

Video tasvirlarda avtotransport yo'lakchalarini klassifikatsiya qilish algoritmi

Yetmishboyev Shaxzodbek Ma'murjon o'g'li

Abstract: Ushbu maqolada faqat bitta kameradan foydalangan holda video ketma-ketlikdagi muhim trafik parametrlarini baholash uchun avtomatik yo'l nazorati tizimi taqdim etilgan. Avtotransport vositalarini faqat avtomashinalar va avtomashina bo'lmaganlar uchun tasniflashi mumkin bo'lgan an'anaviy usullardan farqli o'laroq, tavsiya etilgan usul transport vositalarini namoyish qilishda yangi "chiziqlilik" xususiyatini joriy etish orqali transport vositalarini yanada aniqroq sinflarga ajratish uchun yaxshi imkoniyatga ega. Bundan tashqari, taklif etilayotgan tizim soyalar tufayli yuzaga keladigan avtomobil tiqilib qolishi muammosini yaxshi hal qila oladi, bu esa ko'pincha avtomobillarni keyingi sanash va tasniflashda muvaffaqiyatsizlikka olib keladi

Key words: avtomatik, klassifikatsiya, chiziqlilik, tasniflash, traektoriya, aniqlik, sensorlar, ma'lumotlar bazasi, kalibratsiya, optimallashtirish.

Introduction

Video tasvirlarda avtotransport yo'lakchalarini klassifikatsiya qilish algoritmi

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti

PhD, Azizbek Ruzmetov

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti magistranti

Yetmishboyev Shaxzodbek Ma'murjon o'g'li

Ushbu maqolada faqat bitta kameradan foydalangan holda video ketma-ketlikdagi muhim trafik parametrlarini baholash uchun avtomatik yo'l nazorati tizimi taqdim etilgan. Avtotransport vositalarini faqat avtomashinalar va avtomashina bo'lmaganlar uchun tasniflashi mumkin bo'lgan an'anaviy usullardan farqli o'laroq, tavsiya etilgan usul transport vositalarini namoyish qilishda yangi "chiziqlilik" xususiyatini joriy etish orqali transport vositalarini yanada aniqroq sinflarga ajratish uchun yaxshi imkoniyatga ega. Bundan tashqari, taklif etilayotgan tizim soyalar tufayli yuzaga keladigan avtomobil tiqilib qolishi muammosini yaxshi hal qila oladi, bu esa ko'pincha avtomobillarni keyingi sanash va tasniflashda muvaffaqiyatsizlikka olib keladi. Ushbu muammo barcha kiruvchi soylarni yo'q qilish uchun chiziqlar to'plamidan foydalanadigan yangi chiziqli soya algoritmi bilan hal qilinadi. Ishlatilgan chiziqlar bo'laklarni ajratuvchi chiziqlar haqidagi ma'lumotlardan ishlab chiqilgan. Shu sababli, bo'laklarni ajratuvchi chiziqlarni aniqlashning avtomatik sxemasi ham taklif etiladi. Topilgan bo'laklarni ajratuvchi chiziqlar, shuningdek, xususiyatni normallashtirish uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin, bu esa avtomobil o'lchamini o'zgartirib qilib qo'yishi mumkin, bu esa avtomobil tasnifining aniqligini oshiradi. Barcha xususiyatlar chiqarilgandan so'ng, transport vositalarini turli sinflarga qat'iy ravishda tasniflash uchun optimal tasniflagich ishlab chiqilgan. Avtotransport vositasini tan olishda ishlab chiqilgan klassifikator transport vositasini tasniflash uchun maqbul qaror qabul qilish uchun uning traektoriyalari va ma'lumotlar bazasidan turli xil dalillarni to'plashi mumkin. Ko'proq dalillar ishlatilganligi sababli, tasniflashning yanada mustahkamligiga erishish mumkin. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, tavsiya etilgan usul boshqa an'anaviy usullarga qaraganda ancha mustahkam, aniq va kuchliroq bo'lib, ular faqat avtomobil o'lchamini va avtomobilni tasniflash uchun bitta ramkadan foydalanadi.



Kalit so'zlar: avtomatik, klassifikatsiya, chiziqilik, tasniflash, traektoriya, aniqlik, sensorlar, ma'lumotlar bazasi, kalibratsiya, optimallashtirish.

I. KIRISH

INTELLIGENT transport tizimi (ITS) - bu transport vositalari va yo'llarda harakatlanish holatini kuzatish, tirbandlikni kamaytirish, harakatchanlikni oshirish va hokozolar uchun elektron, kompyuter va kommunikatsiya texnologiyalarini o'z ichiga olgan dastur hisoblanadi. Ushbu maqsadlarga erishish uchun so'nggi o'n yilliklarda ITS bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun ko'plab yondashuvlar taklif qilindi. Ular orasida ko'rishga asoslangan yondashuv oson texnik xizmat ko'rsatish va yo'l harakati monitoringida yuqori moslashuvchanlik afzalliklariga ega va shuning uchun ITSda yo'l harakati nazorati uchun ishlatiladigan eng mashhur usullardan biriga aylanadi. O'tmishda ko'plab tadqiqotchilar tasvirni qayta ishlash orqali muhim real vaqtda trafik ma'lumotlarini olish uchun turli xil yechimlarni tadqiq qilishga bag'ishlaganlar. Burchak xususiyatlaridan foydalangan holda transport parametrlarini baholash uchun avtomobilni kuzatish algoritmini taklif qildi. Bundan tashqari, Liao va boshqalar shular jumlasidandir. Transport oqimlari va avtomobil tezligini hisoblash uchun asosiy o'lchov sifatida entropiyadan foydalangan. Biroq, bu yondashuvlar transport vositalarini batafsilroq turlarga ajrata olmaydi. Beyker avtomobillarni vagonlar, sedanlar, xetchbeklar va boshqalar kabi har xil turlarga tasniflash uchun uch o'lchovli (3-D) modelga mos keladigan sxemani taklif qildi. Bundan tashqari, turli maqsadlarni transport vositalari va odamlarga tasniflash uchun shakl xususiyatlariga ega maksimal ehtimollik mezonlaridan foydalangan. Gupte esa, hududlar va transport vositalari o'rtasidagi yozishmalarni o'rnatish asosida transport vositalarini kuzatish va tasniflash uchun mintaqaviy yondashuvni taklif qildi.

Ko'pgina yo'l harakati nazorati tizimlari uchun kerakli trafik parametrlarini baholash uchun uchta asosiy bosqich qo'llaniladi, ya'ni transport vositalarini aniqlash, kuzatish va tasniflash. Avtotransport vositalarini aniqlash uchun ko'pgina usullar kamerani statik deb hisoblaydi va keyin kerakli transport vositalarini tasvirni farqlash orqali aniqlash mumkin. Keyinchalik, Kalman filtra kabi turli xil kuzatuv sxemalari har bir avtomobilni kuzatish uchun mo'ljallangan. Shundan so'ng, transport vositasini tasniflash uchun shakli, uzunligi, kengligi, tuzilishi va boshqalar kabi bir nechta avtomobil xususiyatlari olinadi. Biroq, bir nechta ekologik o'zgarishlar avtomobil tahlilining aniqligi va mustahkamligiga jiddiy ta'sir qiladi. Masalan, avtomobil okklyuziyasi avtomobilni aniqlashda muvaffaqiyatsizlikka uchraydi va avtomobilni tasniflash va hisoblashning aniqligini yanada pasaytiradi. Avtotransport vositalarining tiqilib qolishiga olib keladigan asosiy omil soyalar hisoblanadi. Ushbu muammoning oldini olish uchun ko'pchilik tizimlar tahlil qilingan ketma-ketlikda soyalar yo'qligini taxmin qiladi. Yana bir atrof-muhit o'zgarishi - bu uzunlik, kenglik va balandlik kabi avtomobil geometriyasining xususiyatlari doimiy bo'lmasligiga imkon beradigan istiqbolli effektlar. Shuning uchun, tanib olishdan oldin, xususiyatlarni normallashtirish uchun kamerani kalibrash jarayoni oldindan qo'llanilishi kerak. Masalan, bo'laklarning joylashuvi va tegishli bo'lak kengliklarini aniqlash uchun kamerani qo'lda kalibrash usuli taqdim etiladi. Keyinchalik, turli xil transport vositalari kuzatiladi va normallashtirilgan xususiyatlar to'plami tomonidan tan olinadi. Yana bir shart, shuningdek, transport vositalarini tasniflashning qiyinligini oshiradi. Odatda, kamera transport vositalaridan uzoqda joylashtiriladi va shuning uchun barcha turdagi transport vositalari o'xshash xususiyatlarga ega bo'ladi. Shu sababli, turli yondashuvlar, turli xil transport vositalarini tasniflashi mumkinligini da'vo qilgan bo'lsa-da, faqat ikkita toifaga bo'linadi, ya'ni avtomobillar va avtomobil bo'lmaganlar. Avtotransport vositalarini ko'proq turlarga bo'lish uchun 3-D avtomobil xususiyatlari va modellaridan foydalanish ko'plab afzalliklarga ega bo'lishi mumkin. Biroq, yozishmalarning o'ziga xos muammosi ularni real vaqtda ilovalar uchun yaroqsiz qiladi. Boshqa tomondan, avtomobil chiziq bo'ylab kuzatilganda, u turli vaqt oralig'ida turli xil ko'rinishga ega bo'ladi. Kuzatuv texnikasi yordamida barcha ko'rinishlar bir-biriga birlashtirilishi mumkin, shunda traektoriya tuziladi. Ushbu traektoriya bo'ylab ko'plab belgilarni topish mumkinligi sababli, ushbu transport



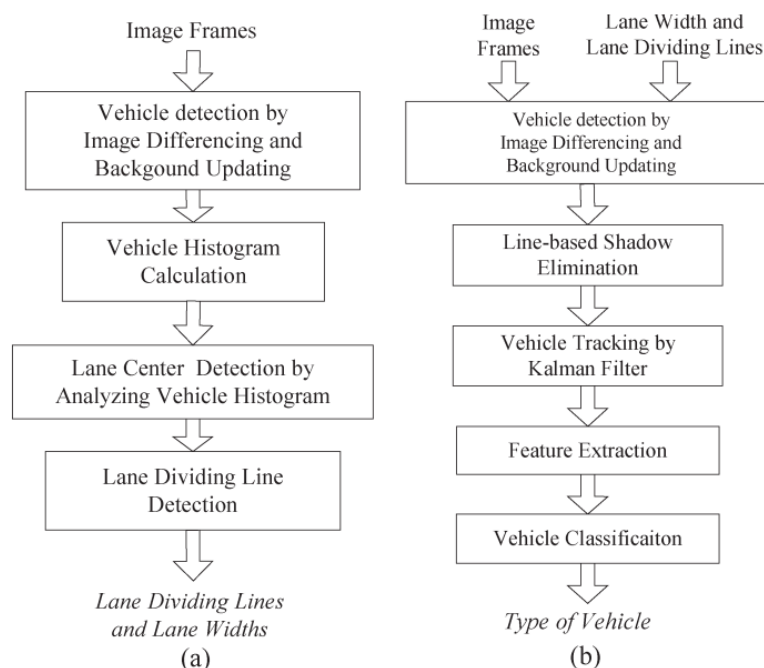
vositasini tanib olish to'g'risida yaxshiroq xulosa chiqarish mumkin. Biroq, ITSda ko'pchilik yondashuvlar transport vositalarini tanib olish uchun faqat bitta ko'rinishdan foydalangan. Agar tashqi ko'rinish shovqin bilan ifloslangan bo'lsa, tanib olish xatolari paydo bo'ladi. Ko'rishga asoslangan yondashuvdan tashqari, transport vositalarini aniqlash va kuzatish uchun sonar yoki infraqizil kabi boshqa sensorlardan foydalanadigan ko'plab tizimlar mavjud. Bir nechta sensorlar va bir nechta klassifikatorlardan foydalanish ob'ektni aniqlash va tasniflashda yaxshiroq ishlashni ta'minlashi mumkinligida isbotlangan. Shuning uchun biz bir nechta sensorlar va tasniflagichlar yordamida trafikni kuzatish uchun kuzatuv tizimini qurishimiz mumkin. Biroq, bu sxema bir nechta sensorlardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish uchun murakkab termoyadroviy texnikani talab qiladi. Bundan tashqari, ko'proq sensorlar ushbu tizimni yaratish uchun ko'proq xarajatlarni talab qiladi. Shu sababli, ushbu maqola faqat bitta umumiy kamera yordamida transport vositalarini tahlil qilish uchun ko'rishga asoslangan tizimni ishlab chiqishga qaratilgan.

Ushbu maqolada biz turli xil video ketma-ketlikdagi transport vositalarini aniqlash, kuzatish va tanib olish uchun yangi transport vositalarini kuzatish tizimini taklif qilamiz. Ushbu tizimda har xil transport vositalarini kuzatish uchun faqat bitta kamera, hali ham ustunga o'rnatilgan va kuzatilgan magistralga qaraydi. Dastlab, tasvirni olib tashlash texnikasi yordamida video ketma-ketliklardan turli xil transport vositalari chiqariladi. Ushbu uslub yorug'lik o'zgarishlariga sezgir bo'lganligi sababli, fonni modellashtirish uchun moslashtirilgan fonni yangilash usuli qo'llaniladi. Keyinchalik, Kalman filtra har bir aniqlangan transport vositasini kuzatish va shu bilan uning traektoriyasini olish uchun mo'ljallangan. Shundan so'ng, transport vositasini tasniflash uchun avtomobil hajmi va chiziqchiligi kabi bir nechta avtomobil xususiyatlari olinadi. Taklif etilayotgan usul ITSni takomillashtirishga bir qancha hissa qo'shadi, shu jumladan mos ravishda avtomobilni aniqlash va tanib olishning aniqligi va mustahkamligi. Avvalo, ushbu maqolada turli xil transport vositalarining traektoriyalarini tahlil qilish orqali barcha mumkin bo'lgan chiziqchi chiziqchilarni aniqlashning avtomatik sxemasi keltirilgan. Shunday qilib, hech qanday qo'lda kalibrlash jarayonini o'z ichiga olmasdan, turli qator kengliklarini taxmin qilish mumkin. Ikkinchidan, qog'oz video ketma-ketlikdagi turli xil kiruvchi soylarni yo'q qilish uchun chiziqchi soylarni yo'q qilish usulini taklif qiladi. Soyalar olib tashlanganligi sababli, soyalar sabab bo'lgan tiqilib qolgan transport vositalarini yaxshi ajratish mumkin. Shunday qilib, xususiyatlarni ajratib olish va transport vositalarini hisoblash kabi keyingi avtomobil tahlillari aniqroq va ishonchli tarzda amalga oshirilishi mumkin. Uchinchidan, turli qator kengliklari topilganligi sababli, xususiyatni normallashtirish uchun avtomatik normalizatsiya sxemasini taklif qilish mumkin. To'rtinchidan, biz transport vositalarini ko'proq turlarga tasniflash uchun "avtomobilning chiziqchiligi" deb nomlangan yangi xususiyatni aniqlaymiz. Yangi xususiyat hech qanday 3-D ma'lumotlardan foydalanmasdan ham "yuk mashinasi" ni "yuk mashinasi" dan ajratish uchun juda foydali. Beshinchidan, xususiyatni ajratib olish va normallashtirishdan so'ng, avtomobilni yanada aniqroq tasniflash uchun optimal tasniflagich ishlab chiqiladi. Amalda, avtomobilning xususiyatlari yorug'likning o'zgarishi yoki shovqindan osonlikcha ta'sirlanadi, hatto oldindan turli xil qayta ishlash usullari qo'llanilsa ham, ulardan qochish mumkin emas. Ushbu maqola ushbu muammoni hal qilish uchun quyidagi ikkita fikrni taqdim etadi. Birinchisi, ma'lumotlar bazasining har bir toifasiga ko'proq o'quv namunalari kiritish, ikkinchisi esa ko'proq qo'llab-quvvatlovchilardan qaror qabul qilishdir. Avtomobil yo'l bo'ylab harakatlanayotganda ko'p ko'rinishga ega bo'lganligi sababli, ular birlashtirilishi va tasniflagichga yaxshiroq qaror qabul qilish uchun ko'proq yordam yoki dalillarni taqdim etishi mumkin. Ushbu ikkita g'oya va maksimal ehtimollikni baholash ruhiga asoslanib, avtomobilni yanada aniqroq tasniflash uchun optimallashtirish tasniflagichi ishlab chiqilishi mumkin. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, tavsiya etilgan usul yo'l harakati nazoratida aniqlik, mustahkamlik va barqarorlik nuqtai nazaridan katta yaxshilanishlarni taklif qiladi.

TAKLIF ETILGAN TIZIMGA UMUMIY SHARH



Ushbu maqolada biz turli xil video ketma-ketlikdagi transport vositalarini aniqlash, kuzatish va tanib olish uchun yangi yo'l harakati nazorati tizimini taklif qilamiz. 1-rasmda ushbu taklif qilinayotgan tizimning oqim sxemasi ko'rsatilgan. Ushbu tizim bo'laklarni ajratuvchi chiziqlar va chiziq kengligi haqida ma'lumot olish uchun ishga tushirish bosqichini o'z ichiga oladi. 1(a)-rasmda ushbu ishga tushirish bosqichining tafsilotlari ko'rsatilgan. Ushbu bosqichda turli xil transport vositalari birinchi navbatda tasvirni farqlash orqali chiqariladi, so'ngra pozitsiyadan o'tgan transport vositalarining sonini to'plash orqali avtomobilning histogrammasi olinadi. Shunday qilib, chiziqni ajratish chiziqlari haqidagi ma'lumotni ushbu gistogrammani tahlil qilish orqali topish mumkin va keyinchalik soyani olib tashlash va xususiyatlarni normallashtirish uchun ishlatiladi. 1(b)-rasmda barcha kerakli trafik parametrlarini bosqichma-bosqich olish uchun butun tizimning tafsilotlarini ko'rsatadi. Taklif etilayotgan tizimning dastlabki ma'lumotlari qator kengligi, bo'laklarni ajratuvchi chiziqlar va tahlil qilingan video ketma-ketligini o'z ichiga oladi. Keyin, dastlabki parametrlarga ko'ra, har bir harakatlanuvchi transport vositasini ajratib olish va harakat parametrlarini baholash uchun tahlil qilish mumkin. Afsuski, soyalar tufayli bir nechta transport vositalari bir-biriga yopishib qoladi va ularni yaxshi ajratib bo'lmaydi. Shuning uchun, kuzatish va tanib olishdan oldin, har bir qazib olingan avtomobil okklyuzion ta'sirini minimal darajaga tushirish uchun soyani yo'q qilish jarayoniga o'tkaziladi. Ammo shuni ta'kidlash kerakki, okklyuziya soyalar yoki istiqbolli effektlar tufayli yuzaga kelishi mumkin. Umumiy okklyuzion kompyuter ko'rishda hali ham ochiq muammo bo'lganligi sababli, biz taklif qilayotgan yo'q qilish usuli faqat soyalar tufayli yuzaga kelgan okklyuziv holatlar bilan shug'ullanishi mumkin. Keyinchalik, har bir o'tayotgan transport vositasining traektoriyasini olish uchun kuzatuv texnikasi qo'llaniladi. Bundan tashqari, chiziqni o'rnatish va ulangan komponentlar tahlili orqali har bir avtomobildan ikkita foydali xususiyat, ya'ni chiziqlilik va o'lcham olinadi. Tanlangan xususiyatlar va traektoriyalarga ko'ra, transport vositalarini batafsilroq sinflarga ajratish uchun optimal tasniflagich ishlab chiqilishi mumkin. Har bir transport vositasi tan olingandan so'ng, turli xil transport parametrlarini taxmin qilish mumkin. Misol uchun, yo'l va uning uzunligini hisobga olsak, biz uning hajmini, zichligini, o'rtacha tezligini va chiziqli oqimini osongina taxmin qilishimiz mumkin. Bundan tashqari, transport vositalari turli toifalarga yaxshi tasniflanishi mumkinligi sababli, transport vositalarining turiga qarab ajratilgan oqim ham yaxshi baholanishi mumkin. Keyingi bo'limda III bo'lim birinchi navbatda bo'laklarni ajratuvchi chiziqlarni topish usulining tafsilotlarini tavsiflaydi.



1-rasm. Taklif etilayotgan kuzatuv tizimining sxemasi. (a) Ajratish chizig'i va chiziq kengligini aniqlash



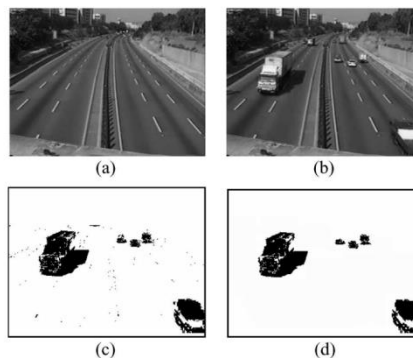
uchun boshlash bosqichi. (b) taklif etilayotgan yo'l harakati nazorati tizimining protseduralari.

III. BO'LMA BO'LGAN CHIPLARNI ANGIKASH

Yuqorida aytib o'tilganidek, tasniflash uchun har bir avtomobil birinchi navbatda video kadrlardan aniqlanishi va kuzatilishi kerak. Avtomobil segmentatsiyasi muammolarini soddalashtirish uchun ushbu maqolada tahlil qilingan barcha kadrlar harakatsiz kamera tomonidan suratga olinadi. Kamera statik bo'lsa, fonni olib tashlash orqali turli xil harakatlanuvchi ob'ektlarni aniqlash mumkin. Faraz qilaylik, I_k va B_k mos ravishda k-ramka va fonning intensivliklari. Harakatlanuvchi ob'ektlarni aniqlash uchun $D_k(x, y)$ farqli tasvirni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$D_k(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{if } |I_k(x, y) - B_k(x, y)| \leq T_d \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

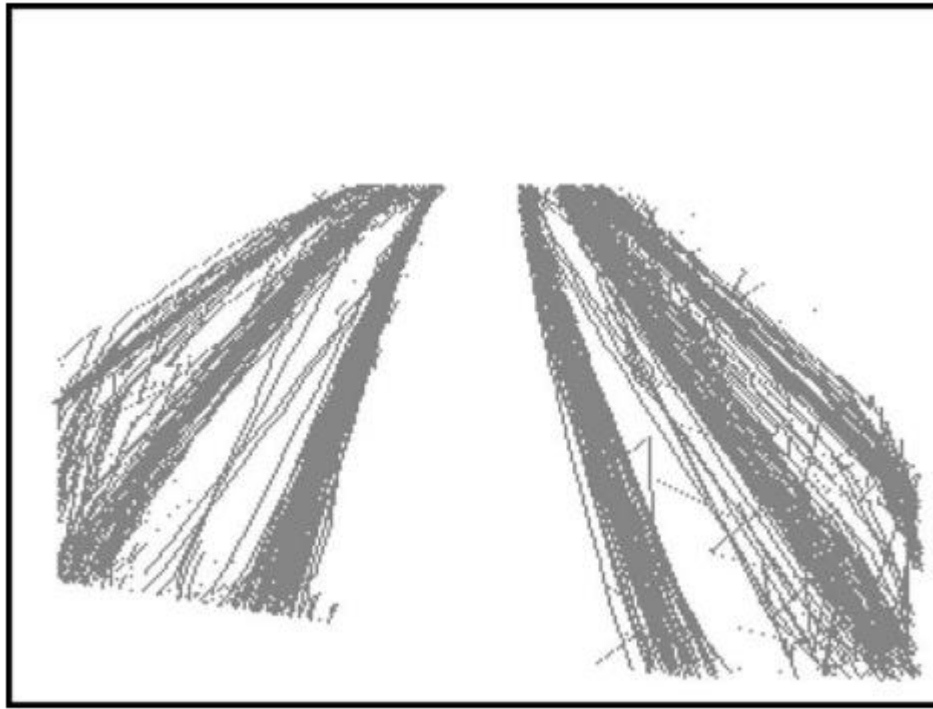
Bu yerda T_d oldindan belgilangan chegara bo'lib, $D_k(x, y)$ farq tasvirining o'rtacha qiymati sifatida tanlanadi. Chiqarishdan so'ng, shovqinni olib tashlash uchun bir qator oddiy morfologik operatsiyalar qo'llaniladi. 2-rasmda bir nechta morfologik operatsiyalardan keyin avtomobilni aniqlash natijasi ko'rsatilgan. 2(c)-rasm 2(a) va (b)-rasmga asosan tasvirni olib tashlash natijasidir. Shakl 2 (d) - ba'zi morfologik operatsiyalar yordamida shovqinni olib tashlash natijasi. Keyin, (1) ga asoslanib, har bir avtomobil video ketma-ketliklardan aniqlanishi va keyingi tahlil va tanib olish uchun ishlatilishi mumkin. Biroq, agar soyalar mavjud bo'lsa, har bir avtomobil boshqa transport vositasi tomonidan yopiladi. Bundan tashqari, u yo'l bo'ylab harakatlanayotganda uning geometrik xususiyatlari ham o'zgaradi. Har bir transport vositasini aniqroq aniqlash uchun ushbu maqola ikkita muammoni, ya'ni soyani yo'q qilish va xususiyatlarni normallashtirishni hal qilish uchun bo'laklarni ajratish chiziqlaridan foydalanadi. Shunday qilib, biz avtomobil gistogrammasidan chiziqli chiziqlarni aniqlashning avtomatik usulini taqdim etamiz.



2-rasm. Avtotransportni qazib olish natijalari. (a) fon. (b) transport vositalarining ramkasi. (c) (a) va (b) o'rtasidagi farq va binarizatsiya. (d) morfologik operatsiyalardan keyingi natija.

Umuman olganda, agar transport vositasi muntazam ravishda harakatlansa, uning markazi chiziqli markazlardan biriga juda yaqin bo'ladi. Ko'proq transport vositalari yig'ilganda, ularning traektoriyalari asta-sekin bo'laklarning markaziy chiziqlariga yaqinlashadi. Shunday qilib, biz barcha kerakli bo'lak markazlarini taxmin qilish uchun avtomobil gistogrammasini yaratishimiz mumkin. Avtomobil gistogrammasi turli kadrlar bo'ylab turli pozitsiyalarda harakatlanadigan transport vositalarining chastotalarini qayd etish orqali olinadi. 3-rasmda ikki mingta o'quv ramkasi ishlatilganda turli pozitsiyalarda harakatlanadigan transport vositalarining to'planish natijasi ko'rsatilgan. To'planganda, agar ikkita transport vositasi bir-biriga yopishgan bo'lsa, ular hali ham ushbu yig'ish uchun bitta hisoblanadi. To'plangandan so'ng, biz $H_{\text{vehicle}}(x, y)$ kerakli avtomobil gistogrammasini olishimiz mumkin, bu erda yozuv (x, y) markazlari (x, y) da joylashgan transport vositalarining sonini yozadi.





3-rasm. Turli bo'laklarda harakatlanadigan turli transport vositalarining gistogrammasi.

Tahlil qilinayotgan magistralda N_L yo'llari bor deb faraz qiling. Shubhasiz, H_{vehicle} 'ning har bir qatorida turli yo'lak markazlariga mos keladigan N_L cho'qqilari bo'lishi kerak. Shunday qilib, H_{vehicle} cho'qqilaridan turli yo'lak markazlarini topish mumkin. Faraz qilaylik, v_k - markazga ega bo'lgan o'quv majmuasidagi transport vositasi (x_{vk} , y_{yk}). Bundan tashqari, H_{vehicle} $N_{\text{col}} \times N_{\text{row}}$ o'lchamiga ega. Keyin bo'laklarni ajratuvchi chiziqlarni aniqlash algoritmini quyidagicha batafsil tasvirlash mumkin.

Bo'lakni bo'lish chizig'ini aniqlash algoritmi

Kirish: barcha o'quv vositalari v_k .

1-qadam) H_{vehicle} -ning barcha yozuvlarini nolga tenglashtiring.

2-qadam) Barcha v_k transport vositalari uchun $H_{\text{vehicle}}(x_{vk}, y_{yk}) + = 1$ ni hisoblang.

3-qadam) H_{vehicle} gistogrammasini tenglamadan foydalanib tekislang

$$\bar{H}_{\text{vehicle}}(i, j) = 1/5 \sum_{k=-2}^2 H_{\text{vehicle}}(i+k, j) \quad \text{for all } i \text{ and } j.$$

Step 4) Get the average value of \bar{H}_{vehicle} at the j th row, i.e.,

$$T_H^j = \frac{1}{N_{\text{col}}} \sum_i \bar{H}_{\text{vehicle}}(i, j).$$

5-qadam) j -qator bo'ylab har bir piksel (i, j) uchun, agar $H_{\text{vehicle}}(i, j)$ mahalliy maksimal va T_H^j dan katta bo'lsa, $H_{\text{vehicle}}(i, j)$ ni 1 ga qo'ying; aks holda, $H_{\text{vehicle}}(i, j)$ ni nolga o'rnatish.

6-qadam) H_{vehicle} -ga uning barcha ajratilgan segmentlarini topish uchun ulangan komponentlar tahlilini qo'llang. Agar uning uzunligi qisqa bo'lsa, ya'ni $0,5 T_L$ dan kam bo'lsa, har bir segmentni olib tashlang, bu erda T_L barcha segmentlarning o'rtacha uzunligi.

7-qadam) Agar bir-biriga juda yaqin bo'lsa, ikkita qo'shni segmentni birlashtiring. Qolgan barcha segmentlarni chiziq markazlari sifatida o'rnatish.

8-qadam) C_{Lk}^j j -qatoridagi k -chi chiziqning markazi bo'lsin. Keyin har bir bo'lakni ajratuvchi



chiziq (eng chap va o'ngdan tashqari) quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$DL_k^j = \frac{1}{2} \left(C_{L_{k-1}}^j + C_{L_k}^j \right)$$

bu yerda DL_k^j - k-chi bo'linuvchi chiziqning j-qatoridagi nuqta. Bundan tashqari, j-qatoridagi k-qatorning chiziq kengligi $w_{L_k}^j$ quyidagicha olinadi.

$$w_{L_k}^j = \left| C_{L_k}^j - C_{L_{k-1}}^j \right|.$$



4-rasm. Bo'lak markazlari va bo'laklarni ajratuvchi chiziqlarni aniqlash natijasi. (a) avtomobil gistogrammasidan chiziq markazlarini aniqlash natijasi. (b) (a) dan ajratuvchi chiziqlarni aniqlash natijasi.



5-rasm. Soyalardan kelib chiqqan okklyuzionlarning turli holatlari.

9-qadam) Eng chap va o'ng bo'linuvchi chiziqlar, ya'ni DL_0 va DL_{NL} uchun j-qatoridagi ularning joylashuvi mos ravishda DL_1^j va DL_{NL-1}^j dan quyidagicha uzaytirilishi mumkin:

$$\begin{aligned} \left(x_{DL_0^j}, j \right) &= \left(x_{DL_1^j} - w_{L_0}^j, j \right) \text{ and} \\ \left(x_{DL_{NL}^j}, j \right) &= \left(x_{DL_{NL-1}^j} + w_{L_0}^j, j \right). \end{aligned}$$

4-rasmda harakatlanuvchi transport vositalarining traektoriyalariga ko'ra, oltita asosiy chiziqli markaziy chiziqlar olingan va 4 (a)-rasmida ko'rsatilgan. Keyin, har qanday ikkita qo'shni markaziy chiziqning o'rta nuqtalarini kuzatib, birinchi navbatda to'rtta chiziqni ajratuvchi chiziqlar olingan. Chegaralar bo'ylab qolgan to'rtta bo'lakni bo'linadigan chiziqlarni kengaytirish texnikasi yordamida olish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Y. K. Jung, K. W. Lee, and Y. S. Ho, "Content-based event retrieval using semantic scene interpretation for automated traffic surveillance," IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 2, no. 3, pp. 151–163, Sep. 2001.
2. B. Rao, H. F. Durrant-Whyte, and J. Sheen, "A fully decentralized multisensor system for tracking and surveillance," Int. J. Rob. Res., vol. 12, no. 1, pp. 20–44, Feb. 1993.
3. M. Bertozzi, A. Broggi, and A. Fascioli, "Vision-based intelligent vehicles: State of the art and perspectives," Robot. Auton. Syst., vol. 32, no. 1, pp. 1–16, 2000.



4. G. D. Sullivan, K. D. Baker, A. D. Worrall, C. I. Attwood, and P. M. Remagnino, "Model-based vehicle detection and classification using orthographic approximations," *Image Vis. Comput.*, vol. 15, no. 8, pp. 649–654, Aug. 1997.
5. T. Yoshida et al., "Vehicle classification system with local-feature based algorithm using CG model images," *IEICE Trans. Inf. Syst.*, vol. E85D, no. 11, pp. 1745–1752, Nov. 2002.
6. S. Gupte, O. Masoud, R. F. K. Martin, and N. P. Papanikolopoulos, "Detection and classification of vehicles," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–47, Mar. 2002.
7. O. Masoud, N. P. Papanikolopoulos, and E. Kwon, "The use of computer vision in monitoring weaving sections," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–25, Mar. 2001.

