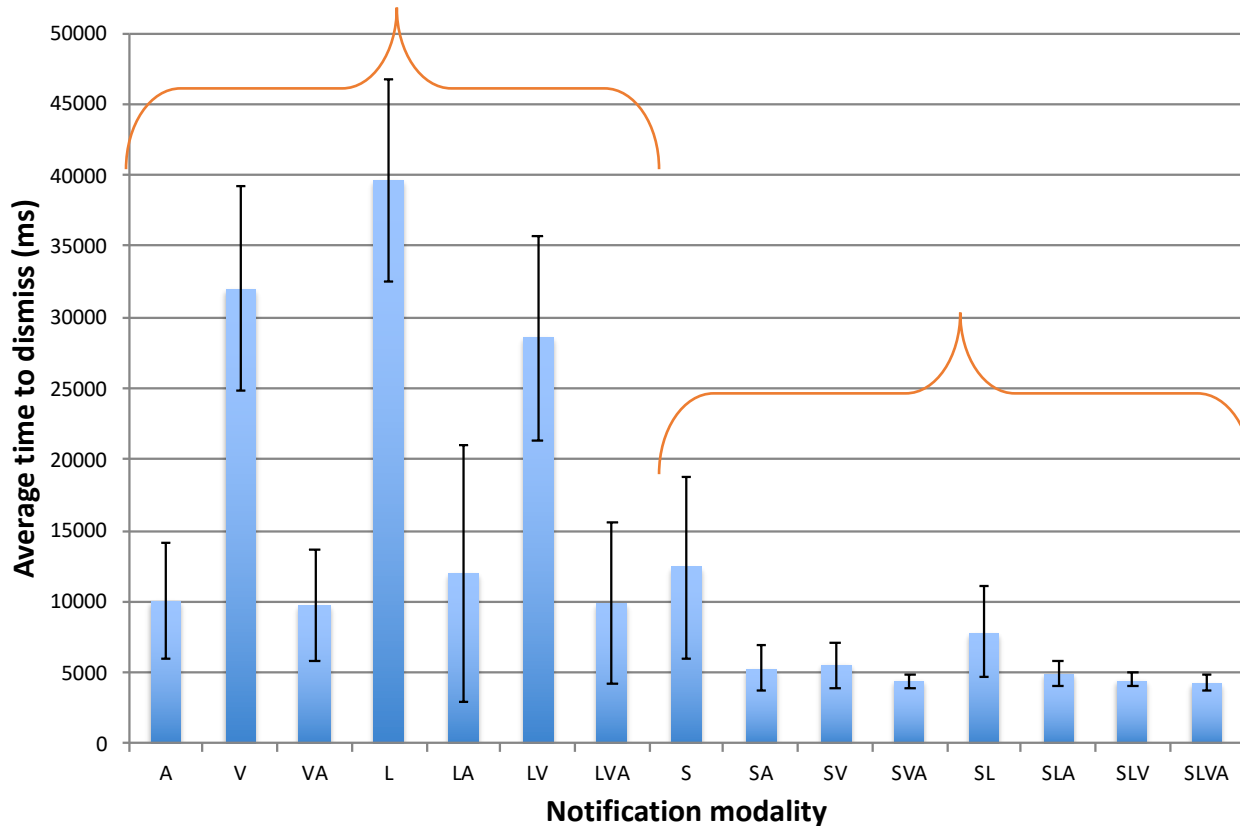
- Μπορούμε να παρακολουθούμε πολλαπλές ροές εισόδου (αισθήσεις) αλλά αν περιέχουν «στόχους» σε κοντινές χρονικές στιγμές, κάποιιοι στόχοι θα χαθούν αναπόφευκτα
- Έλεγχος για learning effects & γνωσιακό φόρτο



Error bars at 95%ci

- Δεν εντοπίστηκαν.
 - Friedman $\chi^2=2.880$, $p=0.237$,
 - B/F corrected WSR tests χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές.
 - Ισχύς μελέτης με Cohen's $d=0.53$ (medium effects)
- Ο Μ.Ο. χρόνου απόκρισης αρκετά μεγάλος (~10s)
- Καταγραφή ονόματος παίκτη $\mu=4.36$ φορές / 19 ($\sigma=3.2$)

Αποτελέσματα



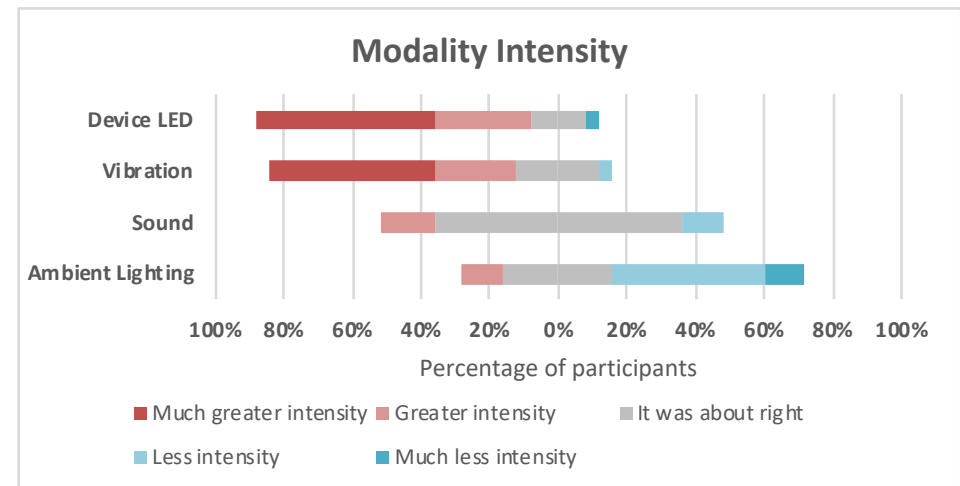
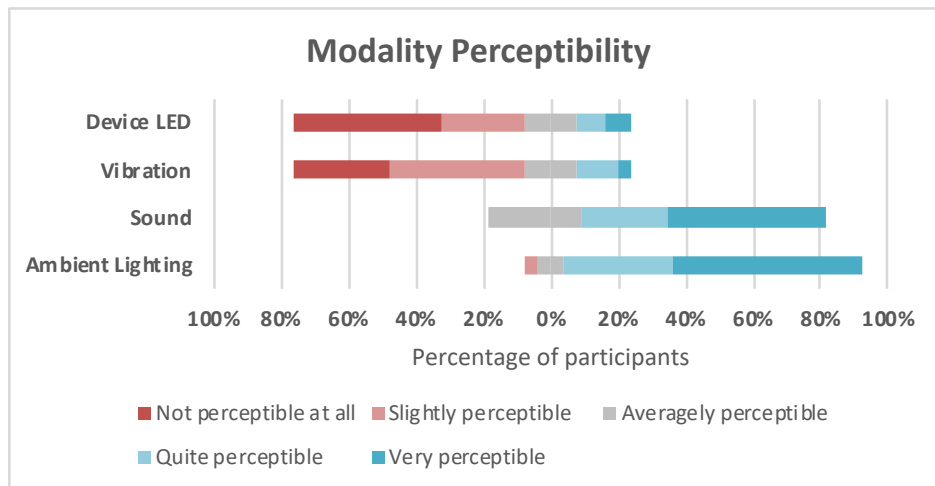
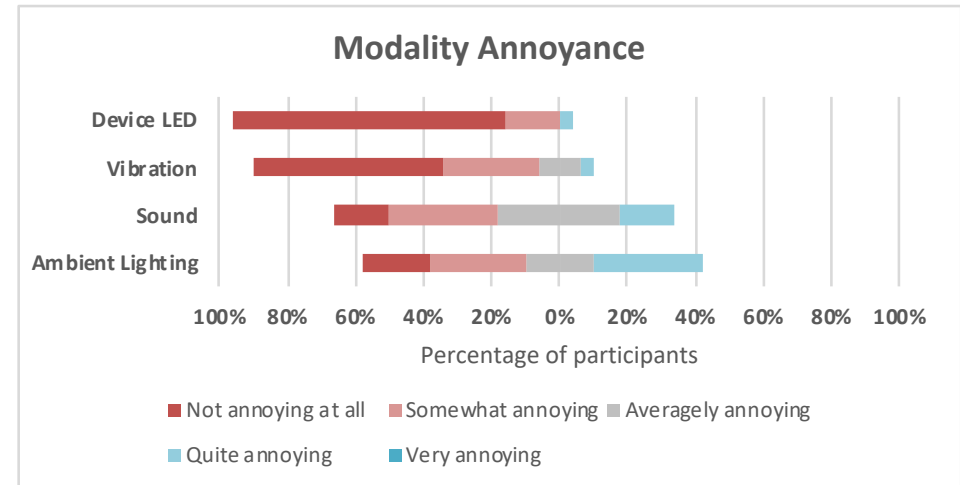
Error bars at 95%ci

All pairwise tests WSR, significance reported at $p < 0.05$ level

- Ο χρόνος απόκρισης μειώνεται όταν προσθέτουμε
- Ήχο εκτός LA & LVA
- ALS εκτός SV, SL & SLV
- Vibration μόνο στα L, S
- LED – δεν επηρεάζει καθόλου.
- Το αποτέλεσμα της προσθήκης δόνησης αντιτίθεται στις προηγούμενες μελέτες.

Υποκειμενική αξιολόγηση

- 5 point Likert scales για την ενοχλητικότητα, αντιληψιμότητα και ένταση



Συμπεράσματα

- Χρειάζεται αρκετός χρόνος όταν κάνουμε multitasking για απόκριση σε κάποια ειδοποίηση, ακόμη κι αν
 - η πρόθεση είναι η άμεση απόκριση και
 - οι δραστηριότητες δεν είναι κρίσιμες
 - ~5secs στην καλύτερη, 40secs στη χειρότερη
- Πρώτη εργασία που επιβεβαιώνει πειραματικά το φαινόμενο του interruption lag (Brixley et al. 2007) σε κινητά περιβάλλοντα.
 - Ορίζεται ένα ελάχιστο όριο «προσήλωσης» -> πρβλ. αμετάκλητες ενέργειες πληκτρολόγησης (Salhouse 1986)
 - Κόστος ειδοποιήσεων σε **χρόνο** και **γνωσιακό φόρτο** (ακόμα και στην «χαζή» περίπτωση που στο μαύρο κουτί δε γίνονται πολύπλοκες διεργασίες λήψης αποφάσεων)



Συμπεράσματα

- Σημαντικές διαφοροποιήσεις από τα συμπεράσματα προηγούμενων μελετών στο πεδίο (ringer mode)
- Ο ήχος και τα ALS είναι ο καλύτερος τρόπος απόσπασης προσοχής
 - Και οι δύο θέτουν ζητήματα ιδιωτικότητας
- Η δόνηση και το LED είναι λιγότερο αντιληπτά, αλλά λιγότερο ενοχλητικά
 - Καλύτερη ιδιωτικότητα αλλά όχι 100%
- Το LED είναι καλό για μη-επείγουσες ειδοποιήσεις ή συμπλήρωμα σε τροπικότητες που δεν είναι επίμονες
- Η δόνηση ενδείκνυται για ιδιωτικές και επείγουσες ειδοποιήσεις αλλά το μοτίβο πρέπει να είναι «μακρύ» και διακριτό (phantom experiences!)

Επίσης

- Η χρήση τροπικοτήτων πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά
 - Περιορισμός του ανταγωνισμού για πόρους στον άνθρωπο
 - Εξοικονόμηση ενέργειας!

Komninos, A., Frengkou, E. & Garofalakis J. (2018)

Predicting User Responsiveness to Smartphone Notifications for Edge Computing

2018 European Conference on Ambient Intelligence, Larnaca, Cyprus
(Springer).

Υπόβαθρο

- Μπορούμε να προβλέψουμε το χρόνο απόκρισης σε μια εισερχόμενη ειδοποίηση;
 - Καλύτερη διαχείριση, π.χ.
 - Να την εκδώσουμε αργότερα (defer)
 - Με διαφορετικό τρόπο (π.χ. για πιο γρήγορη απόκριση)
 - Λιγότερο ενοχλητικά και
 - Με περισσότερο νόημα για το χρήστη

Paper	Notifica- tion source	Users	# Notifica- tions	Context features	Measurement	Perfor- mance
Okoshi et al. [1]	Single app	687,840	N / A	387	Response time	49.7% re- duction
Pielot et al. [4]	Single app	337	78,930	201	Notification ac- ceptance	0.31 (F ₁ score)
Turner et al. [5]	Single app	93	11,396	9	Notification ac- ceptance (multi- level)	~80% prec.
Poppinga et al. [7]	Single app	314	6,581	9	Notification ac- ceptance (binary)	77.48% acc.
Pielot et al. [6]	Messaging apps	24	6,423	17	Attentivess (bi- nary)	68.71% acc.
Okoshi et al. [8]	Single app	30	2,162	45	Response time	12% reduc- tion
Turner et al. [9]	Single app	93	11,396	9	Notification ac- ceptance (multi- level)	34-65% acc.
Mehrotra et al. [10]	All apps	35	70,000	14	Notification ac- ceptance (binary)	70-80% specificity

Παρατηρήσεις

- Συνήθως παρατηρείται η απόκριση σε ειδοποιήσεις από μία μόνο εφαρμογή
- Αδιάκριτη χρήση πολλών γνωρισμάτων
 - Συχνή χρήση γνωρισμάτων που έχουν ζητήματα ιδιωτικότητας (θέση, εφαρμογή)
 - Χρήση μόνο του ringer mode σαν γνώρισμα
 - Χρήση τιμών αισθητήρων (συνεχής ροή -> επίπτωση σε μπαταρία!)
 - Επιπτώσεις στην υπολογιστική πολυπλοκότητα (edge computing vs. cloud computing) -> επεξεργασία ή μετάδοση δεδομένων -> μπαταρία!
- Ελλιπείς πληροφορίες για την προεπεξεργασία δεδομένων
- Χρήση κατηγοριοποίησης και όχι παλινδρόμησης

Καταγραφή δεδομένων

- Εφαρμογή χωρίς UI που λειτουργεί ως υπηρεσία παρασκηνίου στο Android
- «Ενεργοποίηση» της υπηρεσίας μόνο κατά τη λήψη / διαχείριση ειδοποιήσεων
- Καταγραφή γνωρισμάτων (12) με όσο το δυνατό περισσότερο σεβασμό στη διατήρηση ιδιωτικότητας
- Έμφαση στην πραγματική τροπικότητα έκδοσης και όχι απλά το ringer mode

	Feature	Description	Values
Notifi- cation fea- tures	Time posted	Timestamp at issue time	Unix time (seconds)
	Time removed	Timestamp at dismissal time	Unix time or blank (self-cancelling notifs.)
	Package name	Package identifier of the application	String literal
	Sound	Use a custom sound at issue time?	Sound clip URI
	Default sound	Use the device defaults at issue time?	True false
	LED	Use a custom LED colour and pat- tem at issue time?	LED on/off time pattern
	Default LED	Use the device defaults at issue time?	True false
	Vibration pattern	Use a custom vibration pattern at is- sue time?	Vibration on/off time pattern
	Default vibration	Use the device defaults at issue time?	True false
	Notification flags	A bit mask with flags related to the notification.	1: should use LED 2: ongoing notification 4: insistent notification 8: only-once 16: auto-cancelling 32: no-clear 64: foreground 128: high priority 256: local only 512: group summary
Device fea- tures	Ringer mode	The current device ringer mode	0: silent (LED only) 1: vibration & LED 2: sound, vibr. & LED
	Interactive	Whether the device is in a current “interactive” state (ready to interact with the user)	0: device sleeping 1: ready to interact
	Screen state	The current screen state	1: off 2: on 3: dozing 4: dozing - suspended
	Allow lock- screen notifs.	Are notifs. allowed to be displayed on the lock-screen of the device?	True false

Καταγραφή

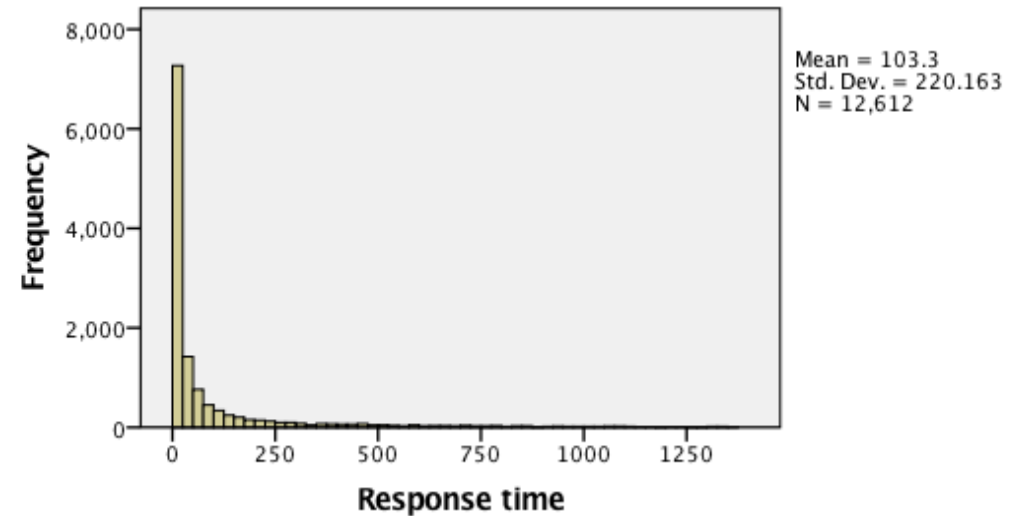
- 26 συμμετέχοντες -> 14 τελικοί (6f)
- 4 εβδομάδες
- Ηλικίες 18-22
- Σύνολο 176.195 ειδοποιήσεις

Μετασχηματισμός και καθάρισμα

- Από «ωμά» δεδομένα τροπικότητας, στην πραγματική τροπικότητα -> σύντηξη σε τρία συνθετικά γνωρίσματα (booleans)
 - Had LED
 - Had Sound
 - Had Vibration
- Χρόνος διαγραφής – χρόνος έκδοσης = χρόνος απόκρισης
- Χρόνος έκδοσης -> ώρα έκδοσης
- Απόρριψη ειδοποιήσεων που είναι μόνιμες
- Απόρριψη ψευδών ειδοποιήσεων (system events) -> χρόνος απόκρισης=0
- Απόρριψη ειδοποιήσεων με χ.α.>1376s (~22m) (90% συνόλου)

Τελικό σύνολο

- 12.612 ειδοποιήσεις
 - Λιγότερο από 10% των ειδοποιήσεων που ανιχνεύονται είναι αλληλεπιδραστικές.
 - Χρόνος απόκρισης
 - $\mu=103.30''$ ($\sigma=220.163''$)
 - διάμεσος 16.00'' (πρβλ. 6.15 λεπτά στους Pielot et al. 2014)
 - $Q3= 75.00''$



Pielot, M., de Oliveira, R., Kwak, H., Oliver, N.: Didn'T You See My Message?: Predicting Attentiveness to Mobile Instant Messages. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. pp. 3319–3328. ACM, New York, NY, USA (2014)

Επιρροή της κατάστασης συσκευής

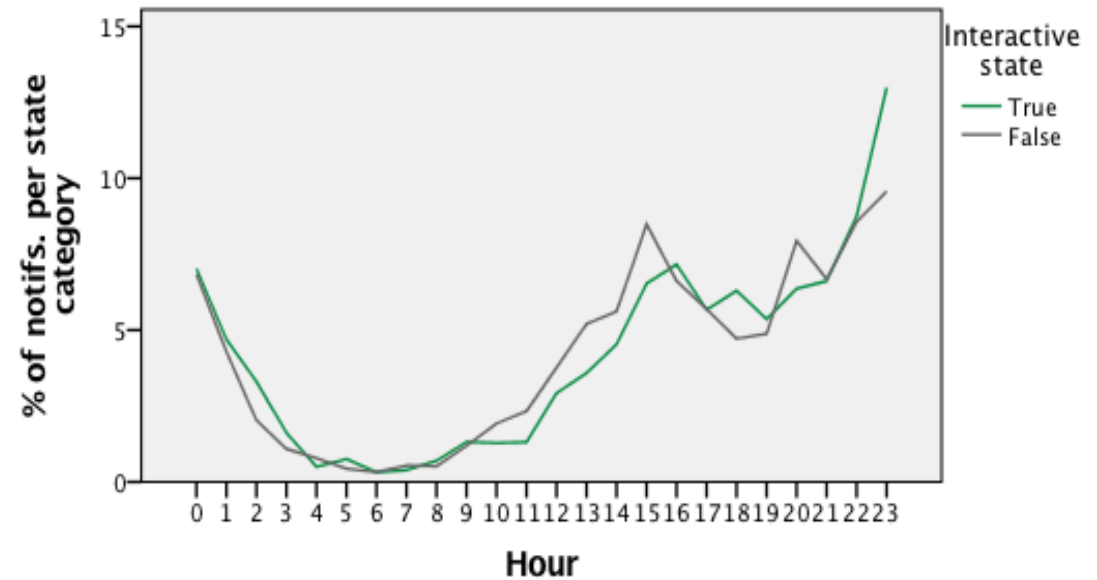
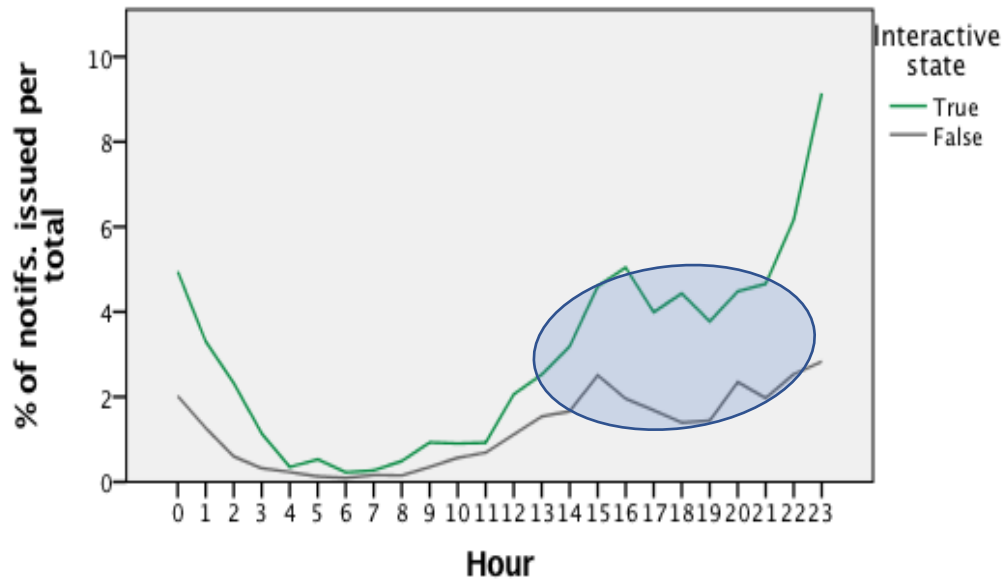
- Ιδιαίτερης σημασίας για μη μόνιμες ειδοποιήσεις και κατανόηση επίπεδου τρέχουσας εμπλοκής χρήστη με τη συσκευή (περισσότερο προσηλωμένοι)
- Μελέτη της κατάστασης οθόνης

- Interactive
- Screen state

Screen state	Interactive	Frequency	Percentage
Off	TRUE	81	0.64%
	FALSE	3689	29.25%
	<i>Total</i>	<i>3770</i>	<i>29.89%</i>
On	TRUE	8782	69.63%
	FALSE	44	0.35%
	<i>Total</i>	<i>8826</i>	<i>69.98%</i>
Dozing	TRUE	0	0.00%
	FALSE	16	0.13%
	<i>Total</i>	<i>16</i>	<i>0.13%</i>

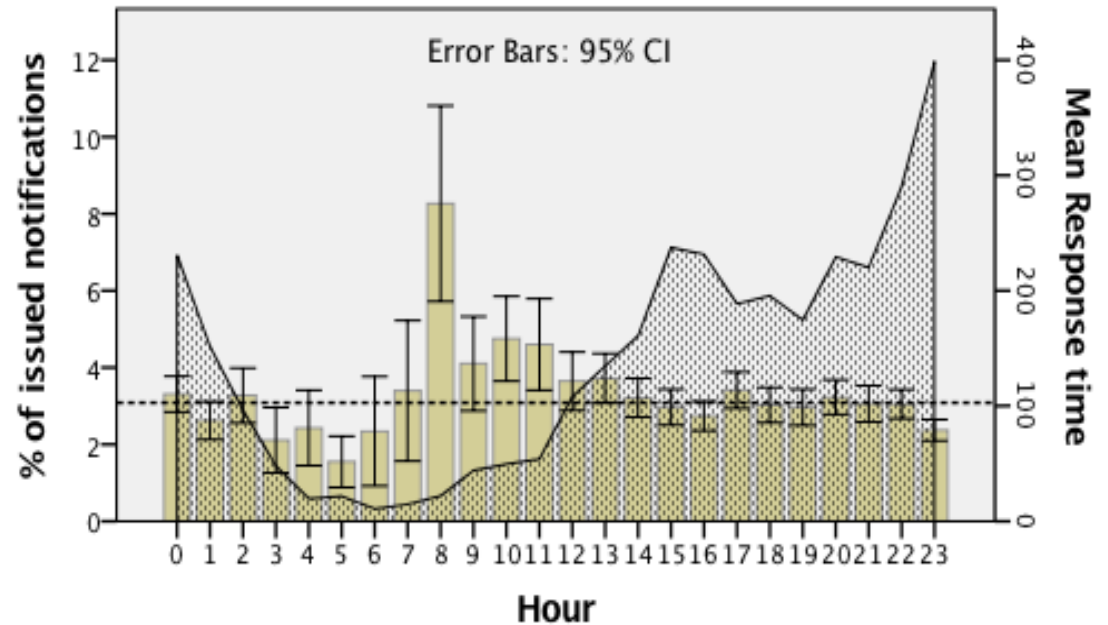
Επιρροή της κατάστασης συσκευής

- Περισσότερη πιθανότητα η συσκευή να είναι Interactive μεταξύ 12μμ – 4πμ
- Πιο πιθανό να είναι οι χρήστες ενεργοί και να απαντήσουν συντομότερα εκείνες τις ώρες
- Υπόθεση: Αν οι ειδοποιήσεις έρχονται όταν η συσκευή είναι ενεργή, οι χρήστες θα αποκριθούν πιο γρήγορα



Συμπεριφορά εντός της ημέρας

- Κυμαινόμενος όγκος εισερχόμενων ειδοποιήσεων με έμφαση στις μεταμεσημβρινές ώρες
- Στατιστικά σημαντικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης (Kruskal-Wallis H, $\chi^2_{(23)}=123.142$, $p<0.01$)
- Όμοιος χρόνος απόκρισης παρά τον αυξανόμενο όγκο.
- Μικρός χρόνος απόκρισης στις μικρές ώρες
- 8-11 = do not disturb! (ίσως επειδή δέχονται λίγες και δεν αναμένουν κάτι;)



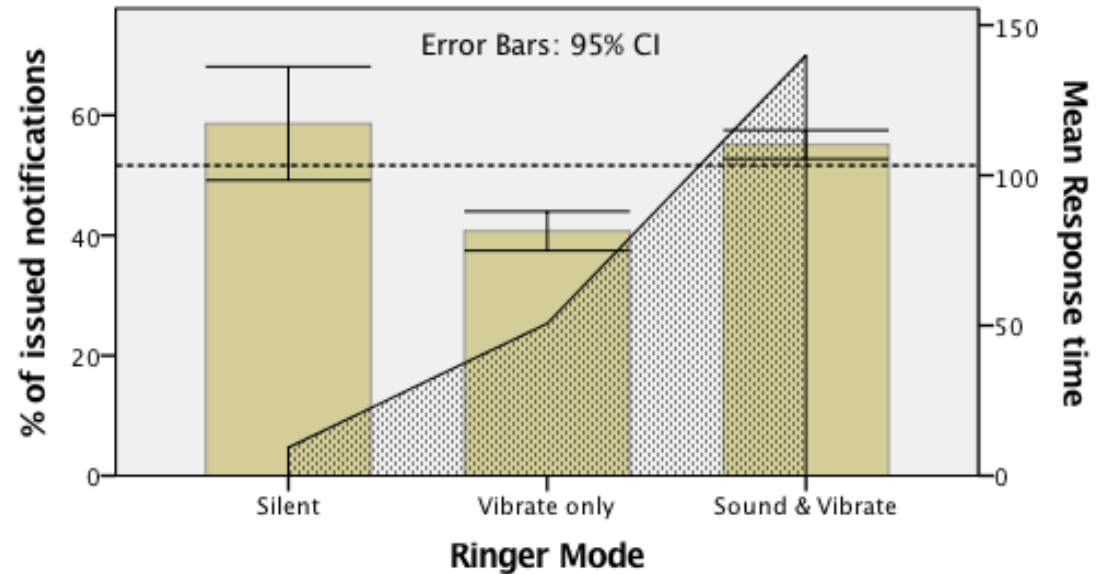
Ref. Line @ 103.3s (mean)

Κατάσταση συσκευής & χ.α.

- Θα περιμέναμε αρκετά μικρότερο χ.α. από το μ.ο (103.3s)
- Δε φαίνεται να εξηγείται η διακύμανση στο χ.α. από την κατάσταση της συσκευής ($R^2=0.087$, $F=1.005$, $p=0.383$)
- Πιο ενεργοί -> σταθερότητα του χ.α.

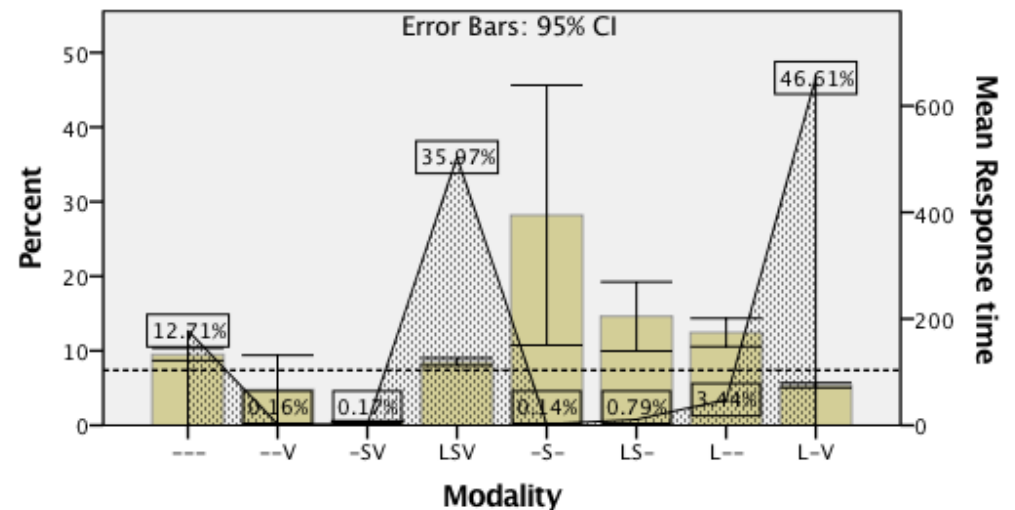
Επιρροή του ringer mode

- Στατιστικά σημαντική διαφορά
 - K-W H, $\chi^2_{(2)}=50.262$, $p<0.01$
 - Mann-U (w/ post-hoc BF)
 - Δόνηση < Αθόρυβο ($z=-6.902$, $p<0.01$)
 - Δόνηση < Ήχος ($z=-4.693$, $p<0.01$)
 - Ήχος < Αθόρυβο ($z=-4.485$, $p<0.01$).



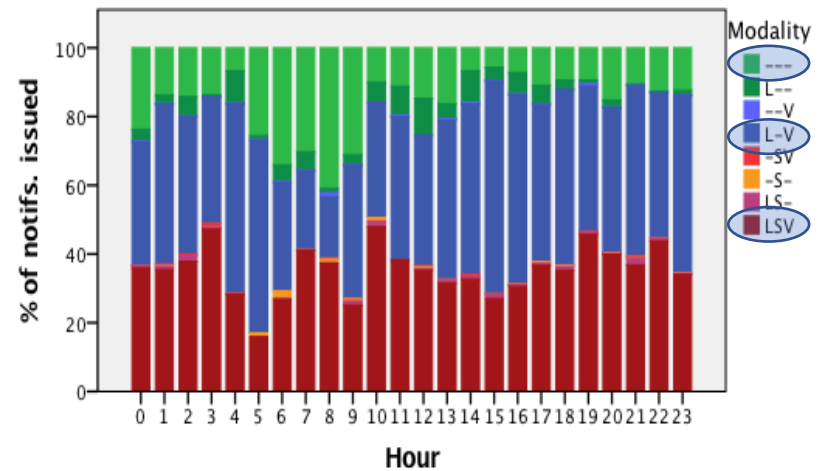
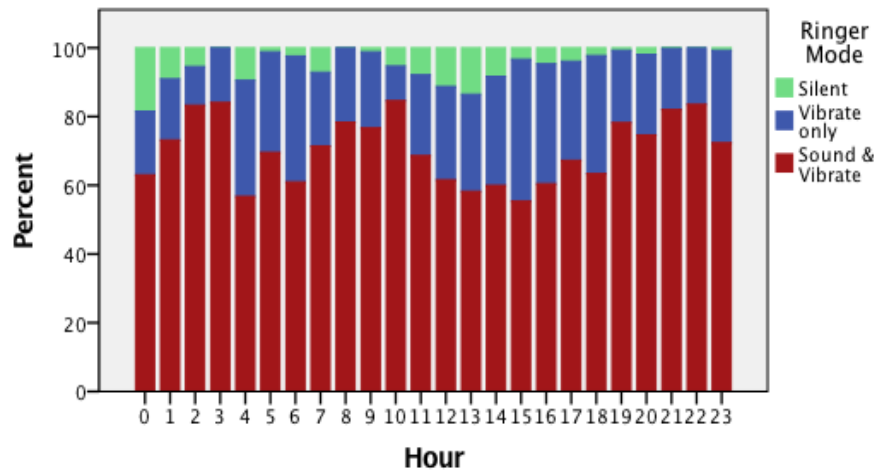
Επιρροή της πραγματικής τροπικότητας

- Στατιστικά σημαντικές διαφορές (K-W Η $\chi^2_{(7)}=383.757, p<0.01$)
 - LV, LSV & [---] = 95% συνόλου
 - Mann-U (w/ post-hoc BF)
 - [---] > LSV (Z=-8.763, p=0.00)
 - [---] > LV (Z=-16.925, p=0.00)
 - LSV > LV (Z=-9.960, p=0.00)
 - **Δόνηση** -> συντομότερη απόκριση



Ώρα της ημέρας και τροπικότητα

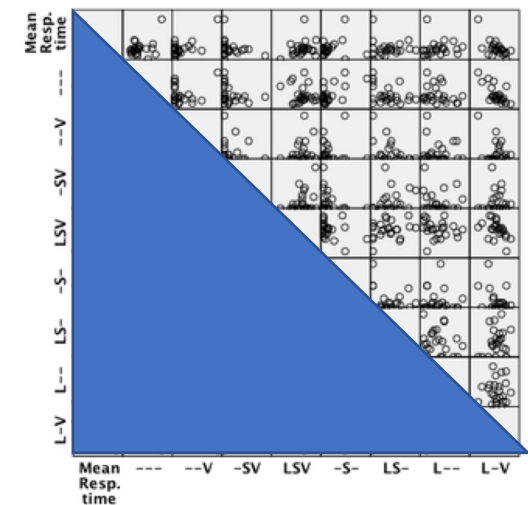
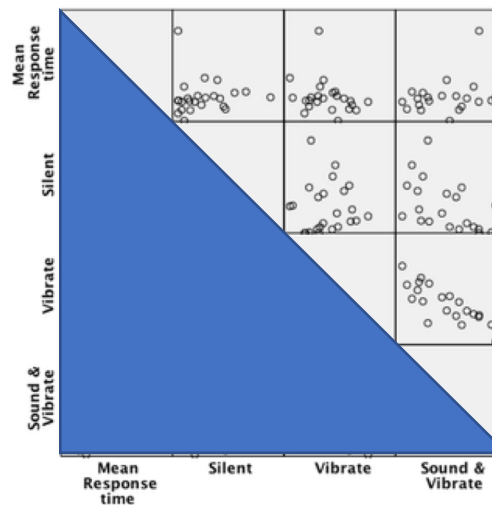
- Μήπως το φαινόμενο σχετίζεται όχι μόνο με την τροπικότητα, αλλά και την ώρα της ημέρας (υποννούμενες δραστηριότητες);
- Πολύ έντονη η διαφορά μεταξύ ringer mode και πραγματικής τροπικότητας



Είναι η τροπικότητα ή το ringer mode δείκτης του χ.α.;

- Όχι (correlation)
- Από την άλλη, το ringer mode δεν εξηγεί τόσο καλά την διακύμανση του χ.α. ($R^2=0.065$, linear regression)
- Όμως η πραγματική τροπικότητα έχει σχετικά καλό model fit ($R^2=0.83$, $F=11.121$, $p<0.01$)
 - Πιθανώς καλύτερος δείκτης από το ringer mode
 - Επιβεβαιώνονται κάπως τα συμπεράσματα της προηγούμενης εργασίας μας

<i>Modality</i>	---	--V	-SV	LSV	-S-	LS-	L--	L-V
Spearman's ρ	0.237	0.226	-0.25	0.322	0.148	0.176	0.297	-0.524
p-value	0.266	0.289	0.238	0.125	0.490	0.410	0.159	0.009
<i>Ringer Mode</i>	Silent	Vibrate	Sound & Vibrate					
Spearman's ρ	0.254	-0.283	0.156					
p-value	0.231	0.179	0.468					



Οπότε...


- Περισσότερες ειδοποιήσεις μετά το μεσημέρι
- Αρκετά μεγάλη χρήση της «δόνησης μόνο»
- Οι περισσότερες ειδοποιήσεις φτάνουν όταν η συσκευή είναι interactive
- Ο χρόνος απόκρισης είναι σχετικά σταθερός
- Γιατί;
 - Επίγνωση του ότι το κινητό είναι στη δόνηση;
 - Βαρεμάρα;
 - Εξωτερική πίεση;

Πρόγνωση χ.α.

- Προηγούμενες εργασίες με στόχο την πρόγνωση της πιθανότητας να ανταποκριθεί ο χρήστης
 - Εμπλοκή με το περιεχόμενο (π.χ. Poppinga et al. 2014)
 - **Εντός χρονικού ορίου ανεξάρτητα από την απόκριση** (Pielot et al. 2014)
 - διάμεσος -> υψηλή/χαμηλή προσήλωση
- Χρησιμοποιήσαμε 3 επίπεδα
 - Ακραία προσήλωση: χ.α.<16" (διάμεσος)
 - Υψηλή προσήλωση: χ.α.<103" (μ.ο.)
 - Χαμηλή προσήλωση: χ.α.<369" (διάμεσος Pielot et al. 2014)

Πρόγνωση χ.α.

- 3 datasets
- RAW: τα αρχικά γνωρίσματα, όπως συλλέχθηκαν
- SYNTH: συντηγμένα γνωρίσματα
- SYNTH+: synth+ορισμένα επιπλέον ενδιαφέροντα

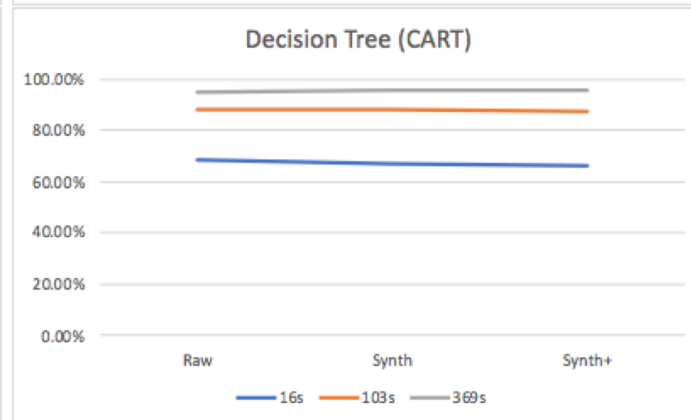
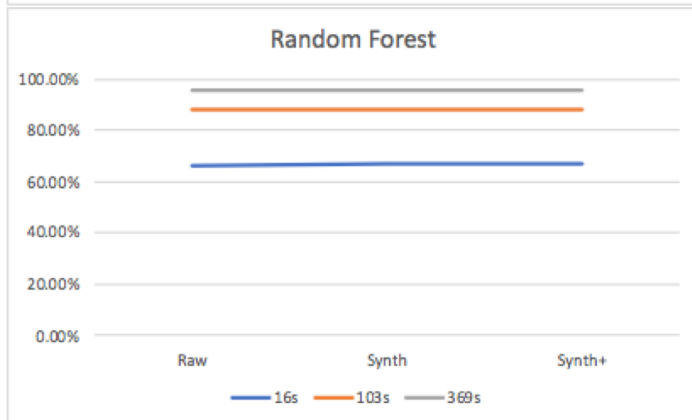
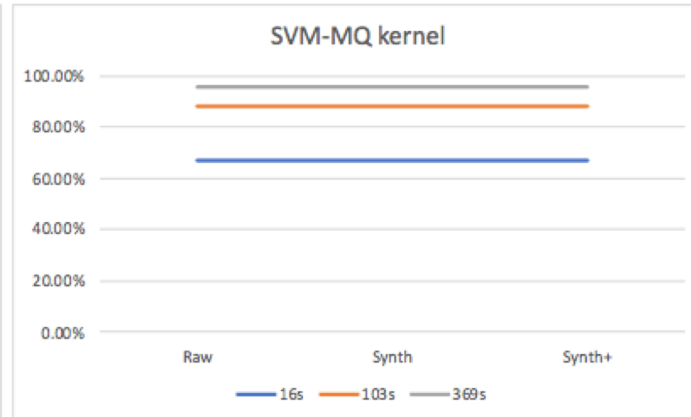
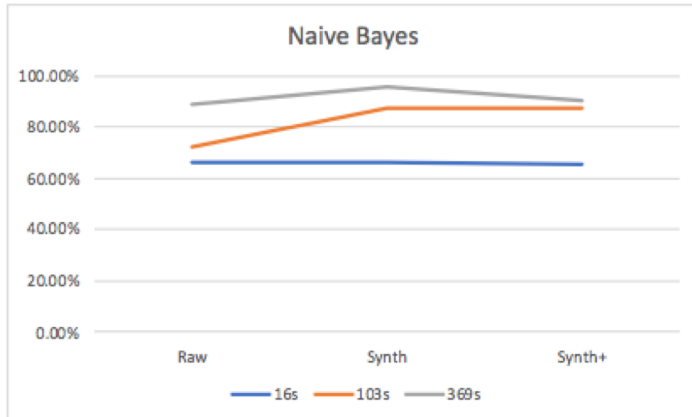
Data set	Features	Values	Set size
Raw	Attentiveness	[Extreme, High, Low]	12,612
	Hour	[0-23]	
	Interactive	True False	
	LED	True False	
	Sound	True False	
	Vibration	True False	
	Ringer mode	[Silent, Vibrate Only, Sound & Vibrate]	
	Screen state	[Off, On, Dozing]	
Synthetic	Attentiveness	[Extreme, High, Low]	12,471
	Hour	[0-23]	
	Interactive-S	True False	
	Modality	[<u>---</u> ,--V,-SV,LSV,-S-,LS-,L--,L-V]	
Syn- thetic+	Attentiveness	[Extreme, High, Low]	12,471
	Hour	[0-23] 	
	Interactive-S	True False	
	Modality	[<u>---</u> ,--V,-SV,LSV,-S-,LS-,L--,L-V]	
	<u>Lockscreen Notifications</u>	True False	
	Package name	<string value>	
	User ID	[1-14]	

Πρόγνωση χ.α.

- Χρήση 4 αλγορίθμων κατηγοριοποίησης
 - Μικρός χρόνος εκτέλεσης και χαμηλή πολυπλοκότητα
 - Naive Bayes
 - SVM (multiquadric kernel)
 - Random forest
 - Decision Tree

Classifier	Raw dataset	Synth Dataset	Synth+ dataset
Bayes – 16s	66.32%	66.40%	65.11%
Bayes – 103s	71.97%	87.38%	87.57%
Bayes – 369s	88.41%	95.32%	89.99%
RF – 16s	66.67%	66.76%	67.03%
RF – 103s	88.35%	88.35%	88.35%
RF – 369s	95.42%	95.42%	95.42%
SVM – 16s	67.12%	67.12%	67.12%
SVM – 103s	88.35%	88.35%	88.35%
SVM – 369s	95.42%	95.42%	95.42%
DT – 16s	68.35%	66.79%	66.16%
DT – 103s	88.17%	88.25%	88.04%
DT – 369s	95.30%	95.40%	95.35%

F1 scores



- Η επίδοση εξαρτάται από το στόχο (threshold)
- Γενικά παρόμοιες επιδόσεις, ακόμα και με το απλούστερο
- Η χρήση του συνθετικού dataset δε μειώνει την επίδοση
- Τα επιπλέον στοιχεία (package name, user id, lockscreen settings) δεν επηρεάζουν

ΣΥΝΕΠΩΣ...

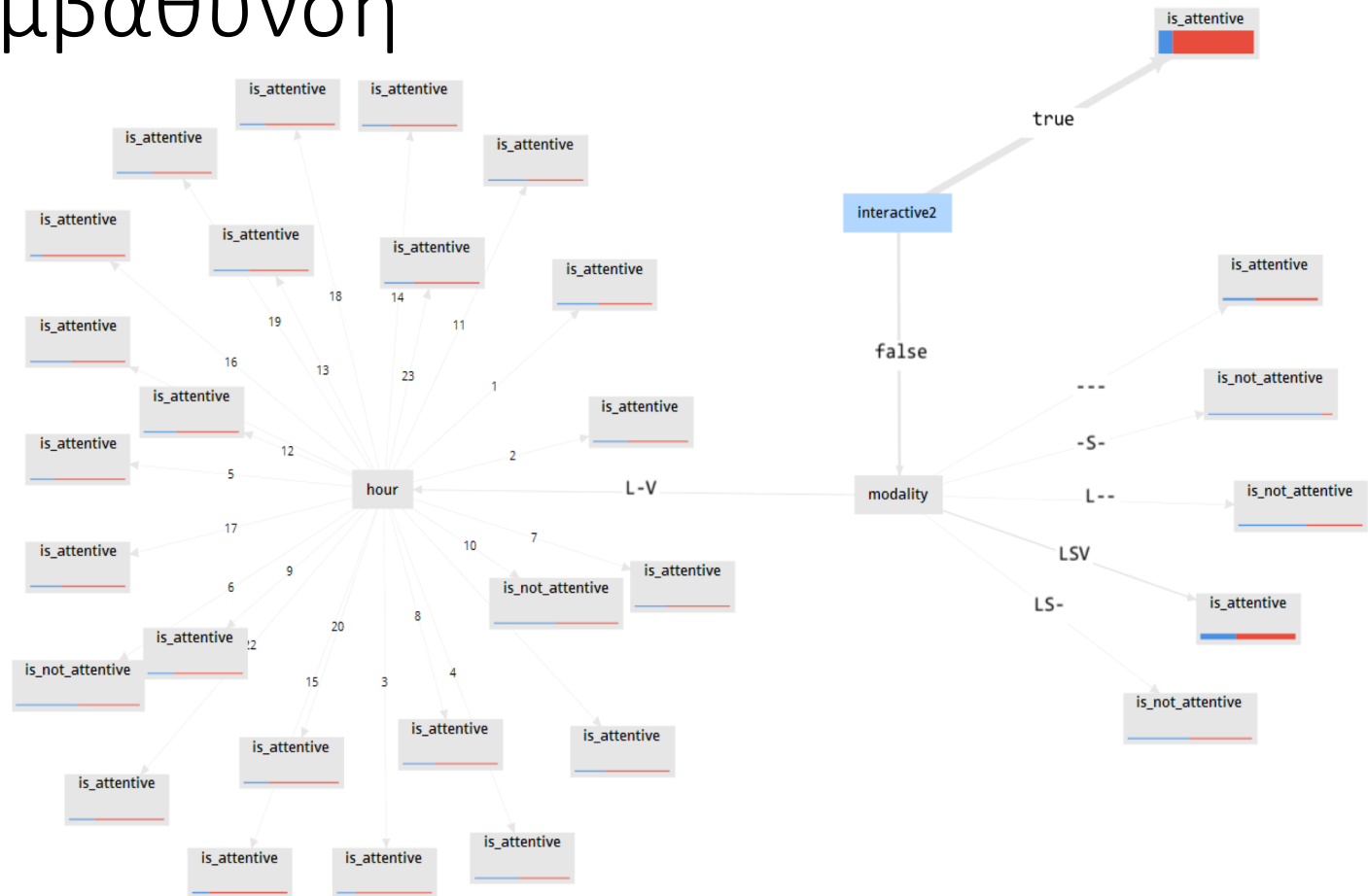
- Ο χρόνος απόκρισης φαίνεται ότι είναι μάλλον αποτέλεσμα συμπεριφορικής στάσης του χρήστη (Anderson et al. 2018)
 - Καλύπτει όλα τα είδη ειδοποιήσεων αντί να εφαρμόζεται επιλεκτικά σε συγκεκριμένα είδη
- Η «εξατομίκευση» μάλλον δεν ωφελεί
 - Ομογενής πληθυσμός;
 - Επιβεβαιώνει το (Turner et al. 2017)

Anderson, C., Hübener, I., Seipp, A.-K., Ohly, S., David, K., Pejovic, V.: A Survey of Attention Management Systems in Ubiquitous Computing Environments. arXiv:1806.06771 [cs]. (2018)

Turner, L.D., Allen, S.M., Whitaker, R.M.: Reachable but not receptive: Enhancing smartphone interruptibility prediction by modelling the extent of user engagement with notifications. *Pervasive and Mobile Computing*. 40, 480–494 (2017)

Επιλεκτική εμφάνιση

- Synth, High attentivity (103s)
- Interactive-s
 - Modality
 - Hour

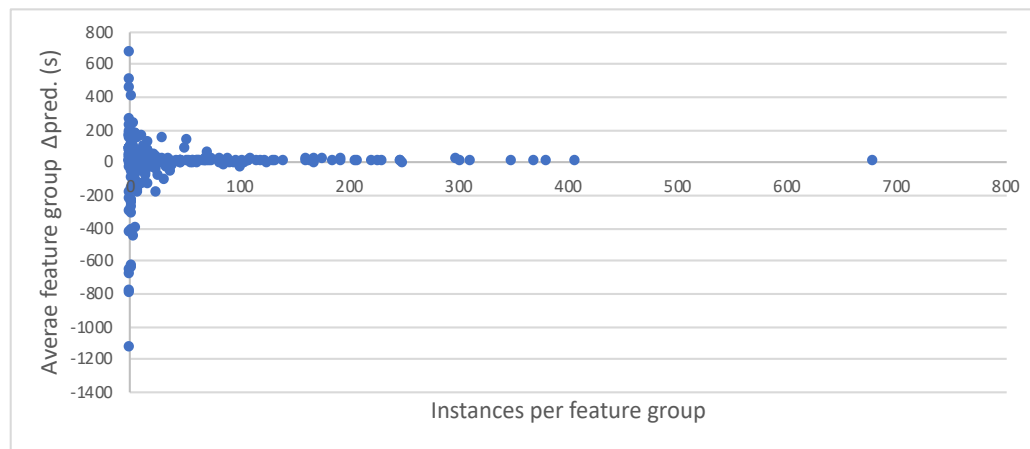


Και τέλος...

- Παλινδρόμηση με χρήση DT
- Προβλεπόμενος μ.ο. χ.α. 102.91s ($\sigma=219.45$)
 - Av. RMS = 212.857s
- Η κατανομή «τείνει» προς συντηρητικές προβλέψεις
- Χειρότερη επίδοση (εκτίμηση – πραγματικότητα) Δ_{RT}
 - [Interactive-S=0; modality=-S-; hour=6]: 668s
 - [Interactive-S=0; modality=LS-; hour=14]: -1137s
 - Οι συνδυασμοί αυτοί έχουν μόνο 1 instance!
- Καλύτερη επίδοση
 - [Interactive-S=1; modality=L-V; hour=21]: -0.006s (350 instances)

Συνολικά...

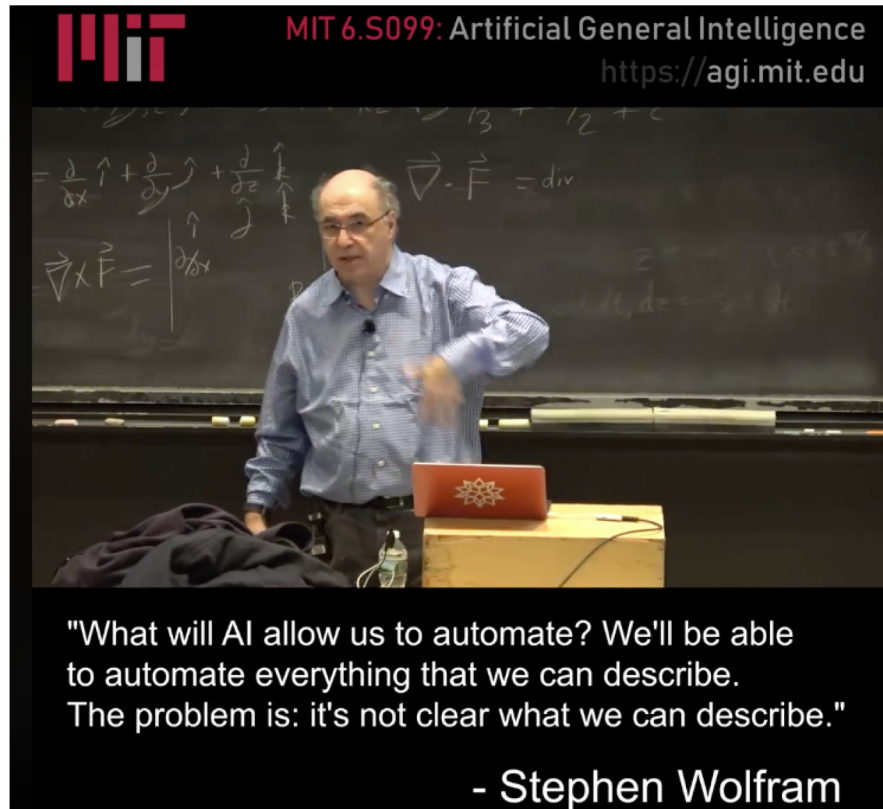
- Απόρριψη «σπάνιων» συνδυασμών (διατήρηση 95% του dataset)
 - $\overline{\Delta_{RT}} = -3.41s$ ($\sigma=39.68$)
 - $|\overline{\Delta_{RT}}| = 20.03s$ ($\sigma=34.37s$)
 - "usable" prediction result -> Ακρίβεια εντός ~1 λεπτού με χρήση μόνο 3 γνωρισμάτων.



Και έτσι...

- Εφικτή η διαχείριση των ειδοποιήσεων στις άκρες του υπολογιστικού νέφους
 - Χαμηλές απαιτήσεις σε αποθήκευση, επεξεργασία, κατανάλωση ενέργειας, αυξημένη ιδιωτικότητα
 - Διαμοίραση των μοντέλων στις ακμές
- Γνωρίζουμε (εν μέρει)
 - Πως να «τραβήξουμε» την προσοχή του χρήστη
 - Να προβλέψουμε την εμπλοκή του χρήστη με βάση κάποιες πληροφορίες πλαισίου
- Δε γνωρίζουμε
 - Ποιες συνθήκες είναι πιο πρόσφορες για την ενόχληση
 - Ποιοι τρόποι είναι πιο πρόσφοροι για την ενόχληση

Επόμενα βήματα



MIT 6.S099: Artificial General Intelligence
<https://agi.mit.edu>

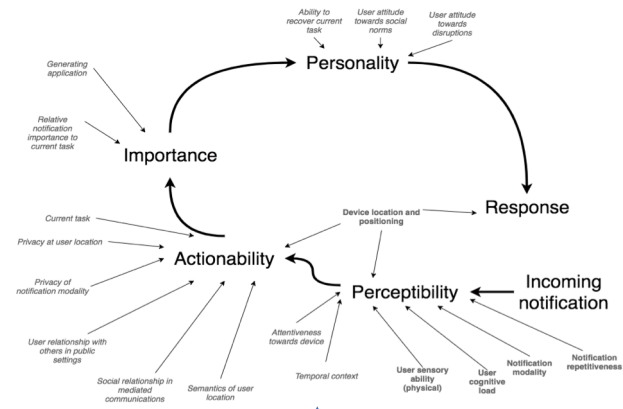
$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{\partial}{\partial x} F_x + \frac{\partial}{\partial y} F_y + \frac{\partial}{\partial z} F_z = \text{div}$$
$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$


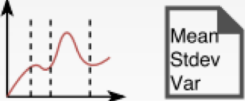



"What will AI allow us to automate? We'll be able to automate everything that we can describe. The problem is: it's not clear what we can describe."

- Stephen Wolfram

Επόμενα βήματα

- Το «μαύρο κουτί»



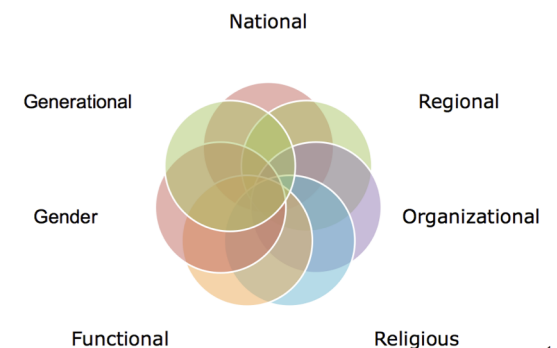
	Sensing	Processing	Inferring	Modeling	Managing
<i>Description</i>	Gathering sensor data from environmental or embedded sensors	Processing sensor data extracting patterns of interests	Inferring high-level concepts from extracted features	Infer and model the interruptibility based on contextual information	Managing the attentional state of the user
<i>Challenges</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor selection • Data storage • Power consumption 	<ul style="list-style-type: none"> • Feature selection • Feature computation • Segmentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Annotation • Classification errors • Classifier selection 	<ul style="list-style-type: none"> • Contextual correlation • Underlying theories • Weighting 	<ul style="list-style-type: none"> • Handling strategy • Adaptive management • Modality
<i>Example</i>	 <p>Sample acceleration sensors and application usage during the day</p>	 <p>Preprocess signals and extract features from acceleration and application usage</p>	 <p>Infer, train, and test classifiers for activity recognition. Cascade multiple classifiers if necessary</p>	 <p>Build interruptibility models to infer opportune moments for interruptions</p>	 <p>Defer notifications until breakpoints have been identified</p>

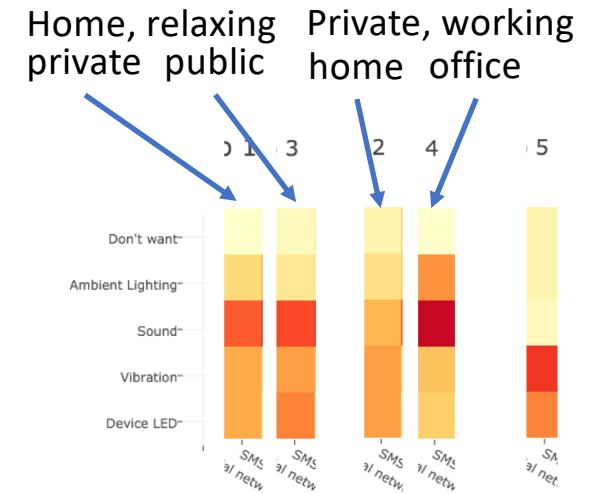
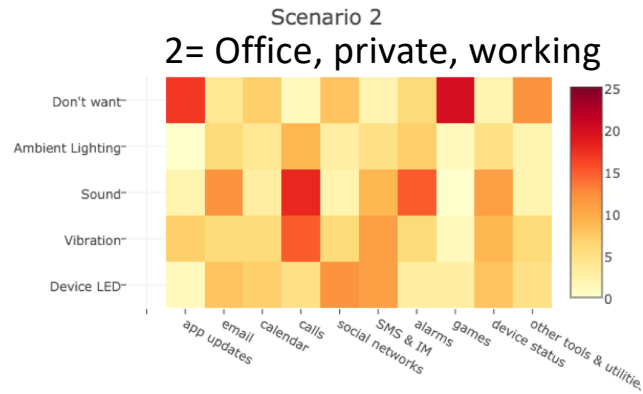
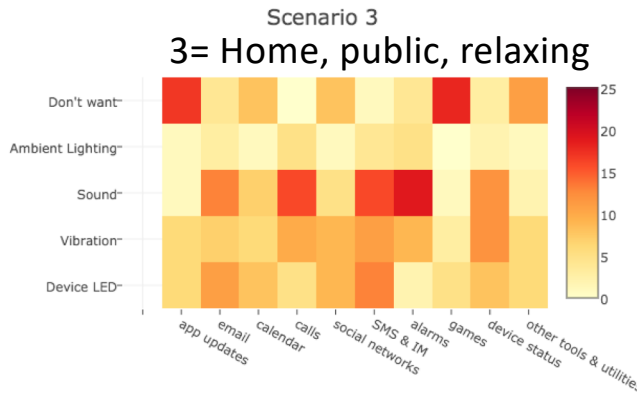
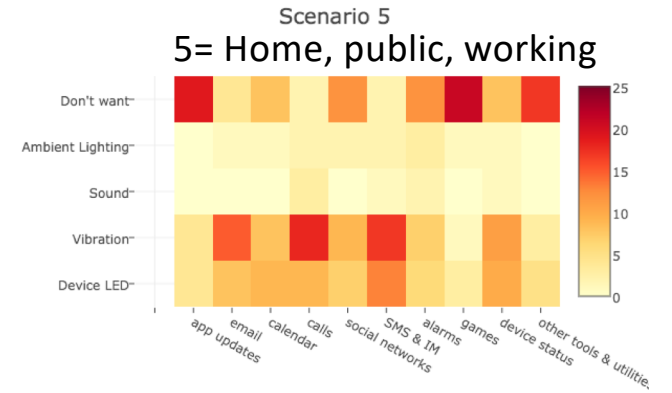
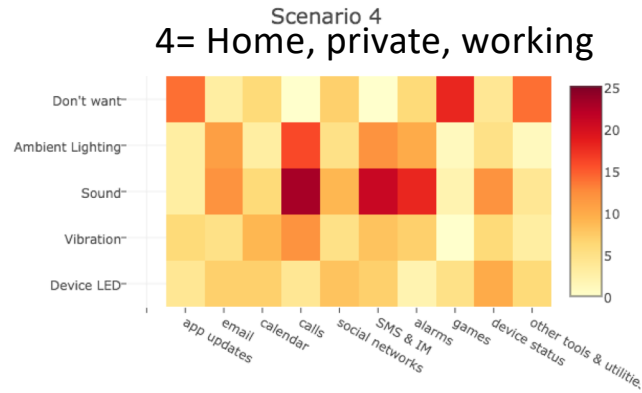
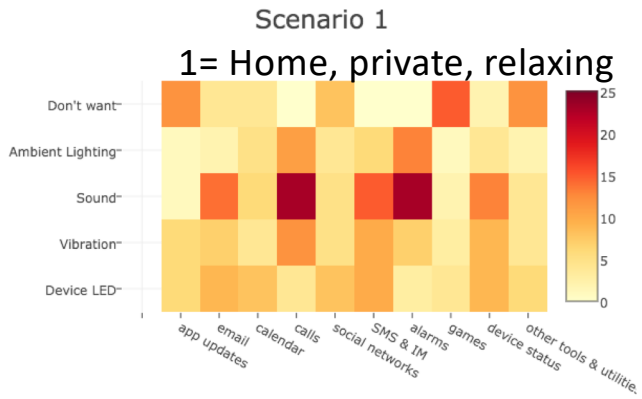
Επόμενα βήματα

- Όλα τα παραπάνω με μια προϋπόθεση
 - Ο χρήστης κινείται σε οικεία περιβάλλοντα
 - =>γνωρίζει την τοπική «κουλτούρα».
- Κουλτούρα: οι ψυχολογικές δομές μέσω των οποίων τα άτομα ή οι ομάδες οδηγούν τη συμπεριφορά τους (Geertz, 1973)
- Τι γίνεται όταν το περιβάλλον αλλάζει;
 - Σε μια καινούρια χώρα
 - Σε μια καινούρια δουλειά
 - Σε ένα ξένο σπίτι
 - Σε ένα μέρος που πάμε σπάνια
 - Σε μια διαφορετική παρέα



Layers of Culture





Context and notification modalities preferences

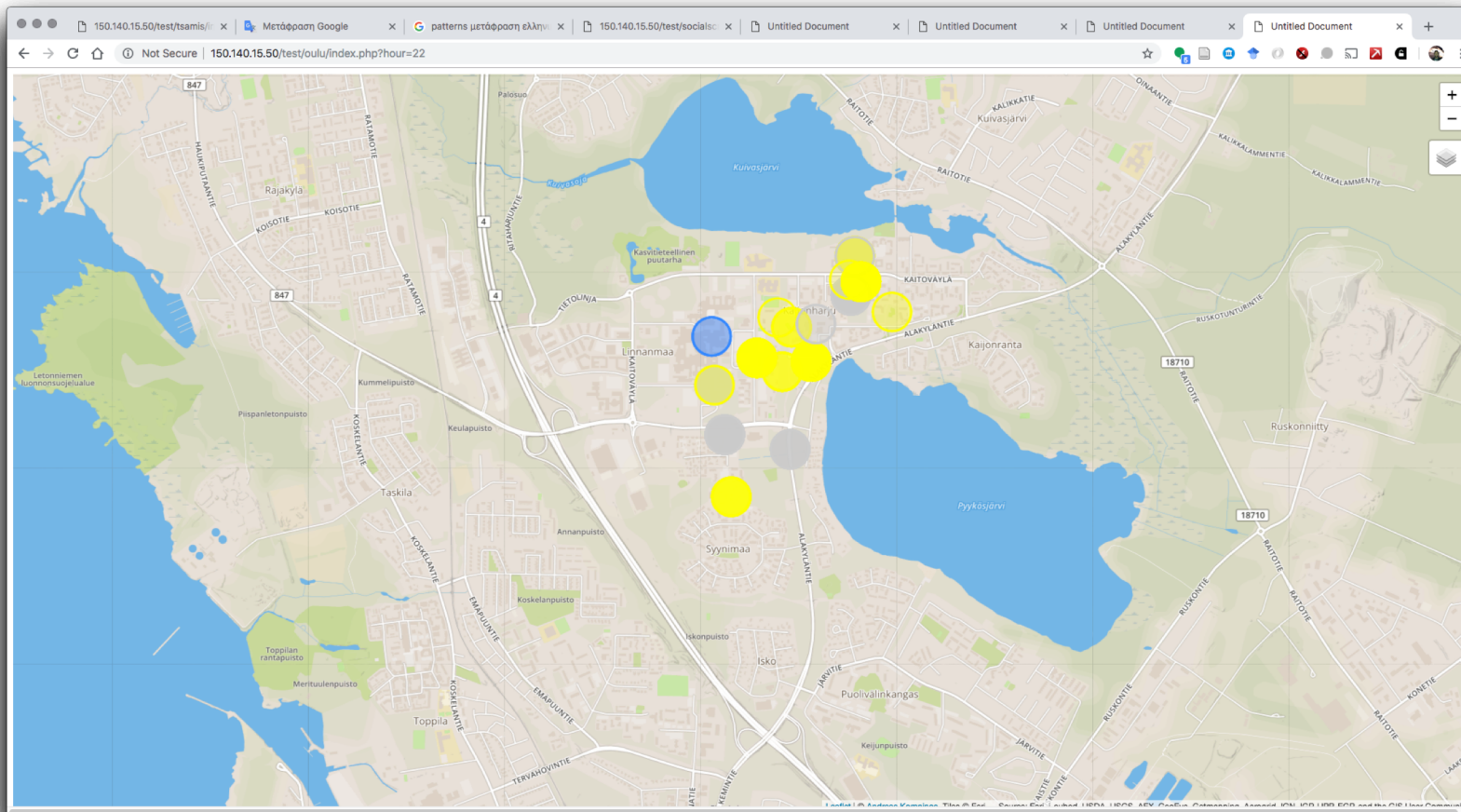
Τοπικές «κουλτούρες»

10:00

14:00

18:00

22:00

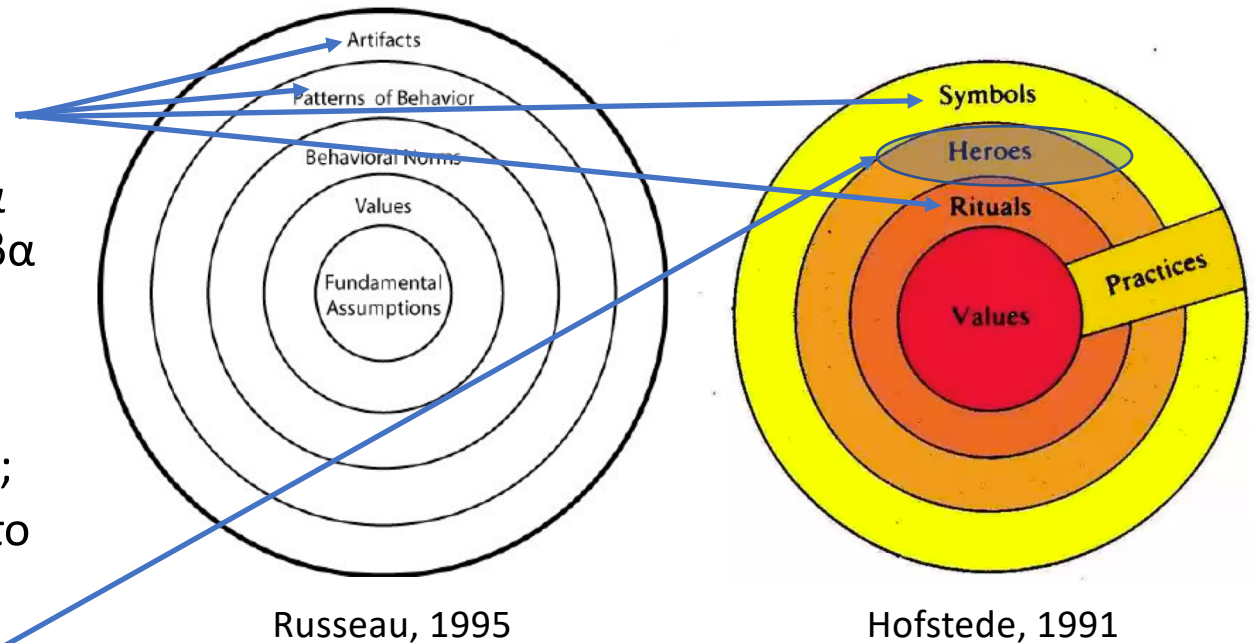


Gray = SILENT
Yellow = VIBRATE
Blue = NORMAL

<http://150.140.15.50/test/oulu/index.php?hour=10>

Επόμενα βήματα

- Ίσως δεν είναι τόσο ανέφικτο...
 - Οι τεχνικές MM μας επιτρέπουν να ανακαλύψουμε τα κρυμμένα μοτίβα
- Κι αν μπορούμε να το ανακαλύψουμε..
 - Γιατί να μη μοιραστούμε τη γνώση;
 - Συλλογική νοημοσύνη, χτισμένη στο νέφος, εκτελούμενη στις άκρες.
 - Χρειαζόμαστε περισσότερες... **κοπέλες!** (Woolley et al. 2010)



Rousseau, D. (1995). *Psychological contracts in organizations: Understanding written and unwritten agreements*. Sage Publications.

Hofstede, G. (1991). *Cultures and Organizations: Software of the Mind*. New York: McGraw-Hill.

Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *science*, 330(6004), 686-688.

Ευχαριστώ πολύ!

- Ερωτήσεις;