

A High-Rate Data Acquisition Protocol with Relative Topology Reconstruction

Seminar PRIN - raziskovalni 1

Blaž Jerman

Mentor: Aleksandar Tošić

March 22, 2026

- Senzorji in mikrokontrolerji so prisotni v:
 - pametnih stavbah
 - industriji
 - medicini
 - IoT sistemih
- Potrebujemo:
 - zanesljivo komunikacijo
 - nizko latenco
 - visoko frekvenco zajema podatkov
- Posebej pomembno pri **gostih senzorskih mrežah**

Senzorske mreže – motivacija

Uporaba:

- spremljanje konstrukcij (mostovi, stavbe)
- pametna tla (zaznavanje gibanja)
- industrijski sistemi (vibracije, tlak)
- medicinski sistemi

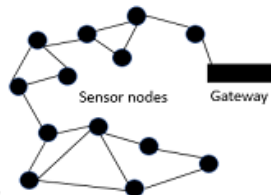
Primer sistema:

- mreža z 100+ senzorji
- visoka frekvenca meritev

Zahteve:

- sinhroniziran zajem
- hitra in zanesljiva komunikacija
- enostavna razširitev

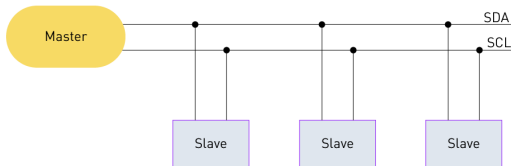
Težava: sistem hitro postane prepočasen ali prekompleksen



Problem

obstoječi protokoli težko podpirajo takšne sisteme

- Obstoječe rešitve imajo omejitve:
 - slaba skalabilnost
 - visoki stroški
 - kompleksna implementacija
- Ni povezave med:
 - ID naprave
 - lokacijo naprave glede na druge naprave
- Problem postane kritičen pri večjih sistemih



Znani protokoli (mikrokontrolerji)

Niso namenjeni za senzorske mreže

I2C

- enostaven, uporablja 2 liniji
- široko podprt
- omejena hitrost, slaba skalabilnost
- zahteva naslavljanje (ID)

SPI

- visoka hitrost
- ločen CS za vsako napravo
- slabša skalabilnost

UART

- enostaven, malo pinov
- point-to-point
- ni mrežni protokol

Modbus (RS-485)

- robusten standard
- podpira več naprav
- zahteva naslavljanje (ID)
- težave pri večjih sistemih

Ethernet

- zelo visoka hitrost
- zanesljiv
- visoka cena in kompleksnost

Zakaj obstoječi protokoli niso dovolj

- počasna hitrost prenašanja podatkov
- težave s signalom
- kompleksna implementacija
- ročna konfiguracija topologije

Ni rešitve, ki bi bila hkrati:

- enostavna
- hitra
- skalabilna
- poceni

Razviti protokol, ki omogoča:

- visoko hitrost zajema podatkov
- nizko latenco
- preprost hardware
- minimalno število povezav
- fleksibilno topologijo
- avtomatsko rekonstrukcijo topologije

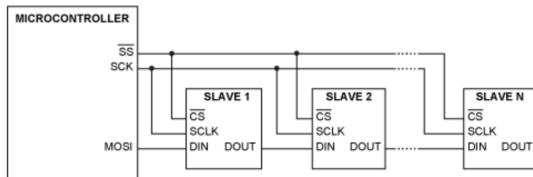
Ključna ideja: avtomatska rekonstrukcija topologije brez dodatne konfiguracije

Pristop:

- protokol za žične senzorske mreže
- temelji na UART komunikaciji
- uporablja daisy-chain pristop

Lastnosti:

- nizka kompleksnost sistema
- visoka učinkovitost prenosa podatkov
- dobra skalabilnost



Uporabljena orodja:

- C/C++ za implementacijo protokola na mikrokontrolerjih
- R za analizo in vizualizacijo rezultatov
- GitHub za upravljanje izvirne kode
- GitHub Projects za načrtovanje nalog in organizacijo razvoja

Že narejeno:

- 1 pridobivanje literature
- 2 analiza obstoječih rešitev
- 3 načrt protokola
- 4 test na mikrokontrolerjih
- 5 merjenje zmogljivosti

Še za narediti:

- 1 analiza rezultatov
- 2 poročanje o rezultatih

- obstoječi protokoli ne zadostujejo za goste senzorske mreže
- predlagamo enostaven in skalabilen UART protokol
- cilj: hitrejši, cenejši in bolj fleksibilen sistem