

Mašīnmācīšanās izmantošana tālzonvēšanas datu apstrādes automatizācijā

Agris Traškovs Mg.sc. Comp.

Darba vadītājs: Asociētais profesors Jānis Zuters, Dr. dat.

Tālzondēšana

Tālzondēšana (remote sensing – LZA attālā uzrāde) ir informācijas iegūšanas zinātne (un māksla) par objektiem, teritorijām vai fenomeniem, analizējot datus, kas tiek iegūti ar ierīcēm, kas nav tiešā kontaktā ar pētāmo objektu, teritoriju vai fenomenu. [Lillesand]

Automātiskā (datu apstrādes) sistēma

- Tehnoloģisks risinājums(instrumentāliju kopa, kas darbojas kā viens viensums), kas veic noteiktu datu apstrādes procedūru kopu, bez cilvēku iesaistīšanās, gala rezultātā izveidojot iepriekš definētu produktu
- Sistēmai ir atgriezeniskās saite ar ko kontrolēt sistēmas rezultātu pienācīgu izveidi, apstrādes funkciju maiņu

Pamatuzdevums

- Izveidot sistēmu, kas automātiski spēj veikt satelītattēlu apstrādi
- Virs jūras – izplūdušas naftas plankumu atrašana (Geoilwatch)
- Virs sauszemes zemes kategoriju sadalījuma atpazīšana (urbānā vide, lauksaimniecības zeme, meža teritorija u.t.t.) (MNKC)
- Šobrīd neeksistē šāda automātiskās atpazīšanas sistēma [1] – tuvākais naftai ir CleanSeaNet

Pamatproblēmas

- Nepieciešami regulāri novērojumi, lielām platībām (jūras, sauszemes gadījumi atšķirīgi)
- Laikapstākļi, sezonas ietekmē novērojumu rezultātus
- Bez paraugdatiem ir netriviāli izveidot klašu sadalījumu
- Nodrošināt pietiekami augstu ticamību iegūtajiem rezultātiem (lietotāju aptauja esošajiem risinājumiem – 40% ticamība)[Geoilwatch]

Naftas plankumu atpazīšana jūrā

- Viļņu, laikapstākļu, naftas atspīdumu līdzība ar citiem fenomeniem un mainīga spektrālā profila dēļ optiskie attēli ļoti nepiemēroti (ir iestrādes hiperspektrālo attēlu izmantošanā)
- Radarattēlos iespējams atpazīt naftas plankumus (ja pietiekama izšķirtspēja) jebkurā diennakts laikā
- Plankuma izmēri, forma ir mainīgi, bet ir raksturojami
- Dabisko un kuģu izlaisto plankumu raksturojumi atšķirīgi

SAR

- Mikroviļņu (parasti aktīvā) sistēma, izmanto satelīta virzību, lai simulētu garu antenu
- **L**(15-30 cm) 1-2GHz, **S**(8-15 cm)2-4GHz, **C**(4-8 cm)4-8GHz, **X**(2.5-4 cm) 8-12 GHz, **K**(0.75-1.2cm un 1.7-2.5cm) 27-40 GHz un 12-18 GHz
- Kapilārie viļņi vāja vēja(1.5m/s ~8m/s) apstākļos veido “gaišu” attēlu, nafta slāpē kapilāros viļņus, līdz ar to veido “tumšu” apgabalu
- Polarizācijas loma vēl tiek pētīta, vispārīgā gadījumā VV ir labāks nekā HH [Solberg, 2012]

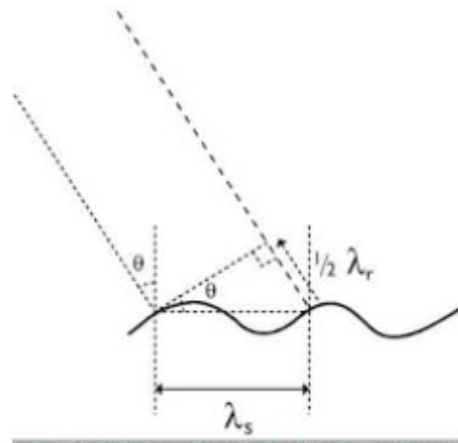


Figure 1: Geometry of the Bragg resonance scattering.

Satellite	Band	frequency	λ_r	θ range	λ_s range
Radarsat-2	C	5.405 GHz	5.56 cm	[20°, 45°]	[8.1 cm, 3.9 cm]
Sentinel-1	C	5.405 GHz	5.56 cm	[20°, 45°]	[8.1 cm, 3.9 cm]
TerraSAR-X	X	9.650 GHz	3.11 cm	[20°, 55°]	[4.5 cm, 1.9 cm]
COSMO-SkyMed	X	9.600 GHz	3.12 cm	[20°, 60°]	[4.6 cm, 1.8 cm]

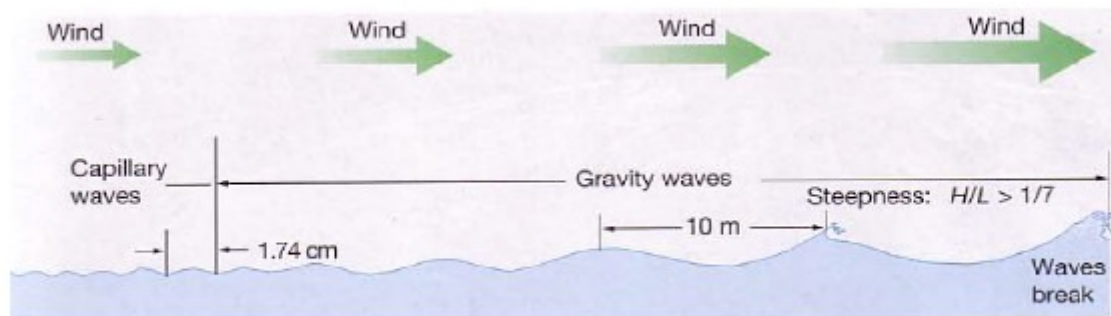
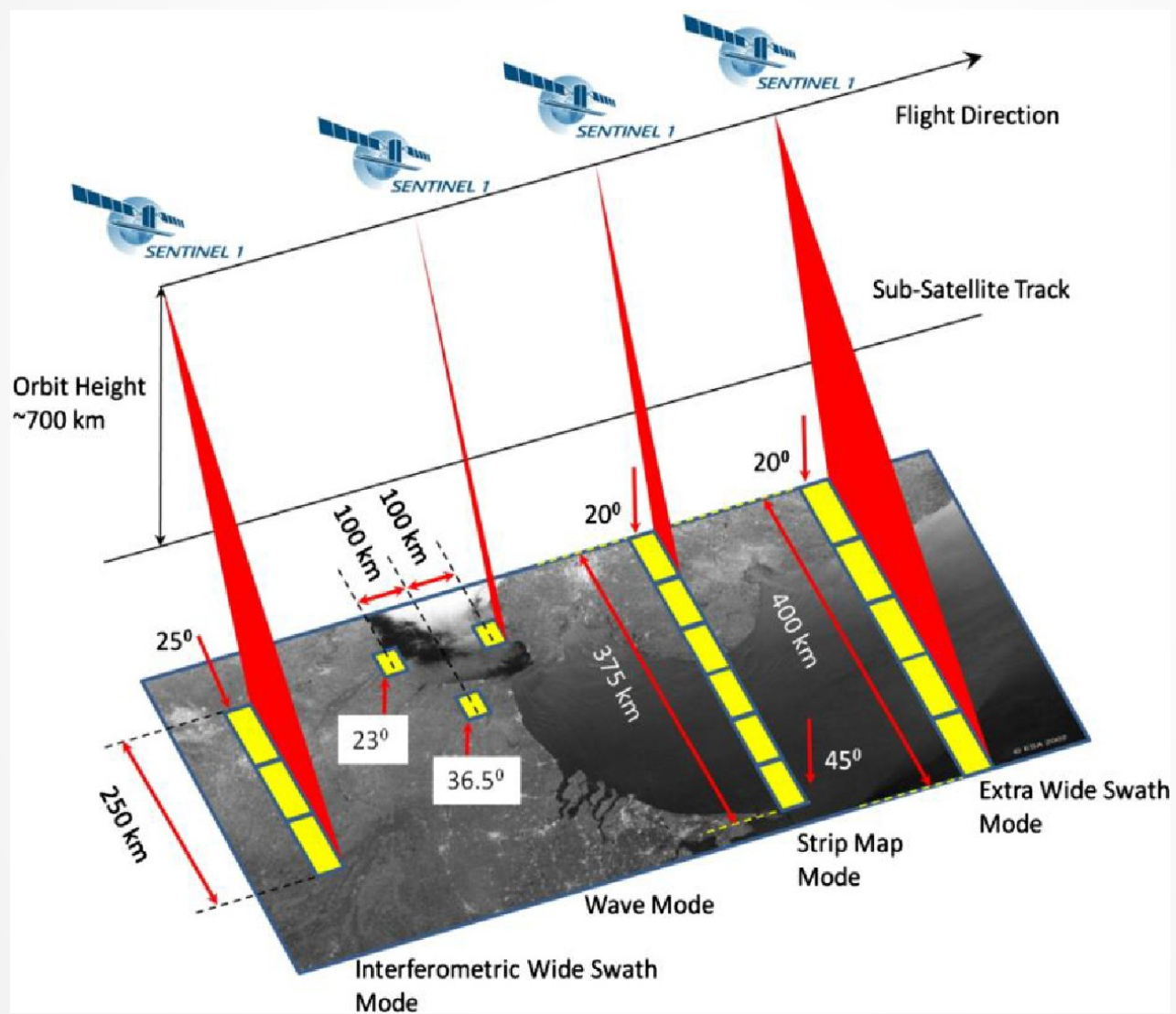


Figure 2: Schematic evolution of sea surface waves as wind speed increases.



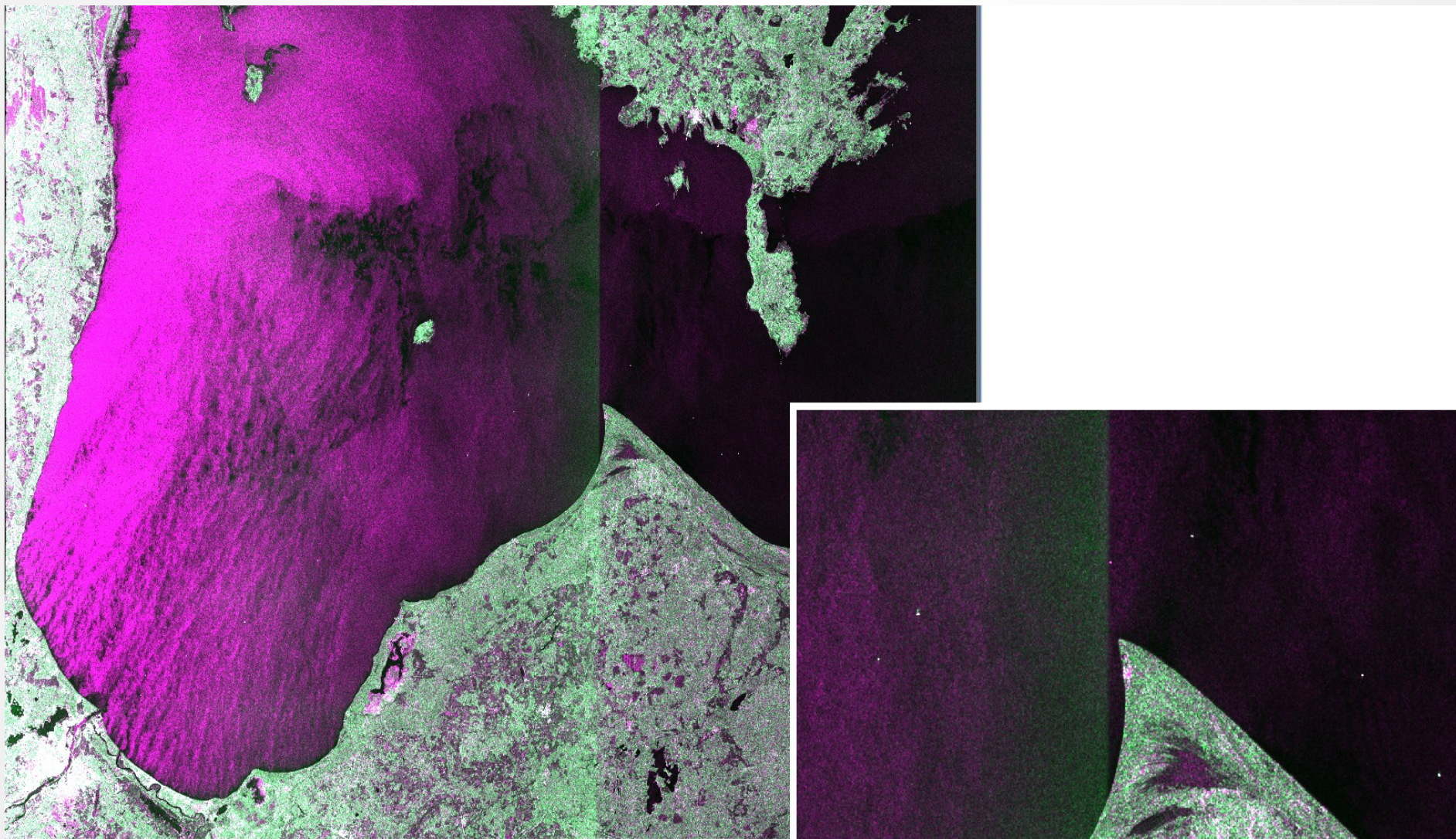
Aktuālās problēmas

- Bezvēja apgabali, lietuss apgabali, vēja frontes, aļģu ziedēšana u.c. Radarā izskatās līdzīgi (šobrīd ļoti plaši tiek pētīta problēma)
- Plankuma atklāšanas precizitāte (atkarīgs no attēla izšķirtspējas)
- Liela viltus trauksmju iespēja

Iespējamie risinājumi

- Neironu tīklu izmantošana plankumu atpazīšanā
- Izveidot plankumu ticamos “skeletus”(fuzzy logic, tekstūras analīze)
- Iegūt papilddatus par laikapstākļiem un veikt datu analīzi (GIS)
- Izmaiņu novērošana klašu sadalījumā
- Visticamāk dažādu pieeju kombinācija

Datu režīmu problēma



Sentinel 1A paraugattēls - ©ESA

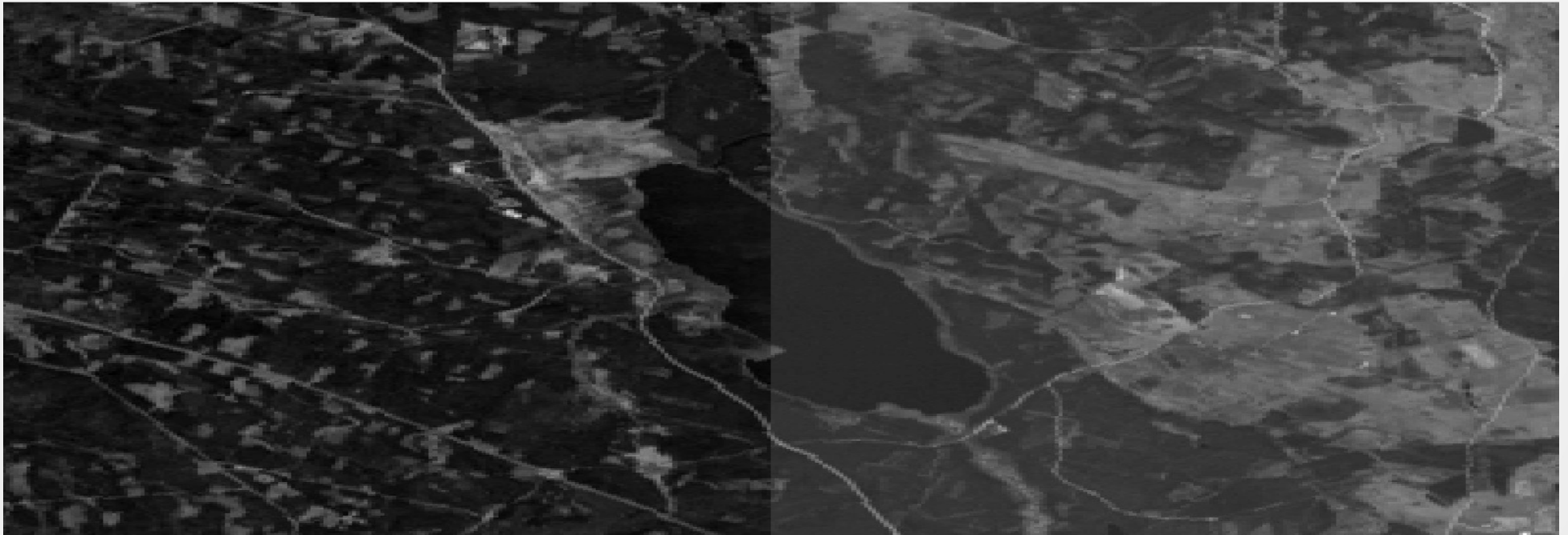
Sauszemes virsmas klases

- Bez lielas parauglaukumu datu bāzes noteikt zemes virsmas klases
- Izmantojot satelītattēlus, kas uzņemti dažādos laikos noteikt izmaiņas, kuri apgabali un kādas jaunās klases
- Vai ir iespējams izgūt kādus klases parametrus no satelītattēliem

Priekšapstrāde

- Ģeometriskās korekcijas
- Mākoņu noņemšana (optiskie attēli)
- Ūdens apgabalu noņemšana(?)
- Normalizācija(?)

Landsat attēls ©USGS



Iespējamie risinājumi

- FCM (kāds no uzlabotajiem variantiem : Gustafson-Kessel clustering, Kernelized fast global FCM, Automatic histogram based FCM)
- Neironu tīkli
- Apvienotās metodes (hibrīdās, piemēram FCM apvienojot ar ģenētiskajiem algoritmiem vai simulated annealing)

FCM

Algorithm

1. Randomly initialize the membership matrix U following to the constraints:

$$\sum u_{ij}=1, \text{ for } \forall j=1, \dots, n$$

2. Calculate centroids v_i using:

$$v_i = \sum (u_{ij})_{m \times j} / \sum (u_{ij})_m$$

3. Compute dissimilarity function:

$$J(U, v_1, v_2, \dots, v_c) = \sum \sum (u_{ij})_m (d_{ij})^2$$

4. If difference in J value between iterations is $< \epsilon$, then stop the iterations, else calculate new U using:

$$u_{ij} = 1 / \sum (d_{ij} / d_{kj})^{2/(m-1)}$$

Variables

c – number of spectral classes specified by the user

n – number of pixels in the image to be processed

f – number of satellite image frequency bands

x_j – j th pixel vector of size $1 \times f$

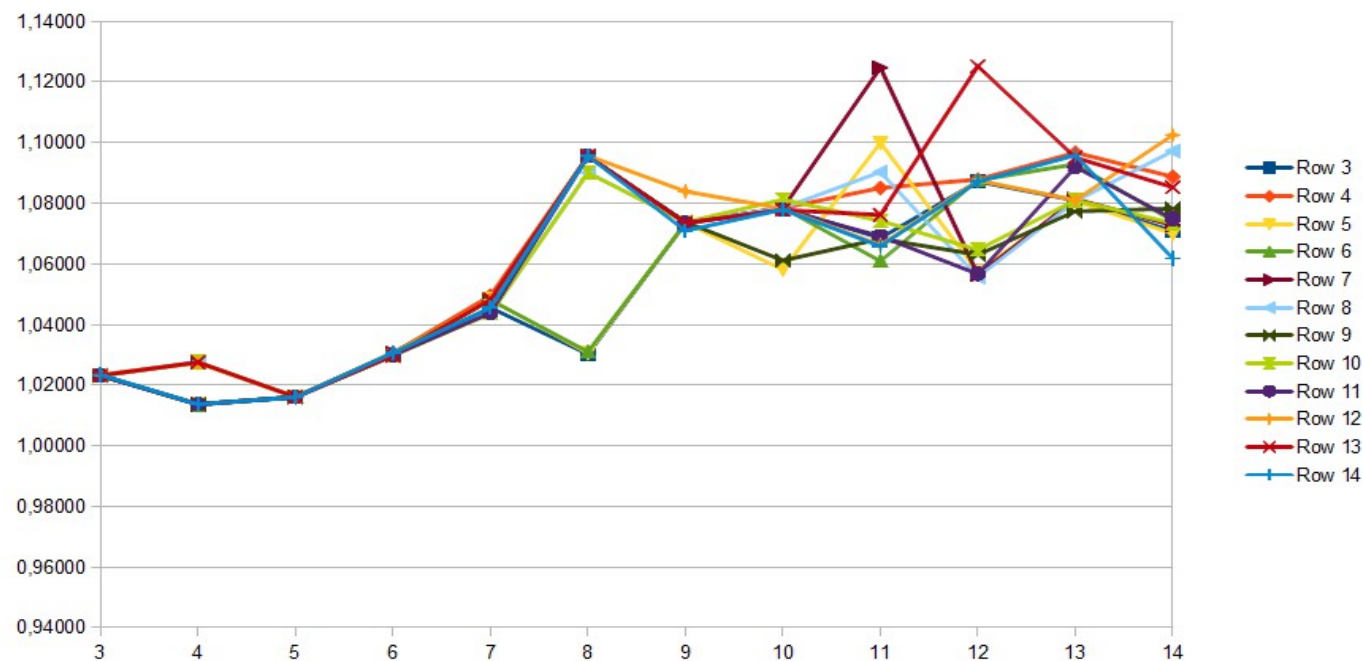
d_{ij} – Euclidean distance from pixel x_i to pixel x

ϵ – stop criteria

Bezdek 1981. Pattern Recognition using the Fuzzy c-means Technique

Izdarītais

- Izveidota automātiskā lejuplādes sistēma Sentinel1 datiem, notiek priekšapstrādes programmēšana
- Veikti pētījumi FCM automatizācijā – izmantojot metrikas^[1], lai noteiktu optimālu klašu skaitu automātiski, bez lietotāja ievada
- Urbānās videi noteikšana ar SAR



Paldies par uzmanību!

Jautājumi?