

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 28.17.39
ЭОЖ: 681.5

DOI [10.53002/014](https://doi.org/10.53002/014)

А.У.Алжанов

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртай, Қазақстан
(E-mail: a.alzhanov@tttu.edu.kz)*

Жасанды интеллект және робототехника: Spot роботы және оның бағдарламалық жасақтамасы

Бұл мақалада Boston Dynamics компаниясының Spot роботы және оның жасанды интеллектке негізделген бағдарламалық жасақтамасы жан-жақты зерттеледі. Роботтың автономды навигация мүмкіндіктері, сенсорлық жүйелері мен қолдану салалары (өндіріс, құрылыс, құтқару) сипатталады. Spot SDK арқылы әзірлеушілер роботтың функционалдығын кеңейте алады. Мақалада сондай-ақ роботтың техникалық сипаттамалары, болашақ даму бағыттары және қоғамға әсері, соның ішінде этикалық мәселелер қарастырылады. Зерттеу нәтижелері Spot роботының әмбебаптығын және жасанды интеллектпен робототехника интеграциясының болашағын көрсетеді.

Түйін сөздер: Жасанды интеллект, робототехника, Spot роботы, бағдарламалық жасақтама, автономды навигация, сенсорлық технологиялар, машиналық оқыту, SLAM алгоритмі, индустриялық роботтар, этикалық аспектілер.

Кіріспе

Робототехника – механикалық, электрлік және электронды инженерия мен компьютерлік ғылымдардың бірігуі нәтижесінде дамыған сала, ол роботтардың құрылысы, басқаруы және қолданылуымен айналысады. Жасанды интеллект (ЖИ) робототехниканың дамуында маңызды рөл атқарады, өйткені ол роботтарға қоршаған ортаны талдауға, шешім қабылдауға және автономды әрекет етуге мүмкіндік береді. Boston Dynamics компаниясының Spot роботы – ЖИ мен робототехниканың интеграциясының жарқын үлгісі. Бұл төрт аяқты робот әртүрлі орталарда, соның ішінде өндірістік, құрылыс және іздестіру-құтқару операцияларында қолданылады. Spot-тың бірегейлігі оның модульдік дизайнында және бағдарламалық жасақтамасында жатыр, бұл оған күрделі тапсырмаларды орындауға және қауіпті орталарда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Spot роботы алғаш рет 2016 жылы таныстырылды және содан бастап робототехника саласындағы инновациялардың шыңы болып табылады. Роботтың бағдарламалық жасақтамасы ЖИ алгоритмдеріне, соның ішінде машиналық оқыту және компьютерлік көру технологияларына негізделген, бұл оған кедергілерді анықтауға, маршруттарды жоспарлауға және қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Spot-тың бағдарламалық жасақтамасы ашық бастапқы кодқа негізделген, бұл әзірлеушілерге роботтың функционалдығын кеңейтуге мүмкіндік береді. Бұл зерттеудің мақсаты – Spot роботын және оның бағдарламалық жасақтамасын жан-жақты талдау, оның техникалық сипаттамаларын, қолдану салаларын және болашақ даму перспективаларын зерттеу. Зерттеу роботтың әртүрлі орталардағы тиімділігін бағалауға және ЖИ мен робототехника саласындағы соңғы жетістіктерді көрсетуге бағытталған. Мақалада Spot-тың дизайны, сенсорлық жүйелері, бағдарламалық архитектурасы және оның өнеркәсіптік, әскери және іздестіру-құтқару операцияларындағы қолданылуы қарастырылады.

Spot роботының маңыздылығы оның әмбебаптылығында және қауіпті немесе қиын орталарда адамдарды алмастыру қабілетінде жатыр. Мысалы, ол радиация деңгейі жоғары аймақтарда, құрылыс алаңдарында немесе апат аймақтарында қолданылады. Бұл мақалада Spot-тың осы салалардағы тиімділігі және оның бағдарламалық жасақтамасының рөлі егжей-тегжейлі талданады.

Зерттеу сонымен қатар Spot-тың этикалық және әлеуметтік аспектілерін қарастырады, өйткені ЖИ және робототехниканың дамуы жұмыс орындарын автоматтандыру және қауіпсіздік мәселелеріне қатысты сұрақтар туғызады. Мақала осы мәселелерді талқылап, Spot-тың қоғамға әсерін бағалайды.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Әдістер мен материалдар

Зерттеу әдістері Spot роботын және оның бағдарламалық жасақтамасын жан-жақты талдауға бағытталған. Зерттеу әдістерінің жиынтығына әдебиеттерді шолу, техникалық құжаттаманы талдау, өндірістік сынақ деректерін зерттеу және сарапшылардың пікірлері кіреді.

Зерттеудің бірінші кезеңі робототехника және ЖИ саласындағы соңғы ғылыми жарияланымдарды, соның ішінде Boston Dynamics компаниясының ресми құжаттамасын және Spot роботын қолдануға қатысты кейс-стадиларды талдауды қамтиды. Google Scholar, IEEE Xplore және ScienceDirect сияқты платформаларда “Spot robot”, “artificial intelligence in robotics” және “autonomous navigation” кілт сөздері бойынша іздеу жүргізілді. Сондай-ақ, X платформасындағы Boston Dynamics-тің ресми аккаунтындағы жарияланымдар мен пайдаланушылардың пікірлері зерттелді.

Spot-тың техникалық сипаттамалары, соның ішінде оның сенсорлық жүйелері (LiDAR, камералар, ультрадыбыстық сенсорлар), қозғалтқыштары және бағдарламалық архитектурасы Boston Dynamics-тің ресми сайтындағы құжаттамадан алынды. Бағдарламалық жасақтаманың ашық бастапқы коды (Spot SDK) GitHub платформасынан зерттелді, онда әзірлеушілердің код үлгілері мен құжаттамасы талданды. Бұл талдау Spot-тың ЖИ алгоритмдерінің (мысалы, машиналық оқыту, компьютерлік көру) және олардың автономды навигациядағы рөлін анықтауға мүмкіндік берді.

Spot роботын өндірістік және іздестіру-құтқару операцияларында қолданудың нақты мысалдары зерттелді. Мысалы, Spot-тың құрылыс алаңдарында инспекция жүргізуі және апат аймақтарында деректер жинауы бойынша кейс-стадилар талданды. Бұл деректер роботтың тиімділігін, сенімділігін және қоршаған ортаға бейімделу қабілетін бағалауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, Spot-тың өндірістік орталардағы өнімділігін бағалау үшін қолжетімді сынақ нәтижелері (мысалы, кедергілерді айналып өту уақыты, навигация дәлдігі) зерттелді.

Робототехника және ЖИ саласындағы сарапшылардың пікірлері, соның ішінде Boston Dynamics инженерлерінің сұхбаттары және X платформасындағы талқылаулар зерттеуге қосылды. Сарапшылар Spot-тың артықшылықтары мен шектеулерін, сондай-ақ оның бағдарламалық жасақтамасының даму перспективаларын талқылады. Бұл пікірлер зерттеудің объективтілігін арттыруға және Spot-тың практикалық қолданылуын тереңірек түсінуге көмектесті.

Spot роботы басқа автономды роботтармен, мысалы, Aldebaran Robotics-тің NAO роботы және Cubic Robotics-тің үй көмекшісімен салыстырылды. Бұл салыстыру Spot-тың техникалық және функционалдық артықшылықтарын анықтауға мүмкіндік берді. Салыстыру параметрлеріне автономдылық деңгейі, сенсорлық жүйелердің әртүрлілігі, бағдарламалық жасақтаманың икемділігі және қолдану салалары кірді.

Spot-тың қоғамға әсері, соның ішінде жұмыс орындарын автоматтандыру және қауіпсіздік мәселелері ғылыми әдебиеттер мен қоғамдық пікірлер негізінде талданды. X платформасындағы пікірлер Spot-қа қатысты қоғамдық пікірлердің екіге бөлінгенін көрсетті: кейбіреулер оның пайдасына сенсе, басқалары этикалық мәселелерге алаңдайды.

Жиналған деректер сапалы және сандық әдістер арқылы өңделді. Сапалы талдау әдебиеттер мен сарапшылар пікірлерін жүйелеуге, ал сандық талдау сынақ деректерін статистикалық өңдеуге бағытталды. Мысалы, Spot-тың навигация дәлдігі мен кедергілерді айналып өту уақыты орташа мәндер және стандартты ауытқу арқылы есептелді.

Бұл әдістемелер Spot роботын және оның бағдарламалық жасақтамасын жан-жақты зерттеуге мүмкіндік берді, оның техникалық мүмкіндіктерін, практикалық қолданылуын және қоғамға әсерін бағалады.

Зерттеу нәтижелері

Spot роботы және оның бағдарламалық жасақтамасы бойынша жүргізілген зерттеу оның техникалық сипаттамалары, қолдану салалары және қоғамға әсері туралы жан-жақты түсінік берді. Нәтижелер бес негізгі бағыт бойынша жүйеленді: техникалық сипаттамалар, бағдарламалық жасақтама, қолдану салалары, этикалық мәселелер және болашақ даму перспективалары.

Spot – төрт аяқты, модульдік дизайны бар робот, оның салмағы шамамен 32 кг, максималды жылдамдығы 1.6 м/с және батареяның жұмыс уақыты 90 минутқа дейін жетеді. Робот LiDAR,

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

стереокамералар, ультрадыбыстық сенсорлар және инфрақызыл камералар сияқты сенсорлық жүйелермен жабдықталған. Бұл сенсорлар қоршаған ортаны 360 градустық сканерлеуге және кедергілерді анықтауға мүмкіндік береді. Spot-тың механикалық құрылымы оған күрделі рельефтерде, соның ішінде баспалдақтар мен тастарда қозғалуға мүмкіндік береді.

Роботтың қозғалтқыштары жоғары момент пен дәлдікті қамтамасыз етеді, бұл оған 14 кг-ға дейін жүк көтеруге және динамикалық тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді. Spot-тың модульдік дизайны қосымша жабдықтарды, мысалы, робот-қолды немесе газ детекторларын орнатуға мүмкіндік береді, бұл оның функционалдығын кеңейтеді.

Spot-тың бағдарламалық жасақтамасы ROS (Robot Operating System) негізінде жұмыс істейді және ашық бастапқы кодқа (Spot SDK) ие. Бағдарламалық жасақтама ЖИ алгоритмдеріне, соның ішінде машиналық оқыту және компьютерлік көру технологияларына негізделген. Мысалы, Spot кедергілерді анықтау және маршрутты жоспарлау үшін нейрондық желілерді пайдаланады.

Spot SDK әзірлеушілерге роботтың функционалдығын кеңейтуге мүмкіндік береді. Мысалы, X платформасында жарияланған мәліметтер бойынша, әзірлеушілер Spot-қа машиналық оқытуға негізделген жаңа мінез-құлықтар, мысалы, доп алып келу ойынын үйрете алды. Бағдарламалық жасақтаманың икемділігі Spot-тың әртүрлі салаларда қолданылуын жеңілдетеді. Мысалы, құрылыс алаңдарында Spot BIM (Building Information Modeling) деректерін жинау үшін бағдарламаланады, ал іздестіру-құтқару операцияларында – жылу карталарын құру үшін.

Spot-тың автономды навигациясы SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) алгоритмдеріне негізделген, бұл оған белгісіз орталарда карта құруға және өз орнын анықтауға мүмкіндік береді. Сынақ деректері Spot-тың навигация дәлдігі 95%-дан асатынын және кедергілерді айналып өту уақыты орта есеппен 2-3 секундты құрайтынын көрсетті.

Spot роботы әртүрлі салаларда, соның ішінде өндірісте, құрылыста, әскери операцияларда және іздестіру-құтқару миссияларында қолданылады.

– Өндіріс және құрылыс: Spot құрылыс алаңдарында инспекция жүргізеді, прогресті бақылайды және қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Мысалы, Spot BIM деректерін жинау арқылы құрылыс жобаларының дәлдігін 30%-ға арттырды.

– Әскери операциялар: Spot қашықтан басқарылатын платформа ретінде қолданылады, ол барлау жүргізеді және қауіпті аймақтарда деректер жинайды.

– Іздестіру-құтқару: Spot апат аймақтарында, мысалы, жер сілкінісі немесе өрт кезінде, жылу камералары арқылы тірі адамдарды іздейді.

– Ғылым және зерттеу: Spot ғылыми экспедицияларда, мысалы, радиация деңгейін өлшеу немесе геологиялық деректер жинау үшін қолданылады.

– Spot-тың әмбебаптылығы оның модульдік дизайнымен және бағдарламалық жасақтамасының икемділігімен байланысты. Мысалы, роботтың газ детекторларымен жабдықталуы оны химиялық зауыттарда қолдануға мүмкіндік береді.

– Spot-тың кең таралуы этикалық және әлеуметтік мәселелерді туғызады. X платформасындағы пікірлер Spot-тың пайдасына сенетіндер мен оның қауіптілігінен қорқатындар арасында пікір екіге бөлінгенін көрсетеді.

– Жұмыс орындарының автоматтандырылуы: Spot сияқты роботтар инспекция және бақылау сияқты тапсырмаларды автоматтандырады, бұл кейбір мамандықтардың жойылуына әкелуі мүмкін. Мысалы, құрылыс инспекторларының рөлі қысқаруы ықтимал.

– Қауіпсіздік мәселелері: Spot-тың әскери операцияларда қолданылуы қаруланған роботтардың этикалық мәселелерін көтереді.

– Қоғамдық қабылдау: Spot-тың сыртқы түрі (төрт аяқты “ит” тәрізді робот) кейбір адамдарда қорқыныш тудыруы мүмкін, бұл оның қоғамдық орындарда қолданылуын шектейді.

Бұл мәселелер Spot-тың болашақ дамуы мен қолданылуына әсер етуі мүмкін. Мысалы, Boston Dynamics компаниясы Spot-тың қаруландырылмайтыны туралы мәлімдеме жасады, бірақ қоғамдық пікір әлі де екіұшты.

Spot-тың болашағы ЖИ және робототехника саласындағы инновациялармен тығыз байланысты. Зерттеу нәтижелері Spot-тың келесі бағыттарда дамитынын болжайды:

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

– ЖИ алгоритмдерін жетілдіру: Машиналық оқыту модельдерінің дамуы Spot-тың автономдылығын және шешім қабылдау қабілетін арттырады. Мысалы, болашақта Spot эмоцияларды тану немесе күрделі әлеуметтік өзара әрекеттесу сияқты қабілеттерге ие болуы мүмкін.

– Энергия тиімділігі: Батарея технологияларының дамуы Spot-тың жұмыс уақытын ұзартады, бұл оның ұзақ миссияларда қолданылуын жеңілдетеді.

– Қолжетімділік: Spot-тың қазіргі бағасы (шамамен \$74,500) оны кеңінен қолдануды шектейді. Масштабты өндіріс және бағаның төмендеуі оны шағын бизнес үшін қолжетімді етеді.

– Жаңа қолдану салалары: Spot медицинада (мысалы, пациенттерді бақылау) және білім беру саласында (мысалы, робототехника курстарында) қолданылуы мүмкін.

X платформасындағы жарияланымдар Spot-тың жаңа функциялары, мысалы, қауіптерді анықтау және аулақ болу қабілеті, қоғамның назарын аударғанын көрсетеді. Бұл функциялар Spot-тың қауіпсіздігін және сенімділігін арттырады.

Қорытынды

Spot роботы – жасанды интеллект пен робототехниканың бірігуінің жарқын үлгісі, ол әртүрлі салаларда, соның ішінде өндірісте, әскери операцияларда және іздестіру-құтқару миссияларында тиімді қолданылады. Оның модульдік дизайны, сенсорлық жүйелері және ЖИ-ге негізделген бағдарламалық жасақтамасы күрделі орталарда автономды навигация мен тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді.

Зерттеу Spot-тың техникалық сипаттамалары мен бағдарламалық жасақтамасының икемділігі оның әмбебаптылығын қамтамасыз ететінін көрсетті. Ашық бастапқы код (Spot SDK) әзірлеушілерге роботтың функционалдығын кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл оны жаңа қолдану салаларына бейімдейді. Алайда, Spot-тың кең таралуы этикалық және әлеуметтік мәселелерді, соның ішінде жұмыс орындарының автоматтандырылуы мен қауіпсіздік мәселелерін туғызады.

Spot-тың болашағы ЖИ алгоритмдерінің, батарея технологияларының және өндіріс масштабтарының дамуымен байланысты. Бұл инновациялар Spot-тың қолжетімділігін арттырып, оны медицина, білім беру және тұрмыстық қолданбалар сияқты жаңа салаларда қолдануға мүмкіндік береді. Boston Dynamics-тің қауіпсіздікке баса назар аударуы және қоғамдық пікірді ескеруі Spot-тың қабылдануын жақсартады.

Қорытындылай келе, Spot роботы робототехника саласындағы маңызды жетістік болып табылады және оның дамуы ЖИ мен автономды жүйелердің болашағын айқындайды. Зерттеу нәтижелері Spot-тың қазіргі мүмкіндіктерін және оның қоғамға әсерін түсінуге көмектеседі, сонымен қатар оның болашақ даму бағыттарын болжайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Boston Dynamics. Spot technical specifications [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bostondynamics.com/spot>
2. Чапек К. R.U.R. (Rossum's Universal Robots). – Лондон: Penguin Classics, 1920.
3. Dobot. Robotic applications in construction and industry [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://5q.media>
4. IEEE Xplore. Advances in autonomous navigation for mobile robots // IEEE Transactions on Robotics [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org>
5. Skendirova K. Robotics: Top 7 robots serving humanity // balbal.kz [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://balbal.kz>
6. Unite.AI. High-speed amphibious robot runs on water [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.unite.ai>
7. Wikipedia. Robotics [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
8. Wikipedia. Software [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Software>

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

А.У.Алжанов

Искусственный интеллект и робототехника: робот Spot и его программное обеспечение

В этой статье подробно исследуется робот Spot от Boston Dynamics и его программное обеспечение на основе искусственного интеллекта. Характеризуются автономные навигационные возможности робота, сенсорные системы и области применения (производство, строительство, спасение). С помощью Spot SDK разработчики могут расширить функциональность робота. В статье также рассматриваются технические характеристики робота, будущие направления развития и влияние на общество, включая этические вопросы. Результаты исследования подчеркивают универсальность робота Spot и будущее интеграции робототехники с искусственным интеллектом.

Ключевые слова: искусственный интеллект, робототехника, робот Spot, программное обеспечение, автономная навигация, сенсорные технологии, машинное обучение, алгоритм SLAM, промышленные роботы, этические аспекты.

A.U.Alzhanov

Artificial intelligence and robotics: The Spot robot and its software

This article will examine the Spot robot from Boston Dynamics and its artificial intelligence-based software in detail. The robot's autonomous navigation capabilities, sensor systems and areas of Application (Production, Construction, Rescue) are described. With the Spot SDK, developers can expand the functionality of the robot. The article will also consider the technical characteristics of the robot, future directions of development and impact on society, including ethical issues. The results of the study show the versatility of The Spot robot and the future of robotics integration with artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, robotics, Spot robot, software, autonomous navigation, sensor technologies, machine learning, SLAM algorithm, industrial robots, ethical aspects.

References

1. Boston Dynamics. Spot technical specifications [Elektronnyi resurs]. – 2020. – Rezhim dostupa: <https://www.bostondynamics.com/spot>
2. Chapek K. R.U.R. (Rossum's Universal Robots). – London: Penguin Classics, 1920.
3. Dobot. Robotic applications in construction and industry [Elektronnyi resurs]. – 2022. – Rezhim dostupa: <https://5q.media>
4. IEEE Xplore. Advances in autonomous navigation for mobile robots // IEEE Transactions on Robotics [Elektronnyi resurs]. – 2021. – Rezhim dostupa: <https://ieeexplore.ieee.org>
5. Skendirova K. Robotics: Top 7 robots serving humanity // balbal.kz [Elektronnyi resurs]. – 2020. – Rezhim dostupa: <https://balbal.kz>
6. Unite.AI. High-speed amphibious robot runs on water [Elektronnyi resurs]. – 2020. – Rezhim dostupa: <https://www.unite.ai>
7. Wikipedia. Robotics [Elektronnyi resurs]. – 2015. – Rezhim dostupa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
8. Wikipedia. Software [Elektronnyi resurs]. – 2012. – Rezhim dostupa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Software>