

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΠΟΥΛΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Μωράτης Η., Βαϊτης Μ.

Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας

Περίληψη

Η καταγραφή των παρατηρήσεων πουλιών στο φυσικό τους περιβάλλον μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη στη μελέτη και την προστασία των άγριων πουλιών. Εντούτοις, η αξιοποίηση των δεδομένων παρατήρησης πουλιών στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας είναι αποσπασματική, λόγω των ποικίλων τρόπων και μέσων καταγραφής που χρησιμοποιούνται από τους παρατηρητές. Η ετερογένεια αυτή όχι μόνο δυσχεραίνει την πρόσβαση στα δεδομένα, αλλά καθιστά αυτή καθ' αυτή την ύπαρξη των δεδομένων άγνωστη στους ερευνητές. Στην κατεύθυνση επίλυσης του παραπάνω προβλήματος, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μία πιλοτική εφαρμογή πληροφορικής για τη συστηματική καταγραφή παρατηρήσεων πουλιών στον Ελλαδικό χώρο. Οι βασικές απαιτήσεις που κατεύθυναν την ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν: (α) η πληρότητα των δεδομένων καταγραφής, (β) η ακρίβεια της γεωαναφοράς της παρατήρησης, (γ) η ευκολία πρόσβασης και χρήσης της εφαρμογής και (δ) το χαμηλό κόστος. Η εφαρμογή αποτελείται από μία βάση γεωγραφικών δεδομένων για τη διαχείριση των δεδομένων παρατήρησης και από το περιβάλλον πρόσβασης στη βάση μέσω του παγκόσμιου ιστού (world wide web). Χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα σε όλα τα επίπεδα της εφαρμογής. Στο άρθρο περιγράφονται τα κύρια σημεία του σχεδιασμού και της υλοποίησης της βάσης δεδομένων και του περιβάλλοντος χρήσης, καθώς επίσης και οι εμπειρίες που αποκομίστηκαν από την εγκατάσταση, αξιοποίηση, προσαρμογή και επέκταση ελεύθερου λογισμικού ανοιχτού κώδικα για τη διαχείριση και χαρτογραφική απεικόνιση χωρικών δεδομένων.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB APPLICATION FOR THE RECORDING OF BIRD OBSERVATIONS IN GREECE

Moratis I., Vaitis M.

University of the Aegean, Department of Geography

Abstract

Records of bird observations in their natural environment can be valuable in the study and conservation of wild birds. Nevertheless, the exploitation of bird observation records in various parts of Greece is fragmentary, because of recording methods used by observers are not standardised. This heterogeneity leads to data access difficulties, and it is also the reason for an apparent lack of data as perceived by researchers. In the direction of finding a solution for this problem, a web application was designed and implemented for the systematic recording of bird observations in Greece. The development of the application was guided by the following main requirements: (a) the plentitude of the observation data, (b) the precision of the geographic reference of the observations, (c) the access and use facility of the application (d) a low cost. The application comprises a geographic database for the management of observation data and a web user interface for the access to the geographic database. Only free and open source software was used for the implementation of the application. The article describes the main issues of the design and implementation of the geographic database and the web user interface. It also describes the experiences that were acquired by the installation, exploitation, adaptation and extension of free and open source software that is used for the management and cartographic depiction of spatial data.

Λέξεις κλειδιά: παρατηρήσεις πουλιών, καταγραφή πουλιών, βάσεις γεωγραφικών δεδομένων, διαδικτυακή χαρτογραφία, ελεύθερο λογισμικό, λογισμικό ανοικτού κώδικα.

Key words: bird observation, bird recording, geographic databases, web maps, free software, open source software.

1. Εισαγωγή

Οι παρατηρήσεις αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους τρόπους άντλησης δεδομένων για τον τρόπο ζωής των άγριων πτηνών και των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν. Οι παρατηρήσεις μπορούν να αποκαλύψουν στοιχεία, που είναι αδύνατο να παρατηρηθούν σε εργαστηριακό περιβάλλον (Gaunt and Oring, 1997). Στην Ελλάδα, τα δεδομένα των παρατηρήσεων καταχωρούνται με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικά μέσα που κατέχει ο κάθε παρατηρητής, χωρίς να υπάρχει κάποια πρότυπη μεθοδολογία καταγραφής, ούτε ένα ενιαίο σύστημα αποθήκευσης και διαμοιρασμού. Η ετερογένεια αυτή, όχι μόνο δυσχεραίνει την πρόσβαση στα δεδομένα και την επεξεργασία τους, αλλά καθιστά αυτή καθ' αυτή την ύπαρξη των δεδομένων άγνωστη στους ερευνητές.

Με σκοπό την επίλυση του παραπάνω προβλήματος υλοποιήθηκε μια εφαρμογή πληροφορικής για την καταγραφή παρατηρήσεων πουλιών για τον Ελλαδικό χώρο. Κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής υπήρχε συνεχής επικοινωνία με την εθελοντική ομάδα δακτυλίωσης πουλιών του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου, η οποία έθετε τις απαιτήσεις και πραγματοποιούσε τους ελέγχους. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη στους παρατηρητές μέσω του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web - WWW) ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για εύκολη πρόσβαση και χρήση.

Επιπλέον, η εφαρμογή αξιοποιεί τα πρόσφατα διεθνή πρότυπα διαχείρισης χωρικών δεδομένων μέσω του Web, ώστε να είναι δυνατή η καταχώρηση και χαρτογραφική απεικόνιση του σημείου της παρατήρησης. Στις περισσότερες εφαρμογές αυτού του είδους ο χρήστης "ζητά" χάρτες ή χωρικές πληροφορίες και λαμβάνει τις ανάλογες απαντήσεις. Παράδειγμα τέτοιων εφαρμογών αποτελεί το έργο ArchaeoGEW με το οποίο οπτικοποιείται χωρική πληροφορία που αναφέρεται στο αρχαιολογικό εθνικό πάρκο Spina Verde στην Βόρεια Ιταλία. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κάνει ερωτήματα πάνω σε ένα πλήθος χωρικών δεδομένων, όπως περιβαλλοντικά, γεωλογικά αλλά και δεδομένα που αφορούν αρχαιολογικά ευρήματα (Brovell et al., 2003). Στο ArchaeoGEW γίνεται χρήση ελεύθερου λογισμικού και ειδικότερα του Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων PostgreSQL και του εξυπηρετητή χωρικών δεδομένων Mapserver. Μία άλλη εφαρμογή που επιτρέπει οπτικοποίηση και διαχείριση χωρικής πληροφορίας είναι το διαδικτυακό Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών στο καντόνι Vaud της Ελβετίας για τους αμπελοκαλλιεργητές του καντονίου (Ingensand et al., 2005). Το πλεονέκτημα τέτοιων εφαρμογών είναι ότι δεν χρειάζεται οι χρήστες να προμηθευτούν ακριβό λογισμικό για να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες απεικόνισης και διαχείρισης χωρικής πληροφορίας.

Μια πιο εξελιγμένη μορφή συναλλαγών (την οποία έχουμε υιοθετήσει) αποτελεί η δυνατότητα καταχώρησης χωρικών δεδομένων, παράλληλα με τη δυνατότητα ανάκτησης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα σοβαρό πρόβλημα σχετικά με τις εφαρμογές της παραπάνω μορφής είναι το υψηλό κόστος του λογισμικού που απαιτείται για να αναπτυχθούν (Halim, 2005). Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε η χρήση αποκλειστικά Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Έτσι, πέρα από την επίτευξη της απαίτησης χαμηλού κόστους υλοποίησης, διερευνήθηκαν και οι δυνατότητες, που έχει το ΕΛ/ΛΑΚ στο χώρο της αποθήκευσης, διαχείρισης και απεικόνισης γεωγραφικών δεδομένων μέσω διαδικτύου.

Ένα άλλο πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί είναι η ακρίβεια της γεωαναφοράς του σημείου παρατήρησης. Όπως αναφέρθηκε από την ομάδα των χρηστών, αν και η χρήση συσκευών GPS είναι ο πιο ακριβής τρόπος υπολογισμού των χωρικών συντεταγμένων, δεν είναι

ρεαλιστικό να θεωρηθεί ότι χιλιάδες ερασιτέχνες παρατηρητές θα διαθέτουν τέτοια συσκευή, το αντίθετο μάλιστα. Επιπρόσθετα λοιπόν της εισαγωγής των συντεταγμένων μέσω GPS, η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα επιλογής του σημείου παρατήρησης μέσω πλοήγησης σε χάρτες.

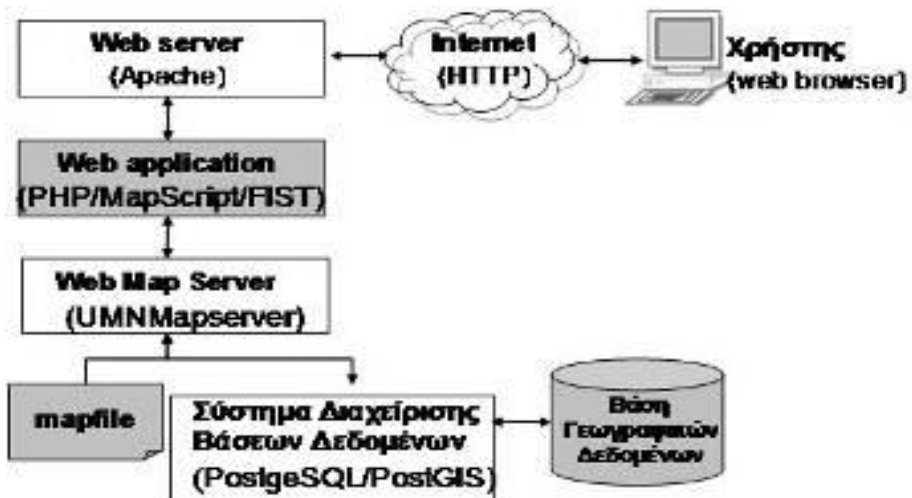
Συμπερασματικά, η εφαρμογή που περιγράφεται στη συνέχεια συμβάλει στην ενιαία και αποτελεσματική καταγραφή και διαχείριση των παρατηρήσεων πουλιών στον Ελλαδικό χώρο, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί και ένα επιτυχημένο πείραμα διερεύνησης της ευρωστίας και αξιοπιστίας του ΕΛ/ΛΑΚ στη διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων μέσω του Παγκόσμιου Ιστού. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφονται τα κύρια σημεία της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τον σχεδιασμό και υλοποίηση της εφαρμογής, ενώ στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το περιβάλλον αλληλεπίδρασης χρήστη. Το άρθρο κλείνει με τα συμπεράσματα και τις μελλοντικές προεκτάσεις.

2. Μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής

2.1 Γενικά

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο κύκλου ζωής λογισμικού του καταρράκτη (waterfall). Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τις διακριτές φάσεις: ανάλυση απαιτήσεων, σχεδίαση, κωδικοποίηση, ολοκλήρωση, επαλήθευση και συντήρηση, οι οποίες εξελίσσονται ακολουθιακά. Η επιλογή του έγινε λόγω των σαφώς καθορισμένων και σταθερών απαιτήσεων της εφαρμογής (Pressman, 2000).

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με αποκλειστική χρήση Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα. Ως ΕΛ/ΛΑΚ ορίζεται το λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιήσει, να αντιγράψει, να μετατρέψει και να αναδιανείμει ο προγραμματιστής χωρίς κανένα περιορισμό (Free Software Foundation, 2005). Το ΕΛ/ΛΑΚ πλαισιώνεται από ένα κίνημα, που αποτελείται από επιστήμονες, προγραμματιστές και χρήστες, και φιλοδοξεί να αναδείξει τα δικαιώματα των χρηστών λογισμικού και να προωθήσει την ελεύθερη επικοινωνία και κυκλοφορία της γνώσης μέσα από δίκτυα και συστήματα πληροφορικής. Έτσι επιτυγχάνεται η ανεξαρτησία από συγκεκριμένες πλατφόρμες, εταιρίες και αρχιτεκτονικές, με επακόλουθο τη μείωση του κόστους του λογισμικού, ενώ παράλληλα προάγεται η επιστημονική γνώση, η έρευνα, η διαλειτουργικότητα των συστημάτων και η συνεργασία επιστημονικών ομάδων (Fischer-Stabel and Wannemacher, 2004).



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική του συστήματος

Η εφαρμογή αποτελείται από δύο βασικά τμήματα: (α) μια βάση γεωγραφικών δεδομένων, για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων που αφορούν τις παρατηρήσεις, τους χάρτες, τα είδη των πουλιών και τους χρήστες της εφαρμογής, και (β) το περιβάλλον αλληλεπίδρασης χρήστη για την εισαγωγή και απεικόνιση των πληροφοριών μέσω του Παγκόσμιου Ιστού. Η αρχιτεκτονική όλου του συστήματος της εφαρμογής απεικονίζεται στο σχήμα 1. Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των τμημάτων του συστήματος.

2.1.1 Ο εξυπηρετητής παγκόσμιου ιστού Apache

Ο Apache είναι σήμερα ο πιο δημοφιλής εξυπηρετητής του Παγκόσμιου Ιστού, αφού χρησιμοποιείται από το 70% των δικτυακών τόπων (The Apache, 2007). Επιλέχθηκε γιατί ανήκει στο ΕΛ/ΛΑΚ, αλλά και γιατί είναι αξιόπιστος και δοκιμασμένος, με συνεχή ανάπτυξη και βελτίωση της απόδοσής του.

2.1.2 Το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων PostgreSQL και η χωρική του επέκταση PostGIS

Ο βασικός λόγος επιλογής του ΣΔΒΔ PostgreSQL είναι η δημοφιλής χωρική του επέκταση PostGIS, που δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης, διαχείρισης και (σε μικρό βαθμό) ανάλυσης χωρικών δεδομένων. Βασίζεται στην προτυποποίηση "Simple Feature Specification for SQL" του Open Geospatial Consortium (OGC), γεγονός που προάγει τη διαλειτουργικότητα, την επεκτασιμότητα και τις δυνατότητες επικοινωνίας των εφαρμογών που το χρησιμοποιούν.

2.1.3 Ο εξυπηρετητής χωρικών δεδομένων UMN Mapserver

Ο Mapserver αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο της Minnesota. Οπτικοποιεί χωρικά δεδομένα αποθηκευμένα είτε σε αρχεία είτε σε βάση γεωγραφικών δεδομένων, με βάση παραμέτρους που ορίζονται με συγκεκριμένο συντακτικό (αρχεία mapfile). Ο συνδυασμός του UMN MapServer και του PostgreSQL/PostGIS δίνουν στις εφαρμογές παγκόσμιου ιστού δυνατότητες των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (Adams and Garand, 2004), γι' αυτό και επιλέχθηκε στο πλαίσιο της εφαρμογής.

2.1.4 Η γλώσσα προγραμματισμού php/mapsript

Η php είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη συγγραφή προγραμμάτων που εκτελούνται σε εξυπηρετητές του παγκόσμιου ιστού (server-side), υποστηρίζοντας τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων. Η επέκταση mapsript δίνει την επιπλέον δυνατότητα χειρισμού χωρικών δεδομένων. Η εύκολη διασύνδεση με τον UMN Mapserver, η αξιοπιστία της, αλλά και η χρήση της από το πρότυπο FIST (που θα αναφερθεί παρακάτω), την υπέδειξαν ως την καταλληλότερη για τις ανάγκες της εφαρμογής.

2.1.5 Το πρότυπο χωρικών εφαρμογών FIST

Το FIST (Flexible Internet Spatial Template) είναι ένα πρότυπο για τη δημιουργία εφαρμογών παγκόσμιου ιστού με δυνατότητα χειρισμού χωρικών δεδομένων. Αποτελείται από τμήματα ανοικτού κώδικα php, που με κατάλληλες επεκτάσεις και προσαρμογές, παράγουν με ευέλικτο τρόπο προγράμματα που να ανταποκρίνονται στις εκάστοτε ανάγκες. Το FIST υποστηρίζει διάφορες πηγές γεωγραφικών δεδομένων, αφού ο κώδικάς του είναι ανεξάρτητος από συγκεκριμένες τεχνολογίες εξυπηρετητών (UNBC, 2006).

Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται τα κυριότερα σημεία από τις φάσεις ανάπτυξης της εφαρμογής.

2.2 Ανάλυση απαιτήσεων

Στη φάση αυτή καταγράφηκαν οι ανάγκες των χρηστών (ομάδα δακτυλίωσης πουλιών Πανεπιστημίου Αιγαίου), το είδος των δεδομένων που αφορούν τις παρατηρήσεις και τους χρήστες, οι επιθυμητές λειτουργίες της εφαρμογής, καθώς και οι περιορισμοί σε εξοπλισμό και λογισμικό. Στο πλαίσιο αυτό, ήταν απαραίτητη η διερεύνηση των παρακάτω ερωτημάτων:

- ποιες κατηγορίες δεδομένων χρειάζεται να αποθηκεύει η βάση δεδομένων και πως;
- τι προϊόντα και όψεις δεδομένων θα παράγονται;
- ποιες κατηγορίες χρηστών θα χρησιμοποιούν τη βάση και κατ' επέκταση την εφαρμογή;

Για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα χρειάστηκε συστηματική διερεύνηση και συνομιλίες με πιθανούς χρήστες, αλλά και με την ομάδα που επιθυμούσε την υλοποίηση της εφαρμογής. Η ανίχνευση των αναγκών αποκάλυψε τις βασικές κατηγορίες δεδομένων, οι οποίες είναι:

- Τα δεδομένα με χωρική υπόσταση. Τα δεδομένα με χωρική υπόσταση αποτελούν οι σημειακές παρατηρήσεις πουλιών αλλά και οι επικαλύψεις (*layers*) που σχηματίζουν το βασικό χάρτη της εφαρμογής (πόλεις, ακτογραμμή, ποτάμια κ.τ.λ.).
- Τα περιγραφικά δεδομένα με μη χωρική υπόσταση. Τα δεδομένα με μη χωρική υπόσταση θα περιγράφουν βασικές οντότητες της εφαρμογής, όπως οι χρήστες της εφαρμογής αλλά και δεδομένα που κάνουν πληρέστερη την καταχώριση των παρατηρήσεων (π.χ. είδη πουλιών).

Οι χρήστες ανήκουν σε δύο ομάδες. Η πρώτη είναι οι απλοί παρατηρητές πουλιών, που αρχικά έχουν μόνο δικαίωμα ανάγνωσης και εισαγωγής δεδομένων και εκτέλεσης χωρικών ερωτημάτων σε αυτά. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους διαχειριστές του συστήματος, οι οποίοι έχουν όλα τα δικαιώματα διαχείρισης στα δεδομένα της βάσης.

Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης απαιτήσεων καταγράφηκαν οι κυριότερες απαιτήσεις, οι οποίες συνοψίζονται παρακάτω:

- Εύκολη πρόσβαση και υψηλή διαθεσιμότητα της εφαρμογής
- Ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων σε εξοπλισμό και λογισμικό για τον χρήστη
- Εισαγωγή σημείου παρατήρησης με χρήση GPS ή με χαρτογραφική πλοήγηση
- Κωδικοποίηση δεδομένων που αφορούν είδη και δραστηριότητες των πουλιών
- Πιστοποίηση των χρηστών της εφαρμογής
- Επεκτασιμότητα της εφαρμογής (ώστε να είναι εύκολη η ενσωμάτωση επιπλέον λειτουργιών στο μέλλον)
- Συμβατότητα με διεθνή πρότυπα (ώστε να είναι δυνατή η μελλοντική διασύνδεση με άλλα συστήματα, εμπορικά ή ελεύθερα)
- Φιλικότητα προς το χρήστη
- Χαμηλό κόστος λογισμικού της εφαρμογής

2.3 Εννοιολογικός σχεδιασμός βάσης δεδομένων

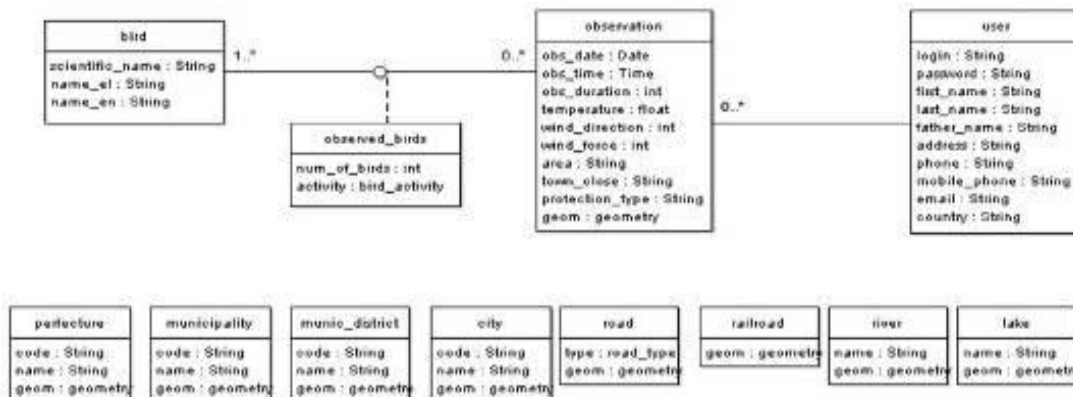
Ο σχεδιασμός του εννοιολογικού μοντέλου (ή μοντελοποίηση) της βάσης δεδομένων έγινε με χρήση της γλώσσας UML. Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται το διάγραμμα κλάσεων που προέκυψε, ενώ στη συνέχεια δίνεται μια συνοπτική περιγραφή των κλάσεων και των συσχετίσεων του μοντέλου.

Η κλάση *observation* αναπαριστά τις παρατηρήσεις. Ενσωματώνει διάφορες ιδιότητες που περιγράφουν το χρόνο, τις συνθήκες και την τοποθεσία της παρατήρησης, καθώς και το καθεστώς προστασίας της περιοχής, αν υφίσταται. Η ιδιότητα *geom* διατηρεί τις

συντεταγμένες του σημείου παρατήρησης.

Η κλάση *bird* αναπαριστά τα είδη των άγριων πτηνών που συναντώνται στην Ελλάδα. Οι ιδιότητες της περιγράφουν την ονομασία κάθε είδους, τόσο την επιστημονική, όσο και την κοινή σε δύο γλώσσες.

Η κλάση συσχέτισης *observed_birds* αναπαριστά τα είδη των πουλιών που παρατηρήθηκαν σε κάθε παρατήρηση. Διατηρούνται οι πληροφορίες του πλήθους των πουλιών κάθε είδους, καθώς και της δραστηριότητας αυτών κατά την παρατήρηση. Η



Σχήμα 2. Εννοιολογικός σχεδιασμός της βάσης δεδομένων

δραστηριότητα έχει κωδικοποιηθεί για λόγους ενιαίας καταχώρησης.

Η κλάση *user* αναπαριστά τους πιστοποιημένους χρήστες της εφαρμογής και διατηρεί διάφορες προσωπικές πληροφορίες και στοιχεία επικοινωνίας για τον καθένα.

Η συσχέτιση μεταξύ των κλάσεων *user* και *observation* αναπαριστά τη σύνδεση κάθε παρατήρησης με τον χρήστη που την πραγματοποίησε.

Οι υπόλοιπες κλάσεις: *prefecture* (Νομός), *municipality* (Δήμος), *munic_district* (Δημοτικό Διαμέρισμα), *city* (οικισμός), *road* (δρόμος), *railroad* (σιδηροδρομική γραμμή), *river* (ποταμός) και *lake* (λίμνη), αναπαριστούν τα χωρικά δεδομένα που υποστηρίζουν την εισαγωγή του σημείου παρατήρησης κατά τη χαρτογραφική πλοήγηση του χρήστη. Όλες αυτές οι κλάσεις ενσωματώνουν κατηγορηματικό τύπο *geometry* για τη αποθήκευση της χωρικής πληροφορίας τους.

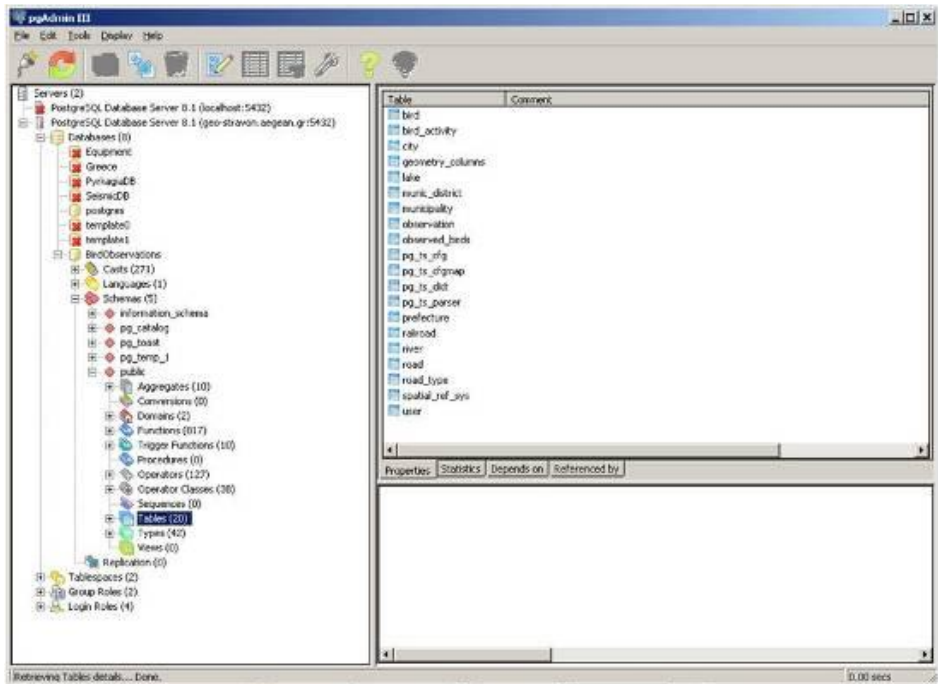
Για το σχεδιασμό του διαγράμματος UML χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο λογισμικό *argouML*.

2.4 Λογικός και φυσικός σχεδιασμός βάσης δεδομένων

Κατά τον λογικό σχεδιασμό μετασχηματίστηκε το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων στο σχεσιακό μοντέλο δεδομένων, ακολουθώντας τους αντίστοιχους κανόνες (Ramakrishnan and Gehrke, 2002). Πρόέκυψε μια σειρά από σχέσεις (*relations*) για τη διαχείριση των στιγμιότυπων των κλάσεων και των συσχετίσεων, που στη συνέχεια (κατά τον φυσικό σχεδιασμό) αποτέλεσαν τους πίνακες της βάσης δεδομένων στο ΣΔΒΔ PostgreSQL/PostGIS. Τέλος, δημιουργήθηκαν τα αναγκαία ευρετήρια (*indexes*) για τη βελτίωση της απόδοσης των αναζητήσεων στη βάση δεδομένων. Ο φυσικός σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε με το ελεύθερο λογισμικό *pgadmin* (απεικονίζεται στο σχήμα 3).

Μετά την ολοκλήρωση της υλοποίησης της βάσης δεδομένων έγινε εισαγωγή των κωδικοποιημένων δεδομένων (στους πίνακες *bird*, *bird_activity*, *road_type*) καθώς των χωρικών δεδομένων αναφοράς (πίνακες *prefecture*, *municipality*, *munic_district*, *city*, *road*, *railroad*, *river*, *lake*).

2.5 Ακρίβεια γεωαναφοράς των παρατηρήσεων



Σχήμα 3. Φυσικός σχεδιασμός της βάσης δεδομένων

Ένα σημαντικό ζήτημα που προέκυψε κατά το σχεδιασμό της εφαρμογής χρήστη, είναι ο βαθμός ακρίβειας και η κλίμακα της χωρικής πληροφορίας, θέματα που σχετίζονται άμεσα με το τρόπο εισαγωγής του σημείου της παρατήρησης. Με βάση το (British Trust for Ornithology, 2007), υπάρχουν οι εξής προσεγγίσεις:

1. Ο χρήστης εισάγει ως περιοχή παρατήρησης τον κωδικό του τετραγώνου ενός πλέγματος (grid), τον οποίο βρίσκει με την βοήθεια ενός χάρτη.
2. Ο χρήστης εισάγει τη θέση της παρατήρησης πατώντας με το ποντίκι σε έναν χάρτη, κατόπιν πλοήγησης για την εύρεση του σωστού σημείου.
3. Ο χρήστης εισάγει τις ακριβείς συντεταγμένες της παρατήρησης με χρήση μιας συσκευής GPS.
4. Ο χρήστης εισάγει την ονομασία της περιοχής όπου έγινε η παρατήρηση.
5. Ο χρήστης εισάγει το σημείο παρατήρησης με χρήση των Google maps.

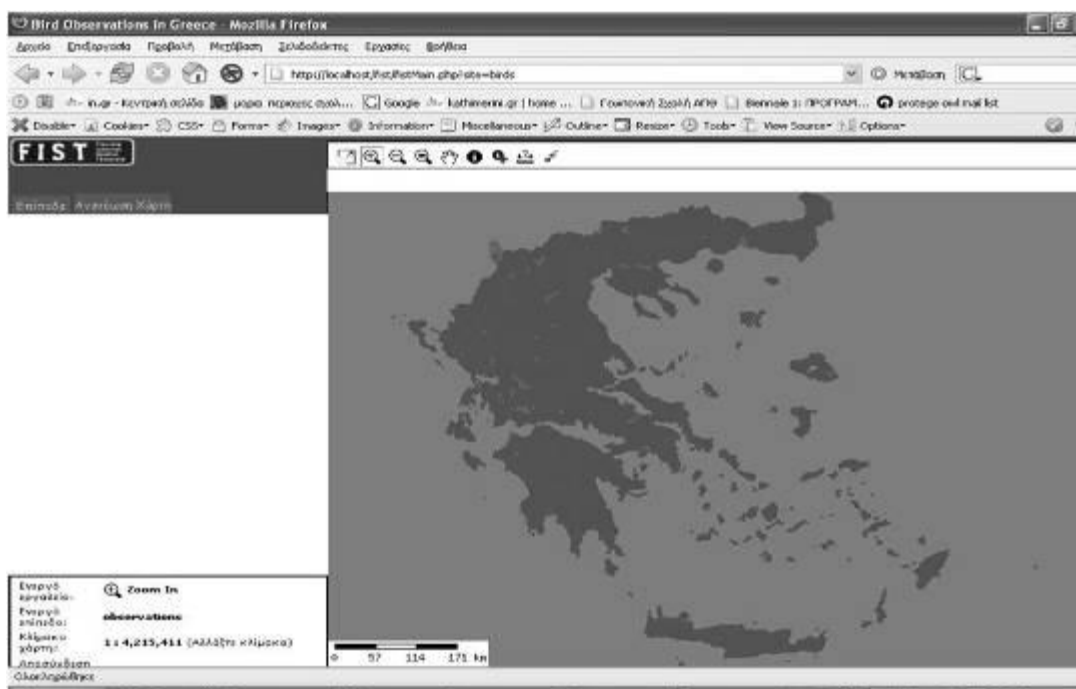
Επιλέχθηκε η υιοθέτηση των προσεγγίσεων 2 και 3. Η πρώτη υποβοηθά την ακριβέστερη επιλογή του σημείου παρατήρησης έναντι των προσεγγίσεων 1 και 4, ενώ η δεύτερη

απευθύνεται στους χρήστες που διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό. Υπάρχει η πρόβλεψη για επέκταση της εφαρμογής που υλοποιήθηκε ώστε να υποστηρίζει όλους τους τρόπους εισαγωγής παρατηρήσεων.

3. Περιβάλλον αλληλεπίδρασης χρήστη

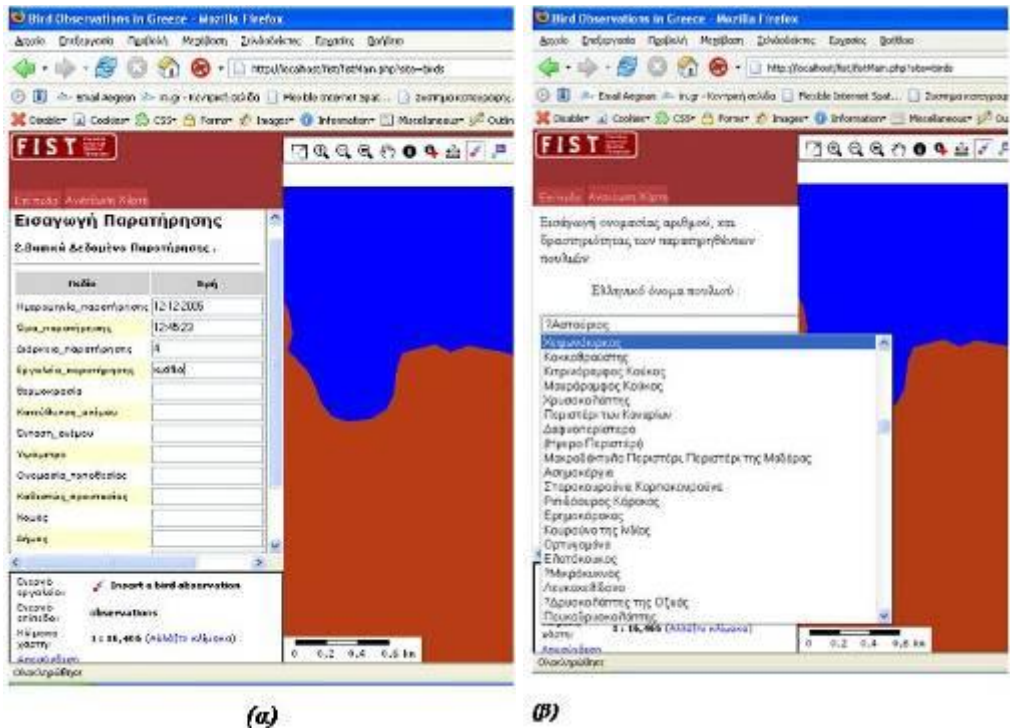
Στην ενότητα αυτή παραθέτουμε συνοπτικά τα βήματα που εκτελεί ο χρήστης/παρατηρητής από τον υπολογιστή του για την καταχώρηση των παρατηρήσεων. Όπως έχει αναφερθεί, η μοναδική απαίτηση είναι η χρήση ενός φυλλομετρητή του παγκόσμιου ιστού (web browser).

Μετά τον έλεγχο πρόσβασης, παρουσιάζεται στο χρήστη ο χάρτης της ελληνικής επικράτειας (σχήμα 4). Η εύρεση του σημείου παρατήρησης πραγματοποιείται με διαδοχικές εστιάσεις στον χάρτη, ενώ παράλληλα υπάρχει δυνατότητα εμφάνισης διαφόρων επικαλύψεων (layers), όπως οικισμών, δρόμων, ποταμών κ.λπ., για την υποβοήθηση του χρήστη.



Σχήμα 4. Η αρχική οθόνη εισαγωγής παρατηρήσεων

Μετά την επιλογή του σημείου παρατήρησης, ο χρήστης εισάγει στο αριστερό μέρος της οθόνης τα βασικά δεδομένα για τις συνθήκες και την περιοχή της παρατήρησης (σχήμα 5a). Στο επόμενο βήμα, επιλέγει το είδος και αριθμό των παρατηρηθέντων πουλιών, καθώς και τη δραστηριότητα αυτών (σχήμα 5b). Αυτό το βήμα μπορεί να επαναλαμβάνεται, μέχρι να εισαχθούν όλα τα διαφορετικά είδη πουλιών που παρατηρήθηκαν και ο χρήστης να επιλέξει έξοδο από τη διαδικασία εισαγωγής της παρατήρησης.



Σχήμα 5. Εισαγωγή των βασικών στοιχείων της παρατήρησης, καθώς και του πλήθους, του είδους και της δραστηριότητας των πουλιών

4. Συμπεράσματα και προοπτικές

Με την υλοποίηση της εφαρμογής ικανοποιήθηκε ο αρχικός σκοπός, ενώ παράλληλα απαντήθηκαν επιμέρους ερωτήματα που είχαν τεθεί. Πιο αναλυτικά, το πρόβλημα της απουσίας ενός ενιαίου συστήματος καταγραφής των παρατηρήσεων άγριων πτηνών στον Ελλαδικό χώρο, αντιμετωπίστηκε χωρίς την ανάγκη αγοράς ακριβού εμπορικού λογισμικού, ενώ παράλληλα η εφαρμογή που δημιουργήθηκε είναι εύκολη στη χρήση και προσπελάσιμη σε οποιονδήποτε πιστοποιημένο παρατηρητή έχει σύνδεση στο διαδίκτυο. Ακόμη, απαντήθηκε επιτυχώς το ερώτημα της διερεύνησης της ευρωστίας και αξιοπιστίας του Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα στην περιοχή των βάσεων γεωγραφικών δεδομένων και της διαδικτυακής χαρτογραφίας. Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής διαπιστώσαμε την θετική ανταπόκριση της κοινότητας των χρηστών του ΕΛ/ΛΑΚ στην επίλυση των προβλημάτων που ανέκυπταν. Επίσης, προέκυψαν νέες ιδέες για μελλοντική εξέλιξη της εφαρμογής, που λόγω του ανοικτού της χαρακτήρα υποστηρίζει την ευέλικτη υλοποίηση αυτών. Να παρατηρηθεί εδώ ότι η εφαρμογή αποτελεί από μόνη της ένα παράδειγμα εφαρμογής ανοικτού κώδικα, ελεύθερου σε μετατροπές και αναδιανομή.

Στις μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής περιλαμβάνεται η υποστήριξη λειτουργιών ανάλυσης των αποθηκευμένων δεδομένων μέσω του Παγκόσμιου Ιστού, η οποία τη στιγμή αυτή πραγματοποιείται off-line με εξαγωγή των δεδομένων από τη βάση δεδομένων σε κατάλληλη μορφή για επεξεργασία. Επίσης, η εφαρμογή αυτή αποτελεί ένα βήμα στο χώρο της συλλογής και διαχείρισης περιβαλλοντολογικών και οικολογικών δεδομένων στον ελλαδικό χώρο. Το πεδίο καταγραφής των παρατηρήσεων μπορεί εύκολα να επεκταθεί για

την υποστήριξη ερευνών που απαιτούν δεδομένα από άλλους ζωικούς ή φυτικούς πληθυσμούς. Στην κατεύθυνση αυτή, με την απαραίτητη χρηματοδότηση, η εφαρμογή θα μπορούσε να μετεξελιχθεί σε ένα πολύπλευρο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων στα χέρια επιστημόνων, οργανισμών προστασίας της χλωρίδας και πανίδας, περιβαλλοντικών οργανώσεων και κρατικών υπηρεσιών.

Βιβλιογραφία

Adams, T., Garand, M., 2004: Free Software: The Open (GIS) Source Solution for Local Governments. A Case Study: Perspectives, Experience and Possibilities for the City of Frankfurt (Oder). 9th International Symposium on Information and Communication Technologies in Urban and Spatial Planning and Impacts of ICT on Physical Space, Vienna, 25 - 27 February 2004.

British Trust for Ornithology, 2007: Bird-track: Recording sites, **διαθέσιμο στη διεύθυνση:** http://www.bto.org/birdtrack/taking_part/help_record_sites.htm

Brovelli, M. A., Magni, D., 2003: An Archaeological web gis application based on mapserver and postgis. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, (34), 89-94

Fischer-Stabel, P., Wannemacher, S., 2004: Open Source GIS - Architecture, Sharing Data and Knowledge in an UNESCO MAB Biosphere Reserve. 18th International Conference on Informatics for Environmental Protection, Geneva, 21-23 October 2004, 624-633.

Free Software Foundation, 2005: The Free Software Definition. Free Software Foundation, Boston, USA, **διαθέσιμο στη διεύθυνση:** <http://www.fsf.org/licensing/essays/free-sw.html>

Gaunt, A. S., Oring, L. W. (eds.) 1997: Guidelines to the Use of Wild Birds in Research. The Ornithological Council, Washington DC, USA.

Halim, S., 2005: Design and Implementation of WebGD Framework. University Consortium of Geographic Information Science Summer Assembly, Snow King Resort Wyoming, 28 June-1 July 2005.

Ingensand, J., Caloz, R., Pythoud, K., 2005: Creating an interactive network for wine-cultivation. The Inaugural Nordic Geographers Meeting, Lund 10-14 May 2005.

Pressman, R. S., 2000: Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill, London, UK.

Ramakrishnan, R., Gehrke, J., 2002: Συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

The Apache HTTP Server Project, 2007: <http://httpd.apache.org/> (**επίσκεψη 13/6/2007**)

UNBC, 2006: Flexible Internet Spatial Template. University of Northern British Columbia, **διαθέσιμο στη διεύθυνση:** <http://datashare.gis.unbc.ca/fist/index.htm>