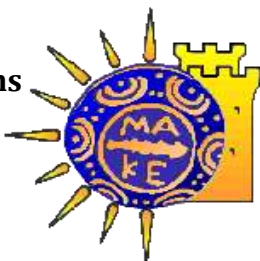


University of Macedonia
Master in Information Systems
Course: Computer Networks
Professor A.A. Economides



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ Πληροφορικά Συστήματα
Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής Α.Α. Οικονομίδης

REAL CASES OF WEARABLE AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES FOR EDUCATION

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ WEARABLE ΚΑΙ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ



ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ:

ΑΛΜΑΣΙΔΟΥ ANNA (MIS16019)

ΣΩΤΗΡΙΑΔΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ (MIS16038)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΪΟΣ 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ.....	4
ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ	6
1.1 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	6
1.2 Παράδειγμα δικτύου αισθητήρων και επαυξημένης πραγματικότητας.....	6
1.3 Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα	8
1.4 Επαυξημένη πραγματικότητα και εκπαίδευση	8
1.5 Συσκευές wearables και networking	14
1.6 Συγκρίσεις, Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα	20
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	24
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	26
ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	28

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή ασχοληθήκαμε με την περιγραφή πραγματικών περιπτώσεων εφαρμογής των τεχνολογιών wearable και της επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσο ενίσχυσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αρχικά, περιγράψαμε την δομή ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων δίνοντας παράλληλα και ορισμούς για την επαυξημένη πραγματικότητα και των wearable συσκευών. Μελετήσαμε την βιβλιογραφία των περιπτώσεων στις οποίες εφαρμόζονται, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους καταγράφοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Σκοπός μας ήταν να διερευνήσουμε με ποιο τρόπο και σε ποιο βαθμό έχει εισαχθεί και επηρεάζει η τεχνολογία τον τομέα της εκπαίδευσης την καθημερινή ζωή και την εξέλιξη της κοινωνίας.

ABSTRACT

In this paper we attempt to describe real cases of applications of the wearable and augmented reality technologies as a tool to enhance the learning process. We started with a description of a wireless sensor network along with definitions of augmented reality and wearable devices. We overviewed the existing literature about the cases where those technologies apply, as well as the way they function, listing their advantages and disadvantages. Our aim was to examine in which way and degree these technologies have been implemented and affect the educational sector in everyday life and evolution of the society.

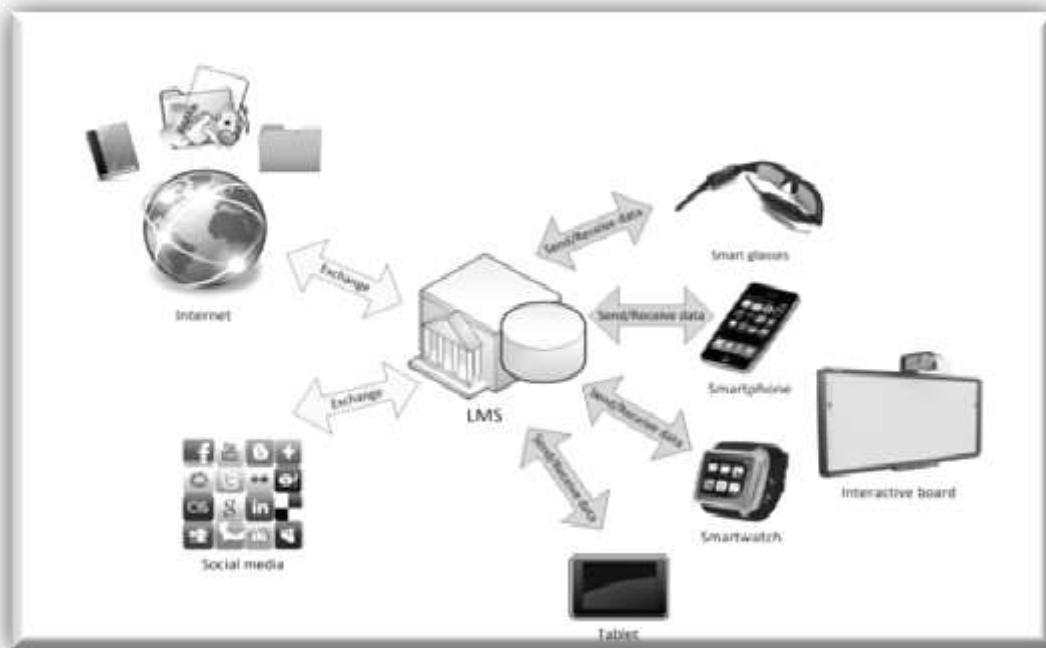
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Οι περιπτώσεις των δικτύων αισθητήρων που θα μας απασχολήσουν σε αυτή την εργασία είναι η χρήση των wearable συσκευών (υποπερίπτωση των Body Sensor Networks) για εφαρμογές δικτύωσης των διδασκόντων και διδασκόμενων καθώς και η δυνατότητά τους για δημιουργία και εκμετάλλευση της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας (augmented reality) στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Οι wearable συσκευές κερδίζουν διαρκώς μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην παγκόσμια τεχνολογική αγορά. Νέα μοντέλα προσφέρουν όλο και περισσότερες δυνατότητες με όλο και πιο κομψή και μοντέρνα εμφάνιση και εφαρμογές σε νέους κάθε φορά τομείς. Με αυτή την αφορμή κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί το ερώτημα αν οι wearable συσκευές και η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα μπορούν να αποδείξουν – και με ποιον τρόπο – σημασία και αξία στον τομέα της εκπαίδευσης, είτε αυτή αφορά την οργανωμένη παροχή γνώσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, είτε ως κάθε δραστηριότητα που έχει ως στόχο να διευρύνει το γνωστικό πεδίο κάθε ατόμου, σε οποιαδήποτε ηλικία, τόσο σε θεωρητικά όσο και σε πρακτικά προσόντα και δεξιότητες.

Στο χώρο της παιδείας τα τελευταία χρόνια τα δίκτυα αισθητήρων, κυρίως μέσω των τεχνολογιών των wearables και της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, έχουν προστεθεί στα μέσα διδασκαλίας, καθώς αποτελούν καινοτόμο και αποτελεσματικό κομμάτι μετάδοσης νέας γνώσης και πληροφορίας. Έχει παρατηρηθεί πως με την χρήση της τεχνολογίας παρατείνεται η προσοχή, το ενδιαφέρον και η περιέργεια των σπουδαστών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνεχώς κίνητρα και να ανεβαίνει το επίπεδο απόδοσης σε κάθε μάθημα.

Γενικότερα, η έλευση του διαδικτύου σε συνδυασμό με εξελιγμένες συσκευές υπολογιστών, όπως PCs, Tablets, κινητά τηλέφωνα και άλλες φορητές και wearable συσκευές έχει συμβάλει στην αύξηση της δημοτικότητας και την ευρεία υιοθέτηση της ηλεκτρονικής διδασκαλίας, όπως είναι τα e-learning, m-learning, game-based learning. Αυτές οι πλατφόρμες σταδιακά γίνονται αναγκαίες στο περιβάλλον της μάθησης, διότι ένα μεγάλο φάσμα γεωγραφικά διασκορπισμένων εκπαιδευόμενων μπορεί να έρθει σε επαφή με το διδακτικό υλικό διαμέσου του e-learning με σχεδόν μηδαμινό κόστος. Η διαδικασία της μάθησης μπορεί να πάρει μέρος οποιαδήποτε στιγμή σε οποιοδήποτε μέρος με την χρήση του m-learning, ενώ εκτός από την παροχή εκπαίδευσης, το game-based learning, επίσης αυξάνει κάποιες δεξιότητες του εκπαιδευόμενου, όπως είναι η ικανότητα επίλυσης ενός προβλήματος. Οι εξελίξεις των δικτύων αισθητήρων σε συνδυασμό με φορητές και Wearable τεχνολογίες ανοίγουν ένα νέο δρόμο με ευκαιρίες μετασχηματισμού και μαζικής αλλαγής, στον τρόπο με τον οποίο παραδίδεται και λαμβάνεται η εκπαίδευση.



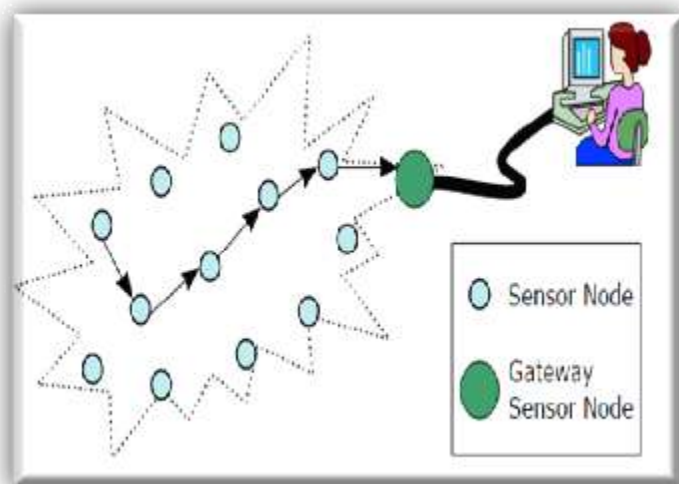
Εικόνα 1. Networking συσκευών με χρήση στην εκπαίδευση

Λόγω της μεγάλης και αυταπόδεικτης σημασίας που έχει η όλο και πιο βελτιωμένη και αποτελεσματική παροχή εκπαίδευσης σε όλο το εύρος του πληθυσμού, όπως και η δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε αυτή, θεωρούμε πολύ ενδιαφέρον να ερευνήσουμε πώς τα δίκτυα αισθητήρων και οι τεχνολογίες που βασίζονται σε αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διευρύνουν και να καλύψουν τις ανάγκες που προκύπτουν για εκπαίδευση σε μια εποχή, όπου η γνώση και η πληροφορία είναι όλο και πιο ζωτικής σημασίας και όπου τα πάντα μετατρέπονται, υπάρχουν και μεταφέρονται σε ηλεκτρονική μορφή.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

1.1 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (wireless sensor networks) χρησιμοποιούνται για ανίχνευση, συλλογή δεδομένων και επεξεργασία δεδομένων και μεταφορά αυτών στους χρήστες. (Liuet al. 2010)



Εικόνα 2. Αρχιτεκτονική τυπικού δικτύου ασύρματων αισθητήρων

Τα δίκτυα αυτά αναφέρονται σε πολλαπλούς σταθμούς ανίχνευσης που χαρακτηρίζονται ως κόμβοι αισθητήρων, όπου κάθε κόμβος συνδέεται με έναν και παραπάνω αισθητήρες. Οι κόμβοι αυτοί αποτελούνται από διάφορα μέρη, όπως αισθητήρα, πομποδέκτη με εσωτερική ή εξωτερική κεραία, μικροεπεξεργαστή, ηλεκτρονικό κύκλωμα για τη διασύνδεση με τους αισθητήρες και μια πηγή ενέργειας. Οι μετατροπείς παράγουν ηλεκτρικά σήματα ανάλογα με τα δεδομένα που

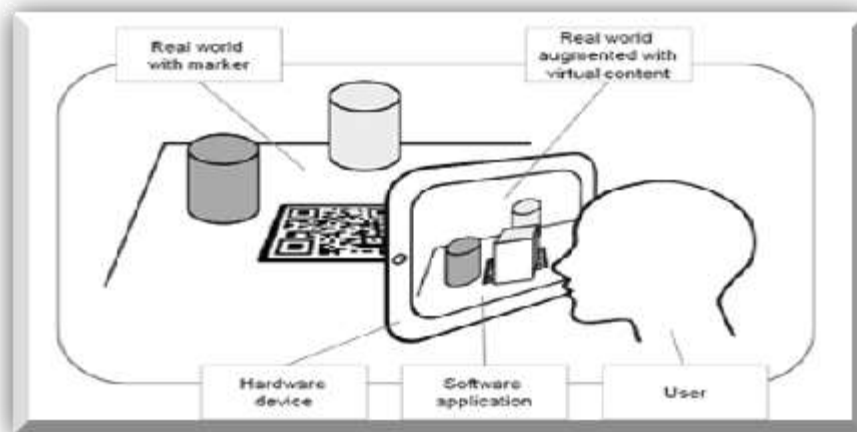
ανιχνεύουν. Ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει και αποθηκεύει τα εξερχόμενα δεδομένα του αισθητήρα. Ο πομποδέκτης λαμβάνει εντολές από τον κεντρικό υπολογιστή και με τη σειρά του μεταδίδει δεδομένα στον μικροεπεξεργαστή. (<http://www.sensornetwork.com/20/04/2016>) Το μέγεθος των δικτύων αισθητήρων ποικίλει, ενώ οι συνήθεις χρήσεις τους είναι για την παρακολούθηση διαφόρων παραμέτρων, όπως υγρασία, θερμοκρασία, ένταση φωτισμού, ένταση ήχου, τάση ρεύματος, χημικές συγκεντρώσεις, καθώς και ζωτικές λειτουργίες του σώματος. Σήμερα, έχουν εφαρμογές σε όλους τους τομείς, ενώ έχουν αναπτυχθεί από στρατιωτικές εφαρμογές, που αποσκοπούσαν στην εποπτεία της μάχης. (https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network#Area_monitoring 20/04/2016)

1.2 Παράδειγμα δικτύου αισθητήρων και επαυξημένης πραγματικότητας

Για την παραγωγή και σύνδεση εικονικού περιεχομένου με τον πραγματικό κόσμο, απαιτείται συσκευή υπολογιστή και ειδικό λογισμικό. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συσκευές hardware είναι συσκευές χειρός, όπως smartphone, tablet ή και Head Mounted Display (HMD). Οι τελευταίες φοριούνται στο κεφάλι του χρήστη και έχουν την μορφή

κράνους ή γυαλιών. Το πλεονέκτημα αυτών είναι πως η προβολή εικόνας παραμένει στο οπτικό πεδίο του χρήστη, ανεξαρτήτως της στάσης ή κίνησής του. Το Google Glass είναι ένα παράδειγμα HMD που χρησιμοποιείται στο Radboud University Medical Center, Nijmegen και το Academic Medical Center, Amsterdam για να ερευνήσει την πιθανή προστιθέμενη αξία της επαυξημένης πραγματικότητας για την υγεία και την ιατρική εκπαίδευση. Όλες οι συσκευές hardware που χρησιμοποιούνται για την επαυξημένη πραγματικότητα διαθέτουν επεξεργαστή, κάμερα, GPS, αισθητήρες ή / και πυξίδα.

Όσον αφορά το software, υπάρχουν δύο τύποι: marker-based και markerless. Τα marker-based χρησιμοποιούν 2D ή 3D εικόνες σαν QR code ή ένα φυσικό αντικείμενο (όπως ένα κτίριο ή άνθρωπος), το οποίο μπορεί να αναγνωριστεί από το λογισμικό. Όταν το λογισμικό λάβει δεδομένα από τον δείκτη ή το αντικείμενο, δημιουργεί το επαυξημένο εικονικό περιεχόμενο και το προβάλλει πάνω στο αναγνωρισμένο αντικείμενο. Ο χρήστης αντιλαμβάνεται αυτή την πρόσθετη πληροφορία ως πραγματικά υπάρχουσα μέσα στο περιβάλλον.



Εικόνα 3. Απλό γραφικό παράδειγμα λειτουργίας επαυξημένης πραγματικότητας

Η Markerless επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί δεδομένα τοποθεσίας για να εντοπίσει την τοποθεσία του χρήστη, μέσω GPS και πυξίδας ή με υπέρυθη ακτινοβολία για να δημιουργήσει δεδομένα με την μορφή της σιλουέτας του χρήστη (τεχνολογία Kinect). Βασισμένο σε αυτή την πληροφορία, το λογισμικό μπορεί να επαυξήσει το εικονικό περιεχόμενο σε συγκεκριμένη τοποθεσία πάνω ή μέσα στο πραγματικό περιβάλλον, ανεξάρτητα από την στατικότητα ή την δυναμικότητα αυτού. (Kamphuis et al. 2014)

1.3 Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα (Virtual reality) είναι η αναπαράσταση πραγματικών ή φανταστικών περιβαλλόντων και εξομοίωση της φυσικής παρουσίας του χρήστη σε αυτά, η οποία πραγματοποιείται μέσω υπολογιστή, επιτρέποντάς του ταυτόχρονα την αλληλεπίδραση μαζί τους μέσω τεχνητών αισθητηριακών ερεθισμάτων της όρασης, αφής, ακοής και όσφρησης. (https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality 24/4/16)

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented reality – AR) παράγει περιβάλλον, το οποίο περιέχει ταυτόχρονα στοιχεία εικονικής πραγματικότητας και στοιχεία του πραγματικού κόσμου. Ο χρήστης μπορεί να δει τον πραγματικό κόσμο, αλλά και εικόνες που παράγονται από τον υπολογιστή και προβάλλονται πάνω από αυτόν τον κόσμο. Έτσι, ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας, θα συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα στοιχεία από τον πραγματικό και τον ψηφιακό κόσμο σε 3D μορφή και θα είναι διαδραστικό σε πραγματικό χρόνο. Τα εικονικά αντικείμενα μπορούν να είναι είτε επεξεργάσιμα, είτε σταθερά. (<https://augmented-reality-in-education.wikispaces.com/> 24/4/16)

1.4 Επαυξημένη πραγματικότητα και εκπαίδευση

Σε ότι αφορά την χρήση τους στην εκπαίδευση, οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας εμπλουτίζουν με κείμενο, γραφικά, βίντεο και ήχο το πραγματικό περιβάλλον του μαθητή. Τα βιβλία, οι κάρτες μελέτης και όλο το εκπαιδευτικό υλικό έχουν ενσωματωμένους δείκτες, οι οποίοι όταν σκαναριστούν από μια συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας, παράγεται ενισχυτική πληροφορία που παρέχεται στον μαθητή με μορφή πολυμέσων. Οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν διαδραστικά σε εξομοιώσεις ιστορικών γεγονότων που παράγονται από υπολογιστή, εξερευνώντας και μαθαίνοντας λεπτομέρειες από κάθε σημαντικό σημείο του μαθήματος. Μέσω της εικόνας και της εμπειρίας που αποκομίζουν, μπορούν να μελετήσουν ευκολότερα αστρονομία, φυσική και ανατομία.



Εικόνα 4. App iWow AR εφαρμογή γεωγραφίας για κινητές συσκευές

Σε επιλεγμένο σχολείο στο Μητροπολιτικό Μπανγκόκ της Ταϊλάνδης σχεδιάστηκε ένα διαδραστικό AR 3D βιβλίο με σκοπό την διδασκαλία της αγγλικής γλώσσας με τη χρήση Zooburst. Το συγκεκριμένο AR 3D pop-up βιβλίο αναφέρεται σε μια ψηφιακή εφαρμογή που επιτρέπει τη δημιουργία ιστοριών σε πραγματικό περιβάλλον είτε με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και μιας κάμερας είτε μέσω ενός plug-in Flash. Αρχικά, ένας

χρήστης κρατάει έναν δείκτη (ένα μαύρο τετράγωνο σύμβολο) πάνω σε ένα χαρτί και μέσω της AR εφαρμογής δημιουργείται ένα τρισδιάστατο διαδραστικό βιβλίο, συμπεριλαμβανομένων πολύχρωμων γραφικών, ήχου και εικόνας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγγραφείς κάθε ηλικίας, από εκπαιδευτικούς μέχρι και τους μαθητές του νηπιαγωγείου και σαν εκπαιδευτικό εργαλείο προσφέρει στους μαθητές νέους τρόπους για να δημιουργήσουν και διηγηθούν ιστορίες, να κάνουν παρουσιάσεις και να εκφράσουν ιδέες. Παρέχει ένα δυναμικό, ασφαλές και προστατευμένο περιβάλλον για μαθητές και εκπαιδευτικούς.



Εικόνα 5. Zooburst. Το AR 3D pop-up βιβλίο όπως δημιουργήθηκε σε σχολείο της Ταϊλάνδης

Οι κινητές εφαρμογές που χρησιμοποιούν επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιούνται συχνότερα στην τάξη. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών αποτελούν το SkyView για την μελέτη αστρονομίας και το AR Circuits για τον σχεδιασμό απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων. (https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Education 28/4/2016)

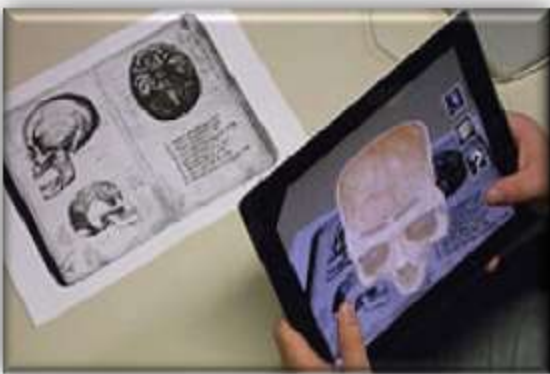
Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει εφαρμογή και στην διδασκαλία του μαθήματος της Γεωγραφίας. Στο New Hampshire φοιτητές εξερευνούν μέσω εικονικής πραγματικότητας το δάσος του Αμαζονίου, ενώ η εφαρμογή Second Life ενισχύει την διδασκαλία του φυσικού τοπίου και των πολιτισμικών στοιχείων διαφόρων περιοχών. Εκμεταλλευόμενοι την τεχνολογία online mapping/image VR application Google Earth, οι φοιτητές εξερευνούν περιοχές σε όλον τον πλανήτη. Μια γνωστή iPad εφαρμογή που χρησιμοποιείται για εικονικά εκπαιδευτικά ταξίδια στον κόσμο είναι η Travel The World 2013. (R.Lisichenko 2015)

Στο πανεπιστήμιο Murdoch της Δυτικής Αυστραλίας αναπτύχθηκε ένα παιχνίδι μεικτής πραγματικότητας (Conserv-AR) με σκοπό την ευαισθητοποίηση της κοινωνίας για την διατήρηση της άγριας ζωής με χρήση του κινητού, ως wearable. Είναι ένα παιχνίδι που προσκαλεί τους μαθητές σε μία εμπειρία ενός πραγματικού κόσμου για την ανάπτυξη της

ευαισθητοποίησης τους στη διατήρηση της άγριας ζωής στη Δυτική Αυστραλία. Η ιστορία του παιχνιδιού περιστρέφεται γύρω από μια εκδρομή, όπου ο παίκτης διασχίζει ένα πραγματικό κόσμο με στόχο τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα απειλούμενα είδη και τους οικοτόπους τους, μαθαίνοντας για κινδύνους που επιφυλάσσει η άγρια ζωή και αναπτύσσοντας στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτών. Το παιχνίδι περιλαμβάνει ένα 3D εικονικό περιβάλλον, όπου οι χρήστες μπορούν να επανεξετάσουν όλες τις πληροφορίες που συλλέγονται κατά τη διάρκεια της εκδρομής. Η τρέχουσα έκδοση έχει αναπτυχθεί για έξυπνα γυαλιά της Epson και μπορεί επίσης να τρέξει σε Android smartphones και tablets.

Ενώ παρόμοια, σε πανεπιστήμιο του Αιγαίου φοιτητές δημιούργησαν μια εφαρμογή, η οποία αποσκοπεί στη μάθηση σχετικά με το πολιτιστικό περιβάλλον με τη χρήση κινητών τεχνολογιών AR. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται ARmuseum και παρουσιάζει την πρόσβαση και ξενάγηση στο Μουσείο Βιομηχανικής Ελαιουργίας της Λέσβου. Ο χρήστης περιηγείται σε διαφορετικά μέρη του μουσείου και δείχνει σε αντικείμενα με την κινητή συσκευή του. Σε κάθε ένα από αυτά τα μέρη λαμβάνει πληροφορίες για τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής και το αντίστοιχο κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο της εποχής. Επιπλέον, μπορεί να αγγίξει και να δοκιμάσει εργαλεία και να κατανοήσει τη χρήση τους στη πράξη μέσω επαυξημένης πραγματικότητας. Για τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη χρησιμοποιείται ασύρματο τοπικό δίκτυο αισθητήρων εντός του μουσείου.

Ακόμη σε Ινστιτούτο Αρχιτεκτονικής της Ολλανδίας έχει αναπτυχθεί μια ειδική εφαρμογή, με την οποία όταν οι χρήστες smartphone στρέφουν τη συσκευή τους σε προκαθορισμένα σημεία στην πόλη λαμβάνουν πληροφορίες για σχετικά με ιστορικές φωτογραφίες παλαιών κτισμάτων, τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων με τα οποία μπορούν να αλληλοεπιδράσουν.



Εικόνα 6. App iSkull AR εφαρμογή για την ανατομία (iOS OS)

Στην ανώτατη εκπαίδευση χρησιμοποιούνται εφαρμογές όπως το Construct3D, το οποίο βοηθά τους φοιτητές να κατανοήσουν έννοιες μηχανικής, μαθηματικών και γεωμετρίας. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βοηθήσει τους φοιτητές στην κατανόηση της χημείας επιτρέποντάς τους να οπτικοποιούν την τρισδιάστατη δομή των μορίων και να αλληλεπιδρούν με τα εικονικά μοντέλα που εμφανίζονται. Οι φοιτητές φυσιολογίας μπορούν να οπτικοποιούν τα διάφορα συστήματα του ανθρώπινου σώματος σε τρεις διαστάσεις. (https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Education 28/04/2016)



Εικόνα 7. Μαθήτρια που χρησιμοποιεί Emotiv EPOC EEG System

Στο Πανεπιστήμιο Macquarie της Αυστραλίας χρησιμοποιήθηκαν ακουστικά για την παρακολούθηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας στην Γνωσιακή επιστήμη. Συγκεκριμένα, μια πλήρως φορητή απεικόνιση του ανθρώπινου εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας αναπτύχθηκε με τη χρήση του συστήματος Emotiv EPOC EEG. Το EPOC είναι ένα προσιτό, ασύρματο σύστημα που παρακολουθεί την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Το EPOC έχει πρόσφατα αναδειχθεί ως ερευνητικό εργαλείο στις γνωστικές επιστήμες από πολλά μέλη της ομάδας που συμμετέχουν στο έργο (Badcock et al. 2013, 2015). Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες χρησιμοποιώντας το EPOC για την απεικόνιση και καταγραφή των δικών τους εγκεφαλικών δραστηριοτήτων κατά την διάρκεια εκτέλεσης ενός απλού πειράματος.

Οι Blum et al. περιγράφουν μια ακόμα εφαρμογή, το Miracle, το οποίο χρησιμοποιείται για την προπτυχιακή διδασκαλία της ανατομίας και λειτουργεί ως εξής: ο εκπαιδευόμενος στέκεται μπροστά από οθόνη με κάμερα και προσαρμοσμένο σε αυτή σύστημα Kinect. Η εικόνα της κάμερας με τον εκπαιδευόμενο παρουσιάζεται στην οθόνη, όπως σε καθρέπτη. Ένα σετ δεδομένων αξονικής τομογραφίας προβάλλεται πάνω στο σώμα του χρήστη επάνω στην οθόνη, δημιουργώντας την ψευδαίσθηση πως αυτός μπορεί να δει το εσωτερικό του σώματός του. Μια διεπαφή που βασίζεται στις χειρονομίες του χρήστη επιτρέπει πραγματικού χρόνου διαχείριση της απεικόνισης των δεδομένων της αξονικής τομογραφίας. Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να μετακινηθεί μέσα στα δεδομένα με τοξοειδή, εγκάρσια και επιμήκη κίνηση, χρησιμοποιώντας διαφορετικές χειρονομίες. Το Miracle χρησιμοποιεί φτηνά υλικά (Kinect, κάμερα και TV) σε σχέση με τα συμβατικά υλικά της ανατομίας.

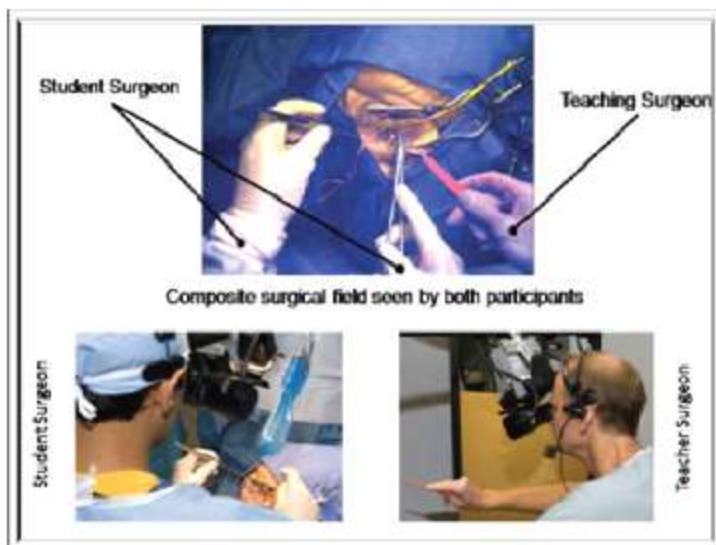


Εικόνα 8. Στιγμιότυπο χρήσης του Miracle

Παραμένοντας στον τομέα ιατρικής εκπαίδευσης, οι Hamza-Lup et al. ανέπτυξαν ένα σύστημα που επιτρέπει πραγματικού χρόνου 3D οπτικοποίηση της δυναμικής φυσιολογίας και παθολογίας των πνευμόνων και προβολή της απευθείας σε ανδρείκελο ή σε ασθενή στο χειρουργείο. Σε αυτή την απεικόνιση ένα γενικό λειτουργικό μοντέλο πνευμόνων συνδυάζεται με τα δεδομένα του συγκεκριμένου ασθενή, όπως προκύπτουν από υψηλής ευκρίνειας αξονική τομογραφία. Το αποτέλεσμα είναι δυναμική, πραγματικού χρόνου

απεικόνιση των εικονικών πνευμόνων πάνω στο σώμα του ασθενή. Για να βλέπουν την 3D δυναμική των πνευμόνων και πιθανές παραμορφώσεις, οι γιατροί φορούν μια συσκευή HMD. Αυτό το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εξειδικευμένη εκπαίδευση νέων ιατρών με χρήση ποικίλων κλινικών περιπτώσεων.

Επίσης, οι Botden and Jakimowicz αναφέρουν σε έρευνά τους 4 εφαρμογές εκπαίδευσης χειρουργών στην λαπαροσκοπία, τις ProMIS, CELTS, Blue Dragon and LTS3e. Με αυτές οι εκπαιδευόμενοι εξασκούνται σε ανδρείκελα πάνω στα οποία προβάλλεται πληροφορία ανατομίας μαζί με τις λαπαροσκοπικές διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσουν. Κάποιες φορές η άσκηση συμπληρώνεται με προβολή εκπαιδευτικού βίντεο και καταγραφή της επίδοσης του φοιτητή. Για παράδειγμα, στο σύστημα ProMIS το ανδρείκελο συνδέεται με υπολογιστή. Μέσα σε αυτό, ένα σύστημα ανίχνευσης μετράει την θέση και ταχύτητα των χειρουργικών εργαλείων και αυτή η πληροφορία απεικονίζεται στην οθόνη. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα εκμάθησης χειρουργικής αυτής της μεθόδου, τα επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλοντα λαπαροσκοπίας προσφέρουν ρεαλιστική απτική ανατροφοδότηση, η οποία είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη των απαιτούμενων δεξιοτήτων των χειρουργών. (Kamphuis et al. 2014)



Εικόνα 9. Οπτικό πεδίο του χειρουργού και του μαθητή με τη χρήση του VIPAAR

Το σύστημα εικονικής παρουσίας αλληλεπίδρασης και επαυξημένης πραγματικότητας (VIPAAR), είναι μία πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο της Αλαμπάμα στο Μπέρμιγχαμ και έχει αποδείξει την πρακτικότητα και την χρησιμότητα της εικονικής διαδραστικής καθοδήγησης στους

τομείς της νευροχειρουργικής, ωτορινολαρυγγολογίας και

ορθοπαιδικής. Η βασική ιδέα του συστήματος VIPAAR είναι η εικονική διαδραστική παρουσία (VIP), που επιτρέπει σε έναν εμπειρογνώμονα ή έναν βοηθό να δει μια απομακρυσμένη χειρουργική επέμβαση, καθώς και να τοποθετήσει τα χέρια του ή εργαλεία μέσα στην εικονική διαδραστική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο έχοντας καθοδήγηση, υποστήριξη και κάνοντας εξάσκηση ανάλογα με τις ανάγκες. Στην ουσία, VIP «συγχωνεύει» δύο πραγματικότητες που βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες σε ένα ενιαίο κοινόχρηστο χώρο εργασίας, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να αλληλεπιδρούν, σαν να ήταν φυσικά παρών στο χώρο εργασίας. Η τεχνολογία αυτή έχει αξιολογηθεί ως αποτελεσματική για την καθοδήγηση και εκπαίδευση χρησιμοποιώντας

χειρουργικά συστήματα απεικόνισης, όπως μικροσκόπια, ενδοσκόπια, και τοποθετημένα υψηλής ευκρίνειας κάμερες που συλλαμβάνει το χειρουργικό πεδίο. Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για τη συγχώνευση απομακρυσμένων χειρουργών, όπου ένας χειρουργός στο Νοσοκομείο του Αγίου Ιωσήφ, Ατλάντα, Γεωργία βρισκόταν σε κοινή διάδραση με χειρουργείο στο Μπέρμιγχαμ χρησιμοποιώντας Google Glasses.

Μια πολύ γνωστή περίπτωση συσκευών επαυξημένης πραγματικότητας είναι οι κονσόλες Wii, με τις οποίες ο χρήστης αντιδρά στο πραγματικό περιβάλλον για να πραγματοποιήσει δραστηριότητες ορατές τόσο στο πραγματικό περιβάλλον, όσο και στον εικονικό κόσμο ώστε να εξασκήσει μια δεξιότητα ή να πετύχει ένα στόχο.

Η συσκευή Nintendo Wii αποτελείται από τηλεχειριστήριο αναγνώρισης χειρονομιών και εργαλείο κατάδειξης με επιταχυνσιόμετρο για την ανίχνευση κινήσεων στους τρεις άξονες που λειτουργεί με υπέρυθρη ακτινοβολία και αντίστοιχο αισθητήρα στην κονσόλα για την ανίχνευση αυτής. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να μιμηθεί οποιαδήποτε κίνηση, η οποία περνάει στην οθόνη στο περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας. Ως τέσσερα τέτοια χειριστήρια μπορούν να συνδεθούν ταυτόχρονα στην κονσόλα μέσω Bluetooth. Η κονσόλα διαθέτει, επίσης, ηχείο και θύρα επέκτασης, ενώ μπορεί να συνδεθεί με διάφορες επιπρόσθετες συσκευές, όπως την Wii Wheel για προσομοίωση οδήγησης και άλλες που προσομοιάζουν την χρήση όπλου, καλαμιού για ψάρεμα κ.α. Η κονσόλα συνδέεται στο διαδίκτυο. (Bratitsis et al. 2014)



Εικόνα 10. Η κονσόλα Wii με εξαρτήματα για εκμάθηση σκι



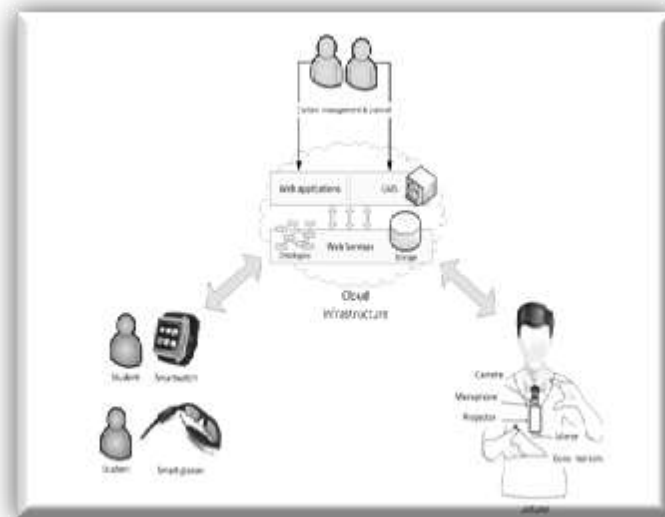
Εικόνα 11. Wii driving wheel

Οι κονσόλες Wii είναι ευρύτερα γνωστές σαν μέσο ψυχαγωγίας, παιχνιδιού και άθλησης, όμως σήμερα υπάρχουν πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές και παιχνίδια Wii, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με εκπαιδευτικό σκοπό. Για παράδειγμα, με το Wii Endless Oceans τα παιδιά μπορούν να μελετήσουν τον υποβρύχιο κόσμο και να μάθουν για τα πλάσματα του βυθού, με το Wii Wild Earth: African Safari να γνωρίσουν την γεωγραφία και το περιβάλλον της Αφρικής. Το Wii Big Brain Academy προκαλεί τα παιδιά στην επίλυση γρίφων και πάζλ, ενώ με την προσθήκη επιπλέον εξαρτημάτων, η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν διαδραστικός πίνακας (Smartboard). (<http://www.teachhub.com/wii-classroom> 8/05/2016) Το Wii μπορεί, επίσης, να αποδειχθεί πολύ ενδιαφέρον, αποδοτικό και χαμηλού κόστους τμήμα της εκπαίδευσης νέων χειρουργών. (Giannotti et al. (2013)

Αντίστοιχες συσκευές με το Wii, είναι το Kinect, μια συσκευή εισόδου για το Microsoft Xbox 360, με RGB camera, αισθητήρα υπερύθρων, μικρόφωνο και πρόγραμμα 3D καταγραφής κίνησης και ταχύτητας σώματος ακόμα και στο σκοτάδι, όπως και αναγνώριση φωνής, προσώπου και γκριμάτσας και το PlayStation Move, μια πλατφόρμα ελέγχου παιχνιδιού μέσω αισθητήρων κίνησης για το PlayStation 3. (Bratitsis et al.2014)

1.5 Συσκευές wearables και networking

Ο Barfield προσδιόρισε τα Wearable ως αυτοτροφοδοτούμενους, αυτόνομους υπολογιστές που φοριούνται στο σώμα από τον χρήστη και παρέχουν πρόσβαση και αλληλεπίδραση με πληροφορίες οπουδήποτε και οποιαδήποτε στιγμή, σε αντίθεση π.χ. με ένα παραδοσιακό ρολόι χειρός. Τα Wearable μπορούν να ενσωματώσουν μια μεγάλη ποικιλία από αισθητήρες για μέτρηση μηχανικών (θέση, μετατόπιση, επιτάχυνση), ακουστικών (ένταση, τόνο), βιολογικών (καρδιακή συχνότητα, θερμοκρασία, νευρική δραστηριότητα), οπτικών (διάθλαση, φωτεινότητα) και περιβαλλοντικών πληροφοριών (θερμοκρασία, υγρασία). Επίσης, οι Wearable συσκευές μπορούν να αναγνωρίζουν, να προσαρμόζονται και να αντιδρούν στον ιδιοκτήτη τους, την τοποθεσία και την δραστηριότητα που εκτελείται. (Bower et al. 2015) Οι περισσότερες Wearable συσκευές συνδέονται με υπολογιστές ή και με άλλες ψηφιακές συσκευές (κινητά τηλέφωνα, tablets), έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα να προβάλλονται και να παράγονται δεδομένα και πληροφορίες. (Borthwick et al. 2015).



Εικόνα 12. Μοντέλο δικτύωσης wearable συσκευών στην εκπαίδευση

Ένα παράδειγμα εφαρμογής των wearable στην ηλεκτρονική εκπαίδευση, όπως αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Επιχειρηματικότητας της Σχολής Οργανωσιακών Επιστημών του Πανεπιστημίου του Βελιγραδίου, απεικονίζεται στην παραπάνω εικόνα. Το μοντέλο που προτείνεται αποτελείται από cloud, wearable συσκευές και λογισμικό. Τα wearables και το λογισμικό για τους φοιτητές διαφέρουν από αυτά των καθηγητών.

Το Cloud αποτελεί ενδιάμεσο ανάμεσα στους φοιτητές και τον καθηγητή και αποτελείται από υπηρεσίες ιστού, αποθηκευτικές οντότητες, σύστημα μαθησιακής διαχείρισης (learning management system) και management interfaces. Ο κύριος στόχος του είναι να συγκεντρώνει δεδομένα από φοιτητές και καθηγητές και να διανέμει εξειδικευμένο

εκπαιδευτικό υλικό στις ατομικές συσκευές. Πιστοποιεί, επίσης, τους χρήστες και τους δίνει πρόσβαση στις εκπαιδευτικές συνεδρίες, κάτι που επιτρέπει στους καθηγητές να ελέγχουν άμεσα την συμμετοχή των φοιτητών στα μαθήματά τους.

Οι συσκευές των φοιτητών μπορούν να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους, αλλά και με αυτή του καθηγητή, μέσω του cloud. Εφόσον η δομή του μοντέλου είναι βασισμένη στις υπηρεσίες δικτύου, οι συσκευές των χρηστών μπορούν να συνδεθούν μέσω οποιασδήποτε τεχνολογίας που επιτρέπει την σύνδεση στο διαδίκτυο.

Στην συνέχεια, τα smart watches μπορούν να κάνουν sign in στην τάξη με την ψηφιακή υπογραφή των φοιτητών και αυτή η πληροφορία να μεταφερθεί μέσω του cloud στον καθηγητή, ώστε αυτός να ενημερωθεί για τους παρόντες και τους απόντες φοιτητές στο μάθημά του. Ταυτόχρονα, μπορούν να ενημερώνουν τους φοιτητές για τις διορίες υποβολής εργασιών ή άλλων εκκρεμοτήτων. Κάποιες εφαρμογές μπορούν να αναγνώσουν κείμενο, ώστε να διευκολύνουν την παρακολούθηση των διαλέξεων. Τα Smart glasses παρέχουν οπτική επαφή και επικοινωνία με διαθέσιμες πηγές μάθησης που παρέχονται από τον καθηγητή και το learning management system. Μπορούν να επικοινωνήσουν με άλλες συσκευές στην τάξη, όπως τα smart watches ή την συσκευή του καθηγητή τεχνολογίας Sixth Sense. Μια συσκευή βασισμένη στην τεχνολογία Sixth Sense δίνει την δυνατότητα στον καθηγητή να βγάζει φωτογραφίες, να αναγνωρίζει αντικείμενα και να φέρνει πληροφορία από τον πραγματικό στον εικονικό κόσμο. Επιπλέον, ο καθηγητής μπορεί εύκολα να χρησιμοποιήσει πηγές από το cloud και να επικοινωνήσει με τους φοιτητές. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να συμμετέχει στις δραστηριότητες της τάξης, να έχει πρόσβαση στην εργασία του και πλήρη έλεγχο στην πορεία της διάλεξης. Έτσι, οι δραστηριότητες μπορούν να γίνουν πιο διαδραστικές και η επίδοση των φοιτητών να ελέγχεται διαρκώς. Τα κύρια μέρη της συσκευής αυτής, όπως φαίνεται στην εικόνα, είναι ο projector και η camera που ανιχνεύει και αναγνωρίζει τις κινήσεις του χρήστη, ειδικά αυτές των δεικτών που φορά στα δάχτυλά του. Αυτές οι κινήσεις αργότερα μεταφράζονται ως πράξεις ή εντολές στην κινητή υπολογιστική συσκευή, ενώ τόσο ο projector όσο και η camera είναι συνδεδεμένες σε αυτή. (Labus et al. 2015)

Σε μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε σε Πανεπιστήμιο της Νιγηρίας, και αναφέρουν οι Ezenwoke et al. έγινε διδασκαλία με Optical Head Mounted Display (OHMD), όπου κάμερα της συσκευής του καθηγητή συνέλλεγε δεδομένα για τους μορφασμούς των φοιτητών την ώρα που αυτός παρέδιδε το μάθημά του, τα οποία αποστέλλονταν σε απομακρυσμένο σέρβερ και αναλύονταν με βάση ανθρωπομετρικά δεδομένα. Σε ένα τέτοιο σύστημα, η πληροφορία που παράγεται από το λογισμικό για την συναισθηματική κατάσταση των φοιτητών, επιστρέφει στην οθόνη του καθηγητή ώστε να μπορεί άμεσα να κρίνει και να αναπροσαρμόζει την διάλεξή του. Μια άλλη δυνατότητα ελέγχου των συναισθημάτων των φοιτητών κατά την διάρκεια του μαθήματος ήταν η περίπτωση όπου αυτοί θα φορούσαν ειδικά βραχιολάκια αισθητήρων τα οποία συλλέγουν και μεταφράζουν ηλεκτρικά ερεθίσματα από το δέρμα τους. Η πληροφορία αυτή εμφανίζεται σε οθόνη ή

συσσκευή χειρός του καθηγητή με σκοπό να αξιολογηθεί το επίπεδο προσοχής στο μάθημα ή φοιτητές που φαίνεται να έχουν δυσκολία κατανόησης του αντικειμένου. (Ezenwoke et al. 2016)

Η επαυξημένη πραγματικότητα εδώ και πολλά χρόνια έχει και στρατιωτικές εφαρμογές. Τα Head-Up Displays (HUDs) και τα Helmet-Mounted Displays (HMDs) στα μαχητικά αεροσκάφη παρέχουν στους πιλότους οπτικές ενδείξεις για τους στόχους, τις απειλές και άλλες πληροφορίες – όπως την ταχύτητα ή το υψόμετρο – ενσωματωμένες στον πραγματικό κόσμο. Όπως υπονοεί και το όνομά τους, τα πρώτα αποτελούν μία διάφανη συσκευή που τοποθετείται στο οπτικό πεδίο των πιλότων και δείχνει τις επιπρόσθετες πληροφορίες, επιτρέποντάς τους να έχουν «το κεφάλι ψηλά», ενώ τα HMDs προσαρμόζονται στο κράνος τους και προβάλλουν πληροφορίες μπροστά στα μάτια τους. Έτσι, αυτοί δεν αναγκάζονται να στρέψουν το βλέμμα τους για να δουν τις πληροφορίες που χρειάζονται σε άλλα όργανα, αποφεύγοντας έτσι τον κίνδυνο απόσπασης της προσοχής τους και συνακόλουθου ενδεχόμενου λανθασμένου χειρισμού. (Βερυκόκου Σ., 2013)

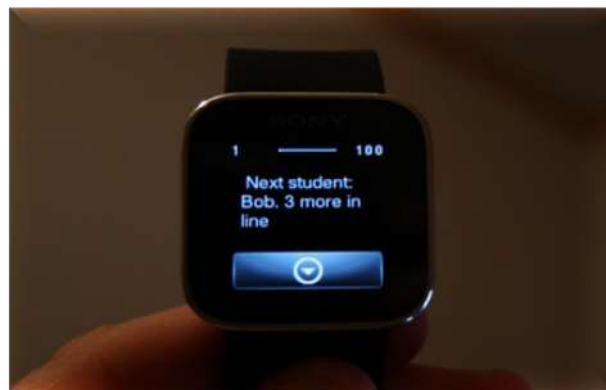
Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες συσκευές wearable που χρησιμοποιούνται στον χώρο της εκπαίδευσης:

☞ **Smart Glasses:** Συσκευές που φοριούνται ως γυαλιά με μικρόφωνο, ηχείο, αισθητήρες, συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο και ενσωματωμένη κάμερα μέσω της οποίας συλλέγονται δεδομένα από το οπτικό πεδίο του χρήστη, ενώ πάνω στην διάφανη οθόνη προβάλλονται πληροφορίες και γραφικά ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι τα Google Glass, τα Microsoft HoloLens, τα Vuzix Smart Glasses και τα Golden-i headsets. Το ίδρυμα Open Colleges, ένα από τα πιο παλιά εκπαιδευτικά ινστιτούτα της Αυστραλίας χρησιμοποιεί τα Google Glass για μια ποικιλία εκπαιδευτικών διαδικασιών, όπως: Για την προετοιμασία του μαθήματος: δημιουργία, επεξεργασία και διανομή εκπαιδευτικών βίντεο, εικόνων και παρουσιάσεων στις κινητές συσκευές των φοιτητών ή μέσω youtube, καταγραφή μαθήματος, ομιλιών ή παρατάσεων, δημιουργία λίστας καθηκόντων και προς παράδοση εργασιών, άμεση μετάφραση από κείμενο ή εικόνα. Για βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας: μεγαλύτερη και ρυθμιζόμενη προσβασιμότητα για άτομα με ειδικές ανάγκες ή μαθησιακές δυσκολίες, δυνατότητα προσωποποίησης της μαθησιακής διαδικασίας, δυνατότητα σε διστακτικούς μαθητές να θέτουν ελεύθερα ερωτήσεις, χρήση δυνατοτήτων της επαυξημένης πραγματικότητας για εικονικές εκπαιδευτικές εκδρομές στον τόπο ή τον χρόνο, εκπαιδευτικά παιχνίδια και ανατροφοδότηση του καθηγητή ως προς την ανταπόκριση και επιδόσεις των μαθητών. Για τον έλεγχο και την συνεργασία: αναγνώριση προσώπου φοιτητών, δικτύωση μεταξύ καθηγητών και φοιτητών, ενημέρωση και επικοινωνία καθηγητών με τους γονείς των μαθητών, εξ αποστάσεως διδασκαλία και συλλογική συμμετοχή σε ερευνητική ομάδα, καταγραφή ή εξ αποστάσεως αξιολόγηση του έργου του διδάσκοντα και της παρατήρησης των διδασκομένων ως προς τυχόν εκπαιδευτικές τους ανάγκες.

(<http://www.opencolleges.edu.au/informed/features/> 08/05/2016) Για την υλοποίηση των παραπάνω, υπάρχει πληθώρα λογισμικών, ανάλογα με τον τύπο των γυαλιών.

(<https://eduglasses.com/product/> 08/05/2016)

☞ **Smart watches**, τα οποία τα φοράει ο χρήστης στον καρπό του χεριού του και μπορούν να συνδεθούν με το διαδίκτυο και άλλες συσκευές και να διευρύνουν την διαδικτυακή ζωή του χρήστη. Το 2013 η Pebble δώρισε 4.000 από τα smartwatch της ώστε να χρησιμοποιηθούν σε εκπαιδευτικά προγράμματα τελευταίας τεχνολογίας με κατεύθυνση στην τεχνολογία και τις θετικές επιστήμες σε μεγάλα πανεπιστήμια της Αμερικής. (<http://www.theverge.com/2013/12/16/5216818/pebble-donates-over-4000-smartwatches-education-project> 08/05/2016)



Εικόνα 13. Smart Watch καθηγητή όπου εμφανίζει την ουρά αναμονής των φοιτητών που του έχουν θέσει ερώτημα

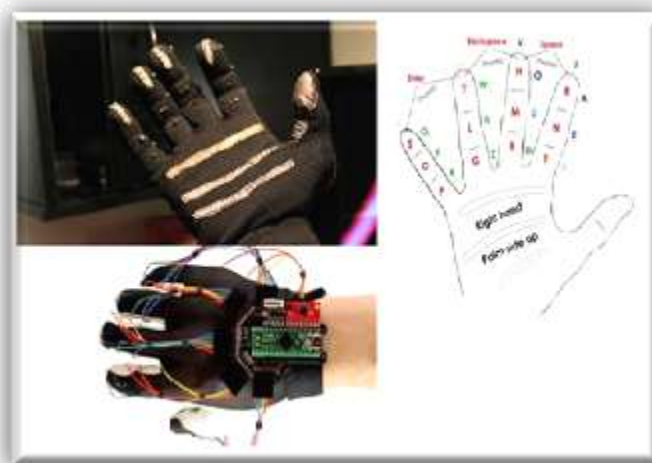
☞ Τα **smartgloves** ή cybergloves, όπως το Keyglove ή το Samsung fingers είναι συσκευές εισόδου που φοριούνται σαν γάντια για την αλληλεπίδραση υπολογιστή και ανθρώπου. Διαθέτουν διάφορους αισθητήρες όπως αφής, κίνησης και πίεσης, οι οποίοι ανιχνεύουν την θέση, την κίνηση και συγκεκριμένες χειρονομίες ή συνδυασμούς κινήσεων, οι οποίες αντιστοιχίζονται μέσω λογισμικού με συγκεκριμένα δεδομένα και πράξεις. (<http://www.keyglove.net/> 08/05/2016) Έτσι το γάντι μπορεί να αντικαταστήσει το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, και μάλιστα στις τρεις διαστάσεις. Ακόμα, μπορεί να προσομοιώνει την υφή αντικειμένων και την αίσθηση της αφής, οπότε λειτουργεί και σαν συσκευή εξόδου. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα wearable στην εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, αλλά και σε εφαρμογές στον χώρο της τέχνης, του σχεδιασμού και της μουσικής. (https://en.wikipedia.org/wiki/Wired_glove 08/05/2016)

Από την άλλη, ερευνητές από το πανεπιστήμιο Jyväskylä της Φινλανδίας θέλησαν να χρησιμοποιήσουν τα χέρια τους ως μέσο για αναπαραγωγή μουσικής. Αντί της εξοικείωσης των χεριών για χρήση ενός μουσικού οργάνου, προσπάθησαν να μετατρέψουν τα ίδια τα χέρια σε ένα όργανο. Αυτό είναι το σκεπτικό του έργου SmartHand (2014-2015). Στόχος

είναι να αναπτυχθεί ένα wearable περιβάλλον, που βοηθά και υποστηρίζει μουσικούς ή μαθητές μουσικής να αντιλαμβάνονται και να κατανοούν τη μουσική μέσα από την ενεργή χρήση και τη δημιουργία μέσω της wearable συσκευής - μουσικό γάντι (musical glove), το οποίο ενσωματώνει κινήσεις χεριών ως μια βάση μουσικού ελέγχου και αλληλεπίδρασης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό έχει υλοποιηθεί μέσω της χρήσης αισθητήρων κίνησης (π.χ. επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια, flex-αισθητήρες) ενσωματωμένα σε ένα γάντι. Το μουσικό γάντι παρουσιάζει δυνατότητα αφής σε πραγματικό χρόνο. Η αρχική αντίληψη του μουσικού γαντιού είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο χεριών. Το ένα χέρι, εξοπλισμένο με το γάντι και αισθητήρες αφής, λειτουργεί ως όργανο και το άλλο χέρι παίζει τη μουσική. Το γάντι χρησιμοποιεί λεπτές και εύκαμπτες επιφάνειες επαφής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το ίδιο γάντι (glovehand) μπορεί να φορεθεί και από τα δυο χέρια, ανταλλάζοντας τους ρόλους τους.



Εικόνα 14. Samsung fingers



Εικόνα 15. Οι δύο όψεις του Keyglove και τα σημεία πίεσης που αντιστοιχούν στο πληκτρολόγιο

☞ Το **Oculus Rift** είναι ένα wearable τρισδιάστατης (3D) επαυξημένης πραγματικότητας που αποτελείται από μια οθόνη, η οποία τοποθετείται σαν μάσκα στο πρόσωπο.

Μέσω του project World of Comenius το Oculus Rift DK2 VR headset συνδεδεμένο σε υπολογιστή μαζί με αισθητήρες Leap Motion controller, που μέσω υπέρυθρης ακτινοβολίας ανιχνεύουν την κίνηση του χεριού και την μεταφράζουν σε εντολές της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε για την διδασκαλία βιολογίας και ανατομίας σε μαθητές γυμνασίου στην πόλη Οπάβα της Τσεχίας. Οι μαθητές μπορούσαν μόνο με την κίνηση του χεριού τους να επεξεργάζονται και να μελετούν την δομή και την θέση των ανατομικών στοιχείων που προβάλλονταν στο περιβάλλον εικονικής



Εικόνα 16. Στιγμιότυπο από την διδασκαλία βιολογίας με χρήση Oculus Rift στο project 'World of Comenius'

πραγματικότητας. (<http://www.roadtovr.com/world-of-comenius-virtual-reality-education-biology-lesson-leap-motion-oculus-rift-dk2/> 08/05/2016). Πολλές εφαρμογές, εκπαιδευτικές ή ψυχαγωγικές διατίθενται για χρήση με το oculus rift. (<https://share.oculus.com/apps/educational> 08/05/2016)

Στο πανεπιστήμιο New England της Αυστραλίας χρησιμοποιήθηκαν Wearable συσκευές με σκοπό την ενίσχυση της επαγγελματικής διδακτικής εμπειρίας. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται Wearable τεχνολογίες σε εν δυνάμει εκπαιδευτικούς ως μέσο για την ενίσχυση της μάθησης και συμμετοχής τους σε εικονικές δραστηριότητες επαγγελματικής εμπειρίας. Το έργο αυτό βασίζεται σημαντικά στη μελέτη περίπτωσης δημιουργίας Πρακτικής Εμπειρίας εικονικής δραστηριότητας (VirtualPREX) (Gregory et al 2013, Dalgarno et al 2016), καθώς και στη χρήση παιχνιδιών ρόλων σε εικονικούς κόσμους (Reiners et al. 2014) με σκοπό την εξέταση του πώς το Oculus Rift, που βρίσκεται προσδεμένο στο κεφάλι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της παρουσίας και την απορρόφηση από των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια εικονικού κόσμου προσομοίωσης.

Οι μαθητές αναλαμβάνουν δύο συνεδρίες διάρκειας 2 ωρών σε ένα 3D εικονικό κόσμο. Η πρώτη συνεδρία είναι μια εισαγωγή σχετικά με το πώς να χρησιμοποιηθεί το 3D εικονικού κόσμου χρησιμοποιώντας υπολογιστές γραφείου, παρέχοντας και ένα πλαίσιο για το πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης. Η δεύτερη συνεδρία χρησιμοποιεί ένα σενάριο VirtualPREX (ένα 3D εικονικό κόσμο που σχεδιάστηκε για τον διδάσκων) για τους καθηγητές που αναλαμβάνουν δραστηριότητες παιχνιδιών ρόλων. Για αυτή τη δεύτερη συνεδρία υπάρχουν δύο ομάδες. Οι περισσότεροι φοιτητές αναλαμβάνουν τη συνεδρία σε κανονικά πλαίσια, όπως περιγράφεται στο πρώτο

εργαστήριο. Οι υπόλοιποι μαθητές αναλαμβάνουν τη συνεδρία χρησιμοποιώντας ένα Oculus Rift ή παρόμοια wearable τεχνολογία. Στη συνέχεια, πραγματοποιούνται συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων που σχετίζονται με την αίσθηση της παρουσίας, απορρόφηση και την αφοσίωση.



Εικόνα 17. Χρήση επαυξημένης πραγματικότητας με Oculus Rift και απτικό smart glove

1.6 Συγκρίσεις. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Σε περιορισμένης κλίμακας έρευνα που κλήθηκαν να συμμετάσχουν μέσω ερωτηματολογίου 66 εκπαιδευτικοί από όλο τον κόσμο με γνώση και εμπειρία των wearables, ως πλεονεκτήματα της χρήσης των συσκευών αυτών προέκυψαν τα εξής: Επί τόπου παροχή άμεσης συμπληρωματικής πληροφορίας (πχ με παράλληλη αναζήτηση σε online εγκυκλοπαίδεια ή λεξικό), ευκολότερη διανομή του εκπαιδευτικού υλικού, ενίσχυση της επικοινωνίας μεταξύ διδασκόμενων ή και διδασκόντων με αύξηση της ενασχόλησης και ενεργούς συμμετοχής των πρώτων, δυνατότητα για παρουσία και σε εξ αποστάσεως εκπαίδευση, επί τόπου καθοδήγηση για την πραγματοποίηση διαδικασιών και παρουσίαση μαθήματος/ τεχνικών και λοιπών πρακτικών μέσα από το πραγματικό οπτικό πεδίο του διδάσκοντα, προσομοίωση επικίνδυνων περιστατικών χωρίς τις συνέπειες πιθανών λαθών ή βλαβών, όπως πχ σε χειρουργεία, καταγραφή μαθημάτων/εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ή ασκήσεων, δυνατότητα για πολλαπλές εργασίες ταυτόχρονα, καθώς οι περισσότερες συσκευές δεν απαιτούν χρήση με τα χέρια, διασκεδαστικότερη μάθηση και ως αποτέλεσμα των παραπάνω αύξηση της αποδοτικότητας της διδασκαλίας. (Bower et al. 2015) Επίσης, στα πλεονεκτήματα μπορούν να προστεθούν και η βελτίωση της ποιότητας εκπαίδευσης των ατόμων με ειδικές ανάγκες και μαθησιακές δυσκολίες, η διευκόλυνση των διοικητικών και γραμματειακών λειτουργιών και η δημιουργία φοιτητικών προφίλ για σχεδιασμό και αξιολόγηση της μάθησης. (Borthwick et al. 2015)

Τα μειονεκτήματα της χρήσης των συσκευών wearable που προέκυψαν από την ίδια έρευνα συνοψίζονται ως εξής: Υψηλό κόστος που μπορεί να είναι απαγορευτικό για τους περισσότερους διδασκόμενους, τεχνικά προβλήματα όπως διακοπτόμενη ή αργή σύνδεση

στο διαδίκτυο/ χαμηλή στάθμη μπαταρίας κα μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην ομαλή ροή της διδασκαλίας, δυσκολία στην χρήση και διαχείριση της τεχνολογίας αυτής από πολλούς διδάσκοντες ή ακόμα και δυσκολία τεχνικής συντήρησής της, με αποτέλεσμα οι διδασκόμενοι να μπορούν πιο εύκολα να αντιγράψουν σε διαγώνισμα ή εξέταση, κίνδυνος για τους διδάσκοντες, κυρίως, να παρασυρθούν από την καινοτομία χάνοντας το νόημα και τον στόχο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενώ παράλληλα τα λογισμικά που παρέχουν οι εταιρείες να γίνονται περισσότερο εμπορικά παρά αντικειμενικά και επιστημονικά κατασκευασμένα, πιθανή κατάχρηση της ευκολίας που παρέχει η τεχνολογία και επερχόμενη νωθρότητα στην σκέψη και την πρακτική των διδασκομένων, απόσπαση της προσοχής από το μάθημα και ενασχόληση με μη σχετικά αντικείμενα, κακή χρήση των δυνατοτήτων καταγραφής με κίνδυνο την κατάργηση της ιδιωτικότητας και της ελευθερίας έκφρασης και κίνησης με συνακόλουθα νομικά ζητήματα. (Bower et al. 2015) Κρίσιμο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως δεν είναι εύκολο να ελεγχθεί ποιος έχει πρόσβαση στα δεδομένα που συλλέγουν τα wearables, καθώς τα εκπαιδευτικά ιδρύματα είναι εξαρτώμενα από εξωτερικούς παρόχους για την συντήρηση των συστημάτων αυτών. Έχει καταγραφεί, ακόμα, και άρνηση γονέων να φορέσουν τα παιδιά τέτοιες συσκευές λόγω θρησκευτικών πεποιθήσεων. Επίσης, η πληροφορία που παράγεται από την χρήση τους, μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα και αξιολόγηση των διδασκομένων από τους ίδιους τους διδάσκοντες. Άλλα μειονεκτήματα αφορούν, κυρίως, την ψυχολογική και σωματική ασφάλεια των φοιτητών. Η πιθανή υπερέκθεση των διδασκομένων, και ειδικότερα όσων έχουν χαμηλότερες επιδόσεις, στα δίκτυα μάθησης μπορεί να θεωρηθεί επιβλαβής για την ψυχική τους υγεία, σε αντίστοιχο επίπεδο με ότι ισχύει στα κοινωνικά δίκτυα. Μελετάται ακόμα και η ασφάλεια των εκπομπών των συσκευών αυτών σε επικίνδυνη ακτινοβολία. Για παράδειγμα, τα Google Glass έχουν βαθμό 1,42 στην Κλίμακα Ειδικής Απορρόφησης, πολύ κοντά στο μέγιστο 1,6. (Borthwick et al. 2015)

Πίνακας 1. Μειονεκτήματα χρήσης Wearables και AR

	WEARABLES και AR
ΤΕΧΝΙΚΑ	Αργή σύνδεση, μέριμνα για παροχή ενέργειας
ΧΡΗΣΗ	Δυσκολία εκμάθησης και συντήρησης, αντιγραφές θεμάτων
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	Υψηλό κόστος, διακρίσεις μεταξύ μαθητών
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Κατάργηση ιδιωτικότητας, αδυναμία ελέγχου πρόσβασης σε δεδομένα
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	Απώλεια διδακτικού στόχου, κατάχρηση τεχνολογικής ευκολίας και νωθρότητα σκέψης, χρήση εμπορικών αντί επιστημονικών λογισμικών
ΥΓΕΙΑ	Υπερέκθεση στα δίκτυα και ψυχολογικές συνέπειες, Επικίνδυνα επίπεδα ακτινοβολίας συσκευών

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση μπορούν να συνοψιστούν ως εξής: Το περιβάλλον εκμάθησης γίνεται όσο το δυνατόν πιο πιστό αντίγραφο του πραγματικού περιβάλλοντος εργασίας ή μελέτης, ενώ σε αυτό υπάρχει δυνατότητα οπτικοποίησης τρισδιάστατων ή μικροσκοπικών δομών αντικειμένων, όπως και πληροφορίας υφής. Το περιβάλλον μάθησης επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να παρέχει άμεσα όλες τις πιθανές εκδοχές του φαινομένου που μελετάται για πιο πλήρη προσέγγισή του. Εκτός αυτού, η πραγματικού χρόνου διαδραστική φύση της επαυξημένης πραγματικότητας παρέχει άμεση ανατροφοδότηση στον χρήστη, η οποία υποστηρίζει καλύτερο έλεγχο στην μαθησιακή διαδικασία. Ακόμα, τα επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλοντα μάθησης δεν απαιτούν πάντα την παρουσία ειδικού προσωπικού ή διδάσκοντα για την παρατήρηση της επίδοσης των διδασκόμενων, και όσον αφορά την ιατρική εκπαίδευση ειδικότερα, παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια και μικρότερο υλικό και ηθικό κόστος σε ότι αφορά την μάθηση και την πρακτική άσκηση των μελλοντικών γιατρών. Τέλος, τα επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλοντα μάθησης παρέχουν άμεση και επί τόπου δυνατότητα μελέτης. (Kamphuis et al. 2014)

Πίνακας 2. Πλεονεκτήματα χρήσης Wearables και AR

WEARABLES	• Διασκεδαστικότερη μάθηση • Ενίσχυση επικοινωνίας • Βελτίωση της ποιότητας εκπαίδευσης ατόμων με ειδικές ανάγκες ή μαθησιακές δυσκολίες • Διευκόλυνση διοικητικών και γραμματειακών λειτουργιών
AR	• Προσομοίωση επικίνδυνων περιστατικών χωρίς τις συνέπειες πιθανών λαθών • Οπτικοποίηση τρισδιάστατων ή μικροσκοπικών δομών και πληροφορίας υφής • Παροχή όλων των πιθανών εκδοχών των φαινομένων που μελετούνται

Παρόλα τα προαναφερόμενα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας, αρκετά μειονεκτήματα φαίνεται να υπάρχουν επίσης και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό κοινά με αυτά των wearable συσκευών. Όσον αφορά την τεχνολογία αυτή καθεαυτή, ο χρήστης έχει να επιλέξει είτε ανάμεσα σε πολύ δαπανηρό εξοπλισμό με μεγάλης ακρίβειας συστήματα γεωγραφικού εντοπισμού, είτε σε χαμηλότερου κόστους αλλά πολύ ανακριβή συστήματα που μπορούν να κάνουν ανίχνευση στο εύρος μερικών μέτρων μόνο. Αντίστοιχοι περιορισμοί υφίστανται σχετικά με την δυνατότητα σταθερής και γρήγορης σύνδεσης στο διαδίκτυο. Τέλος, οι χρήστες θα πρέπει να έχουν μεριμνήσει για την απρόσκοπτη παροχή ενέργειας προς τις συσκευές. Μεγάλης σημασίας ζήτημα και στην τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας παραμένει η μυστικότητα. Τμήμα της τεχνολογίας αυτής λειτουργεί με γεωγραφικό εντοπισμό, συλλέγοντας δεδομένα για την

φυσική θέση του χρήστη στον χώρο. Αυτό ανησυχεί κάποιους χρήστες για την ασφάλειά τους, αλλά και κουράζει λόγω του εξατομικευμένου μάρκετινγκ που υφίστανται από εταιρείες που διαφημίζονται μέσα από τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Το κόστος του εξοπλισμού παραμένει και σε αυτή την περίπτωση μεγάλο. Από παιδαγωγικής άποψης, το μάθημα μπορεί να σχεδιάζεται όσον αφορά το περιεχόμενο, τον τόπο και τον χρόνο του, ανάλογα με τις δυνατότητες της αντίστοιχης συσκευής αφήνοντας στην άκρη τις πραγματικές ανάγκες της διδασκαλίας. Σε πρώτη προτεραιότητα πρέπει να παραμείνουν οι διδακτικοί στόχοι πριν αποφασιστεί πώς θα επιτευχθούν αυτοί. Η επαυξημένη πραγματικότητα παραμένει μια ακριβή τεχνολογία, η οποία δεν είναι πανάκεια. Ενδεχομένως σε κάποιες περιπτώσεις να παρέχει πολύ περισσότερες πληροφορίες από όσες μπορεί να κατανοήσει ο διδασκόμενος, δυσκολεύοντάς τον να ξεχωρίσει την χρήσιμη από την περιττή πληροφορία. (FitzGerald et al. 2013)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συσκευές Wearable έχουν μόλις αρχίσει να γίνονται αποδεκτές σε διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και η εφαρμογή τους στην εκπαίδευση μπορεί να προσδώσει μακροπρόθεσμα οφέλη σε αυτή. Έχει παρατηρηθεί ότι ήδη έχει βελτιώσει την ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενώ αναμένεται και περαιτέρω εξέλιξη της ίδιας της τεχνολογίας. (Labus et al. 2015) Ερευνητές προτείνουν πως η τεχνολογία των wearable μπορεί να επιφέρει λύσεις στα εκπαιδευτικά προβλήματα που προκύπτουν σε υπερπληθή τμήματα, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες και την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, όμως, προτείνεται περαιτέρω μελέτη του ζητήματος, όπως και ύπαρξη κατάλληλων υποδομών και σύμφωνης συμμετοχής της εκπαιδευτικής κοινότητας. (Ezenwoke et al. 2016) Η καθιέρωση των κινητών τεχνολογιών στην εκπαίδευση κρίνεται απαραίτητη και από το γεγονός πως αντίστοιχες τεχνολογίες εφαρμόζονται όλο και περισσότερο στην καθημερινή πρακτική πολλών επαγγελματιών. Έτσι, η εκπαίδευση συμβαδίζει με την τεχνολογική εξέλιξη της ίδιας της κοινωνίας και οι διδασκόμενοι προετοιμάζονται καταλλήλως για αυτήν. (Gagliani et al. 2014)

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια από τις ανερχόμενες τεχνολογίες που παρουσιάζουν σπουδαίες παιδαγωγικές δυνατότητες και διαρκώς εγκρίνονται από τους ερευνητές (Nincareana et al. 2013), καθώς αξιολογήσεις της δείχνουν πως αυτή έχει θετικά αποτελέσματα στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Ενισχύοντας την ουσιαστική μάθηση, απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή εφαρμογή της γνώσης στην πράξη, αποκτά μεγάλο ενδιαφέρον η μεγάλης κλίμακας έρευνα για την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε ιατρικό εκπαιδευτικό περιβάλλον, ώστε να ενισχυθεί η εκπαίδευση των μελλοντικών γιατρών. (Kamphuis et al. 2014) Αν και σήμερα δεν γίνεται ευρεία χρήση της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας λόγω του υψηλού της κόστους και η χρήση της στην εκπαίδευση είναι ακόμα σε εμβρυικό στάδιο, προβλέπεται ότι στα επόμενα χρόνια θα γίνει πιο προσιτή, διότι αποτελεί ενδιαφέρον τομέα έρευνας, ενώ μεγάλες εταιρείες, όπως η Google, αναπτύσσουν νέα και βελτιωμένα προϊόντα. (FitzGerald et al. 2013)

Παράλληλα, θα πρέπει να απαντηθούν κάποια ερωτήματα όσον αφορά τις επιπτώσεις της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στην υγεία των χρηστών, όπως το αν υπάρχει κάποιο χρονικό διάστημα χρήσης μετά, το οποίο μπορεί να διασαλευτεί η υγεία και η αντίληψη της πραγματικότητας από τους χρήστες. Ακόμα, καθώς έρευνες έχουν δείξει πως η συχνή χρήση της εικονικής πραγματικότητας από φοιτητές της ιατρικής μειώνει την συμπνευτικότητα και την ανθρώπινη αντίδραση στα συναισθήματα των ασθενών τους, θα πρέπει να ερευνηθεί τρόπος να εισαχθεί η έννοια του συναισθήματος στον εικονικό κόσμο. (R.Lisichenko 2015)

Όλες οι μελέτες για την ανάπτυξη και την προώθηση των τεχνολογιών αυτών θα πρέπει να συνοδεύονται από ένα ενοποιημένο και δίκαιο ρυθμιστικό πλαίσιο που θα ενισχύει την

ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των χρηστών και όσων βρίσκονται στο περιβάλλον αυτών καθώς και όλων των δικαιωμάτων τους που ενδεχομένως θα τίθενται σε κίνδυνο από την κακή χρήση των wearable συσκευών και της δικτύωσης αυτών. Μόνο τότε θα μπορέσει να τα αποδεχθεί πλήρως η εκπαιδευτική κοινότητα και η κοινωνία γενικότερα ώστε να μπορέσουν να αποτελέσουν το μέλλον της εκπαίδευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 🌐 Βερυκόκου Σ..(2013). Ανάπτυξη Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας βάσει επιπέδου Προτύπου: <https://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/handle/123456789/38327> (τελευταία πρόσβαση 02/05/2017)
- 🌐 Alvarez V., Bower M., de Freitas S., Gregory S., de Wit B. (2016) The Use of Wearable Technologies in Australian Universities: Examples from Environmental Science, Cognitive and...
- 🌐 Anderson T. A. F., WEN Y.F. (2008) An Approach to Learning Research with a Wireless Sensor Network in an Outdoor Setting Cornell University Library arXiv:0805.0560
- 🌐 Borthwick A.C., Anderson C.L., Finsness E.S., Foulger T.S. (2015) Special Article Personal Wearable Technologies in Education: Value or Villain?, *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 31:3, 85-92, DOI:10.1080/21532974.2015.1021982
- 🌐 Bower M., Sturman D. (2015) What are the educational affordances of wearable technologies? *Computers & Education* 88 343-353
- 🌐 Bratitsis T., Kandroudi M. (2014) Motion sensor technologies in education EAI Endorsed Transactions on Serious Games 05/2014; 1(2):E6. DOI: 10.4108/sg.1.2.e2
- 🌐 Ezenwoke A., Ezenwoke O., Adewumi A., Omoregbe N. (2016) Wearable Technology: Opportunities and challenges for teaching and learning in higher education in developing countries *Proceedings of INTED2016 Conference* 7th-9th March 2016, Valencia, Spain 1872 – 1879
- 🌐 FitzGerald E., Ferguson R., Adams A., Gaved M., Mor Y., Thomas R. (2013) Augmented reality and mobile learning: the state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5(4) pp. 43–58
- 🌐 Gaglani S.M., Topol E.J. (2014) iMedEd: The Role of Mobile Health Technologies in Medical Education *Acad Med*. 2014 September ; 89(9): 1207–1209. doi:10.1097/ACM.0000000000000361.
- 🌐 Giannotti D, Patrizi G, Di Rocco G, Vestri AR, Semproni CP, et al. (2013) Play to Become a Surgeon: Impact of Nintendo Wii Training on Laparoscopic Skills. *PLoS ONE* 8(2): e57372. doi:10.1371/journal.pone.0057372
- 🌐 Hamilton K., Augmented Reality in Education: <https://augmented-reality-in-education.wikispaces.com/> (τελευταία πρόσβαση 20/04/2016)
- 🌐 James P. (2014) This is the beginning of VR education, and it will only get better: <http://www.roadtovr.com/world-of-comenius-virtual-reality-education-biology-lesson-leap-motion-oculus-rift-dk2/> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Kamphuis C., Barsom E., Schijven M., Christoph N. (2014) Augmented reality in medical education? *Perspect Med Educ* 3:300–311

- 🌐 Labus A., Milutinović M., Stepanić Đ., Stevanović M., Milinović S. (2015) Wearable Computing in e-education Journal of Universal Excellence, March 2015, year 4, number 1, pp. A39–A51.
- 🌐 Lisichenko R. (2015) Issues Surrounding the Use of Virtual Reality in Geographic Education The Geography Teacher, 12:4, 159-166, DOI:10.1080/19338341.2015.1133441
- 🌐 Liu C., Wu D., Jou M., Tsai s. (2010) Development of a Sensor Network System for Industrial Technology Education 111, 369-374 / DOI 10.1007/978-3-642-16318-0_43
- 🌐 Murray P. Video games can educate: Wii in classroom: <http://www.teachhub.com/wii-classroom> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Myllykoski M., Tuuri K., Viirret E., Louhivuori J. (2015) Prototyping hand-based wearable music education Technology, Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Baton Rouge, LA, USA, May 31-June 3, 2015
- 🌐 Nincareana D., Ali M.B., Halim N.D.A., Rahmana M.H. A. (2013) Mobile Augmented Reality: the potential for education Procedia - Social and Behavioral Sciences 103 (2013) 657 – 664
- 🌐 Ponce B. A., Menendez M.E., Oladeji L.O., Charles T. Fryberger C.T., Phani K. Dantuluri P.K. (2014) Emerging Technology in Surgical Education: Combining Real - Time Augmented Reality and Wearable Computing Devices, November 2014, Volume 37, Issue 11: 751 – 757, DOI: 10.3928/014774472014102305
- 🌐 Vate-U-Lan, P. (2013). Opinion towards Open Educational Resources: a Case Study of Augmented Reality 3D Pop-up Book-the Seed Shooting Game
- 🌐 Velch C. (2013) Pebble launches education project, donates over 4,000 smartwatches to STEM programs: <http://www.theverge.com/2013/12/16/5216818/pebble-donates-over-4000-smartwatches-education-project> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Επαυξημένη πραγματικότητα και εφαρμογές στον πολιτισμό: <https://www.ceid.upatras.gr/webpages/faculty/papaioan/dchmnt/2014-2015/stmwn/2014-15-lec7-stmwn.pdf> (τελευταία πρόσβαση 02/05/2017)
- 🌐 Augmented reality: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Education (τελευταία πρόσβαση 28/04/2016)
- 🌐 Eduglasses' Applications: <https://eduglasses.com/product/> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Explore Oculus Rift: <https://share.oculus.com/apps/educational> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 How Google Glass might be used in Education: <http://www.opencolleges.edu.au/informed/features/> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Keyglove: <http://www.keyglove.net/> (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)

- 🌐 Sensor network: <http://www.sensornetwork.com/> (τελευταία πρόσβαση 20/04/2016)
- 🌐 Virtual reality: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality (τελευταία πρόσβαση 24/04/2016)
- 🌐 Wired glove: https://en.wikipedia.org/wiki/Wired_glove (τελευταία πρόσβαση 08/05/2016)
- 🌐 Wireless sensor network:
https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network#Area_monitoring
(τελευταία πρόσβαση 20/04/2016)
- 🌐 Zooburst : <https://syneduction.wordpress.com/2013/10/23/zooburs/>(τελευταία πρόσβαση 02/05/2017)

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα εξωφύλλου: <http://www.finder.com.au/education-apps-smart-watches>

Εικόνα 1. Labus A., Milutinović M., Stepanić Đ., Stevanović M., Milinović S. (2015) Wearable Computing in e-education Journal of Universal Excellence, March 2015, year 4, number 1, pp. A39–A51.

Εικόνα 2. <http://www.sensornetwork.com/>

Εικόνα 3. Kamphuis C., Barsom E., Schijven M., Christoph N. (2014) Augmented reality in medical education? Perspect Med Educ 3:300–311

Εικόνα 4. https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Education

Εικόνα 5. Vate-U-Lan P. (2013). Opinion towards Open Educational Resources: a Case Study of Augmented Reality 3D Pop-up Book-the Seed Shooting Game

Εικόνα 6. https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Education

Εικόνα 7. Alvarez V., Bower M., de Freitas S., Gregory S., de Wit B. (2016) The Use of Wearable Technologies in Australian Universities: Examples from Environmental Science, Cognitive and...

Εικόνα 8. Kamphuis C., Barsom E., Schijven M., Christoph N. (2014) Augmented reality in medical education? Perspect Med Educ 3:300–311

Εικόνα 9. Ponce B. A., Menendez M.E., Oladeji L.O., Charles T. Fryberger C.T., Phani K. Dantuluri P.K. (2014) Emerging Technology in Surgical Education: Combining Real - Time Augmented Reality and Wearable Computing Devices, November 2014, Volume 37, Issue 11: 751 – 757, DOI: 10.3928/014774472014102305

Εικόνα 10 - 11. <http://www.engadget.com/2009/01/02/skigym-simulator-lets-you-break-a-hip-from-the-comfort-of-your-l/>

Εικόνα 12. Labus A., Milutinović M., Stepanić Đ., Stevanović M., Milinović S. (2015) Wearable Computing in e-education Journal of Universal Excellence, March 2015, year 4, number 1, pp. A39–A51.

Εικόνα 13. <http://www.pocketables.com/images/2013/04/school-smartwatch-608x414.jpg>

Εικόνα 14. http://cdn.ndtv.com/tech/images/gadgets/samsung_fingers_official.jpg

Εικόνα 15. <http://www.keyglove.net/>

Εικόνα 16. <http://www.roadtovr.com/world-of-comenius-virtual-reality-education-biology-lesson-leap-motion-oculus-rift-dk2/>

Εικόνα 17. <http://phys.org/news/2015-06-professor-students-oculus-rift-online.html>