

Nowoczesna technologia w procesie wyszkolenia strzeleckiego – zastosowanie systemu Mantis X. Analiza technologii wspierającej rozwój umiejętności strzeleckich

Zofia Mazur

dr, Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie
<https://orcid.org/0000-0002-1899-4926>

Michał Sitarski

dr, Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie
<https://orcid.org/0009-0008-9119-9663>

Wprowadzenie

Współczesne wyzwania związane z bezpieczeństwem wewnętrznym oraz obronnością państwa wymagają nowoczesnego podejścia do kształcenia kompetencji obronnych już na poziomie edukacji szkolnej. Jednym z istotnych elementów w procesie przygotowania obywateli do działań w sytuacjach kryzysowych jest szkolenie strzeleckie, które od 2022 r. zostało włączone do podstawy programowej przedmiotu edukacja dla bezpieczeństwa¹. Zgodnie z nowymi wytycznymi Ministerstwa Edukacji i Nauki uczniowie pierwszych klas szkół ponadpodstawowych powinni zdobywać umiejętności bezpiecznego posługiwania się bronią oraz poznawać zasady celnego strzelania w warunkach kontrolowanych.

¹ Podstawa programowa przedmiotu edukacja dla bezpieczeństwa dla IV etapu edukacyjnego – szkoły ponadpodstawowe, Dz.U. MEiN z dnia 1 września 2022 r.

Z uwagi na ograniczenia organizacyjne i kwestie bezpieczeństwa coraz większą rolę w procesie dydaktycznym odgrywają narzędzia treningowe wykorzystujące nowoczesne technologie. Jednym z nich jest system Mantis X – zaawansowany analizator ruchu broni palnej, pozwalający na precyzyjne śledzenie parametrów oddawania strzałów oraz monitorowanie błędów popełnianych przez strzelca. System ten znajduje zastosowanie zarówno w szkoleniu służb mundurowych, jak i w treningu cywilnym oraz edukacji młodzieży². Celem artykułu jest analiza możliwości wykorzystania systemu Mantis X jako nowoczesnego narzędzia wspomagającego realizację założeń podstawy programowej z zakresu edukacji obronnej³. Przedstawiono techniczne aspekty działania systemu oraz możliwości praktycznego zastosowania go w środowisku szkolnym i akademickim, z uwzględnieniem potencjalnych korzyści dydaktycznych, efektywności nauczania oraz stopnia zaangażowania uczniów w proces kształcenia.

Technologia Mantis X: zasada działania i szczegóły techniczne

Technologia Mantis X to zaawansowany system analityczny wykorzystywany w treningu strzeleckim. Jego zadaniem jest pomiar i analiza ruchów broni palnej podczas operowania nią przez strzelca. System korzysta z technologii znanej z IMU (*inertial measurement unit*) – takiej samej, jaką stosuje się m.in. w lotnictwie, smartfonach czy samochodach autonomicznych (fotografia 1).

System Mantis X wykorzystuje zestaw akcelerometrów (mierzących przyspieszenia w trzech osiach), żyroskopów (mierzących prędkości kątowe), czasem też magnetometrów (kompas cyfrowy, zależnie od modelu). Czujniki tworzą moduł 9-DOF IMU (*degrees of freedom IMU*), który śledzi ruch broni przed strzałem, w momencie oddawania strzału (jeśli następuje) i po nim.

Widok śladu pokazuje szczegółowy ślad ruchu broni. Niebieską linią jest oznaczony ruch broni podczas celowania, żółtą ruchy podczas pociągnięcia za spust, a czerwoną odrzut po wystrzale (fotografia 2).

² W. Świdorski, T. Głogowski, *Analiza możliwości oceny efektywności symulatorów szkoleniowych na podstawie systemu Śnieżnik*, „Problemy Techniki Uzbrojenia” 2019, z. 151, nr 3, s. 31–43.

³ System Mantis X jest wykorzystywany, jako specjalistyczne narzędzie wspomagające proces dydaktyczny, podczas zajęć strzeleckich ze studentami kierunku studiów Bezpieczeństwo narodowe i Bezpieczeństwo wewnętrzne realizowanych na Uniwersytecie Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie. System wspomaga nauczyciela w obiektywnej analizie parametrów technicznych strzału oraz ocenie poprawności czynności strzeleckich wykonywanych przez uczestników zajęć. Techniczne wsparcie treningu strzeleckiego przyczyniać się ma do podnoszenia umiejętności strzeleckich studentów.

Fotografia 1. Pistolet centralnego zapłonu CZ P10 C z zamontowanym systemem Mantis X



Źródło: materiały własne.

Fotografia 2. Analiza ruchów broni w systemie Mantis X

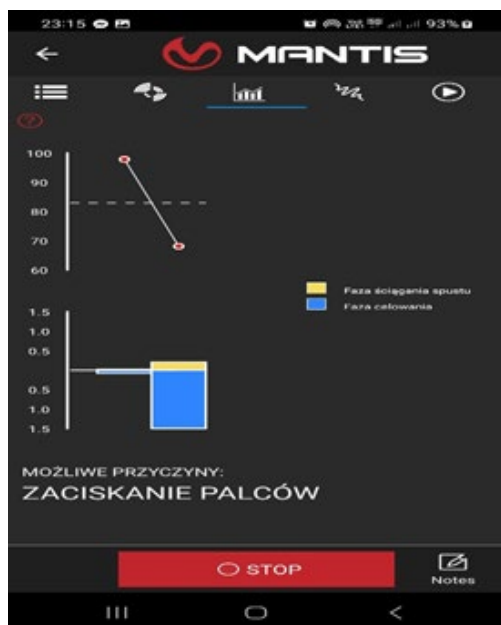


Źródło: materiały własne.

Na wykresie ruchu widoczne są dane dotyczące liczby ruchów wykonanych podczas celowania i ściągania spustu przed oddaniem strzału. Kluczem do oddania dobrego, celnego strzału jest zminimalizowanie ruchów broni (fotografia 3).

Wykres radarowy mapuje z kolei ruch spustu każdego strzału, aby zidentyfikować błędne wzorce zachowań. Mantis X analizuje te dane i podaje prawdopodobną przyczynę błędu (fotografia 4).

Fotografia 3. Wykres ruchu broni



Źródło: materiały własne.

Fotografia 4. Wykres radarowy systemu Mantis X



Źródło: materiały własne.

Dane są zbierane z częstotliwością 500–1000 Hz, zależnie od modelu (X2, X3, X10 Elite). Czujnik łączy się z aplikacją mobilną przez BLE (*Bluetooth Low Energy*) – transmisja następuje niemal w czasie rzeczywistym.

Ruchy są analizowane za pomocą algorytmów opartych na fizyce ruchu i wzorach błędów strzeleckich. System porównuje dane z wcześniej zidentyfikowanymi typowymi błędami strzeleckimi (takimi jak ściągnięcie broni w dół, *flinch*, nacisk z boku). Na tej podstawie generowany jest *score* strzału (w skali 0–100) oraz schemat błędu (np. mapa błędów).

Urządzenie rejestruje najmniejsze ruchy broni, analizując stabilność celowania i dynamikę strzału. Dane przesyłane są w czasie rzeczywistym do aplikacji, w której są wizualizowane w postaci wykresów i raportów. Aplikacja umożliwia także dostosowanie ćwiczeń do poziomu umiejętności użytkownika. Czujnik zasilany jest akumulatorem litowo-polimerowym, ładowanym za pomocą kabla micro USB. Parametry techniczne modelu X10 Elite zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Dane techniczne – wybrane parametry modelu X10 Elite

Cecha	Opis
Czujniki	trzyosiowy akcelerometr, żyroskop, magnetometr
Częstotliwość próbkowania	do 1000 Hz
Łączność	BLE
Zasięg transmisji	do 10 m
Waga	~14 g
Czas pracy na baterii	do 20 godzin
Zasilanie	micro USB ładowanie
Tryby analizy	<i>dry fire</i> , <i>live fire</i> , CO ₂ , <i>airsoft</i>
Dodatkowe funkcje	analiza doboru broni z kabury, analiza odrzutu i podrzutu broni, ewaluacja treningu, timer strzelecki

Źródło: opracowanie własne na podstawie informacji producenta.

Zastosowanie w praktyce

Mantis X znajduje zastosowanie w różnych scenariuszach treningowych: w treningu na sucho, treningu dynamicznym, w doskonaleniu techniki. System umożliwia symulację strzałów bez użycia amunicji, co obniża koszty i pozwala na regularne ćwiczenia w dowolnym miejscu. Analiza ruchów broni jest równie precyzyjna jak podczas strzelania z amunicją. W warunkach taktycznych, takich jak symulacje bojowe, Mantis X pozwala na ocenę oddawania strzałów w dynamicznych sytuacjach. System pomaga również w doskonaleniu techniki. Identyfikuje błędy, takie jak szarpanie spustu czy niestabilny chwyt, dostarczając szczegółowych wskazówek dotyczących korekty.

Mantis X wyróżnia się na tle innych systemów, takich jak SCATT czy LaserHIT, dzięki swojej wszechstronności i przystępnej cenie. Porównanie informacji dotyczących wybranych systemów treningu strzeleckiego przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Porównanie konkurencyjnych systemów treningu strzeleckiego

System	Funkcje	Cena	Zastosowanie
Mantis X	analiza ruchu, trening na sucho i z amunicją	150–250 EUR	broń krótka, długa
SCATT	symulacja strzałów, analiza celności	600+ EUR	głównie broń długa
LaserHIT	trening na sucho z laserem	100–150 EUR	broń krótka

Źródło: opracowanie własne na podstawie kart katalogowych produktów.

Badania wykazały, że regularne korzystanie z systemu Mantis X pozwala na 20–30% szybsze postępy w nauce strzelectwa w porównaniu z tradycyjnymi metodami. Pomaga również w redukcji błędów technicznych, takich jak nieprawidłowe naciśnięcie spustu, a także zwiększeniu świadomości techniki dzięki natychmiastowej informacji zwrotnej.

Producent Mantis X przeanalizował dane z ponad 10 milionów strzałów oddanych przez użytkowników systemu. Według tych statystyk 94% strzelców zauważyło poprawę wyników po zaledwie 20 minutach treningu z wykorzystaniem systemu⁴.

W recenzji opublikowanej przez *Sniper's Hide* stwierdzono, że Mantis X10 Elite dostarcza istotnych danych na temat techniki strzelania, wspiera bowiem analizę powtarzalności, monitoruje pracę spustu i odrzut broni⁵. Recenzent zaznaczył, że narzędzie to istotnie przyczynia się do poprawy techniki nawet u doświadczonych strzelców.

Również na portalu *Tactical Hyve* podkreślono, że system pozwala na precyzyjną diagnozę błędów, takich jak *flinching*, *anticipation* czy błędne ściąganie spustu. Dane rejestrowane przez Mantis X korelują z rzeczywistymi wynikami na tarczy, co stanowi o jego przydatności jako narzędzia treningowego⁶.

Chociaż nie ma jeszcze wyników formalnych badań naukowych (opublikowanych w czasopiśmie naukowych z dziedziny sportu, wojskowości czy ergonomii), dane udostępnione przez producenta i szczegółowe recenzje branżowe potwierdzają, że Mantis X jest skutecznym narzędziem wspomagającym proces nauki i doskonalenia strzelectwa. Może być szczególnie przydatny w analizie błędów technicznych i ćwiczeniu powtarzalnej techniki.

⁴ *What Can We Learn from 10 Million Shots?*, Mantis, <https://mantisx.com/pages/10-million> [dostęp: 1.05.2025].

⁵ *Mantis X10 Elite Shooting Performance System Review*, Sniper's Hide, <https://www.sniper-shide.com/precision-rifle/mantis-x10-elite-shooting-performance-system-review> [dostęp: 1.05.2025].

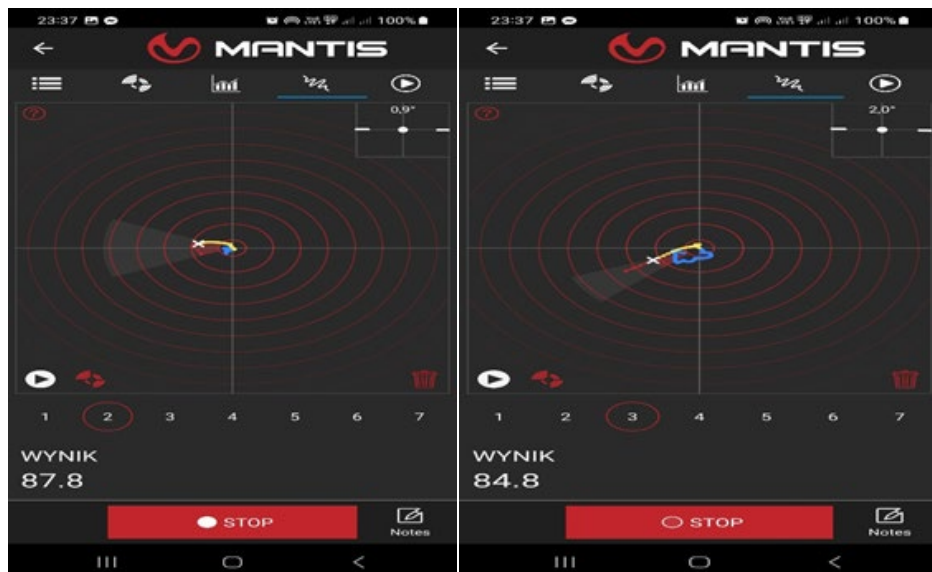
⁶ *Mantis X10 Elite Review: A Must-Have Shooting Trainer?*, Tactical Hyve, <https://tacticalhyve.com/mantis-x10-elite-review> [dostęp: 1.05.2025].

Wśród zalet systemu należy wymienić jego wszechstronność (może być używany do treningu na sucho i z amunicją). Istotna jest również intuicyjna obsługa i szczegółowa analiza danych. W porównaniu z innymi systemami Mantis X ma też przystępną cenę. Do jego montażu wymagana jest jednak szyna Picatinny. Korzystanie z urządzenia nie zastępuje także pełnego treningu z instruktorem.

Jako uzupełnienie omówienia praktycznego zastosowania Mantis X opracowano przykład sesji treningowej z wykorzystaniem systemu – *Precyzja i kontrola spustu*. Wziął w niej udział student bezpieczeństwa narodowego. Celem sesji jest poprawa płynności ściągania języka spustowego oraz stabilności chwytu broni. Trening powinien trwać 20–30 minut. Wymagany wyposażeniem jest broń palna lub treningowa (np. z atrapą spustu, *airsoft*, *laser dry fire*). Oto etapy treningu:

1. Rozgrzewka – *dry fire* (5 minut):
 - ćwiczenie: 10 strzałów kontrolnych w postawie statycznej;
 - tryb w aplikacji: *Open Training*;
 - cel: uzyskanie stabilnego wyniku ponad 85 punktów za każdy strzał;
 - obserwacje: należy sprawdzić wykres ruchu przed strzałem i po nim; upewnić się, że nie „zrywa się” spustu – system wykazał za płytko ułożony palec na spuście i zbyt mocne zaciskanie chwytu na broni (fotografia 5), a po korekcie nie wykazał błędów, strzał został uznany za prawidłowy (fotografia 6).
2. Ćwiczenie 1 – powolne ściąganie spustu (10 minut):
 - tryb: *Shot Analysis*;
 - zasada: bardzo powolne ściąganie spustu, bez oddania strzału (jeśli to możliwe);
 - cel: utrzymać broń maksymalnie nieruchomo, skupić się na mięśniach palca;
 - liczba powtórzeń: 3 serie po 10 powtórzeń;
 - wskazówki: należy zwrócić uwagę, czy ruchy broni są symetryczne i kontrolowane; należy unikać drżenia nadgarstka.
3. Ćwiczenie 2 – strzał z dobytca (opcjonalnie, 10 minut):
 - tryb: *Holster Draw Analysis* (dostępny w modelu X10);
 - cel: analiza toru ruchu broni podczas dobytca i oddania strzału;
 - liczba powtórzeń: 3 serie po 5 dobytach;
 - dodatkowo: aplikacja mierzy czas do pierwszego strzału oraz analizuje jakość strzału (przeprowadza ocenę techniczną).
4. Podsumowanie sesji – analiza wyników (5 minut):
 - przejrzanie wykresów i statystyk (fotografia 7);
 - zwrócenie uwagi na powtarzające się błędy (np. *push right*, *heeling*, *breaking wrist up*);
 - zapisanie sesji w aplikacji jako części dziennika treningowego.

Fotografia 5. Analiza ruchów broni na początku treningu



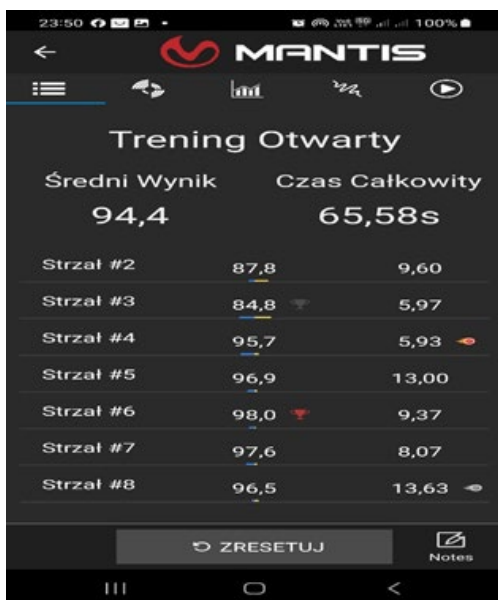
Źródło: materiały własne.

Fotografia 6. Analiza ruchów broni po korekcie błędów



Źródło: materiały własne.

Fotografia 7. Trening otwarty – wyniki



The screenshot shows the Mantis application interface on a smartphone. At the top, the status bar shows the time 23:50 and battery level 100%. The app header features the Mantis logo and navigation icons. The main title is 'Trening Otwarty'. Below it, two summary statistics are displayed: 'Średni Wynik' (Average Result) of 94,4 and 'Czas Całkowity' (Total Time) of 65,58s. A table follows, listing eight shots with their respective scores and times. Each score is accompanied by a small color-coded icon indicating performance. At the bottom, there is a 'ZRESETUJ' button and a 'Notes' icon.

	Średni Wynik	Czas Całkowity
	94,4	65,58s
Strzał #2	87,8	9,60
Strzał #3	84,8	5,97
Strzał #4	95,7	5,93
Strzał #5	96,9	13,00
Strzał #6	98,0	9,37
Strzał #7	97,6	8,07
Strzał #8	96,5	13,63

Źródło: materiały własne.

Po kilku sesjach uzyskano lepsze rezultaty w zakresie wyczucia pracy spustu. Udało się także zredukować liczbę błędów typu *flinching*. Trenujący wykazywał się większym skupieniem, wzrosła również powtarzalność celnych strzałów. Dzięki zastosowaniu systemu można analizować postępy w tygodniowych lub miesięcznych okresach.

Perspektywy rozwoju i integracji z innymi systemami

Systemy takie jak Mantis X mogą zostać rozszerzone o środowiska AR i VR, które umożliwiają immersyjny trening bez fizycznej obecności na strzelnicy. Jest to coraz częstszy kierunek w nowoczesnym szkoleniu wojskowym i policyjnym⁷.

System pozwala na wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym – podczas treningu z użyciem AR użytkownik może widzieć analizę ruchów broni i błędów (np. drżeń, szarpnięć spustu) bez konieczności patrzenia na wyświetlacz smartfona lub tabletu. AR może nałożyć w przestrzeni rzeczywistej wizualizację trajektorii strzału, punktów celowania i obszarów wymagających poprawy. Dostępny jest również feedback na żywo, np. komunikaty: „Zbyt mocny chwyt” lub „Nieprawidłowa praca spustu”, wyświetlane bezpośrednio w polu widzenia przez okulary AR (np. HoloLens).

⁷ P. Milgram, F. Kishino, *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, „IEICE Transactions on Information and Systems” 1994, vol. E77-D, s. 1321–1329, <https://doi.org/10.11.102.4646>.

Mantis X może być stosowany do przeprowadzania szkoleń strzeleckich w realistycznym środowisku z natychmiastową korektą błędów. Może także służyć do rozszerzenia treningów *dry fire* w domu – zamiast klasycznego celu widać interaktywne obiekty AR.

Możliwa jest również integracja systemu z rzeczywistością wirtualną i stworzenie w pełni wirtualnych środowisk treningowych. Mantis X można zintegrować z systemem VR (np. Meta Quest), w którym użytkownik trenuje w symulowanych warunkach: strzelnicy wojskowej, sytuacji CQB, obrony domu. System pozwala też na synchronizację ruchów realnej broni z VR – czujniki Mantis X analizują pracę ręki i spustu, a dane są odwzorowywane w wirtualnym świecie. Może również generować raporty efektywności, identyfikować błędy i porównywać sesje treningowe. Realizowanie realistycznych scenariuszy szkoleniowych bez potrzeby zużywania fizycznej amunicji, przeprowadzanie symulacji taktycznych z analizą indywidualnych wyników, trening psychologiczny (np. pod presją lub w symulowanych warunkach stresu) – to możliwe zastosowania systemu. Praktyczna integracja przebiega według schematu:

1. Użytkownik zakłada okulary AR lub gogle VR.
2. Podłącza czujnik Mantis X do broni lub repliki.
3. System analizuje dane z czujnika (pracę spustu, tor ruchu broni).
4. AR/VR wyświetla interaktywne informacje, wskazówki, symulacje celów.
5. Użytkownik otrzymuje raporty oraz korekty w czasie rzeczywistym.

Dzięki takiemu rozwiązaniu zwiększa się realizm i efektywność treningu. Bezpieczne, powtarzalne ćwiczenia można wykonywać bez potrzeby użycia ostrej amunicji. Dostępne są opcje automatycznej analizy i personalizacji treningu.

Dalsze zwiększanie użyteczności systemu może obejmować analizę wzorców ruchu i wyników strzeleckich w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem AI. Personalizacja planów treningowych i automatyczna diagnoza błędów również są możliwym kierunkiem rozwoju⁸. Personalizacja treningu jest wspierana przez algorytmy ML, które analizują dane z setek sesji użytkownika, aby dopasowywać ćwiczenia: automatycznie dobierać poziom ich trudności, sugerować konkretne ćwiczenia poprawiające kontrolę odrzutu, pracę spustu czy stabilizację chwytu. System może np. wykryć, że użytkownik regularnie zrywa strzały w lewo, proponuje wówczas zestaw ćwiczeń na kontrolę spustu i nacisku palca. Najpierw rozpoznaje jednak odpowiedni wzorec błędów dzięki procesowi *deep learning*, pozwalającemu na wykrywanie bardziej złożonych błędów, które nie są identyfikowane po pojedynczym odczycie. AI może rozpoznać objawy zmęczenia mięśni (na podstawie zmiany dynamiki ruchów), nieprawidłową technikę wyuczoną przez miesiące treningu, stres lub napięcie (analizuje mikrodrżania i zmienność ruchów). Cyfrowy trener AI w czasie rzeczywistym (to

⁸ B. Caramiaux, J. Françoise, W. Liu, T. Sanchez, F. Bevilacqua, *Machine Learning Approaches for Motor Learning: A Short Review*, „Frontiers in Computer Science” 2020, vol. 2: 16, <https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00016>.

kolejne udogodnienie) nie tylko przeprowadza analizy po treningu, ale także podaje wskazówki głosowe lub wizualne w czasie ćwiczeń, mówi np: „Zwolnij spust”, „Zbyt mocny nacisk kciuka”, „Popraw chwyt”, reaguje dynamicznie, tak jak instruktor.

Mantis X z AI uczy się z zachowania konkretnego użytkownika, rozpoznaje jego tempo nauki, tworzy indywidualny model rozwoju umiejętności strzeleckich, przewiduje prawdopodobne trudności. AI może np. zauważyć, że po trzecim magazynku użytkownik zaczyna robić więcej błędów, sugeruje więc przerwy lub zmianę ćwiczenia. Dzięki AI możliwa jest pełna ewaluacja prowadzonego treningu, porównywanie wyników użytkownika z bazą danych osiągnięć innych strzelców, w tej samej kategorii (ze względu na poziom lub typ broni) i z zawodnikami na wyższym poziomie (opracowywanie benchmarków rozwojowych). Możliwe są więc symulacje i predykcje wyników – AI przewiduje skuteczność użytkownika w zakładanych warunkach, prowadzi analizę, jak poradzi sobie w symulowanym scenariuszu stresowym. Integracja AI/ML w Mantis X może zmienić ten system z rejestratora błędów w inteligentnego trenera strzeleckiego, który uczy użytkownika, przewiduje błędy, personalizuje ćwiczenia, na bieżąco udziela porad i porównuje wyniki.

Integracja Mantis X z czujnikami typu *wearable*⁹ (np. IMU, EMG) może pozwolić na analizę biomechaniki strzelca: drgań mięśni, ruchów barku, ramienia i nadgarstka. Tego typu rozwiązania są już stosowane w rehabilitacji i sporcie wyczynowym¹⁰. Zaawansowana analiza biomechaniczna w systemie Mantis X to kolejny krok w kierunku profesjonalizacji i indywidualizacji treningu strzeleckiego. Obecnie Mantis X analizuje głównie ruchy broni i pracę spustu, ale rozszerzenie systemu o głębszą analizę biomechaniczną pozwoliłoby lepiej zrozumieć, jak ciało użytkownika, a nie tylko sama broń, wpływa na jakość strzału. Zaawansowane monitorowanie i interpretacja ruchu ciała, pracy mięśni i postawy strzelca z wykorzystaniem czujników i modeli fizjologicznych może obejmować pozycję ciała, balans i rozkład masy, ułożenie rąk, nadgarstków i barków, stabilność postawy w czasie strzału, drżenia i mikroruchy wynikające z napięcia mięśniowego (tabela 3).

Potencjalne funkcje zaawansowanej analizy biomechanicznej w Mantis X mogą obejmować śledzenie postawy i równowagi, w tym analizę ułożenia nóg, bioder i tułowia, za pomocą dodatkowych czujników (np. na biodrach lub butach). Informacją zwrotną mogłyby być komunikaty: „Zbyt duże przechylenie tułowia w lewo”, „Brak stabilizacji nóg”. Analizowana mogłaby być także praca rąk i nadgarstków w zakresie wykrywania sztywności lub zbyt luźnego chwytu, identyfikacji asymetrii w napięciu

⁹ J. Brzeziński, E. Gwiazdziński, *Wearable Devices in Digital Society: Recognition, Use of and Readiness for Use by Young Consumers*, „Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie” 2020, t. 48, nr 4, s. 13–25, <https://doi.org/10.25944/znmwse.2020.04.1325>.

¹⁰ C.E. Dadswell, C. Payton, P. Holmes, A. Burden, *Biomechanical Analysis of the Change in Pistol Shooting Format in Modern Pentathlon*, „Journal of Sports Sciences” 2013, vol. 31, no. 12, s. 1294–1301, <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.777762>.

mięśni między rękami (możliwy feedback: „Zbyt mocna praca lewej ręki”, „Zgięty nadgarstek – ryzyko podciągnięcia lufy”).

Przydatna byłaby również detekcja drżeń mięśniowych i zmęczenia. AI analizuje mikroruchy broni jako objaw przeciążenia lub stresu. Wczesne ostrzeżenie o spadku stabilności i jakości technicznej też byłoby pomocne. System mógłby ponadto analizować synchronizację ruchu ciała z cyklem oddawania strzału i oceniać, czy strzał został oddany w momencie największej stabilności, generując podpowiedzi typu: „Zatrzymaj oddech na 2 sekundy przed naciśnięciem spustu”, „Zbyt szybki powrót po odrzucie”.

Użytecznym rozwiązaniem byłaby także trójwymiarowa analiza toru ruchu i zastosowanie dodatkowych sensorów do stworzenia modelu 3D strzelca. Dzięki temu można by analizować tor lufy, pracę stóp, zmiany środka ciężkości.

Tabela 3. Przykłady integracji systemu

Komponent	Funkcja
Czujnik Mantis X	analiza ruchu broni i pracy spustu
Czujniki IMU na ciele	śledzenie postawy, rotacji tułowia, balansu ciała
Algorytmy biomechaniczne AI	identyfikacja nieoptymalnych wzorców ruchu
Aplikacja mobilna	wizualizacja danych (dotyczących postawy, linii lufy, balansu, napięcia mięśniowego)
Feedback audio/wideo	opracowywanie porad treningowych opartych na analizie biomechanicznej

Źródło: opracowanie własne.

Dzięki API i funkcjom eksportu danych Mantis X może stać się elementem kompleksowych systemów zarządzania szkoleniem w instytucjach publicznych (np. akademiach policyjnych czy jednostkach wojskowych)¹¹. Celem integracji z systemami szkoleniowymi służb mundurowych jest przede wszystkim zwiększenie precyzji i obiektywizmu oceny umiejętności strzeleckich. Dodatkową korzyścią jest automatyczne kontrolowanie użytecznych zmiennych: zbieranie danych z treningów, lepsze monitorowanie postępów szkolonych funkcjonariuszy i żołnierzy. Pozwoli to stworzyć indywidualne ścieżki rozwoju umiejętności strzeleckich.

Integracja z systemem zarządzania szkoleniami (*Learning Management System* – LMS), pozwalająca na eksport danych z Mantis X (plików CSV, API) do LMS, umożliwia łączenie wyników strzeleckich z konkretnym szkoleniem lub programem, a także automatyczne przypisywanie rekomendacji szkoleniowych na podstawie analizy Mantis. Z kolei dzięki integracji z systemami zarządzania personelem i ewidencją szkoleń można połączyć dane Mantis X z elektronicznymi kartami szkoleniowymi

¹¹ Integrated Training Environment Modernization Strategy Report, U.S. Army Futures Command 2021.

i rejestrować postępy jako element dokumentowania ścieżki kariery lub certyfikacji zawodowej.

W ramach integracji z aplikacjami mobilnymi lub tabletami szkoleniowymi użyteczna okazałaby się zapewne wspólna aplikacja do rejestrowania wyników, odczytywania notatek instruktora i oglądania wideo. Dostęp, i dla instruktora, i dla szkolonego, do publikowanych w czasie rzeczywistym wyników rejestrowanych przez system również należy uznać za istotny. Oto inne korzyści płynące z integracji:

- szybsza i trafniejsza ocena umiejętności;
- dostęp do obiektywnych danych wspierających decyzje o dopuszczeniu do służby lub określonych zadań;
- możliwość prowadzenia analiz porównawczych dotyczących jednostki, regionu, kraju;
- wzrost motywacji szkolonych – dzięki precyzyjnym informacjom zwrotnym.

Mantis X może również znaleźć zastosowanie w zakresie budowania społeczności i gamifikacji. Już teraz pozwala na analizę wyników i udział w wyzwaniach online. W przyszłości można się spodziewać wbudowanych trybów rywalizacji (*duel mode*), rankingów i indywidualnych statystyk wspierających motywację¹².

Podsumowanie

System Mantis X stanowi przełom w dziedzinie szkolenia strzeleckiego, wykorzystując nowoczesną technologię do opracowania efektywnego, mierzalnego i dostosowanego do użytkownika programu uczenia się. Jego największą wartością jest możliwość natychmiastowej analizy techniki strzału, co eliminuje konieczność formułowania przez instruktora subiektywnej oceny oraz pozwala na dokładną identyfikację błędów technicznych już na wczesnym etapie nauki.

Zastosowanie czujników inercyjnych (IMU), zaawansowanych algorytmów analitycznych oraz integracja z urządzeniami mobilnymi sprawia, że Mantis X nie tylko zwiększa skuteczność treningów, ale także umożliwia ich personalizację, adaptację do poziomu użytkownika i prowadzenie systematycznej ewaluacji postępów. System pozwala zarówno na trening w warunkach statycznych, jak i dynamicznych, przy użyciu broni krótkiej i długiej, a także w trybie *dry fire*, co znacznie obniża koszty i zmniejsza bariery organizacyjne dla użytkowników indywidualnych, służb mundurowych czy szkół strzeleckich.

W porównaniu z innymi systemami, jak SCATT czy LaserHIT, wyraźnie zaznacza się jego przewaga w zakresie wszechstronności, stosunku jakości do ceny oraz dostępnych funkcji analitycznych. Co więcej, potwierdzony wpływ na szybsze postępy w nauce, redukcję liczby błędów i poprawę świadomości technicznej czyni go narzędziem szczególnie przydatnym, zarówno dla początkujących, jak i zaawansowanych

¹² Mantis, www.mantisx.com [dostęp: 1.05.2025].

strzelców. Rozwój systemu w kierunku integracji z rozszerzoną (AR) i wirtualną rzeczywistością (VR) oraz wdrażanie elementów sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML) otwierają nowe perspektywy w zakresie szkoleń. Mantis X może w przyszłości pełnić funkcję nie tylko narzędzia analitycznego, ale także w pełni funkcjonalnego, wirtualnego trenera – dostosowującego plan treningowy do indywidualnych potrzeb, tempa nauki i poziomu zmęczenia użytkownika. Warto jednak podkreślić, że mimo wielu zalet system nie zastępuje w pełni klasycznego treningu z instruktorem oraz realnych warunków strzelania, szczególnie w sytuacjach bojowych czy pod wpływem stresu. Mantis X powinien być traktowany jako uzupełnienie i rozszerzenie procesu szkoleniowego.

Technologia Mantis X to przykład skutecznego wykorzystania zaawansowanej elektroniki w odpowiedzi na potrzeby szkoleniowe w dziedzinie strzelectwa. Jej dalszy rozwój, szczególnie w zakresie inteligentnej personalizacji i integracji z immersyjnymi środowiskami treningowymi, może istotnie zmienić sposób, w jaki w XXI w. zdobywa się i doskonali umiejętności strzeleckie. System ten wyznacza kierunek, w jakim zmierza nowoczesne szkolnictwo wojskowe, policyjne oraz cywilne.

Bibliografia

- Brzeziński J., Gwiazdziński E., *Wearable Devices in Digital Society: Recognition, Use of and Readiness for Use by Young Consumers*, „Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie” 2020, t. 48, nr 4, s. 13–25, <https://doi.org/10.25944/znmwse.2020.04.1325>.
- Caramiaux B., Françoise J., Liu W., Sanchez T., Bevilacqua F., *Machine Learning Approaches for Motor Learning: A Short Review*, „Frontiers in Computer Science” 2020, vol. 2: 16, <https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00016>.
- Dadswell C.E., Payton C., Holmes P., Burden A., *Biomechanical Analysis of the Change in Pistol Shooting Format in Modern Pentathlon*, „Journal of Sports Sciences” 2013, vol. 31, no. 12, s. 1294–1301, <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.777762>.
- Integrated Training Environment Modernization Strategy Report, U.S. Army Futures Command 2021.
- Mantis, www.mantisx.com [dostęp: 1.05.2025].
- Mantis X10 Elite Review: A Must-Have Shooting Trainer?*, Tactical Hyve, <https://tacticalhyve.com/mantis-x10-elite-review> [dostęp: 1.05.2025].
- Mantis X10 Elite Shooting Performance System Review*, Sniper's Hide, <https://www.sniper-shide.com/precision-rifle/mantis-x10-elite-shooting-performance-system-review> [dostęp: 1.05.2025].
- Milgram P., Kishino F., *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, „IEICE Transactions on Information and Systems” 1994, vol. E77-D, s. 1321–1329, <https://doi.org/10.1.1.102.4646>.
- Podstawa programowa przedmiotu edukacja dla bezpieczeństwa dla IV etapu edukacyjnego – szkoły ponadpodstawowe, Dz.U. MEiN z dnia 1 września 2022 r.
- Świdorski W., Głogowski T., *Analiza możliwości oceny efektywności symulatorów szkoleniowych na podstawie systemu Śnieżnik*, „Problemy Techniki Uzbrojenia” 2019, z. 151, nr 3, s. 31–43.
- What Can We Learn from 10 Million Shots?*, Mantis, <https://mantisx.com/pages/10-million> [dostęp: 1.05.2025].

Nowoczesna technologia w procesie wyszkolenia strzeleckiego – zastosowanie systemu Mantis X. Analiza technologii wspierającej rozwój umiejętności strzeleckich

Streszczenie

Współczesne technologie treningowe w strzelectwie, takie jak system Mantis X, rewolucjonizują proces nauki strzelania, oferując precyzyjną analizę techniki strzeleckiej w czasie rzeczywistym. Artykuł przedstawia techniczne aspekty działania Mantis X, jego zastosowanie w treningu na sucho (*dry fire*) i z użyciem amunicji, porównanie z innymi systemami oraz wpływ na efektywność nauki strzelectwa. Celem naukowym opracowania było przeprowadzenie analizy efektywności zastosowania systemu Mantis X jako nowoczesnego narzędzia wspierającego proces wyszkolenia strzeleckiego, ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na rozwój technicznych umiejętności strzeleckich użytkownika. Oceniono potencjał dydaktyczny tej technologii w kontekście kształcenia strzeleckiego w różnych środowiskach szkoleniowych: wojskowych, policyjnych, edukacyjnych (także w ramach realizacji podstawy programowej przedmiotu edukacja dla bezpieczeństwa). Analiza objęła także możliwości wykorzystania danych generowanych przez system do monitorowania postępów oraz korygowania błędów w czasie rzeczywistym. Podstawowym problemem badawczym było określenie, czy zastosowanie systemu Mantis X w procesie treningu strzeleckiego zwiększa efektywność nauczania w porównaniu z metodami tradycyjnymi.

Słowa kluczowe: Mantis X, szkolenie strzeleckie, czujniki inercyjne, technologia wojskowa, analiza biomechaniczna, trening *dry fire*, AI w szkoleniu

Modern Technology in Shooting Training – the Use of the Mantis X: Analysis of Technology that Supports the Development of Shooting Skills

Abstract

Modern training technologies in shooting sports, such as the Mantis X system, are revolutionizing the learning process by offering precise, real-time analysis of shooting techniques. This article presents the technical aspects of how Mantis X operates, its application in both dry fire and live fire training, comparisons with other systems, and its impact on the effectiveness of marksmanship training. The objective of this article is to analyze the effectiveness of using the Mantis X system as a modern tool supporting the shooting training process, with particular emphasis on its influence on the development of users' technical shooting skills. The article aims to assess the educational potential of this technology in the context of shooting instruction across various training environments – military, law enforcement and educational settings (including its use within the core curriculum of Education for Safety). The analysis also covers the system's ability to utilize data generated for monitoring progress and correcting errors in real time. The primary research question is whether the use of the Mantis X system in shooting training increases the effectiveness of instruction compared to traditional methods.

Keywords: Mantis X, shooting drill, shooting, pistol, nertial sensors, military technology, biomechanical analysis, dry fire training, AI in training

