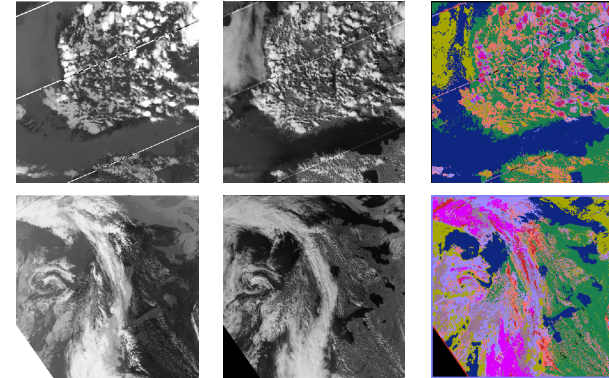


Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

Rami Rautkorpi
25.1.2006

Mistä on kyse?



25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

2

Sisältö

- . Satelliittikartoitus
- . Pilvien luokittelu
- . Ensimmäinen luokitin
- . Toinen luokitin
- . Tulosten arviointi
- . Ongelmia

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

3

Satelliittikartoitus

- . Satelliitti kiertää maapalloa
- . Radiometri mittaa elektromagneettisen säteilyn tehoa tietyssä suunnassa
- . Kanavat eri aallonpituuksilla tarpeiden mukaan
- . AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)
- . NOAA-{10,11,12} (National Oceanic & Atmospheric Administration)

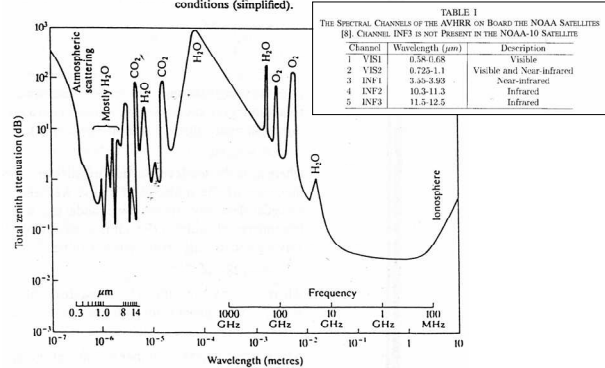
25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

4

Aallonpituudet

Fig. 3.10. Total zenith attenuation by the atmosphere under normal conditions (simplified).



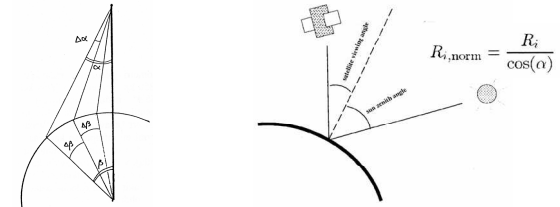
25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

5

Kuvauksen geometriat ja korjaukset

- Aurinkosynkroninen polaarisrata
- Kuvaelementin koko vääristyy poikittaisen pyyhkäisyn suunnassa
- Valaisukulma näkyvän valon kanavilla



25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

6

Pilvien luokittelu

- Ennen kuin pilvipikselit voidaan luokitella, ne on erotettava muista pikseleistä (cloud screening)
- Muita mahdollisuuksia: Merta, maata, lunta/jäätä
- Pilvityypit: Cirrus, cirrostratus (korkeat pilvet), altostratus, altocumulus (keskitason pilvet), stratus, stratocumulus (matalat pilvet), cumulus, cumulonimbus, nimbostratus (paksut pilvet)
- Pilvityyppien jako luokkiin vaihtelee

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

7

Ensimmäinen luokitin 1/3

- Vaihe 1: Screening kynnystämällä

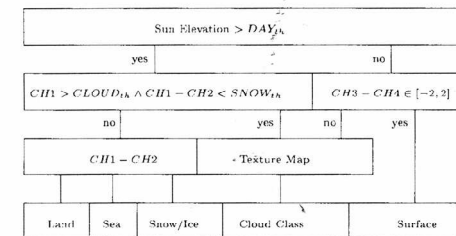


Fig. 4. The outline of the first classifier. The texture map was created with the SOM.

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

8

Ensimmäinen luokitin 2/3

- Lasketaan spektri- ja tekstuuripiirteet jokaiselle pilvipikselille
- Tekstuuripiirteet: Gray-Level Co-occurrence Matrix, $d = (1,0)$; $d = (2,0)$; $d = (4,0)$
 - Lasketaan matriisipiirteet: energy, inertia, entropy
 - 9 tekstuuripiirrettä
- Spektripiirteet:

Spectral Feature	Day	Night
INF2	x	x
VIS1 (normalised)	x	
INF1 - INF2 (normalised)	x	
INF1 - INF2		x
INF2 - INF3	x	x
(INF1 - INF2)/VIS1	x	

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

9

Ensimmäinen luokitin 3/3

- Opetetaan SOM
- Opetusdatana satojatuhansia piirrevektoreita (luokittelemattomia)
- 260 esiluokiteltua piirrevektoria
 - Määräävät karttayksiköiden luokat äänestyksellä
 - Opetusdatana kartan hienosäädössä LVQ-algoritmeilla (Learning Vector Quantization)
- Pikselin luokittelu: Lasketaan piirrevektori; haetaan BMU:n luokka

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

10

Toinen luokitin 1/3

- Ensimmäinen luokitin tekee virheitä, mutta johtuvatko virheet
 - Luokittelumenetelmästä itsestään?
 - Virheistä esiluokitellussa aineistossa?
- Yksinkertaistetussa luokittimessa esiluokitellut näytteet muodostavat suoraan koodikirjan
- Screening ja luokittelu KNN-algoritmilla

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

11

Toinen luokitin 2/3

- Yksinkertaistettu tekstuuripiirre kanavalta INF2 (I_4), pikselin 3x3-naapurustosta V:

$$f_{\text{var}} = \max_{(i,j) \in V} I_4(i,j) - \min_{(i,j) \in V} I_4(i,j)$$

- Piirteet:

Feature	Cloud Screening		Cloud Classification	
	Day	Night	Day	Night
VIS1			x	
VIS2	x			
VIS1 - VIS2	x			
INF2	x	x	x	x
INF1 - INF2	x	x	x	x
INF2 - INF3			x	x
$\frac{INF1 - INF2}{VIS1}$			x	
$\text{var}(\text{INF2})_{3 \times 3}$	x	x	x	x

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuvissa

12

Toinen luokitin 3/3

- 16 koodikirjaa; Kullekin neljästä vuodenaajasta neljä koodikirjaa: Screening- ja luokittelukoodikirjat yölle sekä päivälle
- Esiluokiteltuja näytteitä yhteensä 1106
- Etäisyysmittana Hamming-etäisyys:

$$d_H(m_i, f) = \sum_j d_j, d_j = \begin{cases} 0 & \text{if } \left| \frac{m_i(j) - f(j)}{m_i(j)} \right| < \frac{p(j)}{100} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Yhtä suuret Hamming-etäisyydet erotellaan euklidisella etäisyydellä

Vertailu SYNOP-havaintoihin 1/2

- Standardikoodisto säätilojen kirjaamista varten säähavaintoasemissa maan pinnalla
- Data viideltä asemalta: Helsingin, Tampereen, Maarianhaminan, Kuopion ja Vaasan lentokentiltä
- Havaintoalue approksimoidaan ympyräksi; mantereella $r = 25$ km, rannikolla $r = 30$ km
- Satelliitin ohitus enintään 30 min maa-aseman säähavainnosta

Vertailu SYNOP-havaintoihin 2/2

- Sähavainnossa pilvisyys asteikolla 0-8
- Lasketaan vertailuarvo luokittimen screening-tuloksesta havaintoympyrän alueelta

Season	Sample count	Classification results		
		$\Delta = 0$	$\Delta = 1$	$\Delta = 2$
Summer	153	37%	82%	89%
Autumn	295	39%	76%	87%
Winter	295	19%	53%	66%
Spring	395	38%	71%	79%
Total	1138	33%	71%	80%

Vertailu APOLLO-luokitteluun

- APOLLO luokittelee pikselit pilvettömiksi, osittain pilvisiksi tai täysin pilvisiksi
- Viisi kynnsarvoa päivälle ja yölle erikseen
- 8 yökuvaa ja 13 päiväkuvaa luokiteltiin
- Vertailu SYNOP-havaintoihin

Classifier	Classification results		
	$\Delta = 0$	$\Delta = 1$	$\Delta = 2$
Our classifier	47%	78%	90%
APOLLO	49%	72%	80%

Ilmatieteen laitoksen arvio

- Luokiteltujen pilvityyppien visuaalinen tarkistus
- Tarkistuksen pohjana satelliittikuvat ja SYNOP-havainnot
- Kolme tuloskategoriaa: oikea luokitus, joitain virheitä tai väärä luokitus

Evaluated quantity	Classification results	
	Summer	Autumn
Overall cloudiness	94%	55%
High clouds	54%	28%
Middle clouds	92%	69%
Low clouds	47%	38%
Thick clouds	100%	48%

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuivissa

17

Ongelmia

- Ilmakehän vaikutus (absorptio, sironta), mahdollisesti jopa 20 %
- Talviaika Suomen leveysasteilla
 - Valonpuute
 - Inversio, eli maanpinta voi olla kylmempi kuin pilvien yläosa
- Resoluutio 1.1 km; pienimmät pilvet suodattuvat pois

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuivissa

18

Yhteenveto

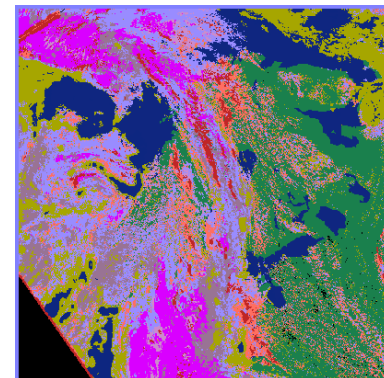
- Satelliitti kuvaa näkyvän valon, lähi-infrapun ja infrapun kanavilla
- Pikseleistä lasketaan spektri- ja tekstuuripteitteitä
- Luokitin 1: Screening kynnystämällä, Luokittelu SOM:illa (hienosäätö LVQ:lla)
- Luokitin 2: Screening ja luokittelu KNN:llä; 16 koodikirjaa (vuodenajat x päivä/yö x screen./luok.)
- Tulosten arviointi: SYNOP, APOLLO, Ilmat. Laitos

25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuivissa

19

Loppu



25.1.2006

Pilvien luokittelu satelliittikuivissa

20