

20 בנובמבר, 2008

## סיכום ניסוי השוואתי של שיטות לעריכת טקסטים דו-כיווניים

אבי הראל – מכון התקנים – ארגולייט בע"מ

טליה פורת – מכון התקנים – אוניברסיטת בן-גוריון

השיטה המקובלת בתעשייה לעריכת טקסטים דו-כיווניים מבוססת על המודל ה"לוגי", כאשר הטקסט מאוחסן בזכרון על פי סדר ההקלדה, והסמן מצביע על מיקום בזכרון. לישומים המקובלים, המבוססים על שיטה זו מספר מגבלות בהיבט של שימושיות. שיטה אחרת, המתמודדת עם המגבלות הללו, היא על ידי שילוב בין המודל ה"לוגי" לבין היצוג החזותי, הטבעי למשתמש, כאשר הטקסט אגור בשיטה ה"לוגי" אבל תנועת הסמן נקבעת על ידי המיקום החזותי על פני המסך. בניסוי שנערך באוניברסיטת בן-גוריון נבדקה התנהגות המשתמשים בשיטה המשולבת לעומת השיטה ה"לוגית". תוצאות הניסוי מצביעות על יתרונות השיטה המשולבת בתחום השימושיות, אבל גם על הצורך בעבודה נוספת לפני ישום השיטה בתעשייה.

### מבוא – עריכת טקסטים דו-כיווניים

טקסטים בשפות לעז (אירופה, אמריקה, אוסטרליה...) נכתבים ומוקלדים במחשב בכיוונית משמאל לימין. טקסטים בלשונות שמיים, לעומת זאת, נכתבים ומוקלדים בכיוונית משולבת, כאשר המלים נכתבות מימין לשמאל, והמספרים נכתבים משמאל לימין.

הדוגמאות בסעיף זה הן של טקסטים בעברית (שפה ראשית) המשלבים מספרים וטקסטים באנגלית (שפה משנית), אבל הדיון בסעיף זה ישים לשפות שונות, וכן לטקסטים שהשפה הראשית שלהן היא לועזית והשפה המשנית היא מזרחה-תיכונית.

כאשר אנחנו משתמשים בכלי כתיבה ידניים, השילוב בין שני הכיוונים אינו יוצר בעיה, מכיוון שהמשתמש בכלי הכתיבה מציב את ידו באופן חופשי על הדף, ומזיז אותה תוך כדי הכתיבה לכיוון הרצוי. למשל, אם המשתמש רוצה לכתוב:

*מדינת ישראל הוקמה בשנת 1948*

המשתמש בדרך כלל כותב קודם את הטקסט העברי בכיוון מימין לשמאל, אח"כ מזיז את ידו שמאלה, במרווח שמתאים לשנה 1948, וכותב את השנה בכיוון משמאל לימין. המשתמש צריך להעריך מראש את המקום שידרש לכתובת השנה, ולתכנן את מיקום היד על פי הערכה זו.

כאשר אנחנו משתמשים בכלי כתיבה ממוחשבים, אנו מעוניינים בכך שהמחשב יחסוך מאתנו את הצורך בתכנון העריכה. לפיכך, בעריכת טקסטים במחשב, מיקום הכנסת התו הבא נקבע על ידי מיקום הסמן. בסיום קטע ההקלדה בעברית הסמן נשאר במקומו. בהלקדת תו ספרה, הטקסט שמשמאל לסמן נדחף שמאלה, על מנת לפנות מקום לתו המוקלד.

שיטה זו של דחיפת הטקסט מעוררת מספר בעיות בהתאמת סידור הטקסט לכוונת המשתמש. הבעיה המרכזית היא של שימור הסמנטיקה במצב של צורך בשינויי עריכה.

## בעיית הסמנטיקה בשינויי עריכה

הבעיה המרכזית היא במצבים בהם נדרש שינוי עריכה, כגון, במקרה שהטקסט גולש מהשורה, למשל, כתגובה להוספת טקסט, לשינוי גודל פונט, או לשינוי גודל חלון התצוגה. כאשר כל הטקסט הוא בעברית, תוכנת העריכה צריכה לחשב את נקודת הגלישה ולהעביר את המשך הטקסט לשורה הבאה. אם בדוגמא לעיל נצמצם את גודל החלון, תוכנת המחשב צריכה להציג את הטקסט הבא:

מדינת ישראל הוקמה  
בשנת 1948

הבעיה מתעוררת במצבים בהם הטקסט נשבר בתוך קטע שהוא משמאל לימין. לדוגמא, נניח שאנחנו מבקשים לצמצם את גודל החלון, כאשר מופיע בו הטקסט הבא:

*To be or not to be*: המשפט המוכר ביותר במחזה "המלט" של שקספיר הוא:

אם ארגון הטקסט הוא על פי הכיוון מימין לשמאל, נקבל את המשפט הבא:

המשפט המוכר ביותר במחזה "המלט" של שקספיר הוא: *not to be*  
*To be or*

בארגון חדש זה, הטקסט שבאנגלית מאבד את משמעותו.

הפתרון שהוצע ונקבע כסטנדרד בתעשייה הוא על ידי המודל הכרונולוגי, או בכינוי הנפוץ יותר המודל ה"לוגי". על פי מודל זה, ארגון הטקסט בזכרון הוא על פי סדר ההקלדה, ועריכתו מחדש על גבי המסך בכל מצב בו מספר המלים בתוך כל שורה אינו תואם את גודל השורה, כאשר העריכה מתחשבת בכיווניות הטקסט. בדוגמא לעיל, לאחר כתיבת הקטע העברי למסך, מתחילים לכתוב את הקטע האנגלי כאשר סדר המלים הוא משמאל לימין: קודם המלה *To*, אח"כ המלה *be*, אח"כ המלה *or*, ולבסוף כשמתברר שהמלה *not*, אינה נכנסת לשורה הראשונה, מעבירים את המשך הטקסט לשורה הבאה. המשפט המתקבל הוא

המשפט המוכר ביותר במחזה "המלט" של שקספיר הוא: *To be or*  
*not to be*

והסמנטיקה שלו מתאימה לכוונת המחבר והקורא.

כיום, כל עורכי התמלילים הנפוצים מיישמים את המודל הכרונולוגי.

## בעיית הסמנטיקה של הסמן

בישומים הנפוצים של המודל הכרונולוגי, מיקום הסמן נקבע על פי משתנה בתוכנה שערכו קובע מיקום של תו בטקסט כפי שהוא אגור בזכרון. לפיכך, בהקלדת תו, ערך הסמן גדל ב-1 ללא תלות בכיווניות התו, בלחיצה על *Del* הסמן נשאר תמיד במקומו ולחיצה על *Backspace* ערך הסמן קטן ב-1.

אחת הבעיות בישומים הנפוצים היא של החלפת הכיוון בתגובה לשימוש במקשי החצים. הסיבה לכך היא שבישומים הנפוצים, מקשי החצים פועלים על המיקום בזכרון, ולא על המיקום בתצוגה. לדוגמא, אם הטקסט הראשי הוא בעברית, הלחיצה על המקש שמאלה גורמת לתזוזת הסמן שמאלה כאשר הסמן מצביע על טקסט בעברית. אבל, כאשר הסמן מצביע על מספר או על טקסט באנגלית, הלחיצה על המקש שמאלה גורמת לתזוזת הסמן ימינה. זאת, בהתאם ללוגיקה של המודל ה"לוגי", אבל בניגוד ללוגיקה של המשתמש.

משתמשים מגוונים לומדים להכיר את אופן ההתנהגות הבלתי טבעי של עורכי התמלילים, ומפנימים את ההגיון ה"לוגי" של תנועת הסמן. אצל המתחילים, לעומת זאת, התנהגות זו גורמת לבלבול ולמבוכה. לדוגמא, נניח שבמשפט הבא המשתמש מציב את הסמן בגבול בין הטקסט העברי לבין הטקסט האנגלי.

*אני משתמש בתוכנת Word.*

בלחיצה על החץ ימינה, הסמן יכול לנוע ימינה או שמאלה, תלוי במיקום הסמן בזכרון. ובלחיצה על החץ שמאלה, הסמן יכול לנוע לתחילת הקטע האנגלי או לסופו, תלוי במיקום הסמן בזכרון:

### הלוגיקה של המעברים הבין-כיווניים

בעיות נוספות של המודל הכרונולוגי, שמפריעות גם למשתמשים המיומנים, קשורות למעברים בין טקסט בכיוונית המשנית (משמאל לימין) בחזרה לטקסט בעברית. לדוגמא, נניח שהמשתמש רוצה לכתוב:

*אני משתמש בתוכנת Word.*

על פי הלוגיקה של המודל הכרונולוגי, אם המשתמש מקליד את תו הנקודה אחר המילה Word, התו יופיע בהמשכה, כלומה, מימין למילה. על מנת שנקודה תופיע משמאל למילה, המשתמש היה צריך לעבור חזרה לשפה העברית לפני הלחיצה על מקש הנקודה. זאת, למרות שהנקודה היא תו נייטרלי, על פי הלוגיקה של המשתמש, הכיוונית של תווים נייטרליים היא תלוית קונטקסט. הקונטקסט בדוגמא זו מחייב שתו הנקודה יופיע בסוף המשפט.

### בעיות נוספות בישום המודל הכרונולוגי

עיקר הבעיות בישומים המקובלים כיום בתעשייה נובעים מחוסר התאמה בין מודל המשתמש לבין המודל ה"לוגי" במעברים בין כיווניים. בעיות נוספות קיימות הקשורות לתפקיד הסמן כאינדיקטור לשפה, לקשר בין כיוונית לישור פיסקאות, לפקדים שמשתמשים להחלפת שפה, ללוגיקה של מעברים בין מצבי העורך ועוד. עוד על הבעיות בישום המודל הכרונולוגי ניתן למצוא באתר התקינה לשימושיות

<http://usability-standards.com/Projects/BiDi/index.html>

### שיטת העריכה המשולבת

במטרה לשפר את השימושיות של טקסטים דו כיווניים הוצג בדצמבר 2007 מודל המשלב את היצוג הכרונולוגי של טקסט עם היצוג החזותי.

<http://usability-standards.com/Projects/BiDi/HybridBiDi/InteractiveHybridModelProposal.htm>

בהמשך, הוצגה בפברואר השנה תוכנה המדגימה את היתכנות שיטת העריכה המשולבת, ובמרץ השנה הוצגה גירסא התומכת בתנועת סמן על פי המודל החזותי.

### בדיקות

במאי השנה הורצו ונוסו מספר גירסאות של התוכנה EZBD, שפותחה במטרה להוכיח את היתכנות שיפור השימושיות על בסיס המודל ההיברידי. התוכנה מאפשרת שמירת טקסטים ואיחזורם בסידור חזותי, כלומר, בסדר כפי שהוא נראה על גבי המסך, ועריכת הטקסטים כשהם מיוצגים בזכרון בסידור חזותי. עריכה מחדש (כגון, במקרים של גלישת טקסט משורה או במקרים של שינוי גודל חלון) נעשית על ידי סידור הטקסט

בסידור כרונולוגי, וחישוב הסידור החזותי באילוצים החדשים של שטח המסך המוקצה לתצוגת הטקסט. בדיקות

הבדיקות נעשו על ידי מר מתי אלוש, מומחה לארכיטקטורה של טקסטים דו כיווניים ממרכז הפיתוח של IBM בירושלים, ויו"ר וועדת התקינה לישומי עברית במחשבים ובאינטרנט. רשימה חלקית של ההערות מוצגת בנספח, הכולל גם התייחסות למהות הבעיות.

### הממצאים העיקריים של הבדיקות

- א. בדרך כלל, במצבים הסטנדרטיים, התוכנה עונה על הציפיות.
- ב. במצבים מסויימים, בעיקר במצבים חריגים, יש צורך בשיפורים ובתיקונים.
- ג. שיטת האיחסון החזותית היא בעייתית, מכיוון שאינה תואמת את הישומים הנפוצים במחשבים ובאינטרנט. המקש המאפשר יצוא הטקסט בסידור הכרונולוגי אינו מספק לתואמות מליאה, מכיוון שחסרה אופציה ליבוא טקסט בסידור כרונולוגי.
- ד. הפורמט הכולל תוים בראשית שורה אינו תואם את הפורמטים בתעשיה.
- ה. שיטת המימוש על ידי תוי רווח כיווניים היא בעייתית, מכיוון שהיא מאלצת את המשתמש להוספת רווחים, שאינם תמיד רצויים. במקרה שהמשתמש מחליט על הסרת המרווחים המיותרים, תגובת התוכנה עלולה לא להתאים לציפיות.

### מסקנות עיקריות

1. הסידור החזותי תואם את ציפיות המשתמש, ולכן הוא שימושי, בהשוואה לסידור הכרונולוגי.
2. המימוש על ידי תוי רווח כיווניים הוא בעייתית, ולכן יש לשקול מימוש בשיטות אחרות, למשל, בעזרת תוים בלתי נראים.
3. יש להגדיר ממשקים לתיאום בין טקסטים ביצוג החזותי הפרטי של EZBD לבין הפורמטים הנפוצים במערכות מחשב ואינטרנט.

### מטרת הניסוי

במהלך הבדיקות התבררו מספר נקודות בהן נדרש מחקר נוסף לפני שממליצים על ישום השיטה המשולבת. הנקודות המחייבות בדיקה נוספת כללו:

- מימוש העקרון של שליטת המשתמש בסמן לעומת היתרון של מעבר אוטומטי של הסמן בהחלפת שפה
- מימוש העקרון של התאמה לציפיות של המשתמש המתחיל לעומת ההרגלים של משתמשים מיומנים
- מימוש העקרון של מניעת טעויות משתמש לעומת ההרגלים של משתמשים מיומנים.

להוכחת השימושיות של שיטת העריכה המשולבת ולבירור הנקודות השנויות במחלוקת נערכנו לניסוי. הניסוי נערך בחודשים יולי-אוגוסט, 2008, באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בסיוע ד"ר נעם טרקטינסקי. מטרת הניסוי הייתה לבחון את השימושיות של שתי השיטות השונות (השיטה הלוגית אל מול השיטה החזותית) ולהשוות

ביניהן. ההשוואה בין השיטות הייתה הן איכותנית (מבחינת חווית המשתמש בכתיבה ועריכת טקסטים) והן כמותית (השוואת ביצועים בפועל). הניסוי כלל שני שלבים: ניסוי מקדים וניסוי עיקרי. מסמך זה מסכם את תוצאות הניסוי וכולל דיון והמלצות להמשך.

## **ניסוי מקדים**

### **מטרות הניסוי**

1. השוואת ביצועים בתפעול שני הממשקים, על ידי מעקב אחר פעילות המשתמשים וניתוחים סטטיסטיים
2. בדיקת שביעות רצון המשתמשים בהם, על ידי שאלון מובנה בסיום כל שלב.
3. בחינת תפקידים ספציפיים שאובחנו כבעייתיים בישומי עברית במערכת חלונות, כגון פונקציות בחירה, חיתוך והדבקה.
4. בדיקת קצב ההסתגלות של משתמשים המורגלים לשימוש בעורכי טקסטים חלונאיים לממשק החדש.

### **שיטה**

#### **משתתפים**

70 סטודנטים להנדסת מערכות מידע, שנה ג'.

#### **תוכנה**

לצורך הניסוי הוכנה גרסת תוכנה המאפשרת ניהול נתוני הניסוי וכן הפעלת תוכנת EZBD. כמו כן הוכנו שישה קטעי טקסט קצרים, הכוללים משפטים דו-כיווניים (המשלבים עברית, אנגלית וספרות). תוכנת ניהול הניסוי כללה פונקציות הדרכה ועזרה, המכילות הסברים ודוגמאות על תכונות העריכה בשיטה החזותית.

#### **כלי מדידה**

תוכנת ניהול הניסוי כללה לוג של פעילות המשתתפים לצורך ניתוח קשיי שימוש, שאלוני עמדה להשוואה בין השיטות (המשתתף ציין איזו שיטה עדיפה יותר בביצוע המטלה) והנחיות להעברת לוג הפעילות. כמו כן התוכנה כללה פונקציות שאפשרו דיווח על באגים נפוצים, לצורך היערכות לניסוי העיקרי.

#### **הליך**

תוכנת הניסוי נארזה ביחד עם שישה קטעי טקסט להקלדה ועם הוראות הניסוי בקובץ, והועלתה לאינטרנט לכתובת

<http://www.usability-standards.com/Projects/BiDi/EZBD/Bidi.zip>

המשתתפים התבקשו לפעול על פי ההוראות שמצאו בקובץ זה.

כל משתתף הגריל שלשה מתוך ששת קטעי הטקסט. עבור כל קטע טקסט בוצעו:

א. הקלדה חופשית של קטע הטקסט, הן באמצעות תוכנת הניסוי והן באמצעות עורך התמלילים שנמצא דרך קבע במחשב שברשותו (לרוב – MS-WORD).

ב. שינויי עריכה על פי דרישות ששולבו בתוכנת עריכת הניסוי

לאחר הקלדת כל קטע, המשתתף מילא שאלון עמדה ביחס לקטע הנדון.

לסיכום, המשתתפים התבקשו למלא שאלוני העדפה כלליים

## סיכום

המסקנות מהניסוי המקדים נמצאות ב-

<http://usability-standards.com/Projects/BiDi/EZBD/PreTestConclusions.htm>

המסקנות יושמו ברובן לקראת הניסוי העיקרי.

## הניסוי העיקרי

בניסוי זה יושמו המסקנות מהניסוי המקדים, שהעיקריות בהן כללו תיקון באגים קריטיים, תמיכה במספר משתתפים, הוספת פונקציות להקלה על משתתפים המורגלים לעבוד בשיטה ה"לוגית", רישום סך זמן הפעילות בכל תפקיד, והכללת עורך תמלילים בשיטה ה"לוגית" בתוכנת הניסוי.

## שיטה

### משתתפים

70 הסטודנטים מהניסוי המקדים התבקשו להתחלק לזוגות, כאשר כל זוג ערך את בדיקת השימושיות על ארבעה בודקים לבחירתו, סה"כ השתתפו בניסוי 140 בודקים (35x4).

### תוכנה

אחת המסקנות העיקריות מהניסוי המקדים היתה שהמשתתפים סברו בטעות שמטרת הניסוי היתה להשוות את תכנת EZBD עם תוכנת MS-Word. לנוכח התסכול של המשתתפים מהבאגים שבתכנת EZBD, הם לא הגיעו למצב של השוואה בין שתי השיטות.

כלקח ממסקנה זו תוכנת ניהול הניסוי שונתה באופן שמאפשר השוואה בין השיטות, במקום בין הישומים.

### הליך

תוכנת הניסוי נארזה ביחד עם שלשה קטעי טקסט להקלדה ועם הוראות הניסוי בקובץ, והועלתה לאינטרנט לכתובת

<http://www.usability-standards.com/Projects/BiDi/EZBD/Test1.zip>

המשתתפים התבקשו לפעול על פי ההוראות שמצאו בקובץ זה. נספח א' כולל את שלשת קטעי הטקסט ששימשו לניסוי העיקרי.

לקראת הניסוי נערכה פגישה עם הסטודנטים, בה הוצגו מטרות הניסוי, הלקחים והמסקנות מהניסוי המקדים, וכן הציפיות מהם לניסוי העיקרי. להלן המצגת ששימשה במפגש זה

<http://www.usability-standards.com/Projects/BiDi/bgu-experiment/VisualEditingExperiment.ppt>

כל זוג סטודנטים ערך את בדיקת השימושיות לארבעה בודקים על-פי בחירתו. כל אחד מהבודקים התבקש ע"י הסטודנטים להקליד שלושה קטעי טקסט דו-כיווניים בשתי השיטות, כאשר סדר הקטעים נקבע אקראית. עבור כל קטע טקסט נקבעו שני שלבים: בשלב א' הבודקים התבקשו להקליד את הטקסט בשתי השיטות. בשלב ב' הם התבקשו לבצע שינויים בקטעי הטקסט, על פי הנחיות שהוכנו מראש. בסיום שלב ב' התבקשו הבודקים לציין את העדפתם עבור שני השלבים בשאלון. השאלון כלל אפשרות להסביר את העדפותיהם ולהעיר הערות בטקסט חופשי. כמו כן הבודקים התבקשו למלא שאלון סיכום ולשלוח את המידע שנאגר לצורך עיבוד הנתונים.

## השערות

ההנחה הבסיסית היתה שהמשתתפים, מרביתם ככולם, מנוסים בשימוש בעורכי טקסטים המופעלים בייצוג ה"לוגי" (כגון תוכנת Word), ושיהיה להם קשה להסתגל לשימוש בעורך טקסטים שונה, המופעל בייצוג החזותי.

היות ומשתתפי הניסוי מכירים את השיטה הלוגית, הם לא יצטרכו ללמוד אותה והקלדת הטקסט תתבצע באופן טבעי עבורם. לעומת זאת, השיטה החזותית חדשה למשתתפים, דבר שיקשה על הקלדת הנתונים בשיטה החזותית ביחס ללוגית, לפחות בניסיונות הראשונים, ולכן:

**השערה 1: בהקלדת טקסט, המשתתפים יעדיפו את השיטה הלוגית על-פני השיטה החזותית.**

בהתייחס לעריכת טקסט קיים (ביצוע שינויים), ההשערה היא הפוכה. זאת, מכיוון להדגמת התועלת בשיטה החזותית נבחרו קטעי טקסט שמייצגים את בעיית הסמנטיקה של הסמן במעברים בין כיווניים, ומשימות השינויים נבחרו כך שיתרונות הייצוג החזותי יבואו לידי ביטוי. ולכן, ההנחה היא שעריכת הטקסטים בשיטה ה"לוגית" יחייבו את המשתתפים ללמוד לפתור בעיות חדשות שלא התנסו בהם בעבר ברמה היומיומית. לעומת זאת, בשיטה החזותית ביצוע השינויים אמור להיות אינטואיטיבי ופשוט, ללא צורך בלמידה, ולכן:

**השערה 2: בעריכת טקסט, המשתתפים יעדיפו את השיטה החזותית על-פני השיטה הלוגית.**

## ניתוח הנתונים

140 בודקים ביצעו את בדיקת השימושיות, אך בפועל לא כל הבודקים פעלו על פי הוראות הניסוי. בפועל, ניתן היה להפיק סטטיסטיקה לגבי זמני ביצוע מ-47 בודקים, לגבי העדפות מ-59 בודקים ולגבי סכום וחווית הנבדק בזמן הבדיקה מ-120 בודקים (בהתאם לעבודת סכום בדיקות השימושיות אותה הגישו הסטודנטים בסיום הקורס).

להלן הסיבות העיקריות לפער בין מספר הבודקים שביצעו את הניסוי למספר הבודקים אותם ניתן להחשיב בניסוי:

1. התקבלו בזמן קבצי ניסוי מ 72 בודקים בלבד (כחצי מסך הבודקים)
2. מספר בודקים סיפקו נתונים חסרים שגרמו לפסילתם מהניתוחים הסטטיסטיים, כגון:
  - א. חוסר נתונים בסיסיים, שמעיד על כך שלא בוצע ניסוי כלל
  - ב. חוסר נתונים עבור שלב השינויים באינטראקציה החזותית, שמעיד על תסכול באינטראקציה ה"לוגית" שקדמה לה, ועל חוסר נכונות להמשיך ולהשקיע במצבי תסכול

ג. זמני ביצוע קצרים מדי (שניות ספורות) לאינטראקציה ה"לוגי", שמעידים ככל הנראה על כך שהבודקים העדיפו את האינטראקציה באמצעות MS-WORD במקום באמצעות תכנת ניהול הניסוי.

שתי בעיות נוספות בנתונים גורמות לעיוות בממצאים:

- א. הנתונים אינם כוללים אינדיקציה למידת דיוק הטקסט המוקלד, שצריכה לשמש כמדד לעמידה במשימה.
  - ב. בודקים רבים לא ציינו על ידי לחיצה על מקש מתאים אם עריכת קטע הטקסט הסתיימה בהצלחה או כתוצאה מויתור בעקבות כשלון לבצע את המשימה.
- כתנאים אלו, למדידת הזמנים יש משמעות מוגבלת בלבד.

### עיבוד הנתונים

זמני הפעילות וההעדפות הועברו לקובץ אקסל ועובדו למוצעים.

<http://www.usability-standards.com/Projects/BiDi/bgu-experiment/BidiTestResults.xls>

על מנת למזער אפקטים של הפרעות למשימה, בנוסף למוצעים האריתמטיים של זמני ביצוע, חושבו גם הממוצעים ההרמוניים שלהם.

בנוסף למוצעים לקטעי הטקסט השונים, חושבו גם ממוצעים מעבר לבודקים עבור כל מיקום בסדר המשימות, במטרה לבחון את אפקט הלמידה.

### ממצאים עיקריים

עיקר המסקנות והלקחים מניסוי זה הם ממשוב ודו"חות סיכום של הסטודנטים ומההערות של הבודקים בשאלוני ההעדפה.

מרבית ההערות היו למעשה תלונות על הקושי להשתמש בשיטה החזותית, מכיוון שהתוכנה לא פעלה על פי הציפיות. הבודקים ייחסו את הקושי בעיקר לבאגים, אבל גם לקשיי הסתגלות לשיטת הפעלה חדשה. במקרים מסויימים הבודקים חשבו שהתנהגות התוכנה אינה סבירה. במקרים מסויימים הבודקים חשבו שהתנהגות זו מקורה בבאג.

מרבית התלונות לגבי התנהגות בלתי סבירה היו לגבי המעבר מספרות לעברית ומאנגלית לעברית. ככל הנראה, הבודקים ציפו לכך שבסיום הקלדת ספרות ובמעבר מאנגלית בחזרה לעברית, הסמן יקפוץ אוטומטית לנקודת המשך בשיטה ה"לוגית. מדו"חות הסיכום של הסטודנטים ניתן ללמוד את הבעיות העיקריות בניסוי, כדלקמן:

נסיון קודם	הבודקים היו מנוסים בשימוש ב-Word, והרגישו חוסר ביטחון בשימוש בעורך הטקסטים החדש. נדרש זמן רב ללמוד את תפעול המקשים בעורך החדש.
אסתטיקה	מבחינה ויזואלית, עורך הטקסטים הרתיע את הבודקים ולא יצר להם רושם ראשוני של סביבת עבודה נוחה ו"מזמינה". הלחצנים אינם ברורים, הגרפיקה על הלחצנים אינה

ברורה, הפונט של האותיות גדול מדי ולא נעים לעין. 2 משתמשים אמרו "לא סתם הוסיפו פה את כפתור הייאוש...".	
הכרת הבעיות	הבודקים הופתעו לגלות את הבעייתיות בהכנסת אותיות באנגלית או בכתיבת טקסט משולב במעבד ה-word.
קלות הכתיבה	הבודקים שמחו לראות את הקלות בכתיבת הטקסט המשולב בשיטה הויזואלית ואחד מהם אף התבדח שאם היה אפשר לשלב בין 2 התוכנות אז "היה יכול להיות תענוג".
בעיית הסמן	לא היה ברור מה תפקיד הסמן ואיך מיקומו מסייע לכתיבת הטקסט
המשך אחרי הקלדת מספר	כתיבה המספרים, כולל סימני פיסוק, היתה קלה, אבל לא היה ברור מדוע במעבר חזרה לאותיות אלפאבטיות, השפה עוברת לאנגלית ולא חוזרת לעברית בסוף השורה.
מעברים בין שפות	בודקים אחדים לא הבינו את אופן המעבר מאנגלית בחזרה לעברית
מחיקת תוים	בודקים אחדים לא הבינו את אופן פעולת מקש Backspace
המנעות מהפעלת פונקצית "עזרה"	במקרים של קושי, הבודקים העדיפו ניסוי וטעיה, ונמנעו מלחיצה על לחצן ה"עזרה"
באגים	פונקצית העריכה מחדש לא פעלה תמיד כנדרש

## ממצאים נוספים

### השוואת זמני ביצוע

זמני הביצוע הממוצעים חושבו לכל קטע טקסט בנפרד. זמני הביצוע לשתי שיטות העריכה נמדדו בנפרד לשלב ההקלדה ולשלב השינויים. הממוצעים האריתמטיים והממוצעים ההרמוניים של הזמנים (בשניות) מוצגים בנספח ב'.

מהטבלאות ומהתרשימים ניתן להתרשם שזמני ההקלדה בשתי שיטות האינטראקציה אינם נבדלים משמעותית, ושזמני ביצוע השינויים בשיטה החזותית קצרים במעט יותר מאשר בשיטה ה"לוגית".

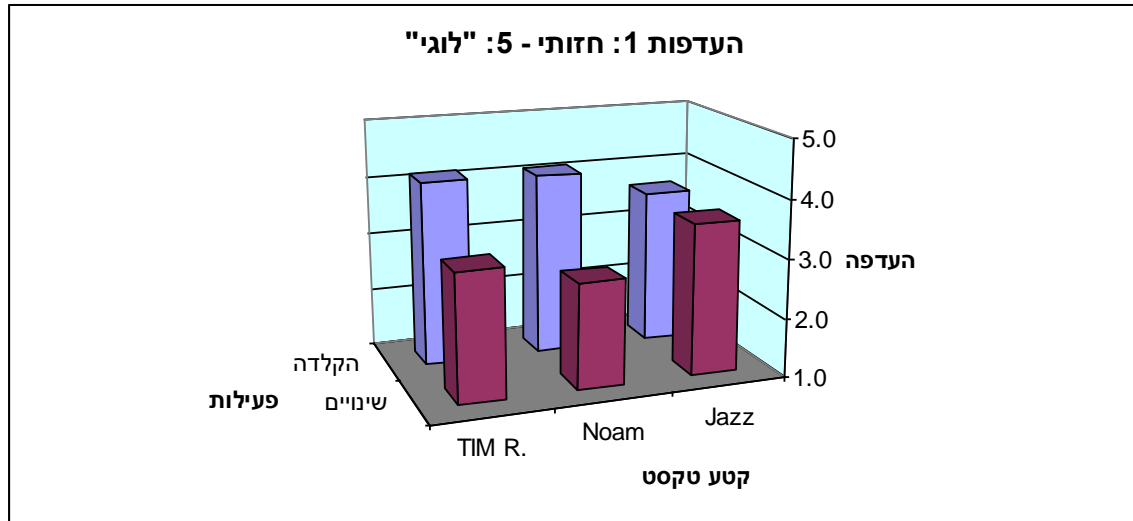
### השוואת העדפות

העדפות הבודקים סומנו בציונים 1-5 כאשר 1 סימן עדיפות לשיטה החזותית ו-5 סימן עדיפות לשיטה ה"לוגית". ממוצעי העדפות הבודקים בשלשת הקטעים בשני סוגי הפעילות מוצגות בטבלה הבאה:

TIM R.	Noam	Jazz	
4.1	4.1	3.6	<b>הקלדה</b>
3.2	2.8	3.6	<b>שינויים</b>

מהטבלה ניתן להתרשם שבשלב שהבודקים העדיפו בדרך כלל את האינטראקציה ה"לוגית" על פני החזותית. העדפה זו בולטת לגבי פעילות של הקלדה, אבל קיימת גם בפעילות של ביצוע שינויים.

השוואת ההעדפות מוצגת בתרשים הבא:



### בדיקת קצב הלימוד

קצב הלימוד נקבע על פי השתנות זמני ההקלדה בהתאם למיקום קטע הטקסט בסדרת הטקסטים שהוקלדו. קצב הלימוד בפעילות של הקלדה מוצג בנספח ג', ובפעילות של ביצוע שינויים – בנספח ד'.

מהתרשימים לעיל מתקבל הרושם שלא ניתן להסיק על אפקט של לימוד בשתי שיטת האינטראקציה.

### בדיקת שינויי ההעדפה על פי קצב הלימוד

השתנות העדפות הבודקים עם הלימוד מוצגת בנספח ה'.

מתרשימים האלו מתקבל הרושם שאפקט של שינוי בהעדפות, אם קיים, הינו תלוי משימה.

## דיון

### השפעת הקדם ניסוי

בודקים רבים הודו בכך שהם הופתעו מהקושי שחוו בדוגמאות הטקסט שבניסוי. למרות זאת, בדיווחים ובדיוג ההעדפות, מסתמן שהבודקים לא העדיפו באופן חד משמעי את שיטת האינטראקציה החזותית. הסיבה העיקרית לכך יכולה להיות חוסר ההכרות התפעולית של הבודקים עם השיטה החזותית, דבר שגרם לציפייה שהשיטה החזותית תעבוד כמו השיטה הלוגית ולאכזבה כאשר היא לא עבדה כך. אחת מבעיות הניסוי היא הציפייה המוטעית של עורכי הניסוי כי הבודקים יקראו את הוראות הניסוי וישקיעו זמן ומוטיבציה בהבנת השיטה החזותית. בנוסף, ההקלדה הבסיסית של הטקסט בשיטה החזותית היתה איטית יותר ופחות נוחה מהשיטה הלוגית, מה שגרם למשתמשים להטיל ספק בשיטה כבר משלב ההקלדה (לפני עריכת הטקסט).

לבסוף, היתרון המשמעותי של השיטה החזותית על-פני השיטה הלוגית, לדברי המשתמשים, הוא במקרי קצה, כגון: החלפת טקסט מאנגלית לעברית.

### היערכות לניסוי

קיימות אינדיקציות לכך שהסטודנטים לא פעלו תמיד על פי ההנחיות לניסוי. במקרים מסויימים, נראה שהם לא הבינו את ההנחיות כראוי. סיבה אפשרית לכך היא שלא היה ערוץ ישיר בין מתכנני הניסוי לבין המבצעים, מכיוון שהקשר בין התכנון לבין הביצוע היה דרך המתרגלת.

לניסוי חוזר, אם זה ידרש, רצוי שיהיה קשר ישיר עם הבודקים, שיאפשר זיהוי מהיר של בעיות בהבנת ההוראות ותיקון מהיר של התוכנה כתגובה לתלונות של הבודקים.

### תוקף נראה

האם המדגם מייצג את אוכלוסיית המשתמשים? כנראה שלא! אבל, למרות זאת, נראה שהבעיות שעלו בניסוי הן בסיסיות ומחייבות טיפול למרות שהמדגם אינו מייצג.

### מהימנות

מחוסר העקביות של תוצאות הלימוד מתקבל הרושם שהניסוי אינו מהימן. הסיבות לכך הן:

א. חוסר שליטה של תוכנת ניהול הניסוי בהתאמה בין הטקסט המוקלד לטקסט הנדרש

ב. חוסר שליטה על סיום שלא על פי הכללים

ג. חוסר שליטה במצבים של הפעלת Word מחוץ למערכת

ד. באגים

### מגבלות של ממשק ההפעלה

בעיות התפעול של הבודקים נבעו מארבע סיבות עיקריות:

א. חוסר היכרות עם ההבדלים בין השיטות. חוסר ההיכרות נבע משאיפה לפעול בדרכים המוכרות, דהיינו, באינטראקציה "לוגית", ועל ידי ניסוי וטעיה. אופן פעולה זה אינו יעיל, ויש צורך להביא את המשתמשים למצב של למידה אקטיבית של ההבדלים באופן ההפעלה.

ב. ליקויים בתיכון ממשק ההפעלה. באחת מגירסאות הביניים, הלחיצה על מקש ספרה שינתה את מצב הממשק למצב מיוחד, ולחיצה על מקש אלפבתי במצב המיוחד החזירה למצב הקודם (עברית או אנגלית). לקראת הניסוי, המצב המיוחד בוטל, מכיוון שהפעולה המומלצת למשתמש היתה ללחוץ על המקש End להמשך העריכה. לאור תגובות הבודקים, נראה שיש לשקול החזרת המצב המיוחד להכנסת ספרות.

ג. באגים. הבעיה היא שמודול הלוג של פעילות המשתמשים לא סיים פיתוח, ואין לנו דרך לשחזר את הבאגים אותם חוו הבודקים.

ד. מגבלות של הגירסה ששימשה לניסוי. במגבלות של סביבת הפיתוח לא היתה אפשרות להציג סמנים מובחנים היטב מהטקסט, והמרווחים בין אותיות הטקסט היו גדולים מהמקובל, וגרמו לריאקציה שלילית אצל הבודקים.

## מגבלות הניסוי

### מגבלות זמן

עקב אילוצי לוי"ז לא מומשו התיקונים הנדרשים לצורך שמירת לוג של פעילות הבודקים, ולא נבדקו כראוי ההרחבות של פונקציות ניהול הניסוי. כך, לא התאפשר לבדוק את רמת דיוק הטקסט, או לנתח את מצבי הקושי של המשתתפים. כמו כן, פונקצית הגרלת המשימה הופעלה ברמת מנהל הניסוי במקום ברמת המשתתף.

### מוטיבציה של הבודקים

מהערות הבודקים ניתן להסיק לגבי המוטיבציה הנמוכה שלהם להשקיע בניסוי. לדוגמא, אחד הבודקים כתב באחת ההערות:

*לא היה לי כוח להקליד את הכל באנגלית אז אח שלי עזר לי קצת... ובתוכנה החזותית היה יותר קשה אז ויתרתי כבר*

התבססות הניסוי על קריאת הנחיות של הבודקים והשקעה בלימוד השיטה החזותית. טעות לחשוב כי הן הבודקים והן המשתמשים הפוטנציאליים של מערכות מסוג זה ירצו להשקיע זמן בקריאת הנחיות. דבר זה השפיע על התנהלות הניסוי וגרם לטעויות הבנה.

## סיכום

הניסוי לא הוכיח את השערת המחקר: הבודקים לא העדיפו את האינטראקציה החזותית על פני ה"לוגית". ההבדלים בזמני הביצוע בשלב ההקלדה לא נראים משמעותיים. בשלב השינויים, ההבדלים בזמני הביצוע נראים אמנם משמעותיים (לא נערכה בדיקת מובהקות סטטיסטית) אבל הבדלים אלו לא מתבטאים בהעדפות הבודקים.

### מסקנה עיקרית

התרומה העיקרית של הניסוי היא בהדגמת הבעייתיות בשיטת האינטראקציה ה"לוגית".

תרומה נוספת היא במישור הדיאגנוסטי.

### לקחים לניסויים נוספים

- א. רצוי להכין גירסת תוכנה המשתמשת בכלים ובסביבת פיתוח עדכניים, על מנת למנוע את האנטגוניזם של המשתמשים כתוצאה ממאפייני הממשק ששימש לניסוי. את התוכנה העדכנית רצוי להפעיל בסביבה שמאפשרת הקלטה של פעילות המשתמשים ושחזור הפעילות במצבים של קשיי תפעול כתוצאה מבאגים או מאי הבנה של דרך התפעול.
- ב. הנחת העבודה צריכה להיות שהמשתמשים אינם לומדים מקריאת הוראות ההפעלה. הם אינם קוראים את ההנחיות או את מסכי העזרה. יש להגדיר ולהציג דרכים ללימוד הדרגתי של ההבדלים בין שתי שיטות העריכה, כך שהמשתמשים ילמדו תוך כדי עריכה את ההבדלים, וירגישו בנוח עם השינויים.
- ג. יש לחקור ולבדוק במיני-ניסויים את האפקט של כל אחד מהשינויים לעומת אופן הפעולה אליו מורגלים המשתמשים. במיוחד, יש לבדוק את התנאים בהם ראוי להתיר קידום אוטומטי של הסמן, וכן את התנאים להחלפה אוטומטית של השפה.

## נספח א' – המשימות לבודקים

משימה א' - Jazz

**שלב א – הקלדה חופשית. בסיום שמור:**

פסטיבל הג'אז הבינלאומי באילת 25-28 / 8 / 2008  
80 ש"ח הנחה לכרטיס תמורת 430 כוכבים  
מרכז מידע ומכירת כרטיסים: 1599-52-53-54, באינטרנט: www.TKTS.co.il  
תל אביב: קסטל 03-6045000, (מקו בזק \*5000)  
אילת: מנהלת תיירות הים האדום 08-6342223

**שלב ב – שינויי עריכה**

על ידי פעולות של לוח המלחצת (חיתוך והדבקה) החלף את סדר המלים בסוגריים, (מקו בזק \*5000) כך שהשורה הרביעית תהיה

תל אביב: קסטל 03-6045000, (מקו בזק - \*5000)

משימה ב' - Noam

**שלב א – הקלד ושמור:**

הספרות מספקת מספר הבחנות לגורמים שמעמידים את הנהגים הצעירים בסיכון גבוה יותר לתאונות מאשר נהגים בקבוצות גיל מבוגרות יותר (Catchpoll et al., 1994; Crettenden and Drummond, 1994; Gregersen, 1998; Mayhew and Simpson, 1995)

**שלב ב -** הוסף את הסימוכין: **טליה, 2008** לסוף הסימוכין, כך שהשורה האחרונה תהיה בתוספת הטקסט המודגש:

(**טליה, 2008**; Drummond, 1994; Gregersen, 1998; Mayhew and Simpson, 1995)

משימה ג' – TIM Review

**שלב א -** הקלדה חופשית. בסיום שמור:

שיעור הגולשים באינטרנט המהווים כ- 56% מכלל האוכלוסייה בישראל [לפי 4 מיליון מתוך 7.2], או כ- 74% מכלל אוכלוסיית גילאי 13 ואילך (לפי 4 מתוך 5.4 מיליון). האתרים מובילים על פי סקר TIM של TNS טלסקר מאי 2008:

U- , Nana-10 – 33.6% , Ynet – 60.5% , Walla – 69.6% , Google – 88.7%  
.Tube – 32.6%

**שלב ב – שינויי עריכה**

החלף את המלה Nana במלה **נענע**, באופן שסדר החברות ישאר ללא שינוי.

U- , 10 – **נענע** – 33.6% , Ynet – 60.5% , Walla – 69.6% , Google – 88.7%  
Tube – 32.6%

### נספח ב' – השוואת זמני ביצוע

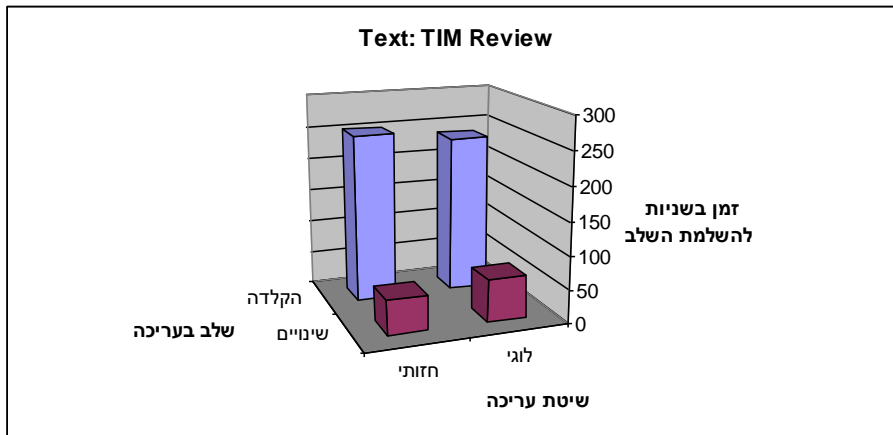
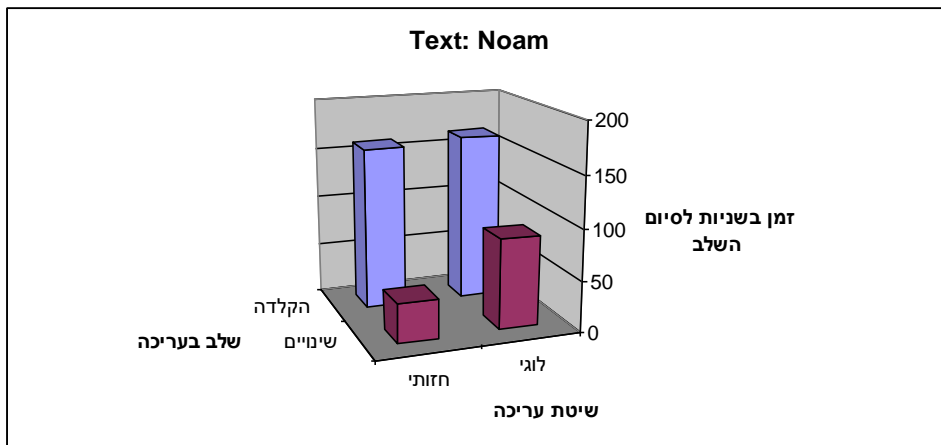
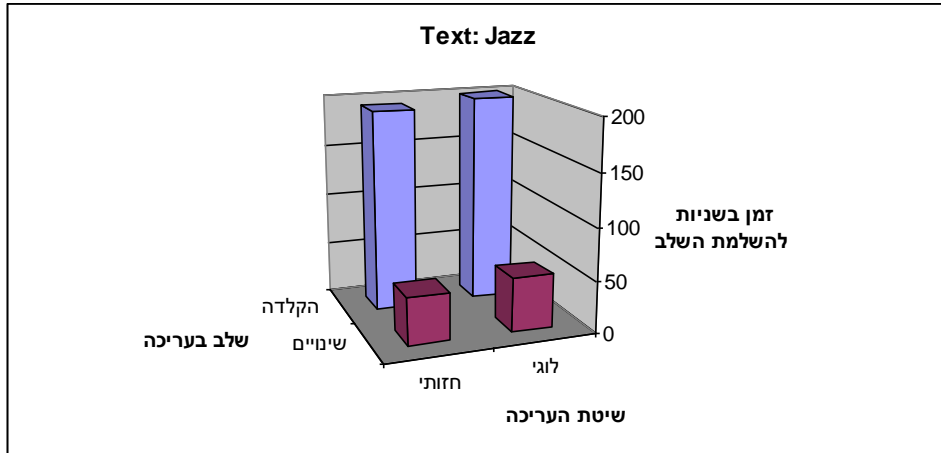
הממוצעים האריתמטיים של זמני ההקלדה וזמני ביצוע שינויים (בשניות) בשלשת קטעי הטקסט מוצגים בטבלאות הבאות:

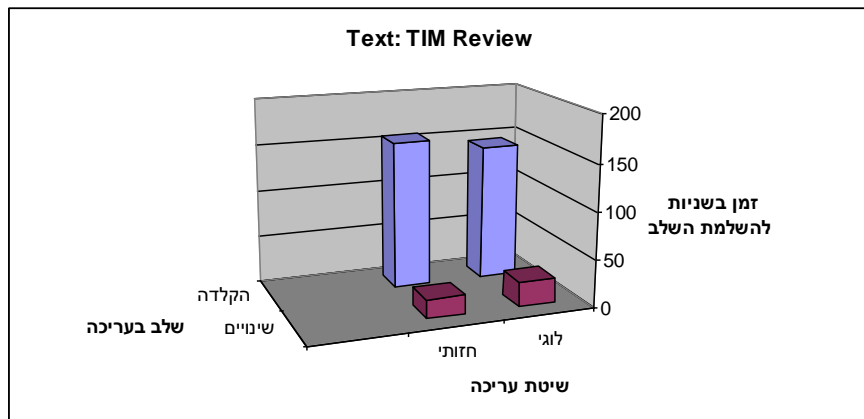
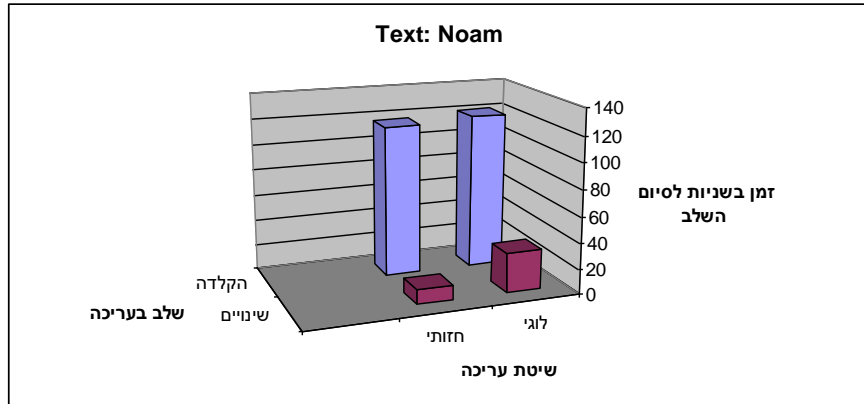
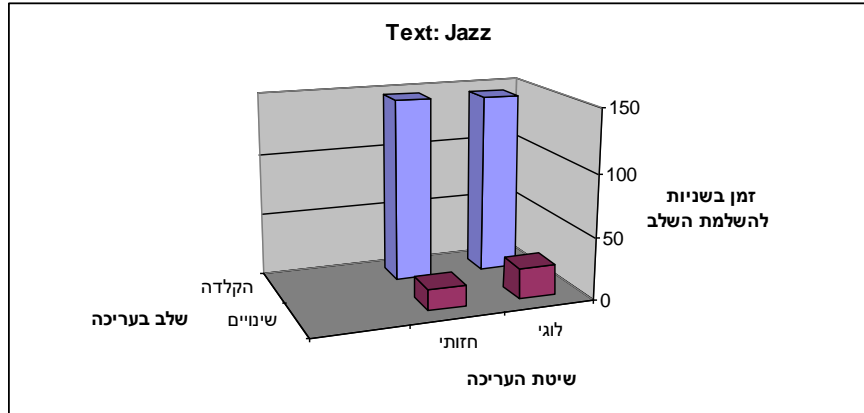
TIM Review		Noam		Jazz		
חזותי	לוגי	חזותי	לוגי	חזותי	לוגי	
251	236	161	165	193	199	הקלדה
52	63	39	89	45	51	שינויים

הממוצעים ההרמוניים מוצגים בטבלה הבאה:

TIM Review		Noam		Jazz		
חזותי	לוגי	חזותי	לוגי	חזותי	לוגי	
157	145	117	121	147	144	הקלדה
19	26	11	31	17	24	שינויים

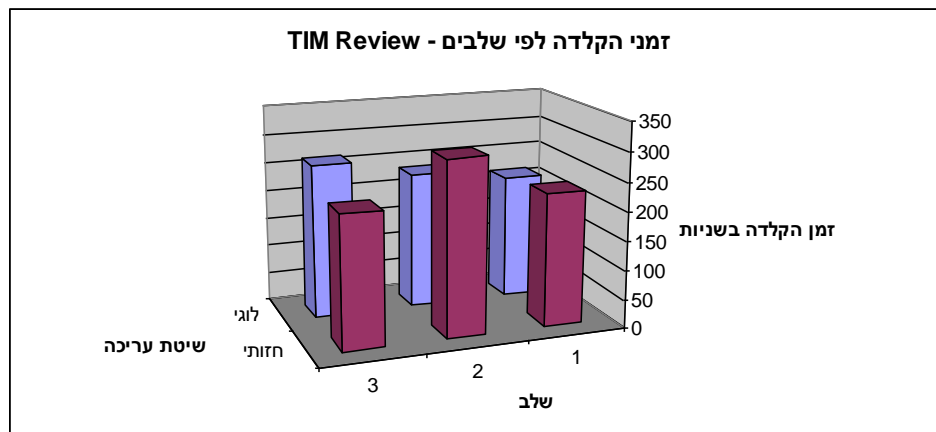
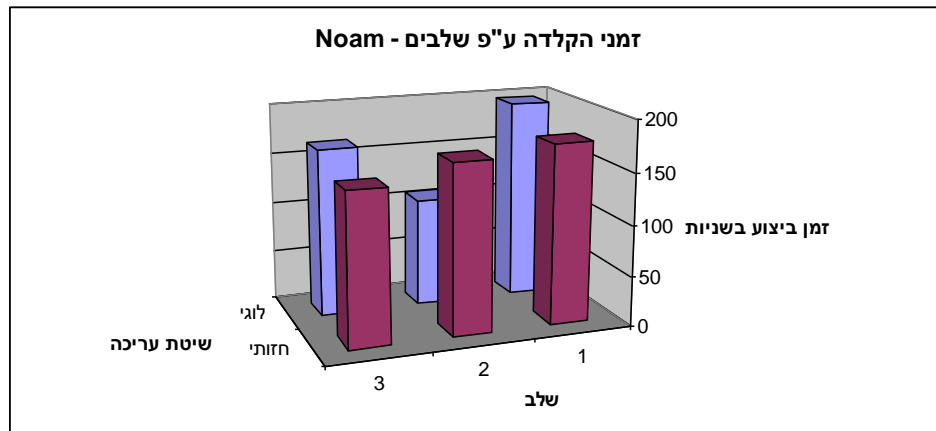
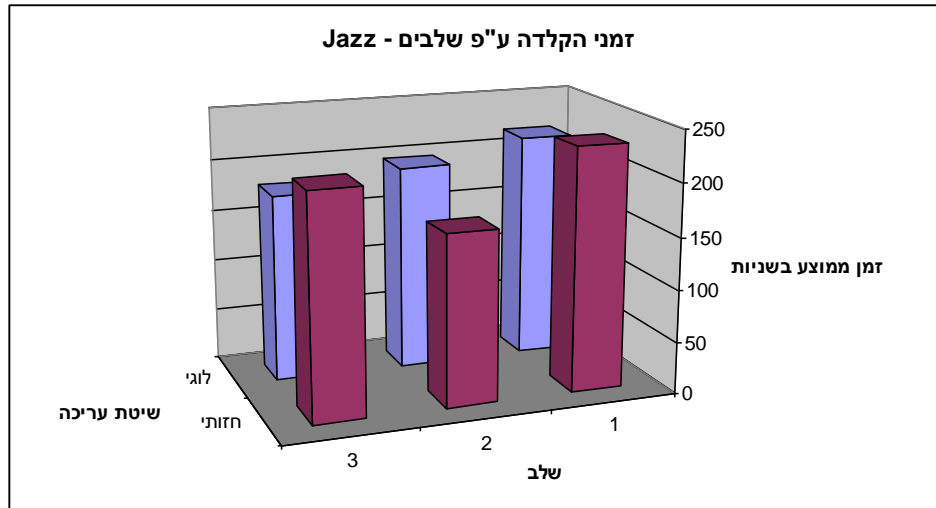
הזמנים מוצגים באופן השוואתי בתרשימים הבאים:



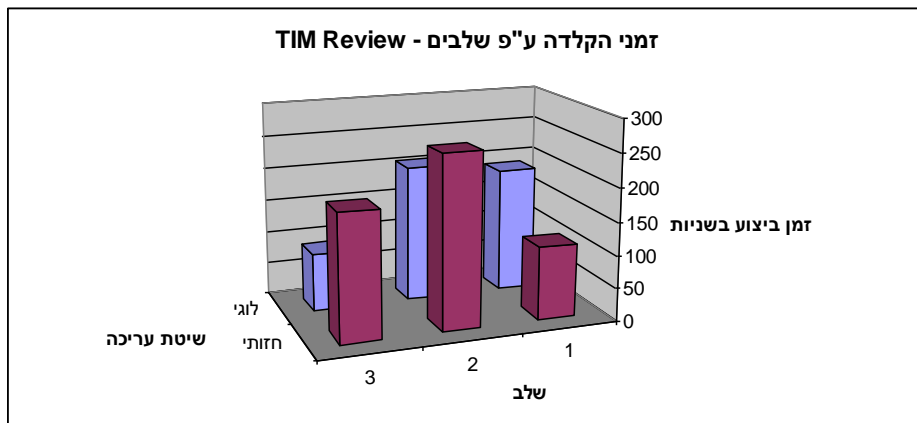
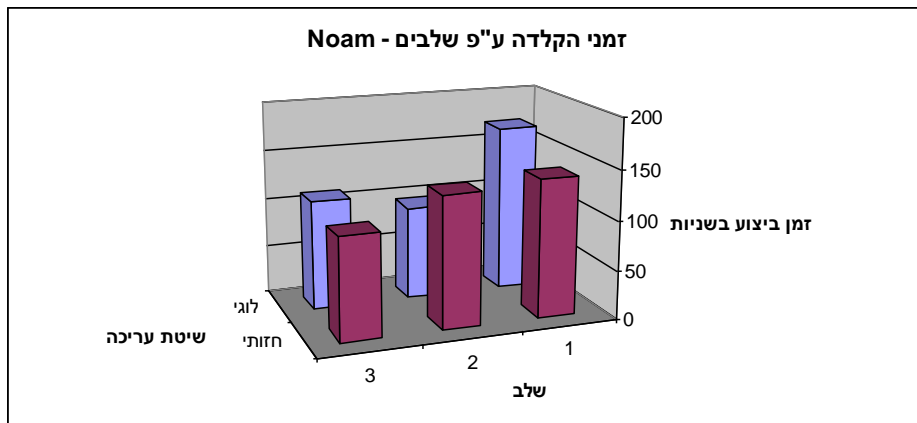
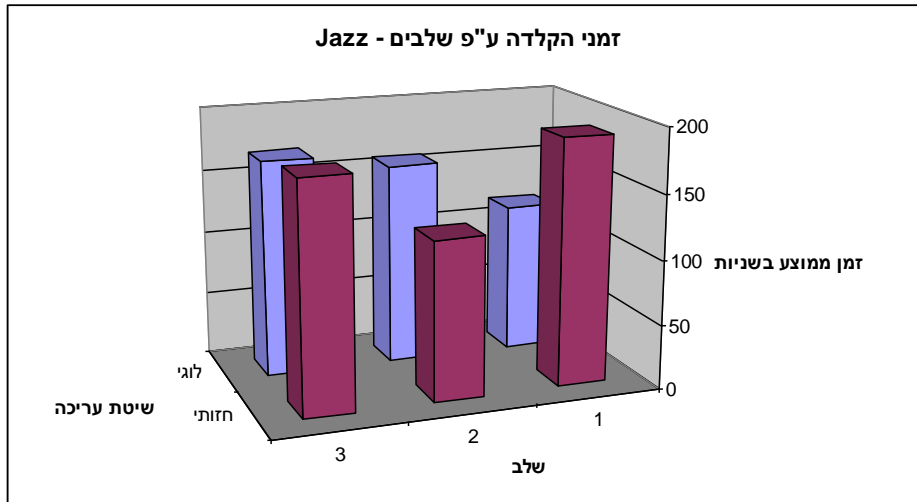


## נספח ג' – השתנות זמני ההקלדה עם הנסיון

התרשימים הבאים מציגים את השינויים בממוצעים האריתמטיים של זמני ההקלדה בהתאם לשלב בסדרת המשימות:

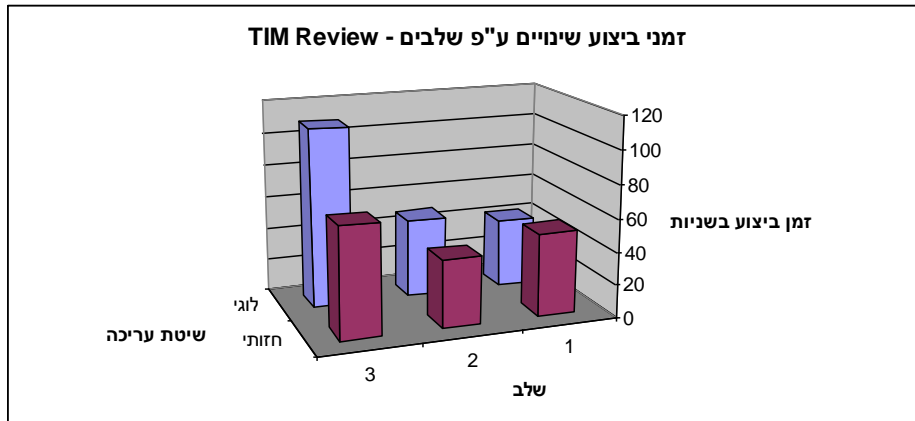
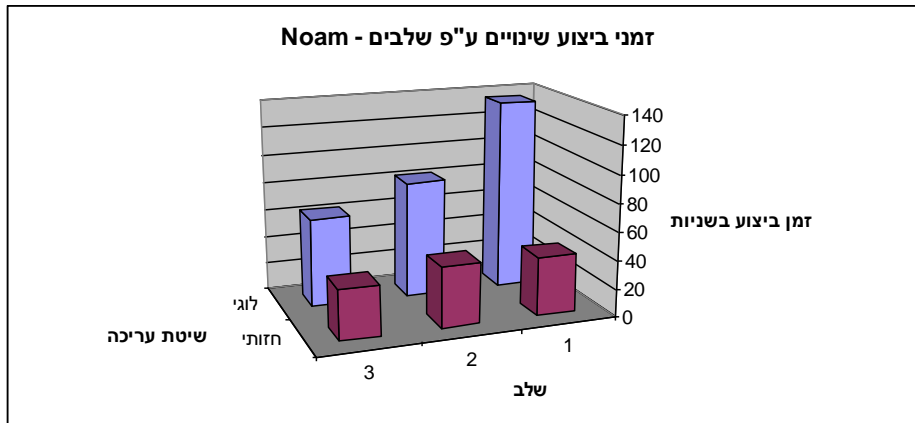
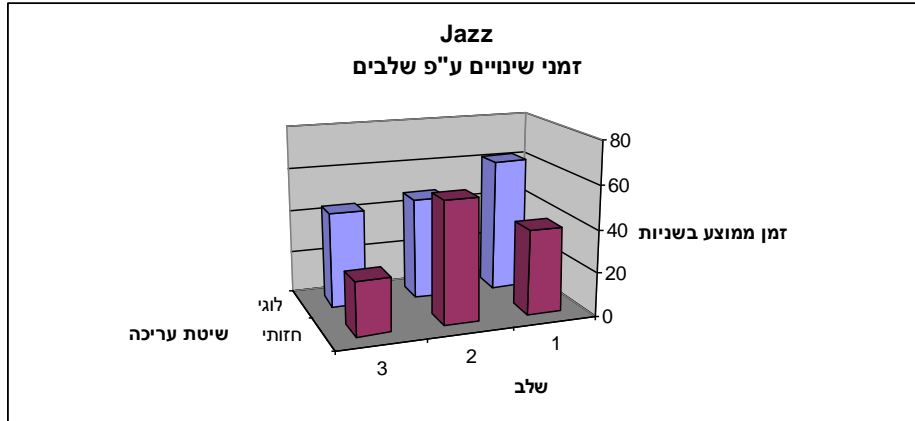


התרשימים הבאים מציגים את השינויים בממוצעים ההרמוניים של זמני ההקלדה בהתאם לשלב בסדרת המשימות:

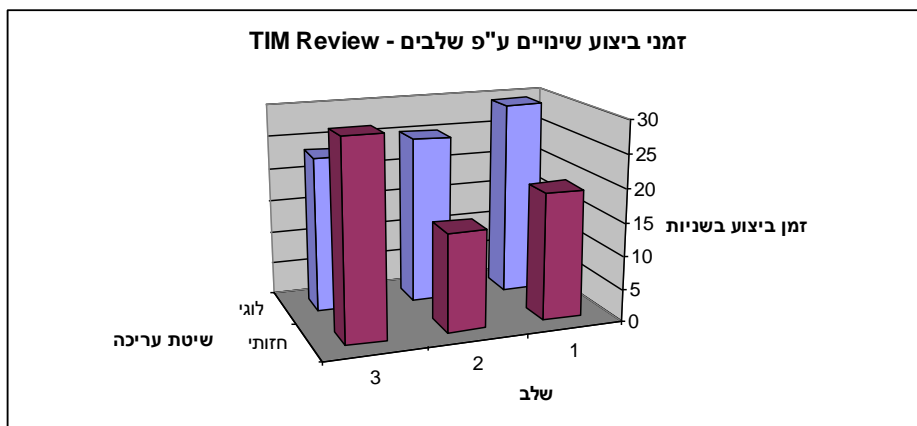
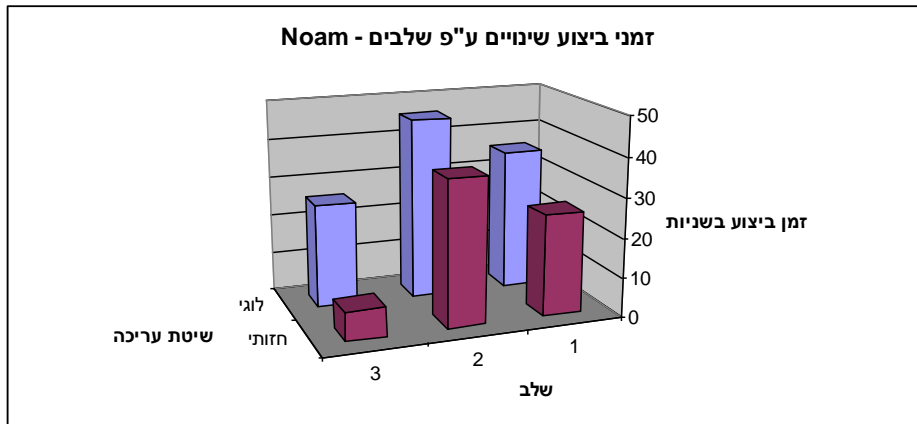
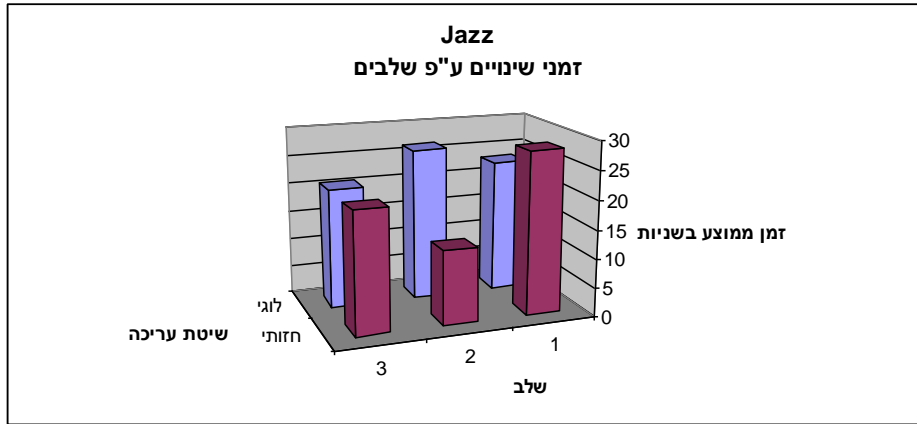


## נספח ד' – השתנות זמני ביצוע שינויים עם הנסיון

התרשימים הבאים מציגים את השתנות הממוצעים האריתמטיים של זמני ביצוע השינויים בהתאם לשלב בסדרת המשימות:



התרשימים הבאים מציגים את השתנות הממוצעים ההרמוניים של זמני ביצוע השינויים בהתאם לשלב בסדרת המשימות:



## נספח ה' – השתנות ההעדפות עם הנוסיון

התרשימים הבאים מציגים את השתנות הממוצעים האריתמטיים של העדפות הבודקים בהתאם לשלב בסדרת המשימות:

