

# Διαδίκτυο των πραγμάτων: Εφαρμογές του στην εκπαιδευτική κοινότητα

Τσακίριδης Θεοφάνης  
[thetsakiridis@sch.gr](mailto:thetsakiridis@sch.gr)

## Περίληψη

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ΔτΠ) αναφέρεται σε φυσικά αντικείμενα τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω συσκευών που χρησιμοποιούν ανοικτές, ασύρματες τεχνολογίες. Η διασύνδεση αυτή υλοποιείται μέσω της χρήσης τεχνολογιών του υπολογιστικού νέφους (cloud computing), με απότερο σκοπό τη μεταξύ τους ανταλλαγή πληροφοριών και την ταχύτερη πραγματοποίηση των λειτουργιών/υπηρεσιών που είναι ρυθμισμένες να κάνουν, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Στα πλαίσια αυτής της μετεξέλιξης των αντικειμένων του διαδικτύου από «στατικά» σε «έξυπνα», αρκετά εκπαιδευτικά ιδρύματα έχουν αρχίσει σιγά – σιγά να χρησιμοποιούν τέτοιες τεχνολογίες προς όφελός τους. Αυτές οι εφαρμογές του ΔτΠ καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, όπως την ταυτοποίηση της παρουσίας των μαθητών στον χώρο του σχολείου, τον έλεγχο των συσκευών του σχολείου που χρησιμοποιούν οι μαθητές, την καλλιέργεια της κοινωνικοποίησης και ένταξης στη μαθησιακή κοινότητα των μαθητών, την εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, τον έλεγχο περιβαλλοντικών συνθηκών, την πρόσβαση σε τεχνολογικά μέσα, τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικού – μαθητή, τη βελτίωση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, κ.ά.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** διαδίκτυο πραγμάτων, εκπαίδευση, ετικέτα RFID, ασύρματη τεχνολογία

## Εισαγωγή

Ο όρος «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» (Internet of Things – IoT), εμφανίστηκε το 1999 στην προσπάθεια του Κ. Ashton να παρουσιάσει ένα σύστημα στο οποίο τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου θα είχαν τη δυνατότητα να συνδεθούν στο διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας αισθητήρες (Ashton, 2009). Με τον όρο αυτό ήθελε να δώσει έμφαση στις δυνατότητες που μπορεί να έχει ένα σύστημα ταυτοποίησης με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID). Με αυτόν τον τρόπο θα μειώνονταν σημαντικά η σπατάλη, οι απώλειες και το κόστος, γιατί θα γνωρίζαμε το πότε τα αντικείμενα θα χρειάζονταν αντικατάσταση, επισκευή ή ανάκληση (Ashton, 2009). Αργότερα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ΔτΠ) συνδέθηκε από τους ερευνητές και με άλλες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες (sensors), οι ενεργοποιητές (actuators), οι συσκευές εντοπισμού θέσης (Global Positioning System – GPS) και οι κινητές συσκευές (Atzori et al., 2010. Xu et al., 2014).

Ουσιαστικά, ένα σύστημα ΔτΠ αποτελείται από έξυπνες συσκευές (smart devices), που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους επεξεργαστές, αισθητήρες και υλικό επικοινωνίας για τη συλλογή, αποστολή και επεξεργασία δεδομένων που αποκτούν από το περιβάλλον τους. Οι συσκευές του ΔτΠ μοιράζονται τα δεδομένα που συλλέγουν από τον αισθητήρα, συνδεδεμένες ή σε μια διαδικτυακή πύλη – τα δεδομένα αποστέλλονται στο υπολογιστικό νέφος για να αναλυθούν – ή σε άλλη συσκευή (όπου τα δεδομένα αναλύονται τοπικά). Μερικές φορές, αυτές οι συσκευές επικοινωνούν με άλλες σχετικές συσκευές και ενεργούν με βάση τις πληροφορίες που ανταλλάσσουν μεταξύ τους. Οι συσκευές πραγματοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, παρόλο που οι άνθρωποι μπορούν να αλληλοεπιδρούν με αυτές (Razzaque et al., 2016). Επομένως, η διαφορά μεταξύ του ΔτΠ και του παραδοσιακού διαδικτύου είναι η απουσία του ανθρώπινου ρόλου (Yang et al., 2017).

Προφανώς το ΔτΠ σαν έννοια δεν είναι κάτι καινούριο, απλά τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται αυτός ο όρος, ώστε να είναι κατανοητό ότι πρόκειται για έργα, συστήματα ή υπηρεσίες με αυτά τα χαρακτηριστικά (ένα δίκτυο συσκευών που μεταδίδουν/αξιοποιούν δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον για να παρέχουν κάποια υπηρεσία, αλλά και να μπορούν να επικοινωνούν – και – μέσω του διαδικτύου). Έτσι, κάτω από τον όρο του ΔτΠ έχουμε υπηρεσίες σε τομείς που ήδη γνωρίζουμε ή/και χρησιμοποιούμε όπως: περιβαλλοντικούς αισθητήρες (environmental sensors) σε μετεωρολογικούς σταθμούς, φορούμενες συσκευές (wearable devices), συσκευές προπόνησης/εξάσκησης (fitness), drones, αυτοματισμούς χώρων (φωτισμός, τέντες, θέρμανση, σκίαση - automation), αυτόνομα/αυτοκινούμενα οχήματα, εφαρμογές τηλεματικής σε πόλεις και διάφορα άλλα. Για παράδειγμα, μπορεί ένα έξυπνο τηλέφωνο (smartphone) ή ένας αισθητήρας υγρασίας εδάφους σε ένα χωράφι να στέλνει μετρήσεις σε κάποια διαδικτυακή υπηρεσία μέσω του GSM

δικτύου και μέσω αυτής να ενημερώνεται ο αγρότης (τελικός χρήστης), ώστε να γνωρίζει αν χρειάζεται πότισμα ή όχι το χωράφι του (Νικηφοράκης, 2015).

Η όλο και αυξανόμενη αναγκαιότητα επέκτασης της υπάρχουσας δικτύωσης υπολογιστών αποσκοπεί στο να βελτιώσει και να κάνει αποδοτικότερες τις υπηρεσίες του διαδικτύου, με βάση την ανάπτυξη συστημάτων και τη δημιουργία πρωτοκόλλων που να είναι σε θέση να υλοποιήσουν μια νέα βελτιωμένη μετεξέλιξη αυτού που αποκαλούμε σήμερα διαδίκτυο. Στην πραγματικότητα, ο στόχος είναι η διασύνδεση όλων των καθημερινών οικιακών, ηλεκτρονικών συσκευών, όπως για παράδειγμα το ψυγείο, το αμάξι, η κουζίνα, σε ένα ευρύτερο δίκτυο, όπου σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και σε οποιαδήποτε τοποθεσία ο κάθε χρήστης θα έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας, μέσω του διαδικτύου, με τις συσκευές αυτές. Σαφώς ένα από τα άμεσα ερωτήματα που προκύπτουν είναι η επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ των ηλεκτρονικών συσκευών, από τη στιγμή που αρκετές από αυτές στερούνται, προς το παρόν, τη δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο. Θεωρητικά η απάντηση είναι προφανής, πρακτικά όμως, είναι αρκετά δύσκολο να υλοποιηθεί, διότι χρειάζεται η δημιουργία μιας νέας αρχιτεκτονικής στην οποία τα αντικείμενα θα αποκτούν την απαραίτητη «νοημοσύνη» για τη δυνατότητα της επικοινωνίας.

### **Εφαρμογή του ΔτΠ στην εκπαίδευση**

Το ΔτΠ έχει τη δυνατότητα μετασχηματισμού της εκπαίδευσης αλλάζοντας εκ βάθους τον τρόπο με τον οποίο τα εκπαιδευτικά ιδρύματα συλλέγουν δεδομένα, διασυνδέονται με τους μαθητές/φοιτητές και αυτοματοποιούν διαδικασίες. Οι λύσεις του υπόσχονται να κάνουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πιο έξυπνα αλλά και πιο επιτυχημένα σε αυτό που κάνουν. Το ΔτΠ έχει τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο μαθητές, καθηγητές και διαχειριστές αλληλεπιδρούν και συνδέονται με τεχνολογίες και συσκευές σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, συμβάλλοντας στη βελτίωση των μαθησιακών εμπειριών, στη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων και στη μείωση του κόστους.

Σε χώρες όπως η Ινδία, η Ιαπωνία και η Αγγλία, το ΔτΠ έχει χρησιμοποιηθεί για την προστασία και την ασφάλεια των μικρών μαθητών, τοποθετώντας ετικέτες RFID στα σχολικά είδη, όπως είναι οι τσάντες, οι μαθητικές ταυτότητες και οι φόρμες, για να εντοπίζουν μαθητές που απομακρύνονται από το χώρο του σχολείου, χωρίς άδεια, για να γνωρίζουν ποιοι και πότε προσήλθαν στον χώρο του σχολείου, αλλά και πότε έφυγαν από αυτόν (Akpinar & Kaptan, 2010. Kravets, 2012. RMSomega Technologies (na)). Μέσω της διασύνδεσης των συσκευών αυτών με εφαρμογές του υπολογιστικού νέφους οι γονείς μπορούν να ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο για το πού βρίσκεται το παιδί τους (Digiteum, 2020).

Στο University of Illinois (2014) χρησιμοποιούν την i-card ως ταυτότητα, πορτοφόλι και κουπόνι σίτισης. Οι i-card φέρουν RFID ετικέτες (tags), με ένα μοναδικό αλφαριθμητικό αναγνωριστικό για κάθε μέλος της πανεπιστημιακής κοινότητας, και έχουν ενσωματωμένο έναν μικροεπεξεργαστή, μία κεραία και ελάχιστο αποθηκευτικό χώρο. Ουσιαστικά, είναι μια κάρτα τσέπης με ενσωματωμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα, κατασκευασμένη από πλαστικό και με μια φωτογραφία του ιδιοκτήτη. Μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί και ως χρεωστική κάρτα, αν ο ιδιοκτήτης τη συνδέσει με έναν τραπεζικό λογαριασμό της τράπεζας που συνεργάζεται με το πανεπιστήμιο. Πολλά πανεπιστήμια, όπως το University of Illinois, το Brigham Young University, το University of Delhi, το Indiana University of Pennsylvania, το University of Oxford, το Washburn University, το Miami University και άλλα, παρέχουν στους φοιτητές τους, στο διοικητικό και διδακτικό προσωπικό τους RFID κάρτες για να τον προγραμματισμό του είδους των γευμάτων τους, την πληρωμή γευμάτων, την αγορά τροφίμων και ποτών, το δανεισμό βιβλίων από τη βιβλιοθήκη, την πρόσβαση σε εγκαταστάσεις της πανεπιστημιούπολης, για δανεισμό φορητών υπολογιστών, για αγορά εξοπλισμού, την άσκηση σε εγκαταστάσεις αναψυχής και για διάφορα άλλα (Τσακίριδης, 2014).

Μέσω της i-card επιτυγχάνεται η διαδικασία ταυτοποίησης της εισόδου και εξόδου από τον χώρο της πανεπιστημιούπολης μέσω ηλεκτρονικών αισθητήρων (e-readers) (University of Illinois, 2014). Τα ραδιοσήματα εκπέμπονται από την RFID ετικέτα και αναγνωρίζονται ψηφιακά από τον ηλεκτρονικό αισθητήρα. Ο αποθηκευτικός χώρος επιτρέπει στην κάρτα να αποθηκεύει και να έχει πρόσβαση σε δεδομένα και εφαρμογές με ασφάλεια μέσω αναγνωστών/αισθητήρων ανίχνευσης καρτών ή/και άλλων συστημάτων (International Telecommunication Union, 2005). Έτσι, μέσω της επαγωγικής τεχνολογίας, οι διάχυτες υπολογιστικές υπηρεσίες ενημερώνουν το εκάστοτε σύστημα

διαχείρισης του κτηρίου για το πού βρίσκεται ο κάθε χρήστης και την ιδιότητά του, και το σύστημα χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να προσφέρει μεγαλύτερη εξυπηρέτηση στους χρήστες του (να ανοίξει μια κλειδωμένη πόρτα, να ενεργοποιήσει ένα σύστημα αλληλεπιδραστικού πίνακα, να ενεργοποιήσει το φωτισμό σε μια περιοχή ή χώρο του κτηρίου, να ρυθμίσει τη θερμοκρασία/ψύξη ενός χώρου, να ρυθμίσει την ένταση του φωτισμού ανάλογα με τη χρήση του χώρου ή τις καιρικές συνθήκες, η παρακολούθηση της λειτουργίας του τεχνολογικού εξοπλισμού ώστε να υπάρξει πρόβλεψη προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν και προετοιμασία για την αντιμετώπισή τους, κλπ.) (Gates, 2008. Kridel, 2011. AMX Inc., 2013b).

Όμως και κατά τη διάρκεια των μαθημάτων η χρήση τους είναι σημαντική, αφού το κλειδώμα/ξεκλειδώμα της αίθουσας γίνεται ηλεκτρονικά (είτε μέσω της ετικέτας RFID του καθηγητή, είτε μέσω ηλεκτρονικής κλειδαριάς), ο έλεγχος των συστημάτων φωτισμού, σκίασης, μικροφωνικής εγκατάστασης και του T.P.E. εξοπλισμού γίνεται αυτοματοποιημένα, μέσω συσκευής αυτοματισμού του χώρου, η οποία αναγνωρίζει το ID του διδάσκοντα και φορτώνει το αντίστοιχο προφίλ, ρυθμίζοντας αυτόματα τον εξοπλισμό (Technology People Ideas, 2013. Steelcase Inc., 2014) και δίνοντάς του πρόσβαση στους ανάλογους χώρους σύμφωνα με τις ανάγκες του μαθήματός του (Tibbetts, 2008). Ο φωτισμός ρυθμίζεται αυτόματα, το υλικό που παρουσιάζεται στις οθόνες προβολής αποθηκεύεται, όπως και το εκπαιδευτικό υλικό των αλληλεπιδραστικών πινάκων και οι διεπαφές των υπολογιστών των φοιτητών, οι συνομιλίες φοιτητών και καθηγητή καταγράφονται, όπως και οι σημειώσεις που γράφονται στον αλληλεπιδραστικό πίνακα, οι ιστότοποι που επισκέπτονται κατά τη διάρκεια του μαθήματος, κλπ. (Abowd, 1999. Center for digital education, 2010). Τα συστήματα ελέγχου του οπτικοακουστικού εξοπλισμού έχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού και επαναπρογραμματισμού, που μπορεί να γίνει αυτόματα ανάλογα με τον εκπαιδευτικό που τα χρησιμοποιεί, βάση εξ ορισμού ρυθμίσεων, οι οποίες έχουν καταγραφεί στον κεντρικό εξυπηρετητή του εκπαιδευτικού ιδρύματος (AMX Inc., 2013b).

Με το τέλος του μαθήματος, το υλικό που παρουσιάστηκε στην ηλεκτρονική οθόνη και αποθηκεύτηκε, μαζί με σημειώσεις του διδάσκοντα και ό,τι άλλο επιθυμεί και έχει δηλώσει, μπορούν να αποσταλούν στους συμμετέχοντες μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή να αποθηκευτούν στον ηλεκτρονικό τους χώρο. Η αναγνώριση των φοιτητών γίνεται μέσω της ετικέτας RFID τους από τον αναγνώστη (card reader), που βρίσκεται ενσωματωμένος στη συσκευή προγραμματισμού χρήσης του χώρου (Steelcase Inc., 2014).

Στην Καλιφόρνια, μέσω της εφαρμογής CCCApply, που δημιουργήθηκε από το California Community Colleges Technology Center και υποστηρίζεται από όλα τα κολέγια της πολιτείας, όλα τα σημαντικά στοιχεία, όπως επιδόσεις, επιβραβεύσεις, επιτεύγματα και δημιουργίες των φοιτητών των κολεγίων, αποθηκεύονται στον ηλεκτρονικό φάκελο του καθενός και εμπλουτίζονται συνεχώς όχι μόνο κατά τη διάρκεια των σπουδών τους αλλά και μετά την ολοκλήρωσή τους με στοιχεία, όπως πιστοποιήσεις, εργασιακή εμπειρία, εκπαιδεύσεις, εξειδικεύσεις, κ.ά. Έτσι, ο καθένας έχει έναν πλήρως ενημερωμένο ηλεκτρονικό φάκελο, διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή, σε μια υβριδική, ελαστική υποδομή του υπολογιστικού νέφους και ασφαλώς αποθηκευμένο (Center for digital education, 2012a).

Όμως, ετικέτες RFID έχουν τοποθετηθεί και σε βιβλία σε πολλές μεγάλες βιβλιοθήκες διάφορων πόλεων, παρέχοντας πληροφορίες για το κάθε βιβλίο, για το αν και ποιος το έχει δανειστεί, για τις προτιμήσεις των αναγνωστών, αλλά και οδηγίες για να το εντοπίσουν στον χώρο της βιβλιοθήκης (Suda & Rani, 2013). Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει συνεισφέρει στη διευκόλυνση ατόμων με ειδικές ανάγκες, καθώς διαθέτει ένα ηχητικό σύστημα για τα άτομα που παρουσιάζουν προβλήματα ανάγνωσης και γραφής, καθοδηγώντας τα στα διαθέσιμα ηχητικά βιβλία. Στην προκειμένη περίπτωση, το ζήτημα της προστασίας της ιδιωτικότητας (για να αποφεύγεται η υποκλοπή των προτιμήσεων των αναγνωστών από διαφημιστικές εταιρείες) αντιμετωπίζεται με την χρήση διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας από μη γνωστούς κατασκευαστές (Garcia, 2007), ενσωματώνοντας ετικέτες RFID, μικρού, μη ορατού μεγέθους, που είναι τοποθετημένες σε τυχαίες σελίδες των βιβλίων (Ko et al., 2020).

Στην D.H. Hill βιβλιοθήκη στο North Carolina State University (NCSU) στις Η.Π.Α. για την προστασία του υλικού που διατίθεται προς δανεισμό, ο έλεγχος των ατόμων που εισέρχονται και εξέρχονται από τον χώρο γίνεται μέσω τούνελ με ενσωματωμένους ηλεκτρονικούς αισθητήρες και αυτόματες μπάρες, οι οποίες κλειδώνουν σε περίπτωση που ανιχνευτεί να εισέρχεται στο τούνελ συσκευή ή εξοπλισμός με ετικέτα RFID του πανεπιστημίου. Το σύστημα είναι αυτοματοποιημένο,

χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση, αφού για να ανοίξουν οι μπάρες θα πρέπει η RFID ετικέτα να εξέλθει του τούνελ (NC State University, 2013).

Το Northumbria University ήταν από τα πρώτα βρετανικά εκπαιδευτικά ιδρύματα που υιοθέτησε το πρόγραμμα δανεισμού φορητών υπολογιστών. Ιδιαίτερα προβλήματα με την “τυχαία” έξοδό τους από το κτήριο δεν υπήρξαν, αφού είχαν προστασία, μπορούσαν να λειτουργήσουν μόνον ασύρματα και μέσω του συστήματος του πανεπιστημίου και ήταν καταγεγραμμένα στην κάρτα του φοιτητή, καθιστώντας τον υπεύθυνο αν το σήμα του υπολογιστή χανόταν από την οθόνη του τμήματος ασφαλείας, όπως και κάθε άλλο αντικείμενο που δανειζόταν από τη βιβλιοθήκη (Joint Information Systems Committee, 2006). Ανάλογη εφαρμογή χρησιμοποιεί και το Canterbury Christ Church University στο Η.Β. Το προγραμματιστικό τμήμα του πανεπιστημίου αναπρογραμματίισε το Wireless Control System κάθε υπολογιστή, ώστε να εκπέμπει ένα σήμα εντοπισμού μέσω του συστήματος διαχείρισης του κτηρίου για την καταγραφή του σημείου που βρίσκεται ο υπολογιστής που δανείστηκε ένας φοιτητής, ανά πάσα στιγμή (Poole & Wheal, 2011).

Για να παρέχει ακόμη καλύτερη εμπειρία στους χρήστες, η προγραμματιστική ομάδα του Canterbury Christ Church University ανέπτυξε μία εφαρμογή που μεταβιβάζει πληροφορίες σχετικά με τη ζωή της μπαταρίας του υπολογιστή ώστε να εμφανίζονται στον χρήστη. Επίσης, ανέπτυξε ένα πρόγραμμα που αυτόματα αποσυνδέει τον σπουδαστή από το σύστημα, όταν το κάλυμμα του φορητού υπολογιστή κλείνει, εμποδίζοντας τον επόμενο χρήστη να έχει πρόσβαση στα αρχεία και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο του προηγούμενου. Η χρήση της θύρας USB επανασχεδιάστηκε, προκειμένου μέσω του Remote Desktop Protocol να συνδέεται με το σύστημα δεδομένων του πανεπιστημίου, ώστε τα δεδομένα να αποθηκεύονται στον εικονικό, προσωπικό, δικτυακό αποθηκευτικό χώρο του φοιτητή (Poole & Wheal, 2011).

Ανάμεσα στις συσκευές που φοριούνται συμπεριλαμβάνονται τα iButtons, ένα μικροκύκλωμα υπολογιστή που εμπεριέχεται σ' ένα μικρό ατσάλινο κουτάκι. Κάθε συσκευή έχει μια ξεχωριστή λειτουργία, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και μοναδική διεύθυνση ταυτότητας. Μια συσκευή iButton συνεργάζεται με μια συγκεκριμένη εφαρμογή κάθε φορά, ώστε να μεταφέρει σε αυτήν τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένες και που αφορούν το άτομο που τη φέρει ή το αντικείμενο με το οποίο είναι συνδεδεμένη, προκειμένου να επιτελέσει λειτουργίες, όπως είναι η καταγραφή δεδομένων θερμοκρασίας και υγρασίας, ο έλεγχος πρόσβασης, η παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων των σχολείων, κ.ά. (iButtonLink Technology (na). Cho, 2001). Τελευταία δοκιμάζεται στον χώρο της εκπαίδευσης, επιτρέποντας την εγγραφή των μαθητών, την πρόσβαση σε χώρους μάθησης, σε ιστοσελίδες και υπολογιστές, τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στους χώρους μάθησης ανάλογα με τον αριθμό των μαθητών, την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του φωτισμού στους χώρους αναλόγως με το αν υπάρχει εκεί κάποιο άτομο ή όχι, τον έλεγχο των φορητών συσκευών του σχολείου, την κοινωνικοποίηση των μαθητών μέσω εμφάνισης emoji ή χαιρετισμών όταν έρχονται σε κοντινή απόσταση με ένα άλλο iButton, να επιτρέπει, περιορίζει ή απαγορεύει τη χρήση συγκεκριμένου χώρου από άλλες ειδικότητες (παράδειγμα σε ένα εργαστήριο χημείας δε θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν δοκιμές βιολογίας), κλπ. (Endo et al., 2019. Ortega et al., 2002. Wu et al., 2017)

Εταιρίες, όπως η Dynasound Inc. (2014), η Cambridge sound Management Inc. (2014) και η Atlas Sound (2000), προτείνουν τη χρήση της τεχνικής της ηχητικής συγκάλυψης (sound masking) μέσω της χρήσης επαγωγικής τεχνολογίας ή iButton για τη μείωση των υπαρχόντων ήχων σε μια συγκεκριμένη περιοχή, καθιστώντας έτσι το περιβάλλον μάθησης πιο άνετο, ενώ, ταυτόχρονα, αυξάνεται η προστασία του απορρήτου των ομιλιών, ώστε οι μαθητές να μπορούν να επικεντρωθούν στην εργασία τους και να είναι πιο παραγωγικοί. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί δεδομένα, που αντλεί από συσκευές που φέρουν οι μαθητές, ώστε να ρυθμίσει – αυτόματα – την ένταση της ηχητικής συγκάλυψης, ανάλογα με το πλήθος των παρευρισκόμενων μαθητών στον χώρο, καθώς και δεδομένα από μετρητές ντεσιμπέλ που μετρούν το επιπέδου θορύβου του χώρου και αποστέλλουν δεδομένα στο σύστημα.

Η συνεχής αύξηση του αριθμού των σπουδαστών και το γεγονός ότι αρκετά πανεπιστήμια έχουν διάσπαρτα τμήματα σε περισσότερες της μιας πόλεις, δημιουργεί προβλήματα λειτουργίας και επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων και υπηρεσιών των πανεπιστημίων. Η Εικονική Πανεπιστημιούπολη (Virtual Camp) είναι ένας σύγχρονος τρόπος για να ξεπεραστούν τα προβλήματα αυτά. Στο πλαίσιο λειτουργίας μιας εικονικής πανεπιστημιούπολης μπορούν να ενσωματωθούν μια σειρά από υπηρεσίες για τους σπουδαστές, που περιλαμβάνουν εξ αποστάσεως διαλέξεις, χρήση ηλεκτρονικών βιβλίων, ηλεκτρονική κατάθεση εργασιών, συνδιδασκαλία με καθηγητές από άλλα

πανεπιστήμια, διδακτικές παρεμβάσεις από εξωτερικούς συνεργάτες, δημιουργία κοινών project με άλλα εκπαιδευτικά ή μη ιδρύματα και πρόσβαση σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες. Η χρήση κινητών συσκευών και συσκευών που φοριούνται επιτρέπει την ηλεκτρονική παράδοση εκπαιδευτικού υλικού, την ηλεκτρονική αξιολόγηση των σπουδαστών και την αλληλεπίδρασή τους με τα δεδομένα με ένα διαφορετικό τρόπο.

Οι Long and Ehrmann (2005) αναφέρουν τη δημιουργία τέτοιων χώρων που είναι διασυνδεδεμένοι μεταξύ τους. Ο καθηγητής βρίσκεται σε έναν από αυτούς τους χώρους και οι φοιτητές μπορούν να βρίσκονται στους άλλους, είτε σε ομάδες είτε μεμονωμένα. Τέτοια περιβάλλοντα συνδυάζουν απτά αντικείμενα με εικονικά στοιχεία, για να δημιουργήσουν έναν ολοκληρωμένο χώρο. Οι φοιτητές σε κάθε χώρο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τον καθοδηγητή μέσω αλληλεπιδραστικών “τοιχών” (interactive wall), που στηρίζονται στην διεπαφή multi-touch. Διαμοιράζονται αντικείμενα σε αλληλεπιδραστικά τραπέζια ή τοίχους ή, αν η τεχνολογία του χώρου δεν το επιτρέπει, απλά κάθονται σε ένα κάθισμα με ενσωματωμένο επικοινωνιακό εξοπλισμό και συμμετέχουν ατομικά στις ομάδες της εικονικής τάξης. Ο αλληλεπιδραστικός τοίχος ή τραπέζι λειτουργεί με τις κινήσεις των χεριών των χρηστών, με αποτέλεσμα οι φοιτητές να μπορούν να μετακινήσουν τις πληροφορίες επάνω στον τοίχο ή να τις “πετάξουν”, αλλά και να αναδιατάξουν αντικείμενα από άλλες τοποθεσίες. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας διευκολύνει άτομα με αναπηρία, με την ενεργοποίηση π.χ. φωνητικής ή οπτικής διεπαφής. Η πρόσθετη λειτουργία εντοπισμού της τοποθεσίας του σπουδαστή μέσω συσκευών GPS και GPRS (General Packet Radio Services) παρέχει μια εναλλακτική λύση στο να φέρει κοντά – ηλεκτρονικά – μεγαλύτερες ομάδες σπουδαστών (de Freitas & Levene, 2003. Digiteum, 2020).

Στηριζόμενο στην εικονική πανεπιστημιούπολη, το MIT (2014) δημιούργησε επτά διαδικτυακά εργαστήρια, τα iLab. Η ενέργεια αυτή είχε ως σκοπό να βοηθήσει τους φοιτητές να χρησιμοποιούν όργανα και εξοπλισμό μέσω απομακρυσμένων, διαδικτυακών ερευνητικών χώρων δοκιμών. Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς εργαστηριακούς χώρους, τα iLabs μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλη την πανεπιστημιακή κοινότητα, όχι μόνο του MIT, αλλά και όλου του κόσμου, μέσω του διαδικτύου.

Στη χώρας μας υλοποιήθηκε από την Cosmote, σε συνεργασία με το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (Δ.Π.Θ.), το Μάρτιο του 2018 στην Ξάνθη, η πρώτη «έξυπνη πανεπιστημιούπολη» με χρήση της τεχνολογίας NB-IoT [το Narrowband IoT (NB-IoT) είναι μια τεχνολογία LPWA (Low Power Wide Area) που μπορεί να επιτρέψει τη λειτουργία σε ένα ευρύ φάσμα νέων συσκευών και υπηρεσιών ΔτΠ. Το NB-IoT ελαχιστοποιεί την κατανάλωση ισχύος των συνδεδεμένων συσκευών, ενώ παράλληλα αυξάνει την ικανότητα του συστήματος και τη φασματική απόδοση, ειδικά σε χώρους που δεν μπορούν εύκολα να καλυφθούν από συμβατικές κυψελοειδείς τεχνολογίες, π.χ. WiFi (GSM, 4G, 5G)]. Το πιλοτικό έργο αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η καινοτόμος τεχνολογία και την υλοποιεί με τέσσερις εφαρμογές, που αναπτύσσονται στο χώρο της πανεπιστημιούπολης (Nagata, 2018):

- Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα: Η πιλοτική εφαρμογή “Smart University Campus”, με τη βοήθεια ειδικού αισθητήρα μέτρησης της ποιότητας ατμόσφαιρας (Air Quality Monitoring) που τοποθετήθηκε στην πανεπιστημιούπολη του Δ.Π.Θ., μετρά, σε πραγματικό χρόνο, θερμοκρασία, πίεση, υγρασία, καθώς και διάφορα μικροσωματίδια και αέρια. Στόχο έχει τη δυνατότητα καλύτερης σχεδίασης και ανάληψης κατάλληλων δράσεων για την επίτευξη της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Έλεγχος των δεξαμενών καυσίμου: Η εγκατάσταση συσκευής μέτρησης της στάθμης του πετρελαίου θέρμανσης (Smart Fuel Tank Management) συμβάλλει στην αποτροπή κλοπής καυσίμων, στην αποφυγή υπερκατανάλωσης και στην ορθή αποτίμηση των τιμολογίων.
- Μέτρηση της ποιότητας του νερού: Η εγκατάσταση του λογισμικού “Water Quality Measurement” βοηθά στη διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού των φοιτητών της πανεπιστημιούπολης, μέσω των αισθητήρων που τοποθετήθηκαν σε διάφορα σημεία του δικτύου.
- Έξυπνος φωτισμός: η εγκατάσταση της εφαρμογής “Smart Lighting” αξιοποιεί την τεχνολογία NB-IoT και προσαρμόζει το φωτισμό σε διαφορετικά επίπεδα έντασης, ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας, πετυχαίνοντας σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Νικηφοράκης, Μ. (2015). *Το "Internet of Things" (Διαδίκτυο των Πραγμάτων) στην FOSDEM*. Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2021 από τη διεύθυνση <https://ellak.gr/2015/02/to-internet-of-things-diadiktio-ton-pragmaton-stin-fosdem/>
- Τσακιδίδης Θ. (2014). Διπλωματική εργασία “*Μαθησιακοί χώροι: Καινοτομίες στο σχεδιασμό και την ενσωμάτωση ΤΠΕ*”. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΤΕΠΑΕΣ, Μοντέλα σχεδιασμού κ ανάπτυξης εκπαιδευτικών μονάδων.
- Nagata (2018). *COSMOTE: Στην Ξάνθη η πρώτη «έξυπνη» πανεπιστημιούπολη στην Ελλάδα με τεχνολογία NB-IoT* [ΔΤ]. Ανακτήθηκε στις 12 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://techingreek.com/cosmote-stin-ksanthi-i-proti-eksypni-panepistimioupoli-stin-ellada-me-technologia-nv-iot-dt/>
- Abowd, G.D. (1999). Classroom 2000: An experiment with the instrumentation of a living educational environment. *IBM Systems Journal*, 38(4):508-530. Ανακτήθηκε Φεβρουάριο 2014 από <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?reload=true&isnumber=5387043>.
- Akpinar, S. & Kaptan, H. (2010). Computer aided school administration system using RFID technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2, pp. 4392-4397.
- AMX Inc. (2013b). *IT leader's guide to audio/visual systems*. Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2013, από [http://www.amx.com/assets/solutionGuides/higherEd/AMX\\_Campus\\_IT\\_Leaders\\_Guide.pdf](http://www.amx.com/assets/solutionGuides/higherEd/AMX_Campus_IT_Leaders_Guide.pdf).
- Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ Thing: In the real world, thing matter than ideas. *RFiD Journal (June)*. Ανακτήθηκε τον Απρίλιο του 2014 από τη διεύθυνση <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>.
- Atlas Sound (2000). *Sound masking systems. White paper*. Ανακτήθηκε Φεβρουάριο 2014 από τη διεύθυνση <https://atlassound.zendesk.com/entries/38788483-Sound-Masking-White-Paper>.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, vol.54, issue 15, pp. 2787-2805.
- Cambridge Sound Management, LLC (2014). *Sound masking in education environments*. Ανακτήθηκε Απρίλιο 2014 από τη διεύθυνση <http://cambridgesound.com/industries-page/education/>.
- Center for digital education (2010). *Converge Special Report: Classroom Technologies*. Issue 2. Ανακτήθηκε Ιανουάριο 2014 από [www.centerdigitaled.com/reports](http://www.centerdigitaled.com/reports).
- Center for digital education (2012a). *Converge Special Report: Campus Infrastructure*, 3(1). Ανακτήθηκε Ιούλιο 2014, από [www.centerdigitaled.com/reports](http://www.centerdigitaled.com/reports).
- Cho, Y., (2001). "Using Java powered iButton to replace student ID card". Thesis. *Rochester Institute of Technology*. Ανακτήθηκε στις 12 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.gr/&httpsredir=1&article=1126&context=theses>
- de Freitas, S. & Levene, M. (2003). Evaluating the development of wearable devices, personal data assistants and the use of other mobile devices in further and higher education institutions. *JISC Technology and Standards Watch Report (TSW030)*, pp. 1-21.
- Digiteum (2020). *How IoT is used in Education: IoT applications in Education*. Ανακτήθηκε στις 21 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://www.digiteum.com/iot-applications-education/>.
- Dynasound Inc. (2014). *Sound masking systems*. Ανακτήθηκε Απρίλιο 2014, από τη διεύθυνση <http://www.soundmasking.com/>.
- Endo, T., Otsuka, M., Minami, Y., & Umeno T. (2019) A case study on the effects of the wind catcher and Taiko-shoji in Japanese environment-friendly house. *International Journal of Sustainable Energy* 38:1, pp. 89-103.
- Garcia, F.J.D. (2007). A power efficient active RFID communication protocol. Master thesis, *Tekniska Hogskolan*, Ανακτήθηκε τον Απρίλιο 2014 από τη διεύθυνση <http://hj.diva-portal.org/smash/get/diva2:3469/FULLTEXT01>
- Gates, W.H. III (2008). *The Road Ahead*. USA: Penguin Readers Publ.
- GSMA (na). *NarrowBand-Internet of Things (NB-IoT)*. Ανακτήθηκε στις 13 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://www.gsma.com/iot/narrow-band-internet-of-things-nb-iot/>

- iButtonLink Technology (na). *iButton*. Ανακτήθηκε στις 11 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://www.ibuttonlink.com/collections/ibuttons>
- International Telecommunication Union (2005). *The Internet of things. ITU Internet reports*. Geneva. Ανακτήθηκε Ιούλιο 2014, από <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>.
- Joint Information Systems Committee (2006). *Designing spaces for effective learning: A guide to 21st Century learning space design*. Bristol: JISC Development Group. Ανακτήθηκε Μάιο 2013, από <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/learningspaces.pdf>.
- Ko, J., Ying, S., & Jie, T. (2020). Does RFID bring benefit to the education sector? Research Paper. *ENG 1044: English for Computer Technology Studies (Team I, Group 4)*. Ανακτήθηκε στις 15 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση [https://www.researchgate.net/publication/342261330\\_Does\\_RFID\\_bring\\_benefit\\_to\\_the\\_education\\_sector](https://www.researchgate.net/publication/342261330_Does_RFID_bring_benefit_to_the_education_sector)
- Kravets, D. (2012). *Tracking school children with RFID tags? It's all about the Benjamins*. Ανακτήθηκε στις 11 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://www.wired.com/2012/09/rfid-chip-student-monitoring/>.
- Kridel, T. (2011). *The state of IP-based AV control systems. The technology manager's guide to IP-based AV control*. October (σ.Α6-Α9). Ανακτήθηκε Ιούλιο 2013, από <http://www.amx.com/automate/tech-managers-guide.aspx>.
- Long, P.D. & Ehrmann, S.C. (2005). Future of the learning space – Breaking out of the box. *Educause review*, 40(4):42-58. Ανακτήθηκε Μάιο 2013, από <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/erm0542.pdf>.
- MIT (2014). *iLabs - Remote lab access*. Ανακτήθηκε Ιούλιο 2014 από <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/ilabs.html>.
- NC State University (2013). *NCSU Libraries News*. Ανακτήθηκε Δεκέμβριο 2013 από <http://news.lib.ncsu.edu/>.
- Ortega, M., Redondo, M.A., Paredes, M., Sánchez-Villalón, P.P., Bravo, C. & Bravo, J. (2002). Ubiquitous Computing and Collaboration: New interaction paradigms in the classroom for the 21<sup>st</sup> Century .In Ortega M. & Bravo J. (eds), *Computers and Education* (pp.261-273). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Poole, P. & Wheal, A. (2011). *Learning, spaces and technology - exploring the concept*. Canterbury: JISC/CCCU iBorrow Project, Canterbury Christ Church University. Ανακτήθηκε τον Ιούλιο 2013 από τη διεύθυνση <http://www.canterbury.ac.uk/projects/iborrow/iborrow-book.asp>.
- Razzaque, M., Milojevic-Jevric, M., Palade, A. & Clarke, S., (2016). Middleware for Internet of Things: A Survey. *IEEE Internet of Things journal*, Vol. 3, No. 1, pp. 70-95.
- RMSomega Technologies (na). *Expanding the use of RFID in school systems*. Ανακτήθηκε στις 21 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση <https://rmsomega.com/expanding-the-use-of-rfid-in-school-systems/>
- Steelcase Inc. (2014). Ανακτήθηκε Ιούλιο 2014 από <http://www.steelcase.com>.
- Suda, K., A., & Rani, N., S., A. (2013). Radio frequency identification for efficient library management. *International Journal of Business and Social Science*, vol.4(15), pp. 125-131. Ανακτήθηκε στις 11 Απριλίου 2021 από τη διεύθυνση [https://ijbssnet.com/journals/Vol\\_4\\_No\\_15\\_Special\\_Issue\\_November\\_2013/18.pdf](https://ijbssnet.com/journals/Vol_4_No_15_Special_Issue_November_2013/18.pdf).
- Tibbetts, B. (2008). *The Advanced Concept Teaching Space*. The University of Queensland (publ.). Ανακτήθηκε Ιούλιο 2013, από <http://www.uq.edu.au/nextgenerationlearningspace/ACTS%20booklet.pdf>.
- Technology People Ideas (2013). Ανακτήθηκε Νοέμβριο 2013 από [www.tpi.cc](http://www.tpi.cc).
- University of Illinois (2014). *i-Card program*. Ανακτήθηκε Ιούνιο 2014 από <http://www.icardnet.uillinois.edu/APPPUBLICWEBSITE/getReplacement.cfm>.
- Wu T., D., Gordon, B., Faghihi, E., M., Gummerson, C., Clemons-Erby D., Connolly, F., Leaf, P., Koehler, K., & McCormack, M., C. (2017). Indoor climate in schools in the mid-atlantic region. B106. *Prenatal, perinatal, and childhood exposures in lung disease*, May 1, pp. A4812-A4812.
- Xu, L., He, W. & Li, S. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 4, pp. 2233-2243.

Yang, Y., Wu, L., Yin, G., Li, L. & Zhao, H. (2017). A Survey on Security and Privacy Issues in Internet-of-Things. *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 4, No. 5, pp. 1250-1258.