

Smart Mobility

1. Domen problema

Softver se nalazi u domenu pametne urbanog transporta (Smart Mobility). Cilj sistema je da korisnicima omogući planiranje svakodnevnog putovanja, izbor i korišćenje različitih vidova prevoza, kao i kupovinu karata i pretplata, kroz jedinstvenu platformu koja integriše više nezavisnih provajdera prevoza.

Sistem objedinjuje podatke o javnom prevozu, servisima za iznajmljivanje bicikala i skutera, kao i dodatnim eksternim servisima (plaćanje, autentifikacija), i pruža podršku za analizu i optimizaciju kretanja na nivou grada.

Učesnici

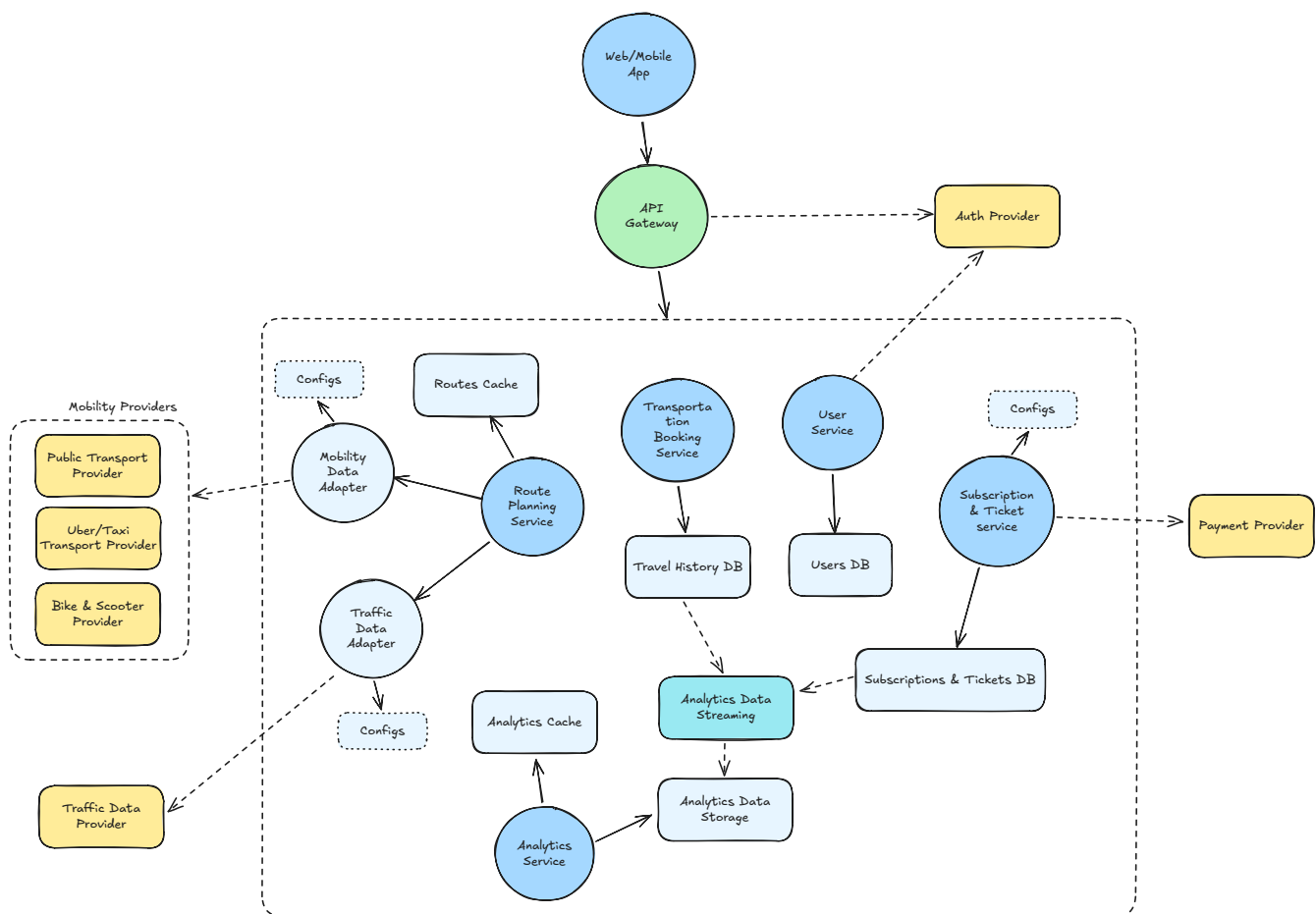
Učesnik	Opis
Putnici	Koriste sistem za planiranje putovanja, izbor prevoznih sredstava i kupovinu karata.
Provajderi prevoza	Organizacije koje upravljaju javnim prevozom, servisima za iznajmljivanje bicikala i trotineta i izlažu podatke o dostupnosti i rasporedima putem API-ja.
Administratori sistema	Održavaju i konfigurišu sistem, upravljaju integracijama i nadgledaju rad platforme.
Eksterni servisi	Servisi za autentifikaciju i autorizaciju korisnika, kao i servisi za obradu plaćanja.
Sistemi za analitiku i optimizaciju saobraćaja	Koriste agregirane i anonimizovane podatke za analizu obrazaca kretanja i unapređenje saobraćajnih tokova.

Poslovni procesi

Poslovni proces	Opis
Planiranje putovanja	Kombinovanje više vidova prevoza u optimalnu rutu na osnovu dostupnosti i vremenskih uslova.
Integracija prevoznih servisa	Prikupljanje i sinhronizacija podataka od eksternih provajdera prevoza putem API-ja.
Upravljanje kartama i pretplatama	Kupovina, validacija i upravljanje pravima korišćenja prevoznih usluga.
Obrada plaćanja	Bezbedna obrada transakcija putem eksternog payment provajdera.
Prikupljanje i analiza podataka	Skladištenje i obrada istorijskih podataka o saobraćaju radi analitike i optimizacije.
Korisnička podrška (sekundarno)	Automatizovana podrška korisnicima kroz chat servis zasnovan na LLM-u.

2. Arhitektura sistema

Zamišljeni softver je projektovan kao distribuiran sistem zasnovan na mikroservisnoj arhitekturi, gde su ključne funkcionalnosti podeljene u nezavisne servise. Na slici 1 prikazan je pregled arhitekture sistema na apstraktnom nivou.



Slika 1: Arhitektura sistema

Osnovne karakteristike

Mikroservisna arhitektura sa sledećim ključnim osobinama:

- **Distribuirani sistem** - Svaki servis (Route Planning, Transportation Booking, User Service, Subscription & Ticket Service, Analytics Service) je nezavisan mikroservis
- **Database per Service pattern** - Svaki servis ima svoju bazu (Users DB, Travel History DB, Subscriptions & Tickets DB, Analytics Data Storage)
- **API Gateway pattern** - Centralna tačka ulaza koja rutira zahteve ka odgovarajućim servisima
- **Adapter pattern za eksterne integracije** - Mobility Data Adapter i Traffic Data Adapter enkapsuliraju komunikaciju sa eksternim providerima
- **Event-driven komponente** - Analytics Data Streaming radi asinhronu obradu podataka za real-time analitiku
- **Caching strategy** - Routes Cache i Analytics Cache poboljšavaju performanse za često korišćene podatke

Korišćene tehnologije

- **Web/Mobile App (Frontend):**
 - **React.js** (Web) - Moderni UI framework
 - **React Native** (Mobile) - Cross-platform razvoj (iOS + Android) sa deljenjem koda sa web aplikacijom
- **Traefik** (API Gateway) - Golang implementacija - visoke performanse, mali *memory footprint*, *rate limiting*, *authentication*, *load balancing*, *service discovery* i *health checks*, idealan kao *single entry point* za mikroservise
- **Gin + Golang** (Backend Microservices) - visoke performanse, *low latency*, brzo pokretanje, kompaktne Docker slike, statički tipiziran, nizak *memory footprint*

- **Redis** (Cache) - *blazing-fast-in-memory* performanse, *low latency*, podržava širok spektar struktura, *sub-millisecond latency* perzistencija (RDB + AOF) za *crash recovery*
- **MongoDB** (Databases) - dokument orijentisana NoSQL baza podataka, pogodna za čuvanje podataka promenljive strukture (rute sa različitim brojem prevoznih opcija)
- **GTFS** (General Transit Feed Specification) API - rasporedi javnog prevoza, procenjeno vreme dolaska, cene, dostupnost
- **Uber/Bolt/Yandex API** - taxi i uber provajderi, procenjeno vreme dolaska, cene, dostupnost
- **Lime Micromobility API** - provajder bicikala i trotineta, cene, dostupnost
- **Google Maps Traffic API** - stanje i prohodnost puteva u realnom vremenu
- **Auth0** (Auth Provider) - OAuth 2.0 / OpenID Connect, Social login (Google, Facebook, Apple)
- **Stripe** (Payment Provider) - kartice, digitalni novčanici, PCI DSS kompatibilnost eksterno ishendlana
- **Apache Kafka** (Analytics Data Streaming) - distributed event streaming, travel-events, subscription-events, payment-events, visoka dostupnost
- **Hadoop** (Analytics Data Storage) - distribuirano skladište za petabyte-scale podatke

3. Slučajevi korišćenja

- **Planiranje putovanja** - pretraživanje i planiranje optimalne rute između lokacija koristeći različite vidove prevoza (javni prevoz, taxi/Uber, bicikli/skuteri). Sistem uzima u obzir real-time saobraćajne podatke i dostupnost prevoznih sredstava.
- **Rezervacija i kupovina karata** - rezervisanje i kupovina karata/pretplata za različite vidove transporta. Sistem omogućava upravljanje aktivnim pretplatama, istorijom kupovina i plaćanje preko eksternih payment providera.
- **Upravljanje korisničkim nalogom** - registracija, prijava (preko Auth Provider), upravlja profilom i preferencama, čuva omiljene rute i pristupa istoriji svojih putovanja.
- **Praćenje i analitika putovanja** - sistem prikuplja i analizira podatke o putovanjima korisnika, obrascima kretanja i korišćenju različitih vidova prevoza. Omogućava personalizovane preporuke i uvide u navike putovanja.

4. Osetljivi resursi sistema

Users DB (baza korisničkih podataka)

- **Bezbednosni ciljevi:** poverljivost, integritet, dostupnost
- **Osetljivi podaci:** Lični podaci korisnika (ime, prezime, email, telefon, adresa, datum rođenja), kredencijali za autentifikaciju
- **Regulativa:** GDPR (General Data Protection Regulation) - zahteva enkripciju ličnih podataka, pravo na brisanje, kontrolu pristupa
- **Pretnje:** Neovlašćen pristup, curenje podataka, identity theft

Subscriptions & Tickets DB (baza pretplata i karata)

- **Bezbednosni ciljevi:** integritet, poverljivost, autentičnost
- **Osetljivi podaci:** Aktivne pretplate korisnika, kupljene digitalne karte, istorija plaćanja, statusi pretplata (active/expired), validacioni tokeni za digitalne karte
- **Regulativa:** GDPR - podaci o kupovinama i pretplatama korisnika se smatraju ličnim podacima
- **Pretnje:** Neovlašćena aktivacija/produženje pretplata bez plaćanja, onemogućavanje validnih pretplata drugih korisnika, krađa/falsifikovanje digitalnih karata, manipulacija statusom pretplata

Travel History DB (baza istorije putovanja)

- **Bezbednosni ciljevi:** poverljivost, integritet
- **Osetljivi podaci:** Obrasci kretanja korisnika, lokacijski podaci, navike putovanja
- **Pretnje:** Profilisanje korisnika, praćenje lokacije, narušavanje privatnosti

Routes Cache (keš isplaniranih ruta)

- **Bezbednosni ciljevi:** integritet, dostupnost
- **Osetljivi podaci:** Keširane rute korisnika
- **Pretnje:** Cache poisoning, curenje informacija o korisničkim navikama

Analytics Data Streaming (Kafka/Message Broker)

- **Bezbednosni ciljevi:** integritet, dostupnost, poverljivost
- **Osetljivi podaci:** Real-time podaci o putovanjima korisnika, događaji o rezervacijama, obrasci kretanja
- **Pretnje:** Neovlašćeno čitanje event stream-a, message tampering, DoS napadi na broker, replay napadi

Analytics Data Storage (Hadoop/Data Lake)

- **Bezbednosni ciljevi:** poverljivost, integritet, dostupnost
- **Osetljivi podaci:** Istorijski podaci o svim putovanjima, agregirana analitika korisničkog ponašanja, big data skupovi
- **Pretnje:** Masovno curenje podataka, neovlašćena analiza korisničkih obrazaca, data mining bez saglasnosti

Analytics Cache

- **Bezbednosni ciljevi:** integritet, poverljivost, dostupnost
- **Osetljivi podaci:** Keširani rezultati analitike, često tražene statistike, personalizovani insights
- **Pretnje:** Cache poisoning, curenje agregiranih podataka, neovlašćen pristup analitičkim rezultatima

Configuration Files (Konfiguracioni fajlovi)

- **Bezbednosni ciljevi:** poverljivost, integritet, dostupnost
- **Osetljivi podaci:** API ključevi za eksterne providere (mobility, traffic, payment), database connection stringovi, OAuth client secrets, enkripticioni ključevi, servisni tokeni
- **Pretnje:** Neovlašćen pristup API ključevima, kompromitovanje kredencijala za baze, izloženost secrets u version control sistemima, hardcoded credentials