

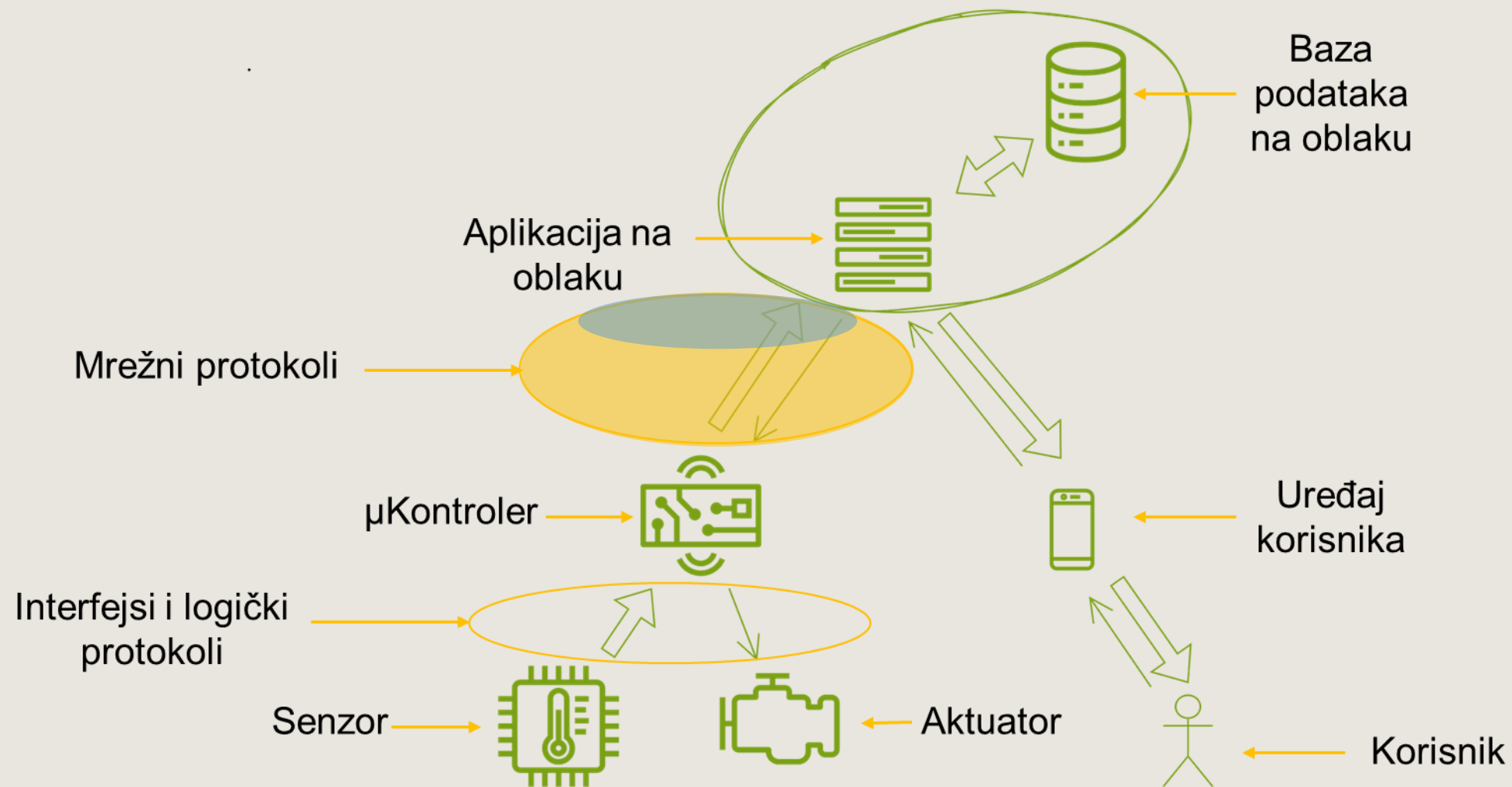
Abstract geometric lines in the top left corner of the slide, consisting of several overlapping, irregular polygons and lines in a light gray color.

INTERNET PAMETINI UREĐAJA

prof. dr Dejan S. Aleksić

Prirodno-matematički fakultet, Niš

05.B PROTOKOLI APLIKATIVNOG SLOJA U IOT SISTEMIMA



UVOD— "JEZIK" IOT UREĐAJA

❑ **Gde se nalazimo?** (OSI Model Layer 7)

Na prošlom predavanju smo rešili transport (kako podaci stižu od tačke A do tačke B putem Wi-Fi ili LoRa mreže). Sada moramo da definišemo pravila razgovora (aplikativni sloj).

❑ **Ključno pitanje:**

Mreža je uspostavljena, ali kako senzor "kaže" serveru da je temperatura 24°C?

- Da li čeka da ga server pita?
- Da li šalje svima u mreži?
- Koji format koristi (tekst, binarno)?

Danas pričamo o tri dominantna pristupa:

- HTTP (Web),
- CoAP (Optimizovani Web)
- MQTT (IoT Standard).

DVE PARADIGME KOMUNIKACIJE (TEORIJA)

Pre nego što se detaljnije osvrnemo na protokole, moramo razumeti dva načina na koji uređaji mogu da komuniciraju.

1. Request / Response (Zahtev / Odgovor)

- **Protokoli:** HTTP, CoAP
- **Logika:** "Ja pitam, ti odgovaraš.,,
- **Problem:** Server ne može sam da javi klijentu novost. Klijent mora stalno da zapitkuje ("Ima li nešto novo?"). To se zove Polling i to je smrt za bateriju.

2. Publish / Subscribe (Objavi / Pretplati se)

- **Protokoli:** MQTT
- **Logika:** "Ja objavim vest, a sistem je prosledi svima koje to zanima.,,
- **Prednost:** Potpuno razdvajanje. IoT node pošalje podatak i ide na spavanje. Ne zanima ga ko će to čitati.

MQTT — STANDARD ZA RAZMENU PORUKA U IOT

Detaljno ćemo o MQTT-u govoriti na sledećem, posebnom predavanju, a sada samo osnovne informacije o njemu.

❑ Šta je MQTT?

Lagan protokol baziran na Publish/Subscribe modelu, koji radi preko TCP-a.

❑ Zašto je dominantan?

Umesto da uređaj priča direktno sa serverom, on priča sa posrednikom (Brokerom).

- Ako želite da upalite svetlo u kući, vi ne šaljete poruku sijalici.
- Vi pošaljete poruku Brokeru: "Upali svetlo".
- Broker zna da sijalica sluša tu temu i prosleđuje joj poruku.

❑ Glavna odlika: Izuzetno mali paketi (samo 2 bajta zaglavlja) i štednja baterije.

COAP — WEB ZA MIKROKONTROLERE

CoAP (Constrained Application Protocol) je dizajniran za vrlo ograničene uređaje i mreže. Veoma je sličan HTTP-u, ali je puno jednostavniji i radi preko UDP-a umjesto TCP-a.

❑ Karakteristike:

- Zadržava logiku HTTP-a (GET, POST, PUT, DELETE), ali je drastično smanjen.
- Koristi UDP umesto TCP-a (nema uspostavljanja konekcije = brže i štedljivije).
- Ključna razlika: Iako je Request/Response, ima opciju "Observe" koja omogućava senzoru da šalje podatke bez stalnog prozivanja.

❑ Gde se koristi?

U mrežama gde je svaki bajt skup (npr. pametna brojila preko NB-IoT mreže) i gde je signal nestabilan.

GDE I DALJE KORISTIMO HTTP?

- ❑ Ako su MQTT i CoAP bolji, da li da zaboravimo HTTP? Ne.
- ❑ HTTP (REST API) je i dalje nezamenljiv za specifične zadatke:
 - **Preuzimanje velikih fajlova (OTA Update):**
Kada ESP32 treba da skine novi softver (1MB), HTTP je stabilniji i brži od MQTT-a.
 - **Integracije:**
Ako želite da vaš ESP32 pošalje poruku na Slack, Discord ili Google Sheets — oni uglavnom imaju samo HTTP API.
 - **Prvo podešavanje:**
Kada kupite pametnu utičnicu, ona privremeno podigne mali HTTP server da biste joj uneli šifru za Wi-Fi.

WEBSOCKET — REAL-TIME NA WEBU

Postoji situacija gde HTTP nije dovoljan, a MQTT nije praktičan (npr. u Web browseru). Tu koristimo **WebSocket**.

❑ Šta je WebSocket?

Nadogradnja HTTP-a koja omogućava trajnu, dvosmernu (full-duplex) komunikaciju preko jedne TCP konekcije.

❑ Kako radi?

- Počinje kao običan HTTP zahtev ("Handshake").
- Konekcija ostaje otvorena.
- Ključno: Server (ESP32) može da šalje podatke klijentu kad god želi, bez čekanja na pitanje.

❑ Gde se koristi u IoT-u?

- Web Kontrolne Table (Dashboards): Kada hostujete Web server direktno na ESP32.

❑ Primer:

Pomerite slajder na telefonu -> ESP32 odmah menja boju LED trake. ESP32 očita senzor -> Broj na telefonu se odmah menja (bez osvežavanja stranice). Mnogo brže od HTTP Polling-a (stalnog osvežavanja).

VELIKO POREĐENJE

Osobina	HTTP	MQTT	CoAP	WebSocket
Paradigma	Req / Res	Pub / Sub	Req / Res (+Observe)	Full-Duplex
Transport	TCP	TCP	UDP	TCP
Uloga	Fajlovi, Web	Telemetrija	Ograničene mreže	Real-time Web UI
Sinhronost	Sinhrono	Asinhrono	Asinhrono	Asinhrono
Potrošnja	Velika	Mala	Najmanja	Srednja

OSTALI PROTOKOLI KOJE TREBA SPOMENUTI

- ❑ **LwM2M (Lightweight M2M):** Protokol za upravljanje ograničenim uređajima. Često koristi CoAP kao transport. Standardizira objekte i resurse za upravljanje uređajima (npr. firmware update, daljinsko praćenje stanja).
- ❑ **DDS (Data Distribution Service):** Protokol Pub/Sub za visokoperformansne sisteme u stvarnom vremenu (npr. avioni, vojska, medicinski uređaji). DDS je "bez posrednika" (broker-less), što ga čini vrlo brzim.
- ❑ **XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol):** Izvorno dizajniran za chat, ali se koristi i u IoT-u zbog svoje fleksibilnosti i podrške za identitete i razgovore u stvarnom vremenu.

FORMAT PODATAKA — ŠTA ŠALJEMO?

- ❑ Danas je standard JSON (JavaScript Object Notation).

- ❑ Primer:

```
{  
  "uredjaj": "esp32_kuhinja",  
  "temp": 24.5,  
  "baterija": 80  
}
```

Prednosti:

Čitljiv je ljudima i lako se obrađuje na serveru.

Mana:

Tekst zauzima dosta mesta.

Napomena:

Za ekstremno male pakete koristi se CBOR ili Protocol Buffers.

ZAKLJUČAK I TRENDОВI

- ❑ **Nema "najboljeg" protokola:** Izbor zavisi od ograničenja koja imaju uređaji, mrežnim uslovima i potrebama aplikacije.
- ❑ **MQTT i CoAP su de facto standardi** za većinu IoT projekata zbog svoje jednostavnosti i efikasnosti.
- ❑ **HTTP/2 i HTTP/3:** Poboljšanja u HTTP-u (kao što je Server-Sent Events - SSE) ga čine prihvatljivijim izborom za neke IoT slučajeve korištenja, posebno u kombinaciji s WebSocket-om.
- ❑ **Hybrid Pristupi:** Moderni IoT cloudovi (AWS IoT, Azure IoT Hub) često podržavaju više protokola istovremeno, omogućavajući vam da odaberete pravi alat za pravi posao.
- ❑ **Konačna Poruka:** Razumijevanje prednosti i kompromisa svakog od ovih protokola ključno je za dizajniranje efikasnih, skalabilnih i pouzdanih IoT sistema.