Un simulatore per l'analisi del rischio di sicurezza IT in sistemi complessi

Fabrizio Baiardi
Claudio Telmon
Dip. di Informatica
Università di Pisa

Milano, 16 novembre 2011

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Harúspex

Il simulatore è frutto dell'attività del gruppo di ricerca su rischio e sicurezza ICT del Dipartimento di informatica dell'Università di Pisa

- Prof. Fabrizio Baiardi
- Daniele Sgandurra*, Claudio Telmon, Gabriele Piga**

* IIT – CNR – Pisa

** Tesista, laureato con una tesi su Haruspex

Haruspex: indovino etrusco che praticava l'arte divinatoria esaminando i visceri degli animali

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Il problema

La sicurezza IT è uno strumento per la gestione del rischio operativo

Il rischio è funzione di impatto e probabilità

- Semplificando, impatto x probabilità

L'impatto si riesce a stimare

- Quantomeno, la sua stima è interna all'organizzazione

Ma la probabilità che un agente/minaccia arrivi a provocare quell'impatto?

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Scomponiamo il problema

Probabilità di un attacco complesso:

- Caratteristiche della minaccia
- Probabilità che la minaccia attacchi noi
- Probabilità di scoperta delle singole vulnerabilità
- Capacità della minaccia di individuare gli obiettivi
- Capacità della minaccia di praticare attacchi
- Probabilità che i singoli attacchi abbiano successo

Possiamo affrontarli separatamente?

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Perché un simulatore

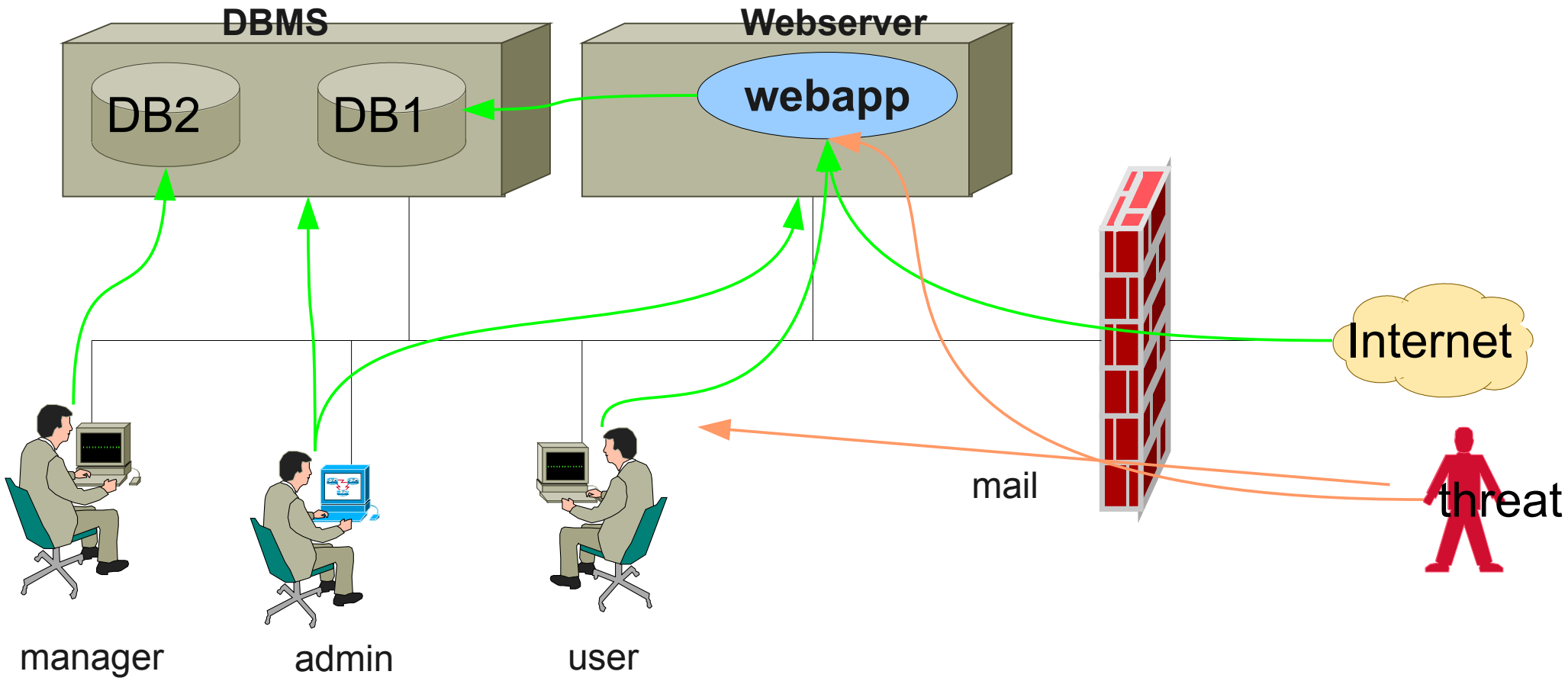
Dobbiamo affrontare un problema complesso, che può essere scomposto in componenti che “interagiscono” fra loro, con una componente probabilistica

Metodi statistici non parametrici: permettono di fare meno ipotesi sulla popolazione

Metodo Monte Carlo: nasce per lo studio delle particelle (progetto Manhattan)

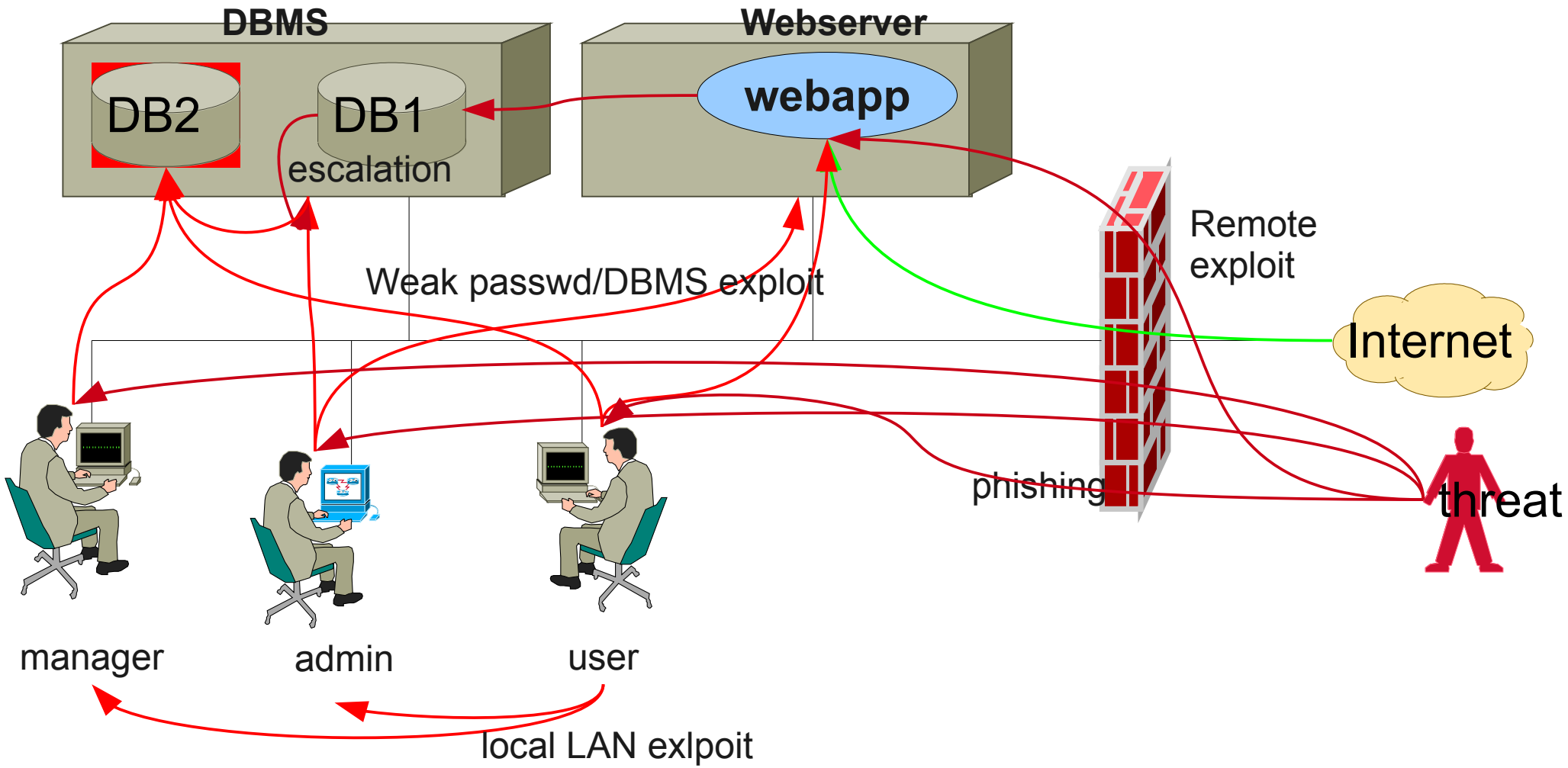
baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Un sistema



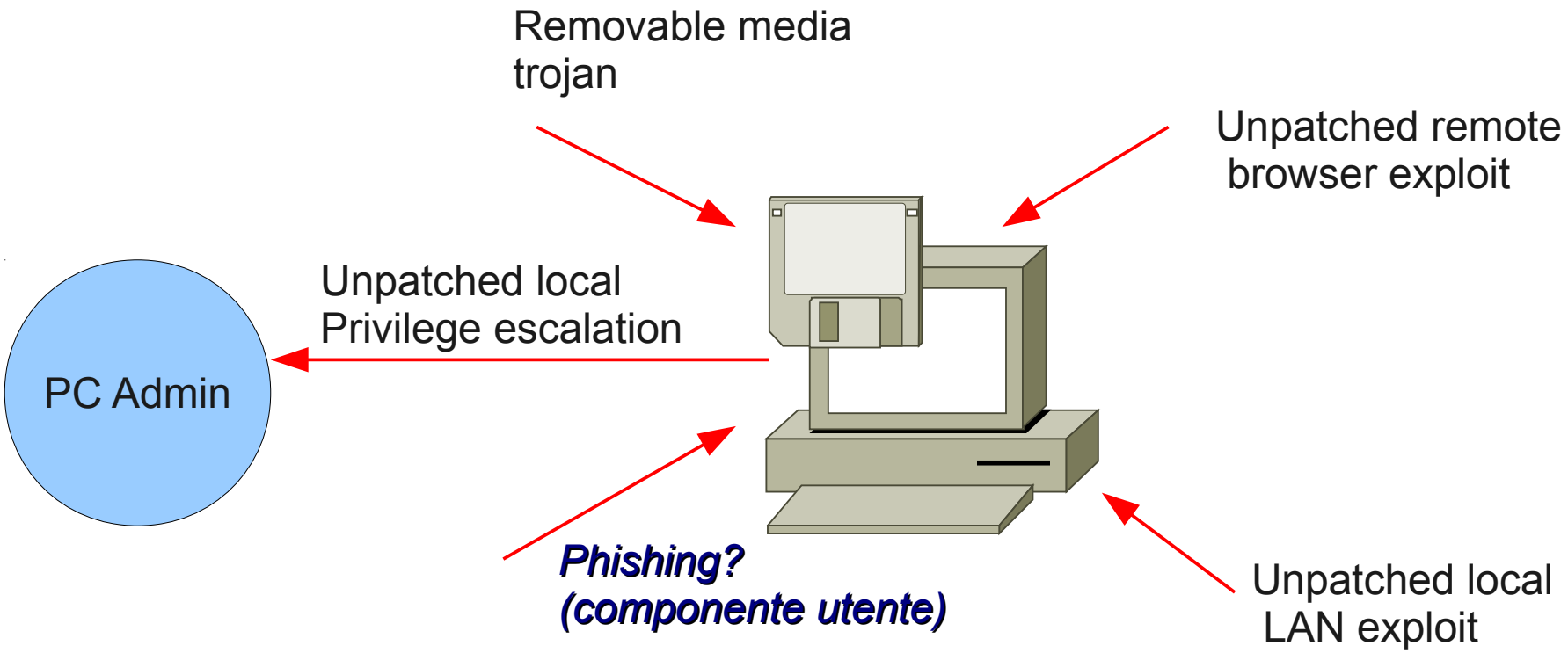
baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Gli attacchi



baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Esempio di componente: il PC



Es. chiunque abbia accesso alla rete locale può essere connesso a “unpatched local LAN exploit”

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Diritti e dipendenze

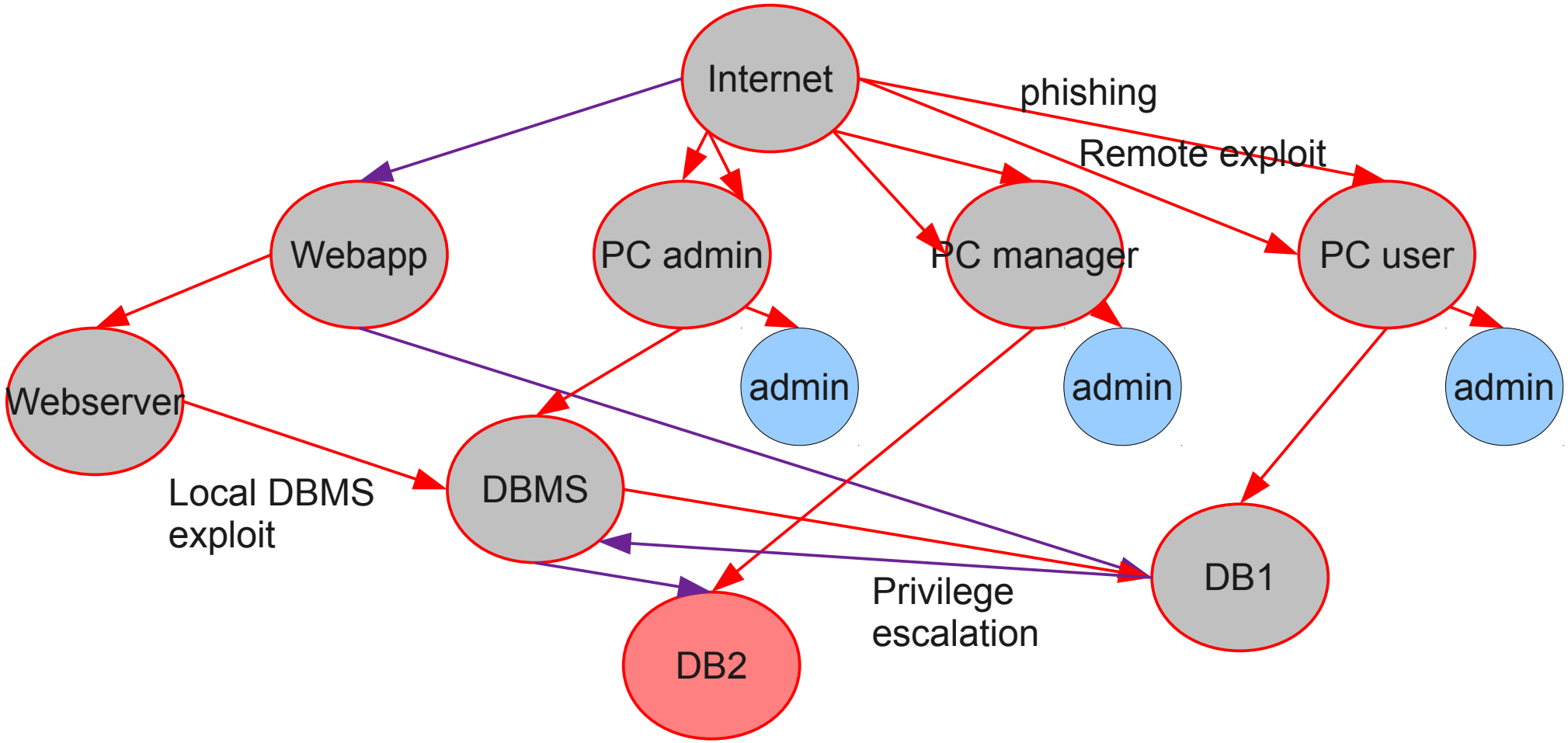
Alle operazioni sui componenti sono associati dei ***diritti*** di eseguirle

Una dipendenza fra due operazioni *op1* e *op2* indica che chi ha il diritto di eseguire *op1* ha di fatto il diritto di eseguire *op2*

- Se posso scrivere sul disco, allora posso scrivere sul file (anche se non avrei esplicitamente il diritto di farlo come utente)
- Se posso accedere alla console di un apparato di rete, allora posso leggere il traffico che lo attraversa
  - Il passaggio non sarebbe immediato, ma il modello utilizzato ci permette di non esplicitare tutti i passaggi

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Attack graph



baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Usi e limiti

L'attack graph mi permette di vedere “tutto quello che si può fare”

- Attacco complesso: sequenza di attacchi elementari che mi portano da un insieme di *diritti* iniziale fino ad un *obiettivo*
- L'esempio è molto semplificato: ad esempio, di principio dalla webapp si può attaccare chi la utilizza... un caso reale è molto complesso

Alcuni attacchi sono molto improbabili, quanto ce ne preoccupiamo?

Associamo delle probabilità

- Alle vulnerabilità
- Al successo degli attacchi

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Probabilità: un problema locale?

Qual'è la probabilità che in un componente venga scoperta una vulnerabilità **in un certo arco di tempo**?

- Qual'è la probabilità che in un pc Windows venga scoperta una vulnerabilità sfruttabile da remoto nei prossimi sei mesi? Qual'è la finestra di esposizione?
- Risposta: statistiche sui bollettini Microsoft, tempi medi di patching nei nostri sistemi

Riusciamo a dare delle risposte!

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Probabilità

Vulnerabilità

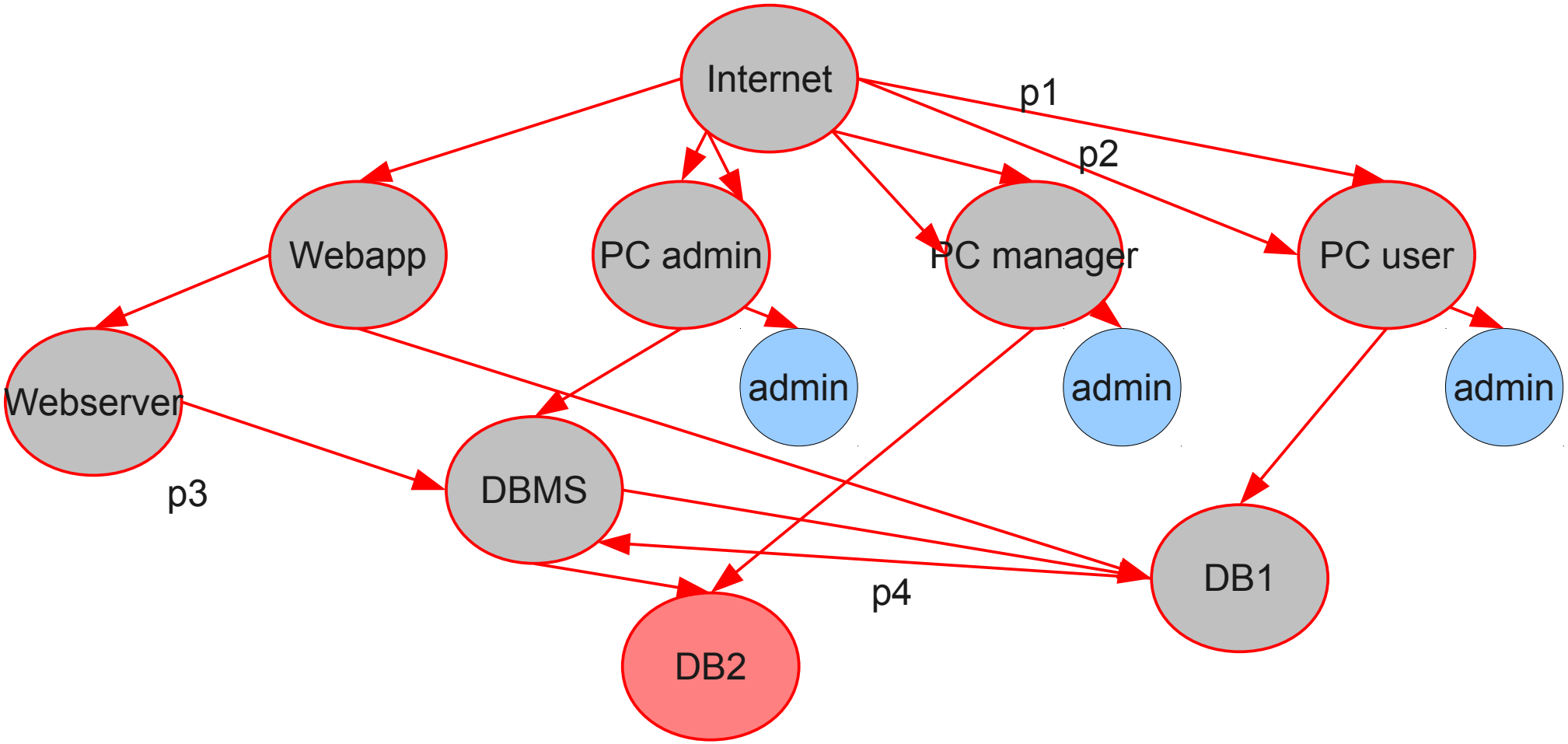
- Probabilità che un PC presenti nei prossimi sei mesi una vulnerabilità sfruttabile da rete locale
  - Valutabile dalla storia dei bollettini Microsoft (alta)
  - E se i pc sono 1000? Cambia poco – le probabilità non sono indipendenti
- Probabilità che un utente si faccia imbrogliare da una mail ed esegua un programma malevolo?
  - Valutabile con un test sui propri utenti (alta)
  - E se gli utenti sono 1000? Aumenta molto

Attacchi

- Probabilità che un attacco abbia successo, date le risorse e le competenze necessarie (es. weak password)

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Probabilità... ora è ancora più complicato



baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Soluzione: il simulatore

Negli anni '40, nel corso del progetto Manhattan, per studiare i comportamenti complessi e probabilistici delle particelle, è stato sviluppato il *metodo Monte Carlo*

- I nome deriva dal Casinò
- Come faccio a sapere qual'è la probabilità che esca una certa combinazione di carte, se per me il problema è matematicamente troppo complesso?
- Risposta: gioco tante partite, e vedo in percentuale quante volte esce quella combinazione
- Più partite gioco, più sono sicuro che statisticamente il risultato sia significativo

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Haruspex

Ha in input:

- Una descrizione della minaccia (obiettivi, diritti iniziali, risorse...)
- Una descrizione del sistema
  - Componenti, diritti
  - Vulnerabilità con le loro probabilità
- Una descrizione degli attacchi
  - Diritti: prerequisiti e ottenuti
  - Risorse richieste
  - Probabilità di successo

Esegue più simulazioni indipendenti di attacco e raccoglie dati

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

La simulazione

Ad ogni step (quanto/unità di tempo):

- Delle vulnerabilità possono essere scoperte
- Le minacce possono tentare attacchi possibili
  - Hanno le risorse, le competenze e la vulnerabilità è stata scoperta; seguono una strategia
  - Se hanno successo, ottengono nuovi diritti da sfruttare allo step successivo
  - Quando la minaccia raggiunge un obiettivo, provoca un impatto

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

DEMO

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Contromisure

Lo scopo ultimo dell'uso di Haruspex è produrre statistiche per individuare le contromisure più efficaci

Una contromisura può:

- ridurre la probabilità di presenza di una vulnerabilità
  - es. migliorare il processo di patch management
- ridurre la probabilità di successo di un attacco
  - es. aumentare la qualità delle password, formare il personale contro il phishing
- modificare l'architettura
  - Introducendo un componente di sicurezza, ad es. un IDS
  - Modificando effettivamente l'architettura

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Contromisure per l'esempio

Ridurre i tempi di applicazione delle patch

- Riduce la finestra di esposizione... come?
- Questo mostra la flessibilità del simulatore, perché sia chi gestisce il sistema, sia le minacce possono “eliminare” le vulnerabilità
  - Ad un certo step, con una certa probabilità...

Migliorare la formazione del personale

- Riduce la probabilità di successo di attacchi di phishing

Migliorare la qualità delle password

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Ancora contromisure

Comprare un nuovo prodotto di IDS/IPS per il DBMS

Comprare un nuovo prodotto di IDS/IPS per la rete

Implementare una segregazione di rete

- es. attraverso VLAN: i pc degli utenti non comunicano più con quelli dei manager, e non accedono più direttamente al DBMS
- È una vera modifica architetturale
- Si introduce un componente “secure switch” che può avere a sua volta delle vulnerabilità

Security through obscurity:

- Ridurre la diffusione degli indirizzi di posta degli utenti riduce la probabilità di successo del phishing
- Quanto conta per le strategie dell'agente conoscere il sistema?
- Finalmente un dato oggettivo?

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Come cambiano le probabilità?

Patch management:

- Prima strada: non cambiano, lasciamo che il simulatore gestisca la finestra di esposizione
- Seconda possibilità: raccogliamo statistiche attraverso i sistemi di patch management sul “prima e dopo” e costruiamo delle metriche

Phishing:

- Test di risposta al phishing prima e dopo le attività di sensibilizzazione

C'è differenza fra 55% e 65% in termini di scelta delle contromisure?

- Anche qui, riusciamo a dare delle risposte quantitative

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Cosa cambia negli attacchi?

Simuliamo l'applicazione delle contromisure e misuriamo la riduzione di rischio

- Un vero metodo quantitativo

Le minacce “cambieranno percorso” per arrivare agli obiettivi

- Le nostre contromisure sono efficaci, o hanno solo costretto le minacce a scegliere un'altra strada?

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Quali contromisure?

Attraverso il simulatore, scopriamo che:

- Un (costoso) IDS sul DBMS è efficace per gli attacchi che arrivino dal webserver, o attraverso vulnerabilità del DBMS
  - Sono a bassa probabilità
  - Non sono la via di attacco più probabile
  - La riduzione di rischio è bassa, il costo è alto
- Un'attività di sensibilizzazione mirata al management (poche persone)
  - È poco costosa e riduce molto la probabilità...
  - Ma sposta gli attacchi verso gli utenti, che poi attaccano i pc dei manager
- Una soluzione efficace unisce la sensibilizzazione sui manager, buone password ed una segregazione di rete
  - Un IDS di rete potrebbe essere efficace... se si interviene, e rapidamente

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Quali punti abbiamo affrontato?

Probabilità di un attacco complesso:

- Caratteristiche della minaccia
- Probabilità che la minaccia attacchi noi
- Probabilità di scoperta delle singole vulnerabilità
- Capacità della minaccia di individuare gli obiettivi
- Capacità della minaccia di praticare attacchi
- Probabilità che i singoli attacchi abbiano successo

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

E le minacce?

Qual'è la probabilità che una certa minaccia provi ad attaccarci in un certo intervallo di tempo?

- es. qual'è la probabilità che un utente interno cerchi di scaricarsi un database critico nei prossimi sei mesi?
- Qual'è la probabilità che un concorrente cerchi dall'esterno di accedere ai nostri database?

A questo deve rispondere l'organizzazione

- Noi possiamo prendere la risposta come input

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Vantaggi di Haruspex

Permette di usare il livello di astrazione preferito

- Anche diverso per componenti diversi
- Dettagliando solo quello che è utile

Permette di rappresentare lo stesso oggetto a diversi livelli nello stesso modello

- Purché siano mantenute le dipendenze
- es. un portatile, il suo disco, un file sul disco

Componenti standard possono essere raccolti in “librerie” da cui attingere

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Svantaggi

Il ruolo dell'analista nello scegliere come/quali componenti rappresentare è determinante

- È uno strumento di supporto all'analisi, non di analisi automatica
- I vantaggi si vedono con sistemi complessi

Comunque, non elimina la necessità di “descrivere il sistema”

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Valutazione di un sistema

C'è un componente attraverso il quale passano molti degli attacchi di impatto rilevante?

- È un punto debole del sistema

Cosa succede se si introduce una nuova vulnerabilità in un componente?

- Se il rischio aumenta di poco, il sistema è robusto
- Verifica che può essere fatta **in fase di progettazione**

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Conclusioni

L'uso di un simulatore permette di ottenere risposte in base a dati o ipotesi locali o comunque elementari e in buona parte ricavabili

- anche grazie alla separazione fra probabilità legate al sistema e probabilità legate alla minaccia

Passiamo da modelli qualitativi camuffati da quantitativi ad un vero modello quantitativo

I risultati sono formalmente verificabili e dimostrabili

Le potenzialità sono molte...

baiardi@di.unipi.it
claudio@di.unipi.it

Domande?
Feedback?

claudio@di.unipi.it