

" צורות הדברים בשכל בלבד, לאחר שנותקו  
לגמרי מהחומר. אנחנו, לעומת זאת, שואפים  
להפוך אותן לאובייקט נראה".  
(ליאון בטיסטה אלברטי בספרו "על הציור")

## צורות של חשיבה

מגיש: דניאל גפני

מנחה: פרופ' אפרת ביברמן

01-12-2014

**תוכן עניינים:**

**עמוד 1- כותרת**

**עמוד 2- תוכן עניינים**

**עמוד 3- הקדמה**

**מבוא**

**עמוד 4- ממלאכת יד למלאכת חשיבה והשלבים בינם.**

**עמוד 6- מלאכת-יד**

**-מקומו של האמן**

**עמוד 7- הכלי**

**עמוד 11- המחשב**

**עמוד 12- אלגוריתמים באמנות-אמנות האלגוריתמים**

**-תהליך השיתוף**

**עמוד 14- היוצר והצופה**

**עמוד 15- מקומו של אמן מלאכת היד המסורתית בעולם הדיגיטלית**

**-הכלים החדשים- מלאכת חשיבה**

**עמוד 18- המחשבה ליצירה והכלים בעבודתי.**

**עמוד 21 -סיכום**

**עמוד 22, 23 - מקורות**

## הקדמה

בעבודתי הכתובה אני רוצה לבחון את מקומה של הטכנולוגיה והכלי במרחב היצירה והיוצר העוסק במלאכת היד craftsman–handcraft. אני אבחן את הכלי בקצרה לאורך ההיסטוריה תוך בחינת חמשת השלבים בהתפתחות היוצר, שלב מלאכת היד, שלב ההתמחות שלב הסטנדרטיזציה שלב האוטומציה ושלב מלאכת החשיבה המחובר את כול השלבים הקודמים. אנסה לשאול שאלות על מקומה של האמנות במאה שלנו, תוך בחינת ההיסטוריה של הכלי הטכנולוגי והשפעותיו.

בעבודתי המעשית יוצר אובייקטים פיסוליים המעלים שאלות ודיון בתחום זה. בתהליך יצירת הפסלים אני מקליט את נתוני המוח בחוויה מוגדרת, ומעביר אותם למבנה חומרי. ותוך כך שואל על ביטול התהליך הפיסי בתהליך היצירה, מהם השלבים להתכוונות בתהליך היצירה, האם יש צורך להתכוונות בתהליכים אלו. האם הטכנולוגיה והכלים החדשים מרחיבה את הגדרות עולם הקראפט והאמנות. או מצמצמת אותם.

## מבוא:

כאשר ניבחן את האמנות המסורתית או מודרנית נמצא שלמעשה שהיא מדיום בידי היוצר להעברה מוחשי וחזותית של ראיית היוצר את עולמו הוא. היוצר מעביר דרך פילטר האני, המושפע מרוח התקופה בו הוא יוצר, והכלים הנגישים ברגע היצירה. היצירה מכילה מעצם טבעה "שיחה" בין היוצר, החומר וכלי עבודתו. התרבות, התקופה, והאזור גם הם חלק בלתי נפרד מהיוצר והיצירה. כל יצירה מוגמרת היא ייחודית, משאירה את טביעת אצבעותיו של היוצר, ומצהירה על התרבות באותה תקופה דרך עיני היוצר. תיווך זה שבין המציאות והיצירה המוגמרת פתחה עולם של מסננים-כלים שבעזרתם ובהתאם לתקופה התפתחו היצירות, מסנני חברה, דת, פילוסופיה, פוליטיקה ועוד. מתווכים אלו השפיעו על התפתחות האמנות, ודוגמאות רבות לכך, במצריים כלי הסמבוליות המייצגת, ביוון כלי המתמטיקה והצורות המושלמות הקשורות קשר הדוק לאקסיומות פילוסופיות, ימי הביניים והחיבור הטוטלי לדת, הרנסנס ופיתוח הפרספקטיבה ככלי המייצג מציאות למרות שהינו מייצג את אשליית המציאות, בברוק השימוש בדמיון ליצירת קודים-כלים פסיכולוגיים ופילוסופיים בעלי תוכן שמעבר לחוש הראיה הפיזי, ועוד.

בכול היצירות מופיע גם, ללא יוצא מהכלל, הכלי הטכנולוגי. בעזרתו העביר היוצר ממוחו אל היצירה המוגמרת. אותו כלי מתווך, מוסיף רובד נוסף של "פרשנות" ובכך מוסיף ויוצר אין ספור של וריאציות על האמת הפנימית של היוצר בעת היצירה. דוגמא מעניינת לכך היא מברשת (מכחול) הציור. עד להמצאת טבעות המתכת המחברות את השיער לידי, המכחולים היו עגולים ושיטת הציור ותוצאותיה תאמו כלי זה. לאחר המצאת חיבור המתכת, צורות המברשת תאמו את צרכי הצייר וסגנונות חדשים התפתחו בציור. התפתחות נוספת הייתה בתחום בשיער הסינטטי שפתח גם שפה

וגם נגישות למכחולים אלו. בהכרח כמות המשתמשים גדל וכן גם מרחב השיחה בתחום. גומה נוספת הוא תהליך הדפוס עד מכונת הכתיבה ולמחשב.

בכול פעם שכלי טכנולוגי חדש הופיע למרחב היצירה הוא איתגר את תפישת העולם וצורות האמנות הקיימות, ויוצר דיון מחודש וצורך להגדרה מחודשת של רעיונות וצורות הבעה בדיון על מהות האמנות. אלו העוסקים בתחומי האמנות יושפעו מכלי חדש זה גם אם הם עצמם לא ישתמשו בו. הכלי עובר חמשה שלבים בהתפתחותו במקביל להתפתחותו של האמן היוצר. 1. מלאכת היד 2. התמחות והתמקצעות 3. סטנדרטיזציה 4. אוטומציה 5. מלאכת חשיבה. (Klaus A. Mogensén)

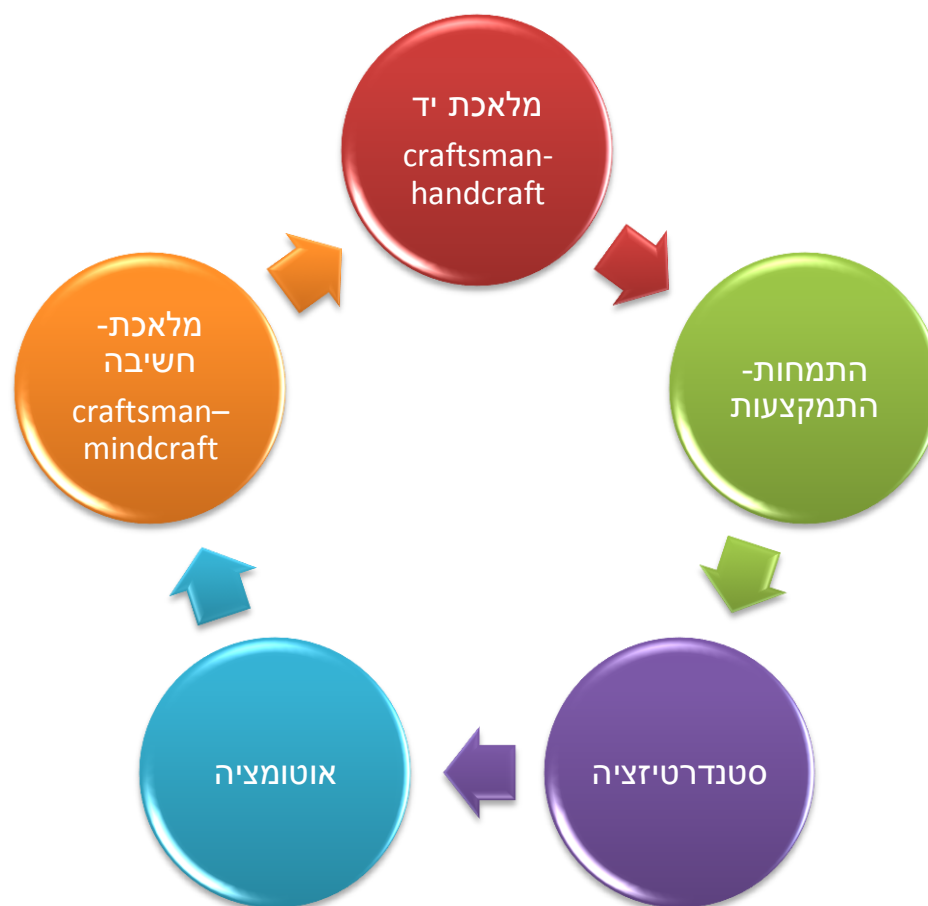
המעבר לכלי דיגיטלי פתח עולם חדש של אפשרויות, ו"תרבות חדשה" החלה מתפתחת. אומנים רבים החלו לחקור את האפשרויות הטמונות בכלי חדש זה. החקירה נעשתה בכמה רבדים, רובד התוכנה המוכנה, כמו פוטושופ ודומיה, הנותנות פלטפורמה חדשה ליצירה. רובד היצירה האינטראקטיבית הנותן ממד לשינוי תלוי חברה ומתאים לתקופה הפוסט מודרנית. רובד נוסף הוא שימוש בכתיבת התוכנה שהיא עצמה ותוצאותיה מהווים אמירה.

בחרתי ככלי לעבודה-טכנולוגיה, מערכת סנסורים הקוראים את תדרי המוח על יד תכנות בתוכנת ה"פרוססינג" ומעבר לתוכנת תכנות "גראסהפר" בחיבור לתוכנת תלת ממד "ריינו" ועיבוד בתוכנת הסולידוורקס. יצירת מערכת פרמטרים אשר יתרגמו את תדרי המוח לאובייקטים תלת ממדים המביעים מחשבות ומיצגים אותם חזותית במרחב.

### **ממלאכת יד למלאכת חשיבה והשלבים בינם.**

בעבר כולנו עסקנו במלאכת כפיים (craftsman-handcraft), אם אחריות ואמירה אישית עמוקה בעבודתנו. היום חלקנו למעשה עוסקים "במלאכת חשיבה" (craftsman-mindcraft) גם עם אחריות ואמירה אישית עמוקה. אבל רוב האנשים בימנו נתקעו בשלב ההתמקצעות, הסטנדרטיזציה או האוטומציה של תחומי המלאכה בחברה התעשייתית; כלומר נמצאים במקום שבין מלאכת כפיים למלאכת חשיבה עם קצת או ללא אחריות ואמירה אישית. מלאכות כפיים חדשות תמיד יקומו, ותמיד יהיה צורך לעובדי תעשייה. לאורך המאה וחצי האחרונים, הרבה מהמשימות בעבודה-מלאכה התפתחו ממקום עבודת הכפיים למקום של עבודת המחשבה. את ההתפתחות ממלאכת כפיים למלאכת חשיבה אפשר לדרג בחמישה שלבים. שלב ראשון הוא מלאכת כפיים-עבודת יד. יש ידע רחב, רב תחומי בתהליכים ליצירה, האחריות וההשפעה האישית בתהליך הם גבוהים ובידי היוצר. השלב השני התמקצעות-התמחות, ישנה מידה קטנה של השפעה ואחריות אישית. השלב השלישי סטנדרטיזציה, כול משימה מוגדרת מראש ומדויקת אין כול השפעה אישית או אחריות אך שלב זה הכרחי למעבר לשלב הבא. השלב הרביעי שלב האוטומציה, בשלב זה חוזרת במידה מועטה אחריות

היוצר וההשפעה האישית. השלב החמישי שלב מלאכת החשיבה, בשלב זה העיצוב-הקונספט חוזרים אל המבצע-יוצר האחריות וההשפעה האישית גבוהים. כול שלב הכרחי בהתפתחות. על מנת שתהליכי עבודה יומרו באוטומציה מחויב תהליך של סטנדרטיזציה וצמצום תהליכים מיותרים בכדי להגיע לדיוק מקסימאלי. לפני שיהיה אפשרי לתכנן-לתכנת מכונה לביצוע העבודה. והתנאי למעבר בעבודה של העובד למלאכת חשיבה, היא שכול העבודות ה"משעממות" עברו אוטומציה. רק בשתי קצוות תהליך ההתפתחות- מלאכת כפיים ומלאכת חשיבה, העובד נמצא בשליטה המקסימאלית ביצירת המוצר אותו הוא יוצר, אם זה מעשה אומנות או כלי. במקביל גם הסיפוק והגאווה המקצועית שהעובד-יוצר יכול להשיג על תוספת מאמץ הוא באופן טבעי גדול יותר מאלו הנמצאים בשלבי הביניים ובמיוחד בשלב הסטנדרטיזציה שבו כול שנדרש מהעוסק במלאכה, במקרה האופטימאלי, הוא לא לטעות בתהליכים המפורטים לו על ידי אחרים. ברגע שהתהליך הפך למלאכת החשיבה- craftsman-mindcraft נקודה זו היא בעצם תחילתו של תהליך נוסף כאשר מלאכת החשיבה ה- craftsman-mindcraft הופך למלאכת-היד craftsman-handcraft והוא הבסיס למעגל נוסף שממנו מתמחים, עושים סטנדרטיזציה, ממשיכים לאוטומציה ומוצאים את תהליך מלאכת החשיבה- craftsman-mindcraft



## מלאכת-יד

מספר העוסקים במלאכת היד שעדיין קיימים במצבם המקורי יורד, למרות שהכלים שבשימושם עברו התפתחות. דבר זה נכון לגבי אומנים ואמנים. כול זמן שתחומים אלו יעמדו כנגד הלחץ המתמיד של ה"מודרניזציה", העוסקים בהם ימצאו סיפוק וגאווה מקצועית בעיסוקם. כמובן שמלאכות היד מעצם טבעם דורשות עבודה מרובה, ולכן מחירן תמיד יהיה גבוה ביחס לייצור המוני. וצריכת המוצרים ממלאכת יד התמעטה ואתה אותה ייחודיות ורוחניות-נשמה המוכלים במוצרי עבודת היד. המוצר הפך לפחות ייחודי, אישי, והיחסים הבין אישיים צומצמו. במעבר לעבודת חשיבה, השימוש בכלים החדשים ומערכות מתמחות שהתפתחו בשלבים הקודמים מאפשרים פיתוח וניהול החלקים ה"משעממים" ביצירה, תוך התמקדות בתהליכי החזון, היצירתיות והסיפור-קונספט וכמובן אותה נשמה חוזרת ומופיעה.

## מקומו של האמן

במהלך ההיסטוריה הארוכה של האמנות, ניסה האמן ליצור אמנות כזו שתציג בפני העולם "כפי שהוא באמת", מבחינה חושית ומבחינה רעיונית, "תמונת עולם" רחבה שמשלבת את כל הגורמים. אולם, מהיסטוריה זו נותרה שפה חזותית מגוונת, שכמו שפות אחרות (נוסחאות מתמטיות או אקסיומות פילוסופיות-הכלים) היא מייצגת רק חלקי אמיתות מן המציאות; האמנות מתפקדת כ"סוכנת" ו"מתווכת" שאיננה המציאות עצמה. ומכיוון שלכל תקופה ולכל תרבות יש אמת משלה, ולכל אמן עולם פנימי משלו, הרי שבין האירוע החזותי לבין פעולת המחשבת באמנות חלה תמיד פעילות שניתן לכנותה "פרשנות" שיש לה אינסוף וריאציות. התערבות זו של אמן היא הכרחית מטבע הדברים, הראייה אינה מציגה לפני החושים תמונה דו-ממדית בעלת תחומים מוגדרים, אלא מוקד שסביבתו מטושטשת או מעוותת. תמונת עולם הנקלטת בחושים היא חלקית ובלתי ודאית. על מנת לפתור את בעיית אופני ההצגה של העולם הנראה והעולם ההגוי, אמנים שונים בתקופות שונות נעזרו בכמה אמצעים שאינם חזותיים, שבעזרתם הם יצרו תבניות קבועות. הם לא הסתפקו בחוש הראייה, אלא השתמשו בשכל, למשל, על מנת לשנות את צורת העצמים בעולם הנראה, ויצרו ביצירה מרחב אידיאלי המאכלס צורות אידיאליות, כמו למשל ביוון העתיקה. השכל גם שימש לבניית "מפה מדעית" ביצירה, פרספקטיבה שבתוכה תפס העצם את מקומו המדויק, כמו למשל, ברנסנס. אך הפרספקטיבה איננה הצגה מדויקת של הדברים הנראים לעין, והיא איננה משקפת כלל את המציאות, היא רק אשליה שלה. (הרברט ריד, "תולדות הציור המודרני"). בשתי התקופות הללו חל תהליך של איסוף מידע ונתונים על המציאות, צירוף, מיון, ניתוח, הבחנה ושיפוט (חיים מאור, עיניה

של אמנות). על מנת לנקוט עמדה, בכלים שעברו סטנדרטיזציה, ללא כוונה של ביטוי עולמו הפנימי של האמן ביצירה.

בתקופות אחרות, אמנים השתמשו בתפיסות דתיות ומיתיות שבעזרתן הם בנו ביצירה עולם מושגי, מטאפיזי, המציג דימויים חזותיים הנושאים ערכים סימבוליים מגמתיים, מחנכים או מוסריים, כמו למשל, במצרים או בימי הביניים. בבארוק או ברומנטיקה, אמנים נעזרו בדמיונם ויצרו ביצירה עולם מטאפורי שהוצגו בו קודים לפענוח שנשאו תכנים פסיכולוגיים, אינטלקטואליים ופילוסופיים (כלים). בתקופות אלה הם מסרו משמעויות שמעבר לנגלה לעין בראייה פיזיולוגית. (תולדות האמנות המודרנית, משרד החינוך)

## הכלי

בכול שלבי ההתפתחות אנו עוסקים במעבר מהרעיון להמחשה ולמעשה העיסוק הוא בכלי. אותו כלי העוזר לנו היוצרים להמחיש את שרצינו לספר. כלומר שבכול שלב בהתפתחות אנו דנים בהתפתחות כלי העבודה של היוצר, אשר יוצר ומחדש גם את המוצר הממחיש. האובייקט הנועד להמחיש עובר שינויים המעידים על התפתחות בחשיבה ועל השינויים של הכלי המשומש בתהליכי יצירת האובייקט.

מה בין הכלי בידי היוצר והאובייקט המוכן, שהרי הכלי מלווה את היוצר ובעזרתו הוא יוצר. אם נבחן את הציור בתחום האמנות, אנו נראה התפתחות שחלקה נוצר מהתפתחות תחומי החשיבה ושימושם באמנות ובמקביל נבחין בהתפתחות בכלים המשפיעים ויוצרים שפות חדשות המפתחות את קווי החשיבה ותרגום האובייקט המוגמר. ברור שהיכולת לייצר צבעים חדשים שלא היו בעבר יצרו שפות חדשות ויכולות חדשות בהתבטאות האומן על גבי הקנבס. התפתחות המברשות-מכחולים גם הם יצרו שפות התבטאות שאפשרו לאומן היוצר ניואנסים שלא היו בעבר בתחומי, ובכך הרחיבו את יכולתו לספר את סיפורו. אחד האנשים החשובים ביותר בתחום התיאוריה של האמנות בתקופת הרנסנס היה ליאון בטיסטה אלברטי, שכתב ב־1450 ספר על אמנות הציור ובו הוראות איך הציור חייב להיראות. אלברטי ניסח בחיבורו את המהפכה שחוללה אמנות הרנסנס בעצם תפיסת הציור. לדעתו של אלברטי הצייר חייב להתייחס אל המצע שעליו הוא מצייר כאל לוח שקוף, אף על פי שאינו כזה, כי הרי הוא מצייר על בד, על נייר או על לוח עץ. כלומר, בציירו את הנוף שאליו הוא מביט — הצייר צריך להתייחס אל המצע כאילו היה חלון שקוף ולצייר את מה שהוא רואה דרך אותו חלון דמיוני, אלברטי כינה אותו כ"חלון אל המציאות". התביעה הזאת מהצייר היא תביעה מהפכנית, כי פירושה תיאור נאמן של המציאות להבדיל מהציור בימי הביניים שהיה ציור שטוח, שלא היה בו כל ניסיון לשחזר על הבד את תחושת העומק שקיימת במציאות. אחד האתגרים שהציבה לעצמה אמנות הציור בתקופת הרנסנס היה להקנות אשליה של עומק לציור הדו ממדי. בשביל זה המציאו אנשי הרנסנס את שיטת הפרספקטיבה, שלפיה מה שקרוב אלינו ייראה גדול יותר וככל שהדבר יתרחק מאתנו — הוא

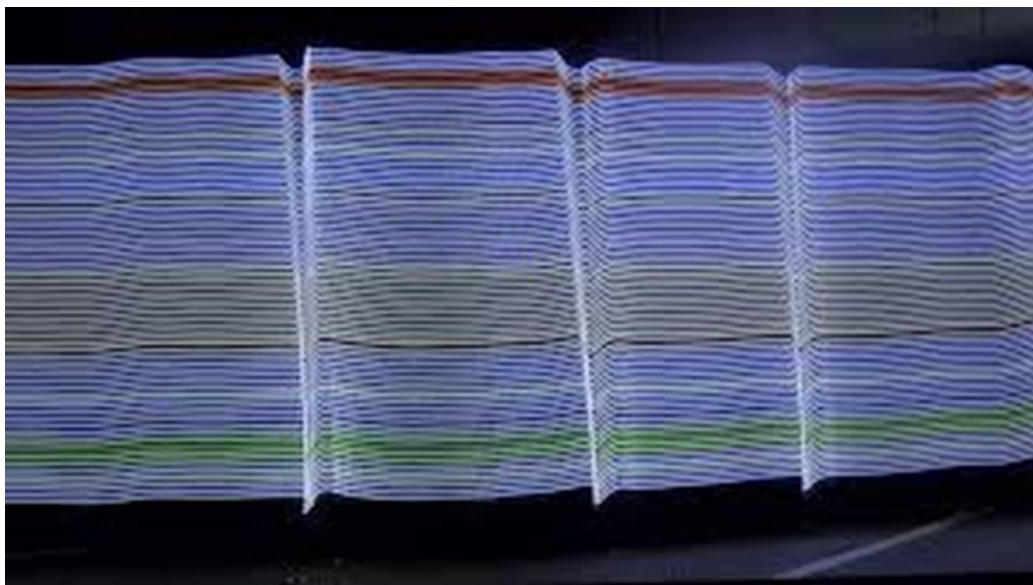
ילך ויקטן. (טוסקנה בהרי ירושלים, האוניברסיטה הפתוחה). "צורות הדברים בשכל בלבד, לאחר שנותקו לגמרי מהחומר. אנחנו, לעומת זאת, שואפים להפוך אותן לאובייקט נראה". פיתוח טכניקות הפרספקטיבה בציור, ובלשונו של אלברטי – "הפיכת דברים מתמטיים לאובייקטים נראים" ( ברש, משה, "פרקים בתאוריה של אמנות הרנסאנס והבארוק"). כלי זה היווה את הבסיס לאמנות הציור בכל התקופות מאז, בכל הסגנונות. עד שבאו פיקאסו והקוביסטים שמרדו באלברטי והאקסיומות המוסדיות המקובלות, בהכריזם שהבד שעליו אנחנו מצירים אינו שקוף, הוא אטום – הוא לא חלון, והפסיקו עם כלי הפרספקטיבה ועם הרצון שהציור ישקף את המציאות ופיתחו כלים חדשים להבעה.

למעשה כול כלי עבר את חמשת השלבים בהתפתחות, מהשלב שהאומן ייצר את הצבע והיה ביכולתו לשלב את חומרי היסוד על פי רצונו וצרכיו (מלאכת יד) דרך ההתמקצעות-התמחות של האסיסטנט לייצר לצייר את צבעיו, דרך הסטנדרטיזציה ואחר כך האוטומציה וכמובן שלב מלאכת המחשבה שבו הצבע וייצורו אינם חלק מעבודתו של הצייר, ומשאר מרחב למחשבה על רצונו לספר את סיפורו. הכלים נגישים ומותאמים לצרכיו בקלות ובמהירות. הטכנולוגיה היא למעשה כלי המשרת את היוצר מתוך מודעות מלאה היכן הכלי מרחיב את יכולותיו, והיכן מצר את צעדיו, מתי מחדד את רעיונותיו ומעשיר אותם. ישנו הצורך בכלים חדשים בכדי להוציא את אשר במוחו של היוצר הנמצא בשלב "מלאכת החשיבה" אל הפועל. נדרשת הטכנולוגיה המתאימה בכדי לממש את רעיונותיו של היוצר-מתכנן-מעצב.

התפתחות הכלי היוותה ערך מרכזי בהתגברות האדם על מכשולי המחשת רעיונותיו. זה הכלי שהעלה ופיתח את היכולות האלמנטריים שלנו, או כפי שמרשל מקלוהן אמר: "... הטכנולוגיה היא ההמשך החוץ גופני של המערכות העצביות והפיסיקליות של האדם" (מרשל מקלוהן, "להבין את המדיה"). ניתוח התפתחות הכלי ביצירה, לאורך השנים, יכול להסביר ולמסגר כרונולוגית את השינוי וההתפתחות של סגנונות, ושל הרצון לספר סיפור חדש דרך היכולות החדשות שנפתחו לאמן בזכות אותו כלי, שמשאיר את חותמו על התוצר-היצירה עצמה. האובייקט המיוצר על ידי הצורך מראה את תהליכי העבודה ואפיונה של היצירה, שיוף החומר מהיצירה, מכות הפטיש, כול אלו הם המייחדים והמאפיינים את שפתו ויצירתו של הצורך. אם ברצוננו לבחון את הכלי לאורך ההיסטוריה מן הסתם אנו נתקדם אל ההווה אשר בו הכלי ה"חדש" הוא המחשב. שינוי שאינו מובע בשינוי הכלי, כלומר שינוי טכני, השינוי הוא מהותי בדרכי החשיבה עצמה. המחשב עוזר לנו במעבר משלב האוטומציה לשלב "מלאכת החשיבה". אנו חושבים בשלב זה על המחשב המונח על שולחנו ואולם כמעט כול מוצר איתו אנו משתמשים מכיל מעגל אלקטרוני, המכיל מערכת מתוכנתת באלגוריתמים היוצרים את עבודתו האוטומטית של המוצר בשימוש. אותם אלגוריתמים הם למעשה סידרת פעולות שתוכננו מראש. אותו מחשב והאלגוריתמים שבו נמצאים בכול, משעונים, צעצועים, מדיח כלים ועוד הרבה. הם הכלי העיקרי כיום שפעולות יומיומיות שאנו מבצעים. מכתבת עבודה זו ועד הרכב שאנו נוהגים בו תוך חיפוש המסלול הנכון ביותר להגעה ליעדנו. המחשב והאלגוריתמים-אפליקציות הורחבו



בתחום המחשב, וכך פעולות שהיו ייחודיות לכלי זה או אחר הומרו בעכבר מקלדת ומסך. כלומר, במערכת המכניסה נתונים למחשב ומערכות המוציאות נתונים מהמחשב כאשר בינם מתייצבים האלגוריתמים. השימוש בסדרת פעולות או מערך קבוע של תהליך, כאמירה ביצירתו של האומן על הכלים בתקופתו ועל השינוי והתהליך שעוברת החברה. תקופות הוגדרו כאשר הטכנולוגיה הישנה הוחלפה על ידי טכנולוגיה חדשה. דוגמה לכך הוא גבי קלזמר, בעבודותיו הוא משתמש בטכנולוגיה לציור היוצאת למעשה מתהליכי מדפסת הפלוטר, הם מבוצעים מתוך מכונה שהוא המציא. שתי מסילות האחת לאורך הרצפה השנייה מקבילה לה על התקרה, המוט הניצב המחובר למסילות מכיל מברשות לכול אורכו, היכולות לעלות ולרדת יחדיו. קלזמר שם צבע על הבד, ובעזרת המכשיר ה"אוטומטי" תוך חוקיות של האוטומט הוא מעביר את המתקן הפרימיטיבי וארכאי מצד האחד של הבד הצבוע לצידו השני ומורח את הצבע. מתקבלת שפה שהיא נקודת המעבר בין איש מלאכת היד לסטנדרטיזציה וכמובן לאוטומציה, כאשר בכול רגע ורגע הוא השולט בתהליך-מלאכת החשיבה.



**למעלה:** עבודתו של גבי קלזמר שנעשתה בעזרת המכשיר.

ניקח לדוגמה את מכונת הכתיבה. שלב ראשון-מלאכת היד כלומר הכתיבה הידנית בעזרת כלי הכתיבה בהמשך התמחות והתמקצעות בתחומי הכתיבה, אנו רואים זאת בכול התחומים מהעת העתיקה דרך סופר הסתם ביהדות שכבר נמצא בשלב הסטנדרטיזציה של האותיות ולאוטומציה מההמצאת מכבש הדפוס ע"י יוהאן גוטנברג (1400-1468), באמצע המאה ה-15 וסידור האותיות הנפרדות על גבי הלוח להדפס, הוא הניסיון להמציא מכונה שתפתור את מלאכת הכתיבה ביד. ורק כארבע מאות שנה יותר מאוחר הומצאה מכונת הכתיבה וזאת למרות הידע הרחב באותה תקופה כדוגמת השעון על מורכבותו המכאנית שכבר היה בתקופתם. תיאורים של מכונות כתיבה מכאניות כאלה קיימים מאז תחילת המאה השמונה עשרה. בשנת 1714 נרשם פטנט לזכות הנרי מיל באנגליה, לחפץ המזכיר מכונת כתיבה, אך לא נותרה עדות כלשהי להמצאתו של מיל. בשנת 1829 רשם וויליאם ברט (1792-1858) מדטרויט, מישיגן, פטנט על הטיפוגרפר שלו, שהיה מצויד בתווים

המסודרים על מסגרת סיבובית. עם זאת, מכונתו של ברט ורבות אחריה, היו מגושמות, קשות לשימוש, לא אמינות ולעיתים קרובות נדרש זמן רב יותר להפקת מכתב באמצעותן, מאשר לכותבו בכתב יד. לבסוף, בשנת 1867, מדפיס ממילווקי, ווינסקונסין, בשם כריסטופר לאתם שולס, רשם פטנט על מה שהפך למכונת הכתיבה השימושית הראשונה. הוא העניק את רישונו לחברת 'רמינגטון ובניו' מאיליון, ניו יורק, אמן אקדחים נודע מניו יורק. בשנת 1874 הוצג הדגם הראשון של מכונת הכתיבה המסחרית, ה'רמינגטון מודל 1'. רמינגטון נשאר יצרן מוביל של מכונות כתיבה גם במשך המאה העשרים.



SHOLES AND GLIDDEN TYPE WRITER

רק במאה ה-19 כאשר הייצור התעשייתי-אוטומטי פרח, הזמן היה בשל לפיתוח מעיין זה. וגם אז רק בארה"ב באזורים מאוכלסים פחות, שכוח העבודה היה מצומצם, התחילה מכונת הכתיבה (1873) להיות מיוצרת בכמויות תעשייתיות. טכנולוגית המכונה התקדמה עם השנים במקביל לשינויים בעולם. המכונה הפכה חשמלית והקלה על הכוח הנדרש להפעלת המקשים. המנופים הופעלו ע"י מנוע חשמלי. בהתבסס על מכונת הכתיבה המכאנית של שולס, את מכונת הכתיבה החשמלית הראשונה בנה תומס אלווה אדיסון (1847-1931) בארצות הברית, בשנת 1872, אך השימוש הנרחב במכונות כתיבה הופך רק בשנות החמישים של המאה העשרים. ואחריה מכונת הכתיבה האלקטרונית בעלת המניפה והצג המראה את שכתבנו (מוגבל למילים ספורות בלבד) ורק אז באישור הייתה מעלה לכתב. מכונת הכתיבה האלקטרונית – מכונת כתיבה עם "זיכרון" אלקטרוני לאחסון טקסט - הופיעה לראשונה בשנת 1978. היא פותחה באורח עצמאי על ידי חברת 'אוליבטי' באיטליה ועל ידי חברת 'קאסיו' ביפן. מכאן ולמקלדת והמסך הדרך לא הייתה ארוכה. שהרי אם ניקח את המכניזם המדפיס (פלט) לצד, נישאר למעשה עם מקלדת מחשב ומסך בתהליך כתיבת המסמכים. שלב הכתיבה הפך ל"מלאכת חשיבה" כאשר התוכנה מאפשרת חופש ושליטה אצל היוצר. הרצון להביע בכתב אינו תלוי ידע מעמיק בכול השלבים הקודמים, התוכנה מתקנת מסדרת ו"חושבת" וכול שנותר ליוצר הוא להביע את רעיונותיו.

## המחשב

אחד התחומים החדשים יחסית שאפשר לראות את ההתפתחות, הוא תכנות-PROGRAMING ותוכנות מחשב. בתחילתו הייתה זו מלאכת יד. היוצר-מתכנת עסק בתחום מתחילתו ועד סופו, כלומר משלב הרעיון, הסיפור, הקונספט ועד ליצירה המוגמרת. בהמשך התהליך התפלג בין מספר מתמחים, המתמחה בממשק בזמן שאחרים פיתחו פונקציות אחרות בפעולת התוכנה. בשלב הבא הסטנדרטיזציה, למעשה קו ייצור כאשר התוכנה או דוגמא ברורה יותר, משחקי המחשב, בה העובדים רק הכניסו לתוכה את החלקים השונים שעוצבו על ידי אחרים, המבוססים על עיצוב של אחרים, ליצירת המוצר המוגמר. בתחום זה יש התפתחות של כלים לטיפול בתהליכים ששם למעשה ישנה שיגרה בתהליכי התכנות. בתהליך זה אנו רואים שהשליטה חוזרת לידי היוצר היחיד תוך שימת דגש על פיתוח הרעיון (מלאכת חשיבה) במקום כתיבת הקודים (מלאכת יד).

התמיכה הטכנית בתחומי המחשב החלה כמלאכת יד בשלב הראשון של הפיתוח. התמיכה הטכנית התבקשה לעסוק בכול התחומים מהחלפה או הוספה של פריט מכני ועד שינוי או הוספת תוכנה וכתיבת קודים מיועדים ליצירת מארז מותאם אישית. השלב השני הוא הפרדה בין חומרה החייבת מגע פיסי לבין תוכנה היכולה להיות מטופלת דרך האינטרנט, כאשר כול תחום הפך התמחות בפני עצמו. השלב הבא הוא החלפת מחשב בחדש במקרה של חוסר התאמה או קלקול, תהליך הקיים כבר בסמרטפונים. השלב הרביעי שכבר קיים במידה מוגבלת, תיקון תוכנת המחשב על ידי מחשב. תהליך הקיים בחברות המחשב הגדולות יותר. התחברות לאתר ומשם התוכנה מחפשת את התקלה ומבצעת תיקון אוטומטית. שלב המעבר למלאכת חשיבה קיים גם הוא, ודוגמא לכך הם תוכנות תלת ממד. דוגמא טובה לכך היא תוכנת הסולידוורקס, המעצב חושב ובונה את הרעיון ותוך כדי עבודה התוכנה בודקת את ייתכנות האובייקט והטעיות להעברה ל CNC.

עידן שבבי הסיליקון והמחשב פתחו עידן חדש. ללא קשר לעבודתנו, בסיומו של יום אנו נמצאים מול אותה פלטפורמה, הכלי, המכיל את שבבי הסיליקון המאפשרים תכנות של משפטי אלגוריתמים, המיועדים לבצע מטלות שונות. אך בשונה מהכלים הידועים, כלי זה מיועד ומסוגל להתאים את עצמו לצרכי המשתמש תוך כדי שימוש (אלגוריתם לומד). השינוי המהותי בכלי זה הוא שינוי בדרכי החשיבה ובמעבר ל"מלאכת חשיבה", שבה האוטומציה משחררת את היוצר מהשלבים הקודמים ומקדמת אותו לשלב הבא, חופש "מלא" ביצירה. אך זה אינו עיקר השינוי, השינוי החשוב הוא בעצם התהליך מ"מלאכת חשיבה" אל יצירת האובייקט עצמו, דהיינו מהכוח אל הפועל.

המחשב ככלי הוא מעבר לכלים הידועים עד כה. הוא כלי המכיל בתוכו תת כלים נוספים. יתרה מכך המחשב הוא כלי שביכולתו לייצר ולעבד את תת הכלים אשר מוכלים בתוכו כך שיותאמו לצרכינו

ושימושינו, ובכך יחודו. "בשל עצם טיבם, חפצים אשר עושים בהם את כול החפצים האחרים, נודע להם מקום מיוחד בעולם הדברים העשויים" (הנרי פטרוסקי, חפצים שימושיים).

אפשר לראות את ההתפתחות בתחומים כמו בסרטוט, מוסיקה, ארכיטקטורה וכמובן אמנות. אותו מחשב מכיל בתוכו את כול התחומים, ותת הכלים עוזרים ב"מלאכת החשיבה" בכדי שהיוצר ימחיש את רעיונותיו בחופשיות מקסימאלית. שורה רבה של פעולות מנוקזות אל המחשב. פעולות שהיו בעבר ייחודיות בכליהן ובדרכי הפקתם. היום כול שנדרש הוא מחשב ומסך. אומנם לכאורה המדיום זהה, אך השימוש ייחודי לכול משתמש ומשתמש. לכול תת כלי-אפליקציה הממשק שלה והאלגוריתם המיועד לפתור את הבעיות ו"לחשוב" בתחום. איש הרנסנס הרב תחומי חוזר, ויכול לבצע מכלול של יצירות בתחומים שונים בהצלחה. כול שנחוץ לו הוא האפליקציה והאלגוריתם המתאים לתחום בו הוא רוצה ליצור ברגע מוגדר. האלגוריתמים הם למעשה המפתח לביצוע סידרת פעולות רצויה.

### **אלגוריתמים באמנות-אמנות האלגוריתמים**

אלגוריתמים הם תהליך לוגיסטי לביצוע משימה. אם נקשיב ליצירה מפרי עטו של מוצארט יתכן שלא נבין מדוע הוא מצליח לחדור לנבכי נשמתנו, אך הפרטיטורה, הרשימה הכוללת את כול תפקידי המשתתפים, כלי הנגינה וקולות השרים ביצירה, ניתנת לניתוח עד הפרט האחרון. הפרטיטורה למעשה היא אלגוריתם, תהליך להבניית החוויה המוזיקלית. המנצח על התזמורת משתמש באלגוריתם זה להוביל את התזמורת, ונותן את טעמו ואישיותו בתהליך בכדי ליצור חוויה הבנויה על תהליך מובנה, ואם זאת בתהליך, יש מקום לאינטרפרטציה אישית שלו. יש להבדיל בין תהליכי כתיבת האלגוריתם לבין תהליך האלגוריתם עצמו לביצוע המשימה על ידי הכלי. כלומר, אם נשתמש בדוגמת הקונצרט והפרטיטורה, ישנו הבדל גדול ועמוק בין תהליך כתיבת הפרטיטורה, דהיינו מלאכת יד לבין תהליך הביצוע על ידי המנצח העוסק למעשה במלאכת המחשבה. המנצח משתמש במתמחים כול אחד בתחומו שהתמקצעו על כלי זה או אחר, תוך כדי נתינת אינטרפרטציה אישית. אלו הכותבים את האלגוריתם הם אמנים. המשתמשים באלגוריתמים תוך הכנסת תוכן אישי גם הם אמנים.

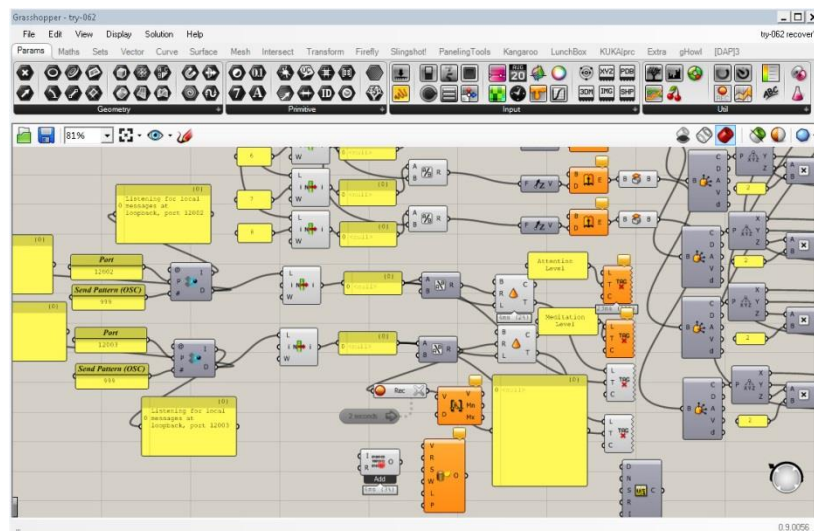
### **תהליך השיתוף**

האם הכותב צריך להמציא את כלי הנגינה מחדש בכול קונצרט, או להשתמש בסטנדרטיזציה של הכלים וכתיבת התווים בכדי ליצור את האמנות-הסיפור האישית שלו. ברור שגם תהליך זה קיים, כאשר כותב הקונצרט המציא את כלי הנגינה והמציא מחדש את צורת כתיבת התווים לכלים, ויצר צלילים חדשים לגמרי בתהליך. אולם בסופו של יום תעשה סטנדרטיזציה גם לתהליך זה. ישנה

אפשרות שהאמן יכתוב תוכנה חדשה בכדי להביע יצירה ייחודית, או שהאמן ישתמש בתוכנה קיימת ויכתוב אלגוריתם המייחד את פעולות הביצוע לכדי אמירה ייחודית לו עצמו. בהמשך ישתמש האמן בחלקים אלו שכבר כתב ככלים ליצירה בכדי ליצור יצירה חדשה ומהיצירה החדשה ישתמש בכדי ליצור שוב, ברמה גבוהה יותר. הקודים שנכתבו ע"י האומן אתמול ליצירה משמשים היום אבני לגו לבניית יצירה מורכבת יותר.



**למעלה:** שבעה שורות מתוך שורות הקוד שיצרתי על פלטפורמת פרוססינג, הקורא מידע ממכשיר ה-EEG ומאפשר העברה לפלטפורמת "גרסהפר"-Grasshopper שגם היא פלטפורמה לתכנות על תוכנת ריינו (תוכנה לבנייה והדמיה בתלת ממד).



**למעלה:** סידרת פעולות שיצרתי על פלטפורמת "גרסהפר"-Grasshopper הבנויה מחלקים בדומה ללגו. כול קובייה במערכת מכילה בתוכה אלגוריתם (הניתן לשינוי) המבצע פעולה ידועה על תוכנת ה"ריינו".

תהליכי יצירת האלגוריתמיים "מתחילים" עם היוצר הראשוני שבונה את אבני הבניין היסודיות. מכאן נלקחים יחידות אלו על ידי היוצר-אמן האחר המשתמש בהם כחלקים בסידור החדש המביעים את סיפורו שלו. האמן מפעיל את המחשב בעזרת היצירה, ולכאורה בזאת "הסתיימה" היצירה. אך ביצירה דיגיטלית העבודה למעשה לעולם אינה סופית או גמורה. היא תהווה את אבני היסוד שישמשו אמן אחר בעבודתו וסיפורו הוא. למעשה בשטח נוצרו פורומים המדרבנים שיתוף בין האמנים. אף אחד מאותם אמנים אינו לוקח את הקרדיט על אותם אבני יסוד שיצר, שהרי גם הוא עצמו "ישב" על מערכת קודמת של אבני יסוד ראשוניות יותר. כלומר שביצירה האלגוריתמית, בין האמנים ישנו שיתוף קהילתי שבזכות אותו שיתוף ישנה התפתחות ויצירות נוספות. אמנים העוסקים ביצירה הדו ממדית והתלת ממדית, מצאו את השיתוף ככלי להתפתחות היצירות האישיות שלהם. היצירה האישית מובעת מוחשית, בחומר או בצורה ווירטואלית. רק שם יוצאת היצירה הסופית אל הקהל.

## היוצר והצופה

הקהל עדיין בוחן את היצירה בצורה המסורתית מאז הרנסנס. המסורת מאז הרנסנס הייתה של יוצר-אמן יחיד המייצר עבודה ייחודית או חזר בזכיות היוצרים כיוצר היצירה. לכאורה, היצירה ברגע ההצגה הינה גמורה בעיני הקהל ולעיתים רחוקות עוברת שינוי. בנוסף, הייתה הפרדה ברורה בין הקהל ובין היוצר, כאשר האמן עוסק בדרך כלל במרחבים ובנושאים אזוטריים שאינם בתחומי בתפיסה או החיים של הצופה הממוצע. (Levy, Pierre. "The Art of Cyberspace")

בעידן הפוסטמודרני אנו חווים שינוי משמעותי בהתפתחות היחסים בין היוצר היצירה והקהל. היוצר הבודד-המרוחק הולך ונעלם ובמקומו מופיעים יצירות של אמנים המשתפים את הקהל ביצירותיהם. הקהל מצדו הפסיק להיות פסיבי, והתחיל להיות מעורב בחוויית היצירה. השינוי שחל ביחסי הגומלים בין היוצר ועבודתו ובין הקהל החל לחלחל אל המודעות. האמן השתחרר מ"האחיזה" על יצירתו ונותן לקהל לשנות אותו ולהיות מעורב בו, בכדי להבין לעומק את יצירת האמן. האלגוריתמים הדיגיטלי פתח עולם אפשריות בהן יצירות מאפשרות התפתחות ושינוי תוך עירוב הקהל. האמן העוסק במלאכת היד, חייב לעבור התמחויות או עירוב יוצרים אחרים בעלי התמחויות, סטנדרטיזציה, אוטומציה, בכדי לעבור לשלב מלאכת החשיבה, נתינת אותה מסגרת כללית-הקונספט, בה הוא יוצר את יצירתו האלגוריתמית. יצירתו האלגוריתמית היא כזו היכולה לענות לצורכי הקהל העכשווי הרוצה להיות מעורב בכדי להבין לעומק את היצירה ה"מוגמרת", ובכך נהפך הקהל מצופה ליוצר אקטיבי. האמן היוצר את יצירתו האלגוריתמית חייב לשלוט ולהבין את מגבלות-קצוות יצירתו בכדי שתישאר מובנת ונגישה. בכדי לתת "מוצר" מובן וקוהרנטי לקהל המעורב, היוצר עדיין מניח גבולות לתהליכי האלגוריתמים ולו רק בכדי שקהלו המעורב בעשייה ימשיך וירצה להתפתח עם יצירתו. כמובן שהשלב הבא ביצירה היא לאפשר לקהל "להיכנס" לתוך היצירה מכול נקודה ונקודה ולצאת בכול רגע, ובכך לאפשר לכול אחד נגישות מתוך ראיית העולם המיוחדת אותו. המוצר גם הוא לא יהיה

חייב להיות מובן בקריאתו, אולם ישנה אפשרות שהקהל המעורב ביצירה ירגיש זר לתהליך יפסיק את השתתפותו ולמעשה בזאת יצירתו של האמן מפסיקה-נעצרת ובעצם אינה יצירה מתקשרת.

### מקומו של אמן מלאכת היד המסורתית בעולם הדיגיטלית

בתהליך שינוי היחסים בין היוצר והקהל יש המאמינים שבכך ייווצר קהל רחב יותר, מעורב יותר, בעל מודעות חברתית ותרבותית. כמות היוצרים תגדל ואתה כמות הצורכים אמנות. (Mattei, Maria Grazia. "Telematic Art.")

אך יתכן הרס או צמצום של מסורות יצירה קיימות, בעיקר בתחומי מלאכת היד המסורתיים, כמו שאנו מכירים אותם. סביר להניח שחלק מתרבות מלאכת היד תישאר תמיד ותמשיך ללא שינוי אך השפעתה תלך ותפחת. הצילום בשחור לבן נשאר בר קיימא ויישומי, אבל כבר לא הסטנדרט לייצוג כמו שהיה במאה ה-19. (Landow, George P. and Paul Delaney)

חלקים מתחומי תרבות מלאכת היד יעברו גילוי מחדש ושינויים בהתאם לכלים החדשים שיצליחו לספוג אל תוך המערכת הקיימת. הספיגה תצטרך לעבור את השלבים של התמחות, סטנדרטיזציה, אוטומציה, ולבסוף מלאכת חשיבה. ייתכן שלאחר מכן התחום יתפתח לתחום חדש, שאומנם יצא מתוך תחום ידוע, אך השינוי יעביר אותו הרבה מעבר, ובכך ייצור תחום חדש לגמרי. במעבר לעולם הדיגיטלי ישנה נגישות לכול אחד, כול שהם צריכים הוא מחשב. מצב זה של הצפה ביצירות אמנות ירודות איכות מבחינת עומק הסיפור אותם הם מספרים מעלה את השאלה, האם מצב זה מוסיף לתחומי התרבות והאומנות? שאלה שנשאלת בכול תקופה עם הצגת כלי חדש, שלאחר זמן "מוצא את מקומו" והשאלה נעלמת כלא הייתה. האלגוריתמים עזרו לשחרר את האמנות מידי האליטות והעבירו את תהליכי היצירה לידי אלו הרוצים להביע וליצור. תהליך שיפוט העבודה המוגמרת עבר ליחיד, ואתו שיקול הדעת מה טוב או רע לו.

### הכלים החדשים- מלאכת חשיבה

הכלי נועד להוציא מהכוח אל הפועל. להמחיש את היצירה האמנותית לכדי הבנת הסיפור המסופר באותה יצירה. דרושה הטכנולוגיה המותאמת לצרכים אלו. האמן העוסק במלאכת החשיבה ויוצר בעזרת האלגוריתמים, יוצר אובייקטים על מסך המחשב שהם וירטואליים בעלי מראה ייחודי וחדש. בכדי להמחישם בחומר בעולם ה"אמיתי", דרושים כלים המיועדים ויכולים להתמודד עם צורות אלו. "...הטכנולוגיה ניזונה מעצמה, אם נסתכל ובחן את תהליכי ההמצאה והחידוש נראה עובדה בולטת, הטכנולוגיה מאפשרת-יוצרת טכנולוגיה חדשה" (Alvin Toffler, "Future Shock"). אולם אל לנו

לחשוב שהטכנולוגיה התפתחה בגלל הצורך לממש את צורות הביטוי החדשות. הטכנולוגיה כפי שהנרי פטרוסקי טוען בספרו "חפצים שימושיים" הינם פיתוח שנוצר במקביל ולא בהכרח לטכנולוגיה זו או אחרת. רק כאשר נפגשו השניים החל פיתוח מואץ של כולם.

## 1. חיתוך CNC

כלי עיבוד החומר ע"י ה-CNC (עיבוד שבבי, חיתוך במים, חיתוך הלייזר ועוד), התחברו בשלב מאוחר ליוצר האלגוריתמים, ליצירת אובייקטים שהתהליך ביצועם היה מורכב עד בלתי אפשרי ללא טכנולוגיה זו.



Eunsuk Hur Ph.D, vogue magazine 2009

בדוגמה למעלה היו מעורבים חישובים מדויקים לחיתוך הלייזר לצורך שילוב הבדים.

( Leeds Eunsuk Hur Ph.D School of Design, University of, vogue magazine 2009)

[http://makingfutures.plymouthart.ac.uk/journalvol2/pdf/Hur\\_Eunsuk\\_and\\_Beverley\\_Katharine.pdf](http://makingfutures.plymouthart.ac.uk/journalvol2/pdf/Hur_Eunsuk_and_Beverley_Katharine.pdf)

יתרונו של עיבוד ה-CNC, שבעזרת הכנסת צורה המיוצגת בעזרת קווים בלבד, להבדיל מההדפסה התלת ממדית המחייבת יצירת אובייקט מוגמר תלת ממדי מושלם על מסך המחשב לפני שליחתו להדפסה, ניתנת האפשרות לעסוק ב"גרפים" קווים בלבד היכולים להיות מיוצרים על ידי אלגוריתמים טהורים-ראשוניים. החיתוך עובר על הקווים ומייצר את האובייקט.

## 2. הדפסה תלת ממדית



טכנולוגיית ההדפסה התלת ממדית גם היא תפסה תאוצה, ובעזרתה ניתן לממש ולהמחיש את עולם הצורות שנוצרו ווירטואלית על מסך המחשב. דוגמת אסא אשוח-גוף תאורה:



תהליך בניית גוף התאורה הוא דוגמה לאלגוריתם היוצר גוף שייצורו ללא המדפסת התלת ממדית לא היה מתאפשר. היכולת לעבור לאובייקט חומרי מרעיון אבסטרקטי, המוצג בתחילתו כאלגוריתם מתמטי וסידרת קודים, הוא הייחוד בתהליכי ההדפסה. אולם בתהליך היצירה ישנם מגבלות רבות המחייבות את היוצר בדיקות רבות של האובייקט הנפחי לפני שליחתו אל ההדפסה התלת ממדית. תהליך זה דורש ידע רחב יותר שאינו רק בתחום האלגוריתמים. הצורך ביצירה דורש הבנת גופים נפחיים סגורים בעלי "בשר" או בתחום המקצועי נקראים גופים סגורים. ישנה החשיבות רבה של בדיקת המודל הגאומטרי, בין אם הוא נבנה בעזרת NURBS (מערכת ווקטורית בדומה לקו באילוסטרייטור) או MESHES (בדומה לקו הבנוי מפיקסלים), לחוסר אחידות במבנה, משטחים שבורים או שאינם מחוברים כראוי או משטחים בחפיפה. יתרון נוסף הוא השימוש בסורק תלת ממד המאפשר העברה ישירה למדפסת או עיבוד מוקדם במחשב ואז שליחה להדפסה.

### 3. זרוע רובוטית-MILLING ROBOT

הזרוע הרובוטית למעשה ידועה יותר מתעשיית הרכב. בתעשייה, הזרוע מתוכנתת על ידי מערך קודים, בדרך כלל שפת פסקל או G-Code, ליצירת מערכת פעולות מוגדרות מראש. אולם התפתחות המערכת הרובוטית שחברת KUKA בראשה, פתחה עולם חדש ליצירת המודל. אפשרות ליצור מודל תלת ממדי על המחשב ושליחתו לעיבוד לזרוע הרובוטית בדומה להדפסת תלת ממד אולם בשונה ממדפסת המוסיפה חומר, שיכבה אחר שיכבה, הזרוע למעשה מפסלת בחומר על ידי גריעת החומר.



KUKA MILLING ROBOT

אולם שיטה זו מחייבת את כול תהליכי הבדיקה של המודל בדומה לבדיקה המחויבת לפני שליחה למדפסת. אפשרות נוספת, בדומה לחיתוך הלייזר, שליחת מערכת קווים (הפעם אפשר גם בתלת ממד) ישירות לזרוע ללא צורך באובייקט מורכב ומוכן על מסך המחשב. בשלב זה נפתח עולם האלגוריתמים המתמטי לשליחה ישירה אל הזרוע ולביצוע בזמן אמת. בשלב זה מלאכת החשיבה קבלה את מלוא משמעותה.

#### המחשבה ליצירה והכלים בעבודתי.



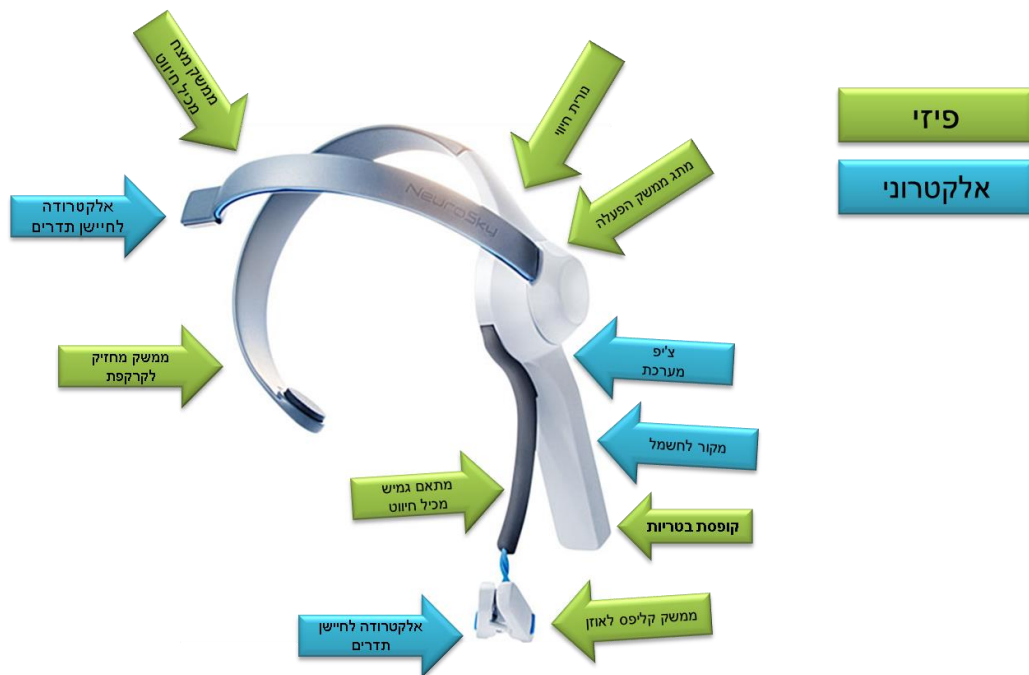
**למעלה בתמונה:** עבודה אחת מתוך סדרה הנקראת Snotty Vases של מרסל וונדרס מעצב הולנדי אשר צילם בתלת ממד את הטיפות הנוזל היוצאות מעיטוש. העביר עיבוד במחשב תהליכי הגדלה ויצירת חלל פנימי בכדי לתת את האפשרות להניח פרחים בפנים.

בעבודתי בדומה לעבודתו של מרסל וונדרס יש לראות שיחה ודיון ישיר עם האמן היוצר העוסק במלאכת היד עד לאמן העוסק במלאכת החשיבה. העבודות הנוצרות בתהליך זה משוחחות גם אם השאלה; האם כול אחד יכול להיות מעצב או אמן. מנקודת המבט שלי, בכדי להעמיד את עבודתו של מרסל וונדרס לתקופה הפוסטמודרנית בו הקהל מעורב ביצירה, צריך שינוי בתהליך האוטומציה עד למצב שבו כול אחד מהקהל הצופים יכול להביע את עצמו ולספר את סיפורו האישי וחזונו (אפו) בהתעטשות פשוטה וקבלת המודל לידי לאחר הדפסה. יש לראות שיח גם עם תהליכי הצילום ויצירות אמנות מצולמות שהרי " ... הצילום שיחרר, זה לראשונה, את היד מן המטלות האמנותיות העיקריות..." (וולטר בינימין), בלחיצת כפתור יכול היוצר לתפוס את המציאות על כול רבדיה של הנראות. העבודה מכילה את מהותו של האדם, בעבודתו של וונדרס את מחלתו ונשימת אפו. עבודתי מכילה את תוצר מחשבותיו של היוצר-את גלי המוח המיצגים את מחשבותיו על כול רבדיה. "דיוקן הרנטגן של קלאודיה, המראה לא את פניה אלא את מבנה העצמות העדין של החלק העליון בגופה... הריהו הפרס היקר ביותר..." (סוזאן סונטג, הצילום כראי התקופה)

למעשה עבודתו של העוסק בעבודת יד הוא בדומה לצילום המנציח את רעיונותיו ומחשבותיו בחומר, האובייקט מקבל בעבודה את הלך הרוח של היוצר בכול רגע ורגע שהוא נוגע בחומר. מצב רוחו ברגע השיוף, ההרהורים השונים המוטבעים בחומר תוך כדי מהלומות הפטיש המשתנות, בהתאם להרהורים אלו. לו ידענו לקרוא את השינויים העדינים האלו באובייקט המוגמר היינו למעשה מסתכלים על צילום מצב תקופתי (לאורך זמן יצירת האובייקט) של פנימיותו של היוצר היוצאת לפועל דרך ידיו. ידיו העוסקות במלאכה מעבירות את תחושותיו הפנימיות אם מתוך רצון או לא. המחשבות משפיעות על ידיו העובדות. המוח הוא השולט, אם בחלקו המודע ואם וחלקו הנסתר (התת מודע). האם שאלת ההתכוונות – המודע, מחייבת את היוצר. כאשר הוא עוסק ביצירה. " האם או'סליון עצמו... ייעד את עבודתו לשיח אסתטי ולחלל התצוגה... האם הפרשנות לעבודתו... כייצוג של ערכים אסתטיים... איננה הבניה בדיעבד, שתכליתה להבטיח את הגדרת העבודה כאמנות. (רוזלינד קראוס, "מרחבי השיח של הצילום"). היכן השוני בין פחח הרכב לבין האמן היוצר במתכת בעזרת אותם כלים. ההבדל המהותי הוא בשיחה עם החומר. הפחח נימצא בשלב בו הוא מחויב ליצור את האובייקט על פי מערכת סטנדרטים (שלב שלוש) שניתנו על פי היצרן. האמן היוצר בכלים זהים נמצא בשלב השיחה עם החומר, במלאכת חשיבה. אותה חשיבה המלאה ברבדים של כלי הידע וכלים טכנולוגיים. יש לזכור כי חמשת השלבים בהתפתחותו של הכלי הם מקבילים וזהים בהתפתחותו של האמן ואינם מרחבים שונים כי אם שייכים לאותו מרחב בשיח. האמן יכול להביע את סיפורו בחומר כאשר כול השלבים בהתפתחות נפתחו בפניו, כול שעליו לעשות הוא לחשוב.

השתמשתי בעבודתי בממשק ה-BCI ( Brain Computer Interface ) השייך למשפחת ה-EEG. המוח מייצר פולסים ורוטט כמו כול דבר ביקום. תדר הפולסים מהמוח נמדד כמו צליל, במחזוריות לשנייה

או הרץ. המכשיר למדידת התדרים נקרא ElectroEncephaloGraph (EEG). בעזרתו מסווגים את התדרים השונים והאזורים במוח היוצרים אותם ברגע נתון, בדיוק מקורב.



**בתמונה למעלה:** מכשיר ה-MINDWAVE, המכשיר ה-EEG עבר את חמשת השלבים עד היותו נגיש בכול בית בחיבור ישיר למחשב האישי עם אפליקציית ההפעלה.

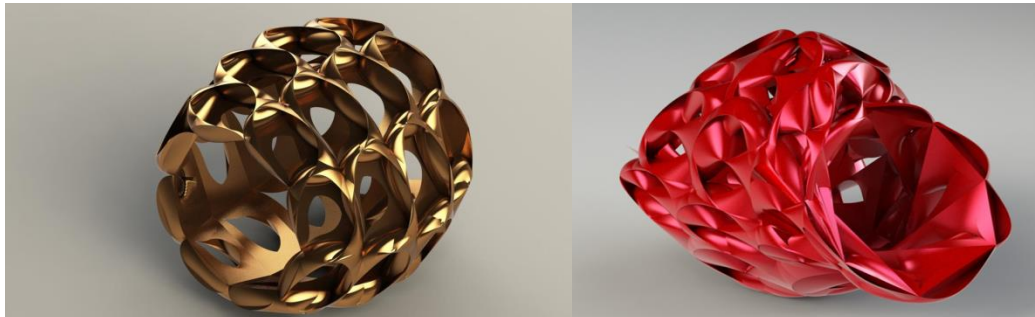
בהליך היצירה, מצד המשתמש בעבודתי, ביטלתי את הידיים. הידיים, היוצרות בחומר וחוות את מרקמו וצורתו המשתנה, המטביעות את חותמה של המחשבה בכול רגע נתון. היוצר משתמש במחשבתו-בגלי מוחו ליצירה. מלאכת המחשבה, השלב החמישי, הוא עקרון היצירה. השנויים ביצירה נעשים תוך שליטה מוחית בתדרי המוח. לשם כך יצרתי בתוכנת ה"פרוססינג" מערך קודים הקורא את המכשיר ומעביר את הקריאה לתוכנת ה"גרסהופר". בה נתתי פרמטרים המייצרים צורות תלת ממדיות על תוכנת ה"ריינו". מגוון הצורות מוגבל על ידי פרמטרים אלו. אולם כול שנוי באלגוריתמים יפתח משפחה חדשה של צורות ופעולות.

תדרי המוח מחולקים לחמש קטגוריות:

| Delta      | Theta    | Alpha     | Beta       | Gamma       |
|------------|----------|-----------|------------|-------------|
| Up to 4 Hz | 4 – 7 Hz | 7 - 14 Hz | 15 – 30 Hz | 30 – 100 Hz |

השתמשתי ב-13 פרמטרים מתוך המוח: דלתא, תטא, אלפא נמוך, אלפא גבוה, ביתא נמוך, ביתא גבוה, גמא נמוך, גמא אמצעי, גמא גבוה. בנוסף השתמשתי בפרמטרים של רגיעה וריכוז שהם למעשה ממוצעים של תדרים. פרמטר אחרון הוא סגירת העיניים לזמן קצר.

עלייה בריכוז או ברגיעה גורמים לשינוי הצורות הבסיסיות. מצורות רכות (מעוגלות יותר) לצורות חדות (בעלות פינות וכו'). בכל רגע נתון המשתמש יכול, במצמוץ עיניים חזק לקבע את יצירתו ולשלוח להדפסה תהליך הוספת חומר או לזרוע הרובוטית לעבודה בגריעת החומר.



דוגמאות: מימין הריכוז גבוה יותר, משמאל הרגיעה גבוהה יותר.

## סיכום

כבוגר המחלקה לצורפות וכמרצה בתחום המחשבים במחלקה לצורפות ואופנה בבצלאל, עבודתי נועדה לאתגר חשיבה עכשווית ועתידית בתחומים אלו. תחומים אלו נשענים עדיין על התהליכים והחשיבה מתקופת ה-ARTS AND CRAFTS בכול העולם, ואולי זה ייחודם. התפתחות האלגוריתמים ונגישותם למשתמש עדיין לא תפסו תאוצה בתחומים אלו, ולא הפכו לזרם בתוך התחום. אומנם השימוש בתוכנות ייעודיות לעיצוב בתלת ממד הורחב ומשומש בעולם זה, אך הם בעיקר משמשות לעיצוב האובייקט תוך חשיבה מוגבלת הנוצרת מעצם עבודתם בתחום מלאכת היד. כול שניסיתי לעשות בעבודה זו הוא להקצין, עד לביטול הידיים העובדות, ולהראות את מקומה של טכנולוגיה חדשה זו (שאיננה חדשה כבר) ומקומה בעולם האמנות ומלאכת היד הפוסטמודרנית.

## סוף

## מקורות:

- Klaus Æ. Mogensen Copenhagen for Futures Studies, "From handcraft to Mindcraft", published: 28.10.2002 ; <http://www.cifs.dk/scripts/artikel.asp?id=722&lng=2>
- הרברט ריד, "תולדות הציור המודרני", מסדה גבעתיים, 1967, עמ' 12.
- חיים מאור, "עיניה של אמנות", אמנות לעם, תל אביב, 1996, עמ' 5, 10, 14.
- ברש, משה, "פרקים בתאוריה של אמנות הרנסאנס והבארוק", מאגנס, ירושלים, 1998, עמ' 50.
- מרשל מקלוהן, "להבין את המדיה", בבל – הוצאה לאור, תרגום עידית שורר. נכתב במקור ב-1964 Understanding Media עמוד 110.
- תולדות האמנות המודרנית, משרד החינוך התרבות והספורט, המינהל למדע ולטכנולוגיה הפיקוח על אמנויות העיצוב והאדריכלות.
- טוסקנה בהרי ירושלים, האוניברסיטה הפתוחה <http://www.openu.ac.il/Adcan/adcan56/30-34.pdf>
- הנרי פטרוסקי, "חפצים שימושיים", תרגום: עתליה זילבר, תל אביב : עם עובד, תשנ"ו 1995
- (Levy, Pierre. "The Art of Cyberspace." Electronic Culture: Technology and Visual Representation. Ed. Timothy Druckery. New York: Aperture Foundation, 1996.p, 366-367
- Mattei, Maria Grazia. "Telematic Art." Art@Science. Ed. Christa Sommerer and Laurent Mignonneau. New York: Springer-Verlag/Wien, 1998, p,36
- Landow, George P. and Paul Delaney. "Hypertext, Hypermedia and Literary Studies: The State of the Art." Hypermedia and Literary Studies. Ed. Paul Delaney and George P. Landow. Cambridge, MA: The MIT Press, 1991
- Alvin Toffler, "Future Shock", united states, Random House-1970 p.29
- Leeds Eunsuk Hur Ph.D, School of Design, University of, vogue magazine 2009
- [http://makingfutures.plymouthart.ac.uk/journalvol2/pdf/Hur\\_Eunsuk\\_and\\_Beverley\\_Katharine.pdf](http://makingfutures.plymouthart.ac.uk/journalvol2/pdf/Hur_Eunsuk_and_Beverley_Katharine.pdf)

בנימין, ולטר, "יצירת האמנות בעידן השעתוק הטכני", תרגם: שמעון ברמן, הקיבוץ המאוחד. 1983, עמוד 157.

סוזאן סונטג, "הצילום כראי התקופה", תירגם יורם בורנובסקי, עם עובד, 1979, עמ' 160  
רוזלינד קראוס, "מרחבי השיח של הצילום". מדרשה 5, הוצאה לאור של מדרשה-בה"ס לאומנות-מכללת בית ברל, 2002, עמ' 107