

## TENTAMENAANWIJZINGEN

1. Vermeld je studentnummer op ALLE op het tentamen uitgereikte tentamenbladen
2. Lever voor het verlaten van de zaal alle tentamenbladen in. De vragen zelf mag je houden.
3. Begin met alle vragen rustig door te lezen. Beantwoord de vragen eerst puntsgewijs op het kladvel en werk het dan pas uit op het tentamenblad. Formuleer duidelijk en schrijf leesbaar.
4. Indien door veel doorhalingen de leesbaarheid van de antwoorden sterk wordt verminderd kan nieuw tentamenpapier worden verstrekt.
5. Na het verlaten van de zaal niet in de buurt samenscholen. De geluidsoverlast is hinderlijk voor de resterende deelnemers.
6. Dit blad dient verder als kladpapier: extra kladpapier kan worden verstrekt. Kladpapier niet inleveren.
7. Je mag de tentamenzaal op zijn vroegst een half uur na aanvang van het tentamen verlaten.
8. Vermeld bij alle rekenvragen de gebruikte formule en geef ook de waarden van de afzonderlijke onderdelen in elke gebruikte formule. Dit betekent dat het alleen opschrijven van de toetsencombinaties van de grafische rekenmachine onvoldoende is.

**Vraag 1:**

Geef een precieze en volledige beschrijving van onderstaande begrippen in de aardobservatie.

- a. Een actief en passief remote sensing systeem, en het verschil hier tussen.
- b. Error matrix
- c. Reflectie
- d. Atmosferisch venster

**Vraag 2:**

Een onderzoeker digitaliseert drie ground truth polygonen op een multi-spectraal beeld dat bestaat uit 2 spectrale banden: zichtbaar rood en nabij infrarood. Polygoon 1 verwijst naar klasse 1, polygoon 2 naar klasse 2 en polygoon 3 naar klasse 3. De gemiddelde spectrale waarden en de standaard deviaties van de drie polygonen staan hieronder gegeven (de standaard deviaties zijn uitgedrukt in DN: Digital Numbers):

	DN <sub>red</sub>	S.D. <sub>red</sub>	DN <sub>NIR</sub>	S.D. NIR
Polygoon 1	6	2.5	6	1.5
Polygoon 2	8	3	40	4
Polygoon 3	40	10	40	8
Pixel A	9	-	8	-
Pixel B	23	-	40	-

- a. Teken de, bij bovenstaande situatie horende, 'feature space' met de spectrale ligging van de 3 ground truth polygonen en hun statistische spreiding voor 1 maal de standaard deviatie en voor 2 maal de standaard deviatie.
- b. Bereken de Euclidean distance tussen pixel A en B voor bovenstaande situatie. Laat je berekening zien.
- c. Het multi-spectrale beeld wordt vervolgens geklassificeerd volgens twee methoden: de minimum-distance-to-mean klassificatie methode en de maximum-likelihood methode. In het beeld bevinden zich pixels A en B. Pixel A heeft spectrale waarden voor zichtbaar rood:  $DN_{red} = 9$  en voor nabij infrarood  $DN_{nir} = 8$  en pixel B heeft spectrale waarden voor zichtbaar rood:  $DN_{red} = 23$  en voor nabij infrarood:  $DN_{nir} = 40$ .  
 Teken de positie van pixel A en van pixel B in de feature space.  
 - Aan welke klasse wordt pixel A toegekend volgens ieder van de twee klassificatie-methoden. Motiveer je antwoord.  
 - Aan welke klasse wordt pixel B toegekend volgens ieder van de twee klassificatie-methoden. Motiveer je antwoord.
- d. Geef een fysische interpretatie aan ieder van de 3 ground truth polygonen: welk landbedekkingstype stellen ze voor. Motiveer je keuze.

**Vraag 3:**

Een komeet nadert de aarde en wordt opgewarmd door de zon totdat de komeet een uitstralend vermogen van  $3.9 \cdot 10^2 \text{ W/m}^2$  bereikt. Een onderzoeker wil een satelliet met sensor naar deze komeet sturen om het oppervlak te onderzoeken. De onderzoeker wil de spectrale band van de sensor plaatsen op de golflengte van maximale uitstraling van de komeet. Neem aan dat de komeet zich gedraagt als een 'blackbody'.

- a. Wat is een blackbody en wat zijn zijn belangrijkste eigenschappen?
- b. Indien de komeet zo sterk opwarmt dat hij in zichtbare golflengten gaat uitstralen, in welke opeenvolgende kleurenreeks zal de komeet dan te zien zijn?
- c. Bereken de golflengte van maximale uitstraling van de komeet. Laat je berekening zien en vertel welke aannamen je hebt moeten doen.
- d. Hoe verhoudt zich de voor de komeet gevonden golflengte van maximale uitstraling met die van de aarde?

#### Vraag 4

Natuurmonumenten laat een kartering uitvoeren van vegetatiebedekking. Hiertoe wordt voor een tiental aselekt gekozen locaties de volgende gegevens bepaald:

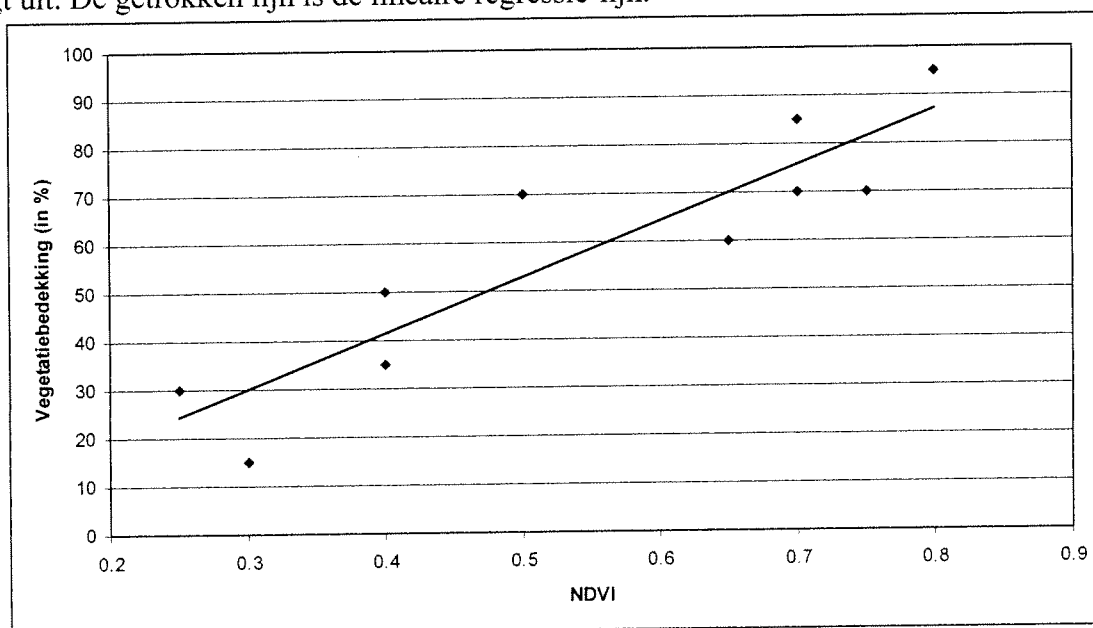
- vegetatiebedekking (in %)
- de vegetatie-index NDVI (afgeleid uit False Colour luchtfoto's)

Het idee is nu dat vegetatiebedekking gerelateerd is aan de NDVI: gebieden met een hoge vegetatiebedekking (dus weinig kale bodem) hebben meestal een hogere waarde voor de NDVI dan gebieden met een lage vegetatiebedekking. Als de relatie sterk genoeg is, dan kan de NDVI (een relatief goedkope variabele) worden benut om vegetatiebedekking (een dure, want arbeidsintensieve te meten variabele) te voorspellen.

De volgende waarnemingen werden gedaan:

Locatie	NDVI	Vegetatiebedekking (in %)
A	0.25	30
B	0.3	15
C	0.4	35
D	0.4	50
E	0.5	70
F	0.65	60
G	0.7	70
H	0.7	85
I	0.75	70
J	0.8	95

Het spreidingsdiagram waarin de waarnemingen van vegetatiebedekking ziet er als volgt uit. De getrokken lijn is de lineaire regressie-lijn.



- a. Beredeneer met behulp van het spreidingsdiagram dat er wordt voldaan aan de voorwaarden voor lineaire regressie.
- b. Bereken de covariantie van NDVI en vegetatiebedekking. Geef de gebruikte formule.
- c. Bereken de correlatie-coëfficiënt  $r$ . Geef de gebruikte formule.
- d. Toon aan dat de lineaire regressie-lijn wordt gegeven door:  
$$\text{Vegetatiebedekking} = 114.49 * \text{NDVI} - 4.39$$
  
Doe dit niet door af te lezen uit de figuur. Geef de gebruikte formules.
- e. Is er sprake van een significant verband tussen NDVI en Vegetatiebedekking? Gebruik  $\alpha = 0.05$ . Laat duidelijk zien hoe je aan je antwoord komt.
- f. Bereken de 95% voorspellingsintervallen voor de gemiddelde vegetatiebedekking bij een NDVI van 0.45. Geef de gebruikte formules.
- g. Zou jij Natuurmonumenten aanraden om de NDVI als een goedkoop alternatief voor vegetatiebedekking te gaan gebruiken? Geef een statistisch onderbouwing van je antwoord.

BACHELOROPLEIDING AARDWETENSCHAPPEN  
Tentamen Aardobservatie en Data-analyse Vakcode: GEO2-4208  
Datum: 22 april 2010 13-16 uur  
Docent: E. Addink

**Annex 1: Formules Aardobservatie**

$$Q = h * v$$

$$ht < \lambda / (8 * \sin\gamma)$$

$$Q = (h * c) / \lambda$$

$$R_r = c * \tau / (2 * \cos\theta_d)$$

$$\beta = \lambda / (A * L)$$

$$\lambda_m = A/T = 2898/T \mu\text{m}$$

$$p * V = (N * (m * v^5)) / 3$$

$$E = h * f$$

$$y = f_2(X, Y)$$

$$M = \sigma * T^4 = 5.67 * 10^{-8} * T^4 \text{ W/m}^2$$

$$M = \varepsilon * \sigma * T^4$$

$$\varepsilon = F_{\text{real material}} / F_{\text{black body}}$$

$$c = l * f$$

$$h = dH/r$$

$$P = 2 * (t + 14)$$

$$(1 - \alpha) * R_s = R_i + G + H + LE$$

$$h < \lambda / (25 * \sin\gamma)$$

$$h > \lambda / (4.4 * \sin\gamma)$$

$$E_{\text{tot}} = E_r + E_a + E_t$$

$$\alpha = 0.525 * r(\text{TM2}) + 0.362 * r(\text{TM4}) + 0.112 * r(\text{TM7})$$

$$ET(T_s) = -0.125 * T_s - 0.085 * \alpha + 43.73$$

$$DN = GL + B$$

$$x = f_1(X, Y)$$

$$T_s = -12.58 + 0.2919DN - 0.000233DN^2$$

