



VIDEOGA ASOSLANGAN TRANSPORT VOSITALARINI ANIQLASH VA UNING INTELLEKTUAL TRANSPORT TIZIMLARIDA QO'LLANILISH

Eshtemirov Bunyod
Sherali o'g'li

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Annotatsiya

Ushbu maqola videoga tasvirlarni va kadrlar asosida transport vositalarini aniqlash texnologiyasi intruziv bo'lmaganligi va avtomobil harakati haqida ma'lumotlarni to'plash qobiliyati tufayli Intelligent Transportation System (ITS) ning ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu maqola Xarris-Stiven burchak detektori algoritmiga asoslangan samarali video kadrlariga asoslangan avtomobilni aniqlash tizimini taklif qiladi. Algoritm avtomagistral va avtomagistrallarda avtomashinalar soni, rusimi favqulotda vaziyatlar va tezligini aniqlaydigan avtotransport vositalarini aniqlash va kuzatishning mustaqil tizimini ishlab chiqish uchun ishlatilgan. Taklif etilayotgan videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimi murakkab kalibrlash, kontrast o'zgarishlariga nisbatan mustahkamlik va past aniqlikdagi videolar bilan yaxshiroq ishlashga bo'lgan ehtiyojni bartaraf etish uchun ishlab chiqilgan. Avtotransport vositalarini hisoblash va tezlikda aniqlik uchun algoritm ishlashi baholandi. Taklif etilayotgan tizimning ishlashi tijoriy transport vositalarini aniqlash tizimiga teng yoki yaxshiroq. Ishlab chiqilgan transport vositalarini aniqlash va kuzatish tizimidan foydalangan holda, ish joylari va maxsus tadbirlarda tezlikni pasaytirish va tirbandliklarni oldindan ogohlantirish uchun oldindan ogohlantiruvchi aqlli transport tizimi ishlab chiqilgan va joriy qilingan. Oldindan ogohlantirish tizimining samaradorligi baholandi va ta'siri muhokama qilindi.

Kalit so'zlar

Video va tasvirlarni qayta ishlash; Transport vositalarini aniqlash; Oldindan ogohlantirish tizimlari

Kirish: Intellektual transport tizimining (ITS) maqsadlari jamoat xavfsizligini oshirish, tirbandlikni kamaytirish, sayohat va tranzit ma'lumotlarini yaxshilash, avtotashuvchilar va favqulodda vaziyatlar operatorlari uchun xarajatlarni tejash, atrof-muhitga zararli ta'sirlarni kamaytirish va h.k. ITS texnologiyalari butun mamlakat bo'ylab qo'shni davlatlar, shaharlar va shaharlar kabi yer usti transport tizimiga ortib borayotgan talablarni qondirish uchun. ITS tizimining samaradorligi, asosan, avtomobilni aniqlash texnologiyasining ishlashi va kompleksligiga asoslanadi. Avtotransport vositalarini aniqlash va kuzatish har qanday avtomobilni aniqlash texnologiyasining ajralmas qismidir, chunki u samarali ITS da qo'llaniladigan ma'lumotlarning to'liq yoki bir qismini to'playdi. Yo'l harakati signallari uchun odatiy yo'l harakati boshqaruvchilari uchun qabul qilinganlarga qaraganda murakkab transport vositalarini aniqlash talablari, buning uchun ko'plab tayyor transport

vositalari detektorlari ishlab chiqilgan [1,2]. Videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash va kuzatish orqali son, tezlik, transport vositalarini tasniflash, navbat uzunligi, hajm/yo'lak, yo'lak o'zgarishi, mikroskopik va makroskopik xatti-harakatlar kabi ko'plab foydali va keng qamrovli parametrlarni baholash mumkin. Autoscope [1] va Iteris [2] mamlakatda eng ko'p ishlatiladigan tayyor tijorat videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimlariga misoldir. Ushbu ish past aniqlikdagi trafik videolarini uzatish uchun real vaqt rejimida transport vositalarini aniqlash tizimini ishlab chiqishga qaratilgan. Ishlab chiqilgan tizim yo'lning ma'lum bir qismi uchun transport vositalarining umumiy va yo'lakka asoslangan sonini va o'rtacha tezligini aniqlaydi. Chorrahalarda transport vositalarini aniqlash, transport vositalari bilan bog'liq hodisalarni aniqlash va boshqalar kabi turli xil ilovalar uchun transport vositalari uchun ko'plab tayyor tijorat video aniqlash tizimlari mavjud. Biroq, transport vositalari ma'lumotlarini to'plash an'anaviy ravishda quyidagi sensorga asoslangan yondashuvlardan biri yordamida amalga oshirilgan: radar, lidar, halqa detektorlari, mikroto'lqinli sensorlar va boshqalar. So'nggi paytlarda tijorat video aniqlash tizimlari tomonidan videoga asoslangan transport vositalari ma'lumotlarini to'plash tizimlari o'rganilmoqda [3].

Videoga asoslangan obyekt yoki harakatni aniqlash va kuzatish video kuzatuv tizimlari, transport tizimlari, harbiy qo'llanmalar, o'yin tizimlari va boshqalarda asosiy rol o'ynaydigan ikkita vazifadir. Ushbu bo'lim asosan ITS ilovalari uchun videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash va kuzatish muammosiga qaratilgan. Transport vositalarini aniqlash - bu video ketma-ketlikda transport vositasining mavjudligini yoki yo'qligini aniqlash jarayoni. Transport vositalarini kuzatish video ketma-ketlikning har bir kadrida transport vositasining joylashuvini topish sifatida belgilanadi. Odatda aniqlash natijasi kuzatuv uchun boshlang'ich jarayon sifatida ishlatiladi.

ITS ilovalari uchun videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash va kuzatish tizimlari quyidagilar yordamida amalga oshiriladi:

- statik yoki harakatlanuvchi kameralar,
- bitta yoki bir nechta kameralar,
- statsionar yoki Pan-Tilt-Zoom (PTZ) kameralar.

Har qanday transport vositasini aniqlash tizimining samaradorligi tizimlarning ma'lumotlarning yo'qolishi, videodagi shovqin, transport vositasi harakatining murakkabligi, transport vositasining okklyuziyasi, shaklning murakkabligi, yorug'lik o'zgarishlari va real vaqt rejimida ishlov berishni boshqarishga tayyorligiga asoslangan.

Harris-Stephens burchakni aniqlash va nuqtalarni kuzatish

Ushbu bo'limda tasvirdagi qiziqish nuqtalarini aniqlash uchun ishlatiladigan Harris-Stephens burchak aniqlash algoritmi muhokama qilinadi. Transport vositalarini kuzatish uchun nuqta mosligi uchun deterministik usullardan foydalangan holda nuqtalarni kuzatish qo'llaniladi. Shuningdek, transport vositalari sonini aniqlash uchun fazoviy va vaqt xususiyatlari qo'llaniladi. Transport vositasining tezligi vektor xaritalash va turli kadrlardagi qiziqish nuqtalarini masshtablash yordamida aniqlanadi.

Harris-Stephens burchak detektori algoritmi signalning avtokorrelyatsiya funksiyasiga asoslangan bo'lib, unda mahalliy avtokorrelyatsiya funksiyasi signalning mahalliy o'zgarishlarini turli yo'nalishlarda oz miqdorda siljigan joylar bilan o'lchaydi. Harris-Stephen burchak detektori usuli Moravec burchak detektorida takomillashtirildi. Moravec burchak detektorining asosiy kamchiligi shundaki, u izotrop emas [6]. Harris-Stephen burchak detektori siljigan joylardan foydalanish o'rniga, yo'nalishga mos ravishda burchak balining differentsialini (avtokorrelyatsiya) hisobga oladi.

Keling, tasvir maydoni (a, b) ga $(\Delta a, \Delta b)$ ga siljigan 2D o'lchovli I tasvirni ko'rib chiqaylik. Ikkala tasvir yamalari orasidagi og'irlikdagi kvadrat farq yig'indisi (SSD) yoki avtokorrelyatsiya quyidagicha berilgan deb belgilanadi $C(a, b)$ sifatida berilgan

$$C(a, b) = \sum_a \sum_b w(a, b) \cdot [I(a + \Delta a, b + \Delta b) - (a, b)^2] \quad (1)$$

u tasvirni o'zgartirdi $I(a + \Delta a, b + \Delta b)$ Teylor kengaytmasi yordamida quyidagicha taxminiy hisoblash mumkin:

$$I(a + \Delta a, b + \Delta b) = I(a, b) + xI_a(a, b) + bI_b(a, b) \quad (2)$$

bu yerda I_a va I_b mos ravishda a va b ga nisbatan I ning qisman hosilalari

Shuning uchun, avtokorrelyatsiya funksiyasi tenglama va matritsa sifatida quyidagicha ifodalanishi mumkin.

$$C(a, b) = \sum_a \sum_b w(a, b) \cdot a [I_a(a, b) + bI_b(a, b)]^2 \quad (3)$$

$$C(a, b) = (\Delta a, \Delta b) A (\Delta a, \Delta b)^T$$

A matritsasi (Harris matritsasi) mahalliy qo'shnihilikning intensivlik tuzilishini aks ettiradi va $w(a, b)$ quyidagicha aniqlangan silliq dumaloq Gauss oynasi hisoblanadi.

$$w(a, b) = e^{-\left(x^2 + \frac{y^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (4)$$

Harris matritsasi quyidagicha ifodalanadi:

$$A = \sum_a \sum_b w(a, b) \cdot \begin{pmatrix} I_a^2 & I_a & I_b \\ I_a & I_b & I_b^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha & \gamma \\ \gamma & \beta \end{pmatrix} \quad (5)$$

Burchak nuqtasi katta o'zgarish bilan tavsiflanadi

C vektorning barcha yo'nalishlarida (a, b) λ_1 va λ_2 A matritsasining xususiy qiymatlari bo'lsin. A matritsasining xususiy qiymatlarini tahlil qilish orqali quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

○ Agar $\lambda_1 \approx 0$ va $\lambda_2 \approx 0$ bo'lsa, u holda (a, b) pikseli tekis va qiziqish nuqtasiga ega bo'lmagan avtokorrelyatsiya funksiyasiga ega.

○ Agar $\lambda_1 \approx 0$ va λ_2 katta musbat qiymatga ega bo'lsa, u holda piksel avtokorrelyatsiyasi funksiyasi tizma shakli va qiziqish nuqtasi chekka hisoblanadi.

○ Agar λ_1 va λ_2 ikkalasi ham katta musbat qiymatlar bo'lsa, avtokorrelyatsiya funksiyasi keskin cho'qqiga chiqadi va burchak nuqtasi burchak bo'ladi.

Matritsaning o'z qiymatlarini aniq hisoblash uchun qiymat bo'lganligi sababli, R funksiyasini hisoblash [6] tomonidan taklif qilingan. R shuningdek, foiz nuqtasi ishonchli qiymati sifatida ham baholanadi.

$$R = \lambda_1 \cdot \lambda_2 - \kappa(\lambda_1 \cdot \lambda_2) = \det(A) - \kappa \cdot \text{trace}(A)^2 \quad (6)$$

Yuqoridagi ifoda A matritsasining o'z qiymatlarini aniqlash muammosini obyekt transport vositasining qiziqish nuqtalarini yoki burchak nuqtalarini aniqlash uchun A matritsasining determinanti va izini baholashga kamaytiradi.

$$\begin{aligned} \text{trace}(A) &= \lambda + \beta = \lambda_1 + \lambda \\ \det(A) &= \alpha \cdot \beta - \lambda^2 = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \end{aligned} \quad (7)$$

Qiziqish nuqtalari R chegarasini belgilash va maksimal bo'lmagan bostirishni qo'llash orqali belgilanadi. ning qiymati empirik tarzda aniqlangan va adabiyotlarda 0,04 dan 0,15 gacha bo'lgan diapazon taklif qilingan.

Obyekt yoki transport vositasini kuzatishni freymlar bo'ylab qiziqish nuqtalarining mosligi sifatida shakllantirish mumkin. Ushbu ishda biz qiziqish nuqtalarining mosligi uchun deterministik usuldan foydalanamiz. Qiziqish nuqtalari mosligi uchun deterministik usullar odatda xarajat funksiyasini belgilaydi. Xarajat funksiyasi har bir obyekt yoki transport vositasini j va $j+k$ freymlariga harakat cheklovlari to'plamidan foydalangan holda bog'lash xarajatidir. Muvofiqlik xarajatlarini minimallashtirish odatda optimallashtirish muammosi sifatida modellashtiriladi. Biroq, transport vositalarini kuzatish qo'llanilishi uchun moslik qiymati yaqinlik va umumiy harakat cheklovlarining kombinatsiyasi sifatida modellashtiriladi. Bizning ishimizda qo'llaniladigan moslik qiymati ob'ekt yoki transport vositasining markazlarini fazoviy yaqinlik va umumiy harakat cheklovlari bilan birga bo'laklar ichida moslashtirishni o'z ichiga oladi [4]. Boshqacha qilib aytganda, transport vositasining yo'nalishiga asoslanib, qiziqish nuqtalari umumiy yo'nalish bo'ylab harakatlanadi va qiziqish nuqtalarining nisbiy siljishi bir xil bo'ladi va ma'lum bir yaqinlikda to'pilishi mumkin. Agar $C_j(a_i, b_i)$ ramka uchun Harris-Stephen burchak aniqlash algoritmi tomonidan aniqlangan qiziqish nuqtalari yoki burchak nuqtalari to'plamini bildirsa, u holda ob'ektning markaz markazi quyidagicha aniqlanadi:.

$$M_j(a, b) = \left(\sum_i x_i / i, \sum_i y_i / i \right) \quad (8)$$

Yaqinlik va umumiy harakatlanish chegarasi taxminini hisobga olgan holda, markazga yaqinlashish yondashuvi transport vositasi obyektining markazini chegaraviy mintaqada yoki transport vositasini aniqlash zonasida aniqlash uchun mos keladi.

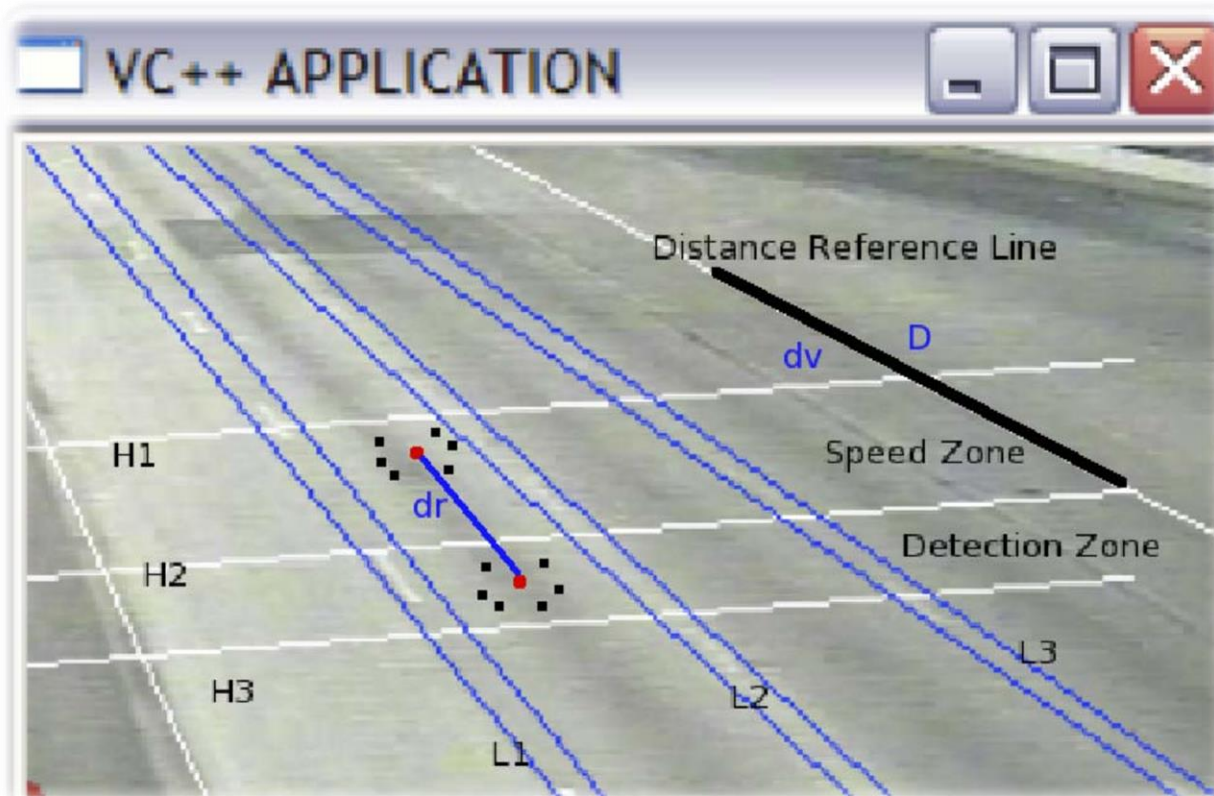
Keyingi formulamiz transport vositasining tezligini aniqlash usulini tushuntiradi. N - videoni qayta ishlash uchun olingan kadrlar/soniya soni bo'lsin. d_r - transport vositasining j - kadrdan $j+k$ kadrda umumiy siljishi piksel sifatida ifodalangan transport vositasining markaziy nuqtasi bo'lsin. Markaz nuqtasi mos ravishda j va $j+k$ kadrlar uchun d_r , $M_j(a_1, b_1)$ va $M_{j+k}(a_2, b_2)$ deb belgilanadi. Pikseldagi markaziy siljish quyidagicha aniqlanadi:

$$d_v = \sqrt{(a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \quad (9)$$

Agar D (millarda) ekrandagi mos yozuvlar nuqtalaridan $r(a_1, a_2)$, $r(b_1, b_2)$, (d_r) gacha bo'lgan real dunyodagi masofa bo'lsa, u holda ham yuqoridagi tenglama bilan hisoblanadi. D j $j+k$ gacha bo'lgan ramkalar uchun markazdan og'ish (d_v) ga ega bo'lgan transport vositasining tezligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$v = d_v \cdot D / d_r \cdot 3600 \cdot k / N \text{ mph} \quad (10)$$

1-rasmda mos yozuvlar nuqtalari ($r(a_1, b_1)$ va $r(a_2, b_2)$), markaz siljishi (d_v) va va ramkalaridagi transport vositasining markaz siljishi ko'rsatilgan. j va $j+k$.



1-rasm. Sanash va tezlikni baholash uchun kalibrlash liniyalari

Avtomobilni aniqlash va kuzatish

Ushbu ishda transport vositalarini aniqlash va kuzatish jarayoni burchak nuqtalarini aniqlash uchun Harris-Stephen Corner aniqlash algoritmi yordamida amalga oshiriladi va qiziqish nuqtalari deterministik qiziqish nuqtalari mosligi usuli yordamida video kadrlar o'rtasida kuzatiladi. Qiziqish nuqtalarining joylashuvi va siljishi asosida transport vositalari soni va transport vositalarining tezligi aniqlanadi. Yuqoridagi jarayonni aniqlash uchun qo'llaniladigan vazifalar quyidagicha tushuntiriladi.

Jonli video tasmasini yozib olish: Jonli video tasmlarni quyidagidan olish mumkin. Magistral yo'llar va magistrallarni kuzatuvchi CTV kameralari USB kadrlari yozib olish qurilmasi orqali video kadrlarni qayta ishlash uchun yozib olinadi. Video uzatmalar kunning turli vaqtlarida turli joylarda yozib olinadi. Shuningdek, CCTV kameralari turli xil ko'rish maydoniga ega pan-tilt-zoom kameralaridir. Shuningdek, o'rnatilgan kameraning balandligi noma'lum.

Video kadrlarni oldindan qayta ishlash: Avtomobillarni aniqlash tizimimizning bir qismi sifatida ishlab chiqilgan GUI vositasidan foydalanib, foydalanuvchi olingan

video kadrda qiziqish mintaqasini tanlashi mumkin. Aniqlash va kuzatish algoritmlari faqat tizimni qayta ishlash vaqtini qisqartirish uchun ushbu kesilgan tasvir mintaqasida amalga oshiriladi. Foydalanuvchi gorizontal virtual mos yozuvlar chiziqlari yordamida aniqlash va tezlik zonalarini belgilashi kerak. Aniqlash zonalarini - bu qiziqish nuqtalari baholanadigan, transport vositalari aniqlanadigan va transport vositalari soni oshiriladigan joylar. Tezlik zonalarini qiziqish nuqtalari qayta baholanadigan va transport vositalari aniqlanadigan aniqlash zonalariga tutashgan. Qoida tariqasida, aniqlash zonasining uzunligi video tasmasidagi kabi transport vositasi uzunligidan kam bo'lishi kerak va tezlik zonasining uzunligi video tasmasidagi kabi transport vositasi uzunligidan biroz kattaroq bo'lishi kerak. Foydalanuvchi video kadrda bo'laklarni ajratadigan virtual vertikal bo'lak mos yozuvlar chiziqlarini belgilaydi. Ushbu vertikal chiziqlar bo'laklar bo'yicha transport vositalari sonini aniqlash uchun ishlatiladi. Shuningdek, foydalanuvchi transport vositasining harakati yoki transport oqimining yo'nalishini, kalibrlash mos yozuvlar chizig'ini va jismoniy masofadagi mos keladigan masofani belgilaydi. Ushbu mos yozuvlar masofasi transport vositasining tezligini baholash uchun ishlatiladi.

Silliqlash: CCTV kameralaridan olingan tasvir sifati pastligi (320×240 piksel) tufayli shovqinni yo'qotish uchun tasvirni tekislash amalga oshiriladi. Gauss smoo usuli afzalroq, chunki shovqin yoki aniqlangan obyektning tabiati Gauss ehtimoliy funktsiyasiga ega bo'lishi mumkin. Har bir kadrda ROI 2 o'lchovli dumaloq Gauss funktsiyasi va uning diskret yaqinlashuvi yordamida ixchamlashtiriladi:

$$F(a,b) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{a^2+b^2}{2}} = \frac{1}{125} \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Rangni o'zgartirish: Ushbu vazifa Qiziqish mintaqasidagi (RIO) rang tasvirini/kadri rang qiymatlaridan kulrang shkala qiymatlariga o'zgartiradi. Kadri ushlovchi qurilma tomonidan olingan video kadrlar qo'shimcha RGB rang formatida. Kulrang shkala tasviri mula uchun quyidagilar yordamida olinadi:

$$\text{Intensivlik} = 0.2989 \text{ qizil} + 0.5870 \text{ yashil} + 0.1140 \text{ ko'k} \quad (12)$$

Harris-Stephen burchagidan foydalanib, transport vositasini aniqlash eng yaqin nuqtalarni aniqlash: Aniqlash zonasidagi transport vositasining burchak nuqtalari yuqorida aytib o'tilgan Harris-Stephen burchak nuqtasi detektorlari [6] tomonidan aniqlanadi. Burchak nuqtalari transport vositalari sonini aniqlash uchun transport vositalarini aniqlash uchun ishlatiladi. Xuddi shu transport vositasiga tegishli qiziqish nuqtalarini aniqlash uchun yaqinlikka asoslangan chegara sxemasi qo'llaniladi. Agar qiziqish nuqtalari chegara yaqinligida bo'lsa, lekin turli yo'laklarda bo'lsa, unda qiziqish nuqtalari ajratilgan deb hisoblanadi. Ushbu burchak qiziqish nuqtalarining markaziy nuqtasi (1) tenglama yordamida hisoblanadi va ramkada belgilanadi. Markaz joylashuvlaridan foydalanib, transport vositalarining umumiy soni, transport vositalari soni/yo'lagi, umumiy hajm va hajm/yo'lak kabi transport oqimi parametrlarini aniqlash mumkin.

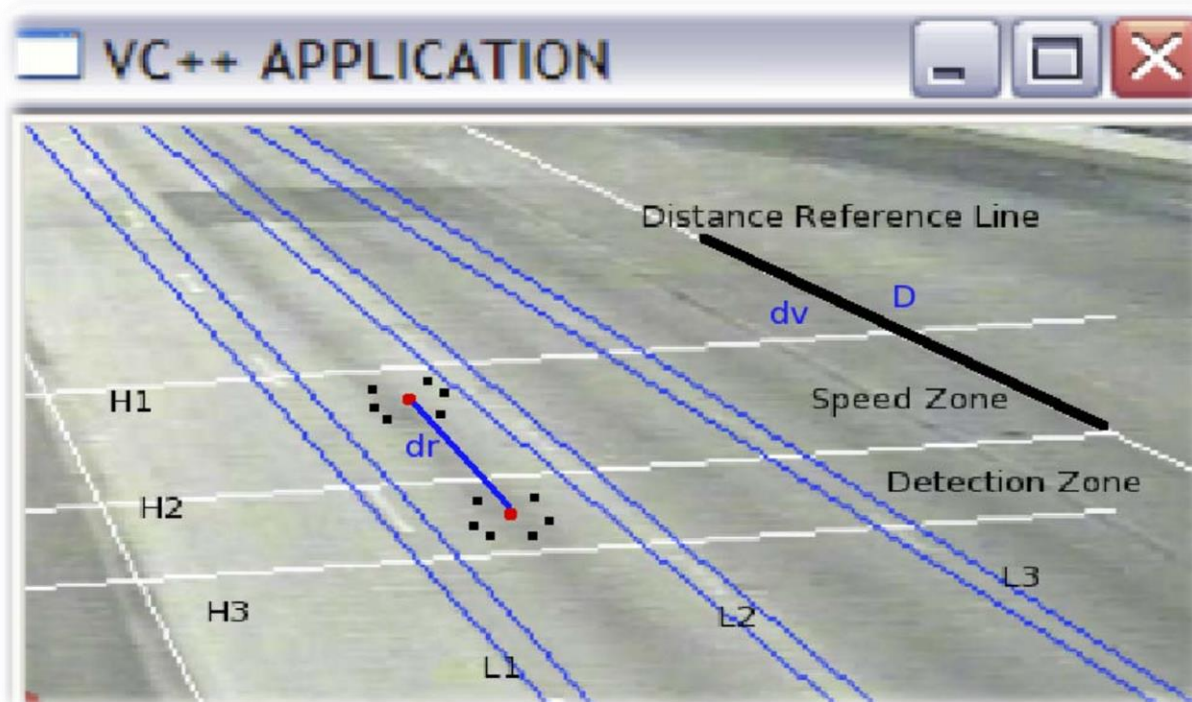
tugatildi. Avtomobilni kuzatish va tezlikni hisoblash: HS burchak detektori va chegaraviy qiziqish nuqtalari yordamida aniqlash va tezlik zonalari orasidagi masofa aniqlanadi. Aniqlash va tezlik zonalari bir-biriga yonma-yon joylashtiriladi. Ularni bir-biridan juda uzoqqa qo'ymaslikka ehtiyot bo'lish kerak va zonalar tasvir ramkasida ko'rinadigan transport vositasining o'lchamiga nisbatan kichikroq. Bu yondashuv, shuningdek, transport vositasining tezligida katta o'zgarish yo'qligini taxmin qiladi. Kadrlar orasidagi qiziqish nuqtalarining markazlari yuqorida muhokama qilingan nuqta mosligi usuli yordamida aniqlanadi. Avtomobilning harakatlanish yoki oqim yo'nalishi foydalanuvchi interfeysi yordamida aniqlanganligi sababli, mos keladigan javob nuqtalarini (centroidlar) moslashtirish yaqinlik va silliq harakat cheklovlariga asoslangan. Tegishli yo'laklardagi markaz troidlarining mosligi hisobga olinadi. Ushbu yondashuv transport vositalari aniqlash tezlik zonalari yo'laklarni o'zgartirsa, noto'g'ri aniqlash va tezlikka olib keladi. Transport vositasi markazining piksel joylashuvi d_r) ramkalar bo'ylab aniqlanadi ((2) tenglama) va transport vositasining tezligi (3) tenglamadagi formuladan foydalanib aniqlanadi. Yuqoridagi jarayon asosida tizim transport vositalarining o'rtacha tezligini va transport vositasi/yo'lakning o'rtacha tezligini to'playdi.

Amalga oshirish Ushbu bo'limda 3-bo'limda muhokama qilingan Harris Stephen burchak detektori va qiziqish nuqtasi mosligiga asoslangan transport vositasini aniqlash va kuzatish algoritmini amalga oshirish muhokama qilinadi. Transport vositasini aniqlash va kuzatish algoritmi yo'l segmentida va bo'lakda transport vositalari sonini, transport vositasining tezligini va hajmini aniqlash uchun ishlatilgan. Ishlab chiqilgan tizim real vaqt rejimida oldindan ogohlantiruvchi ITS tizimi uchun transport vositasi detektori sifatida ishlatilgan. CCTV kameralaridan jonli video uzatmalardan olingan video kadrlar Hauppauge Live USB kadr ushlagich qurilmasi yordamida suratga olindi. Video kadrlar (N) 29.95 kadr/soniyada suratga olindi. Transport vositasini aniqlash va kuzatish algoritmlari OpenCV tasvirni qayta ishlash kutubxonasi bilan foydalangan holda VC++ ishlab chiqish platformasi yordamida ishlab chiqilgan. Video olingan operativ xotira hajmi

320 × 240 piksel. foydalanuvchi tomonidan tanlangan qiziqish maydoni sukut bo'yicha 270 × 160 pikseldir Kalibrlash jarayoni real dunyo geometriyasini kadr yoki piksel geometriyasiga o'zgartiradigan foydalanuvchi interfeysi tomonidan qo'llab-quvvatlanadi. Foydalanuvchi interfeysi foydalanuvchiga masofa mos yozuvlar chizig'ining birliklarini futda, transport vositasi oqimining yo'nalishini, aniqlash va tezlik zonalari belgilash uchun gorizontaal chiziqlarni, yo'lak chegaralarini belgilash uchun vertikal chiziqlarni ko'rsatish imkonini beradi. 1-rasmda olingan kadrda virtual kalibrlash chiziqlari va aniqlash zonalari surati ko'rsatilgan. CCTV kamerasining o'zgaruvchan ko'rish nuqtasi yoki ko'rish burchagini qoplash uchun yo'lak chegara chiziqlari bizning qo'llanilishimiz uchun qo'shaloq yo'lakdir. Video

kadrdagi shovqinni minimallashtirish uchun kesilgan kadr (4) tenglamada ko'rsatilganidek, Gauss funksiyasi bilan aylantiriladi. HS burchak detektoridan foydalanib, burchak detektori usuli burchakni

1-rasm. Sanash va tezlikni baholash uchun kalibrlash liniyalari



nuqtalar aniqlanadi (2(a)-rasm). Qiziqish nuqtalari maksimal bo'lmagan supressiya va uchlik bilan qo'shimcha ravishda aniqlanadi (2(b)-rasm). Qiziqish nuqtalari chegaralash katakchalari va 2(c)-rasmda qizil nuqta sifatida ko'rsatilgan markaz nuqtasi bilan ko'rsatilgan. Chegaralash katakchalari bu qiziqish nuqtalari bir xil transport vositasiga tegishli yoki yo'qligini aniqlash uchun yaqinlik mintaqasini bildiradi. Transport vositasining markaz nuqtasi (1)-tenglamadagi formula bilan aniqlanadi va agar aniqlash zonasida belgilangan miqdordagi qiziqish nuqtalari aniqlansa, transport vositasi soni oshiriladi yoki tasdiqlanadi, bu 3(a)-(c)-rasmlarda ko'rsatilgandek amalga oshiriladi. Transport vositasining tezligi 4(a)-(c)-rasmlarda ko'rsatilgandek, uchta $j-k$, va $j+k$ videokadrlari bo'ylab transport vositasining markaz nuqtalarining siljishini aniqlash orqali aniqlanadi. Transport vositasining tezligi (3)-tenglamada muhokama qilinganidek aniqlanadi.

Ishlab chiqilgan transport vositalarini aniqlash tizimi Las-Vegas vodiysi atrofidagi ko'plab joylarda yozib olingan 1 daqiqalik intervalli bir qator video uzatmalar (8 to'plam) da baholandi. Video uzatmalar joylashuv, yorug'lik (kunning turli vaqtlarida yozib olingan), yo'l o'lchami, kameraning ko'rish burchagi va ko'rish maydoniga qarab farq qiladi. Tizim transport vositalari soni va tezligi bo'yicha baholandi. Video yozuv paytida transport vositalarining tezligi radar texnologiyasi yordamida aniqlandi. Transport vositalari soni qo'lda tekshirildi. 1-jadvalda barcha baholash videolari to'plamlari bo'yicha transport vositalarining o'rtacha soni va har bir yo'lakdagi transport vositalarining o'rtacha tezligi umumlashtirilgan. 2-jadval va 6(b)-

rasmda barcha baholash videolari to'plamlari bo'yicha transport vositalarining umumiy o'rtacha tezligi umumlashtirilgan.



(a) (b) (c)
2-rasm. Transport vositalarida aniqlangan Xarris-Stephen burchak nuqtalari.



(a) (b) (c)
3-rasm. Turli yo'laklardagi transport vositalarida Harris-Stephen burchak nuqtalarining aniqlanganligi.



(a) (b) (c)
4-rasm. Ramkalaridagi transport vositalarida Harris-Stephen burchak qiziqish nuqtalari aniqlandi: $j-k$, j va $j+k$.



5-rasm. Sinov maydonchasida oldindan ogohlantirish tizimini joriy etish.
1-jadval. Tezliklar va sonlarni taqqoslash

	TEZLIK		SONI			XATO	
L#	H	A	H	A	T	H	A
L1	62.6	65.5	117	124	112	5	12
L2	64	62.3	174	186	171	3	15
L3	64.4	63.7	241	219	197	44	22
L4	65.3	59.3	250	221	208	42	13

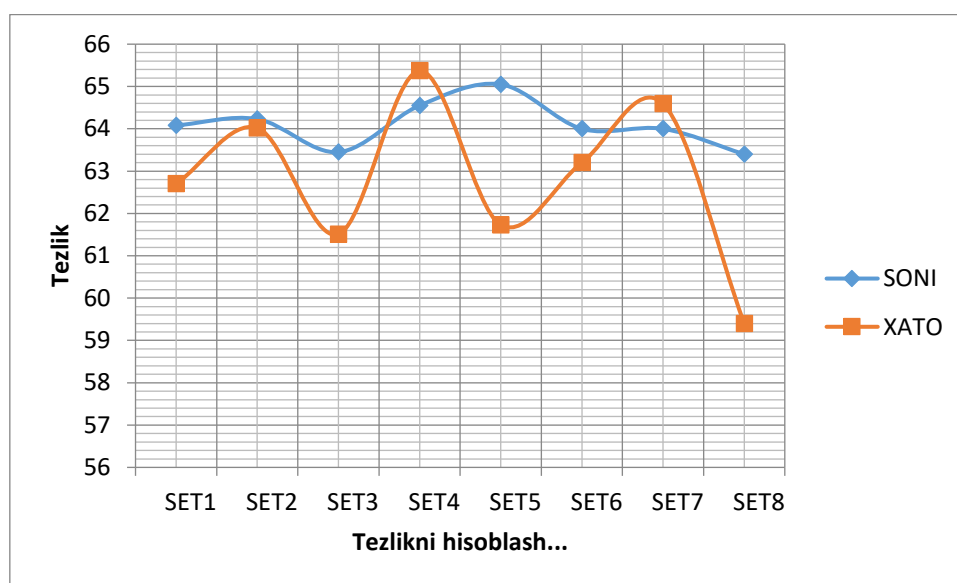
L#: Qator raqami, H: HSCM, A: Avtoskop, T: Qo'lda haqiqiy sonlash.
2-jadval. Tezlikni taqqoslash.

TEZLIK	H	A
SET1	64.08	62.70
SET2	64.23	64.02
SET3	63.45	61.51
SET4	64.55	65.37
SET5	65.05	61.73
SET6	64.00	63.20
SET7	64.00	64.59
SET8	63.4	59.40
O'rtacha	64.10	62.81

6. ITS uchun transport vositalarini aniqlash ilovasi

U ishlab chiqqan videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimi maxsus tadbirlar paytida ish zonalarini va avtomagistrallarda tirbandlik va navbatlar haqida oldindan ogohlantirish uchun ishlatilgan. Oldindan ogohlantirish tizimi video yozuv moslamalari va bizning videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimimiz bilan jihozlangan bir qator video kuzatuv stantsiyalaridan iborat.

Avtomobillar navbatining uzunligi, tezligi va soni ish zonalari yoki maxsus tadbirlar o'tkaziladigan joylardan oldin kuzatilgan va tirbandliklar haqidagi real vaqt rejimidagi ma'lumotlar yo'naltiruvchi antennalarga ega radiochastotali (RF) modullar yordamida bir necha mil pastda joylashgan ko'chma o'zgaruvchan xabar belgisi tirkamasiga uzatilgan. 5-rasmda sinov maydonchalarimizdan birida oldindan ogohlantirish tizimining joriy etilishi ko'rsatilgan. Tizimni baholash kunning turli vaqtlarida o'tkazildi va transport vositalarining tezligi oldindan ogohlantirish tizimi bilan va ishlamasdan baholandi. Oldindan ogohlantirish tizimining transport vositalarining yo'lak bo'yicha tezligi bo'yicha ahamiyati 6(a)-rasmda ko'rsatilgan. Ish zonalaridagi baholashlarning aksariyati tunda va kunduzi maxsus tadbirlar paytida amalga oshirildi. Rasmda oldindan ogohlantirish tizimi yo'lovchilarga ijobiy ta'sir ko'rsatayotgani ko'rsatilgan. Umumiy pasayish kuzatildi



6-rasm. (a) Avtomobil tezligini aniqlash uchun HSCM usuli va avtoskopning grafik taqqoslashi.

Oldindan ogohlantirish tizimining joriy etilishi tufayli ish zonalari va maxsus tadbirlarda tezlik 5 mil/soatga oshdi va tirbandlik kamaydi. Keyingi bo'limda aniqlash algoritmining ishlashi va oldindan ogohlantirish tizimining ta'siri muhokama qilinadi.

7. Natijalar va muhokamalar

Oldindan ogohlantirish tizimi ko'plab tayyor komponentlar (kameralar, raqamli videomagnitafonlar, RF aloqa modullari va boshqalar) va videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimi yordamida ishlab chiqilgan, joriy etilgan va baholangan. Dastlabki videoga asoslangan aniqlash tizimi (Autoskop) aniq natijalarga erishish uchun kalibrlash, kontrastni sozlash va konfiguratsiya parametrlarini (kamera balandligi) aniq sozlashni talab qiladi. Shuning uchun, murakkab kalibrlash va kontrastlarni o'zgartirish zaruratini bartaraf etish uchun Harris Stephen Corner aniqlash usuli (HSCM) yordamida videoga asoslangan transport vositalarini aniqlash tizimi ishlab chiqilgan. HSCM va Autoscope ning ishlashi transport vositasining tezligi va soni bo'yicha taqqoslanadi. HSCM ning ishlashi transport vositasining tezligiga nisbatan Autoscope bilan solishtirganda yaxshiroq. HSCM o'rtacha 64 milya tezlikni Auto scope tomonidan aniqlangan 62 milya tezlikka nisbatan ta'minlaydi. Radar

qurilmalari yordamida avvalgi tezlik sinovi Autoscope haqiqiy tezlikdan 5 milya kamroq tezlikni aniqlaganligini ko'rsatdi. Shuning uchun, HSCM Autoscope ga qaraganda tezlik uchun yaxshiroq aniqlikni ta'minlaydi. HSCM ning ishlashi 1 va 2-qatorlarda (kameraga yaqinroq bo'laklarda) transport vositalarini sanashda Autoscope ga qaraganda yaxshiroq. Ammo 3 va 4-qatorlarda transport vositasi sezilarli darajada darajalarni sanaydi. Bu kamera ko'rish maydonining qiyshayishi bilan bog'liq. Kamera o'rtadagi yorug'lik ustuniga o'rnatilganligi sababli, olingan videoda sezilarli qiyshayish mavjud bo'lib, bu transport vositalarining yuqori tiqilib qolishiga olib keladi. Bu tegishli bo'laklarda transport vositalarini aniqlashda ba'zi hisoblash xatolariga olib keladi. Shuningdek, kamera ko'rish maydonining qiyshayishi tufayli ba'zi transport vositalarining ba'zi diqqatga sazovor joylari² va 3-yo'laklar ikkala yo'lakda ham aniqlanadi (mos ravishda 2 va 3-yo'laklar va 3 va 4-yo'laklar). Bu ikkala yo'lakda ham bitta transport vositasi hisobga olinishiga olib keladi (3 va 4-yo'lak). Yuqoridagi muammoni qo'shni yo'laklardagi transport vositalarining tiqilib qolishini minimallashtirish uchun kameraning ko'rish maydonini sozlash orqali hal qilish mumkin. Virtual vertikal yo'lak mos yozuvlar chiziqlarini to'g'ri joylashtirish va kamerani kalibrlash usullari yoki transformatsiya shakllaridan foydalanish ham 3 va 4-yo'laklardagi hisoblash xatolarini kamaytiradi. 1 va 2-yo'laklar kameraning qiyshayishidan kamroq ta'sirlangani uchun yaxshiroq natijalar beradi. Avtoskop bu turdagi video uchun yaxshiroq ishlaydi, chunki u transport vositalarini aniqlash uchun qiziqish nuqtalarini aniqlash usuli o'rniga fonni ayirish usulini qo'llaydi. Kelajakdagi sa'y-harakatlar yuqorida muhokama qilingan yechimlardan foydalangan holda 3 va 4-yo'laklardagi mavjud transport vositalari sonini yaxshilashga qaratiladi. Shuningdek, transport vositalarini aniqlash va tasniflash uchun soyalarni yo'q qilish algoritmlaridan foydalaniladi. Nihoyat, ushbu ishning hissasini quyidagicha umumlashtirish mumkin: 1) transport vositalarini aniqlash va kuzatish tizimi Harris-Stephen burchak detektori va nuqta mosligi yordamida qiziqish nuqtalarini aniqlash va kuzatishga asoslangan, 2) transport vositalarini aniqlash va kuzatish tizimi transport vositalari soni va transport vositalarining tezligini aniqlashga qodir, 3) tizim turli xil yoritish sharoitlarida juda kam sozlash va kalibrlash talablari bilan real vaqt rejimida past aniqlikdagi video uzatmalardan transport vositalari soni va tezligini aniqlashi mumkin va 4) transport vositalarini aniqlash tizimi oldindan ogohlantiruvchi aqlli transport tizimi (ITS) ning bir qismi sifatida ishlatilgan.

ADABIYOTLAR

1. A. Axatov, F.M. Nazarov va B. Eshtemirov, « Kompyuter ko'rish yordamida tirbandlikni aniqlash va tahlil qilish.»
2. L. Ramachandran, S. Sukumaran va S.R. Sunny. VANETda past qo'shimcha xarajatlar bilan kesishishga asoslangan trafikni hisobga olgan holda marshrutlash. Xalqaro raqamli axborot va simsiz aloqa jurnali (IJDIWC), 3-jild, 2-son, 190–196-betlar, 2013.
3. Guo, J.; Huang, W.; Williams, B.M. Stoxastik qisqa muddatli trafik oqimi tezligini bashorat qilish va noaniqlikni miqdoriy aniqlash uchun adaptiv Kalman filtr yondashuvi. Transp. Res. Part C 2014, 43, 50–64. Wu, B.; Nevatia, R. Bayescha qirrali detektorlar kombinatsiyasi yordamida bitta tasvirda bir nechta, qisman yopiq odamlarni aniqlash. 10-IEEE Kompyuter ko'rish bo'yicha xalqaro konferensiyasi

materiallarida (ICCV 2005), Pekin, Xitoy, 2005-yil 17–21-oktabr; 90–97-betlar. [7] Raj, Jithin, HareeshBahuleyan va Lelitha Devi Vanajakshi. « Yo'l harakati zichligini baholash va bashorat qilish uchun ma'lumotlarni qazib olish texnikasini qo'llash.» *Transport tadqiqotlari procedia* 17 (2016): 321-330.

4. Ramesh, K, Bhimisetty Anil Kumar va P. N. Renjith. « Turli onlayn yozuvlar orqali parolni taxmin qilish hujumlari va fishing ma'lumotlariga qarshi qayta ko'rib chiqish himoyasiga asoslangan.» 2020-yilda Inventive Computation Technologies (ICICT) bo'yicha xalqaro konferensiya, 824-827-betlar. IEEE, 2020.

5. Guowen Dai, Changxi Ma va Xuecai Xu. Shahar yo'llari uchun fazo-vaqt tahlili va gru asosida qisqa muddatli transport oqimini bashorat qilish usuli. *IEEE Access*, 7:143025–143035, 2019.

6. Weibin Zhang, Yinghao Yu, Yong Qi, Feng Shu va Yinhai Wang. Fazo-vaqtinchalik tahlil va chuqur o'rganish asosida qisqa muddatli transport oqimini bashorat qilish. *Transportmetrica A: Transport Science*, 15(2):1688–1711, 2019.

7. Liu, Yunxiang va Hao Wu. « Tasodifiy o'rmon asosida yo'l harakati tirbandligini bashorat qilish.» 2017 10-chi Xalqaro hisoblash intellekt va dizayn simpoziumi (ISCID). 2-jild. IEEE, 2017.

8. Xiong, Y. XGBoost asosida elektron kuponlardan foydalanishni bashorat qilish bo'yicha tadqiqotlar. *Kompyuter fanlari va qo'llanilishi*, 9(5), 1029–1035. DOI 9

9. Rhmadov, A. (2020). “Sun’iy intellekt asoslari va uning qo’llanilishi.” Toshkent: Ma’naviyat. 2. Alimov, N. (2019). “Kompyuterli ko’rish tizimlarining rivojlanishi va qo’llanilishi.”

10. *Innovatsion Texnologiyalar Jurnali*, 4(3), 45- 52. 4. Bektemirov, I. (2021). “GPU va FPGA texnologiyalarining real vaqt rejimida ishlov berishdagi roli.” O’zbekiston Fanlar Akademiyasi Nashriyoti.