



## עבודה עם דינמיקה של מערכת

כעת נראה כיצד מרכיבי המשחק משתלבים זה בזה ליצירת מערכות ניתנות להפעלה, וכיצד מעצבים יכולים לעבוד עם מאפייני מערכת כדי לאזן את האופי הדינמי של המשחקים שלהם.

### משחקים כמערכות

**מערכת** היא אוסף של רכיבים אשר פועלים ביחד, באינטראקציה הדדית, למען אותה מטרה משותפת. מערכות קיימות בטבע ובעולם המיוצר על ידי האדם, בכל מקום בו אנו רואים התנהגות כלשהי המורכבת מאינטראקציה של רכיבים בדידים. ניתן למצוא מערכות בצורות רבות ושונות. הן יכולות להיות בעלות אופי מכאני, ביולוגי או חברתי. מערכת יכולה להיות פשוטה כמו מהדק, או מורכבת כמו ממשלה. בשני המקרים, כאשר המערכת מופעלת, הרכיבים שלה מתקשרים זה עם זה כדי לייצר את המטרה הרצויה.

גם משחקים הם מערכות. בלב כל משחק ניצבת קבוצה של רכיבים פורמליים כפי שראינו. כאשר הם פועלים יחד, הם יוצרים חוויה דינאמית בה השחקנים עוסקים. אולם, בשונה מרוב המערכות, אין זו מטרתו של משחק ליצור מוצר כלשהו, לבצע משימה או לנהל תהליך כלשהו. מטרת המשחק היא לבדר את מי שמשחק בו. משחקים עושים זאת באמצעות יצירת עימות מובנה, ומתן תהליך מבדר לשחקנים בדרך אל פתרון העימות.

הרכיבים הבסיסיים של מערכות הם עצמים, תכונות, התנהגויות ויחסים. עצמים בתוך המערכת מתקשרים זה עם זה על פי תכונותיהם, התנהגויותיהם ומערכת היחסים שלהם, וגורמים לשינויים במצב המערכת.

### עצמים

עצמים הם אבני הבניין הבסיסיות של מערכת. ניתן לחשוב על מערכות כקבוצה של חלקים קשורים זה בזה הנקראים עצמים, שיכולים להיות פיזיים, מופשטים או שניהם, תלוי באופי המערכת. דוגמאות לעצמים במשחקים עשויות להיות כלי-משחק נפרדים (כמו המלך או המלכה בשחמט), מושגים במשחק (כמו הבנק במונופול) השחקנים עצמם או ייצוגים של השחקנים (כמו האוואטארים בסביבה מקוונת), דברים נוספים שאפשר לראות כעצמים הם: פני-השטח, לוח רשת, או קווי-הגבול של המגרש.

עצמים מוגדרים על פי תכונותיהם והתנהגויותיהם. הם מוגדרים גם על ידי מערכות היחסים שלהם עם עצמים אחרים.

### תכונות

תכונות הן איכויות או יחסים המגדירים היבטים פיזיים או רעיוניים של עצמים. באופן כללי, מדובר בקבוצת ערכים המתארים עצם. התכונות של דמות במשחק תפקידים יכולות להיות מורכבות יותר, כולל משתנים כמו בריאות, חוזק, ניסיון, רמה, כמו גם המיקום שלו בסביבה המקוונת, ואפילו יצירת אומנות או מדיה אחרת הקשורה לעצם זה. המאפיינים של עצמים מהווים אוסף של נתונים תיאורטיים שיכולים להיות חיוניים לקביעת אינטראקציות של עצמים במערכת משחק. לסוגים הפשוטים ביותר של חפצי המשחק יש מעט מאד מאפיינים, ותכונות אלה לא משתנות על סמך משחק. דוגמה לסוג זה של עצם הוא פריט בודד של דמקה, לאורך המשחק צורתו לא משתנה. לכל פריט בודד בדמקה יש שלושה מאפיינים: צבע מיקום וסוג. בזמן שמיקום של דמקה משתנה, הצבע לעולם לא ישתנה. סוג הדמקה יכול להפוך להיות מלך במקום רגיל.

נתבונן בעצם של שחקן דיאבלו, ונשים לב שיש לו מאפיינים רבים המשתנים במהלך המשחק (לא באופן בינארי פשוט כמו דמקה). בגלל מורכבות הגדולה יותר שלו, לעצם במקרה זה ככל הנראה יחסים פחות צפויים עם עצמים אחרים במערכת מאשר עצם פשוט כמו בדמקה.

## [תרגיל 5.1] עצמים ותכונות

בחר משחק לוח שיש לך בבית בו אתה מסוגל לזהות בבירור את העצמים ואת תכונותיהם. במשחקי לוח אסטרטגיים יש לרוב חפצים עם מאפיינים שקל לזהות אותם. ערוך רשימה של כל העצמים ותכונותיהם במשחק שבחרת.

## התנהגויות

המאפיינים הבאים המגדירים עצמים במערכת הם התנהגויות. התנהגויות הן הפעולות הפוטנציאליות שעצם עשוי לבצע במצב נתון. ככל שיש לעצמים יותר התנהגויות פוטנציאליות, כך פעולותיהם פחות צפויות במערכת. לדוגמה אם ניקח דמות שיש לה שלוש יכולות - לזרוק כדור אש, אשר אם הוא פוגע הוא עושה נזק (מוריד חיים) וגם למשך כמה שניות מוריד עוד מעט מאד חיים בכל שנייה, או לזרוק קרח על היריב, ועל ידי כך להאט אותו למשך כמה שניות, או לתת מכת ברק אשר תגרום לבלבול היריב ועל ידי כך לגרום לו לא להיות מסוגל להשתמש בסקילים (כישורים) למשך כמה שניות. שלוש היכולות שתיארתי שונות ובעלות פוטנציאל לדוגמה, לזרוק קרח על היריב, להאט אותו ואז לזרוק עליו כדור אש, ולגרום לכך שימשיך לרדת לו חיים, ואז לבסוף מכת ברק, כדי למנוע ממנו להחזיר לנו. וכך ליצור פוטנציאל למשחק שהוא לטובתנו, כמו כן ניתן להוסיף הרבה יכולות מגוונות, וכך ליצור פוטנציאל משחק רחב. כמו כן ניתן ליצור אוסף של חפצים וכאשר לובשים אותם היכולות מקבלות אפקט משמעותי יותר לאותה התנהגות. או אפילו להוסיף לנו התנהגות חדשה.

תוספת התנהגויות פוטנציאליות נוטה להוסיף בחירה, ולהפחית את רמת הוודאות לגבי התוצאה במשחק. לדוגמה, לדמות ב"דיאבלו" יש הרבה יותר התנהגויות אפשריות מאשר לדמות בדמקה, ולכן יש לשחקן יותר בחירה ופחות ודאות. האם זה בהכרח מוביל לחוויית-משחק מהנה יותר? לא תמיד; לפעמים דווקא הפשטות יותר מהנה. תוספת התנהגויות אפשריות היא רק אחד הכלים שמעצב-המשחק יכול להשתמש בו כדי לנסות להשפיע על חוויית-השחקן.

## [תרגיל 5.2] התנהגויות

קח את רשימת העצמים והתכונות שיצרת ב[תרגיל 5.1] והוסף תיאור של התנהגויות עבור כל עצם. התייחס לכל ההתנהגויות של כל אחד מהעצמים בכל מצבי המשחק השונים.

## יחסים

מערכות מתאפיינות בקשרים יחסים מורכבים בין העצמים שלהן. אם אין קשרים בין העצמים אז יש אוסף של עצמים ולא מערכת. לדוגמה אם נסתכל על קלף כעצם, ויש לנו 5 קלפים ריקים אז יש לנו רק אוסף – לא מערכת. אם נסמן כל קלף במספר, יצרנו קשרים בין הקלפים. אם מספרנו את המספרים מ1 עד 5, הסרת הקלף 3 תשנה את הדינאמיקה של המערכת המשתמשת בקלפים אלו. משחק שמשחק על לוח עשוי לבטא יחסים בין עצמים המבוססים על מיקום.

יחסים על עצמים עשויים להיות מוגדרים בצורה היררכית, כמו ברצף המספרי של הקלפים שתוארו מקודם. האופן בו מוגדרים מערכות יחסים בין עצמים במערכת משחק חלק גדול באופן בו המערכת מתפתחת כאשר היא מופעלת. דוגמא למערכת יחסים המשתנה במהלך המשחק היא תנועה בדמקה בלוח: חתיכות נעות לכיוון הצד השני ולכודות חתיכות של היריב לאורך כל הדרך. בזמן שהם עושים זאת, הקשר שלהם ללוח ולשאר החלקים משתנה ללא הרף. מצד שני עצמים יכולים להיות בעלי מערכות יחסים רופפות בין העצמים במערכת, תוך אינטראקציה איתם על סמך קרבה או משתנים אחרים. דוגמא לכך, THE SIMS שם קשרי הדמויות לעצמים אחרים מבוססים על צרכיהם הנוכחיים ויכולתם של העצמים בסביבה למלא את אותם צרכים. מערכות יחסים אלה משתנות ככל שצרכי הדמויות משתנה לדוגמא המקרר מעניין יותר דמות שהיא רעבה מאשר דמות שהרגע אכלה ארוחה גדולה.

ניתן להכניס שינוי במערכות יחסים על בסיס הבחירות שנעשו על ידי השחקנים. דמקה מציג שינוי כזה: השחקנים בוחרים להיכן להזיז את החלקים שלהם על הלוח.

משחקים רבים משתמשים ברכיב הסתברותי כדי לשנות את היחסים המשחק. דוגמא טובה לכך נראית באלגוריתמים של קרבות במשחקי אסטרטגיה מלחמתיים. הנה הסבר איך אלגוריתם הקרב עובד במשחק WARCRAFT 2: לכל יחידה במשחק 4 תכונות שקובעות עד כמה היחידה יעילה בלחימה.

- נקודות בריאות (hit points): כמה נזק היחידה יכולה לספוג לפני מותה.
  - נקודות שריון: מספר זה משקף לא רק את השריון שלובשת היחידה, אלא גם את האפקטיביות שלו לנזק.
  - נקודות נזק בסיסי: כמה נזק יכולה היחידה להסב בכל פעם שהיא תוקפת. הנזק הבסיסי יורד בהתאם לנקודות השריון של היריב.
  - נקודות חדירה: משקף עד כמה יעיל כוח-ההתקפה של היחידה בחדירת השריון של היריב.
- הנוסחה המשמשת לקביעת הנזק היא: (נזק בסיסי פחות שריון היעד) + נקודות חדירה = נזק מרבי שייגרם. התוקף מבצע נזק אקראי בין 50-100% מכלל התקיפה הזו.

### [תרגיל 3.5] מערכות יחסים

קח את רשימת העצמים, המאפיינים וההתנהגויות שיצרת בתרגילים [1.5, 2.5]

ותאר את היחסים בין כל עצם. כיצד מוגדרים מערכות יחסים אלה? לפי מיקום? לפי כוח? לפי ערך כלשהו?

## דינמיקת מערכת

ניתן לשחק עם סדר הרכיבים של המערכת על מנת להגיע לתוצאה, שינוי יכול להיות כמעט ולא מורגש, או יכול להיות קיצוני ומשמעותי ביותר. לדוגמא אם ניקח את WARCRAFT2: אם במקום להשתמש בנוסחה לנזק שהיא (נזק בסיסי פחות שריון היעד) + נקודות חדירה = נזק סופי, נחליט שהנזק הוא מספר אקראי בין 1-30. איך זה ישנה את התוצאה של כל קרב אינדיבידואלי? כנראה שבצורה משמעותית, כי אז השחקנים במקום להעלות את הנזק, והשריון, יעלו את כמות החיים הכללית של היחידה שהם משחקים איתה. וכל המערכת תשתנה. מצד שני אם נוריד את מידת האקראיות של הנזק המירבי (50%-100%) איך זה ישפיע? כל יריב יוכל לחזות בדיוק עם כמה נזק הוא עלול להתמודד, אמנם ההשפעה על המערכת תהיה פחות קיצונית.

כשמשנים את היחסים בין עצמים במערכת, ההתנהגות של המערכת – והשחקנים שמשחקים בה – משתנה.

קשה לדעת באופן מדויק כיצד הדינמיקה של מערכת משחק נתונה מושפעת מהתכונות והיחסים של העצמים שלה. תיכנון משחק הוא "תכנון מסדר שני" – אנחנו לא יודעים איך בדיוק השחקנים ישתמשו במערכת שלנו. אנחנו יוצרים את מרחב האפשרויות, ועושים המון בדיקות, אבל בסופו של דבר, ברגע שהמשחק יצא מתחת ידנו, הוא כבר של השחקנים, ואנחנו לא יכולים לחזות איך בדיוק הם יתנהגו.

## שחמט

משחק שחמט הוא דוגמא למערכת שיש לה יותר מסוג אחד של עצמים, והתנהגויות ומערכת יחסים מורכבות מעט בין עצמים. העצמים בשחמט: ישנם שישה סוגים של יחידות, ועוד 64 מקומות ריקים על הלוח.

לכל יחידה מספר מאפיינים: צבע, דרגה ומיקום, כמו גם מערכת התנהגויות. לדוגמא למלכה הלבנה יש מיקום התחלתי D1. התנהגות התנועתית של המלכה היא שהמלכה עשויה לנוע בכל קו ישר אופקית, אנכית או באלכסון, כל עוד היא לא חסומה על ידי יחידה אחרת.

כשלעצמן, תכונות והתנהגויות אלה אינן הופכות את העצמים בשחמט למורכבים יותר מאשר עצמים במשחק איקס-עיגול. עם זאת, ההתנהגויות המגוונות של העצמים והקשרים בניהם אכן הופכים את המשחק המתהווה למורכב. מכיוון שלכל יחידה יש התנהגויות ספציפיות מבחינת תנועה ולכידה, ומכיוון שיכולות אלו יוצרות שינויים במיקומם על הלוח, מערכות היחסים בין כל יחידה משתנות למעשה כתוצאה מכל מהלך. בגלל מערך האפשרויות המגוון, השחמט הוא משחק מאתגר ומעניין לשחקנים גם אחרי שהם מבינים את כל ההתנהגויות והכללים הבסיסיים שלו.

## "הרמז" לעומת "בול פגיעה"

במשחק "בול פגיעה" (mastermind) העצמים הם יתדות, המאפיינים הם הצבעים והקשרים נקבעים על ידי מי שמייצר את הרצף. במשחק הקלאסי ישנם 4 יתדות ו 6 צבעים ומותר צבעים חוזרים. כך שישנם מספר יחסית גדול של קודים אפשריים. הוספת יתד נוסף תוסיף מספר אפשרויות קוד נוסף באופן אקספוננציאלי, עד שהמשחק יהפוך לקשה עד בלתי אפשרי, הוספת צבע נוסף תגרום לשינוי אבל השינוי לא יהיה כה גדול כמו הוספת יתד.

במשחק "הרמז" (Clue) לשחקנים יש מטרה דומה, אך למטרה זו יש מבנה מתמטי שונה, כתוצאה מכך חווית שחקנים שונה לחלוטין. רמז הוא גם משחק הגיון וניכוי, בו המטרה היא לפתור חידה. אבל הרמז הוא משחק שמיועד לשלושה עד שישה שחקנים, ואין תפקידים מיוחדים - כל השחקנים מנסים להסיק את התשובה. המשחק ממפה את הנחת היסוד לפתירת רצח במערכת ומוסיף רכיב של סיכוי להליכים באמצעות מערכת הלוח והתנועה. מבחינת המבנה המתמטי שלה, לפאזלים במשחק רמז מוגדרת אפשרות הרבה יותר קטנה. ישנם שישה חשודים אפשריים, שישה כלי נשק אפשריים ותשעה חדרים אפשריים  $324 = 6 \times 6 \times 9$  שילובים אפשריים. אם נשווה את שני המשחקים, רואים שהמטרה של שניהם דומה כלומר, לפתור חידה. שני הפאזלים שלהם הם קומבינטוריים (כלומר הם משתמשים בשילובים של קבוצות קיימות כדי ליצור פאזל "אקראי" לכל משחק. בבול-פגיעה יש יותר שילובי פאזלים אפשריים כך שקשה יותר לנחש את הצירוף. במשחק רמז יש דרכים נוספות למצוא מידע: מבנה חברתי של בקשות מידע, קריאת פרצופים של שחקנים אחרים וכו'. המח משתמש בהגיון וניכוי. הרמז משתמש גם בלוגיקה ודדוקציה, אך הוא מוסיף גורם הסתברותי (קוביות ותנועה).

לאחר ניתוח של כמה משחקים המועדפים עליך, שהם חולקים עיצובים מערכתיים מוצלחים מבחינת המאפיינים, ההתנהגויות והקשרים של העצמים שלהם. לימוד כיצד הדינמיקה של מערכות אלה עובדת יכולה לעזור למקד את המחשבות ולעזור לך לעמוד ביעדי חווית השחקן שלך.

[תרגיל 5.4] דינמיקת מערכת

בואו ניקח את המשחק אתו עבדתם בתרגילים [1.5, 2.5, 3.5] ונראה כיצד אנו יכולים לשנות את הדינמיקה של המערכת על ידי התנסות עם המאפיינים, ההתנהגויות או מערכת היחסים של עצמי הליבה שלה.

לדוגמא אם בחרת במשחק מונופול, שנה את המחירים, המיקום והשכרה של נכס בלוח או שנה את כללי התנועה. ביצוע השינויים תלוי בך, אך בצע שינויים משמעותיים.

עכשיו שחק את המשחק. מה קורה? האם השינויים שלך השפיעו על מאזן המשחק? האם עדיין אפשר לשחק את המשחק?

אם המערכת עדיין ניתנת להפעלה, בצע שינוי נוסף. לדוגמא הוציא את כל כרטיסי ההזדמנות שתורמים, והשאר את הכרטיסים שפוגעים או כרטיסים ניטרליים.

מה קורה?

המשך לעשות את התרגיל הזה עד שכבר לא ניתן לשחק את המשחק. מה היה השינוי המכריע שעשית? מדוע אתה חושב שהשינוי האחרון שבר את המשחק?

## כלכלות

סוג חשוב אחד של מבנה מערכת שנמצא לעיתים קרובות במשחקים הוא כלכלה. נבחן את מבנה זה בפירוט יתר, מכיוון שכרוך בדינמיקה המקיפה את המשאבים במשחק, אחד המרכיבים הפורמאליים הבסיסיים של המשחק.

משחקים מסוימים מאפשרים החלפת משאבים - בין משתמשים או בין שחקן למערכת. כאשר משחק מאפשר חילופי דברים מסוג זה, מערכת הסחר מהווה כלכלה פשוטה. במערכות מורכבות יותר, הכללים של כלכלות בעולם האמיתי עשויים להשפיע. אך לעיתים קרובות יותר, המשחקים לא יהיו דומים במדויק לשווקים בעולם האמיתי.

ישנם כמה מושגי יסוד של התיאוריה הכלכלית בה אנחנו יכולים להשתמש כברירת מחדל של כלכלת המשחק שלנו. ראשית, כדי שתהיה כלכלה במשחק, חייבים להיות **פריטי החלפה**, כמו משאבים או חפצים כאלו ואחרים; צריך שיהיו **סוחרים**, כגון שחקנים, או בנק המערכת; ו**שיטות סחר**, כגון שווקים, או הזדמנויות מסחר אחרות. לכלכלה עשוי להיות **מטבע** - מה שמסייע כדי להקל על הסחר. כמו בעולם האמיתי, השיטות בהן נקבעים מחירים בכלכלה תלויות בסוג הפיקוח בשוק. מחירי פריטי השוק במשחקים יכולים להיות חינם, קבועים, או משתנים כתלות של ביקוש בהתאם לעיצוב המערכת. מספר שאלות שעל מעצב לשאול כשהוא מתכנן כלכלה של משחק:

- האם **גודל הכלכלה** גדל במהלך המשחק? לדוגמא האם מיוצרים משאבים נוספים, ואם כן האם הצמיחה נשלטת על ידי המערכת.
- אם יש **מטבע**, כיצד נשלט הביקוש שלו?
- כיצד נקבעים **מחירים** במשחק? האם הם נשלטים על ידי כוחות שוק? או מוגדרים על ידי מערכת?
- האם קיימות מגבלות על **הזדמנויות לסחר** בקרב משתתפים, למשל לפי תור, זמן, עלות או אילוצים אחרים?

כדי להבין כיצד המשחקים מתמודדים עם המשתנים הכלכליים הללו, נסתכל על כמה דוגמאות החל ממשחקי לוח קלאסיים ועד לעולמות מקוונים מרובי משתתפים.

## סחר חליפין פשוט

Pit (בור) הוא משחק קלפים פשוט שבו שחקנים מחליפים סחורות שונות כדי להשתלט על השוק (ויקיפדיה: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pit\\_\(game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pit_(game)) יוטיוב: <https://youtu.be/OFht7Lnp1Ko>).

ישנם שמונה סדרות של סחורות, ותשעה קלפים בכל סוג. הסחורות שוות מספר משתנה של נקודות בין 50-100 לדוגמא, תפוזים שווים 50 נק', שיבולת שועל היא 60 נק', תירס 75, חיטה 100 וכו'. אתה מתחיל עם אותו מספר סדרות ככמות השחקנים שמתתפים. בין 3 ל 8. הקלפים מחולקים באופן שווה לכל השחקנים. במהלך כל סיבוב, שחקנים סוחרים על ידי קריאת מספר הקלפים שהם רוצים לסחור אבל לא שם הסחורה. הסחר נמשך עד שאדם אחד מחזיק בכל 9 הקלפים של סחורה יחידה.

יש כמה תכונות שצריך לציין במערכת סחר חליפין פשוטה זו. ראשית, כמות המוצר (כלומר, כרטיסים) במערכת היא יציבה בכל עת במהלך המשחק. בנוסף, הערך של כל קלף לא משתנה לעולם ביחס לכרטיסים האחרים. הערך קבוע על ידי הערך המודפס שנקבע לפני תחילת המשחק. כמין, ההזדמנות לסחור מוגבלת רק במספר - כל המסחר חייב להיות במספר שווה של כרטיסים. מלבד זה, המסחר פתוח בכל עת. במערכת סחר חליפין פשוטה כזו, כלכלת המשחק מוגבלת כל כך על ידי כללי המשחק עד כדי כך שאין הזדמנות לצמיחה כלכלית, אין תנודות מחירים (על בסיס היצע וביקוש) אין סיכוי לתחרות בשוק וכו'. עם זאת, מערכת המסחר מיישמת את מטרתה שהיא ליצור אווירה חברתית של מסחר בלי המורכבות של המסחר בעולם האמיתי.

סיכום מערכת הכלכלה במשחק זה:

- כמות מוצרים קבועה
- ללא הספקת כסף
- מחירים קבועים
- הזדמנות מסחר לא מוגבלות

## סחר חליפין מורכב

"מתיישבי קטאן" (Settlers of Catan) הוא משחק לוח גרמני של המעצב KLAUS TEUBER בו שחקנים מתחרים כחלוצים המפתחים ארץ חדשה. במהלך המשחק בונים שחקנים כבישים, ויישובים המייצרים משאבים כמו לבנים, עץ, צמר, סלע וחיטה. ניתן לסחור במשאבים אלו עם שחקנים אחרים, משאבים אלו משמשים לבניית יישובים ושדרוג יישובים לערים, או בניית כביש. כמו במשחק PIT משאבים הם החלק המרכזי במשחק, והסחר במשחק זה הוא גם בלתי מוגבל, מלבד המקרים החריגים הבאים:

- כל שחקן רשאי לסחור רק בתורו.
- שחקנים יכולים לסחור במשאבים בלבד (לא ביישובים, ערים, כבישים).
- סחר חייב לכלול לפחות משאב אחד מכל צד, כלומר שחקן לא יכול פשוט לתת משאבים לשחקן אחר. עם זאת, ניתן לבצע עסקאות בכמויות לא שוות של משאבים.

כפי שניתן לראות הכלכלה במשחק קטאן מורכבת בהרבה מהמשחק PIT. אחד ההבדלים העיקריים הוא העובדה שהערכים היחסיים של המשאבים משתנים בהתאם לתנאי השוק, תכונה מעניינת ולא צפויה המשנה את חווית המשחק. דבר נוסף שונה בין המשחקים (קטאן ו בור) הוא שכמות המוצרים הכללית במשחק משתנה במהלך המשחק. כל שחקן בתורו מטיל קוביות, ובהתאם למספרים שיצאו השחקנים זוכים במשאבים (אם יש להם עיר או ישוב שנוגע באותו סוג משאב) וכמות המוצרים גדלה.

המערכת גם כוללת עונש על החזקת משאבים רבים מידי (אם יוצא המספר 7, כל שחקן שמחזיק יותר משבעה קלפים ביד צריך לוותר על חצי מכמות הקלפים שלו). היבט נוסף של הכלכלה שחשוב לציין כי הוא מעניין, הוא העובדה שלמרות שמערכת החליפין היא פתוחה מאד, עדיין יש בקרה על אינפלציה במחירים, כלומר אפשר לסחור מול הבנק (4 קלפים של השחקן תמורת קלף אחד של המערכת).

- כמות מוצרים: צמיחה מבוקרת
- אספקת כסף: לא
- מחירים: בהתאם לדרישת השחקנים, או מול הבנק
- הזדמנויות מסחר: מוגבלות לפי תור

### [תרגיל 5.5] מערכות סחר חליפין

קחו את משחק החליפין PIT והוסיפו למערכת רכיב חדש שיהפוך את כלכלת המשחק למורכבת יותר ומעניינת יותר. אחת הדרכים לעשות זאת עשויה להיות שינוי ערכים דינאמי של כל אחד מהסחורות.

### שוק פשוט

שני המשחקים שבדקנו הם מכילים מערכות סחר חליפין (כלומר לא התעסקו עם מטבעות).

סוג המערכת הבא שנסתכל עליו הוא "שוק פשוט" של המשחק מונופול. במונופול אנשים קונים, מוכרים, משכירים כדי לשפר את מצבם במשחק ועל מנת להפוך להיות השחקנים העשירים במשחק.

השוק במשחק הוא סופי, יש 28 נכסים בשוק (כולל מסילות רכבת, ועוד). למרות שנכסים לא נקנים עד שהשחקן דורך עליהם, עדיין הם קיימים ומוצעים וניתנים לרכישה בכל עת.

כל שחקן מתחיל את המשחק עם 1500 ₪ מהבנק, בהם הוא יכול להשתמש כדי לקנות נכסים או לשלם דמי שכירות ותשלומים אחרים. האופן שבו הכלכלה במשחק נשלטת תלוי בקצב ההתקדמות של השחקנים על הלוח, והקצב בו שחקנים מבצעים הקפה ומקבלים 200 ₪ עבור ההקפה הנוכחית. שחקן שנופל על נכס ואין לו מספיק כסף לקנות אותו, או שהוא לא מעוניין, אז הנכס מוצע למכירה פומבית בה כל אחד יכול לקנות את הנכס (המרבח במחיר).

- כמות מוצרים: קבועה
- אספקת כסף: צמיחה מבוקרת
- מחירים: מחירי השוק (היצע וביקוש)
- הזדמנויות מסחר: לא מוגבלת

### שוק מורכב

נסתכל על שני משחקים שמכילים כלכלה מורכבת (הכלכלה של המערכת שלהם דומה מאוד) - Ultima, EverQuest.

שני משחקים אלו הם מעניינים מבחינה היסטורית כי הם עזרו לבסס את הז'אנר של משחקי תפקידים מקוונים. בשני המשחקים השחקנים מתחילים מהרמה הנמוכה ביותר וכמות משאבים מינימאלית. על ידי הרג מפלצות הם יכולים למצוא חפצים, שאותם הם יכולים למכור לסוכנים של המערכת (מוכרים בחנויות), או לשחקנים אחרים. סוכני-המערכת לא פועלים לפי עקרונות כלכליים רגילים, אלא לפי עקרונות היוצרים את הדינמיקה הרצויה למעצבי המשחק:

- מצד אחד, סוכני המערכת מוכנים לקנות כל חפץ – גם אם יש לו היצע גבוה וביקוש נמוך – ולשלם עליו מחיר קבוע מראש. הדבר מבטיח, שלכל שחקן חדש שמצטרף למשחק, תהיה תעסוקה מובטחת – הוא יוכל "לעבוד" (להרוג מפלצות) ולהתפרנס.
  - מצד שני, סוכני המערכת מציעים מחיר נמוך גם עבור חפצים יקרים ונדירים במיוחד – למרות שההיצע שלהם נמוך והביקוש גבוה. המטרה היא לגרום לשחקנים המתקדמים יותר, המוצאים חפצים נדירים, לסחור בהם עם שחקנים אחרים – שיציעו להם מחיר גבוה יותר – ולא עם המערכת.
- באופן זה, ההיצע והביקוש שולטים במסחר בין שחקנים מתקדמים, אבל לא מונעים כניסה של שחקנים חדשים.
- במשחקים מסוג זה, מתפתחת לעתים קרובות "מטא-כלכלה" (meta-economy): אנשים לעיתים רוצים לקנות דמויות שיש להם חפצים נדירים או רמות גבוהות של כישורים, ומציעים ב-EBAY למכירה (מעצבי משחקים לרוב לא לוקחים בחשבון את הנושא הזה, והוא לא תוכנן כחלק מהמערכת הכללית).

- כמות מוצרים: צמיחה מבוקרת
- אספקת כסף: צמיחה מבוקרת
- מחירים: שווי שוק, עם בסיס
- הזדמנויות מסחר: לא מוגבלות

### מטא-כלכלה

Magic: The Gathering הוא משחק נוסף מעניין מבחינה היסטוריה מכיוון שהוא היה ראשוני מסוגו בז'אנר של משחקי איסוף קלפים. <https://www.youtube.com/watch?v=hjokHGwx4rg>

המערכת העיקרית של המשחק היא דו קרב בו השחקנים משתמשים בחפיסות הקלפים כדי להילחם זה בזה. קלפים אלו אשר נרכשו על ידי שחקנים אינדיווידואליים, מהווים את המשאב המרכזי במטא-כלכלה של המשחק עצמו. מפרסם המשחק יצר קלפים נדירים מאד, קלפים נדירים, וקלפים פשוטים שיש הרבה מהם. לאחר שהקלפים האלו נרכשו, הוא לא יכול לשלוט על איך הקלפים נסחרים בין אנשים (הוא רק שלט על כמה מראש יהיו, כלומר מי נדיר ומי פחות). האנשים רוצים לקנות קלפים שיוכלו לעזור להם להתאים את סוג היצורים והכישופים כדי ליצור מאזן מנצח. תפקידו של מעצב המשחק לוודא כשהוא בודק את המערכת, שאין סיטואציה שבה שחקן אחר הוא כל כך חזק שהוא הורס את האיזון, אלא באמת צריך ליצור אוסף של קלפים שאיתו השחקן יוכל להחליט על איזה הרכב ללכת.

- כמות מוצרים: צמיחה מבוקרת
- אספקת כסף: אין
- מחירים: שווי שוק
- הזדמנויות מסחר: לא מוגבלות

כל שמשחקי free to play נעשו נפוצים יותר, ככה המטא-כלכלות של משחקים נהיו גורם משמעותי יותר בעיצוב המשחקים. במשחקים אלו השחקנים יכולים לעסוק בחינם במשחק הבסיסי, אך באמצעות מבנה המשחק מעודדים רכישת שדרוגים שיכולים לכלול משאבים נוספים, דמויות או פריטים אחרים שמאצים את התקדמות המשחק. דוגמא טובה לכך למודל זה הוא המשחק Clash of clans שהוא משחק אסטרטגיה חברתית המונע על ידי משאב בסיסי של "אבני חן" ירוקות. שחקנים מתחילים עם 500 מהאבנים, כאשר 250 מתוכם ישמשו להשלמת ה-TUTORIAL שזהו מדריך הכניסה. אבני חן אלו ניתן לקנות בכסף אמיתי, או ע"י השגת מטרות ויעדים במשחק. משמעות הדבר, שאנשים שמוכנים להשקיע כסף יוכלו להגדיל משמעותית את כוח המשחק שלהם. ענף המשחקים לפלאפונים של ימינו מסתמך מאד על מודל זה של משחקים המעודדים רכישת משאבים בכסף אמיתי כדי להאיץ את ההתקדמות.

קישורים נוספים על כלכלה במשחקים:

- <https://insider.geektime.co.il/organizations/playtika/jobs/game-economy-20fb62c4af73> הצעת עבודה -כלכלן-משחק, אחראי על בניית הכלכלה של משחקים בחברת <https://www.jellybtn.com>



- מוצלחת, ולמה זה חשוב? <https://techcrunch.com/2015/08/05/how-to-build-a-smart-game-economy> איך לבנות כלכלת משחק
- <https://hackernoon.com/how-to-build-a-robust-game-economy-lessons-from-one-of-the-worlds-longest-running-mmorpgs-426f8fd94f6d> שיעורים בבניית כלכלת משחק – ע"פ המשחק Eve Online.
- <https://blog.hoard.exchange/diablo-iii-failed-auction-house-why-true-ownership-won-t-save-your-game-c6d692b9de1> מכרזים בדיאבלו 3, ואיך הם כמעט הרסו את המשחק:-
- תופעות דינמיות במשחק Eve Online – כתבה בגארדיאן <https://www.theguardian.com/technology/2015/may/12/how-virtual-world-edge-of-apocalypse-and-back-again>

## מערכות מתהוות (emergent)

מערכות משחק יכולות להציג תוצאות מורכבות ובלתי צפויות כאשר הן מופעלות. אך אין זה אומר שהמערכות הבסיסיות שלהן חייבות להיות מורכבות בעיצוב שלהן. למעשה, במקרים רבים, קבוצות כללים פשוטות מאד, כאשר הן מופעלות, יכולות להשיג תוצאות בלתי צפויות. הטבע מלא בדוגמאות לתופעה זו, המכונה "התהוות" (emergence).

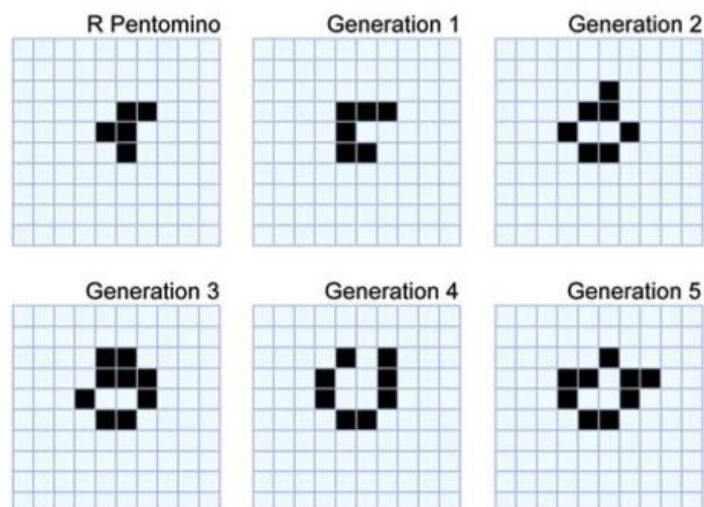
לדוגמא, נמלה היא יצור פשוט אשר יכולה לעשות רק מעט מאד בתור נמלה בודדת, וחיה על פי מערכת כללים פשוטה. כאשר נמלים רבות עובדות ביחד, הן מסוגלות לעשות הרבה, לאגור מזון בצורה מתוככמת, להנדס מושבה וכו'. יש חוקרים שחושבים שהתודעה האנושית היא תוצאה של "הופעה". במקרה של הנמלים, כאשר כמות גדולה של נמלים "טיפשות" אשר פועלות באינטראקציה ביחד, יוצרות אפקט של אינטראקציה שמאחוריה יש מחשבה רציונאלית ועמוקה.

ניסוי אחד, שנקרא "משחק החיים" נערך בשנות השישים על ידי מתמטיקאי מאוניברסיטת קיימברידג' בשם John Conway. הוא נדהם מהרעיון שרכיבים בסיסיים העובדים ביחד, עלולים להוביל לתוצאות מורכבות ובלתי צפויות. הוא ניסה לייצר דוגמא פשוטה לתופעה הזו, כך שיהיה אפשר לראות אותה בצורה ויזואלית במרחב דו-ממדי, קצת דומה ללוח דמקה רק בגדלים שונים של לוח. הוא קבע כללים שיגרמו למשבצות להידלק ולהיכבות על בסיס פעולות פשוטות מאד. הכללים שלבסוף החליט שהם מתאימים לדרישתו הם:

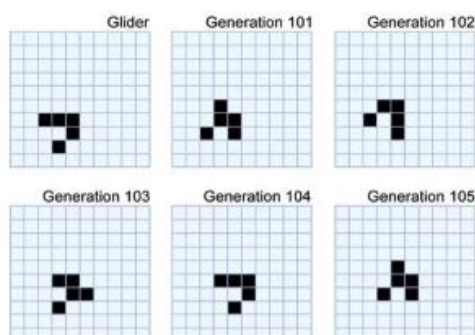
- לידה: אם תא לא מאוכלס, מוקף בשלושה תאים מאוכלסים בדיוק, הוא יהיה מאוכלס בעצמו בדור הבא.
- מוות כתוצאה מבדידות: אם תא מאוכלס מוקף בפחות משני תאים מאוכלסים אחרים, הוא ימות ולא יהיה מאוכלס בדור הבא.
- מוות כתוצאה מצפיפות אוכלוסין: אם תא מאוכלס מוקף על ידי לפחות 4 תאים אחרים (מאוכלסים), הוא ימות ולא יהיה מאוכלס בדור הבא.

ג'ון ושותפיו לקחו לוח דמקה והציבו חתיכות (לבנות, שחורות) כדי לסמן תא מאוכלס והתחילו לנהל את המשחק ידנית וגילו שתנאי התחלה שונים התפתחו בדרכים שונות בהרבה. ולעיתים תנאי התחלה פשוטים יכולים להתפתח לדברים מעניינים ולעומת זאת, תנאי התחלה מורכבים יכולים לא להתפתח ולהיות לא מעניינים. תגלית מעניינת

התגלית באמצעות צורה שנקראת R Pentomino.



אחד ממקורביו של ג'ון, ריצ'רד גיא, המשיך לפי החוקים במשך 100 דורות וצפה בצורות שהתקבלו. לפתע הוא שם לב שקבוצת התאים המאוכלסים "הולכת" בכוחות עצמה לרוחב הלוח. הוא המשיך במשחק עד שהצורה עברה את גבולות החדר שהוא היה בו. לקבוצה הזו הוא נתן את השם "דאון"



ופירט כיצד היא מתנהגת, אוסף של צורות שמתחלפות במחזוריות.

כאן רואים את הצורות השונות בסדר המחזורי שלהן. בגלל שלמשחק זה, התחלות פשוטות הובילו לדברים מעניינים שקיבלו צורת חיים נבע שם המשחק "משחק החיים".

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

3:02 / 5:45 זמן בסרטון.

<https://www.youtube.com/watch?v=C2vgICfQawE> (1:54 / 6:32) זמן בסרטון.

יש מספר אימולטורים ברשת שאפשר להוריד ולהתנסות איתם חלק מהם משתמשים בכללים שונים, ומאפשרים לך ליצור תנאי התחלה משלך.

מערכות מתהוות מעניינות את מעצבי המשחק כי משחקים יכולים להשתמש בטכניקות של התהוות כדי להפוך תרחישים למעניינים ובלתי צפויים.

דוגמא מעניינת היא המשחק HALO, ישנו מוד שבו AI משחק, ולכל דמות שם יש שלושה דחפים פשוטים שמניעים אותם (ראו "Wild Things" Steven Johnson, <https://www.wired.com/2002/03/aigames>):

(1) תפיסת עולם סביבם (שמיעה, ראייה, מישוש).

- (2) מצב העולם, זיכרון על איך נראה האויב, איזה נשק היה לו היכן נצפה לאחרונה וכו'.
- (3) רגש, הפחד, האדרנלין הולך וגדל ככל שתוקפים אותך יותר וכו'.

שלושת מערכות הכללים האלו מקיימות יחסי גומלין-כל אחד מתחשב בשני כמערכת קבלת החלטות. התוצאה היא התנהגות חצי מציאותית לשחקנים שהם לא אמיתיים. הדמויות לא פועלות לפי תסריט קבוע מראש שנכתב ע"י מעצב משחק, אלא מקבלות החלטות משלהן על סמך המצב בו הן נמצאות. לדוגמא, אם כל חבריהם נהרגו והם בסיטואציה של אש כבדה, אז הנטייה תהיה לברוח. אחרת נשארים להילחם.

למידע נוסף על בינה מלאכותית בהיילו, ראו כאן: <https://electronics.howstuffworks.com/halo2-ai.htm>

במשחק SIMS הטמיעו כללים פשוטים גם בדמויות וגם בפריטים ובסביבה. בנו את כלי הבית בצורה כזו שיהיו להם ערכים. כשדמות מתקרבת לפריט כמו מיטה, מקרר וכו- הכללים של הדמות והכללים של הפריט פועלים יחד. לדוגמא, אם הדמות מספיק עייפה אז הפריט של המיטה עשוי למשוך את תשומת ליבה.

## אינטראקציה עם מערכות

משחקים מיועדים לאינטראקציה בין שחקנים, ומבני המערכות שלהם קשורים באופן אינטגרלי לאופי של אותה אינטראקציה. חלק מהדברים שצריך לקחת בחשבון בעת התכנון לאינטראקציה הם:

- כמה מידע יש לשחקנים על מצב המערכת?
- באילו היבטים במערכת שולטים השחקנים?
- איזה סוג משוב נותנת המערכת לשחקנים?
- איך זה משפיע על המשחק?

## מבנה מידע

כדי שהשחקנים יחליטו כיצד להמשיך במשחק, הם זקוקים למידע על מצב חפצי המשחק והקשרים הנוכחיים שלהם זה עם זה. ככל שלשחקנים פחות מידע, כך הבחירות שלהם יהיו פחות מושכלות. זה משפיע על תחושת השליטה שיש להם על ההתקדמות שלהם. כדי להבין את חשיבות המידע במערכת המשחק, תחשוב על סוגי מידע שאתה מקבל בכמה מהמשחקים שאתה משחק. האם אתה יודע את ההשפעה של כל מהלך שאתה מבצע? מה עם השחקנים האחרים? האם יש מידע שיש לך גישה אליו רק לזמן מוגבל? לאופן בו המידע מובנה במשחק יש השפעה רבה על האופן בו השחקנים מגיעים להחלטות שלהם. במשחקי אסטרטגיה קלאסיים כמו שחמט, לשחקנים מלא מידע על מצב המשחק. זו דוגמה למבנה מידע פתוח. מבנה מידע פתוח מדגיש את הידע של השחקנים ומעניק חשיפה מלאה על מצב המשחק. בדרך כלל זה יאפשר יותר אסטרטגיה מבוססת חישוב במערכת. אם זה סוג ההצגה שאתה רוצה במערכת שלך, עליך לוודא שמידע חשוב יהיה זמין למשתמשים שלך. מצד שני אם תרצה ליצור מצבי משחק המבוססים על ניחושים, בלוף, הונאה, אולי כדאי לשקול איזה מידע להסתיר מהשחקנים. במבנה מידע נסתר, השחקנים אינם מקבלים נתונים מסוימים על מצב המשחק של היריב שלהם.

דוגמא טובה לכך היא פוקר, בסיטואציה שבנאדם מחזיק ביד זוג 2, ובשולחן יש 3 קלפים חשופים (לדוגמא 8,8,2) ואחד היריבים מחזיק 8 ביד, כעת לשניהם יש שלישייה אבל אף אחד לא בטוח בזה, פה ניתן לעשות מניפולציות ולהעלות קצת את הסכום ולגשש האם ליריב יש 8 ביד (באותה מידה מי שמחזיק 8 יכול רק להשוות כדי לא להראות מלא ביטחון), מי שמחזיק 2 יהיה לו פיתוי גדול להמשיך כדי לראות מה יהיה ב2 הקלפים החשופים הבאים, כי אם יבוא 2 ועוד קלף שהוא לא 8 זה ייתן ניצחון ודאי למי שמחזיק את הזוג 2, וגם כנראה שמי שמחזיק 8 יהיה לו האומץ להיכנס לכל סכום שיעלה, כי נדיר שלבנאדם יהיה זוג 2 ביד בסיטואציה כזו. ולכן הסתרת מידע יכולה ליצור עניין רב במשחקים.

**[תרגיל 5.6] מידע חבוי**

במשחקי אסטרטגיה רבים יש מבני מידע פתוחים המאפשרים לשחקנים גישה למידע מושלם על מצב המשחק. שחמט, דמקה וכו'. קח משחק עם מבנה מידע פתוח ושנה את המערכת כך שיהיה רכיב של מידע נסתר. ייתכן שתצטרך להוסיף למשחק מושגים חדשים כדי להשיג את המטרה. בדוק את העיצוב החדש שלך. כיצד הוספת מידע נסתר המשנה את אופי האסטרטגיה? מדוע אתה חושב שכך?

משחקים רבים משלבים במערכת מידע פתוח עם מידע נסתר, כך שלשחקנים יש נתונים מסוימים על היריב שלהם, על לא על כולם. דוגמה לכך אפשר לראות במשחק COUNTER STRIKE. כאשר הולכים ונתקלים ביריב ניתן לראות באיזה נשק הוא משתמש וזה יכול לסייע כדי להבין את האסטרטגיה שלו, לדוגמה אם נתקלת באויב שהוא עם נשק צלף אתה יכול ליידע את חברים הקבוצה להיזהר מהטווח הרחוק באזור הרלוונטי, ובאותה מידה אנחנו לא יודעים שום מידע על שאר היריבים וזה עדיין בגדר תעלומה, וזה יגרום לכך שלא נבין את האסטרטגיה של כל הקבוצה היריבה.

**[תרגיל 5.7] מבני מידע**

איזה סוג של מבני מידע קיימים במשחקים, *Unreal tournament, Age of Empires, Mastermind*, Clue? האם יש להם מבני מידע פתוחים, מוסתרים, מעורבים או דינאמיים?

-אם אינך מכיר את המשחקים האלו, בחר משחקים שלא ציינתי.

**שליטה**

משחקי לוח או קלפים מציעים שליטה על ידי מניפולציות ישירות של הציוד שלהם. משחקים דיגיטליים עשויים להשתמש במקלדת, עכבר, ג'ויסטיק או סוגים אחרים של התקני בקרה.

משחקי פלטפורמה מספקים בדרך כלל בקר קנייני. כל אחד מסוגי הפקדים הללו מתאים ביותר לסוגים מסוימים של קלט. בגלל זה, משחקים הדורשים סוגי קלט ספציפיים הצליחו יותר בפלטפורמות משחק מסוימות מאשר באחרים. לדוגמה, משחק שדורש הזנת טקסט מעולם לא היה פופולארי במשחקי קונסולה, לעומת משחקים במחשבים אישיים. יש מגוון רחב של אפשרויות בקרה שיש לקחת בחשבון, וכל אחת מביאה עמה מצבי משחק פוטנציאליים שונים.

(\*\* להרחיב על שליטה ישירה לעומת עקיפה; להביא דוגמאות (\*\*)

כאשר המעצב בוחר איזה סוג בקרי שליטה יהיו במשחק, הוא מחליט על חלק מאד משמעותי במשחק. החלטה זו תשפיע על החוויה של השחקנים מול המערכת. שליטה לרוב כרוכה בתהליך או פעולה שחוזרים על עצמם.

**[תרגיל 5.8] בקרה**

עבור אותם משחקים שהוזכרו ב [תרגיל 5.7] תארו את שיטות השליטה שכן הם משתמשים: ישירה או עקיפה, בזמן אמת או לפי תורות. האם ישנם מקרים בהם השיטות הללו משולבות?

**משוב**

היבט נוסף באינטראקציה עם המערכת הוא משוב. כאשר אנחנו משתמשים במילה "משוב" בשיחה כללית, לעתים קרובות אנחנו מתייחסים למידע שחוזר אלינו במהלך האינטראקציה, לא מה שאנחנו עושים עם המידע הזה. אך במונחים מערכתיים, המשוב מרמז על קשר ישיר בין התפוקה של האינטראקציה לבין שינוי רכיב מערכת אחר. משוב יכול להיות חיובי או שלילי, והוא יכול לקדם סטיה או איזון במערכת.

למשל, במשחק Jeopardy! יש משוב חיובי: אם שחקן משיג נקודה, הוא מקבל סיבוב נוסף ברצף. זה מחזק את ההשפעות החיוביות של הנקודה, ויוצר יתרון עבור אותו שחקן שהשיג נקודה.

לעומת זאת, במשחק Catan יש סוג של משוב שלילי: אם לשחקן יש יותר מ-7 קלפים, ויוצא 7, הוא צריך לזרוק חצי מהקלפים שלו. לולאה שלילית יוצרת איזון בין השחקנים ומאפשרת למשחק "להתהפך" באופן מפתיע.

באופן כללי, מערכות יחסים מחזקות הן מערכות בהן שינוי לרכיב אחד גורם ישירות לשינוי רכיב אחר לטובת אותו צד. דבר שעשוי לאלץ את המערכת להיות לצד זה או אחר בצורה קיצונית.

לדוגמא במשחק שהנושא העיקרי שלו הוא שאלות, כששחקן עונה נכון על השאלה, המערכת נותנת לו תגמול, ומשאירה לו את השליטה במשחק, והוא במשחק המערכת פועלת לטובתו. זהו קשר מחזק.

דוגמא קלאסית למערכת יחסים מאזנת היא כדורגל, אם היה גול, הכדור עובר לטובת הקבוצה השנייה.

**כיוונון (tuning) של מערכות משחק**

הדרך היחידה להבנה מלאה של מערכת, היא ללמוד אותה במלואה, ומשמעות הדבר היא להניע אותה וללמוד אותה תוך כדי. מסיבה זו לאחר שמעצב המשחק הגדיר את מרכיבי המערכת שלו, הוא צריך לבדוק את המשחק ולכוון את המערכת. כלומר המעצב יצטרך לשחק בעצמו או לבקש מאחרים שישחקו בו ולעקוב אחריהם. ישנם כמה דברים עיקריים שמעצב מחפש בעת מנסה לאזן את המערכת שלו.

ראשית, המעצב צריך לבדוק ולוודא שהמערכת בנויה בצורה טובה ושלמה. המשמעות היא שהכללים מתייחסים לפרצות שעלולות להיווצר במהלך המשחק. מערכת שאינה שלמה יוצרת מצבים החוסמים את השחקנים, או מאפשרים לשחקנים לעקוף את הקונפליקטים. זה יכול לגרום למבוי סתום. לאחר שהמערכת אכן שלמה, המעצב יבחן איך ליצור הגינות, ואיזון. משחק הוגן הוא נותן לכל השחקנים הזמנות שווה להשיג את יעדי המשחק. אם לשחקן אחד יש יתרון מובנה במערכת, זה יורגש על ידי השחקנים האחרים והם ירגישו מרומים ולבסוף יאבדו עניין.

**סיכום**

תיארנו את הרכיבים הבסיסיים של מערכת משחק, הראינו כיצד אופי העצמים, התכונות, ההתנהגויות והקשרים יכולים ליצור דינמיקה שונה של אינטראקציה, שינוי וצמיחה. דיברנו על כיצד להשפיע על אינטראקציה של שחקנים עם גורמים אלה באמצעות מבני המידע, השליטה והמשוב. אחד האתגרים האמיתיים בעיצוב וכוון של מערכות משחק הוא לבודד אילו חפצים או מערכות יחסים גורמות לבעיות במשחק ולבצע שינויים שמתקנים את הבעיה מבלי

ליצור בעיות חדשות. כאשר הרכיבים עובדים כולם יחד בצורה נכונה, התוצאה המתקבלת זה משחק מצוין. תפקידו של מעצב המשחק ליצור את השילוב המושלם של הרכיבים, שכאשר הם מופעלים, הם נותנים הרגשה טובה וכיפית וזה יגרום לשחקנים לחזור למשחק שוב ושוב ולהתמיד בו.

## מקורות

• Game Design Workshop, Tracy Fullerton, Chapter 5

סיכום: אור הדר.