

ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВИХ РУШІЙ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ З РАДІОЛОКАЦІЇ

Антіпов І. Є., Клепиков К.В.

email: kiril.klepikov@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ
м. Харків, Україна

This paper considers the possibility of using game engines to develop radar training systems. The feasibility of applying Unreal Engine and Unity for modeling radar operation without the use of real equipment is discussed. A mathematical model of the AN/MPQ-64 Sentinel radar was developed in the Mathcad environment based on the radar range equation, taking into account transmission losses and atmospheric attenuation. The model allows the calculation of the signal-to-noise ratio depending on distance and forms the basis of an algorithm for displaying targets on a plan position indicator, which can later be integrated into a game engine environment.

Підготовка операторів радіолокаційних станцій (РЛС) потребує практичних занять на діючій апаратурі. Проте увімкнення РЛС пов'язане з багатьма складнощами. Насамперед, це потужне випромінювання, що є демашкує місце розташування РЛС і створює ризик її ураження. По-друге, це енерговитрати, негативний вплив на персонал, завади іншим радіоелектронним засобам та зношування обладнання. По-третє, обмежена доступність реальної техніки. Тому існує потреба у створенні тренажера, здатного відтворювати роботу РЛС без використання реальної станції.

Для створення інтерактивного тренажера ми пропонуємо використовувати ігрові рушії, зокрема Unreal Engine та Unity. Unreal Engine – розробка американської компанії Epic Games, призначена для створення ігор у найрізноманітніших жанрах [1]. Unity – продукт компанії Unity Software Inc. На ньому створено безліч ігор, застосунків і візуалізацій математичних моделей [2]. Вони забезпечують тривимірну візуалізацію середовища, моделювання руху об'єктів у реальному часі, створення інтерфейсів оператора та інтеграцію алгоритмів обробки даних. Згідно з політикою компаній, у некомерційних цілях ці продукти можуть використовуватися безкоштовно.

Зазначимо, що ці ігрові рушії не містять у собі моделей передавання, приймання та обробки радіосигналу, а також поширення і відбиття радіохвиль. Але для зручності розробників вони сумісні з програмним кодом мовами C++ і C#, а вбудований редактор допускає імпорт ресурсів зі сторонніх застосунків. Це дозволяє нам написати всі відсутні елементи моделі самостійно. Робота має складатися з кількох етапів:

1. Розробка у програмному середовищі Mathcad математичної радіолокаційної моделі для перевірки основних її параметрів;
2. Перенесення параметрів моделі у код, «зрозумілий» для ігро-

вого рушія;

3. Інтеграція сцен і об'єктів в ігровому рушії, що імітують індикатор кругового огляду та інші елементи інтерфейсу РЛС;

4. Інтеграція радіолокаційної моделі в ігровий рушій.

У доповіді буде розглянуто вже виконаний перший етап.

Було розглянуто РЛС AN/MPQ-64 Sentinel, призначену для виявлення повітряних цілей з ефективною поверхнею розсіювання (ЕПР) від 3 м² на дальності до 40 км. Її основні параметри: потужність передавача $P_0 = 25$ кВт, коефіцієнт підсилення антени $G \sim 3200$ (35 дБ), робоча частота 9,1 ГГц ($\lambda \approx 0,033$ м, Х-діапазон), тривалість імпульсу 2 мкс.

Для зазначеної РЛС була розроблена математична модель, що враховує основне рівняння радіолокації:

$$P_{rec}(R) = \frac{P_0 \lambda^2 G^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4 L}$$

а також втрати в тракці передавання та приймання, позначені L , які становлять близько 2,5 (4 дБ). Крім того, у моделі враховується послаблення радіохвиль в атмосфері, зумовлене опадами, туманом і вологістю повітря.

Згідно з закладеним у модель алгоритмом, ціль відображається на індикаторі кругового огляду лише тоді, коли відношення сигнал/шум (SNR) становить не менше 13 дБ.

На рис. 1 представлена залежність SNR від дальності для цілі з ЕПР 3 м². Як видно з рисунка, рівень у 13 дБ має місце при дальності близько 40 км, що відповідає документації [3] і свідчить про адекватність моделі.

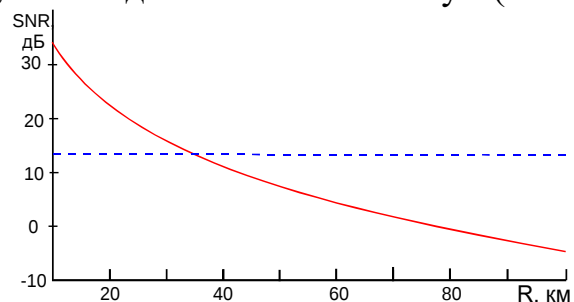


Рис. 1

Розроблений алгоритм визначає логіку функціонування майбутнього програмного модуля для виявлення цілей у середовищі ігрового рушія. Передбачається, що при кожному циклі оновлення сцени буде обчислюватися відстань до цілі, на основі математичної моделі визначатиметься значення SNR, після чого перевірятиметься умова перевищення встановленого порога. За результатами цієї перевірки формуватиметься рішення про відображення або невідображення цілі на індикаторі кругового огляду.

Список використаних джерел:

1. Rosłonec, S. (2023). Fundamentals of Radiolocation and Radionavigation
2. Richards, M. A., Scheer, J. A., & Holm, W. A. (Eds.). (2010). Principles of Modern Radar: Basic Principles. SciTech Publishing.
3. Stimson, G. W., Griffiths, H., Baker, C., & Adamy, D. (2014). Introduction to Airborne Radar (3rd ed.). Institution of Engineering and Technology (IET)