

# Ευρετική Αξιολόγηση Ενός Παιχνιδιού Επαυξημένης Πραγματικότητας Για Τα Πρώτα Βήματα Στη Φωτονική

Τζωρτζίνα Σκραπαρλή, Λάμπρος Καραβίδας, Αμαλία Μήλιου,  
Νικόλαος Πλέρος, Θρασύβουλος Τσιάτσος

{skraparl, karavidas, amiliou, npleros, tsiatsos}@csd.auth.gr

Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)

## Περίληψη

Ένα παιχνίδι που στοχεύει να συστήσει στους νέους ανθρώπους τον κόσμο της επιστήμης της Φωτονικής έχει αναπτυχθεί. Το παιχνίδι αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας για να δώσει νοήματα σε θεωρητικές έννοιες της Φωτονικής και συνδυάζεται με ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για να καταστήσει την εμπειρία του χρήστη διασκεδαστική. Στόχος του παιχνιδιού είναι επίσης να μύσει τους νέους στη συγκεκριμένη επιστήμη και να τονίσει τη σημαντικότητά της στην καθημερινότητά μας. Στο συγκεκριμένο άρθρο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ευρετικής αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε με 5 ειδικούς για τον εντοπισμό των σφαλμάτων ευχρηστίας της εφαρμογής. Τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ικανοποιητικά, αν και εντοπίστηκαν ορισμένα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν. Είναι απαραίτητο να καταστούν πιο σαφείς και εμφανής ορισμένες ενέργειες-λειτουργίες στο παιχνίδι.

**Λέξεις κλειδιά:** Ευρετική Αξιολόγηση, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Φωτονική

## Εισαγωγή

Η Φωτονική συχνά δεν ενθουσιάζει τους νέους λόγω έλλειψης πειραματικής εμπειρίας η οποία θα βοηθούσε στην κατανόησή της. Το ePhosAR είναι ένα παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας που δημιουργήθηκε για να αλλάξει την αντίληψή τους και να τους εισάγει στη Φωτονική με διαφορετικό τρόπο. Αυτή η προσέγγιση επιλέχθηκε καθώς έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνει το ενδιαφέρον και παρακινεί τους χρήστες (Hung et al., 2017; Schmitz et al., 2014). Στη συνέχεια περιγράφεται το παιχνίδι και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ευρετικής αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε. Αυτή επιλέχθηκε γιατί αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τον εντοπισμό προβλημάτων και των αναγκών ως προς την ευχρηστία των συστημάτων (Mohammad & Pedersen, 2022).

## Περιγραφή Παιχνιδιού

Το ePhosAR είναι ένα παιχνίδι (Σχήμα 1) που σχεδιάστηκε για να προσελκύσει και να εισάγει τους νέους στη φωτονική μέσω μιας διασκεδαστικής εμπειρίας, αξιοποιώντας την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας. Μέσω οπτικοποιήσεων και προσομοιώσεων βασικών στοιχείων της Φωτονικής σκοπεύει να βοηθήσει στην κατανόηση της επιστήμης αυτής και της χρησιμότητά της στην καθημερινή ζωή. Οι ομάδες-στόχοι του ePhosAR είναι οι μαθητές (Γυμνασίου-Λυκείου) και οι φοιτητές (κυρίως Τμημάτων Φυσικής, Πληροφορικής και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Πληροφορικής).

Η εφαρμογή ePhosAR, που είναι για κινητές συσκευές, συνοδεύεται από ένα επιτραπέζιο παιχνίδι. Το επιτραπέζιο παιχνίδι περιλαμβάνει ένα ταμπλό που απεικονίζει μια απλοποιημένη εκδοχή του δικτύου οπτικών ινών μιας πόλης, κάρτες εργαλείων και κεραίων

όπου στο πίσω μέρος τους υπάρχουν QR κωδικοί, καθώς και πλαίσια με QR κωδικούς τα οποία τοποθετούνται στο ταμπλό μαζί με διαφάνειες οπτικοποίησης. Περιλαμβάνονται επίσης δύο φύλλα εργασίας (απλή και προχωρημένη έκδοση) τα οποία παρέχουν οδηγίες για τον τρόπο χρήσης όλων των παραπάνω στοιχείων. Για να δοθεί νόημα στο επιτραπέζιο παιχνίδι είναι απαραίτητη η χρήση της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας.



Σχήμα 1. Παιχνίδι ePhosAR

Η εφαρμογή ePhosAR περιλαμβάνει τρεις αποστολές. Η πρώτη αποστολή του παιχνιδιού, που ονομάζεται «Στείλε Σήμα», είναι ένα εισαγωγικό ψηφιακό παιχνίδι που παρουσιάζει μια απλοποιημένη προσομοίωση της μετάδοσης σήματος μέσω του δικτύου οπτικών ινών μιας πόλης. Σ' αυτήν ο παίκτης καλείται να μεταδώσει ισχυρό σήμα σε όλα τα σπίτια της πόλης ξεκινώντας από έναν κεντρικό σταθμό (πηγή) χρησιμοποιώντας οπτικούς διαχωριστές και ενισχυτές για τα οποία έχει μάθει μέσω της εφαρμογής.

Στη δεύτερη αποστολή του παιχνιδιού ("Τεχνικός Δικτύων"), ο χρήστης σαρώνει τους QR κωδικούς των καρτών «Εργαλείο» (καρούλι οπτικής ίνας, μετρητής οπτικής ισχύος και ελεγκτής πόλωσης) ώστε να μάθει πληροφορίες σχετικά με αυτά και να δει την 3D αναπαράστασή τους. Δηλαδή να δει πως είναι στην πραγματικότητα και ποια είναι η χρήση τους. Επίσης, τα 3D μοντέλα μπορεί να τα μεγεθύνει/μικρύνει, να τα περιστρέψει ενώ ορισμένα τροποποιούνται για την επεξήγηση ορισμένων λειτουργιών τους. Στη συνέχεια, ο χρήστης σαρώνει συγκεκριμένα πλαίσια με QR κωδικούς στο ταμπλό για να εντοπίσει πιθανά σφάλματα στο δίκτυο της πόλης και να χρησιμοποιήσει τα κατάλληλα εργαλεία.

Στην τρίτη αποστολή με την ονομασία "Μάντεψε Ποια Κεραία", ο χρήστης σαρώνει τις κάρτες "Κεραία" (τυπωμένη κεραία, κεραία σύρματος, κεραία κατόπτρου και κεραία χοάνης) για να μάθει πληροφορίες, σχετικά με την δυνατότητα χρήση τους, και να δει τα αντίστοιχα

3D μοντέλα. Στη συνέχεια, ο χρήστης σαρώνει τα υπόλοιπα πλαίσια με QR κωδικούς στο ταμπλό. Στην οθόνη του χρήστη θα προβληθεί ένα κείμενο που περιγράφει τα χαρακτηριστικά των πιο συνηθισμένων κεραιών που χρησιμοποιούνται για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο το οποίο απεικονίζεται στην αντίστοιχη διαφάνεια οπτικοποίησης (π.χ. σε ένα αυτοκίνητο). Ο χρήστης πρέπει να μαντέψει τη σωστή απάντηση (τις σωστές κεραιές) με βάσει τις υποδείξεις, την οποία απάντηση μπορεί να δει μέσω της εφαρμογής.

### **Ευρετική Αξιολόγηση**

Η εφαρμογή ePhosAR αξιολογήθηκε από ειδικούς ως προς την ευχρηστία της.

### **Μεθοδολογία**

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής χρησιμοποιείται η ευρετική μέθοδος αξιολόγησης, η οποία βασίζεται σε εμπειρικούς κανόνες για τον εντοπισμό σφαλμάτων ευχρηστίας στο σχεδιασμό διεπαφών του χρήστη (Nielsen & Molich, 1990). Σύμφωνα με τον Nielsen, για να εντοπιστεί το 66-75% των προβλημάτων χρηστικότητας απαιτούνται τρεις έως πέντε ειδικοί.

### **Συμμετέχοντες**

Τα άτομα που συμμετείχαν στην αξιολόγηση είναι ειδικοί του τμήματος Πληροφορικής του Α.Π.Θ., οι οποίοι δεν είχαν συμβάλει ούτε στο σχεδιασμό ούτε στην υλοποίηση του ePhosAR.

Πέντε ήταν στο σύνολο οι ειδικοί και όλοι τους ήταν άντρες. Επιπλέον, η πλειοψηφία από αυτούς ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 24 με 29 (24 - 29 ετών: 3 (60%), 30 - 34 ετών: 1 (20%), 35+ ετών: 1 (20%).

### **Διαδικασία**

Οι ειδικοί κλήθηκαν να εκτελέσουν τις οδηγίες που περιλαμβάνονται στην προχωρημένη έκδοση του φύλλου εργασίας. Επομένως, αλληλεπίδρασαν εκτενώς με το σύνολο του συστήματος και επιτέλεσαν όλες τις αποστολές που περιλαμβάνονται. Στη συνέχεια, συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο βασισμένο στους δέκα ευρετικούς κανόνες του Nielsen όπου αξιολόγησαν τη σπουδαιότητα και τη συχνότητα των προβλημάτων ανά κανόνα χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη κλίμακα του Nielsen από το 0 (δεν είναι πρόβλημα) έως το 4 (καταστροφικό πρόβλημα). Επιπλέον, για κάθε ευρετικό κανόνα κλήθηκαν να δικαιολογήσουν την βαθμολογία τους.

### **Αποτελέσματα**

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ευρετικής αξιολόγησης. Οι στήλες «E1-E5» αντιπροσωπεύουν την αξιολόγηση κάθε ειδικού για κάθε ευρετικό κανόνα ως προς τη σπουδαιότητα και τη συχνότητα που εμφανίζονται προβλήματα σε κάθε κατηγορία. Επομένως, οι στήλες «Σπ.» αντιστοιχούν στην σπουδαιότητα εμφάνισης των προβλημάτων και οι στήλες «Συχν.» στην συχνότητα αυτών σε κάθε κατηγορία.

Οι ειδικοί επισήμαναν ορισμένα θέματα σχετικά με την εφαρμογή που απαιτούν βελτιώσεις. Συγκεκριμένα, αναφέρθηκε ότι ορισμένα εικονίδια που χρησιμοποιούνται δεν είναι αρκετά κατατοπιστικά για παράδειγμα η εφαρμογή σε ένα σημείο προτρέπει το χρήστη να πατήσει το εικονίδιο του φακού αλλά δεν υπάρχει αντίστοιχο εικονίδιο. Επίσης, επιθυμούμε η ορολογία σε μερικά σημεία που αφορούν τη φωτονική να είναι πιο κατανοητή. Προτάθηκε η δημιουργία ενός αποθετηρίου πληροφοριών για τα εργαλεία και τις κεραιές που ο χρήστης έχει ήδη σαρώσει, προκειμένου να είναι πιο εύκολη η ανάκλησή τους. Άλλη μια πρόταση είναι

η προσθήκη του μηνύματος «Σάρωσε τον επόμενο QR κωδικό» όταν ο χρήστης ολοκληρώνει μια ενέργεια, όπως την επίλυση ενός προβλήματος στη δεύτερη αποστολή. Οι αξιολογητές παρατήρησαν ότι η επιλογή επιστροφής στην αρχική οθόνη μετά την ολοκλήρωση της πρώτης αποστολής δεν είναι αρκετά εμφανής. Τέλος, σημειώθηκε ότι οι οδηγίες που παρέχονται από το φύλλο εργασίας θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο ίδιο το σύστημα.

Εκτός από τα προβλήματα που εντοπίστηκαν, οι ειδικοί ανέφεραν επίσης και ορισμένα θετικά στοιχεία. Αναφέρθηκε ότι υπήρχε συνέπεια στις λειτουργίες της εφαρμογής και συνοχή στον σχεδιασμό της. Επιπλέον, η πλειοψηφία των αξιολογητών συμφωνεί σχετικά με την άμεση απόκριση της, καθώς και στην παρουσίαση επαρκών και κατανοητών μηνυμάτων σφάλματος. Τέλος, οι αξιολογητές εξέφρασαν ικανοποίηση για την παρεχόμενη βοήθεια.

**Πίνακας 1. Αποτελέσματα ερευνητικής αξιολόγησης**

Αρ.	Ευρετικός Κανόνας	E1		E2		E3		E4		E5	
		Σπ.	Συχν.	Σπ.	Συχν.	Σπ.	Συχν.	Σπ.	Συχν.	Σπ.	Συχν.
1	Καλαίσθητος και μινιμαλιστικός σχεδιασμός	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
2	Αντιστοίχιση συστήματος - πραγματικού κόσμου	0	0	0	0	2	2	2	2	3	1
3	Αναγνώριση αντί για ανάκληση	3	1	0	0	0	0	3	3	3	1
4	Διατήρηση συνέπειας και χρήση στάνταρ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Ενημέρωση για την κατάσταση του συστήματος	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
6	Ελευθερία και έλεγχος από το χρήστη	2	2	1	1	0	1	3	3	3	1
7	Προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Αναγνώριση και ανάνηψη από λάθη	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Αποτροπή σφαλμάτων χρήστη	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
10	Βοήθεια	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0

## Συμπεράσματα

Η εφαρμογή ePhosAR προσφέρει μια διαδραστική εμπειρία μάθησης, συνδυάζοντας την επαυξημένη πραγματικότητα με την παιχνιδιοποίηση, προκειμένου να ενισχύσει την κατανόηση και το ενδιαφέρον των νέων για τη φωτονική τεχνολογία. Μια ερευνητική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε για την ανίχνευση προβλημάτων στην ευχρηστία της εφαρμογής. Με βάση αυτήν, διατυπώθηκαν προτάσεις για βελτιώσεις στην εφαρμογή, με σκοπό την επίτευξη καλύτερης λειτουργικότητας και χρηστικότητας, ενώ γενικά τα αποτελέσματα ήταν θετικά.

## Ευχαριστίες

Το έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της 3ης Προκήρυξης της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία» με τίτλο «Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» (Αριθμός Έργου: 02008).

## Αναφορές

- Hung, Y., Chen, C.-H., & Huang, S.-W. (2017). Applying augmented reality to enhance learning: A study of different teaching materials. *J. Comput. Assist. Learn.* <https://doi.org/10.1111/jcal.12173>
- Mohammad, A.-A. S., & Pedersen, L. (2022). Analyzing the Use of Heuristics in a Virtual Reality Learning Context: A Literature Review. *Informatics*. <https://doi.org/10.3390/informatics9030051>
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 249–256. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- Schmitz, B., Klemke, R., & Specht, M. (2014). The impact of coupled games on the learning experience of learners at-risk: An empirical study. *Pervasive Mob. Comput.* <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2013.09.002>