Sicurezza delle reti[1]

Mattia Monga

Dip. di Informatica
Università degli Studi di Milano, Italia
mattia.monga@unimi.it

a.a. 2012/13

Lezione XIX: WPA

WPA

WI-FI Protected Access (WPA) nato nel 2002 per superare WEP

- Utilizzabile sullo stesso hardware
- Superando le vulnerabilità di WEP

WPA

- Sostituisce CRC con un nuovo algoritmo per l'integrity check (Michael)
- Usa ancora RC4, ma impedisce replay e correlazioni con Temporal Key Integrity Protocol (TKIP).

Autenticazione WPA

Due modalità:

- Home-and-Small-Office: Pre-shared Key (PSK) analogo a WEP
- Enterprise: usa 802.1X e un authentication server connesso all'access point con una rete *wired*

Enterprise WPA

- Ogni nodo (supplicant) condivide una chiave segreta con l'authentication server (Remote Authentication Dial-In User Service, RADIUS)
- L'access point riceve le richieste del nodo e le gira al RADIUS dal quale riceve l'ok all'autenticazione

WPA

Misure di sicurezza introdotte da WPA/TKIP

- TKIP usa una *pairwise master key* (PMK) generata differentemente per ogni nodo
- la PMK viene usata per generare 4 *pairwise transient keys* (PTK) da 128 bit.
- le PTK sono diverse in ogni sessione di associazione con un AP

PTK

Le PTK vengono generate con un 4-handshake a partire da:

- un numero casuale con seme PMK
- MAC del nodo
- MAC dell'AP
- nonce generati dal nodo e dall'AP

Integrity check

- 2 PTK vengono usate da Michael per l'integrity check
- Michael è soggetto ad un attacco per cui bastano 2^{29} (invece di 2^{64}) tentativi per falsificarlo
- perciò 2 failure escludono un nodo per un minuto

Replay di IV

Per evitare che gli IV vengano riutilizzati, TKIP introduce i TKIP sequence counter (TSC).

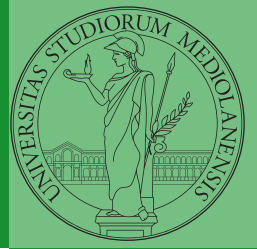
- 48 bit divisi in 3 blocchi da 16 (con 24 bit, dopo 5120 trasmissioni è piú probabile avere collisioni che no)
- questo permette di riutilizzare RC4, spesso cablato nello hardware

DoS WPA

I pacchetti che non superano l'integrity check vengono scartati; 2 scarti portano alla dissociazione per 1 minuto.

- L'attaccante intercetta pacchetti con IV (in chiaro)
- Modifica l'IV con valori maggiori del contatore
- L'integrity check fallisce, causando DoS

Riassumendo



WPA è un protocollo nato per superare i limiti di WEP, funzionando sui medesimi device.

- RC4 based
- Algoritmo crittografico per l'integrity check
- IV non riutilizzabili

802.11i (WPA2)

WPA nasce “per mettere una pezza a WEP”. In realtà l’IEEE stava elaborando uno standard di sicurezza che è stato completato solo nel 2004

- 802.11i
- Wi-Fi Alliance ha prodotto uno standard compatibile con 802.11i chiamato WPA2

802.11i (WPA2)

Al contrario di WPA, non permette di riutilizzare lo hardware WEP.

- Crittografia basata su AES
- Autenticazione PSK o 802.1X (come WPA)
- Counter mode-CRC MAC Protocol (CCMP) usa AES-128 in counter mode per autenticazione, confidenzialità e integrità: senza IV in chiaro

Counter mode AES

Il counter mode AES permette di trasformare un block cipher in uno stream cipher usando valori successi di un "counter": il messaggio M viene spezzato in blocchi di 128 bit
$C_i = AES_K(i) \oplus M_i$
CCMP inoltre (per questo servono 2 PTK) usa il cipher-block chaining message authentication code (CBC-MAC) in cui ogni blocco dipende dalla corretta cifratura del precedente.

Sicurezza di 802.11i

CCMP è ritenuto piuttosto sicuro, ma rimangono alcune vulnerabilità generali

- DoS
- Attacchi rollback
- Dissociazioni e de-autenticazioni

Dissociazioni e de-autenticazioni

Un attaccante può forzare una dissociazione allo scopo di:

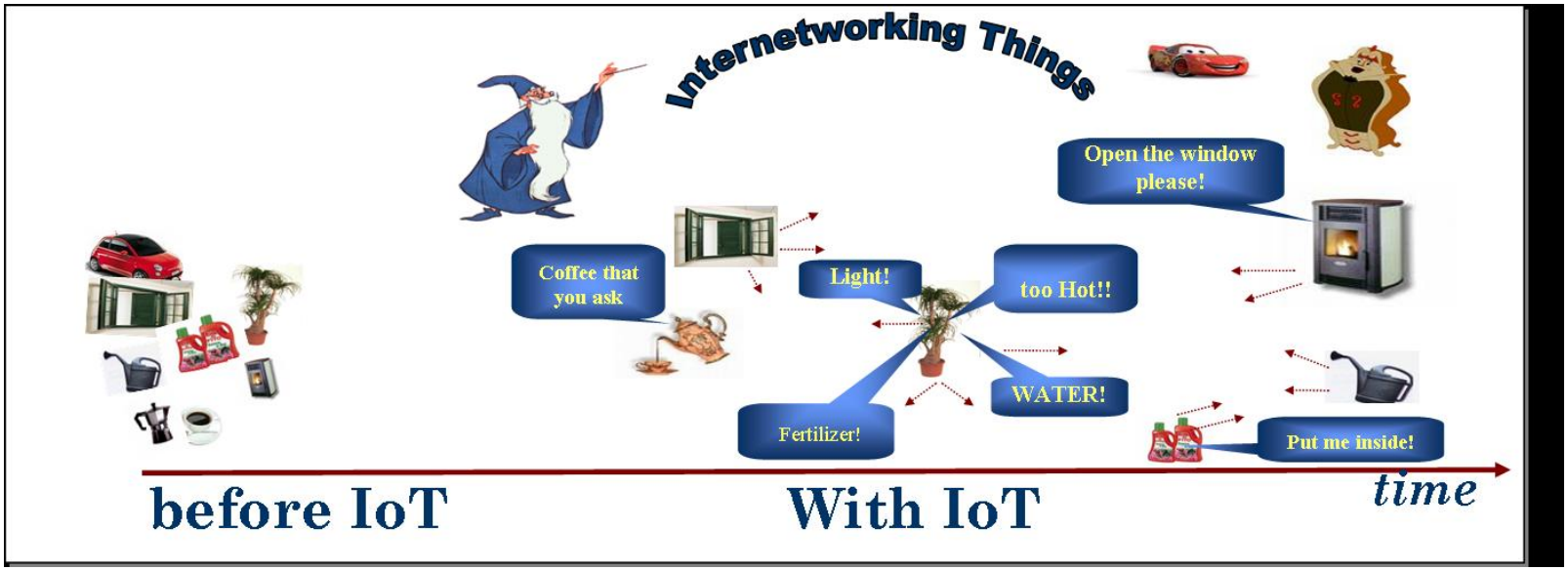
- tentare un attacco di rollback
- intercettare i pacchetti utilizzati durante l'autenticazione (per esempio per tentare un dictionary attack)

Riassumendo

WPA2 è un protocollo correntemente considerato sicuro (specie nella forma 802.1X)

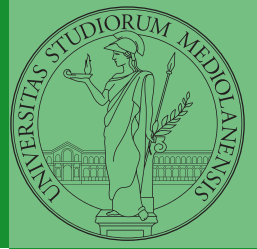
- Basato su AES-128 (CCMP)
- Rimangono alcuni problemi intrinseci (DoS)
- Nel caso PSK: i dictionary attack

Internet of Things



- Ogni oggetto dell'ambiente in cui siamo immersi potrebbe diventare un nodo intelligente di una rete di sensori.
- La realizzazione di servizi richiede lo scambio di dati e computazioni.

Problemi di sicurezza



- Le interazioni sono spesso decentralizzate
- Potenza limitata: alimentazione, capacità di calcolo, di memorizzazione, di primitive crittografiche
- Comunicazioni wireless
- malicious displacement, impersonation, and tampering

Secure data aggregation

Perché la crittografia tradizionale non è sufficiente

hop-by-hop, ma in ogni nodo è in chiaro

end-to-end, ma serve qualche segreto condiviso o crittografia asimmetrica (generalmente considerata irrealizzabile in WSN)

Castelluccia *et al.* [TOSN 2009]:

- end-to-end stream cipher: $C \oplus K = E \Rightarrow E \oplus K = C$
- usando *modular addition* $(+^m)$ invece dello *xor*: $C +^m K = E \Rightarrow (E_1 + E_2) = (C_1 + C_2) +^m K$
- In questa maniera gli aggregatori non necessitano la chiave

La locazione dei nodi

Non è sempre nota a priori.

- nodi sparsi casualmente, mobili, ecc.
- in questo caso non è un dato topologico di sistema, o semplicemente *trasmesso*
- viene *calcolato* da una *base station* con le informazioni ricevuto da nodi collaboranti

Un protocollo di localizzazione

Multilateration

- Un certo numero di landmark o ancore v_i vengono usate per la verifica
- I landmark scambiano beacon con i nodi da localizzare e trasmetto informazioni sui range

Several attacks known:

Node displacement

Wormholes (fabricated communication links)

Distance enlargement (con nodi fake)

Dissemination of false position and distance information (con nodi compromessi)

Localizzazione

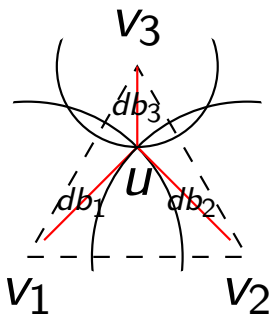
- Ogni verificatore calcola dei distance bound db_i rispetto a un nodo sconosciuto u
- Un attaccante che controlla un solo nodo può *ritardare* un beacon, ma non accelerarlo: quindi può solo apparire piú *lontano*, non piú vicino.

Secure localization

Čapkun *et al.* [IEEE JSACOMM 2006]
Servono almeno 3 verificatori di cui la base station (sink) si fida.

1. Determina u' in modo che minimizzi la somma dei delta fra i db_i e la distanza $u' - v_i$
2. Se la somma è maggiore dell'errore atteso $\rightsquigarrow$malicious
3. Altrimenti:

Se u' è contenuto in almeno un triangolo di verificatori: l'informazione è sicura, perché qualsiasi falsificazione deve accorciare un db_i



Output

Alla fine la base station può marcare le posizioni come

Robust almeno un triangolo di verificatori "certifica" il dato.

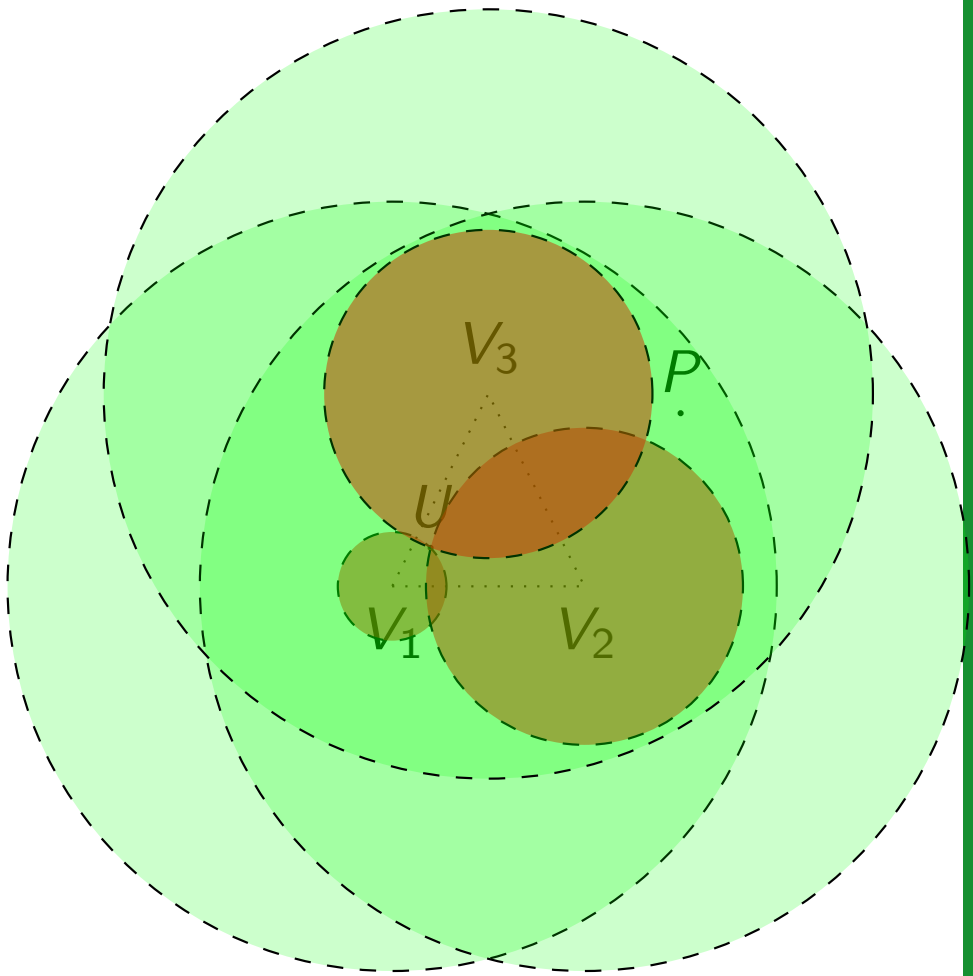
Malicious l'errore è troppo elevato perché sia casuale

Unknown

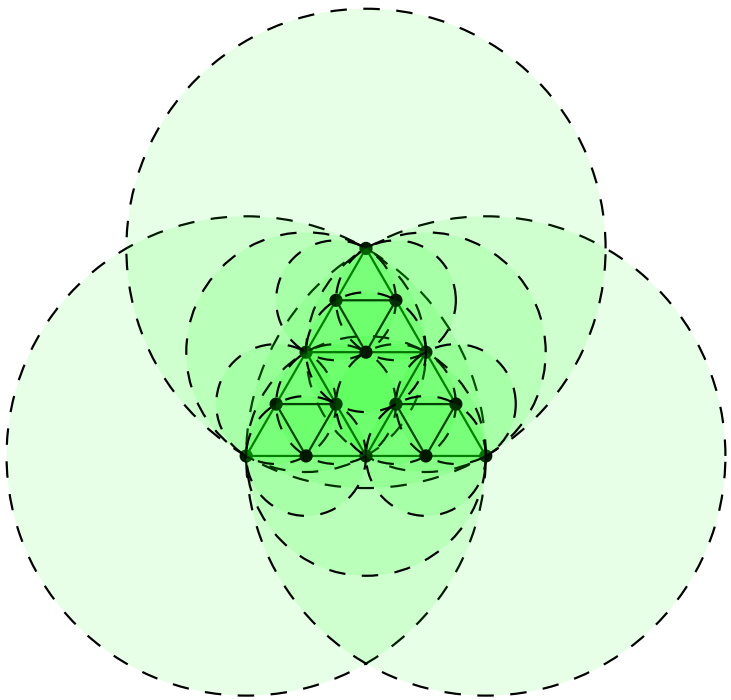
Esempio

L'attaccante può decidere dove piazzarsi (U) e quale posizione falsificare (P)

- Senza "restringere" distanze



- Power range green
- Distance bound red



# ver.	max. deception
3	$0.2516\ R$
6	$0.1258\ R$
15	$0.0629\ R$
42	$0.02145\ R$
123	$0.015725\ R$
366	$7.8625 \cdot 10^{-3} R$