

Integrazione di sistemi PROFINET e OPC UA verso il Cloud

Paolo Ferrari – Università di Brescia e Consorzio PI Italia



Condivisione dei dati in Industry 4.0

- L'Industria 4.0 mira a migliorare continuamente sia le prestazioni complessive del sistema che la macchina stessa
- Convergenza tra industria, rilevamento a basso costo, elaborazione avanzata per l'analisi e Internet
 - Livelli straordinari di connettività
 - I dati vengono prelevati dal sito di produzione
 - I dati vengono inviati nel Cloud da ogni impianto raccolto (big-data)
 - I dati vengono analizzati
 - I servizi derivano dall'analisi dei dati
- Mancanza di un unico protocollo per descrivere in modo univoco dati e funzioni
- Nell'industria, il protocollo più accettato per armonizzare l'interazione tra macchine (e sistemi di controllo di supervisione) è OPC UA (Open Process Communications Unified Architecture).



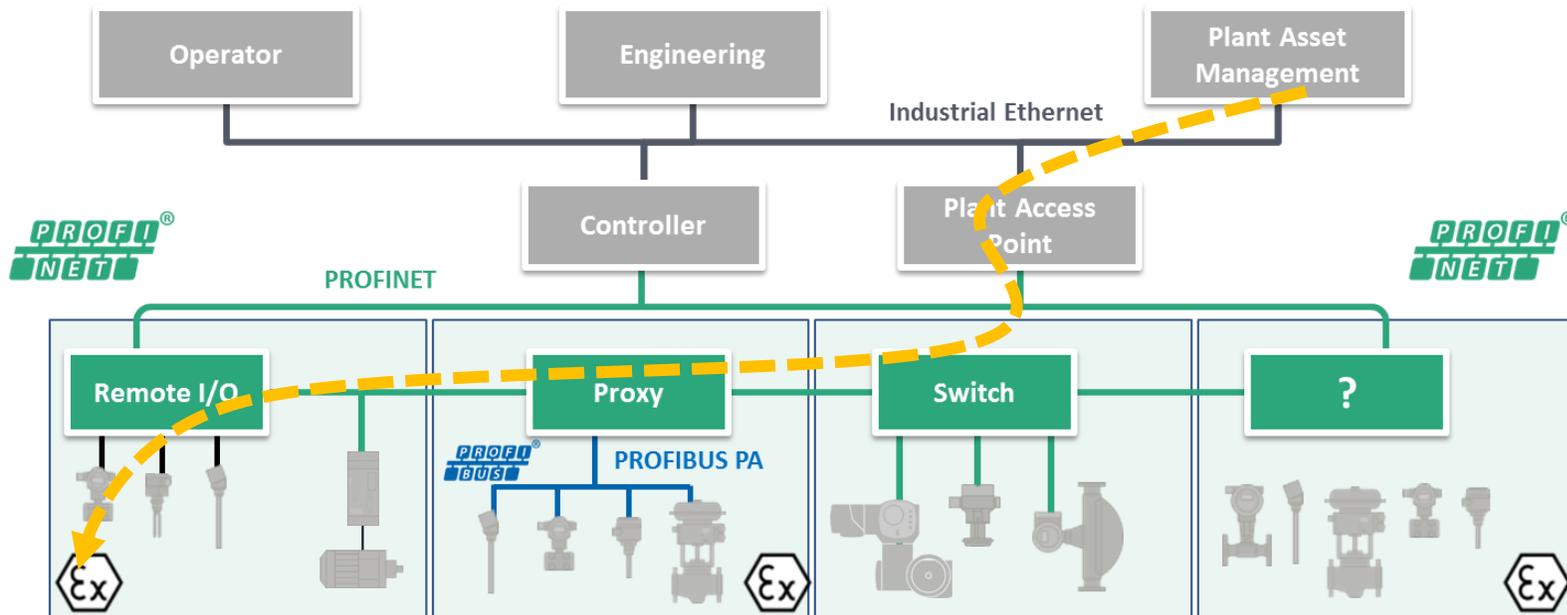
Servizi a bassa latenza: il ritardo di comunicazione

- I servizi sono il nuovo business... con da grandi player (ad esempio IBM Bluemix, Amazon S3 e Microsoft Azure)
- La piattaforma basata su cloud per l'analisi dei dati e i servizi è in genere legata al mercato consumer: non funzionano in modo nativo con PROFINET o OPC UA
- Specifico del settore: la latenza nei servizi di consegna è uno dei punti di forza!
- Attualmente nessuna soluzione per la fornitura tempestiva (connessione Internet) di informazioni con il necessario livello di flessibilità, scalabilità e copertura geografica
- Il nostro obiettivo: studiare il ritardo di trasferimento dei dati tra macchine con PROFINET + OPC UA e Cloud
 - Metodologia sperimentale
 - Architettura di riferimento: macchina – gateway – cloud



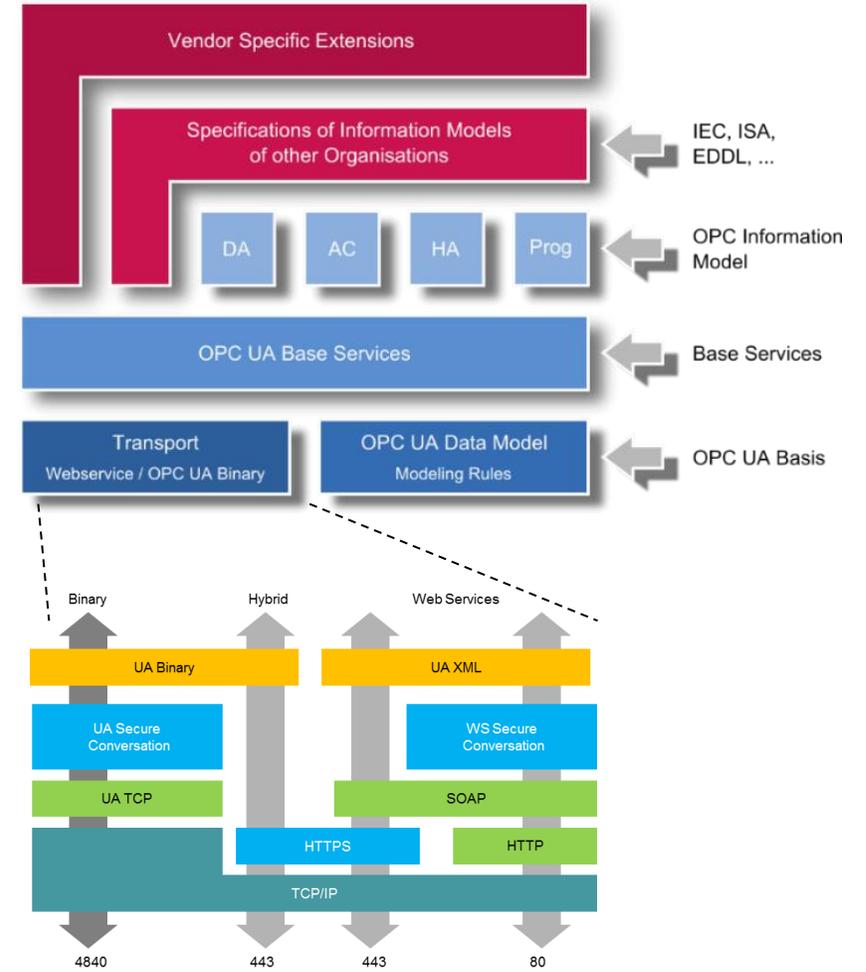
Reti PROFINET nell'era Industry 4.0

- PROFINET permette un approccio completo
 - Usato in ogni tipo di applicazione, dal processo fino al motion control
 - Pronto per gli accessi Industrial Internet of Things propri di Industry 4.0.



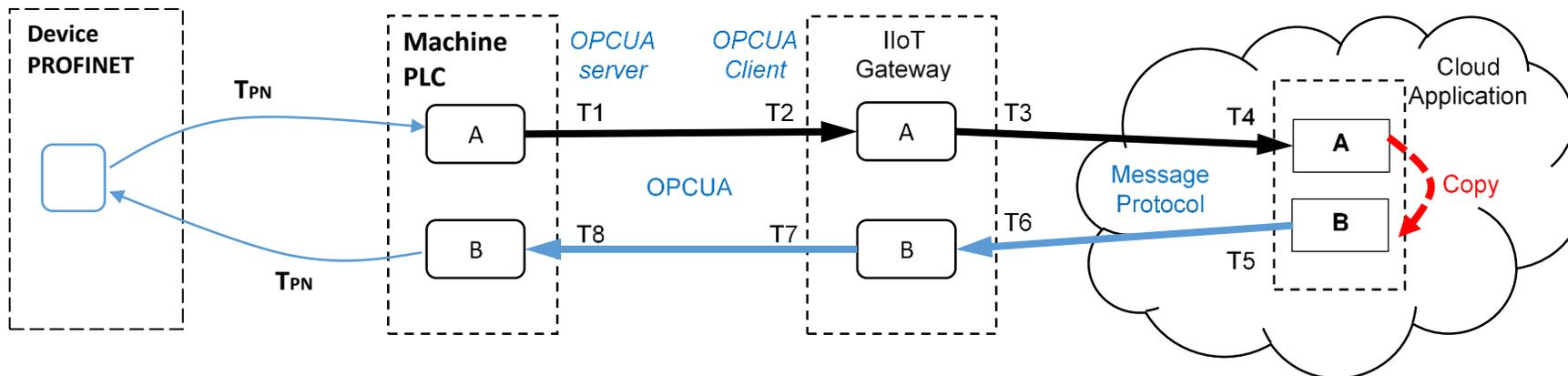
OPC UA cambia l'industria

- Oggi diversi protocolli cablati e wireless
- L'interconnessione e l'interoperabilità sono difficili a causa dei diversi modelli di informazione
- OPC UA offre:
 - data modeling
 - address space architecture
 - Funzionalità di scoperta
 - Security incrementata
- Il modello di dati può essere una struttura gerarchica di complessità arbitraria.
- Client/server oppure Publisher subscriber



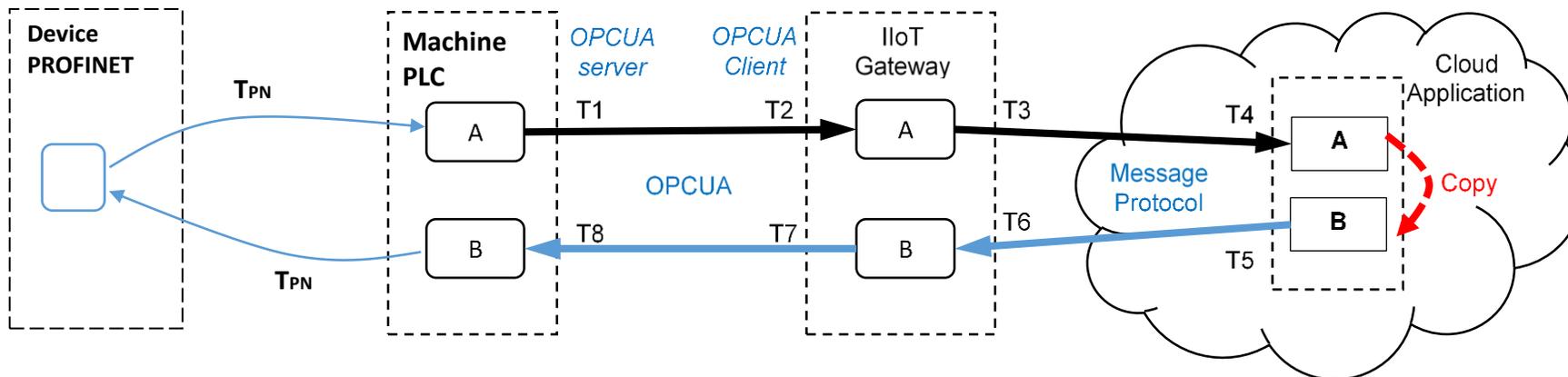
Come valutare i ritardi (1)

- Il metodo ha lo scopo di misurare il ritardo nella trasmissione dei dati da un creatore (macchina) a una destinazione (piattaforma cloud) e quindi viceversa. (Nessun tempo di calcolo nel cloud)
- Quattro attori, il dispositivo PROFINET, la macchina, il gateway IIoT, l'applicazione cloud.
- Due strutture di dati A e B: inviate dal dispositivo di campo al gateway IIoT utilizzando il protocollo OPC UA e dal gateway IIoT al cloud utilizzando protocolli di messaggistica cloud nativi
- Il ritardo end-to-end OPC UA nelle due direzioni:
 - Machine-to-Gateway = $T2 - T1 + TPN$
 - Gateway-to-Machine = $T8 - T7 + TPN$



Come valutare i ritardi (2)

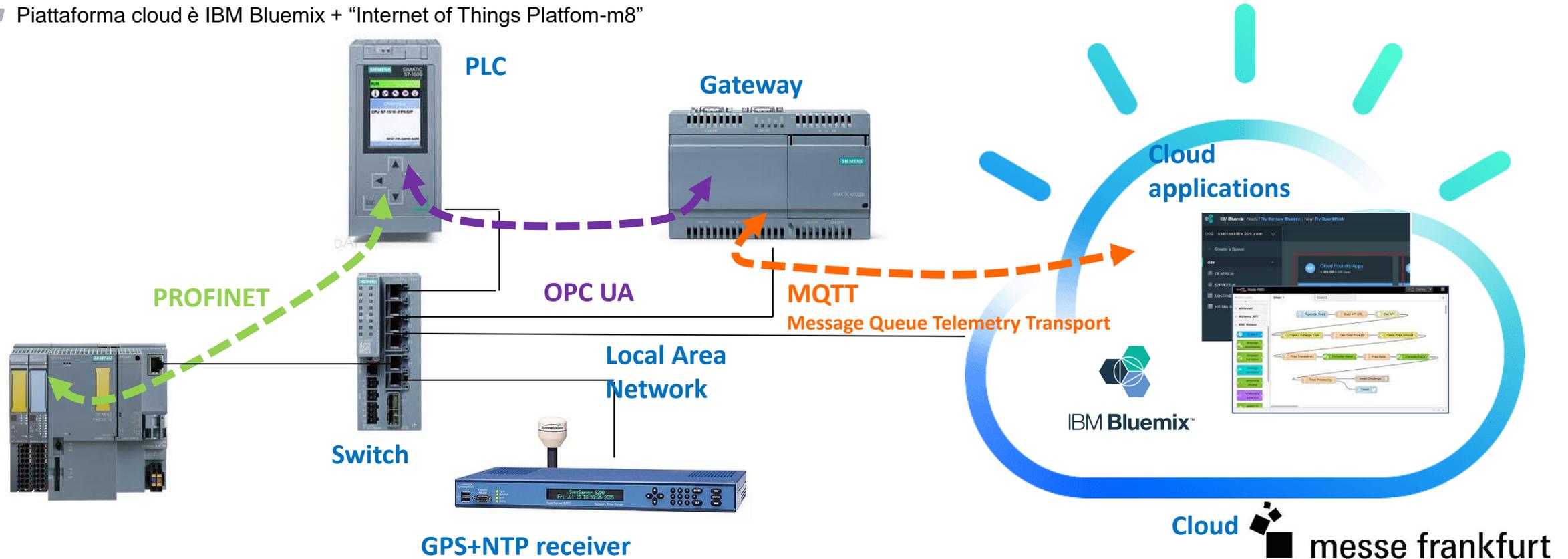
- Ritardo del protocollo di messaggistica cloud:
 - Gateway-to-Cloud = $T4 - T3$
 - Cloud-to-Gateway = $T6 - T5$
- Il ritardo totale della comunicazione end-to-end è la somma
 - Machine-to-Cloud = Machine-to-Gateway + Gateway-to-Cloud
 - Machine-to-PLC = Cloud-to-Gateway + Gateway-to-Machine
- La metodologia proposta stima simultaneamente i ritardi di comunicazione di una tipica applicazione IoT industriale con accesso ai dati OPC UA e servizi cloud.



Il caso d'uso considerato

Componenti e software di automazione industriale standard.

- PLC con OPC UA communication stack, PROFINET con ciclo TPN = 2 ms.
- Gateway (Intel Quark x1020, 1 GB RAM Yocto Linux).
- Piattaforma cloud è IBM Bluemix + "Internet of Things Platform-m8"



Risultati

- Stima del ritardo intermedio e del ritardo end-to-end con un singolo esperimento.
- La campagna di misurazione dura due settimane con più di 8000 campioni validi
- Il ciclo di test viene avviato ogni minuto; dopo un round trip completo vengono memorizzati tutti i valori di ritardo relativi
- Errore di sincronizzazione massimo tra i partecipanti inferiore ai 5 ms

		Mean	St. Dev.	Max	Min
Machine to Cloud	Machine-to-Gateway	137	53	397	69
	Gateway-to-Cloud	155	39	639	127
	end-to-end	291	67	821	202
Cloud to Machine	Cloud-to-Gateway	152	17	752	142
	Gateway-to-Machine	18	6	164	9
	end-to-end	170	18	916	154

Conclusioni

- Nel prossimo futuro i servizi Industry 4.0 richiederanno tempi di risposta brevi.
- Abbiamo proposto una metodologia per stimare sperimentalmente il ritardo nel trasferimento dei dati dalla linea di produzione al Cloud.
- Consideriamo scenari che adottano architetture all'avanguardia, in termini di protocolli e piattaforme cloud
- Utilizziamo un'architettura di riferimento PROFINET + OPC UA per recuperare i dati direttamente dalla linea di produzione e un gateway per l'invio di dati alle piattaforme cloud.
- Use case: PLC, IOT Gateway, Cloud
 - ritardo medio molto basso (300 ms) dalla linea di produzione al cloud
 - grado ragionevole di stabilità: deviazione standard inferiore a 70 ms in 15 giorni
 - simmetria accettabile tra il percorso uplink e il percorso downlink
 - pochi sporadici (<0,1%) ritardi ultra lunghi (ad es. 45 s) a causa della versione "accesso libero" del Cloud(nessuna qualità garantita del servizio)

Grazie | Thank you