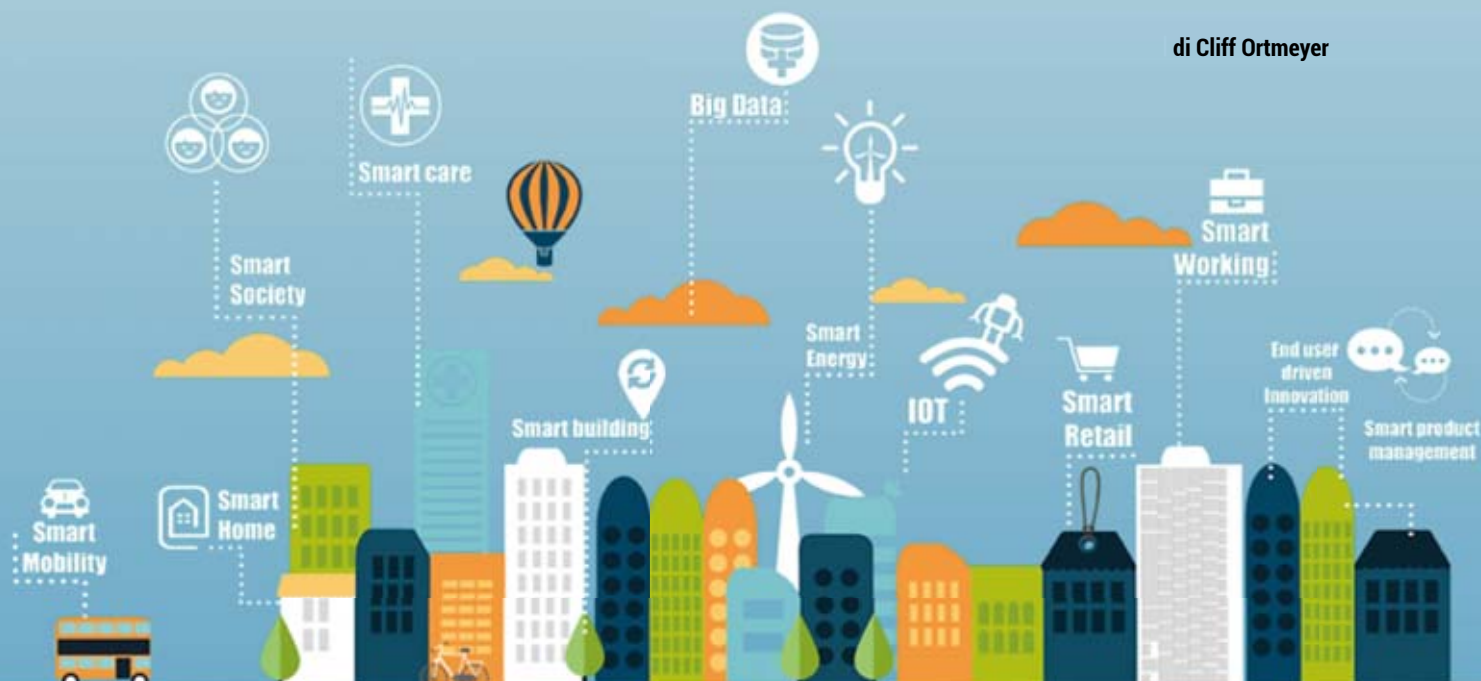


Quali sono le prossime questioni chiave per le applicazioni IoT?

di Cliff Ortmeier



I dispositivi IoT sono sempre più pervasivi e sono attualmente impiegati nelle nostre città, nelle nostre case e persino nei nostri corpi. I dati generati sono in crescita esponenziale tanto da richiedere l'elaborazione sul posto con la tecnologia edge. Ma quali sono gli altri importanti aspetti del mondo IoT che emergeranno nei prossimi anni? Eccone alcuni.

concetti alla base di un'infrastruttura IoT non sono completamente nuovi; applicazioni tipiche comprendono una fonte informatica che prende decisioni basate su input rilevati da sensori per controllare gli attuatori e le interfacce utenti. I sistemi di controllo lo hanno effettuato per decenni, o secoli, se pensiamo al regolatore di velocità del motore a vapore di James Watt, risalente al 1788.

Ma i dispositivi IoT differiscono radicalmente dai sistemi di controllo o comunicazione tradizionali, come si evince dall'impatto sempre più rilevante che hanno sul nostro lavoro e sulla nostra vita privata. I componenti IoT sono sempre più pervasivi e sono attualmente impiegati nelle nostre città, nelle nostre case e persino nei nostri corpi. Le prestazioni dipendono da un numero sempre maggiore di sensori in progetti IoT e da risorse informatiche convenienti sul piano economico, basate su cloud,

in grado di analizzare l'alto volume di dati generati. I risultati ci offrono una visione approfondita su ciò che è avvenuto fino ad ora e, cosa ancora più utile, su ciò che accadrà in futuro.

Mentre un tradizionale sistema di controllo potrebbe accontentarsi di attivare un motore, una nuova applicazione IoT potrebbe rilevare la tendenza delle vibrazioni di un motore e prevederne un imminente guasto ai cuscinetti. Potrebbero inoltre monitorare dei rilevatori di presenza nelle vicinanze e decidere se il motore dovrebbe attivarsi o meno.

Il continuo sviluppo dell'IoT è dato da diversi fattori: sensori più economici e più piccoli, una più ampia scelta di tecnologie senza fili locali e a maggior distanza e sviluppi nel cloud computing. Tuttavia, queste tecnologie sono disomogenee e non vengono sviluppate come una soluzione IoT singola end-to-end. Ciò lancia nuove sfide



Figura 1 - L'IoT offre analisi e controllo approfonditi in tutti gli aspetti della nostra vita sociale e lavorativa.

per i programmatori di infrastrutture IoT, oltre a quelle già poste dai componenti stessi. In questo articolo affrontiamo queste questioni chiave e discutiamo i punti che i programmatori potrebbero considerare mentre si progetta un'applicazione IoT. Iniziamo col rilevare gli elementi fondamentali di un sistema IoT e a guardare in maniera più ravvicinata i problemi correlati a ciascun elemento.

UN'INFRASTRUTTURA IOT END-TO-END

Al più alto e semplice livello, l'applicazione IoT comprende dispositivi periferici, network wireless, gateway, Internet e una fonte per l'elaborazione centralizzata delle informazioni. I dispositivi periferici, in genere, sono sia sensori che attuatori. I sensori rilevano dati reali, che vengono poi trasmessi attraverso le reti wireless ai gateway. In alcuni sistemi, i dati provenienti da gruppi di sensori collocati in maniera ravvicinata, potranno essere concentrati da piattaforme locali prima di essere inviati ai gateway. I gateway raccolgono i dati da scambiare attraverso la rete Internet con una fonte di elaborazione centralizzata e di solito basata su Cloud.

Ciò si verifica per i dati ricevuti da tutti i sensori su tutta l'infrastruttura IoT, includendone forse alcuni con interdipendenze non immediatamente evidenti. Le decisioni di attuazione risultanti da elaborazioni centralizzate vengono ritrasmesse sulla rete Internet, attraverso i gateway e le reti locali a dispositivi periferici attuatori.

Elementi complessi come videocamere o telefoni cellulari possono agire come dispositivi periferici, ma molta della penetrazione IoT deriva da un'ampia gamma di sensori piccoli, economici, a bassissimo consumo, che individuano parametri reali. I sistemi HVAC sono un classico esempio, dal momento che utilizzano sensori per monitorare la temperatura, la pressione, l'umidità, la velocità dell'aria e il gas. Inizieremo ad analizzare da

vicino questi dispositivi periferici, e continueremo poi a riesaminare gli altri componenti specifici per IoT.

DISPOSITIVI PERIFERICI, ATTUATORI E SENSORI

Gli attuatori svolgono un'ampia gamma di funzioni, come ad esempio quella fondamentale del controllo delle luci. Il sempre crescente predominio della tecnologia per l'illuminazione LED è dovuto alla facile controllabilità dei LED come pure alla loro efficienza, alla lunga vita operativa e ad altri vantaggi nelle loro prestazioni. Gli attuatori periferici nel sistema di illuminazione di un edificio potranno comprendere controller con funzioni di attenuazione e regolazione, gestite remotamente attraverso bus industriali standard come DALI o DMX. I sistemi di gestione degli edifici possono utilizzare input da sensori che rivelano l'occupazione delle camere o i livelli di luce per attenuarli delicatamente, riducendo in maniera significativa lo spreco di energia in grandi proprietà commerciali o industriali.

Un dispositivo periferico a input o a sensore comprende il sensore stesso insieme a un processore integrato, una capacità di comunicazione e una fonte di alimentazione. Un ingegnere che seleziona o sviluppa questi componenti affronta molte decisioni correlate alla progettazione. La maggior parte di esse riguardano i componenti del dispositivo individuale, ma un fattore critico, ovvero il consumo energetico, influenza l'intera progettazione del dispositivo. Ritourneremo su questo punto in seguito. Per prima cosa, il sensore deve essere correttamente abbinato al processore che sta monitorando. Se la variabile è la temperatura, sono disponibili dispositivi piccoli come la serie KY81 di NXP, ma gli ingegneri devono assicurarsi che la parte selezionata sia calibrata per la gamma corretta di temperature. Per esempio, è sufficientemente accurata e risponde ai cambiamenti di temperatura in maniera abbastanza veloce? Quindi,



qualsiasi dispositivo che si conforma a questi requisiti di processo deve farlo mantenendo la sua resilienza ad eventuali sfide ambientali, come umidità o polvere per lunghi periodi di tempo. Deve avere inoltre un prezzo conveniente e deve essere facile da installare, soprattutto quando sono coinvolte quantità significative.

La funzione del processore del dispositivo può essere svolta da microcontrollori integrati di dimensioni ridotte pari a 2 mm x 2 mm, ma con tutta la capacità di un microcontrollore a 32-bit. La potenza di elaborazione è importante non solo per raccogliere i dati del sensore per le comunicazioni della rete locale, ma anche per fornire alcune analisi preliminari. Il caricamento sulla risorsa centrale può essere notevolmente attenuato se i dispositivi periferici inviano dati solo quando avviene un cambiamento significativo, segnalando per eccezione, piuttosto che trasmettere costantemente un valore stabile. Una maggiore potenza di elaborazione, o persino un ulteriore hardware, potranno essere necessari per la sicurezza, assicurando l'integrità dei prodotti e dei dati che vengono scambiati. Piccoli dispositivi hardware crittografati sono disponibili, insieme a strumenti necessari per rendere qualsiasi sistema digitale ancora più sicuro. L'interfaccia di comunicazione dipende dal protocollo della rete wireless locale scelta, un'opzione influenzata da molti compromessi, tra cui velocità di trasmissione dati, gamma, consumo di energia e interoperabilità. Analizzeremo i protocolli di reti in seguito, ma prima guardiamo l'onnipresente questione indicata sopra, ovvero il consumo energetico e la sua riduzione.

I dispositivi periferici wireless citati possono solo ottenere energia da batterie interne o da un immagazzinamento di energia. In un ambiente incustodito la sostituzione della batteria è indesiderata e costosa, non solo a causa dei costi per unità, ma anche per il dispendio di tempo necessario per accedere alla batteria e sostituirla. Quindi, il consumo energetico dovrebbe essere idealmente ridotto abbastanza da permettere una soluzione di accumulo di energia; se ciò non si verifica, la durata della batteria dovrà essere estesa per settimane, mesi, anni o persino decenni se possibile.

La ricerca per ridurre il consumo energetico può iniziare con una revisione delle schede tecniche dei microcontrollori. Tuttavia, non ci si dovrebbe basare su questi dati, dal momento che molti fattori influenzano il livello vero dell'energia assorbita. Opzioni per modalità di consumo sempre più elaborate possono rendere difficile la ricerca di un approccio ottimale, soprattutto nel bilanciare la prestazione in modalità attiva del dispositivo con la sua velocità quando rientra dalla modalità sleep. Inoltre, quanto carico di lavoro è gestito dal microcontrollore? Si cerca una conversione da analogico a digitale e una modulazione ad ampiezza di impulso di cui hanno bisogno i sensori e i protocolli per le comunicazioni? I sottosistemi a memoria integrata, il diffuso clock gating o tecnologie di processi avanzati contribuiscono all'economia dell'e-

nergia? Come indicato sopra, la scelta del protocollo di rete è dettata da requisiti specifici di progetto e priorità. Comunque, questa scelta interessa in maniera significativa il consumo energetico dei dispositivi periferici. Una rete WiFi da 54 Mbps richiede molta più energia di un'applicazione IEEE 80.15.4 come ZigBee.

Altri fattori del mondo reale comprendono il carico di elaborazione dati, e se i dati siano generati in brevi raffiche seguite da periodi estesi di inattività. In questo caso, l'assorbimento di corrente nella modalità sleep del processore diventa critica, soprattutto se il dispositivo si basa sull'immagazzinamento di energia per l'alimentazione. Tutte le opzioni di immagazzinamento sono simili per quanto riguarda la fornitura di piccole quantità di energia, il che significa che il sistema deve avere l'opportunità di accumulare energia mentre è in modalità sleep. Inoltre, è necessaria la conversione a un livello di tensione più alta. La preziosa energia raccolta può essere ulteriormente preservata minimizzando l'overhead nei byte di qualsiasi pacchetto di dati trasmesso.

Se il livello di perdita di energia del dispositivo lo permette, sono disponibili tre popolari opzioni per l'immagazzinamento di energia. La prima è l'energia solare, dove l'energia della luce d'ambiente è convertita in energia elettrica utilizzando celle solari in miniatura. La seconda è l'energia cinetica dal movimento laterale, da rotazione o vibrazione che può essere immagazzinata utilizzando dispositivi elettromagnetici o piezoelettrici. Infine, l'energia proveniente da differenze di temperatura a distanza ravvicinata può essere convertita in energia elettrica con elementi Peltier. Fonti di energia ambientale aggiuntive e meno diffuse, comprendono le onde elettromagnetiche e i sistemi chimici e bioelettrici.

SCELTE DI RETI WIRELESS LOCALI

Come indicato sopra, oltre all'imperativo di minimizzare la potenza, le scelte di reti wireless locali ruotano intorno a rendimento di dati, gamma di trasmissione, affidabilità, sicurezza e interoperabilità.



Figura 2 - Sensori di rilevamento del corpo umano.



Figura 3 - Sistemi per il monitoraggio agricolo utilizzano sensori che possono trovarsi a molti chilometri dal gateway gestionale. In questi casi vengono impiegate le tecnologie NB-IoT e LPWAN.

Con proiezioni attuali di 50 miliardi di dispositivi entro il 2020, il Wi-Fi rimane una presenza dominante. Esso offre connettività sicura a banda larga e accesso internet con una velocità di trasmissione fino a 54 Mbps, insieme a una gamma di trasmissione fino a 100 metri a 2.4 GHz. Sebbene il Wi-Fi consumi più energia rispetto alle opzioni da 2.4 GHz, dispositivi più nuovi ottimizzati per basso consumo e prestazioni ottimali, come il WF200 di Silicon Labs, possono migliorare la durata della batteria di un fattore pari a due o più di due.

Il Bluetooth è popolare nelle applicazioni a bassa energia, con oltre tre miliardi di unità installate. I dispositivi Bluetooth possono spegnersi quando inattivi per ridurre la perdita di energia. Con una banda di funzionamento pari a 2.4 GHz ISM, disponibile senza licenza nella maggior parte dei paesi, ha un rendimento di dati nella gamma 2 Mbps; è quindi inferiore al Wi-Fi, ma ancora sufficiente a gestire applicazioni multimediali e altre applicazioni per una più alta trasmissione di dati.

Il Bluetooth a Basso Consumo (BLE) è una variante del Bluetooth progettata per applicazioni a bassissimo consumo, come prodotti sportivi indossabili e prodotti per il benessere. Il suo protocollo senza connessione riduce significativamente la trasmissione on-time, e i requisiti di potenza BLE sono frazionati paragonati alle applicazioni tradizionali Bluetooth. Una cella a bottone può supportare operazioni BLE per oltre un anno.

ZigBee è un esempio pratico di protocollo di rete altamente affidabile basato su mesh, come indicato sopra. Per quanto riguarda l'affidabilità, questo standard conveniente offre sicurezza e raggiunge consumi a bassa potenza attraverso una bassa trasmissione di dati. RF4CE è una variante a prestazioni più elevate di ZigBee.

ANT è un'alternativa semplice, a basso costo e bassissimo consumo rispetto a BLE, è popolare negli sport, nella gestione di applicazioni per il benessere e per il monitoraggio sanitario dell'ambiente domestico. Con una velocità di trasmissione di dati di 1 Mbps, una portata di alcune decine di metri e una durata di anni consentita dalla cella a bottone, ANT supporta sia topologie mesh

che reti ad albero. Il suo valore a livello tecnico è contro-bilanciato dalla base installata di 3B di Bluetooth.

La prestazione relativa di vari protocolli disponibili dipende in parte da problemi di frequenza wireless. Le frequenze più popolari sono sub-1 GHz, 2.4 GHz e 5 GHz. La gamma si dimezza approssimativamente man mano che la frequenza raddoppia, applicazioni a più lungo raggio potranno richiedere protocolli che utilizzano frequenze sub-1GHz. La velocità di trasmissione, tuttavia, diminuisce man mano che la frequenza si riduce, quindi la frequenza a 5 GHz diventa desiderabile per progettisti che possono accomodare una gamma di trasmissione ridotta.

La frequenza a 2.4 GHz è un compromesso popolare ed è stata accolta dalle tecnologie di consumo, con conseguenti problemi di congestione. Rimane comunque popolare dal momento che offre una trasmissione di dati ragionevolmente alta, una gamma adeguata e nessuna restrizione di ciclo di funzionamento. Un ulteriore motivo è che la frequenza a 2.4 GHz funziona in tutto il mondo. Tutti gli standard di cui sopra sono progettati per situazioni in cui i sensori si trovano a metri o, possibilmente, decine di metri dal gateway. Applicazioni come monitoraggio agricolo, controllo flotte e tanti altri, utilizzano sensori che possono trovarsi a molti chilometri dal gateway gestionale. Le due tecnologie sono al momento in competizione per la vasta opportunità che può dare la lunga distanza: la connettività cellulare, basata su tecnologia radio IoT chiamata NB-IoT, e la tecnologia di rete non cellulare a bassa potenza e ampio raggio (LPWAN) da provider come LoRa Alliance e SigFox.

LPWAN è una buona scelta per l'IoT, con nodi fino a 10 km dal gateway. Il consumo energetico è estremamente basso con batterie nei nodi che durano fino a 10 anni. La LPWAN è inoltre ideale per i requisiti di basso rendimento dei pacchetti di dati IoT, che di solito sono di un paio di centinaia di bps o meno.

La NB-IoT offre un consumo energetico ridotto insieme a affidabilità di portata, privacy e sicurezza e supporta fino a 100,000 dispositivi connessi. Le interferenze sono basse e la NB-IoT può essere configurata con una rete LTE con un solo aggiornamento di software.

GATEWAY

I gateway scambiano dati da una gamma di sensori e attuatori su reti locali che coprono pochi metri o, persino, come abbiamo visto, alcuni chilometri. Raccolgono i dati in protocolli IPv4, IPv6, reti cellulari wireless o altri protocolli wireless a lungo raggio per le comunicazioni Internet con l'elaborazione delle informazioni e le macchine di analisi nel cloud, possibilmente insieme ai dati provenienti da altri gateway su un'ampia area. I gateway ricevono inoltre informazioni di configurazione e aggiornamento per loro e per i sensori dei loro clienti, come pure comandi di controllo per attuatori periferici.

Nella comunicazione con dispositivi periferici, il gateway



potrà aver bisogno di interfacciarsi con un ambiente codice macchina o con un semplice sistema RTOS.

Deve interagire con questo ambiente per scambiare dati, cercare il dispositivo per determinare il livello di revisione del software e, quindi, apportare correzioni di sicurezza e aggiornamenti di codici qualora necessari.

Molti kit di sviluppo, piattaforme e SBC sono disponibili per aiutare i progettisti ad avviare lo sviluppo di un gateway IoT. I kit per lo sviluppo basati su prodotti come BeagleBone Black o Raspberry Pi comprendono interfacce integrate per Wi-Fi, Bluetooth o altri protocolli wireless e anche un'opzione Ethernet per l'accesso Internet. Consentono agli ingegneri di iniziare lo sviluppo fuori dagli schemi, concentrandosi da subito sulle applicazioni specifiche e sul guadagno che il nuovo prodotto IoT può generare.

La comunità element14 offre molte risorse collegate a questo processo. Ad esempio, c'è un prodotto chiamato 'Beaglebone Black IoT Project Bundle', che riunisce insieme tutti i componenti di cui si ha bisogno per un esperimento o un progetto IoT, dai sensori su un gateway basato su BeagleBone Black fino a risorse per l'elaborazione dati Watson basata su cloud della IBM. Kit simili esistono anche per Raspberry Pi.

SERVIZI IOT SU CLOUD

I dati raccolti da gateway su un'infrastruttura IoT devono essere elaborati, analizzati, archiviati e visualizzabili da qualsiasi luogo su un desktop o un dispositivo mobile connesso. All'occorrenza, i dati di controllo generati da questa elaborazione devono essere inviati attraverso il gateway fino agli attuatori attorno all'edge dell'IoT. Ciò può implicare alti volumi di sensori, attuatori e gateway: pensate, per esempio, a un sistema con una griglia smart che misuri i livelli di circolazione auto per controllare i semafori in una città.

Un'installazione IoT di qualsiasi dimensione richiede un centro dati dotato di hardware, software, comunicazioni, protezione ambientale e sicurezza appropriati e personale adeguatamente formato. Alcune organizzazioni sono disponibili ad accettare questo sovraccarico e impostare di conseguenza un cloud privato. Per molte altre, comunque, una soluzione più interessante, conveniente e scalabile è accedere a risorse condivise da un provider di servizi su cloud pubblico come Microsoft o IBM. Una variante utile, soprattutto durante periodi di crescita, è sviluppare un cloud ibrido comprendente sia elementi privati che pubblici.

I servizi si basano su abbonamenti o sono misurati (pay-per-use) per un maggiore contenimento dei costi. I tre modelli di servizio maggiori per il cloud computing sono Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) e Infrastructure as a Service (IaaS). Le loro differenze riguardano il modo in cui la gestione di varie componenti hardware e software su cloud viene condivisa tra i servizi del venditore e dell'utente. L'utilizzo

delle risorse del cloud scelte è unica per ciascuna applicazione; soluzioni disponibili sul mercato sono raramente, se mai, disponibili. Un approccio è quello di lavorare a contatto con un fornitore di servizi per sviluppare una soluzione chiave completa, come ha fatto Kone con l'IBM. L'accordo concede a Kone l'accesso alla Piattaforma Cloud IoT di Watson dell'IBM per connettersi, monitorare remotamente e ottimizzare la sua gestione di milioni di ascensori, scale mobili, porte e tornelli in edifici e città in tutto il mondo.

Per aziende che desiderano diventare direttamente coinvolte nell'intero sviluppo dell'infrastruttura IoT, un approccio alternativo è lavorare con la Azure IoT Suite di Microsoft. Essa permette agli utenti di catturare dati diversi e voluminosi che vengono generati, di integrarne e organizzarne il flusso, e gestire, analizzare e presentare i dati come informazioni utilizzabili da persone che devono prendere decisioni chiave o svolgere operazioni intelligenti automatizzate. Gli sviluppatori possono avviare una 'Proof of concept' e in seguito trasformarla in una soluzione pronta per un ampio sviluppo.

CONCLUSIONE

Secondo una relazione Atmel, entro il 2019 il 50% delle soluzioni IoT verranno fornite da start-up lanciate meno di tre anni fa. Pertanto, ci saranno molte organizzazioni concentrate sulla progettazione di dispositivi IoT senza il vantaggio di team di ingegneri ampi e avviati, e risorse adeguate. Ciò creerà sfide per i progettisti che desiderano integrare diverse tecnologie, mentre ci saranno anche pressioni per ridurre il time to market.

L'aiuto è comunque dietro l'angolo. Come abbiamo visto, lo sviluppo e il funzionamento delle risorse dell'elaborazione dei dati possono essere parzialmente o completamente delocalizzati a fornitori di servizi su cloud. I kit di sviluppo sono disponibili per permettere agli ingegneri di sperimentare i sensori di raccolta dati e la loro trasmissione via Bluetooth, ZigBee e altre reti. Altri kit di sviluppo sono disponibili per provare varie tecnologie per l'immagazzinamento di energia. Inoltre, le sfide riguardanti la progettazione vengono facilitate grazie a dispositivi periferici che comprendono sensori, elementi di elabora-



Figura 4 - Modelli di servizi su cloud.

AI Discovery Days

Scopri nuove tecnologie, applicazioni e soluzioni per AI e Machine Learning in un solo giorno!

I Discovery Days evidenziano le tendenze future per l'Intelligenza Artificiale, chiariscono le tecnologie di apprendimento automatico e i casi d'uso e dimostrano le soluzioni AI.

Nei prossimi anni, l'apprendimento automatico si evolverà in nuove applicazioni mai viste prima in quasi tutti i mercati: smart industry, smart city, smart home, automotive, sanità, agricoltura, aerospazio e difesa. Le sfide devono essere superate per creare applicazioni di apprendimento automatico uniche, con sensori di intelligenza artificiale intelligenti, dispositivi di elaborazione e di apprendimento automatico nonché sistemi di intelligenza artificiale di fascia alta per soluzioni edge, locali e cloud.

Le presentazioni del mattino sono coperte da esperti con una profonda conoscenza dell'apprendimento automatico; durante la sessione pomeridiana saranno presentate 15 soluzioni AI all'avanguardia.

La giornata AI Discovery darà risposte su diversi argomenti, tra cui:

- Come posso creare i miei prodotti AI personali e unici, o migliorare i miei prodotti esistenti, da casi d'uso spiegati e soluzioni di IA esposte?
- In che modo l'IA rappresenterà una differenza significativa nelle applicazioni future e per quali segmenti di mercato?
- Quali tipi di tecnologie di apprendimento automatico sono cruciali per costruire prodotti di intelligenza artificiale di successo?

Unisciti ai Discovery Days per catturare idee e poter prendere decisioni per creare applicazioni AI e machine learning uniche.

Dove e quando: Bologna, 16 Ottobre 2019
Zanhotel & Meeting Centergross, Via Saliceto, 8 40010 Bentivoglio (BO) www.zanhotel.it/

Iscrizioni: <https://bit.ly/2kb1lbn>



AGENDA

- 08:30 Registration and coffee
- 09:00 **Shaping your future with machine learning:** market segments, technologies and future megatrends
- 09:30 **Machine learning solutions and use cases**
Speaking slots with focus on practical AI solutions related to machine learning technologies and use cases
 - **Smart AI sensors** – create unique AI sensor products for industrial applications and home appliances
 - **Secured AI connectivity** – develop highly secured wireless products for predictive maintenance in industrial applications
 - **Image considerations for AI systems** – overcome pitfalls for developing smart camera solutions for security, industrial, and automotive applications
 - **Access control and industrial safety** – implement object and facial recognition for access control and industrial safety
 - **Reduce critical risks implementing machine learning** – improve vision applications from the start to have the most optimized AI outcome
 - **Create highly flexible and future-proved AI applications** – use reconfigurable & adaptable AI engines for any kind of machine learning task
- 13:00 Lunch – Flying buffet (Networking opportunity)
- 14:00 Introduction to demo stations & solutions
- 14:15 Demos, individual discussions with questions & networking
- 17:00 End of demo sessions

www.avnet.com

zione, comunicazioni, sicurezza e gestione dell'alimentazione in un solo componente.

Ulteriori entusiasmati possibilità vengono lanciate da Things Network, che facilita lo sviluppo di reti nelle aree locali comprendenti dispositivi periferici e gateway. Dal momento che Things Network utilizza tecnologie LoRaWAN, i dispositivi periferici possono trovarsi fino a

10 chilometri dai gateway. E le opportunità sono certamente lì per i prodotti IoT che arrivano sul mercato: La International Data Corporation (IDC) prevede che entro il 2020 ci saranno 30 miliardi di dispositivi connessi e una opportunità di guadagno pari a \$1.7 T.

• **Cliff Ortmeier è Global Head of Technical Marketing di Farnell.**