

XII Povezivanje sa TCP/IP mrežama

- 1. Osobine TCP/IP skupa protokola**
- 2. Primenljivost TCP/IP skupa protokola u BSM**
- 3. Modeli povezivanja**
 - a. Overlay* arhitekture
 - Mreže sa prihvatljivim kašnjenjem
 - Proxy arhitektura
- 4. Napredne tehnike povezivanja sa TCP/IP mrežama**
- 5. IoT - *Internet of things***

12. Povezivanje sa TCP/IP mrežama

- BSM predstavlja jednu **distribuiranu računarsku mrežu** koja se sastoji od velikog broja bežičnih senzorskih čvorova
- BSM može da radi kao **samostalna mreža** ili da bude povezana sa drugim mrežama.
- Za mnoge aplikacije, BSM **ne radi efikasno u punoj izolaciji**.
- Mora da se omogući način **za spoljašnje nadgledanje događaja** kao i za pristup podacima koje nam daje mreža SČ-ova.
- Javlja se potreba da BSM povežemo **na već postojeću m.infrastrukturu** tj. da omogućimo povezivanje sa TCP/IP mrežama - **Internetom**.
- Na taj način možemo da konfigurišemo veoma složenu **Distribuiranu Heterogenu Mrežu (DHN)**.
- Takva veza, s jedne strane, omogućuje **potpuno transparentan rad** BSM za sve krajnje korisnike u DHN mreži, ali, sa druge strane, stvara **nove izazove** koji se odnose na razvoj i istraživanja u ovoj oblasti.
- Imajući u vidu da je skup **TCP/IP protokola** postao **de facto** standard u mrežnom okruženju, sasvim je razumno da razmotrimo mogućnosti da **povežemo BSM sa TCP/IP baziranim mrežama**

12.1 Osobine TCP/IP skupa protokola

- Skup TCP/IP protokola spada u **jako zahtevne protokole**, jer gotovo svi oni zahtevaju **jake resurse** za njihovo izvršavanje.
- Tu se pre svega misli na **veću memoriju i jaču procesorsku snagu**
- Za većinu stacionarnih uređaja to nije bio problem, ali sa pojavom bežičnih, mobilnih uređaja **javlja se problem implementacije TCP/IP**
- To naročito važi za SČ, kako **zbog jako skromnih računarskih resursa**, tako i zbog **limitirane količine električne energije** kojom raspolažu.
- Najveći deo energije SČ **troše u komunikaciji** (protokoli) pa je jasno da je tu i najveći problem kada se radi o zahtevnim protokolima
- Kako TCP/IP protokoli predstavljaju jako zahtevne protokole, kod kojih su samo zaglavlja dosta velika (**IPv4-24B, IPv6-40B, UDP-8B, TCP-24B**), jasno je da bi puna primena ovih protokola u BSM bio **potpuni promašaj sa gledišta energetske isplativosti i efikasnosti**.
- Za samo **2-3 bajta** korisnih podataka morali bi da prenosimo **30-tak bajtova**, a samim tim i **potrošimo veliki deo električne energije**, a to indirektno znači da bi životni vek tih SČ-ova bio drastično smanjen tj. **sveden na samo nekoliko dana**.

12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

- Jedna od glavnih prednosti direktne primene TCP/IP protokola, kao osnovnih komunikacionih protokola BSM-a, je ta da BSM-e **postaju sastavni adresabilni deo mreže svih mreža-Interneta**, i to bez upotrebe bilo kakvih dodatnih uređaja.
- Svaki od SČ ima svoju jedinstvenu adresu koja mu omogućava da bude **potpuno ravnopravan član bilo koje TCP/IP mreže**, a samim tim i direktan pristup svim resursima.
- Dugo se verovalo da je implementacija TCP/IP protokol steka na SČ neizvodljiva, zbog skromnih memorijskih i procesorskih mogućnosti.
- Danas su razvijeni mnogi protokoli koji su pokazali da implementacija TCP/IP protokol steka je moguća i **na vrlo skromnim računarskim resursima** (8-bitni mikrokontroler sa samo 2KB memorije).
- Implementacija **lwIP (*lightweight IP*)** i **μIP (*micro IP*)** zahteva samo **nekoliko stotina bajtova RAM-a** za svoj rad što su skromni zahtevi.
- Kod uvođenja TCP/IP u BSM-a javljaju se i **neki problemi koji ograničavaju i uslovljavaju njegovu primenu** a to su:

12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

1. Veličina zaglavlja kod TCP/IP u odnosu na podatke

- ✓ već smo napomenuli da veličina zaglavlja kod TCP/IP protokola **varira od 28 do 40 bajtova**.
- ✓ Ako kod BSM-a, podaci koji se šalju iznose nekoliko bajta, ispada da se samo **na prenos zaglavlja potroši 90% ukupne energije**
- ✓ Kako je ušteda energije napajanja jedan od primarnih uslova za efikasan rad BSM-a, **gotovo svi do sada razvijeni protokoli su projektovani sa osnovnim ciljem da zadovolje ovaj uslov**.
- ✓ Kod najraširenijeg OS za BSM-e TinyOS, koristi se ***message_t*** gde veličina zaglavlja iznosi samo **samo 5% od okvira koji se šalje**
- ✓ Jedan od načina da se ovaj problem prevaziđe je da se **izvrši kompresija TCP/IP zaglavlja**.
- ✓ To daje dobre rezultate kada se radi o **standardnim bežičnim komunikacijama** ali ne i kod BSM-a zbog njene višeskokovite (*multi hop*) prirode.

12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

2. Greške u bitovima (bit-error)

- ✓ TCP/IP protokoli su projektovani za žičane veze kod kojih je **ovaj tip greške bio veoma redak**.
- ✓ Zato su ovi protokoli na svaku grešku koja se detektovala u komunikaciji, reagovali tako što su **smanjivali intezitet slanja okvira**, jer se pretpostavljalo da je do greške došlo **zbog jačeg saobraćaja**.
- ✓ Ovakva reakcija nije poželjna kod BSM, jer je **procenat grešaka u bitovima kod njih mnogo veći**, pa bi se performanse ove mreže **značajno umanjile** ako bi se primenio ovaj princip.

3. Velika potrošnja zbog ponovnog slanja okvira

- ✓ zbog interaktivne prirode uspostavljanja veze putem TCP/IP protokola **dolazi do razmene većeg broja poruka**
- ✓ zbog višeskakovite (*multi hop*) prirode prenosa okvira kod BSM-a nepotrebno se **troše energetske resursi** kod više SČ-ova.
- ✓ poseban problem je povećani saobraćaj zbog jako “nesigurnih” linkova tj. **povećanog broja grešaka kod prenosa**.

12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

4. Razvoj novih protokola usmeravanja

- ✓ u okviru svake IP adrese postoji **jedan deo** koji se odnosi na adresiranje mreže
- ✓ upravo se taj deo adrese koristi kod standardnih TCP/IP protokola usmeravanja, gde oni svoju komunikaciju **zasnivaju na jednom glavnom računaru-ruteru** (*host-centring*).
- ✓ Za razliku od ovoga, kod BSM-a komunikacija se zasniva **na vrsti podataka** koji se prikupljaju (*data-centring*).
- ✓ Ovde je svaki senzorski čvor ujedno i **ruter** zbog same prirode BSM-a (*multi hop* organizacija).
- ✓ Zato i veliki broj razvijenih protokola usmeravanja za BSM-e upravo **zasniva svoj rad na tipu i vrsti podataka** koji se prikupljaju i prosleđuju nadređenim SČ-ima.

12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

5. Komunikacioni modeli

✓ razlikujemo **tri osnovna komunikaciona modela**:

I. Komunikacija zasnovana na čvoru (*Node-Centring*) – kod ove komunikacije podrazumeva se da svaki SČ ima svoj jedinstveni ID broj na osnovu koga se vrši usmeravanje poruka u BSM-a.

II. Komunikacija zasnovana na podacima (*Data-Centring*)- ne postoji jedinstvena identifikacija SČ već se komunikacija odvija na osnovu *broadcast* poruka. Postoje dve vrste poruka: **poruka interesovanja** (*Interest packet*), koju šalje SČ koji traži podatke i **poruka objave** (*Advertisement packet*) koju šalje SČ koji ima tu poruku. Kada se ove dve poruke susretnu u nekom SČ onda je pronađen prenosni put.

III. Komunikacija zasnovana na lokaciji (*Location-Centring*) – SČ imaju jedinstvenu prostornu adresu koja je direktno zavisna od fizičke lokacije na kojoj se nalazi. Ukoliko nam je poznata pozicija svakog SČ moguće je znatno smanjiti vreme pristupa svakom čvoru.

✓ **Prvi i treći model** potpuno odgovaraju zahtevima standardnih TCP/IP protokola što **omogućava primenu ovih protokola** u uslovima BSM-a.

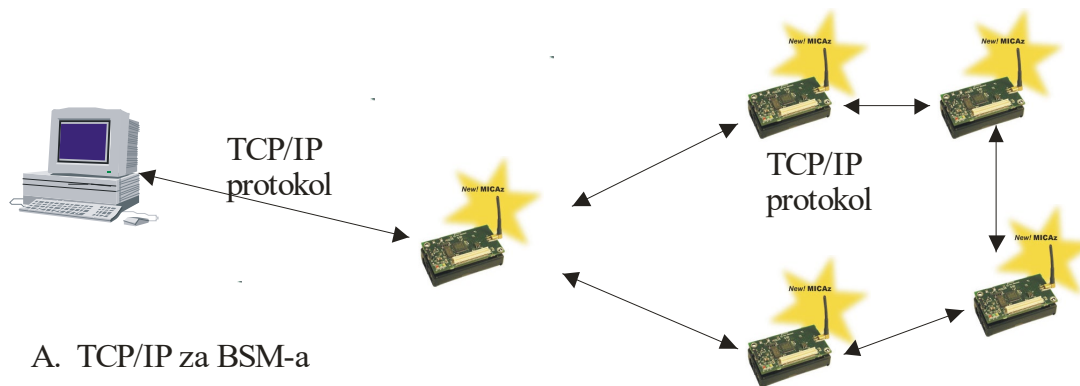
12.2 Primenljivost TCP/IP protokola u BSM

6. Problem adresiranja čvorova

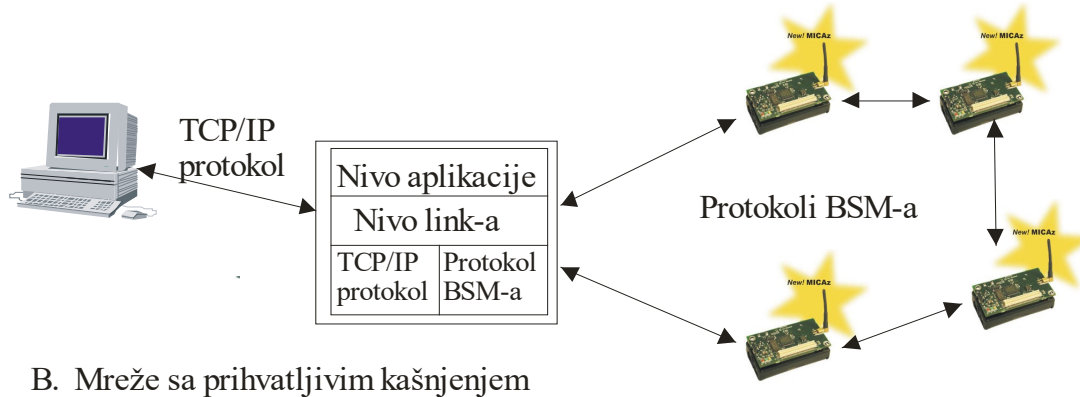
- ✓ osnovni uslov za funkcionisanje jedne TCP/IP mreže je da svaki entitet u mreži **ima svoj jedinstven IP broj** preko koga je on prepoznatljiv.
- ✓ Ograničeni broj IP adresa kod IPv4 rešen je preko dodatnog **DHCP servisa** ili sa verzijom **IPv6**.
- ✓ I jedno i drugo rešenje sa gledišta BSM-a ima svoje mane i to: **angažovanje još jednog entiteta** koji je *host-centring* orijentisan (DHCP servis) i **problem još većeg zaglavlja** kod IPv6 zbog povećanja adresnog prostora (40 bajtova).
- Na osnovu svega što smo gore naveli, očigledno je da na ovom polju u budućnosti mora intezivno da se radi, **da bi se pronašla optimalna rešenja koja bi omogućila da TCP/IP** postane dobra alternativa za osnovni komunikacioni protokol kod BSM-a.

12.3 Modeli povezivanja

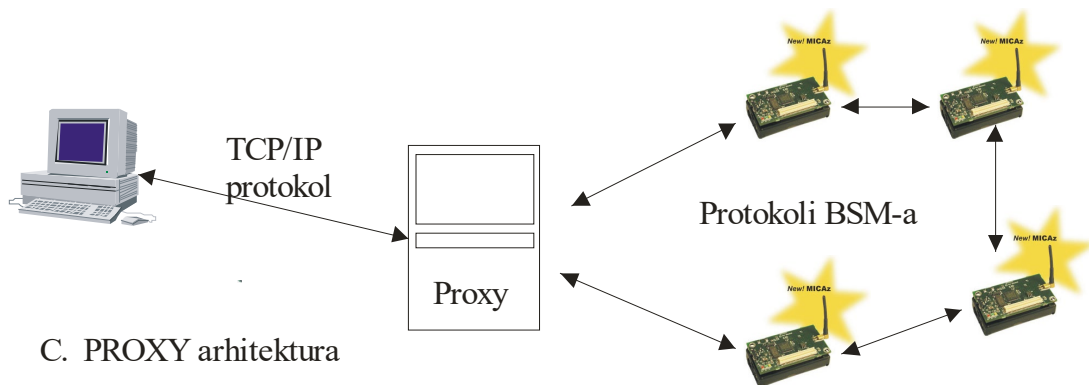
1. Overlay



2. DTN



3. Proxy



12.3 Modeli povezivanja - Overlay

- Postoje **dve vrste metoda** koje se zasnivaju na **Overlay** arhitekturama:
 1. **TCP/IP overlay sensor networks,**
 2. **Sensor networks overlay TCP/IP**
- Prvi pristup ukazuje da je moguće **implementirati TCP/IP protokol** i u mikroračunarskim sistemima sa veoma siromašnim resursima: **8-bitni microprocesor** sa samo **2KB RAM memorije**: **lwIP (*lightweight IP*)** i **μIP (*micro IP*)**
- U drugoj metodi protokol stek BSM je implementiran preko TCP/IP steka i svaki korisnik Interneta se **smatra kao virtuelni senzorski čvor.**
- Virtuelni senzorski čvor može prepoznati BSM pakete, jer on ima instaliran BSM protokol stek pored standardnog TCP/IP steka.
- **Brojni problemi** prate implementaciju TCP/IP u BSM.
- Oni se mogu identifikovati kao: **veliko zaglavlje, visoka stopa loših poruka, velika potrošnja energije** za **end-to-end multi-hop** prenos, retransmisije, **razlike u protokolima usmeravanja** i implementacija adresiranja svakog SČ kao i različite šeme usmeravanja podataka.

12.3 Modeli povezivanja - DNT

- Bežične komunikacije donele su **nove probleme** jer je trebalo **prilagoditi već postojeće razvijene protokle** za primenu u novim uslovima.
- Očigledno je da se karakteristike žičanih i bežičnih medijuma **dosta razlikuju**, pa je vrlo teško napraviti **jedinstvene protokole** koji bi optimalno povezivali računare koji se nalaze na ovim medijumima.
- Zato je razvijena nova tehnologija poznata kao **”Mreže sa prihvatljivim kašnjenjem”** (*Delay Tolerant Network - DTN*),
- Njen zadatak je da se **prevaziđu sve te razlike i povežu ove mreže**.
- Osnovna ideja leži na tehnici koja je poznata kao **”upamti i prosledi”** (*store-and-forward*).
- Svaki SČ prvo **upamti primljeni paket** i čeka povoljan trenutak da ga **prosledi do sledećeg čvora**.
- Sve dok **ne dobije potvrdu** da je paket ispravno primljen on se **čuva u memoriji**, dok se sa prijemom potvrde on briše.
- To zahteva da svaki čvor **ima dovoljno memorijskih resursa** da bi mogao da **prihvati veći broj paketa** kod intenzivnijeg saobraćaja.
- Najveća prednost je da se **ponavlja samo zadnje slanje između SČ**

12.3 Modeli povezivanja - DNT

- Da bi se to ostvarilo arhitektura *DTN*-a je realizovana u vidu više posebnih regiona koji dele jedan zajednički sloj nazvan *bundle layer*.
- Svaki od ovih regiona **predstavlja posebnu mrežu** za koju važe njena interna pravila komuniciranja tj. protokoli.
- Taj sloj nalazi se **između transpotnog i aplikacionog sloja**
- On formira okvire koji se šalju-*bundles*, a koji se sastoje iz dva dela: **aplikacionih podataka i meta podataka** koji definišu sam okvir, kao i da se staraju o ispravnoj primopredaji tih paketa.
- To se postiže zahvaljuči jednom ili više mrežnih prolaza – *gateway*, koji se **nalaze u svakom od DTN regiona**.
- Svaki region ima **nezavisnu arhitekturu, karakteristike i svoje protokole**
- Kod *DTN* arhitekture postoje najmanje dva regiona:
 - 1. TCP/IP region** sa standardnim karakteristikama i protokolima
 - 2. BSM region** sa tipičnim karakteristikama BSM mreža
- Između regiona nalazi se čvor sa karakteristikama mrežnog prolaza-*gateway*, koji ima ulogu **da premosti i prilagodi razlike između njih**.
- DTN nam omogućuje da se i **male particije BSM povežu sa TCP/IP**

12.3 Modeli povezivanja - Gateway

- Jedan od osnovnih uređaja koji obezbeđuje vezu između bežičnih i TCP/IP mreža je **mrežni prolaz** (*gateway*).
- On izvršava nekoliko zadataka kao što su **konverzija protokola**, **reguliše kašnjenje poruka**, itd.
- Sva rešenja, koja koriste *gateway* uređaj kao sredstvo za povezivanje, mogu se grupisati u sledeće dve kategorije:
 1. **gateway zavistan od aplikacije**
 2. mreže koje dozvoljavaju **kašnjenje poruka** (*Delay Tolerant Network-DTN*)
- *Gateway* zavistan od aplikacije predstavlja jednostavan *gateway* koji **radi u aplikacionom sloju**.
- DTN je slično rešenje, a **osnovna razlika** u odnosu na aplikacioni *gateway* sastoji se u sledećem:
 - ✓ On realizuje jedan novi sloj, kako u TCP/IP tako i BSM, nazvan paket sloj (*Bundle Layer*) čija je glavna funkcija **da upamti i prosledi pakete** između dve mreže.

12.3 Modeli povezivanja - Proxy

- Jedan od **najjednostavnijih** i **najstarijih** načina da se dve različite mreže povežu je primena specijalizovanog računara – **proxy servera**.
- Jedini uslov je da taj računar **fizički bude povezan na obe mreže**, i da se na njemu izvršava aplikacioni program koji vrši **usaglašavanje i prilagođavanje formata podataka**, koji se šalju iz jedne u drugu mrežu.
- U ovom modelu kompletna komunikacija između TCP korisnika i SČ odvija se preko **proxy računara**.
- Ovo nam omogućuje da izbor BSM komunikacionih protokola koji će se koristiti bude **potpuno slobodan i nezavistan** od TCP/IP mreže
- Postoje **dva različita načina** kako proxy računar ostvaruje tu vezu:
 1. **relay** (primopredajnik) – u ovom modu rada se svi podaci koji dolaze iz BSM-e ili TCP/IP mreže **jednostavno proslede u suprotnom pravcu**.
 2. **front-end** računar – nešto složeniji od prethodnog jer ovde proxy server ima ulogu i **servera baze podataka** koji se dobijaju iz BSM. Svi podaci koji se dobijaju iz BSM se sakupljaju i pamte u bazi podataka koja se čuva na ovom računaru. TCP/IP čvorovi mogu sada da pristupe ovim podacima u **vidu klasičnih SQL upita ili putem WEB interfejsa**.

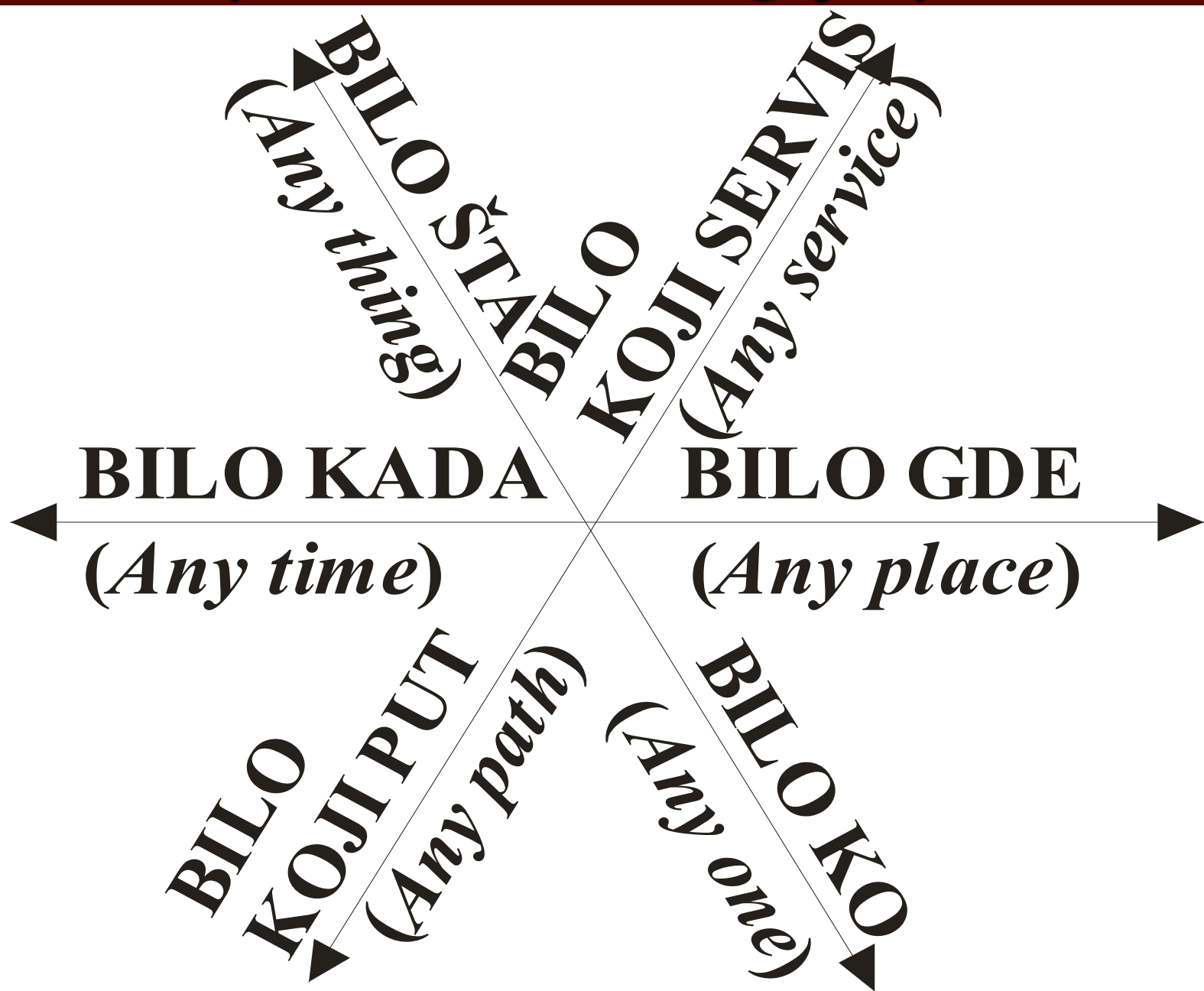
12.3 Modeli povezivanja - Proxy

- Ovaj način realizacije pruža nam još jednu prednost, a to je **sigurnost i zaštitu podataka od neželjenog pristupa**, putem verifikacije kako samih podataka tako i korisnika tj. čvorova koji ih sakupljaju, predaju i traže.
- Rešenje ima i mane koje **ograničavaju primenljivost u svim uslovima**:
 1. konekcija ovih mreža **direktno je zavisna od računara**. Ukoliko dođe do greške/otkaza računara **gubi se svaka komunikacija**
 2. projektovanje svakog proxy računara **zavisi od aplikacije**, jer on treba da se **prilagodi specifičnom zadatku i određenim protokolima** koji se koriste u mrežama koje se povezuju.
- Pored toga ne postoji neki **generalni mehanizam koji će povezati sve proxy servere** ukoliko imamo više parcijalnih BSM-a koje povezujemo sa TCP/IP mrežom.
- Od proxy servera se takođe zahteva da ima malo **veće resurse** od čvorova, kao i da **ima stalno napajanje**, jer je potrebno da neprekidno bude aktivan kako bi se veza održala.
- Upravo zbog ovoga, ovo rešenje se primenjuje u uslovima kada su čvorovi BSM-e smešteni u **neposrednoj blizini proxy servera**.

12.4 Napredne tehnologije povezivanja

- Internet je danas postao **sastavni deo našeg života**
- Samim tim zahtevi koji se postavljaju toj mreži svakog dana **sve više rastu**, od običnog informacionog doba WEB 1.0, pa do današnjih **multimedijalnih WEB 2.0** sistema koji uglavnom zahtevaju **rad u realnom vremenu** kao i punu **bidirekcionalnu vezu između korisnika**.
- Paralelno sa njim razvijale su se i druge tehnologije koje su bile usmerene na **prikupljanje velikog broja različitih podataka iz prirode**.
- Kao krajnji produkt tih tehnologija proizašao je **mali inteligentni SČ**
- Na taj način BSM omogućavaju da na dosta **jeftin i jednostavan način** dođemo do **ogromne količine** različitih informacija iz prirode.
- Sa druge strane, ubrzani razvoj i primena Internet tehnologija, omogućio nam je da sve te informacije **budu lako dostupne**.
- Integracijom ove dve tehnologije ostvaruje se proročanstvo mnogih naučnika krajem prošlog veka a to je da osnovni zahtev klijent-server arhitekture **3A: Any one** (bilo ko), **Any place** (bilo gde) i **Any time** (bilo kada), duplira i preraste u **6A: Any thing** (bilo šta), **Any path/network** (na bilo koji način) i **Any service** (bilo koji servis).

12.4 Napredne tehnologije povezivanja



12.4 Napredne tehnologije povezivanja

- Sve više aplikacija zasnivaju svoj rad upravo **na prednostima Interneta**.
- **WWW** (*Word Wide Web*) se toliko razvio da je od jednog servisa koji je pružao uvid u statične podatke narastao u servis koji omogućava **prikaz velikog broja dinamičkih multimedijalnih podataka** (*real time*).
- Mogućnost da prikupimo ogromnu količinu različitih podataka, i to sa velikog broja geografski različitih lokacija, i da te informacije **gotovo trenutno prezentujemo** klijentima predstavlja ogromni izazov za **realizaciju širokog spektra različitih tehnologija i aplikacija**.
- Tu se pre svega misli na nove generacije **distribuiranih računarskih tehnologija**: *Cluster computing*, *Grid computing* i *Cloud computing*.
- One su sada bile **preduslov** za razvoj jednog novog pogleda na softverske aplikacije tkz. **Web servis orijentisani softver**.
- Razvijen je veliki broj softverskih alata i protokola:
 1. **XML** (*Extensible Markup Language*),
 2. **WSDL** (*Web Service Description Language*),
 3. **UDDI** (*Universal Description, Discovery and Integration*),
 4. **LINQ** (*Language-Integrated Query*) i dr.

12.4 Napredne tehnologije povezivanja

- Pored toga razvijena su i **dva protokola** koja omogućavaju da se preuzimaju podaci sa različitih izvora i isti šalju ka Web servisima:
 - 1. Representational State Transfer (REST)**
 - 2. Simple Object Access Protocol (SOAP).**
- Ovi protokoli imaju i mogućnost da koriste mehanizme za razmenu poruka kao što su **E-mail, SMS** ili da **razmenjuju poruke** putem društvenih mreža i blogova.
- Te osobine bile su idealne da se njihove pogodnosti iskoriste za **povezivanje sa jednim distribuiranim izvorom podataka - BSM.**
- Osnovni problem da bi se ostvarila ova zamisao bio je da se **jako zahtevni TCP/IP protokoli**, koji predstavljaju preduslov za povezivanje sa Internetom, **implementiraju** u okviru skromnih resursa SČ .
- Dugo se verovalo da je implementacija protokola iz TCP/IP skupa u SČ-ima **neizvodljiva, zbog skromnih resursa SČ.**
- Razvojem **lwIP (lightweight IP)** i **μIP (micro IP)** protokola pokazano je da je to ipak moguće (**8-bitni mikrokontroler sa samo 2 KB memorije**) i svega **nekoliko stotina bajtova RAM memorije** za svoj rad.

12.4 Napredne tehnologije povezivanja

SOAP WEB servis



RESTful WEB servis



12.4 Napredne tehnologije povezivanja

- Osnovni problem pri ovakvoj implementaciji bio bi **nemogućnost jednoznačnog adresiranja** velikog broja SČ-ova.
- Zato se poslednjih godina intenzivno razvija jedna nova tehnologija, **6LoWPAN** (*IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks*)
- Ona se **zasniva na IPv6 protokolu** koji u potpunosti rešava problem adresibilnosti svakog SČ-a.
- Međutim, omogućavajući primenu IP protokola u ovim mrežama **omogućićemo samo interoperabilnost na mrežnom sloju** a ne na višim slojevima OSI referentnog modela.
- Dalja integracija BSM, koja bi omogućila znatno veće mogućnosti, bi bila ako ih **spregnemo i na aplikativnom nivou** putem postojećih **Web protokola** i mnogih **Web servisa**.
- U stvari, u interakciji sa postojećim Web tehnologijama najznačajnije bi bilo omogućavanje **korišćenja postojećih Web servisa ali sa gledišta svakog pojedinačnog SČ-a**.

12.4 Napredne tehnologije povezivanja

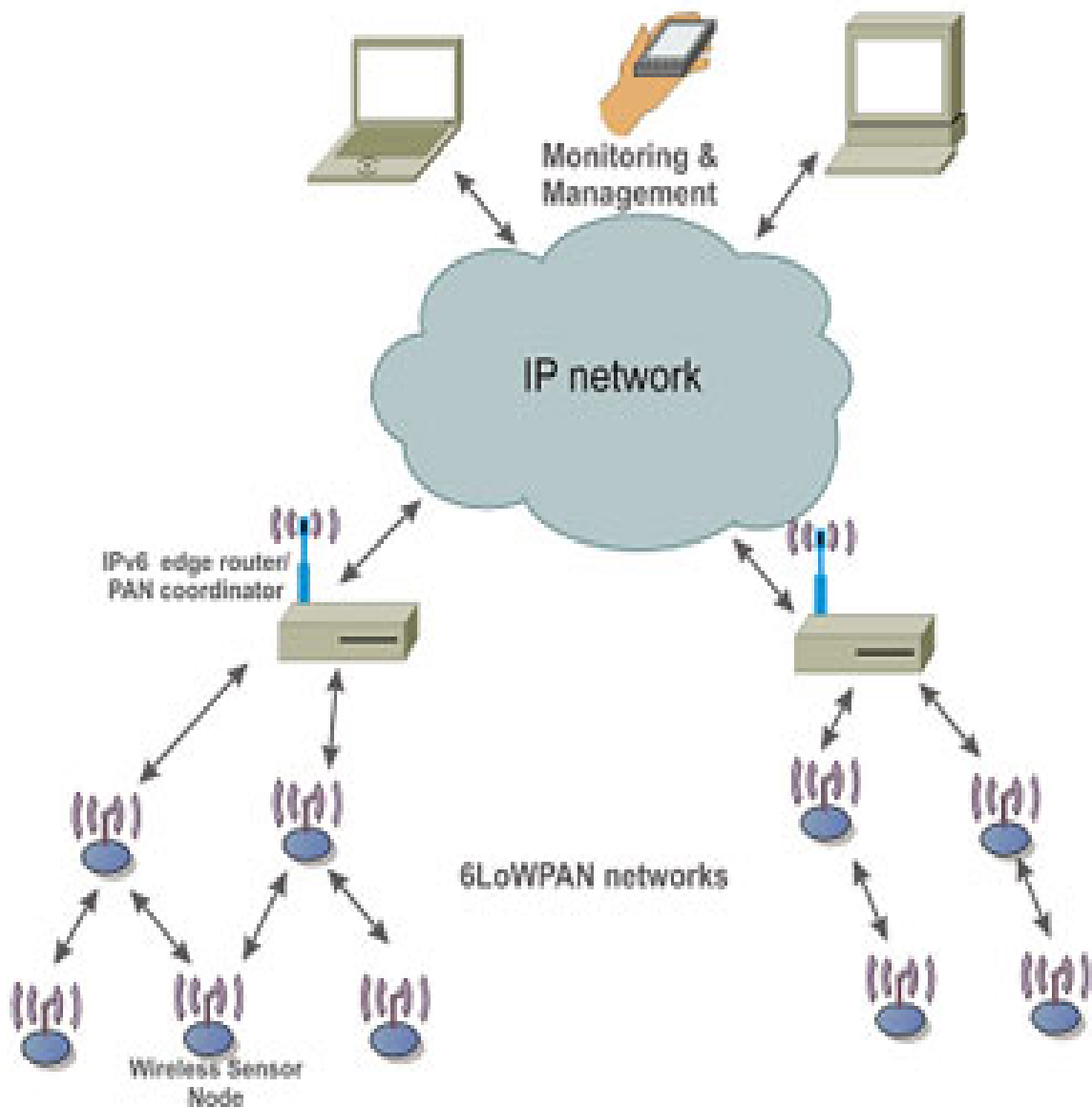
- Većina komunikacije između korisnika Interneta danas se odvija putem **standardnog HTTP protokola** koji se koristi uslugama TCP/IP skupa
- Komunikacija je zasnovana je na standardnom **klijent-server modelu**
- U ovom modelu server **nije u mogućnosti da ispoštuje klasičan *real time režim*** rada tj. da pošalje trenutno informaciju o nekoj promeni.
- Sa druge strane svi ovi protokoli su **jako zahtevni u pogledu broja korisnih (*payload* podataka)** koji se šalju, jer pored njih šalje se i **velika količina kontrolnih podataka** (veliki *overhead*).
- Posledica toga je zahtev **za velikom propusnošću mreže** kao i **pojava kašnjenja** kod slanja veće količine podataka.
- Zadnjih godina razvijene su mnoge tehnologije koje bi trebalo da **zadovolje *real time* komunikaciju** kao što su ***Flash*, *Comet* ili *Ajax***.
- Sve ove tehnologije nisu uspele najbolje da **reše problem *real time* komunikacija** jer su zahtevale od svih klijenata da se u Internet pretraživačima **instaliraju programski dodaci (*plug-in*-ovi)**, dok su sa gledišta servera **one bile jako zahtevne za instaliranje**.
- Pojavom **HTML 5 i WebSocket** protokola ovaj problem je rešen.

12.4 Tehnologija 6LoWPAN

- 6LoWPAN je **otvoreni standard definisan** u RFC6282 od strane *Internet Engineering Task Force* (IETF), tela koje je definisalo puno otvorenih standarda na Internetu, kao što su UDP, TCP i HTTP.
- U početku 6LoWPAN je bio zamišljen da **podrži standard IEEE 802.15.4** za bežične mreže male snage u 2.4-GHz području, da bi sada prerastao u standard koji se **adaptirao** i može da se koristi i u raznim drugim mrežnim tehnologijama kao što su **Sub-1GHz low-power RF, Bluetooth® Smart, power line control (PLC) i low-power Wi-Fi®**.
- Zasniva se na već dobro poznatom standardu 802.15.4 (LoWPAN) koji je primenjen na uređaje **koji imaju jako limitirane resurse kao SČ-ovi**.
- Razvijeno je **puno različitih tehnologija** za komunikaciju između SČ koje omogućavaju pristup Internetu ali je sasvim jasno da tehnologije koje se zasnivaju na TCP/IP skupu protokola imaju prednost.
- **Efikasna potrošnja energije** je primaran zadatak 6LoWPAN standarda.
- 6LoWPAN mreža se povezuje sa drugim IP mrežama **kroz jedan ili više rutera (*edge routers*)** čiji je zadatak da vrše prosleđivanje IP paketa između različitih mreža

12.4 Napredne tehnologije povezivanja

Tipčna 6LoWPAN mreža



Application layer
Transport layer (TCP/UDP)
Network layer (IPv6)
6LoWPAN adaptation layer
IEEE 802.15.4 link layer
IEEE 802.15.4 physical layer

6LoWPAN stack

12.4 6LoWPAN

➤ Da bi izvršio prenos IP paketa **sa što manje utrošene energije** 6LoWPAN definiše sledeće postupke:

1. Kompresiju zaglavlja (*header*) - vrši kompresovanje 40B IPv6 i 8B UDP zaglavlja pod pretpostavkom da postoje zajednička polja. Sva polja zaglavlja koja imaju podatke koji se mogu dobiti iz zaglavlja sa data link sloja se izostavljaju a ostala se komprimuju ili menjaju. Ovaj način komprimovanja zaglavlja jedan je od faktora koji dovodi da ovaj standard podržava **samo IPv6 a ne IPv4** protokol.

2. Fragmentacija i sklapanje – max. dužina okvira kod standarda IEEE 802.15.4 iznosi **127B**, a veličina segmenta kod IPv6 je **1280B**, neophodno je izvršiti njegovu fragmentaciju na manje delove.

3. Samostalno konfigurisanje – to je proces koji omogućuje da svaki uređaj u okviru 6LoWPAN automatski generiše svoju IPv6 adresu. Standard defriniše metode koje sprečavaju da se pojave duple adrese.

➤ Cilj svake 6LoWPAN mreže da **omogući korišćenje standardnih Web servisa**, kao što su REST, XML, JSON i drugi, **uređajima koji imaju jako ograničene resurse**, kao što su SČ-ovi

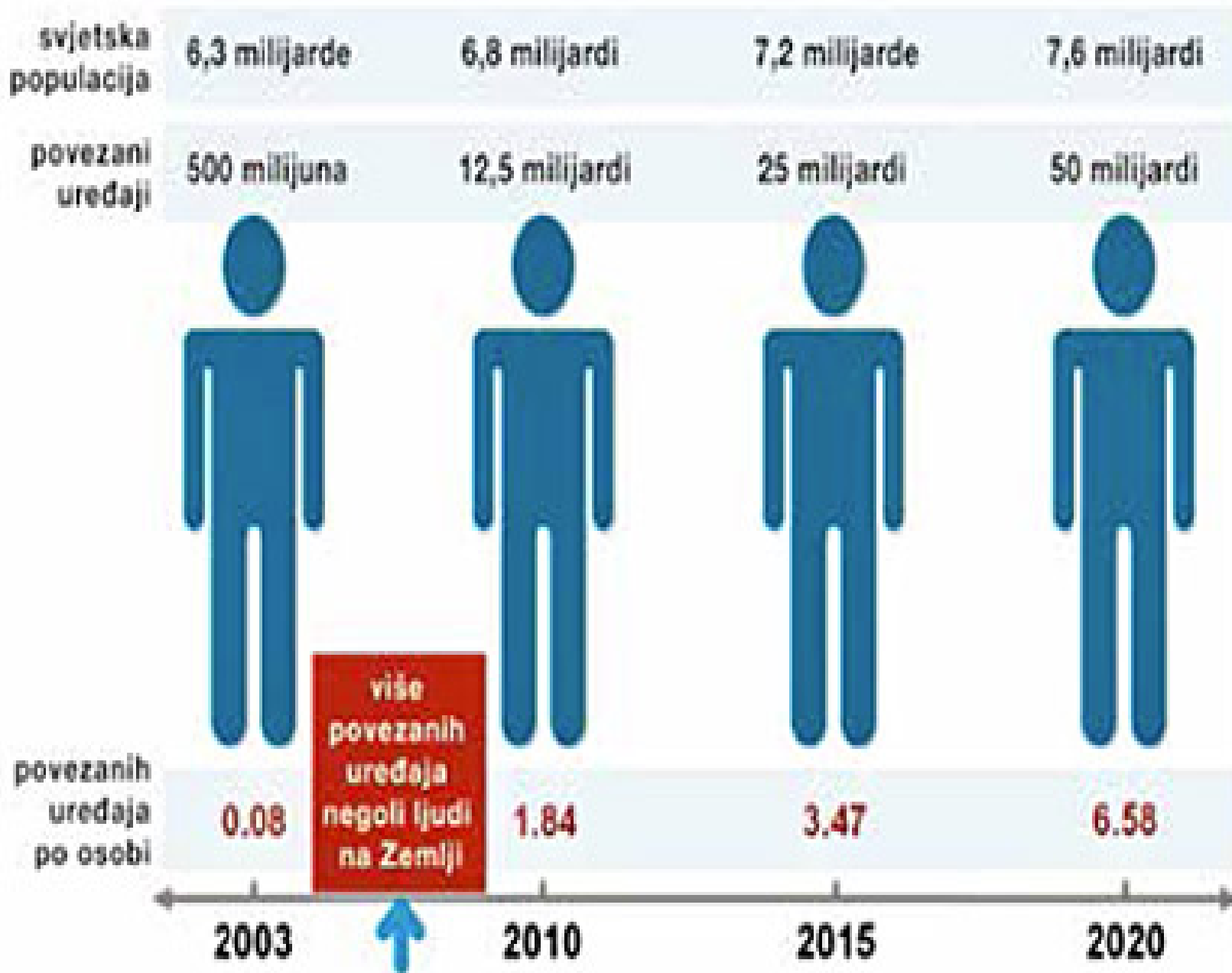
12.5 Internet of things

- Povezivanje ovih mreža sa najvećom mrežom svih mreža, Internetom, otvara još jedno sasvim novo poglavlje njihovog razvoja a to je **Internet of Things** (IoT).
- IoT podrazumeva **veliki broj objekata**, životinja ili ljudi koji imaju svoju **jedinstvenu identifikaciju**, a koji su u mogućnosti da potpuno **samostalno prikupljaju**, obrađuju i putem bežine komunikacije razmenjuju raznorodne podatke bez ičije pomoći, kao i da te podatke **omoguće dostupnim putem Interneta**.
- On je nastao kao **krajnji proizvod tri osnovne tehnologije** koje su zadnjih godina pretrpele najveći napredak i razvoj:
 1. **bežične komunikacije,**
 2. **mikro-elektromehanički sistemi (MEMS)**
 3. **Internet tehnologije.**
- Jedna od osnovnih prednosti IoT je da omogućava **velikom broju ljudi** da sa veoma malo znanja i iskustva kreira **jako moćne aplikacije**.
- Sve to omogućeno je razvojem **velikog broja mikro platformi**, kao što su **Arduino, Propeller i Microchip PIC** familija

12.5 Internet of things

- Ova tehnika zahteva od inženjera da podjednako **raspolažu sa znanjima iz hardvera i softvera**.
- Ovo je potrebno kako bi to znanje primenili **na koherentan i integrisan** način u cilju dobijanja primenjive IoT aplikacije.
- Mogućnost stvaranja mreže malih, gotovo nevidljivih SČ, koji će neprekidno prikupljati informacije iz realnog sveta i trenutno te informacije slati na Internet, omogućava **neslućene primene**
- Zato i ne čudi mišljenje mnogih naučnika koji tvrde da će ova tehnologija u budućnosti **u potpunosti izmeniti čovekov život** i doprineti da on bude mnogo **ugodniji i bolji**.
- Međutim, veliki broj raznorodnih tehnika koje treba međusobno povezati predstavlja i **otežavajući faktor kod proučavanja IoT**, jer se od istraživača zahteva **veliko poznavanje svih tih tehnika**.
- Sa druge strane to predstavlja i prednost jer se velikom broju istraživača **daje sloboda da se iskažu** na onim poljima na kojim su najbolji.

12.5 Internet of things



12.5 Internet of things - problemi

- 1. Donošenje novih standarda**
- 2. Interoperabilnost**
- 3. Sigurnost i poštovanje privatnosti**
- 4. Proizvodnja i cena**
- 5. Memorisanje podataka i njihova analiza**

Hvala na pažnji !!!



Pitanja

? ? ?