CAPITOLO 8 – Valutazione delle prestazioni economico-finanziarie delle imprese
Paragrafo 8.6 Diagnosi precoce dell'insolvenza aziendale

8

PEARSON

La diagnosi precoce dell'insolvenza aziendale

Obiettivi

Riuscire a cogliere con adeguato anticipo i segnali premonitori dello stato di insolvenza di un'impresa per valutare il rischio associato ad una determinata operazione finanziaria (es. la concessione di un prestito)

A chi serve

- Alle banche e istituti finanziari nella gestione del credito
- Al management:
  - per intraprendere tempestive azioni di risanamento
  - per acquisire consapevolezza delle metodologie utilizzate dagli istituti finanziari nell'erogazione dei prestiti
- A vari organi istituzionali di vigilanza o preposti all'intervento economico e finanziario (v. accordi di Basilea)
- ….ecc.

I modelli per la diagnosi precoce dell'insolvenza e gli accordi di Basilea

Con gli **accordi di Basilea** le banche e gli istituti finanziari devono monitorare e valutare i rischi della concessione di prestiti e delle forme di investimento finanziario

A partire dall'accordo di **Basilea II** le banche e gli istituti finanziari devono adottare delle metodologie per determinare i propri requisiti patrimoniali minimi a copertura dei rischi derivanti dallo svolgimento delle loro attività.

Tale metodologie richiedono l'impiego di modellistica statistica.

Basilea I (1988) e Basilea II (2004) e il rischio di credito

Basilea I: patrimonio di vigilanza pari almeno all'8% delle attività (prestiti) A_i

$$\frac{\text{Patrimonio di vigilanza}}{\sum_i A_i} > 0.08$$

Basilea II: il patrimonio di vigilanza viene commisurato alla rischiosità delle operazioni, che viene espressa da un coefficiente di ponderazione (v. π_i nella formula sotto) che esprime il **rischio di insolvenza** associato a quella operazione

$$\frac{\text{Patrimonio di vigilanza}}{\sum_i A_i \pi_i + \ldots} > 0.08$$

Applicazioni anche in ambito giuridico

Per l'ammissione alla procedura di ***amministrazione controllata*** occorre che:

1) La crisi finanziaria sia temporanea
2) Ci siano possibilità di risanare l'impresa

Un modello di previsione delle insolvenze potrebbe dare una indicazione per il processo valutativo del giudice.

Inoltre, nel corso dell'amministrazione controllata, tale modello può segnalare se le azioni di risanamento intraprese hanno effetti positivi sullo stato di salute dell'impresa.

Analisi fondamentale e andamentale

I metodi di diagnosi precoce del rischio di insolvenza utilizzano dati contabili e anche extracontabili secondo due impostazioni di analisi.

Analisi fondamentale: utilizza dati di bilancio e dati macro di settore e conduce ad un giudizio sulla struttura patrimoniale, finanziaria ed economica dell'impresa

Analisi andamentale: è basata sull'osservazione continuativa del comportamento dell'impresa con la singola banca affidante (e, tramite le informazioni della Centrale rischi della Banca d'Italia, con tutto il sistema bancario) e conduce ad un giudizio sulla posizione finanziaria e sulla liquidità dell'impresa anche nei riguardi degli strumenti di finanziamento che ha in atto.

Lo sviluppo delle metodologie

Inizio anni 60: analisi descrittiva **univariata** degli indici di bilancio ad opera di Beaver.

Fine anni 60: viene sviluppato il primo modello multivariato ad opera di Altman mediante la tecnica dell'**analisi discriminante.**

Anni 70: nascono i modelli di *credit scoring* applicati al credito al consumo che utilizzano la tecnica dei modelli *a risposta qualitativa* (soprattutto il modello logit)

Anni 90: applicazione delle *reti neurali* e di tecniche di *automatic learning*

Scopi dell'analisi statistica multivariata

Scopi descrittivi ed esplicativi di come si manifesta e si sviluppa una crisi aziendale per risalire alle cause che hanno agito nel determinare lo stato di insolvenza.

Scopi predittivi: costruzione di un **modello** statistico che valuti il rischio associato a una determinata configurazione dei *ratio* di bilancio. Si parla di **modello** perché ci si propone di formalizzare la relazione fra i segnali "premonitori" antecedenti all'insolvenza (segnali che provengono dagli indici di bilancio ed eventualmente da dati andamentali) e l'evento insolvenza.
Noi ci poniamo cioè nell'ottica **predittiva**.

L’analisi predittiva: obiettivi

a) Identificazione di quei ratio che, in base ai valori assunti in **esercizi contabili precedenti**, sono in grado di segnalare con congruo anticipo la manifestazione della crisi di insolvenza;

b) Produzione di un punteggio sintetico (un punteggio, *score* o una probabilità di insolvenza) che sintetizzi in uno scalare l’informativa multidimensionale rappresentata da *p* indici di bilancio di un’impresa.

Tale punteggio esprime il rischio di insolvenza riferito a un certo orizzonte temporale futuro.

Come procede l'analisi

L'analisi si basa sul **confronto** fra due gruppi (campioni) di imprese:

imprese insolventi: che hanno sperimentato l'evento di insolvenza al tempo *t*

imprese sane: che, al tempo *t,* non hanno ancora sperimentato l'evento di insolvenza

A cosa serve il confronto fra i due gruppi

Si conosce, a priori, il gruppo di appartenenza di ogni impresa e si vuole trovare una regola - basata in genere su un punteggio sintetico - che, sulla base dei soli indici di bilancio (ed eventualmente dei dati andamentali), consenta di riclassificare ogni impresa nel gruppo di appartenenza.

Utilizzo della regola

Il punteggio sintetico e la regola classificatoria potranno essere utilizzati per classificare **nuove imprese** nei due gruppi.

Lo scopo predittivo si riferisce proprio al fatto che il modello servirà per classificare imprese delle quali **non** si conosce l'appartenenza di gruppo.

L'analisi funziona in questo modo:
il comportamento di **oggi** di un certo numero di imprese con certe caratteristiche viene utilizzato per **prevedere** il comportamento futuro di altre imprese con le stesse caratteristiche.

L’analisi discriminante (AD)

È una tecnica multivariata di **classificazione** di unità in gruppi noti a priori

Si basa sull’individuazione di una funzione che **discrimina** i due gruppi (funzione discriminante).

Può essere usata per scopi **descrittivi** o **predittivi**.

A noi interessa l’ottica **predittiva**.

Le fasi per l'AD nella previsione dell'insolvenza

1. individuazione della popolazione di riferimento e definizione dei due gruppi di imprese, insolventi e sane;

2. formazione del campione delle imprese insolventi e del campione delle imprese sane;

3. selezione delle variabili e loro caratteristiche distributive;

4. scelta di una regola classificatoria; derivazione e stima della funzione discriminante che produce lo score discriminante (scalare); determinazione di un valore soglia (cut-off point) che, confrontato con lo score discriminante, permetta di classificare l'impresa in uno dei due gruppi;

5. validazione della regola classificatoria stimata;

6. impiego della regola per classificare nuove imprese

Fase 1. Definizione dei gruppi: che cosa si intende per insolvenza?

- **Approccio economico**: incapacità dell'impresa di generare *surplus* per garantire la copertura del ciclo di investimenti; perdita di equilibrio fra costi e ricavi → **insolvenza economica.** È difficile da stabilire in modo non ambiguo.

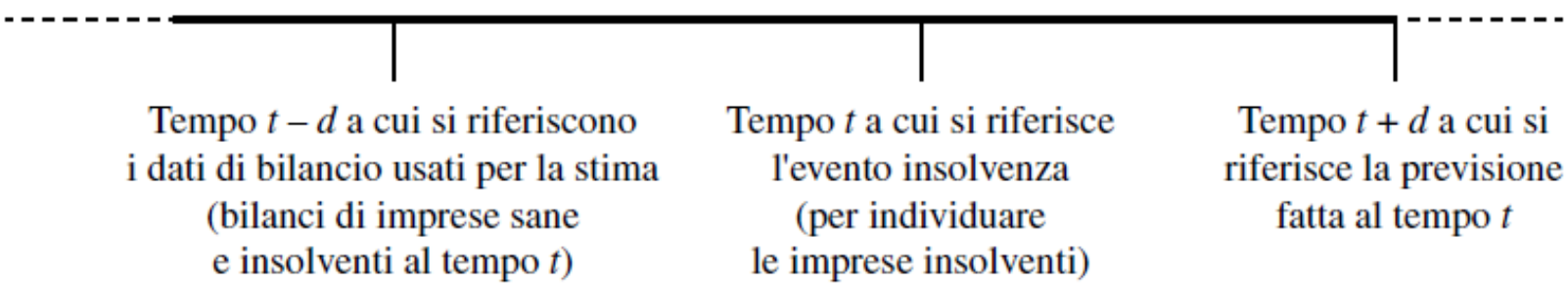
- **Approccio finanziario**: incapacità ad adempiere agli impegni finanziari (rischio di inesigibilità)→ **insolvenza finanziaria**. Per Basilea 2: è insolvente l'impresa che ritardi il rimborso di una o più parti del finanziamento per oltre 90 giorni (insolvenza finanziaria).
Questo tipo di insolvenza è rilevabile dalla Centrale rischi e altro.

- **Approccio giuridico**: il fallimento e la sua dichiarazione è la constatazione giuridica dell'insolvenza. Questo tipo di insolvenza è facilmente rilevabile.

Fase 1. Individuazione delle popolazioni di imprese

Il tempo.

Un modello di previsione dell'insolvenza si basa su **dati retrospettivi** (bilanci precedenti il tempo in cui si è manifestata l'insolvenza).



Altri elementi.

E' necessario rispettare condizioni di omogeneità.

I modelli «di settore» funzionano meglio.

PEARSON

2. Formazione del campione delle imprese insolventi e del campione delle imprese sane

Il campione delle **imprese insolventi**

Spesso le imprese insolventi sono poche e quindi si prendono tutte.

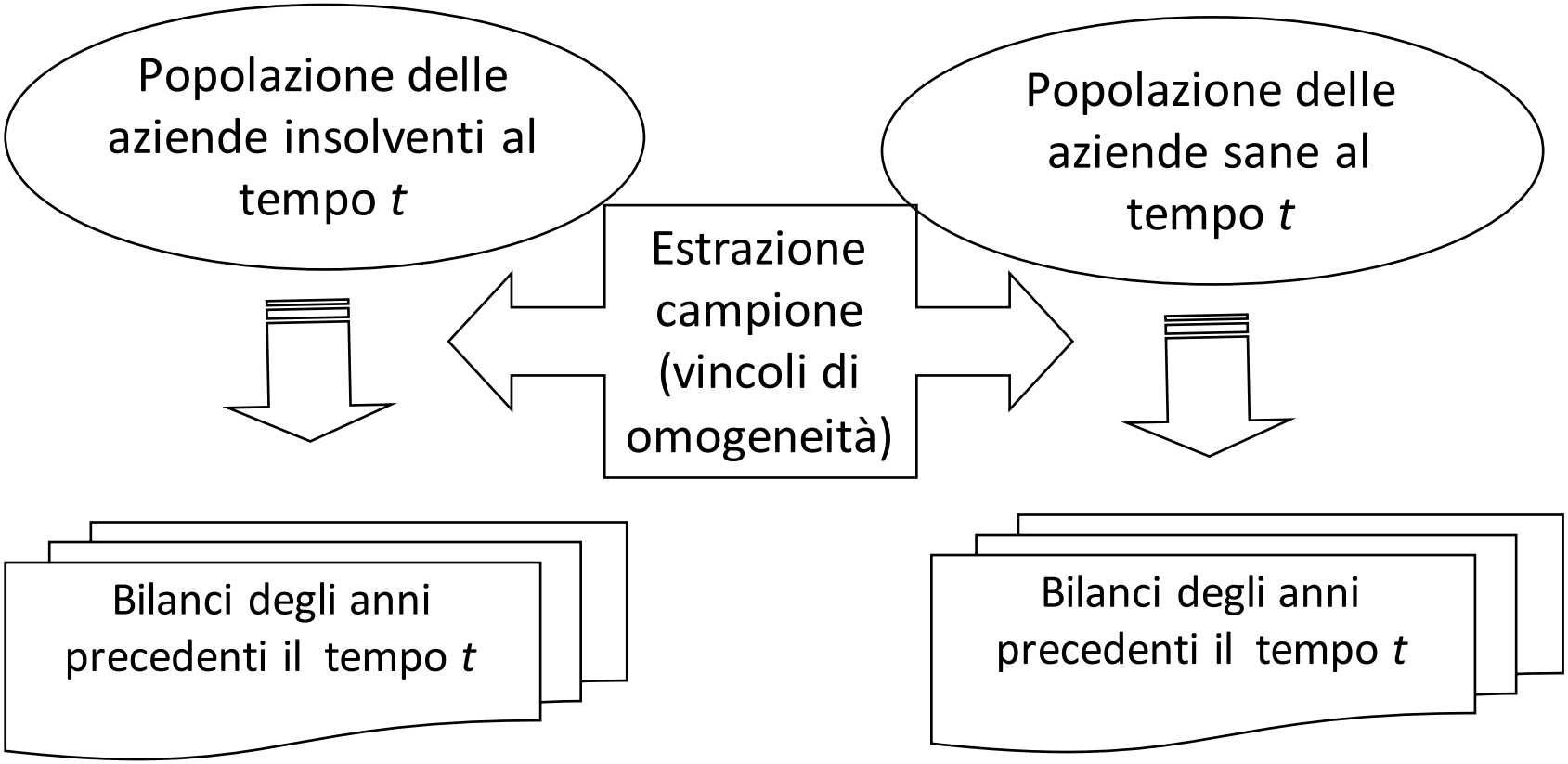
In genere si cumulano gli eventi di insolvenza verificati in un intervallo di tempo come ad esempio un anno e quindi dal 1/1/2010 a *t*=31/12/2010 (dato di **flusso**)

Il campione delle **imprese sane**

Deve rispettare vincoli di omogeneità rispetto al campione delle imprese insolventi (settore economico, la forma giuridica, la dimensione in termini di addetti o di fatturato, l'età dell'impresa).

Si tratta di imprese in vita al tempo *t* (dato di **stock**) ad esempio al 31/12/2010

4. Formazione del campione e i dati



PEARSON

3. Selezione delle variabili e loro distribuzioni

Principali tipologie di variabili

(a) indici di bilancio

(b) variabili derivate dagli indici di bilancio (ad esempio il tasso medio di variazione annua o la varianza dei valori annuali);

(c) variabili a livello macro (di settore o macroeconomiche).

Le distribuzioni degli indici di bilancio

Sono caratterizzate da asimmetria, curtosi e talvolta dalla presenza di valori eccezionali (outlier).

Possibili soluzioni: trasformazioni di variabili, trattamento outlier.

Analisi statistiche preliminari

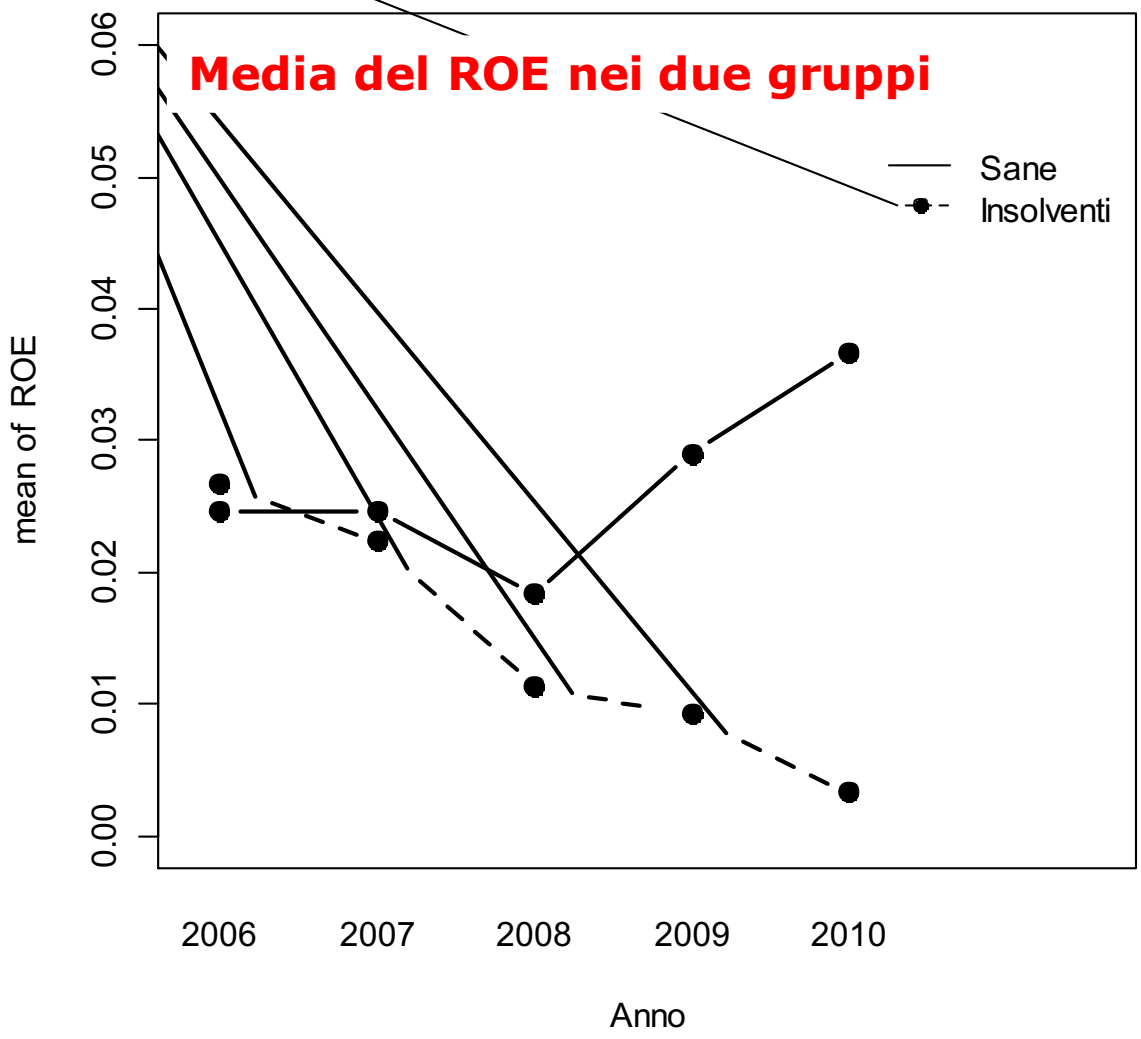
Scopi

1) Quali indici di bilancio riescono a distinguere già in tempi antecedenti al tempo *t,* le imprese in difficoltà da quelle in buona salute ?
2) E in quale tempo *t–d* antecedente il tempo *t* dell'insolvenza si comincia a manifestare il divario fra imprese insolventi e sane ?

Possibili analisi

- analisi dei profili temporali dei ratio di bilancio separato per gruppo
- boxplot dei ratio di bilancio separato per gruppo e tempo

Esempio: il profilo temporale del ROE (*t*=2011)

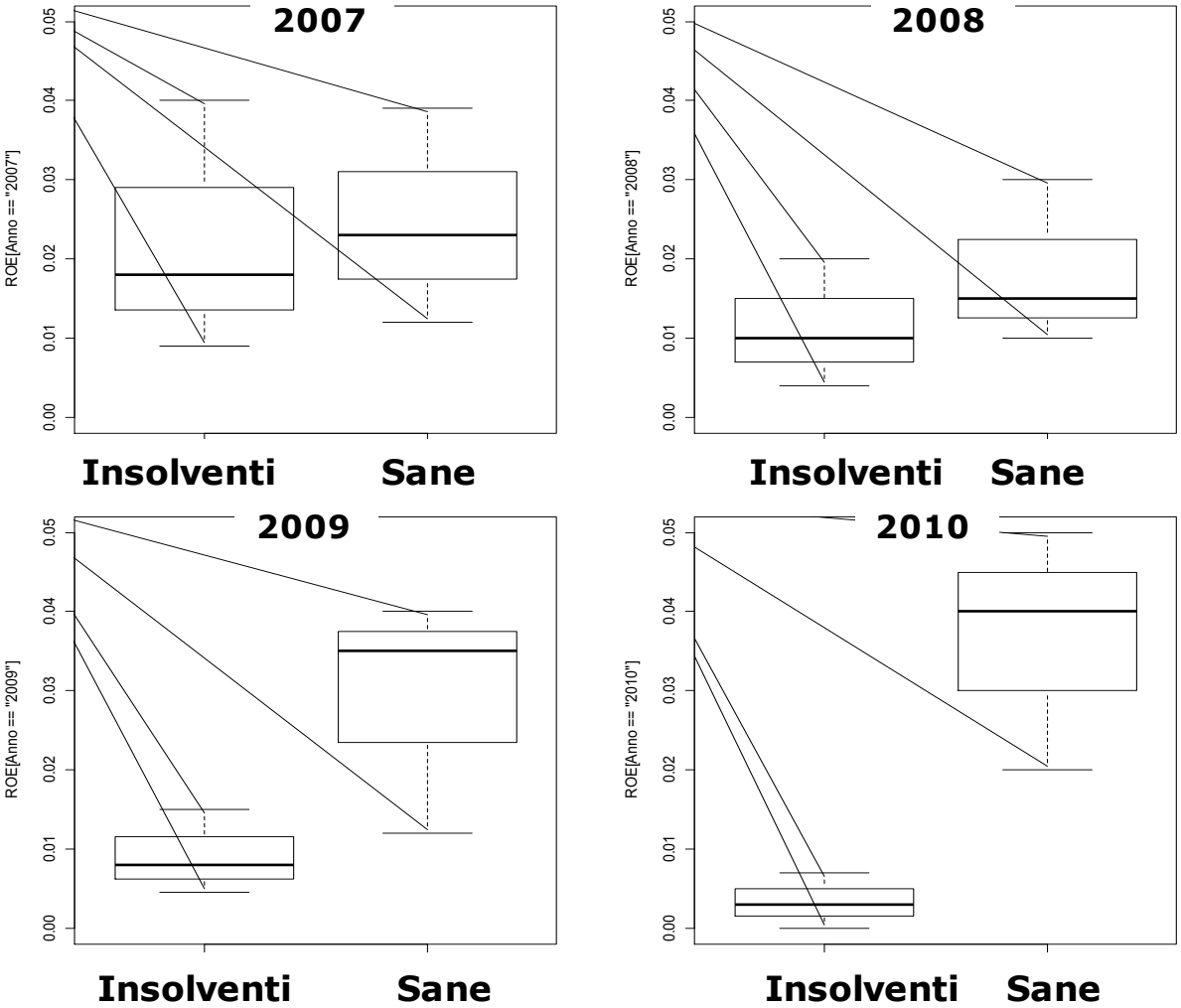


Il divario fra le medie del ROE inizia nel 2008

(3 anni prima dell'evento insolvenza)

PEARSON

Boxplot separati per gruppo: il ROE



Il divario fra le distribuzioni del ROE inizia nel 2008

(3 anni prima dell'evento insolvenza)

PEARSON

4. Scelta della regola classificatoria e stima della funzione discriminante

Notazione e ipotesi

G_0 gruppo sane, G_1 gruppo insolventi

ϕ_0, ϕ_1 probabilità a priori associate ai due gruppi $(\phi_0 + \phi_1 = 1)$, $\phi_1 < \phi_0$

$\mathbf{x}_i$: vettore riga di dimensione p (gli indici di bilancio dell'unità U_i)

$\underline{X}|G_0 \sim f(\mathbf{x}_i|G_0)$ $\qquad$ $\underline{X}|G_1 \sim f(\mathbf{x}_i|G_1)$

funzione di densità congiunta (unimodale) dei p ratio di bilancio in G_0 e in G_1

PEARSON

4. Scelta della regola classificatoria: la regola della massima probabilità a posteriori

Classificazione dell'unità *i-esima*

$$\begin{cases} se\ P(G_1 \mid \mathbf{x_i}) > P(G_0 \mid \mathbf{x_i}) \quad l'unità\ \ i\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ \ i\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} se\ \dfrac{f(\mathbf{x_i} \mid G_1)\phi_1}{f(\mathbf{x_i})} > \dfrac{f(\mathbf{x_i} \mid G_0)\phi_0}{f(\mathbf{x_i})} \quad l'unità\ i\ \ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ \ i\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} se\ f(\mathbf{x_i} \mid G_1)\phi_1 > f(\mathbf{x_i} \mid G_0)\phi_0 \quad l'unità\ \ i\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ \ i\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

Regole equivalenti

$f(\mathbf{x_i} \mid G_k)$ verosimiglianza di $\mathbf{x_i}$ in G_k k=0,1

$$f(\mathbf{x_i}) = f(\mathbf{x_i} \mid G_1)\phi_1 + f(\mathbf{x_i} \mid G_0)\phi_0$$

4. Regola, funzione discriminante, cut-off, score discriminante

$$se\ f(\mathbf{x_i}\,|\,G_1)\phi_1 > f(\mathbf{x_i}\,|\,G_0)\phi_0 \quad l'unità \quad i-esima\ va\ in\ a\ G_1$$

$$se\ \boxed{f(\mathbf{x_i}\,|\,G_1)\phi_1 - f(\mathbf{x_i}\,|\,G_0)\phi_0} > 0 \quad l'unità \quad i-esima\ va\ in\ G_1$$

$$se\ \boxed{\frac{f(\mathbf{x_i}\,|\,G_1)}{f(\mathbf{x_i}\,|\,G_0)}} > \frac{\phi_0}{\phi_1} \quad l'unità \quad i-esima\ va\ in\ G_1$$

$$se\ \boxed{\ln f(\mathbf{x_i}\,|\,G_1) - \ln f(\mathbf{x_i}\,|\,G_0)} > \ln\frac{\phi_0}{\phi_1} \quad l'unità \quad i-esima\ va\ in\ G_1$$

Regole equivalenti

funzione discriminante: si sceglierà la formulazione più semplice

Cut-off

score discriminante: valore assunto dalla funzione discriminante per una unità specifica; esso viene confrontato col valore di cut-off della regola. Lo score discriminante è uno **scalare**.

4. Scelta della regola: la regola della massima probabilità a posteriori e della verosimiglianza massima

Massima probabilità a posteriori

$$\begin{cases} se\ f(\mathbf{x_i} \mid G_1)\phi_1 > f(\mathbf{x_i} \mid G_0)\phi_0 \quad l'unità \quad i-esima\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità \quad i-esima\ è\ assegnata\ al\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

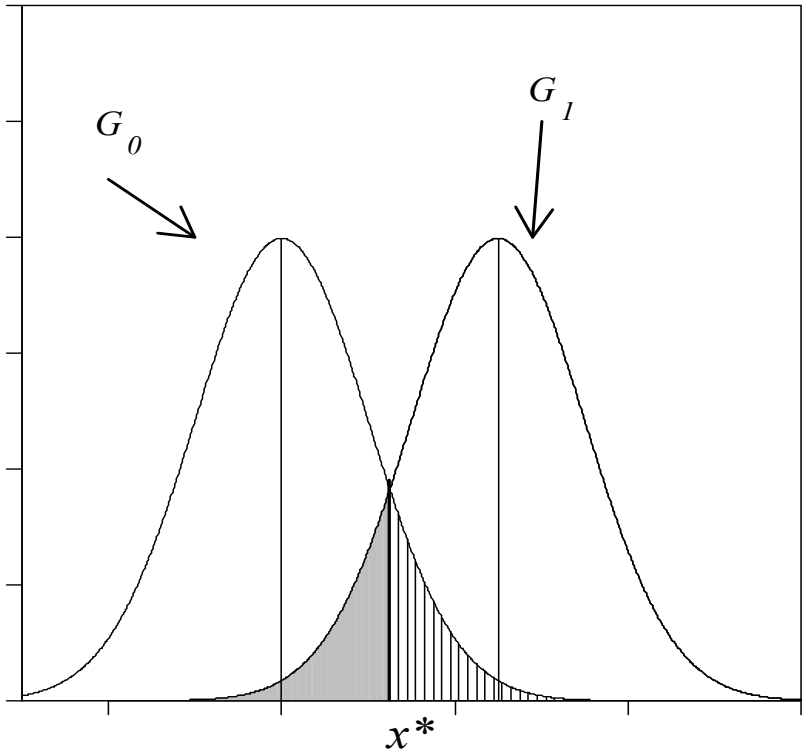
Se $\phi_0 = \phi_1$ (=0.5) questa regola coincide con la regola della verosimiglianza massima

Verosimiglianza massima

$$\begin{cases} se\ f(\mathbf{x_i} \mid G_1) > f(\mathbf{x_i} \mid G_0) \quad l'unità \quad i-esima\ è\ assegnata\ a\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità \quad i-esima\ è\ assegnata\ a\ G_0 \end{cases}$$

PEARSON

4. Distribuzione normale e regola della verosimiglianza massima: caso univariato con stessa varianza nei due gruppi



Errori di classificazione
Area **grigia**: probabilità di falso negativo
Area **tratteggiata**: prob. di falso positivo
SONO UGUALI

$$\begin{cases} se \quad \dfrac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\dfrac{1}{2}\dfrac{(x_i-\mu_{G_1})^2}{\sigma^2}\right) > \dfrac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\dfrac{1}{2}\dfrac{(x_i-\mu_{G_0})^2}{\sigma^2}\right) \quad l'unità\ i\ va\ in\ G_1 \\ altrimenti \quad va \quad in \quad G_0 \end{cases}$$

$$f(x^*|G_0)=f(x^*|G_1) \qquad x^* = \frac{\mu_{G_0}+\mu_{G_1}}{2}$$

CONTINUA

PEARSON

CONTINUAZIONE

$$se \quad \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(x_i-\mu_{G_1})^2}{\sigma^2}\right) > \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(x_i-\mu_{G_0})^2}{\sigma^2}\right) \; l'unità\ i\ va\ \ in\ \ G_1$$

Operando il logaritmo naturale ai due membri e semplificando si possono ottenere varie regole equivalenti (**N.B.** $\mu_{G_0} < \mu_{G_1}$; v. figura precedente)

$$se \quad x_i > x^* \; l'unità\ i-esima\ \ va\ \ in\ \ G_1$$

$$se \quad x_i - x^* > 0 \; l'unità\ \ i-esima\ \ va\ \ in\ \ G_1$$

$$se \quad \frac{x_i}{x^*} > 1 \quad l'unità\ i-esima\ \ va\ \ in\ \ G_1$$

$$\boxed{se \quad (x_i-\mu_{G_1})^2 < (x_i-\mu_{G_0})^2 \; l'unità\ i\ va\ \ in\ \ G_1}$$

Alcune regole equivalenti

Interpretazione: se x_i è **più vicino** al centroide del gruppo G_1, l'unità *i-esima* viene classificata in G_1

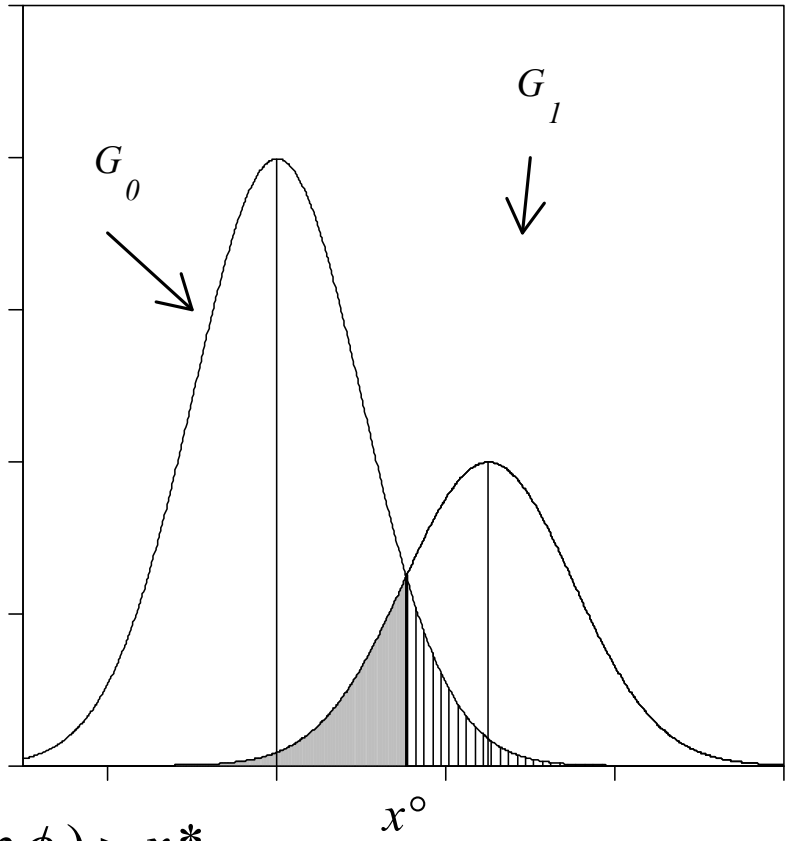
4. Distribuzione normale e regola della massima probabilità a posteriori con *p*=1 e $\phi_1 < \phi_0$

$$\begin{cases} se\ \dfrac{f(x_i \mid G_1)\phi_1}{f(x_i)} > \dfrac{f(x_i \mid G_0)\phi_0}{f(x_i)} & l'unità\ \ i\ va\ nel\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ i\ va\ \ nel\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

Semplificando per $f(x_i)$:

$$\begin{cases} se\ f(x_i \mid G_1)\phi_1 > f(x_i \mid G_0)\phi_0 & l'unità\ \ i\ va\ nel\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ \ i\ va\ nel\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} se\ \ x_i > x^\circ & l'unità\ \ i\ va\ nel\ gruppo\ G_1 \\ altrimenti\ \ l'unità\ \ i\ va\ nel\ gruppo\ G_0 \end{cases}$$



$$f(x^\circ \mid G_1)\phi_1 = f(x^\circ \mid G_0)\phi_0 \qquad x^\circ = x^* + \frac{1}{2}(\ln\phi_0 - \ln\phi_1) > x^*$$

N. B. $\phi_1 < \phi_0$ perché la popolazione delle imprese fallite è più piccola di quella delle imprese sane

PEARSON

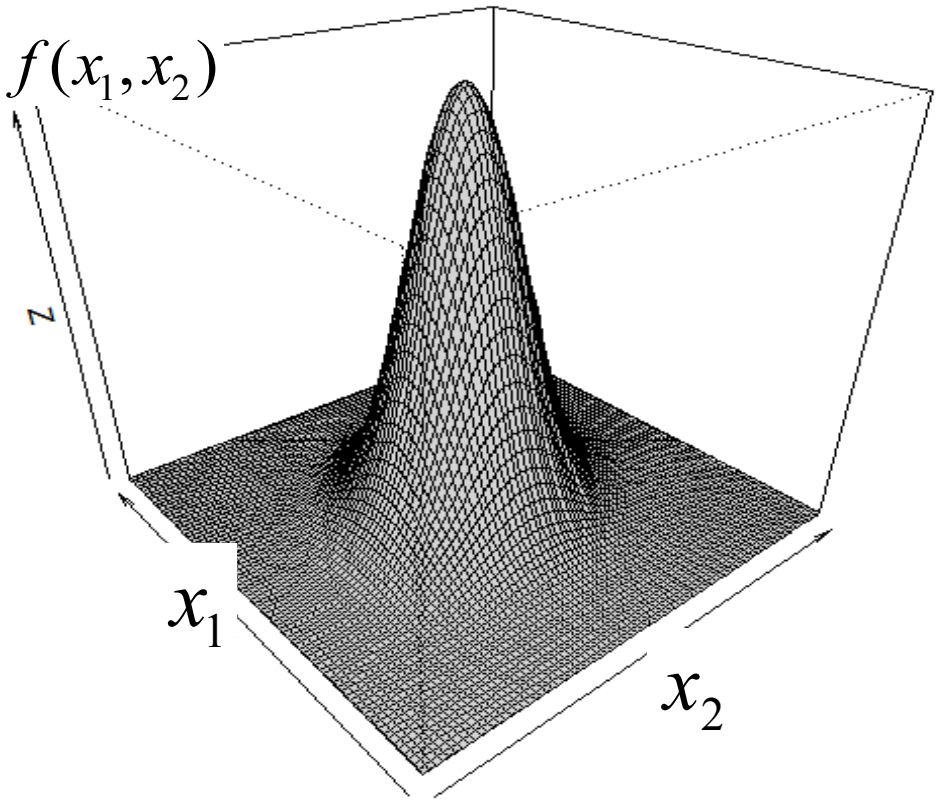
4. Distribuzione normale e regola della verosimiglianza massima con *p*=2. La densità congiunta di una normale bivariata

$$f(x_1,x_2)=\frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}}\exp\left(-\frac{1}{1-\rho^2}\left(\frac{(x_1-\mu_1)^2}{\sigma_1^2}+\frac{(x_2-\mu_2)^2}{\sigma_2^2}-2\rho\frac{(x_1-\mu_1)(x_2-\mu_2)}{\sigma_1\sigma_2}\right)\right)$$

μ_1, μ_2 medie delle due variabili

σ_1, σ_2 deviazione standard delle due variabili

ρ correlazione fra le due variabili



PEARSON

4. Distribuzione normale e regola della verosimiglianza massima con *p*=2. Ipotesi.

La densità di una v.c. normale multivariata ha come corredo parametrico:

- i centroidi (le medie delle *p* variabili)
- le varianze delle variabili
- le covarianze (o le correlazioni) fra le variabili

Nel seguito assumiamo che varianze e covarianze del gruppo G_0 siano uguali alle varianze e covarianze del gruppo G_1

(ad esempio: il ROE ha stessa varianza in G_0 e G_1)

4. Normalità e regola della verosimiglianza massima con *p*=2.

$$se \quad \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}}\exp\left(-\frac{1}{1-\rho^2}\left(\frac{(x_1-\mu_{G_1,1})^2}{\sigma_1^2}+\frac{(x_2-\mu_{G_1,2})^2}{\sigma_2^2}-2\rho\frac{(x_1-\mu_{G_1,1})(x_2-\mu_{G_1,2}}{\sigma_1\sigma_2}\right)\right)$$

$$> \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}}\exp\left(-\frac{1}{1-\rho^2}\left(\frac{(x_1-\mu_{G_0,1})^2}{\sigma_1^2}+\frac{(x_2-\mu_{G_0,2})^2}{\sigma_2^2}-2\rho\frac{(x_1-\mu_{G_0,1})(x_2-\mu_{G_0,2})}{\sigma_1\sigma_2}\right)\right)$$

l'unità va in G_1

Esempio

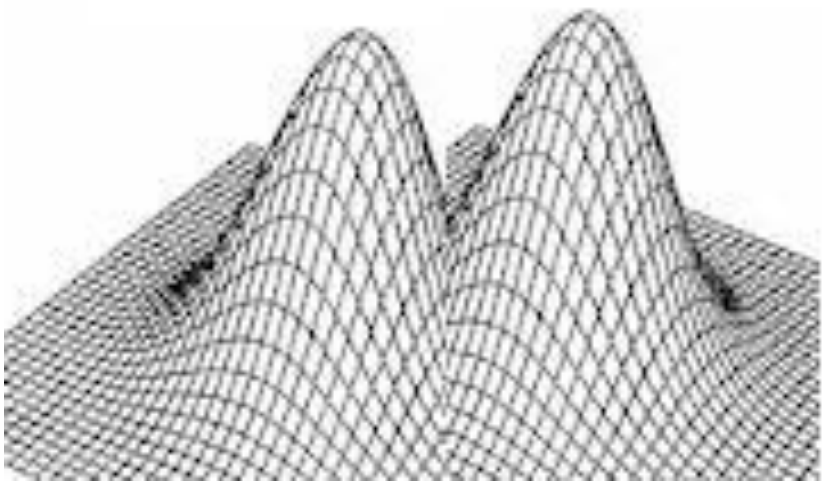
$(\mu_{1G_0}, \mu_{2G_0})=(0.8;-1)$ $(\mu_{1G_1}, \mu_{2G_1})=(-0.8;1)$ $\sigma_0=\sigma_1=1$ $\rho=0.3$

$$se \quad 4.96\, x_{i2} - 4.4 x_{i1} > 0 \quad l'unità\ i-esima\ va\ in\ G_1$$

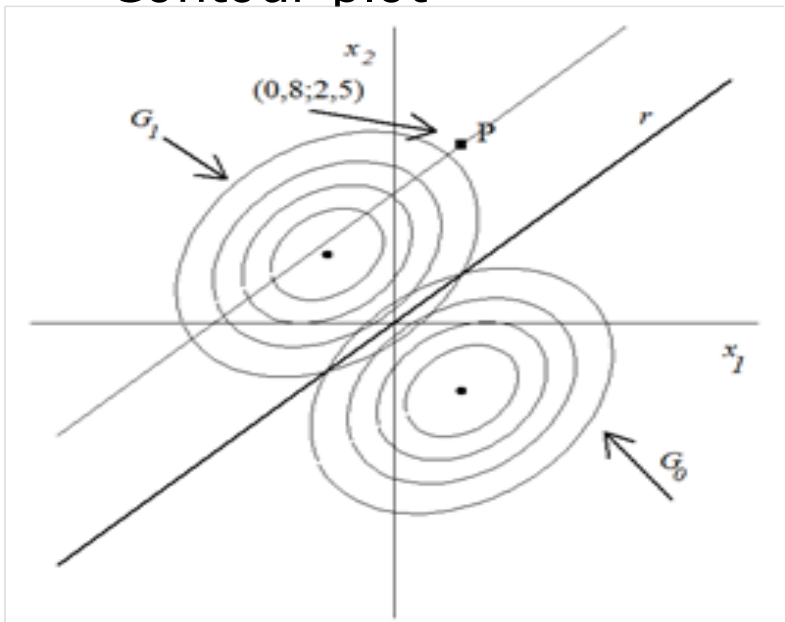
$$altrimenti\ va\ in\ G_0$$

4. ...continua esempio

Distribuzione bivariata



Contour plot



L'unità contraddistinta dal punto P ha $x_1=0.8$ $x_2=2.5$

$$4.96 \times 2.5 - 4.4 \times 0.8 = 8.8 > 0 \quad l'unità\ i-esima\ va\ in\ G_1$$

Punteggio (o score) discriminante dell'unità contraddistinta dal punto P

PEARSON

4.... La funzione discriminante per la classificazione in 2 gruppi (regola della verosimiglianza massima)

$$se \quad \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}}\exp\left(-\frac{1}{1-\rho^2}\left(\frac{(x_1-\mu_{G_1,1})^2}{\sigma_1^2}+\frac{(x_2-\mu_{G_1,2})^2}{\sigma_2^2}-2\rho\frac{(x_1-\mu_{G_1,1})(x_2-\mu_{G_1,2}}{\sigma_1\sigma_2}\right)\right)$$

$$> \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}}\exp\left(-\frac{1}{1-\rho^2}\left(\frac{(x_1-\mu_{G_0,1})^2}{\sigma_1^2}+\frac{(x_2-\mu_{G_0,2})^2}{\sigma_2^2}-2\rho\frac{(x_1-\mu_{G_0,1})(x_2-\mu_{G_0,2})}{\sigma_1\sigma_2}\right)\right)$$

l'unità va in G_1

$$se \quad a\,x_{i2} - b\,x_{i1} + \gamma > 0 \quad l'unità\ i-esima\ va\ in\ G_1$$

Con la proprietà di varianze e covarianze (correlazioni) uguali nei due gruppi, la funzione discriminante è una **combinazione lineare** delle variabili originarie

SI PARLA PERTANTO DI ANALISI DISCRIMINANTE LINEARE

(se le variabili originarie sono espresse come scarti dalla media l'intercetta γ è zero)

PEARSON

4. Stima della funzione discriminante sotto l'ipotesi di normalità multivariata e varianze e covarianze uguali nei due gruppi

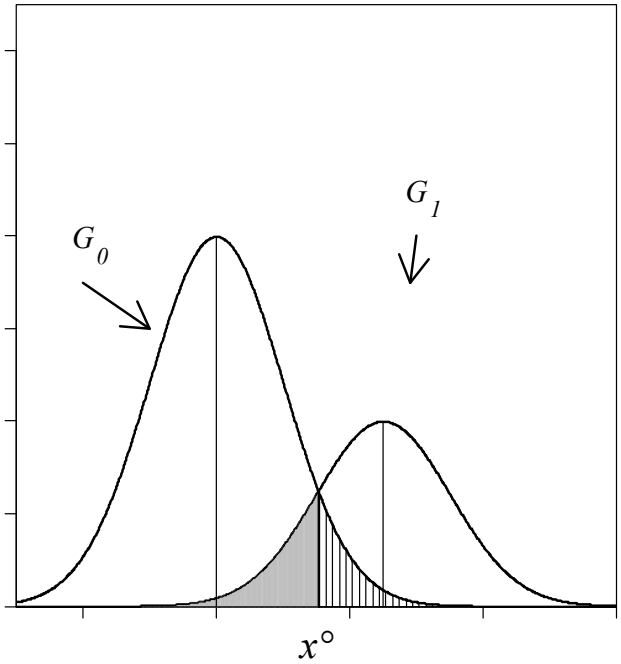
- La funzione discriminante è ricavata dalla funzione di densità congiunta delle *p* variabili
- Si tratta della densità normale che ha come parametri le medie di gruppo, le varianze e le covarianze fra coppie di variabili

Stima delle medie di gruppo: medie campionarie interne al gruppo
Stima delle varianze: varianza **within** di ogni variabile
Stima delle covarianze: covarianza **within** fra coppie di variabili

N.B. Le stime **within** sono anche delle stime **pooled**

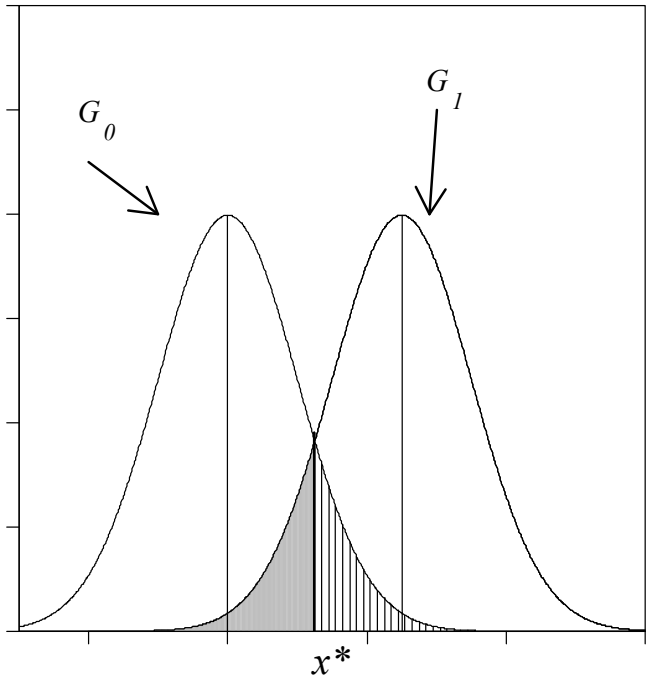
5. Bontà della regola classificatoria: probabilità di errore ricavata dalla densità stimata (*p*=1)

Massima probabilità a posteriori



Area **grigia**: probabilità di falso negativo

Verosimiglianza massima



Area **tratteggiata**: probabilità di falso positivo

N. B. Poiché $\phi_1 < \phi_0$ la regola della massima probabilità a posteriori favorisce la corretta classificazione di G_0 (imprese sane) → la probabilità di falsi negativi sarà maggiore della probabilità di falsi positivi.

PEARSON

5. Valutazione della regola stimata riclassificando le unità del campione

Analisi interna

Si classifica le **stesse** unità usate per la stima

Analisi esterna

Si riclassifica unità che **non sono state usate** per la stima ma delle quali **si conosce** il gruppo di appartenenza.
Si devono usare **2** campioni di unità:

***training sample*:** campione di unità usate per la stima
test sample: campione di unità usate per la verifica (unità comparabili con quelle del *training sample*)

Con scopi predittivi conviene condurre anche l'analisi **esterna**

5. Valutazione della regola classificatoria sui dati: la matrice di riclassificazione (*confusion matrix*)

Gruppi veri	Gruppi assegnati dalla regola G_0	G_1	Totale
G_0	n_{00}	n_{01}	n
G_1	n_{10}	n_{11}	n
Totale	$n._0$	$n._1$	$2n$

Spesso si usano campioni della stessa numerosità

$(n_{00}+n_{11})/2n$	proporzione di unità correttamente classificate
n_{00}/n	proporzione di unità di G0 correttamente classificate
n_{11}/n	proporzione di unità di G1 correttamente classificate

La matrice di riclassificazione si può costruire sia nell'analisi interna sia nell'analisi esterna (si riclassifica il test sample)

6. Impiego della regola stimata

Se riteniamo che la regola classificatoria stimata abbia buone capacità predittive, questa verrà usata per classificare nuove imprese.

Abbiamo stimato la regola classificatoria su dati relativi al 2007, pari a 4 anni prima dell'insolvenza.

Assumiamo che la regola sia valida tuttora nel 2012.

Oggi (2012) si presenta un'impresa *k* con gli indici di bilancio $\underline{\mathbf{x}}_k$.

Calcoliamo lo *score discriminante*, lo confrontiamo col *cut-off* e classifichiamo l'unità fra le aziende sane (cioè si ritiene che sarà sana anche fra 4 anni) o fra le aziende insolventi (cioè si ritiene che fra 4 anni sarà insolvente)

Oppure possiamo trattare lo *score* come una valutazione quantitativa-continua (si traduce in **rating**).

PEARSON

L'ipotesi di normalità

L'analisi discriminante lineare assume la normalità congiunta delle distribuzioni degli indici di bilancio e l'uguaglianza di varianza e covarianze dei due gruppi.

Nonostante i ratio aziendali non siano distribuiti in modo normale e che raramente varianze e covarianze sono uguali nei due gruppi, l'analisi discriminante lineare produce soddisfacenti risultati.

Un'alternativa molto valida è **l'analisi discriminante logistica** o modello logit (v. Paragrafo 8.6.4) per il quale le ipotesi sopra introdotte non sono necessarie.

Che cosa abbiamo imparato

- che cosa si intende per insolvenza
- perché si valuta il rischio di insolvenza
- qual è la logica di un modello per la diagnosi precoce (per la previsione) dell'insolvenza
- come sono strutturati i dati per la stima del modello
- il concetto di regola classificatoria, funzione discriminante, score discriminante e cut off
- la valutazione degli errori di classificazione
- l'impiego della regola stimata