

-----1-----

Stvar - objekt iz fizickog svijeta
senzor - opazanje okoline
aktuator - izvršava funkcije

Pametna okolina- integrira veći broj umreženih uređaja pomoću programske platforme

Racunarski oblak - pohrana i obrada podataka iz pametne okoline

Generički model IoTa - u i e U:
konacni skup korisnika
p i e P : konacni skup uređaja
moguci događaji: sense, actuate, send reading
p i ---send reading--> u i
<--sense, actuate--
(proces na umreženom, kor. proc.)

Virtualni entitet - stvarni uređaj

Izazovi IoTa - velik broj uređaja, sigurnost i privatnost, modeli naplate, različiti poslovni modeli

Otvorena pitanja - sigurnost, privatnost skalabilnost, decentralizacija

Lanac vrijednosti - Infrastrukture
- platform - integrator - IoTuser - user

-----2-----

IoT ekosustav - uređaji (senzori i aktuatori)
infrastruktura - nepokretna (optika), pokretna (2g,3g...), bezicna(wlan), osobna (Bluetooth)
-horizontalna, - povezana (racunarstvo u oblaku)

IoT uređaj (mica2, iMote2) - opazanje fenomena, malih dimenzija, troši malo energije, mjeri tlak, temp, svjetlost, zvuk, šalje podatke do sljedećeg senzora ili gatewaya

Actuator - u kombinaciji sa sensorima djeluje na okolinu

Hardver - napajanje (baterija), mikroprocesor (niska cijena, dimenzije, potrošnja), memorija (ograničena), pokrivanje radio predajnika(najviše troši, snaga opada s m^2 udaljenosti)

Mikrokontroler - ram, rom, interna sabirnica
Podjela - bitovi (8,16,32), Arhitektura (ARM, x86, (VonNeumann, Harvard))
Svojstva - cpu power, memory, security, communication

Razlike u odnosu na ad hoc - broj senzora u mreži je znatno veći, postavljaju se gusto, skloni ispadima, stabilna topologija

Vrste mreže senzora - Kopnena (100 - 1000 cheap senzora)
Podzemna - skuplji, u zemlju, stijene
Podvodna - skupi, prenose ih podvodna vozila
Visemedijska - kamere i mikrofoni
Pokretna - senzori na pokretnim telefonima robotima, vozilima

Izazovi - raspored senzora po zemljopisu
- strategija slanja podatka sa senzora

Machine(senzori) to (povezuje krajnje uređaje, pristupna i jezgrena) Machine (racunalni sustav koji upravlja drugim uređajima)

Bezicna - NFC, RFID (cm), BLE, XBee, ZigBee
WLAN WIFI(m)
Pokretna - 2G, 3G, 4G, 5G (km)
Zicna - xDSL, optika

Jezgrena - veza s korisnikom, internetska mreža
Pristupni uređaj - povezuje pristupnu i jezgrenu

NFC - 13.56 Mhz, 106-424 kbit/s, 10cm, indukcija
RFID - tag, aktivni (bateriji) i pasivni (indukcija)

Senzorske pločice - događaji, pametni gradovi

-----3-----

Kratkog dometa: Bluetooth, VLC,
Srednjeg dometa: ZigBee, WIFI,
Z-wave (bezicno), Ethernet, PLC (zicno)
Dugog dometa: LoRa, NB-IoT
(pokretna mreža), fiber, xDSL (zicno), Sigfox

Nelicensirani spektar: prednosti(lakše postavljanje, veći kapacitet), nedostaci(manje regulacija, interferencija, manji domet)

Licensirani spektar: Skuplji, veća regulacija, manje interferencija, veći domet.

Frekvencije - 169 MHz (brojila struja, voda), 433MHz, 868 Mhz (EU), 915 MHz (SAD)

Nacini uštede energije - sleep, deep sleep, wake on radio (ovisi o veličini baterije)

Class 0: ograničenje događajem, sakupljanje iz događaja (npr micanje)
Class 1: vremenskim periodom, SOLARNO
Class 2: ograničenje životnim vijekom, ENC
Class 3: bez ograničenja, spojeno na napajanje

Strategije energije
- isključeno (spajanje po potrebi)
- niska potrošnja (periodičko isključivanje)
- uvijek uključeno (cijelo vrijeme aktivan)

Mrežne topologije - zvijezda, peer to peer, stablo, mesh

IEEE 802.14.4 - standard bezicne tehnologije prijenosa podataka s fokusom na nisku potrošnju
Max brzina: 250 kb/s
Max snaga: 1mW-100mW
Okvir: 127 okteta

Tehnologije koje koriste IEEE -
ZigBee, 6LoWPAN, Thread

FDD 1. vise mogucnosti, 2. slati, primati, usmjeravati pakete
3. kordinator

RFD 1. ogranicenje komunikacijske i sklopovske mogucnosti, 2. malo trosi i spava, 3. komunicira s FFD

Beacon mode 1. duty cycling (cvor moze uci u sleep mode radi smanjenja potrosnje), 2. koriste csma/ca za izbjegavanje sudara okvira

NonBeacon moode: 1. komunikacija od tocke do tocke, 2. kontinuirano osluksavanje stanja

Enkripcijski algoritam - AES

ZigBee: 1. ZigBee je bežični protokol koji se koristi za umrežavanje i komunikaciju IoT uređaja, 2. mala brzina veze, niska potrošnja, malo kasnjenje, sigurna komunikacija
3. do 65k uređaja

NWK: omogućuje stvaranje i upravljanje mrežama, te uspostavljanje sigurnosnih veza između uređaja.

AODV: usmjeravanje paketa do odredista

ZigBee funkcije aplikacijskog sloja: aplikacijski profili, klasteri, krajnja tocka, otkrivanje

ZigBee Kljucevi: master (opcionalni, inicijalna razmjena između 2 uređaja), mrezni (osiguravaju mrežu), poveznice (osiguravaju poruke na aplikacijskoj razini)

ZigBee vs Z-Wave

1. Frekvencija: ZigBee 2,4GHz, Z-wave 868
2. Z-wave je skuplji i zatvoren ekosustav
3. Zigbee najbolji kriptografski sustav, 65k
4. Z-Wave mala udaljenost (100m), 100kb/s

IEEE 802.11ah: standard za povezivanje uređaja u Internetu (IoT) sa velikim udaljenostima, niskom potrošnjom

-----4-----

COAP: 1.slanje i primanje podataka IoT-a
2.REST, UDP, sigurna komunikacija DTLS
coap[s]://<host>[:<port>]/<path>[?<query>]
uri schema + authority + path + query
Prijenos poruka: COAP endpointt (req,res), async

Prednosti: UDP, niska potrošnja, REST,QoS
Nedostaci: uvijek 1 na 1 (izvoriste i odrediste)

Zaglavlje: Version, Type, Token Length, Code
(8 bitni prirodni broj, c.dd (c-0-7,dd-00-31))
Messageld (detekcija visetrukkih poruka)

Klijent Server
-----NON [0xaf5] POST /rea -->

--CON [0x7af8] Get /temp -->
<--ACK [0x78a8] 2.06 Content --
(timeout)--CON [0x7af8] Get /temp-->
<-- ACK [0x78af8] 2.05 Content <temp>

MQTT: objavi - pretplati,kontrolne pakete TCP/IP
(ispravan prijenos paketa, u kombinaciji s TLSom)

Broker: između publishera i subscribera
Client - publisher, subscriber

Faze: session establishment, authnetification,
data exchange, session termination

Razine QoS: razina0(najvise jedan put), razina1
(minimalno jedan put, duplikati), razina2(tocno
jedan put)

Pretplate: FER/sens (samo jedna tema), FER/#
(sve teme), FER/+/sens/+ (bilo koja rijec na
toj poziciji gdje je +)

Formati:

connect (cli->srv, otvaranje konekcije),
connack(cli<-srv),
publish(cli->srv, slanje poruke)
puback(cli<-srv, potvrda),
purec(cli->srv,potvrda o primanju),
pubrel(cli<-srv, otpustanje poruke),
pubcomp(cli->srv, potvrda o uspjesnom prijenosu)

subscribe(cli->srv, zahtijev za pretplatom),
suback (srv->cli, potvrda o pretplati),
suback(cli<-srv, potvrda),
unsubscribe(cli->srv, brisanje pretplate)
unsuback(cli<-srv, potvrda o brisanju),
pingreq (cli->srv, ping zahtijev)
pingresp(cli<-srv, ping resp)
disconnect(cli->srv, zatvara prema serveru)

Prednosti: pouzdana isporuka poruka, vise
odredista, razliciti nivoi QoS
Nedostaci: TCP dodaje overhead, ogranicena
kolicina energije

-----5-----

LPWAN: mala potrošnja energije, na bateriju, velike udaljenosti, manja brzina

Sigfox: francuska tvrtka za slanje poruka IoTa na LPWANum, niska potrošnja, mala brzina, 140 poruka dnevno, poslovni model (naplati pretplate te prodaji uredaja), brzina 100bps

LoRa: fizički sloj, LoraWAN: protokol i arhitektura

Klase:

A(napajanje baterijama, mehanizam ALOHA)

B(primanje u raspoređenom vremenskom periodu)

C(otvoren prozor za primanje)

ChirpStack Mrežna infrastruktura:

GateWay Briidge(kom. s gatewejem)

Network Server(implementacija servera)

Application Server (--/--), GateWay OS (linux)

Informacije aktivacije: 1adresa uredaja(32b, jedinstven, koriste ga krajnji uredaji, mrežni, aplikacijski srv) 2ključ mrežne sjednice(128b, AES, krajnji uredaji)

Metode aktivacije: OTA A(jedinstveni identifikator) ABP(dijeljeni ključevi pohranjuju na krajnji uredaj)

LTE-M: povezivanje IoTa na mobilne mreže

LTE Cat-0: do 1 Mbpsa, half duplex

LTE Cat-1: dow/upl(10Mbps/5Mbps), i zvuk i video

LTE Cat-M1: 375Kbps/1Mbps, 50% manja snaga

NB-IoT: bezicna tehnologija za spajanje IoTa, 7x veci domet, niska potrošnja, velik broj uredaja, 26kbps

Smjestaj kanala : između/unutar 2 LTE, mjestu GSM

Odabir tehnologije: domet, sigurnost, cijena, brzina

-----7-----

1) Jednostavne lozinke - isticanje sjednice?

2) Nesigurni mrežni servisi - OpenVAS

4) Secure update - nuzno, nesigurni update

5) zastarjele komponente, sakupljanje podataka

7) nepostojanje šifriranje, nadzor IoTa

-----6-----

Ograniceni resursi - ram, cpu, psu

Uredaji kategorije 0 - ne implementiraju IP

stack i sigurnosne mehanizme, isto i 1

(podrška CoAP), 2 implementira IP

Mreža ograničenih resursa

LLNs - ograničena energija, do par stotina kbit/s

Topologije - star, mesh, P2P

IP prikladan za umrežavanje - otvoren, skalabilan stabilan

6LoWPAN - optimizacija IPv6 paketa u mrežama

s ograničenim resursima, najmanji MTU 1280B,

najveći 127B, mehanizmi prilagodbe (kompresija

headera, fragmentacija paketa, mesh adresiranje)

RPL - usmjeravanje paketa u mrežama ograničenih resursa (distance vector protocol)

DAG - graf bez usmjerenih petlji

DODAG - jedan korijenski cvor, do 3 roditelja

Vrste - root (inicijalizira topologiju),

router node (između roota i leafa,

usmjerava pakete), leaf (na dnu)

Kontrolne poruke - DIS (Router Solicitation)

DIO (Odgovor na DIS), DAO (propagacija)

Nacini rada RPLa - storing (svi cvorovi imaju

tablice) nonStoring (rubni router imaju

tablice, manje rama, cpu, duži putevi, više

energije)

DIS ->, <-, DIO ->, DAO <-, DAO-ACK ->