

# Controllo degli Accessi

Parte I

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
1.1	Politiche, modelli, meccanismi . . . . .	2
1.1.1	Meccanismo . . . . .	2
1.2	Processo di sviluppo di un AC . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Discretionary (DAC) policies: approcci base</b>	<b>4</b>
2.1	Un esempio di modello . . . . .	4
2.2	Trasferimento dei privilegi . . . . .	6
2.3	Implementazione della matrice . . . . .	6
2.4	Debolezze di DAC . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Mandatory (MAC) policies</b>	<b>9</b>
3.1	Classificazione di sicurezza . . . . .	9
3.2	Semantica della classificazione di sicurezza . . . . .	11
3.3	Bell La Padula . . . . .	11
3.3.1	Proprietà di sicurezza . . . . .	11
3.3.2	<i>BLP + tranquility</i> . . . . .	12
3.3.3	Coesistenza di DAC e MAC . . . . .	13
3.3.4	Limitazioni delle politiche mandatorie . . . . .	13
3.4	Politiche mandatorie per l'integrità . . . . .	13
3.5	Modello Biba . . . . .	14
3.5.1	Politiche alternative . . . . .	14
3.5.2	Limitazioni di Biba . . . . .	14
3.6	Applicazione di BLP nelle basi di dati . . . . .	15
3.6.1	Modello relazionale classico . . . . .	15
3.6.2	Multilevel DBMSs . . . . .	15
3.7	Polistanziamento . . . . .	16
3.7.1	Polistanziamento invisibile . . . . .	17
3.7.2	Polistanziamento visibile . . . . .	18
3.7.3	Considerazioni . . . . .	20

# Capitolo 1

## Introduzione

Il **controllo degli accessi** valuta l'accesso richiesto alle risorse dagli utenti autenticati e, sulla base di *regole di accesso* (definite all'interno) del sistema, determina se l'accesso sia garantito o negato.

Si occupa solamente dell'**accesso diretto**. Si basa su due concetti:

- **Autenticazione/Identificazione** dell'utente che fa la richiesta
  - importante anche per le problematiche di *accountability*; posso analizzare i log per capire chi ha fatto che cosa nel caso ci sia un problema
- **Correttezza delle autorizzazioni** con cui l'accesso viene valutato

### 1.1 Politiche, modelli, meccanismi

È utile fare una distinzione tra:

- **Politiche:** sono i requisiti di protezione ad alto livello che voglio applicare al mio sistema
- **Model:** viene usato per rappresentare la politica
- **Meccanismi:** implementano la politica con *hw* e *sw*

Risulta utile fare questa distinzione perché comporta dei vantaggi: posso verificare se il modello è corretto rispetto alla politica che ho definito; lo stesso meccanismo può essere usato per implementare politiche o modelli diversi.

#### 1.1.1 Meccanismo

In letteratura prende il nome di *reference monitor*, deve soddisfare le seguenti proprietà:

- non può essere modificabile; nel caso in cui venga fatto me ne devo accorgere

- non può essere bypassabile
- deve essere confinato ad una specifica parte del mio sistema (non distribuito)
- deve essere abbastanza piccolo per essere soggetto a processi di verifica formale

Il meccanismo deve essere sicuro rispetto ai canali di comunicazione non legittimi:

- **Storage channels:** le parti di memoria, prima di essere rese disponibili ad altri dati, dovrebbero essere *pulite* (se cancello un dato non è che *scompare* dalla memoria fisica dal computer ...)
- **Covert channels:** canali non intesi per il trasferimento di informazioni che possono essere usati per inferire informazioni

#### Alcuni principi di design

- *Separazione dei privilegi:* non dare troppo *potere* ad un solo utente
- *Privilegio minimo:* voglio darti il minimo privilegio di cui hai bisogno

## 1.2 Processo di sviluppo di un AC

Una volta definito il modello, posso verificare due aspetti:

- **Completezza:** verificare che hai rappresentato tutti i requisiti di sicurezza della politica
- **Consistenza:** dev essere privo di contraddizioni (un utente ha sia accesso/negazione per una risorsa)

## Capitolo 2

# Discretionary (DAC) policies: approcci base

Sono politiche basate su:

- **identità** degli utenti
- definizione di regole di accesso (**autorizzazioni**), che stabiliscono *chi può fare che cosa*

Definite *discrezionale* perché gli utenti che sono proprietari dei dati possono amministrarli come vogliono, *a loro discrezione*; tipicamente, non ho un unico amministratore, ma ci sono più amministratori proprietari delle risorse: è in mano a qualcuno stabilire chi può accedere o meno alle risorse (non è escluso avere un unico amministratore).

### 2.1 Un esempio di modello

Si usa la *matrice degli accessi*, è una rappresentazione astratta della politica di protezione del sistema.

Formalmente, è caratterizzato da una tripla  $(S, O, A)$  che rappresenta lo stato del sistema, dove:

- $S$  è il set degli utenti
- $O$  è il set delle risorse, dove  $S \subset O$  (un soggetto può essere anche un processo, e può essere anche una risorsa ...)
- $A$  è la matrice, dove:
  - le righe corrispondono ai soggetti
  - le colonne corrispondono agli oggetti
  - $A[s, o]$  riporta i privilegi di  $s$  su  $o$

	File 1	File 2	File 3	Program 1
Ann	own read write	read write		execute
Bob	read		read write	
Carl		read		execute read

I cambi di stato del sistema vengono fatti con dei comandi che chiamano delle **operazioni primitive**:

- **enter**  $r$  into  $A[s, o]$
- **delete**  $r$  from  $A[s, o]$
- **create** subject  $s$
- ...

Sono della forma:

```

command  $c(x_1, \dots, x_k)$ 
    if  $r_1$  in  $A[x_{s_1}, x_{o_1}]$  and
         $r_2$  in  $A[x_{s_2}, x_{o_2}]$  and
        .....
         $r_m$  in  $A[x_{s_m}, x_{o_m}]$ 
    then  $op_1$ 
         $op_2$ 
        .....
         $op_n$ 
end

```

Un esempio:

```

command CREATE(subj,file)
    create object file
    enter Own into  $A[\text{subj}, \text{file}]$  end.

command CONFERread(owner,friend,file)
    if Own in  $A[\text{owner}, \text{file}]$ 
    then enter Read into  $A[\text{friend}, \text{file}]$  end.

command REVOKEread(subj,exfriend,file)
    if Own in  $A[\text{subj}, \text{file}]$ 
    then delete Read from  $A[\text{exfriend}, \text{file}]$  end.

```

## 2.2 Trasferimento dei privilegi

Il proprietario dei dati può dare il privilegio anche ad altri utenti. Può rappresentato in modo formale in due modi differenti:

- **Copy flag (\*)**: il soggetto trasferisce il privilegio ad altri; mantiene il privilegio

```
command TRANSFERread(subj,friend,file)
  if Read* in A[subj,file]
  then enter Read into A[friend,file] end.
```

- **Transfer-only flag(+)**: il soggetto trasferisce ad altri il privilegio ma perde l'autorizzazione

```
command TRANSFER-ONLYread(subj,friend,file)
  if Read+ in A[subj,file]
  then delete Read+ from A[subj,file]
  enter Read+ into A[friend,file] end.
```

Partendo da uno stato *sicuro*, non deve accadere che applicando una o più operazioni si finisca in uno stato non sicuro.

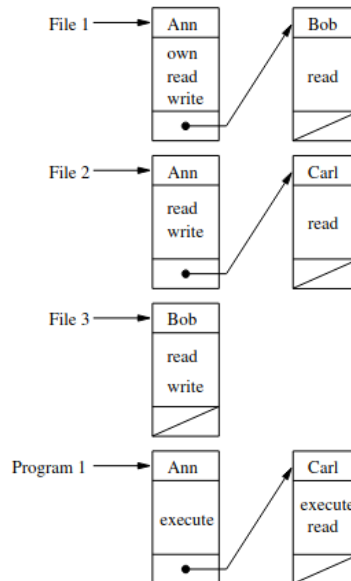
## 2.3 Implementazione della matrice

La matrice è spesso sparsa, salvarla sarebbe uno spreco di memoria. Ci sono diversi approcci alternativi:

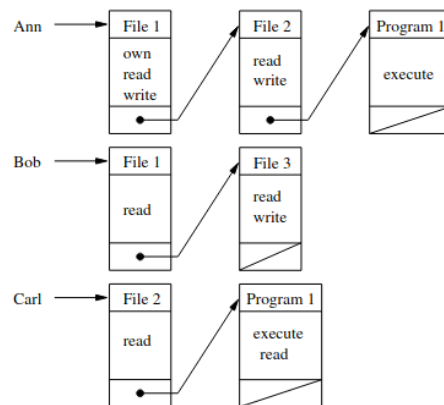
- **Tabella di autorizzazione**; tabella di tuple  $(S, O, A)$  non nulle

User	Access mode	Object
Ann	own	File 1
Ann	read	File 1
Ann	write	File 1
Ann	read	File 2
Ann	write	File 2
Ann	execute	Program 1
Bob	read	File 1
Bob	read	File 2
Bob	write	File 2
Carl	read	File 2
Carl	execute	Program 1
Carl	read	Program 1

- **Access Control Lists (ACLs)**: store by column; ad ogni risorsa associo una lista che mi dice gli utenti quali operazioni possono fare



- *Capability lists*; store by row; sono come le precedenti ma vengono fatti storando per utenti invece che per risorse. Sono state soppiattate dalle ACLs



### ACLs vs Capability lists

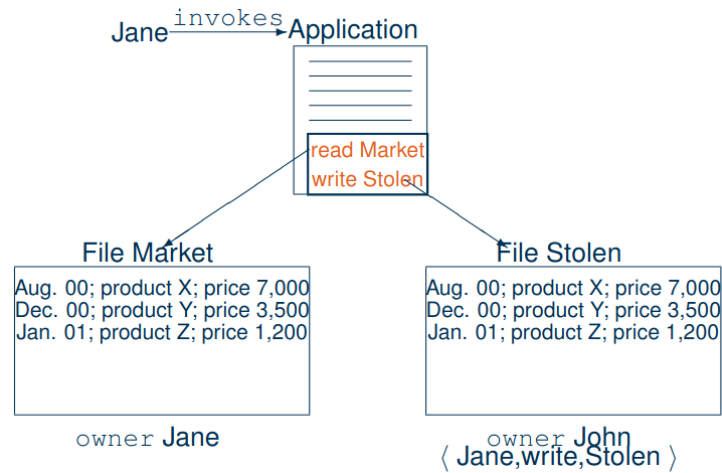
- non richiedono autenticazione del soggetto, ma richiedono la possibilità di verificare che non siano state impropriamente modificate ... difficile da verificare (per questo non hanno avuto grande successo)



- le ACLs funzionano meglio quando fare delle operazioni di revoca per oggetto (ovviamente viceversa se devo fare revoche per soggetto)

## 2.4 Debolezze di DAC

Consentono il controllo solo sull'accesso **diretto**. Sono vulnerabili ai *trojan horses*, ovvero accessi indiretti.



L'idea è che vengono lasciate delle *operazioni nascoste* in una applicazione per poter fare delle operazioni che normalmente non si avrebbe l'autorizzazioni di fare.

→ è un accesso indiretto; è il processo che Jane sta eseguendo a chiedere l'accesso ai file

## Capitolo 3

# Mandatory (MAC) policies

Partono dall'assunzione che c'è una differenza tra *utente* e *soggetto*; è ciò che serve per bloccare i *trojan horses*:

- **Utente:** essere umano (di cui mi fido)
- **Soggetto:** processo nel sistema; opera per conto dell'utente; **non sono fidati**

La politica più comune sono quelle **multilivello**: ogni soggetto e oggetto sono classificate con una etichetta. Si differenziano in politiche che si focalizzano su:

- confidenzialità (Bell La Padula)

*oppure*

- integrità (Biba)

### 3.1 Classificazione di sicurezza

Ogni soggetto ed oggetto è associato ad una coppia di elementi:

- **Livello di sicurezza:** livelli su cui è definita una relazione d'ordine totale (li posso mettere *in fila*).

*Secret > Confidential > Unclassified*

- **Categoria:** insieme di elementi su cui non è definita alcuna relazione di ordinamento; serve per partizionare aree differenti del sistema. Ad esempio, l'università ha un sacco di informazioni di vario tipo: anagrafiche, finanziarie, accademiche, . . .

Hanno l'obiettivo di classificarle in classi diverse. Viene fatta sia lato oggetto che lato soggetto.

La combinazione di queste due permette di definire una **relazione di dominanza**:

$$(L_1, C_1) \geq (L_2, C_2) \Leftrightarrow L_1 \geq L_2 \wedge C_1 \supseteq C_2$$

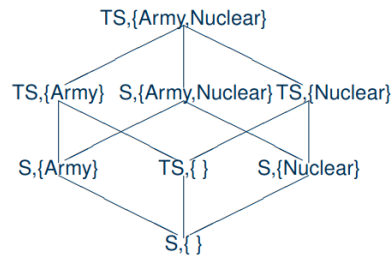
Questa relazione soddisfa una serie di proprietà che, in matematica, permette di formare un *reticolo* (quando combinata fra tutte le classi); nel nostro caso parliamo di **reticolo di classificazione**.

- **Reflexivity of  $\succeq$**   $\forall x \in SC : x \succeq x$
- **Transitivity of  $\succeq$**   $\forall x, y, z \in SC : x \succeq y, y \succeq z \implies x \succeq z$
- **Antisymmetry of  $\succeq$**   $\forall x, y \in SC : x \succeq y, y \succeq x \implies x = y$
- **Least upper bound**  $\forall x, y \in SC : \exists ! z \in SC$ 
  - $z \succeq x$  and  $z \succeq y$
  - $\forall t \in SC : t \succeq x$  and  $t \succeq y \implies t \succeq z$ .
- **Greatest lower bound**  $\forall x, y \in SC : \exists ! z \in SC$ 
  - $x \succeq z$  and  $y \succeq z$
  - $\forall t \in SC : x \succeq t$  and  $y \succeq t \implies z \succeq t$ .

Esempio di reticolo di classificazione:

**Levels:** Top Secret (TS), Secret (S)

**Categories:** Army, Nuclear



- $\text{lub}(\langle \text{TS}, \{\text{Nuclear} \} \rangle, \langle \text{S}, \{\text{Army, Nuclear} \} \rangle) = \langle \text{TS}, \{\text{Army, Nuclear} \} \rangle$
- $\text{glb}(\langle \text{TS}, \{\text{Nuclear} \} \rangle, \langle \text{S}, \{\text{Army, Nuclear} \} \rangle) = \langle \text{S}, \{\text{Nuclear} \} \rangle$

## 3.2 Semantica della classificazione di sicurezza

- **Classi di sicurezza**
  - associato ad un *soggetto*, riflette la fiducia verso quell'utente; quanto mi fido di quell'utente
  - associato ad un *oggetto*, riflette la sensisibilità dell'informazione
- Le **categorie** definiscono l'area di competenza di utenti e dati.

## 3.3 Bell La Padula

È un modello che si preoccupa della confidenzialità (e non del resto). Considerando di essere in un ambiente multilivello, l'**obiettivo** è prevenire flussi di informazioni ai livelli più bassi o a classi incomparabili.

- **Simple property:** un soggetto  $s$  può leggere un oggetto  $o$  solo se  $\lambda(s) \geq \lambda(o)$
- **\*-property:** un soggetto  $s$  può scrivere un oggetto  $o$  solo se  $\lambda(o) \geq \lambda(s)$

⇒ **NO READ UP**

⇒ **NO WRITE DOWN**

*Se sono Secret, e scrivo un file secret in uno Top-Secret, non è mica un problema per la confidenzialità. Potrebbe esserlo se scrivo secret in un file Unclassified (potrebbe causare problemi a livelli di integrità, ma ci stiamo occupando solo di confidenzialità).*

### 3.3.1 Proprietà di sicurezza

Un sistema viene formalizzato come *stato* e *transizioni di stato*.

Uno stato  $v \in V$  è una tripla  $(b, M, \lambda)$ , dove:

- $b$  è l'insieme di triple  $(S \times O \times A)$ , ovvero l'insieme degli accessi (*soggetto, oggetto, accesso*)
- $M$  è la matrice di accesso (per rappresentare una politica discrezionale)
- $\lambda$  è una funzione che ritorna la classe di sicurezza associata a soggetti e oggetti

Da questa definizione segue che uno stato  $(b, M, \lambda)$  è sicuro se rispetta:

- **Simple security:**  $\forall (s, o, a) \in b, a = \text{read} \Rightarrow \lambda(s) \geq \lambda(o)$   
*se la tripla appartiene a  $b$ , è perché vale la simple property (classe del soggetto domina quella dell'oggetto)*

- **\* property:**  $\forall (s, o, a) \in b, a = \text{write} \Rightarrow \lambda(o) \geq \lambda(s)$   
*se la tripla appartiene a b, è perché vale la \* property (classe del oggetto domina quella del soggetto)*

Dato che un sistema può variare nel tempo, occorre formalizzare anche questo aspetto. Viene definita una **funzione di transizione di stato**  $T : V \times R \rightarrow V$ , che trasforma lo stato in un altro che soddisfa le due proprietà.

### Sistema sicuro

Un sistema  $(v_0, R, T)$  è sicuro se ogni stato raggiungibile da  $v_0$  con una sequenza finita di passi da  $R$  è sicuro. Formalmente, un sistema è sicuro se:

- $v_0$  è sicuro
- $T$  è tale che  $\forall v$  raggiungibile da  $v_0$  eseguendo una o più richieste da  $R$ , allora deve valere che:
  - $(s, o, \text{read}) \in b' \wedge (s, o, \text{read}) \notin b \Rightarrow \lambda'(s) \succeq \lambda'(o)$
  - $(s, o, \text{read}) \in b \wedge \lambda'(s) \not\succeq \lambda'(o) \Rightarrow (s, o, \text{read}) \notin b'$
  - $(s, o, \text{write}) \in b' \wedge (s, o, \text{write}) \notin b \Rightarrow \lambda'(o) \succeq \lambda'(s)$
  - $(s, o, \text{write}) \in b \wedge \lambda'(o) \not\succeq \lambda'(s) \Rightarrow (s, o, \text{write}) \notin b'$

### 3.3.2 BLP + tranquility

L'idea è di controllare ciò che fa  $T$ , dato che potrebbe dar vita a problemi di sicurezza.

Viene introdotta la **tranquility property**, secondo cui il livello di sicurezza associato a soggetti e oggetti non può cambiare.

Tuttavia, questa restrizione è troppo forte da poter applicare in casi reali; vengono così introdotti alcuni casi in cui viene *attenuata*:

- non tutti i cambi di livello rilasciano informazioni (cambiare verso l'alto può essere ok)
- soggetti fidati possono fare downgrade

### Altre eccezioni

Altre eccezioni non catturate dal modello, che richiedono di attenuare le restrizioni:

- **Data association:** un set di valori associati potrebbe essere classificato *più alto* rispetto ai valori presi singolarmente
- **Aggregation:** l'aggregazione di tutte le istanze diventa sensibili (ad esempio, la posizione di navi da guerra)
- **Sanitizzazione e downgrading:** dopo un certo tempo alcuni dati potrebbero subire un downgrade

### 3.3.3 Coesistenza di DAC e MAC

Il modello BLP permette la coesistenza di DAC e MAC: oltre alle classi e alla relazione di dominanza, viene controllata anche la matrice di accesso.

$$\text{DAC property: } b \subseteq \{(s, o, a) | a \in M[s, o]\}$$

Se sono applicati sia DAC che MAC, solo gli accessi che li soddisfano entrambi sono garantiti.

### 3.3.4 Limitazioni delle politiche mandatorie

Le politiche mandatorie sono vulnerabili ai **canali nascosti**; sono canali normalmente non usati per la comunicazione, ma che possono essere usati per comunicare in modo illegittimo delle informazioni.

**Ogni risorsa del sistema condivisa tra processi di livelli diversi può essere usata per creare un canale nascosto.** I canali nascosti possono essere di tipo:

- **Storage:** ad esempio un soggetto top-secret crea un file se vuole comunicare qualcosa, altrimenti no; un soggetto secret prova a scrivere tale file: dall'esistenza o meno deduce l'informazione
- **Timing:** viene sfruttata la diversa reazione che il sistema può avere in termini di tempo di risposta.

Ad esempio, blocco una stampante così che l'utente al livello più basso, vedendo il tempo di risposta diverso, capisce che l'altro utente vuole comunicare qualcosa

## 3.4 Politiche mandatorie per l'integrità

L'altra proprietà da proteggere (oltre alla confidenzialità) è l'integrità. In maniera simile a quanto visto precedentemente, vengono definite:

- **Classi di integrità:** di integrità:
  - associate agli *utenti* riflettono la fiducia che non modifichi informazioni in modo improprio (prima era che non vada a diffondere informazioni sensibili)
  - associate agli *oggetti* riflettono il grado di fiducia che ho dell'informazione contenuta nell'oggetto e il danno potenziale che modifiche a tale oggetto potrebbero causare
- **Categorie:** definiscono l'area di competenza di soggetti e oggetti

## 3.5 Modello Biba

È simmetrico a BLP:

- in BLP, non posso leggere verso l'alto e non posso scrivere verso il basso perché non mi fido dei processi (*chi mi dice che un processo non legge informazioni TS e le scrive in oggetti S?*)
- in Biba, i soggetti non possono scrivere a livelli più alti, altrimenti comprometterebbero l'integrità; non posso leggere a livello più basso perché potrei avere informazioni non affidabili

→ vengono fatti ragionamenti opposti perché si hanno obiettivi diversi da raggiungere

La politica di integrità prevede:

- **Simple property:** un soggetto  $s$  può leggere un oggetto  $o$  solo se  $\lambda(o) \geq \lambda(s)$
  - **\*-property:** un soggetto  $s$  può scrivere un oggetto  $o$  solo se  $\lambda(s) \geq \lambda(o)$   
*NB: viene segnalato al sistema ma non bloccato*
- ⇒ **NO READ DOWN**  
⇒ **NO WRITE UP**

### 3.5.1 Politiche alternative

Due varianti per rilassare le restrizioni:

- **Rilassare l'operazione lettura:**

Un soggetto  $s$  può leggere qualsiasi oggetto  $o$ . Dopo l'accesso,  $\lambda(s) := \text{glb}(\lambda(s), \lambda(o))$ .

- *se leggo un informazione a livello più basso, anche le mie azioni si basano su informazioni meno affidabili; per questo viene abbassato il livello di integrità al soggetto (nel caso in cui  $\lambda(o) < \lambda(s)$ )*
- *Drawback:* l'ordine delle operazioni influenza i privilegi del soggetto

- **Rilassare l'operazione di scrittura:**

Un soggetto  $s$  può scrivere qualsiasi oggetto  $o$ . Dopo l'accesso,  $\lambda(o) := \text{glb}(\lambda(s), \lambda(o))$

- *posso cambiare informazioni affidabili con altre meno affidabili; per questo devo cambiare la classe di integrità dell'oggetto*
- *Drawback:* non blocca questo tipo di scritture ma si limita a segnalarle

### 3.5.2 Limitazioni di Biba

Il vero problema di Biba è che guarda solo un aspetto limitato dell'integrità delle informazioni; non basta per proteggere l'integrità.

## 3.6 Applicazione di BLP nelle basi di dati

È prima di tutto necessario decidere il livello di granularità a cui associare le classi di sicurezza per applicare la politica mandatoria:

- relazione
- attributo
- tupla
- elemento

### 3.6.1 Modello relazionale classico

Ogni relazione è caratterizzata da:

- **Schema** della relazione  $R(A_1, \dots, A_n)$ , indipendente dallo stato
- **Istanza** della relazione, dipendente dallo stato, composta da tuple  $(a_1, \dots, a_n)$

Name	Dept	Salary
Bob	Dept1	100K
Ann	Dept2	200K
Sam	Dept1	150K

Gli **attributi chiave** identificano univocamente le tuple:

- due tuple non possono avere la stessa chiave
- le chiavi non possono avere valore `null`

### 3.6.2 Multilevel DBMSs

Ogni relazione è caratterizzata da:

- **Schema** della relazione  $R(A_1, C_1, \dots, A_n, C_n)$ , indipendente dallo stato
  - $C_i$ , con  $i = 1, \dots, n$ , è il range delle classificazioni di sicurezza
  - vengono aggiunti altri  $n$  attributi per tenere traccia delle classificazioni
- **Set di istanze** della relazione  $R_c$ , dipendente dallo stato; una istanza per ogni classe  $c$ . Ciascuna istanza è composta da tuple  $(a_1, c_1, \dots, a_n, c_n)$   
L'istanza a livello  $c$  contiene solo gli elementi la cui classificazione è dominata da  $c$



## Controllo degli accessi

Il controllo degli accessi viene fatto applicando il modello BLP:

- *no read up*
- *no write down further restricted*  
→ ogni soggetto può scrivere solo al **suo** livello

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	150K	S

Instance U

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Sam	U	Dept1	U	-	U

S-instance is the whole relation

## Modello relazionale multilivello

Per ogni tupla in una relazione multilivello:

- gli attributi chiave devono avere la **stessa classe**, altrimenti potrebbero avere valore nullo (riesco ad inferire qualcosa)
- gli **attributi non chiave** devono **dominare** gli attributi chiave, altrimenti potrei vedere un attributo senza l'identificatore

## 3.7 Polistanziamento

La polistanziamento consiste nella **presenza di oggetti con lo stesso nome ma classificazione diversa**; ovvero, tuple diverse con la stessa chiave ma:

- diversa classificazione per la chiave (*polyinstantiated tuples*)
- valori e classificazione diversi per uno o più attributi (*polyinstantiated elements*)

Il sistema si occuperà di fare il *merge* tra le varie tuple con classificazione diversa, restituendo sempre una sola tupla.

### 3.7.1 Polistanziamento invisibile

Un soggetto a *livello basso* inserisce dati in un campo che contiene già valori a livello più alto; il soggetto non vede i dati già esistenti.

Esempio - Tuple polistanziate

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	150K	S

Request by U-subject

INSERT INTO Employee VALUES Ann,Dept1,100K

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	150K	S
Ann	U	Dept1	U	100K	U

- Un utente U vuole inserire una tupla per Ann, dato che quella già esistente non la vede
- L'inserimento di questa tupla viene permesso, dunque mi ritrovo con due tuple con lo **stesso valore per l'attributo chiave** (Ann), ma con **classificazione diversa**
  - non può essere impedito, perché altrimenti inferisci che Ann c'è ma non la vedi (*information leakage*)
  - non può essere modificata la tupla già esistente (*loss of integrity*)

### Esempio - Elementi polistanziati

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	150K	S

Request by U-subject

UPDATE Employee SET Salary="100K" WHERE Name="Sam"

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	150K	S
Sam	U	Dept1	U	100K	U

- Un utente U vuole fare update del salario di Sam (dato che non lo può vedere)
- Viene fatta un'altra tupla, dunque mi ritrovo con due tuple con **gli stessi valori per l'attributo chiave, ma valori diversi per attributi non chiave**
  - l'operazione non può essere impedita (*information leakage*)
  - viene creata un'altra tupla perché la modifica viene fatta con una classe minore, quindi la nuova informazione è meno affidabile di quello che ho già (*loss of integrity*)

### 3.7.2 Polistanziamento visibile

Un soggetto ad *livello alto* inserisce dati in un campo che contiene già valori a livello più basso; il soggetto vede i dati già esistenti.

### Esempio - Tuple polistanziate

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	U	Dept1	U	100K	U
Sam	U	Dept1	U	150K	S

Request by S-subject

INSERT INTO Employee VALUES Ann,Dept2,200K

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	U	Dept1	U	100K	U
Sam	U	Dept1	U	150K	S
Ann	S	Dept2	S	200K	S

- Un utente S vuole modificare una tupla U
- Viene creata una nuova tupla, così che la tupla U non viene toccata (senza quindi creare un canale di inferenza) e salvando la nuova informazione
  - L'operazione non può essere impedita, dato l'informazione S è più affidabile di quella U (*denial of service*)
  - La tupla esistente non può essere direttamente modificata, altrimenti gli utenti U smetterebbero di vederla e potrebbero inferire informazioni (dato che nell'update si andrebbe a cambiare anche la classe di classificazione da U a S) (*information leakage*)

### Esempio - Elementi polistanziati

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	100K	U

Request by S-subject

UPDATE Employee SET Salary="150K" WHERE Name="Sam"

Name	$\lambda_N$	Dept	$\lambda_D$	Salary	$\lambda_S$
Bob	U	Dept1	U	100K	U
Ann	S	Dept2	S	200K	S
Sam	U	Dept1	U	100K	U
Sam	U	Dept1	U	150K	S

- Un utente S vuole modificare il salario di Sam che è U

- Viene fatta una nuova tupla, dove cambia il **valore e la classe di classificazione**, da U a S
  - come prima, non posso bloccare la richiesta (*denial of service*)
  - come prima, non posso modificare direttamente la tupla esistente (*information leakage*)

### Esempio di domanda all'esame

#### Parlami della polistanziamento.

La polistanziamento può essere a livello di tupla o di elemento, ed ognuna di queste può essere visibile o non visibile...

### 3.7.3 Considerazioni

La polistanziamento viene fatta perché è l'unico modo per fare ciò che viene richiesto senza creare inferenza.

Tuttavia, è necessario usarla perché si è cercato di applicare la politica ad un livello di granularità molto fine (elemento):

- ho il vantaggio di avere più controllo
- ho lo svantaggio di dover ricorrere alla polistanziamento

Tuttavia, gli svantaggi pesano più degli svantaggi, per cui tipicamente viene applicata a livello di tupla e non di elemento.

### Uso di restricted

Un'alternativa è quella di usare **restricted** al posto di **null** quando un utente non può vedere un valore; altrimenti solo con **null** non capisco se è perché non esiste o perché non lo posso vedere.

### Cover story

L'aspetto positivo della polistanziamento sono le cover story, ovvero *qualcosa che ti faccio vedere come vero per coprire la verità*.