

Report on project realization, end of 2022

Report on the realization of the submitted program of work on the research project for the period of the interim report.

WP1:

Task 1.1: Naloga 1.1: Koordinacija projekta je potekala gladko, nekaj težav pri naročanju elektronskih komponent in opreme je povzročil izbruh COVID virusa. Poročamo, da, ni bilo potrebnih posebnih sprememb.

Naloga 1.2: Vodenje projekta in poročanje

Zapisnik sestankov je napisan in shranjen na spletu, na voljo na zahtevo. Napisano je bilo vmesno prvoletno poročilo, ki opisuje naše rezultate in tudi to je na voljo na zahtevo. Zunanji strokovnjaki so bili v obeh letih povabljeni na sestanek, da bi razpravljali o razvoju projekta ter podali povratne informacije in priporočila za prihodnjo izvedbo.

Naloga 1.3: Obveščanje zainteresirane javnosti

O projektu smo poročali v osrednjih medijih (tviti InnoRenew CoE), spletnih člankih (https://www.ajdovscina.si/arhiv_vseh_objav/2022120113503759/) in predstavitev na konferenci (vabljen predavanje na konferenci ICWE v Bari, Italija leto 2022 za predstavitev projekta in raziskovalnih dosežkov).

WP2:

WP2 se osredotoča na optimizacijo brezžičnih senzorskih omrežij tako v fazi načrtovanja kot v fazi delovanja s posebnim poudarkom na porazdeljenem okolju. Naš inovativni pristop temelji na difuzijskih modelih, ki odražajo procese okužbe v omrežjih. Prvi obravnavani problem je pomemben pri operacijah usmerjanja senzorskih omrežij. Razvit je nov, učinkovitejši pristop za Floyd-Warshallov algoritem za najkrajše poti vseh parov [COBISS [61578243](#)]. Ta rezultat bo imel pomen za nadaljnji razvoj v vzporednem okolju, kar bo dalo potencialno uporabo za porazdeljene sisteme.

Druga tema je povezana s tako imenovanimi mrežnimi motivi, ki opisujejo posebne podgrafe. Identifikacija tipičnih mrežnih motivov bo pomagala razumeti strukturne lastnosti optimalne zasnove. Naši raziskovalci so preučevali problem hkratne konjugacije. [COBISS [61722371](#)], [COBISS [96284675](#)]

Tretja tema preučuje modele okužb za sisteme porazdeljenih senzorskih omrežij. V tem kontekstu je treba upoštevati tako integracijo kot identifikacije omrežnih motivov in učinkovito maksimirati okužbo. Nov pristop temelji na identifikaciji prekrivajočih skupnosti in se uporabi to znanje za opredelitev potencialnih vlog vozlišč. [COBISS [80054787](#)] Hipoteza je, da se lahko te strukturne informacije uporabijo za učinkovito maksimiranje vpliva in se bodo uporabile za načrtovanje porazdeljenega omrežja in usmerjanje. Druga tematika, obravnavana v tem kontekstu, je stabilnost omrežij kot tudi zgodnje opozarjanje pri odkrivanju napak. S tega vidika je pomembno določiti

ključna vozlišča omrežja. Ta problem smo modelirali v okviru procesov okužbe in učinkovita metoda rešitve je v razvoju. [COBISS [80054787](#)], [COBISS [96284675](#)].

WP3:

Naloga 3.1: Sodobne rešitve na področju veriženja blokov

Sistematična raziskava, ki preučuje tehnologijo veriženja blokov iz vidika varnosti in zasebnosti, je bila izvedena in objavljena v reviji [COBISS [55089411](#)]. Ta raziskava je omogočila pravilne odločitve pri oblikovanju rešitve, ki vozliščem omogoča doseči soglasje pri izvedbi opravila. Naloga je opravljena.

Naloga 3.2: Zasnova semantično vodenih, storitveno naravnanih rešitev na področju veriženja blokov

Semantično vodeno izvajanje opravil prek senzorskega omrežja je bilo raziskano in objavljeno [COBISS [123259395](#)]. Semantično ujemanje je mogoče uporabiti za izbiro pravega vozlišča za izvedbo naloge glede na semantični opis ponujenih funkcionalnosti vozlišča in glede na opis funkcionalnosti, ki jih zahteva opravilo. Naloga je opravljena.

Naloga 3.3: Implementacija na primeru uporabe in tehnično poročilo

Ta naloga se je začela in se trenutno izvaja. Senzorji so naročeni in konfigurirani. Na senzorjih se izvaja Linux operacijski sistem, ki zažene nabor skript kot storitev (Linux demoni). Storitve omogočajo oddaljen dostop do sistema preko povratnega proxy-ja, zbiranje podatkov v lokalno bazo in varnostno kopijo na strežniku. Rok za poročilo je 36. mesec.

WP4:

Naloga 4.1: Identifikacija in izbira ustreznih (najsodobnejših) metod porazdeljenega podatkovnega rudarjenja, ki bodo uporabljene za avtomatsko konfiguracijo in optimizacijo našega senzorskega omrežja

Po prvotnem skrbnem pregledu najsodobnejše literature, smo se odločili za implementacijo lastnega porazdeljenega algoritma, ki temelji na klasifikacijskih asociacijskih pravilih. Predhodno (pred pričetkom projekta) smo objavili en konferenčni prispevek, ki poudarja nekatere vidike predlaganega novega algoritma [COBISS [26914307](#)] in en članek v reviji, ki vsebuje izčrpen opis algoritma [COBISS [41203715](#)]. Objavljena prispevka se v glavnem ukvarjajo s teoretičnimi lastnostmi na novo predlaganega algoritma, ki bi ga potencialno lahko priredili za porazdeljeno podatkovno rudarjenje v splošnem, kasneje pa tudi za porazdeljena senzorska omrežja. Prispevka sta tudi osnova, na kateri je temeljil pregled obstoječih metod in odločitev za implementacijo lastnega algoritma, kar smo kasneje objavili v reviji [COBISS.SI ID [123106307](#)].

Naloga 4.2: Identifikacija in izbira ustreznih (najsodobnejših) metod porazdeljenega podatkovnega rudarjenja, ki bodo uporabljene za identifikacijo zanimivih vzorcev iz podatkov senzorjev

Izbira implementacije našega lastnega algoritma za porazdeljeno podatkovno rudarjenje je bila nadalje motivirana s poglobljenim pregledom literature. Izpopolnili smo naš porazdeljeni algoritem, ki temelji na klasifikacijskih asociacijskih pravilih in objavili njegovo temeljito analizo na testnih podatkih v reviji [COBISS.SI ID [123106307](#)].

Naloga 4.3: Implementacija izbranih metod porazdeljenega podatkovnega rudarjenja iz nalog 4.1 in 4.2 s primeri uporabe

Čeprav svoj algoritem še nismo preizkusili na "realnih" podatkih iz senzorjev, v članku [COBISS 99452419] opisujemo razširitev našega algoritma iz [COBISS 123106307] z uporabo Hoeffdingovih dreves, s čimer postane algoritem inkrementalen in sposoben porazdeljenega delovanja po WSN. Preizkusi na vzorčnih podatkih senzorjev kažejo, da inkrementalno, porazdeljeno izvajanje našega algoritma daje primerljive rezultate z najsodobnejšimi algoritmi za klasifikacijo, ki so bili izvedeni na podatkih iz vseh senzorjev hkrati, medtem ko se je naš algoritem lahko postopoma naučil klasifikacijskega modela z uporabo samo lokalnih podatkov iz vsakega posameznega senzora.

WP5:

Naloga 5.1: Najsodobnejši brezžični senzori za potrebe spremljanja stanja stavb.

Izveden je bil pregled različnih senzorjev, ki so na voljo na trgu. To nam je omogočilo, da smo izbrali ustrezne senzore za naše potrebe spremljanja kakovosti zraka. Poročilo je na voljo na spletni strani projekta.

Naloga 5.2: Izbira in postavitve senzorjev v pilotne stavbe

V sodelovanju z WP2 je bila razvita splošna metodologija, objavljena v [COBISS 112219907]. Razvito je bilo tudi simulacijsko okolje za postavitve prehodnega vozlišča v porazdeljenem senzorskem omrežju, delo je povzeto v tehničnem poročilu D2.2. Simulacija temelji na podatkih o zakasnitvah kot parametrih utežene mreže senzorjev. Ti podatki so bili zbrani iz senzorjev postavljenih v stavbi stavbi InnoRenew. Skupaj z ZVKDS partnerjem je bil določen nabor splošnih smernic za postavitve senzorjev v pilotne stavbe. Senzorje smo namestili v stavbo InnoRenew CoE in OŠ Danilo Lokar. Postavitve senzorjev v InnoRenew CoE je bila organizirana s partnerjem ZVKDS. Postavitve senzorjev v šoli Danilo Lokar smo najprej načrtali z upravitelji stavbe preko elektronske pošte, nato pa smo senzore osebno dostavili in namestili. Poročilo je dostopno na spletu.

Naloga 5.3: Zbiranje podatkov in integrirano testiranje sistema

To nalogo smo začeli z načrtovanjem in implementacijo zanesljivega sistema za zbiranje podatkov, ki omogoči izvajanje algoritmov za porazdeljeno obdelavo podatkov. Senzorske naprave imajo podatkovno bazo, ki lokalno shranjuje kratko zgodovino meritev. Zbrani podatki so shranjeni tudi v oddaljeni bazi podatkov. Naprave, nameščene v stavbi, lahko komunicirajo med seboj prek lokalnega omrežja, posodobitve pa je mogoče izvajati na daljavo preko obratnega proxy-ja. Veliko dela je bilo vložene v testiranje in izboljšanje zanesljivosti sistema.

Assessment of the degree of realization of the program of work on the research project and the set research goals for the period of the interim report (if it is an international project, show the contribution of the foreign partner)

Projekt je strukturiran okoli 3 raziskovalnih ciljev (RC), kot sledi:

- **RC1: Omrežno modeliranje:** napredek tega cilja ocenjujemo na 70 %. Končali smo prvi 2 raziskovalni nalogi, identificirali smo formalne probleme in raziskovalni vrzeli za optimizacijo

porazdeljenih senzorskih omrežij. Opis problema, stanje tehnike in pristope k rešitvi smo povzeli v tehničnem poročilu, rezultat nove raziskave pa v znanstvenih publikacijah, med katerimi so štirje dokumenti SCI.

- **RC2: tehnologija verige blokov, ki temelji na semantičnih spletnih storitvah:** napredek tega cilja ocenjujemo na 80 %. Pridobili smo publikacijo, ki predstavlja rešitev, kot je opisana v poročanju naloge 3.2. Imamo delujoč prototip, ki združuje večino komponent, potrebnih za doseganje tega cilja, in do konca projekta želimo dokončati prototip za dokaz koncepta.

- **RC3: porazdeljeno strojno učenje prek omrežij lahkih povezanih objektov za prepoznavanje potencialnih trendov in napovedovanje.** Doseganje tega cilja ocenjujemo na 70%. Opravili smo pregled literature (naloga 4.1) in se na koncu odločili za implementacijo lastnega algoritma za porazdeljeno podatkovno rudarjenje (naloga 4.2), ki smo ga preizkusili na vzorčnih podatkih senzorjev z obetavnimi rezultati (naloga 4.3). Do konca projekta moramo še vedno preizkusiti naš algoritem na "realnih" podatkih senzorjev v WSN omrežjih (naloga 4.3) in integrirati našo izvedbo kot del storitvenih API-jev (naloga 4.4).

Changes to the work program of the research project or changes to the composition of the project team for the period of the interim report.

V obdobju poročanja ni bilo ugotovljenih bistvenih sprememb programa dela.

Vsi partnerji so prispevali pri delu na projektu, pri čemer je imela UP močnejši prispevek k WP4, ZVKDS pa k WP5. InnoRenew CoE je vodil in koordiniral celotno delo.