

Ψηφιοποίηση και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Θεόδωρος Σ. Παπαθεοδώρου¹, Γεωργία Δ. Σολωμού² και Δημήτριος Α. Κουτσομητρόπουλος³

Εργαστήριο Πληροφοριακών Συστημάτων Υψηλών Επιδόσεων (HPCLab)
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Πατρών
{tsp, solomou, kotsomit}@hpclab.ceid.upatras.gr
<http://www.hpclab.ceid.upatras.gr>

Περίληψη. Οι νέες τεχνολογίες στην πληροφορική και τις επικοινωνίες αξιοποιούνται ολοένα και περισσότερο προς όφελος της εκπαίδευσης. Η ψηφιοποίηση αποτελεί θεμελιώδη διαδικασία για τη διάδοση και διάσωση του πολιτισμικού και επιστημονικού κεφαλαίου. Ταυτόχρονα, καθίσταται προϋπόθεση για την αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών όπως η τηλεεκπαίδευση, τα ψηφιακά αποθέματα, ο Παγκόσμιος Ιστός και η εικονική πραγματικότητα στην υπηρεσία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το Εργαστήριο Πληροφοριακών Συστημάτων Υψηλών Επιδόσεων του Πανεπιστημίου Πατρών διεξάγει πολύχρονη έρευνα στους τομείς αυτούς και έχει υλοποιήσει σειρά έργων και εφαρμογών που καταδεικνύουν τη σημασία των νέων τεχνολογιών για τον πολιτισμό και την εκπαίδευση.

1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια γίνεται ολοένα και περισσότερο αισθητή η διείδυση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και στον τομέα της εκπαίδευσης. Η εξάπλωση της χρήσης του Διαδικτύου, η αύξηση της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην καθημερινή ζωή, τα πολυμέσα και η πληθώρα ελκυστικών εφαρμογών είναι μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανταπόκριση των ανθρώπων στην αξιοποίηση των ΤΠΕ.

Η διαδικασία της εκπαίδευσης, όπως παραδοσιακά επιτυγχάνεται μέσα από την διδασκαλία, αλλά και την εμπειρική μάθηση, φαίνεται ότι ασπάζεται τις ΤΠΕ, όχι τόσο ως ριζικό επαναπροσδιορισμό του στόχου της, αλλά ως μέσο για την αρτιότερη και πληρέστερη επίτευξη των σκοπών της. Πέρα από τις δυνατότητες που προσφέρουν για ενίσχυση της παραδοσιακής διδασκαλίας, τα νέα ηλεκτρονικά μέσα παρέχουν ευκαιρίες μάθησης που μέχρι τώρα δεν ήταν δυνατές.

Η *ψηφιοποίηση* (digitization) έχει από καιρό αναγνωριστεί ως μια διαδικασία για την οποία είναι ανάγκη να αξιοποιηθούν οι επιστημονικές-τεχνολογικές εξελίξεις,

¹ Καθηγητής

² Μεταπτυχιακή ερευνήτρια

³ Μεταδιδακτορικός ερευνητής

προκειμένου να μη χαθούν και να ενισχυθούν απαραίτητα στοιχεία της κοινωνίας. Σύμφωνα με τις αρχές του Lund [3]:

«Το απόθεμα της Ευρώπης στην πολιτισμική και επιστημονική γνώση είναι ένα μοναδικό κεφάλαιο που διαμορφώνει την εξελισσόμενη μνήμη των διαφορετικών κοινωνιών μας

[και παρέχει μια στέρεα βάση για την ανάπτυξη της βιομηχανίας του περιεχομένου σε μια κοινωνία διατήρησης της γνώσης]».

Η ψηφιοποίηση επομένως έχει ως στόχο να αποτυπώσει με όσο το δυνατόν πληρέστερο τρόπο την φυσική πληροφορία σε ψηφιακή μορφή. Τέτοια πληροφορία μπορεί να ισοδυναμεί και να καλύπτει τόσο υλικά αντικείμενα, όπως εκθέματα, φωτογραφίες, κείμενα, μουσική, όσο και άυλες συλλήψεις, ιδεών, θεωριών και γενικότερα επιστημονικής και πολιτισμικής εμπειρίας συμπεριλαμβανομένων. Το αποτέλεσμα αυτής της αποτύπωσης καλείται *ψηφιακό υποκατάστατο* (digital surrogate) και συνήθως συνοδεύεται από επιπλέον πληροφορία (*μετα-δεδομένα*), όπου καταγράφονται περιγραφικά στοιχεία για το πρωτότυπο αντικείμενο και το υποκατάστατο, προκειμένου να καθίστανται εφικτές και να διευκολύνονται οι ενέργειες αναζήτησης και ανάκτησής τους.

Με τον τρόπο αυτό η ψηφιοποίηση επιτυγχάνει δύο τουλάχιστον στόχους:

- Πρώτον, την *προβολή* και ανάδειξη του πρωτότυπου αντικειμένου ή ιδέας, αφού η ψηφιακή του μορφή είναι κατάλληλη για διακίνηση μέσα από ψηφιακά δίκτυα ή άλλα ηλεκτρονικά μέσα, χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς και
- δεύτερον, τη *διατήρηση* και διάσωση της πληροφορίας αυτής στο διηνεκές, εφόσον το ψηφιακό υποκατάστατο δεν υπόκειται στη φυσική φθορά του χρόνου ή φυσικών καταστροφών (πυρκαγιά, σεισμός κτλ).

Είναι επομένως σαφές ότι οι ΤΠΕ προσφέρουν νέα εργαλεία στον τομέα της εκπαίδευσης, που μέσα από την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της ψηφιοποίησης, είναι σε θέση να ενισχύσουν και να διασώσουν της συλλογική μνήμη των λαών και των ιδιαιτεροτήτων του κάθε πολιτισμού, αλλά και να επιτύχουν παράπλευρα οφέλη, όπως είναι η τόνωση της τουριστικής και οικονομικής ανάπτυξης.

Το Εργαστήριο Πληροφοριακών Συστημάτων Υψηλών Επιδόσεων (HPCLab) έχει μακροχρόνια δέσμευση για την αξιοποίηση των ΤΠΕ στον πολιτισμό και την εκπαίδευση, καθώς και για το συντονισμό και τη διάδοση της ψηφιοποίησης στην Ελλάδα και σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Στη συνέχεια του άρθρου αυτού παρουσιάζονται ενδεικτικά τα αποτελέσματα σχετικών δραστηριοτήτων του εργαστηρίου, όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ημερίδα με θέμα «Εξ @ποστάσεως βιβλιοθήκη και δια βίου μάθηση» που διοργανώθηκε στις 4/12/2008 από την Εξ Αποστάσεως Βιβλιοθήκη και Υπηρεσία Πληροφόρησης του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου (ΕΑΠ).

2 Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και τον Πολιτισμό

Αν η ψηφιοποίηση αποτελεί τη βάση για τη διάσωση και προβολή των τεκμηρίων της πολιτισμικής και εκπαιδευτικής γνώσης, απομένει στις ΤΠΕ να αναλάβουν τη διάδοση και ελκυστική ανάδειξή της, μέσω της αξιοποίησης καινοτόμων τεχνολογικών ιδεών, που έτσι κι αλλιώς τροφοδοτούν την αλματώδη εξέλιξη της πληροφορικής επιστήμης. Στην περιγραφή των δραστηριοτήτων που ακολουθεί, επιχειρείται μεταξύ άλλων να γίνει σαφές πώς και σε πιο βαθμό καινοτομικές τεχνικές σχετιζόμενες με τις ΤΠΕ έχουν αξιοποιηθεί προς όφελος της εκπαίδευσης. Καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα, οι τεχνικές αυτές είναι ταυτόχρονα και ενδεικτικές των εφαρμογών που μπορεί να έχουν οι ΤΠΕ για την ενίσχυση του πολιτισμού, της παιδείας και της επιστήμης.

2.1 Τηλεκπαίδευση

Η *τηλεκπαίδευση* ή εκπαίδευση από απόσταση, είναι ένας γενικός όρος που μπορεί να καλύψει ευρύτερα την αξιοποίηση ΤΠΕ προς όφελος της εκπαίδευσης μέσω των ηλεκτρονικών δικτύων. Διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

- *Ασύγχρονη* τηλεκπαίδευση, κατά την οποία ο εκπαιδευτής επικοινωνεί με τον εκπαιδευόμενο σε διαφορετικό χρόνο.
- *Σύγχρονη* τηλεκπαίδευση, όπου η επικοινωνία εκπαιδευτή-εκπαιδευόμενου γίνεται σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή ταυτόχρονα.

Μια πολύ δημοφιλής πλατφόρμα ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης, η οποία χρησιμοποιείται στο Πανεπιστήμιο Πατρών, αλλά και σε πολλά άλλα ακαδημαϊκά ιδρύματα της χώρας και διεθνώς είναι το σύστημα e-class (<http://eclass.upatras.gr>). Γενικά η πλατφόρμα αυτή δίνει τη δυνατότητα στους καθηγητές να οργανώνουν και να διαμοιράζουν ψηφιοποιημένο υλικό για τα μαθήματά τους και στους φοιτητές να μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό το υλικό ή και να αποστέλλουν δικές τους εργασίες.

Αξιολόγηση του μαθήματος

Αποφάσισε το εργασιολογίο είναι η βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας του μαθήματος με βάση την υποστήριξη των φοιτητών σε θέματα διαγνωστικής αξιολόγησης.

Πώς θα χαρακτηρίσετε τα θέματα των εξετάσεων Σεπτεμβρίου από την άποψη του βαθμού δυσκολίας;

Από το 1 (πολύ εύκολο θέμα) έως το 5 (πολύ δύσκολο θέμα) βαθμολογείτε τη δυσκολία των θεμάτων

☐ 1 (πολύ εύκολο)

☐ 2 (εύκολο)

☐ 3 (μέτριο)

☐ 4 (δυσκολο)

☐ 5 (πολύ δύσκολο)

Επιλέξτε τον τρόπο αξιολόγησης που θεωρείτε καταλληλότερο

Ανάλυση με τη φύση του μαθήματος επιλέξετε τον τρόπο που θεωρείτε καταλληλότερο

☐ Ανάλυση εργασίων (40%) και προφορική εξέταση (60%)

☐ Ανάλυση εργασιών (40%) και τελική γραπτή εξέταση (60%)

☐ Γραπτή εξέταση (100%)

☐ Πρόσδος (30%) και τελική γραπτή εξέταση (70%)

Αξιολόγηση του μαθήματος : Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

Συνολικά που εργασιολογία είναι η βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας του μαθήματος με βάση την υποστήριξη των φοιτητών σε θέματα διαγνωστικής αξιολόγησης.

Πώς θα χαρακτηρίσετε τα θέματα των εξετάσεων Σεπτεμβρίου από την άποψη Απαντήσεως του βαθμού δυσκολίας

Από το 1 (πολύ εύκολο θέμα) έως το 5 (πολύ δύσκολο θέμα) βαθμολογείτε τη δυσκολία των θεμάτων

1 (πολύ εύκολο)	0
2 (εύκολο)	1
3 (μέτριο)	5
4 (δυσκολο)	3
5 (πολύ δύσκολο)	1

Επιλέξτε τον τρόπο αξιολόγησης που θεωρείτε καταλληλότερο

Ανάλυση με τη φύση του μαθήματος επιλέξετε τον τρόπο που θεωρείτε καταλληλότερο

Ανάλυση εργασιών (40%) και προφορική εξέταση (60%)	3
Ανάλυση εργασιών (40%) και τελική γραπτή εξέταση (60%)	3
Γραπτή εξέταση (100%)	2
Πρόσδος (30%) και τελική γραπτή εξέταση (70%)	2

Σύνολο Απαντήσεων : 10

Εικ. 1. Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης μαθήματος και στατιστικά αποτελέσματα στην πλατφόρμα e-class.

Η σύγχρονη τηλεκαπαίδευση από την άλλη, επιτρέπει την επικοινωνία εκπαιδευτή και εκπαιδευομένων από απόσταση σε πραγματικό χρόνο. Σήμερα οι υποδομές τηλεκαπαίδευσης υποστηρίζουν την αμφίδρομη μετάδοση ήχου, video και παρουσιάσεων, υποστηρίζοντας έτσι τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων, μέσω της διαδικασίας ερωτήσεων και απαντήσεων.

Ενώ η ασύγχρονη τηλεκαπαίδευση προσφέρει ουσιαστικά τη δυνατότητα ψηφιοποίησης ενός μαθήματος και μέρους της προς μαθησιακής διαδικασίας, ο γνωσιακός και πολιτισμικός πλούτος, στην ψηφιοποιημένη του μορφή, δημιουργεί μια πληθώρα πληροφοριών των οποίων πρέπει να γίνει εξειδικευμένη διαχείριση, προκειμένου να είναι αξιοποιήσιμες. Όπως σε μια παραδοσιακή βιβλιοθήκη ή μουσείο με μεγάλο αριθμό τεκμηρίων υπάρχει οργανωμένο σύστημα καταλογογράφησης και αρχειοθέτησης, έτσι και οι συλλογές ψηφιακού υλικού έχουν ανάγκη από εξειδικευμένα πληροφοριακά συστήματα που θα αναλαμβάνουν την υποστήριξη των ψηφιακών τεκμηρίων στον πλήρη κύκλο ζωής τους.

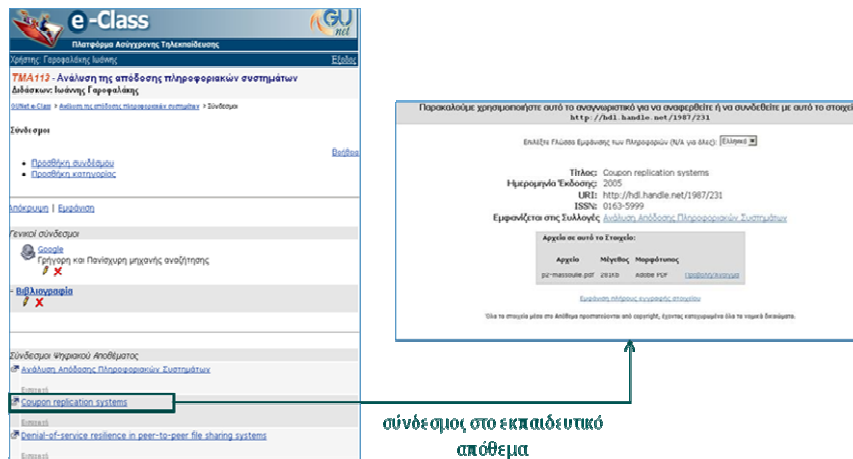
[illegible]

Εικ. 2. Συμπλήρωση των μεταδεδομένων ενός στοιχείου κατά την υποβολή του στο απόθεμα.

Το ψηφιακό απόθεμα του Πανεπιστημίου Πατρών (<http://repository.upatras.gr/dspace/>) αποτελεί την πρώτη προσπάθεια υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος στην Ελλάδα. Εν γένει, τα ψηφιακά αποθέματα διευκολύνουν της παραδοσιακές διαδικασίες τεκμηρίωσης και διαμοιρασμού του υλικού, λόγω της ψηφιοποίησης και διανομής του μέσω ηλεκτρονικών δικτύων. Το ψηφιακό απόθεμα του Πανεπιστημίου Πατρών είναι σε θέση να αποθηκεύει και να διαχειρίζεται ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό σε οποιαδήποτε μορφή (κείμενο, ήχος, εικόνα, video) ταξινομημένο ιεραρχικά, υποστηρίζει καινοτόμους τρόπους για την αναζήτηση και ανάκτησή του και προσφέρει εξειδικευμένες *ροές εργασίας* (workflows) για τη δημοσίευση και τεκμηρίωσή του, μέσω της καταχώρησης των σχετικών μεταδεδομένων (Εικόνα 2).

Επιπλέον το ψηφιακό απόθεμα υλοποιεί νέες, καινοτόμες υπηρεσίες μέσω:

- Της υποστήριξης *πολυγλωσσίας*, τόσο στην επιφάνεια διεπαφής, όσο και στα μεταδεδομένα,
- της ενσωμάτωσης εξειδικευμένων συνόλων μεταδεδομένων *εκπαιδευτικού χαρακτήρα* (LOM), όπως *επίπεδο εκπαίδευσης, βαθμός δυσκολίας και χρόνος εκμάθησης*,
- της δυνατότητας *αναζήτησης* στο περιεχόμενο του αποθέματος μέσω τεχνολογιών αιχμής, όπως ο Σημαντικός Ιστός (βλ. ενότητα 2.3),
- της δυνατότητας *σύνθεσης* νέου υλικού και υποβολής του στο απόθεμα,
- της *διασύνδεσης* του υλικού του αποθέματος, με την περιοχή ενός σχετικού μαθήματος στην πλατφόρμα e-class (Εικόνα 3).



Εικ. 3. Διασύνδεση εκπαιδευτικού αποθέματος και πλατφόρμας ασύγχρονης τηλεκαίδευσης.

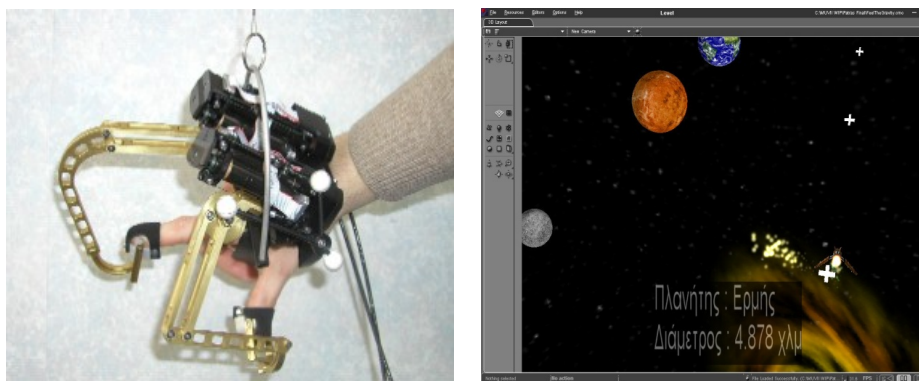
Εξάλλου οι ψηφιακές βιβλιοθήκες και οι εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορούν να επωφεληθούν επίσης από εφαρμογές σχετικές με τον *υπολογισμό πλέγματος* (Grid

Εικ. 4. Υποβολή σημασιακού ερωτήματος και εμφάνιση οντολογικών πληροφοριών στο εκπαιδευτικό απόθεμα.

Το σύνολο το μεταδεδομένων του αποθέματος, το οποίο κατά βάση απαρτίζεται από τα 15 βασικά στοιχεία του διεθνούς προτύπου Dublin Core, όπως *τίτλος*, *δημιουργός*, *θέμα* και *εκδότης*, ανάγεται με κατάλληλες τεχνικές σε οντολογία, η οποία κατόπιν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη λανθανουσών συσχετίσεων που ενυπάρχουν στα μεταδεδομένα, όπως για παράδειγμα η σχέση του *συν-συγγραφέα* (co-author). Οι υπηρεσίες του αποθέματος έχουν επίσης συμπληρωθεί δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να εκμεταλλευτεί την οντολογία υποβάλλοντας ευφυή ερωτήματα σε κατάλληλη σύνταξη και παρουσιάζοντας με συστηματικό τρόπο τις πληροφορίες που αφορούν κάποια οντότητα του αποθέματος (Εικόνα 4).

2.4 Απτικά Περιβάλλοντα

Ιστορικά, η επικοινωνία ανθρώπου - υπολογιστή έχει λάβει χώρα σε περιβάλλοντα όπου κυριαρχούν κανάλια πληροφοριών τα οποία είναι κανάλια μιας μόνο κατεύθυνσης. Στα κανάλια αυτά, οι οπτικές και ακουστικές πληροφορίες στέλνονται από τον υπολογιστή στο χειριστή μέσω της χρήσης συσκευών όπως είναι το ποντίκι, το πληκτρολόγιο και η οθόνη. Δεν υπάρχει καμία κιναισθητική ενεργειακή ροή προς ή από το χειριστή. Αντίθετα, στην *απτική αλληλεπίδραση* (haptic interaction) η φυσική ενέργεια ρέει προς δύο κατευθύνσεις, προς και από το χρήστη που βρίσκεται στο εικονικό περιβάλλον, υπεισέρχονται δηλαδή στη διασύνδεση οι μυϊκές συστολές και οι κινήσεις του σώματος.



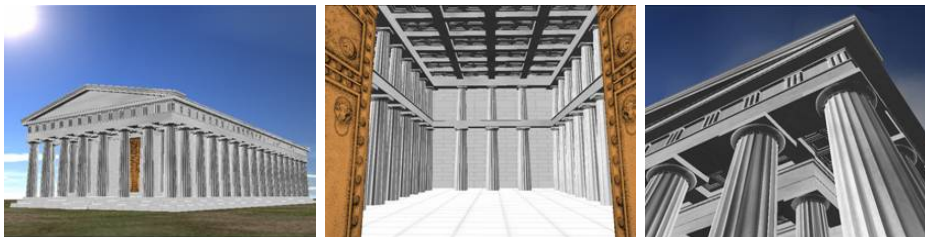
Εικ. 5. Απτική διεπαφή και τρισδιάστατη απτική εφαρμογή για την πλατφόρμα IKD.

Η ευκαιρία επομένως να χρησιμοποιηθεί ένα φυσικό περιβάλλον "όρασης και αφής" για λόγους διδασκαλίας είναι πολλά υποσχόμενη. Ο σκοπός του προγράμματος MUVII [2][8] ήταν να καταδειχθούν τα νέα διαδραστικά παραδείγματα σε μια νέα βελτίωση των ακόλουθων μορφών, όπως αυτές διασυνδέθηκαν διαδραστικά με το χρήστη: τρισδιάστατη εικόνα, τρισδιάστατη-ακουστική και απτική ανάδραση (δύναμη, ροπής και αφής). Στα πλαίσια αυτά, αναπτύχθηκαν αρχικά δύο νέες συσκευές ανθρωποκεντρικής διεπαφής με απτική ανάδραση, αποκαλούμενη *Haptic-3D-Interface* (H3DI), που χαρακτηρίζεται όχι μόνο την ανάδραση δύναμης και ροπής, αλλά και μια νέα "επιφάνεια αντικειμένων" με ενεργοποίηση αισθητήρων αφής.

Επίσης, αναπτύχθηκε ένα πρωτότυπο μιας καινοτόμου ενσωματωμένης πλατφόρμας που χρησιμοποιεί αυτήν την απτική συσκευή: Αυτό ονομάστηκε *Διαδραστικό Περίπτερο Επίδειξης* (Interactive Kiosk Demonstrator-IKD). Το HPCLab ήταν αρμόδιο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της πλατφόρμας IKD καθώς επίσης και για την ανάπτυξη των τρισδιάστατων απτικών εφαρμογών. Σε συνεργασία με το εργαστήριο επιστήμης του σχολείου του παιδαγωγικού τμήματος της Πάτρας, παρείχε τις προδιαγραφές της συσκευής και πραγματοποίησε τη δοκιμή της τελικής πλατφόρμας με τους μαθητές και τους δασκάλους.

2.5 Εικονική Πραγματικότητα

Από τις πιο εντυπωσιακές ίσως εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας που μπορούν να σχετιστούν με τον τομέα της εκπαίδευσης, αποτελεί η φωτορεαλιστική απεικόνιση μνημείων στην αρχική τους κατάσταση. Τέτοιες *τρειςδιάστατες ανακατασκευές* (3D reconstructions) δίνουν τη δυνατότητα επαφής με το μνημείο στην ολοκληρωμένη του μορφή, και θέτουν προκλήσεις τόσο στον μηχανικό πληροφορικής, όσο και στον αρχαιολόγο και τον ιστορικό επιστήμονα.



Εικ. 6. Στιγμιότυπα από το τρισδιάστατο εικονικό μοντέλο του Παρθενώνα.

Στόχος της τρισδιάστατης ανακατασκευής του Παρθενώνα [9] υπήρξε η ανάπτυξη ψηφιακού μοντέλου υψηλής ανάλυσης για το ναό, κατά τον 5^ο π.Χ. αιώνα. Το μοντέλο ξεπερνά σε πιστότητα και ακρίβεια όλα τα προηγούμενα μοντέλα, και αποτελείται από εκατομμύρια επιμέρους στοιχεία. Αξιοποιήθηκε πληθώρα επιστημονικών πηγών, συχνά με αντικρουόμενα στοιχεία, με στόχο την επίτευξη ακρίβειας έως και εκατοστού στο ψηφιακό μοντέλο. Παράλληλα, το HPCLab προχώρησε στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος για την ελεύθερη τρισδιάστατη εικονική περιήγηση εντός του ναού, σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας προσωπικούς υπολογιστές χαμηλού κόστους.

3 Συμπεράσματα

Η επιστήμη και ο πολιτισμός συνιστούν ένα τεράστιο γνωσιακό κεφάλαιο που παραδοσιακά αποτελεί αντικείμενο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να συνεισφέρουν στη διαδικασία αυτή, όχι μόνο διευκολύνοντας τις μεθόδους διδασκαλίας, αλλά και προσφέροντας μια σειρά

δυνατοτήτων για την πρόκληση νέων εμπειριών μάθησης. Οι πρόοδοι των ΤΠΕ σε τομείς όπως η διαχείριση πληροφορίας, το Διαδίκτυο και η εικονική πραγματικότητα φαίνεται ότι έχουν θετικά αποτελέσματα στη βελτίωση της εκπαίδευσης, μέσα από συγκεκριμένες, απτές και ευρέως αξιοποιήσιμες εφαρμογές, γεφυρώνοντας σε πολλές περιπτώσεις το χάσμα που δημιουργεί η χωρική και η χρονική απόσταση. Η διαρκώς εξελισσόμενη έρευνα στους τομείς αυτούς, πέρα από τις ενδιαφέρουσες τεχνικές προκλήσεις που δημιουργεί, μπορεί και πρέπει να έχει πάντοτε σαν κίνητρο την πολιτισμική, εκπαιδευτική και κοινωνική διάσταση των αποτελεσμάτων που αυτή επιφέρει.

Αναφορές

- [1] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila. The Semantic Web. Scientific American, May 2001.
- [2] S. P. Christodoulou, D. M. Garyfallidou, M. N. Gavala, G. S. Ioannidis, T. S. Papatheodorou and E. A. Stathi. Haptic devices in Virtual Reality used for Education: Designing and educational testing of an innovative system. In Proc. of ICL 2005 - Interactive Computer Aided Learning, Villach, Austria, September 28-30, 2005.
- [3] eEurope. The Lund Principles. 2001.
- [4] J. Hendler. Web 3.0: Chicken Farms on the Semantic Web. Computer, 41 (1), 2008, pp.106-108.
- [5] Ian Horrocks. Ontologies and the Semantic Web. Communications of the ACM, 51(12):58-67, December 2008.
- [6] Dimitrios A. Koutsomitropoulos, Georgia D. Solomou and Theodore S. Papatheodorou. Semantic Interoperability of Dublin Core Metadata in Digital Repositories. In Proc. of 5th Int. Conference on Innovations in Information Technology (Innovations 08). CD-ROM, 2008.
- [7] Dimitrios A. Koutsomitropoulos, Anastasia A. Tsakou, Dimitris K. Tsolis and Theodore S. Papatheodorou. Towards the Development of a General-Purpose Digital Repository. In Proc. of 6th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2004). Vol.5, pp.271-278, 2004.
- [8] Michael Pantelios, Labros Tsiknas, Sotiris Christodoulou and T. S. Papatheodorou. Haptics technology in Educational Applications, a Case Study. Journal of Digital Information Management, 2(4):171-179, December 2004.
- [9] Nikos Vassiliou, Joseph Psistakis, Paris Zafiris and T. S. Papatheodorou. Normal Mapping Technology: Parthenon Case Study. Journal of Digital Information Management, 2(4):179-182, December 2004.