Controlla la punteggiatura in generale

Parer mio, tira via tutti gli “ecc.” che non son bellissimi da vedere

1

L’Internet delle cose (Internet of Things, IoT) è un paradigma riferito all’estensione

di internet al mondo degli oggetti. Nel 1999 il ricercatore

britannico Kevin Ashton durante una presentazione teorizzò per primo

un mondo nel quale oggetti dotati di sensori, interagiscono utilizzando

la rete.

La continua evoluzione delle tecnologie wireless e satellitari ha

permesso l’ideazione di oggetti la cui maggiore connessione favoreggia il generarsi

di una notevole mole di informazioni e dati.

Oltre ai computer, agli smartphone ed ai tablet, sempre più oggetti di uso quotidiano dispongono di una connessione ad internet. Smartwatch e smart band , lampadine e prese elettriche

"intelligenti", sono già da tempo reperibili nel mercato con un prezzo accessibile alla stragrande maggioranza dei consumatori. Data la bassa complessità del hardware implementato in questi devices, essi si servono di un server esterno per l’elaborazione dei dati. Sfruttando la

connessione ad internet, gli oggetti riescono ad instaurare uno scambio

di dati bidirezionale tra loro ed il server. Il dispositivo, ~~infatti,~~ dopo aver

convertito la grandezza fisica di suo interesse in un dato comprensibile al

server, invia l’informazione al server il quale, dopo un’elaborazione della

stessa, formulerà dei comandi di risposta all’oggetto.

I dati sono la materia prima del mondo dell’IoT e sono loro che giocano il

ruolo principale sulla catena del valore1.1 (value chain) dando una svolta

importante dal punto di vista economico a nuovi settori quali il data

mining e la business analysis. Attraverso lo studio delle informazioni presenti

,si potrà aumentare l’efficienza di un servizio oppure migliorare la

user experience di un’ applicazione. Muovendoci verso un mondo progressivamente

più connesso, è facile intuire il riscontrarsi di un maggior numero di problematiche riguardanti la privacy e la sicurezza.

Molto spesso, per ridurre i costi di produzione e di sviluppo di ~~questi~~ gadget tecnologici, le aziende tendo a ridurre gli investimenti nell’R&D (Ricerca e Sviluppo), andando a produrre dispositivi con un software non aggiornato o con componenti hardware di bassa qualità.

Inoltre il ciclo vitale di un prodotto non sarà più determinato solo dalla rottura o dal mal funzionamento del dispositivo stesso ma verrà ridotto dalla impossibilità di un aggiornamento del firmware.

Le falle di sicurezza presenti nel software , ed il crescente numero di attacchi hacker, rappresentano un grave pericolo per la sicurezza e la privacy dell’ utente finale.

È necessario quindi trovare un accordo, tra case produttrici e

consumatori ,al fine di garantire una life span minima di alcuni anni per

quanto riguarda gli aggiornamenti software, cercando di ridurre quello

che più comunemente viene chiamato il fenomeno della obsolescenza

programmata, andando così a fornire al consumatore una ~~maggiore~~ sicurezza di livello superiore a quello odierno.

Con il termine Big Data, si vuole rappresentare l’insieme di tutti i dati eterogenei, che ogni

giorno vengono prodotti e scambiati nella rete.

~~Oltre all’innumerevole quantità di dati che verrà prodotta da questi milioni~~

~~di devices intelligenti, noi stessi, navigando il web, ne produciamo~~

~~una grande quantità.~~ Nel 2013, si è stimato che ogni secondo nel web venivano

generati una quantità di dati pari a 28875GB . Con il progredire della

tecnologia il dataset (aggregazione di dati) a disposizione delle aziende è

in continuo aumento. Secondo un articolo pubblicato da Verizon, si stima

che il 92% delle aziende usa meno del 25% dei dati raccolti e che solo la

metà di esse prevede di riuscire a usufruire di una percentuale maggiore

di quella attuale nei prossimi due anni.

Con “Data mining” o "Data analytics" si identificano tutte le tecniche e le metodologie finalizzate all’estrazione di sapere e conoscenza partendo da una vasta mole di dati.

L’enorme disponibilità, di ogni sorta di informazione, è una prospettiva

che apre innumerevoli scenari di ricerca; ad esempio, predire con largo

anticipo i trend del mercato, permetterebbe ,ad una azienda, di investire

in maniera più efficace le proprie risorse, andando a creare un maggiore

profitto.

Nel 2008, il numero di oggetti con il quale è possibile~~quali personal-computer, server, telefoni~~

~~cellulari,~~ connettersi ad internet, ha superato il numero di persone presenti

nell’intero pianeta. Il continuo sviluppo tecnologico, ~~la semplificazione delle funzioni principali~~, la comodità nell’uso ~~la sempre maggior facilità d’uso~~ e l’abbattimento dei costi, ha reso disponibile, al mondoconsumer, tecnologie che fino a poco tempo fa erano destinate ad un uso

aziendale ed universitario. Con l’avvento dell’IoT, si prevede una crescita

esponenziale di devices connessi ad Internet; secondo una stima da parte

di Gartner, il numero di smart device presenti nell’anno 2020, sarà superiore

a 20 miliardi [1]. Per fronteggiare una crescita la cui propagazione si presenta in modo inarrestabile, è d’obbligo cercare soluzioni in grado di prevenire il congestionamento

della rete.

Considerando le statistiche precedenti, è comprensibile che l’IoT sia un

mercato che agisce in maniera trasversale su tutti i settori. Se l’utilizzo

di sensori in ambiti quali la domotica e l’automotive è da tempo largamente

impiegato, grazie all’abbattimento dei costi del singolo dispositivo

e la facile implementazione di queste nuove tecnologie, nuovi mercati e

nuove possibilità di investimento sono nate. Prendiamo come esempio

l’agricoltura di precisione, che grazie a sensori in grado di rilevare dati

riguardanti l’umidità del suolo, l’indice di piovosità oppure l’umidità

fogliare, permette all’agricoltore di capire quando è il momento di intervenire

per il trattamento delle colture. In questo modo è possibile

dispiegare le risorse in maniera più efficace, andando ad agire solo nelle

culture danneggiate. Sempre secondo quanto stimato da Gartner, ci si

aspetta che entro il 2020, la cifra investita nell’industria del IoT, sarà pari

a circa $3,000,000 milioni di dollari con un investimento annuo di circa

$500,000 milioni di dollari. È utile osservare che la ~~più grande~~ fetta maggiore è

quella riservata al mercato consumer, dove smart TV, set-top box e smartcars saranno i prodotti maggiormente richiesti.

Nell’industria il concetto di M2M (Machine to Machine) non è un concetto nuovo ,

già Kevin Ashton, durante la presentazione in cui introdusse il termine

IoT, comprese le potenzialità della tecnologia RFID applicate alla supply

chain. Dal 1999 ad oggi molte cose sono cambiate, ma molte domande

non hanno ancora trovato una risposta. Come accadde agli albori di Internet,

quello che manca al modo dell’IoT è una standardizzazione dei

protocolli e del linguaggio con cui questi oggetti dovranno comunicare.

Astraendoci dal problema e portandoci ad una visione di più alto livello

problema, è possibile individuare in questo paradigma tre livelli.

• **Device layer** o sensor layer.È il layer più basso. Esso raggruppa

tutti i gli oggetti "smart". Questo layer è quello che mette in comunicazione

il mondo reale con i livelli superiori. A loro spetta lo

scopo di convertire una misura fisica in un dato in grado di essere

interpreto da altri calcolatori. La maggior parte di questi sensori,

utilizzerà una connessione Bluetooth, ZigBee, Wifi o una si baserà

su una rete LPWAN per comunicare il dato al layer superiore.

• **Network layer** o mediation layer. In esso è raggruppa l’intera infrastruttura

di rete e gateway che ricevono i dati da i vari sensori.

Questo layer è semplicemente un livello di mediazione, dove l’informazione

(dato) non viene altera o elaborata, ma semplicemente

trasmesso all’Application layer.

• **Application layer** è il layer nel quale l’informazione viene immagazzinata

ed elaborata. Questo layer è il più importante, è qui dove

il dato viene trasformato da una semplice misurazione fisica ad una

possibile revenue per l’azienda che lo gestisce.

Sono molte le aziende che stanno cercando di imporsi in questo mercato

fiorente. Data la vastità dei campi di applicazione, non è semplice

prevedere quale standard predominerà sugli altri. Aziende del calibro

di Samsung con la piattaforma artik , Zigbee con DotDot e Google con

Weave, hanno già proposto delle possibili soluzioni per il "linguaggio"

universale utilizzabile dai vari dispositivi. Un dibattito ancora più acceso

riguarda i protocolli e la topologia di rete da utilizzare. Dovendo superare

i limiti delle tecnologie attuali, sono molteplici le problematiche che

devono essere affrontate per poter offrire un’ architettura adattabile ai

vari use-case dell’IoT. Con questa tesi si cercherà di approfondire lo stato

dell’arte del network layer andando a esporre le principali tecnologie

ad oggi presenti sul mercato. In particolare verrà posta l’attenzione sulla

tecnologia LoRaWAN e una sua possibile implementazione all’interno del

framework Kura/ESF sviluppato da Eurotech.

2

Data la grande varietà dei possibili scenari applicativi dell’IoT , trovare

uno standard capace di adattarsi, in modo dinamico, ad ognuno di essi,

non è un compito facile. Le tecnologie wireless tradizionali, non sono

in grado di soddisfare la dinamicità dell’IoT. Già diverse soluzioni sono

nate per cercare di fronteggiare questi problemi, optando per metodi

risolutivi anche molto distanti l’uno dall’altro. Con questo capitolo si

approfondiranno le problematiche, che i nuovi standard, riguardanti il

network layer, dovranno essere in grado di risolvere.

Le tecnologie wireless com ZigBee, WiFi, non sono ideate per connettere

devices alimentati a batteria distribuiti in una vasta area geografica. Il

range di queste tecnologie è limitato a poche centinaia di metri al massimo.

Tutto ciò implica che i devices, non possono essere implementati in

tutti gli ambienti, ma solo in uno spazio ristretto alla portata del segnale

del gateway. Quindi scenari quali la sicurezza sanitaria, agricoltura di

precisione, logistica ~~ecc.~~ non permettono l’utilizzo di questa tecnologia.

La grande copertura offerta dalle tecnologia cellulare è la ragione per la

quale è ad oggi la tecnologia più utilizzata nelle comunicazioni M2M. Tuttavia,

il continuo progresso tecnologico, sta portando l’abbandono della

rete GSM da parte degli operatori telefonici, per poter riutilizzare le bande

da essa occupata con tecnologie più innovative~~nuove~~. In generale, la tecnologia

cellulare non garantisce una durata della batteria molto prolungata ed

inoltre il costo complessivo dei moduli cellulari è molto elevato, data la

complessità delle forme d’onda .

Dovendo ingegnerizzare il network layer, è importante capire quali

sono le principali problematiche che le tecnologie attuali non sono in

grado di colmare.

• Indirizzabilità : a causa dell’elevato numero di oggetti che entrano

in gioco in IoT, la capacità di indirizzamento di IPv4 non è più sufficiente.

IPv4 usa 32 bit per gli indirizzi, quindi ce ne possono essere

massimo 232 diversi. Il passaggio a IPv6 risolverà il problema, in

quanto si passerà da 32 bit a 128 bit per gli indirizzi.

• Scalabilità : Dato l’elevato numero di devices previsti nei scenari

urbani ed industriali, la network technology alla base della rete

dovrà essere adattabile, in modo dinamico, al carico di dispositivi

connessi.

• "Arrive and operate”: dispositivi mobili eventualmente aggiunti dopo

la formazione iniziale del sistema, non devono aver bisogno di

configurazione, ma devono essere in grado di stabilire connessioni

autonomamente con gli altri oggetti già presenti.

• Costo unitario: Il costo del end device, dovrà essere conveniente

per garantire la più ampia fetta di mercato.

• Fonti di energia: Gli oggetti nella maggior parte dei casi sono mobili,

quindi non hanno sempre la possibilità di essere collegati a

una fonte di energia. Le batterie inoltre sono pesanti e grandi.È

necessario quindi andare a ridurre la quantità di energia richiesta

dagli oggetti, andando ad aumentare il tempo di deep-sleep .

• Interoperabilità : gli oggetti sono di natura diversa (per esempio

possono avere requisiti di larghezza di banda diversi, o hardware diverso).

Questo implica la necessità di standard, in modo che oggetti

di tipo diverso possano comunicare tra loro

• Costo computazionale: La modulazione, alla base di queste nuove

tipologie di rete, dovrà essere concepita in modo da non richiedere

un costo computazionale elevato .

• Raggio d’azione: La necessità di utilizzare questi devices in ambienti

difficili o rurali, rende necessario l’utilizzo di tecnologie wireless

con un raggio di azione dell’ordine di una decina di chilometri.

• Sicurezza: Lo scambio dei dati dovrà avvenire in maniera sicura,

implementando algoritmi di cifratura dei dati o procedure di

handshaking.

• Tolleranza ai guasti: Il mal funzionamento o il guasto di un nodo

della rete, non dovrà compromettere il funzionamento dell’intera

rete a lui connessa.

**2.2 LPWAN**

Per colmare il gap tra tecnologie esistenti e la necessita di connettere

milioni di devices diversi, sono nate le LPWAN Low power wide area

network. Le reti LPWAN rappresentano un modello di comunicazione innovativo,

che integra le tecnologie cellulari tradizionali e quelle a corto

raggio per affrontare diverse esigenze delle applicazioni IoT. Le reti LPWA,

andando a sacrificare il massimo throughput dei devices, ~~ne~~ sono in

grado di gestire un gran numero contemporaneamente, cosa che con le

tecnologie wireless tradizionali non è possibile realizzare.

In questo contesto, i maggiori competitor sono NB-IoT, EC-GSM-IoT

LTE-M, SigFox e Lora. Le prime tre sono una evoluzione delle precedenti

reti cellulari 2G,3G e 4G. Operando su bande di frequenza licenziate,

e necessario che ognuna di queste tecnologie sia approvata dalla

3GPP ( 3rd Generation Partnership Project), la quale si occupa della

standardizzazione dei sistemi di telecomunicazione a livello internazionale.

All’opposto, Sigfox e Lora sono due tecnologie che operano sulle

frequenze ISM (Industrial, Scientific and Medical). Le frequenze ISM

sono uno spettro radio riservato alle applicazioni di radiocomunicazione

non commerciali.

In particolare entrambe le tecnologie operano nella banda degli 868[MHz]

la quale permette una potenza del segnale inviato massima pari a 14[dbm]

ed un duty cycle inferiore al 1%.

**2.3 NB-IoT**

Narrowband IoT (NB-IoT) o LTE Cat NB1 è uno standard certificato nella

release 13 del 3GPP, la quale riutilizza le infrastrutture già presenti, quali

2G, 3G, 4G per la rapida realizzazione di una rete LPWA per l’IoT. Focalizzandosi

sulla durata della batteria, i moduli NB-IoT risultano avere un costo all’unità minore del 75% rispetto ad un normale modulo LTE. Basato sulle frequenze licenziate, NB-IoT è in grado di offrire tre diversi scenari di sviluppo [2]

• standalone, utilizzando qualsiasi spettro disponibile dell’operatore.

• guard band, utilizzando lo spettro libero presente tra due bande

radio, per prevenire interferenze.

• in band, utilizzando lo stesso spettro della banda LTE.

L’obbiettivo che NB-IoT si prefigge è quello di mettere a disposizione una

tecnologia con una elevata copertura ed un basso data-rate. La possibilità

di riutilizzare strutture già esistenti, ed il basso costo per device , rendo

NB-IoT, una delle tecnologie che sta riscuotendo maggiore successo

nel abito IoT.

**2.4 LTE-M**

Dalla realise 8 del 3GPP, diverse nuove tipologie di rete LTE sono disponibili.

La categoria che offre le migliori performance batteria/data-rate è

la categoria LTE Cat-M1 o LTE-M. LTE-M,che a differenza del NB-IoT, rispecchia

LTE in pieno, quindi implementa due moduli di ricezione, **(**è full duplex

supportando la Frequency Division Multiplexing (FDM) e Time Division

Multiplexing (TDM). **)** ***Non ho capito cosa volevi dire***

Risultando adatto per applicazioni con esigenze

diverse da quelle del NB-IoT, è in grado di raggiunger i 5Mbps in uplink

e 10[Mbps] in downlink teorici. Questo tipo di connessione sarà utile per

tutte quelle applicazioni in cui è richiesta una elevata sicurezza del dato

da trasmettere, come ad esempio applicazioni di video-sorveglianza o

automotive .Questa tecnologia ,già disponibile negli Stati Uniti tramite la

rete Verizon, è in fase di roll out per molti operatori europei.

**Sigfox**

SigFox, azienda francese, sta sviluppando in partnership con altri operatori

di rete una soluzione LPWAN basata sulla sua tecnologia. Sigfox

punta alla costruzione di una rete mondiale proprietaria basata su frequenze

ISM. Correntemente SigFox è presente in Francia, Belgio, Olanda

e Portogallo come illustrato nella figura

Gli end-devices comunicano con le varie base stations usando una

modulazione (BPSK) Binary Phase Shift Keying con una banda di soli

100[Hz]. Per via delle regolazioni vigenti nello spettro ISM, è per garantire

una durata della batteria pari ad una decina di anni, il numero

massimo di messaggi inviabili in un giorno è 140, con lunghezza del payload

pari a 12[byte] e un throughput pari a 100[bps]. SigFox si colloca come rete LPWAN con il minore throughput, limitando il numero di

use-case possibili. Inizialmente SigFox supportava solo comunicazioni

unidirezionali, successivamente, ha introdotto la possibilità di avere una

comunicazione bidirezionale, limitando il numero di byte trasmissibili da

gateway a devices a 4-8 bytes per giorno.

**2.7 LoRaWAN**

LoraWAN è una tecnologia di modulazione wireless semi-proprietaria

sviluppata da Semtech. Essa è composta da un layer fisico ,proprietario,

che prende il nome di Lora[3] , e una parte libera chiamata LoRaWAN[4]

nella quale viene definito un protocollo di comunicazione, il quale usa

LoRa come layer fisico. Basandosi su una tecnica di comunicazione a

spread spectrum, LoRa è in grado di instaurare una comunicazione bidirezionale

tra device e gateway. I punti chiave dei questa tecnologia, sono

il grande raggio di copertura , il basso consumo energetico e la capacità

di adattare in maniera dinamica il data rate, il quale può variare dai 0.3 ai

50[Kbps] a seconda dell’utilizzo. Come per SigFox, la tecnologia sviluppata

da Semtech, si basa sulle bande ISM, inoltre Essendo il protocollo

LoRaWAN open source si ha la possibilità di creare delle reti pubbliche o

private senza disporre di alcuna licenza, riducendo così il time to market

di questa tecnologia. Progetti come The Things Network mirano a creare

una rete LoRa ,pubblica è privata, a livello globale.

**Osservazioni**

In questo mercato frammentato, non è semplice capire quale tecnologia

sia adatta a ricoprire una data applicazione. Essendo questi standard

molto giovani, è complicato comprendere le reali potenzialità di ognuna di

queste soluzioni. Quello che è possibile prevedere, sarà un incremento

esponenziale di device che stanno alla base della piramide in figura 2.5,

devices i quali potranno essere utilizzati in innumerevoli settori, non ancora

esplorati dalle tecnologie attuali, come per esempio i contatori della

dell’acqua e applicazioni per l’agricoltura di precisione ~~ecc.~~

Per le aziende, che si apprestano ad investire sul mondo dell’IoT, la

scelta della corretta tecnologia su cui andare a sviluppare i loro servizi

non risulta semplice, in quanto, fattori quali sicurezza, aggiornamenti

software, affidabilità devono essere ancora testate a pieno. Con la figura

2.6 si vuole riassumere in breve i punti chiave delle tecnologie appena

trattate.