



The **MERCURY**.ai

***People Tracking and Advanced  
Counting System***

Marko Zivanovic

Ovaj dokument je interni dokument kompanije The Mercury AI i njegova distribucija van organizacije nije dozvoljena bez prethodne dozvole. Sva prava zadržana © 2025, FORTIX.

Autor	Datum i Verzija
Marko Zivanovic	28.07.2025. Verzija 1.0

# Opis modela

Ovaj sistem predstavlja naprednu platformu za video analitiku koja pretvara standardni video nadzor u moćan alat za automatsko prikupljanje i analizu podataka u realnom vremenu. Njegova osnovna namena je da iz sirovih video snimaka izvuče dragocene informacije koje se mogu koristiti za unapređenje poslovanja i povećanje bezbednosti.

Sistem se oslanja na fuziju dve ključne tehnologije veštačke inteligencije:

1. **YOLOv11 - SEG** - Model za detekciju objekata (eng. *You Only Look Once*). Omogućava sistemu da u deliću sekunde prepozna i locira različite objekte na video snimku sa izuzetno visokom preciznošću. **Podrka za bilo koji tip YOLO modela.**
2. **DeepSORT** -Napredni algoritam za praćenje koji svakom detektovanom objektu dodeljuje jedinstveni identifikacioni broj (ID). Ključna prednost ovog algoritma je sposobnost da nastavi sa praćenjem objekta čak i kada ga drugi objekti privremeno zaklone (okluzija) ili kada nakratko izađe iz kadra, osiguravajući doslednost praćenja.

Ukratko, sistem funkcioniše tako što YOLOv11 prvo "vidi" i identifikuje sve objekte u kadru, a zatim DeepSORT preuzima, dodeljuje im ID i prati njihovo kretanje frejm po frejm.

## Ključne mogućnosti

Sistem nudi širok spektar funkcionalnosti koje se mogu podeliti u dve glavne kategorije: **Detekcija i precizno praćenje, Napredna analiza ponašanja.**

### Detekcija i precizno praćenje

Sistem može istovremeno da prati **veliki broj objekata**, održavajući njihov jedinstveni ID čak i u veoma ***prometnim okruženjima poput trgova, tržnih centara ili saobraćajnica.***

Zahvaljujući tome što je treniran na obimnom COCO skupu podataka, model može da prepozna i prati **80 različitih kategorija objekata**. Ovo uključuje sve od **ljudi, vozila** (automobili, kamioni, bicikli) i **životinja**, pa do specifičnih predmeta kao što su **torbe, kišobrani, laptopovi, telefoni, pa čak i komadi hrane i sportske opreme**.

## 2. Napredna analiza ponašanja

Ovo je segment gde sistem pretvara podatke o kretanju u konkretne uvide:

**Heatmape (Mape Toplote)** koja automatski generiše vizuelni prikaz zona sa najvećom koncentracijom kretanja i zadržavanja. Crvenije zone označavaju mesta gde se ljudi ili vozila najviše zadržavaju, što je idealno za analizu protoka kupaca u prodavnici, identifikaciju zagušenja u saobraćaju ili otkrivanje "mrtvih uglova" u prostoru. **Vizualizacija Putanja** gde sistem iscrtava tragove (linije) kojima se svaki objekat kretao, pružajući jasnu sliku o tipičnim i atipičnim putanjama kretanja. **Detekcija Anomalija gde je** moguće definisati specifična pravila kako bi sistem automatski alarmirao na neuobičajena ponašanja. **Zadržavanje (Loitering)** sistem javlja ako se osoba ili vozilo zadrži u određenoj, unapred definisanoj zoni (npr. ispred ulaza ili u zabranjenom području) duže od dozvoljenog vremena. Evidentira se prekoračenje brzine, sistem meri brzinu kretanja objekata i alarmira ako ona pređe definisani prag. **Kretanje u zabranjenom smeru, predstavlja** detekciju objekata koji se kreću suprotno od očekivanog ili dozvoljenog smera (npr. ulazak na izlaz). **Detekcija Grupa sam sistem** može da identifikuje kada se ljudi okupljaju u grupu, prati kretanje te grupe i beleži kada se ona razilazi.

## **Tehnička osnova i fleksibilnost**

Celokupan rad sistema se podešava preko jednostavnih YAML fajlova. Korisnik ne mora da menja programski kod da bi definisao koji video izvor želi da analizira, da bi iscrtao zone interesa (linije ili poligone na snimku) ili da bi podesio parametre za alarme. Sistem je veoma fleksibilan i može da obrađuje video materijal iz različitih izvora: **sačuvanih video fajlova (npr. .mp4), IP kamera ili direktnih video prenosa (RTSP stream-ova).** Svaki **važan događaj** (npr. objekat je prešao liniju, detektovano je sumnjivo zadržavanje) **se detaljno beleži sa tačnim vremenom i ID-jem objekta.** Na kraju analize, sistem generiše sumarni statistički izveštaj. Ugrađena je i mogućnost praćenja **performansi samog sistema (broj obrađenih frejmova u sekundi - FPS), što omogućava optimizaciju rada u zavisnosti od raspoloživog hardvera (npr. korišćenjem GPU akceleracije).**

## **Karakteristike kamere**

Za optimalne performanse modela, preporučuje se sledeća konfiguracija ulaznog video materijala:

### **Rezolucija**

Minimalno 1280×720 piksela, **preporučeno 1920×1080 piksela (Full HD) ili više.** Viša rezolucija omogućava precizniju detekciju automobila, posebno na većim udaljenostima i u gušćem saobraćaju.

### **Ugao kamere**

Model je treniran da prepozna **kretanje razlicitih objekata** iz različitih uglova, uključujući frontalni, bočni i zadnji prikaz, tako da striktna ograničenja u uglu nisu neophodna. Preporučuje se standardno pozicioniranje nadzornih kamera. Dok je moguća promena perspektive.

### **Osvetljenje**

Model funkcioniše u uslovima normalnog dnevnog osvetljenja. Detekcija pri slabom osvetljenju ili noćnim uslovima nije testirana i može biti ograničena.

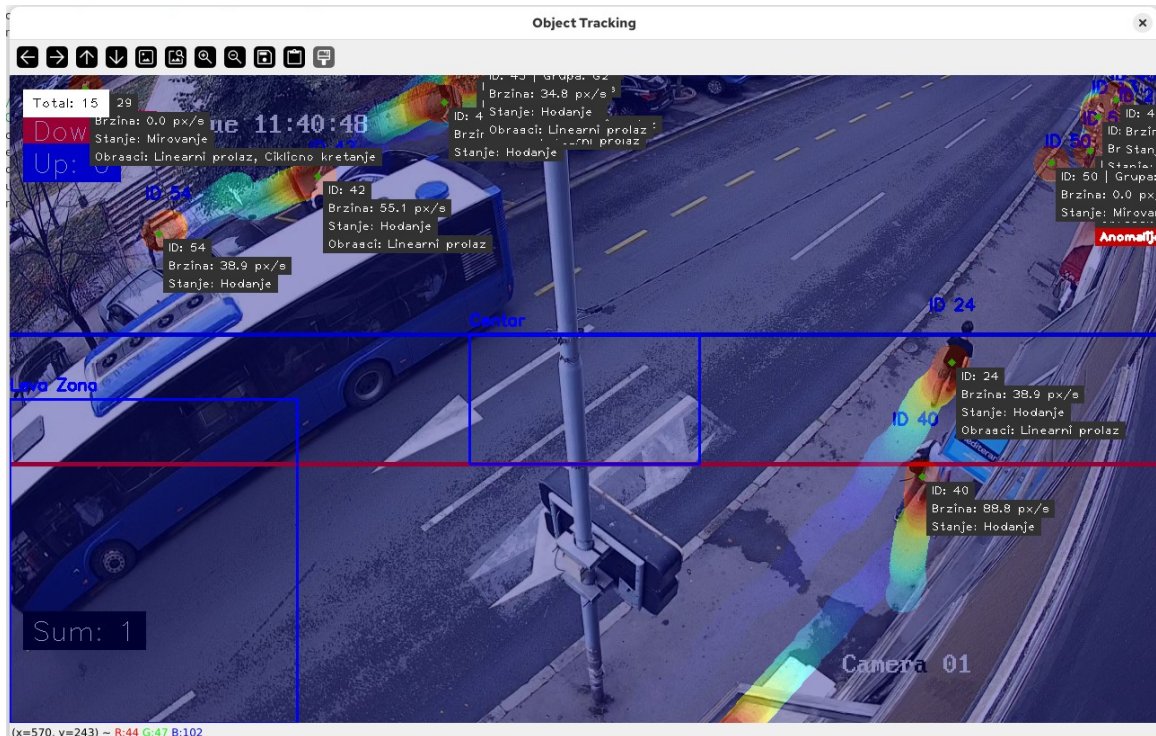
**MODEL ZAHTEVA DOTRENIRAVANJE ZA LOSE OSVETLJENJE (NOCNI USLOVI I SLICNO). MODEL SE LEPO PONASA U DETEKCIJI LJUDI U MASI.**

# Detaljne opcije koje model nudi kod brojanja

Program za analizu videa nudi širok spektar konfigurabilnih opcija putem argumenata komandne linije, omogućavajući korisnicima da prilagode analizu svojim specifičnim potrebama. Argumenti su podeljeni u logičke grupe radi lakše organizacije i razumevanja.

## Opšte opcije

- `--show-stats`: Ako je ova zastavica postavljena, program će na kraju izvršavanja prikazati sveobuhvatnu statistiku performansi. To uključuje, ali nije ograničeno na, vreme obrade po kadru, iskorišćenost resursa i ukupno vreme izvršavanja. Ova opcija je korisna za optimizaciju i procenu efikasnosti.
- `--show_behavior`: Omogućava i prikazuje analizu ponašanja. Kada je ova zastavica aktivna, sistem će pokušati da detektuje i vizualizuje određene obrasce ponašanja unutar video snimka, kao što su grupisanje ljudi, neuobičajeno kretanje ili duže zadržavanje u određenim zonama. Specifični detalji analize ponašanja zavise od implementacije unutar programa.



## Opcije za linije i dijagonale

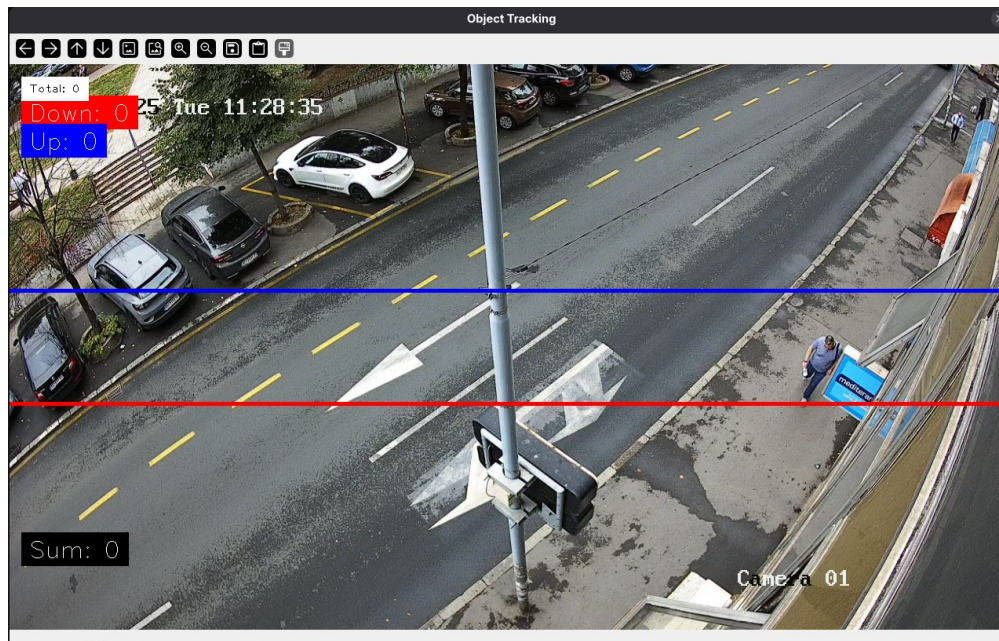
Ova grupa argumenata se fokusira na definisanje i vizualizaciju linija i dijagonala unutar video frejma, koje se koriste za brojanje prelaska objekata ili definisanje zona interesa.

Inicijalno postavljena kamera

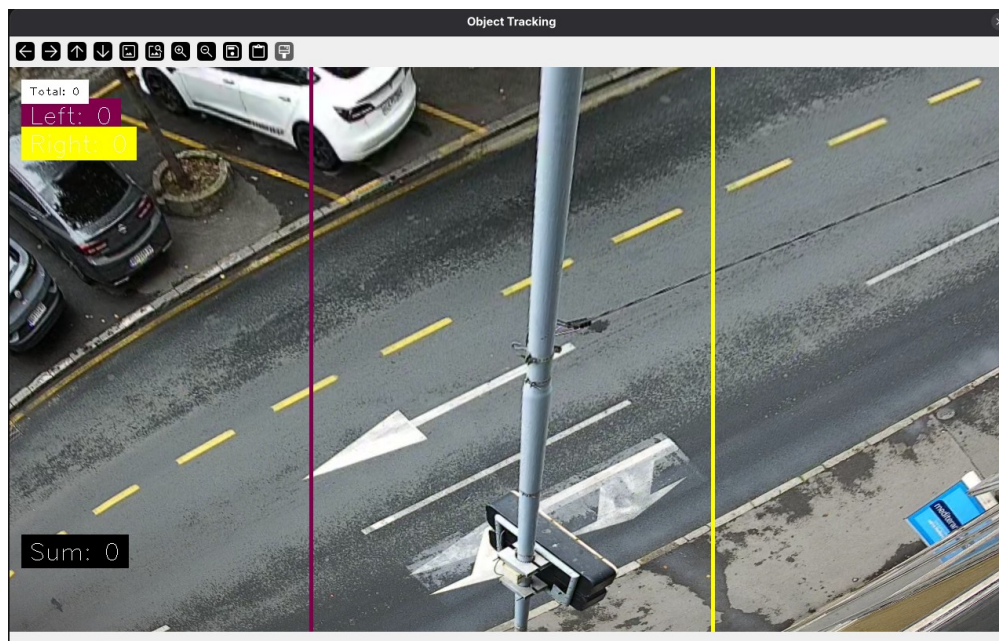




- --perspective [front | side | worm | top]: Definiše perspektivu kamere. Ova opcija utiče na to kako se linije interpretiraju i crtaju na ekranu, optimizujući ih za različite uglove snimanja:
- front: Pretpostavlja se da je kamera postavljena direktno ispred scene.

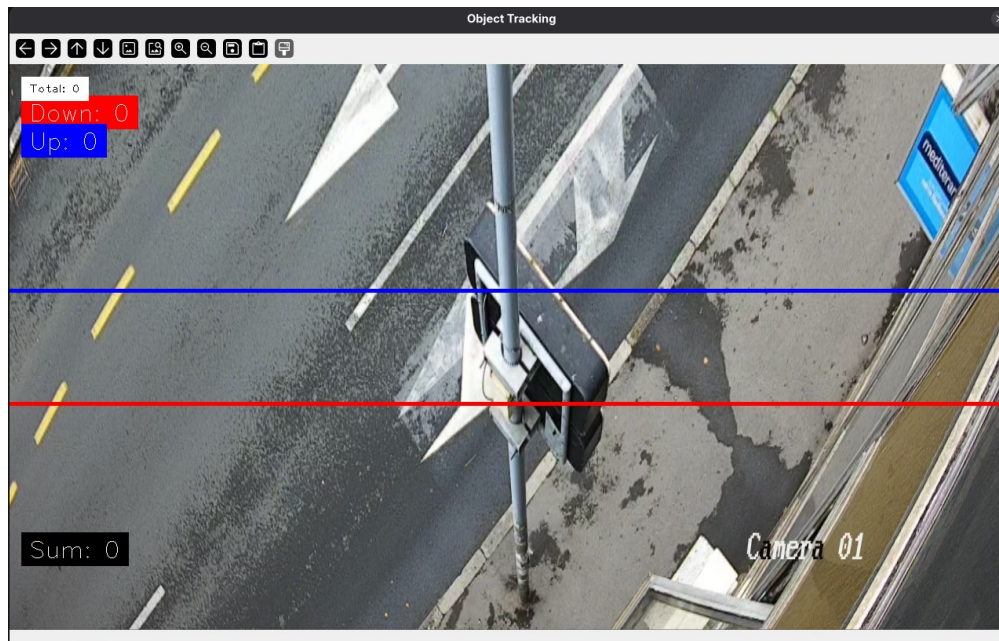


- side: Kamera snima scenu sa strane.

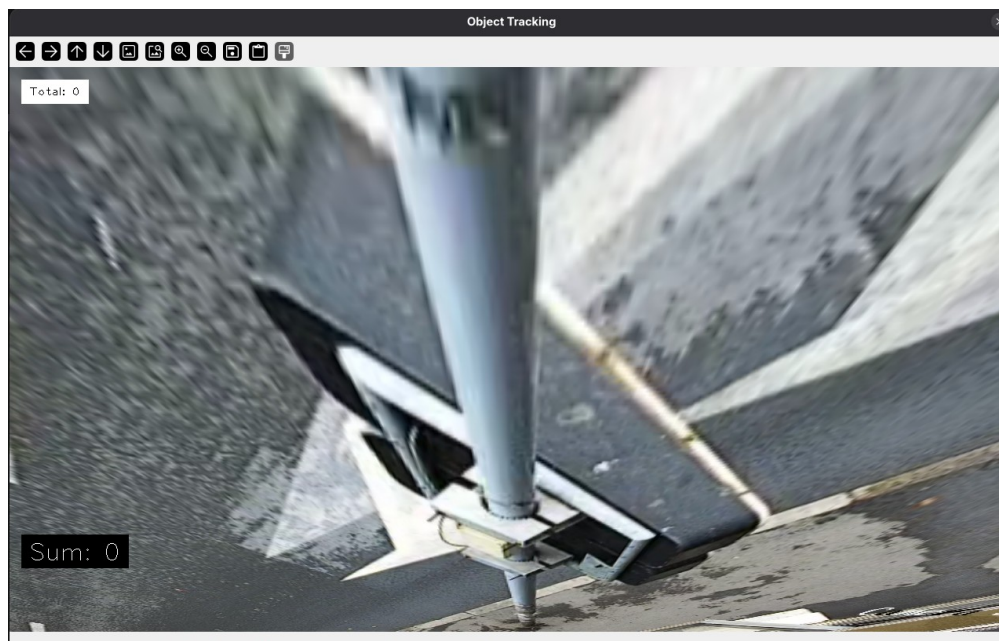




- worm: Perspektiva "iz ptičije perspektive" (ili "crv" perspektive, što može biti metafora za pogled odozdo naviše, zavisno od konteksta primene).



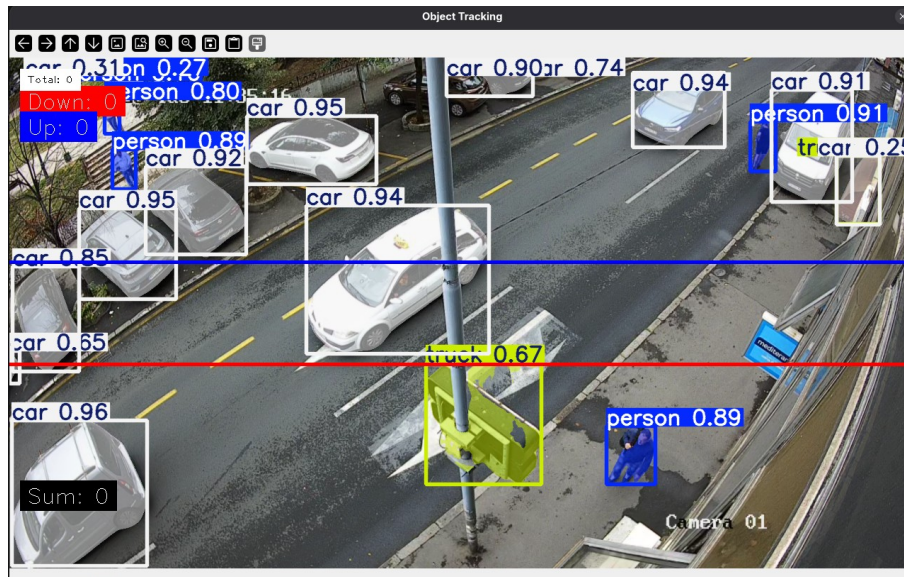
- top: Kamera snima scenu odozgo (ptičija perspektiva).



left <pikseli>: Pomeranje leve vertikalne linije za zadati broj piksela od leve ivice ekrana. Ovo je korisno za definisanje zona ili tačaka brojanja.

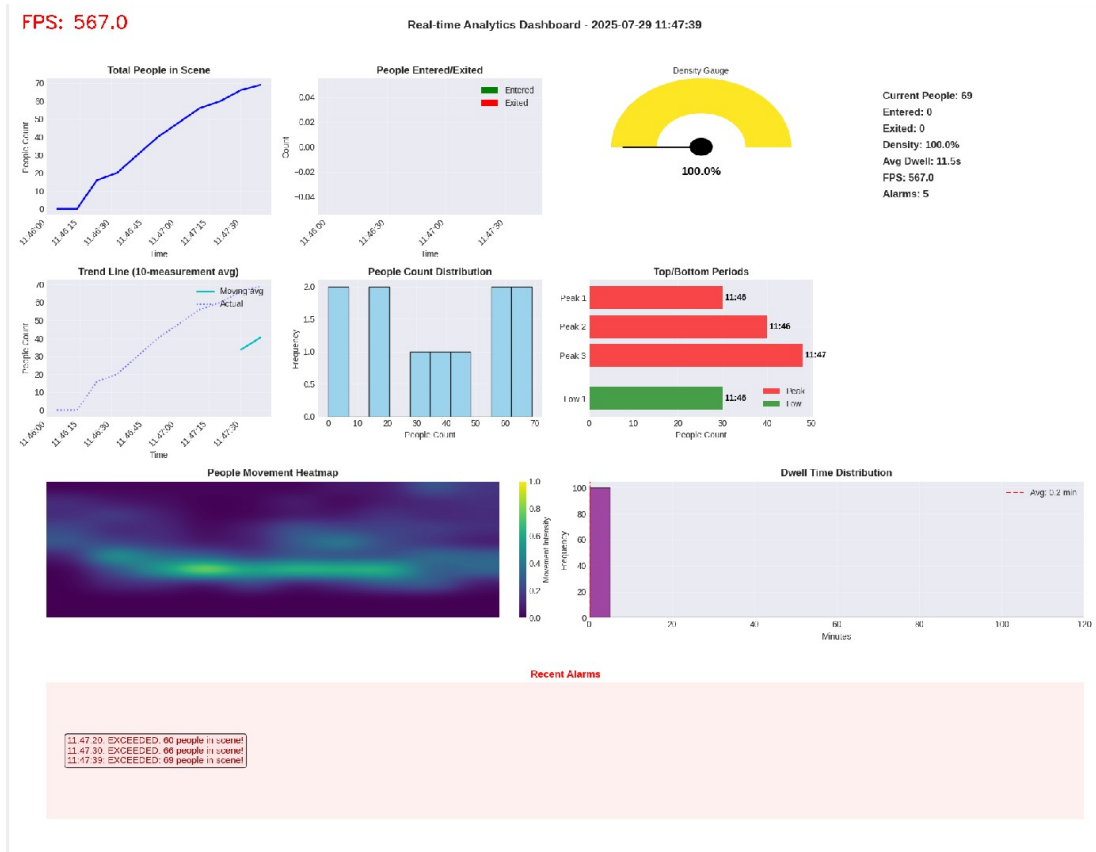
- --right <pikseli>: Pomeranje desne vertikalne linije za zadati broj piksela od desne ivice ekrana. Slično kao --left, koristi se za definisanje zona.

- --top <pikseli>: Pomeranje gornje horizontalne linije za zadati broj piksela od gornje ivice ekrana.
- --bottom <pikseli>: Pomeranje donje horizontalne linije za zadati broj piksela od donje ivice ekrana.
- --all: Kada je ova zastavica postavljena, program će iscrtati sve definisane linije (levu, desnu, gornju i donju) i aktivirati sve brojače, bez obzira na izabranu perspektivu. Ovo je korisno za sveobuhvatan pregled ili kada je potrebno pratiti objekte iz više pravaca istovremeno.
- --diag: Omogućava crtanje samo dijagonalnih linija i brojanje prelaska osoba preko njih. Ovo je korisno za specifične scenarije brojanja, kao što su detekcija ulaska/izlaska iz uglova ili prelazak dijagonalnih barijera.
- --show\_boxes: Prikazuje granične okvire (bounding box-ove) detektovanih osoba. Ova opcija je korisna za vizuelnu proveru tačnosti detekcije objekata.



- --diag\_shift1 <pikseli>: Pomeranje prve i treće dijagonale za zadati broj piksela. Omogućava finije podešavanje pozicije dijagonala.
- --diag\_shift2 <pikseli>: Pomeranje druge i četvrte dijagonale za zadati broj piksela. Slično --diag\_shift1, za precizno pozicioniranje.
- --RTSP: Aktivira korišćenje RTSP (Real-Time Streaming Protocol) live streaminga kao izvora video ulaza umesto lokalnog video fajla. Ova opcija je ključna za nadzor u realnom vremenu.

- plot: Prikazuje kontrolnu tablu (dashboard) sa statistikama u realnom vremenu. Ova vizuelizacija omogućava korisniku da prati ključne metrike analize dok se program izvršava, kao što su broj pređenih linija, detektovanih objekata i slično.





## Opcije za koncentrične krugove

Ova grupa argumenata omogućava vizualizaciju i analizu zasnovanu na koncentričnim krugovima, što je korisno za analizu gustine ili ulaska/izlaska iz definisanih radijusa.

- `--circle <broj_krugova>`: Crtanje zadatog broja koncentričnih krugova. Kada je ova opcija aktivna, ona **isključuje** sve ostale opcije vezane za linije i dijagonale. Krugovi se obično crtaju iz centra slike ili definisane tačke interesa.
- `--radius <piksela>`: Definiše razmak (radijus) između koncentričnih krugova u pikselima. Ova opcija određuje veličinu i gustinu krugova.



# *Counting system*

**Counting System** je inovativno rešenje koje vam omogućava da precizno pratite i analizirate kretanje ljudi (ili objekata) u vašem prostoru. Zamislite ga kao nevidljivog asistenta koji diskretno broji svaki ulazak, izlazak ili prelazak preko ključnih zona, pružajući vam dragocene uvide u ponašanje posetilaca.

Naš sistem koristi pametnu video analitiku kako bi "video" i pratio kretanje. Umesto da se oslanjate na manuelno brojanje ili neprecizne procene, **Counting System** automatski detektuje kada osoba pređe preko unapred definisane "**virtuelne linije**" ili uđe u određenu "**virtuelnu zonu**". Možete ga zamisliti kao digitalnu barijeru koju postavljate bilo gde u vašem prostoru. Na primer, sistem broji svakog posetioca koji uđe i izađe na ulazu u radnju, ili vam omogućava da definišete zone oko popularnih proizvoda ili štandova unutar izložbenog prostora kako biste pratili koliko ljudi ulazi u te zone. Takođe, možete pratiti protok ljudi i efikasnost usluge u redovima za kasu. Kada osoba pređe definisanu liniju ili zonu, sistem to registruje i automatski dodaje brojač. Ključ je u tome što sistem pamti "stanje" svake osobe, pa se izbegava dvostruko brojanje; ako neko prođe tamo-amo preko linije, brojiće se samo stvarni prelazak u određenom smeru.

**Counting System** nije samo o brojkama, već o razumevanju i optimizaciji poslovanja. Prvo, omogućava vam **precizno merenje poseta**, dajući vam tačan broj ljudi koji ulaze u vaš prostor, što vam omogućava bolju procenu poslovanja. Zatim, pruža mogućnost **optimizacije radne snage** – na osnovu broja posetilaca, možete efikasnije rasporediti osoblje i izbeći gužve ili prekomernu zaposlenost. Sistem takođe doprinosi **boljem razumevanju prometa**, pomažući vam da identifikujete najprometnije sate i dane, što je ključno za planiranje promotivnih aktivnosti i radnog vremena. Nadalje, možete izvršiti **analizu efikasnosti kampanja** merenjem direktnog uticaja marketinških kampanja na broj posetilaca u vašoj radnji ili na događaju. Omogućava vam i **unapređenje korisničkog iskustva** prepoznavanjem

uskih grla i zona sa visokim prometom, što vam pomaže da reorganizujete prostor i poboljšate protok posetilaca. Konačno, podržava **poboljšano planiranje resursa**, jer možete bolje planirati zalihe, osoblje i raspored na osnovu predvidivih obrazaca posetilaca.

Naš sistem je dizajniran da se lako integriše sa postojećim sigurnosnim kamerama ili da radi kao samostalno rešenje, što znači da ne zahteva složene promene u vašoj postojećoj infrastrukturi. Interfejs za pregled podataka je intuitivan i pruža vam jasne izveštaje, bez potrebe za tehničkim znanjem. Naš primarni fokus je da vama pružimo konkretan uvid i korisne informacije, umesto da vas opterećujemo kompleksnošću. **Counting System** je više od brojača – to je vaš partner u sticanju uvida i donošenju pametnijih poslovnih odluka.

## Sigurnosni mehanizmi

Aplikacija je dizajnirana sa ugrađenim **sigurnosnim mehanizmima za čuvanje kretanja korisnika**, obezbeđujući detaljan log svih relevantnih događaja i stanja detektovanih objekata (osoba) unutar nadziranog prostora. Ovi zapisi su ključni za retrospektivnu analizu, forenzičke istrage, kao i za validaciju i poboljšanje modela za detekciju anomalija.

### 1. Prvi sigurnosni mehanizam

Svaki zapis predstavlja JSON objekat koji beleži specifičan događaj u realnom vremenu, pružajući sveobuhvatan uvid u dinamiku kretanja. Glavne komponente svakog zapisa su:

- **timestamp**: Tačan vremenski žig (datum i vreme) kada se događaj desio. Ovo omogućava preciznu hronološku rekonstrukciju svih aktivnosti.
- **event**: Vrsta događaja koja se beleži. Trenutno su definisana dva glavna tipa događaja:
  - **novi\_objekat\_detektovan**: Označava trenutak kada je sistem prvi put detektovao novu osobu u vidnom polju kamere.



- **stanje\_objekta:** Beleži trenutno stanje detektovane osobe, uključujući njenu poziciju, brzinu, stanje kretanja i sve detektovane anomalije ili obrasce.
- **data:** Objekat koji sadrži detaljne informacije specifične za svaki događaj.

### Detalji zapisa stanja objekta

Kada se zabeleži događaj tipa stanje\_objekta, data objekat sadrži sledeće ključne informacije:

- **track\_id:** Jedinstveni identifikator dodeljen svakoj detektovanoj osobi, omogućavajući praćenje iste osobe kroz više kadrova. Ovo je ključno za analizu putanje kretanja i ponašanja tokom vremena.
- **pozicija:** Koordinate [x, y] u pikselima koje predstavljaju trenutnu lokaciju detektovane osobe unutar video frejma.
- **brzina\_px\_s:** Izračunata brzina kretanja osobe u pikselima po sekundi. Ova metrika pomaže u razumevanju tempa kretanja objekta.
- **stanje\_kretanja:** Kategorizacija trenutnog stanja kretanja objekta, kao što je:
  - **Mirovanje:** Objekat se ne kreće ili je njegovo kretanje minimalno.
  - **Hodanje:** Objekat se kreće uobičajenom brzinom hoda.
  - Druge kategorije mogu biti dodate po potrebi (npr. Trčanje, Sporo kretanje).
- **anomalije:** Lista detektovanih anomalija u ponašanju ili kretanju objekta. Primeri uključuju:
  - **Promena smer:** Nagla ili neuobičajena promena smer kretanja.
  - Druge anomalije mogu biti detektovane, poput Dugo zadržavanje, Prebrzo kretanje, Ulazak u zabranjenu zonu, itd.
- **obraci:** Lista detektovanih obrazaca ponašanja. Ova polja se mogu koristiti za prepoznavanje ponavljajućih ili predvidivih sekvenci kretanja.
- **zona:** Naziv zone u kojoj se objekat trenutno nalazi (ukoliko su zone definisane u sistemu). Ova informacija je ključna za zonalnu analizu i brojanje ulazaka/izlazaka.

## Primeri zapisa i njihov značaj

Priloženi primeri zapisa ilustruju kako se podaci beleže i kako se prate promene u stanju objekata:

- **novi\_objekat\_detektovan:** Ovi zapisi signaliziraju pojavu novih osoba, što je početna tačka za njihovo praćenje.
- **Uzastopni stanje\_objekta zapisi za isti track\_id:** Pokazuju kako se pozicija, brzina i stanje kretanja osobe menjaju tokom vremena. Na primer, prelazak iz "Mirovanja" u "Hodanje" i obrnuto.
- **Detekcija anomalija:** Primer poput anomalije": ["Promena smer"] pruža ključnu informaciju o neuobičajenom događaju, što može zahtevati dalju pažnju ili alarmiranje.

Jedan primer json zapisa

```
[{"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "novi_objekat_detektovan", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617]}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "novi_objekat_detektovan", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 215]}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 215], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [722, 617], "brzina_px_s": 16.3, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:53", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 214], "brzina_px_s": 16.3, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 17.83, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": ["Promena smer"], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 213], "brzina_px_s": 17.83, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 213], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 212], "brzina_px_s": 25.75, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": ["Promena smer"], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1138, 205], "brzina_px_s": 59.25, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [1138, 211], "brzina_px_s": 17.76, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 617], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1138, 208], "brzina_px_s": 52.23, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 17.75, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1138, 205], "brzina_px_s": 59.25, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1142, 202], "brzina_px_s": 89.92, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 200], "brzina_px_s": 64.41, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": ["Promena smer"], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1138, 199], "brzina_px_s": 25.54, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1141, 199], "brzina_px_s": 53.04, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": ["Promena smer"], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [723, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1140, 199], "brzina_px_s": 17.34, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": ["Promena smer"], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [724, 616], "brzina_px_s": 17.62, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 198], "brzina_px_s": 24.92, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "novi_objekat_detektovan", "data": {"track_id": "4", "pozicija": [1218, 115]}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "4", "pozicija": [1218, 115], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [724, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1139, 197], "brzina_px_s": 17.76, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "4", "pozicija": [1218, 114], "brzina_px_s": 17.75, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [724, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1140, 196], "brzina_px_s": 25.21, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "1", "pozicija": [1219, 113], "brzina_px_s": 17.83, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [724, 616], "brzina_px_s": 0.0, "stanje_kretanja": "Mirovanje", "anomalije": [], "obraci": []}}, {"timestamp": "2025-07-29 11:58:54", "event": "stanje_objekta", "data": {"track_id": "2", "pozicija": [1140, 195], "brzina_px_s": 17.7, "stanje_kretanja": "Hodanje", "anomalije": [], "obraci": []}}
```

## 2. Drugi sigunosni mehanizam

Svaki objekat je snimak stanja u određenom trenutku, beležeći ključne metrike vezane za prisustvo ljudi, kretanje i aktivaciju alarma.

Detaljan opis polja

- **timestamp:**
  - Ovo je **precizan vremenski žig** kada je snimak stanja napravljen. Format "YYYY-MM-DDTHH:MM:SS.microseconds" omogućava

izuzetno detaljno praćenje događaja. Na primer, 2025-07-29T11:50:04.238917 znači 29. jul 2025. u 11 sati, 50 minuta, 4 sekunde i 238917 mikrosekundi.

- **current\_people:**
  - Pokazuje **trenutni broj osoba** detektovanih unutar definisane zone ili celog vidnog polja kamere u trenutku snimanja. U priloženim primerima, vrednost je 0, što znači da u tim trenucima nije bilo detektovanih osoba.
- **entered\_this\_update:**
  - Označava **broj osoba koje su ušle u nadziranu zonu** od prethodnog ažuriranja. U primerima je 0, što sugeriše da nije bilo novih ulazaka u intervalu između dva snimka.
- **exited\_this\_update:**
  - Označava **broj osoba koje su napustile nadziranu zonu** od prethodnog ažuriranja. I ovde je vrednost 0 u primerima.
- **total\_entered\_session:**
  - Predstavlja **ukupan broj osoba koje su ušle u nadziranu zonu** od početka tekuće sesije praćenja. U primerima je 0, što ukazuje na to da tokom prikazane sesije nije zabeležen nijedan ulazak.
- **total\_exited\_session:**
  - Predstavlja **ukupan broj osoba koje su napustile nadziranu zonu** od početka tekuće sesije praćenja. I ovde je vrednost 0.
- **density\_percent:**
  - Procena **gustine populacije** u nadziranoj zoni, izražena u procentima. Vrednost 0.0 u primerima je očekivana s obzirom na to da nema detektovanih osoba. Ova metrika je ključna za scenarije gde je bitno pratiti pretrpanost prostora.
- **average\_dwell\_time\_seconds:**
  - **Prosečno vreme zadržavanja (dwell time)** osoba unutar nadzirane zone, izraženo u sekundama. Ako nema detektovanih osoba, ova vrednost može biti 0.0 ili može prikazati vreme koje je prošlo od prethodnog ažuriranja ako sistem i dalje prati "potencijalne"

putanje. U drugom primeru, vrednost 9.487432999999998 sugerise da je sistem možda izračunao neko vreme zadržavanja, iako current\_people ostaje 0, što bi moglo da ukazuje na sofisticiraniji algoritam koji obrađuje kratkotrajne detekcije ili period praćenja.

- **active\_alarms\_count:**
  - **Broj trenutno aktivnih alarma.** U oba primera je 0, što znači da u tim trenucima nije bilo aktiviranih sigurnosnih upozorenja.
- **alarms\_list:**
  - **Lista detalja o aktivnim alarmima.** Ako je active\_alarms\_count veći od nule, ova lista bi sadržala objekte sa informacijama o svakom alarmu (npr. tip alarma, ID objekta koji ga je aktivirao, vremenski žig aktivacije). U primerima je lista prazna [].

Primer log zapisa:

```
visualization@cgjsh / ...  
[  
  {  
    "timestamp": "2025-07-29T11:50:04.238917",  
    "current_people": 0,  
    "entered_this_update": 0,  
    "exited_this_update": 0,  
    "total_entered_session": 0,  
    "total_exited_session": 0,  
    "density_percent": 0.0,  
    "average_dwell_time_seconds": 0.0,  
    "active_alarms_count": 0,  
    "alarms_list": []  
  },  
  {  
    "timestamp": "2025-07-29T11:50:13.726350",  
    "current_people": 0,  
    "entered_this_update": 0,  
    "exited_this_update": 0,  
    "total_entered_session": 0,  
    "total_exited_session": 0,  
    "density_percent": 0.0,  
    "average_dwell_time_seconds": 9.487432999999998,  
    "active_alarms_count": 0,  
    "alarms_list": []  
  }  
]
```

## Diskusija - prostor za poboljšanje

Predstavljeni "People Tracking and Advanced Counting System" postavlja izuzetno detaljnu i robustnu osnovu za praćenje i analizu kretanja osoba. Dva komplementarna mehanizma logovanja — jedan zasnovan na događajima za svaki objekat pojedinačno i drugi koji pruža agregatne snimke stanja —

omogućavaju kako dubinsku forenzičku analizu, tako i pregled stanja sistema u realnom vremenu. Ipak, postoji nekoliko oblasti u kojima se sistem može dodatno unaprediti i nadograditi.

### **Kalibracija kamere i metrike u realnom svetu**

Trenutni model koristi poziciju i brzinu izražene u pikselima (pozicija: [x, y], brzina\_px\_s). Ovo je funkcionalno, ali podložno netačnostima koje proističu iz perspektive kamere, gde objekti koji su dalje izgledaju manji i sporiji. Ključni korak napred bio bi uvođenje kalibracije kamere koja bi omogućila transformaciju koordinata iz prostora slike (piksela) u stvarni, fizički prostor (metre). Na taj način bi se dobile metrike kao što su brzina\_m\_s (brzina u metrima po sekundi) i stvarna pokrivena distanca, što bi analizu učinilo daleko preciznijom i otpornijom na distorziju.

### **Preciznija definicija anomalija i obrazaca**

Dokument navodi primere anomalija poput "Promena smer". Prostor za poboljšanje leži u kvantifikaciji i parametrizaciji ovih događaja. Na primer, umesto generičkog opisa, moglo bi se definisati: "anomalija": [{"tip": "nagli\_zakret", "ugao": 150, "vremenski\_interval\_s": 0.5}]. Ovo bi omogućilo finije podešavanje sistema i smanjenje lažno pozitivnih alarma. Takođe, detekcija obrazaca može se unaprediti korišćenjem algoritama mašinskog učenja za prepoznavanje složenih sekvenci ponašanja koje nisu unapred definisane, kao što su ponavljajuće kretanje u krug ili neuobičajeno dugo čekanje na određenoj lokaciji.

### **Skalabilnost i upravljanje podacima**

Sistem koji beleži stanje svakog objekta u kratkim intervalima generiše ogromnu količinu podataka. U okruženjima sa velikim brojem ljudi, poput tržnih centara ili aerodroma, ovo može postati izazov za skladištenje, pretragu i obradu. Potrebno je razmotriti strategije za upravljanje podacima, kao što su agregacija podataka (periodično sažimanje starijih zapisa u sumarne statistike), pametno uzorkovanje (logovanje detaljnog stanja samo pri značajnim promenama) i korišćenje optimizovanih baza podataka dizajniranih za vremenske serije (time-series databases).

## **Kontekstualno obogaćivanje podataka**

Trenutni sistem odlično prati šta se dešava, ali sledeći nivo je razumevanje zašto. To se može postići kontekstualnim obogaćivanjem. Na primer, zona može imati attribute kao što su tip\_zone (npr. "ulaz", "red za kasu", "zabranjena zona") i ocekivano\_ponasanje (npr. u zoni "red za kasu" očekuje se "Mirovanje" ili "Sporo kretanje"). Ako sistem detektuje "Trčanje" u zoni gde je to neuobičajeno, alarm ima mnogo veću težinu.

## **Praćenje između više kamera (Multi-camera Re-identification)**

Opisani model je fokusiran na vidno polje jedne kamere. Veliko unapređenje predstavljalo bi uvođenje Re-ID (Re-identification) mehanizma koji bi omogućio da track\_id ostane jedinstven za osobu čak i kada ona pređe iz vidnog polja jedne kamere u drugu. Ovo transformiše sistem iz zonalnog u globalni sistem za praćenje unutar celog objekta.

## **Aspekt privatnosti**

S obzirom na detaljno praćenje kretanja, ključno je adresirati i dokumentovati mehanizme za zaštitu privatnosti. Ovo uključuje definisanje politika o anonimizaciji podataka, vremenu čuvanja logova, kontroli pristupa i usklađenosti sa regulativama poput GDPR-a.



# Zaključak

"People Tracking and Advanced Counting System" kompanije The Mercury AI predstavlja moćan i sveobuhvatan alat sa dobro osmišljenom arhitekturom logovanja. Sposobnost sistema da beleži detaljne događaje na nivou pojedinačnih objekata, kao i da pruža agregatne preglede stanja, čini ga izuzetno fleksibilnim za različite primene – od sigurnosne analize do optimizacije poslovnih procesa.

Diskusija je identifikovala ključne oblasti za dalji razvoj koje mogu podići sistem na viši nivo. Prelazak na metrike iz stvarnog sveta kroz kalibraciju kamere, precizna kvantifikacija anomalija, rešavanje izazova skalabilnosti i obogaćivanje podataka kontekstom, pretvorili bi ovaj sistem iz alata za praćenje u istinski inteligentnu platformu za analizu ponašanja.

Implementacijom predloženih poboljšanja, sistem ima potencijal da postane vodeće rešenje u industriji, nudeći ne samo precizne podatke, već i duboke, operativno korisne uvide, uz istovremeno poštovanje najviših standarda performansi i privatnosti.