

3. preza

Navedite tehnologije kratkog/srednjeg/dugog dometa za komunikaciju uređaja u IoT-u.

- kratki: IEEE 802.15.4, VLC, Bluetooth
- srednji: ZigBee, IEEE 802.15.4 XBee, IEEE 802.11 WiFi, IEEE 802.11ah(na granici s dugim), IEEE 802.3 Ethernet
- dugi: LoRaWAN, NB-IoT, SigFox, 2G-5G, optika, xDSL

Usporedite prednosti i nedostatke nelicenciranog i licenciranog spektra.

Nelicencirani: **prednosti** su lakše postavljanje i veći kapacitet (brzina prijenosa), a **mane** interferencija, zatvoreni prostor skraćuje domet i veća je potrošnja energije

Licencirani: **prednosti** veći domet, manja potrošnja energije i prolazi kroz zidove, a **mane** manji kapacitet i za neke je potrebna dozvola, veća cijena

Koje su uobičajene frekvencije ispod 1GHz koje se koriste u IoT-u?

- 169 MHz za brojila
- 433, 868, 915 MHz za 802.15.4, SigFox, LoRaWAN, 802.11ah
- 779-787 MHz u Kini

Kako je moguće uštedjeti energiju kod IoT uređaja?

- isključivanjem pojedinih dijelova za vrijeme rada
- korištenjem bežičnih komunikacija koje troše puno manje energije
- korištenjem optimiziranih komponenti koje troše manje energije

Navedite i objasnite klase energetske ograničenja.

- klasa E0: Ograničenjem događajem - skupljanje energije iz događaja, npr. micanjem
- klasa E1: Ograničenje vremenskim periodom - periodična zamjena ili punjenje
- klasa E2: Ograničenje životnim vijekom - nema zamjene baterija, kad crkne mijenja
- klasa E3: Bez ograničenja - priključeno na napajanje

Navedite i objasnite strategije korištenja energije za komunikaciju.

- P0: Normalno je isključeno- ponovno spajanje po potrebi. Glavna optimizacija je smanjiti energiju ponovnog priključenja
- P1: Niska potrošnja- Periodično uključivanje. Povremeno uključivanje u mrežu. Potrebno podešavanje perioda
- P2: Visoka potrošnja- Cijelo vrijeme može komunicirati. Optimizacija sklopovlja

Navedite 4 mrežne topologije i gdje se koriste.

- zvijezda: WiFi
- mesh: Z Wave
- P2P: mreža ograničenih resursa

- stablo: DODAG

Navedite 3 tehnologije koje koriste IEEE 802.15.4.

- ZigBee
- 6LoWPAN
- ZigBee IP
- WirelessHART
- Thread

Koja je razlika između FDD (full-function device) i RFD (reduced-function device) klasa uređaja u IEEE 802.15.4?

FDD - podržava sve mogućnosti, može primati, slati i usmjeravati pakete, može biti koordinator

RFD- ograničene komunikacijske i sklopovske mogućnosti, samo krajnji čvor u mreži, mogu trošiti manje energije i spavati, može komunicirati samo s FFD-ovima

Koja je razlika između sljedeća dva načina rada u IEEE 802.15.4: beacon-mode i non-beacon mode?

Beacon mode: koordinator upravlja i sinkronizira prijenos podataka, dok svi ostali čvorovi oslušuju beacon, nema osluskivanja kanala, ako je nedostupan koristi se time backoff, ima duty-cycling, čvorovi mogu koristiti vremenske odsječke koje im dodijeli koord.

Non-beacon mode: za komunikaciju svaki sa svakim, oslušuju kanal i šalju kad mogu

Koji algoritam za šifriranje se koristi u IEEE 802.15.4?

AES128

Što je ZigBee?

Zigbee je bezicni komunikacijski protokol, dizajniran za primjene koje zahtijevaju malu brzinu veze, nisku potrošnju energije i sigurnu komunikaciju

Brzine do 250kbps

do 65k čvorova u mreži

temeljen na IEEE 802.15.4

Koje su funkcije mrežnog sloja (NWK) u ZigBeeju?

Pokretanje mreže, sinkronizacija, priključivanje i napuštanje mreže, konfiguracija, adresiranje, sigurnost, usmjeravanje(AODV)

Što je AODV i čemu služi?

Ad-Hoc On-demand Distance Vector Routing, protokol za umjeravanje održava tablice usmjeravanja na putu među čvorovima koji želi komunicirati koristi preplavlivanje porukama RREQ, a nazad dobiva RREP

Koje vrste sigurnosnih ključeva postoje u ZigBeeu i čemu služe?

- Master ključevi: opcionalni, koriste se za inicijalnu razmjenu tajni između dva uređaja, ključevi iz trust centra su Trust Centre Master Keys, a ostali Application Layer Master keys
- Mrežni ključevi: osiguravaju mrežu, isti ključ imaju svi uređaji u mreži, kod visoke sigurnosti sve treba prenositi kriptirano
- Ključevi poveznice: opcionalni, osiguravaju poruke na app razini

Koje je razlika između ZigBeeja i Z-Wavea?

Z wave ima manju brzinu prijenosa, samo 4 prijenosa poruka u mreži, max. 232 uređaja u mreži sto je puno manje nego zigbeejevih 65k,

Što je IEEE 802.11ah i koja su mu svojstva?

to je varijanta WiFi-ja, prilagođen za rad ispod 1GHz, domet do 1km, max brzina 100kbps primjene: brojila i senzori, agregacija podataka u industrijskim postrojenjima, proširivanje wifija na otvorenom prostoru

5.preza

Koja su osnovna svojstva LPWAN-a?

- mala potrošnja energije
- velike udaljenosti = mala frekvencija
- uređaji mogu raditi na baterije
- manja brzina prijenosa informacija

Čemu služi Sigfox?

služi za slanje male količine podataka u praskovima (burst) alarmi, brojila, senzori okoline (ne velike preciznosti)

Koliko se dnevno podatka može poslati pomoću Sigfoxa?

6 poruka na sat (1% duty cycle)

24 * 6 poruka dnevno

12 okteta max za poslat

Kakav je poslovni model Sigfoxa?

patentirana i zatvorena tehnologija, koristi nelicencirani pojas

Koja je razlika između tehnologija LoRa i LoRaWAN?

LoRa definira fizički sloj

LoRaWAN definira protokol i arhitekturu sustava

Od koja 4 elementa se sastoji mrežna arhitektura LoRa?

End node, Koncentrator, Network server, App server

Objasnite razliku između 3 klase LoRa uređaja.

- klasa A: najbolje za napajanje baterijama, koristi se ALOHA, svi uređaji u mreži podržavaju ovaj način rada, slanje podataka na uređaj moguće je samo nakon neuspješnog slanja
- klasa B: primanje u raspoređenom vremenskom okviru, prima signal za sinkronizaciju od GW-a
- klasa C: kontinuirano ima otvoren prozor za primanje, primanje se zaustavlja samo kad se šalju podaci

Objasnite 2 načina aktivacije uređaja u LoRa.

OTA - over the air activation, temelji se na globalnom jedinstvenom identifikatoru

APB (Activation By Personalization) - Dijeljeni ključevi se pohranjuju na krajnji uređaj pri proizvodnji, vrijede samo za specifičnu mrežu

Čemu služi LTE-M?

služi za M2M komunikaciju

Koja je razlika između: LTE Cat-0, LTE Cat-1 i LTE Cat-M1?

cat 0: brzine prijenosa do 1 Mbps, half-duplex, power saving mode

cat 1: brzine do 10 Mbps (DL) i 5 Mbps(UL), može se audio i video prenositi, manja potrošnja energije i moguće na 2G i 3G prebaciti

cat M1: širina pojasa smanjena sa 20MHz na 1,4MHz, jednostavniji uređaji i manja potrošnja, smanjena izlazna snaga za 50%, brzine 375 Kbps ili Mbps, dodatni mehanizmi omogućuju kratko spavanje

Što je NB-IoT i koja su mu svojstva?

NarrowBand IoT, LPWA tehnologija za povezivanje IoT uređaja koji ne zahtijevaju velike brzine prijenosa.

želi se postići trajanje baterije od 10 godina (5Wh baterija), dodatna pokrivenost prostora i mala cijena modula

širina kanala samo 180kHz

nema prijenosa zvuka ili videa

nema pokretnosti među ćelijama

max gubitak signala 164dB, slično kao SigFox i LoRaWAN

max brzina prijenosa je oko 26Kbps DL i 62Kbps UL

Kako se može smjestiti NB-IoT kanal?

- između dva LTE kanala

- na mjestu GSM kanala
- unutar LTE kanala

O čemu ovisi odabir neke tehnologije za neko IoT rješenje?

ovisi sto nam je bitnije imati. niti jedna tehnologija nije savršena tako da moramo vidjeti koje karakteristike su nam potrebne i prema tome odabrati tehnologiju koja nam najbolje odgovara

6.preza

Navedite obilježja različitih kategorija uređaja ograničenih resursa.

Klasa 0: izrazito ograničeni resursi, ne implementiraju IP stack i sigurnosne mehanizme

Klasa 1: ne implementiraju cijeli IP stack, podržavaju CoAP

Klasa 2: implementira cijeli IP stack

Koja su obilježja mreže ograničenih resursa?

- mreža čvorova s ograničenim izvorom energije
- potencijalno dug period neaktivnosti čvorova, mali generiran promet
- ograničena propusnost i širina pojasa: od nekoliko do nekoliko stotina kbps
- težak radijski kanal
 - ISM
 - sum, interferencija
 - nestabilan sloj linka
 - ne preporučuje se brza retransmisija zbog ograničene propusnosti

Zašto je protokol IP pogodan za umrežavanje uređaja ograničenih resursa?

- zato jer je IP jedinstven protokol koji je neovisan o nizim i visim slojevima IP stack-a
- otvoren je, skalabilan i stabilan
- doduse potrebne su optimizacije protokola zbog ograničenih resursa

Objasnite zašto je potrebna prilagodba protokola IPv6 za uređaje ograničenih resursa koji koriste IEEE 802.15.4. Objasnite mehanizme prilagodbe koje uvodi protokol 6LoWPAN

- potrebna je zato jer je MTU IPv6 1280 okteta, a MTU od IEEE 802.15.4 je 127 okteta.
- mehanizmi:
 - kompresija zaglavlja
 - fragmentacija paketa
 - Mesh-adresiranje

Objasnite što je DODAG i koje vrste čvorova koristi protokol RPL

- to je usmjereni graf bez usmjerenih petlji koji ima samo jedan korijenski cvor.
- svaki cvor održava maks 3 roditelja koji osiguravaju put do korijena
- RPL koristi:
 - DODAG root: korijenski čvor, inicijalizira topologiju, održava stanje, to je zapravo rubni usmjeritelj
 - RPL Router Node: uređaj koji može usmjeravati i generirati pakete, nalazi se između leaf i root čvorova, sadrži routing za svoje cvorove-djecu
 - RPL Leaf Node: usmjerava samo svoje pakete prema roditelju/ima

Analizirajte prednosti i nedostatke non-storing modela rada protokola RPL

prednosti - manje generiranog prometa, manje memorije potrebno u čvorovima, bolja skalabilnost zbog manjeg overheada, fleksibilniji routing

nedostaci - ako root poslužitelj ispadne gubi se skroz svaka informacija o usmjeravanju jer samo on sadrži tu informaciju, veci overhead paketa