

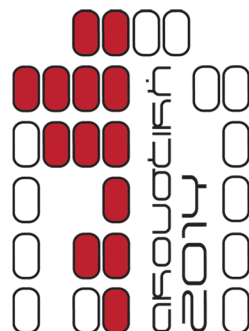
Πρακτικά Συνεδρίου

7ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ 2014

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
20 - 21 Οκτωβρίου

Ελληνικό Ινστιτούτο Ακουστικής (ΕΛ.ΙΝ.Α.) -
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)

<http://conferences.helina.gr/2014/gr>



SpeakGreek: Ανάπτυξη διαδικτυακού συστήματος εκπαίδευσης της ομιλίας

Κ. Νικολαΐδου^{1,a}, Γ. Παπανικολάου^{2,b}, Κ. Αβδελίδης^{2,c}, Ε. Καϊναδά^d, Α. Σφακιανιάκη^e, Λ. Βρύση^{2,f}, Κ. Κωσταντουδάκης^{2,g}, Ι. Σταρτσένκο^h & Ε. Κέλμαλη^{1,i}

¹ Τμήμα Αγγλικής Γλώσσας και Φιλολογίας, Α.Π.Θ

² Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ

^a knicol@enl.auth.gr, ^b pap@eng.auth.gr, ^c avdel@auth.gr, ^d ekainada@cc.uoi.gr, ^e anna.sfak@gmail.com,
^f Ivrysis@auth.gr, ^g kkonstant@ee.auth.gr, ^h terrybear@gmail.com, ⁱ ekelmali@yahoo.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία παρουσιάζει τη δομή και τις πρώτες εφαρμογές του SpeakGreek, ενός διαδικτυακού συστήματος εκπαίδευσης της ομιλίας με τη χρήση βιοανατροφοδότησης για εφαρμογές στην ξενόγλωσση εκπαίδευση και την κλινική παρέμβαση σε άτομα με διαταραχές ομιλίας. Στόχος του εργαλείου είναι να παρέχει εκπαίδευση στην πρόσληψη και παραγωγή βασικών τεμαχιακών και υπερτεμαχιακών στοιχείων της ελληνικής γλώσσας. Η ανάπτυξη του εργαλείου βασίζεται στην ανάλυση ακουστικών και αρθρωτικών δεδομένων της ελληνικής και στην χρήση εφαρμογών τεχνολογίας λόγου συμπεριλαμβανομένης της αυτόματης αναγνώρισης φωνής για την παροχή αξιολόγησης.

SpeakGreek: Development of an online speech training tool

ABSTRACT

This paper presents the structure and first applications of SpeakGreek, an online biofeedback speech training tool that can be used in second/foreign language education and in clinical intervention for individuals with speech disorders. The tool provides training in the perception and production of key segmental and suprasegmental aspects of Greek. The development of the tool is based on the analysis of acoustic and articulatory data of Greek and on the use of speech technology applications including automatic speech recognition.

Εισαγωγή

Η παραγωγή προφορικού λόγου αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία η οποία συνδυάζει γνωσιακές, γλωσσικές και φωνητικές/αρθρωτικές δεξιότητες. Τόσο σε άτομα που μαθαίνουν μια δεύτερη/ξένη γλώσσα όσο και σε άτομα με διαταραχές της ομιλίας, η παραγωγή κατανοητού και καταληπτού προφορικού λόγου είναι εξαιρετικά σημαντική για την επιτυχή τους επικοινωνία. Έτσι, είναι απαραίτητη η εκπαίδευσή τους σε βασικά στοιχεία της γλώσσας όπως οι ήχοι της (φωνήεντα, σύμφωνα) καθώς και ο τόνος, επιτονισμός και ρυθμός της γλώσσας. Πέρα από τα παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας της προφοράς μιας γλώσσας σε αλλόγλωσσους μαθητές και της κλινικής παρέμβασης σε άτομα με διαταραχές ομιλίας, οι εξελίξεις στην τεχνολογία της ομιλίας με τη χρήση υπολογιστών και εξειδικευμένων λογισμικών έχουν δώσει τη δυνατότητα για περαιτέρω εκπαίδευση στην ξενόγλωσση τάξη και στην κλινική. Μια βασική αρχή που διέπει τη χρήση τέτοιων εκπαιδευτικών εργαλείων είναι η «οπτικοποίηση της ομιλίας» [1], δηλαδή η δυνατότητα που δίνεται στο χρήστη να δει στοιχεία της παραγωγής του στην οθόνη του υπολογιστή έτσι ώστε να μπορεί να τα αντιληφθεί και να τα διαφοροποιήσει. Για παράδειγμα, φασματογραφήματα φωνηέντων και συμφώνων, απεικονίσεις της βασικής συχνότητας σε πραγματικό χρόνο, κίνηση της γλώσσας με τη χρήση συστημάτων υπέρηχου, επαφή της γλώσσας με τον ουρανίσκο σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση του ηλεκτροπαλατογράφου αποτελούν τύπους βιοανατροφοδότησης. Η βιοανατροφοδότηση έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορες διαταραχές της ομιλίας, π.χ. βαρηκοΐα-κώφωση, διαταραχές άρθρωσης, φώνησης κτλ. καθώς και στη διδασκαλία της προφοράς της ξένης γλώσσας (π.χ. [1]–[3]).

Ποικίλα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή βιοανατροφοδότησης, π.χ. λογισμικά ακουστικής ανάλυσης, ειδικές τεχνικές καταγραφής αρθρωτικών δεδομένων, ειδικά εκπαιδευτικά λογισμικά, μερικά εκ των οποίων είναι ελεύθερα προσβάσιμα και άλλα εμπορικά διαθέσιμα (βλ. π.χ. [4]–[6], κ.ά.). Ειδική κατηγορία των παραπάνω, στην οποία και εντάσσεται και το εν λόγω πρόγραμμα, αποτελεί αυτή των εργαλείων που αξιοποιούν αποκλειστικά ηχητικό σήμα για την εκτίμηση βιοανατροφοδότησης (βλ. [7], [8], κ.ά.). Τα εργαλεία αυτά αν και παρέχουν ευκολία εφαρμογής (απαιτείται μόνο μικρόφωνο και επεξεργαστική ισχύς), υποφέρουν από ζητήματα αξιοπιστίας της βιοανατροφοδότησης, ιδιαιτέρως όσον αφορά την αρθρωτική πληροφορία. Αυτό οφείλεται στο ότι για το σύνολο των φωνητικών ήχων αφενός η μετάδοσή τους γίνεται μέσω ενός καναλιού που εύκολα πλήττεται από θόρυβο και αφετέρου δεν υπάρχει αναλυτική αντιστρέψιμη μοντελοποίηση ως προς τα αρθρωτικά χαρακτηριστικά. Τα παραπάνω αποτελούν τον πυρήνα των τεχνικών προκλήσεων που καλείται να αντιμετωπίσει το παρουσιαζόμενο σύστημα.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την βασική δομή και τους στόχους του SpeakGreek, ενός διαδικτυακού εργαλείου εκπαίδευσης της ομιλίας το οποίο συνδυάζει την παροχή της βιοανατροφοδότησης και την αυτόματη αναγνώριση φωνής για την εκπαίδευση και αξιολόγηση της ομιλίας του χρήστη.

1. Δομή του εκπαιδευτικού εργαλείου

Ο σχεδιασμός τους εκπαιδευτικού εργαλείου περιλαμβάνει (α) την παροχή βασικού υπόβαθρου για την παραγωγή των ήχων και επιλεγμένων υπερτεμαχιακών στοιχείων της ελληνικής, και (β) την εκπαίδευση η οποία αρχικά εστιάζει σε βασικές παραμέτρους της ομιλίας και σταδιακά επεκτείνεται στην εξάσκηση ήχων, συλλαβών, λέξεων και φράσεων/προτάσεων με τη χρήση της βιοανατροφοδότησης και την παροχή αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, το εκπαιδευτικό εργαλείο αποτελείται από τα εξής 4 μέρη:

α) Φωνητική βιβλιοθήκη, η οποία παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για την άρθρωση των ήχων και επίσης οπτικοποιεί την άρθρωση τους με τη χρήση κινούμενων φωνητικών οδών, βιντεοσκοπημένων ομιλητών, καθώς και δεδομένων ηλεκτροπαλατογράφου και υπέρηχου για επιλεγμένους ήχους.

β) Βασική εκπαίδευση, η οποία παρέχει εκπαίδευση σε βασικές παραμέτρους της ομιλίας με τη χρήση βιοανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο και την αξιολόγηση της προσπάθειας. Συγκεκριμένα περιλαμβάνεται εξάσκηση στα εξής:

1. Φώνηση: παραγωγή ηχηρών/άηχων φθόγγων και εναλλαγή τους
2. Διάρκεια φώνησης
3. Έλεγχος και αυξομείωση τονικού ύψους
4. Έλεγχος και αυξομείωση έντασης

Το

Σχήμα 1.1 παρουσιάζει την απεικόνιση μέρους των ασκήσεων (1) και (3) στην οθόνη του υπολογιστή.



Σχήμα 1.1. Ασκήσεις για πρακτική στην παραγωγή ηχηρών ήχων (αριστερά) και για πρακτική στην αυξομείωση του τονικού ύψους (δεξιά).

γ) Οι ήχοι της γλώσσας μου. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εξασκηθεί με τη χρήση βιοανατροφοδότησης και να λάβει αξιολόγηση στην αντίληψη και παραγωγή μεμονωμένων ήχων, συλλαβών και λέξεων. Το

Σχήμα 1.2 παρουσιάζει ένα πρότυπο εφαρμογής που αφορά στην εξάσκηση της παραγωγής μεμονωμένων φωνηέντων. Επιπλέον ασκήσεις συμπεριλαμβάνουν την αντίληψη και παραγωγή συλλαβών, και ελάχιστων ζευγών (π.χ. θύμα-σήμα) τόσο μεμονωμένων όσο και σε προτασιακό πλαίσιο.



Σχήμα 1.2. Άσκηση για πρακτική στην παραγωγή μεμονωμένων φωνηέντων (αριστερά: απλή έκδοση, δεξιά: εικονογραφημένη έκδοση)

(δ) **Η μελωδία της γλώσσας μου.** Στόχος είναι η εξάσκηση στην αντίληψη και παραγωγή του τόνου και επιτονισμού της ελληνικής. Η εξάσκηση του τόνου βασίζεται σε ελάχιστα ζεύγη (π.χ. νόμο-νομό) και η εξάσκηση στον επιτονισμό περιλαμβάνει ασκήσεις εστίασης, ερωτήσεων ολικής και μερικής αγνοίας, επιτονισμό συνεχείας, έκφραση ευγένειας/αγένειας.

2. Διάδοση

Το εκπαιδευτικό εργαλείο πρόκειται να είναι ανοιχτό διαδικτυακά για χρήση από δασκάλους και λογοθεραπευτές σε πολλά διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα: σχολεία για τυπικούς και μη πληθυσμούς, σχολεία εκμάθησης της Ελληνικής ως δεύτερης/ξένης γλώσσας, νοσοκομειακές κλινικές κ.λπ. Συνοπτικά, οι στόχοι του έργου που αφορούν τη διάδοση συνοψίζονται στα παρακάτω:

1. Την παροχή διεπαφής που επιτρέπει την εύκολη χρήση των εργαλείων εκμάθησης
2. Τη διαθεσιμότητα του λογισμικού εξ' αποστάσεως για χρήση από διαφορετικές ομάδες χρηστών (λ.χ. δασκάλους, λογοθεραπευτές, απλοί χρήστες)
3. Τη συλλογή στοιχείων χρήσης των εργαλείων
4. Την αξιολόγηση του εργαλείου από τους χρήστες

Όλα τα παραπάνω εξυπηρετούνται από τη δημιουργία μιας διαδικτυακής πλατφόρμας φιλοξενίας των βάσεων δεδομένων και των εφαρμογών εκμάθησης. Η πρόσβαση σε αυτή σχεδιάζεται να είναι (α) δημόσια για τη γενική πληροφόρηση σχετικά με το έργο και (β) προσωποποιημένη/διαβαθμισμένη για τις βάσεις δεδομένων και τις εφαρμογές εκπαίδευσης. Σκοπός του ελέγχου πρόσβασης είναι αφενός η συλλογή στοιχείων χρήσης του εργαλείου και αφετέρου η εξασφάλιση των εφαρμογών. Ειδικότερα για τις εφαρμογές εκπαίδευσης, σχεδιάζεται η υλοποίηση ξεχωριστών εκδόσεων για ενήλικους και παιδιά, προσαρμοσμένες στις δυνατότητες κατανόησης και τις ανάγκες της κάθε ομάδας (βλ.

Σχήμα 1.2). Επιπλέον, για την κάθε ομάδα χρηστών σχεδιάζεται η παροχή μακροεργαλείων σε επίπεδο δικτυακής εφαρμογής, όπως για παράδειγμα ο έλεγχος ομάδας μαθητών ή ασθενών/πελατών από κάποιον επιβλέποντα (π.χ. δάσκαλο, λογοθεραπευτή), η επιβράβευση καλής επίδοσης χρηστών σε πλήθος ασκήσεων.

Το εργαλείο όπως και η ιστοσελίδα του έργου εξυπηρετείται από την υπολογιστική υποδομή του it.auth και θα είναι προσβάσιμα από τη διεύθυνση <http://speakgreek.web.auth.gr>.

3. Καταγραφές

Για την ανάπτυξη του εργαλείου δημιουργούνται δύο βάσεις φωνητικών δεδομένων. Η πρώτη περιλαμβάνει οπτικοακουστικές καταγραφές για όλους τους ήχους της ελληνικής σε ποικίλα πλαίσια (μεμονωμένη παραγωγή, παραγωγή σε συλλαβή, και σε λέξεις, καθώς και επιλεγμένων προτάσεων με διαφορετικό επιτονισμό). Για το σκοπό αυτό βιντεοσκοπήθηκαν 3 άτομα (ένας άνδρας, μια γυναίκα και ένα παιδί) οι οποίοι χρησιμεύουν ως μοντέλο για την κατανόηση της παραγωγής και εξάσκηση των ομιλητών. Επιπλέον καταγράφηκαν αρθρωτικά δεδομένα από δύο άτομα με τις τεχνικές του υπέρηχου και του ηλεκτροπαλατογράφου για την οπτικοποίηση της παραγωγής των γλωσσικών ήχων. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την Φωνητική Βιβλιοθήκη (βλ. ενότητα 1) με στόχο την παροχή οπτικοακουστικών πληροφοριών για την παραγωγή βασικών στοιχείων της ελληνικής.

Η δεύτερη βάση δεδομένων αποτελείται από ακουστικά δεδομένα τα οποία συμπεριλαμβάνουν (α) όλους τους ήχους της ελληνικής σε συλλαβικό πλαίσιο, σε δισύλλαβες λέξεις (αληθινές και ψευδολέξεις) με τόνο στην αρχική ή τελική συλλαβή, (β) λέξεων και προτάσεων που χρησιμοποιούνται για την εξάσκηση συγκεκριμένων στοιχείων της ελληνικής, π.χ. του τόνου, του επιτονισμού κτλ. Για το σκοπό αυτό θα ηχογραφηθούν 60 έλληνες ομιλητές (20 άντρες, 20 γυναίκες και 20 παιδιά ηλικίας 8-10 ετών). Στόχος της καταγραφής και ανάλυσης των δεδομένων είναι (α) ο εντοπισμός των στόχων παραγωγής φωνηέντων και συμφώνων και της τυπικής απόκλισης στα Ελληνικά, (β) ο καθορισμός των παραμέτρων που αφορούν την οπτικοποίηση της ανατροφοδότησης που θα λαμβάνουν οι χρήστες του συστήματος, και (γ) η συγκέντρωση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την αυτόματη εκπαίδευση του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης φωνής.

Με σκοπό την ποιοτική εξασφάλιση των φωνητικών βάσεων, έχει ήδη προδιαγραφεί πλήρης μεθοδολογία καταγραφής (λ.χ. υψηλό SNR, κατάλληλες συνθήκες φωτισμού, ποιότητα αποθήκευσης υλικού). Η συλλογή των καταγραφών θα ολοκληρωθεί σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους του Εργαστηρίου Ηλεκτροακουστικής ΑΠΘ και του Εργαστηρίου Φωνητικής του Τμήματος Αγγλικής Φιλολογίας ΑΠΘ.

Πίνακας 3.1 Προδιαγραφές κωδικοποίησης υλικού βάσεων δεδομένων (ΒΔ)

Τύπος	Κινούμενη εικόνα	Ήχος
Βιντεοσκοπήσεις ΒΔ Α	H.264/720p50/2Mbps	LC-AAC/160kbps/2ch
Υπερηχογραφήματα ΒΔ Α	Cinepak/480p30/~1Mbps*	-
Παλατογραφήματα ΒΔ Α	Cinepak/240p30/~150kbps*	-
Ηχογραφήσεις ΒΔ Β	-	PCM/16bit/44.1kHz/2ch

* Λόγω περιορισμών του υλικού και του λογισμικού καταγραφής

4. Προκλήσεις υλοποίησης

Η επίτευξη της άνωθεν προδιαγεγραμμένης λειτουργικότητας δημιουργεί ένα σύνθετο πλαίσιο απαιτήσεων που αφορά την επεξεργασία του ηχητικού σήματος ομιλίας. Παρακάτω αναφέρεται επιγραμματικά ένα πλήθος απαιτήσεων με ανάγκη συνδυαστικής αντιμετώπισής τους για το σύνολο των εφαρμογών/ασκήσεων:

α) Ανθεκτικότητα σε περιβάλλον θορύβου. Καθώς τα εργαλεία των ομάδων (β), (γ) και (δ) (ενότητα 1) πρόκειται να είναι διαθέσιμα για χρήση από προσωπικούς υπολογιστές μέσω διαδικτύου, οι συνθήκες ηχογράφησης δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν απόλυτα. Για το λόγο αυτό προβλέπεται ο σχεδιασμός αλγορίθμων αυτόματης εκτίμησης θορύβου και αποθορυβοποίησης, ενώ παράλληλα θα μελετηθεί η δυνατότητα παροχής βαθμονόμησης ακρίβειας σε συνάρτηση με την πλήρωση οδηγιών και προδιαγραφών ηχογράφησης (λ.χ. εάν χρησιμοποιείται συγκεκριμένο μικρόφωνο/headset ή όχι).

β) Εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο. Ο σχεδιασμός των εργαλείων των ομάδων (β) και (γ) απαιτεί να παρέχουν πληροφορία βιοανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην επιλογή της πλατφόρμας Adobe Flash για την υλοποίηση των εφαρμογών ασκήσεων. Η πλατφόρμα αυτή αφενός παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης στις συσκευές πρόσληψης πολυμέσων από υπολογιστή (μικρόφωνο) ενώ παρέχει δυνατότητες υλοποίησης αλγορίθμων επεξεργασίας (ActionScript 3.0). Προς την κατεύθυνση αυτή έχουν ήδη καταστρωθεί και υλοποιηθεί στην εν λόγω πλατφόρμα αλγόριθμοι χαμηλών υπολογιστικών απαιτήσεων (πραγματικού χρόνου) που καλύπτουν το σύνολο σχεδόν των αναγκών των σχετικών εργαλείων.

γ) Βιοανατροφοδότηση. Μια από τις κατευθύνσεις που τέθηκαν στα πλαίσια του έργου, αποτελεί η παροχή ερμηνεύσιμης από τον χρήστη πληροφορίας βιοανατροφοδότησης/αξιολόγησης. Δεδομένου ότι η στόχευση των ασκήσεων είναι η παραγωγή ήχων και η δυνατότητα εκπαίδευσης σε σχέση με την εκφορά των ήχων, η πληροφορία αυτή θα πρέπει να σχετίζεται με τον τρόπο άρθρωσης. Η πληροφορία αυτή μπορεί να κωδικοποιείται στο φασματικό περιεχόμενο σε σαφώς ερμηνεύσιμα ποσοτικά χαρακτηριστικά (π.χ. F1/F2 σε συνάρτηση με τη θέση και το ύψος της γλώσσας για τα φωνήεντα). Εντούτοις, η εξαγωγή έμμεσης αρθρωτικής βιοανατροφοδότησης για το σύνολο των φωνητικών ήχων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση τεχνικών εξαγωγής χαρακτηριστικών και αναγνώρισης μέσω κατηγοριοποίησης/μοντελοποίησης βάσει δειγμάτων εκπαίδευσης (έμπειρο

σύστημα). Οι συγγραφείς έχουν ήδη να επιδείξουν σχετική έρευνα [9], βάσει της οποίας σύντομα αναμένονται νέα ερευνητικά αποτελέσματα.

δ) Αναγνώριση σφαλμάτων εκφοράς. Τα τυπικά συστήματα αναγνώρισης ομιλίας στοχεύουν πρωταρχικά στην εκτίμηση της πιθανότερης γλωσσικά έγκυρης εκφοράς. Σε αντιδιαστολή, τα εν λόγω εργαλεία στοχεύουν στον εντοπισμό και αξιολόγηση των εσφαλμένων εκφορών. Για το λόγο αυτό σχεδιάζεται η ανάπτυξη εύρωστων αλγορίθμων αναγνώρισης και αξιολόγησης σε τεμαχιακό και υπερτεμαχιακό επίπεδο. Αυτοί πρόκειται να βασιστούν σε τεχνικές τυφλού τεμαχισμού [10] και κατηγοριοποίησης/μοντελοποίησης ηχητικού σήματος γλωσσικού περιεχομένου.

ε) Ανάλυση μεγάλου όγκου πληροφορίας σώματος. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η εξαγωγή των ερευνητικών συμπερασμάτων σε όλους τους τομείς έρευνας που αφορούν το έργο θα βασιστεί στην ανάλυση των δεδομένων των βάσεων δεδομένων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των σχετικών αναλύσεων είναι η επισημείωση των καταγραφών με φωνητική πληροφορία· μια διαδικασία εξαιρετικά χρονοβόρα που οφείλει να ολοκληρωθεί εγκαίρως. Για το σκοπό αυτό έχει ξεκινήσει η ανάπτυξη εργαλείων αυτοματοποίησης ορισμένων ενεργειών που αφορούν την επισημείωση (επέκταση λειτουργικότητας του λογισμικού αυτόματου φωνητικού χαρακτηρισμού EasyAlign για την ελληνική γλώσσα), ενώ έχει υλοποιηθεί λογισμικό αυτόματου τεμαχισμού των αρχείων βίντεο της βάσης δεδομένων Α.

5. Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού εργαλείου βρίσκεται σε εξέλιξη και ενώνει ερευνητές από πολλούς διαφορετικούς τομείς έρευνας στο πλαίσιο των επιστημών της ομιλίας, όπως θεωρητική γλωσσολογία, παιδαγωγική γλωσσολογία, λογοθεραπεία και τεχνολογία λόγου και υπολογιστών. Σε επίπεδο βασικής έρευνας, αποτελεί την πρώτη προσπάθεια συλλογής και ανάλυσης ελληνικών τεμαχιακών και υπερτεμαχιακών φαινομένων σε τέτοια έκταση. Στόχος είναι να βοηθήσει στη σωστή άρθρωση και παραγωγή ομιλίας, να παρέχει αντικειμενική αξιολόγηση, να υποστηρίξει το χρήστη και να βοηθήσει τον ειδικό δίνοντας την ευκαιρία για περαιτέρω εξάσκηση και εξατομικευμένη πρακτική μέσα και έξω από τις δομές εκπαίδευσης και κλινικής παρέμβασης. Παράλληλα, για την κάλυψη των λειτουργικών απαιτήσεων των επιμέρους εφαρμογών, αναμένεται να προκύψουν καινοτόμες προσεγγίσεις επεξεργασίας του ηχητικού σήματος της ομιλίας. Τέλος, αναμένουμε ότι η ερευνητική κοινότητα και οι σπουδαστές διαφορετικών επιστημονικών περιοχών (γλωσσολογίας, λογοθεραπείας, τεχνολογίας υπολογιστών κλπ) θα επωφεληθούν από την ελεύθερη πρόσβαση στη βάση δεδομένων και το εργαλείο εκπαίδευσης.

6. Ευχαριστίες

Η έρευνα εκπονείται στο πλαίσιο του προγράμματος “SpeakGreek: Developing a biofeedback speech training tool for Greek segmental and suprasegmental features: Application in L2 learning/teaching and clinical intervention” και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο)

και εθνικούς πόρους στο πλαίσιο της πράξης ΑΡΙΣΤΕΙΑ II του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση». Ευχαριστίες στον Αναστάσιο Πασχάλη, υποστηρικτικό προσωπικό, για υποστήριξη στην καταγραφή δεδομένων.

7. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Y. Maryn, M. De Bodt, and P. Van Cauwenberge, “Effects of Biofeedback in Phonatory Disorders and Phonatory Performance: A Systematic Literature Review,” *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, vol. 31, no. 1, pp. 65–83, Mar. 2006.
- [2] S. Brooks, F. Fallside, E. Gulian, and P. Hinds, “Teaching vowel articulation with the computer vowel trainer. Methodology and results,” *British journal of audiology*, vol. 15, no. 3, p. 151–163, Aug. 1981.
- [3] D. M. Chun, “Technological advances in researching and teaching phonology,” in *Phonology in context*, M. C. Pennington, Ed. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2007, pp. 135–158.
- [4] A. M. Öster, “Computer-Based Speech Therapy Using Visual Feedback with Focus on Children with Profound Hearing Impairment,” Doctoral Thesis, KTH, Stockholm, 2006.
- [5] M. Eskenazi, “An overview of spoken language technology for education,” *Speech Communication*, vol. 51, no. 10, pp. 832–844, Oct. 2009.
- [6] R. Godwin-Jones, “Emerging technologies-Speech tools and technologies,” *Language Learning & Technology*, vol. 13, no. 3, pp. 4–11.
- [7] “KAYPENTAX.” [Online]. Available: http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com_index. [Accessed: 14-May-2014].
- [8] “Box of Tricks.” [Online]. Available: <http://www.rcs.hu/boxoftricks/>. [Accessed: 14-May-2014].
- [9] Κ. Αβδελίδης, Γ. Καλλίρης, and Γ. Παπανικολάου, “Διερεύνηση μοντέλου δισδιάστατης αναπαράστασης φωνής και εφαρμογή στην ταξινόμηση με ασαφή λογική,” in *Πρακτικά συνεδρίου 4ου Πανελληνίου συνεδρίου of Ακουστικής ΕΛ.ΙΝ.Α: “ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ 2008*,” Ξάνθη, 2008.
- [10] Κ. Αβδελίδης, “Σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης και σύνθεσης φωνής και ομιλίας με τη χρήση οπτικών και ακουστικών πληροφοριών,” Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2012.