

Sistem za identifikaciju minerala i njihovih nalazišta u Srbiji

Član tima

- Branko Marić SV70-2021

Motivacija

Srbija poseduje bogato, ali široj javnosti nedovoljno poznato mineralno nasleđe, uključujući nalazišta raznovrsnog poludragog kamenja. Interesovanje za amatersku gemologiju, sakupljanje minerala i planinarenje sa ciljem pronalaska uzoraka je u porastu. Međutim, informacije o vrstama minerala, njihovim karakteristikama i tačnim lokacijama nalazišta su rasute, često se nalaze u stručnoj literaturi, na forumima ili su deo usmenog predanja, što otežava ulazak u hobi novim entuzijastima.

Motivacija za projekat je stvaranje centralizovanog, inteligentnog sistema koji bi korisnicima omogućio laku identifikaciju minerala na osnovu vizuelnih karakteristika, ali i pružio precizne informacije o potencijalnim nalazištima, geološkom kontekstu i srodnim primercima. Ovaj sistem bi, za razliku od statičnih resursa, koristio **ekspertske sistem** i **mehanizme rezonovanja** kako bi pružio personalizovano i pouzdano iskustvo, rangirajući potencijalne kandidate i dajući preporuke za dalje istraživanje.

Pregled problema

Specifičan problem koji se rešava je nedostatak jedinstvenog, interaktivnog alata za podršku amaterima i hobistima u potrazi za dragim i poludragim kamenjem na teritoriji Srbije.

Postojeća rešenja se uglavnom svode na:

- **Statične veb-sajtove i blogove:** Pružaju opise minerala, ali bez interaktivne pomoći pri identifikaciji ili dinamičkog pretraživanja lokacija.
- **Geološke karte i stručna literatura:** Precizne su, ali su kompleksne za korišćenje laicima, zahtevaju stručno znanje za tumačenje i nisu lako dostupne.
- **Forumi i društvene mreže:** Informacije su nepouzdanе, subjektivne i neorganizovane.

Nedostaci postojećih rešenja:

- Ne postoji sistem koji na osnovu vizuelnih parametara može da izvrši rezonovanje i ponudi listu mogućih minerala.
- Ne postoji alat koji povezuje identifikovani mineral sa poznatim nalazištima u Srbiji na inteligentan način.
- Ne postoji sistem koji bi upozoravao korisnike na zaštićena područja.

Prednost ovog rešenja bi bila u implementaciji baze znanja i ekspertskog sistema koji bi korisniku pružio personalizovano iskustvo. Sistem bi pomagao korisniku da identifikuje kamen koji je pronašao na osnovu unetih karakteristika, rangirajući kandidate, i usmeravao ga ka lokacijama gde bi mogao pronaći slične primerke, uzimajući u obzir i zakonska ograničenja.

Metodologija rada

Očekivani ulazi u sistem (Input)

Korisnik će unositi podatke o pronađenom uzorku kamena kroz interaktivan upitnik. Pored osnovnih vizuelnih karakteristika, dodajemo i opcione, naprednije ulaze koji omogućavaju kompleksnije rezonovanje:

- **Lokacija pronalaska:** Korisnik unosi lokaciju putem teksta ili odabirom na mapi.
- **Vizuelne karakteristike:**
 - **Boja:** Odabir jedne ili više boja sa palete.
 - **Prozirnost:** Odabir opcije (neproziran, poluproziran, proziran).
 - **Sjaj:** Odabir opisa sjaja (staklast, sedefast, mastan, metalan, bez sjaja).
- **Opcione napredne karakteristike:**
 - **Tip stene pronalaska:** Odabir tipa stene (npr. vulkanska, sedimentna, metamorfna) ili konkretnog naziva (serpentinit, granit, krečnjak).
 - **Rezultat testa tvrdoće:** Korisnik može uneti koji mineral je uzorak ogrebao ili koji je bio ogreban uzorkom (npr. "ogrebao staklo, ali ne i kvarc").
 - **Boja ogreba (streaka):** Unos boje traga koji mineral ostavlja na neglaziranom porcelanu.

Očekivani izlazi iz sistema (Output)

Na osnovu unetih podataka, sistem će generisati sledeće informacije, rangirane po verovatnoći:

- **Lista mogućih minerala rangirana po bodovima:** Lista kandidata, npr. "Opal (95 poena)", "Kalcedon (80 poena)".
- **Detaljan opis identifikovanog minerala:** Karakteristike, geološki kontekst, tipovi stena u kojima se nalazi, zanimljivosti.
- **Spisak ili mapa nalazišta u Srbiji:** Prikaz poznatih lokacija gde se identifikovani mineral može pronaći, sa geografskim i geološkim područjem (npr. "Fruška gora - Neogeni vulkanski kompleks").

- **Preporuke za srodne minerale:** Predlozi drugih minerala ili varijeteta koji se mogu naći na istoj lokaciji ili u sličnom geološkom kontekstu.
- **Upozorenja:**
 - Informacije o zakonskim ograničenjima ("Nalazište je u okviru Nacionalnog parka, sakupljanje je zabranjeno").

Baza znanja projekta

Baza znanja će biti srce sistema i sastojće se iz dva dela:

1. **Baza činjenica (Facts):** Sadržće formalno opisane podatke o mineralima, geološkim oblastima i lokacijama u Srbiji. Svaki mineral će biti objekat sa atributima:
 - naziv
 - boja (lista mogućih boja)
 - providnost (lista opcija)
 - sjaj (lista opcija)
 - tvrdoća_min, tvrdoća_max (Mohsova skala)
 - boja_ogreba
 - tip_stene (lista tipova)
 - nalazista (lista lokacija)
 - geološka_područja (lista)
2. **Baza pravila (Rules):** Sadržće ekspertska pravila za rezonovanje, napisana u **Drools (DRL)** formatu. Pravila će služiti za bodovanje, filtriranje, klasifikaciju lokacija i generisanje preporuka i upozorenja na osnovu korisničkog unosa.

Primeri kompleksnih pravila i korišćenje baze znanja

Forward-Chaining

Scenario: Korisnik je na Zlatiboru, u steni zelenkaste boje (serpentinit), pronašao kamen sledećih karakteristika:

- **Lokacija:** Zlatibor
- **Boja:** Zelena
- **Prozirnost:** Poluproziran
- **Sjaj:** Mastan
- **Tip stene pronalaska (opciono):** Serpentinit

Korak 1: Učitavanje i Kategorizacija Kandidata: Sistem prima korisnički unos i kreira objekat Uzorak. Zatim, učitava **sve** minerale iz baze znanja u radnu memoriju, ali ih odmah logički deli u dve grupe na osnovu lokacije.

- **Činjenica:** Uzorak(lokacija="Zlatibor", ...)
- **Akcija:** Sistem kreira dve liste kandidata:
 1. PrimarniKandidati: Svi minerali iz baze za koje je Zlatibor naveden kao poznato nalazište. (npr. Serpentin, Magnezit, Hromit, Epidot...).
 2. SekundarniKandidati: Svi ostali minerali iz baze. (npr. Ametist sa Fruške gore, Malahit sa Rudnika, itd.).
- Svi kandidati u obe liste imaju početni skor 0.

Korak 2: Osnovno Bodovanje za Sve Kandidate: Sistem primenjuje osnovna pravila za poređenje vizuelnih karakteristika na obe liste podjednako.

- **Pravilo "MatchColor", "MatchLuster", "MatchTransparency":** Pravila se izvršavaju za sve kandidate.
- **Rezultat nakon ovog koraka (primer):**
 - U listi PrimarniKandidati: Serpentin (25 poena), Epidot (25 poena).
 - U listi SekundarniKandidati: Pretpostavimo da postoji neki drugi, vizuelno sličan zelenkasti mineral, npr. Žadeit (koji nije na Zlatiboru), takođe bi dobio oko 25 poena.

Korak 3: Bonus za lokaciju i geološki kontekst: Uvode se dva pravila koja daju značajne bodove mineralima u odnosu na lokaciju na kojoj su pronađeni i za geološki kontekst.

- **Pravilo "LocationPriorityBonus":** AKO Kandidat pripada listi PrimarniKandidati, dodeli **značajan bonus za geolokacijsko poklapanje**.
 - **Akcija:** Svi kandidati iz prve liste (Serpentin, Epidot...) dobijaju npr. **+30 poena**. Kandidati iz druge liste ne dobijaju ove poene.
- **Pravilo "ConfirmGeologicalContext":** Ako Kandidat.tip_stene sadrži Uzorak.tip_stene, dodeli bonus za geološki kontekst.
 - **Akcija:** Serpentin dobija dodatnih **+20 poena** jer se vezuje za serpentinit.
- **Stanje poena nakon ovog koraka:**
 - Serpentin: 25 (vizuelno) + 30 (lokacija) + 20 (stena) = **75 poena**.
 - Epidot: 25 (vizuelno) + 30 (lokacija) = **55 poena**.
 - Žadeit (sekundarni kandidat): 25 (vizuelno) + 0 (lokacija) = **25 poena**.

Korak 4: Analiza Rezultata i Generisanje Pametnog Izlaza Sistem sada analizira finalne skorove i donosi zaključak, ali je sada sposoban da prepozna i anomalije.

- **Scenario A (Standardna identifikacija):**
 - Pošto je Serpentin, primarni kandidat, ubedljivo na prvom mestu, sistem generiše standardni izlaz.
 - **Izlaz:** "Najverovatniji mineral je **Serpentin** (skor: 75/100). Identifikacija je potkrepljena poklapanjem vizuelnih karakteristika, tipa stene i poznatog nalazišta na Zlatiboru."
- **Scenario B (Potencijalno novo otkriće):**
 - Zamislimo da je korisnik uneo savršene karakteristike za Malahit (boja, sjaj, prozirnost...), ali je kao lokaciju naveo Zlatibor, gde Malahit nije dokumentovan.
 - Malahit bi kao SekundarniKandidat dobio izuzetno visok skor na osnovu vizuelnih karakteristika (npr. 45/50), ali ne bi dobio bonus za lokaciju. Njegov konačan skor bi bio 45 što je visok skor kad uzmemo u obzir da nije na dobroj lokaciji i sistem će ovo prepoznati kao anomaliju.
 - **Izlaz (u ovom slučaju):** „Vaš uzorak se po karakteristikama savršeno poklapa sa mineralom **Malahit**, koji do sada nije bio dokumentovan na području Zlatibora. Ovo bi moglo predstavljati novo nalazište. Vaš unos je zabeležen i biće prosleđen administratorima na dalju analizu.”

CEP (Obrada kompleksnih događaja)

Ova tehnologija omogućava sistemu da prepozna značajne obrasce u realnom vremenu, analizirajući prijave više korisnika.

Logika procesa:

1. Definisanje događaja (Event): Sistem generiše specifičan događaj, PotencijalnoOtkriceEvent, svaki put kada se u Forward Chaining procesu desi "Scenario B":

- Kada je mineral sa najvišim skorom SekundarniKandidat odnosno nije sa poznate lokacije.
- Kada je njegov skor izuzetno visok na osnovu svih drugih karakteristika.

2. Definisanje CEP pravila (Rule): U sistemu postoji pravilo koje neprekidno posmatra tok PotencijalnoOtkriceEvent događaja.

- **Naziv pravila:** "DetectUndocumentedHotspot"
- **Logika pravila (opisno):** Kada se u vremenskom prozoru od **45 dana** akumulira **najmanje 5** PotencijalnoOtkriceEvent događaja, pri čemu SVI događaji moraju da zadovolje sledeće uslove:
 - Da se odnose na **isti mineral** (npr. Ametist).
 - Da potiču od **najmanje 3 različita korisnika**.
 - Da se njihove lokacije nalaze u radijusu od **5 kilometara** jedna od druge.

3. Akcija (Action): Kreiraj novi objekat HotspotUpozorenje u sistemu i pošalji notifikaciju administratoru.

Objekat HotspotUpozorenje sadrži informacije kao što su: naziv minerala, prosečne koordinate centra hotspot-a, broj prijave, ID-jevi korisnika koji su prijavili nalaze i prosečna pouzdanost poklapanja.

Backward-Chaining

Ovaj mehanizam se koristi kada korisnik hoće da napravi upit o tome šta bi želeo da pronađe.

Primer: Korisnik unosi sledeća svojstva:

1. Korisnički unos:

- **Providnost:** proziran
- **Lokacija:** Cer
- **Sjaj:** staklast

2. **Logika:** Sistem ne kreće od unosa o uzorku, već od cilja – "pronaći sve minerale koji zadovoljavaju uslove „proziran“, „staklast“ i lokacija „Cer“.

3. **Proces:** Sistem pretražuje svoju bazu činjenica (listu svih minerala) i proverava svaki mineral da li ispunjava zadate uslove.
4. **Rezultat:** Korisniku se izlistavaju svi minerali koji su zadovoljili upit, na primer, "Kvarc (Gorski kristal)" i "Beril (Akvamarin)".