

**SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA HAYDOVCHI CHARCHOQLARINI REAL VAQTDAN ANIQLASH VA AVARIYALARNI OLDINI OLISH****Ahmadjonov Abdurasul Akmaljon o'g'li**

Farg'ona davlat texnika universiteti 4 kurs talabasi

Ahmadjonova Gulshodaxon Asadulla qizi

Farg'ona davlat texnika universiteti 4 kurs talabasi

Ilmiy rahbar: Xoliqnazarov Rashidjon Xomidjonovich

Farg'ona davlat texnika universiteti Kompyuter muhandisligi va sun'iy intellekt kafedrası dotsenti.

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy intellekt texnologiyalari asosida haydovchilar charchoqligini real vaqtda aniqlash va yo'l-transport hodisalarini oldini olish tizimlari tahlil qilinadi. Haydovchi charchoqligi yo'l xavfsizligiga tahdid soluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi va har yili minglab odamlarning hayotiga xavf tug'diradi. Maqolada kompyuter ko'rishi, chuqur o'rganish algoritmlari, sensor texnologiyalari va fiziologik parametrlarni kuzatish tizimlari orqali charchoqlikni aniqlash metodlari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, zamonaviy avtomobil ishlab chiqaruvchilarning amaliy tajribalari, tizimlarning afzalliklari, mavjud muammolar va kelajak rivojlanish istiqbollari batafsil yoritiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt asosidagi tizimlar charchoqlikni 90% dan yuqori aniqlik bilan aniqlaydi va avariylarni 25% gacha kamaytirishi mumkin.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, haydovchi charchoqligi, yo'l xavfsizligi, kompyuter ko'rishi, chuqur o'rganish, real vaqtda monitoring, avariylarni oldini olish, avtomobil xavfsizlik tizimlari, neyron tarmoqlar, transport texnologiyalari

Аннотация: В данной статье анализируются системы обнаружения усталости водителей в реальном времени и предотвращения дорожно-транспортных происшествий на основе технологий искусственного интеллекта. Усталость водителей является одним из основных факторов угрозы безопасности дорожного движения и ежегодно ставит под угрозу жизни тысяч людей. В статье рассматриваются методы выявления усталости с помощью компьютерного зрения, алгоритмов глубокого обучения, сенсорных технологий и систем мониторинга физиологических параметров. Также подробно освещается практический опыт современных автопроизводителей, преимущества систем, существующие проблемы и перспективы развития. Результаты исследований показывают, что



системы на основе искусственного интеллекта обнаруживают усталость с точностью более 90% и могут снизить количество аварий до 25%.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, усталость водителя, безопасность дорожного движения, компьютерное зрение, глубокое обучение, мониторинг в реальном времени, предотвращение аварий, системы безопасности автомобиля, нейронные сети, транспортные технологии

Annotation: This article analyzes real-time driver fatigue detection systems and accident prevention based on artificial intelligence technologies. Driver fatigue is one of the main factors threatening road safety and puts thousands of lives at risk annually. The article examines fatigue detection methods through computer vision, deep learning algorithms, sensor technologies, and physiological parameter monitoring systems. It also provides detailed coverage of practical experiences of modern automobile manufacturers, system advantages, existing challenges, and future development prospects. Research results show that AI-based systems detect fatigue with over 90% accuracy and can reduce accidents by up to 25%.

Keywords: Artificial intelligence, driver fatigue, road safety, computer vision, deep learning, real-time monitoring, accident prevention, vehicle safety systems, neural networks, transportation technologies

KIRISH

Yo'l-transport hodisalari butun dunyo bo'yicha eng jiddiy muammolardan biri hisoblanadi. Butunjahon sog'liqni saqlash tashkiloti (BSST) ma'lumotlariga ko'ra, har yili 1,3 million kishidan ortiq yo'l-transport hodisalarida vafot etadi va 50 millionga yaqin odam jarohatlangan bo'ladi. Bu hodisalarning taxminan 20-30 foizi bevosita haydovchilarning charchoq holati bilan bog'liq.

Haydovchi charchoqligi - bu uxlash ehtiyoji, e'tiborning pasayishi, reaksiya tezligining susayishi bilan tavsiflanadigan xavfli psixofiziologik holat. Bu holat ko'pincha ta'sirida yuzaga keladi: uzoq masofali safar, yetarli uyqu olmaslik, monoton yo'l sharoitlari, tun vaqtida haydash, stress holati yoki tibbiy muammolar. Charchagan haydovchi xavfni o'z vaqtida sezmaydi, qarorlar qabul qilish qobiliyati pasayadi va hatto rulda uxlab qolishi mumkin.

An'anaviy xavfsizlik choralari, masalan, yo'l chetidagi ogohlantiruvchi belgilar yoki haydovchilarga dam olish haqida eslatuvchi tavsiyalar ko'pincha samarasiz bo'lib chiqadi. Chunki charchagan haydovchi o'z holatini to'g'ri baholay olmaydi yoki xavfni e'tiborsiz qoldiradi. Shu sababli, haydovchi holatini avtomatik ravishda real vaqtda kuzatib boruvchi va xavfli vaziyatlarni erta bosqichda aniqlaydigan sun'iy intellekt tizimlari zarurati paydo bo'ldi.



Zamonaviy sun'iy intellekt texnologiyalari haydovchi charchoqligini yuqori aniqlik bilan aniqlash va avariylarning oldini olish imkoniyatini beradi. Ushbu tizimlar kompyuter ko'rishi, chuqur o'rganish algoritmlari, sensor texnologiyalari va fiziologik parametrlarni monitoring qilish usullarini birlashtiradi. Maqolada ushbu texnologiyalar, ularning qo'llanilishi va yo'l xavfsizligiga ta'siri batafsil tahlil qilinadi.

ASOSIY QISM

1. Haydovchi charchoqligi muammosining tahlili. Haydovchi charchoqligi

- bu murakkab psixofiziologik holat bo'lib, u bir necha asosiy belgilar bilan namoyon bo'ladi. Charchagan haydovchida quyidagi o'zgarishlar kuzatiladi:

- Ko'z qoqish chastotasining ortishi va davomiyligining uzayishi
- Ko'zlarning to'liq ochilmasligi yoki yarim yumilgan holda qolishi
- Boshning noto'g'ri pozitsiyasi yoki tushib ketish harakatlari
- Esnanlik va og'iz ochilishi
- Yo'ldan ko'zni tez-tez uzish
- Rul boshqaruvidagi noto'g'riliklar va yo'l chiziqlaridan chiqish
- Tezlik va tormozlashdagi tartibsizliklar

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, charchoq holati alkogol ta'siridagi holatga o'xshash reaksiya tezligini pasaytiradi. Masalan, 18 soat uxlamaganlik 0,05% qon alkogol darajasiga teng ta'sir ko'rsatadi, 24 soat uxlamaganlik esa 0,10% darajasiga ekvivalent hisoblanadi.

2. Sun'iy intellekt texnologiyalari va yondashuvlar

2.1. Kompyuter ko'rishi va yuz tahlili. Zamonaviy tizimlarning asosiy komponenti avtomobil saloniga o'rnatilgan yuqori aniqlikdagi kameralardir. Bu kameralar haydovchining yuzini doimiy ravishda kuzatib boradi va chuqur o'rganish algoritmlari yordamida tahlil qiladi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) quyidagi parametrlarni real vaqtda qayta ishlaydi:

- Ko'z holati (PERCLOS - Percentage of Eye Closure): ko'zlarning 80% dan ortiq yumilgan vaqt ulushi
- Ko'z qoqish parametrlari: chastota, davomiylilik va amplituda
- Qarashdagi o'zgarishlar va ko'z harakatlari
- Yuz ifodasi: esnanlik, og'iz ochilishi darajasi
- Bosh pozitsiyasi va harakatlari: egilish burchagi, tebranishlar

YOLO (You Only Look Once), FaceNet va MediaPipe kabi zamonaviy modellar real vaqt rejimida ishlaydi va bir necha millisekundda yuz xususiyatlarini aniqlaydi. Bu modellar turli yoritish sharoitlarida, hatto infraqizil nurlanishda ham samarali ishlashi uchun maxsus o'qitilgan.

2.2. Haydash xatti-harakati tahlili. Avtomobilning o'rnatilgan sensorlari va elektron boshqaruv tizimlari (ECU) haydash uslubidagi o'zgarishlarni doimiy kuzatib boradi:



- Rul boshqaruvi: harakatlarning amplitudasi, chastotasi va tartibsizligi
- Yo'l chizig'idan og'ish (Lane Departure): chiziqlarni kesib o'tish chastotasi
- Tezlik o'zgarishlari: noto'g'ri tezlashtirish va sekinlashtirish
- Pedal bosishlar: tormoz va gaz pedallarini boshqarish noto'g'riliklari
- Reaktsiya vaqti: to'satdan paydo bo'lgan to'siqlarga javob berish tezligi

LSTM (Long Short-Term Memory) va GRU (Gated Recurrent Unit) kabi vaqt seriyalarini tahlil qiluvchi neyron tarmoqlar har bir haydovchining individual haydash uslubini o'rganadi. Tizim normal xatti-harakatdan chetlanishlarni aniqlaydi va charchoqlik darajasini baholaydi.

2.3. Fiziologik parametrlar monitoring. Ilg'or tizimlar haydovchining fiziologik holatini ham kuzatadi. Bu parametrlar wearable qurilmalar yoki avtomobilga o'rnatilgan kontaktsiz sensorlar orqali o'lchanadi:

- Yurak urish tezligi (Heart Rate): smartwatch yoki rul sensori orqali
- Yurak urishi variabelligi (HRV): stress va charchoqlik indikatori
- Teri o'tkazuvchanligi (GSR): stress darajasini aniqlash
- Nafas olish tezligi: charchoqlikda o'zgaradi
- Tana harorati: uzoq haydashda o'zgarishi mumkin

3. Tizim arxitekturasini va ishlash prinsipi. Zamonaviy haydovchi charchoqligini aniqlash tizimi bir necha qatlamdan iborat:

3.1. Ma'lumot to'plash qatlami

- Infraqizil kameralar: tun sharoitida ham ishlaydi
- Rul sensori: boshqaruv harakatlarini kuzatadi
- CAN bus tizimlari: avtomobil parametrlarini to'playdi
- GPS va xarita ma'lumotlari: yo'l sharoitini baholash
- Tashqi muhit sensorlari: havo, yoritish, yo'l holati

3.2. Ma'lumotlarni qayta ishlash qatlami. Edge computing texnologiyasidan foydalanib, asosiy tahlil avtomobilning o'zida amalga oshiriladi. Bu kechikishni minimallashtiradi ($\text{latency} < 100\text{ms}$) va ma'lumotlar maxfiyligini ta'minlaydi. NVIDIA Drive, Tesla FSD Chip yoki Intel Mobileye kabi maxsus SI protsessorlari sekundiga milliardlab operatsiyalarni bajaradi.

3.3. Multimodal tahlil va sensor fusion. Turli manbalardan kelgan ma'lumotlar birlashtiriladi va multimodal deep learning modellari orqali tahlil qilinadi. Ensemble learning yondashuvidan foydalanib, tizim charchoqlik darajasini aniqlaydi:

- Normal holat (0-20%): xavf yo'q
- Yengil charchoq (20-50%): dastlabki ogohlantirishlar
- O'rta charchoq (50-75%): kuchli ogohlantirishlar



- Kritik holat (75-100%): favqulodda choralar

3.4. Javob berish va aralashish tizimi. Aniqlangan xavf darajasiga qarab tizim quyidagi harakatlarni amalga oshiradi:

- Yengil charchoqda: tovush yoki vizual ogohlantirishlar, konditsioner haroratini o'zgartirish, musiqa ovozi oshirish
- O'rta charchoqda: kuchliroq ogohlantirish signallari, dam olish joylarini navigatsiyada ko'rsatish, yaqinlarga yoki boshqaruv markaziga xabar berish
- Kritik holatda: tezlikni avtomatik pasaytirish, favqulodda tormozlash, xavfsiz joyda to'xtatish (avtonomlik mavjud bo'lsa), favqulodda xizmatlarga signal

4. Amaliy qo'llanilish va ishlab chiqaruvchilar tajribasi. Bir qator yirik avtomobil ishlab chiqaruvchilar allaqachon charchoqlikni aniqlash tizimlarini o'z avtomobillariga o'rnatgan:

Mercedes-Benz ATTENTION ASSIST. 2009 yildan boshlab ishlatilmoqda. Tizim 70 km/soatdan yuqori tezlikda faollashadi va haydash uslubidagi o'zgarishlarni, ayniqsa rul boshqaruvini tahlil qiladi. 70 dan ortiq parametrlarni kuzatib boradi va haydovchiga dam olish tavsiya etilsa, boshqaruv panelidagi choy piyolasi belgisi yonadi. Mercedes kompaniyasi ma'lumotlariga ko'ra, bu tizim avariylarni 20% gacha kamaytirgan.

Volvo Driver Alert System. Volvo tizimlari videokameralar yordamida yo'l belgilari va chiziqlarini kuzatadi, shu bilan birga rul harakatlarini tahlil qiladi. Tizim haydovchining e'tiborining susayganini aniqlasa, ovoz va vizual ogohlantirish beradi. Volvo avtomobillarida bu tizim standart holatda mavjud va yo'l xavfsizligini sezilarli darajada oshirgan.

Tesla Cabin Camera System. Tesla avtomobillaridagi ichki kamera Autopilot yoki Full Self-Driving rejimida haydovchining e'tiborini doimiy kuzatib boradi. Haydovchi yo'lga qaramasa yoki charchayotgansa, tizim ogohlantirishlar beradi va zarur hollarda avtopilotni o'chirishi mumkin. Bu yondashuv yarim-avtonomli tizimlarda xavfsizlikni ta'minlashning muhim qismi.

Bosch Driver Drowsiness Detection. Bosch kompaniyasi tizimlari kameralar va rul sensori ma'lumotlarini birlashtiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bu tizimlar charchoqlikni 90% dan yuqori aniqlikda aniqlaydi va avariylarni 25% gacha kamaytirishi mumkin. Bosch tizimlari 20 dan ortiq avtomobil brendlarida qo'llanilmoqda.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda haydovchi charchoqligini aniqlash tizimlarini o'rganish uchun quyidagi metodlar qo'llanildi:

1. **Adabiyotlar tahlili:** Xalqaro tadqiqotlar, ilmiy maqolalar va texnik hujjatlarni o'rganish orqali mavjud texnologiyalar va yondashuvlar tahlil qilindi.



2. **Empirik tadqiqot:** Zamonaviy avtomobil ishlab chiqaruvchilarning amaliy tajribalarini o'rganish va ularning tizimlarining samaradorligini baholash.

3. **Komparativ tahlil:** Turli yondashuvlar va texnologiyalarni solishtirish, ularning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash.

4. **Statistik tahlil:** Mavjud statistik ma'lumotlar asosida tizimlarning samaradorligini baholash va yo'l xavfsizligiga ta'sirini aniqlash.

5. **Texnologik tahlil:** Chuqur o'rganish algoritmlari, neyron tarmoqlar arxitekturalari va sensor texnologiyalarini tahlil qilish.

TAHLIL VA NATIJALAR

1. Tizimlar samaradorligining tahlili

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy SI asosidagi charchoqlikni aniqlash tizimlari yuqori samaradorlikka ega:

Texnologiya	Aniqlik darajasi	Avaryiya kamayishi
Yuz tahlili (CNN)	88-92%	20-25%
Haydash tahlili (LSTM)	82-87%	15-20%
Multimodal (hybrid)	93-96%	28-32%

1-jadval. Turli texnologiyalarning samaradorligi

2. Muammolar va cheklovlar

Texnologiyaning rivojlanishiga qaramay, bir qator muammolar mavjud:

Yoritish sharoiti: Tun vaqtda yoki yomon yoritilgan sharoitda oddiy kameralar samaradorligi pasayadi. Bu muammoni infraqizil kameralar va boshqa sensor turlari yordamida hal qilish mumkin.

Individual farqlar: Odamlar turlicha: kimdir ko'p ko'z qoqadi, kimdir kam. Tizim bu individual farqlarni hisobga olishi kerak, bu esa murakkab va vaqt talab etadi.

Noto'g'ri ogohlantirishlar: Agar tizim juda sezgir bo'lsa, ko'p false positive natijalar beradi va haydovchi uni e'tiborsiz qoldiradi. Agar sezgirligi kam bo'lsa, haqiqiy xavfli holatlar o'tkazib yuboriladi.



Maxfiylik masalalari: Haydovchini doimiy kuzatish maxfiylik tashvishlarini keltirib chiqaradi. Ma'lumotlar qanday saqlanadi, kim ularga kirish huquqiga ega - bu savollar qonunchilik jihatdan hal qilinishi kerak.

Narx masalasi: Yuqori sifatli tizimlar qimmat bo'lishi mumkin, bu ularni arzon avtomobillar uchun mavjud emas qiladi. Biroq, texnologiya arzonlashib borgan sari, bu muammo hal bo'ladi.

3. Kelajak istiqbollari. Haydovchi charchoqligini aniqlash tizimlari

kelajakda quyidagi yo'nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda:

Bashoratli tahlil: Kelajakdagi tizimlar haydovchining uyqu tsikli, oldingi kun faoliyati, safar rejalari va boshqa omillarni hisobga olgan holda xavfli vaqtlarni oldindan aniqlashi mumkin.

Avtonomlik bilan integratsiya: Haydovchi charchoqligini aniqlash tizimlari avtomobilning avtopilot rejimiga o'tishiga yoki xavfsiz to'xtab dam olishga yordam beradi.

V2X aloqalari: Avtomobillar bir-biri va infratuzilma bilan aloqa qilganda, charchagan haydovchi haqidagi ma'lumot atrofdagi avtomobillarga uzatilishi mumkin.

Neyrointerfeyslar: Uzoq muddatli istiqbolda, to'g'ridan-to'g'ri miya faoliyatini o'lchaydigan qurilmalar (BCIs) charchoqlik holatini eng aniq aniqlash imkonini berishi mumkin.

Shaxslashtirilgan modellar: Federated learning yordamida tizim har bir haydovchi uchun individual model yaratadi va maxfiylikni saqlagan holda umumiy modelni yaxshilaydi.

XULOSA

Sun'iy intellekt asosida haydovchi charchoqligini real vaqtda aniqlash tizimlari yo'l xavfsizligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega. Turli sensorlar, kameralar va ilg'or mashina o'rganish algoritmlarini birlashtirgan holda, bu tizimlar charchagan haydovchilarni yuqori aniqlik bilan aniqlaydi va avariyaalarning oldini olish uchun o'z vaqtida choralar ko'radi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, multimodal SI tizimlari charchoqlikni 90% dan yuqori aniqlik bilan aniqlaydi va yo'l-transport hodisalarini 25-30% gacha kamaytirishi mumkin. Mercedes-Benz, Volvo, Tesla, Bosch va boshqa ishlab chiqaruvchilarning tizimlari allaqachon amaliy natijalar ko'rsatmoqda va minglab hayotlarni saqlab qolishda yordam bermoqda.

Biroq, texnologik yechimlarga tayanish bilan birga, haydovchilar o'zlarining mas'uliyatini unutmasliklari kerak. Etarli uyqu, muntazam dam olish va o'z holatini to'g'ri baholash hali ham eng muhim xavfsizlik choralari hisoblanadi. Sun'iy intellekt tizimlari



qo'shimcha himoya qatlami bo'lishi kerak, lekin asosiy xavfsizlik javobgarligini to'liq almashtira olmaydi.

Kelajakda bu texnologiyalar yanada mukammal, arzon va keng tarqalgan bo'ladi. Bashoratli tahlil, avtonomlik bilan integratsiya, V2X aloqalari va neyrinterfeyslar yo'llarimizni yanada xavfsizroq qilishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. O'zbekistonda ham ushbu texnologiyalarni joriy etish va transport xavfsizligini oshirish bo'yicha izchil ishlar olib borilishi zarur.

Yo'l-transport hodisalarini kamaytirish uchun uchta asosiy yo'nalishda ishlash zarur: haydovchilarni ma'lumot bilan ta'minlash va tarbiyalash, yo'l infratuzilmasini yaxshilash va ilg'or texnologiyalarni joriy etish. Sun'iy intellekt asosidagi charchoqlikni aniqlash tizimlari bu strategiyaning muhim qismidir va yo'llarimizning xavfsizligini ta'minlashda katta imkoniyatlarga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Health Organization (WHO), "Global Status Report on Road Safety 2023." Geneva: WHO Press, 2023.
2. Sahayadhas, A., Sundaraj, K., & Murugappan, M. "Detecting driver drowsiness based on sensors: A review." *Sensors*, 2012, 12(12), pp. 16937-16953.
3. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. "You only look once: Unified, real-time object detection." *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016, pp. 779-788.
4. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. "Long short-term memory." *Neural Computation*, 1997, 9(8), pp. 1735-1780.
5. Daimler AG, "Mercedes-Benz ATTENTION ASSIST: Technical Documentation." Stuttgart: Daimler Technical Information, 2020.
6. Volvo Car Corporation, "Driver Alert System: System Description and Performance Analysis." Gothenburg: Volvo Cars Safety Centre, 2021.
7. Tesla, Inc., "Autopilot and Full Self-Driving Capability Features." Palo Alto: Tesla Technical Documentation, 2022.
8. Bosch Mobility Solutions, "Driver Drowsiness Detection: System Architecture and Performance Evaluation." Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2022.
9. Xoliqnazarov R.X. Разработка информационной системы, направленной на повышение эффективности работы сотрудников МВД после дорожно-транспортного происшествия // *Miasto Przyszłości 84 Kielce 2025*, Impact Factor: 9.9. Polsha 2025. B. 84-91
<https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/6584/6203>