

TEXNIK KO'RISH TIZIMLARI UCHUN TASVIRNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARI VA MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Erkin Uljaev¹, O'lmasjon Ulfat o'g'li Abdixalilov², Aliyev Asilbek Safarali o'g'li³,

¹ Texnika fanlari doktori, professor, "Axborotni qayta ishlash va boshqarish tizimlari" kafedrası, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti. ORCID: 0000-0001-9614-3724; E-mail: e.uljaev@mail.ru

² Doktorant, "Axborotni qayta ishlash va boshqarish tizimlari" kafedrası, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti. ORCID: 0009-0003-8567-2059; E-mail: u.abdixalilov@kstu.uz

³ Qarshi davlat texnika universiteti 2-kurs talabasi. E-mail: aliyevasilbek003@gmail.com

DOI: 10.61587/mmit.tiue.uz.v1i1.241

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnik ko'rish tizimlarining matematik modeli hamda tasvirni qayta ishlash algoritmlari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida texnik ko'rish tizimining asosiy komponentlari, kamera proyeksiya modeli, tasvirni filtrlash, segmentatsiya va obyekt parametrlarini aniqlash jarayonlari ko'rib chiqildi. Olingan natijalar texnik ko'rish tizimlari yordamida obyektlarning geometrik koordinatalarini aniqlash mumkinligini ko'rsatdi. Tadqiqot natijalari sanoat avtomatlashtirish tizimlarida, robototexnikada va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saralash jarayonlarida qo'llanishi mumkin.

Kalit so'zlar: texnik ko'rish tizimi, tasvirni qayta ishlash, segmentatsiya, stereo ko'rish, sun'iy intellekt.

IMAGE PROCESSING ALGORITHMS AND MATHEMATICAL MODELING FOR MACHINE VISION SYSTEMS

Erkin Uljaev¹, Olmasjon Ulfat ugli Abdixalilov², Asilbek Safarali ugli Aliyev³,

¹ Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Processing and Control Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov. ORCID: 0000-0001-9614-3724; E-mail: e.uljaev@mail.ru

² Doctoral Student, Department of Information Processing and Control Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov. ORCID: 0009-0003-8567-2059; E-mail: u.abdixalilov@kstu.uz

³ Second-year student, Karshi State Technical University. E-mail: aliyevasilbek003@gmail.com

Abstract. This paper analyzes the mathematical model of a machine vision system and image processing algorithms. The study examines the main components of a machine vision system, including the camera projection model, image filtering methods, segmentation, and object parameter detection. The obtained results show that machine vision systems make it possible to determine the geometric coordinates of objects with high accuracy. The research results can be applied in industrial automation systems, robotics, and agricultural product sorting processes.

Keywords: machine vision system, image processing, segmentation, stereo vision, artificial intelligence.

KIRISH

Sun'iy intellekt va kompyuter ko'rish texnologiyalarining rivojlanishi texnik ko'rish tizimlarining amaliy qo'llanilish sohasini sezilarli darajada kengaytirdi [1,2]. Texnik ko'rish tizimi real muhitdagi obyektlardan vizual ma'lumotlarni qabul qilish, ularni qayta ishlash hamda natijalar asosida avtomatik qaror qabul qilish imkonini beruvchi apparat-dasturiy majmua hisoblanadi [3].

Hozirgi kunda bunday tizimlar sanoat ishlab chiqarishi, robototexnika, transport monitoringi va qishloq xo'jaligi jarayonlarida keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa mahsulot sifatini

avtomatik nazorat qilish, obyektlarni aniqlash va texnologik jarayonlarni boshqarishda texnik ko‘rish tizimlarining ahamiyati ortib bormoqda [4].

Texnik ko‘rish tizimlarining samaradorligi ko‘p jihatdan tasvirni qayta ishlash algoritmlarining aniqligi va tezligiga bog‘liq. Zamonaviy tizimlarda tasvirni filtrlash, segmentatsiya, konturlarni aniqlash hamda mashinaviy o‘qitish usullaridan foydalaniladi [5,6].

Mazkur maqolaning maqsadi texnik ko‘rish tizimining matematik modelini ishlab chiqish hamda tasvirni qayta ishlash algoritmlarini tahlil qilishdan iborat.

METODOLOGIYA

Tadqiqotda texnik ko‘rish tizimining ishlash jarayoni matematik modellashtirish usullari asosida o‘rganildi. Tizim quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topadi:

- optik kamera
- yoritish tizimi
- tasvirni qayta ishlash moduli
- boshqaruv bloki
- foydalanuvchi interfeysi

Optik kamera obyekt tasvirini qabul qiladi va uni raqamli signal ko‘rinishida qayd etadi. Kamera optikasining markaziy proyeksiya modeli asosida fazodagi obyekt nuqtasi tasvir tekisligiga proyeksiyalanadi. Agar obyekt koordinatalari (X, Y, Z) bo‘lsa, tasvir tekisligidagi koordinatalar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$x = \frac{fX}{Z}; \quad y = \frac{fY}{Z}; \quad (1)$$

Tasvirni raqamli shaklda ifodalash uchun tasvir piksel qiymatlaridan iborat matritsa sifatida qaraladi:

$$I(x, y) = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

bu yerda p_{ij} — tasvirning i -qator va j -ustun pikselining yorqinlik qiymatini bildiradi.

Konturlarni aniqlash uchun tasvir gradienti quyidagicha aniqlanadi:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

bu yerda σ — filtrning dispersiyasi hisoblanadi.

Gradient moduli esa:

$$\nabla I = \begin{bmatrix} \frac{dI}{dx} \\ \frac{dI}{dy} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Stereo ko‘rish tizimida obyektgacha bo‘lgan masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$Z = \frac{fB}{d}; \quad (5)$$

bu yerda d — ikkita kamera tasvirlari orasidagi koordinata farqi (disparity) hisoblanadi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalariga ko‘ra texnik ko‘rish tizimi yordamida obyektlarning koordinatalarini yuqori aniqlikda aniqlash mumkinligi aniqlandi. Obyekt koordinatalari tasvir koordinatalariga asoslangan holda quyidagicha aniqlanadi:

$$X = \frac{Zx}{f}; \quad Y = \frac{Zy}{f}; \quad (6)$$

Tajriba natijalari tasvirni oldindan filtrlash obyekt konturlarini aniqroq aniqlash imkonini berishini ko‘rsatdi. Gauss filtridan foydalanish shovqin darajasini kamaytirib, tasvir segmentatsiyasi jarayonini yaxshilaydi.

Tasvir markazini aniqlash uchun og‘irlik markazi usuli qo‘llanildi:

$$x_c = \sum_{i=1}^n x_i I_i; y_c = \sum_{i=1}^n y_i I_i; \quad (7)$$

Natijalar ko‘rsatishicha, ushbu usul piksel darajasidagi xatoliklarni kamaytirib, subpiksel aniqligiga erishish imkonini beradi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar texnik ko‘rish tizimlarining obyektlarni aniqlash va ularning parametrlarini baholashda samarali ekanligini ko‘rsatdi. Tizim aniqligi kamera parametrlariga, tasvir sifatiga va algoritmlar samaradorligiga bog‘liq.

Texnik ko‘rish tizimlari sanoat ishlab chiqarishida mahsulot sifatini nazorat qilish, robot manipulyatorlarini boshqarish hamda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saralash jarayonlarida keng qo‘llanilishi mumkin.

Kelajakda sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish algoritmlaridan foydalanish orqali texnik ko‘rish tizimlarining aniqligi va ishlash tezligini yanada oshirish mumkin.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda texnik ko‘rish tizimining matematik modeli hamda tasvirni qayta ishlash algoritmlari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari obyekt koordinatalarini aniqlash jarayonida tasvirni filtrlash, segmentatsiya va og‘irlik markazi usulidan foydalanish tizim aniqligini oshirishini ko‘rsatdi.

Olingan natijalar texnik ko‘rish tizimlarini sanoat avtomatlashtirish tizimlarida, robototexnikada hamda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saralash jarayonlarida qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2022.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
3. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV 4. O’Reilly Media, 2019.

4. Prince S. Computer Vision: Models, Learning and Inference. Cambridge University Press, 2018.
5. Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. Pearson, 2018.
6. Davies E. Computer Vision: Principles, Algorithms and Applications. Academic Press, 2017.
7. Zhang J., Hu Y. Image Segmentation Using Deep Learning. IEEE TPAMI, 2019.
8. Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2016.
9. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. Cengage Learning, 2015.
10. Forsyth D., Ponce J. Computer Vision: A Modern Approach. Pearson, 2016.