



אפקה המכללה האקדמית להנדסה בתל-אביב  
AFEKA TEL-AVIV ACADEMIC COLLEGE OF ENGINEERING

## המחלקה להנדסת תוכנה

שם הפרויקט: ביט מי משחק מציאות מדומה

Project Name: Beat Me VR Game

### דוח התכנון:

שם סטודנט 1: עמית פלרמן

שם סטודנט 2: גבריאל דבח

שם המנחה: ד"ר אלחנן גזית

תאריך ההגשה: 5.9.2019

אישור המנחה:

תודות:

לחנן וניר



## תוכן עניינים

2	תוכן עניינים
2	3. תקציר מנהלים
3	4. מבוא
4	5. מטרות
5	6. סקירה ספרותית וסקר שוק
6	7. מסמך דרישות ראשוני של המערכת
7	8. חלופות

7	<b>8.1 חלופות מערכתיות</b>
7	8.1.1 פיתוח משחק מחשב אישי
8	8.1.2 פיתוח משחק למכשיר מובייל
8	8.1.3 פיתוח משחק WEB
8	8.1.4 השוואה בין החלופות
9	<b>8.2 חלופות טכנולוגיות</b>
9	8.1.1 Oculus Rift פיתוח ל-
10	8.1.2 Samsung Gear פיתוח ל-
10	8.1.3 HTC VIVE פיתוח ל-
10	8.1.4 השוואה בין החלופות
12	<b>9. ארכיטקטורה</b>
12	<b>9.1 תיאור הארכיטקטורה</b>
13	9.1.1 צד לקוח
13	9.1.2 צד שרת
15	<b>10. תוצרי הפרויקט</b>
16	<b>11. פערים</b>
17	<b>12. סיכונים עיקריים ודרכי התמודדות</b>
17	<b>12.1 הסיכונים המרכזיים הצפויים ודרכי התמודדות</b>
18	<b>13. תוכנית עבודה לביצוע הפרויקט</b>
19	<b>14. רשימת מקורות</b>

### 3. תקציר מנהלים

במשך שנים רבות מציאות מדומה הייתה חלום בעולם הגיימינג. קשה להאמין שרק לפני עשור Oculus Rift הוציאו את אב הטיפוס הראשון שלהם וכל התחום הזה היה כל כך רחוק ולא בשל. אך כיום, עולם הגיימינג עובר שינוי משמעותי. בשילוב קונסולות חזקות ומתקדמות, מציאות מדומה היום מגדילה את ניתחה בשוק וגם רכישת ציוד הולך ונהייה נגיש יותר וזול לעומת ימים עברו.

עם כך, ברור לכל שמשחק במציאות מדומה נותנת לשחקן את ההרגשה הכי עמוקה שיכול לקבל.

בדיוק זו הסיבה שבחרנו לשלב בפרויקט שלנו מציאות מדומה.

תקציר זה מתאר את פיתוח משחק מציאות מדומה הנקרא "Beat Us".

המטרה העיקרית של הפרויקט אותו נפתח הינו משחק מציאות מדומה המבוסס בינה מלאכותית, AI, שתדע לנתח את המוזיקה ולהציג אובייקטים לפי הקצב.

יש לציין שפיתוח משחק כזה מורכב בשל האתגר ההנדסי שלו ומחדש מהמתחרים היום בשוק הקיימים בקונסולות שונות אותן סקרנו במהלך העבודה.

השחקן יצטרך להכות באובייקטים בהתאם למוטות אותו יאחז, להתחמק מאובייקטים מסוימים וכך יצבור נקודות כשהמטרה כמובן היא לצבור כמה שיותר ולעמוד בראש הטבלה.

המשחק מפותח ל-PC שכן נבחר מבין החלופות המערכתיות בשל היותו מספק גרפיקה ברמה גבוהה וחוויית משתמש בהתאם.

## 4. מבוא

אין שינויים או תוספות מה-SOW.

## 5. מטרות

אין שינויים או תוספות מה-SOW.

## 6. סקירה ספרותית וסקר שוק

לאחר כתיבת ה-SOW, שבו מנינו שתי שיטות לניתוח קובץ מוזיקה, על מנת למצוא בו שינויי קצב

גילינו בסקירה שלנו שיטה נוספת שאותה נעדיף במשחק שלנו: Discrete Wavelet Transform

(Tzanetakis, Essl and Cook, 2001), או בקיצור DWT.

שיטת WT מדמה את האוזן האנושית כאשר היא מספקת רזולוציית זמן-תדירות דומה. שיטת DWT היא מקרה מיוחד של WT, המספקת ייצוג קומפקטי של ניתוח האות בזמן ובתדירות, הניתן לחישוב יעיל.

האלגוריתם של DWT לוקח דוגמיות משתי רצועות תדירות, גבוהה ונמוכה וכל אחת מהן מסוננת על ידי האלגוריתם במקביל. כך שוב ושוב מעבירים בשני הפילטרים לרמה הרצויה.

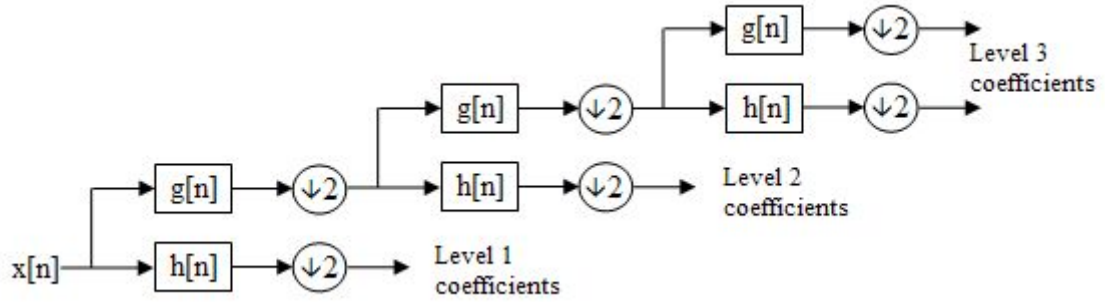
משוואות ה-DWT:



$$W(j, k) = \sum_l \sum_k x(k) 2^{-j/2} \psi(2^{-j} n - k) \quad (1)$$

$$y_{high}[k] = \sum_n x[n] g[2k - n] \quad (2)$$

$$y_{low}[k] = \sum_n x[n] h[2k - n] \quad (3)$$



. בתמונה נראית דוגמא לפילטר ברמה 3 .

שלי האלגוריתם שהוצג במאמר:

#### 1. LPF

Low pass filtering of the signal with a One Pole filter with alpha value 0.99 given by the equation:

$$y[n] = (1 - \alpha)x[n] - \alpha y[n] \quad (3)$$

#### 2. FWR

Full wave rectification given by the equation:

$$y[n] = abs(x[n]) \quad (4)$$

#### 3. DOWNSAMPLING

$$y[n] = x[kn] \quad (5)$$

#### 4. NORM

Normalization in each band (mean removal) :

$$y[n] = x[n] - E[x[n]] \quad (6)$$

#### 5. ACRL

Autocorrelation given by the equation:

$$y[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]x[n+k] \quad (7)$$

## קטע קוד בשפת SCALA המבצע אלגוריתם זה ברמה הרצויה:

```
for (loop <- 0 until levels) {  
  // Apply DWT  
  val transform = new Transform(new FastWaveletTransform(wavelet));  
  if (loop == 0) {  
    val coefficients : Array[Array[Double]] = transform.decompose(data)  
    val l = coefficients.length - 1  
    aC = coefficients(1).slice(0, coefficients(1).length/2)  
    dC = coefficients(1).slice(coefficients(1).length/2, coefficients(1).length)  
    dCMinLength = (dC.length/maxDecimation).toInt + 1  
  } else {  
    val coefficients : Array[Array[Double]] = transform.decompose(aC)  
    val l = coefficients.length - 1  
    aC = coefficients(1).slice(0, coefficients(1).length/2)  
    dC = coefficients(1).slice(coefficients(1).length/2, coefficients(1).length)  
  }  
  
  // Extract envelope from detail coefficients  
  // 1) Undersample  
  // 2) Absolute value  
  // 3) Subtract mean  
  val pace = pow(2, (levels-loop-1)).toInt  
  dC = dC.undersample(pace).abs  
  dC = dC - dC.mean  
  // Recombine detail coefficients  
  if (dCSum == null) {  
    dCSum = dC.slice(0, dCMinLength)  
  } else {  
    dCSum = dC.slice(0, min(dCMinLength, dC.length)) |+| dCSum  
  }  
}  
  
// Add the last approximated data  
aC = aC.abs
```

```

aC = aC - aC.mean
dCSum = aC.slice(0, min(dCMinLength, dC.length)) |+| dCSum

// Autocorrelation
var correlated : Array[Double] = dCSum.correlate
val correlatedTmp = correlated.slice(minIndex, maxIndex)

// Detect peak in correlated data
val location = detectPeak(correlatedTmp)
// Compute window BPM given the peak
val reallocation = minIndex + location
val windowBpm : Double = 60.toDouble / reallocation *
(audioFile.sampleRate.toDouble/maxDecimation)
instantBpm += windowBpm;

```

## 7. מסמך דרישות ראשוני של המערכת

אין שינויים או תוספות מה-SOW.

## 8. חלופות

### 8.1 חלופות מערכתיות

#### 8.1.1 פיתוח משחק מחשב אישי

יתרון	יותר רווח ופשוטות לפיתוח כמו כן למציאת מקורות.
יתרון	ישנו ציוד מגוון ואיכותי למשחק מציאות מדומה.
יתרון	מאפשר גרפיקה ברמה גבוהה.
חסרון	חוסר ניידות.
חסרון	מצריך התקנה.
חסרון	מצריך ציוד יקר יותר.

#### 8.1.2 פיתוח משחק למכשיר מובייל

יתרון	לרוב האנשים בעולם המערבי יש טלפון חכם שיוכל להריץ את המשחק.
יתרון	נייד, אפשר לשחק בכל מקום בכל זמן.

חסרון	גרפיקה ברמה נמוכה יותר.
חסרון	מחייב התקנה על המכשיר.
חסרון	מבזבז סוללה.
חסרון	מכביד על המכשיר הנייד, גורם להתחממותו ופליטת קרינה גבוהה יותר.

### 8.1.3 פיתוח משחק WEB

יתרון	לא מצריך התקנה.
יתרון	יש אפשרות לשחק גם ממכשיר נייד וגם נייד(במידה ותהייה תאימות)
חסרון	מחייב רשת זמינה.
חסרון	מוגבל מבחינה גרפית.
חסרון	יכביד על המערכת ויכול להאט ביצועים.

### 8.1.4 השוואה בין החלופות

#### קריטריונים למתן ציון:

התקנה: 5-לא מצריך התקנה, 1-מצריך התקנה  
איכות גרפית- 5-הכי גבוהה שאפשר, 4- גבוהה אך לא מקסימלית, 3- גבוהה, 2-בינונית, 1- נמוכה.  
חוויית משתמש- 5- הכי טובה, 4- טובה, 3- בינונית  
ניידות- 5- נייד, 1- לא נייד  
עלות - 5- חינם, 4- מאוד זול, 3- זול, 2- יקר  
קרינה- 5- ללא קרינה כללי, 4- קרינה נמוכה, 3- קרינה בינונית, 1- קרינה גבוהה  
משקלים: איכות גרפית-5, חוויית משתמש- 5, התקנה- 3, קרינה- 3, ניידות-1,עלות-1

קריטריון/חלופה	PC	MOBILE	WEB
התקנה	1	1	5
איכות גרפית	5	4	2

3	4	5	חוויית משתמש
1	5	1	ניידות
2	4	2	עלות
4	1	3	קרינה
55	56	68	ציון משוקלל

### החלופה הנבחרת:

החלופה הנבחרת היא פיתוח המשחק ל-PC.

פיתוח המשחק ל-PC נותן את האיכות הגבוהה ביותר וכך לדעתנו חווית המשתמש הכי טובה שיכולים לספק במשחק VR.

החיסרון המשמעותי שלו הינו עלות הציוד היקרה יותר מאשר לטלפון נייד איננה פקטור בפרוייקט שלנו מפני שהציוד כבר קיים ולא צריך להירכש.

כמו כן גם ניידות אמנם פרמטר חשוב בתחומים רבים בעולם שלנו אך בעולם הגיימינג הוא לא דווקא כה חשוב וזה מוכח לפי כך שרוב השחקנים המקצועיים משחקים במערכות ניידות.

## 8.2 חלופות טכנולוגיות

### 8.1.1 פיתוח ל- Oculus Rift

יתרון	איכות תמונה מעולה ברזולוציה גבוהה 1200×1080 לכל עין.
יתרון	איכות HDMI.
יתרון	זווית ראייה של 110 מעלות(ניתן לראות 360).
יתרון	אוזניות שמע מובנות ב-360 מעלות.
חיסרון	יקר.
חיסרון	לא נייד.
חיסרון	צריך מחשב חזק ויקר בעל חומרה אולטימטיבית.

### 8.1.2 פיתוח ל-Samsung Gear

יתרון	רענון 60Hz .
יתרון	נייד.

יתרון	זול.
חסרון	רזולוציה תלוייה במכשיר נייד.
חסרון	שמע באמצעות סמארטפון נלווה.
חסרון	זווית ראייה של 96 מעלות.
חסרון	מכביד על המכשיר הנייד, גורם להתחממותו ופליטת קרינה גבוהה יותר.

### 8.1.3 פיתוח ל-HTC VIVE

יתרון	רענון 90Hz.
יתרון	זווית ראייה של 100 מעלות.
יתרון	איכות תמונה מעולה ברזולוציה גבוהה 1200×1080 לכל עין.
חסרון	מאוד יקר.
חסרון	לא נייד.
חסרון	זוג אוזניות שמע ברמה נמוכה.

### 8.1.4 השוואה בין החלופות

#### קריטריונים למתן ציון:

דרישות מערכת חיצונית: 5- אין דרישות, 4-דרישות נמוכות, 3- דרישות בינוניות,

2- דרישות גבוהות, 1- דרישות הכי גבוהות.

רזולוציה- 5-הכי גבוהה שאפשר, 4- גבוהה אך לא מקסימלית, 3- גבוהה,

2-בינונית, 1- נמוכה.

זווית ראייה- 5- הכי טובה, 4- טובה, 3- בינונית

ניידות- 5- נייד, 1- לא נייד

עלות - 5- חינם, 4- מאוד זול, 3- זול, 2- יקר, 1- מאוד יקר

שמע- 5- הכי טוב, 4- טוב, 3- בינוני, 2- נמוך

קרינה- 5- ללא קרינה כללי, 4- קרינה נמוכה, 3- קרינה בינונית, 1- קרינה גבוהה

משקלים: רזלוציה -4, זווית ראייה -4, שמע -5, עלות-2, קרינה-2, דרישות מערכת חיצונית-3, ניידות -1.

קריטריון/חלופה	Oculus Rift	HTC Vive	Samsung Gear
דרישות מערכת חיצונית	1	2	3
רזלוציה	5	5	3
זווית ראייה	5	4	3
שמע	5	4	3
ניידות	1	1	5
עלות	2	1	3
קרינה	4	4	1
ציון משוקלל	81	73	61

החלופה הנבחרת:

החלופה שנבחרה הינה Oculus Rift שבלטה מעל המתחרות בעיקר באיכות השמע ונוחות האוזניות.

אלו פרמטרים חשובים כאשר המשחק שלנו הוא משחק מוזיקלי וכמובן שאיכותו גם חשובה לנו.

בנוסף, קראנו בסקירות שונות שמוטות ה Oculus Rift הן הנוחות ביותר אך נוחות איננה דבר מדיד וזה סובייקטיבי ולכן לא נכנס לקריטריונים.



לגבי דרישות מערכת ועלות, הציוד הדרוש כבר קיים ונמצא ולכן קיבל משקל נמוך יותר.

## 9. ארכיטקטורה

### 9.1 תיאור הארכיטקטורה

ארכיטקטורת המערכת הינה מודל 3 השכבות שזו ארכיטקטורת שרת-לקוח. ארכיטקטורה זו ממשיק המשתמש, הלוגיקה של המערכת ושכבת הנתונים מפותחים ומתוחזקים כמודולים נפרדים.

### 9.1.1 צד לקוח

שכבת ממשק משתמש (GUI) - זו בעצם השכבה שאחראית על תצוגה למשתמש, המסכים השונים והחיווי לפי פעולותיו.

שכבת הלוגיקה- נקראת גם "השכבה האמצעית" שכן היא מקשרת בין 2 השכבות השונות שמעליה ומתחתיה בכך שמתקשרת עם השרת, עושה את החישובים (לוגיקה) ומעבירה לשכבת המשתמש לתצוגה.

### 9.1.2 צד שרת

אחראי על נתוני המערכת.

מאחסן את 'היכל התהילה' שזה טבלת השיאים של השחקנים ומידע רלוונטי נוסף למהלך המשחק.

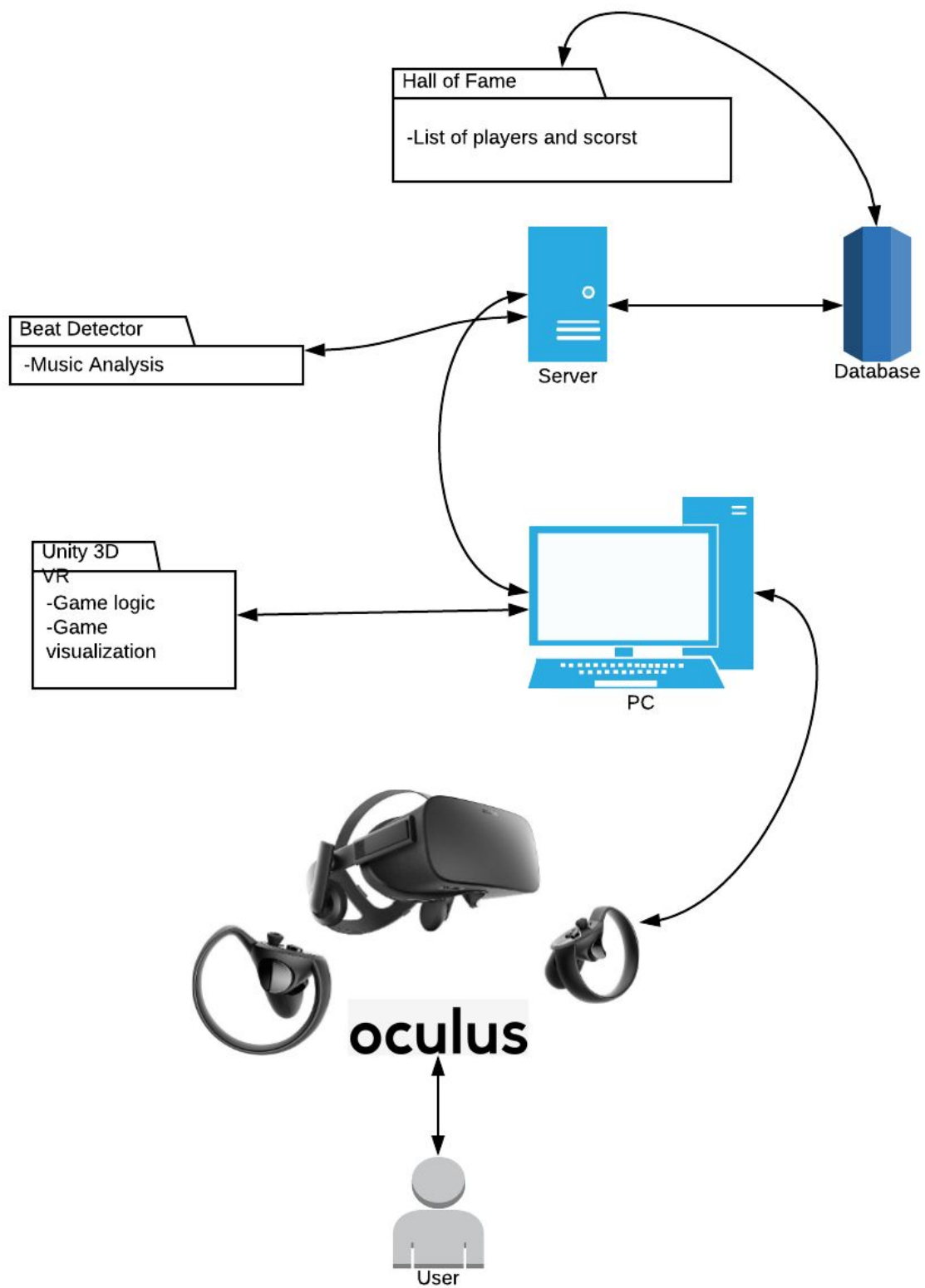
פסיאודו קוד ליצירה רנדומלית של אובייקטים שונים:

```
CreateAndFireRandomObject()
{
    Public GameObject block;
    System.Timers.Timer aTimer;
    While (song.isPlaying()) //Work while song is playing
```

```

{
    var bpm = BeatDetector.getBpm("track.wav");//Get the current bpm
    aTimer = Timer(60000/bpm)// In what bpm to create blocks
//Hook up the Elapsed event for the timer.
    aTimer.Elapsed += SpwanObject;
    aTimer.AutoReset = true;
    aTimer.Enabled = true;
    SLEEP(10000) //Every 10 sec, the timer reCalculate
}
}
void SpwanObject(Object source, ElapsedEventArgs e)
{
    block = getRandomBlockFromList();//Return color and arrow
    pos = getRandomStartingPositionToBlock();
    Instantiate(block);
}

```



## 10. תוצרי הפרויקט

### תוצרי גרסת אלפא:

- משחק מתפקד עם מערכת האוקולוס.
- משחק מציאות מדומה 3D .
- המשחק בשלב זה יכלול שלב קושי אחד בלבד.
- אובייקטים ינועו לעבר השחקן בקצב המוזיקה.
- יהיו 3-4 סוגי אובייקטים שונים, אשר השחקן יצטרך להכות עם החרבות הוירטואליות.
- כל הכאה נכונה או לא נכונה באובייקט תזכה לתגרה בניקוד לפי הטבלה המצורפת.
- הניקוד יוצג לשחקן בשולי התמונה.
- בזמן אמת ניקוד השחקן יופיע על המרקע למעלה מבלי להפריע למשחק, תוך כדי שיקבל חיווי על כל פגיעה שעשה.
- האובייקטים ינועו לפי קצב המוזיקה שתנותח מראש על בסיס רשימת שירים שנבחרו מראש ע"י המפתחים ותוגבל בשלב זה לשיר אחד ברמת קושי ראשונית.

הכאה באובייקט בצד החץ	הכאה באובייקט לא בכיוון החץ	הכאה באובייקט עם החרב הלא נכונה	הכאה במסיח	סדרה של 5 הכאות(בלי פגיעה במסיחים)
מעלה 100 נק'.	מעלה 30 נק'.	מוריד 80 נק'.	מוריד 100 נק'.	מזכה ב300 נק' בונוס.

## תוצרי גרסת בטא:

- בגירסה זו יבוצעו תיקונים ויבדקו זמני התגובה והיכולות של שחקן לשחק במשחק בפועל.
- יהיו מספר שלבים ברמת קושי עולה, בקצבי המוזיקה והגחת האובייקטים.
- יתכן ויוספו עוד סוגי אובייקטים.

התוצר הסופי לא השתנה מה-SOW שהינו משחק מציאות מדומה במנוע unity .

## 11. פערים

השלמת פערים	פערים
באמצע tutorial של udemy שצריכים להשלים בשביל להתקדם עד לאחר דוח התכנון.	למידת Unity
נבדק מול ניר ונמצא כי כל האביזרים (נכון לעכשיו) קיימים.	וידוא הימצאות חומרה ואביזרים
מצאנו מספר מקורות באינטרנט שבעזרתם נפתח את האלגוריתם המתאים.	פיתוח בינה מלאכותית לניתוח קצב המוזיקה

## 12. סיכונים עיקריים ודרכי התמודדות

### 12.1 הסיכונים המרכזיים הצפויים ודרכי התמודדות

#### 12.1.1 סיכון 1:

האטה והכבדה על זמן התגובה של המשחק משום האלגוריתם המורכב לפענוח קצב המוזיקה.

דרכי התמודדות:

12.1.1.1 לחפש כיצד אפשר לייעל את האלגוריתם ככל האפשר מבלי לפגוע באיכות הביצוע.

12.1.1.2 פיתוח אלגוריתם שניגש לבעיה בצורה שונה.

#### 12.1.2 סיכון 2:

תקינות האוקולוס ריפט שברשותנו. ישנו מכשיר אחד במעבדה, מכיוון שכל יכולות המשחק במציאות מדומה תלויות בתקינות המכשיר ברשותנו.

דרכי התמודדות:

12.1.2.1 לשמור את המכשיר בצורה המיטבית.

12.1.2.2 להתכונן להציג את המשחק גם בצורה שאינה מציאות מדומה.

12.1.2.3 לדאוג למכשיר חלופי.

#### 12.1.3 סיכון 3:

## 13. תוכנית עבודה לביצוע הפרויקט

### תוכנית עבודה עד להגשת דוח הנדסי:

31	★	הגשת דוח תכנון	1 day	Thu 05/09/19	
32	★	<b>דוח התוכן ההנדסי</b>	<b>102 days</b>	<b>Thu 05/09/19</b>	
33	★	<b>עדכון דוח התכנון</b>	<b>8 days</b>	<b>Thu 05/09/19</b>	
34	★	עדכון סקירת ספרות וסקירת שוק	2 days	Thu 05/09/19	
35	★	עדכון ניהול סיכונים	3 days	Fri 06/09/19	
36	★	עדכון ארכיטקטורה	3 days	Mon 09/09/19	
37	★	דוח SRD	9 days	Fri 13/09/19	
38	★	דוח SDD	8 days	Thu 26/09/19	
39	★	דוח STD	10 days	Sun 06/10/19	
40	★	<b>בניית ALPH</b>	<b>62 days</b>	<b>Sun 20/10/19</b>	
41	★	<b>משימות של עמית</b>	<b>62 days</b>	<b>Sun 20/10/19</b>	
42	★	זוגת פעולות בסיסיות של המשחק במציאות מדומה	32 days	Sun 20/10/19	
43	★	בניית בינה מלאכותית לזיהוי רמת השחקן	32 days	Sat 30/11/19	
44	★	<b>משימות של גבריא</b>	<b>62 days</b>	<b>Sun 20/10/19</b>	
45	★	בניית בינה מלאכותית לפענוח קצב המוזיקה	32 days	Sun 20/10/19	
46	★	בניית תצוגה בסיסית למשחק	32 days	Sat 30/11/19	
47	★	שליחת אלפא למנחה	1 day	Sun 12/01/20	
48	★	תיקנום לאלפא	6 days	Wed 15/01/20	
49	★	הגשת דוח תוכן הנדסי	1 day	Thu 23/01/20	

### תוכנית עבודה לאחר הגשת דוח הנדסי עד לסיום הפרויקט:



50	★	מסירת הפרוייקט + דוח סופי	89 days	Thu 23/01/20				
51	★	עדכון מסמכים קודמים	2 days	Thu 23/01/20				
52	★	אפיון המערכת	1 day	Fri 24/01/20				
53	★	כתיבת פירוט מוצר	3 days	Sat 25/01/20				
54	★	כתיבת תכנון הפרוייקט	8 days	Tue 28/01/20				
55	★	בדיקות והערכות	8 days	Thu 06/02/20				
56	★	פיתוח קוד	66 days	Tue 18/02/20				
57	★	פיתוח המשחק	45 days	Tue 18/02/20				
58	★	אינטגרציה בין חלקי הקוד	12 days	Tue 21/04/20				
59	★	בדיקות המערכת	8 days	Thu 07/05/20				
60	★	הגשת דוח סופי	1 day	Tue 26/05/20				

## 14. רשימת מקורות

מקורות שנוספו לרשימת המקורות לאחר ה-SOW:

- Tzanetakis, George & Essl, Georg & Cook, Perry. (2001). Audio Analysis using the Discrete Wavelet Transform. Proceedings of the Conference in Acoustics and Music Theory Applications. 318-323.