

Sistem za automatsko dijagnostikovanje problema u automobilu

Članovi tima:

Luka Popović SV4/2021

Matija Popović SV5/2021

Motivacija:

Kvarovi na automobilima predstavljaju veliki problem jer mogu izazvati potencijalno opasne situacije u saobraćaju i ugroziti ostale učesnike, dodatne troškove i gubitak vremena. Većina vozača nema dovoljno znanja da samostalno prepozna uzrok problema, pa se oslanja isključivo na mehaničare. Sistem za automatsko dijagnostikovanje problema u automobilu može pomoći vozačima da pravovremeno prepoznaju potencijalne kvarove, daju preliminarnu dijagnozu i preporuče sledeće korake. Na ovaj način smanjuje se rizik od ozbiljnih kvarova, uštedu novca i povećava bezbednost u saobraćaju.

Pregled problema:

Sistem će koristiti bazu znanja o uobičajenim kvarovima, simptomima i rešenjima za različite marke i modele automobila i ostalim atributima automobila. Na osnovu unetih podataka sistem detektuje potencijalne kvarove (motor, kočnice, električni sistem, rashladni sistem) i ako ima više potencijalnih kvarova biće prikazano šta je najveća verovatnoća. Korisnik dobija povratnu informaciju o mogućem problem i kako ga može rešiti ako je izvodljivo (npr. zamena gume), kao i preporuku da li može nastaviti vožnju ili je neophodno odmah posetiti servis ili da zove šlep službu.

Metodologija rada:

Sistem ima tri tipa korisnika:

Vozač

Unosi uočene simptome (neobični zvukovi, vibracije, problemi sa paljenjem, dim, miris sagorevanja, curenje tečnosti, unos upaljenih lampica itd.) i podatke o automobilu. Ima uvid u predloženu dijagnozu i preporučene mere.

Mehaničar

Ima pristup detaljnijim podacima i istoriji kvarova vozila. Ima mogućnost da unosi nove simptome, kvarove i rešenja u bazu znanja. Može da potvrdi ili odbaci dijagnozu sistema i unese stvarni kvar koji je pronađen u servisu.

Administrator

Održava bazu znanja dodavanjem novih pravila i simptoma. Ažurira preporuke na osnovu novih iskustava iz prakse. Upravlja korisničkim nalogima i celokupnim sistemom.

Ulaz u sistem:

- Podaci o automobilu
- Simptomi koje prijavljuje vozač
- Podaci senzora (temperatura motora, pritisak ulja, napon akumulatora, kočioni pritisak itd.)
- Istorija kvarova automobila

Izlaz iz sistema:

- Lista mogućih kvarova sa procentualnom verovatnoćom (sortirano po najvećoj verovatnoći kvara)
- Nivo hitnosti problema (nastavi vožnju / idi odmah u servis / potreban hitan šlep)
- Predlog potencijalnih uzorka i rešenja
- Izveštaj za mehaničara sa unetim simptomima i detektovanim problemima

Baza znanja:

Pravila sistema zasnivaju se na tipičnim simptomima i kvarovima koji se javljaju na automobilima. Pravila su grupisana po podsklopovima vozila: motor, električni sistem, kočioni sistem, oslanjanje, prenos i senzori.

Motor i paljenje

- Ako se motor teško pali i akumulator ima nizak napon, tada je verovatno u pitanju slaba baterija.
- Ako se motor teško pali, a akumulator ima dobar napon, tada se kao uzrok mogu javiti neispravne svećice ili pumpa za gorivo.
- Kada motor gubi snagu, a iz auspuha izlazi crn dim, najčešći problem je nepravilno sagorevanje goriva, što može biti posledica bogate smeše ili zaprljanih injektora.
- Ako se pri ubrzanju čuje metalni kucajući zvuk, to može ukazivati na problem sa ležajevima radilice ili na detonantno sagorevanje.
- Kada motor radi neravnomerno u praznom hodu, mogući uzrok je problem sa usisom vazduha ili senzorom ler gasa.

Hlađenje motora

- Ako temperatura motora raste iznad normale i istovremeno se primećuje curenje tečnosti, najčešći uzrok je kvar na rashladnom sistemu, kao što su radijator, creva ili pumpa za vodu.
- Kada se ventilator hlađenja ne uključuje pri visokoj temperaturi, problem može biti u termostatu ili samom ventilatoru.
- Ako motor naglo dostigne temperaturu pregrevanja i nestane rashladne tečnosti, često je u pitanju pucanje dihtunga glave.

Električni sistem

- Ako svetla oslabe prilikom dodavanja gasa, postoji verovatnoća da alternator ne puni ispravno.
- Kada instrument tabla treperi ili potpuno prestane da radi, moguć uzrok je kvar u električnoj instalaciji ili osiguračima.
- Ako ne rade centralna brava i podizači stakala, problem se može nalaziti u elektronici vrata ili u akumulatoru.

Kočioni sistem

- Kada se prilikom kočenja čuje škripa i produžava put kočenja, najčešće su istrošene kočione pločice.
- Ako pedala kočnice propada i istovremeno se primećuje curenje tečnosti, kvar može biti na glavnom cilindru kočnica ili instalaciji kočionih creva.
- Kada vozilo prilikom kočenja vuče u stranu, najčešći uzrok su zaribani klipovi u čeljustima ili nepravilno istrošeni diskovi.

Oslanjanje i trap

- Ako se čuje udarac prilikom prelaska preko neravnina, u pitanju su najčešće istrošeni amortizeri ili silen blokovi.
- Kada vozilo vuče u stranu tokom vožnje po pravcu, uzrok može biti nepravilno podešena geometrija ili neadekvatno naduvane gume.
- Ako se volan trese pri određenoj brzini, to može biti posledica krivih felni ili istrošenih krajeva spona.

Prenos (menjač i kvačilo)

- Kada menjač teško ubacuje u brzine, često je u pitanju istrošeno kvačilo ili sinhroni u menjaču.
- Ako se pri pritisku kvačila čuje zveckanje, uzrok može biti ležaj kvačila.
- Kada menjač tokom vožnje izbacuje brzine, problem se obično javlja zbog sinhrona ili

mehaničkog habanja menjača.

Senzori i elektronika vozila

- Ako se upali lampica „check engine“ i postoji očitani dijagnostički kod greške (DTC), sistem prikazuje listu senzora koji mogu biti u kvaru.
- Kada vozilo troši više goriva nego uobičajeno, a senzor lambda pokazuje nepravilnosti, moguće je da je u kvaru lambda sonda.
- Ako ABS lampica svetli i dijagnostika pokaže grešku na senzoru točka, sistem označava da je problem u ABS senzoru.

Kompleksna pravila:

CEP (Complex Event Processing)

CEP se odnosi na obradu i tumačenje podataka sa senzora automobila u realnom vremenu. Posmatra se temperatura motora, pritisak ulja i nivo rashladne tečnosti. Podaci se prikupljaju u intervalima, agregiraju i analiziraju.

- Senzor temperature motora šalje vrednosti koje se prate u kontinuitetu. Ako temperatura raste više od pet stepeni u toku jednog minuta, sistem detektuje pregrevanje.
- Senzor za pritisak ulja šalje vrednosti svakih 30 sekundi. Ako pritisak naglo opadne ispod kritične vrednosti u tri uzastopna očitavanja, sistem generiše upozorenje o mogućem kvaru na pumpi za ulje.
- Senzor nivoa rashladne tečnosti šalje podatke na svakih pet minuta. Ako nivo padne ispod minimalne granice, sistem prepoznaje curenje ili gubitak tečnosti.
- Ako se u periodu od tri minuta istovremeno pojave porast temperature i pad pritiska ulja, sistem generiše kritičan alarm i preporučuje trenutno gašenje motora.

Backward chaining (dijagnostika)

Backward chaining u našem sistemu funkcioniše tako što polazi od potencijalnog kvara i proverava da li postoje simptomi koji ga potvrđuju. Na taj način sistem eliminiše manje verovatne uzroke i usmerava se na onaj koji najbolje objašnjava prijavljene simptome i podatke senzora.

Na primer:

- Ako sistem želi da potvrdi da je problem u akumulatoru, proverava da li vozač prijavljuje teško paljenje, da li svetla slabe i da li napon pada ispod dozvoljene granice. Ako se svi uslovi ispune, kvar se potvrđuje.
- Ako postoji sumnja na pucanje dihtunga glave, sistem proverava da li se motor pregрева, da li nestaje rashladna tečnost i da li je prisutna bela para iz auspuha. Tek kada su svi simptomi prisutni, sistem potvrđuje kvar.

- Kada je u pitanju kočioni sistem, ako vozač prijavi propadanje pedale i produžen put kočenja, sistem proverava da li je nivo kočione tečnosti nizak i tek tada zaključuje da je u pitanju curenje ili kvar glavnog cilindra.

Na ovaj način, backward chaining omogućava sistemu da dođe do najtačnije dijagnoze tako što ide od pretpostavljenog kvara ka simptomima koji ga potvrđuju ili isključuju.

Konkretni primeri:

Primer 1: Potvrda kvara na akumulatoru – Rekurzivni query

Dubina 1 – koren :

Hipoteza: „*Problem je u akumulatoru*“

Pitanje: *Da li vozilo teško pali?*

Pravilo : IF *jaka_sumnja_na_akumulator* AND *napon < 12V* AND *starost > 3_god*
THEN *potvrđen_kvar_akumulatora*

Dubina 2:

Hipoteza: „*Jaka sumnja na akumulator*“

Pitanja:

- Da li svetla slabe prilikom dodavanja gasa?
- Da li se čuje klik-tik zvuk pri pokušaju paljenja?

Pravilo : IF *teško_paljenje* AND *slaba_svetla* AND *klik_tik_zvuk*
THEN *jaka_sumnja_na_akumulator*

Dubina 3 - rekurzivna potvrda:

Simptomi koje sistem direktno proverava:

- *teško_paljenje*
- *slaba_svetla*
- *klik_tik_zvuk*
- *napon < 12V*
- *starost > 3_god*

Primer 2: Potvrda curenja kočione tečnosti – Rekurzivni query

Dubina 1 – koren:

Hipoteza: „*Problem je u kočionom sistemu – curenje tečnosti*“

Pitanje: *Da li pedala kočnice propada?*

Pravilo: IF *sumnja_na_probleme_sa_kočnicama* AND *nivo_tečnosti_nizak* AND *curenje_vidljivo* THEN *potvrđeno_curenje_kočnica*

Dubina 2:

Hipoteza: „Sumnja na probleme sa kočnicama“

Pitanja:

- Da li je produžen put kočenja?
- Da li se oseća slabija reakcija kočnica?

Pravilo: IF pedala_propada AND produžen_put_kočenja AND slab_efekat_kočenja
THEN sumnja_na_probleme_sa_kočnicama

Dubina 3 - rekurzivna potvrda:

Simptomi koje sistem direktno proverava:

- pedala_propada
- produžen_put_kočenja
- slab_efekat_kočnica
- nivo_tehnosti_nizak
- curenje_vidljivo

Forward chaining (planiranje)

Primer 1: Engine overheat assist logic – Logika pri pregrevanju motora – Ulančano pravilo

*when temperatureIncrease > minRise
then trigger(CheckCoolantLevel)*

*when CheckCoolantLevel and coolantSensor < minCoolantLevel
then trigger(CoolantLeak)*

*when CoolantLeak and fanNotActive
then trigger(CoolingSystemFailure)*

*when CoolingSystemFailure and pressureDrop
then trigger(HeadGasketFailure)*

*when HeadGasketFailure
then trigger(EngineShutdown)*

Primer 2: Kočioni sistem - Ulančano

when driverPressesBrake and squeakingNoise

then trigger(CheckBrakePads)

when CheckBrakePads and brakePadsWorn

then trigger(ExtendedBrakingDistance)

when ExtendedBrakingDistance and brakeFluidLevel < minLevel

then trigger(BrakeFluidLeak)

when BrakeFluidLeak and pedalPressureDrop

then trigger(MainCylinderFailure)

when MainCylinderFailure

then trigger(ImmediateServiceRequired)

Query (izveštaji):

Sistem omogućava kreiranje različitih upita nad bazom kvarova i simptoma, čime korisnici (posebno mehaničari i administratori) mogu dobiti detaljne izveštaje.

Primeri upita koje sistem podržava:

- Mehaničar može da izabere određeni simptom i sistem prikazuje procenat slučajeva u kojima se taj simptom pojavio i sa kojim kvarovima je najčešće bio povezan.
- Može da se izabere tip kvara (npr. električni sistem) i sistem prikazuje učestalost tog kvara u odnosu na ostale podsklopove vozila.
- Za određeni model i godište automobila može se dobiti izveštaj o najčešćim kvarovima, zajedno sa procentima.
- Sistem može prikazati koliko puta je određeni senzor generisao grešku u određenom vremenskom periodu.
- Moguće je dobiti grafički prikaz statistike kvarova po kategorijama (motor, kočioni sistem, elektronika itd.).

Na ovaj način query deo omogućava analizu istorije kvarova i simptoma, što pomaže kako u dijagnostici tako i u unapređenju baze znanja.

Template:

Template predstavlja metod definisanja pravila na osnovu ulaznih podataka senzora i prijava vozača, kako bi se generisali odgovarajući simptomi.

Primer 1: Praćenje temperature ulja u motoru

U spreadsheet-u se definišu granične vrednosti za temperaturu ulja i pritisak ulja.

- Parametri:
 - Normalna temperatura ulja: 80–100°C
 - Povišena temperatura ulja: 100–120°C
 - Kritična temperatura ulja: > 120°C
 - Minimalni pritisak ulja: 1.5 bar
- Generisani simptomi:
 - $\text{temp_ulja} > 120^{\circ}\text{C} \rightarrow$ simptom: *kritično pregrevanje ulja*
 - $100^{\circ}\text{C} \leq \text{temp_ulja} \leq 120^{\circ}\text{C} \rightarrow$ simptom: *povišena temperatura ulja*
 - $\text{pritisak_ulja} < 1.5 \text{ bar} \rightarrow$ simptom: *moгуć kvar pumpe za ulje*
 -

Primer 2: Praćenje stanja rashladnog sistema

Spreadsheet definiše nivo rashladne tečnosti i ponašanje ventilatora hlađenja.

- Parametri:
 - Minimalni nivo rashladne tečnosti: 40% rezervoara
 - Normalna radna temperatura motora: 90–100°C
 - Aktivacija ventilatora: pri temperaturi > 95°C
- Generisani simptomi:
 - $\text{nivo_tečnosti} < 40\% \rightarrow$ simptom: *nedovoljno rashladne tečnosti*
 - $\text{temp_motora} > 100^{\circ}\text{C} \text{ AND ventilator} = \text{OFF} \rightarrow$ simptom: *neispravan ventilator hlađenja*
 - temp_motora brzo raste + nestanak tečnosti \rightarrow simptom: *pucanje dihtunga glave*