

«Χρήση του Scratchboard σε εργαστηριακές δραστηριότητες Φυσικής»

Θεόδωρος Πιερράτος¹, Ευάγγελος Κολτσάκης², Χαρίτων Πολάτογλου³

¹ Εκπαιδευτικός, Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής ΑΠΘ

pierratos@gmail.com

² Εκπαιδευτικός, MSc, MEd

ekoltsakis@sch.gr

³ Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Φυσικής ΑΠΘ

hariton@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, τα συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης αποτελούν ένα επιπλέον εργαλείο των Τ.Π.Ε.. Το εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch σχεδιάστηκε, αναπτύσσεται και υποστηρίζεται από το M.I.T. Media Lab. Συγχρόνως, το ίδιο εργαστήριο σχεδίασε και υλοποίησε το Scratchboard, μια πλακέτα με αισθητήρες, η οποία επικοινωνεί με το Scratch και μέσω της οποίας ο υπολογιστής μπορεί προγραμματιζόμενος να αντιδρά σε μεταβολές τιμών συγκεκριμένων φυσικών μεγεθών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συγκεκριμένες διδακτικές προτάσεις χρήσης του Scratchboard στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, οι οποίες έχουν ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία σε πραγματικές τάξεις. Επιπρόσθετα, η παρούσα εργασία (tutorial & workshop) περιλαμβάνει μία σύντομη παρουσίαση του Scratchboard και την υλοποίηση επιμόρφωσης εκπαιδευτικών με τη βοήθεια φύλλων εργασίας και με συμμετοχικές βιωματικές πρακτικές ασκήσεις στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων βασισμένων στην αξιοποίηση του Scratch και του Scratchboard.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Scratch, Scratchboard, συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια αναδεικνύεται η δυναμική των Τ.Π.Ε. ως συμπληρωματικού, τουλάχιστον, εργαλείου και η ανάγκη για ποικίλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις στη διδακτική στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Φ.Ε.) (Κολτσάκης, Πιερράτος & Πολάτογλου, 2007). Ο τομέας αυτός συνήθως ταυτίζεται με τη χρήση προσομοιώσεων, ωστόσο, ένα σημαντικό κομμάτι του αποτελούν για τις Φυσικές Επιστήμες, τα Συστήματα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (Σ.Σ.Λ.Α. ή Microcomputer Based Laboratory - MBL). Με την αξιοποίησή τους το πρότυπο πρόβλεψη - πειραματικός έλεγχος - σύγκριση πρόβλεψης - πειραματικού αποτελέσματος

μπορεί να αποτελέσει βασική στρατηγική για την πραγματοποίηση εποικοδομητικών εργαστηριακών ασκήσεων (EAITY, 2008). Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται στα ελληνικά σχολεία, με αρκετά όμως ακόμη προβλήματα στην αξιοποίησή τους από τους εκπαιδευτικούς (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2008). Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, εξοπλίστηκαν τα περισσότερα Σ.Ε.Φ.Ε. των Ενιαίων Λυκείων, με συστήματα όπως το Multilog Data Logger/DBLab της fourier (www.fouriersystems.com) αλλά και το Logger Pro 3 της Vernier (www.vernier.com). Ένα τυπικό Σ.Σ.Λ.Α. αποτελείται συνήθως από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος καταγράφει με τη βοήθεια αισθητήρων μεταβολές φυσικών μεγεθών μιας πραγματικής κατάστασης μέσω ενός αναλογικοψηφιακού μετατροπέα και απεικονίζει στην οθόνη, ταυτόχρονα με την εξέλιξη του φαινομένου, πολλαπλές αναπαραστάσεις των μεταβολών αυτών. Υπάρχουν διαθέσιμοι εξειδικευμένοι αισθητήρες για τη μέτρηση σχεδόν όλων των φυσικών μεγεθών που μπορεί να ενδιαφέρουν στο Σ.Ε.Φ.Ε., καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων διαφόρων γνωστικών αντικειμένων. Μέσα σε αυτές τις εξελίξεις, έκαναν την εμφάνισή τους –σε τομέα διαφορετικό από αυτόν των Φ.Ε.- το λογισμικό Scratch και μια πλακέτα με αισθητήρες, το Scratchboard.

TO SCRATCH ΚΑΙ TO SCRATCHBOARD

To λογισμικό Scratch

Το Scratch είναι ελεύθερο λογισμικό βασισμένο στο Squeak. Αποτελεί μια σχετικά νέα γλώσσα προγραμματισμού, σχεδιασμένη για την εκπαίδευση, για χρήση από την ηλικία των 8 ετών (Resnick, 2007). Οι μαθητές που προγραμματίζουν στο Scratch μπορούν να έρχονται σε επαφή με σημαντικές μαθηματικές και υπολογιστικές ιδέες, ενώ παράλληλα να κατανοούν καλύτερα τη γενική διαδικασία του σχεδιασμού (Maloney κ.α., 2004). Το λογισμικό Scratch, πλήρως εξελληνισμένο από την έκδοση 1.3 και εφεξής, διατίθεται δωρεάν στο <http://scratch.mit.edu/download>. Σχετικό ερευνητικό υλικό διατίθεται στο <http://info.scratch.mit.edu/Research>.

To Scratchboard

Το Scratchboard είναι μια πλακέτα με αισθητήρες που κατασκευάστηκε, από την ομάδα του Lifelong Kindergarten group του MIT Media Lab (<http://llk.media.mit.edu>), για να συνδέσει το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch με μετρήσεις διάφορων μεγεθών που γίνονται σε πραγματικό χρόνο. Διαθέτει ενσωματωμένους έναν αισθητήρα φωτός, έναν αισθητήρα ήχου, ένα πλήκτρο, έναν μεταβολέα και τέσσερις ακροδέκτες στους οποίους μπορούν να συνδεθούν 4 ζεύγη καλωδίων με κροκοδειλάκια (συμπεριλαμβάνονται στη συσκευασία), μέσω των οποίων μετριέται ηλεκτρική αντίσταση.

Το Scratchboard επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω του πρωτοκόλλου RS-232, με baud rate 38.4k. Η τροφοδοσία του σε ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω της σειριακής θύρας. Το Scratch «διαβάζει» τις μετρήσεις του Scratchboard σε μια κλίμακα από 0 έως 100, υπάρχει όμως και η

δυνατότητα πρόσβασης και στις «ακατέργαστες» 10-bit τιμές. Με τον τρόπο αυτό, οι τιμές από τους αισθητήρες κυμαίνονται από 0 έως 1023. Οι τιμές των μετρήσεων που καταγράφονται μπορούν να δίνονται άμεσα σε μεταβλητές του προγράμματος, αλλά και να αποθηκεύονται σε αρχείο, για περαιτέρω επεξεργασία και αξιοποίηση. Περισσότερες σχετικές πληροφορίες διατίθενται στο http://scratch.mit.edu/files/scratchboard/ScratchBoard_Tech_InfoR1.pdf.

ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Μέχρι σήμερα το Scratch και το Scratchboard έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εργαστηριακές δραστηριότητες, τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Γενικό Λύκειο, μερικές από τις οποίες περιγράφονται περιληπτικά παρακάτω.

Μέτρηση της ταχύτητας του ήχου στον αέρα

Δύο ηχεία τοποθετούνται το ένα απέναντι από το άλλο, σε οριζόντια επιφάνεια στα άκρα ενός ευθύγραμμου τμήματος AB, μήκους 1m (Σχήμα 1). Στο χώρο μεταξύ των δύο ηχείων δημιουργείται στάσιμο κύμα καθώς τα ηχεία ενεργοποιούνται από ήχο συγκεκριμένης συχνότητας (1000Hz, 2000Hz, 3000Hz). Οι μαθητές, μετακινούν το Scratchboard κατά μήκος του τμήματος AB και με τη βοήθεια κατάλληλου σεναρίου που «τρέχει» στο Scratch, εντοπίζουν τις θέσεις των κοιλιών και των δεσμών. Μετρώντας την απόσταση δυο διαδοχικών δεσμών ή δυο διαδοχικών κοιλιών ή μιας κοιλίας και ενός δεσμού υπολογίζουν το μήκος κύματος του ήχου και γνωρίζοντας τη συχνότητα του ηχητικού κύματος (η οποία τους δίνεται), υπολογίζουν την ταχύτητα του ήχου (Πιερράτος, Κολτσάκης & Πολάτογλου, 2009). Η δραστηριότητα αυτή έχει εφαρμοστεί με επιτυχία από μαθητές της Γ' Λυκείου και η πραγματοποίησή της απαιτήσε μια διδακτική ώρα. Ενδεικτικά αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον Πίνακα 1. Η ακρίβεια των μετρήσεων είναι μεγαλύτερη για μεγαλύτερες συχνότητες, γεγονός που σχετίζεται πιθανόν με την καλύτερη απόκριση του αισθητήρα και την αυξημένη κατευθυντικότητα των αντίστοιχων ηχητικών κυμάτων.

	λ (cm)	u (m/s)	αβεβαιότητα (%)
$f_1=1000$ Hz	33,0	300	11,7
$f_2=2000$ Hz	15,5	310	8,8
$f_3=3000$ Hz	9,0	330	2,9

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μετρήσεων

Μελέτη φαινομένων ταλάντωσης

Ένα σώμα αναρτάται από ελατήριο, τοποθετείται μπροστά από μία φωτεινή πηγή και τίθεται σε ελεύθερη ταλάντωση (Σχήμα 2). Η σκιά του ταλαντευόμενου σώματος καλύπτει περιοδικά τον αισθητήρα φωτός του Scratchboard προκαλώντας περιοδικές μεταβολές στην ποσότητα φωτός που ενεργοποιεί τον αντίστοιχο αισθητήρα. Τα δεδομένα συλλέγονται από το Scratch και αναπαριστώνται γραφικά στην οθόνη του υπολογιστή. Η καμπύλη που προκύπτει είναι σχεδόν ημιτονοειδής επιτρέποντας στους μαθητές τον υπολογισμό της περιόδου ταλάντωσης, τη διερεύνηση της εξάρτησης της

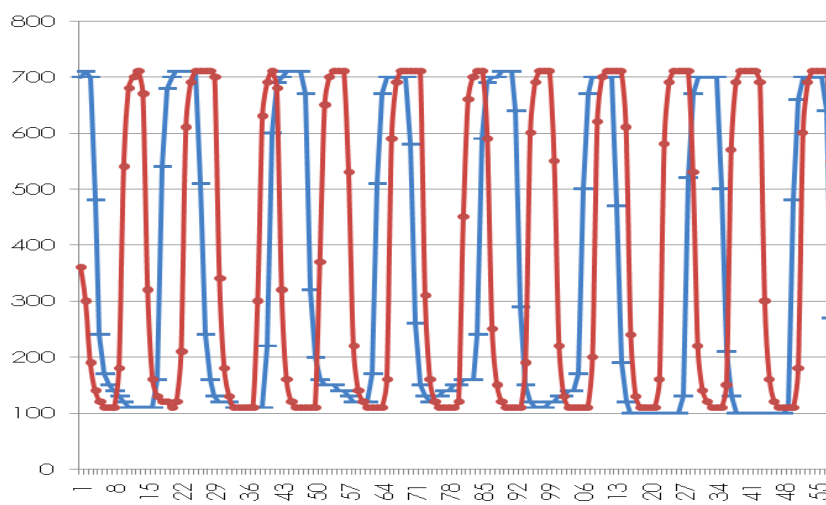
περιόδου από τη μάζα του σώματος και τη σταθερά του ελατηρίου, καθώς και την ανεξαρτησία της περιόδου από το πλάτος ταλάντωσης. Στο Σχήμα 3 αναπαριστώνται δύο γραφικές παραστάσεις που προκύπτουν όταν χρησιμοποιούνται δυο ελατήρια με διαφορετικές σταθερές. Η δραστηριότητα αυτή έχει εφαρμοστεί επιτυχώς τόσο από μαθητές της Γ' Λυκείου για την ποσοτική μελέτη των ταλαντώσεων όσο και από μαθητές της Γ' Γυμνασίου για την εισαγωγή των βασικών εννοιών της ταλάντωσης. Και στις δυο περιπτώσεις απαιτήθηκαν 2 διδακτικές ώρες.



Σχήμα 1. Η διάταξη μέτρησης της ταχύτητας του ήχου στον αέρα



Σχήμα 2. Η διάταξη μελέτης των ταλαντώσεων



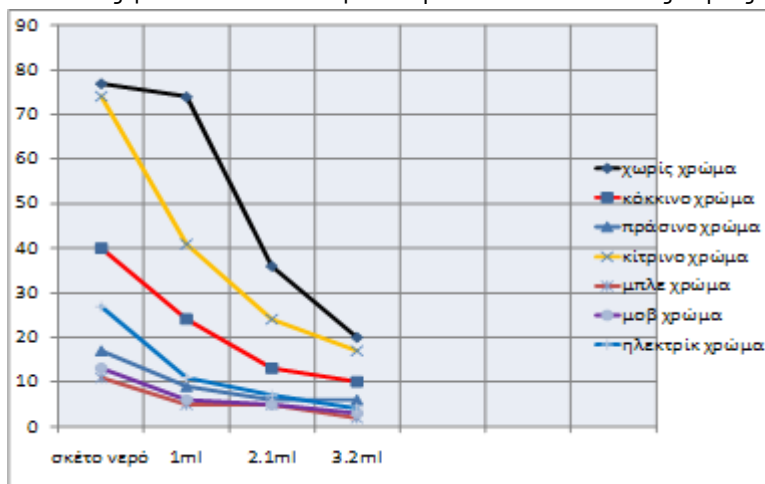
Σχήμα 3. Περιοδικές μεταβολές της έντασης του φωτός (σε αυθαίρετες μονάδες) για δύο διαφορετικά ελατήρια



Σχήμα 4. Η διάταξη μέτρησης της έντασης του φωτός που διέρχεται από οπτικά μέσα

Μέτρηση της έντασης του φωτός που διέρχεται από διάφορα οπτικά διαφανή μέσα

Μπροστά από μια φωτεινή πηγή τοποθετείται ένα φίλτρο φωτός και το σύστημα τοποθετείται στη μια πλευρά μιας γυάλινης λεκάνης με νερό. Στην απέναντι πλευρά τοποθετείται το Scratchboard (Σχήμα 4). Στο νερό προστίθενται σταγόνες συμπυκνωμένου γάλακτος μεταβάλλοντας τις οπτικές ιδιότητες του μέσου. Για διάφορες συγκεντρώσεις και διάφορα έγχρωμα φίλτρα καταγράφονται οι τιμές του αισθητήρα φωτός με σκοπό να διαπιστωθεί πιο χρώμα απορροφάται περισσότερο/λιγότερο. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στο Σχήμα 5. Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιήθηκε από μαθητές της Α' Λυκείου στο πλαίσιο του μαθήματος της Τεχνολογίας και μαζί με την ανάπτυξη κώδικα απαιτήσε περίπου 6 διδακτικές ώρες.



Σχήμα 5. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της έντασης του φωτός για διάφορα φίλτρα και συγκεντρώσεις γάλακτος

ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Ο σκοπός αυτού του εργαστηρίου είναι να προσφέρει την ευκαιρία για μια πρώτη γνωριμία, εκπαίδευση, εξοικείωση και αξιολόγηση του Scratchboard από τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα δίνεται στους εκπαιδευτικούς η ευκαιρία γνωριμίας και δοκιμής των δυνατοτήτων Scratchboard (σε συνδυασμό με το Scratch) για τη σχεδίαση και ανάπτυξη εργαστηριακών δραστηριοτήτων.

Από τις προτάσεις εργαστηριακής αξιοποίησης του συστήματος Scratch και Scratchboard που παρουσιάζονται, αλλά και από τη διεξαγωγή επιπλέον δραστηριοτήτων, όπως η μελέτη της θερμικής αγωγιμότητας και της θερμοχωρητικότητας διάφορων υλικών, καθώς και μια πρόταση διδασκαλίας της μεθόδου ανίχνευσης εξωηλιακών πλανητών με τη μέθοδο της διάβασης, που έχουν επίσης πραγματοποιηθεί, συμπεραίνεται ότι το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα Σ.Ε.Φ.Ε. με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Λόγω του μικρού κόστους του, είναι εύκολο για κάθε μαθητή να έχει ένα Scratchboard στη διάθεσή του και να πραγματοποιεί μόνος του ή κατά ομάδες απλά πειράματα Φυσικής, ακόμη και εκτός σχολείου, αξιοποιώντας

παράλληλα τις δυνατότητες του (ελεύθερης διανομής) λογισμικού Scratch. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η δυνατότητα ανακαλυπτικής & διερευνητικής μάθησης, ενίσχυσης του ενδιαφέροντος των μαθητών για την εργαστηριακή άσκηση και ανάπτυξης επιπρόσθετων δεξιοτήτων. Παράλληλα, στην περίπτωση που οι μαθητές θα είναι ήδη εξοικειωμένοι με το Scratch ή ακόμη και με το Scratchboard, από δραστηριότητες σε άλλα αντικείμενα, η αξιοποίηση αυτών των δεξιοτήτων τους και στις εργαστηριακές δραστηριότητες των Φ.Ε. θα μπορεί να έχει επιπρόσθετα διδακτικά οφέλη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. M. Resnick, *Sowing the Seeds for a More Creative Society*. Learning and Leading with Technology, 2007, available at <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Learning-Leading-final.pdf>, 10/2/2009.
2. Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B. & Resnick, M. (2004). *Scratch: A Sneak Preview*. Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing. Kyoto, Japan, pp. 104-109.
3. EAITY (2008). *Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση Β' επιπέδου των εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης*. Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04. Πάτρα.
4. Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. (2008). *Διαχείριση Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών με το λογισμικό DbLab*. Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας με θέμα «Ψηφιακό υλικό για την υποστήριξη του παιδαγωγικού έργου των εκπαιδευτικών, Τόμος Β', σελ. 507-511.
5. Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., Πολάτογλου, Χ. (2007). *Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη διδακτική των Φ.Ε. στο Σ.Ε.Φ.Ε. – μια μελέτη περίπτωσης*. Εισήγηση στο 10^ο κοινό συνέδριο των Ενώσεων Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών.
6. Πιερράτος, Θ., Κολτσάκης, Ε., Πολάτογλου, Χ. (2009). *Διδάσκοντας Φυσική: μια διερεύνηση δυνατοτήτων και περιορισμών στην αξιοποίηση του Scratch(board) σε εργαστηριακές δραστηριότητες*. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις Τ.Π.Ε. «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Σύρος, 8-10 Μαΐου 2009,