

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΕΞΙΚΩΝ

Ε. Ι. Γιαννακουδάκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ενα σύγχρονο μηχανογραφημένο λεξικό πρέπει να προσφέρει λήμματα με ετυμολογικές πληροφορίες, γραμματικά στοιχεία, ερμηνεύματα, παραθέματα, συνώνυμα, κ.α. αλλά προπάντων πολύμορφες συσχετίσεις μεταξύ των στοιχείων αυτών. Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην ανάπτυξη εργαλείων λογισμικού για τη δημιουργία και την ενημέρωση ενός τέτοιου λεξικού. Τα εργαλεία αυτά προσφέρουν λύση στα προβλήματα συνοχής και συνέπειας των περιεχομένων του λεξικού και διαθέτουν τις κατάλληλες διεπαφές επικοινωνίας με το χρήστη. Η εργασία περιγράφει επίσης βασικές συναρτήσεις λογισμικού που σχεδιάστηκαν για την επεξεργασία του λεξικού Shorter Oxford Dictionary.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη τεχνολογία επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας προωθεί την ανάπτυξη εργαλείων λογισμικού για τη δημιουργία πολύπλοκων λεξικών επεξεργασιμων με υπολογιστή. Τα λεξικά αυτά έχουν τη μορφή βάσης δεδομένων (1), (2) σε συνδυασμό με βάση γνώσεων όπου το μέγεθος και η πολυπλοκότητά τους καθιστά αναγκαία τη χρήση ευφών εργαλείων λογισμικού για τη συντήρηση αυτών.

Βασικός στόχος στο σχεδιασμό της βάσης δεδομένων είναι ο βέλτιστος χρόνος ανάκτησης πληροφοριών, δεδομένου ότι υπάρχει πλήθος στοιχείων υπό επεξεργασία και ποικιλία συσχετίσεων, όπως λέξεις που συγγενεύουν σημασιολογικά, φωνητικά, κ.λπ. Είναι φανερό ότι μια τέτοια βάση δεδομένων και το σχετικό λογισμικό είναι αναγκαία σε διάφορα περιβάλλοντα όπως, επεξεργασία επιστημονικής ορολογίας, διόρθωση ορθογραφικών λαθών, αναγνώριση και σύνθεση φωνής, κ.α.

Οι εφαρμογές αυτές απαιτούν τόσο την άμεση προσπέλαση λέξεων όσο και ομάδων αυτών με συγκεκριμένα κριτήρια. Για το σκοπό αυτό είναι αναγκαίο να υλοποιήσουμε αλγόριθμους κατακερματισμού (3) με σκοπό να ελαχιστοποιήσουμε τον αριθμό προσπελάσεων της βάσης, προσφέροντας παράλληλα την επιλογή για σειριακή ανάκτηση.

Η τεχνική του κατακερματισμού, η οποία κατά κύριο λόγο στοχεύει στην ανεύρεση της φυσικής διεύθυνσης μιας συμβολοσειράς που είναι καταχωρημένη σε μέσο μαζικής αποθήκευσης, είναι γνωστή και χρησιμοποιείται συχνά για την προσπέλαση πλειάδων (1). Όμως, ο συνδυασμός της χρήσης του κατακερματισμού με την επίσης γνωστή δομή "B-δένδρου" (1) προσφέρει ένα ιδανικό περιβάλλον για την επεξεργασία λεξικών.

Οι αλγόριθμοι που υλοποιούν B-δένδρα και τεχνικές κατακερματισμού πρέπει να επαληθευθούν σε σχέση με τις εφαρμογές που αναφέρθηκαν παραπάνω έτσι ώστε να εξυπηρετούν ένα περιβάλλον όπου η συχνότητα εισαγωγής στοιχείων είναι μικρότερη της ανάκτησης και συσχέτισης των πληροφοριών. Θα πρέπει για παράδειγμα να ερευνηθεί και η χρήση άμεσου κατακερματισμού με σκοπό να καταμετρηθούν οι συγκρούσεις (4) μεταξύ των πλειάδων της βάσης δεδομένων.

Τα κύρια κριτήρια υλοποίησης ενός συστήματος που προσφέρει το συνδυασμό B-δένδρου και κατακερματισμού είναι τα παρακάτω:

- (1) Διαλογική σύνδεση με το χρήστη και βοήθεια επιγραμμής.
- (2) Ανάκτηση πλειάδων με αφετηρία τη ρίζα του δένδρου με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό προσπελάσεων της βάσης.
- (3) Χρήση ισοσταθμισμένου δένδρου και υποδένδρων.
- (4) Άμεση ανάκτηση πλειάδων, καθώς και σειριακή προσπέλαση με αφετηρία τη διεύθυνση που υπολογίζει ο αλγόριθμος του κατακερματισμού.

- (5) Αναγνώριση και επεξεργασία ολοκληρωμένων στοιχείων (π.χ. μορφημάτων) αλλά και τμημάτων αυτών με βάση το n-γράμμα (5).

Τέλος, βασική προϋπόθεση για την υλοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων είναι ο σχεδιασμός τόσο του εννοιολογικού όσο και του λογικού σχήματος (1) μιας εξειδικευμένης βάσης δεδομένων και κατά συνέπεια ο σχεδιασμός μιας βέλτιστης φυσικής δομής η οποία είναι επεξεργάσιμη ανεξάρτητα από το λογικό σχήμα. Τονίζουμε ότι κύριος στόχος του εννοιολογικού σχήματος είναι η τεκμηρίωση του όλου πληροφοριακού συστήματος.

2. ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Με δεδομένη την πολυπλοκότητα της δομής ενός εξελιγμένου και μεγάλου λεξικού η χειρωνακτική επαλήθευση των στοιχείων είναι σχεδόν αδύνατη. Σε πολλές περιπτώσεις μια μικρή μεταβολή σε ένα λήμμα μπορεί να απαιτεί τον έλεγχο πολλών άλλων για να εξασφαλιστεί η ορθότητά του. Η απαιτούμενη επαλήθευση αφορά αφενός τη συντακτική δόμηση και αφετέρου τη συνοχή των πληροφοριών του λεξικού.

Η επαλήθευση της συντακτικής δόμησης εξασφαλίζει τη συμμόρφωση των πληροφοριών του λεξικού με ορισμένους τυπικούς κανόνες που χρησιμεύουν για τη συστηματική διατύπωσή τους. Η ορθή συντακτική δόμηση είναι απαραίτητη και για τον ορισμό και την εφαρμογή κανόνων συνοχής. Η αυτόματη επαλήθευση της συντακτικής δόμησης απαιτεί την ανάπτυξη ενός εργαλείου συντακτικής ανάλυσης βασισμένου σε τυπική γραμματική.

Η επαλήθευση της συνοχής ενός λεξικού αφορά θέματα όπως τον έλεγχο της συνέπειας των πληροφοριών, τον έλεγχο της κυκλικότητας των ορισμών, τον έλεγχο συνωνύμων κ.λπ. Η επαλήθευση για όλα αυτά τα θέματα απαιτεί την ανάπτυξη ενός αριθμού ευφών εργαλείων βασισμένων σε μια σύγχρονη φυσική δομή η οποία προσφέρει στο χρήστη πλήρη ευελιξία στην επεξεργασία λέξεων και υποσυνόλων αυτών (3).

Είναι αναγκαίο να τονίσουμε εδώ ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός λογισμικού είναι σε θέση να υποστηρίξει πλήρως την ανάπτυξη μιας βάσης γνώσεων ορολογίας (6), η οποία θα επικαλείται τα εργαλεία που περιγράφονται παρακάτω.

3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Σκοπός μας εδώ είναι να παρουσιάσουμε ορισμένες από τις τεχνικές σχεδιασμού, τις οποίες υλοποιήσαμε σε περιβάλλον γλώσσας 3ης γενεάς για λόγους μεταφερσιμότητας του λογισμικού. Οι τεχνικές που περιγράφονται αφορούν στις βασικές ενότητες λογισμικού και σε αλγορίθμους διάσχισης της φυσικής δομής, σύμφωνα με τα κριτήρια που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η υλοποίηση του όλου συστήματος έγινε με δομημένες ενότητες, έτσι ώστε να προσφέρει υπηρεσίες τόσο στους χρήστες με άμεση εκτέλεση όσο και σε ανεξάρτητα προγράμματα μέσω

επίκλησης. Στα ακόλουθα παραδείγματα περιγράφονται ενότητες οι οποίες είναι επανεισαγόμενες:

- (1) CLUSTER-W(ord): δημιουργία συγκροτημάτων λέξεων, λημμάτων, κ.λπ. με κοινά χαρακτηριστικά τα οποία μπορεί να είναι λεξικογραφικά, φωνηματικά, n-γράμματα, κ.λπ.
- (2) CLUSTER-S(ematic): δημιουργία ενός σημασιολογικού συγκροτήματος για κάθε λέξη που περιέχεται στο ερμηνεύμα μιας άλλης.
- (3) WORD RANGE: προσπέλαση πλειάδων που ανήκουν σε καθορισμένη περιοχή τιμών, όπως από ΓΝΩΜ σε ΓΝΩΣ.
- (4) NUMBER OF WORDS: σειριακή προσπέλαση πλειάδων από μια αρχική πληροφορία, όπως λέξεις από ΓΝΩΜΟΝ και άνω.
- (5) STARTING STRING: προσπέλαση πλειάδων που έχουν κάποια κοινά αρχικά n-γράμματα.
- (6) ENDING STRING: προσπέλαση πλειάδων που έχουν κάποια κοινά τελικά n-γράμματα.
- (7) CONTAINING: προσπέλαση πλειάδων που περιέχουν συγκεκριμένα n-γράμματα.
- (8) CHARACTERS AT POSITIONS: προσπέλαση πλειάδων που περιέχουν συγκεκριμένα n-γράμματα αλλά και σε συγκεκριμένη θέση σε λέξη, μόρφημα κ.λπ., όπως λέξεις της μορφής -KT-ΣΗ-.
- (9) SIMILAR WORDS: προσπέλαση πλειάδων με υψηλό βαθμό συγγενικής ορθογραφίας, όπως οι λέξεις ΚΤΗΜΑΤΙΚΟΣ, ΚΤΗΜΑΤΙΚΑ.

Το σύστημα επιτρέπει επίσης τη χρήση των παραπάνω ενοτήτων σε οποιονδήποτε λογικό συνδυασμό, έτσι ώστε να εξυπηρετήσει πολύπλοκες προσπελάσεις και συσχετίσεις.

Οι προδιαγραφές των προσπελάσεων είναι τέτοιες που απαιτούν δύο κατηγορίες αναζήτησης: (α) CLUSTER που κάνουν ανάκτηση άσχετα από τη θέση των δεδομένων και (β) WORD RANGE που κάνουν ανάκτηση λαμβάνοντας υπόψη και το δεδομένο πεδίο τιμών. Είναι λοιπόν φανερό ότι η σειριακή αναζήτηση είναι εξίσου σπουδαία με την άμεση προσπέλαση.

3.1 Σχεδιασμός φυσικής δομής

Για την επαλήθευση των ενοτήτων λογισμικού που αναπτύξαμε χρησιμοποιήσαμε το Shorter Oxford Dictionary από το οποίο καταχωρίσαμε 92722 λέξεις και τα σχετικά με αυτές στοιχεία (7).

Ο σχεδιασμός των αρχείων του συστήματος, σύμφωνα πάντα με όσα αναφέραμε προηγουμένως, επιτρέπει τη διάσχιση του λεξικού προς όλες τις κατευθύνσεις και από οποιοδήποτε σημείο. Σημειώνουμε ότι η χρήση όλων των ενοτήτων είναι πλήρως παραμετρική. Για παράδειγμα, η εξεύρεση μέχρι 100 πλειάδων που

έχουν 7 γράμματα, όπου το πρώτο είναι 'R', εντοπίζει 50 λέξεις από κάθε μεριά της λέξης "RETRIEVE" την οποία υιοθετεί (μέσω της δομής του B-δένδρου) ως τη λέξη αφητηρία.

Το σύστημα σαρώνει κάθε σελίδα, αρχίζοντας από τη ρίζα του B-δένδρου και ανιχνεύει τις αντίστοιχες μονάδες αποθήκευσης. Αν η τρέχουσα μονάδα αποθήκευσης δεν περιλαμβάνει την επιθυμητή πλειάδα(δες), τότε ανιχνεύεται η επόμενη σελίδα, καταλήγοντας στο επόμενο επίπεδο του B-δένδρου. Ο αλγόριθμος που ακολουθεί διασχίζει το B-δένδρο με τρόπο "άνωθεν", καταλήγοντας στη βάση ή στην αναζητούμενη πλειάδα.

```
MODULE (Retrieve a word from the B-tree)
SET (ADDRESS = the record at the root of the tree)
REPEAT
  OBTAIN (A page of words at the current ADDRESS)
  BINARY-CHOP (Page UNTIL the POSITION of the WORD is found)
  IF (The word was not found in that page) THEN
    SET (ADDRESS = the pointer at that POSITION)
    IF (ADDRESS = zero) THEN
      (Base of the tree is reached, WORD is NOT found).
    END IF
  END IF
UNTIL (WORD is found or WORD is not found)
```

Υλοποιήσαμε επίσης μια τεχνική "ιδεατής σελιδοποίησης", κάνοντας έτσι βέλτιστη χρήση της υπάρχουσας κεντρικής μνήμης. Κάθε σελίδα περιλαμβάνει 120 λέξεις οι οποίες φυσικά συμμορφώνονται με τα στατιστικά χαρακτηριστικά των Αγγλικών λέξεων (7). Όσον αφορά στο Ελληνικό λεξικό, θα πρέπει να γίνει μια στατιστική ανάλυση (συμπεριλαμβανομένης της εντροπίας αυτού) με σκοπό να εξακριβωθεί το ιδανικό μήκος της σελίδας.

Όλο το λεξικό των 92722 λέξεων καταχωρήθηκε στην προαναφερόμενη δομή και η τεχνική που υλοποιήθηκε τελικά προσφέρει μια σελίδα σε κάθε επίπεδο του δένδρου.

Τα παρακάτω αποτελούν τυπικά αποτελέσματα ενός B-δένδρου το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την αναζήτηση 1000 λέξεων-μορφημάτων που είχαν επιλεγεί τυχαία από ένα λεξικό των 19920 λέξεων-μορφημάτων:

TOTAL NUMBER OF PAGES	166.000
NUMBER OF WORDS PER PAGE	120.000
MAXIMUM NUMBER OF WORDS ON FILE	19,920.000
ACTUAL NUMBER OF WORDS ON FILE	9,977.000
NUMBER OF TRANSACTIONS	1,000.000
VIRTUAL READS	1,523.000
VIRTUAL WRITES	0.000
PHYSICAL READS	1,459.000
PHYSICAL WRITES	0.000
PER CENT STORAGE USED	50.000
VIRTUAL READS PER TRANSACTION	1.523
VIRTUAL WRITES PER TRANSACTION	0.000
PHYSICAL READS PER TRANSACTION	1.459
PHYSICAL WRITES PER TRANSACTION	0.000

3.2 Ο Αλγόριθμος διάσχισης της δομής

Η σειριακή προσέλαση των πλειάδων σε συνδυασμό με τις συσχετίσεις που προσφέρει το B-δένδρο υλοποιήθηκε μέσω του παρακάτω αλγορίθμου:

```
MODULE (Traverse the B-tree)
REPEAT
  CALL (Check whether the word conforms with the parameters)
  IF (Search is not at an end) THEN
    CALL (Advance one word)
  END IF
UNTIL (The search is at an end)
END MODULE
```

3.3 Λειτουργικές ενότητες του συστήματος

Το σύστημα είναι σε θέση να προσφέρει δύο φράσεις εντολών: (α) Full commands και (β) Search details. Κάθε έκδοση εντολής μπορεί να περιλαμβάνει ένα Command ή Search detail. Οι παράμετροι είναι επιτακτικοί και μόνον τα πρώτα 4 γράμματα της κάθε Command/Search detail είναι αναγκαία για τον πλήρη έλεγχο των αποτελεσμάτων του κατακερματισμού. Ενδεικτικά και μόνον παρουσιάζουμε ορισμένες ενότητες του λογισμικού.

(α) Full commands

<u>Εντολή</u>	<u>Παράμετρος</u>	<u>Επεξήγηση</u>
FIND	(WORD)	Αναφέρει εάν η 'WORD' υπάρχει ή όχι.
CHECK	(WORD)	Ελέγχει εάν η 'WORD' υπάρχει και εντοπίζει παρόμοιες 'WORD'.
SEARCH		Αλλάζει το περιβάλλον σε "SEARCH MODE".
MAXOUT	(INTEGER)	Ορίζει το μέγιστο αριθμό των 'WORD' που ζητούνται μέσω των εντολών CHECK ή SEARCH να είναι η τιμή του 'INTEGER'. Η τιμή που ορίζει το σύστημα αυτόματα είναι 1000.
MAXCHECK	(INTEGER)	Ορίζει το μέγιστο αριθμό των 'WORD' που ελέγχονται μέσω των εντολών CHECK ή SEARCH να είναι η τιμή του 'INTEGER'. Η τιμή που ορίζει το σύστημα αυτόματα είναι 1000.
SCREEN		Εμφανίζει στην οθόνη τα αποτελέσματα των εντολών CHECK και SEARCH.
OUTGET	(FNAME)	Ανοίγει το υπάρχον αρχείο 'FNAME' ως το αρχείο εξόδου δεδομένων.
OUTNEW	(FNAME)	Δημιουργεί και ανοίγει το αρχείο 'FNAME' ως το αρχείο εξόδου δεδομένων.

SAVE	Μεταφέρει τα αποτελέσματα της τελευταίας εντολής CHECK ή SEARCH στο τρέχον αρχείο εξόδου δεδομένων.
LOAD	Αναθεωρεί και ελέγχει την εγκυρότητα της δομής όλου του λεξικού.
PROFF	Αποτρέπει την εμφάνιση στην οθόνη των αποτελεσμάτων των εντολών CHECK και SEARCH.
PRON	Επιτρέπει την εμφάνιση στην οθόνη των αποτελεσμάτων των εντολών CHECK και SEARCH.
EXIT	Κλείνει το σύστημα.
MENU	Αλλάζει από περιβάλλον χρήσης Command σε περιβάλλον χρήσης Menu.

(β) Search details

Το SEARCH MODE ενεργοποιείται όταν εκδίδεται μια εντολή. Τα Search details εκδίδονται έτσι ώστε να ορίσουν τα στοιχεία της αναζήτησης ή/και συσχέτισης. Στη συνέχεια η εντολή "GO" ενεργοποιεί την εκτέλεση (αναζήτηση/συσχέτιση). Οι εντολές "MAXOUT", "MAXCHECK", "PRON" και "PROFF" μπορεί να εκδοθούν μέσα σε ένα SEARCH MODE.

<u>Εντολή</u>	<u>Παράμετροι</u>	<u>Επεξήγηση</u>
CLUSTER	(WORD INT1:INT2)	Εντοπίζει INT1 λέξεις που προηγούνται της λέξης WORD και INT2 λέξεις που ακολουθούν αυτής. Για παράδειγμα, "CLUSTER ABACK 2:3" εντοπίζει τις ακόλουθες λέξεις: ABACINATE, ABACIST, ABACK, ABACTINAL, ABACUS, ABADDON.
WRANGE	(WORD1:WORD2)	Εντοπίζει όλες τις λέξεις στο διάστημα 'WORD1' - 'WORD2'. Π.χ. "WRANGE ABACUS:DADDY".
SIMILAR	(WORD)	Εντοπίζει όλες τις λέξεις που είναι λεξικά όμοιες με τη WORD, άσχετα εάν η WORD υπάρχει ή όχι. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την CLUSTER ή/και την WRANGE.
STARTS	(STRING)	Εντοπίζει όλες τις λέξεις που αρχίζουν από τη δεδομένη συμβολοσειρά 'STRING'.
ENDS	(STRING)	Εντοπίζει όλες τις λέξεις που τελειώνουν με τη δεδομένη συμβολοσειρά 'STRING'.
LENG	(MIN:MAX)	Εντοπίζει όλες τις λέξεις με

αριθμό γραμμάτων από MIN έως MAX.
Όταν το MAX = 0, τότε MAX = MIN.

CONTAINS (STRING)

Εντοπίζει όλες τις λέξεις που περιέχουν τη συμβολοσειρά 'STRING'. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την CLUSTER ή/και την WRANGE.

NGRAM (STRING)

Όπως και η εντολή CONTAINS. Παράλληλα, η NGRAM υπολογίζει τη συχνότητα εμφάνισης του n-γράμματος STRING.

CHPOSITION (STRING)

Εντοπίζει όλες τις λέξεις με τη μορφή STRING, όπου STRING δηλώνει τη θέση συγκεκριμένων γραμμάτων. Π.χ. η εντολή CHPOSITION -BB-- εντοπίζει τις λέξεις: ABBEY, ABBOT.

ABORT

Τερματίζει την τρέχουσα αναζήτηση.

4. ΣΧΕΤΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

n-γράμμα
Άμεση προσπέλαση
Άμεσος κατακερματισμός
Αναγνώριση φωνής
Ανάκτηση
Ανωθεν διάσχιση
Βάση γνώσεων
Βάση δεδομένων
Διάσχιση δομής
Διεπαφή
Δομή δένδρου
Εννοιολογικό σχήμα
Εντροπία
Επανεισαγόμενη ενότητα
Επιγραμμή
Επίκληση ενότητας
Ιδεατός
Ισοσταθμισμένο δένδρο
Κατακερματισμός
Λογικό σχήμα
Λογισμικό
Μεταφερσιμότητα
Μονάδα αποθήκευσης
Πλειάδα
Προσπέλαση
Ριζα δένδρου
Σειριακή προσπέλαση
Σελίδα αποθήκευσης
Σελιδοποίηση
Σύγκρουση
Σύνθεση φωνής
Συγκρότημα
Συσχέτιση

n-gram
Direct access
Direct hashing
Speech recognition
Retrieval
Top down traversing
Knowledge base
Database
Traversal of the structure
Interface
Tree structure
Conceptual schema
Entropy
Re-entrant module
Online
Calling of module
Virtual
Balanced tree
Hashing
Logical schema
Software
Portability
Bucket
Tuple
Access
Root of tree
Serial access
Page
Paging
Collision
Speech synthesis
Cluster
Relationship

Υλικό
Φυσική γλώσσα
Φυσική δομή

Hardware
Natural language
Data structure

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Yannakoudakis E J. 'The Architectural Logic of Database Systems', Springer-Verlag, 1988.
2. Yannakoudakis E J and Cheng C P. 'Standard Relational and Network Database Languages'. Springer-Verlag, 1988.
3. Yannakoudakis E J. An efficient file structure for specialised dictionaries and other 'lumpy' data. Int. J. of Information Processing & Management, Vol 23, No 6, pp 563-571, 1987.
4. Yannakoudakis E J. Intelligent matching and retrieval for electronic document manipulation. Proc. Text Processing & Document Manipulation, J. C. van Vliet (Editor), Cambridge University Press, pp 65-77, April 1986.
5. Yannakoudakis E J, Tsomokos J, and Hutton P J. n-grams and their implication to natural language understanding. Int. J. of Pattern Recognition, Vol. 23, No. 5, pp 509-528, 1990.
6. Hartley A F and Yannakoudakis E J. An intelligent computational environment for terminology and text handling. Int. J. Meta, Vol 32, No 2, pp 139-148, 1987.
7. Yannakoudakis E J and Angelidakis G. An insight into the entropy and redundancy of the English dictionary. IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI), Vol 10, No 6, pp 960-970, 1988.

Ε. Ι. Γιαννακουδάκης
Καθηγητής Πληροφορικής
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πατησίων 76, Αθήνα 10434