

Σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπισκόπησης για την ανίχνευση, καταγραφή, αποτίμηση πυρκαγιών και προστασία των πληγέντων περιοχών.

A. Τζώτσος, Δ. Αργιαλάς

Η τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη της απόκτησης ποιοτικής και μετρητικής πληροφορίας ενός φαινομένου ή ενός αντικείμενου από απόσταση, χωρίς δηλαδή φυσική επαφή με το υπο μελέτη φαινόμενο ή αντικείμενο. Πρακτικά στην τηλεπισκόπηση χρησιμοποιούνται καταγραφείς διαφόρων τεχνολογιών (δέκτες) μέσω των οποίων συλλέγεται και στην συνέχεια αναλύεται πληροφορία που αφορά αντικείμενα ή περιοχές. Με βάση τα παραπάνω, η τηλεπισκόπηση μπορεί να θεωρηθεί ότι καλύπτει τεράστιο εύρος εφαρμογών, τόσο στις γεωεπιστήμες που ο όρος είναι ευρύτερα γνωστός όσο και σε άλλες επιστήμες (αστροφυσική, αστρονομία, ιατρική, βιολογία, φυσική κ.α.). Από τις αεροφωτογραφίες, τους κατασκοπευτικούς και εμπορικούς δορυφόρους, μέχρι και τα τηλεσκόπια, τα ραντάρ, τα σόναρ, τους μαγνητικούς τομογράφους και τις ακτινογραφίες, οι μέθοδοι που ακολουθούνται απαρτίζουν την επιστήμη της Τηλεπισκόπησης.

Ειδικότερα στις γεωεπιστήμες, ο όρος είναι πιο διαδεδομένος και οι εφαρμογές έχουν μεγαλύτερο εύρος από κάθε άλλο επιστημονικό κλάδο. Η Τηλεπισκόπηση ερευνά μέσω παρατήρησης με μοναδικό τρόπο τα φυσικά φαινόμενα της γής όπως τον καιρό, την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, τη βλάστηση, τη γεωλογία των εδαφών, το αστικό περιβάλλον, την γεωργία, τις φυσικές καταστροφές (πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμούς, κατολισθήσεις, ξηρασία, καταιγίδες, ανεμοστρόβιλους, παγετώνες κλπ), τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο περιβάλλον, τη ρύπανση των πόλεων και άλλα πολλά φαινόμενα της φυσικής γήινης επιφάνειας. Το μοναδικό χαρακτηριστικό της Τηλεπισκόπησης να παρέχει πληροφορίες χωρίς την ανάγκη επιτόπιας επίσκεψης του επιστήμονα, χωρίς την παρέμβαση στην περιοχή μελέτης και με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος, αποτελεί ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της έναντι άλλων μεθόδων συλλογής πληροφορίας.

Πέρα από τις τηλεπισκοπικές μεθόδους των αρχαίων προγόνων μας (για την παρατήρηση της φύσης από ψηλά σημεία του εδάφους μέχρι και την παρατήρηση των άστρων), ιστορικά η Τηλεπισκόπηση ξεκίνησε γύρω στο 1850, με τις πρώτες φωτογραφίες από αερόστατο και στη συνέχεια έχει δεθεί ιστορικά η εξέλιξη της με την εξέλιξη των πτητικών μηχανών (αερόστατα, αεροπλάνα και στη συνέχεια τεχνητοί δορυφόροι) Στη σημερινή εποχή, έχει δωθεί ιδιαίτερο βάρος στην παρατήρηση της γήινης επιφάνειας από δορυφορικές πλατφόρμες (δορυφορικούς δέκτες) και από αερομεταφερόμενους δέκτες, ψηφιακούς ή αναλογικούς. Ειδικότερα με την έλευση της ψηφιακής εποχής και την ταυτόχρονη ανάπτυξη των επιστημών των ηλεκτρονικών υπολογιστών, της όρασης υπολογιστών και της τεχνητής νοημοσύνης, η τηλεπισκόπηση πέρασε σε μια καθαρά ψηφιακή εποχή και έγινε ένα από τα καλύτερα πεδία εφαρμογής των παραπάνω πιο θεωρητικών επιστημών.

Όσον αφορά την τεχνολογία και τα χαρακτηριστικά των τηλεπισκοπικών δεκτών, αυτοί διαχωρίζονται στους ενεργούς και παθητικούς δέκτες ανάλογα με το αν καταγράφουν μια φυσική ακτινοβολία (όπως για παράδειγμα το ανακλώμενο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας από ένα υλικό) ή αν σαρώνουν το στόχο τους με τεχνητή ακτινοβολία με σκοπό να μετρήσουν την επιστρεφόμενη ακτινοβολία (πχ. Radar, Lidar, Sonar). Επιπλέον, οι δέκτες διαχωρίζονται ανάλογα με την διακριτική τους ικανότητα που μπορεί να είναι τεσσάρων ειδών:

Η γεωμετρική διακριτική ικανότητα (ή χωρική ανάλυση) καθορίζει την ελάχιστη επιφάνεια του εδάφους για την οποία μπορεί να γίνει παρατήρηση. Στις ψηφιακές απεικονίσεις, αυτό ορίζεται σαν μέγεθος του εικονοστοιχείου στο έδαφος συνήθως σε μέτρα.

Η φασματική διακριτική ικανότητα αφορά την δυνατότητα του δέκτη να αντιλαμβάνεται πληροφορία σε διαφορετικά μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα διαστήματα του Η/Μ φάσματος που ο δέκτης μπορεί να πάρει μεμονομένες μετρήσεις ονομάζεται κανάλι της τηλεπισκοπικής απεικόνισης. Υπάρχουν τηλεπισκοπικά δεδομένα με 3 κανάλια που παράγουν έγχρωμες εικόνες (στο εύρος του κόκκινου, πράσινου και μπλέ φάσματος) ενώ υπάρχουν δεδομένα που μπορεί να έχουν πληροφορία στο υπέρυθρο, υπεριώδες, ακόμα και στις ακτίνες Χ. Επιπλέον υπάρχουν και δέκτες με μεγάλο πλήθος καναλιών που καλύπτουν σχεδόν όλο το Η/Μ φάσμα και ονομάζονται υπερφασματικοί δέκτες.

Η ραδιομετρική διακριτική ικανότητα αφορά στην δυνατότητα που έχει ένας δέκτης να καταγράψει μεγάλο αριθμό διακριτών τιμών έντασης Η/Μ ακτινοβολίας. Μετράται σε bit για τις ψηφιακές απεικονίσεις. Για παράδειγμα μια εικόνα 8 bit μπορεί να περιλαμβάνει σε ένα της κανάλι 256 (2^8) διαβαθμίσεις έντασης που όταν αναπαρασταθούν σε μια οθόνη μπορούν να αποδωθούν σε 256 διαφορετικούς τόνους του γκρι.

Τέλος η χρονική διακριτική ικανότητα αφορά την ικανότητα του δέκτη να επαναλαμβάνει τη μέτρησή του πάνω από την ίδια περιοχή μελέτης. Π.χ. ο δέκτης Sevirί λαμβάνει εικόνα κάθε 15 λεπτά πάνω από την ίδια περιοχή ενώ ο δέκτης Thematic Mapper λαμβάνει εικόνα κάθε 13 μέρες.

Η Τηλεπισκόπηση είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την παρακολούθηση, καταγραφή και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος με εφαρμογές σε παρα πολλές κατηγορίες φυσικών καταστροφών αλλά και φαινομένων (πχ. κατολισθήσεις, πλημμύρες, ξηρασία, σεισμοί, πυρκαγιές, μόλυνση υδάτων, τσουνάμι κ.α.). Και στον Ελληνικό χώρο, η συμβολή της Τηλεπισκόπησης κρίνεται πολύ σημαντική τα τελευταία χρόνια με τα συχνά καταστροφικά φαινόμενα πυρκαγιών και γι αυτό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι σε επίπεδο διαχείρισης κρίσεων και λήψης αποφάσεων.

Στα πλαίσια της ομάδας εργασίας για την προστασία του Υμητού, πραγματοποιήθηκε από την ομάδα εργασίας μια μελέτη σχετικά με την χρήση καινοτόμων τεχνολογιών τηλεπισκόπησης για το πρόβλημα των πυρκαγιών. Οι μέθοδοι που μελετήθηκαν και στην συνέχεια προτείνονται ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης του ορεινού όγκου, αφορούν σε όλα τα στάδια ενός καταστροφικού φαινομένου. Από την αρχική κατάσταση, με καταγραφή των χρήσεων γης πριν το συμβάν, με καταγραφή του είδους βλάστησης ώστε να μπορεί να καταγραφεί η επικινδυνότητα κάθε περιοχής ως προς τον όγκο της καύσιμης ύλης που περιλαμβάνει, την ώρα του συμβάντος, με την ανίχνευση του φαινομένου με δορυφορικές απεικονίσεις μεσαίας και μικρής διακριτικής ικανότητας, ως και το χρονικό διάστημα μετά την καταστροφή, με την αποτίμηση των καμμένων εκτάσεων και την φροντίδα παρακολούθησης της περιοχής υπο προστασία για την αποφυγή παράνομης δραστηριότητας (αυθαίρετη δόμηση, καταπάτηση δασικών εκτάσεων). Από την ομάδα εργασίας, προτείνεται η υλοποίηση ενός συστήματος που αποτελείται από 3 μέρη: το υποσύστημα προσδιορισμού βλάστησης και αρχικών χρήσεων /καλύψεων γής, το υποσύστημα αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας, και τέλος το υποσύστημα αποτίμησης καμμένων εκτάσεων με τη χρήση δορυφορικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων MODIS.

Υποσύστημα Προσδιορισμού είδους βλάστησης με μεθόδους τηλεπισκόπησης

Το υποσύστημα προσδιορισμού είδους βλάστησης με τηλεπισκοπικές μεθόδους, αποσκοπεί στην εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών ψηφιακής τηλεπισκόπησης, αναγνώρισης προτύπων και υπολογιστικής όρασης για την αυτόματη ή ημιαυτόματη ταξινόμηση τηλεπισκοπικών απεικονίσεων σε κατηγορίες που αφορούν τα είδη της βλάστησης της περιοχής μελέτης. Η επιλογή των κατηγοριών προς ταξινόμηση, εξαρτάται άμεσα από το είδος των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, τη γεωμετρική, φασματική και ραδιομετρική διακριτική ικανότητα του δέκτη, καθώς και από την πολυπλοκότητα και εξειδίκευση του λογισμικού που υλοποιεί τις παραπάνω τεχνικές.

Παρόλο που η αυτοματοποιημένη αναγνώριση σημασιολογικών κατηγοριών από τηλεπισκοπικές απεικονίσεις, είναι ακόμα σε ερευνητικό στάδιο (για πολύ συγκεκριμένες και αυστηρά ορισμένες κατηγορίες), θα πρέπει να υλοποιηθεί ένα σύστημα που θα μπορεί να προσδιορίσει κατηγορίες κάλυψης γης με πολύ υψηλά ποσοστά ακρίβειας ανάλογα με την μεθοδολογία που θα ακολουθεί (πχ. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση, Αντικειμενοστραφής ανάλυση εικόνας κλπ.) και τα δεδομένα που θα είναι διαθέσιμα. Πιο συγκεκριμένα με πολυφασματικά δεδομένα μέσης γεωμετρικής διακριτικής ικανότητας (πχ. LandsatTM) είναι πρακτικά αδύνατο να διαχωριστούν πολλές κατηγορίες βλάστησης, όμως διαμέσου του προσφερόμενου συστήματος θα μπορούν να υλοποιηθούν συστήματα ημιαυτόματης αναγνώρισης σημασιολογικών κατηγοριών πεπερασμένης πολυπλοκότητας (πχ μπορεί να εντοπιστεί η βλάστηση και να ταξινομηθεί σε απλές κατηγορίες). Ακόμα και αν ήταν διαθέσιμα δεδομένα υψηλής γεωμετρικής διακριτικής ικανότητας (πχ IKONOS, ERS), λόγω της πολύ χαμηλής φασματικής διακριτικής τους ικανότητας, δεν είναι δυνατό να διακριθούν από φασματικά χαρακτηριστικά με αυτόματο τρόπο τα είδη βλάστησης εκτός εάν υλοποιηθεί σύστημα αντικειμενοστραφούς ανάλυσης εικόνας (και σε αυτή την περίπτωση όμως η φασματική πληροφορία δεν επαρκεί για τα βέλτιστα αποτελέσματα). Εφόσον όμως είναι διαθέσιμα δεδομένα με πολύ καλή φασματική διακριτική ικανότητα (υπερφασματικά δεδομένα), λόγω της συνεχόμενης καταγραφής του φάσματος, είναι δυνατό να υλοποιηθεί μεθοδολογία ταξινόμησης με πολύ καλύτερα αποτελέσματα και στη τεχνική αυτή θα βασισθεί το προτεινόμενο σύστημα. Σε αυτές τις κατηγορίες δεδομένων εμπίπτουν τα δεδομένα δορυφορικών υπερφασματικών δεκτών όπως Hyperion, ASTER που στα πλαίσια αυτού του έργου προτείνεται να χρησιμοποιηθούν.

Εν γένει το προσφερόμενο σύστημα θα πρέπει να βασίζεται σε μεθοδολογία που ανά πάσα στιγμή θα μπορεί στο μέλλον να χρησιμοποιήσει και νέα μη διαθέσιμα σήμερα δεδομένα.

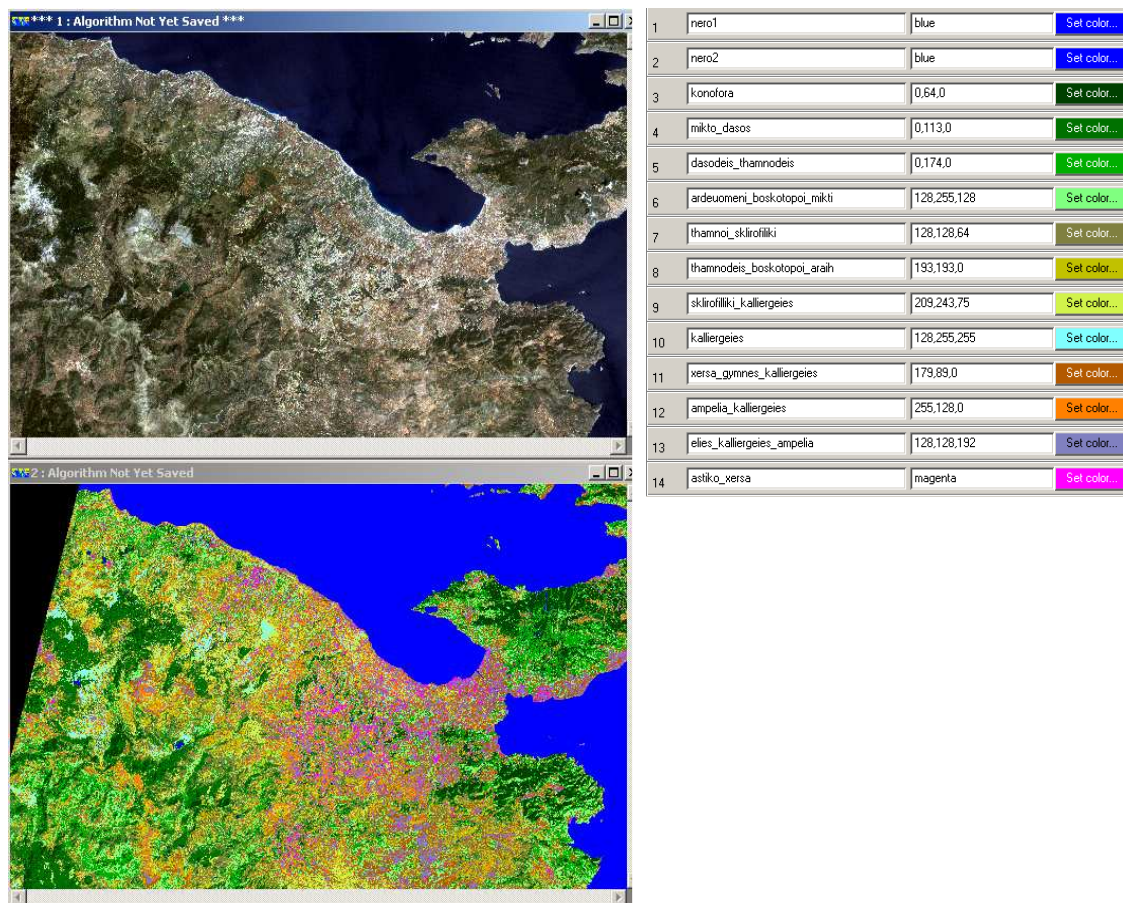
Στο προτεινόμενο σύστημα, θα πρέπει να είναι διαθέσιμες δορυφορικές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις μέσης και υψηλής φασματικής διακριτικής ικανότητας (πχ Landsat TM, SPOT, ASTER). Συμβατό με αυτές τις απεικονίσεις είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα χαρτογράφησης κατηγοριών κάλυψης γης σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, CORINE Land Cover. Με βάση το γεγονός ότι είναι ήδη υλοποιημένη η διάρθρωση των κατηγοριών ενός τέτοιου συστήματος, και είναι γνωστά τα όρια και οι ακρίβειες που παρέχει (λαμβάνοντας υπόψη ότι πραγματοποιήθηκε αποκλειστικά με φωτοερμηνεία), το παρόν σύστημα θα πρέπει να μπορεί να υλοποιήσει μια μεθοδολογία για αυτοματοποίηση σε ορισμένο βαθμό ταξινόμησης των κατηγοριών βλάστησης της περιοχής μελέτης, σε άμεση συνάρτηση με το υπάρχον εννοιολογικό μοντέλο. Θα υλοποιηθεί μεθοδολογία αναγνώρισης προτύπων με βάση τα

χαρακτηριστικά τόνου, σχήματος, υψής ή ακόμα και σχέσης των κατηγοριών με το περιβάλλον τους. Θα προκύψουν θεματικοί χάρτες κάλυψης γης που θα περιλαμβάνει είδη βλάστησης αλλά και γενικότερες κατηγορίες κάλυψης γης.

Η καταγραφή από έναν υπερφασματικό τηλεπισκοπικό δέκτη της λεπτομερούς φασματικής απόκρισης για κάθε εικονοστοιχείο της απεικόνισης θα μπορεί μελλοντικά να είναι εκμεταλλεύσιμη από το σύστημα και θα δίνει μελλοντικά τη δυνατότητα εξαγωγής πολύ πιο ακριβούς και ορθής πληροφορίας σε σχέση με αυτήν που παρέχει ένας πολυφασματικός τηλεπισκοπικός δέκτης.

Το σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε να επιτρέπει παράλληλη επεξεργασία εκατοντάδων καναλιών με ραδιομετρική διακριτική ικανότητα 12 και 16bit.

Το προτεινόμενο σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε να καλύπτει τη συνολική διαδικασία επεξεργασίας των υπερφασματικών απεικονίσεων διαμέσου δύο βημάτων αυτών της προεπεξεργασίας και της ανάλυσης των δεδομένων.



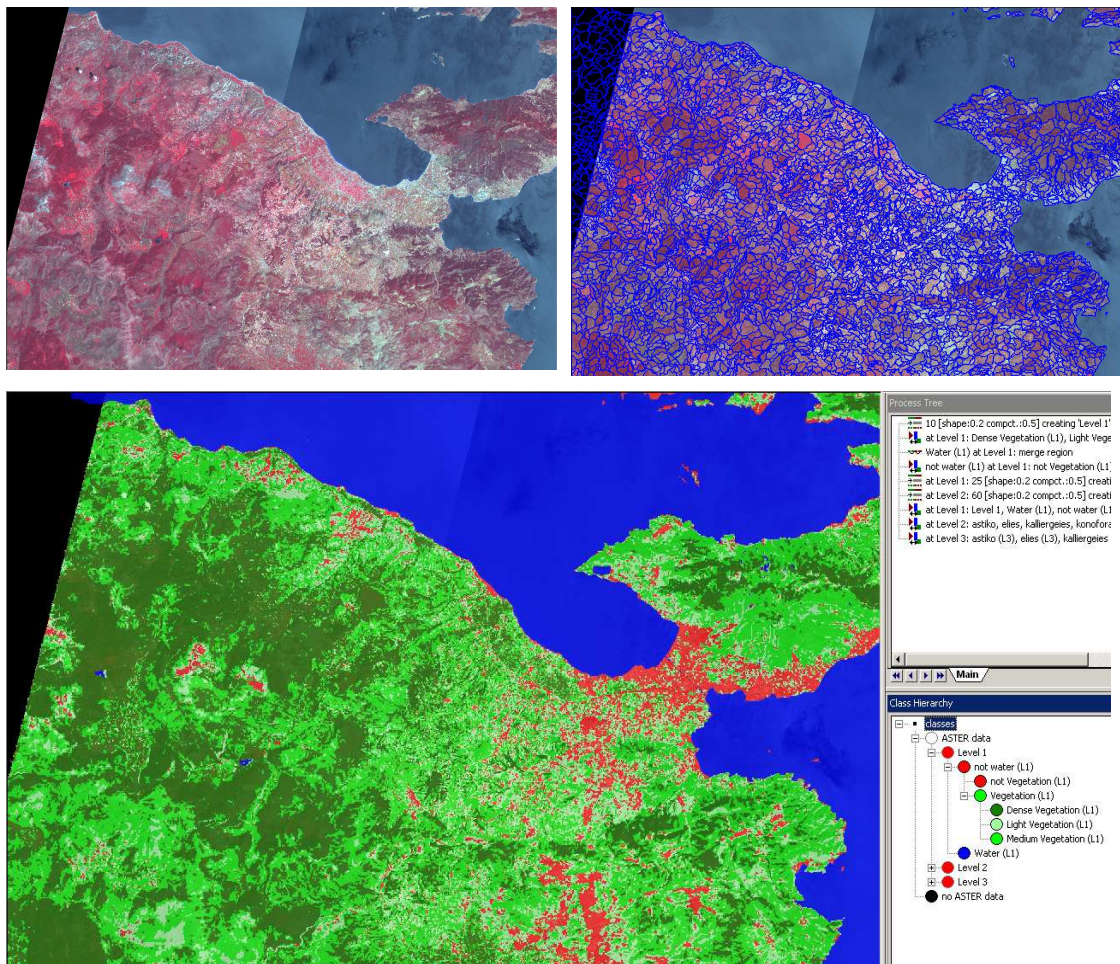
Παράδειγμα ταξινόμησης βλάστησης με βάση τα εικονοστοιχεία δορυφορικών δεδομένων Landsat TM στην περιοχή Κορινθίας.

Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει τη φασματική βαθμονόμηση (τη μετατροπή των καταγραφόμενων ψηφιακών τιμών σε τιμές ανακλαστικότητας), τη γεωμετρική βαθμονόμηση και διόρθωση, την αποθορυβοποίηση κλπ. και βασίζεται σε προγράμματα εξειδικευμένα για κάθε δέκτη τα οποία παρέχει η εταιρεία που τον κατασκευάζει. Επιπλέον το σύστημα θα πρέπει να ενσωματώνει πολλά διαδεδομένα ατμοσφαιρικά μοντέλα και διορθώσεις που έχουν διεθνώς γίνει αποδεκτά και

προταθεί και εφαρμόζονται για την εξάλειψη της επιρροής της ατμόσφαιρας από τα υπερφασματικά δεδομένα.

Η ανάλυση των δεδομένων έχει ως σκοπό την εξαγωγή της σημαντικής για την εκάστοτε εφαρμογή πληροφορίας από τα υπερφασματικά δεδομένα και τη χαρτογράφηση με χρήση της πληροφορίας αυτής.

Το σύστημα θα πρέπει να χρησιμοποιεί εναλλακτικά πολλούς αλγόριθμους που έχουν δημιουργηθεί για την εκτίμηση της πληροφορίας, η οποία περιέχεται στα υπερφασματικά δεδομένα, με χρήση μεθόδων επιλογής χαρακτηριστικών ή μεθόδων εξαγωγής χαρακτηριστικών. Οι μέθοδοι επιλογής χαρακτηριστικών θα πρέπει να αποσκοπούν στην επιβλεπόμενη μείωση της διάστασης των υπερφασματικών δεδομένων και να μπορούν να βασιστούν είτε σε υπάρχουσες φασματικές βιβλιοθήκες ή σε μετρήσεις πεδίου με φασματοραδιόμετρο ή και στα ίδια τα υπερφασματικά δεδομένα με την προϋπόθεση της ύπαρξης επιγείων ελέγχων. Οι ενσωματωμένοι στο σύστημα μέθοδοι εξαγωγής χαρακτηριστικών (MNF, PCA κλπ.) θα αποσκοπούν στην αυτόματη εξαγωγή της χρήσιμης πληροφορίας από τα υπερφασματικά δεδομένα.



Παράδειγμα αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης πυκνότητας βλάστησης από δεδομένα ASTER.

Οι μέθοδοι χαρτογράφησης που προσφέρει το σύστημα θα βασίζονται στη χρήση υπερφασματικών δεδομένων και θα πρέπει να έχουν αναπτυχθεί για διάφορες

εφαρμογές όπως η γεωλογική χαρτογράφηση, ο εντοπισμός στρατιωτικών στόχων, η ταξινόμηση καλύψεων γης σε επίπεδο εικονοστοιχείου (pixel classification) ή και υπο-εικονοστοιχείου (subpixel ή mixed-pixel classification) κλπ. Το σύστημα θα πρέπει να προσφέρει πολλούς εναλλακτικούς αλγόριθμους (πχ. Maximum Likelihood Classification, Min. Distance Classification, Isodata). Επιπλέον το σύστημα πρέπει να προσφέρει και άλλες τεχνικές (Anomaly Detection, Spectral Angle Mapper, Linear Spectral Unmixing, Matched Filter, Mixture Tuned Matched Filter κλπ.) που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για τα υπερφασματικά δεδομένα.

Στο συγκεκριμένο υποσύστημα, με βάσει τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα και τα διαθέσιμα δεδομένα αυτού του έργου θα εφαρμοστούν μέθοδοι που αφορούν υπερφασματικά δεδομένα. Θα ακολουθηθεί ειδική μεθοδολογία επιλογής και εξαγωγής χαρακτηριστικών, καθώς επίσης θα χρησιμοποιηθούν και φασματικές βιβλιοθήκες των ειδών βλάστησης που είναι επιθυμητό να αναγνωριστούν. Οι φασματικές βιβλιοθήκες αυτές θα χρησιμοποιηθούν από τη βιβλιογραφία ή θα προκύψουν από επίγειες μετρήσεις με φασματοραδιόμετρο που θα μπορούν γίνουν από την Νομαρχία με τη καθοδήγηση του ΕΜΠ. Επιπρόσθετα θα υλοποιηθεί και αντικειμενοστραφής ανάλυση εικόνας για ακριβέστερα αποτελέσματα με τη χρήση χωρικών σχέσεων των κατηγοριών βλάστησης.



Παράδειγμα αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης ειδών βλάστησης για την περιοχή της Κορινθίας.

Υποσύστημα αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας

Η ανίχνευση πυρκαγιών είναι ένα πρόβλημα με έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον στην διεθνή κοινότητα και αποτελεί επίσης μια πολύ ενδιαφέρουσα εφαρμογή τηλεπισκόπησης με ευεργετικές επεκτάσεις για το κοινωνικό σύνολο. Το προσφερόμενο σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει πυρκαγιά έγκαιρα αλλά και ταυτόχρονα για μια μεγάλη έκταση, και θα αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τη Νομαρχία αφού θα είναι πλήρως ενταγμένο στο επιχειρησιακό κομμάτι του

συστήματος που βασίζεται σε διαδικασίες πραγματικού ή σχεδόν πραγματικού χρόνου.

Για την έγκαιρη αναγνώριση ενός φαινομένου πυρκαγιάς θα ήταν απαραίτητη η παρουσία ενός τηλεπισκοπικού δέκτη με πολύ μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα (πολλές λήψεις ανά μέρα και ακόμα καλύτερα ανά ώρα). Ταυτόχρονα θα ήταν απαραίτητο ο τηλεπισκοπικός αυτός δέκτης να έχει μεγάλη χωρική διακριτική ικανότητα για να μπορεί να ανιχνεύει με ακρίβεια την χωρική υπόσταση της πυρκαγιάς. Δυστυχώς όμως, σήμερα δεν υπάρχει δορυφορική πλατφόρμα που να συνδυάζει τα δυο αυτά χαρακτηριστικά. Γι αυτό το λόγο οι εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης για πυρκαγιές έχουν στραφεί για αυτό το λόγο σε δέκτες με μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα (NOA-AVHRR, METEOSAT, MODIS κλπ) παρά σε δέκτες που χρησιμοποιούνται για αναγνώριση χρήσης και κάλυψης γης (LANDSAT TM, IKONOS, QUICKBIRD κλπ) και που διακρίνονται για την δυνατότητα εικονοστοιχείου μικρής χωρικής διάστασης (μέχρι και 60cm). Από την άλλη, οι δέκτες του πρώτου τύπου έχουν μέγεθος εικονοστοιχείου της τάξης του ενός (ή και περισσότερων) χιλιομέτρων. Συγκεκριμένα οι πολυφασματικοί δέκτες μεγάλης χρονικής διακριτικής ικανότητας, παρέχουν πληροφορία τόσο στο ορατό, όσο και στο υπέρυθρο κομμάτι του φάσματος και με την προσθήκη των θερμικών καναλιών που διαθέτουν, αποτελούν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση και ανίχνευση θερμικών ανωμαλιών, σαν και αυτές που δημιουργεί τοπικά η παρουσία μιας πυρκαγιάς.

Στο συγκεκριμένη μεθοδολογία προτείνεται η εγκατάσταση ενός επίγειου σταθμού λήψης τηλεπισκοπικών δεδομένων METEOSAT (MSG SEVIRI - Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) τα οποία θα λαμβάνονται κάθε 15 λεπτά, και χρησιμοποιούνται κυρίως για μετεωρολογικούς σκοπούς αλλά και διαμέσου ειδικών αλγορίθμων για την αυτόματη αναγνώριση πυρκαγιών. Ο σταθμός αυτός θα λαμβάνει εικόνα από το δορυφόρο και θα αποθηκεύει τα δεδομένα σε δικτυακό χώρο αποθήκευσης. Η χωρική διακριτική ικανότητα του δέκτη είναι 3 km αλλά παρέχει δυνατότητα ανίχνευσης θερμικής ανωμαλίας με ακρίβεια μικρότερη του εικονοστοιχείου.

Στη συνέχεια θα πρέπει να υλοποιηθεί ένας εξυπηρετητής εφαρμογών (application server) στον οποίο θα γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από το σταθμό. Θα πρέπει να υλοποιηθεί λογισμικό το οποίο θα επεξεργάζεται ραδιομετρικά και γεωμετρικά τις εικόνες με αυτόματο τρόπο ώστε να τροφοδοτεί στη συνέχεια επόμενο λογισμικό ανίχνευσης πυρκαγιάς.

Τέλος, προτείνεται να υλοποιηθεί αλγόριθμος ανίχνευσης θερμικών ανωμαλιών στο κατάλληλο φασματικό κανάλι του δέκτη (3.9 μm ~ 4 μm) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ESA (http://www.eumetsat.int/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=pdf_met_atbd_fire_monitor&RevisionSelectionMethod=LatestReleased).

Στις προδιαγραφές αυτές καθορίζεται τόσο ο τύπος των δεδομένων εισόδου που θα χρησιμοποιηθούν από τον αλγόριθμο, όσο και τα κατώφλια που ορίζουν τη θερμική ανωμαλία που μπορεί να ανιχνευθεί. Τα δεδομένα εξόδου από τον αλγόριθμο αυτό θα γεωαναφέρονται αυτόματα και θα αποθηκεύονται σε χωρική βάση δεδομένων για την ανάκτηση τους από τους ενδιαφερόμενους φορείς ή πολίτες από ιστοσελίδα στο διαδίκτυο ή από Χωρικές Ηλεκτρονικές Υπηρεσίες (Spatial Web Services).

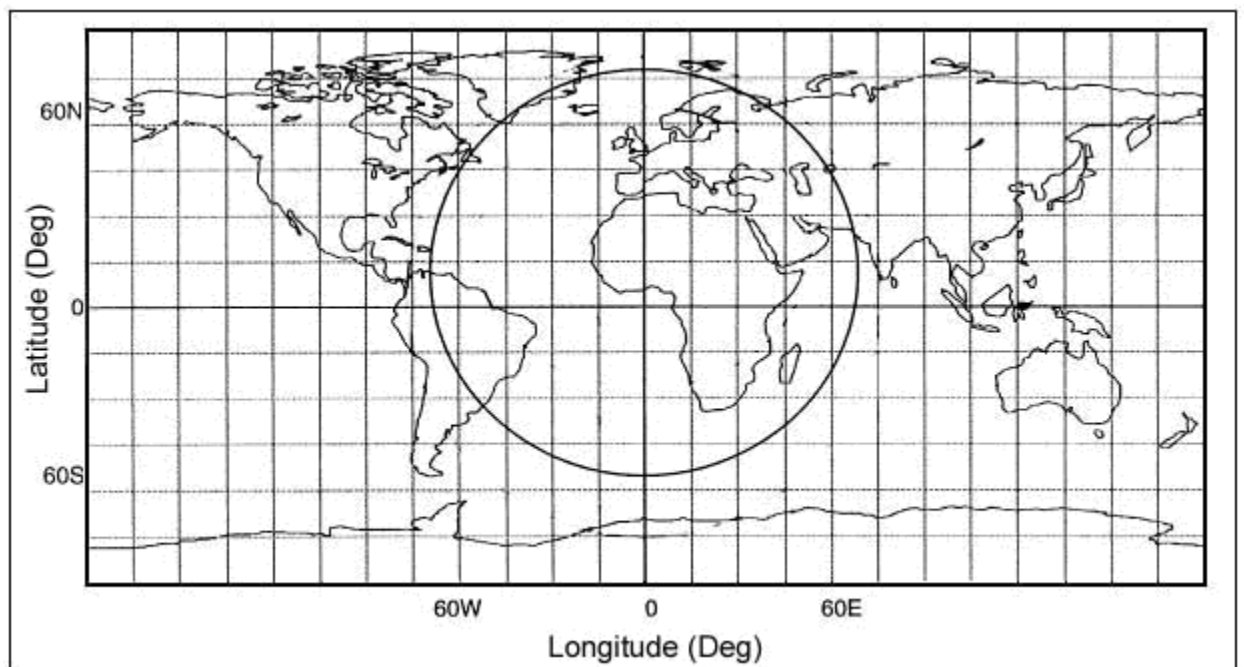
Ταυτόχρονα με την ανίχνευση μιας θερμικής ανωμαλίας θα αποστέλλεται e-mail με προειδοποίηση για πυρκαγιά στους αρμόδιους φορείς. Το προτεινόμενο σύστημα έχει

σχεδιασθεί ώστε να έχει ποσοστό άκυρων προειδοποιήσεων (false alarms) ή περιθώριο σφαλμάτων έως και 20% περίπου.

Για το συγκεκριμένο σύστημα προτείνεται η εγκατάσταση ενός επίγειου σταθμού λήψης δεδομένων SEVIRI του προγράμματος δορυφόρων Meteosat Second Generation.

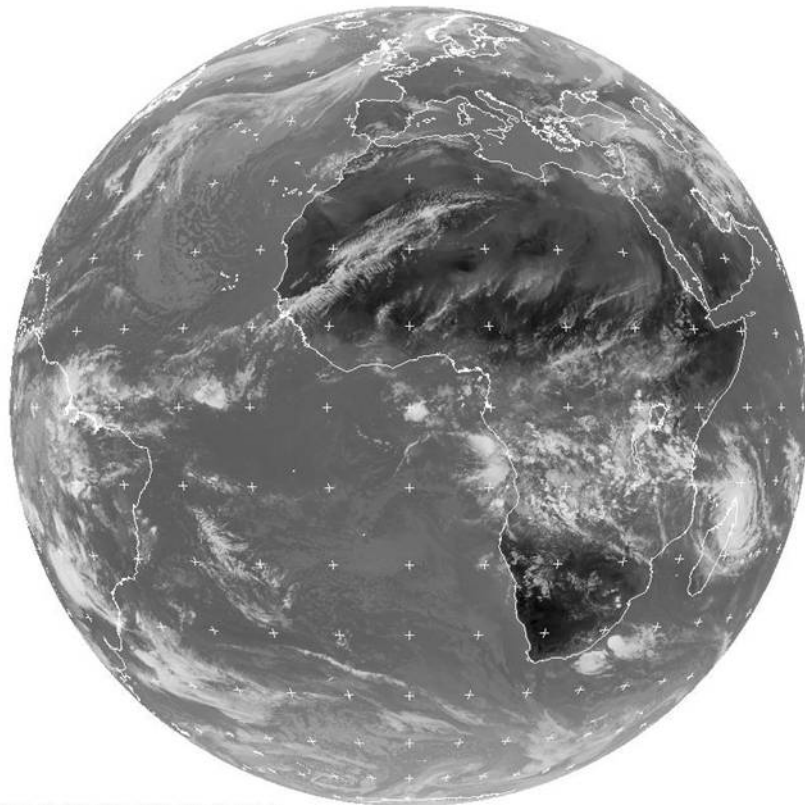
Το πρόγραμμα δορυφόρων Meteosat αφορά γεωστατικούς μετεωρολογικούς δορυφόρους της εταιρίας Eumetsat. Βρίσκεται ήδη στην δεύτερη φάση με τον δορυφόρο MSG-1 ο οποίος μετονομάστηκε σε Meteosat-8 και λειτουργεί από τις 29 Ιανουαρίου 2004. Διαθέτει τον δέκτη SEVIRI και τον δέκτη GERB. Από τις 21 Δεκεμβρίου 2005 ο δορυφόρος MSG-2 (Meteosat-9) βρίσκεται σε λειτουργία διαθέτοντας τον ίδιο εξοπλισμό με τον MSG-1.

Ο δέκτης SEVIRI έχει την δυνατότητα καταγραφής της φυσικής γήινης επιφάνειας με έμφαση την Ευρώπη και την Βόρεια Αφρική.



Πρόκειται για ένα πολυφασματικό ραδιόμετρο το οποίο καταγράφει την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στα ακόλουθα κανάλια:

- 1.Ορατό κανάλι στα 0.6μm (VIS 0.6)
- 2.Ορατό κανάλι στα 0.8μm (VIS 0.8)
- 3.Εγγύς υπέρυθρο στα 1.6μm (IR 1.6)
- 4.Εγγύς υπέρυθρο στα 3.9μm (IR 3.9)
- 5.Κανάλι απορρόφησης υδρατμών στα 6.2μm (WV 6.2)
- 6.Κανάλι απορρόφησης υδρατμών στα 7.3μm (WV 7.3)
- 7.Υπέρυθρο κανάλι στα 8.7μm (IR 8.7)
- 8.Κανάλι όζοντος στα 9.7μm (IR 9.7)
- 9.Υπέρυθρο κανάλι στα 10.8μm(IR 10.8)
- 10.Υπέρυθρο κανάλι στα 12.0μm(IR 12.0)
- 11.Κανάλι διοξειδίου του άνθρακα στα 13.4μm (IR 13.4) και
12. Πανχρωματικό κανάλι στο ορατό τμήμα του Η/Μ φάσματος (HRV)



MET8 15 MAR 2007 1200 BHN IR_108 0

Η γεωμετρική διακριτική ικανότητα από το ύψος των 35800 χιλιομέτρων στο ναδίρ είναι για τον πανχρωματικό αισθητήρα 1 χιλιόμετρο ενώ για τα υπόλοιπα 11 φασματικά κανάλια 3 χιλιόμετρα.

Η χρονική περίοδος καταγραφής και αποστολής εικόνας γίνεται από την υπηρεσία High Rate SEVIRI του δορυφόρου MSG-2 η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

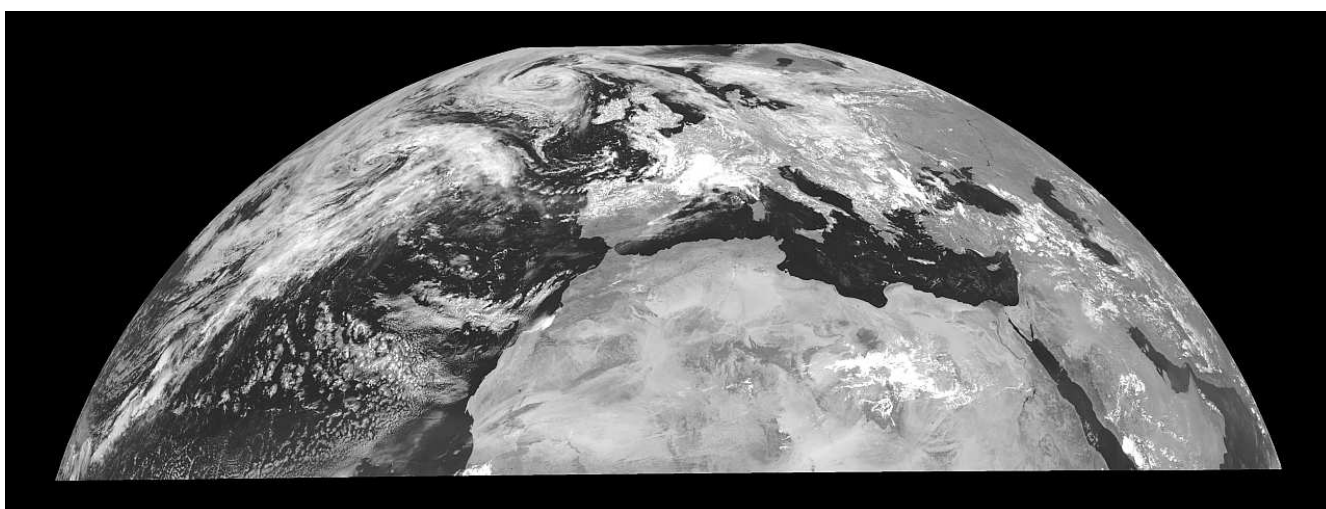
- * Αποστολή δεδομένων κάθε 15 λεπτά της ώρας σε συνεχή βάση (24 ώρες ημερησίως, 365 μέρες τον χρόνο)

- * Μη απωλεστική συμπίεση εικόνων με την μέθοδο των κυματομορφών (Wavelet Transform). Η αποσυμπίεση των δεδομένων γίνεται κατόπιν ειδικής άδειας η οποία χορηγείται από την Eumetsat.

- * Πλήρη χωρική ανάλυση στα 12 φασματικά κανάλια και

- * Διάθεση των δεδομένων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο από την Eumetcast

Επίσης η εταιρία Eumetsat έχει ανακοινώσει από τις 13 Μαΐου 2008 την παροχή της υπηρεσίας Rapid Scanning Service (RSS) από τον δέκτη SEVIRI του δορυφόρου MSG-1. Η υπηρεσία αυτή θα παρέχει για μικρότερο εύρος καταγραφής (Ευρώπη και βόρεια Αφρική από 15 έως 70 μοίρες βόρειο πλάτος) δεδομένα ανά 5 λεπτά της



ώρας.

Η υπηρεσία αυτή δεν είναι συνεχής διότι σε τακτά χρονικά διαστήματα προβλέπεται η διακοπή της και επαναφορά του δέκτη σε κανονική λειτουργία ώστε να παραχθούν τα απαιτούμενα δεδομένα για την ορθή λειτουργία του συστήματος. Προβλέπεται η συνεχής λειτουργία RSS για 26 ημέρες τον μήνα για 11 μήνες το χρόνο ενώ 2 μέρες κάθε μήνα και τον 12 μήνα η υπηρεσία θα διακόπτεται. Η πρώτη λειτουργία του συστήματος είχε προγραμματιστεί για τον Αύγουστο του 2008 ενώ ο ετήσιος μήνας διακοπής πραγματοποιήθηκε από τις 18 Νοεμβρίου έως τις 18 Δεκεμβρίου 2008. Η διάθεση των δεδομένων RSS γίνεται, αντίστοιχα με τα δεδομένα High Rate SEVIRI, από την Eumetcast κατόπιν πρόσθετης ειδικής άδειας η οποία χορηγείται από την Eumetsat.

Το υποσύστημα αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας θα λειτουργεί σε συνεχή βάση με δεδομένα SEVIRI High Rate ανά 15 λεπτά της ώρας ενώ αν είναι επιθυμητό έχει την

δυνατότητα να λειτουργεί και με δεδομένα Rapid Scan Service των 5 λεπτών της ώρας εφόσον τα τελευταία είναι διαθέσιμα.

Αναλυτικά το υποσύστημα αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας θα αποτελείται από το ακόλουθο υλικό:

Κεραία λήψης. Η κεραία λήψης αποτελείται από ένα δορυφορικό κάτοπτρο διαμέτρου τουλάχιστον 1,4 μέτρων (καλύπτεται κάθε σημείο της Ελλάδας) με ένα universal V/H LNB.

Κλειδί και λογισμικό αποκωδικοποίησης δεδομένων αποκλειστικά της εταιρίας Eumetsat. Το κλειδί αυτό λαμβάνεται από την εταιρία κατόπιν συμφωνίας με τον χρήστη. Το πακέτο της συμφωνίας περιλαμβάνει αναλυτικά:



- * Την τελευταία έκδοση λογισμικού EUMETCast της εταιρίας TELLICAST
- * Το κλειδί EUMETCast Key Unit (EKU) το οποίο είναι μια συσκευή USB. Χρησιμοποιείται σε συνεργασία με το λογισμικό EUMETCast και επιτρέπει την λήψη διαβαθμισμένων δεδομένων. Λειτουργεί σε Η/Υ με windows ή Linux λειτουργικά συστήματα.
- * Πρόσθετο λογισμικό για την λειτουργία της κάρτας δορυφορικής λήψης και
- * Τεκμηρίωση σε ηλεκτρονική μορφή

Το λογισμικό το οποίο θα περιλαμβάνεται στο προτεινόμενο σύστημα αναλυτικά:

Υπολογιστικό σύστημα λήψης και αποκωδικοποίησης των δεδομένων. Λειτουργικό σύστημα Windows XP sp2, λογισμικό λήψης και αποκωδικοποίησης της εταιρίας παροχής των δεδομένων Eumetsat, λογισμικό επικοινωνίας με την βάση δεδομένων για την διάθεση των δεδομένων. Προαιρετικά λογισμικό επισκόπησης και μετατροπής εικόνων σε διάφορα format με στόχο την στοιχειώδη λειτουργία του υποσυστήματος αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών σε περίπτωση βλάβης του υπολογιστή αποθήκευσης, επεξεργασίας ή του δικτυακού εξοπλισμού.

Υπολογιστικό σύστημα αποθήκευσης και διαδικτυακής διάθεσης των δεδομένων. Λειτουργικό σύστημα Linux με δυνατότητα διάθεσης δεδομένων σε τουλάχιστον 3 σταθμούς επεξεργασίας δεδομένων. Εξαιτίας των απαιτήσεων ταχύτητας δεν θα επιτρέπεται η διάθεση δεδομένων σε περισσότερους σταθμούς.

Υπολογιστικό σύστημα δεδομένων με στόχο την ταχεία και αυτόματη ανίχνευση πυρκαγιών. Το σύστημα αυτό θα έχει λειτουργικό σύστημα Windows XP sp2. Ως πρόσθετο λογισμικό θα περιλαμβάνεται το ελεύθερο λογισμικό xrit2pic για την επισκόπηση και μετατροπή του format των δεδομένων και το λογισμικό αυτόματης ανίχνευσης πυρκαγιών με δυνατότητα εντοπισμού της πυρκαγιάς στην εικόνα, και πρόκληση συναγερμού με κατάλληλο μήνυμα στην οθόνη, ενημέρωση ενός εξυπηρετητή ιστού και αποστολή email.

Στο υποσύστημα αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας παρέχεται εγγύηση καλής λειτουργίας και δυνατότητα επέκτασης της εγγύησης για το λογισμικό και την συντήρηση σε ετήσια

βάση και όσο είναι διαθέσιμη με αυτή την μορφή η παραπάνω υπηρεσία από την Eumetsat.

Τέλος τονίζεται ιδιαίτερα ότι για την ορθή λειτουργία του συστήματος ο χρήστης οφείλει με δική του ευθύνη να προμηθευτεί και να συντηρεί την άδεια χρήσης και τον απαιτούμενο εξοπλισμό (κλειδί και λογισμικό) από την Eumetsat. Οι εικόνες καθώς και οι προδιαγραφές των υπηρεσιών Eumetsat προέρχονται από τον ιστοχώρο: <http://www.eumetsat.int>

Υποσύστημα αποτίμησης καμένων εκτάσεων με τη χρήση δορυφορικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων MODIS

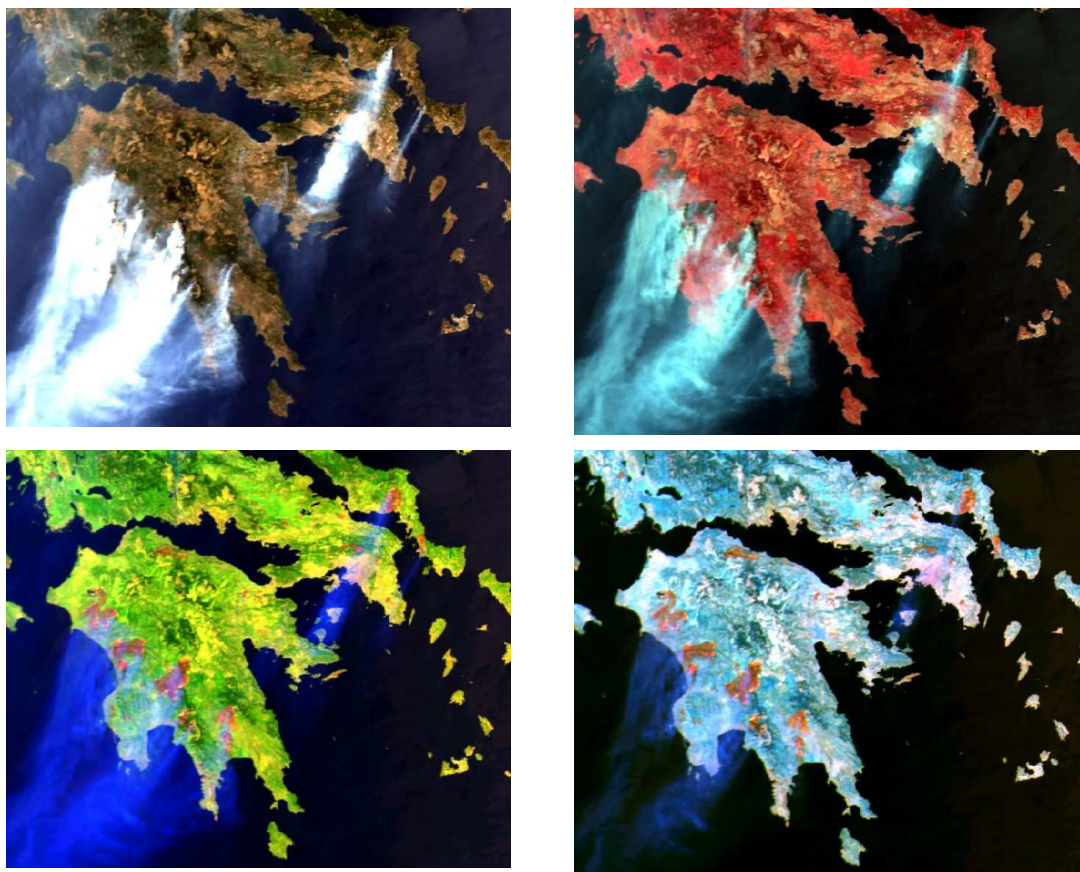
Οι τηλεπισκοπικές απεικονίσεις MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer) που παρέχονται ελεύθερα από τη NASA (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>), είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση της φυσικής γήινης επιφάνειας, των ωκεανών αλλά και της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας. Το πρόγραμμα MODIS διαθέτει δέκτες σε δυο διαφορετικούς δορυφόρους (Terra και Aqua) οι οποίοι καταγράφουν όλη την έκταση της γήινης επιφάνειας το πολύ δύο φορές την ημέρα. Με γεωμετρική διακριτική ικανότητα που ξεκινά στα 250m και φτάνει έως και το 1km, βελτιώνει και συμπληρώνει τη δυνατότητα λήψης δεδομένων που είχαν οι επιστήμονες με τη σειρά δορυφόρων NOAA-AVHRR. Σε αντίθεση με τους έως τώρα δέκτες αυτής της κατηγορίας, οι δέκτες MODIS έχουν σχεδιαστεί να παρέχουν μετρήσεις με υψηλή φασματική διακριτική ικανότητα σε 36 διαφορετικά κανάλια, δηλαδή σε 36 διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Πέρα από τα ορατά κανάλια (μπλε, πράσινο και κόκκινο) τα οποία δίνουν τη δυνατότητα για την σύνθεση φυσικών έγχρωμων τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, υπάρχουν κανάλια διασκορπισμένα σε περιοχές του φάσματος που καταγράφουν πληροφορία πολύ χρήσιμη και με άμεσες εφαρμογές για την Τηλεπισκόπηση. Πολύ συνοπτικά, υπάρχουν κανάλια στο υπέρυθρο φάσμα, με τα οποία γίνεται ανίχνευση και καταγραφή της βλάστησης και των υδάτινων όγκων, ενώ σε συνδυασμό με τα ορατά κανάλια, παράγεται πληροφορία για την κάλυψη και χρήση γης. Υπάρχουν κανάλια στο θερμικό υπέρυθρο που καταγράφουν την θερμοκρασία τόσο της επιφάνειας του πλανήτη, όσο της ατμόσφαιρας και των ωκεανών. Επιπλέον, υπάρχουν εξειδικευμένα κανάλια που καταγράφουν το φυτοπλαγκτόν των θαλασσών, τα θαλάσσια ρεύματα, το όζον, το ύψος των νεφών στην ατμόσφαιρα και πολλά άλλα.



Δορυφορικά δεδομένα MODIS σε φυσικό έγχρωμο σύνθετο και σε ψευδέγχρωμο σύνθετο.

Ειδικότερα για το πρόβλημα των πυρκαγιών, η φασματική και χρονική διακριτική ικανότητα των δεκτών MODIS αποτελούν μεγάλο πλεονέκτημα, το οποίο όμως αντισταθμίζεται από τη μέτρια γεωμετρική διακριτική ικανότητα. Παρόλα αυτά, λόγω της τεράστιας έκτασης που καταγράφουν, οι τηλεπισκοπικές απεικονίσεις του MODIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για μια πρώτη εκτίμηση της έκτασης των καμένων εκτάσεων αλλά και για μια αποτίμηση της απώλειας πράσινου στην επιφάνεια του πλανήτη. Κατ'επέκταση, παρέχουν το εργαλείο και για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο παρόν αλλά και στο άμεσο μέλλον.

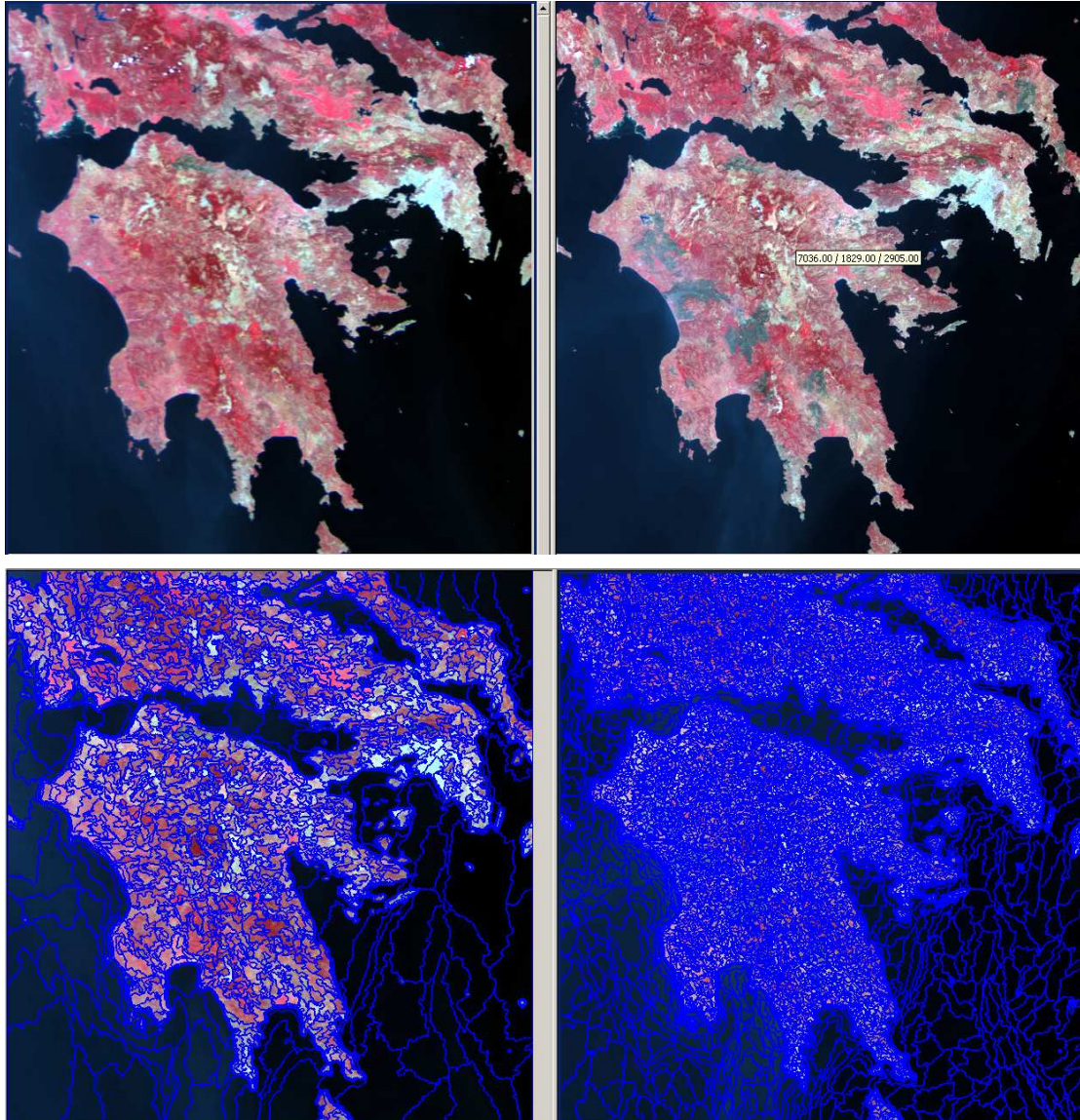
Το προτεινόμενο υποσύστημα υλοποιεί μια μεθοδολογία για την εκτίμηση της καμένης έκτασης. Τα δεδομένα MODIS είναι διαθέσιμα δωρεάν μερικές ημέρες μετά την συλλογή τους και αφού έχουν υποστεί μικρή αρχική ραδιομετρική και γεωμετρική διόρθωση. Τα δεδομένα αυτά θα είναι διαθέσιμα από τη Νομαρχία για να αξιοποιηθούν από το προτεινόμενο υποσύστημα μέσω κάποιο ηλεκτρονικού πρωτοκόλλου μεταφοράς αρχείων (FTP).



Εικόνες MODIS από τις πυρκαγιές του 2007 σε διάφορα έγχρωμα σύνθετα.

Διαμέσου του προτεινόμενου συστήματος θα επιτυγχάνεται η αυτόματη ταξινόμηση και αναγνώριση των καμένων εκτάσεων και η αποτίμηση των καταστροφών σε περιβάλλον GIS. Αυτό αρχικά θα βασίζεται σε απλές τεχνικές που αφορούν την ενίσχυση των εικόνων, τη δημιουργία έγχρωμων σύνθετων, τη χρήση φίλτρων, την εφαρμογή μαθηματικών τελεστών και την εκτέλεση πράξεων μεταξύ των διαφορετικών καναλιών του H/M φάσματος. Οι τεχνικές αυτές θα αποσκοπούν στην

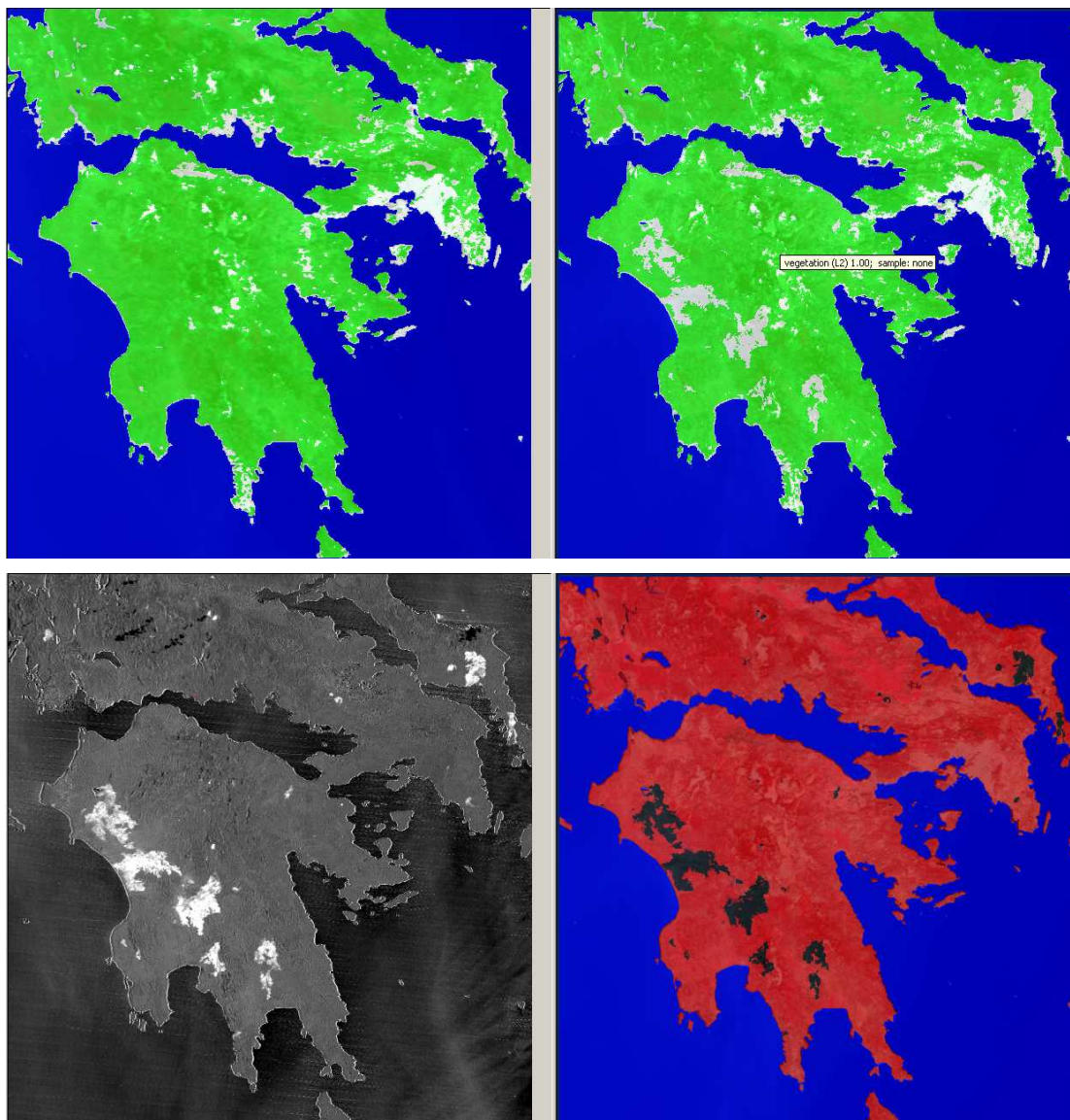
ανάδειξη των περιοχών ενδιαφέροντος, ώστε να είναι δυνατή η φωτοερμηνεία τους και στη συνέχεια η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων σε πιο σύνθετες και πολύπλοκες διαδικασίες ανάλυσης (πχ. αυτόματης αναγνώρισης).



Παράδειγμα εικόνων MODIS πριν και μετά την πυρκαγιά(πάνω). Κατάτμηση των εικόνων σε πρωτογεννή αντικείμενα με στόχο την αυτόματη αναγνώριση των καμένων εκτάσεων (κάτω).

Διαμέσου του προτεινόμενου συστήματος μπορούν να εφαρμοσθούν πιο προχωρημένες τεχνικές που αφορούν την ανίχνευση μεταβολών από διαχρονικές λήψεις δεδομένων, στη χρήση θερμικών καναλιών για τον εντοπισμό θερμικών ανωμαλιών στην φυσική γήινη επιφάνεια και στην ταξινόμηση των εικόνων για την αυτόματη καταγραφή κατηγοριών κάλυψης γης. Για τις παραπάνω διαδικασίες το προτεινόμενο υποσύστημα θα πρέπει να προσφέρει μεθόδους αντικειμενοστραφούς ανάλυσης εικόνας (Object Oriented Image Analysis), αναγνώρισης προτύπων και όρασης υπολογιστών για την αυτόματη αναγνώριση, οριοθέτηση και τελικά εμβαδομέτρηση των καμένων εκτάσεων. Σε αυτό το τελευταίο στάδιο το προσφερόμενο σύστημα θα υλοποιεί μια βάση γνώσης η οποία θα αυτοματοποιήσει το πρόβλημα της αναγνώρισης των καμένων εκτάσεων από τα διορθωμένα και

επεξεργασμένα δεδομένα MODIS ώστε να είναι δυνατόν να εκτελείται μαζικά και αποτελεσματικά επί καθημερινής βάσης, σε όλα τα δεδομένα που έρχονται στο σύστημα. Τα τελικά αποτελέσματα θα αποθηκεύονται σε μια χωρική βάση δεδομένων στην οποία θα έχουν πρόσβαση σταθμοί εργασίας ΓΣΠ (GIS).



Αναγνώριση της βλάστησης πριν και μετά την πυρκαγιά (πάνω) και αυτόματη οριοθέτηση των καμμένων εκτάσεων με αντικειμενοστραφή μεθοδολογία (κάτω).

Το προσφερόμενο υποσύστημα για την αποτίμηση καμμένων εκτάσεων βασίζεται στην επεξεργασία και ανάλυση των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων MODIS μέσης γεωμετρικής διακριτικής ικανότητας. Οι 2 δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά παρέχουν καθημερινά εικόνα από όλο τον πλανήτη και οι απεικονίσεις αυτές παρέχονται δωρεάν από τη NASA 2 μέρες εφόσον έχουν επεξεργαστεί κατάλληλα από το κέντρο λήψης.

Το προτεινόμενο υποσύστημα βασίζεται στις αρχικές αυτές απεικονίσεις MODIS για να λειτουργήσει. Εφόσον οι εικόνες αυτές κατέβουν από το διαδίκτυο, εισάγονται σε λογισμικό για αυτόματη γεωμετρική διόρθωση. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται

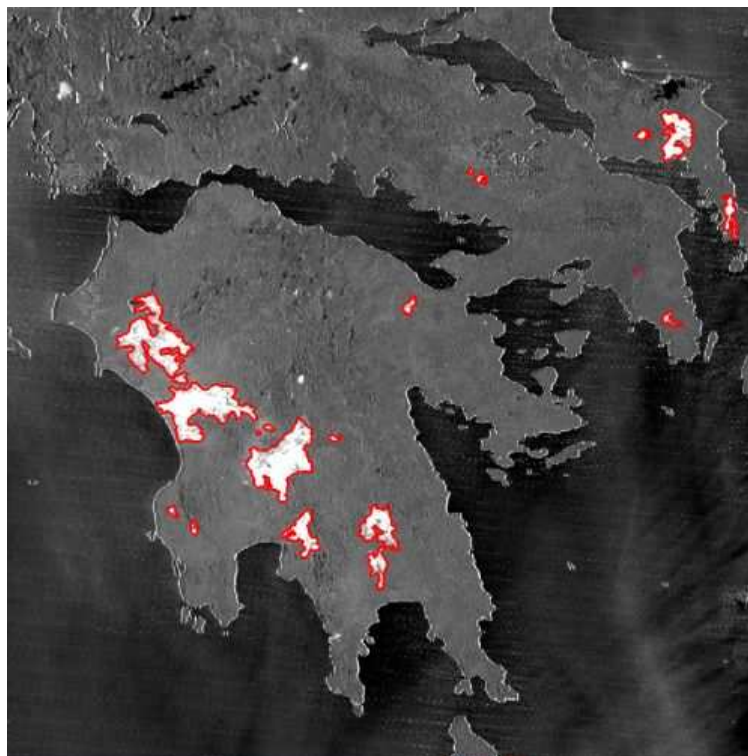
συνολικά από το ελεύθερο λογισμικό της NASA για την μετατροπή και επεξεργασία των εικόνων. Εφόσον πραγματοποιηθούν οι αυτόματες γεωμετρικές διορθώσεις, οι απεικονίσεις αναδομούνται σε κοινό μέγεθος εικονοστοιχείου (resampling) ώστε να αποκτήσουν όλα τα διαθέσιμα κανάλια μέγεθος εικονοστοιχείου ίσο με 500m. Η αναδόμηση αυτή είναι μη απωλεστική εφόσον 500 m είναι το ελάχιστο μέγεθος pixel. Στη συνέχεια τα φασματικά κανάλια των απεικονίσεων ενώνονται σε ένα κοινό πρότυπο ψηφιακού αρχείου ώστε να εισαχθεί σε κατάλληλο αλγόριθμο ταξινόμησης και ανάλυσης εικόνας.

Στη συνέχεια εφαρμόζονται από το υποσύστημα αλγόριθμοι κατάτμησης εικόνας ώστε να προκύψουν πρωτογενή αντικείμενα πάνω στην εικόνα. Με μεθόδους τόσο επιβλεπόμενης ταξινόμησης, όσο και τεχνικές ασαφούς ταξινόμησης και αναγνώρισης προτύπων πραγματοποιείται αυτόματη αναγνώριση των καμμένων εκτάσεων.

Ειδικότερα στην περίπτωση που υπάρχουν διαθέσιμες απεικονίσεις πριν την πυρκαγιά και μετά από αυτή, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής αλγορίθμου αντικειμενοστραφούς ανάλυσης εικόνας και ανίχνευσης μεταβολών που να αναδεικνύει με μεγαλύτερη ακρίβεια τις καμμένες περιοχές. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει και οι δυο εικόνες να έχουν υποστεί ραδιομετρική και γεωμετρική διόρθωση από τα παραπάνω λογισμικά.

Επιπρόσθετα, υπάρχει δυνατότητα καταγραφής των βημάτων ταξινόμησης σε ασαφή βάση γνώσης του συστήματος για την μελλοντική του χρήση σε άλλο συμβάν πυρκαγιάς. Φυσικά αυτό προϋποθέτει ότι δεν έχει αλλάξει το είδος των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων.

Το τελικό προϊόν του συστήματος αυτού είναι ένας ψηφιακός θεματικός χάρτης σε μορφή shape file ο οποίος μέσω του συστήματος διαχείρισης γεωγραφικών πληροφοριών μεταφέρεται στην κεντρική βάση δεδομένων του έργου και απεικονίζονται σε όλους τους σταθμούς εργασίας GIS.



Τελικό αποτέλεσμα αναγνώρισης καμμένων εκτάσεων σε διανυσματική μορφή για χρήση σε σύστημα GIS.

Πιλοτική υλοποίηση συστήματος διαδικτυακού GIS για την πυροπροστασία του ορεινού όγκου του Υμηττού

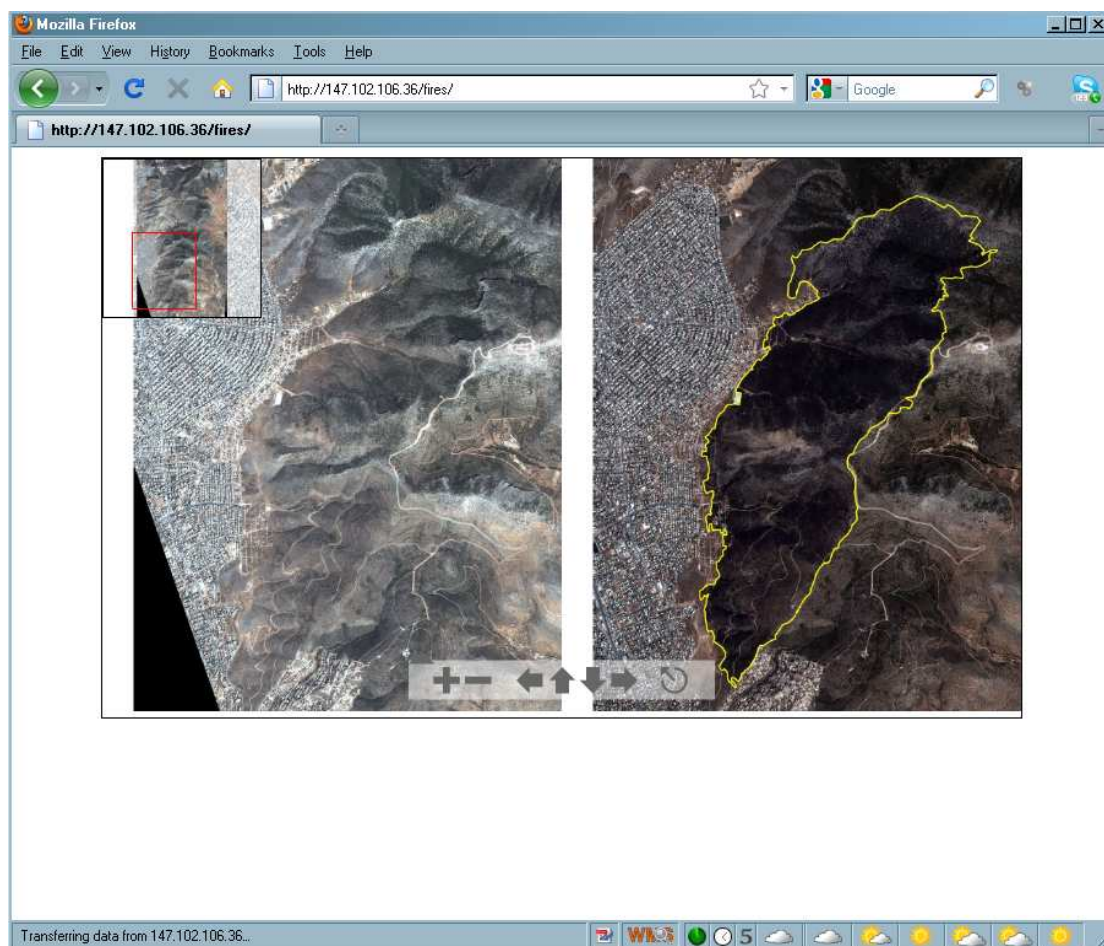
Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, αναπτύχθηκαν πιλοτικά δυο εφαρμογές Web GIS με σκοπό την ανάδειξη της ανάγκης για τη διάχυση της γεωγραφικής πληροφορίας μέσω διαδικτύου και την συνολική παρουσίαση των δεδομένων στα οποία βασίστηκαν οι μελέτες της ομάδας εργασίας.

Οι δυο εφαρμογές είναι διαθέσιμες από τις διευθύνσεις:

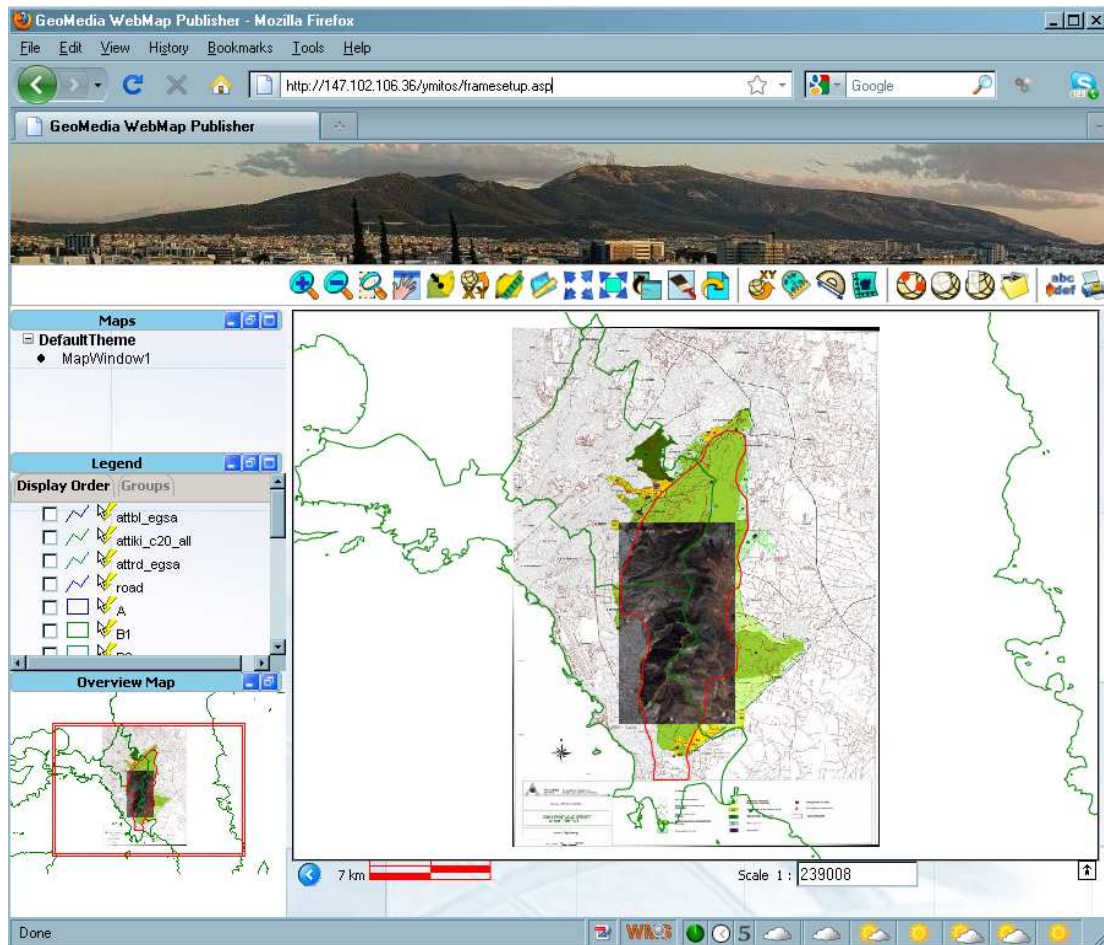
<http://147.102.106.36/fires/>

<http://147.102.106.36/ymitos/>

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε 2 σχήματα οι αρχικές σελίδες των 2 εφαρμογών.



Εφαρμογή παρουσίασης εικονιστικών δεδομένων (raster) πριν και μετά την πυρκαγιά του 2009.



Εφαρμογή παρουσίασης διανυσματικών δεδομένων αλλά και εικονιστικών σε περιβάλλον Web GIS.

Τεχνικές Προδιαγραφές Εφαρμογών

Εφαρμογή Προσδιορισμού είδους βλάστησης με μεθόδους τηλεπισκόπησης & Εφαρμογή αποτίμησης καμένων εκτάσεων με τη χρήση δορυφορικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων Modis

Και οι δύο αυτές εφαρμογές, παρ' ότι διαφορετικές θα διαμοιράζονται επίσης και εξειδικευμένα λογισμικά που θα εκτελούν τουλάχιστον τις ακόλουθες εργασίες:

Λογισμικό επεξεργασίας υπερφασματικών τηλεπισκοπικών δεδομένων, που να είναι σε θέση να πραγματοποιεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Δυνατότητα ανάγνωσης εικόνων σε μορφή raster για τα παρακάτω format εικόνων (GEOTIFF, JPEG2000, IMAGINE, HDF, ERS BIL).
- Δυνατότητα προβολής δισδιάστατων ιστογραμμάτων.
- Δυνατότητα δημιουργίας χωρικών φίλτρων.
- Δυνατότητα προβολής πολλαπλών έγχρωμων συνθέτων.

- Δυνατότητα ενίσχυσης εικόνων με μεθόδους μετασχηματισμού ιστογραμμάτων, με πράξεις καναλιών και μαθηματικούς μετασχηματισμούς (πχ. PCA).
- Ενσωμάτωση αλγορίθμων επιλογής χαρακτηριστικών (πχ. Spectral Information Measure, Hidden Markov Model, Spectral Angle Mapper ή αντίστοιχο)
- Ενσωμάτωση αλγορίθμων εξαγωγής χαρακτηριστικών (πχ. Principal Component Analysis ή Minimum Noise Fraction ή Discriminant Analysis)
- Ενσωμάτωση αλγορίθμων ταξινόμησης φασματικών στόχων ανά εικονοστοιχείο (πχ. Spectral Angle Mapper ή Support Vector Machines)
- Ενσωμάτωση αλγορίθμων ανίχνευσης ανωμαλιών

Λογισμικό Αντικειμενοστραφούς Ανάλυσης Εικόνας με τις παρακάτω δυνατότητες:

- Δυνατότητα κατάτμησης εικόνας πολλαπλών επιπέδων.
- Δυνατότητα καθορισμού παραμέτρων κατάτμησης εικόνας από το χρήστη.
- Δυνατότητα χρήσης πολλαπλών δορυφορικών δεδομένων διαφορετικής χωρικής και ραδιομετρικής διακριτικής ικανότητας σε ενιαίο περιβάλλον εργασίας για ταυτόχρονη επεξεργασία.
- Δυνατότητα υλοποίησης αντικειμενοστραφούς μοντέλου εργασίας για την αυτόματη ταξινόμηση κατηγοριών.
- Δυνατότητα κληρονομικότητας μεταξύ των κατηγοριών του αντικειμενοστραφούς μοντέλου.
- Δυνατότητες ταξινόμησης αντικειμένων με χρήση τεχνικών μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.
- Δυνατότητες ταξινόμησης αντικειμένων με χρήση τεχνικών επιβλεπόμενης ταξινόμησης και λήψης δειγμάτων εκπαίδευσης.
- Δυνατότητες διαχείρισης ασάφειας στην ταξινόμηση
- Δυνατότητες ταξινόμησης με χρήση τεχνικών μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.
- Δυνατότητες αποθήκευσης αποτελεσμάτων σε αρχεία vector (ShapeFiles)
- Δυνατότητες αποθήκευσης αποτελεσμάτων σε αρχεία raster (IMAGINE, GEOTIFF, JPEG κλπ)
- Δυνατότητα αξιολόγησης αποτελεσμάτων ταξινόμησης με πίνακες σύγχυσης.
- Δυνατότητα εισαγωγής μαθηματικών τύπων από το χρήστη για τον υπολογισμό αριθμητικών ιδιοτήτων των αντικειμένων την εικόνας
- Δυνατότητα προβολής δισδιάστατων ιστογραμμάτων.
- Δυνατότητα ταξινόμησης αντικειμένων με χωρικές σχέσεις.
- Λογισμικό Ανάλυσης Εικόνας και Επεξεργασίας Τηλεπισκοπικών Απεικονίσεων:
- Δυνατότητα προβολής δισδιάστατων ιστογραμμάτων.
- Δυνατότητα δημιουργίας χωρικών φίλτρων.
- Δυνατότητα προβολής πολλαπλών έγχρωμων συνθέτων.

- Δυνατότητα ενίσχυσης εικόνων με μεθόδους μετασχηματισμού ιστογραμμάτων, με πράξεις καναλιών και μαθηματικούς μετασχηματισμούς (πχ. PCA).
- Δυνατότητα αποθήκευσης εικόνων σε μορφή raster για τα παρακάτω format εικόνων (GEOTIFF, JPEG2000, IMAGINE, HDF).

Εφαρμογή αυτόματης αναγνώρισης πυρκαγιών από δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα χαμηλής διακριτικής ικανότητας

Για την συγκεκριμένη εφαρμογή απαιτείται η εγκατάσταση ενός επίγειου σταθμού λήψης τηλεπισκοπικών δεδομένων METEOSAT (MSG SEVIRI - Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) τα οποία θα λαμβάνονται κάθε 15 λεπτά. Ο σταθμός αυτός θα πρέπει να λαμβάνει εικόνα από το δορυφόρο και θα αποθηκεύει τα δεδομένα σε δικτυακό χώρο αποθήκευσης. Στη συνέχεια θα υλοποιηθεί ένας εξυπηρετητής εφαρμογών (application server) στον οποίο θα γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από το σταθμό. Θα πρέπει επίσης να υλοποιηθεί λογισμικό το οποίο θα επεξεργάζεται ραδιομετρικά και γεωμετρικά τις εικόνες με αυτόματο τρόπο ώστε να τροφοδοτεί στη συνέχεια επόμενο λογισμικό ανίχνευσης πυρκαγιάς.

Τέλος, θα πρέπει να υλοποιηθεί αλγόριθμος ανίχνευσης θερμικών ανωμαλιών στο κατάλληλο φασματικό κανάλι του δέκτη (3.9 μm ~ 4 μm). Τα δεδομένα εξόδου από τον αλγόριθμο αυτό θα γεωαναφέρονται αυτόματα και θα αποθηκεύονται σε χωρική βάση δεδομένων για την ανάκτηση τους από το κεντρικό σύστημα του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών.

Για την εφαρμογή αυτή θα χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα λήψης δεδομένων EUMETCast που αποτελείται από έναν υπολογιστή με πρόσθετες δυνατότητες λήψης δορυφορικών δεδομένων DVB και μια δορυφορική κεραία λήψης με τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Η κεραία λήψης πρέπει να αποτελείται από ένα δορυφορικό κάτοπτρο διαμέτρου τουλάχιστον 1,4 μέτρων για οποιοδήποτε σημείο της Ελλάδας ενώ θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα universal V/H LNB. Για την απρόσκοπτη και πλήρη διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων απαιτούνται ικανά σε αριθμό συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών που θα αποφασίσει να προσφέρει ο προσφέρων ώστε να μπορούν να αναλάβουν τις διαδικασίες της αποθήκευσης των ψηφιακών δεδομένων, της επεξεργασίας και της λήψης. Το σύστημα πρέπει να έχει αποθηκευτικούς χώρους ώστε να καλύπτει πλήρως μια περίοδο έξι μηνών πλήρους σετ δεδομένων. Επίσης απαιτείται μια κάρτα PCI λήψης σήματος DVB και μια διαθέσιμη θύρα τύπου USB για την τοποθέτηση του κλειδιού αποκωδικοποίησης των δεδομένων.

Για την ορθή λειτουργία του συστήματος η Νομαρχία θα φροντίσει με δική της ευθύνη να προμηθευτεί και να συντηρεί την άδεια χρήσης και τον απαιτούμενο εξοπλισμό (κλειδί και λογισμικό) από την Eumetsat.

Κατά την συνεχή αυτόματη λειτουργία του το σύστημα λήψης θα πρέπει να πραγματοποιεί αδιάλειπτα την λήψη των δορυφορικών δεδομένων, την αποκωδικοποίηση και αποθήκευσή τους. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να εκτελείται σε κύκλους 15 λεπτών παράλληλα με την καταγραφή των δεδομένων από τον δέκτη. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται συμπιεσμένα ώστε να καταλαμβάνουν τον ελάχιστο δυνατό χώρο αποθήκευσης ενώ παράλληλα τον μικρότερο χρόνο μετάδοσης μέσω δικτύου.

Παράλληλα ο χειριστής του συστήματος επεξεργασίας:

- Θα λαμβάνει από τον σταθμό λήψης την τελευταία ομάδα δεδομένων

- Θα την αποσυμπιέζει και για συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος την οποία ορίζει θα μπορεί να εκτελεί τον αλγόριθμο απεικόνισης “ενεργών σημείων” (hot spots) τα οποία και θα εμφανίζει ως πιθανές ή εν δυνάμει πυρκαγιές.
- Στην συνέχεια ο χειριστής και με συναξιολόγηση πρόσθετων δεδομένων πεδίου θα καταγράφει – χαρακτηρίζει τα σημεία αυτά ως πυρκαγιές ή απλά σφάλματα στον αλγόριθμο.
- Το σύστημα θα μπορεί να λαμβάνει πέραν του MSG SEVIRI σε πραγματικό χρόνο (15 λεπτά). Για τα δεδομένα αυτά θα πραγματοποιεί αυτόματα ραδιομετρική & γεωμετρική διόρθωση και οι χρόνοι εκτέλεσης των αυτόματων ραδιομετρικών μετασχηματισμών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων πρέπει να είναι κάτω των 30 sec ενώ της αυτόματης ανίχνευσης πυρκαγιάς με χρόνο εκτέλεσης ανά λήψη κάτω των 30 sec.