Sistemi Operativi
2021-2022

Modulo 8: Sicurezza

Renzo Davoli
Alberto Montresor

Sommario

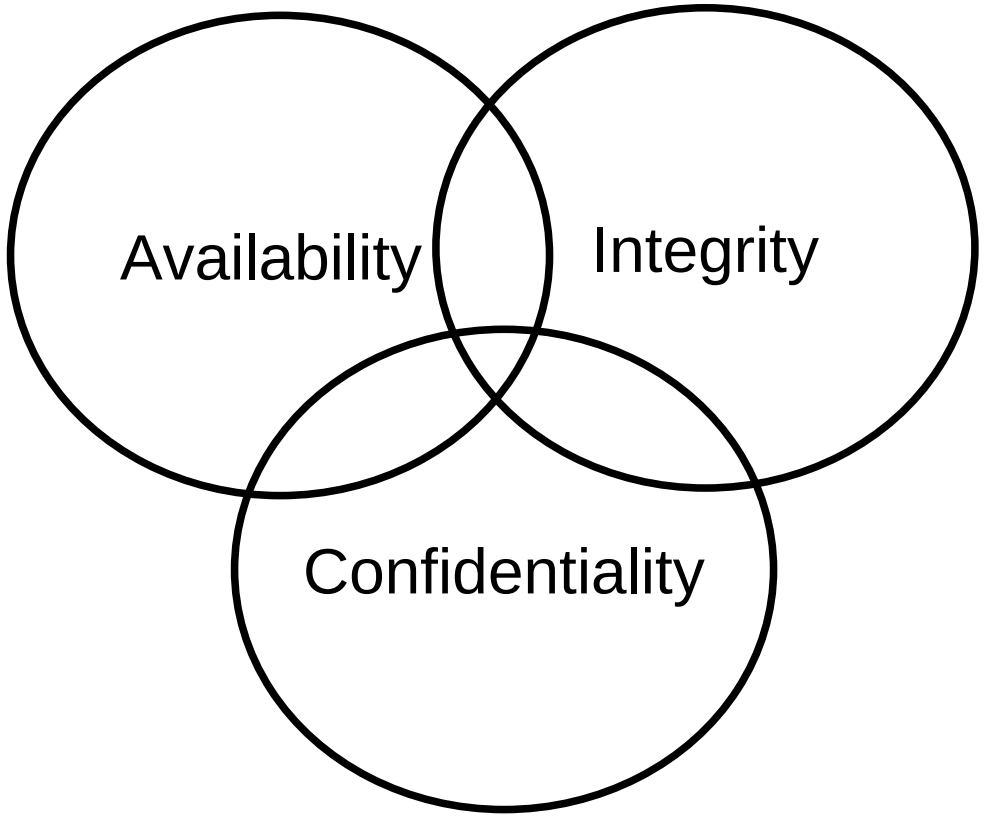
- **Introduzione**
  - Definizioni: protezione, sicurezza, fiducia, politiche e meccanismi
  - Crittografia
  - Attacchi e vulnerabilità
  - Codice “maligno”
- **Autenticazione**
  - Gestione password
  - Metodi alternativi
- **Controllo dell'accesso**
  - Protezione del sistema operativo
  - Autorizzazione

Protezione e sicurezza

- **Sicurezza**
  - E' il problema generale, che coinvolge non solo il sistema informatico, ma anche aspetti amministrativi, legali, politici e finanziari
  - Concetto “assoluto”: sicuro / non sicuro
- **Trust**
  - E' la misura della *fiducia* sulla sicurezza di un sistema informatico
  - Concetto “relativo”: diversi gradi di fiducia
- **Protezione**
  - L'insieme dei *meccanismi* utilizzati per proteggere il sistema informativo

Obiettivi della sicurezza

- **Data confidentiality**
  - Come mantenere la segretezza/riservatezza dei dati
- **Data integrity**
  - Come evitare che i dati vengano alterati
- **System availability**
  - Come garantire che il sistema continuerà ad operare
- **Alcune note:**
  - Alcuni di questi obiettivi sono in contrasto fra di loro



Sicurezza

- **Un sistema è sicuro se tutte le sue risorse sono accedute nei modi previsti e autorizzati.**
- **Violazioni alla sicurezza**
  - *Disclosure* (furto di informazione, attacco alla confidentiality)
  - *Alteration* (modifica dei dati, attacco all'integrity)
  - *Denial of service* (system availability)
- **Le informazioni contenute nei sistemi informatici sono beni e hanno un valore:**
  - Le effrazioni alla sicurezza sono pertanto reati (riconosciuti anche dal nostro codice penale)

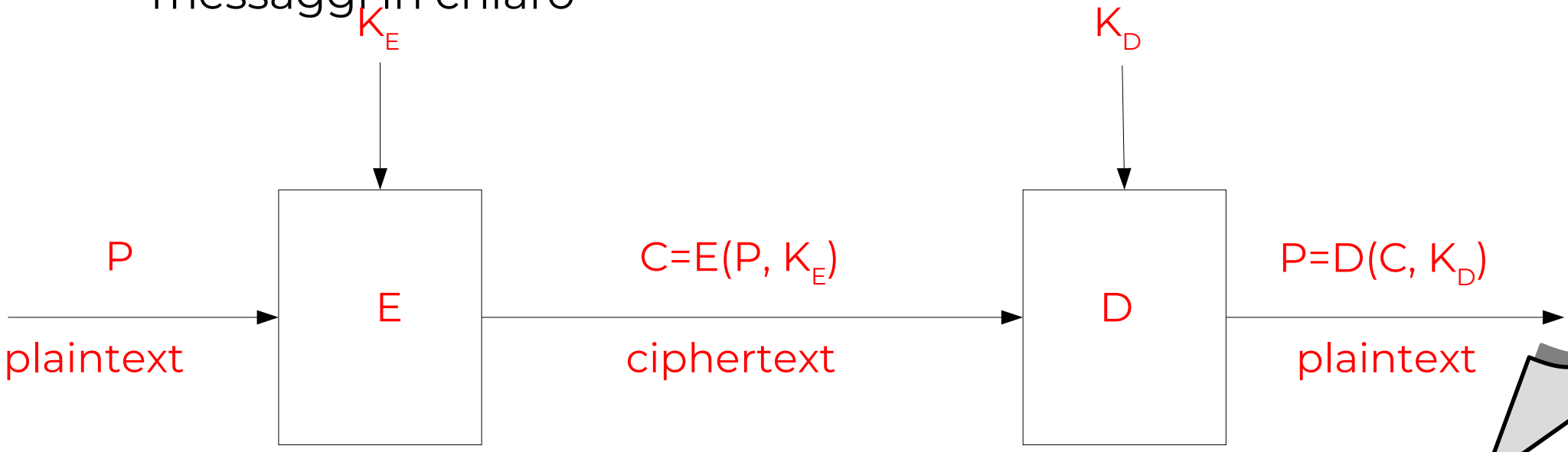
Politiche e meccanismi

- **Separazione della politica dai meccanismi**
  - Una *security policy* (politica di sicurezza) descrive (formalmente o informalmente) i requisiti di sicurezza del sistema
  - I *meccanismi* implementano la security policy
- **E' un concetto fondamentale di software engineering**
  - La componente che prende le decisioni "politiche" può essere completamente diversa da quella che implementa i meccanismi
  - Rende possibile
    - Cambiare la politica senza cambiare i meccanismi
    - Cambiare i meccanismi senza cambiare la politica

Politiche e meccanismi

- **La scelta di una politica di sicurezza dipende da:**
  - Il tipo di attacchi e attaccanti attesi
  - Il valore delle informazioni contenute nel sistema
  - I costi dovuti all'utilizzazione di una politica di sicurezza
- **Valutare questo tipi di problemi:**
  - Va al di là dello scopo di questo corso
  - Discuteremo soprattutto di meccanismi

- **Definizioni**
  - L'insieme dei meccanismi utilizzati per trasformare messaggi in chiaro (*plaintext*) in un messaggi cifrati (*ciphertext*)
  - I messaggi cifrati devono essere leggibili solo a chi possiede le opportune autorizzazioni
  - L'autorizzazione assume la forma di un insieme di informazioni (*chiave*) necessarie per convertire un messaggio cifrato in un messaggi in chiaro



- **Funzioni a senso unico (one-way function, OWF)**
  - nel seguito, utilizzeremo funzioni *y=f(x)* con la seguenti proprietà:
    - dato *x*, calcolare *f(x)* è relativamente semplice
    - dato *f(x)*, calcolare *x* è “computazionalmente difficile" o “impossibile”
- **Come sono fatte queste funzioni?**
  - generalmente, tendono a "mescolare" i bit in modo molto complesso, spesso e volentieri tramite diverse iterazioni sullo stesso insieme di bit, con operazioni di bit swapping, inversioni, etc.
  - calcolare *f(x)* consiste nel seguire l'algoritmo, invertire l'algoritmo è difficile

- **Crittografia a chiave privata (o segreta)**
  - la chiave per criptare i messaggi è la stessa usata per decriptarli
  - la chiave privata deve essere mantenuta segreta, e deve essere conosciuta ad entrambi gli estremi della comunicazione
  - storicamente i primi (e.g. la crittografia di Cesare)
- **Vantaggi**
  - gli algoritmi utilizzati sono molto veloci e possono essere implementati in hardware
- **Svantaggi**
  - la distribuzione delle chiavi private è un problema di sicurezza; può essere necessario uno scambio "fisico"

- **Crittografia a chiave pubblica**
  - esistono due chiavi distinte
    - la *chiave pubblica* è utilizzata per criptare i messaggi in chiaro
    - la *chiave privata* è utilizzata per decriptare i messaggi cifrati
  - la chiave privata deve essere mantenuta segreta, la chiave pubblica può (deve) essere pubblicata
  - relazione fra chiave pubblica e chiave privata
    - ovviamente, devono essere in qualche modo collegate
    - dobbiamo garantire però che data la chiave pubblica, sia praticamente impossibile risalire alla chiave privata

- **Due possibilità**
  - "Security by obscurity"
    - la sicurezza viene ottenuta (?) mantenendo segreti gli algoritmi di crittografia (ed ovviamente anche la chiave)
    - esempio: cifrario di cesare
  - Sicurezza basata su chiavi
    - la sicurezza viene ottenuta
      - mantenendo le chiavi segrete
      - utilizzando spazi di chiavi di grandi dimensioni, in modo da rendere difficili attacchi di forza bruta
    - l'algoritmo può essere pubblico
      - maggior numero di persone può analizzare il suo comportamento (e individuare eventuali problemi)

- **DES (Data Encription Standard)**
  - è un algoritmo a chiave segreta
- **Implementazione (schema)**
  - data una funzione a senso unico OWF(k,x)
    - dove k è una chiave a 56 bit, x è una chiave a 64 bit
  - dato un messaggio **m** di 64 bit, lo si divide in
    - L_0 (32 bit più significativi)
    - R_0 (32 bit meno significativi)
  - si calcola $L_i = R_{i-1}$; R_i=XOR(L_{i-1}, OWF(k, R_{i-1}))
  - l'operazione si ripete per 16 volte, e L_{16} e R_{16} rappresentano la forma codificata

Funzionamento di RSA (schema)

- vengono scelti due numeri primi molto grandi **p** e **q** (almeno 100 cifre)
- si chiami **n=pq**.
- si sceglie un valore **d** in modo tale che sia primo con **(p-1)(q-1)**
  - cioè: **MCD(d,(p-1)(q-1))=1.**
- sia **e** l'inverso moltiplicativo di **d mod (p-1)(q-1)**
  - cioé: **de mod (p-1)(q-1)=1**
- allora
  - **$E(m) = C = m^e \bmod n$**
  - **$D(C) = m = C^d \bmod n$**

Tipologie di attacco

- **Per motivazione:**
  - Crimine di opportunità vs un attacco con obiettivo specifico
  - Motivazione finanziaria vs motivazione politica
  - Divertimento – ovvero, nessun movente
  - Attacchi *attivi* vs attacchi *passivi*
- **Per metodologia:**
  - Attacchi “interni”
    - Software o utenti “all'interno” del sistema protetto
    - Possono seguire un attacco esterno precedente
  - Attacchi “esterni”
    - Tramite interfacce di comunicazione con l'esterno
    - Tramite rete, ma anche tramite CD, floppy, etc.

Attacchi e attaccanti

- **Quali sono gli obiettivi degli attaccanti? (dal punto di vista tecnico)**
  - Acquisire una qualche forma di controllo della macchina
  - Se possibile, acquisire il controllo totale della macchina
- **Nota sui sistemi operativi multi-utente**
  - Permettono a più persone di accedere allo stesso sistema informativo
  - Vi è una distinzione fra:
    - *Utenti normali*
      - hanno accesso solo ad un sottoinsieme di risorse personali
    - *Superutenti, root, amministratori di sistema, administrator*
      - hanno accesso all'intero insieme di risorse della macchina
      - la controllano totalmente

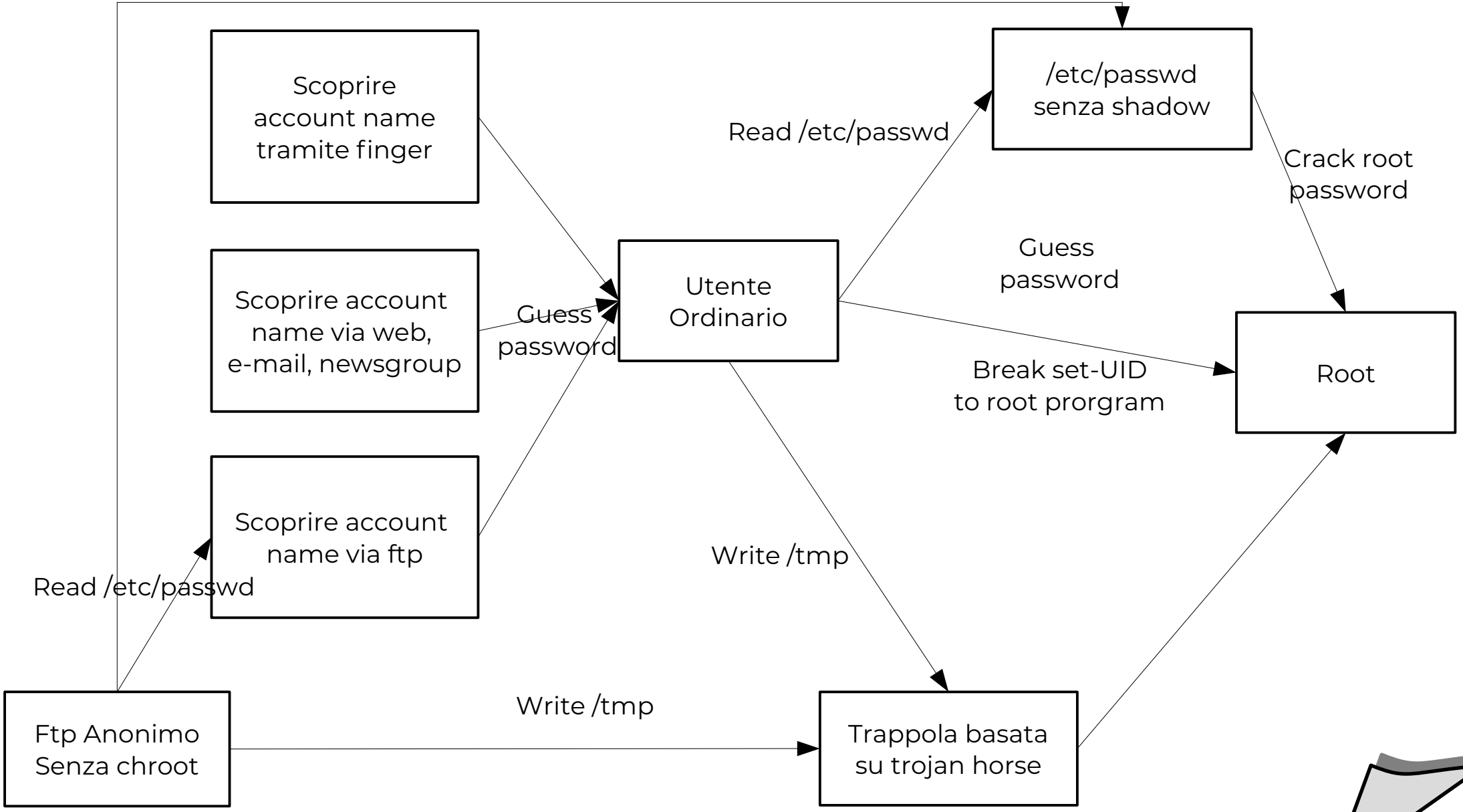
Quali sono gli elementi coinvolti

- **Hardware**
  - L'hardware fornisce i meccanismi base per implementare i meccanismi di protezione più complessi
  - Ma innanzitutto: cosa si intende con hardware?
    - Il processore, la memoria, i dispositivi
    - Ma anche l'ambiente fisico in cui si trova la macchina
- **Sistema operativo (nucleo)**
  - Il nucleo del sistema operativo fornisce due meccanismi fondamentali per garantire la protezione del sistema:
    - Autenticazione
    - Autorizzazione

Quali sono gli elementi coinvolti

- **Librerie, tool di sistema**
  - Spesso e volentieri
    - Contengono grandi quantità di codice
    - Vengono eseguiti in modalità superutente
  - Quali sono gli attacchi possibili a questi elementi?
    - Attacchi interni e esterni
- **Applicazioni**
  - Possono fornire una prima "testa di ponte" per attaccare un sistema
- **Utenti**
  - Sono l'anello più debole!
  - Tutta la sicurezza ruota intorno a loro

Percorsi di attacco



Esempio di attacco – Banale, ma possibile

- **Individuare il sistema da attaccare**
  - Tramite web, perché si è ricevuto un mail, etc.
  - Ad esempio, la ditta yahuu
- **Cercare di carpire qualche prima informazione**
  - Tramite ping verifichiamo se esiste

```
$ ping www.yahuu.com
PING www.yahuu.com (217.12.3.11) 56(84) bytes of data.
64 bytes from www.yahuu.com (217.12.3.11): icmp_seq=1 ttl=242 time=88.7
   ms
64 bytes from www.yahuu.com (217.12.3.11): icmp_seq=2 ttl=242 time=89.5
   ms
```

  - In effetti esiste...

Esempio di attacco – Banale, ma possibile

- **Cercare di carpire qualche prima informazione**
  - Proviamo con finger

```
$ finger root@www.yahuu.com
[www.yahuu.com]
Login: root             Name: root
Directory: /root        Shell: /bin/tsch
Last login Thu Jan  8 00:12 (CET) on tty2
```

- Ottimo! Ora sappiamo
  - Finger è abilitato (oggigiorno è molto raro)
  - L'utente root non è al momento connesso

Esempio di attacco – Banale, ma possibile

- **Cerchiamo ora di scoprire qualche nome utente**
  - Abbiamo bisogno di un dizionario di nomi
  - Possiamo utilizzare finger per scoprire se il nome esiste

```
$ finger dennis
Finger: dennis: no such user

$ finger paul
Login: paul                             Name: Paul Hughes
Directory: /home/paul                   Shell: /bin/bash
Office:  789-123456
Last login Wed Jan  7 19:05 (CET) on pts/4 from ...
```

Esempio di attacco – Banale, ma possibile

- **Una volta scoperto il nome utente**
  - Possiamo utilizzare un meccanismo automatico per tentare di indovinare la password
  - Funziona quando la password è banale (vedi lucidi successivi)
- **Il passo successivo è cercare di acquisire privilegi da superutente**
  - Probabilmente: indovinare la password di root non avrà successo
  - Proviamo a vedere cosa contiene la variabile **$PATH** di root:

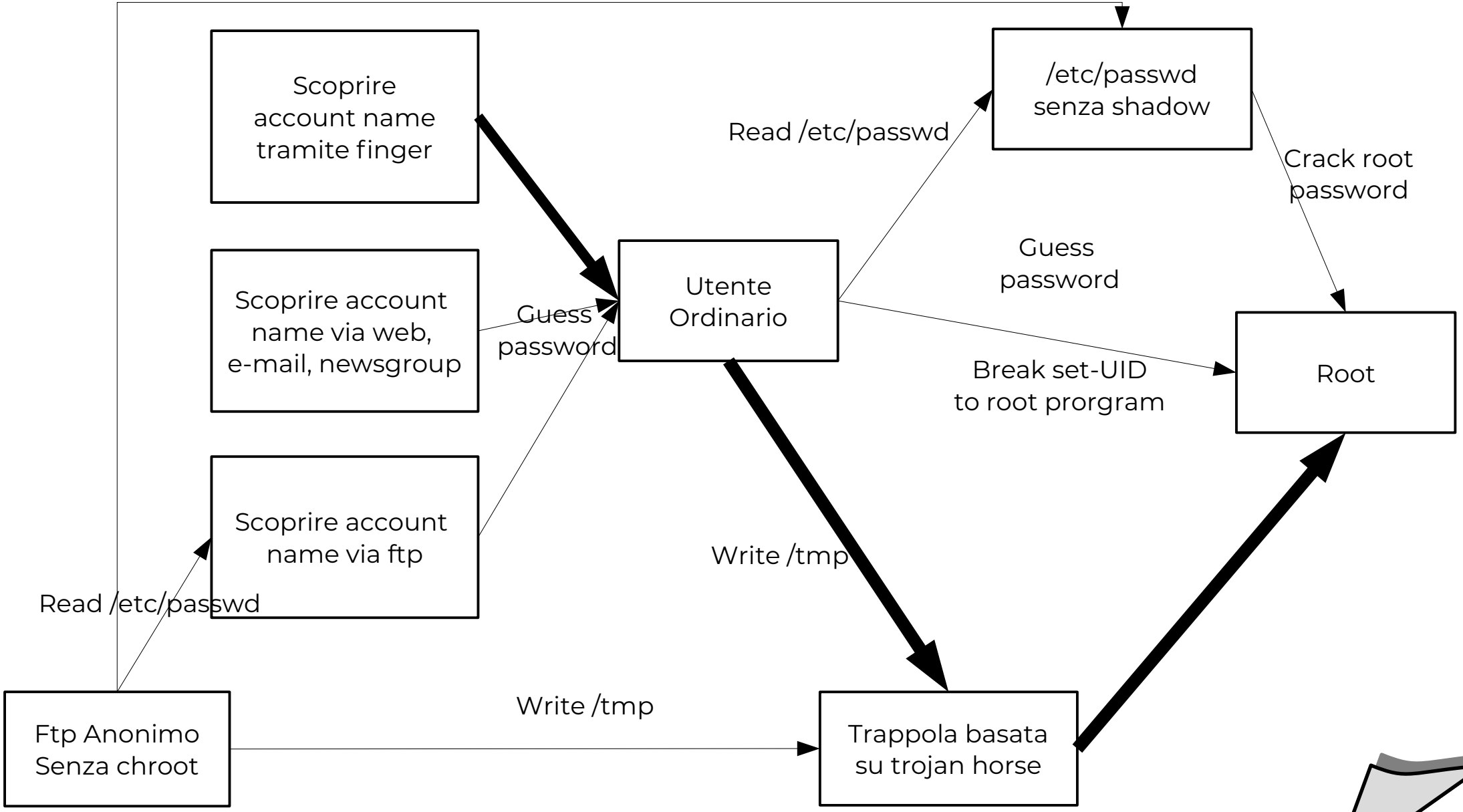
```
cat /root/.bash_profile
export PATH="/usr/local/bin:/etc:.:$PATH"
```

  - Ottimo! Il superutente sprovveduto permette permette di eseguire qualunque programma nella directory corrente

Esempio di attacco – Banale, ma possibile

- **Prepariamo una trappola**
  - Ad esempio in /**`tmp`**
    - Si crea un file di dimensioni enormi, che in qualche modo catturi l'attenzione del superutente
    - Si installa un insieme di *trojan horse* quali ad esempio ls, vi, etc.
    - Quando vengono eseguiti, questi programmi possono eseguire qualunque cosa l'attaccante voglia

Percorsi di attacco



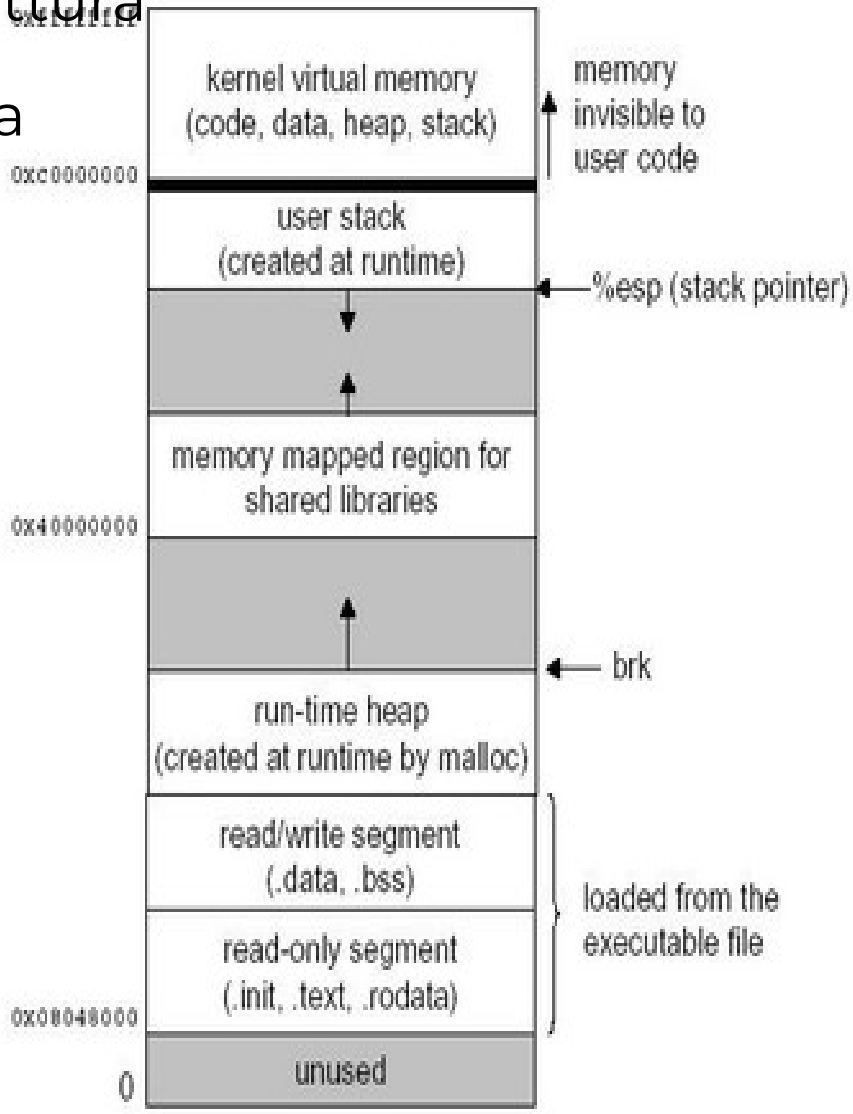
Quali sono i possibili “difetti” del software?

- **Errori di programmazione:**
  - Violazione dei limiti (buffer overflow)
  - Errori tempo controllo / tempo utilizzo
- **Codice maligno**
  - Cavalli di troia (trojan horse)
  - Bombe logiche
  - Backdoor
  - Virus, worm

Buffer Overflow

- **Qual è la tecnica:**
  - L'idea generale è quella di fornire ad un programma (server) un insieme di dati di dimensioni superiori a quella prevista (buffer overflow)
- **Cosa succede?**
  - Nel "migliore" dei casi, il programma va in crash (segmentation fault)
  - Nei casi peggiori, è possibile che l'attaccante prenda il controllo della macchina
- **Un po' di statistica...**
  - Più del 50% degli incidenti riportati al CERT sono dovuti a buffer overflow

- **Realizzare un exploit tramite buffer overflow:**
  - I principi base uguali per ogni architettura
  - Ma si richiede conoscenza del sistema operativo e della CPU target
- **Background necessario**
  - Organizzazione della memoria
    - Segmento codice
    - Segmento dati
    - Segmento stack
  - Le funzioni C e lo stack
  - Un po' di linguaggio macchina

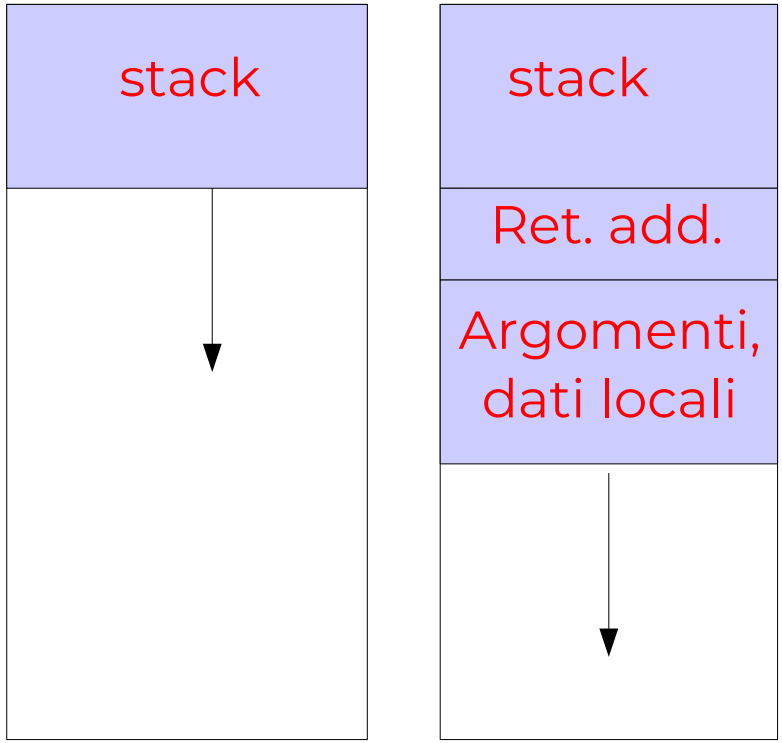


- **Funzioni C**

```
int main()
{
  int buffer[10];
  buffer[20] = 5;
}
```

- **Il buffer**
  - Viene creato nello stack (è "temporaneo" per la funzione C)
  - Non vengono effettuati alcun tipo di controllo di dimensione
  - La seconda iscrizione sovrascrive altri dati nello stack

- **Un po' di linguaggio macchina**
  - Ad ogni chiamata di funzione, nello stack vengono collocati
    - Indirizzo di ritorno
    - Eventuali argomenti della funzione
    - Eventuali dati locali

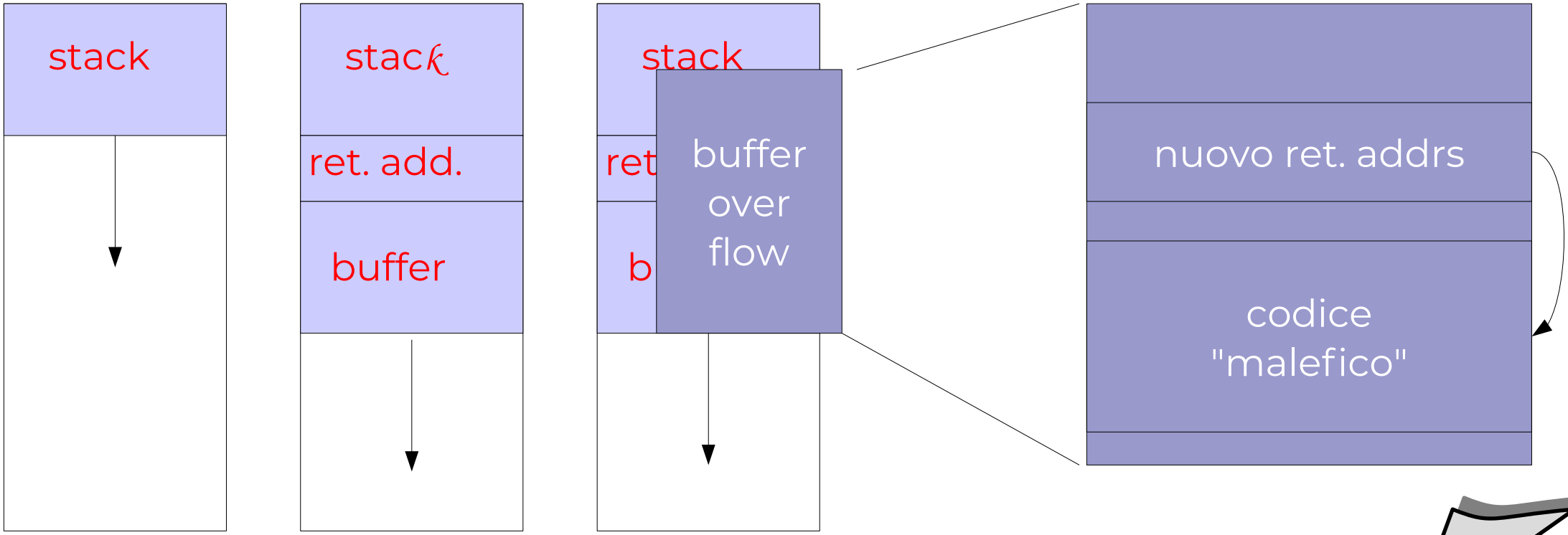


- **Quali tipo di codice porta ad un buffer overflow?**
  - Utilizzazione di funzioni di libreria deboli che non controllano la dimensione dei loro argomenti
    - **`gets()`** - legge lo standard input
    - **`strcpy()`** - copia una stringa in un'altra
    - **`sprintf()`** - formata una stringa in un buffer

- **Esempio:**

```
int main()
{
  char buffer[10];
  printf("Inserisci il CAP");
  gets(buffer);
}
```

- **L'idea generale è quella di riempire il buffer**
  - Con codice "maligno"
  - Un nuovo indirizzo di ritorno che punti a tale codice maligno

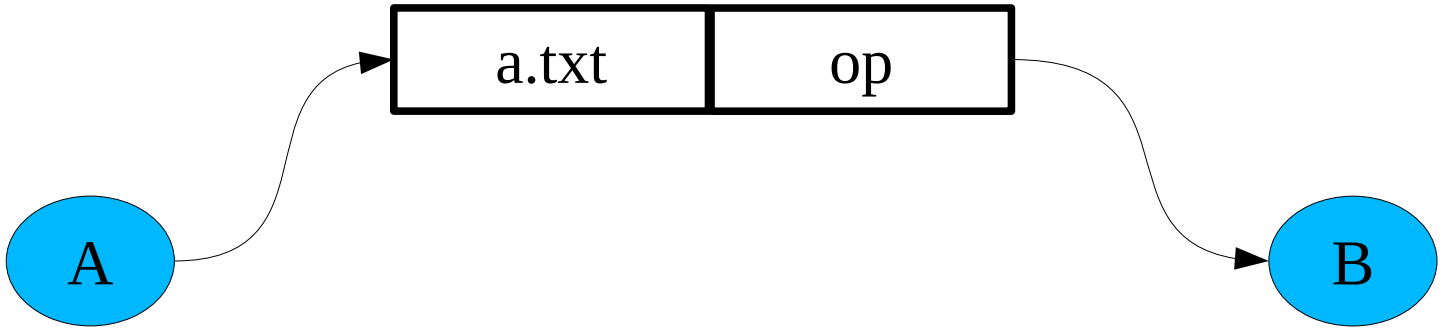


- **Contromisure**
  - Scrivere codice sicuro
    - I buffer overflow sono il risultato di "sloppy programming"
    - Evitare le funzioni citate, consultare i manuali delle librerie, etc.
  - Invalidazione del codice nello stack
    - Tutto dipende dal fatto che si esegue codice nello stack
    - E' possibile evitare tutto ciò?
    - In Linux, si utilizzano "funzioni trampolino", basate su questo meccanismo
    - Esistono però delle versioni sicure del kernel linux

- **Contromisure**
  - Controlli a tempo di compilazione
    - Patch per compilatori che aggiungono controlli sulla dimensione dei buffer
      - Tendono a far crescere il codice e diminuire le prestazioni
    - Patch per compilatori che controllano unicamente l'indirizzo di ritorno
      - Copiato in una posizione sicura
      - StackGuard, StackShield
    - Nota: richiede ri-compilazione delle applicazioni
  - Controlli a run-time
    - Verificano a run-time le dimensioni degli stack frame
    - Se gli stack frame presentano qualche errore, terminano il programma
    - Librerie pre-caricate tipo libsafe

Errori tempo controllo / tempo utilizzo

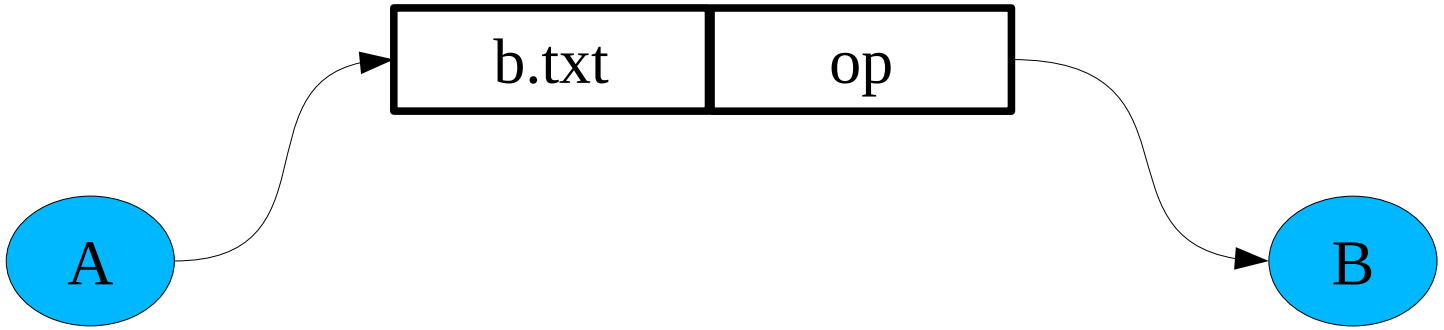
- **Fase 1:**
  - L'entità A chiede all'entità B di eseguire l'operazione op sul file a.txt
  - B autorizza l'operazione in base alle informazioni di accesso



a.txt	A,B
b.txt	C,B

Errori tempo controllo / tempo utilizzo

- **Fase 2:**
  - L'entità A modifica il file da accedere nel periodo di tempo che intercorre fra il controllo e l'utilizzo
  - B effettua l'operazione op su b.txt



a.txt	A,B
b.txt	C,B

Trojan horse

- **Definizione**
  - Sono programmi che replicano le funzionalità di programmi di uso comune o programmi dall'apparenza innocua ma che contengono codice "malefico"
- **Tipicamente**
  - Catturano informazioni e le inviano al creatore del programma
    - Informazioni critiche per la sicurezza del sistema
    - Informazioni "private" dell'utente
  - Compromettono o distruggono informazioni importanti per il funzionamento del sistemi

- **Esempi:**
  - Un applicativo può leggere informazioni relative al vostro sistema o al software installato e inviarle alla ditta creatrice del programma.....
    - Spyware in programmi di file sharing
  - Inserimento di programmi nelle directory normalmente accedibili tramite **$PATH** con il nome "simile" a quello di programmi noti sperando che un utente commetta un errore di battitura
    - Esempio: **`dri`** (al posto di `dir`), **`la`** (al posto di **`ls`**)
  - Login spoofing

Bombe logiche

- **Descrizione**
  - Il creatore di un software utilizzato internamente in una compagnia inserisce un software che può attivarsi sotto particolari condizioni
  - Esempi di condizioni...
    - Il creatore viene licenziato e il suo nome scompare dal database dei salari
    - Non potendo più accedere al sistema, non può evitare che la bomba logica si attivi
- **Contromisure**
  - Analisi del codice sorgente (code reviews)
  - Ma si veda l'articolo “Reflections on Trusting trust”, di Ken Thompson.

Backdoor / Trapdoor

- **Descrizione**
  - Il creatore di un software può deliberatamente lasciare “porte di servizio” per entrare aggirando i sistemi di protezione
- **Alcuni esempi**
  - Il film War Games!
  - Back Orifice, Sobig, MyDoom
  - Nov. 2003: un tentativo di inserire un backdoor nel kernel linux
    - Sventato!
  - Cosa succede nei sistemi proprietari?
- **Contromisure**
  - Analisi del codice sorgente (code reviews)

Virus e worm

- **Un virus**
  - E' un frammento di programma che può infettare altri programmi non maligni modificandoli
- **Un worm (batterio)**
  - E' un programma che diffonde copie di se stesso in una rete
- **Quali differenze...**
  - I worm operano sulle reti, i virus possono usare qualunque supporto
  - I worm sono programmi autonomi, i virus infettano programmi esistenti
  - Non vi è più una vera distinzione, oramai...

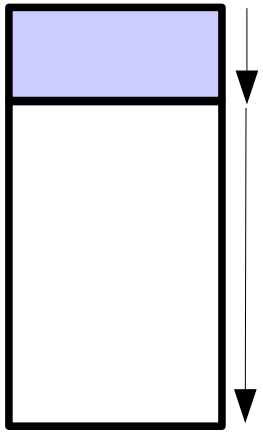
L'attività di un virus si divide in due fasi:

- **Riproduzione (infezione)**
  - Un buon virus deve bilanciare infezione e possibilità di essere scoperto
  - Esistono tecniche per cercare di nascondersi
- **Attivazione**
  - Può essere scatenata da uno specifico evento
  - In generale, un virus attivato compie azioni dannose (o semplicemente consuma risorse)

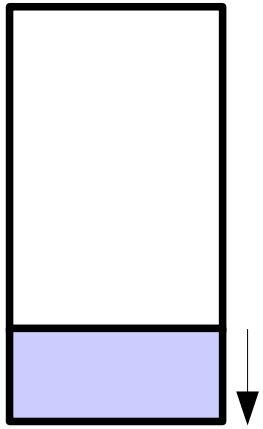
- **Come si diffondono i virus?**
  - Un virus deve essere eseguito potersi diffondere/attivare
  - Come può forzare la propria esecuzione?
    - Accodandosi ad un programma esistente
      - EXE/COM in MS-DOS
      - Portable Executable in Windows
      - ELF in Linux
    - Sfruttando un meccanismo di bootstrap
      - boot sector
      - master boot record
    - Accodandosi a file dati che permettono l'esecuzione di codice (anche in maniera automatica)
      - posta elettronica
      - macro virus in Office

Virus e worm

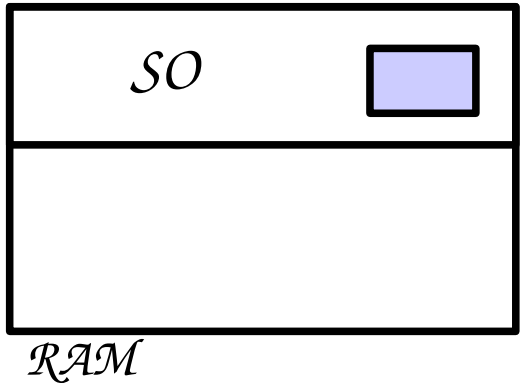
Virus "accodato"



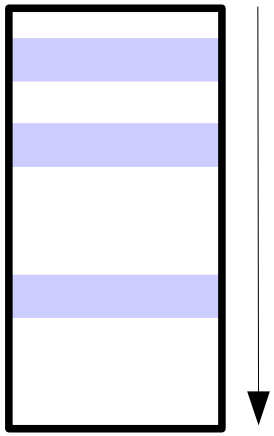
Macro virus



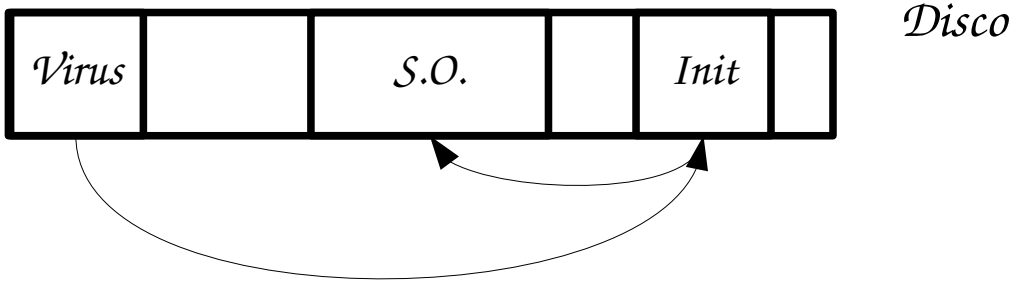
Virus residenti



Virus "integrato"



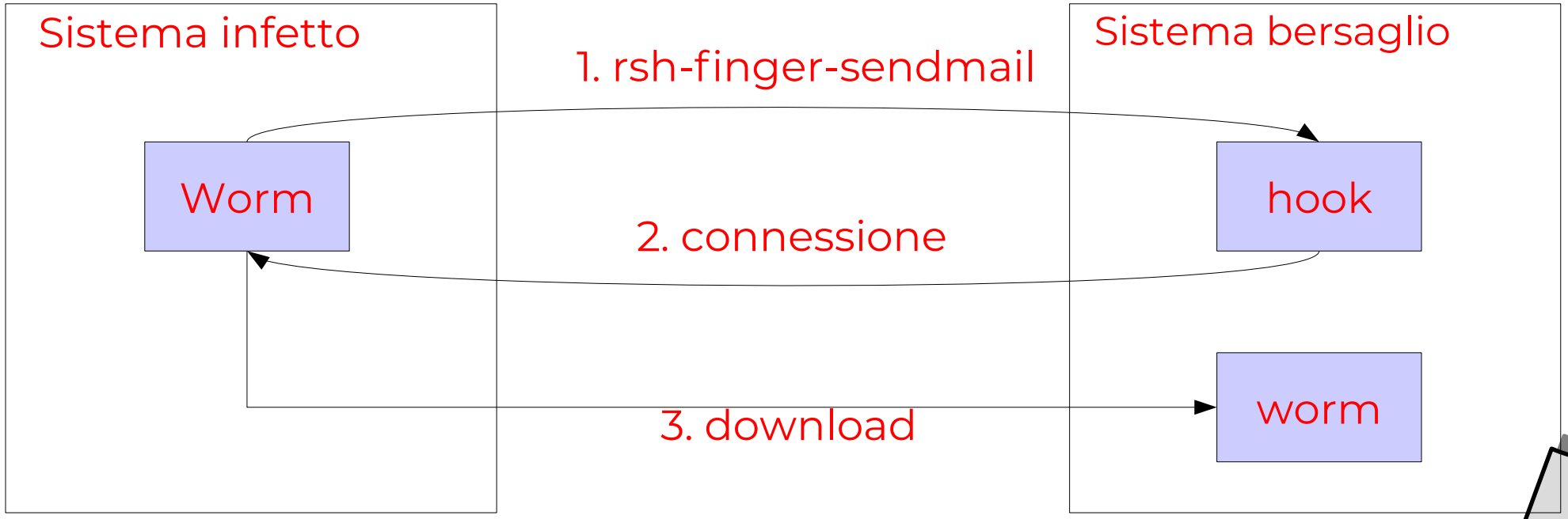
Virus in boot sector / MBR



Virus e worm

- **Come individuare un virus?**
  - I virus non sono invisibili
    - Devono essere memorizzati
    - Eseguono azioni “tipiche”
  - E' possibile estrapolare una *definizione* o *firma* che caratterizza il virus
  - Questa firma viene cercata dai programmi anti-virus
- **Esempi:**
  - Il worm *code-red* inizia con: **`/default.ida?NNNNN`**
- **Come si nascondono i virus?**
  - Virus “stealth”
  - Virus “polimorfici”
- **Un po' di numeri:**
  - Più di 100.000 virus
  - Relativamente pochi (~1000) sono “attivi” in un certo periodo

- **Internet Worm di Morris**
  - Il primo worm conosciuto (1988)
  - Sfruttava alcuni bug di sistemi di comunicazione
  - Sostanzialmente benigno, bloccò però la rete per un giorno
  - Fu la “goccia” che fece nascere il CERT



Autenticazione

- **Definizione**
  - *L'operazione di associare ad un utente un'identità*
- **Note**
  - E' il problema alla base di tutti i meccanismi di protezione
  - Senza autenticazione, tutti i meccanismi che vedremo in seguito sarebbero completamente inutili
- **Meccanismi per ottenere autenticazione**
  - Basati su qualcosa che l'utente "conosce"
  - Basati su qualcosa che l'utente "ha"
  - Basati su qualcosa che l'utente "è"

Password

- **Autenticazione basata su password**
  - è ovviamente la più utilizzata
- **Problemi**
  - Possibilità che la password venga "indovinata"
    - Scarsa cultura della sicurezza
    - Password banali
    - Post-it con la password attaccata allo schermo
  - Possibilità che la password venga “carpita”
    - un intruso può sbirciare chi sta digitando la password
    - login spoofing
    - sniffing di rete

Password - memorizzazione

- **Come memorizzare le password**
  - Nei sistemi più obsoleti, le password venivano memorizzate in chiaro in un file, protetta dai normali meccanismi di protezione
  - Problema: troppe persone possono accedere a questo file
- **Password codificate**
  - Si utilizza una funzione one-way
  - Il file delle password contiene le password codificate dalla funzione one-way scelta
  - Quando viene effettuato il login, si codifica la password e si confronta il risultato con il valore contenuto nel file delle password
  - Password file in Unix/Linux: **`/etc/passwd`**

Password - attacchi

- **Attaccare lo schema precedente (*cracking*)**
  - Si utilizza un dizionario di password banali
  - Le password nel dizionario vengono codificate facendo uso della stessa funzione one-way
  - Le password codificate vengono confrontate con quelle contenute in file di password

Dizionario

in chiaro	codificate
280771	al47r33km
password	ldcfjoiu3
rossi	rlekekll39
franchi	8kfdjkjkf
gelato	39u4jrk0

Password file

```
rossi:8kfdjkjkf:500:500:...
franchi:rlekekll39:501:501:...
```

Password – selezione (falso mito! See xkcd!)

- **Il test di Morris-Thompson**
  - La password è più corta di sette caratteri?
  - Contiene solo 7-8 caratteri alfabetici (tutti minuscoli o tutti maiuscoli)
  - La password è una qualsiasi parola da un dizionario
    - Anche con 1 al posto della i, 0 al posto della o, 3 al posto di e
    - Anche scritta al contrario
  - La password è una data di nascita
- **Regole da seguire:**
  - Almeno 8 caratteri, un carattere per ognuna di queste categorie:
    - Lettere minuscole
    - Lettere maiuscole
    - Cifre numeriche
    - Caratteri speciali: , . ; : - _ # [ ] ? ^ + * ' ` ~ { } ( )

Password - selezione

- **Alcune statistiche**
  - Morris-Thompson, 1979 - *86%* delle password identificate
    Password raccolte in vari sistemi Unix dell'epoca
  - Klein, 1990 - *25%* delle password identificate
    Password raccolte da vari sistemi Unix in UK/USA
  - Kabay, 1997 - *82%* delle password identificate
    Password utilizzate nel financial district di Londra

Password - memorizzazione

- **Utilizzo del meccanismo di *salt***
  - Prima di essere criptate e memorizzate nel file di password, le password vengono concatenate con un numero casuale (*salt*)
  - Il salt viene memorizzato in chiaro nel file delle password
  - In questo modo, il dizionario deve essere codificato con tutti i possibili salt, richiedendo un tempo maggiore

Dizionario

in chiaro	codificate
gelato000	al47r33km
gelato0001	ldcfjoiu3
gelato0002	rlekekll39
...	...
gelato9999	39u4jrk0

Password file

```
pippo:8kfdjkjkf/2000:500:500:...
```

Password - memorizzazione

- **Shadow password file**
  - Il file **/etc/passwd** è leggibile a tutti perchè contiene informazioni che vanno al di là della password
  - Ma questo rende(va) la vita facile agli attaccanti
  - Il meccanismo del file shadow memorizza le password in un file separato, leggibile solo a root
    - **/etc/shadow**
- **Esempio di /etc/passwd con shadow password**

```
tizio:x:501:502:Vittorio Tizio:/home/tizio:/bin/bash
caio:x:502:503:Aristide Caio:/home/caio:/bin/bash
sempronio:x:503:504:Franco Sempronio:/home/sempronio:/bin/bash
pinco:x:504:505:Pallino Pinco:/home/pinco:/bin/bash
```

Password - attacchi

- **Login spoofing**
  - L'attaccante scrive un programma (testuale o grafico) che presenta una finta schermata di login
  - Attende che la vittima inserisca login/password
  - Memorizza o spedisce la coppia login/password
  - Visualizza un messaggio di “Login incorrect”
  - Fa partire il vero programma di login – per esempio terminando la shell attuale
  - La vittima crede di aver digitato male la password, questa volta entrando senza problemi nel sistema

Password - attacchi

- **Un piccolo esempio**

```
#!/bin/csh -f
# Only for demonstration – (C) Bob Toxen
cat /etc/issue
echo -n "hostname login: "
set x="$<"
stty -echo
echo -n "Password: "
set y="$<"
echo $x "," $y >> captured.dat
stty -echo
echo ""
echo Login incorrect
echo ""
exit
```

Password - attacchi

- **Un esempio di sequenza di login "normale":**

```
Welcome to XYZ Linux K.L (i586) – Kernel A.B.CD (tty1)

hostname login: franchi

Password:


Login incorrect


hostname login:
```

Password - attacchi

- **Un esempio di sequenza di login "faked":**

```
Welcome to XYZ Linux K.L (i586) – Kernel A.B.CD (tty1)
hostname login: franchi
Password:

Login incorrect

Welcome to XYZ Linux K.L (i586) – Kernel A.B.CD (tty1)
hostname login:
```

Password - attacchi

- **Packet sniffing**
  - un packet sniffer è un software che analizza il traffico di rete
  - cerca di individuare pacchetti contenenti coppie login/password spediti "in chiaro" da meccanismi di comunicazione come telnet e ftp
  - memorizza le coppie login/password per uso futuro

Password - challange/response

- **Challange and response**
  - Basato su funzioni one-way **f**
  - La password (chiave) **k** è nota sia all'utente che al sistema a cui si vuole accedere (eventualmente codificata)
  - Il sistema propone una challenge (sfida), ovvero un valore numerico **c** che viene spedito all'utente
  - Sia il sistema che l'utente calcolano **f(c, k)**
  - L'utente comunica al sistema il valore di **f(c,k)**
  - Il sistema confronta questo valore con il valore calcolato localmente
- **Questo meccanismo rende inservibili i packet sniffer**

- **Password – Note per l'amministratore di sicurezza**
  - Ogni utente è una possibile falla nella sicurezza del sistema
  - Una volta entrato come utente, un attaccante ha varie possibilità di raggiungere i privilegi di superutente
- **Quali contromisure?**
  - Educare gli utenti sull'importanza di utilizzare password non deboli
  - Eseguire periodicamente programmi di cracking per verificare la sicurezza delle password attuali
    - Nota: può richiedere autorizzazione "dall'alto"
  - Implementare meccanismi per evitare password banali
  - Utilizzare password one-shot: usa e getta

Password

- **Password "one-shot"**
  - L'utente deve utilizzare una password diversa per ogni accesso.
  - L'utente può avere un elenco di password (stampato) e scegliere elementi successivi della lista.
- **Problemi**
  - E' pericoloso: la lista può essere letta o copiata
  - Viene utilizzato in ambiente militare, nel caso sia possibile proteggere fisicamente questa lista
  - Viene utilizzato anche da qualche banca...
    - NB Montresor: Dalla mia!

Autenticazione

- **Autenticazione tramite oggetti fisici**
  - Tessera bancomat
  - Facili da copiare, basano la loro sicurezza su due meccanismi:
    - Codice PIN per evitare che si utilizzino carte copiate (e rubute)
    - Carta personale per evitare PIN troppo complessi
- **Smart card**
  - Difficili da copiare
  - Dispongono di un'unità di calcolo, anche se semplice
  - Permettono di utilizzare meccanismi di challenge e response
- **Autenticazione biometrica**
  - impronte digitali, retina, voce

PAM

- **Tradizionalmente:**
  - In UNIX, l'autenticazione avviene in diversi contesti (login, ftp, ...)
  - Ogni servizio aveva la propria implementazione dell'autenticazione
  - I meccanismi erano fissi e non configurabili
- **Ai giorni nostri:**
  - Librerie di autenticazioni, con moduli liberamente caricabili
  - Meccanismo di autenticazione altamente configurabile
- **Pluggable Authentication Module (PAM)**
  - Un servizio generale di autenticazione basato su file di configurazione
  - In quali UNIX?
    - Standard in Linux, FreeBSD, HP-UX, Solaris, MAC OS X
    - AIX utilizza LAM (L=loadable), simile ma proprietario di IBM

- **Componenti principali in PAM**
  - Servizi
    - Versioni PAM-aware dei tradizionali programmi di autenticazione UNIX
    - Eseguono chiamate ai moduli di autenticazione utilizzando l'API di PAM
    - Ad esempio: login, passwd, su, etc.
  - Moduli che effettuano task di autenticazione
    - Autenticazione, gestione account, gestione password, logging
    - Ad esempio, un modulo per **`/etc/shadow`**
  - File di configurazione generali
    - Associazioni meccanismi di autenticazione --- servizi
    - Contenuti in **`/etc/pam.d`** o in **`/etc/pam.conf`**
  - File di configurazioni addizionali
    - Relativi ai singoli moduli

PAM - /etc/pam.d/su


```
%PAM-1.0

auth     sufficient     pam_rootok.so

auth     required       pam_unix2.so    nullok

account  required       pam_unix2.so

password required       pam_pwcheck.so  nullok

password required       pam_unix2.so    nullok use_first_pass
   use_authtok

session required        pam_homecheck.so

session  required       pam_unix2.so    debug # none or trace
```

- **Il primo campo descrive la classe di operazione**
  - **`auth`**: procedure per l'autenticazione dell'utente
  - **`account`**: per modificare gli attributi di un account
  - **`password`**: per modificare la password
  - **`session`**: per debug e logging su syslog
- **I vari moduli di una classe formano uno stack per classe**
- **I moduli vengono valutati in ordine**
  - Ogni modulo risponde con **`grant`** o **`deny`**
  - Il secondo campo definisce come deve essere valutato il valore di ritorno

- **Il secondo campo dei file di configurazione:**
  - **`sufficient`**
    - se il modulo ritorna grant, la risposta è positiva e i moduli successivi non vengono considerati
  - **`requisite`**
    - se il modulo ritorna deny, la risposta è negativa e i moduli successivi non vengono considerati
  - **`required`**
    - questo modulo deve ritornare grant affinché l'operazione abbia successo
  - **`optional`**
    - questo modulo influisce sul risultato solo se è l'unico modulo presente

PAM: /etc/pam.d/sshd


```
#%PAM-1.0

auth required     pam_unix2.so

auth required     pam_nologin.so

auth required     pam_env.so

account required  pam_unix2.so

account required  pam_nologin.so

password required pam_pwcheck.so

password required pam_unix2.so    use_first_pass use_authtok

session required  pam_unix2.so    none      # trace or debug

session required  pam_limits.so
```

Se il file **/etc/nologin** *esiste, impedisce accessi non-root e stampa il contenuto del file*

Setta alcune variabili di ambiente

Legge i limiti di sistema contenuti in **/etc/security/limits.conf**

PAM: /etc/pam.d/login


```
#%PAM-1.0
auth requisite    pam_unix2.so nullok
auth required     pam_securetty.so
auth required     pam_nologin.so
auth required     pam_homecheck.so
auth required     pam_env.so
auth required     pam_mail.so
account required  pam_unix2.so
password required pam_pwcheck.so nullok
password required pam_unix2.so nullok use_first_pass use_authtok
session required  pam_unix2.so    none     # debug or trace
session required  pam_limits.so
```

Nega l'accesso di root a meno che il terminale corrente non sia listato in **/etc/securetty**

Verifica se la home esiste

Effettua dei controlli di validità sulla nuova password

- **Protezione del nucleo del sistema operativo**
  - *Insieme di meccanismi che separano il gestore (nucleo del s.o.) dalle risorse gestite (processi, risorse)*
  - Realizzata tramite meccanismi hardware
    - Mode bit (kernel/user), meccanismo degli interrupt
    - Protezione memoria e dispositivi
- **Autorizzazione**
  - *Insieme di meccanismi e politiche con cui il S.O. "decide" se un soggetto ha il permesso di eseguire una determinata azione su un oggetto*
  - Realizzato tramite meccanismi software
    - (Trusted Computing Base, Reference Monitor)
    - Matrice di Accesso (ACL, Capability)

Principi fondamentali

- **Principio di *Accesso Mediato* (Reference monitor)**
  - Tutti gli accessi ad un oggetto devono essere controllati
  - In pratica:
    - molti OS controllano i diritti solo al momento dell'apertura
    - non vengono controllate le operazioni successive
- **Principio di *Separazione dei privilegi***
  - Un sistema non dovrebbe concedere permessi in base ad una singola condizione
  - Esempio: UNIX permette ad un utente di diventare root se
    - conosce la password di root
    - fa parte del gruppo *wheel*

Principi fondamentali

- **Principio di *Failsafe default***
  - nessun soggetto ha diritti per default
- **Principio di *Privilegio minimo* (Need-to-know)**
  - ogni soggetto ha, in ogni istante, i soli diritti necessari per quella fase dell'elaborazione
  - In pratica:
    - molti sistemi non hanno la granularità di privilegi e permessi richiesti per implementare questo principio
    - esempio: root/administrator vs utenti

Autorizzazione - Definizioni

- **Insieme dei *soggetti* S**
  - I soggetti sono le entità attive che eseguono azioni
- **Insieme degli *oggetti* O**
  - Gli oggetti sono le entità (passive/attive) su cui vengono eseguite azioni
  - Nota: $S \subseteq O$
- **Insieme dei *diritti di accesso* R**
  - L'insieme delle azioni che possono essere eseguite
- **In un sistema operativo UNIX**
  - Soggetti: processi, thread
  - Oggetti: file, dispositivi, processi
  - Diritti di accesso: read, write, execute

Autorizzazione - Dominio

- **Dominio di protezione**
  - Un insieme di coppie **<o, rs>**, dove **o ∈ O** e **rs ⊆ R**
  - Informalmente, ogni coppia specifica un oggetto e un insieme di azioni che possono essere eseguite su tale oggetto
- **Normalmente:**
  - Ogni utente opera all'interno di un dominio di protezione, che determina cosa può fare e cosa non può fare
  - UNIX: dominio determinato da *user-id* e group-id
- **Ma l'associazione può essere più generale:**
  - un dominio per processo
  - un dominio per classe (Java security)

Matrice di accesso

- **Matrice di accesso**
  - una matrice domini/oggetti
  - l'elemento ***A(i,j)*** contiene i diritti che il dominio D_i prevede per l'oggetto O_j
- **Quando viene creato un nuovo oggetto**
  - si aggiunge una colonna alla matrice di accesso
  - il contenuto di tale colonna è deciso al momento di creazione dell'oggetto

oggetti / domini	File1	File2	File3	Stampante
D1	read			
D2		read write	read	
D3			read write	write
D4				write

Matrice di accesso

- **L'associazione soggetto / dominio può essere *statica* o *dinamica***
  - L'associazione può variare durante la vita di un soggetto
  - Può essere rappresentato con un diritto speciale nella matrice
- **Esempi di associazione dinamica**
  - Modalità user / kernel nell'esecuzione dei processi
  - Bit **`SETUID`** di Unix
  - Modalità “Run as” di Windows

oggetti / domini	File1	File2	File3	Stampante	D1	D2
D1	read				switch	
D2		read write	read			

Matrice di accesso: implementazione

- **Access control list (ACL)**
  - Ad ogni oggetto viene associata una lista di elementi *<dominio, diritti di accesso>*
- **Esempio: POSIX ACL**
  - **`user::rw, group::r, user:jane:rw, group:webstaff:rw,others::`**
- **Ottimizzazioni**
  - l'ampiezza della lista può essere ridotta associando i diritti a insiemi di domini o usando diritti standard (o di default).
  - Esempio: UNIX ha liste di 3 elementi: owning user, owning group, others

Matrice di accesso: implementazione

- **Capability**
  - Ad ogni dominio viene associata una lista di *capability*, ovvero coppie
    <oggetti, diritti di accesso>
- **Come avviene il controllo di accesso:**
  - I processi mantengono le capability e le presentano quali "credenziali" per accedere all'oggetto
  - Sono una sorta di "chiave" per l'accesso alla "serratura" che protegge l'oggetto

Matrice di accesso: implementazione

- **Perché il meccanismo delle capability funzioni:**
  - le capability non possano essere “coniate”
- **Due possibili approcci:**
- **Capability mantenute nello spazio kernel associato al processo**
  - Protette dai meccanismi di protezione del kernel
  - Esempio: Hydra, Linux (parzialmente…)
- **Capability mantenute nello spazio utente**
  - Protette da meccanismi crittografici
  - Capability memorizzate dai processi, ma non modificabili
  - Approccio utilizzato nei sistemi distribuiti

Revoca dei diritti di accesso

- **La revoca può essere:**
  - immediata o ritardata (subito o si può attendere)
  - selettiva o generale (per alcuni i domini o per tutti)
  - parziale o totale (tutti i diritti o solo alcuni)
  - temporanea o permanente
- **Revoca in sistemi basati su ACL**
  - E' sufficiente aggiornare in modo corrispondente le strutture dati dei diritti di accesso.
- **Revoca in sistemi basati su capability**
  - L'informazione relativa ai permessi è memorizzata presso i processi. Come si può allora revocare i diritti di accesso?

Revoca dei diritti di accesso

- **Capability a validità temporale limitata:**
  - Una capability “scade” dopo un prefissato periodo di tempo
  - Revoca ritardata
- **Doppia memorizzazione**
  - Ogni capability viene controllata prima di essere utilizzata
  - Si perdono alcuni dei benefici delle capability
- **Capability indirette.**
  - Vengono concessi diritti non agli oggetti ma a elementi di una tabella globale che puntano agli oggetti.
  - E' possibile revocare diritti cancellando elementi della tabella intermedia
- **Cambiamento dell’identità dell’oggetto (contatore nel nome):**
  - I processi devono chiedere nuovamente l’autorizzazione di accesso
  - Può essere pesante se ci sono frequenti variazioni

Modello tradizionale UNIX

- **Ogni processo possiede sei o più ID associate ad esso:**
  - *real user ID, real group ID*
    - identificano il vero utente e gruppo che esegue il processo
    - questi valori sono presi dalla entry nel passwd file
    - non cambiano durante la vita di un processo
  - *effective user ID, effective group ID, supplementary group IDs*
    - sono quelle effettivamente utilizzate per determinare i nostri diritti di accesso al file system
  - *saved set-user-ID e saved set-group-ID*
    - contengono copie della effective user id e della effective group id; inizializzate con la system call setuid

Modello tradizionale UNIX

- **Normalmente:**
  - *effective user id = real user id*
  - *effective group id = real group id*
  - ovvero, i diritti di accesso sono determinati in base a chi esegue il programma
- **In alcuni casi, un comportamento diverso è desiderabile:**
  - potrebbe essere necessario che un processo abbia un insieme di diritti maggiori di chi esegue il programma
  - Esempio: comando **passwd**
    - Eseguito da chiunque
    - Deve cambiare il file **/etc/passwd**

Modello tradizionale UNIX

- ***set-user-ID e set-group-ID*:**
  - nei bit dei permessi di un *file eseguibile*, il bit *set-user-ID* causa la seguente operazione

    effective user id := owner del file
  - nei bit dei permessi di un *file eseguibile*, il bit *set-group-ID* causa la seguente operazione

    effective group id := owning group del file
  - nei bit dei permessi di una *directory*, il bit set-group-ID causa la seguente operazione
    - i nuovi file creati nella directory ereditano il group owner

- **E' possibile utilizzare questi due bit per risolvere il problema di passwd:**
  - l'owner del comando **`passwd`** è **`root`**
  - quando **`passwd`** viene eseguito, il suo *effective user id* è uguale a **`root`**
  - il comando può scrivere su **`/etc/passwd`**

Modello tradizionale UNIX

- **Alcuni dettagli:**
  - Per aprire un file per nome:
    - Necessario il diritto di esecuzione (search) su tutte le directory che fanno parte del path
    - Attenzione ai nomi relativi: current directory è implicita
  - Per creare un nuovo file in una directory:
    - Necessari i diritti di esecuzione e scrittura sulla directory
  - Per cancellare un file in una directory:
    - Necessari i diritti di esecuzione e scrittura sulla directory
    - Non abbiamo bisogno di diritti sul file

Modello tradizionale UNIX

- **Il 12° bit dei permessi è detto sticky bit**
  - Il nome "corretto" è saved text mode
  - da cui la t nei permessi mostrati da ls
- **Nei file eseguibili (obsoleto!):**
  - Suggerisce al s.o. di mantenere in memoria il codice del processo dopo la fine della sua esecuzione
  - Non più implementato nei sistemi moderni
- **Nelle directory**
  - Impedisce ad un utente di cancellare file che non gli appartengono, nonostante abbia i diritti di scrittura sulla directory
  - Esempio di utilizzazione: /tmp

Modello tradizionale UNIX

- **Modalità di accesso ad un file:**
  - *effective uid*, *effective gid*, *supplementary gids* sono proprietà del processo in esecuzione
  - *owner* e *group owner* sono proprietà del file a cui si vuole accedere
- **Algoritmo**
  - IF *effective uid* == 0 (root) THEN **access allowed**
  - ELSE IF *effective uid* == *owner* AND appropriate user permission THEN **access allowed**
  - ELSE IF *group owner* $\in$ *supplementary gids* $\cup$ {*effective gid*} AND *appropriate group permission* THEN **access allowed**
  - ELSE IF *appropriate other permission* THEN **access allowed**
  - ELSE **access denied**

- **umask: maschera utilizza per la creazione dei file**
  - Utilizzata tutte le volte che un processo crea un nuovo file
  - Tutti i bit che sono accesi nella maschera, verranno spenti nell'access mode del file creato

`creazione di un file con diritti rw- rw- rw-`

Mode	R	W		R	W		R	W	
Mask									
Final	R	W		R	W		R	W	

`umask 000`

Mode	R	W		R	W		R	W	
Mask					W		R	W	
Final	R	W		R					

`umask 046`

AC – Modello tradizionale di Unix

- **Alcune considerazioni:**
  - Il modello tradizionale di AC in UNIX è molto semplice
  - La motivazione (originale) era l'efficienza: 12 bit per file per memorizzare la lista di controllo di accesso
  - Spesso (ma non sempre) è sufficiente per implementare gli scenari di accesso che si presentano in sistemi UNIX
- **Esempio**
  - In ambiente universitario:
    - utenti lavorano su insieme di file separati
    - gruppi di lavoro su particolari progetti (studenti, personale)

AC – Modello tradizionale UNIX

- **In alcuni casi, sono necessari dei workaround per superare questo semplice modello**
  - organizzazione dei gruppi in modo non ovvia, che non riflette l'organizzazione strutturale
  - il meccanismo di set-user-id può portare facilmente ad un sistema compromesso
  - violazione del principio del privilegio minimo
  - alcune applicazioni (e.g. FTP, Samba) implementano le proprie estensioni al meccanismo di accesso
- **Prezzo: incremento della complessità del sistema**

POSIX Working Group 1003.1e - 1003.2c

- **Il gruppo POSIX ha tentato di standardizzare numerose problematiche relative alla sicurezza:**
  - Access Control Lists (ACL) * (in Linux)
  - Capability * (in Linux)
  - Mandatory Access Control (MAC)
  - Information Labeling
  - Audit
- **Sfortunatamente**
  - Standardizzare aree così diverse e variegate era un progetto troppo ambizioso
  - Tuttavia, il lavoro svolto dal Working Group non è andato perso

POSIX ACL

- **ACL Posix in Linux**
  - Disponibili come patch per kernel Linux 2.4
  - Di serie nelle attuali distribuzioni Suse, UnitedLinux
  - Aggiunte definitivamente nel kernel 2.5-2.6
  - Quali file system?
    - Ext2, Ext3, IBM JFS, ReiserFS, SGI XFS
- **ACL Posix in FreeBSD**
  - Nella standard release a partire da 01/2003
  - Sviluppate dal progetto TrustedBSD

POSIX ACL

- **In un file system**
  - I permessi di ogni oggetto vengono rappresentati come una ***ACL***
  - Una ACL consiste in un insieme di ***ACL entry***
- **Da UNIX tradizionale ad ACL:**
  - Come sappiamo, esistono tre "user class"
    - owner, group, others
  - Ognuna di queste classi è rappresentata da una AC entry
  - I permessi per ulteriori utenti e gruppi occupano ACL entry addizionali

- **Tipi di ACL entry**
  - **Owner** user::rwx
  - **Named user** user:name:rwx
  - **Owning group** group::rwx
  - **Named group** group:name:rwx
  - **Mask** mask::rwx
  - **Others** other::rwx

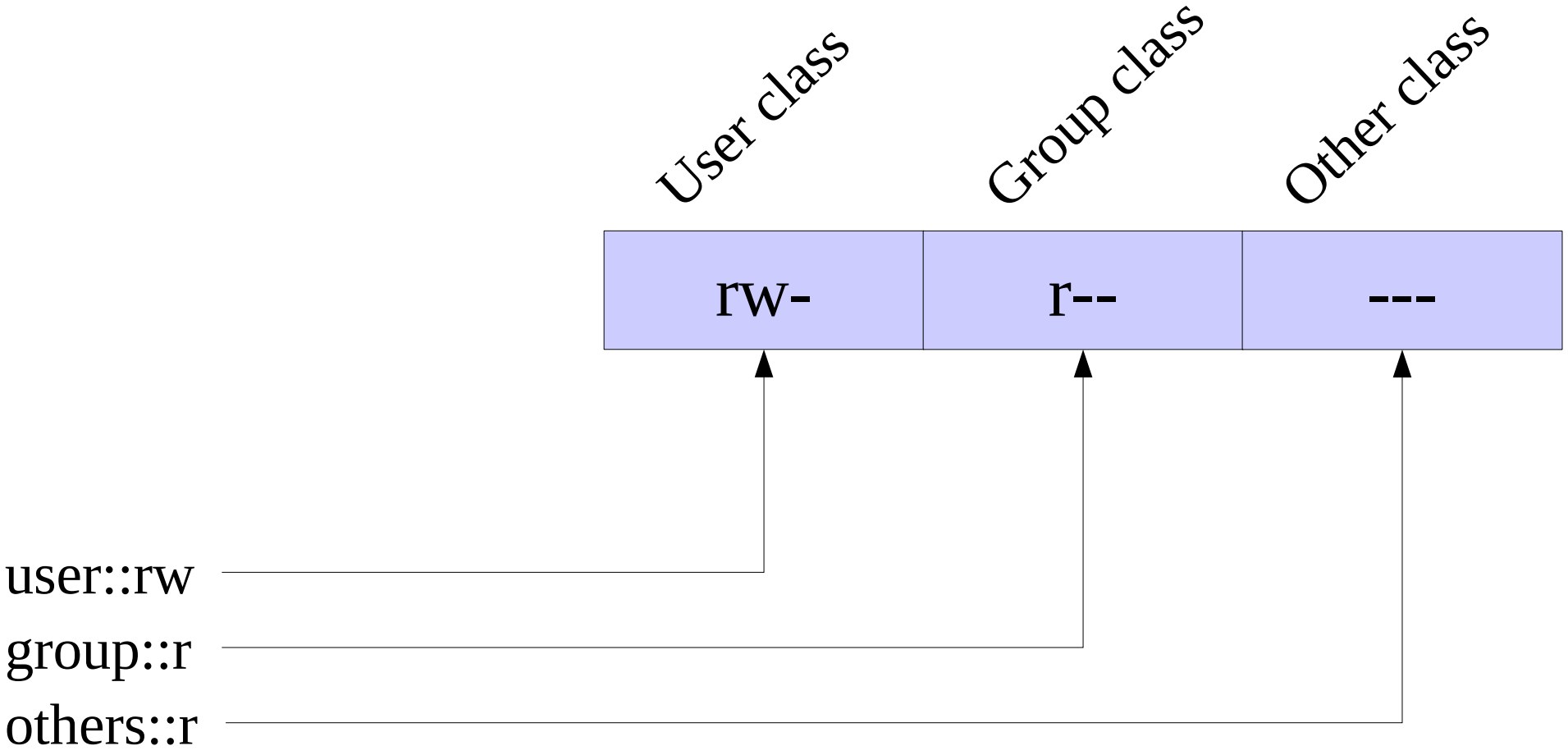
POSIX ACL

- **ACL minime**
  - Contengono solo tre entry
  - Sono equivalenti ai bit di permesso di UNIX tradizionale
- **ACL estese**
  - Hanno più di tre ACL entry
  - Contengono una mask entry
  - Possono contenere qualunque numero di named user e di named group entries

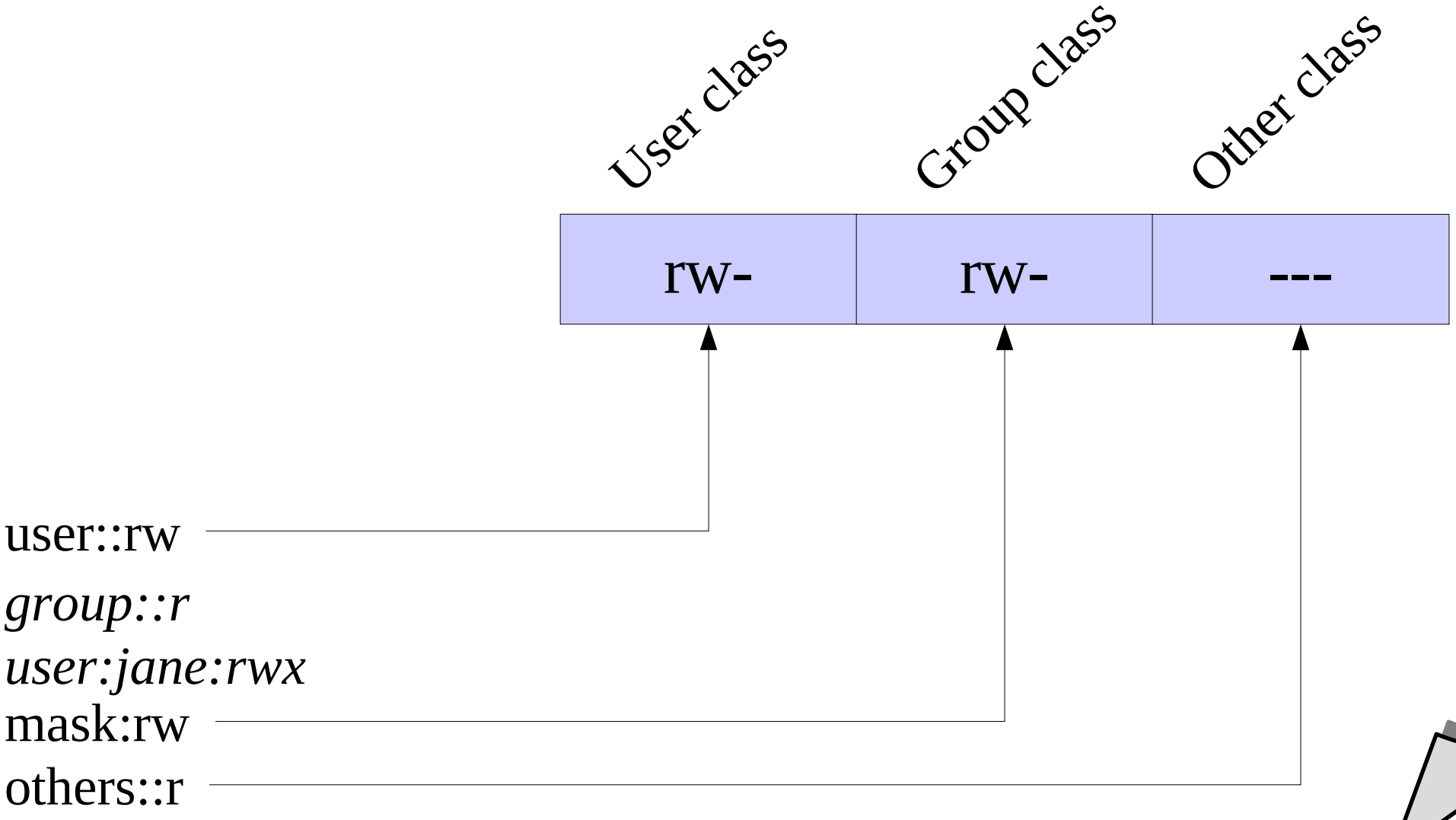
POSIX ACL

- **Come funzionano le ACL minime**
  - Come al solito!
- **Come funzionano le ACL estese**
  - Tutti i named user e i named group entrano a far parte della classe group
  - Bisogna distinguire fra:
    - permessi della classe gruppo
    - ACL entry della classe group
  - I permessi della classe gruppo
    - sono contenuti nella maschera
    - rappresentano un "upper bound" ai permessi che possono essere ottenuti dalle entry della classe gruppo

- **ACL minime**

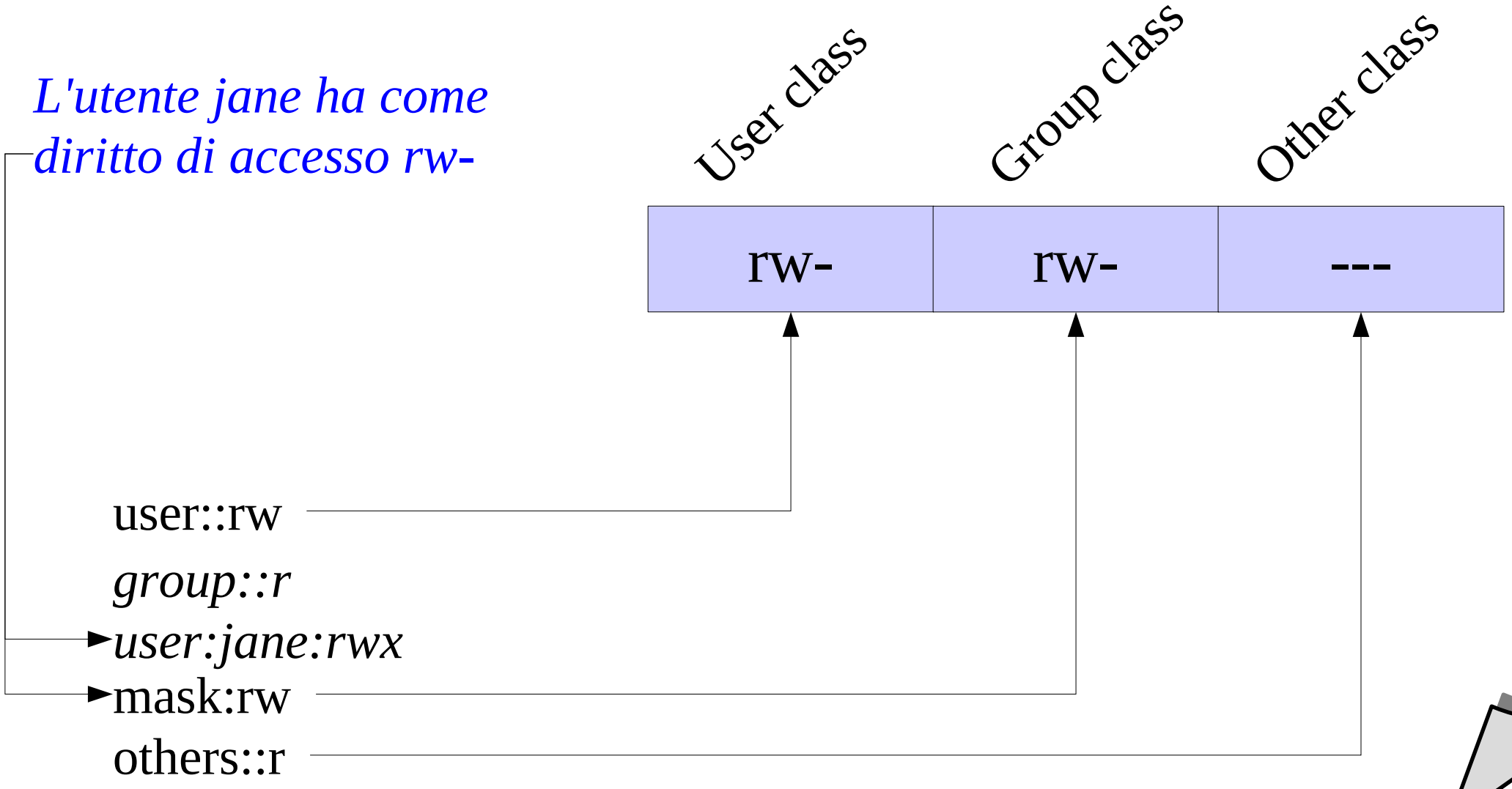


- **ACL estese**



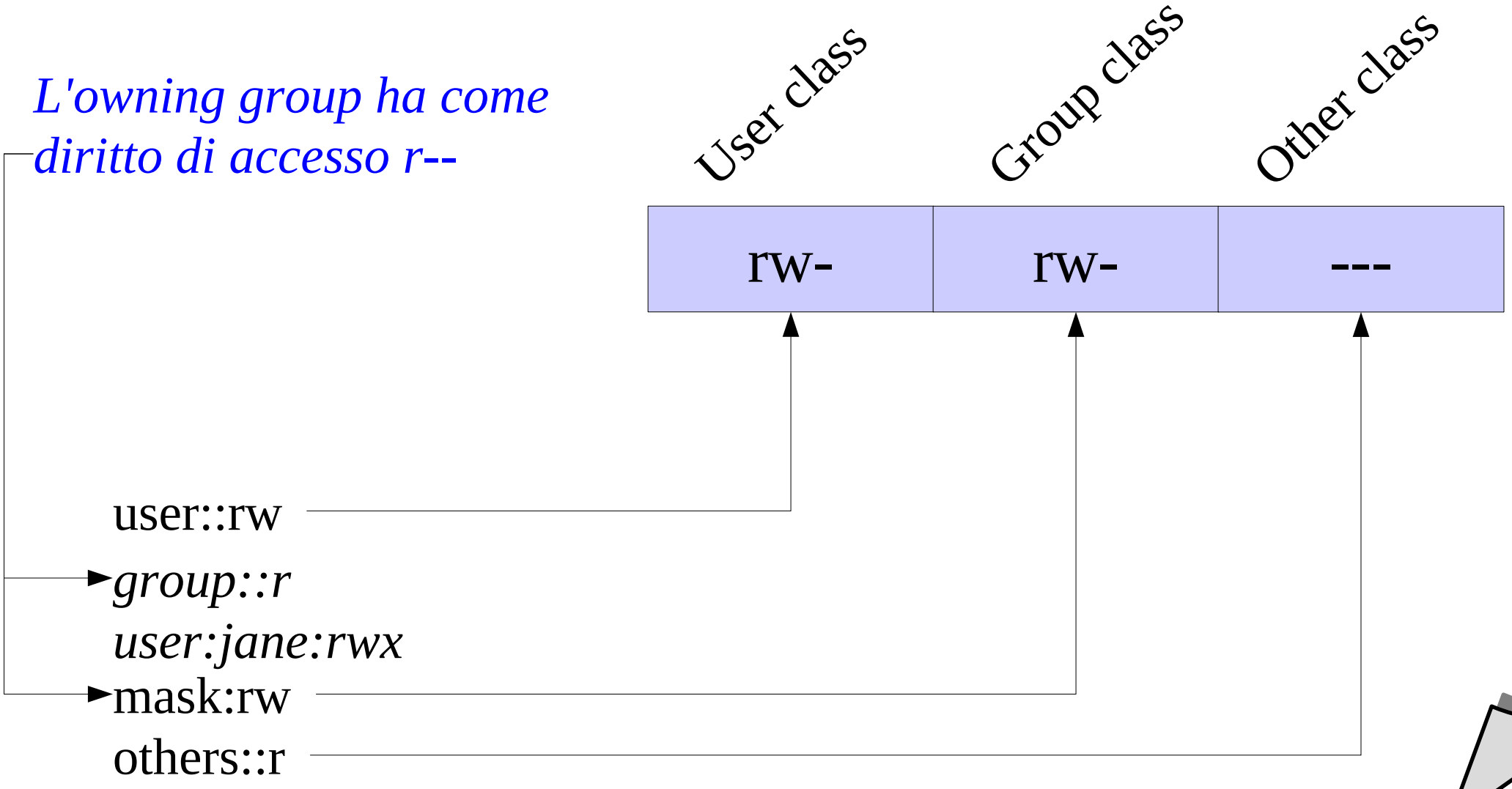
- **ACL estese**

L'utente jane ha come diritto di accesso rw-



- **ACL estese**

L'owning group ha come diritto di accesso r--



POSIX ACL

- **Access ACL**
  - Ogni file (regolare e non) è associato ad una access ACL
  - Le access ACL determinano i diritti di accesso
- **Default ACL**
  - Le directory sono associate anche ad una default ACL
  - Le default ACL di una directory determinano i diritti di accesso dei file creati in quella directory

- **Come vengono ereditate le default ACL?**
  - la default ACL viene copiata nella access ACL dei nuovi file
  - la default ACL viene copiata nella default ACL delle nuove directory
- **Ulteriori dettagli**
  - quando un file viene creato
    - possono essere specificati dei diritti di accesso
    - viene effettuata l'intersezione tra questi e la default ACL
  - se una directory non ha default ACL, si utilizza il meccanismo tradizionale UNIX (umask, etc.)

POSIX ACL

- **Algoritmo di access control per un processo *p* che accede un file *f* con tipo di accesso *t***
- **Primo passo:**
  - si seleziona la ACL entry di *f* che meglio identifica *p*
  - vengono cercati, nell'ordine:
    owner, named users, (owning or named) groups, others
  - i gruppi vengono analizzati uno a uno, fino a quando non se ne trova uno che contiene *t*
- **Secondo passo:**
  - si verifica se la ACL entry selezionata contiene *t*

POSIX ACL - Implementazione

- **Come sono realizzate:**
  - Informazioni di lunghezza variabile associate agli oggetti dei file system
  - le ACL non sono le uniche informazioni "addizionali" che possono essere associate ad un file
- **Extended attribute (EA)**
  - Coppie *name=value* associate ad ogni file
  - ACL sono implementate come EA
- **Nota:**
  - esistono system call specifiche per ACL (POSIX standard)
  - EA non sono uno standard POSIX

POSIX ACL - Implementazione

- **EXT2/EXT3/EXT4**
  - EA memorizzate in 1 blocco separato, puntato dall'inode
  - possibilità di eseguire sharing del blocco (per risparmiare memoria)
  - limite di 1KB
- **JFS**
  - EA memorizzate in un extent di blocchi, puntato dall'inode
  - se piccole: nell'inode stesso
  - nessun limite alla dimensione
- **XFS**
  - EA piccoli memorizzati nell'inode
  - EA più grandi memorizzati con una struttura B-tree
  - molto efficiente, ma anche molto complicato

POSIX ACL - Implementazione

- **ReiserFS**
  - ReiserFS ha un supporto efficiente per piccoli file
  - Gli EA vengono memorizzati in piccoli file, il cui nome è associato all'inode, in una directory di sistema nascosta
- **Dimensioni massime**
  - XFS, Ext2,Ext3: max 25-32 entry
  - JFS, ReiserFS: max 8191 entry
- **Performance**
  - ACL molto grandi riducono le performance
  - ma... ACL molto grandi non hanno senso, è meglio utilizzare al meglio i gruppi

POSIX ACL - Considerazioni

- **Compatibilità**
  - File system diversi hanno supporti per ACL diversi
  - In alcuni casi, si possono creare dei problemi
    - cosa succede se un ACL molto grande viene copiata in un file system con ACL limitate?
- **Integrazione Unix-Windows**
  - NTFS ACL e POSIX ACL non sono totalmente compatibili
    - ad es: possibilità di accesso differenti
  - Tuttavia, le versioni correnti di SAMBA permettono una buona compatibilità

POSIX ACL - Considerazioni

- **Tool standard (`cp`, `ls`, `mv`, etc.)**
  - tutti supportano le POSIX ACL
  - Molti tool aggiuntivi quali **tar** e **rsync** supportano ACL
  - in alcuni casi sono necessarie specifiche opzioni
- **Ma molte applicazioni ancora non le supportano ck**
  - Ad esempio, i file manager non le supportano
  - `Il supporto non è completo, per es.` **`cpio`** e **`scp`** non le supportano

POSIX Capability

- **Problema**
  - Un processo eseguito come root può accedere senza restrizioni a qualunque risorsa del sistema
    - apertura di porte riservate,
    - montare/smontare file system
    - accesso a tutti i possibili file, etc.
- **Osservazione**
  - Molti programmi eseguono come root solo per ottenere solo alcuni di questi privilegi
- **Posix capability:**
  - "Spezza" il ruolo del superutente in un insieme di sottoprivilegi

POSIX Capability

- **Alcune delle capability definite in Linux**
  - CAP_CHOWN
    Allow for the changing of file ownership
  - CAP_DAC_OVERRIDE
    Override all DAC access restrictions
  - CAP_DAC_READ_SEARCH
    Override all DAC restrictions regarding read and search
  - CAP_KILL
    Allow to send signals to processes belonging to others
  - CAP_SETUID
    Allow changing of the UID
  - CAP_NET_BIND_SERVICE
    Allow binding to ports below 1024

POSIX Capability

- **Ogni processo ha tre bitmap che rappresentano capability**
  - *Effective Set*
    - Contiene le capability che il processo possiede ad un certo istante
    - E' contenuto nel Permitted Set
    - Permette Capability Bracketing
  - *Permitted Set*
    - Contiene il massimo insieme di capability che un processo possiede
  - *Inheritable Set*
    - Contiene il sottoinsieme di capability che un processo può lasciare in eredità ai suoi sottoprocessi

POSIX Capability

- **Considerazioni**
  - L'uso di capability sta prendendo pian piano piede all'interno dei programmi che normalmente usano privilegi di root
  - Esempio: sendmail e bind utilizzano capability
  - Hanno ricevuto un trattamento "riservato" nel kernel 2.6, in occasione dell'introduzione del concetto di Linux Security Module

DAC & MAC

- **Discretionary Access Control (DAC)**
  - I controlli di accesso sono basati sull'identità dei soggetti e sui permessi di accesso assegnati agli oggetti
  - Il proprietario di un oggetto ha i diritti OWNER/COPY su di esso
  - Da qui il nome “discrezionale”
- **Modelli di accesso non discrezionali (Mandatory, MAC)**
  - Il controllo degli accessi è basato su regole e informazioni associate ai soggetti ed agli oggetti
  - L'informazione è chiamata livello di sicurezza / sensitività
  - I livelli vengono implementati come etichette
  - Il proprietario non ha privilegi speciali. Le etichette vengono associate esternamente e non determinate dal proprietario

DAC & MAC

- **DAC è sufficiente quando:**
  - il sistema non ha dati che debbano essere protetti da abusi del proprietario
  - quando tutti i dati possono essere condivisi a discrezione del proprietario dei dati
- **DAC è insufficiente quando:**
  - Quando il sistema ha requisiti di protezione che eccedono quelli del proprietario
  - Esempio:
    - Alice possiede il file A e autorizza Bob alla lettura del file A
    - Bob legge il file A e lo scrive sul file B
    - Bob può autorizzare Carl a leggere il file B

MAC – Bell – La Padula

- **Livelli di sicurezza**
  - In BLP, i livelli scelti riflettono la classificazione militare delle informazioni
  - Top secret (TS), Secret (S), Confidential (C), Unclassified (U)
  - Ordine lineare: TS < S < C < U
- **Il livello di sicurezza L(S) di un soggetto S riflette le autorizzazioni che il soggetto ha sulle informazioni**
  - livello massimo: security clearance
  - livello corrente: può essere più basso
- **Il livello di sicurezza L(O) di un oggetto O riflette i suoi requisiti di protezione**
  - ogni oggetto ha un unico livello di sicurezza

MAC – Bell – La Padula

- **“Information flows up, not down” (confidentiality)**
  - “Reads up” vietato, “reads down” permesso
  - “Writes up” permesso, “writes down” vietato
- **Simple Security Property (Versione 1)**
  “No reads up”
  - Un soggetto S può leggere un oggetto O se e solo se:
    $L(O) \leq L(S)$ e S ha il permesso di leggere O
- ***-Property (Versione 1)**
  “No writes down”
  - Un soggetto S può scrivere un oggetto O se e solo se:
    $L(S) \leq L(O)$ e S ha il permesso di scrivere O