

Introducció

En el context de la Teledetecció i els SIG és freqüent realitzar anàlisis estadístics. En aquest context hi ha alguns temes que apareixen de manera recurrent.

En un anàlisi cal assumir que les variables es distribueixen de forma normal. Si no és així, cal fer proves estadístiques. En aquest context, convé fer algunes reflexions al respecte: **Caracterització de les dades i verificació de normalitat.**

En un anàlisi cal assumir que no existeix una correlació elevada entre variables independents: **Correlació en imatges de teledetecció.**

En un anàlisi pot ser útil reduir el nombre de variables independents i treballar amb un subconjunt menor però amb similar poder informatiu: **Anàlisi de Components Principals.**

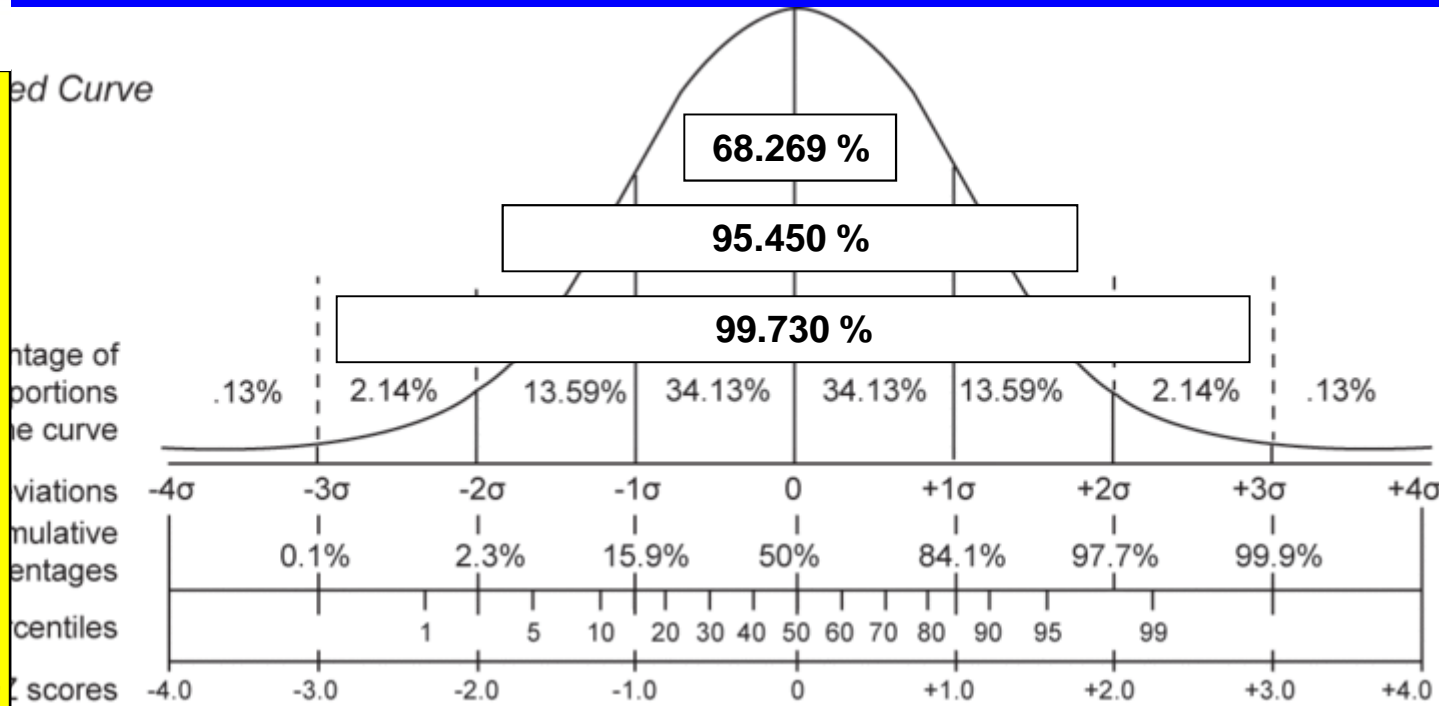
En un anàlisi cal fer **càlculs de Distàncies estadístiques.**

En un anàlisi cal tenir present l'**Autocorrelació espacial.**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Caracteritzar distribucions. Recordatori de la normal univariant



https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_score, modificada

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Generar distribuciones

En un full MS-Excel en blanc i genereu una columna de valors aleatoris en el rang $[-5,5)$. Mostreu-los amb 4

1. Invoqueu la funció d'Excel que genera un valor aleatori: `RAND()`. Com que F9 (o reobrir el fitxer, etc) refà la sèrie, convé convertir les fórmules en valors (copiar+enganxat especial).

2. Mostreu visualment, mitjançant un histograma, que la sèrie obtinguda és realment aleatòria i no segueix, per exemple, una

3. Escriviu, en una columna nova, els rangs de dades: des de -5.5 a 5.5 amb salts de valor 1.0. Després aneu a "Herramientas | Análisis de Datos | Histograma" (si no hi fos, afegiu-la amb "Herramientas | Opciones de Análisis de Datos..."). Segons la versió d'Excel, indiqueu "Crear gráfico", "En una nova hoja nueva"

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Caracteritzar distribucions

Donada una mostra d'informatiu, calculeu N, mínim, màxim, mitjana i desviació estàndard d'aquesta població.

Utilitzant Contar(), Min(), Max(), Promedio() i DesvEstP() [divideix entre n].

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

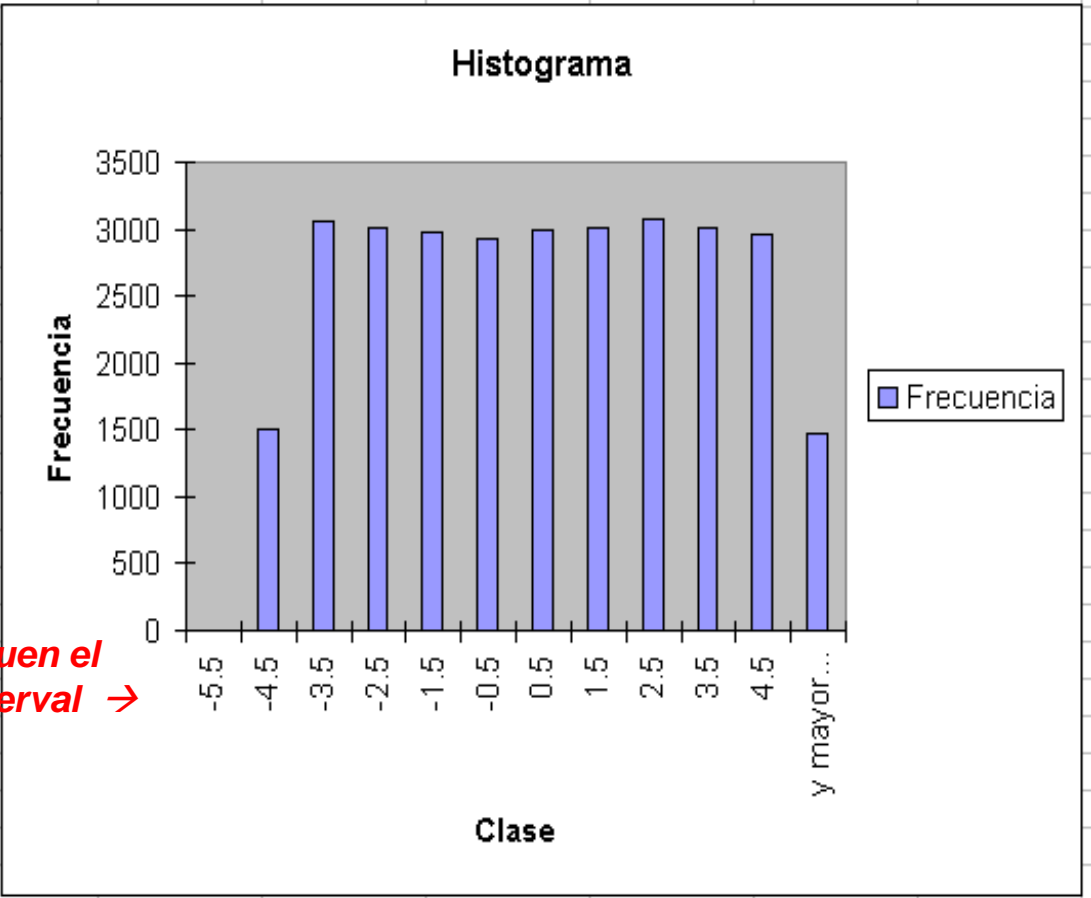
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



	C	D	E	F	G	H	I	J	K
entre -5 i 5									
N:	30000								
Mínim:	4.9987								
Màxim:	4.9999								
Mitjana:	-0.0095								
Standard:	2.8874								

Noteu que els dos extrems són ~1/2 perquè l'interval només té una amplada 0.5

Proposada	Clase	Frecuencia
	-5.5	0
	-4.5	1508
	-3.5	3056
	-2.5	3012
	-1.5	2979
	-0.5	2930
	0.5	2997
	1.5	3002
	2.5	3071
	3.5	3012
	4.5	2967
	y mayor...	1466



Aquests valors indiquen el límit superior de l'interval →

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

s de l'aplicació AleatNormal_AmbParametres.exe, 30000 valors normalment distribuïts al voltant d'una i una desviació estàndard 1.5. Inclogueu-los en un full en blanc com heu fet en l'exercici anterior.

Redireccioneu la sortida del programa a un fitxer de text, obriu-lo i, des del portapapers, copieu els valors a Excel:

```
AleatNormal_AmbParametres 0 1.5 30000 4 > resu.txt
```

veueu visualment, mitjançant un histograma, que la o segueix realment una normal.

u N, mínim, màxim, mitjana i desviació estàndard a mostra imaginària.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

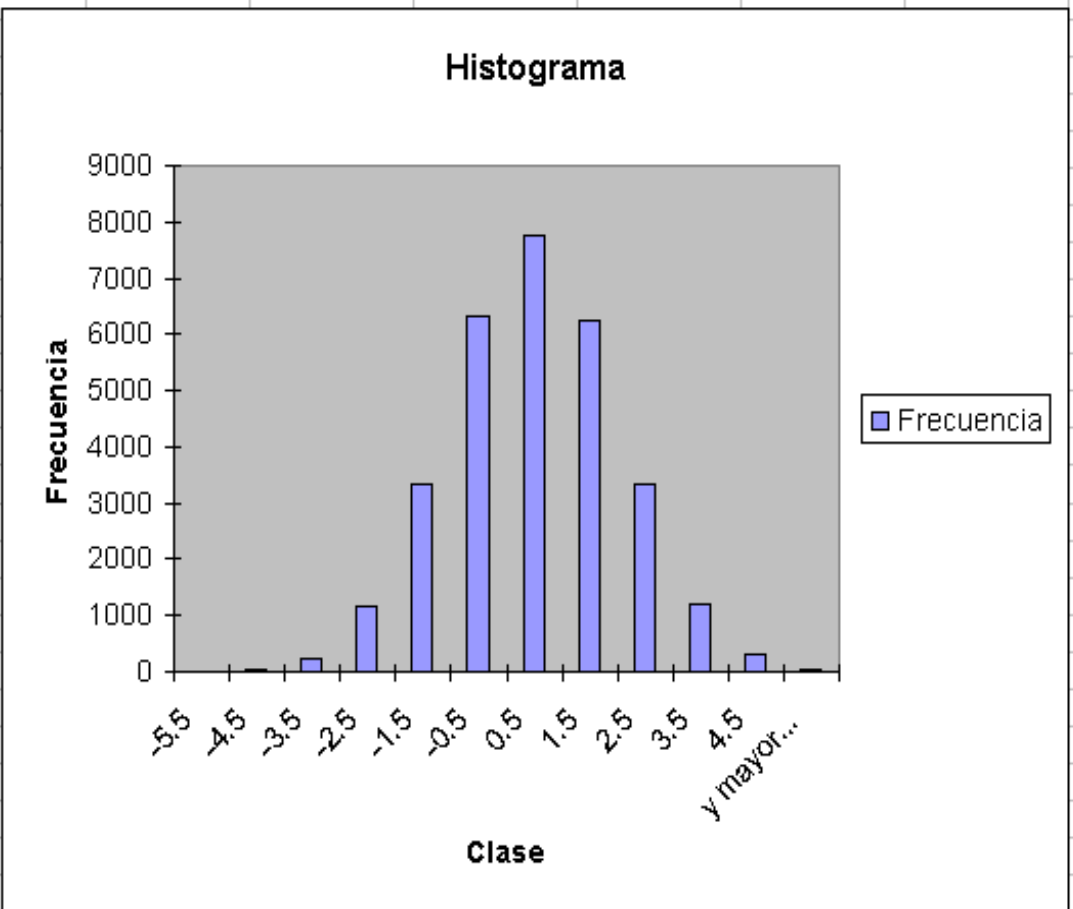


Normalitzada 0 i desviació estàndard 1.5

Paràmetres 0 1.5 30000 4 > resu.txt

N: 30000
 Mínim: -5.5962
 Màxim: 6.9732
 Mitjana: 0.0079
 Desviació estàndard: 1.5107

Proposada	Clase	Frecuencia
	-5.5	1
	-4.5	43
	-3.5	246
	-2.5	1156
	-1.5	3325
	-0.5	6331
	0.5	7765
	1.5	6253
	2.5	3352
	3.5	1198
	4.5	296
	y mayor...	34



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

la normalitat de les dues distribucions anteriors

les k freqüències dels histogrames calculats (12 en els exemples).

rem en els problemes 7.33 i 12.13 del llibre d'Spiegel "Estadística" [McGraw Hill, 2^a Ed.]. La idea és comparar el mblança entre la freqüència ABSOLUTA de cada columna i la que tindria una normal teòrica amb la mitjana i estàndard que es dedueix de la mostra que tenim.

voqueu la funció d'Excel que calcula l'àrea acumulada des de $-\infty$ fins al pitjat: `DISTR.NORM(Valor; Mitjana; DesvEst.;1)`.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

final sobre si acceptem o no que s'ajusta a una normal la hem fet un test de X^2 . A tal efecte, recordeu que:

planteja que la hipòtesi nul·la, H_0 , és que les freqüències observades i esperades no difereixen significativament.

$\chi^2=0$ vol dir que les freqüències observades i les teòriques coincideixen completament

nombre de graus de llibertat, μ , val $k-1-m$, on m és el nombre de paràmetres que hem estimat de la població (2 en normal). k és el nombre de mostres.

valors crítics (de tall) depenen dels graus de llibertat i del nivell de significació⁽¹⁾, α , desitjat (compte perquè hi ha taules dels típics nivells de significació 0.05 i 0.01 cal buscar-los a $X^2_{.05}$ i $X^2_{.99}$).

`PRUEBA.CHI.INV(0.05; k-1-2)`

prob. eT1 però prob. eT2 (acceptar H_0 falsa)

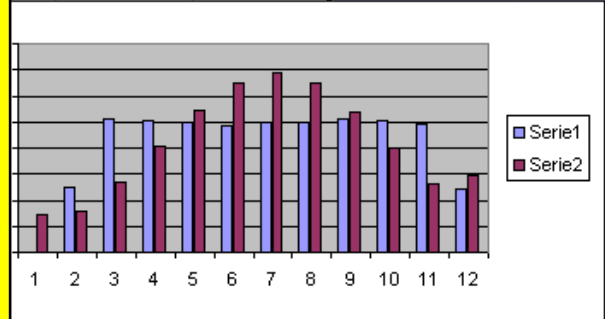
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

	C	D	E	F	G	H
N:	30000					
Mediana:	4.9987					
Moda:	4.9999					
Desviación estándar:	0.0095					
	2.8874					
Clase	Frecuencia	Freq. observada (%)	Freq. esperada (%)	(Obs-Esp)^2/Esp		
-5.5	0	0.0000	2.8617	2.8617		
-4.5	1508	5.0267	3.1334	1.1440		
-3.5	3056	10.1867	5.3408	4.3968		
-2.5	3012	10.0400	8.0840	0.4733		
-1.5	2979	9.9300	10.8659	0.0806		
-0.5	2930	9.7667	12.9699	0.7911		
0.5	2997	9.9900	13.7478	1.0271		
1.5	3002	10.0067	12.9406	0.6652		
2.5	3071	10.2367	10.8169	0.0311		
3.5	3012	10.0400	8.0293	0.5035		
4.5	2967	9.8900	5.2927	3.9932		
5 y mayor...	1466	4.8867	5.9170	0.1794		
Suma=			16.1471			
X2.90=			14.6837			
X2.95=			16.9190			
X2.99=			21.6660			



=100*D11/\$C\$4

=100*DISTR.NORM(C11;\$C\$7;\$C\$8;1)

=100*(DISTR.NORM(C12;\$C\$7;\$C\$8;1) - DISTR.NORM(C11;\$C\$7;\$C\$8;1))

=100*(DISTR.NORM(C20;\$C\$7;\$C\$8;1) - DISTR.NORM(C21;\$C\$7;\$C\$8;1))

=100*(1 - DISTR.NORM(C21;\$C\$7;\$C\$8;1))

=PRUEBA.CHI.INV(0.01;CONTAR(\$G\$11:\$G\$22)-1-2)

Exigim un 5% o un 1% de probabilitat de rebutjar H_0 i que fos certa, no ens atrevim a dir. En canvi, podem dir que no és normal acceptant un 10% de probabilitats que ho sigui. I hi contribueixen les dues freqüències "tallades" a 1/2 als dos extrems (que simulen les cues) i que fins i tot es comparen amb la cua acumulada dreta, i el fet que no hi hagi cap probabilitat més extremes (a les dues cues).

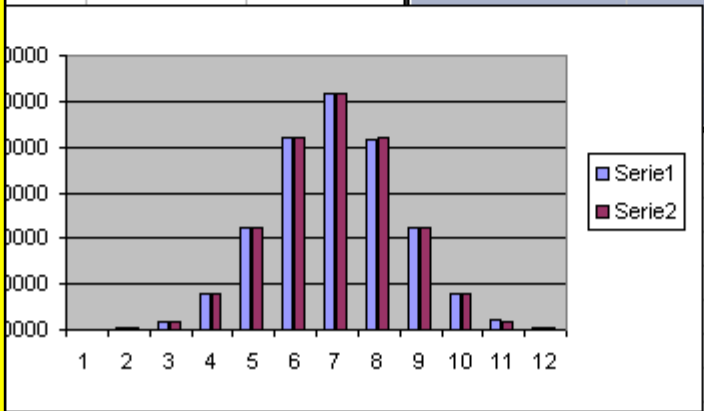


tjana 0 i desviació estàndard 1.5

metres 0 1.5 30000 4 > resu.txt

N: 30000
 Mínim: -5.5962
 Màxim: 6.9732
 Mitjana: 0.0079
 Desviació estàndard: 1.5107

Proposa	Clase	Frecuencia	Freq. observada (%)	Freq. esperada (%)	(Obs-Esp)^2/Esp
	-5.5	1	0.0033	0.0133	0.0075
	-4.5	43	0.1433	0.1289	0.0016
	-3.5	246	0.8200	0.8692	0.0028
	-2.5	1156	3.8533	3.8329	0.0001
	-1.5	3325	11.0833	11.0652	0.0000
	-0.5	6331	21.1033	20.9255	0.0015
	0.5	7765	25.8833	25.9335	0.0001
	1.5	6253	20.8433	21.0661	0.0024
	2.5	3352	11.1733	11.2145	0.0002
	3.5	1198	3.9933	3.9108	0.0017
	4.5	296	0.9867	0.8928	0.0099
	y mayor...	34	0.1133	0.1472	0.0078
Suma=					0.0355
X2.90=					14.6837 normal
X2.95=					16.9190 normal
X2.99=					21.6660 normal



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Gerard Moré

Estadística II



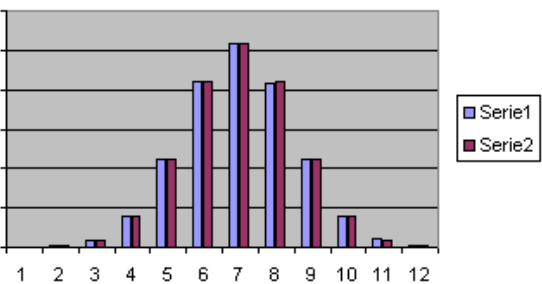
Desviación estándar 1.5

resu.txt

N: 30000
 m: -5.5962
 m: 6.9732
 ia: 0.0079
 d: 1.5107

			Freq. observada	Freq. esperada	Freq. esperada	(Obs-Esp)^2/Esp
	Clase	Frecuencia	(%)	(%)	(absoluta)	
5.5	-5.5	1	0.0033	0.0133	4	2.2465
5.5	-4.5	43	0.1433	0.1289	39	0.4837
5.5	-3.5	246	0.8200	0.8692	261	0.8340
5.5	-2.5	1156	3.8533	3.8329	1150	0.0325
5.5	-1.5	3325	11.0833	11.0652	3320	0.0089
5.5	-0.5	6331	21.1033	20.9255	6278	0.4536
5.5	0.5	7765	25.8833	25.9335	7780	0.0291
5.5	1.5	6253	20.8433	21.0661	6320	0.7068
5.5	2.5	3352	11.1733	11.2145	3364	0.0454
5.5	3.5	1198	3.9933	3.9108	1173	0.5222
5.5	4.5	296	0.9867	0.8928	268	2.9606
5.5	y mayor...	34	0.1133	0.1472	44	2.3368

Suma= 10.6602
 X2.90= 14.6837 normal
 X2.95= 16.9190 normal
 X2.99= 21.6660 normal



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Desviación típica 0 i desviació estàndard 1.5
 tres 0 1.5 30000 4 > resu.txt

N:	30000
m:	-5.5962
m:	6.9732
ia:	0.0079
id:	1.5107

	Freq. observada	Freq. esperada	Freq. esperada (absoluta)	(Obs-Esp)^2/Esp
Clase	Frecuencia	(%)	(%)	
-5.5	1	0.0033	0.0133	4
-4.5	43	0.1433	0.1289	39
-3.5	246	0.8200	0.8692	261
-2.5	1156	3.8533	3.8329	1150
-1.5	3325	11.0833	11.0652	3320
-0.5	6331	21.1033	20.9255	6278
0.5	7765	25.8833	25.9335	7780
1.5	6253	20.8433	21.0661	6320
2.5	3352	11.1733	11.2145	3364
3.5	1198	3.9933	3.9108	1173
4.5	296	0.9867	0.8928	268
y mayor...	34	0.1133	0.1472	44

Suma=	10.6602	normal
X2.90=	21.6637	normal
X2.95=	16.9190	normal
X2.99=	21.8660	normal

=100*D11/\$C\$4

=100*DISTR.NORM(C11;\$C\$7;\$C\$8;1)

=100*(DISTR.NORM(C12;\$C\$7;\$C\$8;1) - DISTR.NORM(C11;\$C\$7;\$C\$8;1))

=100*(DISTR.NORM(C20;\$C\$7;\$C\$8;1) - DISTR.NORM(C21;\$C\$7;\$C\$8;1))

=100*(DISTR.NORM(C21;\$C\$7;\$C\$8;1))

=PRUEBA.CHI.INV(0.01;CONTAR(\$G\$11:\$G\$22)-1-2)

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

... t que sempre s'accepta normalitat. Tanmateix (EXERCICI) proveu que passa amb observareu que si exigim un 5% o un 1% de probabilitat de rebutjar H₀ i que fos certa, no que no és normal. En canvi, podem dir que no és normal acceptant un 10% de ho sigui. A aquest artefacte hi contribueixen les dues freqüències "tallades" a ½ als dos (ulen les cues de la normal) i que fins i tot es comparen amb la cua acumulada dreta, i el cap dada en les probabilitats més extremes (a les dues cues).

Exercici 1: A partir del Mapa d'Usos del Sòl de Catalunya 1984-1998, disponible al *web* del Departament de Medi Ambient de la Generalitat i del Model Digital d'Elevacions de Catalunya "cata200.img", extret del *web* de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, esbrineu si es pot afirmar que la categoria "Bosquines i prats" segueix una distribució normal a un nivell de significació 0.10, 0.05 i 0.01.

Per obtenir Cata200.img a partir del *web* de l'ICC o a través de l'adreça `\\ma\MaterialsMaster\MEII\GerardMore\cata200.IMG`, cal seleccionar i pregeu les altituds a les quals se situa la categoria "Bosquines i prats" seguint una malla de 1000 m x 1000 m.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ció en imatges de teledetecció

limitat espectral de les bandes de Teledetecció, i la seva utilitat en el cas de bandes que abasten un rang ampli de longituds d'ona fa que sovint la correlació entre bandes sigui

Un programa bivariant és una excel·lent forma d'apreciar l'existència d'aquest fenomen.

1. Invoqueu el mòdul REGRESS d'Idrisi. A partir de la imatge satel·litària ETM+ de 13-06-2002, compareu la informació de les bandes 3 i 4, 3 i 5, 4 i 5, 5 i 6 i 4 i 6. Comenteu els resultats.

2. Trobeu el fitxer a \\joanma\materialsMASTER\MEII\XavierPons

3. Utilitzeu el programa bivariant també permet mostrar la presència de grups naturals (classes) a la imatge. Identifiqueu quins són els grups i compareu els histogrames anteriors.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Gerard Moré

stics II

Cartagena99

2: Tradicionalment es pensa que l'ús d'imatges de dates sobre una mateixa zona geogràfica aporta informació útil per a la classificació. Tanmateix, ens podem preguntar fins a quin punt la fenologia dels conreus i de la vegetació, la presència de neu i núvols pot aportar més informació que les diferències espectrals. A partir de les imatges de 08-06-2002 i 13-06-2002, compareu la informació de les imatges 3, 4, 5 i 6 entre dates. Comenteu els resultats.

a \\joanma\materialsMASTER\MEII\XavierPons

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

de Components Principals (Pearson 1901)

tes anàlisis pot ser útil reduir el nombre de s independents i treballar amb un subconjunt però amb similar poder informatiu. Això permet, per e, dur a terme processos de classificació d'imatges de detecció en base a un nombre menor de bandes i, en menys temps de càlcul.

ja hem vist que, particularment en les imatges de decció hi ha una alta redundància entre bandes. Així, aquest fet és comú a molts estudis en què s'analitzen diverses dades en forma multivariant: són ben conegudes les correlacions entre altitud topogràfica i temperatura de l'aire (positiva), o entre superfície de l'ombra i pendent topogràfic (negativa).

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

El mètode de components principals (ACP o PCA) permet obtenir un nou conjunt de variables (noves bandes o canals en la Teledetecció) en nombre igual al del conjunt original però amb les següents característiques:

1. Cada nova variable (component principal, CP) s'obté per una combinació lineal de totes les p variables originals:

$$Y_1 = a_{1,1}X_1 + a_{1,2}X_2 + \dots + a_{1,p}X_p$$

$$Y_2 = a_{2,1}X_1 + a_{2,2}X_2 + \dots + a_{2,p}X_p$$

$$Y_p = a_{p,1}X_1 + a_{p,2}X_2 + \dots + a_{p,p}X_p$$

2. Cada nova variable està descorrelacionada amb l'anterior.

3. Cada nova variable explica una quantitat menor (o igual) de variància que el component original total.

...

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

variables en joc estan molt poc o gens correlacionades, serveix de res.

Normalment no s'obtenen totes les CP (aquesta és la gràcia).

La suma de les variàncies de totes les CP és igual a la suma de les variàncies de totes les variables originals (X).

Per evitar que alguna de les variables tingui un pes excessiu en l'anàlisi és habitual normalitzar (estandarditzar) totes les variables (mitjana 0 i desviació estàndard 1). Això permet efectuar l'anàlisi en base a la matriu de correlacions en lloc d'en base a la matriu de variàncies/covariàncies.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Normalització (estandardització)

[.wikipedia.org/wiki/Standard_score](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_score)). El llibre d'Spiegel (1991, p. 160), **standard score per unitat estàndard, però jo prefereixo valor estàndard** **met usar score com a valor en tots els casos**

cs, a **standard score** (also called **z-score** or **normal score**) is a dimensionless quantity derived by subtracting the population mean from an individual (raw) score and then dividing the difference by the population standard deviation.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

The z score reveals how many units of the standard deviation a case is above or below the mean. The z score allows us to compare the scores across different normal distributions, something done frequently in

The conversion process is called **standardizing**. The quantity z represents the distance between the raw score and the population mean in units of the standard deviation. z is negative when the raw score is below the mean, positive when above.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

procés es calculen els vectors $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_p$, que reben el nom de vectors propis (*eigenvectors*) i contenen els coeficients C_P .

Després es calculen uns valors $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$, que reben el nom de valors propis (*eigenvalues*) i són la variància de cada CP.

Això també és interessant perquè dóna idea de quina variabilitat intrínseca de les nostres dades (quantes variacions hi ha).

Però, a vegades variables perden les seves unitats i sentit físic. Per exemple, en el cas de bandes de Teledetecció, les bandes ja no tenen el sentit radiomètric que tenien.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

• Feu una ACP de la imatge Landsat-7 ETM+ de 13-
• i obtingueu un nombre de CP igual al nombre de
• originals.

• Invoqueu el mòdul PCA d'Idrisi.

• de quina nova CP sembla, visualment, que no hi
• hagi pèrdua d'informació rellevant? Com lliga això amb els
• propietats?

• Quin és el paper dels elements singulars però poc
• importants a la imatge? Queden preservats?

• Observeu la descorrelació que s'ha aconseguit en les noves

• Useu el mòdul REGRESS d'Idrisi.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Exercici 3: Comproveu, en la mateixa imatge, si el fet de multiplicar per un factor 3 una banda mentre dividim entre tres les altres canvia substancialment l'ACP en mode estandarditzat i en mode no estandarditzat.

Exercici 4: Obtingueu de nou les bandes originals a partir de l'ACP però obviant les darreres components (menys components significatives). Aprecieu alguna millora?

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70