

## Θέματα Πτυχιακών Εργασιών 2011 – 2012

Πληροφορίες: Χρήστος Τρυφονόπουλος, Λέκτορας ([trifon@uop.gr](mailto:trifon@uop.gr))

### Γενικές Πληροφορίες για τους φοιτητές

- Οι περιγραφές των παρακάτω θεμάτων είναι συνοπτικές. Για να πάρετε μια καλύτερη εικόνα των απαιτήσεων και των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε θέμα, στείλτε μου e-mail για να συναντηθούμε και να συζητήσουμε.
- Όλες οι εργασίες επικεντρώνονται σε θέματα που είναι στην αιχμή της έρευνας και της τεχνολογίας. Συνεπώς, υπάρχει η δυνατότητα δημοσίευσης των αποτελεσμάτων σε διεθνή συνέδρια ως πρωτότυπα συστήματα (αυτό φυσικά εξαρτάται αποκλειστικά από το βαθμό εμβάθυνσης και ενασχόλησης σας με το εκάστοτε θέμα).
- Τα θέματα των πτυχιακών που δίνονται απαιτούν εξοικείωση με τεχνολογίες αιχμής που χρησιμοποιούνται από τον ιδιωτικό τομέα, και άρα αποτελούν χρήσιμη εμπειρία. Επίσης, οι πτυχιακές είναι κατάλληλες σαν εφαλτήριο για την μελλοντική εκπόνηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (ΜΔΕ) ή/και Διδακτορικού Διπλώματος σε σχετικό αντικείμενο.
- Κάποιες από τις παρακάτω πτυχιακές μπορούν να ανατεθούν και σε ομάδα 2 φοιτητών ή ως μεταπτυχιακές εργασίες με κατάλληλη τροποποίηση των απαιτήσεων.
- Αν σας ενδιαφέρει κάποιο θέμα ή έχετε να μου προτείνετε κάποιο άλλο, δείτε τη σχετική βιβλιογραφία και στείλτε μου e-mail για να συναντηθούμε και να το συζητήσουμε.

### 1. Οπτικοποίηση πολυδιάστατων ιατρικών δεδομένων

Τα ιατρικά δεδομένα είναι από τη φύση τους πολυδιάστατα, καθώς περιέχουν αποτελέσματα πολλών και διαφορετικών εξετάσεων, δημογραφικά στοιχεία ασθενών, συμπτώματα, διαγνώσεις, αλλά και στοιχεία θεραπειών. Η πληθώρα αυτή των στοιχείων συνήθως αποθηκεύεται σε μία κατάλληλη βάση δεδομένων, και στη συνέχεια οι χρήστες μπορούν να θέσουν ερωτήματα στη βάση δεδομένων τόσο για μεμονωμένα περιστατικά (π.χ. «βρες τους ασθενείς που έχουν υψηλή τιμή χοληστερίνης»), όσο και για συγκεντρωτικά στατιστικά (π.χ. «βρες πόσοι ασθενείς εμφανίζουν υψηλή πίεση μετά την χορήγηση ενός σκευάσματος»). Τα ερωτήματα αυτά μπορούν να γίνουν αρκετά περίπλοκα λόγω του συνδυασμού των διαφορετικών διαστάσεων που μπορεί να ενδιαφέρει τον χρήστη, αλλά και λόγω του πλήθους των αποθηκευμένων δεδομένων.

Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η διττός: αφενός η παροχή ενός κατάλληλου εργαλείου για την υποβολή περίπλοκων ερωτήσεων από τη μεριά του χρήστη, και αφ' ετέρου η οπτικοποίηση/ομαδοποίηση/περίληψη των δεδομένων που ταιριάζουν με κάθε ερώτημα, ώστε να γίνονται όσο το δυνατόν πιο κατανοητά από τον χρήστη. Οι ερωτήσεις θα υποβάλλονται χρησιμοποιώντας στοιχεία όπως ποτενσιόμετρα χαρακτηριστικών (π.χ. με τον ίδιο τρόπο που ρυθμίζεται η ένταση των ηχείων του υπολογιστή μας), κουτιά επιλογής (check boxes), και μπάρες χαρακτηριστικών, και κατόπιν αυτοί οι περιορισμοί θα εκφράζονται σε SQL ερωτήματα, τα οποία θα υποβάλλονται στη βάση δεδομένων.

Η εργασία απαιτεί καλή γνώση προγραμματισμού (κατά προτίμηση αντικειμενοστρεφούς γλώσσας) και βάσεων δεδομένων και εκπονείται με συνεπίβλεψη από τον Αναπ. Καθ. κ. Σ. Σκιαδόπουλο.

## **2. Υλοποίηση εφαρμογής εντοπισμού χρηστών και επέκτασης του δικτύου φίλων σε κοινωνικά δίκτυα.**

Με την εξάπλωση των κοινωνικών δικτύων και των διαφόρων εκφάνσεών τους (επαγγελματικά, ψυχαγωγικά, χρηστικά, κ.ά.) πολλοί είναι οι χρήστες οι οποίοι διατηρούν προφίλ σε παραπάνω από ένα κοινωνικά δίκτυα. Σκοπός της εφαρμογής που θα αναπτυχθεί είναι ο εντοπισμός και η ταυτοποίηση ενός χρήστη σε όλα τα κοινωνικά δίκτυα που αυτός συμμετέχει, δεδομένου του προφίλ του σε ένα από αυτά. Το σύστημα θα συλλέγει κατάλληλες δημόσιες πληροφορίες για έναν χρήστη (π.χ. το ονοματεπώνυμο ή το ψευδώνυμο του, πληροφορίες για τις σπουδές του ή την λίστα των φίλων του) και θα τις χρησιμοποιεί για να τον ταυτοποιήσει σε άλλα κοινωνικά δίκτυα. Με το παραπάνω σύστημα θα μπορεί ένας χρήστης να εντοπίσει π.χ. τον λογαριασμό στο Twitter και το Flickr, ενός από τους φίλους του στο Facebook. Για την προστασία των δεδομένων των χρηστών, μόνο τα δημόσια δεδομένα θα χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό, και δεν θα πρέπει να επιτρέπεται τέτοιου είδους συσχέτιση όταν δεν υπάρχει σχέση φιλίας μεταξύ του χρήστη που πραγματοποιεί την αναζήτηση και του χρήστη προς αναζήτηση σε ένα τουλάχιστον κοινωνικό δίκτυο.

Η εργασία απαιτεί καλή γνώση προγραμματισμού και τεχνολογιών διαδικτύου.

## **3. Υλοποίηση γνωστών αλγορίθμων διαχείρισης πληροφορίας για εκπαιδευτική χρήση**

Η εργασία αυτή αφορά στην υλοποίηση μιας σουίτας γνωστών αλγορίθμων ανάκτησης πληροφορίας (Pagerank, HITS, K-means, HAC) για εκπαιδευτική χρήση. Η υλοποίηση θα στοχεύει την εκτέλεση του αλγορίθμου για μικρό όγκο δεδομένων και δεν θα περιλαμβάνει την πλήρη γκάμα παραλλαγών των αλγορίθμων, αλλά μόνο τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Η χρήση της υλοποίησης θα είναι κυρίως για σκοπούς επίδειξης της λειτουργίας των ανωτέρω αλγορίθμων στα πλαίσια μαθημάτων διαχείρισης πληροφορίας, και υποστήριξη της διδασκαλίας. Οι αλγόριθμοι που θα υλοποιηθούν θα πρέπει να μπορούν να εκτελεστούν μέσω φυλλομετρητή (browser), ώστε να στοχεύουν σε όσον το δυνατόν μεγαλύτερη χρήση από τους φοιτητές των μαθημάτων (δείτε για παράδειγμα στον ιστότοπο [http://home.dei.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial\\_html/AppletKM.html](http://home.dei.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial_html/AppletKM.html)).

Διευκρινίζεται ότι η έμφαση της υλοποίησης δεν θα είναι η οπτικοποίηση των δεδομένων ή των αποτελεσμάτων εκτέλεσης των αλγορίθμων (όπως στο παραπάνω παράδειγμα) αλλά η παρουσίαση των ενδιάμεσων βημάτων τους με κατανοητό τρόπο ώστε να διευκολύνεται η εκπαιδευτική διαδικασία.

Η εργασία απαιτεί καλή γνώση προγραμματισμού και τεχνολογιών διαδικτύου (π.χ. Javascript), και ανάκτησης πληροφορίας. Σημειώνεται ότι στην υλοποίηση θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν βασικές βιβλιοθήκες ανάκτησης πληροφορίας, αλλά προφανώς όχι υπάρχουσες υλοποιήσεις των αλγορίθμων (ή μέρη αυτών). Η πτυχιακή αυτή εκπονείται με συνεπίβλεψη από την Ε.Ε.ΔΙ.Π. κ. Π. Ραυτοπούλου.

## **4. Ανωνυμία και αποφυγή λογοκρισίας σε συστήματα ομότιμων κόμβων (P2P)**

Η εργασία αφορά στην υλοποίηση ενός συστήματος ομότιμων κόμβων το οποίο στοχεύει στην προστασία της ανωνυμίας των χρηστών και στην αποφυγή λογοκρισίας σε έγγραφα που διακινούνται στο P2P σύστημα. Η υλοποίηση στηρίζεται στα πρωτόκολλα του συστήματος Clouds [1,2] και πετυχαίνει την ανωνυμία των χρηστών του κρύβοντας τους σε ομάδες χρηστών με παρόμοια ενδιαφέροντα. Την αποφυγή της λογοκρισίας των κειμένων που διακινούνται μέσω του συστήματος εγγυάται ένα κρυπτογραφικό πρωτόκολλο που εκτελείται ανάμεσα στον πάροχο και στον καταναλωτή της πληροφορίας.

Η εργασία απαιτεί εξοικείωση με καταναμημένα συστήματα, καλή γνώση προγραμματισμού (κυρίως Java), εξοικείωση με βασικές έννοιες της κρυπτογραφίας (κυρίως χρήση βιβλιοθηκών κρυπτογραφίας δημόσιου κλειδιού – public key cryptography), και διάθεση για εκμάθηση βιβλιοθηκών όπως το JXTA της εταιρείας Sun Microsystems. Η πτυχιακή αυτή εκπονείται με συνεπίβλεψη από τον Αναπ. Καθ. κ. Κ. Βασιλάκη.

### **5. Αντιστοίχιση του μητρώου για το .uk domain σε οντολογία**

Η πτυχιακή αυτή αφορά στην αντιστοίχιση υπάρχοντων domain names σε μία οντολογία, για την κατανόηση της σημασιολογίας και των συσχετισμών μεταξύ διαφορετικών domain names (π.χ., να ανακαλύψουμε ότι τα domain names [www.michaeljackson.co.uk](http://www.michaeljackson.co.uk) και [www.singing.co.uk](http://www.singing.co.uk) αφορούν και τα δύο στη μουσική). Το εργαλείο που θα προκύψει από την συγκεκριμένη πτυχιακή θα πρέπει, μεταξύ άλλων, να ανακαλύπτει:

- μικρού μήκους domain names που είναι συνήθως ακρωνύμια, (π.χ., το “baa” είναι ακρωνύμιο του “British Aviation Association”, το “hsbc” είναι ακρωνύμιο γνωστής τράπεζας)
- domain names που είναι συνδυασμός δύο ή περισσότερων λέξεων, τα οποία ενίοτε χωρίζονται με παύλα (π.χ., “bankofscotland.co.uk”)

Η πτυχιακή θα υλοποιήσει ένα σύστημα που θα αναγνωρίζει τα domain names και θα τα αντιστοιχίζει σε έννοιες μιας οντολογίας, χρησιμοποιώντας τις λέξεις από το domain name και το περιεχόμενο της ιστοσελίδας (που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο domain name). Για να το επιτύχει αυτό μπορεί να χρησιμοποιεί και βοήθεια από εργαλεία/υπηρεσίες, όπως το del.icio.us, παίρνοντας τις ετικέτες (tags) των χρηστών για την ιστοσελίδα.

Η πτυχιακή αυτή έχει ερευνητικό προσανατολισμό, θα εκτελεστεί σε συνεργασία με την αγγλική εταιρεία Nominet, που έχει τον έλεγχο της κίνησης DNS και των domain names με κατάληξη .co.uk. Ο φοιτητής, ανάλογα με τα αποτελέσματα της εργασίας του, μπορεί να επισκεφτεί για μικρό χρονικό διάστημα την εταιρεία για συνεργασία στο πεδίο της πτυχιακής, χωρίς δική του επιβάρυνση. Απαιτείται καλή γνώση προγραμματισμού και διάθεση για μάθηση εργαλείων και γλωσσών για χειρισμό οντολογιών.

### **6. Αντιστοίχιση προσωπικών αρχείων σε οντολογία**

Το πρόβλημα της διαχείρισης προσωπικών πληροφοριών (personal information management / information management for the desktop) αποτελεί έναν από τους πιο ενδιαφέροντες τομείς στην διαχείριση πληροφορίας, καθώς τα προβλήματα που προκύπτουν θα πρέπει να επιλυθούν ανά χρήστη, σε αντίθεση με την μέχρι σήμερα προσέγγιση όπου η διαχείριση πληροφορίας επικεντρωνόταν στην «πλειοψηφία» των χρηστών. Στην παρούσα πτυχιακή θα υλοποιηθεί ένα σύστημα το οποίο θα χρησιμοποιείται για να αντιστοιχίσει προσωπικά αρχεία διαφόρων τύπων (κειμένου, εικόνες, παρουσιάσεων, κ.ά.), σε μία προσωπική οντολογία, ώστε κατόπιν να μπορεί να υποστηριχθεί καλύτερα η αναζήτηση («αναζητώ την παρουσίαση που έκανα σε ένα συνέδριο –του οποίου δεν θυμάμαι το όνομα– στην Κρήτη το 2005»).

Η υλοποίηση θα αφορά μόνο στο κομμάτι της αντιστοίχισης της πληροφορίας στην οντολογία, και θα χρησιμοποιεί τα μετα-δεδομένα των αρχείων (τύπος, ημερομηνία, επισημάνσεις, κλπ.) αλλά και online εργαλεία/υπηρεσίες (π.χ. wikipedia) για να εξάγει (ημι-) αυτόματα (κάποιες από) τις αντιστοιχίες μεταξύ των αρχείων και των εννοιών της οντολογίας.

Η πτυχιακή αυτή έχει ερευνητικό προσανατολισμό, και θα αποτελέσει κομμάτι ενός συστήματος οργάνωσης και αναζήτησης προσωπικής πληροφορίας με βάση οντολογίες το οποίο βρίσκεται υπό ανάπτυξη, και μέρος του έχει ήδη δημοσιευτεί στο διεθνές συνέδριο ISWC 2011 [3]. Απαιτείται καλή γνώση προγραμματισμού και διάθεση για μάθηση εργαλείων και γλωσσών για χειρισμό οντολογιών. Η πτυχιακή αυτή εκπονείται με συνεπίβλεψη από τον Αναπ. Καθ. κ. Γ. Λέπουρα.

### **7. Σύγκριση αρχιτεκτονικών ομοτίμων κόμβων για διάχυση πληροφορίας**

Στην εργασία αυτή καλείστε να συγκρίνετε δύο διαφορετικά συστήματα διάχυσης πληροφορίας. Το σύστημα DHTrie [4] που βασίζεται σε ακριβείς αλγόριθμους διάχυσης πληροφορίας και το σύστημα MAPS [5] που δίνει μια εναλλακτική προσέγγιση στο ίδιο πρόβλημα βασισμένη σε προσεγγιστικούς αλγόριθμους. Και τα δύο συστήματα είναι υλοποιημένα χρησιμοποιώντας τεχνικές Κατανεμημένων Πινάκων Κατακερματισμού (Distributed Hash Tables - DHTs). Η σύγκριση των δύο συστημάτων θα γίνει σε κρίσιμα χαρακτηριστικά, όπως ο αριθμός των μηνυμάτων, η καθυστέρηση των ειδοποιήσεων, η αποτελεσματικότητα στην διάχυση της πληροφορίας, κ.ά.

Η εργασία απαιτεί εξοικείωση με κατανεμημένα συστήματα, καλή γνώση προγραμματισμού (κυρίως Java), περιλαμβάνει υλοποίηση για την προσομοίωση των δύο συστημάτων σε PlanetLab (<http://www.planet-lab.org/>), και υλοποίηση για την ενσωμάτωση συλλογών εγγράφων και την διεξαγωγή των πειραμάτων. Μπορεί να γίνει από έναν φοιτητή, οπότε θα υλοποιήσει και θα μελετήσει μόνο το ένα από τα δύο συστήματα, ή από δύο φοιτητές, οι οποίοι θα αναπτύξουν μαζί μερικά κοινά κομμάτια των δύο συστημάτων, και στη συνέχεια θα επικεντρωθούν στα διαφορετικά συστήματα και την σύγκρισή τους.

### **8. Υλοποίηση ενός κατανεμημένου συστήματος ψηφιακών βιβλιοθηκών**

Η εργασία βασίζεται στην υλοποίηση του συστήματος MinervaDL [6], το οποίο είναι σχεδιασμένο για να παρέχει υπηρεσίες ανάκτησης και διάχυσης πληροφορίας βασισμένες σε κατάλληλους προσεγγιστικούς αλγόριθμους. Η αρχιτεκτονική του MinervaDL περιέχει 3 είδη κόμβων: τους διαχειριστές (super-peers), τους παρόχους (provider-peers) και τους καταναλωτές (consumer-peers). Οι διαχειριστές εκτελούν ένα πρωτόκολλο βασισμένο σε Κατανεμημένους Πίνακες Κατακερματισμού (Distributed Hash Tables - DHTs) και εξυπηρετούν τα δύο άλλα είδη κόμβων. Οι πάροχοι διαθέτουν στο σύστημα το περιεχόμενο των ψηφιακών βιβλιοθηκών, ενώ οι καταναλωτές κόμβοι επιτρέπουν στους χρήστες να υποβάλλουν ερωτήσεις και να ενημερώνουν το προφίλ τους. Αρκετά υποσυστήματα του MinervaDL είναι ήδη υλοποιημένα (DHTs, βασικές λειτουργίες επικοινωνίας μεταξύ των διαχειριστών, κ.ά.).

Η εργασία μπορεί να εκπονηθεί από δύο φοιτητές σε συνεργασία. Απαιτείται καλή γνώση προγραμματισμού (Java) και εξοικείωση με βασικά θέματα κατανεμημένων συστημάτων, ανάκτησης πληροφορίας και βάσεων δεδομένων. Θα χρειαστεί επίσης και εξοικείωση με πιο εξειδικευμένα πρωτόκολλα (π.χ. τα Z39.50 για ψηφιακές βιβλιοθήκες).

### **9. Υλοποίηση ενός συστήματος διαχείρισης αναφορών σε επιστημονικές εργασίες**

Η πτυχιακή αυτή στοχεύει στην ανάπτυξη ενός συστήματος που θα διαχειρίζεται αναφορές στο συγγραφικό έργο ερευνητών. Ο χρήστης θα μπορεί να εισάγει στο σύστημα ερευνητικές εργασίες τρίτων και μετα-δεδομένα αυτών που

αναφέρονται στο συγγραφικό του έργο, να διαχειριστεί αυτο-αναφορές και ετερο-αναφορές σε ερευνητικές εργασίες του, και να εξάγει σε γνωστούς τύπους αρχείων (word, excel, latex) λίστα αναφορών ανά έτος, εργασία, ή ερευνητική περιοχή. Το σύστημα θα πρέπει να υλοποιεί και ένα κατάλληλο interface για την επικοινωνία με τον χρήστη, ενώ μπορεί να σχεδιαστεί είτε σαν αυτόνομη εφαρμογή, είτε σαν εφαρμογή διαδικτύου η οποία θα είναι προσβάσιμη μέσω φυλλομετρητή.

Η εργασία απαιτεί καλή γνώση προγραμματισμού (C++, Java, PHP) και βάσεων δεδομένων.

## **10. Υλοποίηση ενός παιχνιδιού με σκοπό την ταξινόμηση επισήμανσεων αντικειμένων με βάση τη σημαντικότητα**

Τα παιχνίδια με σκοπό (games with a purpose) είναι μια νέα ιδέα που εκμεταλλεύεται την ανθρώπινη αντίληψη και γνώση για να επιλύσει υπολογιστικά δύσκολα προβλήματα ή να συλλέξει πολύτιμη πληροφορία που αλλιώς θα ήταν δύσκολο να εντοπιστεί. Για να κατανοήσετε την ιδέα και τις εφαρμογές των παιχνιδιών αυτών μπορείτε να επισκεφθείτε τον ιστότοπο στην Wikipedia ([http://en.wikipedia.org/wiki/Game\\_with\\_a\\_purpose](http://en.wikipedia.org/wiki/Game_with_a_purpose)) και να δείτε το ενδιαφέρον παιχνίδι ESP για προσθήκη επισημάνσεων σε εικόνες. Η παρούσα πτυχιακή θα βασιστεί επάνω στην ιδέα των παιχνιδιών αυτών για να ταξινομήσει με σειρά σημαντικότητας υπάρχουσες επισημάνσεις σε αντικείμενα (π.χ. εικόνες/ιστοσελίδες/τραγουδία/βίντεο κλιπ/έγγραφα). Ο χρήστης θα λαμβάνει με τη μορφή quiz ή παιχνιδιού ερωτήματα τα οποία θα καλείται να απαντήσει, και οι απαντήσεις του θα βοηθούν να ταξινομηθούν οι επισημάνσεις στα παραπάνω αντικείμενα. Ο σχεδιασμός και το είδος του παιχνιδιού (συνεργατικό/ανταγωνιστικό, online/offline, κλπ) θα καθοριστεί σε συνεργασία με τον φοιτητή που θα αναλάβει την εκπόνηση της παραπάνω πτυχιακής.

Η εργασία απαιτεί καλή γνώση προγραμματισμού και τεχνολογιών διαδικτύου και εκπονείται με συνεπίβλεψη από τον Αναπ. Καθ. κ. Κ. Βασιλάκη.

## **Βιβλιογραφία**

- [1] Michael Backes, Marek Hamerlik, Alessandro Linari, Matteo Maffei, Christos Tryfonopoulos, and Gerhard Weikum. Anonymity and Censorship-resistant Content-sharing in Unstructured Overlays. In *Proceedings of the ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC)*, Toronto, Canada, August 2008.  
<http://pelopas.uop.gr/~trifon/papers/pdf/podc08-BHLMTW.pdf>
- [2] Michael Backes, Marek Hamerlik, Alessandro Linari, Matteo Maffei, Christos Tryfonopoulos, and Gerhard Weikum. Anonymity and Censorship Resistance in Unstructured Overlay Networks. In *Proceedings of the 17th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS)*, Vilamoura, Portugal, November 2009.  
<http://pelopas.uop.gr/~trifon/papers/pdf/coopis09-BHLMTW.pdf>
- [3] Jenny Rompa, Giorgos Lepouras, Costas Vassilakis, and Christos Tryfonopoulos. OntoFM: A Personal Ontology-based File Manager for the Desktop. In *Proceedings of the International Semantic Web Conference (ISWC)*, Bonn, Germany, October 2011.  
<http://users.uop.gr/~trifon/papers/pdf/iswc11-RLVT.pdf>
- [4] Christos Tryfonopoulos, Stratos Idreos, and Manolis Koubarakis. Publish/Subscribe Functionality in IR Environments using Structured Overlay Networks. In *Proceedings of the 28th Annual International ACM SIGIR Conference*, Salvador, Brazil, August 2005.  
<http://pelopas.uop.gr/~trifon/papers/pdf/sigir05-TIK.pdf>

- [5] Christian Zimmer, Christos Tryfonopoulos, Klaus Berberich, Manolis Koubarakis, and Gerhard Weikum. Approximate Information Filtering in Peer-to-Peer Networks. In *Proceedings of the 9th Web Information Systems Engineering (WISE) Conference*, Auckland, New Zealand, September 2008.  
<http://pelopas.uop.gr/~trifon/papers/pdf/wise08-ZTBKW.pdf>
- [6] Christian Zimmer, Christos Tryfonopoulos, and Gerhard Weikum. MinervaDL: An Architecture for Information Retrieval and Filtering in Distributed Digital Libraries. In *Proceedings of the 11th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL)*, Budapest, Hungary, September 2007.  
<http://pelopas.uop.gr/~trifon/papers/pdf/ecdl07-ZTW.pdf>