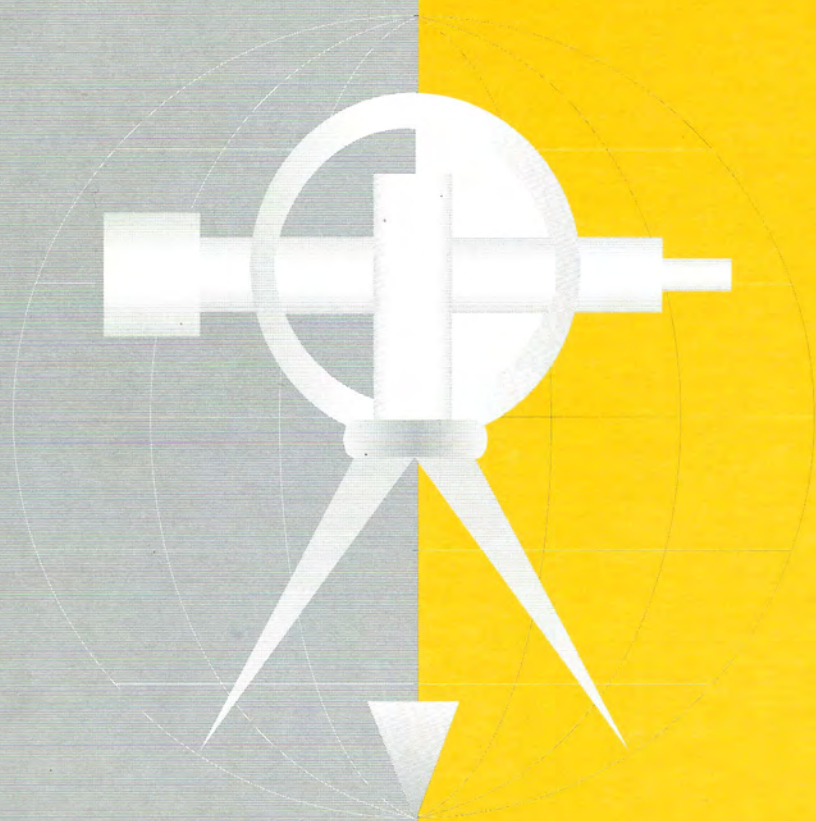


עתמוּדד

בטאון אגודת המודדים המוסמכים בישראל • גליון מס' 9 • יוני 1996

**אגודת
המודדים
המוסמכים
בישראל**





איור ל"חלוקה" של קרילוב (1769-1844)

עתמודד

בטאון אגודת המודדים המוסמכים בישראל

עורך: ד"ר אמציה פלד

כתובת למאמרים: ד"ר אמציה פלד

החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה, חיפה 31905.

כתובת לפרסומים: מערכת עתמודד, ת.ד. 17042 תל אביב, 61170.

טלפון / פקס: 03-53735820

עיצוב והפקה: אלטן תקשורת בע"מ, טל: 04-8316720.

X

דבר העורך

תוכן העניינים

- 4 הכוונת מכ"מ בשיטה הגאודטית. יוסף מלצר, המרכז למיפוי ישראל
- 8 חילוץ ווקטורים מתמונות בקונטרסט נמוך. אמציה פלד, אונ' חיפה, החוג לגיאוגרפיה מקסים פראדקין, קיריל פראדקין, והטכניון, הפקולטה להנדסה אזרחית
- 12 הנוסחה לשגיאה מותרת בין חישובי שטח. ג'ורג' לינדנפלד, מדידות נגב
- 13 מעת לעת
- 14 פורום
- 17 לזכרם

"עתמודד" אמור לספק מידע מקצועי ומדעי, וכן לשמש כבמה לחברי האגודה להבעת וחילופי דעות.

זהו ציטוט מפניית אליכם הקוראים, בשנת 1992, עת הוצאנו לאור את העיתון שלנו, בצורתו החדשה. אנו נערכנו לקלוט הצעות למאמרים ולבצע שיפוט מקצועי ומדעי על ידי מספר חברים אשר התנדבו לכך. למרות היערכותנו ופניית החוזרות ונשנות – לא הוצפנו במאמרים ובכתבות, בלשון המעטה.

נמצא בעתון שני מאמרים מקצועיים מאמר טכני קצר על הצעה לנוסחה חדשה לבחינת שטח וכן תאור מנסיונו של משרד לקבל תקן ISO 9000. כן נמצא הגיגים של חברנו גלעד אשר אף טרח ומצא משל מתאים משל קרילוב (1769–1844), כדי לתאר את מצבנו. האיור המופיע בעמוד ממול לקוח אף הוא מהמקור. אגב, גלעד מבקש מכל מי שמעוניין להציע סיום אחר למסקנתו בענין ה"חמור", להעבירו אליו. אני פונה אליכם, שוב, לנצל במה זו ולהעביר אלינו חומר מתאים להוצאה לאור.

ב ר כ ה,
ד"ר אמציה פלד

הכוונת מכ"מ בשיטה גאודטית

יוסף מלצר, המרכז למיפוי ישראל

תקציר

המאמר מתאר עבודה שיעדיה הגאודטיים העיקריים היו: הצפנת מכ"מ בדיוק של לפחות 15" והגדרת ניצבותו ביחס לאופק בדיוק דומה. תנאי העבודה שכללו גם את מידותיו הפיסיות של המכ"מ (מלבני שטוח, 12x4 מ'), אילצו הגדרת מיקום נקודות (מטרות) על פני המכ"מ בדיוק של כ- 1/2 מ"מ. בביצוע העבודה נלקחו בחשבון הגורמים: המיכשור, הצורה הגאומטרית של המדידה, שיטת המדידה והחישוב. המדידה בוצעה ע"י צוות מהמרכז למיפוי ישראל (גף מחקר) וצוות מחב' TDIM המתמחה במדידות תעשיתיות מדויקות. העבודה השיגה את יעדיה.

תפיסת העבודה

יעדי העבודה הכתיבו למעשה את תפיסת העבודה שחייבה התייחסות קפדנית לגורמים: סוג המיכשור, הצורה הגאומטרית, שיטת המדידה (כפוף לאילוצים המוכתבים בשטח), החישוב וניתוח התוצאות. בוצעה הדמיה במטרה לבחון דיוקים אפשריים כפונקציה של הגורמים הנ"ל. תוצאות ההדמיה גיבשו את תפיסת העבודה. המיכשור שנבחר היה טוטל סטיישן

שניתן להניח שפני המכ"מ אינם חלקים באופן מוחלט ולכן קיים אלה לא מקבילים בהכרח. ואמנם, זו היתה גם תוצאות המדידה. באותה מידה, ניצבותו של המכ"מ מוגדרת ע"פ זוג המטרות התחתונות והעליונות ואלה יש שתיים.

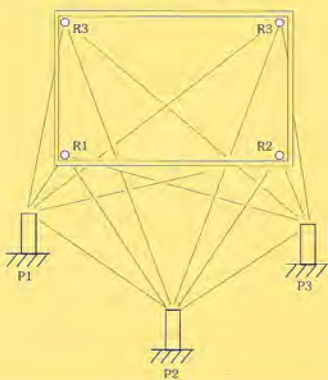
על מנת לבקר את תוצאת העבודה, נמדד המכ"מ בשתי תנוחות שונות. מערכת הבקרה העצמית של המכ"מ יכולה להגדיר את הזווית בין שתי תנוחות אלה בדיוק של כ- 5" (בדומה לתאודוליט גדול). זווית זו תשממש לביקורת העבודה. בנוסף, היה אפשר להניח שהזווית בין הקו התחתון לקו העליון במכ"מ (המיוצג בעזרת ארבעת המטרות) תישמר (כפוף לדיוק העבודה) במשך כל זמן העבודה. דרישת המזמין לבצע מדידות בשתי תנוחות של המכ"מ, הכפילה למעשה את עבודה השדה, אבל סיפקה ביקורת נאותה לתוצאתה.

העבודה כללה את המדידות הבאות: זווית אופקיות, זווית אנכיות, מרחקים, גובה מכשיר ביחס לסימן, טמפ' לחות יחסית, לחץ אוויר. יש לציין שלא נתאפשרה מדידה ישירה בין המטרות (באמצעות סרט פלדה מדויק) למרות

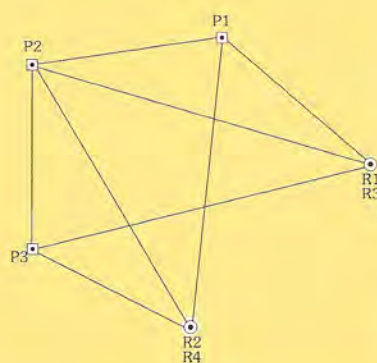
שהיתה כוונה לעשות כן. מדידת הזוויות בין שלושת העמודים (עליהם הוצבו המכשירים) נעשתה בשיטת האוטו-קולימציה. כמו כן, נמדדו כמובן כל המרחקים האפשריים. העבודה בוצעה במשך יום אחד בין השעות 06:00-16:00 כאשר הטמפ' נעה בין 20-32 מעלות צלסיוס. הלחות היחסית היתה כ-80% ולחץ האויר היה כ- 1005mb.

יחידות העבודה היו: מרחקים: מטרים, זוויות: מעלות-דקות-שניות. החישוב נערך בשני שלבים עיקריים. בשלב הראשון תואמו בשיטת הריבועים הקטנים המדידות המגדירות מיקום דו מימדי. נתוני ההצפנה, ויתר האלמנטים הזוויתיים האופקיים חושבו מהקואורדינטות המתואמות. בשלב השני, הגדרת הניצבות נעשתה באופן יחסי, באופן בלתי תלוי, מכל אחת מתחנות המדידה שעליהם הוצבו מכשירי המדידה. בשיטה זו הוגדרו רק הפרשי הגובה בין המטרה העליונה לתחתונה (בשני זוגות). באופן זה חושבה זווית נטית המכ"מ ביחס לניצב כאשר נעשה גם שימוש בקואורדינטות שחושבו בשלב הקודם - הדו מימדי.

מבט אל חזית המכ"מ



מבט על



ציור 1: רשת המכ"מ, נקודות הרשת, P1-P4 המטרות על המכ"מ

אליפסות שגיאה של הנקודות המותאמות:

Confidence Region = 95%

Station	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	Azimuth of Major Axis
P1	0.001	0.001	165-40
P2	0.000	0.000	0-00
P3	0.001	0.001	38-17
R1A	0.001	0.001	13-20
R2A	0.001	0.001	20-36
R3A	0.001	0.001	54-38
R4A	0.001	0.001	88-17

קואורדינטות מותאמות:

Station	N (m)	E (m)
P1	2201.1644	1109.2701
P2	2200.0000	1100.0000
P3	2190.7684	1099.9626
R1A	2194.1378	1117.7439
R2A	2185.6976	1108.9803
R3A	2194.1159	1117.7778
R4A	2185.6690	1109.0153

ערכים מחושבים מקואורדינטות מותאמות (במימד אופקי):

זווית יחסית	מרחק אופקי	אזימוט	ל	מ
00-01-34.7	12.1671	46-04-36.9	R1A	P2A
	12.1709	46-03-02.2	R3A	P4A

מהחישובים עולה שהקו העליון (R4A-R3A) והקו התחתון (R4A-R3A) אינם מקבילים ואינם שווים באורכם.

המימד האנכי,

הקואורדינטות האופקיות שחושבו לעיל שימשו לחישוב הפרמטרים הבאים:

מרחק אופקי	אזימוט	ל	מ
0.0404	302-51-47.4	R1A	P3A
0.0452	309-15-13.4	R2A	R4A

מדיונות השדה הגדירו הפרשי גובה יחסיים מכל אחת מהתחנות:

תחנה	הפרש גובה (R3A-R1A)	הפרש גובה (R4A-R2A)
P1	4.2224	4.2283
P2	4.2217	4.2284
P3	4.2224	4.2286
ממוצע	4.222 ± 0.0002	4.2284 ± 0.0001

יבוד נתונים - תנוחה א'

בתנוחה א' נמדדו ארבעת המטרות (R4A- R1A) משלושת העמודים (P3-P1), מתוך מגמה לענות על דרישות העבודה באופן בלתי תלוי למדידות שנערכו בתנוחה ב'.

החישוב נערך לפי השיקולים העיקריים הבאים:

שבע הנקודות (R4A-R1A,P3-P1) חושבו במסגרת רשת המכ"מ שהיא רשת מקומית.

P2 הוכרזה כנקודה חסרת שגיאה:

(מ') = E = 1,100.0000 (כוון מזרח)

(מ') = N = 2,200.0000 (כוון צפון)

צפון רשת המכ"מ הוגדר לפי כוון הצפון הגאודטי (הגדרת צפון רשת המכ"מ, אינה מתוארת במאמר זה למרות שהיתה חלק בלתי נפרד של העבודה).

השמות R2A,R1A מתאימים למטרות שהוצבו על הקו התחתון של המכ"מ.

השמות R4A,R3A מתאימים למטרות שהוצבו על הקו העליון של המכ"מ.

החישוב נערך לפי תאום בשיטת הריבועים הקטנים. להלן חלק מפלט החישוב.

המימד האופקי,

סיכום סטטיסטי:

Number of Observations = 95

Number of Unknowns = 16

Degrees of Freedom = 79

Data Type	Count	Weighted Residuals	Error Factor
Distances	35	37.74	1.14
Angles	59	28.75	0.77
Azimuths	1	0.00	0.00
Stations	7	0.00	0.00
Total	104	66.50	0.92

Adjustment passes the Chi Square test at 5% level

סטיות תקן של הנקודות המותאמות (התכנה אינה מציגה עשיריות מ"מ):

Station	N	E
P1	0.000	0.000
P2	0.000	0.000
P3	0.000	0.000
R1A	0.001	0.000
R2A	0.000	0.000
R3A	0.001	0.001
R4A	0.000	0.000

אליפסות שגיאה של הנקודות:
Confidence Region = 95%

Station	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	Azimuth of Major Axis
P1	0.001	0.001	165-30
P2	0.000	0.000	0-00
P3	0.001	0.001	74-45
R1B	0.002	0.001	15-25
R2B	0.002	0.001	48-38
R3B	0.002	0.002	19-07
R4B	0.002	0.002	56-08

קואורדינטות מתואמות:

Station	N	E
P1	2201-1641	1109.2706
P2	2200.0000	1100.0000
P3	2190.7681	1099.9624
R1B	2194.5118	1116.8763
R2B	2184.8738	1109.4485
R3B	2194.4959	1116.9140
R4B	2184.8505	1109.4872

ערכים מחושבים מקואורדינטות מתואמות (המימד האופקי):

זווית יחסית	מרחק אופקי	אזימוט	ל...	מ...
00-01.30.0	12.1681	37-37-14.4	R1B	P2B
	12.1734	37-35-44.5	R3B	P4B

המימד האנכי,

על פי קואורדינטות אופקיות (רשת המכ"מ) מתואמות חושבו הפרמטרים הבאים:

מרחק	אזימוט	ל...	מ...
0.0409	292-52-03.4	R1B	P3B
0.0452	301-03-02.8	R2B	R4B

על פי מדידות שדה חושבו הפרשי הגבהים הבאים:

תחנה	הפרש גובה (R3A-R1A)	הפרש גובה (R4A-R2A)
P1	4.2226	4.2290
P2	4.2222	4.2287
P3	4.2223	4.2287
AV	4.2224 ± 0.0001	4.2288 ± 0.0001

על פי החישובים עד כאן חושבה זווית הנטייה של המכ"מ ביחס לניצב:

זווית נטייה	הפרש ג	מרחק	אזימוט	ל...	מ...
0-32-53.6	4.2222	0.0404	302-51-47.4	R1A	R3A
0-36-44.8	4.2284	0.0452	309-15-13.4	R2A	R4A

מהחישובים עולה שפני המכ"מ נטו לכוון השמים בזווית של כחצי מעלה. כמו כן אפשר להסיק שהתוצאות השונות בחישוב זווית הנטייה בין שני צידי המכ"מ נובע מכך שהמטרות אינן מיצגות את אותו הקו (ניצב) בדיוק. סיבות אפשריות לכך: פני המכ"מ אינן חלקים לגמרי, המטרות לא הוצבו באופן סימטרי.

ע יבוד הנתונים - תנוחה ב'

המדידה ממצב זה היתה זהה למצב הקודם. מבחינה גאודטית, הפעם נמדדו 4 נקודות שונות על פני המכ"מ (בגלל שינוי האוריינטציה שלו). שמות הנקודות היו: השמות R2B, R1B מתאימים למטרות שהוצבו על הקו התחתון של המכ"מ. השמות R4B, R3B מתאימים למטרות שהוצבו על הקו העליון של המכ"מ. המדידות נערכו משלושת העמודים הקבועים P1-P3.

המימד האופקי,
סיכום סטטיסטי:

Number of Observations = 93
Number of Unknowns = 16
Degrees of Freedom = 77

Data Type	Count	Weighted Residuals	Error Factor
Distances	34	23.91	0.92
Angles	58	18.92	0.63
Azimuths	1	0.00	0.00
Stations	7	0.00	0.00
Total	102	42.83	0.75

Adjustment passes the Chi Square test at 5% level

סטיות תקן של הנקודות המתואמות:

Station	N	E
P1	0.000	0.000
P2	0.000	0.000
P3	0.000	0.000
R1B	0.001	0.001
R2B	0.001	0.001
R3B	0.001	0.001
R4B	0.001	0.001





ה בעת תודה

תודה לחברי לעבודה אהרון נהרי ואיליה פרלמן שביצעו את עבודתם ללא דופי.
תודה לשמעון ענבר ונתנאל רוזנברג על השיתוף הפעולה ועל מדידות השדה המדויקות שביצעו.
המיכשור, הפעלתו המיומנת בידי העובדים הנ"ל, היוו את התנאי ההכרחי להצלחת העבודה.

על פי חישובים עד כאן, חושבה זווית הנטיה של המכ"מ ביחס לניצב:

זווית נטיה	הפרש ג	מרחק	אזימוט	ל...	מ...
0-33-17.9	4.2224	0.0409	292-52-03.4	R1B	R3B
0-36-44.6	4.2288	0.0452	301-03-02.8	R2B	R4B

גם בתנוחה זו נתקבלה התוצאה שפני המכ"מ נטו כלפי השמים בזווית של כחצי מעלה. אפשר גם להסיק שזווית הנטיה של המכ"מ כמעט ולא השתנה עקב הסיבוב.

ה שוואה בין תנוחה א' לתנוחה ב'

המימד האופקי,

תנוחה א', הזווית בין הקו העליון לקו התחתון: 00-01-34.7
תנוחה ב', הזווית בין הקו העליון לקו התחתון: 00-01-30.0

זווית הסיבוב בין תנוחה א' לתנוחה ב':
קו תחתון: 08-27-22.5 (נגד כוון השעון)

קו עליון: 08-27-17.8 (נגד כוון השעון)
(אורך הקו במכ"מ שעל פיו הוגדרו הזוויות כ-12 מטר)

המימד האנכי,

זווית נטיה תנוחה א': 0-34-49.2

זווית נטיה תנוחה ב': 0-35-01.3

(אורך הקו במכ"מ שעל פיו הוגדרו הזוויות כ-4 מטר)

ט יכום

יישום שיטת המיקרו טריאנגולציה לדיוק גבוה והתפיסה הבסיסית של רשת גאודדית, הוכיחה את עצמה בהצלחת העבודה. "המחיר" שנדרשנו לשלם היה בזמן הממושך יחסית של משך עבודת השדה וההקפדה על נהלי מדידה מדויקים. בעתיד, ניתן יהיה לחזור על העבודה בכל עת ובכל מקום בעל תנאים זהים או לפחות דומים. המשמעות היא שההשקעה בעבודה - רבה.

לנושא הזמן חשיבות לא רק לעלות העבודה אלא גם לתוצאותיה. למרות שהנושא לא נסקר ולא נבדק לעומק, עושה רושם שמשך השעות הארוכות בהם בוצעה עבודת השדה, השתנה המצב ההדדי בין הנקודות והמטרות, כנראה בגלל השתנות הטמפרטורה.

כאן המקום לשאול, האם מאפייני הדיוק מציאותיים - האם ניתן להסתפק בדיוקים פחותים, והאם אפשר להשיג את היעדים בגישה אחרת מזו שנקטה. יש ליכור שאם התוצאה היתה נידרשת בזמן אמת, לא היה ניתן להשיגה בגישה שנסקרה לעיל.

לפיכך, אם העבודה תחזור על עצמה, ושאלות אלה רלוונטיות, יש "לפתוח את התיק" ולגבש גישה מתאימה שיכולה בהחלט להתבסס על הגישה המוצגת במאמר.



TOPCON הכריזה על GPS דו תדרי
החדש ביותר בעולם TURBO-S II
שהינו המכשיר המדויק, המהיר והקל ביותר
בתחום GPS למדידות.

חברת TOPCON יצאה עם סדרה חדשה של
מכשירי טוטל סטיישן מסוג
GTS-200
GTS-300
GTS-500
GTS-700

מדטכניקה בע"מ רחוב אפעל 5, קרית אפעל, פתח תקווה 49511
טל.: 03-9254040 פקס.: 03-9249977
ציוד רפואי ומדעי

חילוץ ווקטורים מתמונות בקונטרסט נמוך

אמציה פלד, אוניברסיטת חיפה, החוג לגיאוגרפיה, מקסים פראדקין, קיריל פראדקין, הטכניון, הפקולטה להנדסה אזרחית

ח קציר

עבודה זו נסקרה במסגרת חיפוש אחר חומר ביבליוגרפי לנושא זיהוי שפות לצורך בניית תהליך לקליטת מפות גושים. בניגוד לגישה של עקיבה אחר קווים בזמן אמת, המוצגת בעבודה המצוינת אשר הוזכרה לעיל, פותחה גישה של עבודה גלובלית המתאימה יותר לקליטה אוטומטית של מפות סרוקות. הגישה הגלובלית נראית עדיפה עקב הטיפול הכוללני יותר אשר למרות מורכבותו מצריך פחות משאבי מחשב ומאפשר ניהול נוח יותר של תהליך הזיהוי והווקטורזציה. הדוגמא אשר שימשה בעבודה שהוזכרה, שימשה גם לצורך הניסויים של הגישה המוצעת. בציורים המאירים את שלבי התהליך מובא גם תוצר השיטה המקורית.

ר קע

השגת נתונים סיפרתיים, מהווה את צוואר הבקבוק בבניית מאגרי נתונים סיפרתיים להקמת מערכות מידע גיאוגרפי. קליטה אוטומטית של מידע ממפות קיימות נראית כדרך המהירה להשגת נתונים אלה, בתלות בדיוק הנתונים המופיעים על המפה בהצגתם הגרפית. אנו רואים בעבודות רבות אשר עוסקות בקליטת המרכיב הגיאומטרי ואף עבודות מתקדמות יותר העוסקות בקליטת נתוני המהות הטמונים במפות [Peleded Fradkin; 1994] את קליטת נתוני המיקום (קווים,

חילוץ נתונים ווקטוריים מתמונות סיפרתיות הינו אחד התחומים אשר זוכים לטיפול מואץ בתחום המחקר והפיתוח. תמונה סיפרתית יכולה להתקבל ישירות כהדמאת לוויין או כמוצר סריקה של תצלומי אוויר קונוונציונאליים ואף של מפות קו. השימוש בטכנולוגיות אשר פותחו בדיסציפלינה של עיבוד תמונה, לנושאי חישה מרחוק ופוטוגרמטריה סיפרתית, נמצא יעיל וקונסטרוקטיבי גם בתחום של קליטת מפות קו. המאמר מתאר גישה של חילוץ אוטומטי של נתונים קווים מתמונה סיפרתית בקונטרסט נמוך. מפורטות שיטות של זיהוי שפות כאמצעי לגילוי הקווים וכן שיטה לווקטורזציה אוטומטית בשרשרון הפיקסלים המסומנים בקצוות, לרצף של פיקסלים ולאחריו לייצור ווקטור אמצעי בשיטת השילוח. במאמר מובא ניסוי אשר בוצע בהצלחה על תמונה בקונטרסט נמוך אשר גם מפות הגושים הגרועות ביותר מתקבלות באיכות קונטרסט גבוהה יותר. השיטה המתוארת יכולה לשמש כבסיס לפיתוח כלי מתקדם לקליטת מפות קו כתצ"ר ומפות גושים.

ה קדמה

הורנו של מאמר זה בעבודת מגיסטר [זומר, 1992] אשר עסקה בנושא עקיבה אחר שפות בדיוק תת-פיקסל.

למשל), ניתן לבצע בשיטות אנלוגיות כקליטה ידנית בעזרת דיגיטיזר, או בשיטות סיפרתיות כקליטה אוטומטית בעזרת סריקה ותהליך ווקטורזציה. הדיגיטציה הידנית בעזרת המספרת הינה תהליך פשוט ונפוץ. השיטה מאפשרת לקלוט את תוואי הפרטים הקווים בדיוק של כ-0.05 מ"מ. למרות פשטותה, שיטה זו הינה תהליך מייגע עתיר כוח אדם ומועד לשגיאות.

הסורק הוא כלי האמור לעזור במתן תשובות לחלק מהבעיות הכרוכות בתהליך הדיגיטציה הידני. אנו זקוקים לסורק מאיכות טובה ברמת דיוק של 0.02 מ"מ. איכות הסריקה עצמה תלויה במספר גורמים, כגון: שגיאות המכשיר, איכות מפת המקור, וקביעת סף הרגישות (Threshold). מוצר הסריקה, מטריצה של רמות אפור, הינו תמונת רסטר בעוד שאנו זקוקים למוצר ווקטורי. על כן, תהליך הסריקה מלווה בתהליך נוסף של התמרת נתוני הרסטר להצגה ווקטורית. תהליך זה יכול להתבצע בצורה אינטראקטיבית על ידי דיגיטציה מהמסך בצורה ידנית; באופן חצי אוטומטי, בטכניקה של עקיבה אחר קווים (Line Following); או בצורה אוטומטית מלאה. דיגיטציה מהמסך, היא פעולה המקבילה לדיגיטציה הידנית "הרגילה", באמצעות המספרת. יתרונה של השיטה היא בכך שהמפעיל רואה את הווקטור הנוצר, על הרקע הרסטרי, דבר המונע חלק מהשגיאות האופייניות לתהליך הסיפרות הידני. בנוסף, בעזרת פעולות ZOOM סטנדרטיות ניתן להגדיל את האזור המעניין ולבצע את הדיגיטציה בדיוק ובפירוט רב יותר.

שיטת ה-Line Following, מהווה שיפור ניכר לתהליך הדיגיטציה מהמסך. השיטה היא חצי-אוטומטית ומשלבת ווקטורזציה אוטומטית עם

קלט אינטראקטיבי מהמפעיל. זה, ממקם את המרחוף על הקו המיועד לסיפרות. המעקב אחר הקו נעשה באופן אוטומטי עד אשר תוכנת המחשב נתקלת במצבים סינגולריים כגון מסגרת המפה, לולאה סגורה, התפצלות וכו'. במקרים כאלה או במצבים אחרים בהם האלגוריתם אינו יכול לקבוע את המשך ההתקדמות, במקרה של מפעים בקווים למשל, המפעיל הוא המסמן את כיוון או את נקודת ההתקדמות, על ידי הצבת המרחוף. טכניקה זו יעילה מאוד כשיטת ווקטורזציה כאשר מפת המקור מכילה רעשים או שיש בה חפייה של פרטים שונים.

את הפעולות אשר מאפשרת לנו העבודה האינטראקטיבית, ניתן איפוא להגדיר ולכלול בתהליך אוטומטי מושכל. מאחר וניתן לבצע ווקטורזציה של שרשראות פיקסלים, נותר לנו רק להגדיר. השימוש בשיטות של גילוי שפות לחילוץ קצוות הקווים יאפשר שרשרון כקבוצת פיקסלים אשר תעבור לאחר מכן תהליך של ווקטורזציה.

יתר על כן, מאחר ומדובר בשתי שפות לכל קו, ניתן לבצע פעולות מיצוע, בשיטות שונות. הגישה המוצגת כאן מצגה מיצוע של שתי שרשראות הפיקסלים לשרשרת אחת, בשיטת השילוח אשר היא זו שתעבור תהליך של ווקטורזציה כדי לקבל את התוצר הווקטורי הרצוי.

ילוי שפות

שפה מתבטאת כאי-רציפות בפונקציית התמונה או במילים אחרות, ב"קפיצה" ברמות האפור. רוב העבודות העוסקות בגילוי שפות, דנות בשפה מסוג מדרגה, בה המעבר בין רמות האפור הוא חד. בין סוגי השפות הנוספים ניתן להצביע על שפה בצורת גג (Roof edge) ועל שפה בצורת יתד (Spike edge). כל

גלאיי השפות האחרים. Canny [1986] מגיע לאופרטור זה כמעט לזה של Marr & Hildreth בדרך שונה. הוא מחפש גרעין של אופרטור קונוולוציה שיקיים בו-זמנית שני קריטריונים: (א) גילוי אמין: הסתברות נמוכה לכישלון במציאת נקודות שפה אמיתיות, והסתברות נמוכה לסימון מוטעה של נקודות שאינן נקודות השפה.

(ב) איתור טוב (קביעה מדויקת ככל האפשר של מיקום השפה). גילוי השפה נעשה על-ידי מציאת המקסימום של ערך הגרדיאנט בכיוון הגרדיאנט (בניצב לכיוון השפה) על התמונה המוחלקת בעזרת הגאוסיאן. השימוש בכיוון הגרדיאנט מקטין את השפעת הרעש של השפה. מוצע גם שימוש באופרטורים בעלי גודל שונה על מנת להתמודד עם יחסים שונים של סיגנל/רעש. קבוצת אלגוריתמים אחרת מתייחסת לבעיה של גילוי השפות כאל בעיית היפוך

(Inverse problem). כלומר: יש למצוא את השפה שדגימתה (בתוספת הרעש) תיצור את פונקציית התמונה הנתונה. הפתרון הפשוט ביותר הוא לדגום את השפה האידיאלית בכיוונים שונים ולהשוות כל קטע בתמונה לתבניות

המתקבלות (Template matching). פתרון זה מיושם אצל Nevatia & Babu [1980]. הם מחשבים קרוס-קורלציה של התמונה עם סדרת מסכות בגודל 5x5, בעלות אוריינטציות שונות, במרווחים של 30°. כיוון השפה של המסכה שנתנה את הקורלציה הגבוהה ביותר, מוגדר ככיוון השפה העוברת בפיסקל ומכאן ניתן לחלץ את הנתון הדרוש.

$$\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} - \frac{1}{3} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

קירוב מורכב יותר מוצע על-ידי Haralick [1984]. הוא מציג את פונקציית התמונה בעזרת פולינום מסדר שלישי, בקואורדינטות השורות והעמודות של מטריצת התמונה המקורית לפי התאמת מינימום הריבועים. פולינום זה משמש לחישוב הנגזרות הכיווניות השניות. היות ומקסימום הפונקציה מוגדר במקום בו הנגזרת השניה שווה לאפס, הרי שבמקום לחפש מקסימה של הגרדיאנט, הוא מחפש חציית אפס של הנגזרות הכיווניות השניות. Marr & Hildreth [1980] דורשים כי האופרטור יהיה לוקלי במרחב ובתדר. היות ודרישות אלה מנוגדות, ניתן לקיים אותן רק בקירוב, וזה על-ידי פונקציית הגאוסיאן. על התמונה, המוחלקת על-ידי הגאוסיאן, מופעל אופרטור הלפלסיאן, שהינו אופרטור של הנגזרת השניה שהינו בלתי-תלוי בכיוון. תודות לתכונות הקונוולוציה, ניתן לאחד את שני האופרטורים באופרטור אחד, הידוע בשם LOG:

$$\nabla^2 (G * I) = (\nabla^2 G) * I$$

השפה מתבטאת בחציית אפס של הנגזרת הכיוונית השניה של התמונה המסוננת. כלומר, מעשית מחפשים ערכי אפס של הלפלסיאן. אופרטור זה הינו בעל מספר תכונות חשובות: (א) על-ידי שינוי פרמטר σ של הגאוסיאן, ניתן להגיע לסינון הרעש האופטימלי ובנוסף לקבל את השפה ברזולוציות שונות;

(ב) הפלט של ה-LOG מתבטא במשטח רציף. עקב כך, חציית האפס יוצרות מתארים סגורים, כך שאין צורך בפעולת המיון והקישור של קטעי השפה המפוזרים שנדרשת ברוב

ערך הגרדיאנט מחושב כשורש ריבועי הגרדיאנטים הכיווניים. מאחר וניתן לחשב את הגרדיאנט על-ידי מציאת נגזרות בשני כיוונים ניצבים כלשהם, מציג Roberts [1965], לחשב את הגרדיאנט בשני כיוונים אלכסוניים, על- שימוש במסכות הבאות:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

על פני ריבוע בגודל 4x4. הוא מחשב את ערך הגרדיאנט המקסימלי ומשווה אותו לסף שנקבע מראש. לשם מציאת כיוון השפה בכל נקודות, מחושבת קורלציה של המידע עם קווים באורך 5 פיקסלים, בכיוונים $\pi/4$, והיחס בין ההתאמה הטובה ביותר לגרועה ביותר מושווה מול הסף. על מנת להקטין את השפעת הרעש בתהליך הגילוי, ניתן להחליק את התמונה קודם לכן. למשל, ניתן לבצע מיצוע לוקלי של התמונה לפני הגזירה או, לחילופין, להשתמש באופרטור המחשב הפרשים של הממוצעים הלוקליים. כך, אופרטור של Sobel [Rosenfeld & Kak 1980]. מבוסס על השימוש בממוצעים ממושקלים, כאשר לנקודות קרובות יותר לנקודה המרכזית (x,y), ניתן משקל גדול יותר:

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -3 \end{bmatrix} - \frac{1}{4} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

במקום לחשב קירוב של הגרדיאנט על-ידי אופרטור בדיד, ניתן לבצע זאת על פונקציית התמונה הבדידה בעזרת פונקציה רציפה, ואז להפעיל עליה את הגרדיאנט. Prewitt [1970] מתאימה משטח ריבועי לסביבה בגודל 3x3, בעזרת קירוב של מינימום ריבועים. עבור המשטח המתואם מחושב הגרדיאנט. יש לציין כי הקירוב מחליק למעשה את התמונה. החישוב המעשי מתבצע בעזרת המסכות:

השפות הנ"ל הן שפות אידיאליות. בתמונות "אמיתיות", צורתן "מקולקלת" על-ידי הרעש שאופייני לתמונות. הנושא של גילוי שפות הינו מפותח מאוד. בספרות ניתן למצוא מספר רב של פתרונות לבעיה זו. על כן, יסקרו כאן רק עבודות המייצגות את הגישות העיקריות. בין אלה, ניתן להצביע על שלוש:

(א) שיטות המבוססות על מציאת מקסימום של הנגזרת הראשונה (גרדיאנט) בפונקציית התמונה; (ב) שיטות המבוססות על מציאת חציית אפס (Zero crossings) של הנגזרת השניה;

(ג) שיטות המבוססות על מציאת ההתאמה הטובה ביותר בין מודל השפה ובין השפה עצמה, מסוג Edge Matching and Fitting.

כאמור לעיל, השפה מתבטאת בשינוי חד בפונקציית התמונה. שינוי זה בא לידי ביטוי בערכים גדולים של הגרדיאנט באותן הנקודות. כתוצאה מכך, הגישה הבסיסית ביותר לגילוי שפות היא למצוא נקודות (פיקסלים) בהן ערך הגרדיאנט הינו גדול (עולה על סף מסוים) ולסמן אותן כנקודות השפה. על מנת ליישם את הגישה על תמונה דיגיטלית (המיוצגת על-ידי מטריצת רמות אפור), יש למצוא אנלוג דיסקרטי לגרדיאנט. לדוגמה, ניתן לחשב את הגרדיאנטים בכיוון השורות (x) והעמודות (y) של התמונה באופן הבא [Rosenfeld & Kak, 1982]:

$$\begin{aligned} \Delta_x f &= f(x,y) - f(x-1,y) \\ \Delta_y f &= f(x,y) - f(x,y-1) \end{aligned}$$

כאשר $f(x,y)$ היא פונקציית התמונה בנקודה בעלת קואורדינטות (x,y). הדבר נעשה על-ידי קונוולוציה של התמונה עם מסכות כיווניות. במקרה הנ"ל המסכות הן:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ע קיבה אחרי שפות

עד כה תוארו אלגוריתמים הפותרים את השלב הראשון של בעיית גילוי השפות, שהוא זיהוי הפיקסלים המרכיבים את השפה. ברוב המקרים, אנו מעוניינים בתיאור רציף של השפה ולכן יש צורך בשלב נוסף. שלב זה של התהליך הוא קישור (שרשור) הפיקסלים לתיאור השפה.

אחד הפתרונות לכך הוא שימוש בהתמרת Hough. בשיטה זו משתמשים בפרמטריזציה המגדירה קו ישר ע"י זווית הנורמל שלו, Θ , והמרחק מהראשית, p . בשיטה זו מתארת כל נקודה בתמונה סינוסואידה במרחב הפרמטריים, המתאימה לכל הקווים שיכולים לעבור דרך הנקודה. כל הסינוסואידות המתאימות לנקודות קולינאריות נחתכות בנקודה, ומכאן שהמקסימום במרחב הפרמטריים, נותן את הפרמטרים של הקו העובר דרך הנקודה. ניתן להרחיב את השיטה עבור עקומים כלשהם ולאזן דווקא עבור קווים ישרים

[Ballard, 1981; Duda & Hart, 1971] בעבודות רבות משתמשים בגרף חיפוש, לעקיבה אחר השפות. כל צומת בגרף מתאים לקטע שפה. "המחיר" המיוחס לעקום המחבר בין שני צמתים הוא "המחיר" של החיבור בין הקטעים. בשיטה זו מחפשים מסלול בגרף, שהוא בעל "מחיר" מינימלי [Ramer, 1975]. ניתן לחלק את אזור החיפוש לתת-איזורים. כל תת-אזור נבדק בנפרד עם פונקציית "מחיר" מתאימה, ואח"כ מבוצע שילוב המסלולים המחוברים, כפי שמפורט אצל Sankar & Sklanakr [1982]. השימוש בפונקציית "מחיר" בתהליך העקיבה, מופיע גם אצל Shipman et al. [1984]. הם מתאימים קטעי קווים ישרים קצרים לנקודות, ומחברים קטעים אלו לקווים, באופן

סידרתי. עבור כל קטע המועמד לחיבור, מחשבים פונקציית מחיר המשקללת שני גורמים:

(א) המרחק שבין הקטע לבין המשך הקו הקיים;

ו- (ב) המרחק שבין קצה הפס הנוכחי והקצה הקרוב ביותר של הקטע. הקטע עבורו פונקציית "המחיר" נקבעת כמינימלית, נבחר כמשך הקו. Basseville et al. [1981], מציעים עקיבה בעזרת מודל סטוכסטי. הם מוצאים אלמנטי שפה, בכל שורה בנפרד, על ידי זיהוי מקומות בהם חל שינוי בממוצע. בעזרת מודל קו-ישר, רועש בשיפוע לציר האנכי, המתואר ע"י משוואת מצב, מתקבל חיזוי למיקום השפה בשורה הבאה. הווריאנס של החיזוי מגדיר את גודל הקטע, אשר סביבו יכולה להמצא השפה האמיתית. התהליך בודק אילו אלמנטי שפה התקבלו בשערוך הראשוני בקטע זה:

באם קיים אלמנט אחד - המשמעות היא המשך השפה. באם לא קיים אלמנט שפה - המשמעות היא סיום השפה או השלמות פער ע"י החיזוי. באם קיימים מספר אלמנטי שפה - המשמעות היא המשך השפה באלמנט הקרוב ביותר ואיתחול שפות חדשות, באחרים.

קיימים גם אלגוריתמים מתקדמים לגילוי שפות סידרתי, אשר מבצעים את מציאת אלמנטי השפה ואיחודם לקווי שפה, בו זמנית. בסוג זה של אלגוריתמים מוצאים את אלמנטי השפה, בזה אחר זה תוך כדי "הליכה" לאורך השפה. ניתן גם להבדיל בין אלגוריתמים המטפלים בכל שפה בנפרד, מתחילתה עד הסוף, ולבין אלה שעוקבים אחרי כל השפות בעת ובעונה אחת. במקרים בהם ניתן לטעון לזיכרון הפעיל של המחשב רק

חלק מהתמונה, יחייבו אלגוריתמים מהסוג הראשון פעולות קריאה נוספות עבור כל שפה שחורגת מהחלק הטעון לזיכרון. במידה וישנן הרבה שפות שחוצות את כל התמונה, הדבר עלול לפגוע ביעילות של האלגוריתם.

י סויים

כאמור בהקדמה, הניסויים בוצעו על תמונה בקונטרסט נמוך מאוד אשר שימשה את זומר [1982] בעבודתה (ראה ציור מספר 1). תמונה זו הינה בגודל של 165 שורות כאשר בכל שורה יש 134 פיקסלים. לצורך הבהרת המשמעות של הקונטרסט, מובא ציור מספר 2. בציור זה מוצגת תמונת המקור לאחר, שעברה מתיחה ליניארית פשוטה. יש להדגיש כי התהליך עצמו הופעל על תמונת המקור וכי אין כל צורך לבצע את שיפור הקונטרסט החזותי. הצגה זו נעשתה, כאמור, רק לצורך ההצגה החזותית לעין האדם. האלגוריתם "חוק" דיו כדי להבחין בשינויים הזעירים ולמעשה ניתן אף לכוונן, בעזרת סף מתאים, כדי להתעלם מתופעות מסוימות של רעש. על תמונת המקור הופעל האלגוריתם לזיהוי שפות שמשמעותן שינויים חדים בחתימה. התוצאה מוצגת בציור מספר 3. בתוצר זה של סף נמוך מאוד, ניתן להבחין גם בכל השינויים הקלים אשר האלגוריתם זיהה אותם ואשר

אנו מתייחסים אליהם כאל רעשים. על גבי תוצר גילוי השפות הופעל אלגוריתם לעקיבה אחר שפות נמשכות אשר עבר גם תהליך של שילוח. זאת כדי לקבל את מרכז הקו המעניין אותנו. ניתן לראות בציור מספר 4 את המשמעות של עובי הקו, כפי שהוא מתבטא בהצגה המשותפת של השפות שהתגלו ושל השרשרת המרכזית שהושגה בתהליך השילוח. יש לשים לב גם להחלקה היפה של השפות, מתהליך העקיבה

(ציור 4) אשר הן "רציפות" יותר מהשפה שהתגלתה בתהליך זיהוי השפה עצמה (ציור 3). כן ניתן להבחין כי השרשרת המרכזית (הקו המעניין אותנו) הינה רציפה ועדיפה על התוצר המוצג בשיטת העקיבה בזמן אמת (ראה ציור מספר 5) כפי שבוצע על ידי זומר [1992].



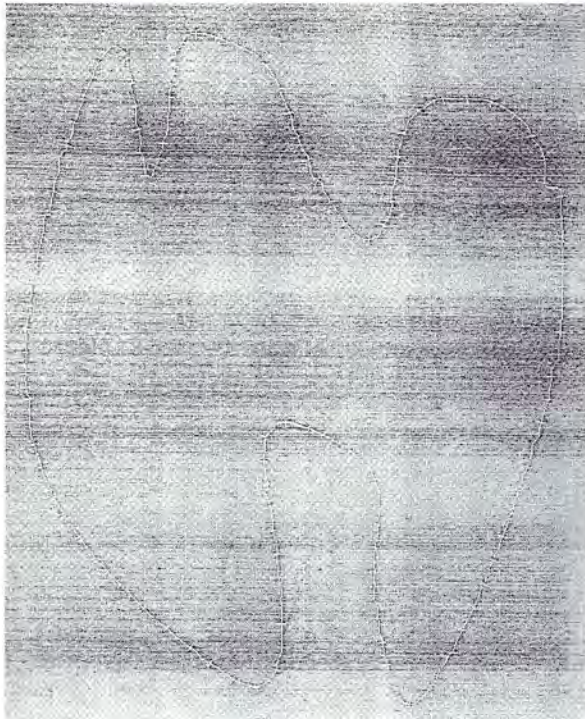
ציור מס' 2: תמונת המקור לאחר מתיחה ליניארית



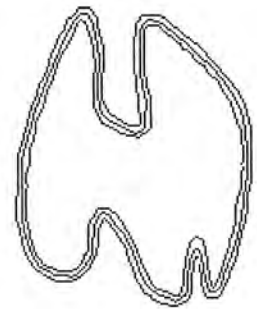
ציור מס' 3: תוצר גילוי השפות



ציור מס' 1: תמונת המקור



ציור מס' 5: קו השפה
בשיטת עקיבה בזמן אמת,
לפי זומר [1992]



ציור מס' 4: שרשור שפות הקו
ויצירת הציר המרכזי

יכום ומסקנות

בציור מספר 5, ניתן להבחין ב"קפיצה" בפנייה השמאלית התחתונה אשר נובעת בעצם ממעבר שגוי, מצד אחד של הקו לצידו האחר. תופעה זו מדגישה גם את העובדה כי העקיבה הישירה, שם, הביאה בעצם להגדרת קו רציף המשיק לקו המקורי בעוד שאנו רוצים בווקטור העובר במרכזו של הקו המקורי. על מנת לקבל ווקטור כזה, יש צורך לבצע עקיבה מלאה, נוספת, על השפה הפנימית ולמצען. לחילופין, ניתן היה לבצע עקיבה משותפת על שני הקצוות כדי להפיק את הציר המרכזי. בכל מקרה אנו רואים כי הגישה הפשטנית של עקיבה אחר קוים (Line Following) דורשת מעבר מחודש על כל התמונה לחילוץ קו אחד. לאחר ש"מוחקים" את הקו שנמצא, מהמטריצה המקורית, ניתן לעבור לקו חדש.

השיטה המוצגת במאמר זה משיגה בעצם את התוצאות המבוקשות בביצוע גלובלי, על כל מרחב התמונה. השלב הראשוני של זיהוי השפות מאפשר לקבל הן את השפות עצמן והן את הצירים המרכזיים, בעזרת תהליך השילוד. הניסוי אשר בוצע בהצלחה על הדוגמא הקטנה אשר הובאה במאמר, מהווה דגם של תהליך הנראה כפתרון מבטיח לטיפול בקליטה אוטומטית של מפות קו, בכמויות גדולות.

ראי מקום

זומר, ז. 1992. "עקיבה אחרי שפות בדיוק תת-פיקסל". תזה לתואר מגיסטר, הפקולטה להנדסת חשמל, הטכניון, חיפה.

Ballard, D.h., 1981. "Generalizing the Hough Transform to Detect Arbitrary Shapes", Pattern Recognition, vol. 13 No. 2 pp. 111-122.

Basseville, M. Espiau, B., Gasnier, J., 1981. "Edge Detection Using Sequential Methods for Change in Level-Part I: A Sequential Edge Detection Algorithm", IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP29, No. 1, pp. 24-31.

Canny, J. 1986. "A Computational Approach to Edge Detection". IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. PAMI-8, No. 6, PP. 679-697.

Duda R.O., Hart, P.E., 1972. "Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures:", Communication of the ACM, Vol. 15 Non. 1, pp. 11-15.

Haralick, R.M., 1984. Digital Step Edges from Zero Crossing of Second Directional Derivatives. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-6, No. 1, pp. 58-68.

Marr, D. & Hildreth, E., 1980. "Theory of Edge Detection". Proc. of the Royal Society of London. Seres B, Vol. 207., pp. 187-217.

Navatia, R. & Babu, K.R., 1980. "Linear Feature Extraction and Description". Computer Graphics and Image Processing, Vol. 13, pp. 257-269.

Peled, A., Fradkin, K. 1994. "Automatic Acquisition of Hypsographic Maps". Proceedings, ACSM\ASPRS 1994 Annual Convention, Reno, NV, USA. Vol. 1, pp. 245-249.

Prewitt, J.M.S., 1970. "Object Enhancement and Extraction". Picture Processing and Psychopictorics, B.S. Lipkin and A.Rosenfeld, (Eds.), pp. 75-149.

Ramer, E.U., 1975. "The Treanformation of Photographic Image into Stroke Arrays". IEEE Trans. on Circuits and A. Rosenfeld, (Eds.), pp. 75-149.

Roberts, L.G., 1965. "Machine Perception of Three-Dimensional Solids". Optical and Electro-Optical Information Processing, Tippett, J.T. et al (Rds.), pp. 159-197.

Rosenfeld, A. & Kak, A.C., 1982. "Digital Picture Processing". New-York: Academic Press.

Sankar, P.V., Sklansky, J., 1982. "A Gestel - Guided Hueristic Boundary Follower for X-Ray Images of Lung Nodules". IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-4, No.3, pp. 326-331.

Shipman, A.L., Bitmead, R.R., Allen, G. H., 1984. "Diffuse Edge Fitting and Following: A Locationan Adapative Approach". IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-6, NO. 1, pp. 96-102.

ט בלה 2

הנוסחה לשגיאה מותרת בין חישובי שטח

ג'ורג' לינדנפלד, מדידות נגב

השטח בדונם	סה"כ שגיאה מותרת		I השגיאה כאחוז מכלל השטח		II השגיאה המותרת על 100 מ' (ב-מ')		III שגיאה תוויה בק.מ. מתאים		קנה מידה מתאים
	E	P	E	P	E	P	E	P	
1	27.30	14.40	2.73	1.45	1.36	0.72	2.7	1.4	1:500
10	100	80	1.00	0.80	0.50	0.40	0.8	0.6	1:625
100	453	595	0.45	0.59	0.23	0.30	0.2	0.21	1:1250
1,000	2,800	5,300	0.28	0.53	0.14	0.26	0.06	0.10	1:2500

$E = 0.8\sqrt{A} + 0.002A$ = הנוסחה הקיימת

$dA = 0.3\sqrt{A} + 0.005A$ = הנוסחה המוצעת

חינת השלכות הנוסחה לשגיאה מותרת בין שני חישובי שטח

$dA = 0.8\sqrt{A} + 0.002A$ (תקנה 65)

בנוסחה הקיימת יש שני מרכיבים:

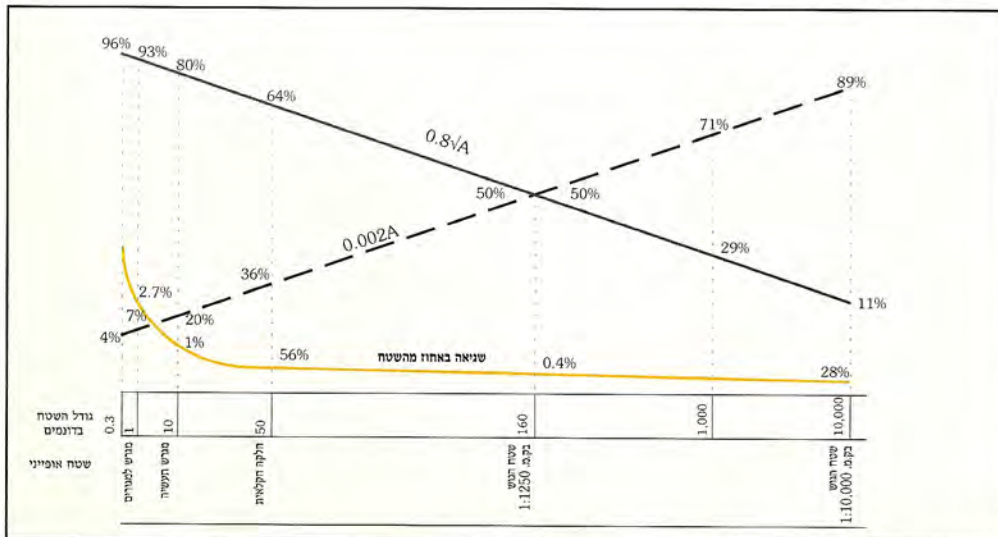
- (א) $0.8\sqrt{A}$ שהשפעתו מכריעה לגבי שטחים קטנים
- (ב) $0.002A$ שהשפעתו זניחה בשטחים קטנים אך מכרעת בשטחים גדולים (ראה תרשים 1).

הנוסחה הקיימת "סלחנית" מדי בשטחים קטנים ומאפשרת שגיאות גדולות הן במדידה בסרט והן בקליטה גרפית (דיגיטציה, סריקה). מבחינה מסוימת עומדת הנוסחה בסתירה לתקנה 36 המגדירה שגיאת תוויה ל-0.8 מ"מ. בטבלה 2, חושבו הגורמים הבאים לגבי הנוסחה הקיימת והנוסחה החדשה שהינה: $dA = 0.3\sqrt{A} + 0.005A$

1. השגיאה כאחוז מכלל השטח.
2. השגיאה המותרת לכאורה לאורך הצלעות במטרים על 100 מטר.
3. שגיאת תוויה או שגיאה גרפית הכוללת הן את אי דיוק השרטוט הקיים והן את אי דיוק הקליטה הגרפית.

התחשבות במרכיב זה נובעת מהשימוש בקליטה גרפית של שטחי חלקות או גושים והשוואת השטח שנקלט לשטח הרשום. הנוסחה המוצעת יוצאת מהנחה שלא צריך להיות הבדל ניכר במידה מוחלטת בין קליטה גרפית במפה בקנה מידה 1:500 ולבין קליטה כזו במפה בקנה מידה 1:2500.

- בטבלה 2, הנוסחה המוצעת P:
- מקטינה את השגיאה המותרת בשטחים קטנים ומגדילה אותה בגדולים. מנסיון ידוע שקשה מאוד להשיג את הדיוק לפי הנוסחה הקיימת בשטחים מעל ל-100 דונם.
- ע"י כך בטור I, קטן הפרש של אחוז השגיאה מכלל השטח בשטחים בין 1 דונם ל-1,000 דונם מ-פי 10 לערך ל-פי 3.
- מקטינה את השגיאה המותרת במדידה בסרט בין השטחים מ-פי 10 עד לבערך פי-3.
- מקטינה את שגיאת הקליטה או אי-דיוק השרטוט מ-פי 45 ל-פי 14 ותוחמת את שגיאת התוויה במקום, לשגיאה שבין 2.7 מ"מ ל-0.06 מ"מ, לשגיאה שבין 1.4 מ"מ עד 0.1 מ"מ.



חלקים יחסיים של מרכיבי נוסחה
 $\Delta A = 0.8\sqrt{A} + 0.002A$ (תקנה 65)
 כפונקציה של גודל השטח
 וסה"כ שגיאה מותרת באחוז מהשטח

מעט לעת

מעשה בחמור

גלעד חפשי, מדידות הנדסיות

אל תצחקו תנו לי לגמור
היה לי ידיד חמור
חרוץ רציני ראשו כפוף
ובעיניו מבט מביש ועצוב

לא עצר בקוצים והתעלם מהצמא
גם כשאת מזונו המעיטו, ללא הפסקה
לבסוף הוא כרע נפל וצלל לתהומות
אין דבר אמרו - חמור אחד פחות!

לא שאל שאלות, לא הירבה לחקור
ובכל שעת צורך מיהר לעזור
הרכיב אנשים משאות נשא
אחרים דיברו והוא עשה

מסקנה - חברים מכל האמור לעיל
לעבוד צריך אבל לא להשתולל
כי אם רק תרצה כל מחיר לשבור
אולי תעבוד הרבה אבל סופך
אבוי יהיה כמו החמור.

בערב הלך אחרון, בבקר בא ראשון
הוא המשיך לעבוד כשכולם הלכו לישון
בימי גשם, סופה, שרב וסערות
טיפס על הרים ושוטט בגאיות

חלוקה

קרילוב (1769-1845)

והחשבון ברור באור-הצהרים!
- לא! - צועקים האחרים!
כיצד? מדוע? לא נסכים!

והקטטה גברה כפלים,
ובוכוח הרועש
נשכח כליל אסון האש...
וכך נספו כולם בלהב ובמיט
עם כל הרכוש אשר בבית.

גם בדברים גדולים יותר
כליה לכלל תהיה נשקפת
אם איש לאיש לא יותר
בפורענות המשותפת -
ויתקוטט על הפרוטה
של תועלתו הפעוטה.

קבוצת פרקמטוטים, אשר באיזה ארח
בעסק משותף צברה ממון של קרח,
ניגשה, בבוא מועד מסכם
לחלוקת רווחי עסקם.

אי חלקה ללא מקוח?
גם באותה קבוצה פרץ מיד וכוח.

פתאום, בעצם התגרה,
קולות מחוץ אותם הבהילו:
דלקה! דלקה! צאו! הצילו
את הבנין והסחורה!

- נרוץ! - שותף אחד קרא:
אחר נגמור חשבונותינו!
- לי המגיע קודם תנו! -
מוען משנהו: לא אזוז
עד אם תתנו לי אלף זוז!
- ולי - צועק השליש:
מגיע עוד אלפים,

* טרח מצא והביא לדפוס ממשלי
קרילוב: גלעד חופשי

תוכנת TR_DXF 2.0 מבית פיתרונים

- הפיתרון לבעיות הפרצלציה!!!

TR_DXF 2.0 מבית פתרונים היא גירסת ההמשך לתוכנה **TR_DXF** שעובדת בהצלחה בעשרות משרדי מדידות ברחבי ישראל. היא חוסכת זמן עבודה יקר ומעניקה למשתמש בה יתרונות משמעותיים, ביניהם:

- זיהוי והגדרת חלקות בצורה אוטומטית מהשרטוט.
- יצירת קבצי הפורמט הקדסטרי החדש של המרכז למיפוי ישראל.
- זיהוי וסימון כל השגיאות בשרטוט.
- זיהוי אוטומטי של סדר הפעולות בשרטוט ויצירת תכנית לצרכי רישום.
- ביצוע כל העבודה בסביבת CAD מתקדמת כגון ה-AutoCAD

פיתרונים
TR

תוכנה שחושבת. נקודה.

ת.ד. 7903 ירושלים 91079, טל' 02-233089
פקס' 02-248589

לקבלת פרטים והזמנת הדגמה, התקשר לטלפון: 02-233089

פּוּרָם

תקן ישראל ISO 9001 (*) למשרדי מודדים מוסמכים

ג'ורג לינדנפלד, מדידות נגב

בנושא הפעלת הנהלים. תוך חודש ימים הכנו 6 (מתוך 20) פרקי הנהלים בתוספת הוראות פנימיות מפורטות לביצוע עבודות כגון: מדידה בשטח; עיבוד נתונים במשרד, עד להכנת המוצר הסופי (בדרך כלל מפה); תזרים תהליך תכנון כבישים (באורך 1.5 מטר); טפסים לכל המטרות, כולל תיעוד שיחות טלפון; תאור תהליך איפוס מאזנת אוטומטית ועוד. דברים שונים ומשונים שאנו חיים איתם יום-יום אך לא מתעדים אותם אלה עושים אותם בצורה אינסטינקטיבית. לאחר קביעת פגישה עם הסוקר (הסוקרת, במקרה שלנו), התברר לנו שאנו רחוקים מאוד מהמטרה, עד כדי כך שכמעט הרמנו ידיים. במקרה נזכרתי שמישהו נתן לי לפני חצי שנה כרטיס ביקור והסביר לי שתמצית עיסוקו הינה לעזור בכתיבת נהלי איכות ISO למעוניינים בכך, דבר שבזמנו נראה לנו עיסוק משונה ביותר כדוגמת ארזית אוויר. בעזרת החומר שהכנו מראש, הצליח היועץ לכתוב ולערוך את כל 20 הפרקים של נהלי האיכות ת"י ISO 9001 במיוחד למשרדנו, (בשיתוף פעולה מלא עם כל הנוגעי בדבר במשרד). התהליך נמשך אצלנו כחצי שנה וכלל 2 מבדקים של היועץ כהדמיה למבדקי מכון התקנים. התוצאה: ביום ד' ה-7 בפברואר 1996, הסתיים המבדק של מכן התקנים ובסיום הודיעה לנו הסוקרת שעברנו את המבדק בהצלחה. עד כמה שידוע לי, אנו המשרד הראשון בארץ שעבר בהצלחה את המבדק בתחום המדידות ובתחום תכנון כבישים. היום אני יכול להציע לכל בעלי המשרדים הגדולים שלא יחכו למשיח ויתחילו במלאכה. נהלי ISO יונהגו בארץ בכל התחומים ועדיף לא לאחר.

יש להניח שהיום כל מודד מוסמך שמע על המושג ת"י ISO 9000, אחדים גם שמעו הרצאה בנושא בכנס שהתקיים בשנה שעברה באילת. לרוב החברים לא היה ברור האם מדובר במין סיבוכי או "צרה נוספת" שיש להתמודד איתה (היות ובמוקדם או במאוחר לקוחות מוסדיים לא יורשו לעבוד אלא רק עם משרדים שהוסמכו ע"י מכון התקנים הישראלי), או שמדובר בנהלי איכות שמטרתם הסופית הינה ניהול תקין של המשרד, שיפור ביצועים, סדר בעבודה, מניעת תקלות והתקשרות מסודרת עם הלקוחות. אני בא היום להעיד שהעבודה עם נהלי האיכות, למרות (או בזכות) הניירת האדירה הכרוכה ביישום נכון של הנהלים הינה, בטווח ארוך, ברכה, ייעול, מניעת טעויות, התקשרות תקינה וחלקה עם לקוחות, שיפור ביצועים ובכלל סוף לאי-סדר ברמה זו או אחרת. אמנם מדובר במה שהישראלי המצוי יגדיר כ"בירוקרטיה" מיותרת: הרי עד היום הסתדרנו בלי זה, "הרשיון שלנו מעוגן בחוק", "אנו מקפידים ועובדים לפי תקנות המודדים", "יש לנו ניסיון" ועוד אלפי תירוצים. אבל, אין לי היום צל של ספק בשני דברים: העבודה לפי נהלי האיכות תשתפר; והעבודה לפי נהלי איכות, למרות עלותה וההסתגלות, תשתלם. לאור ההתנסות שלי, להלן מספר דרישות להשגת ההסמכה:

1. החלטה נחושה של בעל המשרד "ללכת עד הסוף" (מוטיבציה).
2. מעורבות ומחויבות של כל הצוות.
3. נכונות לעמוד בהוצאה לא מבוטלת (**)
4. מינוי עובד לתפקיד מנהל אבטחת האיכות במשרד.
5. התמדה לכל אורך הדרך עד להסמכה והתמדה בשיפור מתמיד לאחר ההסמכה (מדובר למעשה במשימה שלא מסתיימת אף פעם), היות ויש גם מבחנים שנתיים של מכון התקנים לאחר ההסמכה.
6. סבלנות, סובלנות, התאפקות ועד תכונות פסיכולוגיות שתגלו בהמשך.
7. התקשרות עם יועץ מומחה! (לא משתלם אפילו מבחינה כלכלית להתמודד עם הנושא לבד).

משרדנו, המונה 14 עובדים, עוסק בשני תחומים: גאודזיה, תכנון כבישים ועבודות פיתוח. באביב 1995, כאשר התחלתי להתעניין בנושא, שלחתי שני עובדים להרצאות של מכון התקנים. אחד העובדים אף השתתף בשני ימי עיון רצופים

(*) לי לא ברור עדיין האם משרד מודדים צריך לעבוד ע"פ נהלי ת"י ISO 9001 (הארוך ביותר) או מספיק לקבל הסמכה לתקן ת"י ISO 9002. (***) שכר ליועץ חיצוני כ-30,000 ש"ח, עלות עצמית עד לקבלת ההסמכה בין 5,000 ש"ח ל-25,000 ש"ח, בהתאם לגודל המשרד, ועוד אגרות למת"י.



Trimble Navigation

החברה המובילה בתחום ה-GPS,
בעלת מגוון המקלטים הגדול ביותר



GPS גאודטי למדידות מדויקות

* מערכת של שני מקלטי LS 4600 ותכנה במחיר זול שלא נראה כמותו בשוק. מקלט זה הוא חד תדרי ופשוט ביותר להפעלה. הוא מהווה את הבחירה הכלכלית עבור מדידות מהירות במרחקים קצרים.



* מקלט SSi 4000 הוא המקלט הדו-תדרי הטוב ביותר בעולם. הוא מוסיף יכולת למדידות קינמטיות ולמדידות מהירות גם במרחקים קצרים ומגדיל את אמינות המדידות.

GPS ל GIS



* לחברת TRIMBLE קו מוצרים שלם הנועד להתממשק למערכות מידע גיאוגרפיות. קו זה כולל מקלטי GPS ותכנות המדידות הן בשיוק של 1 עד 5 מטר ומאפשרות לאסוף נתונים נוספים לבסיס הנתונים. תכנות העיבוד מאפשרות לתרגם את הפלט לכל הפורמטים הסטנדרטיים של GIS כמו למשל פורמט DXF של AUTOCAD.

GPS לניווט



* ה-SCOUT הוא מקלט זול בגודל כף היד שיאפשר לך התמצאות מהירה בשטח.

תמיכה מלאה משלב הרכישה ולווי בעבודה.
מעבדת שרות מקומית

ה'פר טק', השלוח 8 קריית מטלון פ"ת. טל': 03-9243352/4/6/7 פקס: 03-9243385

ASHTECH

ה GPS

היחיד שהוכיח את עצמו

מקלט Z-12

הוכיח מהימנות ודיוק

המקלט שנותן דיוק של מ"מ

במדידה מהירה מאפשר לך למדוד

בקינמטי ובמדידה מהירה

הניסיון הרב שצברנו במשך 6 שנים

מאפשר לנו לאמן את

צוות ה - GPS

של משרדך לפני קבלת המכשירים.

להזמנת מכשירי GPS ועבודות GPS מדויקות

פנה לגשם אספקה טכנית בע"מ

טל': 03-55999388 פקס: 03-5599965



אהוד אנגל

מכשירי מדידה והנדסה בע"מ
נציגים בלעדיים של Pantax

"טוטל סטיישן"
אלקטרוני - מבחר דגמים

הדגם החדש ATS

מערכת הפעלה DOS (מחשב)

* עם כרטיס זיכרון 1 מגה,

תצוגה אלפא-נומרית.

* החלפה נוחה של כרטיס התוכנה.

* אפשרות לשלט רחוק לקבלת

מקלדת נפרדת אלפא-נומרית מלאה.

סדרת PTS-V

המכשיר הידידותי ביותר.

13 תוכניות בגישה ישירה בתוך המכשיר.

SC-5

הקלטת העמידה ביותר.

צג 8 שורות, מקלדת מלאה.

אפשרות לשינויים בתוכנה, פשטות הפעלה.

מהירות עבודה גבוהה.

התקנה באתר הלקוח, התאמה לתוכנות

הנפוצות. מעבדת שרות גדולה ומשוכללת.

כל סוגי הליזרים למדידה וסמון של AGL

בקרוב GPS.

אהוד אנגל - קרליבך 7 (בסמטה), ת"א

טל': 03-5622176, 5615442

פקס: 03-5611387



לזכרם

אלי בר-נתן ז"ל

ב-15.12.1995 נפטר ידידנו היקר אלי בן-נתן, מודד מוסמך. אלי נולד באוסטריה בשנת 1923. הגיע לארץ במסגרת עליית הנוער, היה חבר קיבוץ, שרת בצבא הבריטי ולקח חלק במלחמת השחרור. לאחר סיום לימודיו בבי"ס הגבוה למדידות עבד במגוון עבודות: היה מודד מכרה תמנע, ועבד בחיפושי נפט בים המלח. במלחמת סיני נפצע וחזר לחזית. לאחר מכן המשיך לעבוד במקצוע בניגריה, במינהל מקרקעי ישראל בבאר שבע ובמדידות תת-ימיות בנמל אשדוד. במלחמת ששת הימים היה מ.מ. בחיל הנדסה ובציר רפיח עלה על מוקש ונפצע. גויס גם במלחמת יום הכיפורים ושרת שנתיים בצבא קבע כקב"ט בגן יבנה. בשנים האחרונות, משרדו היה בביתו. אלי היה אדם רב תחביבים. בין תחביביו: קריאה, אסטרונומיה, מיתולוגיה והיסטוריה מצד אחד; רכיבה על אופניים, ציליה, צילום, נגרות וצייד, מצד שני. יהי זכרו ברוך.

פרופ' בנימין שמוטר ז"ל

קרון להנצחת שמו של פרופ' בנימין שמוטר ז"ל

בינואר 1995 נפטר באופן פתאומי ללא עת, בכיר הגיאודטים בארץ, פרופ' בנימין שמוטר – איש הטכניון מורה ומדען בקנה מידה בינלאומי. הוקמה קרון בטכניון להנצחת שמו – והתקנון שלה רשום בהמשך. הסכום שנאסף עד מרץ 1996 הוא כ-74,000 ש"ח – וייעוד פרותיו לשנת תשנ"ו הוא פרס לסטודנט מצטיין אחד במקצוע "היטלים גיאודטיים", בטכניון. כל תרומה לקרון מוכרת לצרכי מס הכנסה.

תקנון הקרון (מעודכן, 23.10.95)


- א. הוקמה קרון להנצחת שמו של פרופ' בנימין שמוטר ז"ל, באמצעות גיוס תרומות מבודדים וממוסדות בישראל – ושמה "קרון על שם פרופ' בנימין שמוטר ז"ל".
- ב. הקרון הינה קרון צמיתה – והיא מנוהלת בטכניון, בהתאם למדיניות ההשקעות של הטכניון, באמצעות "אגודת דורשי הטכניון".
- ג. מידי שנה יחולקו פירות הקרון לאחד או יותר מן היעדים המפורטים בסעיף ד'.
- ד. יעדי הקרון הינם: פרסים ומענקי מחקר למרצים ולסטודנטים מצטיינים בשטח הגיאודזיה בפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון (רוב הסכום; ראה סעיף ה'). סיוע בפרסום מאמרים מדעיים של חוקרים בגיאודזיה, וסיוע בארגון ימי עיון וכנסים בנושאי גיאודזיה – במסגרת הפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון.
- ה. הקרון תנוהל על ידי וועדה בהרכב שני נציגים לפקולטה להנדסה אזרחית, שני נציגים למשפחה, ושני נציגים לאגודת המודדים המוסמכים בישראל. וועדה זו תקבע מידי שנה את הייעוד הספציפי של פירות הקרון באותה שנה – בהתניה שרוב הסכום יוקצה לפרסים ולמענקי מחקר (ראה סעיף ד'). במידה והוועדה לא תיקבע ייעוד שנתי ספציפי לפירות הקרון, עד ה-1 בנובמבר באותה שנה – יועדו כל פירות הקרון בשנה זו לפרס לסטודנט מצטיין (בהסמכה) במקצוע "היטלים גיאודטיים".
- ו. טקס חלוקת הפרסים ומענקי המחקר ע"ש פרופ' בנימין שמוטר ז"ל ייערך מידי שנה, במסגרת הטקס בפקולטה להנדסה אזרחית. במידה והוועדה תיעד חלק מפירות הקרון לאפיקים האחרים (ראה סעיף ד') – יונצח שמו של פרופ' בנימין שמוטר ז"ל בהתאם.



גטניו את נחמיאס
מודדים מוסמכים בע"מ

גטניו ברני
מודד מוסמך

רח' הצירה 14
רמת-גן 52521
טל. 03-5759681
פקס. 03-7516356



לזר ב.י. מדידות הנדסיות בע"מ
מדידות לצרכי רשום

בן-ציון לזר מהנדס גאודט ומודד מוסמך
ירון לזר מודד מוסמך

רח' תל חי 6 נתניה, 42403
טל. 09-828151 פקס. 09-624674


החברה לפוטוגרמטריה והנדסה בע"מ
מיפוי מערכת ממוחשב, מיפי דיגיטלי, מדידות
דיגיטציה - אוטוקאד, איסוף GIS



מודד מוסמך ופוטוגרמטר
דורון כהן
מנהל

זאב כהן
שמאי מקרקעין, מהנדס אזרחי,
מהנדס גיאודט, מודד מוסמך

רחוב מוזיר 9, ת"א 62961
טלפון: 05469111, 03-6051262 פקס: 03-6046146 פלאפון: 050-239335



דוֹתָן אֶת קוֹפְרָמָן
מודדים מוסמכים

נתן דותן
מנחם קופרמן (קופי)

ירושלים: רח' יפו 214, טלפונים: 02-380951, 02-381221
תל-אביב: רח' עמינדב 23, טל': 03-5614421 פקס: 03-5623856


משרד למדידות • תכנון הנדסי • שמאות מקרקעין • ניהול נכסים



יעקב זייד
מודד מוסמך

המשרד מבלט עבודות בכל הארץ

חיפה, טל.: 04-8224324 פקס: 04-8224344 תל-אביב, טל.: 03-6966667 פקס: 03-6917495



מרקוביץ ראול מודד מוסמך
(רשיון 441)

יהודה הלוי 34, רחובות, מיקוד 76534
טל.: 9350649, 08-9350648 פקס: 08-9416842

למה...
יכול להיות הכרטיס שלך..

אגודת המודדים בישראל

ת.ד. 17042, תל-אביב 61170