



**ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. :
Αθήνα,

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

**Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/γων
Μηχ/κών**

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του **Υ.Δ. κ. Μόσιαλου Στεργίου**, κατόχου Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού, την οποία εκπόνησε στον Τομέα **Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας**. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί την Τετάρτη 15 Απριλίου 2020, ώρα 13:30 μέσω τηλεδιάσκεψης. Ο τίτλος της Διδακτορικής Διατριβής είναι ο εξής :

«Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας για εκπαίδευση σε προηγμένες τεχνολογίες παραγωγής»

Ο Κοσμήτορας της Σχολής

**N. Μαρμαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π**

Περίληψη Διατριβής Στ. Μόσιαλου

Τίτλος: Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας για εκπαίδευση σε προηγμένες τεχνολογίες παραγωγής

Αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη σύγχρονων λογισμικών συστημάτων εικονικού περιβάλλοντος σε προηγμένες τεχνολογίες παραγωγής, ήτοι σε κέντρο κατεργασιών CNC και σε ρομποτικό βραχίονα 6 αξόνων, με τη συνδρομή των οποίων διερευνώνται παράγοντες οι οποίοι συνεισφέρουν στη βέλτιστη μεταφορά των απαραίτητων δεξιοτήτων, από το εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον σε πραγματικές εν τέλει συνθήκες.

Ειδικότερα, οι παραγωγικές διαδικασίες στη μηχανολογία, στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό στους χειριστές των σύγχρονων εργαλειομηχανών, γεγονός που καθιστά καταλυτική τη συμβολή τους στην όλη διαδικασία. Ως εκ τούτου καθίσταται πολύ σημαντική η εκμάθηση των απαραίτητων δεξιοτήτων από τους μελλοντικούς χειριστές, η οποία σε μεγάλο βαθμό σήμερα πραγματοποιείται με τη χρήση εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα διατριβή αναλύονται, εξετάζονται και αξιολογούνται παράγοντες που μπορεί να συνδράμουν ή καθίστανται ανασταλτικοί στην ορθή κατασκευή ενός εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος, και εξάγονται ανάλογα συμπεράσματα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν προς τον αναφερόμενο σκοπό.

Στο πρώτο εισαγωγικό κεφάλαιο, αναλύεται διεξοδικά το αντικείμενο της παραγωγικής διαδικασίας στη μηχανολογία, και ειδικότερα, καταγράφονται τα επιμέρους στάδιά της, ήτοι το στάδιο του σχεδιασμού ενός προϊόντος, το στάδιο των δοκιμών, η τελική κατασκευή του προϊόντος, μέχρι, τέλος, η κατάλληλη εκπαιδευτική διαδικασία για την απόκτηση των δεξιοτήτων από τους χειριστές. Στο κεφάλαιο αυτό, επισημαίνονται επίσης και τα γνωρίσματα που απαιτείται να γίνουν κτήμα από εκπαιδευόμενους σε μία παραγωγική διαδικασία, όπως είναι η «γνώση (knowledge)», η «δεξιότητα (skill)» και η «επιτηδειότητα (competence)».

Στο δεύτερο κεφάλαιο της διατριβής, ορίζεται η εικονική πραγματικότητα (ΕΠ) ως «ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, παραγόμενο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί» και προς τούτο εξειδικεύονται οι όροι *immersion* (εμβύθιση) και *presence* (παρουσία), η χρήση των οποίων αξιοποιείται σήμερα στην κατασκευή των εν λόγω περιβαλλόντων. Αναλύονται ακολούθως τα βασικά στάδια δημιουργίας ενός εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος, από την ορθή επιλογή ενός εκπαιδευτικού καθήκοντος, μέχρι και την τελική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του.

Στο τρίτο κεφάλαιο ταξινομούνται, ορίζονται και παρατίθενται τα είδη των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την επίτευξη της μάθησης, ήτοι οι κιναισθητικές δεξιότητες (kinesthetic & motor skills), οι αντιληπτικές δεξιότητες (perceptual skills) και οι γνωσιακές - διαδικαστικές δεξιότητες (cognitive - procedural).

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθεται ένα περίγραμμα των αντικειμένων της παρούσας διατριβής, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση, σχετική με τα ερευνητικά αντικείμενα της διατριβής. Ειδικότερα, διερευνάται σε διεθνή βιβλιογραφία, η ύπαρξη των ακολούθων παραμέτρων, που σχετίζονται με την κατασκευή ενός εικονικού περιβάλλοντος.

- Η αντίληψη των χρηστών σε απλή οδήγηση συσκευών εικονικού περιβάλλοντος.
- Η φυσική - δυναμική ανάδραση, σε προσομοίωση μίας πραγματικής ανάδρασης.
- Η ύπαρξη πρότερης πραγματικής εμπειρίας των εκπαιδευομένων.
- Η αντικατάσταση - υποκατάσταση της εκπαίδευσης με χρήση εγχειριδίων (user manual).
- Επιδράσεις και αντιδράσεις των εκπαιδευομένων σε εικονικά περιβάλλοντα υψηλού άγχους.

Τέλος, διερευνάται η διαχρονική εξέλιξη της εικονικής πραγματικότητας τα τελευταία έτη (10 – 15 χρόνια).

Στο ίδιο κεφάλαιο επίσης, και πριν την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, επιχειρείται ομαδοποίησή της, α) βάσει της πολλαπλότητας ή πολυπλοκότητας του προς εκτέλεση καθήκοντος, β) βάσει της δυνατότητας ελευθερίας επιλογής παραμέτρων, ήτοι εάν για το καθήκον απαιτούνται συγκεκριμένα διακριτά βήματα ή εάν υφίσταται περιορισμένη - μέτρια ελευθερία επιλογών ή εάν υφίσταται σημαντική - μεγάλη ελευθερία επιλογών και τέλος γ) βάσει του τρόπου απόκτησης δεξιοτήτων, όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3 (κιναισθητικές, αντιληπτικές και γνωσιακές – διαδικαστικές).

Στο κεφάλαιο έξι, και σύμφωνα με τα απαιτούμενα στάδια δημιουργίας ενός εικονικού περιβάλλοντος, όπως παρουσιάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο, επιλέγεται ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό καθήκον και σχεδιάζεται ένα κέντρο κατεργασίας HAASTM, με χρήση λογισμικού SOLIDWORKS™ και κατόπιν αναπτύσσεται σε εικονικό περιβάλλον μέσω του εξειδικευμένου προς τούτο λογισμικού VIRTOOLS™. Ως εκπαιδευτικό καθήκον επιλέχθηκε η αντιστάθμιση ενός κοπτικού εργαλείου στο κέντρο κατεργασίας, λαμβάνοντας υπόψη εμπειρικές παρατηρήσεις τεχνιτών, που λήφθηκαν υπόψη στο σχεδιασμό του εικονικού περιβάλλοντος, ως πρόσθετα οπτικοαντιληπτικά σήματα (επαυξημένο περιβάλλον). Για την κατασκευή του εικονικού περιβάλλοντος, κατασκευάστηκαν νέα προσομοιωμένα χειριστήρια. Ακολούθως πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία αντιστάθμισης κοπτικού εργαλείου σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον, και ακολούθησαν οι κατάλληλες μετρήσεις μεταξύ ομάδων εκπαιδευομένων στο εικονικό ή/και στο πραγματικό περιβάλλον, προκειμένου να διερευνηθούν παράγοντες που συνδράμουν ή είναι ανασταλτικοί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σε πραγματικό περιβάλλον, κατόπιν εκτέλεσης εκπαιδευτικών σεναρίων σε εικονικό περιβάλλον. Τέλος, διερευνήθηκε και η ανάλογη επίδραση των αντιληπτικών σημάτων του επαυξημένου εικονικού περιβάλλοντος, προς το σκοπό της βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Ακολούθως, στο έβδομο κεφάλαιο, αναπτύχθηκε με τη χρήση του SOLIDWORKS™ και του VIRTOOLS™, εικονικό περιβάλλον ρομποτικού βραχίονα 6 αξόνων STAUBLI RX-90. Το εικονικό ρομπότ σχεδιάστηκε τόσο για ευθεία όσο και για αντίστροφη κινηματική, με επίλυση της μεθόδου Denavit – Hartenberg. Για την κατασκευή του εικονικού περιβάλλοντος κατασκευάστηκαν νέα προσομοιωμένα χειριστήρια. Ως εκπαιδευτικό καθήκον επιλέχθηκε ο χειρισμός του ρομποτικού βραχίονα και η οδήγηση σε 2 διαφορετικές θέσεις του άκρου του βραχίονα, με προσδευτικό βαθμό δυσκολίας. Για την υλοποίηση της πειραματικής διαδικασίας, διατυπώθηκαν αρχικά κατάλληλες υποθέσεις και ακολούθως επιλέχθηκαν κατάλληλες ομάδες, οι οποίες υλοποίησαν την πειραματική διαδικασία, είτε σε εικονικό περιβάλλον (επαυξημένο ή μη), είτε σε συνδυασμό εκτέλεσης πειράματος σε πραγματικό ρομποτικό βραχίονα. Από την όλη διαδικασία διερευνήθηκαν ομοίως παράγοντες που συνδράμουν ή είναι ανασταλτικοί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σε πραγματικό περιβάλλον, κατόπιν εκτέλεσης εκπαιδευτικών σεναρίων σε εικονικό περιβάλλον. Τέλος, αναλύθηκε και η στρατηγική που ακολουθήθηκε από τους εκπαιδευόμενους, προς την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού καθήκοντος, για τυχόν εξαγωγή πρόσθετων συμπερασμάτων.

Στο όγδοο κεφάλαιο, και λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα που εξήχθησαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, επανασχεδιάστηκε το εν λόγω πείραμα και εξετάστηκαν περαιτέρω παράμετροι που λαμβάνουν χώρα στη μάθηση, ήτοι η βελτίωσή της με χρήση μεθόδων βηματικής (σταδιακής) μάθησης ή με χρήση μεθόδων συνδυαστικής μάθησης. Διερευνήθηκε επίσης η χρησιμότητα της προεκτίμησης των επόμενων κινήσεων στην επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος.

Τέλος, στο ένατο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία συνολική επισκόπηση συμπερασμάτων της διατριβής .