

Интеграција мапа у Home Assistant и омогућавање тока података ка њима

Integration of Maps in Home Assistant and Enabling Data Flow to Them

Миладин Момчиловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – СОФТВЕРСКО
ИНЖЕЊЕРСТВО И ИНФОРМАЦИОНЕ
ТЕХНОЛОГИЈЕ

Кратак садржај – Рад описује пројектовање и имплементацију система за визуализацију локације и праћење кретања IoT ентитета у реалном времену унутар Home Assistant платформе. Фокус рада је на успостављању поузданог тока података од мобилних уређаја до Map Dashboard-а коришћењем MQTT протокола као комуникационог стандарда. Предложено рјешење интегрише OwnTracks апликацију као извор података и користи хибридну архитектуру са локалним и удаљеним брокером како би се омогућио сигуран пријем података изван локалне мреже, превазилазећи мрежна ограничења (NAT). Практична примјена система демонстрирана је кроз приказ позиција на мапи и имплементацију аутоматизација које реагују на улазак и излазак корисника из дефинисаних гео-зона. Посебан значај рјешења огледа се у очувању приватности корисника кроз локалну обраду и складиштење осјетљивих података о кретању.

Кључне речи: Home Assistant, MQTT, MQTT Bridge, IoT, OwnTracks

Abstract – This paper describes the design and implementation of a system for real-time location visualization and tracking of IoT entities within the Home Assistant platform. The focus of the paper is on establishing a reliable data flow from mobile devices to the Map Dashboard using the MQTT protocol as a communication standard. The proposed solution integrates the OwnTracks application as a data source and employs a hybrid architecture with both a local and a remote broker to enable secure data reception from outside the local network, effectively overcoming network limitations (NAT). The practical application of the system is demonstrated through the display of positions on a map and the implementation of automations triggered by users entering and exiting defined geo-zones. A key significance of the solution lies in preserving user privacy through the local processing and storage of sensitive movement data.

Keywords: Home Assistant, MQTT, MQTT Bridge, IoT, OwnTracks

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Милан Видаковић, ред. проф.

1. УВОД

Развој система заснованих на *Internet of Things* (IoT) концепту довео је до значајног повећања количине података који се прикупљају, обрађују и приказују у реалном времену [1, 2]. Поред класичних сензорских мјерења, све већу улогу имају и геопросторни подаци, који омогућавају праћење кретања уређаја и корисника, као и имплементацију просторних аутоматизација у паметним окружењима.

Home Assistant [3] представља једну од најраспрострањенијих *open-source* платформи за локалну аутоматизацију паметних система, са снажном подршком за интеграцију различитих IoT уређаја и сервиса. Иако платформа нуди уграђене механизме за визуализацију локацијских података, интеграција геопросторних информација из хетерогених извора, посебно у сценаријима који укључују уређаје ван локалне мреже, представља технички изазов.

Овај рад се бави пројектовањем и имплементацијом система који омогућава поуздан ток локацијских података ка Home Assistant платформи и њихову визуализацију на мапи. Предложено рјешење заснива се на употреби MQTT [4] протокола као комуникационог слоја и хибридне архитектуре која комбинује локални и удаљени MQTT брокер, повезане механизмом MQTT моста [5].

Фокус рада је на мапирању локацијских података на ентитете типа *device_tracker* и њиховом приказу путем Map Dashboard компоненти, уз примјену TLS енкрипције и локалне обраде података ради очувања безбједности и приватности корисника. Поред визуализације, систем омогућава и имплементацију просторних аутоматизација заснованих на уласку и изласку уређаја из дефинисаних зона.

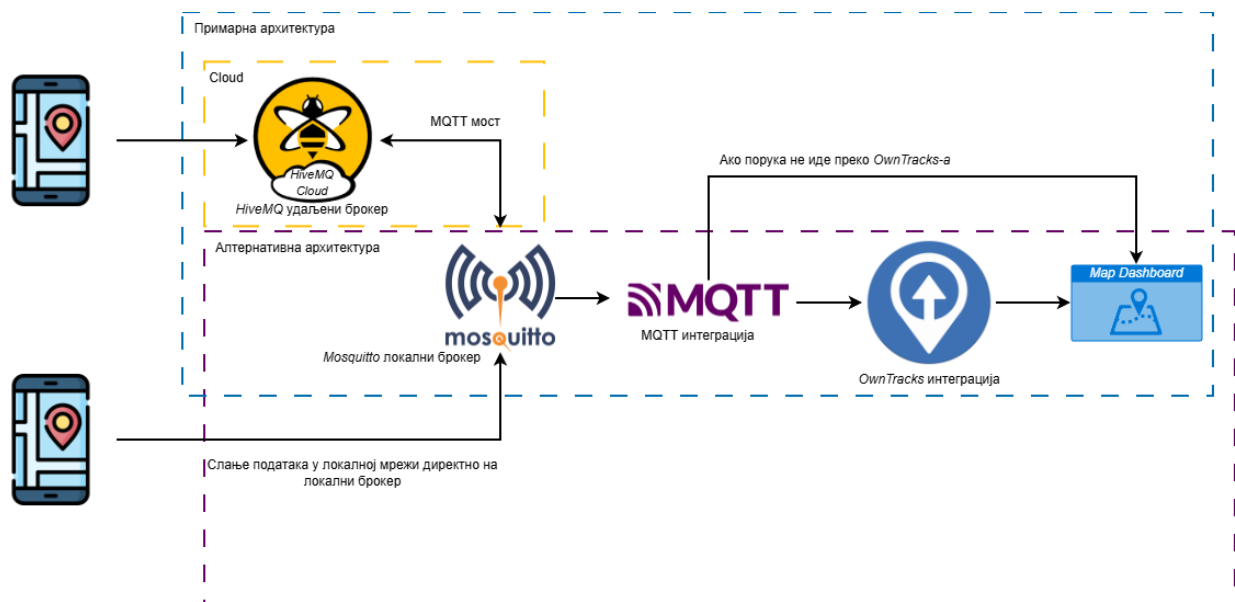
2. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМА

Предложени систем је пројектован као дистрибуирано рјешење које интегрише локалну обраду података са модерним комуникационим протоколима. Архитектура се састоји од три кључна сегмента: апликативног слоја (Home Assistant), комуникационог слоја (MQTT топологија) и слоја аквизиције података (клијентски уређаји). Интеракција између ових компоненти приказана је на Слици 1.

2.1. Home Assistant платформа

Home Assistant представља централну компоненту система и служи као основни механизам за прикупљање, обраду и визуализацију геопросторних података. У оквиру предложене хибридне архитектуре, он функционише као локална инстанца која осигурава да се логика аутоматизације извршава унутар приватне мреже корисника.

Пристигли подаци се унутар платформе мапирају на ентитете типа *device_tracker*. Ови ентитети представљају дигиталну апстракцију физичких уређаја и садрже кључне атрибуте попут географских координата, прецизности сигнала и статуса присутности. За интеракцију са корисником користи се *Map Dashboard* компонента, док интерни механизми платформе омогућавају креирање напредних аутоматизација које се окидају на основу просторних догађаја (нпр. улазак или излазак из дефинисане зоне).



Слика 1. Дијаграм компоненти система и ток података

2.2. Комуникациони слој

Комуникациона инфраструктура система заснована је на MQTT протоколу и реализована кроз спрегу локалног и удаљеног брокера, као што је илустровано на дијаграму компоненти (Слика 1).

Локални брокер (Mosquitto [6]): Представља чвориште интеграције са *Home Assistant*-ом, задужено за дистрибуцију порука унутар локалне мреже (LAN).

Удаљени брокер (HiveMQ [7]) и MQTT Мост: За комуникацију са уређајима на јавним мрежама користи се удаљени брокер. Веза између њега и локалног система остварена је путем *MQTT Bridge* механизма. Овај механизам омогућава локалном брокеру да аутоматски и транспарентно преузима поруке са удаљеног сервера.

Кључна предност овакве конфигурације је што *Home Assistant* инстанца није директно изложена интернету, чиме се значајно повећава безбједност система. Интегритет и повјерљивост података током преноса кроз јавну мрежу гарантовани су примјеном TLS енкрипције на транспортном слоју.

2.3. Извори локацијских података

Слој аквизиције података чине мобилни уређаји са инсталираном апликацијом *OwnTracks* [8]. Ова апликација користи интегрисане GPS сензоре за генерисање телеметријских података, које потом шаљу у формату стандардизованих MQTT порука.

Структура ових порука (садрже координате, прецизност, ниво батерије) је оптимизована за аутоматску обраду унутар *Home Assistant* платформе. Овакав приступ омогућава флексибилну интеграцију различитих клијената, уз стриктно поштовање приватности корисника кроз локално складиштење историје кретања.

3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА РЈЕШЕЊА

Реализација система спроведена је у окружењу заснованом на *Home Assistant OS* платформи (верзија 16.3), која се извршава на *Raspberry Pi 4* уређају. Процес имплементације обухватио је конфигурацију серверске инфраструктуре, успостављање сигурних комуникационих канала и развој логике за аутоматизацију.

3.1. Конфигурација хибридног MQTT окружења

Успостављање комуникационог слоја започето је на страни локалног система инсталацијом *Mosquitto* брокера као додатка (*add-on*) унутар *Home Assistant* платформе. Након основне локалне конфигурације, приступило се креирању удаљене инфраструктуре иницијализацијом кластера на *HiveMQ Cloud* платформи. На кластеру су дефинисани јединствени акредитиви за приступ и омогућен TLS протокол на

порту 8883, чиме је креирана сигурна улазна тачка за податке са интернета.

Кључни корак имплементације представљало је повезивање локалног и удаљеног брокера конфигурацијом *MQTT Bridge* механизма. Ради модуларности и лакшег одржавања, конфигурација моста није уписивана директно у главну конфигурацију, већ је креирана засебна датотека *bridge.conf*. У њој је дефинисана директива која успоставља везу ка удаљеном кластеру, укључујући путању до *Root CA* сертификата (*Let's Encrypt ISRG Root X1*) неопходног за верификацију идентитета сервера. На овај начин остварује се једносмјерна TLS аутентификација, при чему клијент верификује идентитет удаљеног MQTT брокера. Правило мапирања **topic owntracks/# in 1** осигурава да се све поруке са овом темом аутоматски реплицирају са удаљеног на локални брокер уз QoS 1 ниво услуге, чиме се гарантује испорука чак и у случају краткотрајних прекида мреже и чиме се омогућава пренос података изван локалне мреже без потребе за директним излагањем *Home Assistant* инстанце интернету.

3.2. Интеграција клијентских апликација

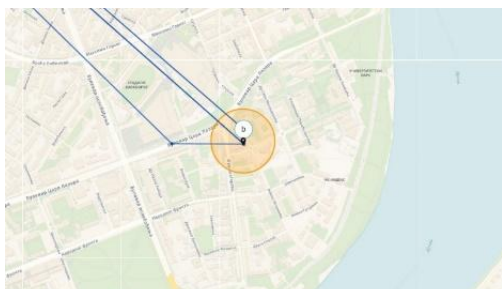
За прикупљање података одабрана је мобилна апликација *OwnTracks* због своје флексибилности и подршке за MQTT. На клијентским уређајима (iOS и Android) апликација је конфигурирана у режиму "Тихо" (*quiet*), који шаље податке само када се иницирају од стране корисника, како би се смањило слање непотребних промјена локација.

У параметрима конекције унесена је адреса удаљеног брокера и активирана TLS енкрипција. Сваки уређај је добио јединствен идентификатор теме (*topic*), што *Home Assistant*-у омогућава да аутоматски препозна извор података. Захваљујући *Discovery* механизму платформе, није било потребно ручно дефинисати ентитете; систем је аутоматски креирао одговарајуће *device_tracker* објекте на основу прве примљене поруке.

Детектовани *device_tracker* ентитети се приказују на *Map Dashboard*-у као што можемо видјети на Слици 2.

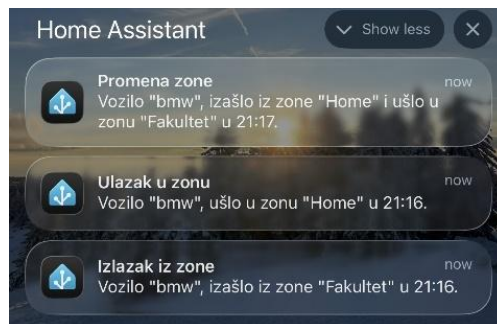
3.3. Аутоматизација

Апликативни слој рјешења заокружен је имплементацијом логике за обраду просторних догађаја. Прво су у систему дефинисане гео-зоне (Home, Fakultet) са одговарајућим радијусима детекције (Слика 2).



Слика 3. Приказ локације на *Map Dashboard*-у

Затим је развијена универзална аутоматизација која прати промјене стања свих праћених ентитета. Логика аутоматизације динамички пореди претходну и тренутну локацију корисника како би детектовала три типа догађаја: Улазак у зону, Излазак из зоне и Промјена зоне. На основу детектованог догађаја, систем генерише информативну поруку и шаље *push* нотификацију путем *Home Assistant Companion* сервиса као што је приказано на Слици 3, истовремено биљежећи догађај у системски дневник (*Logbook*) ради касније анализе и ревизије кретања.



Слика **Error! No text of specified style in document.**2. *Push* нотификација на телефону

4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Тестирање система показало је да је латенција (кашњење) при преносу поруке од мобилног уређаја до приказа на мапи у кући мања од 2 секунде у већини случајева, што задовољава потребе за праћењем у реалном времену.

Посебан акценат стављен је на поузданост система у условима нестабилне мрежне конекције. Примјеном QoS 1 (*Quality of Service*) нивоа услуге, обезбијеђено је да се поруке не губе чак ни у случају привременог прекида интернет везе код куће. У таквим ситуацијама, удаљени *HiveMQ* брокер привремено складишти пристигле поруке ("*queueing*") и аутоматски их испоручује локалном *Mosquitto* брокеру чим се *Bridge* конекција поново успостави. Ово гарантује континуитет података и тачност историје кретања, која се трајно архивира искључиво на локалном *Home Assistant* серверу, чиме је приватност корисника у потпуности заштићена.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду представљено је рјешење за интеграцију и визуализацију геопросторних података у оквиру *Home Assistant* платформе, засновано на употреби MQTT протокола и хибридне брокерске архитектуре. Комбинацијом локалног и удаљеног MQTT брокера, повезаних механизмом MQTT моста, омогућен је поуздан ток локацијских података ка систему, независно од мрежног окружења у којем се уређаји налазе.

Предложени приступ омогућава мапирање локацијских података на ентитете типа *device_tracker* и њихову визуализацију путем *Map Dashboard* компоненти, без потребе за развојем посебних визуализационих модула. Поред приказа података, систем подржава и имплементацију просторних

аутоматизација заснованих на догађајима уласка и изласка уређаја из дефинисаних зона, чиме се додатно проширује функционалност платформе.

Посебан значај рада огледа се у очувању безбједности и приватности корисника, које се постижу примјеном TLS енкрипције и локалном обрадом и складиштењем осјетљивих података. Представљено рјешење је флексибилно, прошириво и примјенљиво у различитим IoT сценаријима, те може послужити као основа за даљи развој напреднијих система за анализу кретања, подршку већем броју корисника и интеграцију додатних извора геопросторних података.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications" IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions" Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, Sept. 2013.
- [3] "Home Assistant documentation", <https://www.home-assistant.io/docs/>. (приступљено у септембру 2025)
- [4] Nordic Semiconductor Academy, "Lesson 4: MQTT protocol" Cellular IoT Fundamentals. <https://academy.nordicsemi.com/courses/cellular-iot-fundamentals/lessons/lesson-4-cellular-fundamentals/topic/lesson-4-mqtt-protocol/>. (приступљено у септембру 2025)
- [5] S. Cope, "Mosquitto MQTT bridge – usage and configuration" Steve's Internet Guide, Oct. 2024. <http://www.steves-internet-guide.com/mosquitto-bridge-configuration/>. (приступљено у септембру 2025)
- [6] "Mosquitto: An open source MQTT broker", <https://mosquitto.org/documentation/>. (приступљено у септембру 2025)
- [7] "HiveMQ Cloud: Fully managed MQTT broker", <https://www.hivemq.com/mqtt-cloud-broker/>. (приступљено у септембру 2025)
- [8] "OwnTracks Booklet (Documentation)", <https://owntracks.org/booklet/>. (приступљено у септембру 2025)

Кратка биографија:



Миладин Момчиловић
рођен је 25.01.2001. године у Љубовији. Факултет техничких наука у Новом Саду уписао је 2019. године. Основне студије завршио у року 2023. године и након тога уписао мастер студије на истом факултету смјер Софтверско инжењерство и информационе технологије.

Контакт:

miladin.momicilovic@gmail.com