

Forest change detection by statistical object-based method

Desclée, Bogaert, Defourny, 2006

schema della lezione

- elaborazione di dati da **immagini satellitari**
- classificate in **oggetti**
- attraverso nozioni **statistiche elementari** e un minimo di calcolo matriciale
- per evidenziare i **cambiamenti** del territorio

come faremo?

- lettura ragionata di parti dell'articolo
- ripasso di alcune misure statistiche
(media, varianza, covarianza,
standardizzazione, distribuzione chi-quadrato,
test d'ipotesi, outlier, trimming, ...)
- esercitazione in excel con dati fittizi
- analisi della procedura sui dati reali

a new method of change detection

- *using high spatial resolution satellite images*
- *combining the advantages of image segmentation, image differencing and stochastic analysis of the multispectral signal*
- *this OB-Reflectance method is object-based and statistically driven*

OB-Reflectance

- *multidate image*
- *single segmentation using region-merging technique*
- *multidate objects characterised by their reflectance differences statistics*

OB-Reflectance

- *objects considered as outliers*
- *discriminated thanks to a statistical procedure: the **iterative trimming***
- *based on a **chi-square test of hypothesis***
- *abnormal values of reflectance differences statistics are identified*
- *corresponding objects are labelled as change*

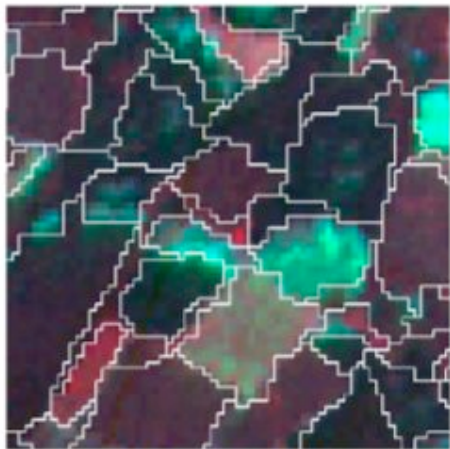
dai pixel agli oggetti

- *instead of analysing pixels independently of their location, similar contiguous pixels are grouped into **objects***
- *Image segmentation: division of the satellite image into **spatially continuous and homogeneous regions***
- *main advantage is the incorporation of contextual information*

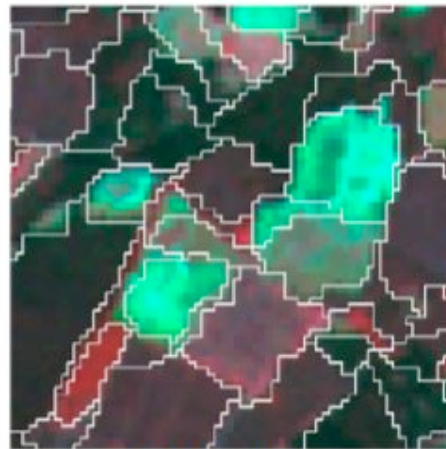
li studierete in telerilevamento

immagini multitemporali

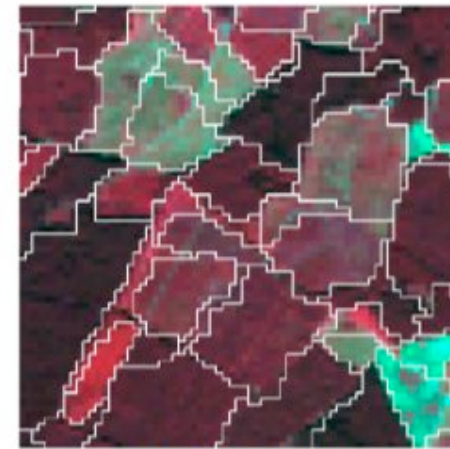
- *three cloud-free multispectral SPOT-HRV images were acquired over a decade and are considered as our multirate data set*



SPOT 1992

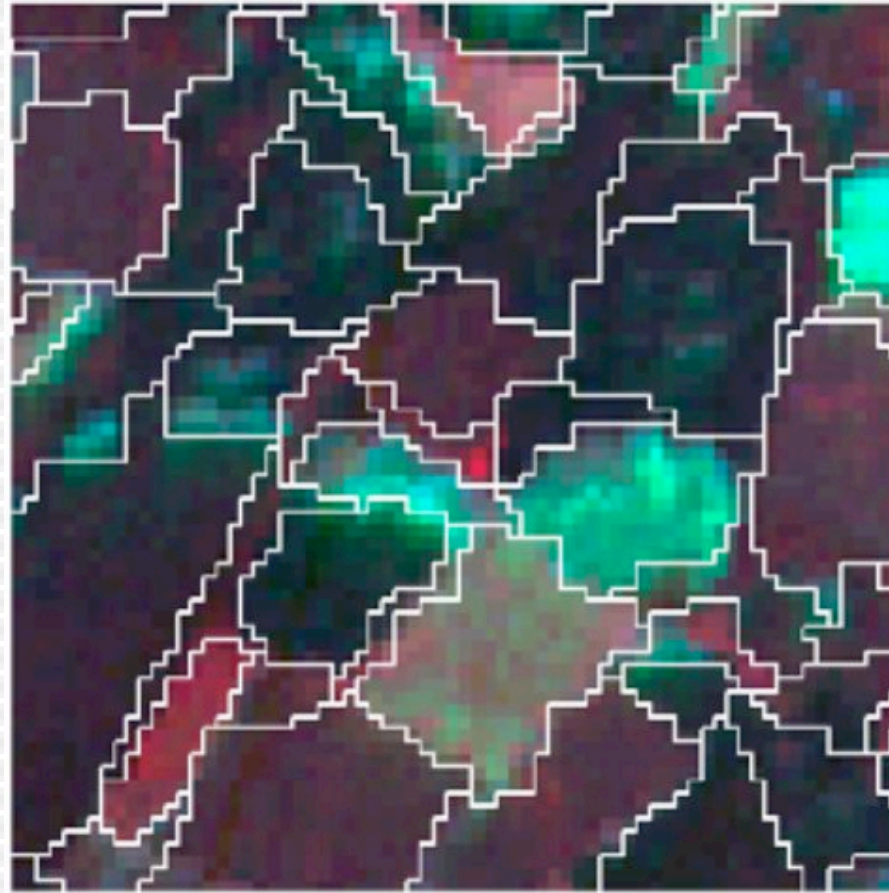


SPOT 1995



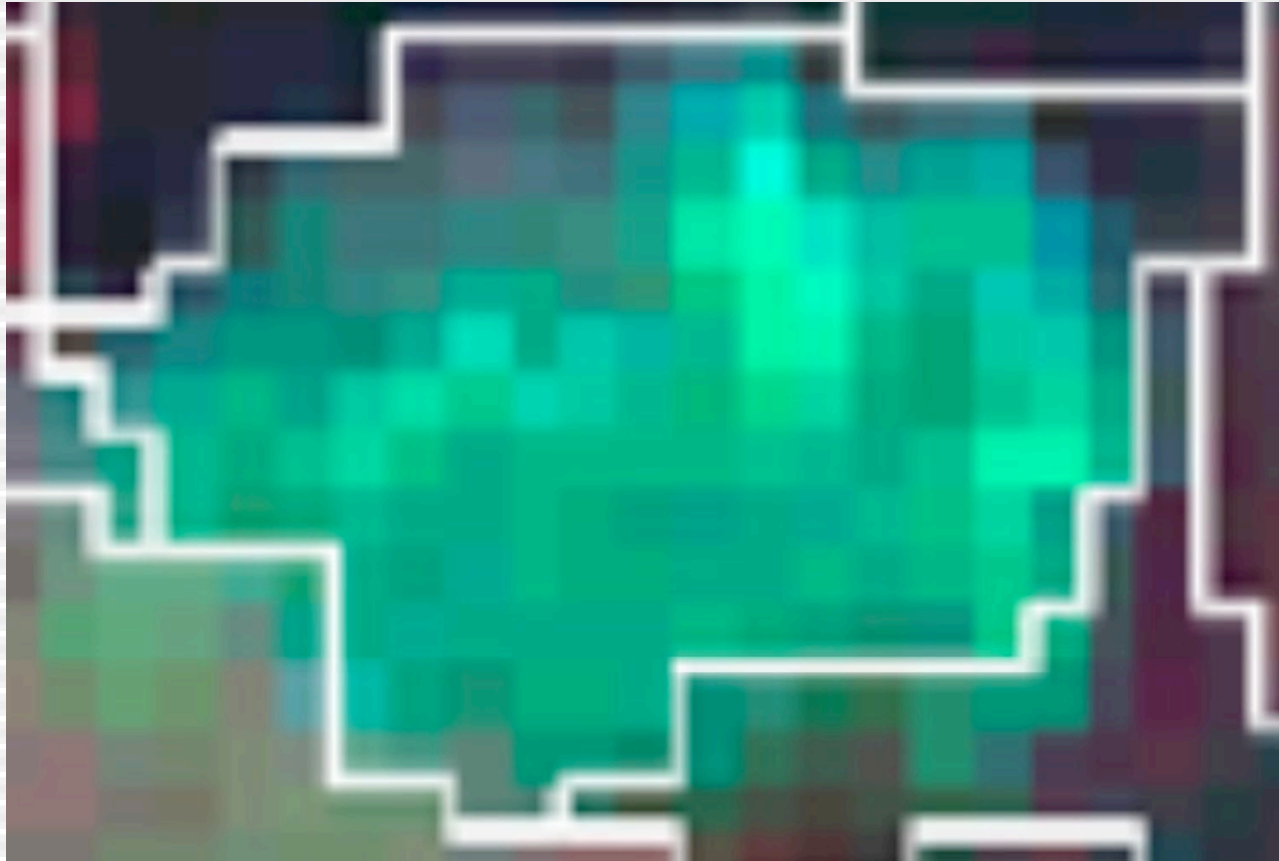
SPOT 2003

segmentazione in oggetti



SPOT 1992

un oggetto



- un insieme di pixel
- con valori di riflettanza “omogenei”
- differenziato dal contesto circostante

un pixel



- unità minima dell'immagine
- di dimensione nota
- cui vengono associate le misure di riflettanza

difference images

- *in order to compare the multirate evolution of the spectral signal*
- *reflectance of the three sequential (dates 1, 2 and 3) satellite image was subtracted pair-wise for all pixels belonging to the same object*
- *two difference images were computed from the successive observations, i.e., dates 2-1 and dates 3-2*

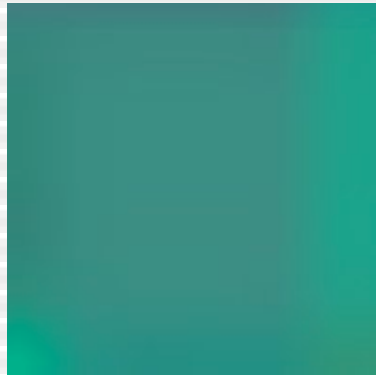
le tre misure di un pixel in un'immagine



riflettanza

- banda Red
- banda Green
- banda NIR

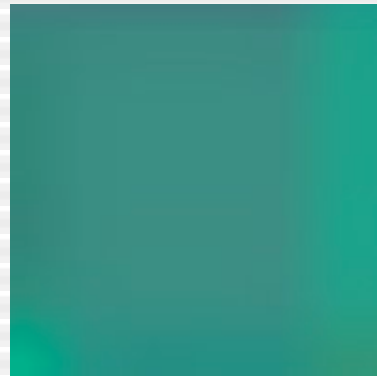
le nove misure di un pixel nelle tre immagini



	Red	Green	NIR
immagine 1	Vp1R	Vp1G	Vp1N
immagine 2	Vp2R	Vp2G	Vp2N
immagine 3	Vp3R	Vp3G	Vp3N

Vptb valore di riflettanza
p identifica il pixel
t=1,3 identifica il tempo
b=R,G,N identifica la banda

le sei misure di un pixel nelle due immagini differenza



	Red difference	Green difference	NIR difference
differenza img2-img1	Dp1R	Dp1G	Dp1N
differenza img3-img2	Dp2R	Dp2G	Dp2N

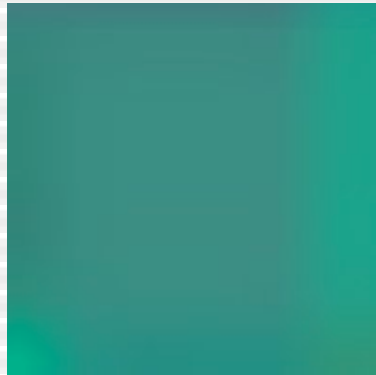
Dpjb differenza di riflettanza

p identifica il pixel

j=1,2 identifica le due differ. temporali

b=R,G,N identifica la banda

le tre misure di un pixel una immagine alla volta



	Red difference	Green difference	NIR difference
differenza img2-img1	Dp1R	Dp1G	Dp1N

Dp1b

differenza di riflettanza

p

identifica il pixel

j=1

identifica la prima immagine differ.

b=R,G,N

identifica la banda

matrice dei dati per i pixel

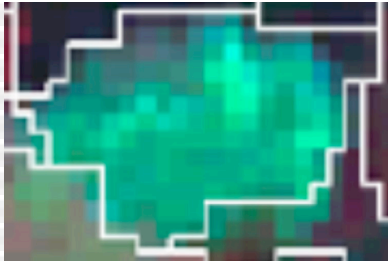
immagine differenza img2-img1



	Red difference	Green difference	NIR difference
pixel1	D11R	D11G	D11N
...
pixel p	Dp1R	Dp1G	Dp1N
...
pixel P	DP1R	DP1G	DP1N

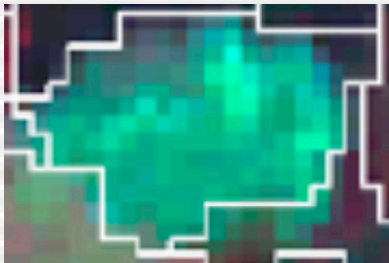
P numero totale
di pixel
dell'immagine

object multirate signature



- *for each object the distribution of the reflectance difference values was summarized by a multirate signature*
- *two descriptive statistics*
- *the mean (M): measure of surface reflectance difference*
- *the standard deviation (S): surface reflectance heterogeneity*

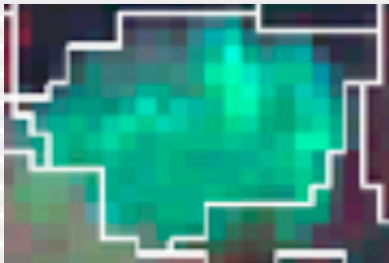
le misure per un oggetto



	Red difference	Green difference	NIR difference
pixel1	D11R	D11G	D11N
...
pixel p	Dp1R	Dp1G	Dp1N
...
pixel Pi	DPI1R	DPI1G	DPI1N

Pi numero totale
di pixel
dell'oggetto i

le tre medie di un oggetto



oggetto i	Red difference	Green difference	NIR difference
pixel1	D11R	D11G	D11N
...
pixel p	Dp1R	Dp1G	Dp1N
...
pixel Pi	DPI1R	DPI1G	DPI1N
Mib	Mi1R	Mi1G	Mi1N

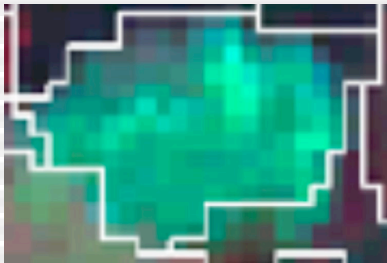
Mi1b media della differenza di riflettanza

i identifica l'oggetto

j=1 identifica la prima immagine differ.

b=R,G,N identifica la banda

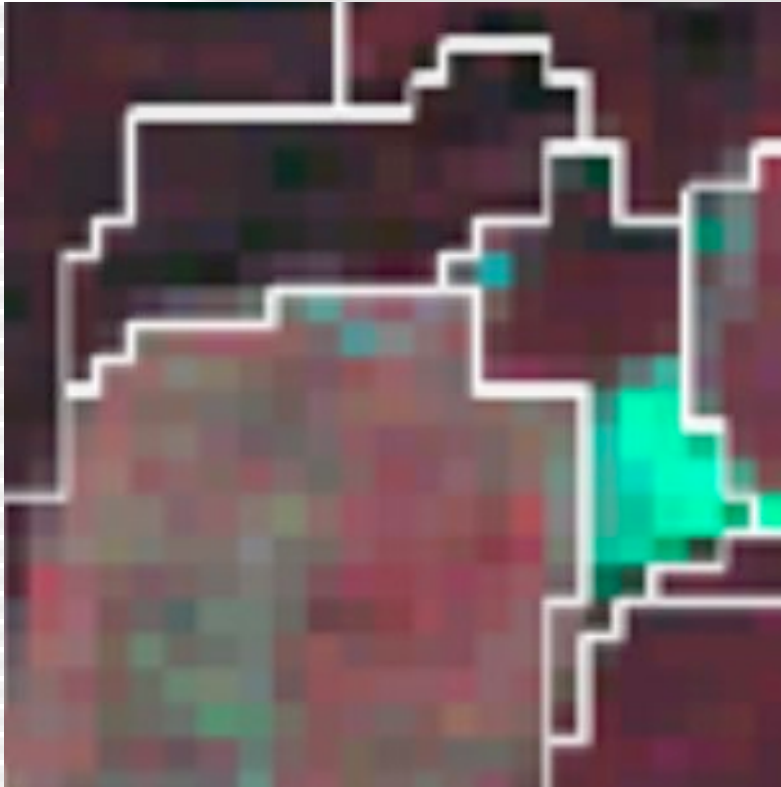
le tre deviazioni standard di un oggetto



oggetto i	Red difference	Green difference	NIR difference
pixel1	D11R	D11G	D11N
...
pixel p	Dp1R	Dp1G	Dp1N
...
pixel Pi	DPI1R	DPI1G	DPI1N
Sib	Si1R	Si1G	Si1N

Si1b deviazione standard della differenza di riflettanza
i identifica l'oggetto
j=1 identifica la prima immagine differ.
b=R,G,N identifica la banda

cos'è la deviazione standard



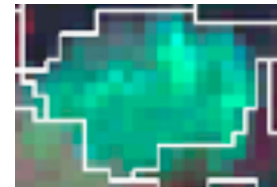
- indice di variabilità
- misura quanto sono diversi i pixel tra di loro
- all'interno di uno stesso oggetto
- attraverso la differenza dal valore medio

$$Sib = \frac{\sum_{p=1}^{Pi} (Dipb - Mib)^2}{Pi}$$

object multirate signature

X_{ij} of each object can be defined as a vector, with

$$X_{ij} = (M_{ij1}, \dots, M_{ijb}, S_{ij1}, \dots, S_{ijb})' \quad (3)$$



where i refers to the object, j (with $j=1$ or 2) refers to the image difference considered, and b refers to the number of spectral bands.

$$X_{i1} = \begin{pmatrix} M_{i1R} \\ M_{i1G} \\ M_{i1N} \\ S_{i1R} \\ S_{i1G} \\ S_{i1N} \end{pmatrix}$$

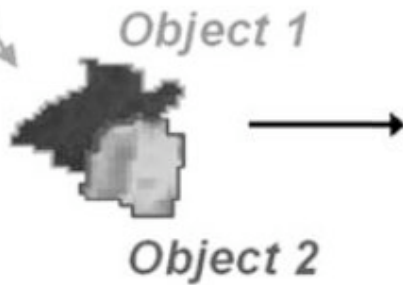
ipotesi di lavoro

- *assuming that observed differences are due to various uncontrolled factors*
- *distribution of the multivariate signature parameters for un-changed objects*
- *reasonably approximated by a Gaussian distribution*

come la mettiamo con le diverse sensibilità degli strumenti nel tempo?

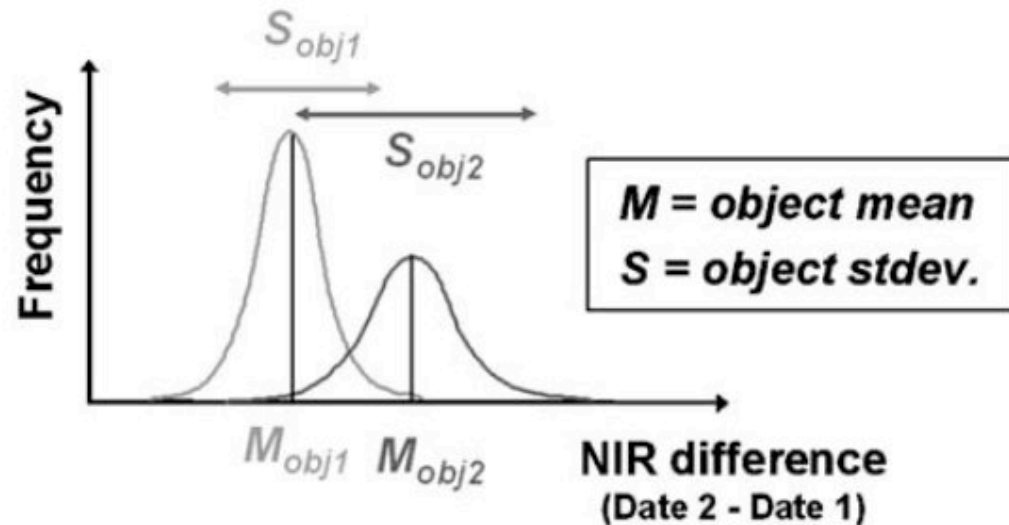
ipotesi di lavoro

$$X_{11} = \begin{pmatrix} M_{11R} \\ M_{11G} \\ M_{11N} \\ S_{11R} \\ S_{11G} \\ S_{11N} \end{pmatrix}$$
$$X_{21} = \begin{pmatrix} M_{21R} \\ M_{21G} \\ M_{21N} \\ S_{21R} \\ S_{21G} \\ S_{21N} \end{pmatrix}$$



2. Object multirate signature

Two object-statistics (M & S) derived from the reflectance difference bands



altra ipotesi di lavoro

- *limited modifications of the temporal reflectances [for unchanged objects]*
- *expected to sharply contrast with the high and heterogeneous reflectance modifications in the case of forest change*
- *the statistical values for changed objects thus tend to be located mainly in the head and tail of the distribution*
- *so that they behave like outliers with respect to those for unchanged objects*

cioè ...

- per gli oggetti non cambiati nel tempo
- ci si aspettano differenze di riflettanza con medie “nella norma” e deviazioni standard piccole

- per gli oggetti cambiati
- ci si aspettano deviazioni standard più elevate e medie anomale

altra ipotesi di lavoro

- *changes are rare and concern a small part of the total study area*
- cercare gli oggetti cambiati significa cercare quelli considerati “outlier” rispetto alla maggioranza di oggetti non cambiati

come cercare gli outlier?

- *assuming these hypotheses hold*
- *the algorithm measures for each object the surface reflectance variation over time and compares it between objects*
- *object exhibiting abnormal reflectance change over time can thus be statistically identified and labelled as changed areas*

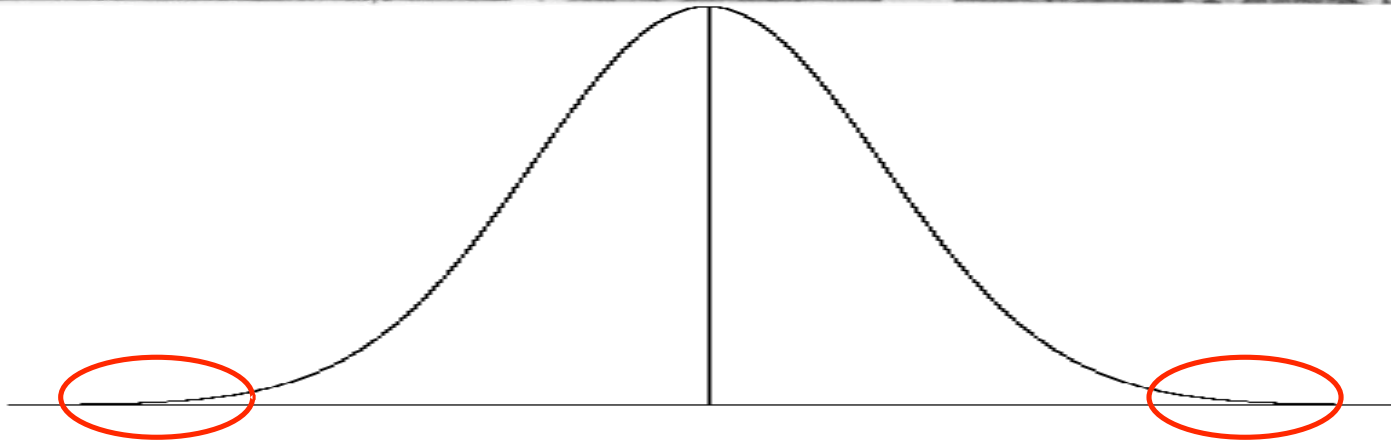
digressione

ripasso ...

valori anomali, cosa sono?

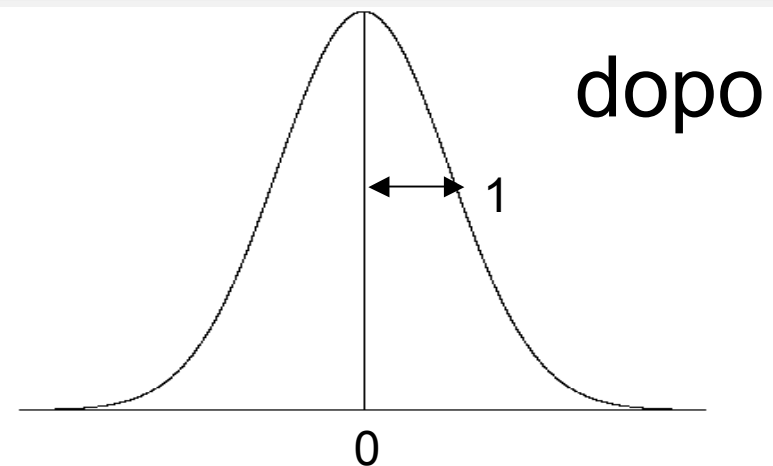
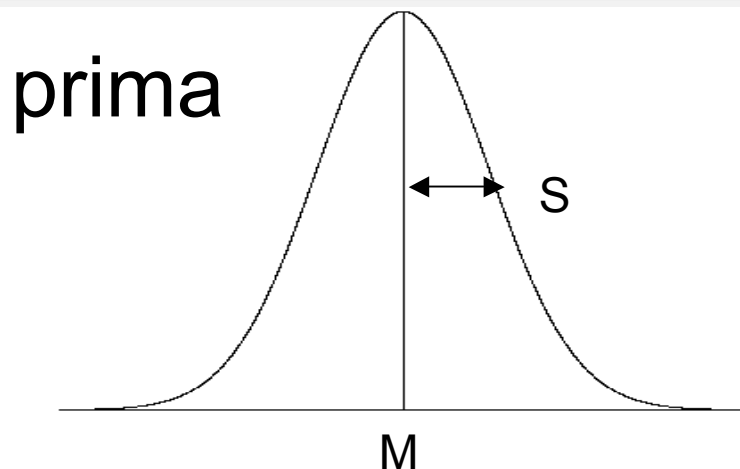
- molto “lontani” dalla media
- in termini di deviazioni standard
- si possono cercare attraverso i valori standardizzati

la distribuzione di un carattere intorno alla media



valori standardizzati

- si elimina l'influenza di M e S
- si sottrae M : cambiamento d'origine della scala di misura
- si divide per sigma: si neutralizza [standardizza] l'effetto della variabilità



come calcolarli ?

	valori originali	valori standardizzati
unità 1	X_1	$Z_1 = (X_1 - M_x) / S_x$
...
unità i	X_i	Z_i
...
unità n	X_n	Z_n
M	M_x	0
S	S_x	1

perché calcolarli ?

- consentono confronti “standardizzati” e ragionamenti basati su numeri fissi e noti
- cerchiamo di capirlo con un esempio ...

chi è più alto ?

- Michael Jordan (195 cm) è più alto di Rebecca Lobo (190 cm)?
- domanda idiota, direbbe qualcuno ...
- ma, M. Jordan è più alto tra gli uomini di quanto lo sia R. Lobo tra le donne?

$$Z_J = \frac{X_J - M_U}{S_U} = \frac{195 - 172,5}{7} = 3,21$$

$$Z_L = \frac{X_L - M_D}{S_D} = \frac{190 - 159}{6,25} = 4,96$$

- R. Lobo è relativamente più alta fra le donne di quanto lo sia M. Jordan tra gli uomini

**** la cosa interessante è che funziona anche in inches*

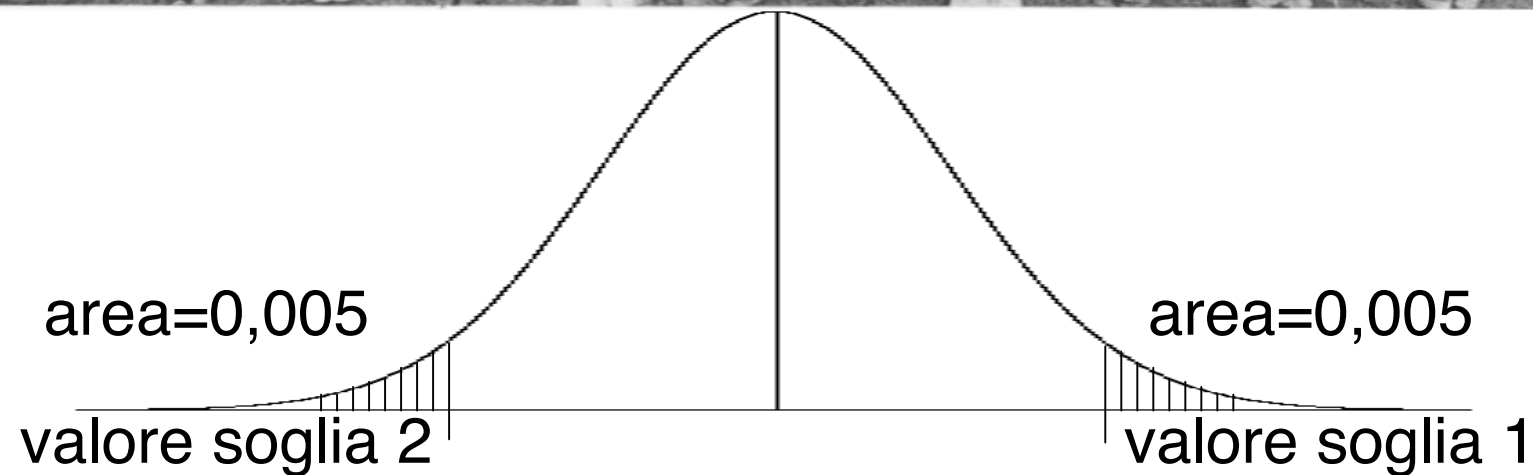
trimming

- *is defined as the removal [identification] of extreme values that behave like outliers*
- serve un criterio [soglia] per discriminare i valori nella norma dagli outlier
- ad esempio, i valori estremi che ci attendiamo si manifestino con probabilità molto bassa, minore di 0.01

digressione

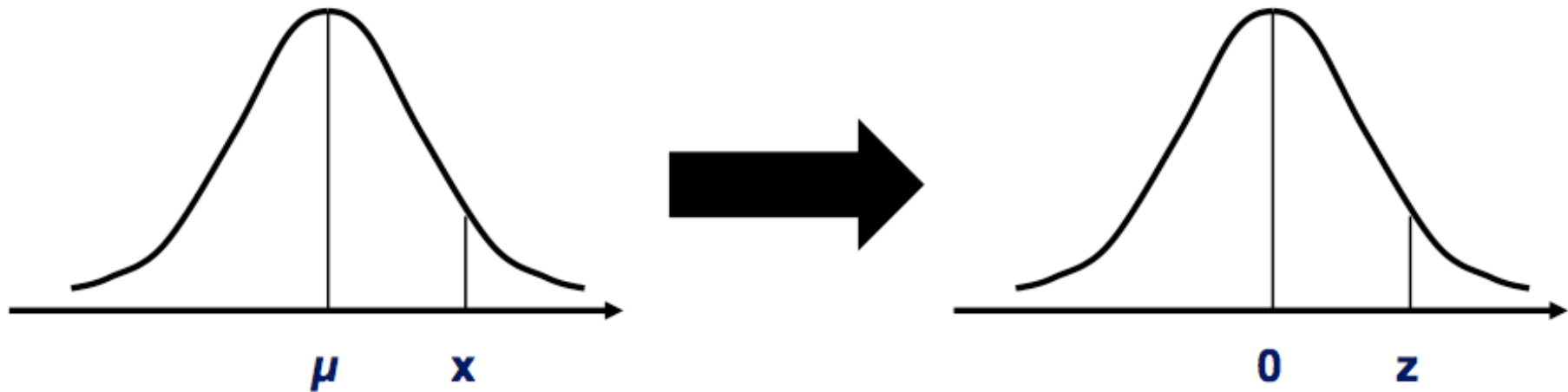
ripasso ...

dall'istogramma alla funzione di densità di probabilità



passando da X a Z

- le probabilità degli intervalli rimangono invariate



nel nostro studio le cose sono più complesse

- *the trimming procedure was performed in its multivariate version, that takes simultaneously into account the different object statistics appearing in each vector X_{ij}*
- analisi simultanea di 6 misure (3 medie e 3 deviazioni standard) che costituiscono la firma multidata (forma vettoriale)

per ogni oggetto si calcola un valore sintetico

extents. As proposed above, let us assume that for unchanged objects, X_{ij} is Gaussian distributed with mean vector m_j and covariance matrix Σ_j , so that we can define

$$C_{ij} = (X_{ij} - m_j)' \sum_j^{-1} (X_{ij} - m_j) \sim \chi^2(2b) \quad (4)$$

- sottratta la media
- elevato al quadrato
- standardizzato per varianza e covarianza
- il valore ottenuto ha distribuzione nota

calcoli

$$X_{i1} = \begin{pmatrix} Mi1R \\ Mi1G \\ Mi1N \\ Si1R \\ Si1G \\ Si1N \end{pmatrix} \quad m1 = \begin{pmatrix} ms1R \\ ms1G \\ ms1N \\ ms1R \\ ms1G \\ ms1N \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_1 = \begin{pmatrix} VAR(MR) & COV(MR, MG) & COV(MR, MN) & COV(MR, SR) & COV(MR, SG) & COV(MR, SN) \\ COV(MG, MR) & VAR(MG) & COV(MG, MN) & COV(MG, SR) & COV(MG, SG) & COV(MG, SN) \\ COV(MN, MR) & COV(MN, MG) & VAR(MN) & COV(MN, SR) & COV(MN, SG) & COV(MN, SN) \\ COV(SR, MR) & COV(SR, MG) & COV(SR, MN) & VAR(SR) & COV(SR, SG) & COV(SR, SN) \\ COV(SG, MR) & COV(SG, MG) & COV(SG, MN) & COV(SG, SR) & VAR(SG) & COV(SG, SN) \\ COV(SN, MR) & COV(SN, MG) & COV(SN, MN) & COV(SN, SR) & COV(SN, SG) & VAR(SN) \end{pmatrix}$$

come si fa?

$$\begin{array}{c} X_{11} = \begin{pmatrix} M_{11R} \\ M_{11G} \\ M_{11N} \\ S_{11R} \\ S_{11G} \\ S_{11N} \end{pmatrix} \quad \dots \quad X_{i1} = \begin{pmatrix} M_{i1R} \\ M_{i1G} \\ M_{i1N} \\ S_{i1R} \\ S_{i1G} \\ S_{i1N} \end{pmatrix} \quad \dots \quad X_{o1} = \begin{pmatrix} M_{o1R} \\ M_{o1G} \\ M_{o1N} \\ S_{o1R} \\ S_{o1G} \\ S_{o1N} \end{pmatrix} \\ \\ m_1 = \begin{pmatrix} m_{s1R} \\ m_{s1G} \\ m_{s1N} \\ m_{s1R} \\ m_{s1G} \\ m_{s1N} \end{pmatrix} \end{array}$$

come si fa?

$$X_{i1} - m_{i1} = \begin{pmatrix} Mi1R - mm1R \\ Mi1G - mm1G \\ Mi1N - mm1N \\ Si1R - ms1R \\ Si1G - ms1G \\ Si1N - ms1N \end{pmatrix}$$

digressione

ripasso ...

covarianza

$$COV_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

- ci dice se e quanto due variabili X e Y tendono a variare nella stessa direzione, cioè co-variano - vanno a braccetto
- misura il grado in cui due variabili sono legate linearmente: a grandi valori di X tendono ad associarsi grandi valori di Y e piccoli valori di X si associano piccoli valori di Y

es. X=peso Y=altezza chi più alto, più pesa (di solito)

covarianza

- se a valori di X sopra la media corrispondono valori di Y sopra la media, il prodotto sarà positivo
- se a valori di X sotto la media corrispondono valori di Y sotto la media, il prodotto sarà positivo
- il prodotto è negativo se i valori di X e Y non si muovono nella stessa direzione (es. valori grandi di X corrispondono a valori piccoli di Y)
- misura la variazione congiunta di X e Y

matrice delle covarianze

$$\Sigma_1 = \begin{pmatrix} \text{VAR}(MR) & \text{COV}(MR, MG) & \text{COV}(MR, MN) & \text{COV}(MR, SR) & \text{COV}(MR, SG) & \text{COV}(MR, SN) \\ \text{COV}(MG, MR) & \text{VAR}(MG) & \text{COV}(MG, MN) & \text{COV}(MG, SR) & \text{COV}(MG, SG) & \text{COV}(MG, SN) \\ \text{COV}(MN, MR) & \text{COV}(MN, MG) & \text{VAR}(MN) & \text{COV}(MN, SR) & \text{COV}(MN, SG) & \text{COV}(MN, SN) \\ \text{COV}(SR, MR) & \text{COV}(SR, MG) & \text{COV}(SR, MN) & \text{VAR}(SR) & \text{COV}(SR, SG) & \text{COV}(SR, SN) \\ \text{COV}(SG, MR) & \text{COV}(SG, MG) & \text{COV}(SG, MN) & \text{COV}(SG, SR) & \text{VAR}(SG) & \text{COV}(SG, SN) \\ \text{COV}(SN, MR) & \text{COV}(SN, MG) & \text{COV}(SN, MN) & \text{COV}(SN, SR) & \text{COV}(SN, SG) & \text{VAR}(SN) \end{pmatrix}$$

- matrice delle covarianze di tutte le possibili coppie di variabili in gioco

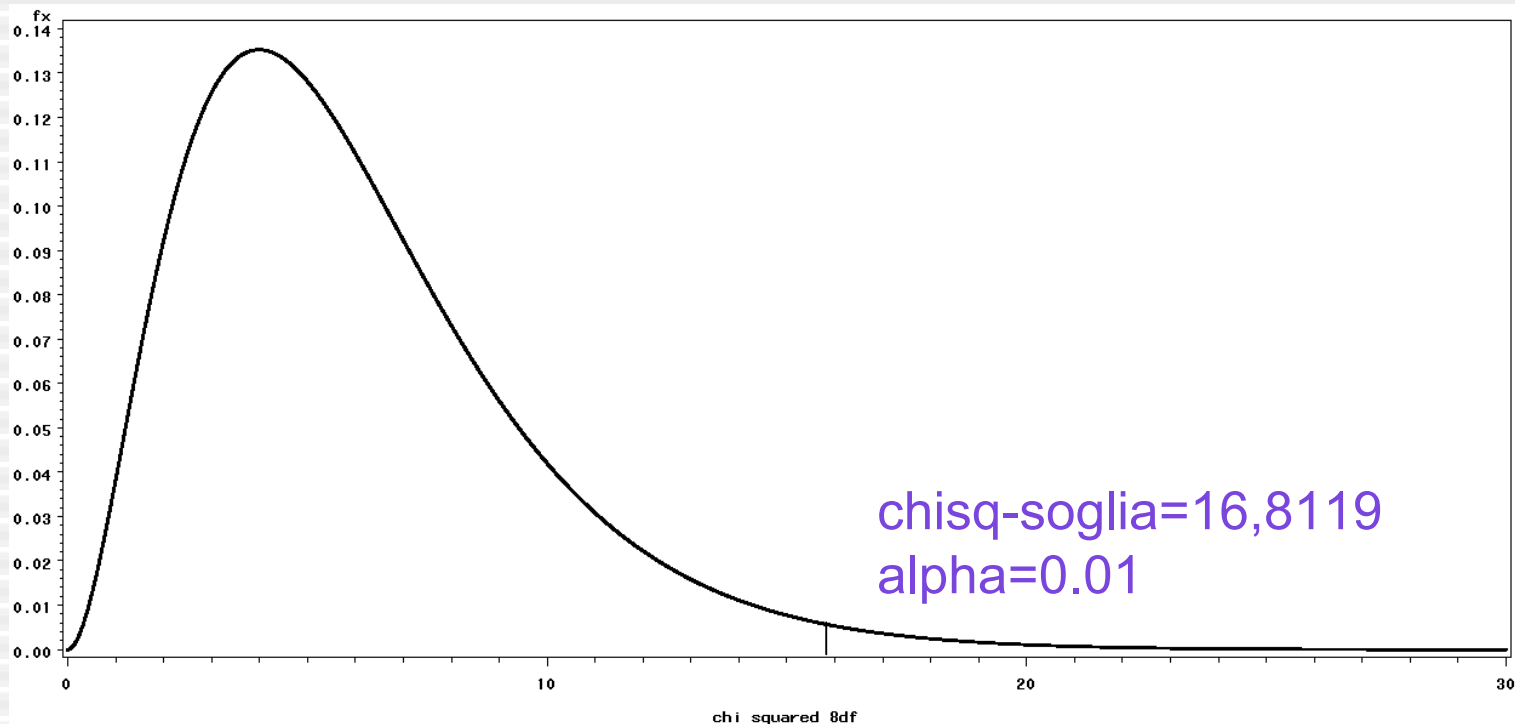
abbiamo tutto ciò che ci serve

$$X_{i1} = \begin{pmatrix} Mi1R \\ Mi1G \\ Mi1N \\ Si1R \\ Si1G \\ Si1N \end{pmatrix} \quad m_1 = \begin{pmatrix} ms1R \\ ms1G \\ ms1N \\ ms1R \\ ms1G \\ ms1N \end{pmatrix} \quad \Sigma_1 = \begin{pmatrix} \text{VAR}(MR) & \text{COV}(MR, MG) & \text{COV}(MR, MN) & \text{COV}(MR, SR) & \text{COV}(MR, SG) & \text{COV}(MR, SN) \\ \text{COV}(MG, MR) & \text{VAR}(MG) & \text{COV}(MG, MN) & \text{COV}(MG, SR) & \text{COV}(MG, SG) & \text{COV}(MG, SN) \\ \text{COV}(MN, MR) & \text{COV}(MN, MG) & \text{VAR}(MN) & \text{COV}(MN, SR) & \text{COV}(MN, SG) & \text{COV}(MN, SN) \\ \text{COV}(SR, MR) & \text{COV}(SR, MG) & \text{COV}(SR, MN) & \text{VAR}(SR) & \text{COV}(SR, SG) & \text{COV}(SR, SN) \\ \text{COV}(SG, MR) & \text{COV}(SG, MG) & \text{COV}(SG, MN) & \text{COV}(SG, SR) & \text{VAR}(SG) & \text{COV}(SG, SN) \\ \text{COV}(SN, MR) & \text{COV}(SN, MG) & \text{COV}(SN, MN) & \text{COV}(SN, SR) & \text{COV}(SN, SG) & \text{VAR}(SN) \end{pmatrix}$$

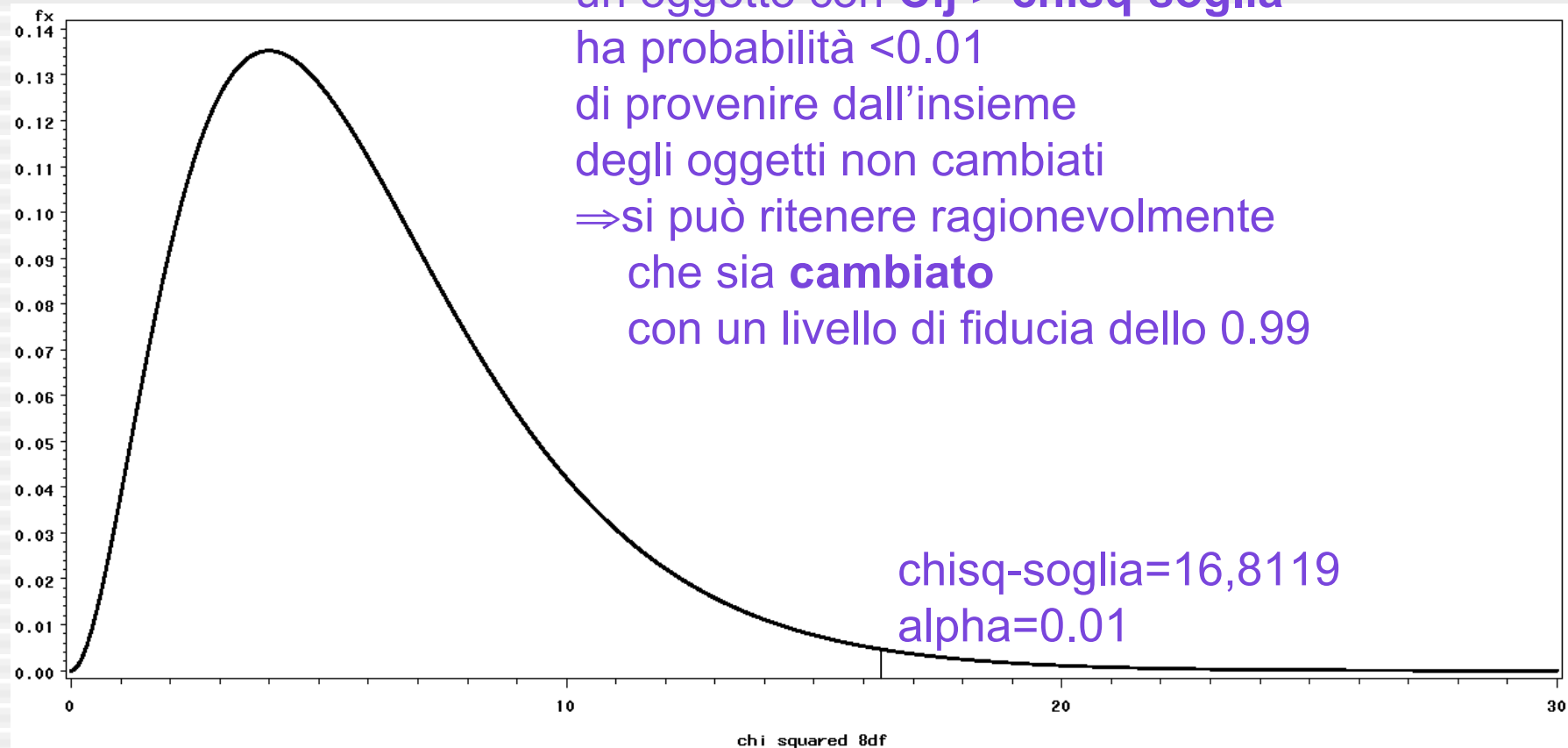
$$C_{ij} = \overset{1 \times 6}{(X_{ij} - m_j)'} \overset{6 \times 6}{\sum_j} \overset{-1}{\quad} \overset{6 \times 1}{(X_{ij} - m_j)} \overset{1 \times 1}{\sim} \chi^2(2b)$$

un valore C_{ij} per ogni oggetto

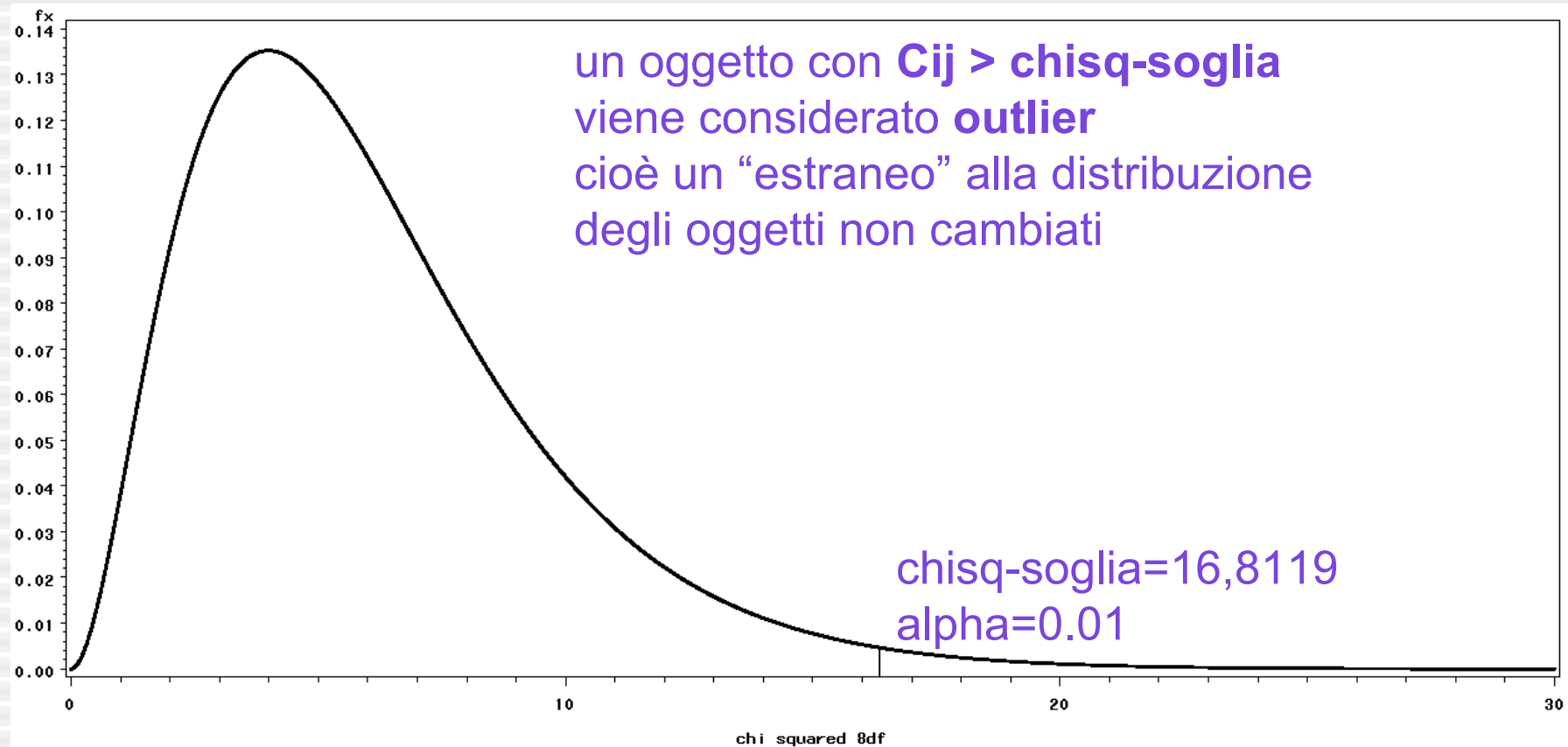
- per gli oggetti non cambiati, se le ipotesi reggono, si conosce la distribuzione di C_{ij}
- chi quadrato, 6 gradi di libertà



un valore C_{ij} per ogni oggetto



i C_{ij} outlier



i Cij outlier

We can thus write that

$$P(C_{ij} < \chi_{1-\alpha}^2(2b)) = 1-\alpha \quad (5)$$

i.e., for a chosen probability level $1-\alpha$ (with $1-\alpha=0.99$, for example), we can identify a value $\chi_{1-\alpha}^2(2b)$ that C_{ij} will only exceed with probability α . If α is chosen to be small, a simple

gli oggetti non cambiati
all'inizio non si conoscono

$$C_{ij} = (\mathbf{X}_{ij} - \mathbf{m}_j)' \sum_j^{-1} (\mathbf{X}_{ij} - \mathbf{m}_j) \sim \chi^2(2b)$$

- dopo un primo calcolo di C_{ij} , abbiamo due insieme di oggetti: non cambiati - cambiati
- possiamo ricalcolare medie e covarianze solamente sugli oggetti non cambiati
- eliminando gli outlier

iteriamo la stima di C_{ij}

$$C_{ij} = (\mathbf{X}_{ij} - \mathbf{m}_j)' \sum_j^{-1} (\mathbf{X}_{ij} - \mathbf{m}_j) \sim \chi^2(2b)$$

- ricalcoliamo C_{ij} con le nuove stime di medie e covarianze
- e continuiamo così a “irrobustire” le stime

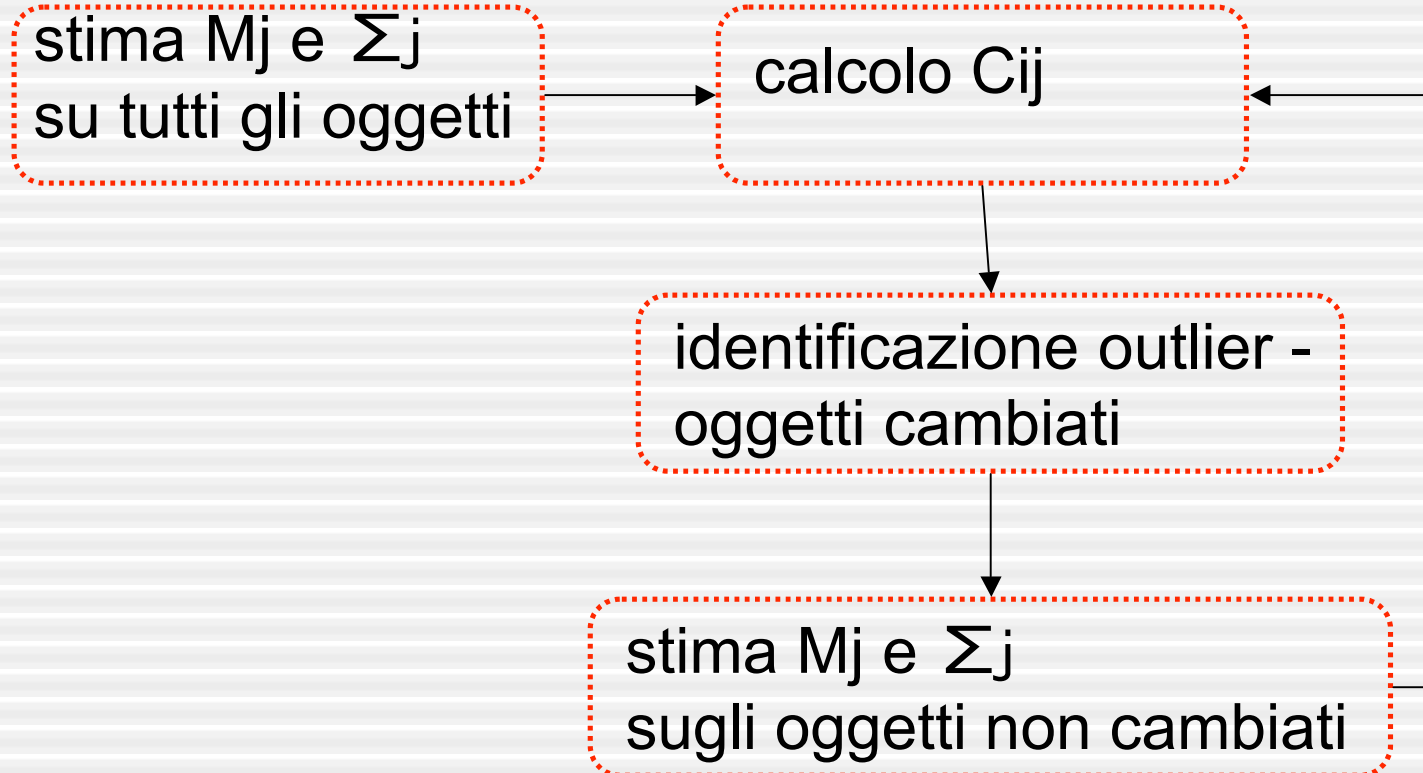
iterative trimming

- *applying Eq. (4) can only be done if one knows the corresponding m_j and Σ_j*
- *these can be initially estimated directly from the whole set of corresponding X_{ij} vectors*
- *but as this set is precisely expected to contain outlying values*
- *this could lead to poor estimates*

iterative trimming

- *we thus propose to use Eqs. (4) and (5) in an iterative approach*
- *initial estimates m_j and Σ_j are computed from the whole set of objects, and a first trimming is applied*
- *from the set of objects flagged as unchanged, new estimates m_j and Σ_j are obtained*
- *trimming can be applied again*
- *this iterative procedure is stopped when no new objects are flagged as changed*

in pratica ...



iterative trimming

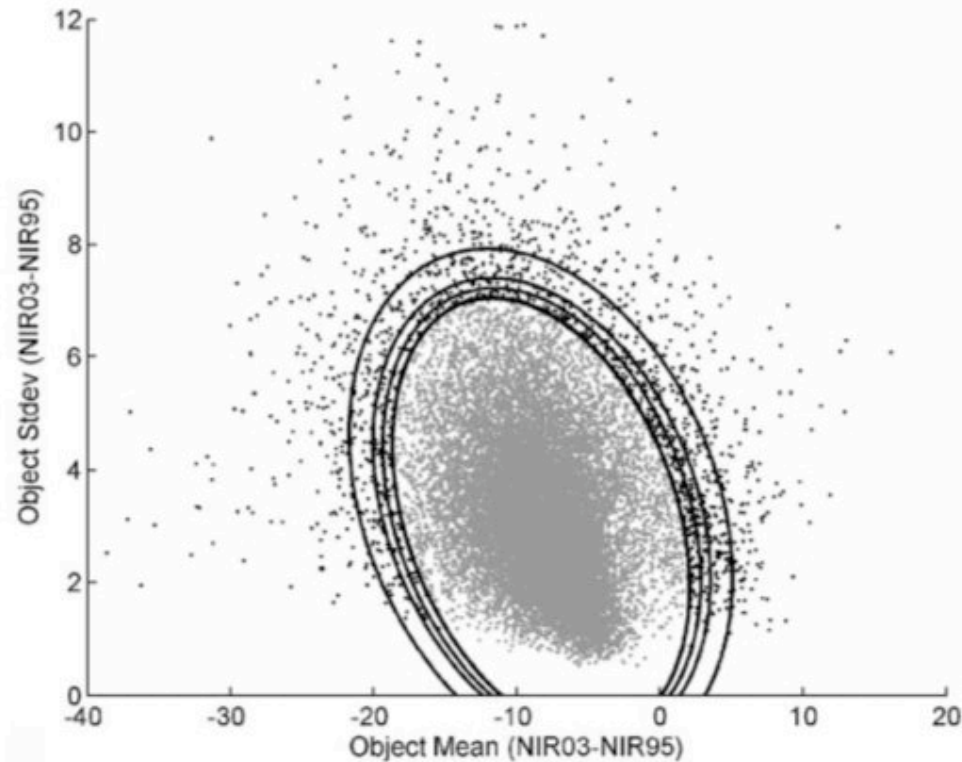
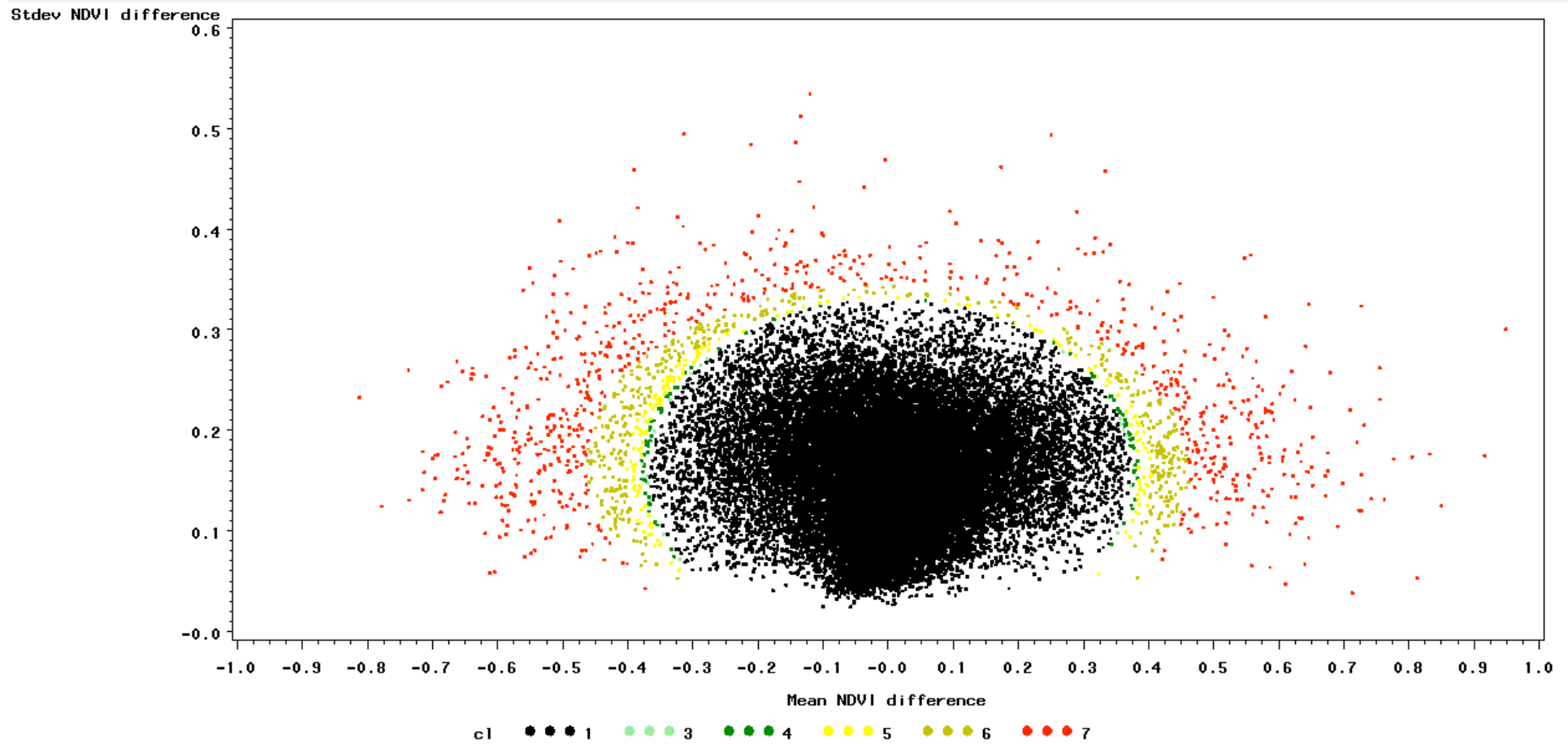


Fig. 2. Detection of changed objects from two statistics describing the reflectance difference (XS03–XS95) for the NIR spectral band, i.e., the mean (Object Mean) and standard deviation (Object Stdev). The iterative process is illustrated by the ellipses drawn for iterations 1, 2, 3 and 13 (out of 13 iterations). Points outside the smallest ellipse (iteration 13) are all considered as changed objects.

iterative trimming



quali sono gli oggetti “cambiati”

- *the whole procedure was only applied on a single image difference*
- *it was repeated respectively for both image differences*
- *the results were combined*
- *an object detected as an outlier in at least one of the statistical tests*
- *was considered as “changed” for the whole change detection process*

risultati

- *four change maps have been produced*
- *based on the 4 change detection techniques*
- *RGB-NDVI, OB-NDVI, MMC and OB-Reflectance*
- *performance indices assessment to compare methods*

indici di performance

Table 2

Performance indices for both change detection methods using Reflectances, as estimated by two validation approaches, i.e., polygon-wise and pixel-wise, and two sources of reference data, i.e., visual interpretation ($n=1000$) and forest inventory database ($n=325$, between brackets)

<u>Change detection method</u>	<u>OB-Reflectance</u>	<u>MMC</u>	<u>MMC</u>
<u>Validation technique</u>	<u>Polygon-wise</u>	<u>Polygon-wise</u>	<u>Pixel-wise</u>
Detection accuracy (%)	91.5 (91.2)	54.9 (70.6)	49.4 (62.7)
Omission error (%)	8.5 (8.8)	45.1 (29.4)	50.6 (37.3)
Commission error (%)	13.0 (21.5)	24.7 (32.4)	15.9 (17.8)
Overall accuracy (%)	92.7 (92.9)	79.3 (86.8)	85.1 (90.9)
Kappa: change class	0.87 (0.88)	0.41 (0.62)	0.41 (0.57)
Kappa: no-change class	0.81 (0.73)	0.63 (0.59)	0.79 (0.78)
Overall kappa	0.84 (0.80)	0.50 (0.61)	0.54 (0.66)

change detection error matrix

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

overall accuracy

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

$$\text{overall accuracy} = \frac{a+d}{a+b+c+d}$$

- *overall accuracy is the proportion of changed and unchanged elements that are correctly classified by the method*

detection accuracy

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

detection accuracy

$$\frac{a}{a+c}$$

- *detection accuracy is the proportion of correctly detected changed elements*

omission error

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

omission error

c
a+c

- *omission error is the proportion of omitted changed elements*

commission error

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

commission error

b
b+d

- *commission error is the proportion of falsely detected unchanged elements*

K statistic

- misura l'accordo di due "giudici" su scala nominale
- tiene conto dell'accordo che avviene "per caso"

$$K = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)}$$

- accordo totale $K=1$
- disaccordo $K<0$

$\Pr(a)$ = accordo relativo osservato

$\Pr(e)$ = probabilità ipotetica di accordo "per caso"

nel nostro caso

- nel nostro caso:
- $\Pr(a)$ = overall accuracy

$$\Pr(e) = \frac{a+b}{a+b+c+d} * \frac{a+c}{a+b+c+d} + \frac{c+d}{a+b+c+d} * \frac{b+d}{a+b+c+d}$$

		controllo		
		C	nonC	
iterative trimming	C	a	b	a+b
	nonC	c	d	c+d
		a+c	b+d	a+b+c+d

indici di performance

Table 2

Performance indices for both change detection methods using Reflectances, as estimated by two validation approaches, i.e., polygon-wise and pixel-wise, and two sources of reference data, i.e., visual interpretation ($n=1000$) and forest inventory database ($n=325$, between brackets)

<u>Change detection method</u>	<u>OB-Reflectance</u>	<u>MMC</u>	<u>MMC</u>
<u>Validation technique</u>	<u>Polygon-wise</u>	<u>Polygon-wise</u>	<u>Pixel-wise</u>
Detection accuracy (%)	91.5 (91.2)	54.9 (70.6)	49.4 (62.7)
Omission error (%)	8.5 (8.8)	45.1 (29.4)	50.6 (37.3)
Commission error (%)	13.0 (21.5)	24.7 (32.4)	15.9 (17.8)
Overall accuracy (%)	92.7 (92.9)	79.3 (86.8)	85.1 (90.9)
Kappa: change class	0.87 (0.88)	0.41 (0.62)	0.41 (0.57)
Kappa: no-change class	0.81 (0.73)	0.63 (0.59)	0.79 (0.78)
Overall kappa	0.84 (0.80)	0.50 (0.61)	0.54 (0.66)

A blue pill-shaped button with rounded ends, centered on a light gray background. The button has a slight gradient and a shadow. The word "fine" is written in white, lowercase, sans-serif font in the center of the button.

fine