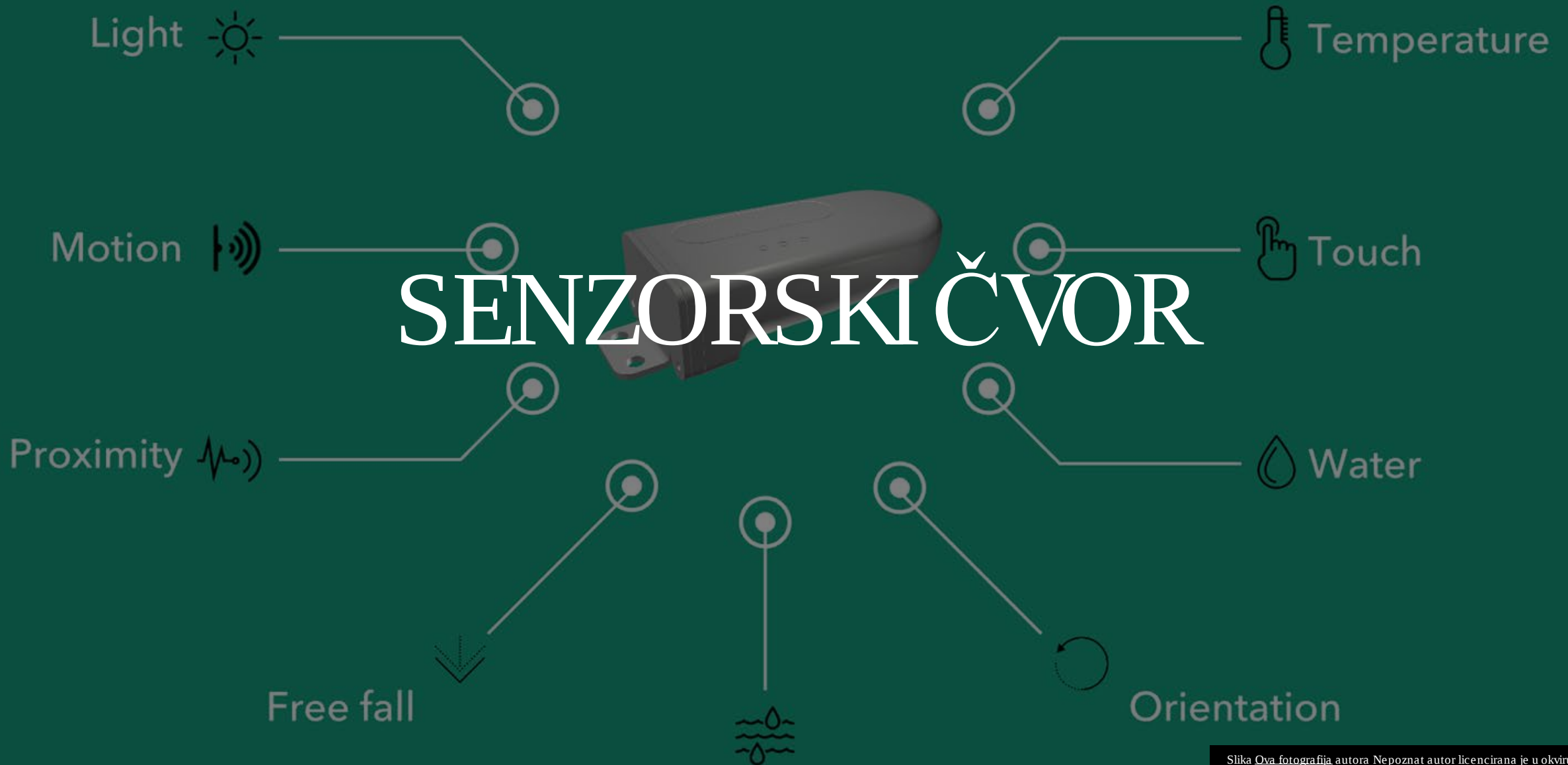


SENZORSKI ČVOR



Bežične senzorske mreže se sastoje od velikog broja prostorno raspoređenih i baterijski napajanih senzorskih čvorova koji imaju mogućnost da senzuju fizičko okruženje, primene potrebna izračunavanja nad dobijenim podacima i komuniciraju korišćenjem radio interfejsa

Senzorski čvor u okviru bežične senzorske mreže je tipično opremljen senzorom (pretvaračem), radioprimopredajnikom, mikrokontrolerskom jedinicom i izvorom napajanja (obično baterija).

- Senzor (pretvarač) konvertuje senzovane fizičke efekte i fenomene u električne signale.
- Mikrokontrolerska jedinica obrađuje i čuva senzovane podatke.
- Radio-primopredajnik je odgovoran za prijem i slanje paketa podataka drugim senzorskim čvorovima ili pristupnoj tački.



Senzorski čvor sadrži bateriju veoma malog kapaciteta, kao jedinicu napajanja, i pošto se rasporedi u svom radnom okruženju ona se više ne može puniti ili zameniti, tj. česta zamena baterije nije praktična zbog nepristupačnog i često neuslovnog okruženja kao i velikog broja čvorova u okviru mreže

OGRANIČENJA

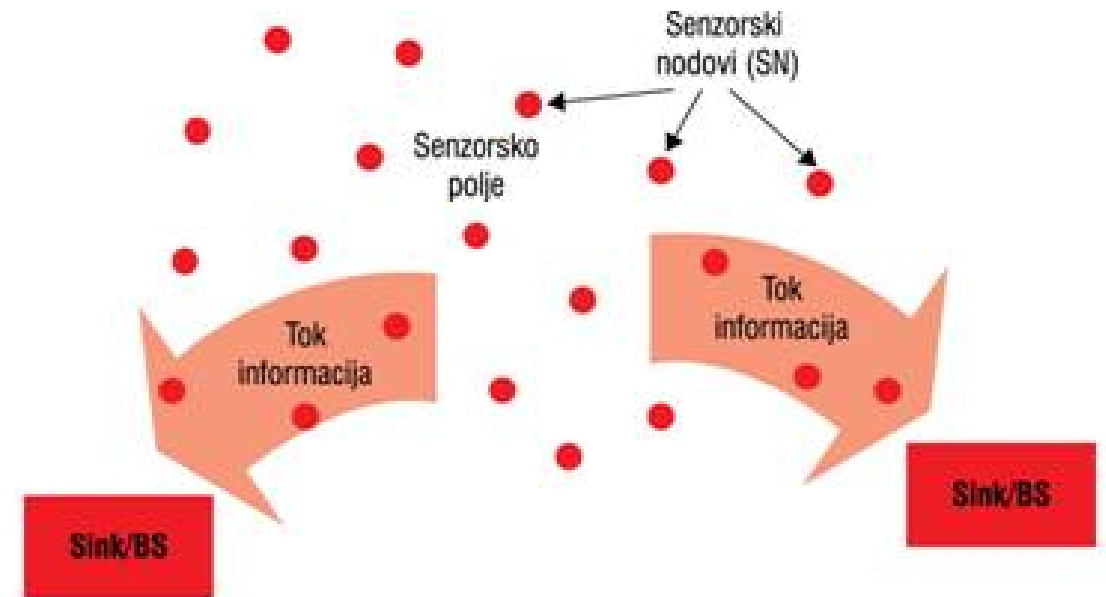
BEŽIČNA SENZORSKA MREŽA JE OGRANIČENA:

- ✓ količinom energije koja je dostupna od strane baterije malim senzorskim čvorovima,
- ✓ propusnim opsegom,
- ✓ procesorskom moći



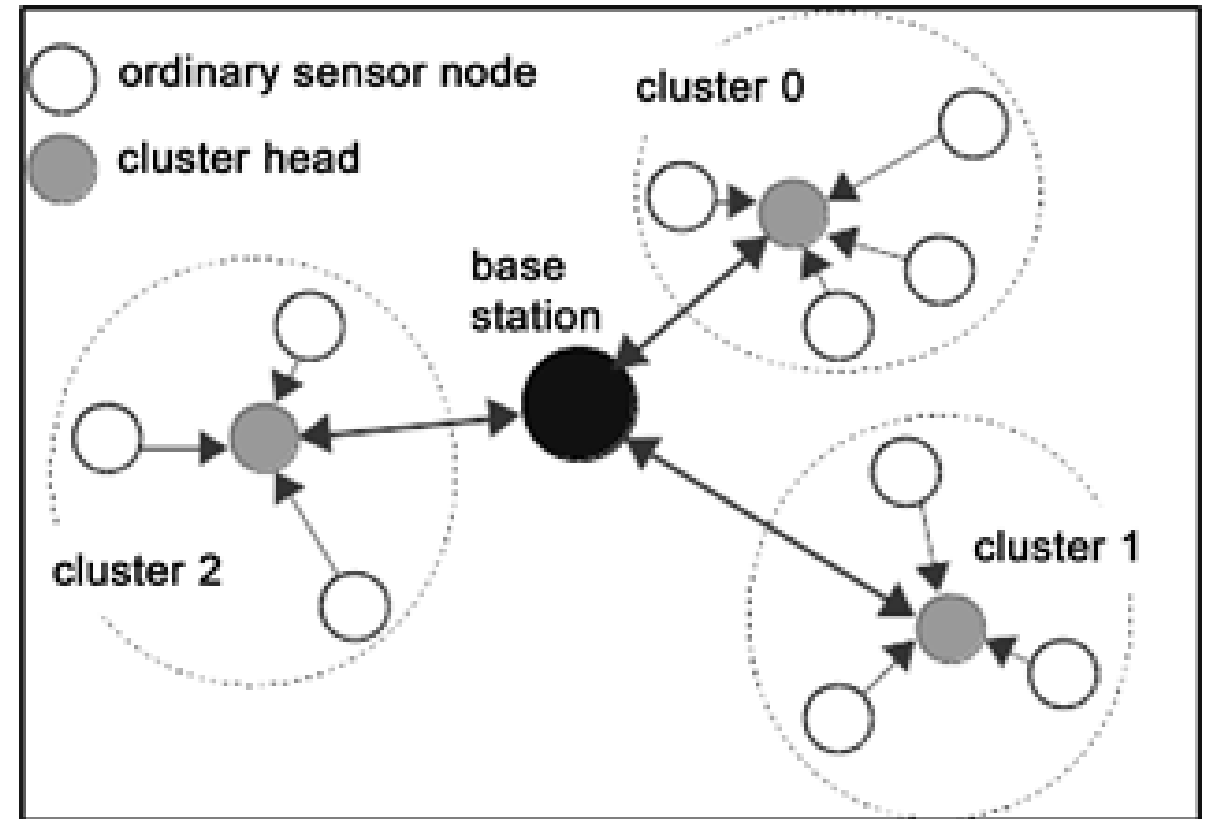
Mrežni vremenski protokol (*Network Time Protocol -NTP*) nije održivo zbog navedenih ograničenja

- komunikacijske veze između senzorskih čvorova kod bežičnih senzorskih mreža su veoma nestabilne.



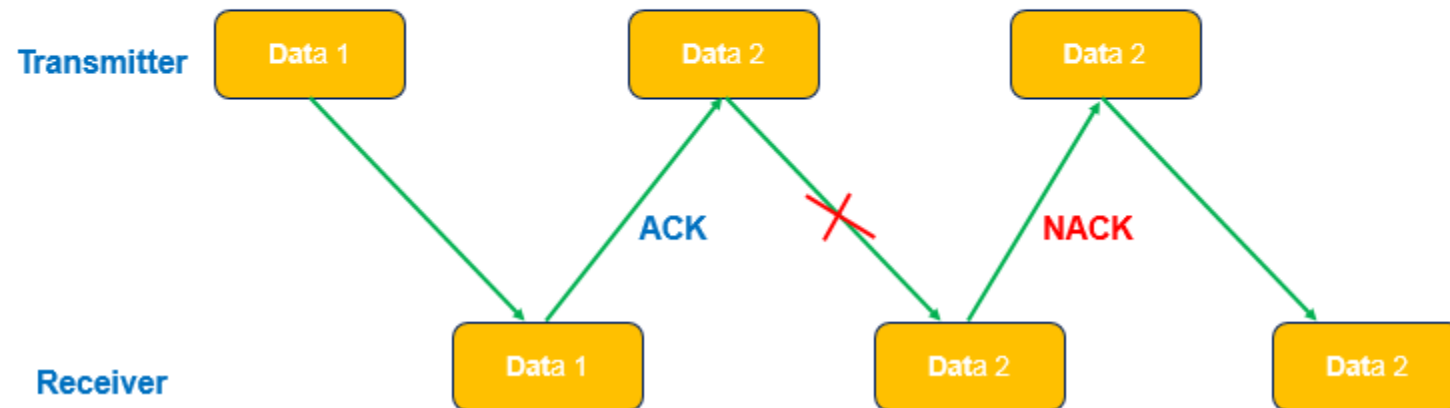
Automatic Repeat reQuest (ARQ), Forward Error Correction (FEC).

- Cilj je da se ugradi funkcija tolerancije na greške u bežičnoj mreži, posebno u slučaju kada dođe do greške tokom prenosa podataka po linku



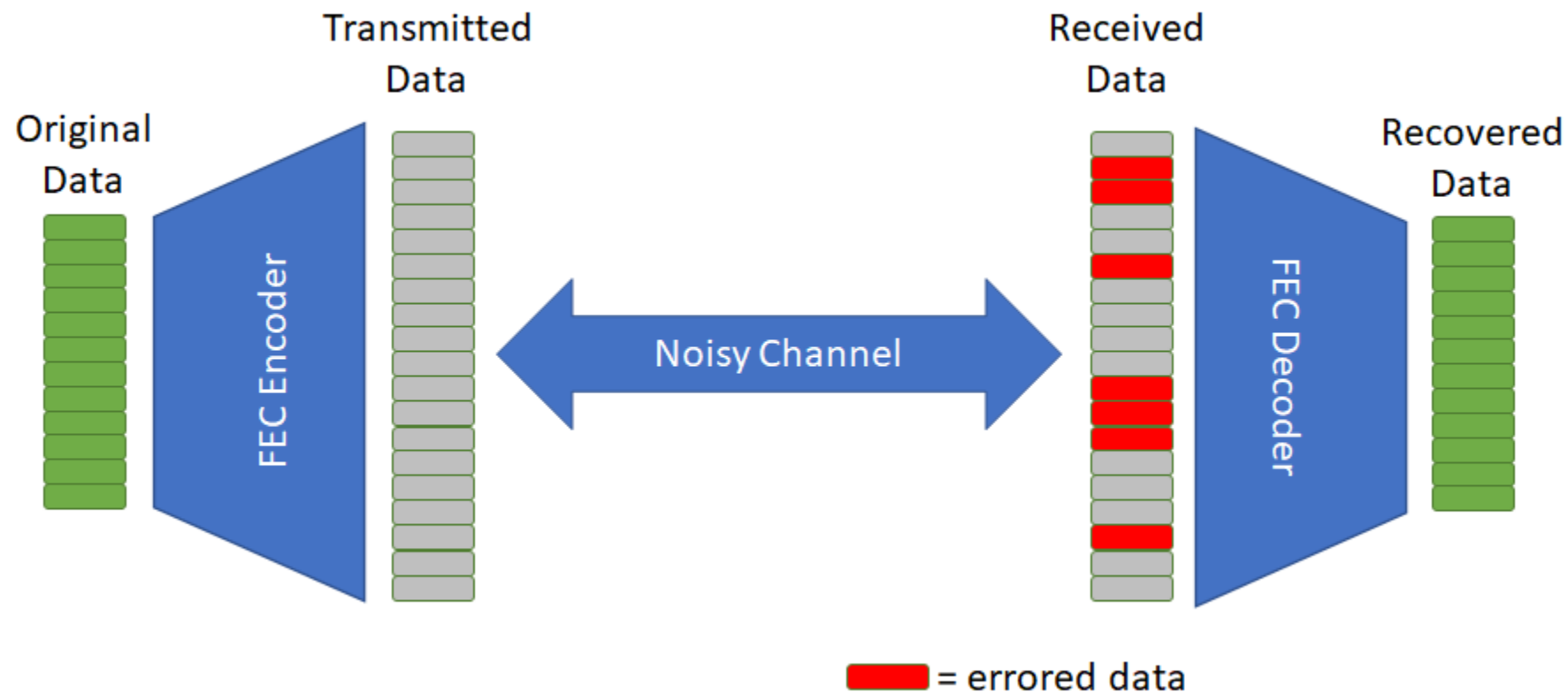
ARQ

Automatic Repeat Request (ARQ)

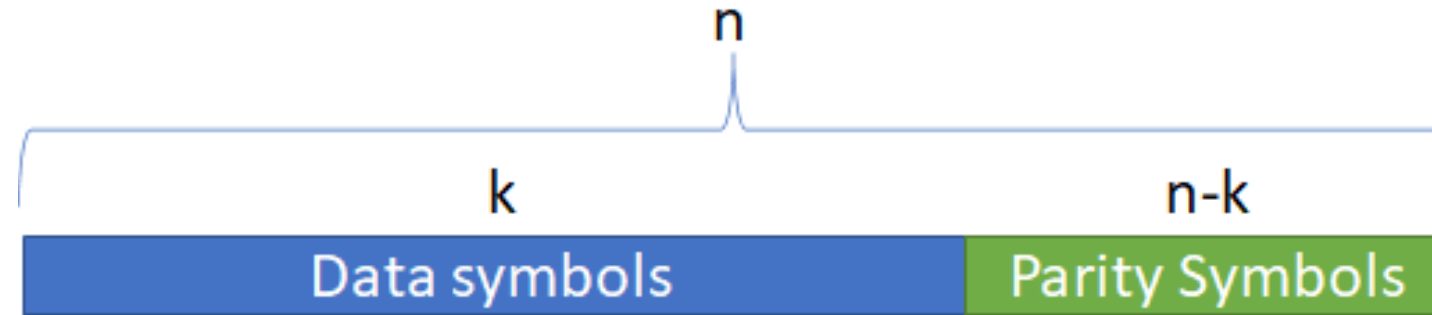


ARQ (Automatic Repeat Request) se odnosi na automatski zahtev za ponovno slanje, tj. ako pošiljalac ne primi potvrdu (ACK) pre isteka vremenskog ograničenja, primaoc odbacuje loš paket i pošiljalac ponovo šalje paket.

FEC



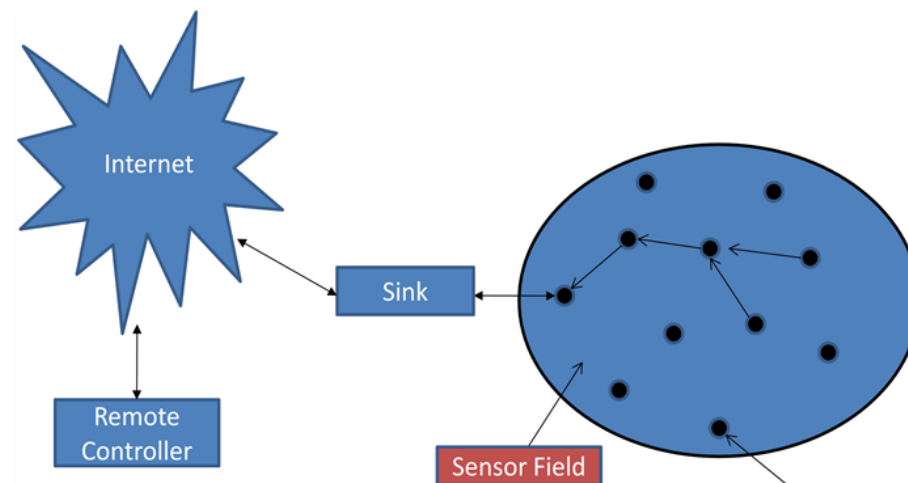
Neobrađeni prenosni podaci predstavljeni su kao niz poruka u . FEC enkoder transformiše poruku u kodnu reč dodavanjem suvišnih podataka, pre ulaska u nepouzdan ili noise kanal. Dodatna redundantnost omogućava dekoderu prijemnika da otkrije ograničen broj grešaka koje se mogu pojaviti u poruci, a često i da ispravi ove greške bez ponovnog prenosa, s ciljem da originalna sekvenca poruke se uspešno vraća na izlazu dekodera.



Ovi dodaci sadrže dovoljno informacija koje omogućavaju FEC dekozeru na prijemu da rekonstruiše originalnu poruku bez grešaka. Iako FEC dodaje dodatne, redundantne podatke, njegova vrednost je u izbegavanju celih blokova sa greškama, što štedi propusni opseg i kašnjenje koji bi inače bili potrebni za retransmisiju.

FEC koristi ' n ' simbola kodnih reči sastavljenih od stvarnog bloka podataka koji se prenosi, koji je dužine ' k ' simbola, i paritetnog bloka koji je dužine $n-k$ simbola

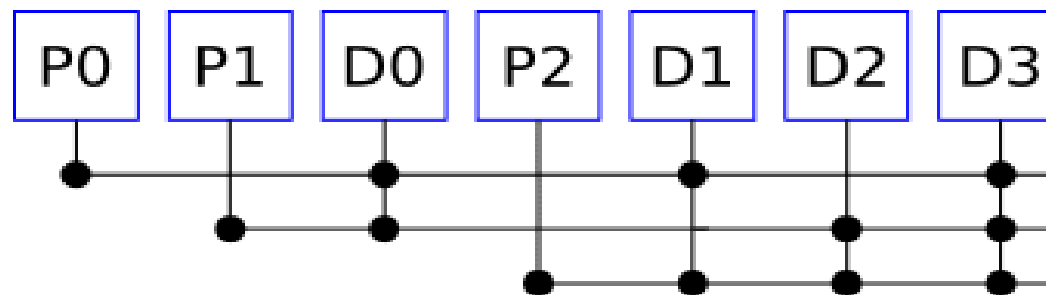
- Tri glavne aktivnosti na koje senzorski čvor troši energiju su
 - senzovanje,
 - obrada podataka
 - komunikaciju.
- Za svaku od navedenih aktivnosti koju preduzima, senzorski čvor troši različitu
- količinu energije.
- Da bi se smanjila potrošnja energije u senzorskom čvoru kao jedino moguće
- rešenje nameće se korišćenje kombinacije različitih tehnika za smanjenje potrošnje.



Slika Ova fotografija autora Nepoznat autor licencirana je u okviru CC BY

- „Studije istraživanja takođe pokazuje da je energija potrebna za prenos jednog bita informacije približno ista kao i energija neophodna za izvršenje hiljadu operacija u procesoru tipičnog senzorskog čvora,,
-

- U velikom broju praktičnih primena *FEC* šeme kodiranja obuhvataju *erasure* i *Hamming* kodove.
- Hammingovi kodovi imaju nekoliko bitova parnosti, od kojih svaki pokriva različiti deo poruke. Najjednostavniji (značajan) Hammingov kod je onaj sa tri bita parnosti za četvorobitni podatak.

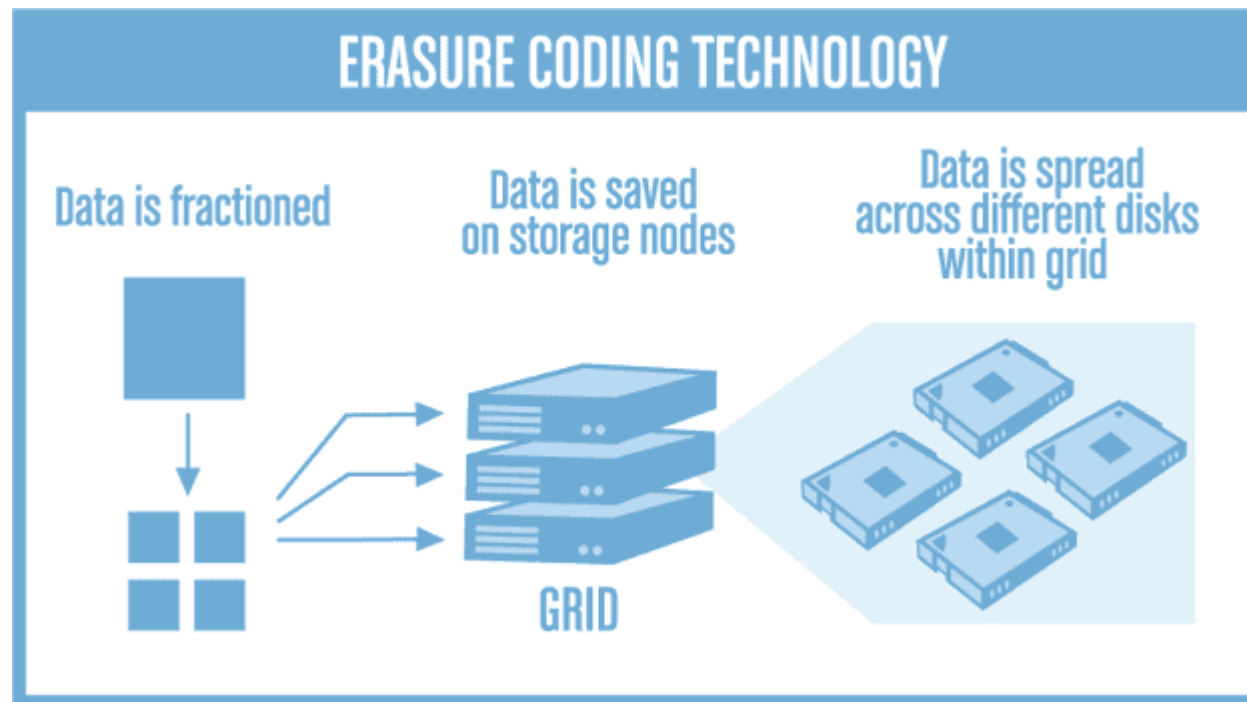


Hammingov kod je sistem za ispravku grešaka koji može otkriti i ispraviti greške kada se podaci čuvaju ili prenose. Zahteva dodavanje dodatnih bitova parnosti uz podatke. Često se koristi u ECC (error correction code) RAM-u. Nazvan je po svom tvorcu, Richardu W. Hammingu.

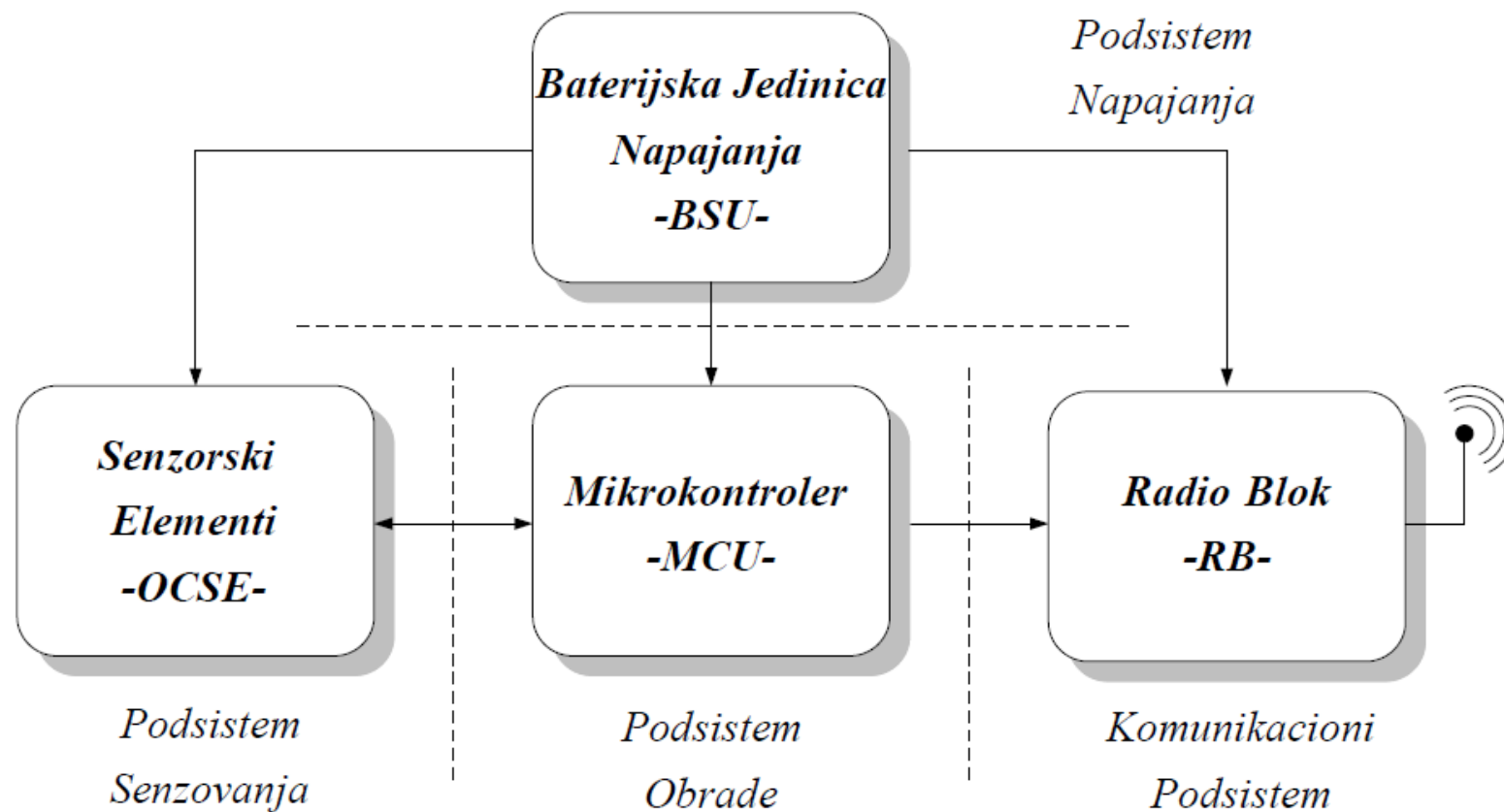
Kada se podaci prenose ili čuvaju, moguće je da će podaci postati oštećeni. To može uzrokovati zamenu bitova, gde se binarni 1 pretvara u 0 ili obrnuto. Kodovi za ispravku grešaka nastoje da pronađu kada je greška unesena u neke podatke. To se postiže dodavanjem bitova parnosti ili redundante informacije uz podatke.

ERASURE CODE

- Kod za brisanje je kod za proaktivnu korekciju grešaka (FEC) pod pretpostavkom izbrisanih bitova (umesto grešaka bitova), koji transformiše poruku od k simbola u dužu poruku (kodnu reč) sa n simbola tako da se originalna poruka može rekonstruisati iz podskupa n simbola.



STRUKTURA SENZORSKOG ČVORA



Mikrokontroler (*MCU*) - u našem rešenju označen kao podsistem za obradu, kontroliše rad svih sastavnih podсистема unutar senzorskog čvora i vrši obradu podataka.

Mikrokontrolerski podsistem obuhvata mikrokontroler i memoriju za lokalnu obradu podataka. Većina postojećih praktičnih realizacija ovog bloka podrazumeva korišćenje sledećih mikrokontrolera *MSP430 Texas Instruments*,

Strong ARM Intel ili *AVR Atmel*. Izbor zavisi od velikog broja faktora proizašlih iz oblasti primene senzorskog čvora. Ovi mikrokontroleri, po svojoj arhitekturi, omogućavaju da neke od svojih unutrašnjih komponenti ili periferija potpuno isključe kada su u stanju mirovanja ili spavanja.

Senzorski elementi izvan čipa (*OSCE*) - koji se zove podsistem senzovanja, implementiran kao skup pasivnih i aktivnih senzora (analogni ili digitalni) koji konvertuju ulazne informacije iz spoljašnjeg okruženja u električne signale.

U većini aplikacija bežični senzorski čvorovi se koriste za praćenje parametara iz okruženja kao to su svetlost, pritisak, vibracije, protok u cevima, temperatura, ventilacija, električna energija itd.

Senzorski elementi generišu naponske ili strujne signale na svojim izlazima koji se najpre pojačavaju (kondicioniraju), a zatim se digitalizuju pomoću analognodigitalnog konvertora nakon čega se obrađuju, memorišu i predaju

Radio blok (RB)

- Radio blok (RB) - implementiran je kao primopredajnik kratkog dometa koji senzorskom čvoru obezbeđuje bežičnu komunikaciju sa pristupnom tačkom ili drugim senzorskim čvorom unutar bežične senzorske mreže

- U pogledu potrošnje električne energije ovaj blok predstavlja dominantnog potrošača u okviru senzorskog čvora i kao takav predmet je mnogih pokušaja smanjenja potrošnje i to
 - na:
 - 1) nivou kola razvijanjem energetske efikasnosti RF kola, i
 - 2) na sistemskom nivou korišćenjem RF komunikacije (ogledaju se skraćivanju dometa komunikacije, minimiziranju količine podataka koji se šalje putem RF veze, korišćenjem energetske efikasnosti komunikacionih protokola ili isključivanjem primopredajnika tokom neaktivnih perioda tj. korišćenjem duty-cycling koncepta).

Jedinica baterijskog napajanja (*PSU*)

Jedinica baterijskog napajanja (*PSU*) - deo je podsistema za napajanje koji je odgovoran za obezbeđivanje odgovarajuće vrednosti napona napajanja za svaku pojedinačnu komponentu hardvera u senzorskom čvoru koristeći bateriju kao izvor energije. Takođe, deluje kao kontrolna jedinica koja pojedinačno, po potrebi, uključuje/isključuje napajanje pojedinih ili svih blokova u okviru senzorskog čvora.

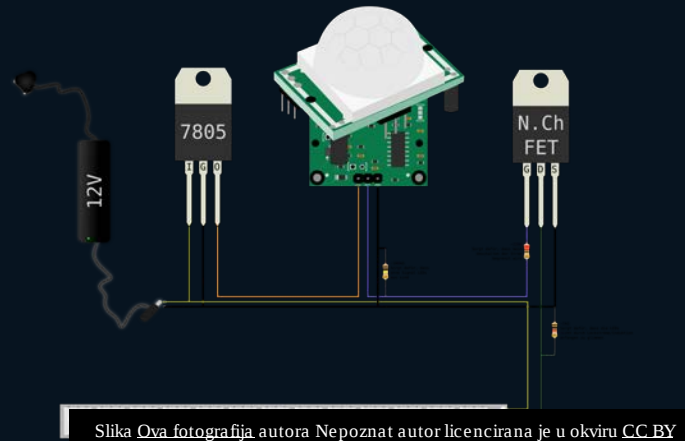
Povezivanje senzorskih elemenata - senzora

U okviru arhitekture senzorskog čvora senzorski elementi se mogu implementirati kao:

- Sastavni delovi na čipu - tipično za buduću generaciju bežičnih dizajna senzorskih čvorova (napredni sistemi na čipu (*SoC - System on Chip*))
- Sastavni delovi van čipa - senzorski čvor se sastoji od diskretnih komponenti tipičnih za trenutno dostupne bežične sisteme senzorskog čvora ("na polici").

Tipovi senzora u bežičnim senzorskim mrežama

Senzori pokreta

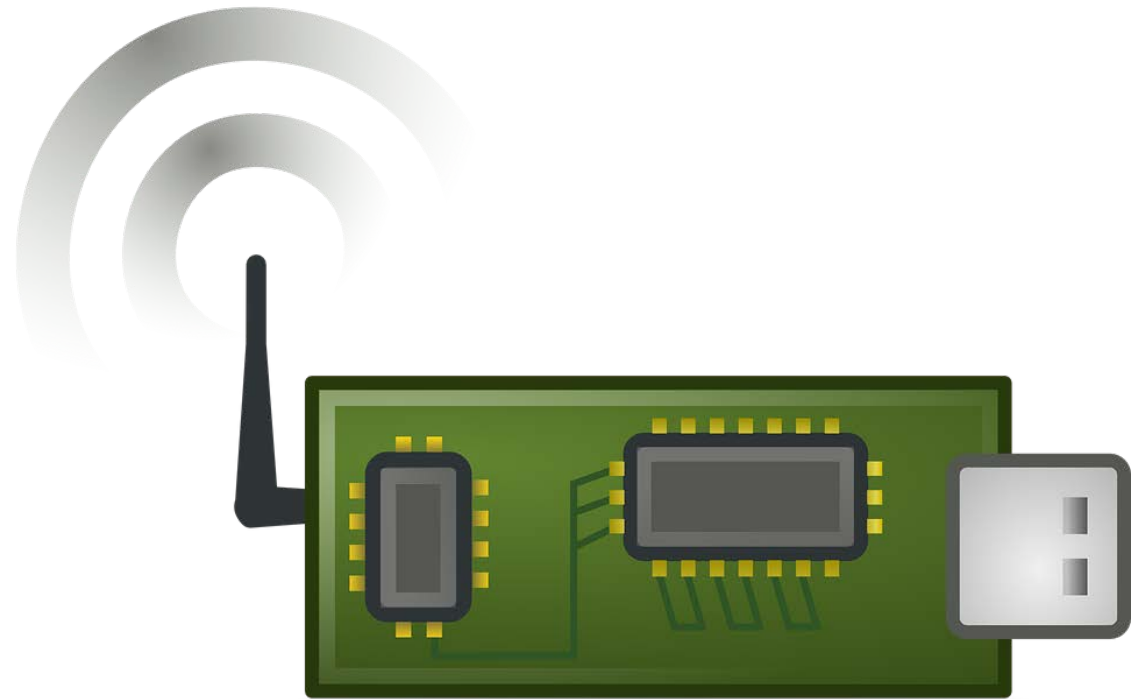


Senzori pokreta opisuju orijentaciju i kretanje senzorskog čvora, u slučaju da je čvor mobilan, i tu spadaju akcelerometar, žiroskop i magnetometar.

Pored toga, mnogi senzorski čvorovi sadrže virtuelne senzore kao što su senzor rotacije, linearni senzor ubrzanja, senzor gravitacije i senzor pokreta koji obuhvataju specifične aspekte jednog ili više osnovnih harverskih senzora.

Bežični senzori

Bežični senzori šalju i primaju informacije iz spoljašnjih izvora i tu spadaju senzori kao što su *GSM, GPS, Wi-Fi, Bluetooth, NFC (Near Field Communication)* i infracrveni senzor.



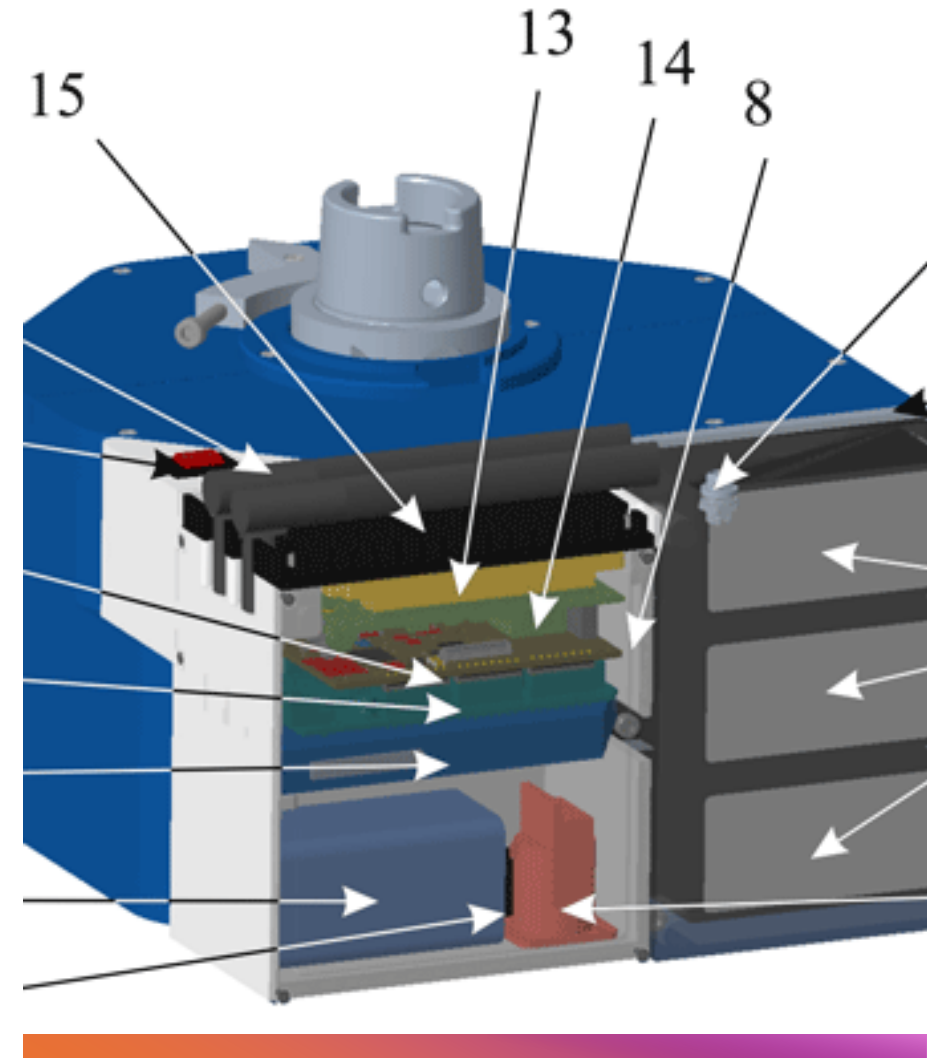
Senzori ambijenta

- Senzori ambijenta (okoline, životne sredine) senziju razne informacije iz neposrednog okruženja čvora i tu spadaju mikrofoni, kamera(e), senzor svetlosti, senzor blizine, pritiska, vlažnosti i temperature.



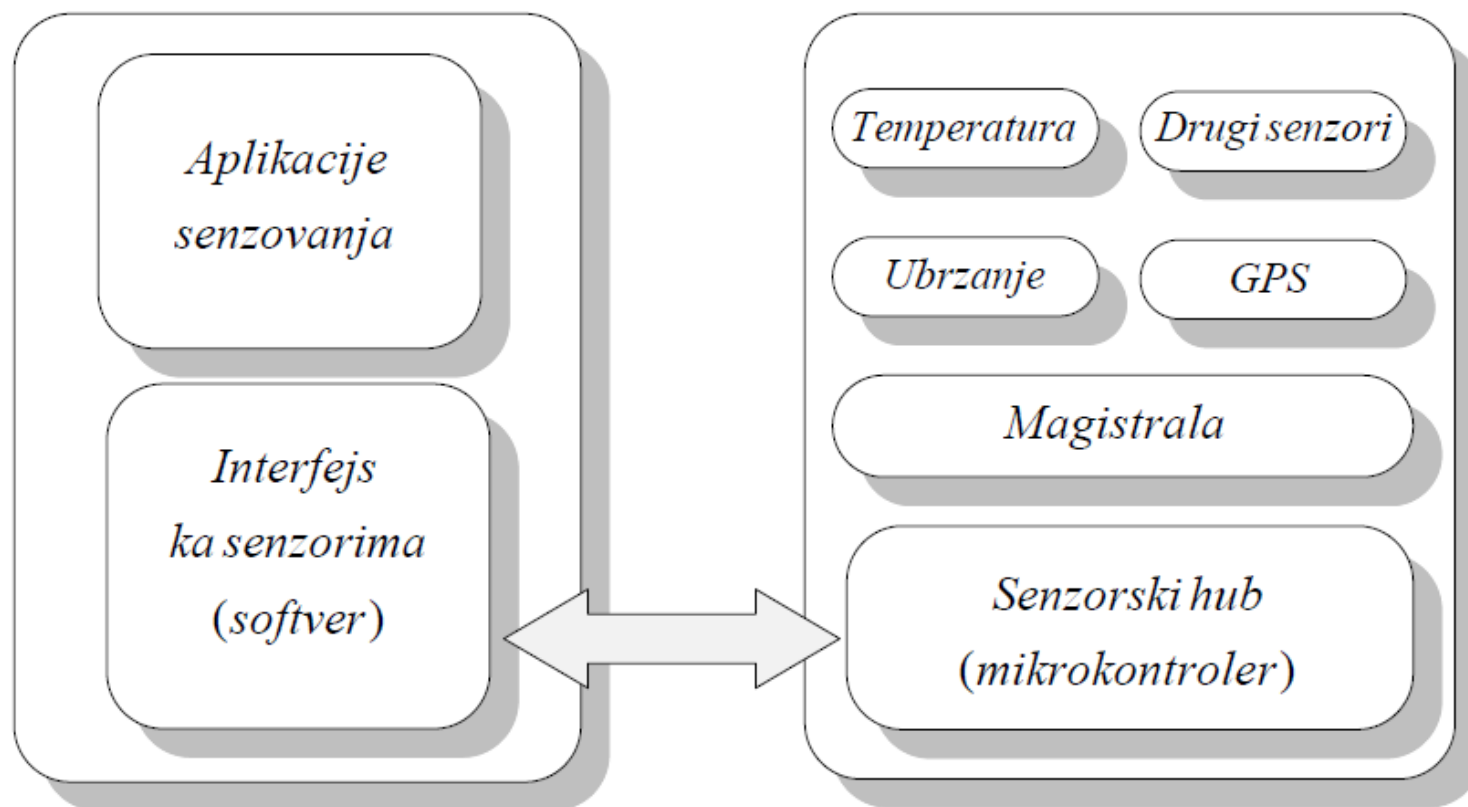
Interno ugrađeni senzori

- Interno ugrađeni senzori za praćenje stanja glavnih funkcija bežičnog senzorskog čvora kao što su: nivo napunjenosti baterije, napon napajanja i temperatura čvora.



KARAKTERIZACIJA POTROŠNJE ENERGIJE SENZORA

<i>Senzor</i>	<i>uključenje</i>	<i>isključenje</i>	<i>odmeravanje</i>	<i>neaktivnost</i>	<i>pred odmeravanje</i>
<i>Akcelerometar</i>	—	—	<i>21mW</i>	—	—
<i>Gravitacija</i>	—	—	<i>25mW</i>	—	—
<i>Linearni akcelerometar</i>	—	—	<i>25mW</i>	—	—
<i>Magnetometar</i>	—	—	<i>48mW</i>	<i>20mW</i>	—
<i>Orijentacija</i>	—	—	<i>49mW</i>	<i>20mW</i>	—
<i>Rotacija</i>	—	—	<i>50mW</i>	<i>21mW</i>	—
<i>Žiroskop</i>	—	—	<i>130mW</i>	<i>21mW</i>	<i>44mJ</i>
<i>Mikrofon</i>	<i>123mJ</i>	<i>36mJ</i>	<i>101mW</i>	—	—
<i>GPS</i>	<i>77mJ</i>	—	<i>176mW</i>	—	<i>198mW</i>



Prikaz hub senzora

- Većina senzorskih aplikacija se sastoje od sekvence stanja koje obrađuju podatke sa senzora.
- Tipična stanja podrazumevaju sledeće korake:
 - Uzorkovanje i skladištenje (baferovanje), u kojem se signali sa senzora uzorkuju i dobijeni podaci smeštaju u bafer
 - Filtriranje, u kojem se delovi podataka od interesa identifikuju i selektuju za dalju obradu
 - Funkcija ekstrakcije, u kojoj se po nekom parametru izdvajaju delovi iz skupa podataka radi
 - klasifikacije
 - Klasifikacija, u kojoj se podaci klasifikuju na bazi ekstrahovanih osobina korišćenjem metode mašinskog učenja ili metode verovatnoće
 - Post-procesiranje, u kojem aplikacije reaguju na rezultate dobijene tokom aktivnosti senzovanja