

Для нахождения кратчайшего пути в графе с использованием различных алгоритмов поиска был разработан программный комплекс на базе интегрированной среды разработки Unity. Программный комплекс состоит из следующих основных функциональных элементов:

- модуля редактора 3-мерного рельефа местности;
- модуля формирования исходных данных;
- модуля формирования графа;
- модулей алгоритмов поиска;
- модуля отображения данных.

Данный комплекс позволяет в трехмерном виде моделировать произвольный рельеф местности и зоны противодействия БПЛА, задавать способы применения БПЛА, формировать граф и рассчитывать веса его ребер, а также рассчитать кратчайший □СКУшрут в соответствии с выбранным алгоритмом и визуализировать его (рис. 1).

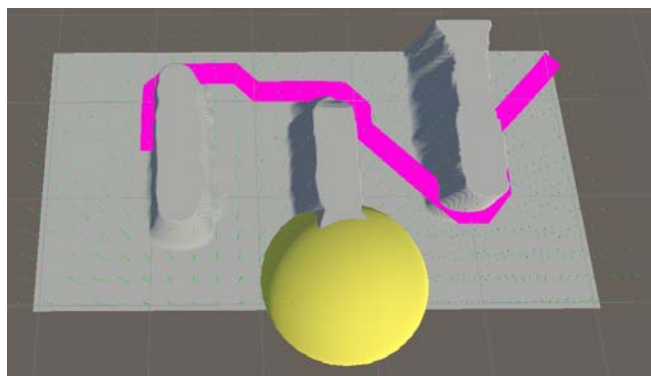


Рис. 1. Вид сформированных рельефа местности, зоны противодействия, вершин графа и маршрута

Рассмотренный выше программный комплекс может быть использован для разработки (совершенствования) специального математического обеспечения КСА управления формированиями, оснащенными ударными беспилотными летательными аппаратами (БПЛА), при решении задач прогнозирования действий противника, а также формирования исходной информации (построение маршрутов БПЛА) для моделирования боевых действий этих формирований.

Литература

1. Пальцев В. А. Подход к решению задачи прогнозирования маршрутов полета беспилотных летательных аппаратов в комплексах средств автоматизации органов управления подразделениями противовоздушной обороны / В. А. Пальцев, А. А. Посудевский, Д. С. Шарак // Вестник Военной академии Республики Беларусь. – 2024. – № 3 (84). – С. 75–82.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСФЕРНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

В. В. Симончик, Д. С. Шарак, Д. В. Свиридо

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Анализ исследований RAND Corporation позволяет сделать вывод о том, что противник определяет любую многодоменную операцию в виде совокупности миссий. Каждую миссию можно представить в виде матрицы, заполняемой в зависимости от динамично складываю-

щейся обстановки и поступающей информации с поля боя. Решением многодоменных матриц занимается искусственный интеллект в реальном масштабе времени.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация процессов, управление многосферными операциями.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATION OF MULTI-DOMAIN OPERATIONS MANAGEMENT PROCESSES

V. V. Simonchick, D. S. Sharak, D. V. Svirido

Military academy of the Republic of Belarus, Minsk

Analysis of RAND Corporation research leads to the conclusion that an adversary views any multidomain operation as a set of missions. Each mission can be represented as a matrix that is populated based on the dynamically evolving situation and information received from the battlefield. Artificial intelligence is responsible for solving these multidomain matrices in real time.

Keywords: artificial intelligence, process automation, multi-sphere operations management.

В рамках развития стратегии многосферных операций Командованием США апробирована операционная концепция, основанная на военных играх, опирающаяся на United States Army Training and Doctrine Command (TRADOC), которая подчеркивает необходимость проведения операций подавления противовоздушной обороны (ПВО) путем включения сил и средств из многих областей (доменов): воздушного, наземного и морского базирования; космического и кибернетического пространства; электромагнитного спектра [1]. Теоретически все эти возможности в настоящее время доступны. Очень вероятно, что они могут динамически использоваться вместе, так как сроки, необходимые для преследования и поражения очень мобильной системы, такой как современные зенитные ракетные комплексы (ЗРК) очень малы (сроки варьируются в зависимости от системы, навыков операторов и режима работы. Как правило, современные ЗРК могут активировать свои средства слежения, наведения, обстрелять цель, свернуться и начать перемещение через 5–30 мин.). В таблице приведен примерный список доменов, участвующих в применении военно-воздушных сил (ВВС) для подавления или уничтожения современного ЗРК (ИИ, к примеру, по излучению определяет тип ЗРК, подбирает необходимый наряд сил и средств).

Примерные участники миссии SEAD

Домен	Обнаружение (поиск)	Отслеживание и идентификация (сопровождение)	Поражение (целеуказание)	Поддержка
Воздух	Воздушная разведка (RC-135W)	Нетрадиционная разведка (аппаратура F-35)		Ложные цели для перегрузки радаров. Постановка активных помех
Космос	Космическая разведка	Нетрадиционная разведка		Навигация и синхронное время. Передача данных
Кибер-производство	Комплексный мониторинг сети системы ПВО			Задержка выдачи ИВО от РТВ на ЗРК. Вставка ложных целей в КС
Земля			Стрельба (РСЗО HIMARS)	

Таким образом, определена модернизированная модель С2 для подавления ПВО противника. Большая часть раннего планирования просто сосредоточена на том, чтобы обеспечить наличие необходимых ресурсов в нужное время, при этом процесс автоматизированного динамического целеуказания гарантирует, что эти ресурсы действительно будут оптимально определены и задействованы во время выполнения миссии.

На рис. 1 показана возможная высокоавтоматизированная последовательность взаимодействия между доменами для сценария SEAD, начинающаяся в левом верхнем углу с исходными сигналами ISR и заканчивающаяся в правом нижнем углу оценкой результата действий войск. Рассмотрим возможности использования ИИ в этих С2-процессах.

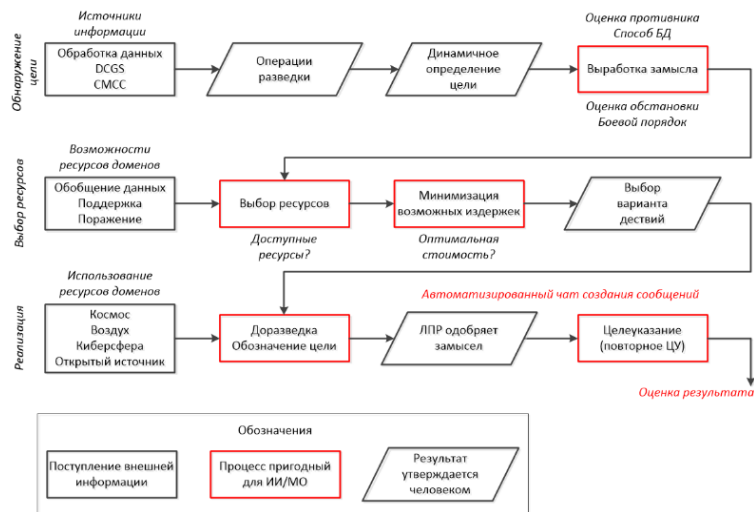


Рис. 1. Модернизированная С2 для многодоменного подавления ПВО противника

Сверху 1-я строка (рис. 1) посвящена обнаружению целей и определению способа действий, 2-я строка – процессу выбора ресурсов для реализации, а 3-я строка – выполнению миссии. Красными прямоугольниками и текстом обозначены процессы, подходящие для применения только ИИ; черные параллелограммы выделяют процессы, в которых, должны участвовать люди для утверждения предлагаемого машинной решения. Функционирование С2 возможно в полностью автоматическом режиме. Черные прямоугольники показывают внешние входные данные процесса, такие как источники ISR или другие возможности домена.

Начиная с верхнего ряда, многие потенциальные источники разведки могут обнаруживать излучающие цели, такие как ЗРК (эти усилия по разведке, координируются с ложными целями воздушного базирования, которые стимулируют ПВО к действию). Лицо, принимающее решения, должно решить, хочет ли он распределять ресурсы на основе этой новой целевой информации. Если будут предприняты какие-либо действия, то последует автоматическая рекомендация, предоставление определенного замысла (плана). Средняя строка включает в себя поиск конкретных возможностей (ресурса) для утвержденного варианта. В последней строке используются выделенные средства, после применения которых дается оценка полученного результата.

Результатом такого подхода является сокращение времени на принятие решения или вовсе исключение человека из процесса управления, оптимальное распределение ресурса, оценка последствий применения различных систем вооружения, определение эффективности достижения цели. В разрабатываемую систему управ-

ления многосферными операциями (Joint All Domain Operations) закладывается огромное количество подобных сценариев, причем большая часть из них генерируется компьютером – это машинное обучение в деле [2].

Литература

1. Developing a Concept of Operations For Joint All-Domain Command and Control with an Embedded Role for Artificial Intelligence Applications. RAND Corporation. – URL: https://www.rand.org/pubs/external_publications/EP68900.html (дата обращения: 05.10.2025).
2. Summary of the Joint All-Domain Command and Control Strategy. – URL: <https://www.media.defense.gov/2022/Mar/17/2002958406/-1/-1/1/summary-of-the-joint-all-domain-command-and-control-strategy.pdf> (дата обращения: 05.10.2025).

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАБОТЫ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРАВИЛЬНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

А. А. Артамонов, Т. Ц. Намдаг, Е. М. Косарева

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск*

Представлен протокол экспертной оценки, направленный на определение точности ответов нейросетевой модели, используемой для проверки решения заданий школьного уровня.

Ключевые слова: искусственный интеллект, образовательные технологии, оценка точности, экспертная валидация, протокол тестирования.

EXPERT EVALUATION OF THE ACCURACY OF A NEURAL NETWORK FOR ASSESSING THE CORRECTNESS OF SOLVING SCHOOL CURRICULUM ASSIGNMENTS

A. A. Artamonov, T. Ts. Namdag, E. M. Kosareva

Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Minsk

The article presents an expert evaluation protocol aimed at determining the accuracy of responses from a neural network model used to check the solutions to school-level assignments.

Keywords: user interface, medical diagnostic systems, usability engineering.

Актуальность разработки данного протокола обусловлена необходимостью объективной проверки качества работы интеллектуальных систем, применяемых в образовательной среде. В условиях активного внедрения технологий искусственного интеллекта в учебный процесс возрастает значение системной и воспроизводимой методики оценки точности генерируемых ответов.

Типы заданий, используемых в качестве выборки для оценки точности ответов нейросети, можно классифицировать следующим образом:

1. Тестовые задания (с выбором ответа) – предполагают выбор одного или нескольких правильных вариантов из предложенных [4].
2. Краткие ответы – требуют воспроизведения конкретного факта, формулы или определения. Основным критерий – фактическая точность [4].
3. Развернутые ответы (эссе, объяснения, решения задач) – оцениваются по полноте раскрытия, логической структуре и языковой корректности [1].