O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI

KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI

mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami

2026-yil 25-26-sentabr

(2-qism)

JIZZAX-2026

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami – Jizzax: O‘zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 315-bet.

Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globallashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e’tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarni qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma’ruza tezislari to‘plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo‘nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o‘qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas’ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay’ati a’zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., т.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A, p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD) dots., Norbekova B.Sh. p.f.f.d.(PhD) dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O‘ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo‘rayev M.M.

Mazkur to‘plamga kiritilgan ma’ruza tezislarining mazmuni, undagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o‘zlari mas’uldirlar.

DINAMIK OBYEKTLAR HARAKATINI PROGNOZLASHDA HOLAT NOANIQLIGINI HISOBGA OLUVCHI MATEMATIK MODEL

O.U.Asqaraliyev, A.A.Abdumalikov, Q.K.Norqo‘ziyev

Annotatsiya: Ushbu maqolada dinamik obyektlar harakatini prognozlashda sensor o‘lchovlari va harakat jarayonidagi noaniqliklarni hisobga olish muammosi tadqiq etiladi. Muammoni hal qilish uchun Kalman filtri va stokastik Vector Auto-Regressive (VAR) modeliga asoslangan matematik yondashuv taklif etiladi. Model obyektning joriy holatini baholash, kelajakdagi harakatini prognozlash va prognoz noaniqligini kovariatsiya orqali aniqlash imkonini beradi. Yondashuv 2D LiDAR va kamera ma’lumotlariga moslashtirilib, ROS2, Nav2 va Gazebo muhitida modellashtiriladi. Tajriba natijalari taklif etilgan modelning dinamik obyekt holatini va uning noaniqligini birgalikda baholash samaradorligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: dinamik obyekt, harakatni prognozlash, noaniqlik, Kalman filtri, VAR, 2D LiDAR, kamera, ROS2, Nav2, Gazebo.

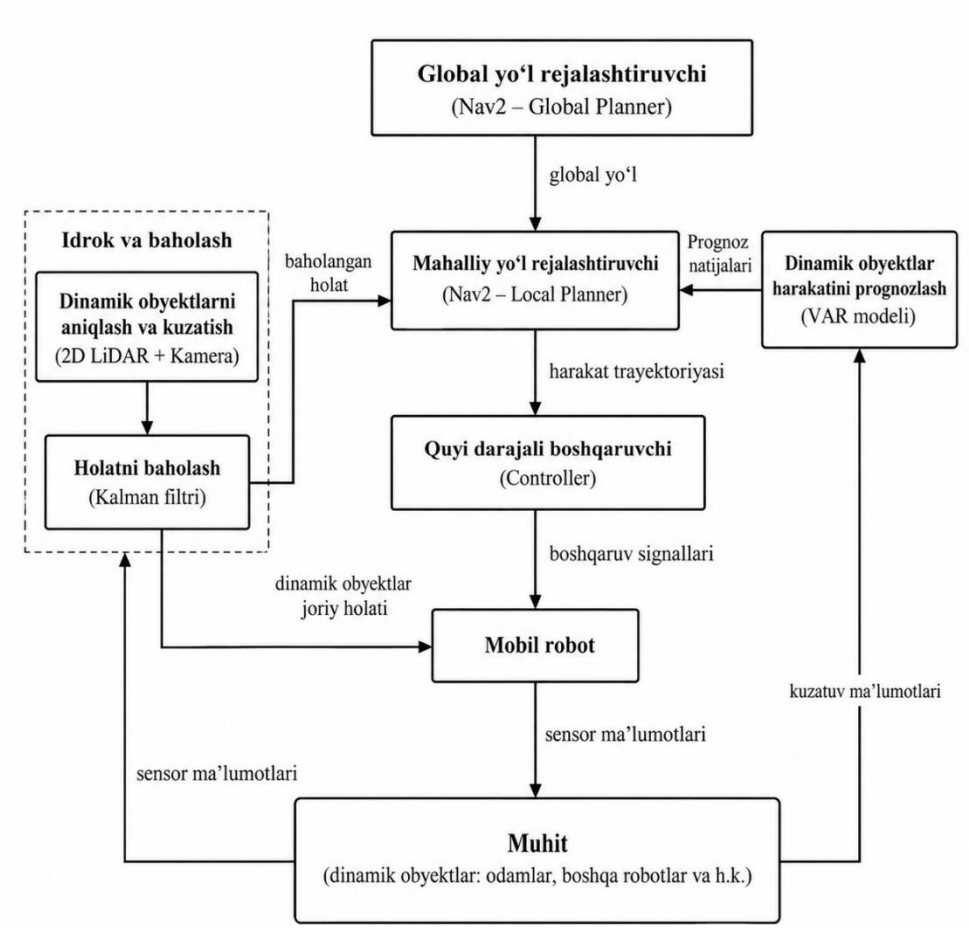
Avtonom mobil robotlarning dinamik muhitda xavfsiz harakatlanishi harakatlanuvchi obyektlarning kelajakdagi holatini oldindan baholashni talab qiladi. Bunda faqat obyektning joriy koordinatalarini aniqlash yetarli emas, chunki sensor o‘lchovlari, tezlik va harakat yo‘nalishidagi o‘zgarishlar prognoz natijasiga ta’sir qiladi [1], [2].

Dinamik obyektlar harakatidagi yo‘l, tezlik va kuzatuv noaniqliklarini ehtimollik modeli orqali ifodalashni taklif qilgan [1]. Ushbu yondashuv keyinchalik harakatlanuvchi obyektlarning noaniq harakatini robot harakatini rejalashtirishga kiritishda qo‘llanilgan [2].

Holatni baholashda Kalman filtri kuzatuv ma’lumotlari asosida obyektning joriy holatini va uning kovariatsiyasini aniqlash imkonini beradi [3]. Vaqt qatorlari asosida kelajakdagi harakat parametrlarini prognozlashda esa Vector Auto-Regressive (VAR) modeli qo‘llanilgan [4].

Shundan kelib chiqib, ushbu maqolada dinamik obyekt harakatini prognozlashda holat noaniqligini hisobga oluvchi matematik model taklif etiladi. Model Kalman filtri yordamida obyekt holatini baholaydi, stokastik VAR modeli orqali kelajakdagi harakat parametrlarini prognozlaydi va natijada kelajakdagi holat bilan birga uning noaniqligini ham aniqlaydi.

Taklif etilgan yondashuv 2D LiDAR va kamera kuzatuvlariga moslashtirilib, ROS2, Nav2 va Gazebo muhitida modellashtiriladi. Model samaradorligi turli shovqinlar va prognozlash oraliqlarida baholanadi.



1-rasm. Tizimning boshqaruv tuzilmasi.

Taklif etilgan tizimning umumiy boshqaruv tuzilmasi ko‘rsatilgan. Global yo‘l rejalashtiruvchi (Nav2 – Global Planner) muhit xaritasi asosida global yo‘lni shakllantiradi. Mahalliy yo‘l rejalashtiruvchi (Nav2 – Local Planner) baholangan holat va dinamik obyektlarning kelajakdagi holati haqidagi prognoz ma’lumotlari asosida harakat trayektor iyasini shakllantiradi. Quyi darajali boshqaruvchi (Controller) tanlangan trayektoriyaga muvofiq mobil robotga boshqaruv signallarini uzatadi. Robotdan olingan sensor ma’lumotlari idrok va holatni baholash blokida qayta ishlanib, Kalman filtri yordamida obyektlarning holati baholanadi. Baholangan holat ma’lumotlari rejalashtirish va boshqaruv jarayonlariga qayta uzatiladi. Tizim bloklari turli ish chastotalarida asinxron ravishda ishlashi mumkin.

Dinamik muhitda robotning xavfsiz harakatlanishi atrofdagi obyektlarning joriy holatini aniqlash va ularning kelajakdagi harakatini prognozlashni talab etadi. Bunda kamera obyektni aniqlash va klassifikatsiya qilish uchun, 2D LiDAR esa obyektning fazodagi metrik joylashuvi va masofasini aniqlash uchun qo‘llanadi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar umumiy koordinata tizimiga keltirilib, keyingi holatni baholash va prognozlash bosqichlariga uzatiladi [5], [6].

Dinamik obyektning k-vaqt momentidagi holati koordinatalar va tezlik komponentlari orqali quyidagicha ifodalanadi:

$x_k = [\ x_k \quad y_k \quad v_{x,k} \quad v_{\gamma,k}\ ]^T$. (1)

x_k, y_k-obyektning fazodagi koordinatalari, $v_{x,k}$, $v_{\gamma,k}$-mos yo‘nalishlardagi tezlik komponentlari. Obyektning ketma-ket vaqt momentlaridagi harakati doimiy tezlik

modeliga yaqinlashtirilib, jarayondagi tasodifiy o‘zgarishlar w_k orqali hisobga olinadi:

$$x_{k+1} = F\, x_k + w_k. \quad (2)$$

Bu model obyekt holatining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini ifodalash va sensorlardan kelayotgan kuzatuvlar asosida uning joriy holatini baholash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Sensor o‘lchovlarida mavjud shovqin va xatoliklarni kamaytirish maqsadida Kalman filtridan foydalaniladi. Filtrning bashorat bosqichida obyektning keyingi holati va uning noaniqligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\hat{x}_{k|k-1} = F\, \hat{x}_{k-1|k-1}, \qquad P_{k|k-1} = F\, P_{k-1|k-1}\, F^T + Q. \quad (3)$$

O‘lchov ma’lumotlari olingandan so‘ng holat bahosi yangilanadi:

$$\hat{x}_{k|k} = \hat{x}_{k|k-1} + K_k\,(\, z_k - H\, \hat{x}_{k|k-1}\,). \quad (4)$$

K_k -Kalman kuchaytirish koeffitsiyenti, H-kuzatuv matritsasi, Q-jarayon shovqini kovariatsiyasi, R-sensor o‘lchovlari shovqini kovariatsiyasi. Natijada obyektning baholangan joriy holati bilan bir qatorda uning noaniqligini ifodalovchi $P_{k|k}$ kovariatsiya matritsasi ham olinadi [7], [8].

Keyingi bosqichda obyektning tezlik o‘zgarishlari vaqt qatori sifatida qaralib, kelajakdagi harakatini prognozlash uchun stokastik Vector Auto-Regressive (VAR) modelidan foydalaniladi. Ikkinchi tartibli VAR modeli quyidagicha ifodalanadi:

$$v_{k+1} = A_1\, v_k + A_2\, v_{k-1} + \varepsilon_{k+1}. \quad (5)$$

Bu yerda $v_k = [v_{x,k},\ v_{\gamma,k}]^T$, A_1 va A_2-model parametrlari, ε_{k+1} - obyekt harakatidagi oldindan aniqlanmagan tasodifiy o‘zgarishlarni ifodalovchi innovatsion komponent. VAR modelining parametrlari kuzatilgan tezliklar ketma-ketligi asosida baholanadi [9].

Olingan model yordamida kelajakdagi tezlik qiymatlari rekursiv ravishda prognoz qilinadi. Prognozlangan tezliklardan foydalanib, obyektning kelajakdagi fazoviy holati aniqlanadi:

$$\hat{p}_{k+\tau|k} = \hat{p}_{k|k} + \Delta t\, \Sigma_{j=1}\wedge\tau\ \hat{v}_{k+j|k}. \quad (6)$$

Bu yerda τ - prognoz gorizonti, Δt - vaqt qadami. Shu orqali obyektning faqat bitta kelajakdagi nuqtasi emas, balki tanlangan vaqt oralig‘idagi harakat trayektoriyasini olish mumkin.

Taklif etilayotgan yondashuvda prognoz natijasi faqat kutilayotgan pozitsiya bilan cheklanmaydi. Sensor o‘lchovlari va harakat modelidagi noaniqliklar kelajakdagi pozitsiya noaniqligiga ham ta’sir qiladi. Shu sababli prognoz pozitsiyasining kovariatsiyasi ham hisoblanadi:

$$P^p_{k+\tau|k} = P^p_{k|k} + \Delta t^2\, \Sigma_{i=1}\wedge\tau\ \Sigma_{j=1}\wedge\tau\ \mathrm{Cov}(v_{k+i|k},\ v_{k+j|k}). \quad (7)$$

Natijada dinamik obyektning kelajakdagi holati kutilayotgan pozitsiya va uning noaniqligini birgalikda ifodalovchi juftlik orqali beriladi:

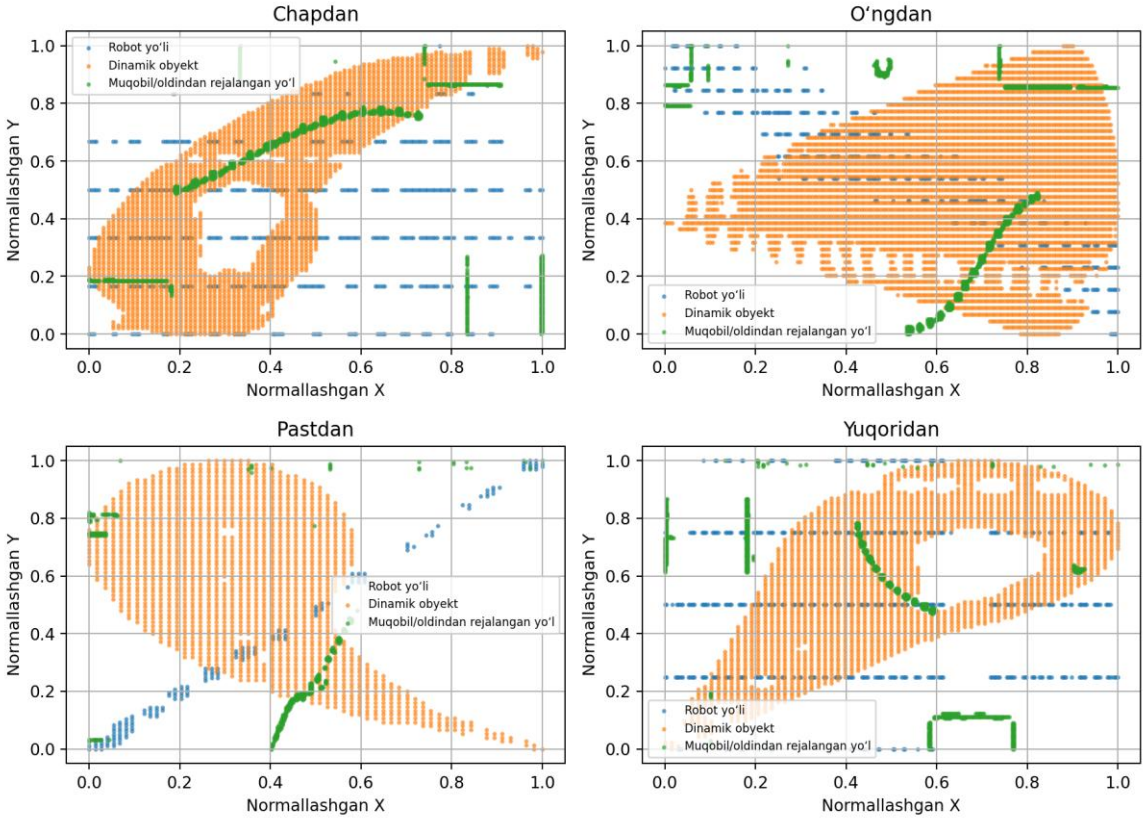
$$\boldsymbol{\mathcal{M}}_{k+\tau|k} = \{\ \hat{p}_{k+\tau|k}\ ,\ P^p_{k+\tau|k}\ \}. \quad (8)$$

Shunday qilib, taklif etilgan matematik model kamera va 2D LiDAR kuzatuvlari asosida obyektning joriy holatini baholaydi, Kalman filtri yordamida o‘lchov noaniqligini kamaytiradi, VAR modeli orqali kelajakdagi tezlikni prognozlaydi hamda prognoz pozitsiyasining noaniqligini kovariatsiya orqali aniqlaydi. Olingan $\hat{p}_{k+\tau|k}$ va $P^p_{k+\tau|k}$ qiymatlari keyingi bosqichda xavfli dinamik

obyektlarni aniqlash va robot uchun xavfsiz lokal yo‘nalishni shakllantirishda foydalanilishi mumkin [10], [11].

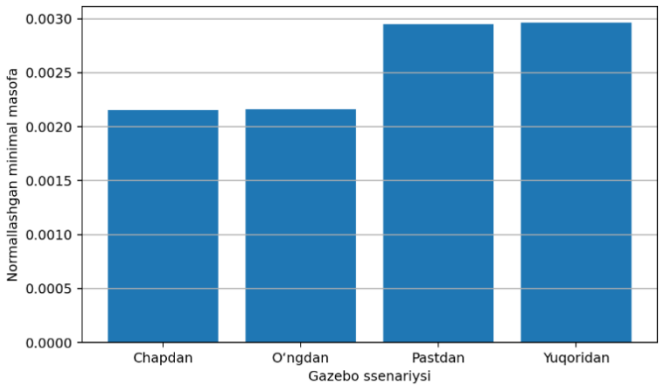
Gazebo muhitidagi modellashtirish natijalari robot va dinamik obyektlar trayektoriyalarini kuzatish hamda ular orasidagi masofani baholash imkonini berdi. Kalman filtri sensor shovqinlarini kamaytirdi, VAR modeli esa obyektning qisqa muddatli harakatini prognoz qildi. Prognoz gorizonti oshishi bilan xatolik va noaniqlikning ortishi kuzatildi. Natijada obyektning kelajakdagi pozitsiyasi bilan birga uning noaniqligini ham hisobga olish zarurligi aniqlandi.

taqdim etilgan to‘rtta ssenariydagi rangli trayektoriyalar normallashgan koordinatalarga o‘tkazildi. Grafik robot yo‘li va dinamik obyekt harakatining o‘zaro yaqinlashuvini solishtirish imkonini beradi.



2-rasm. Gazebo ssenariylarida robot va dinamik obyekt trayektoriyalarining normallashgan ko‘rinishi.

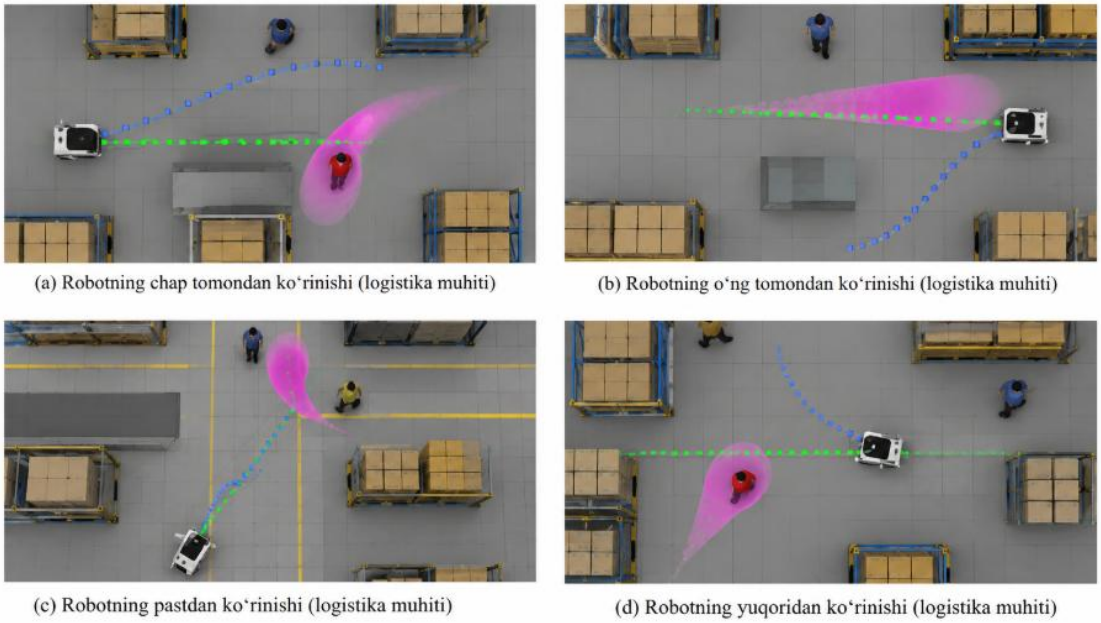
2-rasmda robot va dinamik obyekt trayektoriyalari orasidagi normallashgan minimal masofa taqqoslangan. Qiymat kichik bo‘lsa, obyekt robot trayektoriyasiga shunchalik yaqinlashadi.



2-rasm. Ssenariylar bo'yicha normallashgan minimal masofa.

Aniq fizik masofani metrda olish uchun Gazebo koordinatalari kerak bo'ladi. Bunda yuqoridagi (13)–(14) formulalar to'g'ridan-to'g'ri qo'llanadi. Xuddi shu koordinatalardan TTC, RMSE, ADE va FDE ham hisoblanadi.

Robot va dinamik obyekt trayektoriyalarining yaqinlashuvi hamda ular orasidagi masofaning kamayishi xavfli holatlarni aniqlash uchun asos bo'ldi. Olingan prognoz natijalari keyingi bosqichda xavfni baholash va robotning lokal harakat yo'nalishini tanlash uchun qo'llanishi mumkin.



(a) Robotning chap tomondan ko'rinishi (logistika muhiti)

(b) Robotning o'ng tomondan ko'rinishi (logistika muhiti)

(c) Robotning pastdan ko'rinishi (logistika muhiti)

(d) Robotning yuqoridan ko'rinishi (logistika muhiti)

3-rasm: Gazebo muhitidagi modellashtirish natijalari

Maqolada 2D LiDAR va kamera ma'lumotlari asosida dinamik obyektlar harakatini prognozlashning matematik modeli ishlab chiqildi. Kalman filtri yordamida obyektning joriy holati baholandi, VAR modeli yordamida kelajakdagi harakat prognoz qilindi va prognoz noaniqligi kovariatsiya orqali aniqlandi.

Taklif etilgan yondashuv robot va dinamik obyektlar o'rtasidagi fazoviy munosabatni hisobga olish imkonini beradi. Ushbu natijalar kelgusida xavfli obyektlarni aniqlash va avtonom robot uchun xavfsiz lokal trayektoriyani shakllantirishda foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Miura J., Shirai Y. *Probabilistic Uncertainty Modeling of Obstacle Motion for Robot Motion Planning*. Journal of Robotics and Mechatronics, 2002.

2. Miura J., Uozumi H., Shirai Y. *Mobile Robot Motion Planning Considering the Motion Uncertainty of Moving Obstacles*. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1999.

3. Welch G., Bishop G. *An Introduction to the Kalman Filter*. University of North Carolina at Chapel Hill, 1995.

4. Thrun S., Burgard W., Fox D. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, 2005.

5. Lütkepohl H. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer, 2005.

6. Du Toit N. E., Burdick J. W. *Robot Motion Planning in Dynamic, Uncertain Environments*. IEEE Transactions on Robotics, 2012.

7. Nair S. H., Tseng E. H., Borrelli F. *Collision Avoidance for Dynamic Obstacles with Uncertain Predictions using Model Predictive Control*. IEEE Conference on Decision and Control, 2022.

8. Macenski S., Foote T., Gerkey B., Lalancette C., Woodall W. *Robot Operating System 2: Design, Architecture, and Uses in the Wild*. Science Robotics, 2022.

9. Fox D., Burgard W., Thrun S. *The Dynamic Window Approach to Collision Avoidance*. IEEE Robotics & Automation Magazine, 1997.

10. van den Berg J., Lin M., Manocha D. *Reciprocal Velocity Obstacles for Real-Time Multi-Agent Navigation*. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2008.

11. Khatib O. *Real-Time Obstacle Avoidance for Manipulators and Mobile Robots*. The International Journal of Robotics Research, 1986.

KORPORATIV TARMOQLARDA HUJUM INSIDENTLARINI ANIQLASH USULLARI VA VOSITALARI

Choryorqulov G‘iyos Husan o‘g‘li
O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali
“Axborot tizimlari va texnalogiyalari” kafedrasi assistenti
Aliqulova Gulsanam Farxod qizi
Saydullayeva Shaxzoda Anvar qizi
O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali
“Axborot tizimlari va texnalogiyalari” yo‘nalishi talabalari

Annotatsiya. Ushbu maqolada korporativ tarmoqlarda yuzaga keladigan kiberhujum insidentlarini aniqlash usullari va zamonaviy vositalari atroflicha tahlil qilinadi. Axborot xavfsizligini ta’minlashda an’anaviy va zamonaviy yondashuvlar, jumladan, signatura asosidagi, anomaliyaga asoslangan va sun’iy intellektga asoslangan aniqlash usullari o‘rganiladi. Shuningdek, IDS/IPS tizimlari, SIEM platformalari hamda mashinali o‘qitish algoritmlarining amaliy qo‘llanilishi ko‘rib chiqiladi. Maqolada korporativ tarmoqlarda xavfsizlikni oshirish bo‘yicha tavsiyalar berilib, O‘zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni joriy etish istiqbollari yoritiladi.