

אמצעי-ניווט לשדה הקרב העתידי

מהנדס איוון ק'

הרוחות והגלים ניצבים תמיד לצדם של הנוטים המוכשרים ביותר" — כתב אדוארד גיבון, מחבר הספר הנודע "עלייתה ונפילתה של האימפריה הרומית".

בהכללה רחבה יותר יפה קביעה זו לא רק לגבי הניווט בים, אלא לגבי כל ניווט שהוא. אי אפשר להמעיט בחשיבותו של הניווט המדויק בשדה הקרב המודרני. המינוע, המיכון והשריון הביאו ליצירת צבאות ניידיים, "המכ"סים" במהירות טווחי פעולה ארוכים. שדה הקרב אפוף ב"ערפל קרב", המורכב הן מלחץ פסיכולוגי המופעל על כל מי שנוטל בו חלק, והן ממכשולים פיסיים — עשן, אבק, אש או חשיכה. תנאים אלה מקשים על ההזדהות, ומגבירים את האפשרות לטעויות ניווט, העלולות לשים-לאל כל תכנית מבצעית, ותהיה זו מתוככמת ככל שתהיה.

חשיבות מיוחדת נודעת לניווט לגבי יחידות חת"ם. הללו זקוקות להזדהות עצמית מדויקת ככל האפשר, כדי שתוכלנה לחשב נתוני-ירי. טעות גסה בהזדהות עלולה לבטל את כל היתרונות שבשיפור נתוני-הירייה בעזרת אש מחושבת.¹ כיוון ההתפתחות בעולם הוא, שמערכת הירי בחת"ם שואפת כיום לשכלול מרבי — כאשר הדרג הקדמי, כלומר הקת"קים, מודדים את מטרותיהם בעזרת מדי-טווח לייזר, ומעבירים נתונים למחשבי הירי שבסוללות. אין טעם בקיום מערכת זו, אם נקודת המוצא הבסיסית, קרי נ"צ הסוללה, מוטעית. הדוגמה לגבי החת"ם היא רק אחת מני רבות. באותה מידה נודעת חשיבות עליונה לדיוק בניווט עבור יחידות סיור, שריון, מובילי שיירות אספקה — ובעצם עבור מי לא.

שיטות ניווט

ראשית הניווט בים, ומכאן גם מקורו של המונח Navigation, שיסודו בשילוב שבין "אנייה" (Navis) לבין "ניהוג" (Agere). לצורך הימאות פותחו אמצעי עזר כסקסטנט וכרונומטר, המתבססים על מדירות אסטרונומיות. במאה ה-20 שופרו אמצעי הניווט, תוך שימוש במצפן גירוסקופי, בשידור אותות זמן ברדיו, במגלי

1. כלומר — נתוני ירי המביאים בחשבון גורמים המסיטים את הפגז ממסלולו, כמו נתונים מטאורולוגיים, מהירות לוע וכדומה.

כיוון אלקטרומגנטיים, במכ"ם וכדומה. שיטת הניווט המקובלת כיום בכוחות היבשה הינה לעומת זאת, קונבנציונלית לחלוטין. הניווט הרגלי ממשיך להתבסס על מרחק (מדוד בצעדים כפולים) ועל מדידת כיוון במצפן, ואילו הניווט הרכוב מתבסס על מדידת האנז' של הרכב ועל מצפן. ברור ששיטות אלו מותרות "מרחב תימרון" רב לכשרונו (או אי-כשרונו) של המנווט, והן מהוות מקור לאי-סוף טעויות. במיוחד קשה ניווט מעין זה בשטחים פתוחים ומשוללים ציוני-נוף מובהקים, כמו מדבריות. לשיטת ניווט זו מגבלות נוספות:

א. איטיות.
ב. כורח לרדת מהרכב ולמדוד כיוון מן הקרקע, אילוץ ההופך את הניווט למטרד ולגורם מעכב, ותחת אש אויב — אף למעשה מסוכן.

ג. קיומם של אזורים רבים בהם קיימים תנאים פיסיים הגורמים לסטייה גדולה בין צפון המצפן לבין הצפון המגנטי האמיתי. לדוגמה: ברמת הגולן עלולה להתפתח סטייה של 20 מעלות (!), בגלל ריכוזי מאסות של סלעים מגנטיים, דבר המבטל מעשית את השימוש במצפן המגנטי. ד. קושי ביישומה של השיטה מתוך רק"ם, במיוחד טנקים. המנווט חייב להתנתק מאמצעי הקשר ומהמחסה שבטנק, ו"קצב השריון" מואט במידה ניכרת.

בשל מגבלות אלה אומץ, במקרים רבים, הפתרון של הקמת יחידות-סיור מיוחדות, שתפקידן לנווט כוחות. אבל יחידות אלה, המצוידות במקרים רבים בגיפים, עלולות להיפגע מהר מאוד, בשל היותן מטרות רכות. כמו כן יש לציין, שלעתים מפעילים מפקדים את יחידות הסיור גם לתפקידים להם לא יועדו (כלחימה), ואז מתהווה מצב בעייתי בו נאלצות היחידות, שהורגלו "להימשך" לעבר יעדיהן על ידי גורמי הסיור והניווט, לנווט בעצמן.

פתרונות אפשריים

הפתרון לבעיית הניווט נמצא בפיתוחה של מערכת ניווט לרכב, המסוגלת לתפקד מתוך הרכב ותוך כדי נסיעה. מערכת כזו יכולה לבטל את שגיאת האדם, ולספק נ"צ וכיוון מדויקים "בזמן אמיתי". פיתוחה של מערכת מעין זו יכול

להיעשות בשני אופנים: באמצעי רדיו או על ידי מערכות עצמאיות.

המערכות המתבססות על אמצעים אלחוטיים נזקקות לתחנות שידור (לוויינים או אנטנות גדולות), כאשר על הרכב עצמו מותקן רק מקלט (שמחירו — 20 אלף דולר). בשיטה זו ניתן להגיע לדיוק של 200-500 מטר. חסרונה של המערכת הוא בכך שניתן לשבש את שידורי האותות, ובכך לבטל את ערכה. עם סוג מערכות זה נמנית, לדוגמה, מערכת ה"לוראן".²

המערכות העצמאיות מתבססות על קלט (Input) מתמיד של נתונים, המתקבלים במסגרת הרכב עצמו. שיטת הניווט העקרונית בנויה סביב ידיעת כיוון הנסיעה של הרכב ומרחק הנסיעה. בעזרת נתונים אלה מערכת המערכת את המיקום באופן שוטף. מרחק הנסיעה מתקבל באמצעות שתי שיטות:

א. סיבובי הגלגלים/זחלים (בדומה למד-אנז').
ב. מדידת-אוצה אינרציאלית. בעזרת אינטגרציה של התאוצה מקבלים מהירות, ועל ידי אינטגרציה נוספת — מרחק.

השיטה השנייה היא המסובכת והיקרה מבין השתיים (במסגרתה נע מחירו של רכב בודד בין 200-400 אלף דולר). בשיטה זו ניתן להגיע לדיוק של 10-30 מטר בכל מרחק נסיעה שהוא.

מערכות מסוג זה עדיין אינן בשימוש מבצעי, אם כי ידוע על שלוש מערכות הנמצאות בפיתוח במערב: מערכת מתוצרת "ליטון" (Litton) בארה"ב, מערכת "פרנטי" (Ferranti) באנגליה, ומערכת "פאדס" (Pads) מתוצרת מפעל תמ"ם (תעשיות מכשירים מדויקים) של התעשייה האווירית בישראל.

בשיטה הראשונה מודדים כיוון באמצעות מצפן מגנטי (Flux Valve) או גירוסקופי, ומרחק — באמצעות מד-אנז'. מערכות אלה זולות אמנם בהרבה מהמערכות האמורות (מחירן נע בין 30-80 אלף דולר), אבל נופלות מהן בדיוק.

לאחר 50 ק"מ נסיעה נע הדיוק המתקבל ממערכת המבוססת על גירוסקופ בין 100-500 מ', ודיוק מערכת שביסודה מצפן מגנטי — בין 1,000-3,000 מ'. נוסף על חוסר הדיוק הגדול יותר יש למצפן המגנטי חסרון נוסף: באזורים מסוימים הוא מושפע מהפרעות מקומיות של

2. ראה "מערכות" 260, עמ' 16-17.

השרה המגנטי של כדור הארץ. אם רוצים להתקינו על טנק יש לקבוע מוט הגבהה שירחיק את המצפן ממאסת הטנק. בעקבות זאת מוגבהת למעשה צללית הטנק, שינוי העלול לגרום לגילוי המוקדם בשדה הקרב.

מערכות ניווט כאלה פותחו בעבר (כגון ה"אורוגרף" בסוף שנות ה-50), וכיום עוסקים בייצורן בכמה מדינות. כך, לדוגמא, ישנן מערכות המבוססות על מצפן מגנטי מתוצרת חברת "בופורס" (Bofors) השוודית ו-"אביאיישן-אלקטריק" (Aviation Electric) הקנדי, ומערכות המבוססות על גירוסקופ מתוצרת "טלדיקס" (Teldix) ו-"בי.גי.טי".

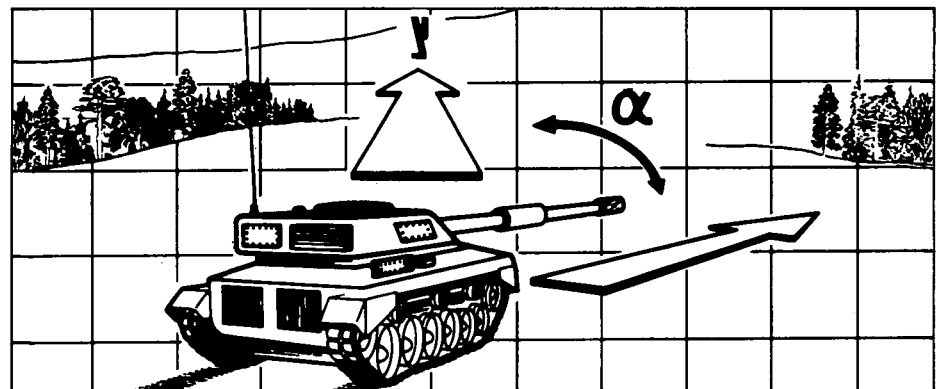
(B.G.T.) הגרמניות. כמו כן נמצאות בשימוש מערכות ניווט רוסיות, המאופיינות במבנה מגושם ובחוסר דיוק.

מערכת ניווט LANS מתוצרת ישראל
מפעל תמ"ם של התעשייה האווירית פיתח מערכת ניווט לרכב המבוססת על מצפן גירוסקופי ומדידת מרחק על ידי התחברות למד-אויץ של הרכב. מערכת זו נקראת "מערכת ניווט יבשתית" (LANS — Land Navigation System). היא מיועדת להתקנה ברכב/רק"ם, ומאופיינת בפשטות, במחיר נמוך (30-45 אלף דולר) ובביצועים טובים יותר, יחסית, משל המערכות המקבילות שצוינו לעיל. הודות לשימוש בגירוסקופ אינרציאלי מגיע דיוקה של המערכת לכדי 100-150 מ' לאחר נסיעה בת 50 ק"מ. כמו כן מסוגלת המערכת למצוא כיוון עצמי לצפון ללא עזרים חיצוניים. מערכת זו עולה על האחרות אף בכך, שהגירוסקופ משמש אותה הן לניווט והן למציאת הצפון.

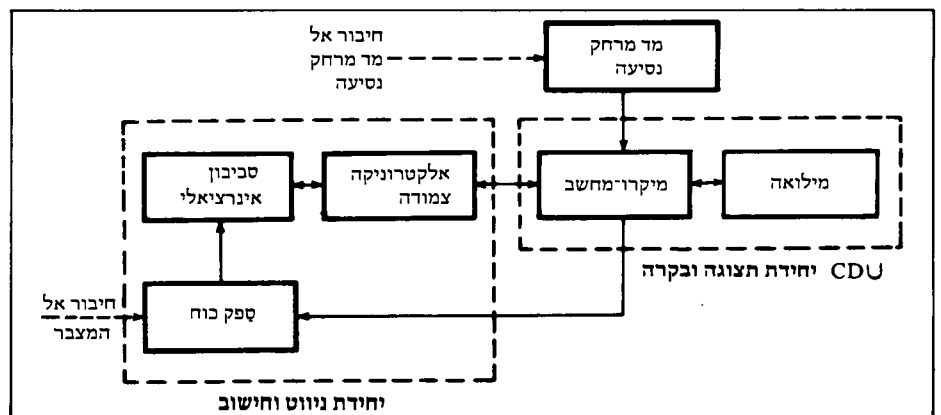
המערכת כוללת שלוש תיבות:
א. מצפן גירוסקופי — ממנו ישנה יציאה לקבלת אוימוט.
ב. יחידת תצוגה — המכילה את מחשב הניווט.
ג. יחידת מדידת מרחק (על הכבל של המד-אויץ).
עקרון פעולתה של המערכת הוא כדלהלן: בשלב ראשון מכניסים נ"צ התחלתי מהמפה. כל פרק זמן קבוע נספרים הסיבובים של כבל המד-אויץ ומתורגמים למטרים. מרחק זה מפורק לרכיב צפון ולרכיב מזרח (דהיינו — לקור-דינטות צפוניות ומזרחיות) על ידי שימוש בזווית האוימוט מהמצפן הגירוסקופי. ההפרשים מתוספים לנ"צ ההתחלתי או מופחתים ממנו, וכך מתקבל נ"צ חדש. בצורה זו ניתן לקבל בכל רגע ורגע מידע עדכני על מיקום הרכב. במרכיבי המערכת ניתן לבצע שימושים נוספים, כמו הוצאת אוימוט לצורך מדידה או הצבת מכשירים אופטיים. את המערכת ניתן להתקין בכל רכב או רק"ם, ואף להתאימה למסוקים ולספינות קטנות. ביישומה לצרכי קת"קים (קציני תצפית קרמיים), ניתן לקשור במהירות את הקת"ק, עמדת הירי והמטרה ברשת מדידות משותפת. שילוב של קת"ק, המזהה עצמו במדויק בעזרת המערכת, המודד אוימוט למטרה בעזרת מערכת ניווט, וטווח עם מחשבי ירי בסוללה — עשוי להבטיח פגיעה במטרה בכדור שני. קיימת אפשרות שבעתיד ניתן יהיה לחבר למערכת צג של מפה בקנ"מ 1:50,000 או פחות מכך, דבר שיחסוך את הצורך להעלות את הנ"צ באופן ידני על המפה בעת נסיעה.

סיכום

מערכת ה-LANS של תמ"ם מייצגת פתרון אפשרי לבעיות הניווט בשדה הקרב של העתיד. התקנת מערכת מעין זו ברכ"ם תשחרר את המפקדים מבעיית הניווט, ותשפר את יכולתה של הארטילריה לספק אש סיוע מהירה ומדויקת. בהתחשב באילוצים הרבים שיופעלו על הלוחמים בשדה הקרב המודרני, אין ספק שלפתרון בעיית הניווט תהיה השפעה ישירה על יעילות הכוחות בקרב.



עקרון הפעולה הכללי של מערכת ה"לנס" לניווט יבשתי המאפשרת ניווט רכב ורק"ם ביחס לצפון



מערכת "לנס" — תיאור כללי

” אין לך דבר קשה יותר מיצירת חייל
ממדרגה ראשונה, וככל שהמדע
ואמנות המלחמה נעשים מורכבים יותר
נכונה יותר האמת הזאת **”**

ארתור בריאנט

שער חמישי:

כוח אדם -
הכשרה ומיצוי
הפוטנציאל