

Ж.Ж. Аширбеков¹, М.Н. Сатымбеков², М.С. Жасузак²

¹Военный институт Сухопутных войск им. С. Нурмагамбетова, Алматы, Казахстан

²КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

(E-mail: m.n.satymbekov@gmail.com)*

Перспективы применения алгоритмов машинного обучения в военной и спортивной стрельбе

В последние годы компьютерное зрение и технологии автоматизации стали неотъемлемой частью военной и спортивной подготовки, особенно в стрелковой подготовке. Современные стрельбища требуют высокой точности и автоматизированной системы подсчета очков. Целью данного исследования является создание системы стрельбища на основе алгоритмов компьютерного зрения и автоматического устройства смены мишеней с использованием многокопийного ролика, что сокращает промежуток между выстрелами. Настраиваемая нейронная сеть точно определяет попадания и анализирует результаты в режиме реального времени. Прототип системы повышает точность, автоматизирует процессы и повышает безопасность. Будущие цели включают интеграцию с учебными платформами и расширенную функциональность.

Ключевые слов: стрелковые тир, модернизация, мишень, нейронная сеть, военное обучение.

Введение

Обучение владению стрелковым оружием является важным навыком для каждого военнослужащего. Программы военной подготовки уделяют значительное количество времени обучению новобранцев и солдат обращению с оружием. Стрелковое оружие, такое как винтовки, пистолеты и пистолеты-пулеметы, считается индивидуальным переносным огнестрельным оружием. Для улучшения навыков обращения с оружием вооруженные силы планируют и проводят специализированную подготовку [1, 2, 3]. Одним из используемых методов является оценка стрельбы и ведение учета. Владение стрелковым оружием является важнейшим навыком для военнослужащих, что делает обучение владению оружием неотъемлемой частью программ подготовки. Традиционные методы обучения стрельбе часто основаны на ручном труде и подвержены человеческим ошибкам. После стрельбы результаты оцениваются и регистрируются вручную, что исключает полный анализ и исправление ошибок. Соответственно, этот процесс занимает определенное время для оценки результатов [4, 5, 6].



Однако в последние годы технологии компьютерного зрения и автоматизации активно внедряются в различные сферы, включая военную и спортивную подготовку. Современные стрельбища требуют не только высокой точности, но и эффективности, а также автоматизации процесса подсчета результатов. Модернизация стрельбища с использованием передовых технологий, таких как компьютерные алгоритмы и системы автоматического подсчета, позволяет существенно улучшить подготовку стрелков [7]. Такой подход позволяет минимизировать человеческий фактор, обеспечить более объективные и точные результаты и открыть новые перспективы в военной стрельбе. Перспективным направлением в этой области является использование искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО). Хотя эти методы активно используются в спортивной подготовке, их потенциал в военной сфере еще не полностью изучен. Автоматизированные системы на основе МО позволяют существенно улучшить подготовку солдат, предоставляя детальный анализ результатов их стрельбы, выявляя ошибки и оперативно их исправляя. Это обеспечивает обработку результатов исследований и разработок для определения показателей измерений с использованием автоматизации интеллектуального анализа данных [8].

Целью данного исследования является создание и внедрение более совершенной системы стрельбища, использующей алгоритмы компьютерного зрения и автоматизированную систему расчета результатов стрельбы. Данная система направлена на повышение точности оценки огневой подготовки стрелков, повышение удобства и эффективности тренировочного процесса, а также оптимизацию рутинных задач, связанных с управлением и анализом данных тренировок. Модернизация стрельбища призвана обеспечить объективную оценку способностей стрелков, сократить время, необходимое для проведения и анализа результатов стрельбы, и повысить безопасность учебной среды.

В основе системы лежит концепция использования вращающейся многокопийной мишени для автоматической смены мишеней, что сокращает время простоя между выстрелами и увеличивает пропускную способность стрельбища. Разработка прототипа механизма вращения и его интеграция с системой компьютерного зрения на основе модифицированной нейронной сети позволят точно распознавать попадания и учитывать их при расчете результатов стрельбы [9, 10, 11].

Методы исследования

Исследование основано на использовании современных технологий компьютерного зрения и автоматизации. Основными этапами исследования являются:

1. Анализ существующих решений: Проведен обзор существующих систем автоматической смены мишеней и подсчета очков на стрельбищах. Уделено внимание интеграции алгоритмов компьютерного зрения и нейронных сетей.

2. Разработка прототипа: Создан прототип системы, включающий автоматическую смену мишеней с использованием многокопийного рулона и модифицированную нейронную сеть для распознавания и анализа попаданий в режиме реального времени.

3. Тестирование и калибровка: Проведены эксперименты по оценке точности системы и ее способности сокращать время между выстрелами. Также снижено влияние человеческого фактора на оценку результатов.

4. Моделирование: Для оптимизации системы для точного распознавания выстрелов использованы математические модели и алгоритмы обработки изображений. Данные методы позволили создать систему, автоматизирующую процессы и повышающую эффективность обучения. Дальнейшее развитие системы будет включать разработку программного обеспечения для интеграции с тренировочными платформами, что позволит автоматизировать регистрацию результатов, анализировать действия стрелков и передавать данные в базы данных. Это позволит улучшить процесс обучения, сократить количество ошибок и обеспечить быструю обратную связь.

Основная часть

Данная работа предполагает разработку нескольких версий системы, которые можно будет адаптировать под разные типы стрельбищ.

Для учебных центров: Мы создадим базовую версию с необходимыми функциями для образовательных учреждений и учебных заведений, которым требуется доступное и удобное для пользователя решение.

Для профессиональных спортивных комплексов: Мы разработаем более продвинутые и многофункциональные версии для профессиональных стрелковых площадок и спортивных клубов, предлагающие повышенную точность и более широкий спектр возможностей. Для обеспечения гибкости и экономической эффективности мы реализуем модульный подход, позволяющий системе легко адаптироваться и расширяться в зависимости от конкретных потребностей каждого стрельбища или учебного заведения.

Для достижения этого наши исследования будут сосредоточены на таких ключевых областях, как:

- Разработка удобного интерфейса, который прост в навигации и понятен всем пользователям. - Оптимизация производительности системы для обеспечения быстрой и точной обработки данных.



- Реализация мер безопасности для защиты конфиденциальной информации и предотвращения несанкционированного доступа.

- Сотрудничество с отраслевыми экспертами для сбора отзывов и включения их предложений по улучшению.

Разработка концепции автоматической системы прицеливания: Проведение анализа существующих автоматических систем прицеливания, используемых в стрелковой подготовке. Определение основных требований к новой системе, включая точность распознавания попаданий, скорость смены цели и устойчивость к внешним воздействиям.

Таблица 1. Количество пробоин.

Количество пробоин	Расстояние в см от пробоин до	
	Вертикальной линии	Горизонтальной линии
1	13	52
2	3	44
3	0	35
4	27	39
5	8	28
6	17	33
7	20	22
8	3	13
9	35	15
10	24	0
Сумма деленная на число пробоин	$\frac{150}{10}=15$	$\frac{280}{10}=28$

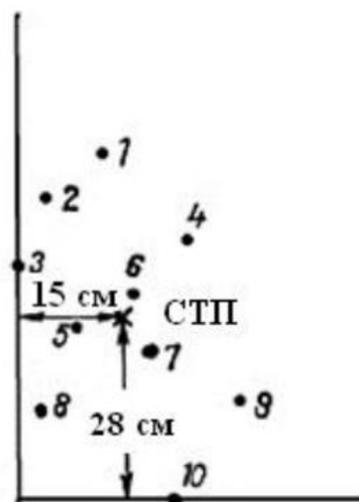


Рисунок 1. Определение положения средней точки попадания способом вычисления [11].

Рисунок 1 и на таблице 1 представлено процесс расчета средней точки попадания (МРП) на основе положения отверстий. Слева находится мишень с десятью отверстиями, пронумерованными от 1 до 10, которые соответствуют результатам стрельбы. Расстояние от каждого отверстия до двух осевых линий (вертикальной и горизонтальной) измеряется в сантиметрах и записывается. Справа представлен метод расчета МРП с использованием данных из отверстий. Таблица справа показывает информацию для каждого отверстия, включая его номер, расстояние от осевых линий в сантиметрах и общее расстояние для всех отверстий по каждой оси (вертикальной и горизонтальной). Последняя строка таблицы вычисляет среднее расстояние по каждой оси путем деления общего расстояния на количество отверстий, в результате чего значение МРП составляет 15 сантиметров по вертикальной оси и 28 сантиметров по горизонтальной оси. Эти значения указывают местоположение средней точки попадания на цель. Таким образом, этот расчет помогает определить точное положение МРП, что необходимо для анализа точности стрельбы и калибровки оружия. А на рисунке 2 представлено блок-схема системы оценки стрельбы, описывающую основные этапы процесса: от запуска системы до сбора данных о выстрелах, подсчета очков, обновления очков и, наконец, отображения результатов. Каждый блок представляет собой шаг, а стрелки указывают порядок событий.



Рисунок 2. Блок-схема системы подсчета очков за стрельбы.



Планируется улучшить систему оценкистрельбы, чтобы повысить ее точность. Таким образом, можно автоматически запускаться и калиброваться перед каждой сессией стрельбы, гарантируя правильную работу датчиков и камер и устраняя любые потенциальные ошибки. Во время самого процесса стрельбы высокоскоростные камеры будут фиксировать попадания на основе их траектории и внешних факторов. Затем усовершенствованные алгоритмы будут обрабатывать эти данные, отфильтровывая любые шумы или ошибки и предоставляя более точный счет. Очки будут рассчитываться на основе таких факторов, как точность, и эти очки будут проверяться для обеспечения точности. Система также могла бы обновлять счет в режиме реального времени, предоставляя обратную связь стрелку и сохраняя данные для последующего анализа. Кроме того, будущие разработки могут включать использование ИИ для анализа данных об оборудовании и создания мобильного приложения, которое позволит пользователям отслеживать свой прогресс в режиме реального времени.

Разработка концепции системы автоматических мишеней. Современные автоматические системы мишеней широко используются в тирах, но они требуют усовершенствования. Нам необходимо разработать систему, которая может автоматически заменять мишени после определенного количества выстрелов или при их износе, обеспечивая высокую точность выстрелов. Основные требования к этой системе включают автоматическую замену мишеней с использованием многоцелевого броска, использование алгоритмов компьютерного зрения для распознавания попаданий, а также стабильность и простоту интеграции с текущими тирами. Существующие решения, такие как интерактивные тир и системы автоматического возврата, имеют ограничения по своей функциональности. Наша цель — разработать более экономически эффективное решение, включающее автоматическую замену мишеней и точное распознавание выстрелов с использованием модифицированной нейронной сети.

Заключение

Модернизация стрельбища за счет использования алгоритмов компьютерного зрения и автоматизированной системы расчета результатов стрельбы представляет собой значительный шаг вперед в развитии подготовки стрелков. Внедрение этих современных технологий не только повышает точность и эффективность обучения, но и сам процесс становится более удобным, снижая влияние человеческой ошибки на оценку стрельбы. Разработка системы, которая автоматически меняет цели и точно распознает попадания на основе настраиваемой нейронной сети, открывает новые возможности для улучшения обучения и совершенствования навыков

стрелков. Эта система имеет потенциал для революционного изменения способа обучения стрелков, обеспечивая более точные и эффективные оценки и в конечном итоге приводя к лучшим результатам на соревнованиях.

Исследование показало, что существует необходимость в улучшении отрасли стрельбища, особенно с точки зрения автоматизации и точности оценок. Основной целью модернизации является создание интегрированной системы, которая может быстро и точно анализировать результаты стрельбы без вмешательства человека. Это существенно повысит эффективность обучения и сократит время, необходимое для смены целей и анализа данных. Дальнейшее развитие системы будет сосредоточено на ее интеграции с тренировочными платформами и расширении ее функциональности. Это будет включать моделирование различных сценариев стрельбы и повышение точности распознавания попаданий с помощью передовых алгоритмов компьютерного зрения.

Особое внимание будет уделено масштабируемости системы, чтобы ее можно было использовать как в учебных центрах, так и в профессиональных спортивных комплексах. Внедрение этих технологий представляет собой значительный шаг вперед для обучения стрельбе, предоставляя более точные, современные и функциональные решения, которые отвечают текущим требованиям и закладывают основу для будущих инноваций в этой области.

Благодарность. Данная работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

References:

1. Borander, A.K., A. Voie, K. Longva, T.E. as well as others. as well as others. (2017). Military small arms fire in association with acute decrements in lung function. *Occup Environ Med.* 74 (9) P. 639-644. [Electronic resource]. – URL: [https:// doi. org/ 10. 1136/oemed-2016-104207](https://doi.org/10.1136/oemed-2016-104207) [In Engl].
2. Rezoanul,H., Nusrat Sh., Muhaimin, B., Abdur, R .& as well as others. (2023). AI-based small arms firing skill evaluation system in the military domain. *Defence Technology* Volume 29. November 164 p. [Electronic resource]. – URL: [https:// doi. org/10. 1016 /j. dt.2023.02.024](https://doi.org/10.1016/j.dt.2023.02.024). [In Engl].
3. Hatamleh, K.S., Khasawneh, Q.A., Sawaged, M.M. (2015). Evolutionary Low Cost Visual Shooting Practice System. *International Symposium on Mechatronics and Its Applications (ISMA)*. IEEE.
4. Xinnan, F., Qianqian, C., Penghua, D., Xuewu, Zh. (2009). Design of Automatic Target Scoring System of Shooting Game based on Computer Vision. *International Conference on Automation and Logistics*. IEEE.
5. Lin, Y.C., Miaou, S.G., Cheng, L., Chen, S.L. (2015). An Automatic Scoring System for Air Pistol Shooting Competition Based on Image Recognition of Target Sheets. *International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW)*. IEEE.



6. Ying, S., Gang, W., and Yaojun, W. (2011). The Application of Information Technology in Sports Training. International Conference on Future Computer Science and Education. IEEE.
7. López, A. and Cuevas, F. J. (2018). Automatic multi-circle detection on images using the teaching learning based optimisation algorithm. vol. 12, no. 8. P. 1188–1199.
8. Mittal, M., Verma, A., Kaur, I. & as well as others (2019). «An efficient edge detection approach to provide better edge connectivity for image analysis» IEEE Access, vol. 7. P. 33240–33255.
9. Ye, C., Mi, H. (2011). «The technology of image processing used in automatic target-scoring system», in Proc. 4th Int. Joint Conf. Comput. Sci. Optim., Apr.P. 249–352.
10. Jattala, I. (2014). «Wireless sensor network (WSN) based automatic firing practice system (AFPS) for training of law enforcement agencies (LEAS)», Int. J. Digit. Inf. Wireless Commun. vol. 4. no. 4. P. 408–417.
11. (1984). Nastavleniye po strelkovomu delu. Osnovy strel'by iz strelkovogo oruzhiya. [Instruction on shooting. Fundamentals of shooting from small arms]. – М.: Voentizdat. 176 p.

Ж.Ж. Аширбеков, М.Н. Сатымбеков, М.С. Жасұзақ

Әскери және спорттық атуда Машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану перспективалары

Соңғы жылдары атыс жаттығуларын компьютерлік көру және автоматтандыру технологиялары әскери және спорттық дайындықтың ажырамас бөлігіне айналды.

Қазіргі заманғы атыс алаңдары жоғары дәлдікті және автоматтандырылған ұпай жүйесін қажет етеді. Бұл зерттеудің мақсаты-компьютерлік көру алгоритмдері мен көп көшірмелі роликті қолдана отырып, нысананы автоматты түрде өзгерту құрылғысы негізінде атыс алаңын құру, бұл кадрлар арасындағы алшақтықты азайтады. Реттелетін нейрондық желі хиттерді дәл анықтайды және нәтижелерді нақты уақыт режимінде талдайды. Жүйенің прототипі дәлдікті жақсартады, процестерді автоматтандырады және қауіпсіздікті жақсартады. Болашақ мақсаттарға оқу платформаларымен Интеграция және кеңейтілген функционалдылық кіреді.

Кілт сөздер: атыс сызықтары, модернизация, нысана, нейрондық желі, әскери дайындық.

Zh.Zh. Ashirbekov, M.N. Satymbekov, M.S. Zhasuzak

Prospects for the application of machine learning algorithms in military and sports shooting

In recent years, computer vision and automation technologies have become an integral part of military and sports training, especially in shooting training. Modern shooting ranges require high accuracy and an automated scoring system. The purpose of this study is to create a shooting range system based on computer vision algorithms and an automatic target changer using a multi-copy roller, which reduces the gap between shots. A configurable neural network accurately detects hits and analyzes the results in real time. The prototype system improves accuracy,



automates processes and increases safety. Future goals include integration with learning platforms and enhanced functionality.

Keywords: shooting ranges, modernization, target, neural network, military training.

Список литературы:

1. Borander A.K., Voie K. Longva T.E. as well as others. Sikkeland. Military small arms fire in association with acute decrements in lung function. *Occup Environ Med*, 74 (9) P.639-644. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.113> (дата обращения 08.08. 24).

2. Rezoanul H., Nusrat Sh., Muhaimin B., Abdur R. as well as others. AI-based small arms firing skill evaluation system in the military domain. *Defence Technology Volume 29*. November 2023 P.164-180. [Electronic resource]. – URL:[https://doi.org/10.1016/ .dt. 2023.02.024](https://doi.org/10.1016/j.dt.2023.02.024)<https://doi.org/10.1136/oemed-2016> (дата обращения 08.08. 24)/

3. Hatamleh K.S, Khasawneh Q.A. as well as others.. Evolutionary Low Cost Visual Shooting Practice System. *International Symposium on Mechatronics and Its Applications (ISMA)*. IEEE (2015).

4. Xinnan F., Qianqian C., Penghua D., Xuewu Zh. Design of Automatic Target Scoring System of Shooting Game based on Computer Vision. *International Conference on Automation and Logistics*. IEEE. (2009).

5. Lin Y.C., Miaou S.G., Cheng L., Chen S.L. An Automatic Scoring System for Air Pistol Shooting Competition Based on Image Recognition of Target Sheets. *International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW)*. IEEE. 2015.

6. Ying S., Gang W. and Yaojun W. The Application of Information Technology in Sports Training. *International Conference on Future Computer Science and Education*. IEEE.2011.

7. López A. and Cuevas F. J. «Automatic multi-circle detection on images using the teaching learning based optimisation algorithm». *IET Comput. Vis.*, vol. 12, no. 8. P. 1188–1199. Dec. 2018.

8. Mittal M., Verma A., Kaur I. & as well as others. «An efficient edge detection approach to provide better edge connectivity for image analysis» *IEEE Access*, vol. 7. P. 33240–33255.2019.

9. Ye C., Mi H. «The technology of image processing used in automatic target-scoring system» in *Proc. 4th Int. Joint Conf. Comput. Sci. Optim.*, Apr. 2011. P. 249–352.

10 Jattala I. «Wireless sensor network (WSN) based automatic firing practice system (AFPS) for training of law ernforcement agencies (LEAS)» *Int. J. Digit. Inf. Wireless Commun.*, vol. 4. no. 4. P. 408–417. 2014.

11. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия. – М.: Воениздат, 1984. – 176 с.

Аширбеков Жасұлан Жасұзакович	инженерлік әскерлер және радиациялық, химиялық және биологиялық қорғау кафедрасының доценті, С. Нұрмағамбетов атындағы Құрлық әскерлері Әскери институты, Алматы, Қазақстан
Аширбеков Жасұлан Жасузакович	доцент кафедрасы инженерных войск и радиационной, химической и биологической защиты, Военный институт Сухопутных войск им. С. Нурмагамбетова, Алматы, Казахстан



Ashirbekov Zhasulan		associate professor of the Department of engineering troops and Radiation, Chemical and biological protection, Military Institute of Land Forces named after S. Nurmagambetov, Almaty, Kazakhstan
Сатымбеков Нұрғалиұлы	Мақсатбек	компьютерлік ғылымдар кафедрасының меңгерушісі. м.а. доцент. Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан.
Сатымбеков Нурғалиулы	Максатбек	зам.зав.каф. компьютерных наук, И.о. доцента, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Satymbekov Maksatbek		head of the department, associate professor. Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
Жасұзақ Мұхтар Сакенұлы		оқытушы, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан
Жасузак Мухтар Сакенулы		преподаватель, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Zhasuzak Muhtar		teacher, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan