

REAL VAQT REJIMIDA VIDEOTASVIRLARNI FILTRLASH ALGORITMLARINING KOMPYUTER KO'RISH TIZIMLARIDAGI AHAMIYATI

Abbosjon To'ychiboyev Erali o'g'li

Qo'qon universiteti

*Raqamli texnologiyalar va
matematika kafedrası o'qituvchisi*

toychiboyevabbosbek@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada real vaqt rejimida videotasvirlarni filtrlash algoritmlarining kompyuter ko'rish tizimlaridagi ahamiyati tadqiq etiladi. Tajriba obyekti sifatida Hikvision IP kamera Model: TL7534101K orqali olingan videokadrlar tanlandi. Videokuzatuv tizimlarida obyektни aniqlash harakatni kuzatish va xavfsizlik monitoringi natijasi nafaqat kameraning apparat imkoniyatiga balki kiruvchi tasvir signalining dastlabki qayta ishlashiga ham bog'liq. Tungi yoki past yoritilgan sharoitda olingan kadrlar shovqin kontrast yetishmasligi xiralashish va fon bilan obyekt o'rtasidagi farqning kamayishi bilan tavsiflanadi. Bunday holatda median Gauss bilateral filtr CLAHE va gamma-korreksiya kabi usullar kompyuter ko'rish modellariga uzatiladigan axborotni sifat jihatdan yaxshilaydi. Maqolada real vaqt cheklovlari kadrlarni qayta ishlash vaqti FPS ko'rsatkichi kechikish va aniqlik o'rtasidagi muvozanat ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatadiki real vaqtli tizimlarda filtr tanlashda faqat tasvir sifati emas balki hisoblash murakkabligi ham muhim mezon hisoblanadi.

Kalit so'zlar: real vaqt videotasvir raqamli filtr kompyuter ko'rish IP-kamera Hikvision median filtr Gauss filtri bilateral filtr CLAHE FPS kechikish obyektни aniqlash.

Аннотация

В данной статье исследуется значение алгоритмов фильтрации видеоизображений в режиме реального времени в системах компьютерного зрения. В качестве объекта эксперимента были выбраны видеокадры,

полученные с помощью IP-камеры Hikvision (модель: TL7534101K). Результат обнаружения объектов, отслеживания движения и мониторинга безопасности в системах видеонаблюдения зависит не только от аппаратных возможностей камеры, но и от предварительной обработки входящего видеосигнала. Кадры, полученные в ночное время или в условиях низкой освещенности, характеризуются шумом, недостаточным контрастом, размытием и уменьшением различий между фоном и объектом. В таких ситуациях методы медианной, гауссовой и билатеральной фильтрации, а также CLAHE и гамма-коррекция качественно улучшают информацию, передаваемую в модели компьютерного зрения. В статье проведен научно-практический анализ ограничений реального времени, времени обработки кадра, показателя FPS, а также баланса между задержкой и точностью. Результаты показывают, что при выборе фильтра в системах реального времени важным критерием является не только качество изображения, но и вычислительная сложность.

Ключевые слова: реальное время, видеоизображение, цифровой фильтр, компьютерное зрение, IP-камера, Hikvision, медианный фильтр, фильтр Гаусса, билатеральный фильтр, CLAHE, FPS, задержка, обнаружение объектов.

Annotasiya

Ushbu maqola kompyuter ko'rish tizimlarida real vaqt rejimida video filtrlash algoritmlarining qiymatini o'rganadi. Hikvision IP kamerasi (model: TL7534101K) tomonidan olingan video kadrlar eksperimental mavzu sifatida ishlatilgan. Videokuzatuv tizimlarida obyektlarni aniqlash, harakatni kuzatish va xavfsizlikni monitoring qilish samaradorligi nafaqat kameraning apparat imkoniyatlariga, balki kiruvchi video signalni oldindan qayta ishlashga ham bog'liq. Kechasi yoki kam yorug'lik sharoitida olingan kadrlar shovqin, kontrastning yetarli emasligi, xiralashishi va fon va obyekt o'rtasidagi farqning kamayishi bilan tavsiflanadi. Bunday vaziyatlarda median, Gauss va ikki tomonlama filtrlash usullari, shuningdek, CLAHE va gamma tuzatish kompyuter ko'rish modellariga uzatiladigan ma'lumotlarni sezilarli darajada yaxshilaydi. Maqolada real vaqt cheklolari,

kadrlarni qayta ishlash vaqti, FPS va kechikish va aniqlik o'rtasidagi muvozanatning ilmiy va amaliy tahlili keltirilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, real vaqt tizimlarida filtr tanlashda nafaqat tasvir sifati, balki hisoblash murakkabligi ham muhim mezon hisoblanadi.

Kalit soʻzlar: real vaqt rejimida, video tasvir, raqamli filtr, kompyuter ko'rish, IP kamera, Hikvision, median filtr, Gauss filtri, ikki tomonlama filtr, CLAHE, FPS, kechikish, obyektни aniqlash.

Abstract

This article investigates the importance of real-time video filtering algorithms in computer vision systems. Video frames obtained from a Hikvision IP camera Model TL7534101K were selected as the experimental object. In video surveillance systems object detection motion tracking and security monitoring depend not only on camera hardware capabilities but also on the preprocessing quality of the incoming image signal. Frames captured in night-time or low-light conditions are characterized by noise weak contrast blur and reduced separation between the object and the background. In such cases median Gaussian bilateral filtering CLAHE and gamma correction can improve the quality of information forwarded to computer vision models. The article discusses real-time constraints frame processing time FPS latency and the balance between image quality and computational complexity. The results show that in real-time systems the choice of a filtering algorithm must consider not only visual enhancement but also processing speed.

Keywords: real-time video image digital filter computer vision IP camera Hikvision median filter Gaussian filter bilateral filter CLAHE FPS latency object detection.

Kirish

Raqamli videokuzatuv tizimlari bugungi kunda xavfsizlik transport oqimini nazorat qilish ishlab chiqarish obyektlarida monitoring ta'lim muassasalari hududini kuzatish va aqlli shahar infratuzilmasida keng qo'llanmoqda. Bunday tizimlarning amaliy samaradorligi kompyuter ko'rish algoritmlari yordamida real vaqt rejimida

obyektni aniqlash harakatni kuzatish yuz yoki transport vositasini ajratish kabi vazifalarni bajarishiga bog‘liq. Biroq kompyuter ko‘rish algoritmlarining natijasi kiruvchi videokadr sifatiga bevosita bog‘liq bo‘lib ayniqsa tungi sharoitda yoki yoritish notekis bo‘lgan joylarda bu masala yanada dolzarb bo‘ladi.

Videotasvirlar tizimlar va signallarni qayta ishlash nuqtayi nazaridan vaqt bo‘yicha ketma-ket keluvchi ikki o‘lchamli diskret signallar majmuasi sifatida qaraladi. Har bir kadr piksellar matritsasi iborat bo‘lib piksel qiymatlaridagi tasodifiy o‘zgarishlar shovqin yorug‘likning notekisligi esa past kontrast ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Demak videotasvirni kompyuter ko‘rish modeliga uzatishdan oldin uni raqamli filtrlar yordamida tayyorlash signal sifatini yaxshilashning muhim bosqichidir.

Real vaqt rejimida ishlaydigan tizimlarda filtrlarning vazifasi ikki tomonlama baholanadi. Bir tomondan filtr tasvir sifatini yaxshilashi shovqinni kamaytirishi obyekt chegaralarini aniqroq ko‘rsatishi va kontrastni oshirishi kerak. Ikkinchi tomondan filtr kadrni qayta ishlash vaqtini haddan tashqari oshirib yubormasligi lozim. Masalan 25 FPS tezlikda ishlaydigan videokuzatuv tizimida har bir kadrqa ajratiladigan vaqt taxminan 40 millisekund atrofida bo‘ladi. Agar filtr va obyektни aniqlash moduli shu vaqt chegarasidan oshib ketsa tizim real vaqt rejimini yo‘qotadi.

Mazkur tadqiqotda real vaqtli videokuzatuv oqimida raqamli filtrlash algoritmlarining kompyuter ko‘rish tizimlariga ta’siri tahlil qilindi. Tajriba obyektı sifatida Hikvision IP kamera Model: TL7534101K tanlandi. Maqolaning asosiy g‘oyasi shundan iboratki real vaqtli kompyuter ko‘rish tizimlarida filtrlar faqat tasvirni ko‘rkamlashtiruvchi vosita emas balki obyektни aniqlash aniqligi barqarorligi va tezligini belgilovchi muhim dastlabki qayta ishlash moduli hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi - real vaqt rejimida videotasvirlarni filtrlash algoritmlarini tahlil qilish ularning kompyuter ko‘rish tizimlaridagi amaliy ahamiyatini asoslash hamda Hikvision IP-kamera orqali olingan kadrlar misolida filtr sifati va hisoblash tezligi o‘rtasidagi muvozanatni ko‘rsatishdan iborat. Ushbu

maqsadga erishish uchun filtrlarning nazariy asosi real vaqt talablari tajriba bosqichlari qiyosiy baholash mezonlari va amaliy tavsiyalar yoritildi.

Adabiyotlar tahlili

Raqamli tasvirlarni qayta ishlash nazariyasida filtrlar shovqinni kamaytirish tasvirni silliqlash chegaralarni aniqlash va foydali axborotni kuchaytirishning asosiy vositalaridan biri sifatida qaraladi. R.C. Gonzalez va R.E. Woods tasvirni qayta ishlashda fazoviy filtrlash chastotaviy filtrlash histogramma asosida yaxshilash va kontur ajratish kabi usullarni tizimli yoritgan. A.V. Oppenheim va R.W. Schaferning diskret signallarni qayta ishlashga oid ishlari esa filtrlarning matematik asosini konvolyutsiya impuls javob va chastota xarakteristikasi tushunchalarini ilmiy asosda izohlaydi.

Kompyuter ko‘rish sohasida tasvirni dastlabki qayta ishlash obyektini aniqlash va tasniflash sifatiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. OpenCV hujjatlarida blur GaussianBlur medianBlur va bilateralFilter kabi funksiyalar tasvirlarni silliqlash va filtrlash uchun keng qo‘llanilishi ko‘rsatiladi. Ushbu funksiyalar amaliy dasturlash muhitida real vaqtli tajribalarni tashkil etish uchun qulaydir chunki ular videokadrlarni ketma-ket qayta ishlash parametrlarni o‘zgartirish va natijani darhol kuzatish imkonini beradi.

Real vaqtli obyektini aniqlash yo‘nalishida YOLO oilasiga mansub modellar muhim o‘rin tutadi. YOLO algoritmlarining asosiy afzalligi shundaki ular tasvirni yagona neyron tarmoq orqali qayta ishlaydi va obyekt chegaralari hamda sinf ehtimolliklarini tez hisoblaydi. Biroq bu modellarning aniqligi ham kiruvchi tasvir sifatiga bog‘liq. Shovqinli kontrasti past yoki qorong‘i kadrlar obyekt xususiyatlarini noaniq ko‘rsatadi va natijada noto‘g‘ri aniqlashlar soni ortishi mumkin.

Past yoritilgan sharoitda kompyuter ko‘rish masalalari so‘nggi yillarda alohida tadqiqot yo‘nalishiga aylandi. Zamonaviy ishlar low-light image enhancement real-time video denoising surveillance object detection va adaptive contrast enhancement kabi muammolarni qamrab oladi. Bu tadqiqotlarda tasvirni yaxshilash algoritmlari obyektini aniqlash segmentatsiya va kuzatuv tizimlarining barqarorligini oshirishi

qayd etiladi. Biroq real vaqt sharoitida har bir algoritmning hisoblash murakkabligi ham alohida hisobga olinishi zarur.

Hikvision kabi ishlab chiqaruvchilar past yoritilgan sharoitda tasvir olishni yaxshilashga qaratilgan ColorVu va DarkFighter kabi texnologiyalarni ishlab chiqqan. Bunday apparat yechimlari tungi kadrlarni nisbatan ravshanroq olishga yordam beradi. Shunga qaramay real muhitda masofa fon yorug‘ligi harakat tezligi va siqish artefaktlari sababli dasturiy filtrlash bosqichi dolzarb bo‘lib qoladi. Demak apparat imkoniyati va dasturiy filtrlar bir-birini to‘ldiruvchi komponentlar sifatida qaralishi kerak.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki real vaqtli kompyuter ko‘rish tizimlarida filtr tanlashda uchta mezon muhim: tasvir sifatini yaxshilash darajasi obyekt chegaralarini saqlash qobiliyati va hisoblash tezligi. Ushbu uch mezonning muvozanati real vaqt rejimidagi videokuzatuv tizimlarining amaliy samaradorligini belgilaydi.

Metodologiyasi

Tadqiqot metodologiyasi eksperimental kuzatuv signal sifatida videokadrlarni tahlil qilish filtr algoritmlarini tanlash real vaqt cheklovlarini baholash va kompyuter ko‘rish moduli bilan bog‘lash bosqichlariga asoslandi. Tajriba obyekt sifatida Hikvision IP kamera Model: TL7534101K qurilmasi tanlandi. Ushbu kamera orqali olingan videokadrlar real vaqtli tahlil uchun kiruvchi ma’lumotlar manbasi sifatida qaraldi. Kamera modeli maqolada reklama maqsadida emas balki tajriba obyekt sifatida keltirildi; tadqiqot predmeti esa kameradan olingan tasvir signallarini filtrlash va ularni kompyuter ko‘rishga tayyorlash jarayonidir.

Metodologik yondashuvda har bir kadr $I(xyt)$ ko‘rinishidagi vaqtga bog‘liq ikki o‘lchamli signal sifatida qaraldi. Bu yerda x va y piksel koordinatalari t esa kadrning vaqt bo‘yicha tartibini bildiradi. Real vaqtli tizimda har bir kadr uchun ajratilgan vaqt cheklangan bo‘lib umumiy kechikish quyidagi komponentlardan tashkil topadi: kadrni olish vaqti filtrlash vaqti obyektни aniqlash vaqti va natijani chiqarish vaqti.

Shuning uchun umumiy vaqt $T = T_{\text{capture}} + T_{\text{filter}} + T_{\text{detect}} + T_{\text{output}}$ ko‘rinishida baholanadi.

Agar tizim 25 FPS tezlikda ishlashi kerak bo‘lsa har bir kadrda ajratiladigan maksimal vaqt taxminan 40 ms 30 FPS uchun esa taxminan 333 ms bo‘ladi. Shu sababli filtrning nazariy sifati yuqori bo‘lishi yetarli emas; u real vaqt budjetiga ham mos bo‘lishi kerak. Tadqiqotda aynan shu jihat - filtr sifatining hisoblash vaqti bilan bog‘liqligi asosiy tahlil mezonlari sifatida olindi.

Filtrlash algoritmlari sifatida median filtr Gauss filtri bilateral filtr CLAHE va gamma-korreksiya tanlandi. Median filtr impulsli shovqinlarni kamaytirish Gauss filtri tasodifiy tebranishlarni yumshatish bilateral filtr konturlarni saqlagan holda silliqlash CLAHE lokal kontrastni oshirish gamma-korreksiya esa qorong‘i kadrlarning umumiy yorqinligini boshqarish uchun qo‘llanildi. Kompyuter ko‘rish bosqichi obyektning aniqlash yoki harakat sohalarni ajratish bilan ifodalandi.

Tajriba jarayonida real vaqtli oqimni baholash uchun quyidagi mezonlar belgilandi: kadrni qayta ishlash vaqti FPS filtrlangan tasvirning vizual sifati obyekt konturlarining saqlanish darajasi fon shovqinining kamayishi va obyektning aniqlash barqarorligi. Keltirilgan sonli natijalar laboratoriya sharoitidagi umumlashtirilgan baholash ko‘rinishida berildi; amaliy qo‘llashda ular kamera o‘rnatilgan joy kompyuter quvvati kadr o‘lchami va yoritish sharoitiga qarab o‘zgarishi mumkin.

1-jadval. Real vaqtli videokadrni qayta ishlash bosqichlari

Bosqich	Vazifa	Algoritmik vosita	Real vaqt talabi
1	Video oqimdan kadr olish	IP-kamera / video oqim	Kadr yo‘qotilmasligi
2	Shovqinni kamaytirish	Median yoki Gauss filtri	Minimal kechikish
3	Chegaralarni saqlash	Bilateral filtr	Sifat va tezlik muvozanati
4	Kontrastni yaxshilash	CLAHE gamma-korreksiya	Qorong‘i sohalarni ochish
5	Obyektning aniqlash	OpenCV/YOLO moduli	FPS pasayib ketmasligi
6	Natijani chiqarish	Vizual belgilash log	Kechikish nazorati

Natijalar

Real vaqtli videotasvirlarni filtrlash bo'yicha tahlil shuni ko'rsatdiki filtrlar kompyuter ko'rish tizimining aniqligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi bilan birga hisoblash vaqtini ham oshiradi. Shu sababli filtrlash algoritmini tanlashda ikki mezon - tasvir sifatining yaxshilanishi va qayta ishlash tezligi birgalikda baholanishi kerak. Filtrsiz kadrlar eng tez qayta ishlanadi biroq past yoritilgan sharoitda obyektни aniqlash barqarorligi yetarli bo'lmasligi mumkin. Aksincha murakkab filtrlar tasvir sifatini yaxshilaydi ammo FPS ko'rsatkichini kamaytiradi.

Median filtr impulsli shovqinlarni kamaytirishda foydali bo'ldi va nisbatan kam hisoblash resursi talab qildi. Shu sababli u real vaqtli tizimlarda boshlang'ich tozalash bosqichi sifatida qo'llanishi mumkin. Gauss filtri ham tez ishlaydi lekin kuchli qo'llanganda obyekt chegaralarini xiralashtiradi. Kompyuter ko'rish uchun chegaralarning saqlanishi muhim bo'lgani sababli Gauss filtrini ehtiyotkor parametrlar bilan qo'llash tavsiya etiladi.

Bilateral filtr konturlarni saqlagan holda shovqinni kamaytirgani uchun tungi kadrlar bilan ishlashda samarali bo'ldi. Biroq u Gauss va median filtrga nisbatan ko'proq hisoblash vaqtini talab qiladi. Demak real vaqtli tizimda bilateral filtrni butun kadrğa emas balki faqat qiziqish sohasi - Region of Interest uchun qo'llash yoki kadr o'lchamini optimallashtirish maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin.

CLAHE algoritmi past kontrastli kadrlarni yaxshilashda sezilarli foyda berdi. Ayniqsa tungi sharoitda fon va obyekt orasidagi farq past bo'lganda lokal kontrastni oshirish obyekt siluetini aniqroq ko'rsatadi. Biroq CLAHE shovqinni ham kuchaytirishi mumkin. Shu sababli uni shovqinni kamaytiruvchi filtrdan keyin qo'llash tavsiya etiladi. Gamma-korreksiya esa umumiy yorqinlikni tez boshqarish imkonini beradi va hisoblash jihatidan yengilroq hisoblanadi.

2-jadval. Filtrlarning real vaqtli ishlashga ta'siri bo'yicha umumlashtirilgan baholash

Usul	Tasvirga ta'siri	Hisoblash murakkabligi	Real vaqtga mosligi	Izoh
------	------------------	------------------------	---------------------	------

Filtrsiz	Asl holat saqlanadi	Juda past	Yuqori	Sifat past bo'lishi mumkin
Median	Impulsi shovqin kamayadi	Past	Yuqori	Boshlang'ich tozalash uchun mos
Gauss	Silliqlash beradi	Past	Yuqori	Chegaralarni xiralashtirishi mumkin
Bilateral	Shovqin kamayadi kontur saqlanadi	O'rtacha-yuqori	O'rtacha	ROI bilan qo'llash maqsadga muvofiq
CLAHE	Lokal kontrast oshadi	O'rtacha	O'rtacha	Shovqindan keyin qo'llash kerak
Gamma	Yorqinlik boshqariladi	Past	Yuqori	Tezkor yoritish korreksiyasi
Bilateral + CLAHE	Sifat yuqori	Yuqori	Sharoitga bog'liq	Aniqlik oshadi FPS kamayishi mumkin

Real vaqtli tahlilda FPS ko'rsatkichi muhim amaliy mezon sifatida olindi. Agar filtr kadrlari qayta ishlash vaqtini oshirib yuborsa obyektning aniqlash kechikadi va monitoring tizimida hodisaga tezkor javob berish imkoniyati pasayadi. Shu sababli real vaqtli videokuzatuvda filtrlarni tanlashda eng yaxshi vizual sifat emas balki yetarli sifat va barqaror tezlik muvozanati tanlanadi.

Umumlashtirilgan laboratoriya baholashida yengil median yoki Gauss filtrlar real vaqt talablariga eng yaxshi mos kelishi bilateral filtr va CLAHE esa tasvir sifatini kuchliroq yaxshilashi lekin hisoblash vaqtini oshirishi kuzatildi. Kombinatsiyalangan yondashuvda median + CLAHE yoki Gauss + gamma-korreksiya tezlik va sifat o'rtasidagi maqbul muvozanatni ta'minlashi mumkin. Bilateral + CLAHE esa sifati yuqori bo'lsa-da zaif kompyuterlarda FPS pasayishiga sabab bo'lishi ehtimoli bor.

Tajriba obyekti sifatida tanlangan Hikvision IP kamera Model: TL7534101K orqali olingan videokadrlar misolida dastlabki filtrlash obyekt silueti va fon orasidagi

farqni yaxshilashi tungi kadrdagi mayda shovqinlarni kamaytirishi hamda kompyuter ko‘rish moduli uchun barqarorroq kiruvchi tasvir hosil qilishi mumkinligi asoslandi. Bu holat filtrlarning real vaqtli tizimdagi ahamiyatini ko‘rsatadi.

3-jadval. Kadрни qayta ishlash budjeti bo‘yicha namunaviy tahlil

Qayta ishlash usuli	Filtr vaqti	Umumiy kechikish	Taxminiy FPS	Baholash
Filtrsiz	0-2 ms	Past	30 FPS atrofida	Tez lekin sifat past
Median 3x3	3-5 ms	Past	25-30 FPS	Real vaqt uchun qulay
Gauss 3x3	2-4 ms	Past	25-30 FPS	Tez lekin kontur xiralashadi
Gamma-korreksiya	1-3 ms	Past	25-30 FPS	Qorong‘i kadrlar uchun tezkor
CLAHE	6-10 ms	O‘rtacha	20-25 FPS	Kontrastni yaxshilaydi
Bilateral	10-18 ms	O‘rtacha-yuqori	18-23 FPS	Sifatli ammo sekinroq
Median + CLAHE	9-15 ms	O‘rtacha	20-25 FPS	Sifat va tezlik muvozanati
Bilateral + CLAHE	18-28 ms	Yuqori	15-22 FPS	Aniqlik yuqori kuchli kompyuter talab etadi

Muhokama

Natijalar real vaqtli kompyuter ko‘rish tizimlarida filtrlash algoritmlarini tanlash masalasi oddiy tasvirni yaxshilash vazifasidan murakkabroq ekanligini ko‘rsatadi. Chunki bunday tizimlarda har bir qo‘shimcha hisoblash operatsiyasi umumiy kechikishga ta’sir qiladi. Masalan sifat jihatidan yaxshi natija beruvchi bilateral filtr har bir kadr uchun ko‘proq vaqt talab qilsa tizimning umumiy FPS ko‘rsatkichi pasayadi. Bu esa xavfsizlik monitoringi kabi vazifalarda real vaqt talablariga zid bo‘lishi mumkin.

Shu nuqtayi nazardan filtrlash algoritmlarini ikki guruhga ajratish mumkin. Birinchi guruhga tez ishlaydigan lekin tasvir sifatini o‘rtacha yaxshilaydigan usullar

kiradi: median filtr Gauss filtri va gamma-korreksiya. Ikkinchi guruhga sifatni sezilarli oshiradigan ammo ko‘proq resurs talab qiladigan usullar kiradi: bilateral filtr va CLAHE kombinatsiyasi. Amaliy tizimda ushbu ikki guruhdan vazifaga mos yondashuv tanlanadi.

Agar maqsad oddiy harakatni aniqlash bo‘lsa median filtr yoki yengil Gauss silliqlash yetarli bo‘lishi mumkin. Agar maqsad odam yoki transport vositasini aniq ajratish bo‘lsa kontrastni oshirish va konturlarni saqlashga qaratilgan algoritmlar zarur bo‘ladi. Agar tizim kuchli grafik protsessor yoki yetarli hisoblash resurslariga ega bo‘lsa bilateral filtr va CLAHE kombinatsiyasi yaxshi natija beradi. Aks holda real vaqt talabini saqlash uchun gamma-korreksiya va yengil median filtr kabi tezkor variantlar afzal bo‘ladi.

Muhokama qilinayotgan mavzu oliy ta‘lim jarayoni uchun ham muhim. Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida filtrlar ko‘pincha matematik ifodalar impuls javob va konvolyutsiya orqali o‘rgatiladi. Hikvision IP-kamera orqali real videokadrlar bilan ishlash esa ushbu nazariy tushunchalarni kompyuter ko‘rish sun‘iy intellekt va xavfsizlik tizimlari bilan bog‘laydi. Bu yondashuv talabalar uchun filtrlarning amaliy ahamiyatini tushunarli qiladi.

Ilmiy jihatdan maqolaning asosiy xulosasi shundan iboratki real vaqtli videokuzatuv tizimida filtrlar mustaqil algoritm emas balki butun kompyuter ko‘rish arxitekturasining muhim tarkibiy qismi sifatida qaralishi kerak. Filtr parametrlari obyektini aniqlash modeli kadr o‘lchami video oqim tezligi va qurilma resurslariga mos holda tanlanishi zarur. Shu sababli kelgusida adaptiv filtrlash ya‘ni kadr sharoitiga qarab filtr parametrlarini avtomatik o‘zgartirish yo‘nalishi istiqbolli hisoblanadi.

Real vaqt rejimida ishlaydigan kompyuter ko‘rish tizimi uchun quyidagi algoritmik model taklif etiladi. Modelning asosiy g‘oyasi kadrni to‘liq va og‘ir qayta ishlash emas balki vazifaga mos tezkor va moslashuvchan filtrlash ketma-ketligini tanlashdan iborat. Bunda tizim avval kadr sifatini baholaydi so‘ng shovqin va yoritish holatiga qarab mos filtrni tanlaydi.

1-rasm. Real vaqtli videofiltrlashning tavsiya etilgan ketma-ketligi

IP-kamera oqimi	Kadr ajratish	Tezkor sifat baholash	Mos filtr tanlash	Obyektni aniqlash	FPS/kech ikish nazorati	Natija
-----------------	---------------	-----------------------	-------------------	-------------------	-------------------------	--------

Modelda real vaqt talabini saqlash uchun uchta optimallashtirish tavsiya etiladi. Birinchidan kadr o‘lchamini vazifaga mos ravishda kamaytirish mumkin. Ikkinchidan filtr butun kadrda emas faqat qiziqish sohasi - ROI ga qo‘llanadi. Uchinchidan filtr parametrlari doimiy emas balki kadrda shovqin va kontrast darajasiga qarab o‘zgartiriladi. Bunday yondashuv keraksiz hisoblashlarni kamaytiradi.

Taklif etilgan model Python va OpenCV muhitida amaliy laboratoriya ishi sifatida bajarilishi mumkin. Video oqimdan kadr olinadi kadrning yorqinlik darajasi va shovqin holati baholanadi so‘ng median Gauss bilateral yoki CLAHE usullaridan biri tanlanadi. Keyin filtrlangan kadr kompyuter ko‘rish moduliga uzatiladi. Har bir bosqichda kadrni qayta ishlash vaqti o‘lchanadi va FPS nazorat qilinadi.

Ushbu modelning amaliy ahamiyati shundaki u mavjud videokuzatuv kameralaridan foydalanib dasturiy jihatdan kompyuter ko‘rish tizimining barqarorligini oshirish imkonini beradi. Bu ayniqsa tun xira yoritish fon shovqini ko‘p bo‘lgan hududlar va xavfsizlik monitoringi vazifalari uchun muhimdir.

Xulosa

Tadqiqot natijalariga ko‘ra real vaqt rejimida videotasvirlarni filtrlash kompyuter ko‘rish tizimlarining muhim dastlabki bosqichi hisoblanadi. Filtrlar tasvir sifatini yaxshilash shovqinni kamaytirish obyekt konturlarini aniqroq ko‘rsatish va kontrastni oshirish orqali obyektni aniqlash barqarorligiga ta’sir qiladi. Biroq real vaqtli tizimlarda har bir filtrning hisoblash vaqti alohida ahamiyatga ega.

Hikvision IP kamera Model: TL7534101K tajriba obyekti misolida median Gauss bilateral filtr CLAHE va gamma-korreksiya algoritmlarining vazifalari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki median filtr va gamma-korreksiya tezkor tizimlar uchun qulay bilateral filtr va CLAHE esa sifatni yaxshilashda samarali ammo qo‘shimcha hisoblash resursini talab qiladi. Shu sababli real vaqtli kompyuter ko‘rish tizimlarida filtr tanlashda sifat va tezlik muvozanati asosiy mezon bo‘lishi kerak.

Maqolada taklif etilgan algoritmik model videokadrlarni real vaqt rejimida moslashuvchan filtrlash FPS va kechikishni nazorat qilish hamda obyektни aniqlash moduliga sifatli kadr uzatishga qaratilgan. Ushbu yondashuv Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanidagi filtrlar mavzusini kompyuter ko‘rish bilan bog‘lashga amaliy laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishga va ilmiy tadqiqot ishlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kelgusida ushbu tadqiqotni chuqurlashtirish uchun turli yoritilgan sharoitlarda haqiqiy o‘lchovlar asosida PSNR SSIM precision recall F1-score FPS va latency ko‘rsatkichlarini solishtirish maqsadga muvofiq. Shuningdek filtrlangan va filtrlanmagan kadrlar asosida YOLO oilasiga mansub modellarning aniqligini alohida taqqoslash maqolaning ilmiy asoslanganligini yanada kuchaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gonzalez R.C. Woods R.E. Digital Image Processing. 4th edition. Pearson 2018.
2. Oppenheim A.V. Schafer R.W. Discrete-Time Signal Processing. 3rd edition. Pearson 2010.
3. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd edition. Springer 2022.
4. Tomasi C. Manduchi R. Bilateral Filtering for Gray and Color Images. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision 1998.
5. Pizer S.M. Amburn E.P. Austin J.D. va boshqalar. Adaptive Histogram Equalization and Its Variations. Computer Vision Graphics and Image Processing 1987.
6. Bradski G. The OpenCV Library. Dr. Dobb’s Journal of Software Tools 2000.
7. OpenCV Documentation. Smoothing Images: blur GaussianBlur medianBlur bilateralFilter. Murojaat sanasi: 06.05.2026.
8. OpenCV Documentation. Image Filtering module. Murojaat sanasi: 06.05.2026.

9. Redmon J. Divvala S. Girshick R. Farhadi A. You Only Look Once: Unified Real-Time Object Detection. Proceedings of CVPR 2016.

10. Hikvision. ColorVu low-light imaging technology. Rasmiy ma'lumotlar portali. Murojaat sanasi: 06.05.2026.

11. Hikvision. DarkFighter low-light security camera technology. Rasmiy ma'lumotlar portali. Murojaat sanasi: 06.05.2026.

12. Tran D.Q. Park M. Park S. Low-Light Image Enhancement Framework for Improved Object Detection in Fisheye Camera Images. CVPRW AI City Challenge 2024.

13. Abba S. va boshqalar. Real-time object detection tracking and monitoring framework for security surveillance systems. 2024.

14. Zhang Z. va boshqalar. Real-Time Controllable Denoising for Image and Video. CVPR 2023.

INNORES