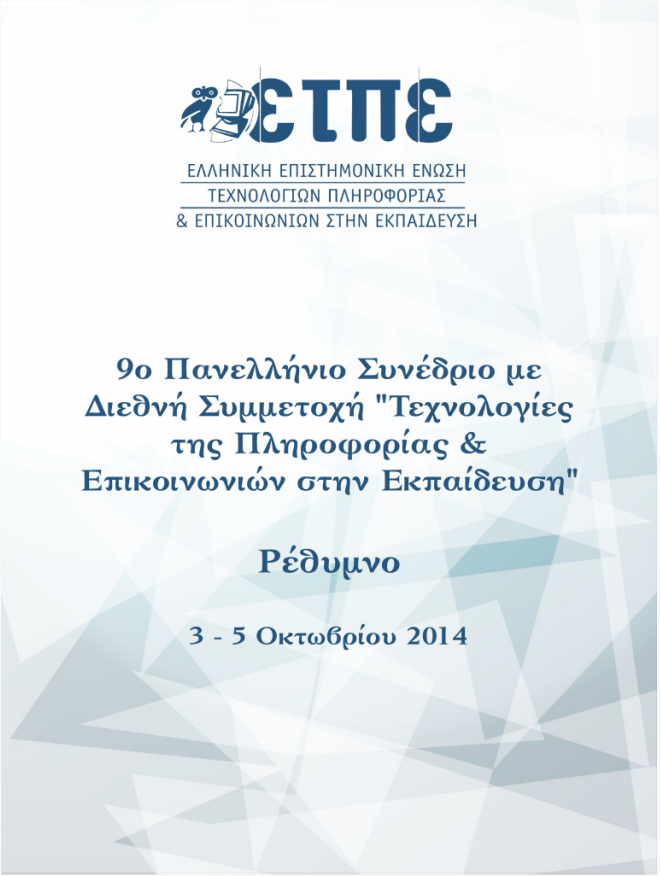
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2014)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"



Αξιοποίηση των Εικονικών Προσομοιώσεων στην Εκπαίδευση και Κατάρτιση Φοιτητών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Αδάμ Δαμιανάκης, Γιώργος Λούντος, Παύλος Καλλώνης, Δημήτριος Τσάτσος, Αντώνης Τσούκαλης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Δαμιανάκης Α., Λούντος Γ., Καλλώνης Π., Τσάτσος Δ., & Τσούκαλης Α. (2022). Αξιοποίηση των Εικονικών Προσομοιώσεων στην Εκπαίδευση και Κατάρτιση Φοιτητών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 757–765. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3999

Αξιοποίηση των Εικονικών Προσομοιώσεων στην Εκπαίδευση και Κατάρτιση Φοιτητών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Αδάμ Δαμιανάκης[1], Γιώργος Λούντος[2], Παύλος Καλλώνης[1] , Δημήτριος Τσάτσος[1], Αντώνης Τσούκαλης[2]
ad@conceptun.gr, gloudos@teiath.gr, pkallonis@conceptum.gr, dimitris@conceptum.gr, bme09043@teiath.gr
[1] Conceptum Α.Ε.
[2] ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ: Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Περίληψη

Τα Συστήματα Βιοϊατρικής Τεχνολογίας αποτελούν ένα ταχέως εξελισσόμενο γνωστικό αντικείμενο, με αποτέλεσμα το κόστος της εκπαίδευσης και της κατάρτισης σπουδαστών σε πραγματικά περιβάλλοντα εργαστηρίου να είναι μεγάλο, χωρίς να είναι πάντα εφικτή η ορθή αναπαράστασή τους και μεγιστοποίηση του εκπαιδευτικού αποτελέσματος. Από την άλλη πλευρά, η αξιοποίηση 3Δ προσομοιώσεων επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των εννοιών και την απόκτηση δεξιοτήτων μέσω της αλληλεπίδρασης των σπουδαστών με την προσομοίωση που πραγματεύεται το θεματικό αντικείμενο του μαθήματος ή του εργαστηρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση, η παρούσα εργασία παρουσιάζει τη Μεθοδολογία Υλοποίησης και τα Ανοιχτού Λογισμικού Εργαλεία και Συστήματα, που αξιοποιούνται στα πλαίσια της υλοποίησης 3Δ Λογισμικού Προσομοιώσεων για την τρισδιάστατη προσομοίωση της παρουσίασης (οπτικοποίηση, προβολή και ανάλυση) ιατρικών μηχανημάτων και των φαινομένων που αντιστοιχούν σε αυτά. Η εργασία αυτή εντάσσεται στα πλαίσια του έργου «Ανάπτυξη εικονικών εργαστηρίων», το οποίο χρηματοδοτείται από την Ψηφιακή Σύγκλιση Α.Ε, που υλοποιείται στο πλαίσιο της πράξης «Υπηρεσίες Εικονικών Εργαστηρίων στο ΤΕΙ Αθήνας». Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται δύο πρωταρχικά φυσικά φαινόμενα υλοποιημένα, τα οποία είναι βασικά για την λειτουργία της κλινικής γ-κάμερας, καθώς και οι τρισδιάστατες υλοποιήσεις δύο βασικών ιατρικών μηχανημάτων. Με την υλοποίηση των φαινόμενων και των μηχανημάτων αναπτύσσεται αναλυτικά η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στο συνολικό έργο.

Λέξεις κλειδιά: βιοϊατρική τεχνολογία, 3Δ προσομοιώσεις, ιατρικά μηχανήματα, ανοιχτό λογισμικό, εικονικά εργαστήρια

Εισαγωγή

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία αποτελεί ένα γοργά αναπτυσσόμενο κλάδο και ταχέως εξελισσόμενο γνωστικό αντικείμενο διεθνώς. Ένας αυξανόμενος αριθμός σπουδαστών φοιτά σε τμήματα που έχουν ως αντικείμενο την εκπαίδευση και την κατάρτιση στον τομέα αυτό, ενώ σε εθνικό επίπεδο το αντικείμενο καλύπτεται τόσο από εξειδικευμένα προπτυχιακά τμήματα, όσο και από μεταπτυχιακά προγράμματα βιοϊατρικής τεχνολογίας. Σε κάθε περίπτωση, οι φοιτητές πρέπει να κατανοήσουν, να εμβαθύνουν αλλά και ιδανικά να αλληλεπιδράσουν με περίπλοκα φαινόμενα και διεργασίες, καθώς τα φυσικά αυτά φαινόμενα είτε συμβαίνουν μέσα σε ένα ιατρικό μηχάνημα ή/και αξιοποιούνται για τη λειτουργία του (Shyam et al., 2011). Μία τέτοια αλληλεπίδραση εφόσον επιτευχθεί, θα έχει

Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.

ως αποτέλεσμα να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της θεωρητικής διδασκαλίας/μελέτης και της πράξης, να ενισχύσει και να αναπτύξει τις δεξιότητες των σπουδαστών σε σύγχρονες/καινοτόμες τεχνολογίες και αντικείμενα και να τονώσει την μεταφορά της γνώσης από θεωρητικό σε πρακτικό επίπεδο (Hofer et al., 2013; Holzinger et al., 2009; John, 2007; Ruiz et al., 2006). Ωστόσο, η πρόσβαση σε πραγματικά ιατρικά συστήματα και μηχανήματα συναντά πολλές δυσκολίες και πρακτικούς περιορισμούς. Αφενός θέματα καθημερινού εργασιακού φόρτου και θέματα ασφαλείας δεν επιτρέπουν μία τέτοια πρακτική, και στις περιπτώσεις που αυτό επιτυγχάνεται οι φοιτητές περιορίζονται σε μεμονωμένες επισκέψεις, όπου βλέπουν συνήθως το εξωτερικό μέρος ενός ιατρικού μηχανήματος. Επιπλέον, ένας αριθμός νέων ιατρικών μηχανημάτων απατώνται σε λίγα μόνο νοσοκομεία και άρα δεν είναι προσβάσιμα στη μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών.

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται προσπάθειες στις οποίες αναγνωρίζονται οι βασικοί λόγοι που θεωρείται αναγκαίος ο σχεδιασμός και η υλοποίηση Εικονικών Εργαστηρίων κυρίως με την αξιοποίηση δισδιάστατης (2Δ) τεχνολογίας για την αναπαράσταση ενός φυσικού φαινομένου (Bedia et al., 2011). Επιπροσθέτως, με βάση τη μελέτη πρόσφατων εργασιών οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η αξιοποίηση των τρισδιάστατων (3Δ) τεχνολογιών για την αναπαράσταση προσομοιώσεων σε παρεμφερείς τομείς (ιατρική, νοσηλευτική, φυσική, χημεία κ.ά.), παρουσιάζει ιδιαίτερη άνθιση και πιθανά περισσότερα οφέλη (Boulos et al., 2007; Wiecha et al., 2011). Προσπαθώντας να απαντηθεί αυτή η ανάγκη, σχεδιάστηκε η υλοποίηση ενός Εικονικού Εργαστηρίου Βιοϊατρικής τεχνολογίας, το οποίο αξιοποιώντας καινοτόμα και ανοιχτού λογισμικού εργαλεία, αποσκοπεί στο να ξεπεραστούν οι πρακτικοί περιορισμοί που προαναφέρθηκαν. Το εργαστήριο αυτό έχει δύο βασικούς άξονες. Ο ένας είναι η οπτικοποίηση βασικών φυσικών φαινομένων, στα οποία βασίζεται η λειτουργία των κυριοτέρων ιατρικών απεικονιστικών μηχανημάτων και ο δεύτερος η τρισδιάστατη οπτικοποίηση αυτών των μηχανημάτων.

Με βάση το παραπάνω, η παρούσα εργασία παρουσιάζει τη Μεθοδολογία Υλοποίησης και τα Ανοιχτού Λογισμικού Εργαλεία και Συστήματα που αξιοποιούνται στα πλαίσια της υλοποίησης 3Δ Λογισμικού Προσομοιώσεων για την προσομοίωση δέκα φυσικών φαινομένων και την τρισδιάστατη προσομοίωση της παρουσίασης (οπτικοποίηση, προβολή και ανάλυση) δέκα ιατρικών μηχανημάτων. Η εργασία περιλαμβάνει την περιγραφή των λόγων που ενέπνευσαν την υλοποίηση του Εικονικού Εργαστηρίου και τα αναμενόμενα οφέλη. Ακολούθως δίνονται οι προδιαγραφές του, καθώς και η μεθοδολογία σχεδιασμού και υλοποίησης του. Περιγράφονται συνοπτικά τα εργαλεία ανοικτού λογισμικού τα οποία επελέγησαν και δίνονται τα δύο πρωταρχικά φυσικά φαινόμενα τα οποία υλοποιήθηκαν. Τέλος, παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες υλοποιήσεις δύο βασικών ιατρικών μηχανημάτων, του μαγνητικού τομογράφου και της κάμερας SPECT.

Αναγνώριση του Προβλήματος και Στόχοι

Παρόμοιες προσπάθειες καταγεγραμμένες στη διεθνή βιβλιογραφία (Dieckmann, 2009; Shyam et al., 2011; Zadow, 2013) αναγνωρίζουν και καταγράφουν τις βασικές αιτίες που διαμορφώνουν την ανάγκη του σχεδιασμού και υλοποίησης Εικονικών Εργαστηρίων για την εκπαίδευση και την κατάρτιση σπουδαστών σε θέματα συστημάτων βιοϊατρικής τεχνολογίας. Ένας από τους βασικότερους λόγους είναι α) το **υψηλό κόστος** που παρουσιάζει η ανάγκη αγοράς όλο και νεότερων μηχανημάτων και η υποστήριξη τους από εκπαιδευτικό προσωπικό καθώς η ταχεία εξέλιξη του γνωστικού αντικειμένου καθιστά απαραίτητη τη συνεχή ανανέωση τους (Auer et al., 2003), β) η **έλλειψη χώρου** που παρουσιάζει ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα αναφορικά με την τοποθέτηση των μηχανημάτων και

την υποστήριξη μεγάλων ομάδων σπουδαστών (Shyam et al., 2011), γ) η **απουσία της διαθεματικότητας**, όταν ο σπουδαστής έρχεται σε επαφή μόνο με διαγράμματα ή αποτελέσματα που προκύπτουν από ένα μηχάνημα (Reinarz, 2013) και δ) η **ανάγκη διασύνδεσης** ενός ιατρικού μηχανήματος με τα φυσικά φαινόμενα που πραγματοποιούνται κατά τη λειτουργία του. Με βάση τις παραπάνω ανάγκες στον Πίνακα 1 καταγράφονται οι στόχοι της παρούσας εργασίας (Shyam et al., 2011).

Πίνακας 1. Καταγραφή Αναγκών και αντιστοίχιση με Στόχους

Ανάγκες	Τύπος Ανάγκης	Στόχος
Μείωση του υψηλού οικονομικού κόστους και της απασχόλησης εκπαιδευτικού προσωπικού	Οικονομική	Επιλογή των κατάλληλων εργαλείων/συστημάτων ανοιχτού λογισμικού για την υλοποίηση των 3Δ προσομοιώσεων και 3Δ μοντέλων μηχανημάτων
Μείωση των χωροταξικών αναγκών ενός εργαστηρίου Βιοϊατρικής Τεχνολογίας	Χωροταξική	Σχεδιασμός και Υλοποίηση των προσομοιώσεων σύμφωνα με τα πρότυπα της τεχνολογικά υποστηριζόμενης εκπαίδευσης (π.χ. SCORM)
Εισαγωγή της διαθεματικότητας στα πειράματα	Εκπαιδευτική	Παροχή 3Δ μοντέλων μηχανημάτων και φυσικών φαινομένων σε συνδυασμό με κατάλληλο πληροφοριακό υλικό
Διασύνδεση του ιατρικού μηχανήματος με φυσικά φαινόμενα	Εκπαιδευτική	Σχεδιασμός και Υλοποίησης με γνώμονα της διασύνδεση του κάθε ιατρικού μηχανήματος με το φυσικό φαινόμενο στο οποίο οφείλεται η λειτουργία του

Επιπλέον, τα νέα εργαλεία λογισμικού δίνουν τη δυνατότητα προσομοίωσης βλαβών ή σεναρίων συντήρησης ιατρικών συστημάτων, κάτι το οποίο δε θα ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο και για λόγους ασφαλείας των φοιτητών. Είναι αναγκαίο να επιλεγούν λύσεις, οι οποίες θα επιτρέπουν την επικαιροποίηση του εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και την επέκταση του με νέα φυσικά φαινόμενα και μηχανήματα ή τη λεπτομερέστερη περιγραφή αυτών. Τέλος, προκειμένου να επιτευχθεί το μαθησιακό αποτέλεσμα και αυτό να μπορεί να αξιολογηθεί, θα πρέπει να προβλέπεται ο σχεδιασμός διαφορετικού τύπου ασκήσεων και των μεθόδων αξιολόγησης που θα αξιοποιηθούν.

Προδιαγραφές 3Δ Λογισμικού Προσομοιώσεων

Με βάση τα παραπάνω το 3Δ Λογισμικό Προσομοιώσεων θα πρέπει να ενσωματώνει τις ακόλουθες απαιτήσεις που προκύπτουν από τις παραπάνω καταγεγραμμένες ανάγκες και στόχους.

1. Δυνατότητα παραμετροποίησης των φαινομένων/μηχανημάτων και λειτουργιών, για δημιουργία ασκήσεων, με παραμετροποίηση για συγκεκριμένους χρήστες

2. Δυνατότητα μεταβολής των φαινομένων/μηχανημάτων και λειτουργιών, για περαιτέρω αναβάθμιση/βελτίωση των ασκήσεων ή επιστημονικής τους επικαιροποίησης
3. Δυνατότητα προσθήκης νέων φαινομένων/μηχανημάτων και λειτουργιών στο περιβάλλον, για επέκταση του εργαστηρίου
4. Ύπαρξη διαδραστικού περιβάλλοντος χρήστη, μέσω πλοήγησης με ποντίκι
5. Δυνατότητα σύνταξης ερωτήσεων από εκπαιδευτές και υποβολής απαντήσεων από χρήστες. Δυνατότητα εκτύπωσης φόρμας απαντήσεων
6. Δυνατότητα σύνδεσης/πρόσβασης από το διαδίκτυο μέσω browser
7. Υποστήριξη ελληνικής και αγγλικής γλώσσας
8. Διαθεσιμότητα πηγαίου κώδικα εφαρμογής
9. Δυνατότητα παραμετροποίησης των φαινομένων/μηχανημάτων και λειτουργιών, για δημιουργία ασκήσεων, με παραμετροποίηση για συγκεκριμένους χρήστες
10. Δυνατότητα μεταβολής των φαινομένων/μηχανημάτων και λειτουργιών, για περαιτέρω αναβάθμιση/βελτίωση των ασκήσεων ή επιστημονικής τους επικαιροποίησης

Μεθοδολογία Υλοποίησης

Η μεθοδολογία υλοποίησης του 3Δ Λογισμικού Προσομοιώσεων, περιγράφεται στα παρακάτω βήματα:

1. Περιγραφή και σχεδιασμός του κάθε μηχανήματος με βάση το διαθέσιμο υλικό ή επιτόπιες επισκέψεις σε νοσοκομεία και αναγνώριση των κυριότερων φυσικών φαινομένων που συνδέονται με αυτό
2. Περιγραφή και καταγραφή των φυσικών φαινομένων σε μορφή αλγορίθμου, με βάση τη θεωρία
3. Κατασκευή του 3Δ μοντέλου αναπαράστασης του φυσικού φαινομένου και του ιατρικού μηχανήματος, με κατάλληλα εργαλεία ανάπτυξης γραφικών
4. Επεξεργασία των 3Δ μοντέλων αναπαράστασης με σκοπό την εισαγωγή τους σε ποικιλία προγραμματιστικών εργαλείων
5. Εισαγωγή των 3Δ μοντέλων σε επιλεγμένο προγραμματιστικό εργαλείο για την υλοποίηση του αλγορίθμου περιγραφής του φυσικού φαινομένου
6. Εισαγωγή παραμετροποιήσιμων μεταβλητών με βάση τον αλγόριθμο, ώστε να προβλέπονται διαφορετικά σενάρια
7. Εξαγωγή των υλοποιημένων 3Δ προσομοιώσεων ιατρικών μηχανημάτων και φυσικών φαινομένων
8. Διασύνδεση των προσομοιώσεων ιατρικών μηχανημάτων με τα υλοποιημένα φυσικά φαινόμενα
9. Ενσωμάτωση του Εικονικού Εργαστηρίου στο eclass

Αξιοποίηση Εργαλείων Ανοιχτού Λογισμικού

Για την επιτυχή υλοποίηση των παραπάνω αξιοποιείται ένας συνδυασμός εργαλείων ανοιχτού λογισμικού που βοηθούν στην υλοποίηση των βημάτων της μεθοδολογίας 3 – 9. Παρακάτω δίνεται μια σύντομη περιγραφή του κάθε εργαλείου και ο τρόπος αξιοποίησής τους περιγράφεται στον Πίνακα 2.

Blender 2.69 (Blender, 2014): Το Blender είναι πρόγραμμα σχεδίασης 3D γραφικών, είναι ελεύθερο λογισμικό και διανέμεται από την άδεια GNU General Public License v3.

Χρησιμοποιείται για modeling, rigging, προσομοιώσεις νερού, animation, rendering, μη γραμμική επεξεργασία και για δημιουργία αλληλεπιδραστικών 3D εφαρμογών όπως τα βιντεοπαιχνίδια. Είναι διαθέσιμο για όλα τα κύρια λειτουργικά συστήματα όπως τα Windows της Microsoft το Linux και το Mac OS X. Το Blender αποθηκεύει τα 3D δεδομένα σε αρχεία τύπου .blend (ειδικός τύπος αρχείου που υποστηρίζεται μόνο από το Blender). ***(Αξιοποίηση στα βήματα 3 και 4)***

PreFab 2.1 (Prefab, 2014)**:** Το PreFab είναι ένα λογισμικό φτιαγμένο με as3 (γλώσσα προγραμματισμού actionscript) αξιοποιώντας την τεχνολογία Adobe Air. Ο σχεδιασμός αυτός του δίνει δυνατότητα να εκτελείται σε Windows και Mac και να προσφέρει στο χρήστη ένα γραφικό περιβάλλον διανυσματικών γραφικών. Το PreFab μπορεί να διαβάσει τα περισσότερα αρχεία 3D όπως Collada (.dae) , Wavefront (.obj) και 3D Studio MAX (.3ds). Στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί το 3D μοντέλο, έχοντας βέβαια στη διάθεσή του πολύ λιγότερα εργαλεία σε σχέση με τα εξειδικευμένα λογισμικά όπως το Blender. Το πλεονέκτημα του prefab είναι πως μπορεί να κάνει export τα 3D μοντέλα σε αρχεία awd ή σε κλάσεις as3 ώστε να μπορούν να εισαχθούν στο flash μέσω της βιβλιοθήκης Away3D. ***(Αξιοποίηση στα βήματα 4 και 5)***

FlashDevelop 4.6.1 (FlashDevelop, 2014): Το Λογισμικό FlashDevelop είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα (open source MIT license) του οποίου η ανάπτυξή του ξεκίνησε το 2005 και συνεχίζεται. Αρχικός στόχος ήταν να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον ανάπτυξης ανοιχτού κώδικα για εφαρμογές Flash. Ακολουθώντας την εξέλιξη του Flash, που από ένα εργαλείο δημιουργίας εφαρμογών για το web εξελίχθηκε σε εργαλείο δημιουργίας εφαρμογών για τις περισσότερες πλατφόρμες, το FlashDevelop μπορεί και αυτό να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών για διαφορές πλατφόρμες και λειτουργικά συστήματα. ***(Αξιοποίηση στα βήματα 5 – 9)***

Πίνακας 2. Τρόπος Αξιοποίησης των εργαλείων/συστημάτων

Εργαλείο/Σύστημα	Βήματα Μεθοδολογίας	Τρόπος Αξιοποίησης
Blender 2.68	3 και 4	Το Blender αξιοποιείται για την δημιουργία των 3Δ μοντέλων φυσικών φαινομένων και μηχανημάτων και την εξαγωγή των μοντέλων σε κοινά αποδεκτούς τύπους 3Δ δεδομένων
PreFab 2.1	4 και 5	Το PreFab αξιοποιείται για την επεξεργασία των 3Δ μοντέλων με σκοπό την εξαγωγή τους σε μορφή κατάλληλη για εισαγωγή σε προγραμματιστικά εργαλεία
FlashDevelop 4.6.1	5 - 9	Το FlashDevelop αξιοποιείται για τον προγραμματισμό και την τελική υλοποίηση των προσομοιώσεων, για την διασύνδεση των μηχανημάτων με τα φυσικά φαινόμενα και τέλος για την εξαγωγή σε κατάλληλη μορφή συμβατή με τα πρότυπα (π.χ. SCORM)

Υλοποίηση Φαινομένων: Κατευθυντήρας γ-camera και Απορρόφηση ακτινοβολίας-γ (Σπινθιριστής)

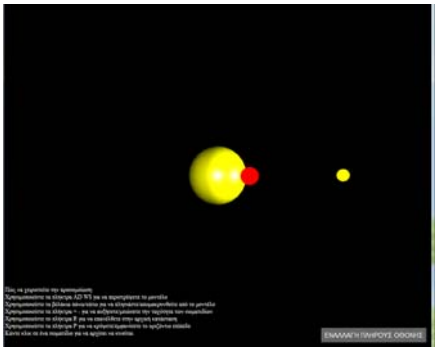
Η γ-κάμερα αποτελεί ένα γνωστό ιατρικό μηχάνημα, το οποίο κλινικά χρησιμοποιείται για συνήθεις εξετάσεις σπινθηρογραφημάτων καρδιάς, θυρεοειδούς και οστών. Στον εξεταζόμενο χορηγείται ένα ραδιοφάρμακο, το οποίο συγκεντρώνεται σε ένα όργανο που θέλουμε να απεικονίσουμε και εκπέμπει φωτόνια ισοτροπικά, τα οποία και ανιχνεύει η γ-κάμερα. Ο κατευθυντήρας αποτελεί το βασικότερο τμήμα αυτής και χρησιμοποιείται για να επιτρέψει την ανίχνευση των φωτονίων εκείνων που ταξιδεύουν κάθετα προς την γ- κάμερα, ώστε να είναι καθορισμένη η τροχιά τους. Σε ένα κατευθυντήρα 4 βασικά φαινόμενα μπορούν να συμβούν. Το πρώτο είναι ένα φωτόνιο να περάσει μέσα από τις οπές του κατευθυντήρα κινούμενο παράλληλα προς αυτές και, άρα, να ανιχνευθεί σωστά. Το δεύτερο είναι να απορροφηθεί από τα τοιχώματα του κατευθυντήρα και να μην ανιχνευτεί. Το τρίτο είναι να σκεδαστεί στα τοιχώματά του και τελικά να ανιχνευτεί, οπότε υπάρχει μία ασάφεια για τη θέση του. Τέλος, αν ένα φωτόνιο διαθέτει μεγάλη ενέργεια, μπορεί να διαπεράσει τα τοιχώματα του κατευθυντήρα και να ανιχνευτεί σε μία εντελώς λάθος θέση, συνεισφέροντας στο «θόρυβο» της εικόνας. Για το σκοπό αυτό έχουν οπτικοποιηθεί αυτά τα 4 σενάρια και έχουν σχεδιαστεί 4 φωτόνια, που ακολουθούν προκαθορισμένες τροχιές, ώστε να συμβεί ένα από τα παραπάνω γεγονότα. Το Σχήμα 1 παρουσιάζει την πρωταρχική μορφή του φαινομένου, που σχετίζεται με τον κατευθυντήρα μίας γ- κάμερα. Εικονίζονται 4 διαφορετικά φωτόνια, τα οποία ο φοιτητής μπορεί να επιλέξει και να δει τα 4 διαφορετικά φαινόμενα, από διαφορετικές οπτικές γωνίες, ώστε να κατανοήσει την λειτουργία του κατευθυντήρα. Υπάρχει πρόβλεψη για υλοποίηση σεναρίων ασκήσεων πάνω στη γεωμετρία αυτή, όπου ο φοιτητής θα πρέπει να προβλέψει τι θα συμβεί όταν μεταβάλλονται γεωμετρικές παράμετροι του κατευθυντήρα ή ενεργειακά χαρακτηριστικά των φωτονίων.

Το δεύτερο βασικό φαινόμενο για τη λειτουργία μίας γ- κάμερας είναι η απορρόφηση ακτινοβολίας στον σπινθηριστή, ο οποίος βρίσκεται αμέσως μετά τον κατευθυντήρα. Τα φωτόνια που θα περάσουν από τον κατευθυντήρα προσπίπτουν στον κρύσταλλο σπινθηρισμού, όπου απορροφώνται και στην θέση τους εκπέμπονται άλλα φωτόνια χαμηλότερης συχνότητος και ενεργείας. Στη διαδικασία αυτή η σημαντικότερη φυσική διεργασία, η οποία εμφανίζεται είναι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (Photoelectric effect) το γ φωτόνιο αλληλεπιδρά με ένα ηλεκτρόνιο του ατόμου, και μεταφέρει την ενέργεια του σε αυτό, με αποτέλεσμα το μεν γ φωτόνιο να εξαφανισθεί, το δε ηλεκτρόνιο να απελευθερωθεί και να κινηθεί ελεύθερα στον χώρο με κινητική ενέργεια $E_K=h\nu-E_\beta$, όπου h είναι η σταθερά του Πλάνκ, ν η συχνότητα του γ φωτονίου και E_B η ενέργεια συνδέσεως ή, αλλιώς, ιονισμού του ηλεκτρονίου. Ένα μέρος, δηλαδή, της ενέργειας του φωτονίου χρησιμοποιείται για να αποσπασθεί το ηλεκτρόνιο και το υπόλοιπο αποδίδεται ως κινητική ενέργεια στο ηλεκτρόνιο. Για την κατανόηση του φαινομένου αυτού έχει υλοποιηθεί η αλληλεπίδραση του γ-φωτονίου με το ηλεκτρόνιο του ατόμου και η απελευθέρωση του ηλεκτρονίου. Το Σχήμα 2 παρουσιάζει την πρωταρχική μορφή του φαινομένου που σχετίζεται με τον απορρόφηση ακτινοβολίας-γ σε σπινθηριστή. Στην υλοποίηση αυτή προβλέπεται η παραμετροποίηση της κινητικής ενέργειας του φωτονίου, ώστε να δημιουργηθούν διαφορετικά σενάρια ασκήσεων. Επιπλέον, προβλέπεται η υλοποίηση διαφορετικών φαινομένων αλληλεπίδρασης, όπως η σκέδαση Compton, στην οποία δεν εμφανίζεται απορρόφηση του φωτονίου.

Το κάθε φαινόμενο υλοποιήθηκε με την παρακάτω διαδικασία: i) Καταγράφηκε η περιγραφή του φαινομένου και με βάση αυτή αναγνωρίστηκαν τα δομικά του μέρη, ii) τα δομικά του μέρη διαχωρίστηκαν σε 3Δ μοντέλα και στην αλληλεπίδραση τους, iii) για την υλοποίηση των 3Δ Μοντέλων αξιοποιήθηκε το Blender, ενώ iv) για την εισαγωγή της

αλληλεπίδρασης αξιοποιήθηκε το FlashDevelop. Η εισαγωγή των μοντέλων σε μορφή κατάλληλη για το FlashDevelop ενισχύθηκε από την χρήση του PreFab. Η αξιοποίηση του FlashDevelop, δίνει την δυνατότητα εξαγωγής του συνολικού φαινομένου σε μορφή κατάλληλη για εισαγωγή στο eClass, που αξιοποιείται ήδη για την υποστήριξη των εργαστηριακών μαθημάτων του ΤΕΙ Αθήνας.

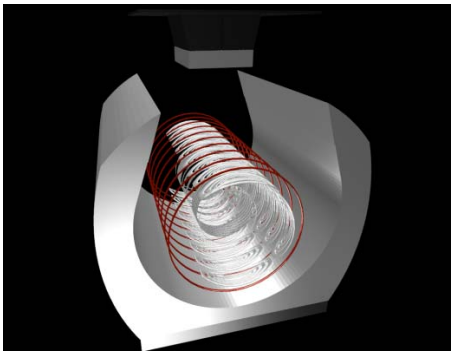
Σχήμα 1. Φαινόμενο Κατευθυντήρα γ-camera



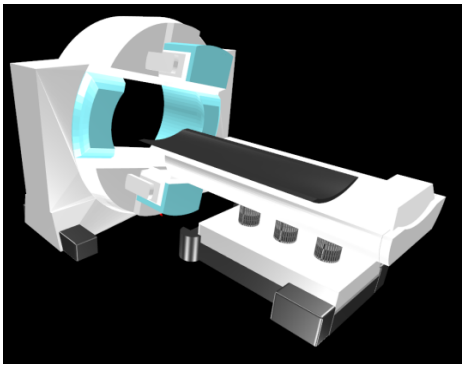
Σχήμα 2. Φαινόμενο Απορρόφηση ακτινοβολίας-γ σε σπινθηριστή

3Δ Οπτικοποίηση Ιατρικών Μηχανημάτων: Μαγνητικός Τομογράφος και Κάμερα SPECT

Βασικός στόχος της οπτικοποίησης των μηχανημάτων είναι η αναπαράσταση: α) του εξωτερικού τους περιβλήματος (Σχήμα 4) και της εσωτερικής τους διάταξης (Σχήμα 3) και β) η αλληλεπίδραση με τις πολύ βασικές λειτουργίες τους. Το κάθε μηχάνημα υλοποιήθηκε με την παρακάτω διαδικασία: i) Πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις σε νοσοκομεία/κλινικές και με βάση αυτά σχεδιάστηκαν τα μοντέλα των μηχανημάτων, ii) σχεδιάστηκε η εσωτερική διάταξη του μηχανήματος, iii) αναγνωρίστηκαν οι βασικές λειτουργίες τους, iv) για την υλοποίηση του περιβλήματος και των εσωτερικών διατάξεων αξιοποιήθηκε το Blender, ενώ v) για την εισαγωγή της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το μηχάνημα αξιοποιήθηκε το FlashDevelop. Αντίστοιχα όπως και στην περίπτωση των φαινομένων, η εισαγωγή των μοντέλων σε μορφή κατάλληλη για το FlashDevelop ενισχύθηκε από την χρήση του PreFab. Η αξιοποίηση του FlashDevelop, δίνει την δυνατότητα εξαγωγής του συνολικού φαινομένου σε μορφή κατάλληλη για εισαγωγή στο eClass, το οποίο αξιοποιείται ήδη για την υποστήριξη των εργαστηριακών μαθημάτων του ΤΕΙ Αθήνας.



Σχήμα 3. Μαγνητικός Τομογράφος (Εσωτερικό)



Σχήμα 4. Κάμερα SPECT

Επίλογος

Το παρόν άρθρο πραγματεύεται την ανάγκη υλοποίησης ενός Εικονικού Εργαστηρίου, το οποίο περιλαμβάνει εικονικές προσομοιώσεις ιατρικών μηχανημάτων καθώς και τη διασύνδεσή τους με τα αντίστοιχα Φυσικά Φαινόμενα, προς αξιοποίηση στην εκπαίδευση και την κατάρτιση φοιτητών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. Αρχικά, παρουσιάστηκαν οι ανάγκες της δημιουργίας του συγκεκριμένου Εικονικού Εργαστηρίου και παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά των 3Δ προσομοιώσεων που χρειάζεται να ενσωματώνει. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε η μεθοδολογία και τα εργαλεία ανάπτυξης των 3Δ προσομοιώσεων Ιατρικών Μηχανημάτων και Φυσικών Φαινομένων. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα δύο βασικά 3Δ Φυσικά Φαινόμενα που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν ακολουθώντας την προτεινόμενη μεθοδολογία, καθώς και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση 2 βασικών ιατρικών μηχανημάτων, τα οποία έχουν υλοποιηθεί σε αυτή τη φάση του έργου.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία συγχρηματοδοτείται από το έργο «Ανάπτυξη εικονικών εργαστηρίων», το οποίο χρηματοδοτείται από την Ψηφιακή Σύγκλιση Α.Ε, που υλοποιείται στο πλαίσιο της πράξης «Υπηρεσίες Εικονικών Εργαστηρίων στο ΤΕΙ Αθήνας».

Αναφορές

Auer M., Pester A., Ursutiu, D., & Samoila C. (2003). Distributed virtual and remote labs in engineering, *Proc. of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, (pp. 1208-1213), United States.

Bedia, A., Zohra, F.B., & Benyoucef, B. (2011). 2D Device Modeling and Simulation / FET for Biomedical Applications. *Physics Procedia*, 21, 35-41.

Blender (2014). Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.blender.org/

Boulos, M., Kamel, N., Hetherington, L. & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information and Libraries Journal*, 24, 233–45.

Dieckmann, P. (Ed.) (2009). *Using Simulations for Education, Training and Research*. Pabst.

FlashDevelop (2014). Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.flashdevelop.org/

Hofer, E., Wiener, T., Arnold R., & Ahammer, H. (2013). Evaluation of Computer Simulation and Computer Animation used as eLearning Tools in Biophysics Lectures and in the self-learning Process of Medical Students *in the proc. of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, May 26-31, 2012, Beijing, China.

Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M.D., Wassertheurer, S., & Hessinger, M. (2009). Learning performance with interactive simulations in medical education: Lessons learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics SIMulator, *Computers & Education*, 52(2), 292-301.

John, W.N. (2007). The impact of Web3D technologies on medical education and training, *Computers & Education*, 49(1), 19-31.

PreFab (2014). Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.closier.nl/prefab/

Reinarz,S (2013). Initiation of a neonatal nurse practitioner competency activity in needle thoracostomy. *Pediatrix Medical Group and Medical University of South Carolina,* 13(4), 238-246.

Shyam D., Krishnashree A., Prema N., & Bipin N. (2011). Enhanced Facilitation of Biotechnology Education in Developing Nations via Virtual Labs: Analysis, Implementation and Case-studies. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 3(1), 1793-8201.

Wiecha J, Heyden R, Sternthal E, & Merialdi M. (2011). Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *J Med Internet Res,* 12(1).

Zadow, U., Buron, S., Harms, T., Behringer F., & Sostmann, K. (2013). Raimund Dachselt, SimMed: combining simulation and interactive tabletops for medical education, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 27-May 02, 2013, Paris, France.