

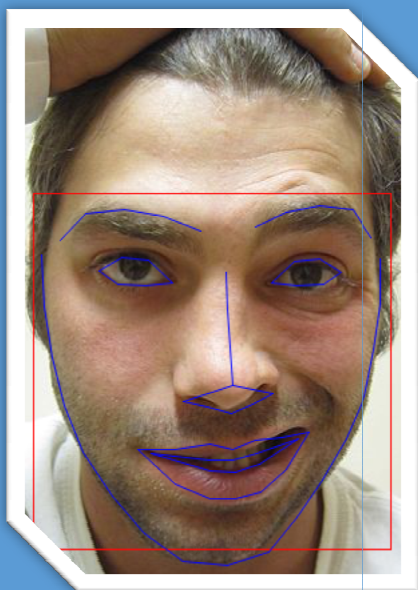
# פיתוח יישום מחשב למעקב אחר תסמונת שיתוק בל

פרויקט במסגרת הקורס: פרויקט במיפוי ספרתי 1 - 014869

מגישים: אלדר לב-רן ואביה שטרם.

מנחה: ד"ר שגיא דליות

תאריך הגשה: 06.03.17



## מבוא – הצגת הנושא והבעיה

שיתוק על שם בל הוא הפרעה עצבית המתבטאת בחולשה או שיתוק של שרירי הפנים. צד הפנים הפגוע עשוי להיראות נפול או נוקשה. השיתוק מתאר פגיעה בהולכה של עצב הפנים, אחד מעצבי הגולגולת. עצב הפנים מעצבב את שרירי הפנים. הוא אחראי בין היתר על הבעות פנים, כגון חיוך, חשיפת שיניים והרמת גבות וכן על עצימת עיניים ועל שליטה בשרירי פנים שמשותפים באכילה ובשתייה. עצב הפנים מעצבב גם בלוטות רוק ודמעות. במקרה שעצב הפנים מגורה מסיבה כלשהי, נוצרת בצקת הפוגעת בהולכת דחפים עצביים מהמוח לחלקי הפנים, העשויה לגרום לשיתוק על שם בל. מחצית מהפנים נראות קפואות, צד הפה שמוט ורפוי ועין אחת תישאר פקוחה. שיתוק על שם בל יכול להופיע באופן מהיר יחסית. לעתים טועים לחשוב ששיתוק על שם בל הוא סימן לשבץ מוחי. לרוב, השיתוק עובר מעצמו תוך מספר שבועות עד חודשים, כאשר רוב האנשים מצליחים לחזור לתפקוד כמעט נורמלי.

התסמינים העשויים להופיע בהדרגה או בו זמנית הם:

- חולשה בצד אחד של הפנים.
- קושי בעצימת עין אחת.
- יובש באחת העיניים.
- כאב ראש מאחורי/לפני אוזן אחת.
- איבוד חוש הטעם בקצה הלשון.
- נטייה להתגברות חוש השמיעה באוזן אחת.

לרוב, הסיבה לשיתוק אינה ידועה אך יתכנו מספר גורמים:

- הריון.
- לחץ נפשי קשה ומתמשך.
- פגיעה מנגיף הרפס.
- חבלה בפנים/באוזן.
- שפעת.
- סוכרת.
- דלקת בגוף.

הרבה אנשים עם שיתוק בל מחלימים לגמרי ללא טיפול תוך חודש עד חודשיים, אך זה נכון רק עבור אנשים עם מקרים קלים, כאשר עדיין יש להם תנועה בשרירי הפנים. במקרים הקשים יותר נשארת חולשה בשרירים ובעיות נוספות בצד הנפגע בפנים. טיפול באמצעות תרופות על בסיס סטרואידים מגדילות את הסיכוי להחלמה מלאה. הטיפול הטוב ביותר כתוספת לתרופות כאלה ואחרות הוא תרגילי פנים ופיזיותרפיה.

כיום, אין דרך אחת יעילה ואוטומטית למעקב אחר ההחלמה של חולה. על מנת לראות אם טיפול תרופתי או פיזיותרפיה מסייעים בתהליך השיקום, לוקחים המטפלים תמונה מודפסת וסרגל ובודקים את ההבדל בין שני צדי הפנים – הפגוע והתקיין. אבחון ידני זה עלול לקחת לא מעט זמן.

## מטרת הפרויקט והצגת הפתרון

המעקב אחר התקדמותו של אדם הלוקה בשיתוק בל הוא ידני ולא מתקדם. מטרתנו היא ליעיל את תהליך המעקב ולהפכו לאוטומטי ככל הניתן על מנת להקל על המטפל (מכון פיזיותרפיה, רופא משפחה וכו') במעקב הרפואי ולאפשר הערכה כמותית אמינה של יעילות הטיפול המוענק: האם חל שיפור בעקבות הטיפול, האם נדרש שינוי טקטיקה, כמו גם קבלת מענה לשאלות נוספות שעלולות לעלות במהלך תהליך השיקום.

לצורך פרויקט זה, מימשנו יישום המאפשר למשתמש (בין אם הוא אדם פרטי הלוקה בתסמונת, המטפל או המכון הרפואי), אשר מאפשר קבלת קלט תמונה של פני אדם, עיבודו וניתוחו לקבלת מדדים כמותיים, המצביעים על רמת הסימטריה בפנים המופיעים בתמונה. רמת הסימטריה נותנת אינדיקציה לחומרת השיתוק בפנים של המצולם. כדי לעקוב אחרי שיקום המטופל, על המשתמש להעלות תמונות של פני המטופל לאורך זמן הטיפול, ולעקוב אחר שינוי התוצאות ברמת הסימטריה.

כאשר המשתמש מעלה תמונה שצולמה (בהתאם לדרישה בסיסית, כמפורט בהמשך), הוא מקבל מהיישום כפלט ארבעה מדדים מרכזיים המכמתים את קמת הסימטריה הקיימת בפנים:

1. יחס בין שטח העיניים – כאשר אדם מחייך, שטח עיניו מצטמצם. כאשר קיימת חולשה בצד אחד של הפנים או קושי בעצימת עין אחת, שטחה בצד הפגוע יהיה גדול יותר מאשר של העין בצד התקין.
2. יחס בין מרחק קצה השפתיים ממרכז העין בצד אחד לעומת הצד השני – בזמן החיוך, קצוות השפתיים עולות כלפי מעלה. בצד המשותק/חלש, נצפה לעליה קטנה יותר, ולכן המרחק בין קצה השפה לעין בצד זה יהיה ארוך יותר מאשר בצד השני.
3. יחס בין מרחק נקודת המקסימום בקשת הגבה ממרכז העין בצד אחד לעומת הצד השני – בדומה למדד השני, אילו האדם מרים את הגבות שלו בזמן חיוך נצפה בצד בעל השיתוק לעליה קטנה יותר ביחס לגבה השנייה, ומכאן למרחק קצר יותר.
4. זווית נטיית הפה ביחס לקו אופקי ישר – במקרים מסוימים, יחס המרחקים לא נותן תוצאות מספיק אמינות בשל שוני בזיהוי העין או תופעה של 'נפילת' העין (eye drooping) בחלק מהמטופלים. התופעה משפיעה על המרחקים ללא קשר למצב הפה. לכן הוספנו פרמטר התלוי בנקודות קצוות השפתיים בלבד.

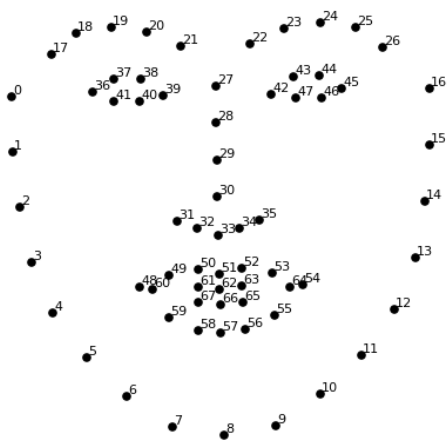
ארבעת אלה מהווים מדדים רלוונטיים למעקב אחר פני המטופל, אך כפי שנראה במתודולוגיה בהמשך, קל מאוד לבצע חישובים של מדדים נוספים על-סמך זיהוי תוואי הפנים בתמונה. בחרנו במדדים יחסיים אלו בעיקר כדי לקוז את השפעת רזולוציית התמונות וגודל הפנים: השוואה בין תמונות בעלות רזולוציות שונות, או תמונות בהן הפנים ממלאות חלק קטן ממנה, בעייתית ועלולה להוביל למסקנות שגויות.

על מנת להבטיח תוצאות מהימנות ומדויקות ככל הניתן, יש לצלם את המטופל במצב של פלס (מבחינת המצלמה והמצולם), תחת תאורה אחידה, וללא גורמים המסתירים חלק מהפנים (כמו שיער). בנוסף, אין להשוות את התוצאות לגודל אבסולוטי כלשהו או לאלו של מטופל אחר – כל מטופל ביחס לתוצאות של עצמו לאורך זמן הטיפול. הסיכוי לקבל יחסים השווים ל-1 ונטיות בזווית 0 נמוכות מאוד, וזאת משום שאף אדם אינו סימטרי לחלוטין; חשוב לקחת זאת בחשבון.

## מתודולוגיה

על מנת לנתח את סימטריית הפנים היה עלינו ראשית לזהות אותם. לשם כך, נעזרנו בספריית כלים לתכנות בשפת C++/Python בשם Dlib, המכילה כלים רבים למימוש מערכות לומדות - בפרט לצורך זיהוי אובייקטים (פנים במקרה שלנו). באמצעות ספרייה זו ניתן ליצור מודלי פתרון רבים למערכות אלו, המבצעים זיהוי באופן מהיר ומדויק. לספרייה קיים תיעוד מפורט בכתובת: <http://dlib.net/>.

למעשה, על בסיס מודל זיהוי פנים ניתן להכין בעזרת הספרייה, פונקציות הספרייה מנסות למקם על גבי תמונה קיימת נקודות עניין דו-ממדיות, כאשר כל נקודה ממוספרת ובעלת משמעות (למשל 19 באיור היא הנקודה הגבוהה ביותר בגבה שמאל בתמונה), וכל אחת מהן מהווה חלק מסוים מהפנים לפי הסדר שנקבע במודל. אילו קיים פתרון חלקי (לדוגמה חלק מהפנים מוסתר) ימקם ויצג האלגוריתם עד כמה שיוכל את הנקודות, וכאשר לא קיים כלל פתרון הנקודות לא יוצגו על גבי התמונה. מספר הנקודות ומיקומן תלוי במודל הפתרון עצמו.



במקרה שלנו, נעשה שימוש במודל פתרון קיים לזיהוי פנים שסיפק יוצר הספרייה. המודל מבוסס על 7,674 פתרונות ידניים של תוואי פנים, ומזהה 68 נקודות עניין בתוואי הפנים של אדם המופיע בתמונה (ראה תמונה משמאל). שימוש במודל זה אפשר קבלת תוצאות איכותיות בהן הפנים מזהות היטב, הן ברזולוציות תמונה גבוהות ונמוכות (מתחת ל- 500x500 פיקסלים).

על מנת לשנות את מספר הנקודות המאפיינות תווי פנים ואת מיקומיהן כדי להתאים את המודל לחלוטין לצרכינו, היה עלינו לבנות מודל חדש – מה שדורש מאגר נתונים של תמונות קיימות של פנים בווריאציות שונות (מבנה פנים, תאורה שונה, זוויות...), הכולל פתרון ידני לנקודות המגדירות את תווי הפנים בכל תמונה. הבעיה העיקרית בכך היא שעל מנת להשיג מודל המספק פתרון ברמת דיוק גבוה, יש צורך ביצירה של מאות, אם לא אלפי, תמונות כאלו עם פתרונות ידניים – מה שדורש עבודה לאורך זמן רב.

מכיוון שתסמיני השיתוק מזהים בעיקר על ידי חולשה או קשיחות בצד אחד של הפנים וקושי בעצמת עין אחת, וכמו כן בשפתיים, לדעתנו מיקום הנקודות הנוכחי טוב מספיק לניתוח חומרת השיתוק או שיפורו לאורך זמן הטיפול, כך שהחלטנו להמשיך ולהשתמש במודל הקיים. לאחר זיהוי הנקודות בפנים ביצענו את החישובים הבאים (עיבוד מקדים) על מנת לספק את ארבעת המדדים שפורטו לעיל:

1. יחס בין שטח העיניים – באמצעות הנקודות המרכיבות את שתי העיניים יצרנו פוליגון סגור לכל עין,

והישבנו את שטחו לפי אלגוריתם לחישוב שטח פוליגון קמור, להלן:

$$A = \frac{1}{2} abs \left( \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 \\ y_2 & y_3 \end{vmatrix} + \dots + \begin{vmatrix} x_n & x_1 \\ y_n & y_1 \end{vmatrix} \right)$$

2. יחס בין מרחק קצה השפתיים ממרכז העין בצד אחד לעומת הצד השני – חושב מרכז הכובד של הפוליגון של כל עין (ממוצע קואורדינטות), ומכל מרכז מחושב חישבנו את המרחק המרובע אל קצה השפתיים בצד המתאים. בין המרחקים המרובעים חושב היחס.
3. יחס בין מרחק נקודת המקסימום בקשת הגבה ממרכז העין בצד אחד לעומת הצד השני – בדומה לסעיף 2, אלא שבמקרה זה חושב המרחק המרובע לנקודת המקסימום בקשת הגבה בצד המתאים.
4. זווית נטיית הפה ביחס לקו אופקי ישר – חישבנו את שיפוע הקו במעלות עשרוניות בין שתי נקודות הקיצון של השפתיים לפי פונקציית  $\arctan2$ .

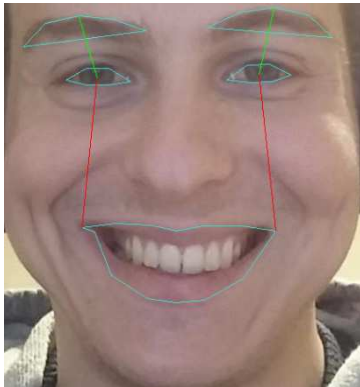
מעבר למדדי הסימטריה שחישבנו, קל לראות כי באמצעות נקודות המפתח על גבי הפנים הניתנות לזיהוי ניתן לבצע חישוב של מדדים ופרמטרים נוספים שיסייעו בבדיקת מצב השיתוק.

הגדלים שחישבנו הם גדלים יחסיים - ולא אבסולוטיים, וזאת כדי למנוע את ההשפעה של תמונות בעלות גדלים שונים או גדלים שונים של הפנים בתמונות עצמן על ניתוח התוצאות. על מנת להבטיח את התוצאות המדויקות ביותר, יש להקפיד על שימוש בתמונות בהן המשתמש צולם בפלס ישירות מול המצלמה תחת תאורה טובה ללא גורם המסתיר את הפנים. היות ופרויקט זה יכול לשמש בעתיד כיישום למטופלים, אנו מניחים שניתן לציין את הערות אלו כהוראות תפעול למטפל ו/או למטופל.

בנוסף, כדי להראות את הפוטנציאל של פרויקט זה, מימשנו אותו בתור אפליקציית web בה המשתמש יכול להעלות תמונה (בהנחה שצולמה לפי ההנחיות) ולקבל את המדדים. כמו כן, ניתן לקבל את תוצאות ניתוח של תמונות קודמות שהעלה אותו משתמש, וכך להשוות בין המדדים שהתקבלו בכל תמונה ולראות אם חל שיפור - וכמה.

## ניסויים ותוצאות

הרצת האלגוריתם על פנים של אדם בריא שמעולם לא לקה בשיתוק בל:



Area ratio between eyes is: **0.945355191257**

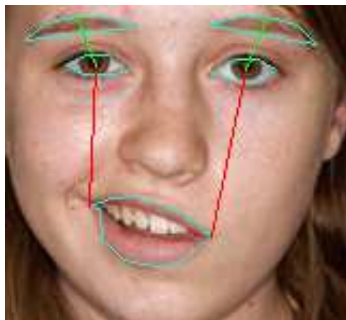
Squared distance ratio from eye to lip edge is:  
**0.916245204729**

Squared distance ratio from eye to eyebrow is:  
**0.892900786991**

Angle of lips [Deg]: **0.98776039964**

כפי שניתן לראות, ניתוח פני אדם בריא מציגים כי היחסים השונים אינם מושלמים, כלומר אינם בדיוק 1. זאת מכיוון שפני האדם אינן סימטריות מלכתחילה. למרות זאת ניתן לראות שהתוצאות קרובות מאוד ל-1, כלומר היחס בין שטח העיניים הוא 0.945, היחס בין מרחקי העיניים והפה הוא 0.916, היחס במרחקים בין העיניים לגבות הוא 0.893, וזווית נטיית הפה במעלות קטנה ממעלה 1 (0.987).

הרצת האלגוריתם על פנים של מטופלים הלוקים בשיתוק בל:



Area ratio between eyes is: **0.885365853659**

Squared distance ratio from eye to lip edge is:  
**0.690836322513**

Squared distance ratio from eye to eyebrow is:  
**0.836803475135**

Angle of lips [Deg]: **13.799485396**



Area ratio between eyes is: **0.72311827957**

Squared distance ratio from eye to lip edge is:  
**0.713178743482**

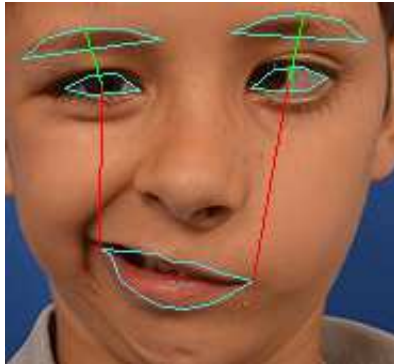
Squared distance ratio from eye to eyebrow is:  
**0.811174231556**

Angle of lips [Deg]: **10.3663226035**

בתוצאות אלה ניתן לראות שהיחסים רחוקים מ-1 באופן משמעותי. במטופלת הראשונה ניתן לראות שהפגיעה בעיניים לא גדולה - היחס בין שטחי העיניים נשאר סביר (0.88), אך יחס המרחקים בין השפתיים לעיניים הינו 0.69 (לעומת 0.91 של אדם בריא). כמו כן, זווית נטיית הפה היא קרוב ל-14 מעלות (13.799) לעומת 1 מעלה באדם בריא. במטופל השני הפגיעה בעיניים משמעותית יותר (בתמונה האדם מנסה לעצום את עיניו כאשר אחת נסגרת והשנייה נשארת פקוחה). מתקבלים יחסי שטחים בין העיניים של 0.72 לעומת 0.94 אצל אדם בריא, מרחקי שפתיים ועיניים של 0.71, מרחקי גבות ועיניים של 0.81 וזווית נטיית פה של 10.366 מעלות.

ניתן לראות הבדלים משמעותיים בין היחסים בפניו של אדם בריא לאדם שלוקה בשיתוק בל, דבר המעיד כי המדדים הכמותיים שישמנו מאפשרים הצבעה ברורה על פני אדם הלוקה בשיתוק בל. יחד עם זאת, ניתוח משמעותי יותר למטרותינו הוא של אותו אדם לאורך זמן (ולא בהשוואה לחולה אחר או לאדם בריא).

### ניסויי לפני ואחרי על אותו אדם הלוקה בשיתוק בל



#### **BEFORE:**

**Area ratio between eyes is: 0.821292775665**

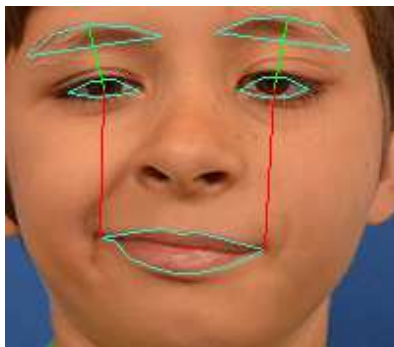
**Squared distance ratio from eye to lip edge is:**

**0.640000245058**

**Squared distance ratio from eye to eyebrow is:**

**0.770344361918**

**Angle of lips is (Deg): 11.768288932**



#### **AFTER:**

**Area ratio between eyes is: 0.816455696203**

**Squared distance ratio from eye to lip edge is:**

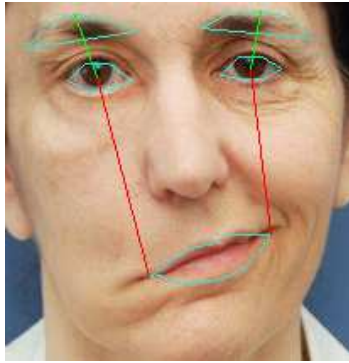
**0.842508894988**

**Squared distance ratio from eye to eyebrow is:**

**0.844685771745**

**Angle of lips is (Deg): 4.08561677997**

ניתן לראות בתמונות אלה של מטופלת לפני (למעלה) ואחרי (למטה) טיפול כי רוב הפרמטרים אכן מצביעים על שיפור בסימטריה. כלומר, היחס בין ריבועי המרחק בין השפתיים לעיניים עולה מ- 0.64 ל- 0.84, כמו גם זווית נטיית הפה יורדת מ- 11.77 ל- 4.08. גם היחס בין מרחקי העיניים מהגבות עולה מ- 0.77 ל- 0.84. הפרמטר היחיד בו אין שינוי משמעותי הוא שטח העיניים, עובדה הניתנת להסבר במספר סיבות: ייתכן ומראש עיני המטופלת לא היו פתוחות במידה שווה כמו קודם, כמו גם השוואה מוקדמת למצבה הבריא לפני שלקחה בשיתוק על היו מאפשרים לנתח באופן מדויק יותר את הממצאים. יחד עם זאת, השוואה זו בין המדדים הכמותיים שהתקבלו מאפשרים למטפל לקבל אינדיקציה אמינה ואיכותית למצב השיפור, כמו גם לקבל הערכה להמשך הטיפול שנדרש: מצב השפתיים והגבות השתפר, יש להמשיך אולי לבצע תרגילי עיניים, וכו'.



**BEFORE:**

Area ratio between eyes is: **0.804938271605**

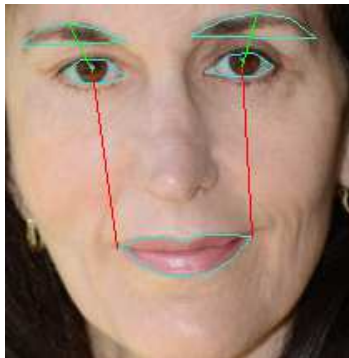
Squared distance ratio from eye to lip edge is:

**0.657165346008**

Squared distance ratio from eye to eyebrow is:

**0.756772264144**

Angle of lips is (Deg): **-19.1481374579**



**AFTER:**

Area ratio between eyes is: **0.980662983425**

Squared distance ratio from eye to lip edge is:

**0.920173541124**

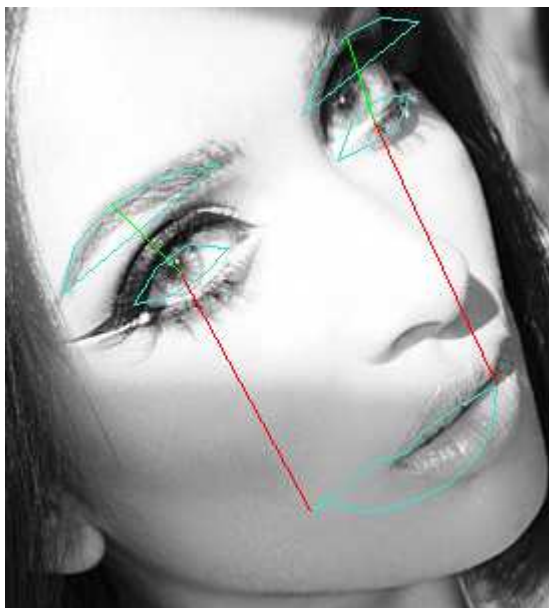
Squared distance ratio from eye to eyebrow is:

**0.99192432514**

Angle of lips is (Deg): **-4.93921554213**

גם במטופלת זו ניתן לראות כי קיים שיפור משמעותי מאותי במצב הפנים כתוצאה מהטיפול, וניתן אפילו להגדירו כהחלמה כמעט מלאה: היחס בין שטחי העיניים עלה מ- 0.80 ל- 0.98, היחס במרחקים לשפתיים עלה מ- 0.65 ל- 0.92, היחס במרחקים לגבות עלה מ- 0.75 ל- 0.99 וזווית נטיית הפה עלתה מ- 19.14 ל- 4.939. ערכי המדדים דומים מאוד לאלה שקיבלנו מתוך ניתוח תמונתו של אדם בריא, כך שניתן בבירור להסיק שהמצב בזמן השיתוק היה קשה הרבה יותר, ועתה הוא השתפר לאין ערוך. בהתאם, יכולים המטפלים להסיק שניתן להפסיק את הטיפול או לשחרר את המטופל להמשך טיפול עצמי – תרגילים בבית, וכו'.

**שימוש לא נכון ביישום – שימוש בתמונה לא מתאימה**



שימוש בתמונות לא מתאימות בהן המצולם והמצלמה מוטים אחד ביחס לשני, תחת תאורה לא אחידה, עלולות לפגוע בתהליך זיהוי הפנים, ולספק תוצאות בהן אין להשתמש.

## סיכום ומסקנות

שיתוק על שם בל הוא הפרעה עצבית המתבטאת בחולשה או שיתוק של שרירי הפנים. צד הפנים הפגוע עשוי להיראות נפול או נוקשה, בעוד הצד השני לא נפגע. הבעיה עמה התמודדנו הייתה שכיום אין דרך ממוחשבת אוטומטית לבדוק את מצב המטופל לאורך זמן הטיפול – מה שמוביל לתהליכי מעקב שעלולים לקחת זמן רב. בהתאם, הפרויקט שלנו עסק בפיתוח יישום אוטומטי כמותי לניתוח תמונות פניהם של אנשים הלוקים בשיתוק בל. זאת, על מנת לאפשר מעקב אחר תהליך השיקום שלהם, ולהסיק האם יש התקדמות, או קיים צורך להחליף את שיטת הטיפול.

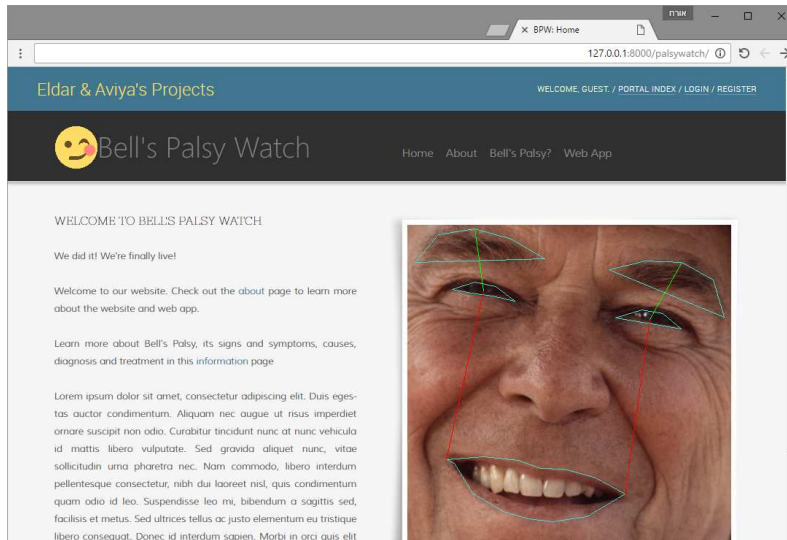
במסגרת הפרויקט השתמשנו בספרייה למימוש מערכות לומדות בסביבת Python, ובמודל פתרון קיים לזיהוי פנים בתמונה (צילום) אשר מספק 68 נקודות מפתח המזוהות בפנים. בהתאם לנקודות אלו, פיתחנו וניתחנו ארבעה מדדי סימטריה המאפשרים הסקה כמותית על מידת הסימטריה הקיימת בפנים המצולמות. כמו כן, הוצגו מספר דוגמאות המעידות על חדשנות הפיתוח ואמינותו לבעיה הנידונה. בהתאם לתוצאות שהצגנו, ניתן לראות שהאלגוריתם עבד בצורה אמינה ומדויקת: הוא הצליח לזהות את תוואי הפנים ביעילות רבה, ולאחר מכן סיפק את המדדים המספריים הנחוצים לניתוח. ראינו שכאשר ניתן היה בעין אנושית לזהות שיפור במצב, הפיתוח אפשר קבלת ערכים מספריים מדויקים מאוד וכמותיים, המאפשרים הסקת מסקנות מכוונת יותר לכל מטופל, תוך נטרול השפעות חיצוניות, כגון רזולוציית תמונה או זווית צילום.

אנו חושבים שהיישום שהפקנו יכול להיות בעל חשיבות עצומה לטיפול בלוקים בשיתוק בל, מכיוון שכבר עכשיו בשלב ראשוני יחסית, ניתן לראות תוצאות טובות מאוד, כל זמן שמספקים ליישום קלט של תמונות איכותיות, שניתן לספק כיום ללא מאמץ רב באמצעים הטכנולוגיים הקיימים אצל כל אחד, בין אם הוא אדם פרטי או מכון העוסק בטיפול. במידה והיישום יפותח בסקלה נרחבת יותר לצרכי מחקר או שימוש אינטנסיבי, ניתן יהיה לשפר את הדיוק ואת ההתאמה לצרכינו באמצעות יצירת מודל פתרון חדש - מהלך המצריך עבודה ידנית בהיקף גדול יותר של אלפי תמונות. יחד עם זאת, שימוש במודל הפתרון הקיים אפשר קבלת תוצאות איכותיות ומהימנות.

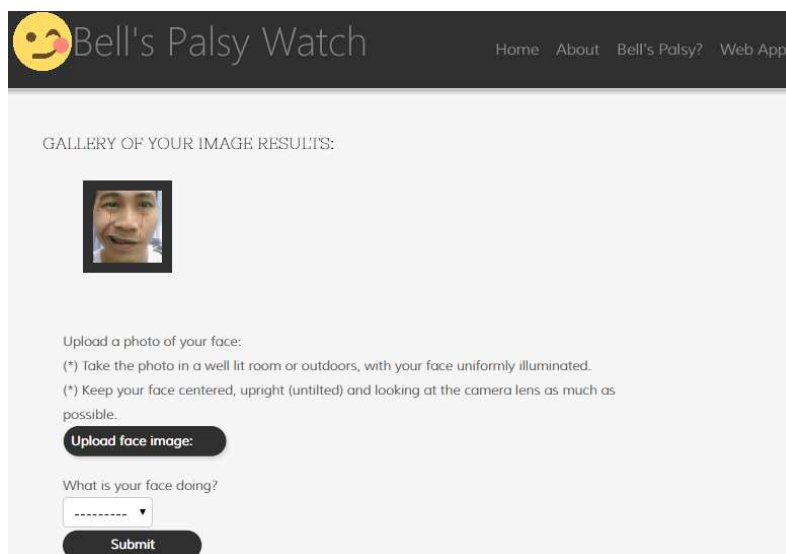
לדעתנו תוך התייעצות עם מומחים רפואיים ניתן יהיה להרחיב המדדים הכמותיים וליישם מדדים נוספים, אשר יכולים לסייע בניתוח, או מדדים אחרים שישתלבו עם דירוג או ידע קיים נוסף בתחום. לסיכום, אנו בטוחים כי בידיים הנכונות כלי זה יכול להגיע להמון אנשים ולעזור להם, לאו דווקא בשל מורכבותו או תחכומו, אלא בשל שהוא פשוט לשימוש, נגיש והפלט שלו ברור ומובן – כמותית ותצוגתית. אנו מקווים שהצלחנו לתרום - גם אם במעט - למאמץ הקיים כיום בתחום, ולפתור בעיה שלא ניתן לה המענה עד כה לטובת הכלל.

## נספח - דוגמה למימוש היישום


יעילות האלגוריתם ואופן הישוב המדדים הפשוט יחסית מאפשר למשתמש לקבל תוצאות כמעט מידיות עבור התמונה שלו. עקב כך, בכדי להראות את מעשיות היישום, בנינו שירות אינטרנטי (ברשת מקומית בטכניון), המאפשר לכל גולש ליצור לעצמו פרופיל באתר, להפעיל את האלגוריתם שלנו על גבי תמונות שהוא מעלה, ולהציג את תמונת הפלט והמדדים המחושבים עבור אותן תמונות.



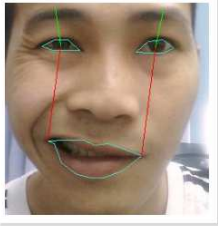
בתמונה זו ניתן לראות את האתר, דרכו ניתן לעיין בעמודי התוכן השונים, הכוללים מידע נוסף על הפרויקט ועל הרקע שלמטרתו הוקם.



משתמש מחובר יכול להיכנס לעמוד היישום. בעמוד זה ניתן לראות את גלריית התמונות שהעלה אותו משתמש בעבר, וטופס דרכו ניתן להעלות תמונה חדשה. הטופס מכיל כפתור לבחירת הקובץ, רשימה המאפשרת למשתמש לבחור את מצב הפנים בתמונה (מחייך, ממצמץ, רפוי..) וכן הנחיות לצילום התמונה.


 Bell's Palsy Watch [Home](#) [About](#) [Bell's Palsy?](#) [Web App](#)

UPLOADED ON: MARCH 6, 2017



Face status: Smiling  
 Eyes areas ratio: 0.848232848233  
 Eyes to eyebrows distances ratio: 0.774433973772  
 Eyes to lips distances ratio: 0.942773984104

OTHER RESULTS [Back to gallery](#)



MARCH 6, 2017  
SMILING

[See More Videos](#)

לאחר העלאת התמונה (או לחיצה על תמונה קיימת מהגלריה), יועבר המשתמש לעמוד התוצאות בו ניתן לראות את תמונת הפלט בגודלה המלא, ואת המדדים המחושבים. בצורה זו יכול המשתמש לעקוב אחר התקדמות הטיפול תוך שהוא משווה הערכים שהתקבלו מתמונות שונות לאורך הטיפול.

נקודות להמשך פיתוח ופונקציונליות האתר:

- המשך פיתוח הגלריה שתאפשר למשתמש לבצע חיפוש עבור התמונה שלו לפי סינון תאריכים / מצב הפנים / ערך מדדים.
- הצגת גרפים עבור המשתמש המציג את שינוי המדדים לאורך זמן לפי מצב הפנים בתמונה בין שני תאריכים ספציפיים.
- הוספת מדדים נוספים שיתאימו לחישוב מידת הסימטריה.
- פיתוח יישומון טלפון חכם המקושר לאתר, ומאפשר להעלות תמונות ישירות באמצעות מצלמת הטלפון.