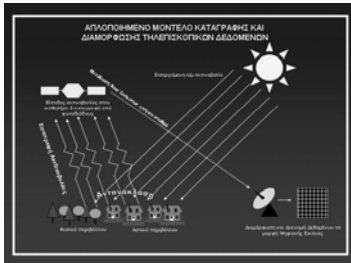


## Τηλεπισκόπηση



Κ. Ποϊραζίδης

## Τηλεπισκόπηση

### ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- Η ταξινόμηση εικόνας αναφέρεται στην ερμηνεία με χρήση υπολογιστή των τηλεπισκοπικών εικόνων.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- Παρόλο που ορισμένες διαδικασίες έχουν τη δυνατότητα να συμπεριλάβουν πληροφορίες σχετικές με χαρακτηριστικά της εικόνας όπως η υφή και το θέμα,
- η πλειονότητα των τεχνικών ταξινόμησης εικόνας βασίζονται αποκλειστικά στην ανίχνευση των φασματικών υπογραφών των κατηγοριών κάλυψης εδάφους.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- Η επιτυχία της λειτουργίας αυτής βασίζεται σε δύο πράγματα:
  - 1) την παρουσία διακριτών υπογραφών των κατηγοριών κάλυψης εδάφους που ενδιαφέρουν στην ομάδα ζωνών που χρησιμοποιείται,
  - και 2) στην δυνατότητα αξιόπιστου διαχωρισμού των υπογραφών αυτών από άλλα σχήματα φασματικής απόκρισης που μπορεί να είναι παρόντα.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- Υπάρχουν δύο γενικές προσεγγίσεις στην ταξινόμηση εικόνας:
  - η επιβλεπόμενη και η μη επιβλεπόμενη.
- Διαφέρουν ως προς το πώς γίνεται η ταξινόμηση.
- Στην περίπτωση της επιβλεπόμενης ταξινόμησης, το λογισμικό διακρίνει συγκεκριμένους τύπους κάλυψης εδάφους σύμφωνα με στατιστικό χαρακτηρισμό των δεδομένων από γνωστά παραδείγματα στην εικόνα (γνωστά και ως σημεία εκπαίδευσης).

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- Υπάρχουν δύο γενικές προσεγγίσεις στην ταξινόμηση εικόνας:
  - η επιβλεπόμενη και η μη επιβλεπόμενη.
- Στην μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, όμως, το λογισμικό χρησιμοποιείται για να αποκαλύψει τους πιο συχνά παρατηρούμενους τύπους κάλυψης, ενώ ο αναλυτής τους ερμηνεύει σε μετέπειτα στάδιο.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**

### *Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*

- Το πρώτο βήμα στην επιβλεπόμενη ταξινόμηση είναι η αναγνώριση παραδειγμάτων των κατηγοριών
  - (δηλαδή των τύπων κάλυψης εδάφους) που μας ενδιαφέρουν στην εικόνα.
- Αυτά αποκαλούνται σημεία εκπαίδευσης.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- *Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*
- Το λογισμικό στη συνέχεια αναπτύσσει έναν στατιστικό χαρακτηρισμό των αντανακλάσεων για κάθε κατηγορία.
- Το στάδιο αυτό αποκαλείται ανάλυση υπογραφών και μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός χαρακτηρισμού τόσο απλού όσο ο μέσος όρος ή το εύρος των αντανακλάσεων σε κάθε ζώνη.
- ή τόσο πολύπλοκου όσο οι λεπτομερείς αναλύσεις του μέσου όρου, των διακυμάνσεων και των συνδιακυμάνσεων σε όλες τις ζώνες.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**

### *Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*

- Μετά την ολοκλήρωση του στατιστικού χαρακτηρισμού της κάθε κατηγορίας, η εικόνα ταξινομείται εξετάζοντας τις αντανακλάσεις σε κάθε ψηφίδα και λαμβάνοντας την απόφαση για το ποια υπογραφή ταιριάζει περισσότερο.
- Υπάρχουν διάφορες τεχνικές για τη λήψη αυτών των αποφάσεων, οι οποίες ονομάζονται ταξινομητές. Τα περισσότερα λογισμικά επεξεργασίας εικόνας παρέχουν πολλούς ταξινομητές βασισμένους σε διάφορους κανόνες.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**
- *Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*
- Σε αντίθεση με την επιβλεπόμενη ταξινόμηση, όπου εμείς λέμε στο σύστημα τον χαρακτήρα (δηλαδή την υπογραφή) των κατηγοριών που ψάχνουμε,
- η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση δεν απαιτεί προηγούμενες πληροφορίες για τις κατηγορίες ενδιαφέροντος.

## Τηλεπισκόπηση

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ**

### *Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*

- Αντίθετα, εξετάζει τα δεδομένα και τα διαιρεί στις πιο κυρίαρχες φυσικές φασματικές ομαδοποιήσεις που υπάρχουν στα δεδομένα.
- Ο αναλυτής στη συνέχεια αναγνωρίζει αυτές τις ομαδοποιήσεις ως κατηγορίες κάλυψης εδάφους συνδυάζοντας την εξοικείωση με την περιοχή και επισκέψεις στο χώρο του εδάφους που εξετάζεται.

## Τηλεπισκόπηση

### • ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

*Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση*

- Για παράδειγμα,
- το σύστημα μπορεί να αναγνωρίσει κατηγορίες για άσφαλο και τσιμέντο τις οποίες ο αναλυτής να ομαδοποιήσει στη συνέχεια σε μια κατηγορία που να αποκαλείται οδόστρωμα.

## Τηλεπισκόπηση

### • ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

*Εκτίμηση Ακρίβειας*

- Ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία ταξινόμησης, επιβλεπόμενης ή μη, είναι η εκτίμηση της ακρίβειας των τελικώς παραγόμενων εικόνων.
- Αυτή περιλαμβάνει τον ορισμό δειγματοληπτικών θέσεων τις οποίες επισκεπτόμαστε στο πεδίο.

## Τηλεπισκόπηση

### • ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

*Εκτίμηση Ακρίβειας*

- Η κάλυψη εδάφους στο πεδίο συγκρίνεται με αυτήν που χαρτογραφείται από την εικόνα στην ίδια θέση.
- Στην συνέχεια μπορούμε να λάβουμε στατιστικές εκτιμήσεις της ακρίβειας για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, καθώς και για ξεχωριστές κατηγορίες.

## Τηλεπισκόπηση

### *Μετασχηματισμός Εικόνας*

- Η ψηφιακή επεξεργασία εικόνας παρέχει απεριόριστο αριθμό πιθανών μετασχηματισμών στα τηλεπισκοπικά δεδομένα.
  - Ενδεικτικά αναφέρουμε την ανάλυση κύριων τμημάτων (principal component analysis – PCA),
  - το ελάχιστο κλάσμα θορύβου, την χρονική ανάλυση Fourier, υπολογισμούς υψής,
  - θερμικούς μετασχηματισμούς μελανών σωμάτων,
  - και δείκτες βλάστησης.

## Τηλεπισκόπηση

### *Μετασχηματισμός Εικόνας*

*Δείκτες Βλάστησης*

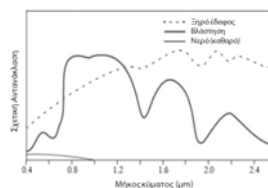
- Υπάρχουν διάφοροι δείκτες βλάστησης που έχουν αναπτυχθεί για την παρακολούθηση της βλάστησης.
- Οι περισσότεροι βασίζονται σε διάφορες αλληλεπιδράσεις μεταξύ βλάστησης και ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο κόκκινο και κοντινό υπέρυθρο μήκος κύματος.

## Τηλεπισκόπηση

### *Μετασχηματισμός Εικόνας*

*Δείκτες Βλάστησης*

- Ας δούμε ξανά το Σχήμα το οποίο περιλαμβάνει ένα γενικευμένο σχήμα φασματικής απόκρισης για πλατύφυλλη πράσινη βλάστηση.

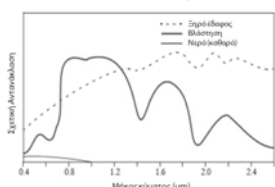


## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης

- Όπως φαίνεται, η αντανάκλαση στην κόκκινη περιοχή (περίπου 0,6 – 0,7μ) είναι χαμηλή λόγω της απορρόφησης από τα φύλλα (βασικά από τη χλωροφύλλη).

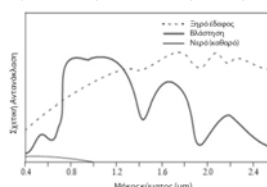


## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης

- Η υπέρυθρη περιοχή όμως (περίπου 0,8 – 0,9μ) χαρακτηριστικά δείχνει υψηλή αντανάκλαση λόγω της διασποράς από την κυτταρική δομή των φύλλων.

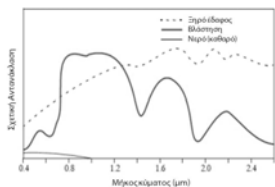


## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης

- Μπορεί, επομένως, να αναπτυχθεί ένας πολύ απλός δείκτης βλάστησης συγκρίνοντας το μέγεθος της υπέρυθρης αντανάκλασης με αυτό της κόκκινης αντανάκλασης.

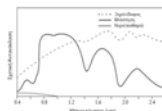


## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης

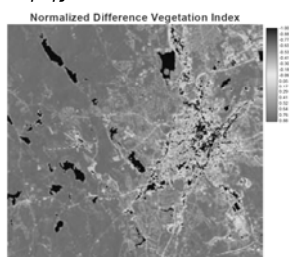
- Παρόλο που υπάρχουν διάφορες παραλλαγές αυτής της βασικής λογικής, αυτή που τυγχάνει της μεγαλύτερης προσοχής είναι ο δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (normalised difference vegetation index – NDVI).
- Υπολογίζεται ως εξής:  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ,
  - όπου NIR είναι το κοντινό υπέρυθρο και R είναι το κόκκινο.



## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης



## Τηλεπισκόπηση

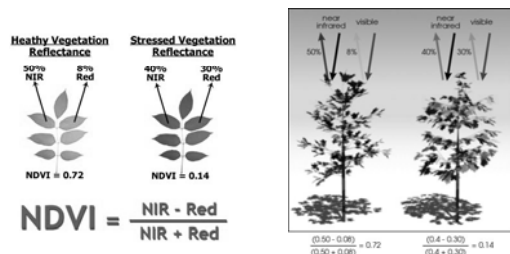
### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Δείκτες Βλάστησης

- Αυτός ο τύπος υπολογισμού είναι αρκετά απλός για ένα λογισμικό GIS ή επεξεργασίας εικόνας, και το αποτέλεσμα έχει δείχθει να συσχετίζεται πολύ καλά με επίγειες μετρήσεις της βιομάζας.
- Παρόλο που ο NDVI απαιτεί ειδική στάθμιση για να χρησιμοποιηθεί για πραγματικές μετρήσεις βιομάζας, πολλές οργανώσεις τον θεωρούν χρήσιμο ως σχετικό μέτρο για λόγους παρακολούθησης.

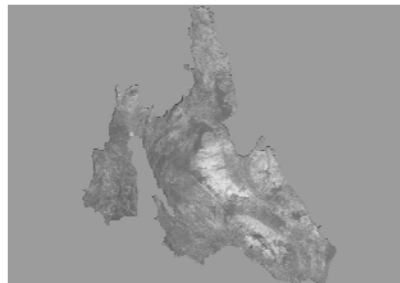
## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Δείκτες Βλάστησης



## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Δείκτες Βλάστησης



## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- Η Ανάλυση Κύριων Τμημάτων (Principal Component Analysis – PCA) είναι μια τεχνική γραμμικού μετασχηματισμού σχετική με την Ανάλυση Παραγόντων.
- Δοσμένης μιας ομάδας ζωνών εικόνας, η PCA παράγει μια νέα ομάδα εικόνων, γνωστών ως τμημάτων, οι οποίες δεν είναι συσχετισμένες μεταξύ τους και είναι διατεταγμένες ανάλογα με το ποσό της διακύμανσης που αποδίδουν από την αρχική ομάδα ζωνών.

## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- Η PCA χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά στην τηλεπισκόπηση ως μέσο για συμπύκνωση των δεδομένων.
- Σε μια τυπική ομάδα ζωνών πολυφασματικής εικόνας, είναι σύνηθες να βρίσκουμε ότι τα πρώτα δύο ή τρία τμήματα μπορούν να αποδώσουν ουσιαστικά όλη την αρχική μεταβλητότητα στις τιμές αντανάκλασης.

## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- Τα επόμενα τμήματα, επομένως, τείνουν να κυριαρχούνται από τα αποτελέσματα του θορύβου.
- Απορρίπτοντας τα τμήματα αυτά, ο όγκος των δεδομένων μειώνεται χωρίς ουσιαστική απώλεια πληροφοριών.

## Τηλεπισκόπηση

Μετασχηματισμός Εικόνας  
Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- Δεδομένου ότι τα τελευταία αυτά τμήματα κυριαρχούνται από θόρυβο, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η PCA ως τεχνική απομάκρυνσης θορύβου.
- Επίσης, τελευταία η PCA έχει δείχθει ότι έχει ειδική εφαρμογή στην περιβαλλοντική παρακολούθηση.
- Σε περιπτώσεις όπου παρέχονται πολυφασματικές εικόνες για δύο ημερομηνίες, οι ζώνες και από τις δύο εικόνες μπορούν να περαστούν από την PCA σαν να προέρχονταν από μία εικόνα.

## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- Στις περιπτώσεις αυτές, οι αλλαγές μεταξύ των δύο ημερομηνιών τείνουν να αναδεικνύονται στα τελευταία τμήματα.

## Τηλεπισκόπηση

### Μετασχηματισμός Εικόνας

#### Ανάλυση Κύριων Τμημάτων

- PCA

