

בינה מלאכותית במשחקים

חבילת המקור של הפרוייקט:

<https://drive.google.com/open?id=1yoHSPrGDDUdmEEKnUgTP5VNoVdBDhdso>

מבוא לבינה מלאכותית

כאשר אנו רוצים ליצור לדמות שהיא לא השחקן (NPC) התנהגות ואינטראקציה עם הסביבה, אנו נשתמש בבינה מלאכותית (Artificial Intelligence – AI) כדי לנסות ולדמות לשחקן התנהגות אנושית.

בשימוש בAI, חווית המשתמש היא הרבה יותר איכותית. הAI מעניק תחושה למשתמש שהוא משחק מול המחשב ומנסה לנצח אותו. זה גורם מרכזי לרצון של המשתמשים לחזור למשחק, ולנסות להתגבר על הקשיים שהמחשב מציב למשתמש. לכן כאשר AI במשחק מסויים נבנה בצורה לא טובה, זה יכול להיות מפתח מרכזי לכשלון של המשחק להוות חוויה שהמשתמש מעוניין בה.

AI בעצם נבנה על הפונקציונאליות שמפתח המשחקים בונה. אם נבנה AI שהוא חכם מדי, אולי לא יהיה אפשרי לנצח את המחשב. לרוב זה דבר לא טוב. אם נבנה AI טיפש מדי, המשתמש ישתעמם מהר מן החוויה. גם לא טוב. לכן תחום הAI הוא תחום מרכזי במשחקים המבוססים על חווית משתמש יחיד או רבים מול מחשב, ותכנון הAI צריך להיות מדויק. אחרת, חווית המשתמש תהרס.

מנוע הAI של UNITY

ספריה בשם AI מרכזת את כל הנצרך ליצירת AI במשחק שניצור בסביבת UNITY.

NavMeshAgent

כל האובייקטים והפונקציות במנוע של UNITY AI, קשורות לרכיב בשם NavMeshAgent – הרכיב האחראי על ההגדרות המקשרות בין NPC לבין הפעילות שלו בסביבת NavMesh שלמדנו עליה בשיעור הקודם.

הפונקציות שהספרייה מספקת לנו, הן פונקציות חישוביות שקשורות למסלול והסביבה של הAI. הפונקציה המרכזית שבה אנו מחשבים מסלול היא הפונקציה Set Destination:

-NavMeshAgent.SetDestination(Vector3)

כדי להודיע לשחקן לאן להגיע, אנחנו נשתמש בפונקציית setDestination. המנוע של יוניטי יחשב את הכיוון ואת המרחק שהשחקן ינוע. הוא יעשה זאת תוך התחשבות באובייקטים השונים הנמצאים בדרך. הוא בעצם מחשב מסלול בהתחשב בNavMesh שבסצנה, שמראה איפה נמצאים קולידרים שיפריעו לNPC להתקדם במסלול. לכן יש לעקוף אובייקטים אלה, הנקראים בדרך כלל "מכשולים".

אז אם נרצה לגרום לאובייקט מסויים לעקוב אחרי השחקן, מה נעשה? נוכל למשל לייבא את האובייקט של השחקן, ולשלוח לSetDestination את transform.position של השחקן.

למשל כך:

```
using UnityEngine.AI; // לא לשכוח

class Enemy {

private NavMeshAgent navMeshAgent;
private Player player;
private Vector3 dest;

private void Start() {

    navMeshAgent = this.GetComponent<NavMeshAgent>(); // לא לשכוח לבדוק שהפוינטר תקין
    player = FindObjectOfType<Player>(); // לא לשכוח לבדוק שהפוינטר תקין
}

private void Update() {

    navMeshAgent.setDestination(_player.transfom.position);
}
}
```

התוצאה היא שכיוון האובייקט תמיד יהיה הכיוון שבו השחקן נמצא.

נניח ונרצה ליצור דמויות אחרות שנוכל לשלוט עליהם, ולהגיד להם לאיפה ללכת על ידי לחיצה על הכפתור הימני בעכבר.

איך נעשה זאת?

דבר ראשון נרצה לדעת איזה מיקום סימננו על המפה. פה נכנס כלי חשוב מאוד שכבר דיברנו עליו בשיעור על פיסיקה – שליחת קרניים - RayCast.

נראה את הקוד הבא:

```
If(Input.GetMouseButtonDown(1))
{
    Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
    RaycastHit hitInfo;
    physics.Raycast(ray, out hitInfo)
    navMeshAgent.SetDestination(hitInfo.point)
}
```

אם נשתמש בקוד הזה על כל NPC הוא יציית לפקודות שלנו.

זאת התחלה ליצירת Companion (שותף) כך שנוכל לשלוט בטקטיקה שלו בזמן משחק.

בהמשך נלמד קצת על ירי של NPC, וככה נוכל גם לגרום לCompanion שלנו לירות על NPC אחרים ובכך לעזור לנו לנצח במשחק!

Enemy

במשחקי FPS (First Person Shooter) רוב ה-NPC משמים כאוייבים לשחקן. הם בדרך כלל ינסו לירות על השחקן ולגרום לו להפסיד במשחק.

מה אנחנו צריכים בעצם שהאויב יעשה?

הדברים הבסיסיים שאויב עושה זה: רץ, מתחבא, יורה/תוקף.

כמובן שזה תלוי במשחק ובצורך.

ישנם דברים כמו התנהגות בקבוצה, סולם העדפות לאויב, (האם לירות על השחקן? או להשמיד מטרה אחרת?), להיות תוקפני? או הפוך, דווקא להיות פחדן...

בסופו של דבר כל ההתנהגויות שניצור ל-NPC שלנו הן סינטטיות ונגרמות על ידי הלוגיקה שבנינו בקוד שלנו. נראה מספר דוגמאות, שיעידו כי כל התנהגות נופל על לוגיקה ופרמטרים:

כאשר אנו רוצים להגדיר לאויב לאיפה ללכת, אנו עושים זאת על ידי `setDestination`. אבל מה המקום אליו נגיד לו ללכת? אל השחקן? אולי, זה תלוי בכם.

אבל מה אם נרצה שהאויב שלנו יוכל לבחור בעצמו לאן ללכת?

במשחק שנבנה כאן, נשתמש ב-`terrain` שיצרנו במדריכים הקודמים, ונמקם בו חיילים.

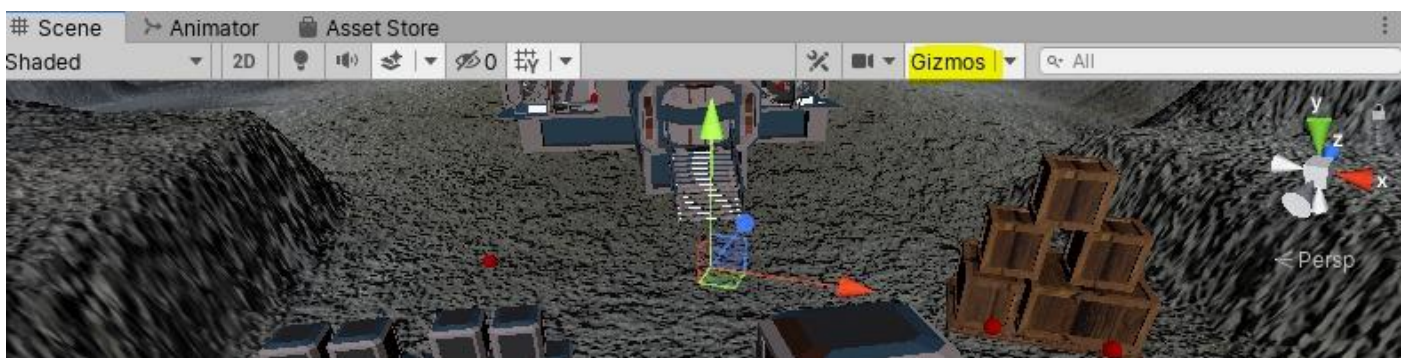
החיילים האלה ירוצו על גבי המפה, ויבחרו לאיזה מחבוא/או נקודה נרוץ הלאה.

לכל נקודה כזו נוכל לקרוא בשם `Target` והוא יהיה בעצם אובייקט ריק.

ניצור אובייקט ריק בשם `target` וניצור לו `script`. נשתמש ב-Gizmos כדי שנוכל לראות את `target` על `scene view`.

מחלקת Gizmos:

נועדה לעזור למשתמש על ידי מתן מראה ויזואלי לרכיבים ואובייקטים שונים בסצנה שלנו. כדי להפעיל את Gizmos נצטרך ללחוץ על כפתור Gizmos בחלון `scene view`.



בוא נראה את הקוד הבא לאובייקטי `Target` שלנו:

```
public class Target : MonoBehaviour {

    private void OnDrawGizmos() {

        Gizmos.color = Color.red;

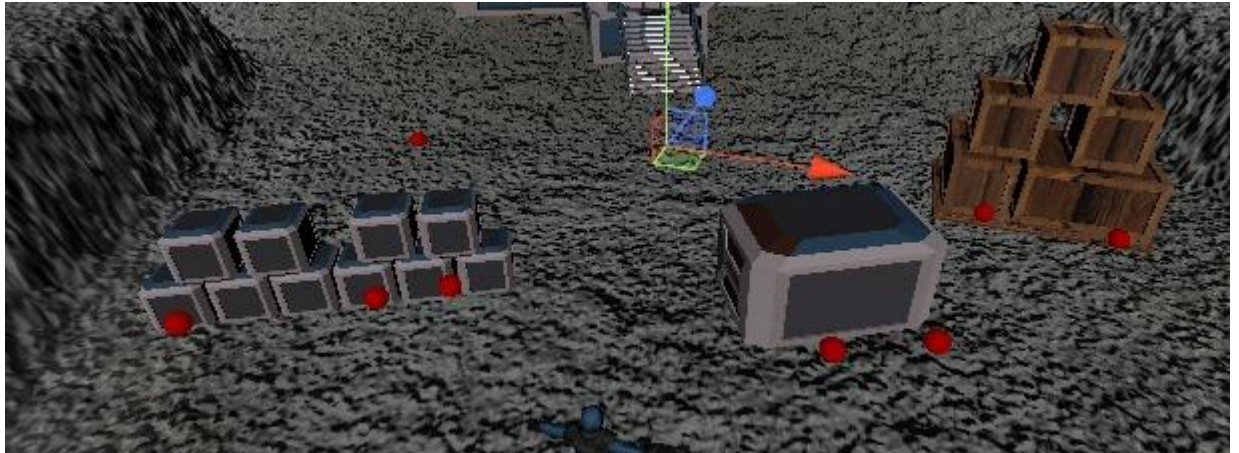
        Gizmos.DrawSphere(transform.position, 0.3f);

    }
}
```

כל מה שעשינו בקוד הזה, זה לצבוע כל אובייקט `Target` בצבע אדום.

נפזר כמה אובייקטים כאלה בנקודות מפתח שנרצה על גבי אזור המשחק שלנו, ונשרשר את כולם לאובייקט ריק Targets, אך ורק בשביל הסדר בלשונית ההיררכיה.

זה צריך להראות כך:



כעת כשאנחנו יודעים לאן האויב שלנו אמור ללכת, בוא ניצור אותו!

הורידו את החבילה בשם ToonSoldier_demo מהחנות של unity. בתוך התיקייה של Asset הנ"ל, נכנס לתיקיית models ושם נגרור את האובייקט ToonSoldier_demo Enemy. ניתן את השם Enemy. אם נסתכל עליו עכשיו ב scene view נראה משהו ממש מצחיק. לכן נכנס עכשיו לתת נושא חדש ונסביר את הדברים.

Character Animation

בשלב זה נלמד איך להתמודד עם אנימציה בunity, ולא נלמד איך ליצור אנימציה בעצמנו.

ישנם תוכנות ליצירת אנימציות כגון Blender, אך על זה אפשר ליצור קורס שלם בפני עצמו. במקום זה נראה מה עושים עם אנימציה מוכנה בunity.

דבר ראשון, נראה שהשחקן שלנו עומד בצורה מוזרה.

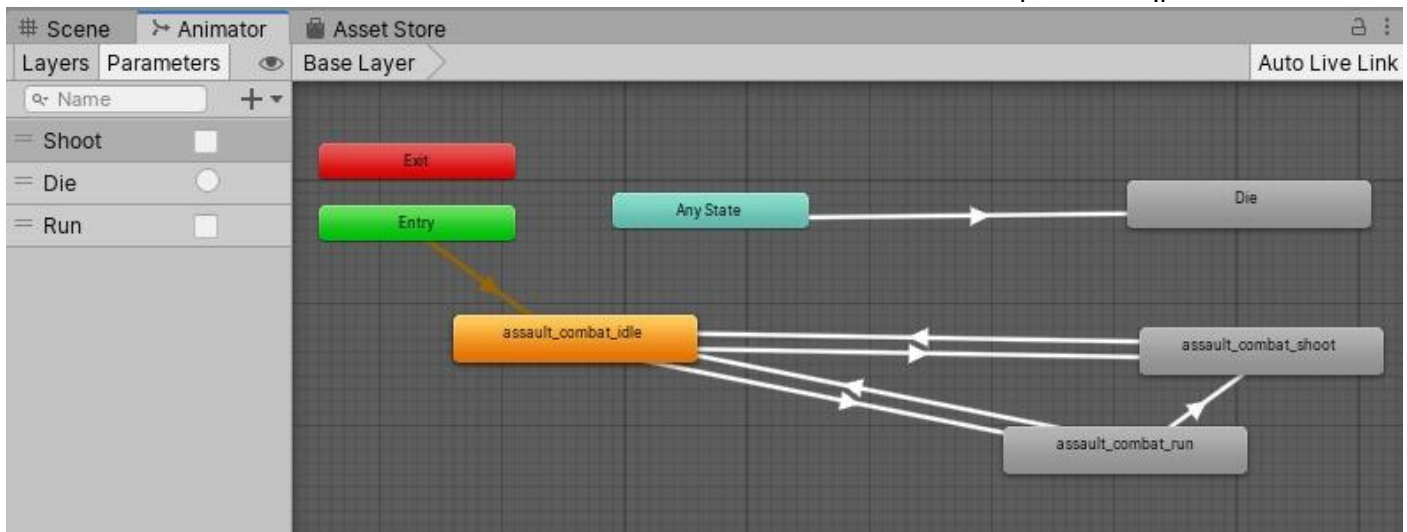


כן... אז יש שם לעמידה הזו. זה נקרא T-Pose.

T-Pose זוהי צורת הברירת מחדל שבה עומד אובייקט של שחקן לפני שנפעיל את Animator/לפני שה NPC מתעורר.

זו היא נקודת התחלה שממנה מתחילים לבנות את התנועות השונות של הדמות. כאשר Animator מתחיל לפעול, נראה שהדמות תזוז לאנימצית ברירת המחדל של Animator.

כעת נסתכל על האנימציות השונות במכונת המצבים של Animator. נשים לב כי עם השחקן שהורדנו, קיימת מכונת מצבים כפי שמופיע בתמונה מטה.



כדי להוסיף מצב חדש, פשוט נגרור מתיקית האנימציות של asset שלנו את האנימציה לחלון מכונת המצבים. כעת נבחר באנימציה של idle כמצב default ע"י לחיצה על המצב עם כפתור ימני בעכבר ובחירה ב-state default as set.

לשם רענון, נזכר קצת מה הם החיצים השונים שנמצאים במכונת המצבים, ולמה יש מצבים בצבעים שונים.

המצבים האפורים – מצבים רגילים.

המצב הצהוב – Default State.

המצב הירוק והאדום – מצב כניסה ויציאה שקיים בכל animator, מצב הכניסה מוביל למצב הדיפולטיבי, ובדרך כלל מצב היציאה מגיע כאשר האובייקט כבר לא נמצא בסצנה.

(למשל דמות שרואים הולכת לאורך מסלול מסוים, ברגע שהדמות תצא מטווח הראייה האפשרי של השחקן, היא תכנס למצב Exit ומשם ל-T-Pose).

המצב הכחול – AnyState, מאפשר ליצור מעבר מכל מצב שאנחנו נמצאים בו עכשיו אל מצב חדש (למשל, רוצים שהאויב יעבור לאנימציה של "מוות", במקום להוסיף חיצים מכל המצבים למצב "מוות", מוסיפים חץ אחד מ AnyState).

החיצים- כל חץ בעצם נקרא Transition (מעבר). זה בעצם אומר, שאם קורה משהו מסוים, נעבור ממצב אחד למצב אחר.

למשל החץ שעובר מהמצב idle (default staten) למצב Run. כאשר bool בשם run יהיה במצב true, נעבור בחץ (טרנזאקציה) הזה למצב run ממצב idle. וכעת תתחיל אנימציה של ריצה. כאשר נסמן טרנזאקציה כזו עם העכבר, inspector יראה כך:



נראה כי נוכל ליצור condition.
 condition זה התנאי שאם הוא מתקיים יתבצע המעבר (transition).
 במקרה שלנו, הגדרנו כי כאשר run יהיה שווה true, יתבצע המעבר.

איך בסקריפט שלנו ניגש למשתנים האלה?
 ניצור אובייקט מסוג Animator ונאתחל אותו על ידי GetComponent.
 לאחר מכן ניגש אל האובייקט ונפעיל את הפונקציה SetBool.

```
animator.SetBool("Run", true);
```

דברים נוספים:

1. בלשונית parameter נוכל להוסיף פרמטרים שונים, כגון trigger bool על ידי לחיצה על כפתור ה+.
2. נוכל ליצור מעבר חדש על ידי לחיצה על מצב עם כפתור ימני בעכבר, ושם לבחור באופציה Make Transition.

כעת נסו ליצור את מכונת המצבים המופיעה מעלה, ותקבלו את האנימציה הרצויה לאויב שלנו.

כעת נחזור לנושא הפונקציות ב-AI.

כעת ניצור דרך לגרום לאויב לבחור target כלשהו על הסביבה שלנו.

ניצור אובייקט target ומערך של target לתוכו נכניס את כל אובייקטי הtarget שבפרוייקט. איך נעשה זאת?

בדרך הבאה:

```
using UnityEngine.AI;
```

```
public class Enemy : MonoBehaviour {

    private NavMeshAgent navMeshAgent;

    private Target[] targets;

    private Target target;

    private void Start() {

        Targets = FindObjectsOfType<Target>();

    }

    private void Update() {

    }

}
```

כעת נרצה לגרום לשחקן לבחור טארגט כלשהו.

איך נעשה? נוסיף גם בstart וגם בupdate:

```
target = targets[Random.Range(0, targets.Length - 1)];

navMeshAgent.SetDestination(target.transform.position);
```

אז מה עשינו בעצם? גרמנו לאויב שלנו לבחור מספר רנדומאלי שלם, בין 0 לגודל המערך (פחות אחד), וזה יהיה האיבר במערך שיצרנו. כל איבר במערך הוא target, ואמרנו לNPC שלנו, לך לכיוון הtarget.

אם תפעילו כעת את המשחק, השחקן שלנו יתחיל לרחף לכיוון שהוא בחר.

אם נרצה נוכל להפעיל את האנימציה שלנו כדי שהשחקן יתחיל "לרוץ".
לכן נכתוב

```
animator.SetBool("Run", true);
```

וכאשר הNPC יגיע אל המקום אליו הוא רצה להגיע, נפסיק את האנימציה כך:
בתוך Update (או שנוכל ליצור פונקציה חיצונית)-

```
if (!navMeshAgent.hasPath) {
```

```
    _animator.SetBool("Run", false);
```

```
}
```

כעת זה נראה כאילו ה-NPC מתרוצץ לו ממקום למקום, וקשה לנו לראות כאשר הוא מגיע ליעד שהוא הציב לעצמו.

לכן נרצה ליצור איזשהו מנגנון שיגרום לו להמתין במקום לפני שיבצע את הבחירה הבאה שלו. נוכל ליצור coroutine חדש, ופשוט לגרום לפונקציה לחכות כפי שלמדנו.

נוכל ליצור גם אובייקט float שתסמן את הזמן עד המעבר לפונקציה הבאה. וכל פעם לחסר אותה ב-Time.deltaTime. אם נגדיר 7f, לא נכנס לפונקציה 7 שניות וכו'.

משתנה מחלקה- לא לשכוח להצהיר!//

```
private float nextState;
```

```
nextState -= Time.deltaTime;
```

```
if (!navMeshAgent.hasPath)
```

```
{
```

```
    animator.SetBool("Run", false);
```

```
if (NextState <= 0)
```

```
{
```

```
    target = _Targets[Random.Range(0, _Targets.Length - 1)];
```

```
    navMeshAgent.SetDestination(_target.transform.position);
```

```
    nextState = Random.Range(7f, 15f);
```

```
    animator.SetBool("Run", true);
```

```
}
```

```
}
```

אז נבדוק קודם, האם ה-NPC הגיע למקום היעד? או במילים אחרות, האם נשאר לו עוד מסלול לעבור עד ההגעה ליעד? אם לא, עצור את אנימצית הריצה. ולאחר שהזמן ב nextState יגיע לאפס, נבחר יעד חדש ל-NPC שלנו.

במשחקים מסויימים, אולי נרצה לתת ל-NPC שלנו להסתובב בחופשיות על המפה שלנו בלי להיות כפוף לנקודות מסויימות על המפה.

אפשר לדוגמא לעשות זאת בדרך הזאת:

```
private Vector3 GetRandomDir()
```

```
}
```



```

float x = UnityEngine.Random.Range(-1f, 1f);

float z = UnityEngine.Random.Range(-1f, 1f);

Vector3 dir=new Vector3(x,0,z).normalized;

return startinPosition + dir * Random.Range(10f, 70f);

{

```

פשוט נחזיר את האובייקט Vector3 ונפעיל את פונקציית .setDestination

כעת אנו רואים שיש לנו NPC שבכוחות עצמו מסתובב לנו על המפה ומחליט לאן ללכת.

הבעיה שכעת נרצה גם שהאויב יעשה איתנו אינטראקציה כלשהי. לעת עתה הוא ממש אנטיפת!

דבר ראשון נרצה שהוא בכלל יביט לכיוון שלנו כשנתקרב אליו.

איך נעשה זאת?

דבר ראשון ניצור שלושה משתני מחלקה:

הראשון הוא gameObject של Player שיהיה serializeField, ונכניס לתוכו את playern שלנו.

השני הוא Vector3 שייצג את המיקום של השחקן שלנו בכל שלב על המפה.

השלישי הוא float שייצג את המרחק שה NPC "רואה".

```

private float lookRadius = 10f;//משתנה מחלקה

private Vector3 _playerPos;//משתנה מחלקה

[SerializeField]

private GameObject _player;//משתנה מחלקה

float distance = Vector3.Distance(_playerPos, transform.position);

private void Update()

{

    _playerPos = _player.transform.position;

    float distance = Vector3.Distance(_playerPos, transform.position);

    if (distance <= lookRadius)

    {

        FacePlayer();

    }

}

```

```
private void FacePlayer()
```

```
{
    Vector3 direction = (_playerPos - transform.position).normalized;
    Quaternion lookRotation = Quaternion.LookRotation(new Vector3(direction.x, 0, direction.z));
    // transform.rotation = lookRotation;
    transform.rotation = Quaternion.Slerp(transform.rotation, lookRotation, Time.deltaTime * 5);
}
```

הסבר:

בכל שלב אנו בודקים את המיקום של השחקן על גבי המפה. אם הוא נמצא בתוך טווח הראייה של ה NPC (בדקנו זאת ע"י שימוש בפונקציה של מחלקת Vector3), נעבור לפונקציית FacePlayer.

בפונקציית FacePlayer אנו מוצאים את הכיוון הכללי של השחקן על המפה ע"י שימוש בפונקציית הנירמול.

לאחר מכן אנחנו משתמשים באובייקט Quaternion על מנת להגדיר סיבוב. כדי לעשות זאת נשתמש בפונקציית LookRotation וניתן לה את הכיוון של הצירים השונים עם אובייקט Vector3.

לבסוף נצטרך להגדיר את transform.rotation. נוכל פשוט לתת לו את אובייקט lookRotation, אבל אם נרצה ליצור תנועה חלקה יותר, נוכל להגדיר על ידי פונקציית Slerp את זמן גידול האפסילון של כיוון הרוטציה. כך האויב יסתובב בהדרגה.

להרחבה בנושא:

<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Quaternion.Slerp.html>

גם כעת נוכל לגרום ל NPC לירות עלינו כשאנחנו נהיה בטווח שלו. ממש כמו ב player ב BulletHole muzzleFlash.

גם נוכל להוסיף לו AudioSource ולהפעיל אותו עם AudioClip שידמה ירי.

כך תראה הפונקציה:

```
private void ShootPlayer() {
    animator.SetBool("Shoot", true);
    audioSource.Play();
    muzzleFlash.SetActive(true);
}
```

11

//position ray casted from

Ray rayOrigin = new Ray(transform.position + Vector3.up * 1.5f, transform.forward);

RaycastHit hitInfo;

if (Physics.Raycast(rayOrigin, out hitInfo)) {

GameObject hitMarker = Instantiate(_bulletHole, hitInfo.point,
Quaternion.LookRotation(hitInfo.normal)) as GameObject;

Destroy(hitMarker, 1f);

}

אז שלחנו rayCast שיוצא בערך מהמיקום של הרובה של האויב.

מה אם נרצה למשל לדעת שפגענו בשחקן? אולי כדי להוריד לו מהחיים? איך נעשה את זה?

פשוט נכתוב את השורה הבאה:

If(hitInfo.collider.GameObject.tag == "Player)

//תעשה משהו

גם באותה דרך נוכל לגרום לcompanion שלנו לבדוק האם הוא פגע בשחקן שלנו.

נניח ולא נרצה לתת לcompanion לפגוע בשחקן.

קודם נבדוק האם RayCast שלנו פגע בשחקן. נניח והוא פגע, נוכל לוותר על כל האנימציה של הירי, וזה יראה כאילו
הcompanion שלנו מעולם לא ירה על השחקן.

במטלה תצטרכו למצוא דרכים יצירתיות לפתח את AI שלנו.

כעת הוא די טיפש, אבל אתם תצטרכו לגרום לו להחכים מעט.

מדריכים מומלצים נוספים

Navigation Mashers in unity (by Table Flip Games):

https://www.youtube.com/playlist?list=PL8lV_joQZ5sfqiNwoJcokJlcrqplW8uSs

Unity Shooting Scene Tutorial (by DitzelGames):

https://www.youtube.com/playlist?list=PLA6Gf0nq2Gh47crwfsfiSZ5_fVYnkfiU8

Final State Machines in Unity (by Table Flip Games):

https://www.youtube.com/watch?v=21yDDUKCQOI&list=PL8lV_joQZ5sczN_xHOEXEmfSlt3gYr1Rh

Unity3D AI with State Machine (FSM), Drones, and Lasers:

<https://www.youtube.com/watch?v=YdERIPfwUb0>

How to Make an RPG in Unity (by Brackeys):

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLPV2Kylb3jR4KLGCCAcIWQ5qHudKtYeP7>

RPG Core Combat Creator: Learn Intermediate Unit C# Coding (מומלץ):

<https://www.udemy.com/course/unityrpg/learn/lecture/14204210>

Making a Multiplayer FPS in Unity(by Brackeys):

https://www.youtube.com/watch?v=UK57qdq_lak&list=PLPV2Kylb3jR5PhGqsO7G4PsbEC_AI-kPZ

סיכום: מיכאל למברגר