# מערכת הייחוס בכתב התנועה אשכול-וכמן (המערכת המתווה)

נועה אשכול וג'ון האריס

עברית: מיכל שושני

**תמצית**

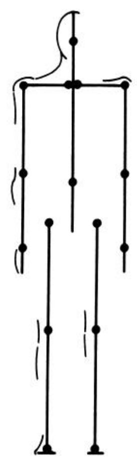
מוצעת כאן סקירה של מבנה מערכת היחוס של כתב התנועה אשכול-וכמן. בשל קוצר המקום אי אפשר להדגים כיצד מושג זה מיושם במגוון התנועות של גופים אנושיים אמיתיים, לכן העיסוק יהיה בהבטים גאומטריים בלבד של המערכת.

**מבוא**

כתב התנועה אשכול-וכמן (EWMN) הוא כתב תנועה ולא בהכרח כתב ריקוד. פירושו של דבר הוא, שאיננו נשענים על מונחי המחול המקובלים ואיננו חושבים במושגים אלה. ניתן היה, ללא ספק, להציע שיטה פחות או יותר לוגית המתבססת על מוסכמות מתחום המחול, אולם למטרה שלנו – ניתוח תנועה – נמנענו במתכוון לחשוב באמצעות אוצר המילים המקובל, ומילים כמו 'כפיפה', 'מתיחה', 'כיווץ', 'התקדמות' והדומות להן, נדחו לשלב מאוחר יותר. במקום אלו בחרנו במונחים אבסטרקטיים, במטרה להקיף את כל הפעולות ותנועות השלד של גוף האדם. במאמר זה נעסוק רק בהיבטים הגאומטריים הטהורים של מערכת הייחוס בכתב התנועה אשכול-וכמן (המערכת המתווה). לכן נעזוב, לפי שעה, את הבעיות הפרקטיות של השימוש בכתב, ונסביר את המודל האבסטרקטי, כך שנוכל לשוב דרך פתח זה אל תחום התנועה האנושית ולראות באיזו מידה של קירוב מתאימה המסגרת האבסטרקטית למציאות התנועתית.

**מערכת הייחוס – כדור התנועה**

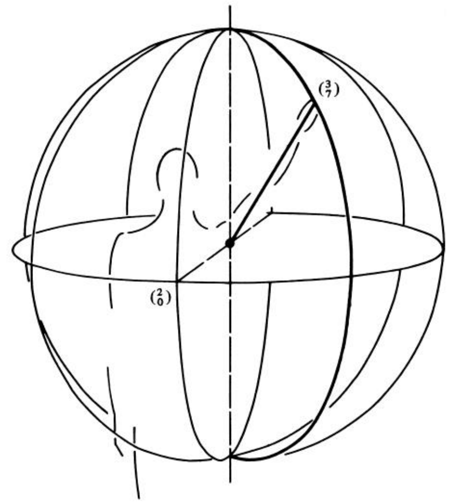
כתב התנועה אשכול- וכמן (EWMN) עוצב על מנת לבטא את היחסים ושינוי היחסים בין אברי הגוף ואינפורמציה העשויה להיגזר מכך. איבר הוא כל חלק בגוף (פרק) הנמצא בין שני מפרקים או שיש לו מפרק וקצה חופשי. האיברים מדומים לקווים ישרים. בניתוח התנועות אנחנו מתייחסים לגוף כאל מערכת של צירים הקשורים זה לזה באמצעות מפרקים (ציור 1.).



*ציור 1. הגוף כמערכת של צירים*

מערכת הייחוס שכתב התנועה אשכול-וכמן עושה בה שימוש היא כדורית:

כל התנועות של ציר יחיד, בעל אורך קבוע, החופשי לנוע בקצה אחד, תחומות בתוך כדור. הקצה החופשי של האיבר יתווה תמיד מסלול קשתי על המעטפת של כדור זה. כל איבר בגוף יכול להיחשב כציר כזה.



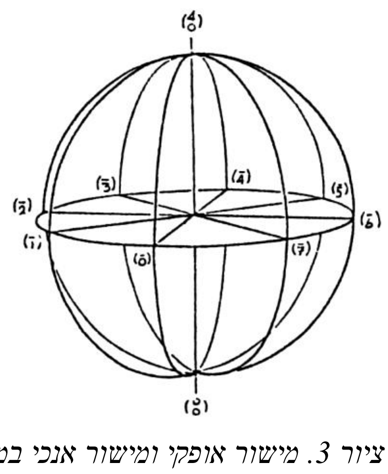
*ציור 2. מערכת הייחוס (המערכת המתווה) היא כדור*

העקומות הנוצרות בדרך זו על פני הכדור תהיינה מעגלים או חלקי מעגלים, השונים זה מזה בגודלם ובמיקומם. על מנת להגדיר אותם אנו מצמידים לכדור רשת קואורדינאטות:

'קו המשווה' של כדור התנועה, המקביל לקרקע, נקרא **המישור האופקי**. כיוון אחד על גבי המישור האופקי נבחר לשמש כנקודת מוצא לכל הכיול. כיוון זה נקרא **אפס אבסולוטי**.

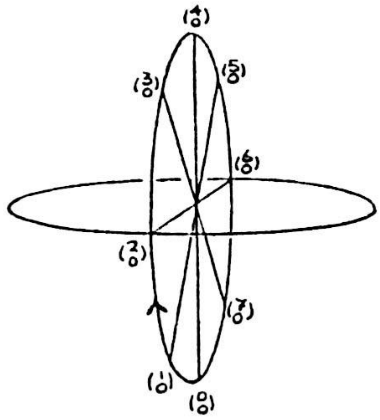
מחלוקת המישור האופקי לאינטרוולים של 45 מעלות, , מתקבלים שמונה כיוונים. הם נספרים, החל מהאפס האבסולוטי, עם כיוון השעון, כאשר מסתכלים על המישור האופקי מלמעלה. זוהי החלוקה השכיחה ביותר. אפשר לבחור ביחידת חלוקה שונה ולהצהיר עליה בקיצור 1 = 45 מעלות, 1 = 30 מעלות, 1 = 5 מעלות, או כל חלוקה אחרת, בהתאם לצורך. (כדאי לציין שהבדלים של מעלה אחת בתנועת גוף האדם אינם ניתנים לתפישה, וייעשה בהם שימוש רק בהקשר של מחשבים או מכשירים מדויקים אחרים).

את המישורים הניצבים למישור האופקי אנו מכנים **מישורים אנכיים**. הם ניתנים לזיהוי כיוון שהם מצטלבים עם כיוונים שהתקבלו מחלוקת המישור האופקי: כל אחד מהם מקבל את שמו של אחד משני הכיוונים האופקיים אותם הוא חותך. הקו שעמו כל המישורים האנכיים נפגשים הוא הציר האנכי של הכדור(ראה ציור 3. וטבלה 1).

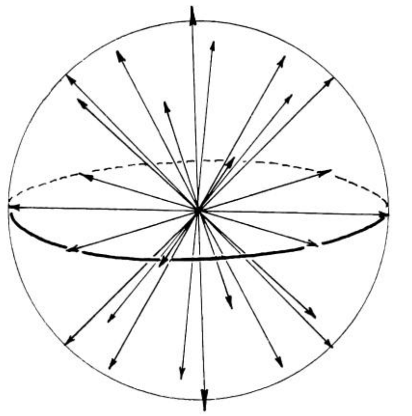


*ציור 3. מישור אופקי ומישור אנכי במערכת המחולקת ל-45 מעלות*

המישור האנכי נחלק באותה אמת מידה לפיה נחלק המישור האופקי. האפס האבסולוטי האנכי נקבע בקוטב הנמוך ביותר, 'הדרומי', של המעגל ושאר הכיוונים נספרים כלפי מעלה, בהתאם לכיוון על גבי המישור האופקי שנותן לו את 'ספרת הזיהוי' – כפי שמראה ציור 4.



*ציור 4. מישור אנכי, מחולק ל 45 מעלות*



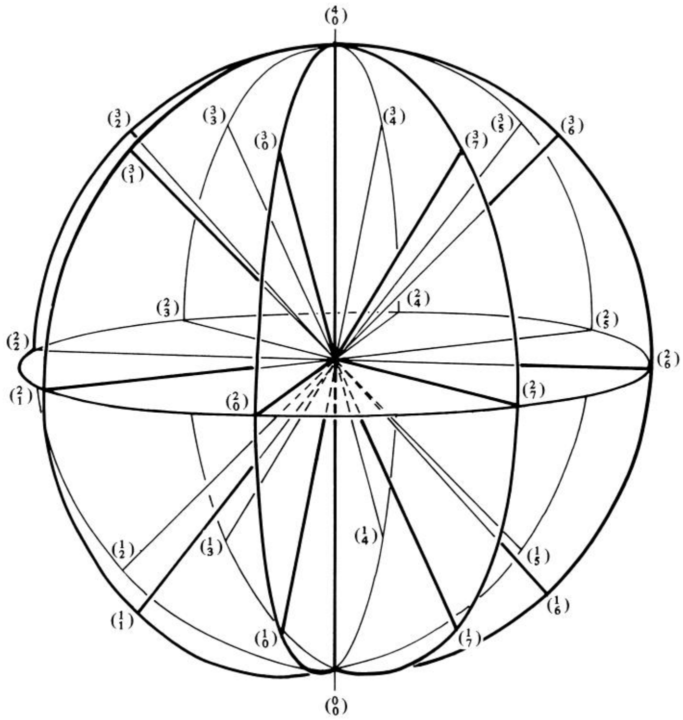
*ציור 5. הפוזיציות בסקלה 1 = 45 מעלות*

כל עמדה (להלן – פוזיציה) של הציר הנע, היוצא ממרכזו של כדור התנועה שלו (ציור 5), ניתנת עתה להגדרה ע"י ציון: (1) המרכיב האופקי - הספרה המסמנת את שם המישור בו היא נמצאת. (2) המרכיב האנכי - הספרה המציינת את מידת ריחוקו מהאפס האבסולוטי האנכי. שתי הספרות נרשמות בתוך סוגרים – המרכיב האופקי מתחת למרכיב האנכי, כך:

v – אנכי (vertical)<br>
h – אופקי (horizontal) $\binom{v}{h}$

לדוגמא: $\binom{2}{0}$

בסקאלה של 1 = 45 מעלות אפשר לבטא עשרים ושש פוזיציות לכל אחד מאברי הגוף (ציור 6).




*ציור 6. המערכת המתווה בסקלה של 1 = 45 מעלות*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\binom{0}{-}$ | | | |
| $\binom{1}{0}=\binom{7}{4}$ | $\binom{1}{1}=\binom{7}{5}$ | $\binom{1}{2}=\binom{7}{6}$ | $\binom{1}{3}=\binom{7}{7}$ |
| $\binom{2}{0}=\binom{6}{4}$ | $\binom{2}{1}=\binom{6}{5}$ | $\binom{2}{2}=\binom{6}{6}$ | $\binom{2}{3}=\binom{6}{7}$ |
| $\binom{3}{0}=\binom{5}{4}$ | $\binom{3}{1}=\binom{5}{5}$ | $\binom{3}{2}=\binom{5}{6}$ | $\binom{3}{3}=\binom{5}{7}$ |
| $\binom{4}{-}$ | | | |
| $\binom{5}{0}=\binom{3}{4}$ | $\binom{5}{1}=\binom{3}{5}$ | $\binom{5}{2}=\binom{3}{6}$ | $\binom{5}{3}=\binom{3}{7}$ |
| $\binom{6}{0}=\binom{2}{4}$ | $\binom{6}{1}=\binom{2}{5}$ | $\binom{6}{2}=\binom{2}{6}$ | $\binom{6}{3}=\binom{2}{7}$ |
| $\binom{7}{0}=\binom{1}{4}$ | $\binom{7}{1}=\binom{1}{5}$ | $\binom{7}{2}=\binom{1}{6}$ | $\binom{7}{3}=\binom{1}{7}$ |

*טבלה 1. הטבלה מראה את 26 הפוזיציות (בסולם של 1 = 45 מעלות), כל אחת מהן מבוטאת בשתי דרכים אפשריות.*

אם קנה המידה לחלוקת המעגל יהיה קטן יותר, מספרן של הפוזיציות הניתנות להגדרה במערכת המתווה יגדל. לדוגמא, בסולם של 1 = 30 מעלות אפשר להגדיר במערכת המתווה שישים ושתים פוזיציות.

יחידת המידה באמצעותה נבנית המערכת המתווה נבחרת בהתאם לנתוני התנועה אותם צריך לנתח. לתנועת גוף האדם - יחידה גדולה מ- 45 מעלות אינה סבירה. אולם תהיה אשר תהיה יחידת החלוקה הנבחרת, היא תמיד מכילה שתי רשתות חלוקה דקות יותר, המוגדרות באמצעות שלושה סימנים:

\+   פירושו - שליש מיחידת החלוקה הנתונה.

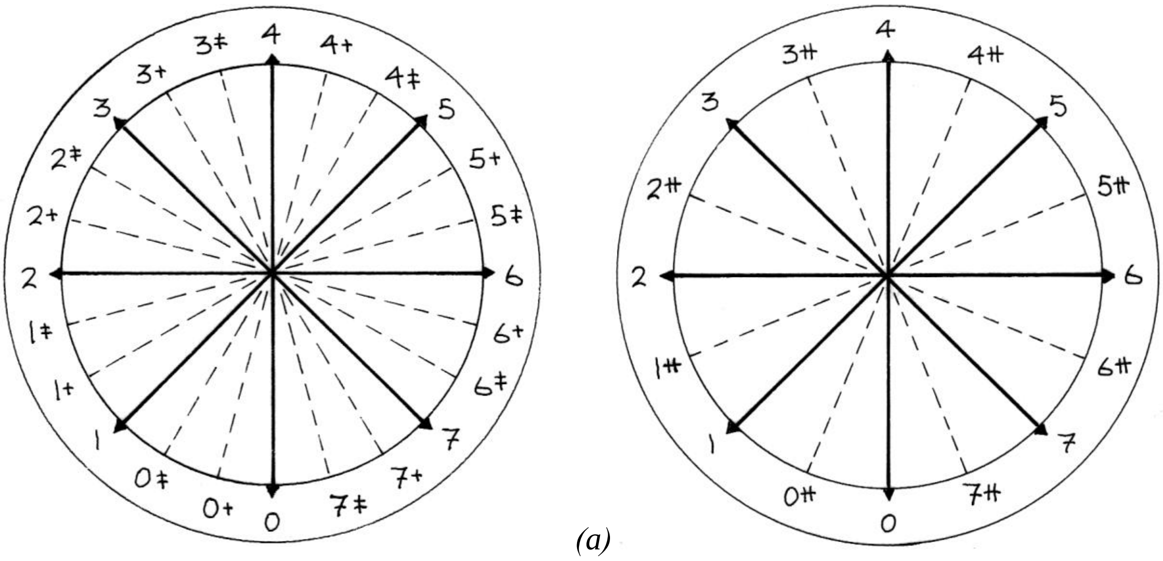
⧺   פירושו - מחצית מיחידת החלוקה הנתונה.

ǂ   פירושו - שני שליש מיחידת החלוקה הנתונה.

לדוגמא, בסולם של 1 = 45 מעלות הסימן + מציין 15 מעלות, הסימן ⧺ מציין 22.5 מעלות והסימן ǂ מציין 30 מעלות. כך ניתן לבטא פוזיציות שבדרך אחרת ניתן היה להגיע אליהן רק על ידי מערכת בקנה מידה של 1 = 15 מעלות ובקנה מידה של 1 = 22.5 מעלות.

שוב, בקנה מידה של 1 = 30 מעלות, הסימן + מסמן 10 מעלות, הסימן ⧺ מסמן 15 מעלות ו הסימן ǂ מסמן 20 מעלות. הסיבה להעדפת סימנים אלה על פני שברי מספרים הוא הרצון להקל בקריאה.

ביחד עם שלושה סימנים אלה, ניתן לבטא ארבע מאות שמונים ושתים פוזיציות במערכת הייחוס הסטנדרטית. ציור 7. מדגים זאת: בציור 7(a) ערך הביניים הוא חצי מערכה של יחידת החלוקה ובציור 7(b) ערכי הביניים- הם שליש ושני שלישים מערך היחידה הנתונה.




(b) (a)

*ציור 7. יחידות ביניים בסולם של 1 = 45 מעלות.*

סימנים אלה אפשר להצמיד לכל אחד ממרכיבי הפוזיציה: למרכיב האופקי, למרכיב האנכי או לשניהם. כמו כן אפשר להשתמש בהם לציון כמות תנועה (מידת גודל של תנועה המבוטאת כאינטרוול זוויתי, בלי להתחשב במיקומה המרחבי).

הערה: אפשר לעשות אנאלוגיה בין סימנים אלה לדיאז ולבמול בכתב המוסיקה.

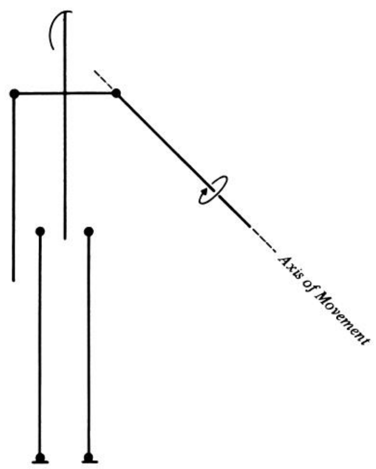
**ציר תנועה, זווית תנועה, סוג תנועה**

הפוזיציות מוגדרות על ידי זיהוין עם קואורדינאטות במערכת המתווה. תנועות האברים, כלומר – שינוי היחסים ביניהם - מוגדרות , ממוקמות ונמדדות אף הן ביחס למערכת מתווה זו:

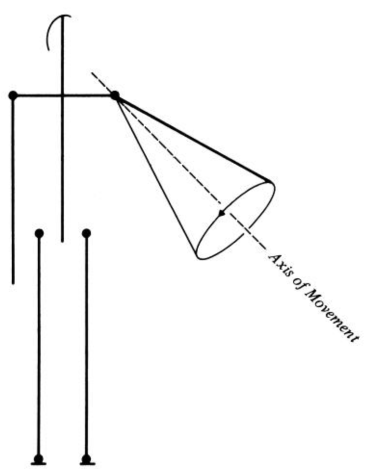
'יחידת' התנועה הפשוטה ביותר לאבר אחד הוא מעגל. כאשר האיבר משרטט מעגל, עובר קו דמיוני דרך מרכזו של כל מעגל כזה, ניצב למישור אותו הוא מקיף. קו דמיוני זה אמור להיות הציר שסביבו נע האיבר. ציר תנועה זה (AXM) יוצא מהמפרק ממנו יוצא גם ציר האיבר הנע, כלומר - ממרכזה של מערכת הייחוס הפרטית של איבר זה.

היות שציר התנועה יוצא מהפרק של האיבר הנע, אפשר להגדיר את הפוזיציה שלו ביחס למערכת הייחוס שמרכזה הוא במפרק זה: מכל פוזיציה נתונה יכול האיבר לנוע סביב כל ציר תנועה שמוגדר על ידי מערכת ייחוס זו.

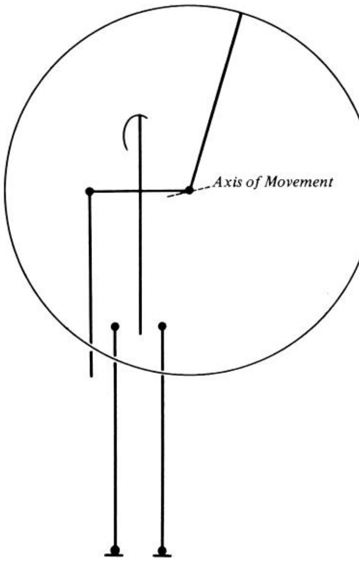
סוג התנועה נקבע על ידי היחס הזוויתי בין ציר התנועה לציר האיבר הנע, במהלך התנועה. הזווית בין שני הצירים מכוננת את צורת המסלול וגודלו. מהשוני בזוויות שבין הצירים מתקבל מדרג רצוף של מעגלים בעלי גודל שונה: כאשר הזווית בין שני הצירים היא 90 מעלות, כל נקודה לאורך ציר האיבר עוקבת אחר 'מעגל גדול' בכדור התנועה. המשטח שהציר כולו "גורף" הוא מישור, והתנועה נקראת תנועה מישורית . כאשר הזווית בין שני הצירים היא אפס (כלומר, הפוזיציות שלהם חופפות), לא נוצר משטח מכל סוג שהוא על ידי תנועת ציר האיבר, אשר פשוט סב על עצמו. תנועה זו נקראת רוטציה. בין שני הקצוות האלה – 90 מעלות ואפס מעלות - אפשר להגדיר יחסי זווית אחרים, בגדלים שונים, בין ציר איבר לציר התנועה. יחסים אלה מייצרים מעטפות שיש להן צורה של חרוט (קונוס). סוג תנועה זה נקרא תנועה קונית. (ציורים 8, 9, 10).




ציור 8. *תנועה רוטציונית*




ציור 9. *תנועה קונית*




ציור 10. *תנועה מישורית*

הסמל לתנועה מישורית הוא חץ ↑. הסמל לתנועה רוטציונית הוא ⌒ והסמל לתנועה קונית הוא ^.

באופן תיאורטי קיים מספר אינסופי של דרכים לנוע מפוזיציה ידועה אחת לאחרת. על ידי הגדרת מסלול תנועה ניתן לתמצת את כל הפוזיציות על גבי מסלול זה במושג אחד וסמל אחד, שהוא יותר אקונומי ופחות מעורפל. שלושת סוגי התנועה מספקים סיווג שבאמצעותו אפשר לזהות את תכונותיהן של התנועות.

**הסבר מלא של המערכת המתווה**

סיווג התנועה שהותווה בקווים כלליים בקטע הקודם, מספק דרך אקונומית ואלגנטית לתיאור תנועה. תנועה מישורית, קונית, או רוטציונית ניתנות להגדרה על ידי שתי פוזיציות – זו של ציר האיבר וזו של ציר התנועה; ציון כיוון התנועה (פוזיטיבי או נגטיבי) וכמות התנועה (גודל תנועה הנמדד כמרווח זוויתי).

אולם מספרם של מסלולי התנועה הניתנים להגדרה, כאשר התיאור מתבסס על ציר תנועה, קטן ממספרם המלא של מסלולי התנועה האצורים במערכת המתווה. כדי לנצל את הפוטנציאל של המערכת באופן מלא, אומצה שיטה מקיפה שמייחסת זוגות של פוזיציות אחת לשנייה, המספקות מעין 'אבני דרך' על גבי המסלולים המעגליים.

לפי שיטה זו, כאשר מסלול התנועה הוא 'מעגל גדול' - כלומר מייצר מישור- שתי פוזיציות במערכת המתווה מגדירות מיתר המזהה את המישור הספציפי. כאשר המעגל הוא קטן יותר, כלומר, מייצג את בסיסו של חרוט (קונוס) - שתי הפוזיציות במערכת המתווה מגדירות את קוטר הבסיס (הקודקוד נמצא במפרק של ציר האיבר הנע).

$\underrightarrow{\binom{v}{h}}$ $\binom{v}{h}$

סמל גרפי מציין באם הפוזיציות מייצגות מיתר או קוטר: מפוזיציית המוצא הסימול מציין מיתר, ולכן מסלול התנועה הוא מישור.

הסימול $\binom{\hat{v}}{h}$ מציין קוטר (מפתח) ומסלול התנועה הוא קוני.

אם מתייחסים ל- 26 הפוזיציות המוגדרות במערכת המתווה הסטנדרטית כאל צירי תנועה – אפשר לזהות סביב צירים אלה 13 מעגלים גדולים (מישורים) ו-34 קונוסים.

על ידי אימוץ שיטת התיאור באמצעות המיתרים והקטרים, המספר של מעגלים בגדלים שונים ובמיקום שונה שניתן לזהותם ולעקוב אחר נתיבם על ידי קצה האיבר הנע הוא 320 (כולל 47 המעגלים שהתקבלו על ידי שיטת התיאור של ציר התנועה וציר האיבר). כאשר נוקטים בשיטת התיאור על ידי מיתרים וקטרים, אפשר למצוא את צירי התנועה רק באמצעות חישובים. יתרונה של שיטת התיאור הראשונה (מיתרים וקטרים) היא, שהן האדם הנע והן הצופה יכולים להשתמש בה באופן אינטואיטיבי מבלי להזדקק לחישובים מתמטיים.

בדפים הבאים מובאת רשימת התכונות המאפיינות את סוגי המעגלים המתקבלים במערכת ייחוס שקנה המידה שלה הוא 1 = 45 מעלות.

הסכימה מייצגת טווח תנועה אידיאלי. מידת התנועה האפשרית לביצוע על ידי כל איבר ואיבר, מותנית במבנה האנטומי של הגוף ובסביבתו.

**תנועה מישורית – מעגלים גדולים**

הדרך הקצרה ביותר מפוזיציה אחת לשנייה תהיה חלק מ 'מעגל גדול', הווה אומר – מישור. במערכת ייחוס שקנה המידה שלה הוא 1 = 45 מעלות ניתן לזהות את המישורים הבאים:

(i) מישור אופקי: במערכת המתווה קיים מישור אופקי יחיד, שמהווה את קו המשווה של הכדור.

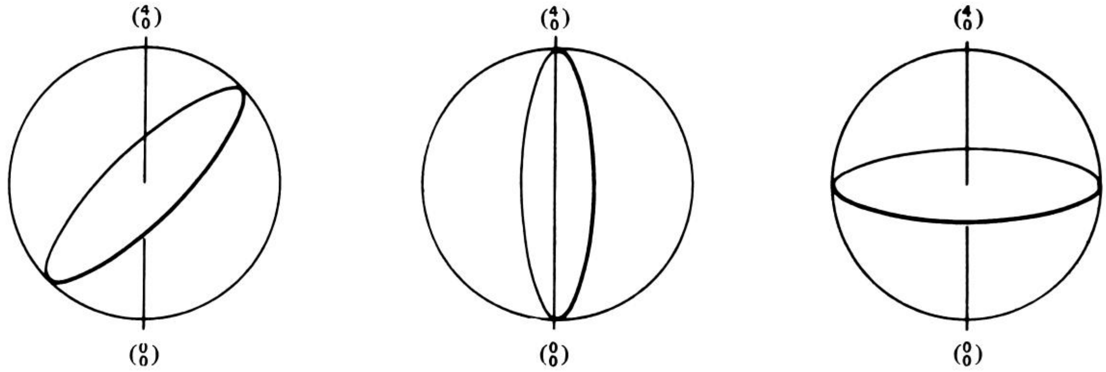
ציר התנועה של המישור האופקי הוא אנכי $\binom{0}{0}$ או $\binom{4}{0}$ .

תנועות במישור זה אפשר לבצע רק מפוזיציות מוצא שמקבילות לקרקע. קיימות 8 פוזיציות אינטגראליות על גבי המישור האופקי (ציור i11)

(ii) מישורים אנכיים: המערכת המתווה כוללת שמונה מישורים אנכיים, החופפים לשמונה הפוזיציות (רדיוסים, וקטורים ) על המישור האופקי. ארבעה זוגות של רדיוסים נגדיים חופפים לארבעה קטרים החוצים את המישור האופקי. זה מצמצם את מספר המישורים האנכיים לארבעה. אפשר לכנות, אם כך, כל אחד מארבעת המישורים בהתאם לאחד משני הרדיוסים שבונים את הקוטר שלו (ראה טבלה 1). צירי התנועה של המסלולים האנכיים נמצאים על גבי המישור האופקי ( ציור ii11)

מהפוזיציות האנכיות אפשר לנוע בכל אחד מהמישורים האנכיים. מכל פוזיציה אחרת, אפשר לנוע במישור אנכי אחד בלבד. שמונה פוזיציות מחלקות כל אחד מארבעת המישורים האנכיים.

(iii) מישורי ביניים: המערכת המתווה כוללת 32 מישורי ביניים. יש להם ארבע הטיות שונות, וקיימים ארבעה מכל סוג. ציר התנועה של כל מישורי הביניים הוא אלכסוני; לשמונה מתוכם יש צירי תנועה מובחנים במערכת המתווה כפוזיציות אינטגראליות. מכל פוזיציה במערכת, מלבד שתי הפוזיציות האנכיות, אפשר לנוע במישור ביניים מוכר. הפוזיציות הניתנות לזיהוי במערכת המתווה הנתונה כאן, נמצאות באינטרוולים המשתנים בהתאם לשיפוע של המישור הספציפי. (ציור iii11)



(i) .מישור אופקי    (ii) .מישור אנכי    (iii) .מישור ביניים

ציור *11.*

הטבלה הבאה (טבלה 2), מייצגת את מישורי הביניים במערכת ייחוס שקנה המידה שלה הוא 1 = 45 מעלות, מסווגים בהתאם לארבע הטיותיהם: השורה העליונה מראה מעברים מפוזיציה ידועה אחת לאחרת; ובניהן את כמות ההיסט האופקי (→) וההיסט האנכי (↑) הכרוכים בניתוב המסלול. השורה התחתונה מייצגת את גודל הקשת במעלות.

a.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\binom{1}{0}$ | 1↑ 2→ | $\binom{2}{2}$ | 1↑ 2→ | $\binom{3}{4}$ | 2→ 1↓ | $\binom{2}{6}$ | 2→ 1↓ |
| 90 | | 90 | | 90 | | 90 | |

b.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\binom{1}{0}$ | 1→ ↓ | $\binom{1}{1}$ | 2↑ 3→ | $\binom{3}{4}$ | 1→ ↓ | $\binom{2}{5}$ | 3→ 2↓ |
| 30 | | 150 | | 30 | | 150 | |

c.

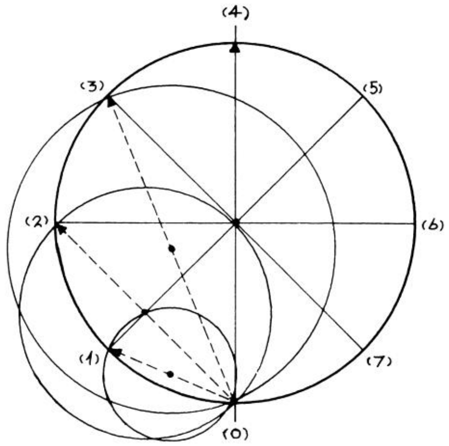
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\binom{1}{0}$ | 2→ ↓ | $\binom{1}{2}$ | 1↑ 1→ | $\binom{2}{3}$ | 1↑ 1→ | $\binom{3}{4}$ | ↑ 2→ | $\binom{3}{6}$ | 1→ 1↓ | $\binom{2}{7}$ | 1→ 1↓ |
| 60 | | 60 | | 60 | | 60 | | 60 | | 60 | |

d.

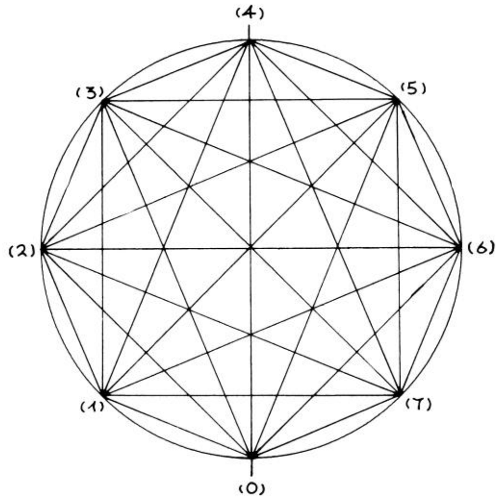
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\binom{1}{0}$ | 3→ ↓ | $\binom{1}{3}$ | 2↑ 1→ | $\binom{3}{4}$ | 3→ ↓ | $\binom{3}{7}$ | 1→ 2↓ |
| 80 | | 100 | | 80 | | 100 | |

טבלה *2.*

כמו שתואר קודם, אפשר לבטא תנועה קונית באמצעות היחס הזוויתי בין ציר האיבר לציר התנועה או, לחילופין, על ידי ציון קוטר (מפתח) כלשהו, הניתן לזיהוי במערכת המתווה. כשאנו משתמשים בשיטה האחרונה, אנו יכולים לזהות קונוסים שאין להם בהכרח צירים החופפים לפוזיציות אינטגראליות במערכת המתווה. אנו יכולים לדעת בכל זאת את גודל הקטרים שלהם, על ידי גזירתו מהמיתרים של המישורים עליהם מונחות הפוזיציות המגדירות את הקטרים (מפתחים). ניתן להבחין בתשעה אינטרוולים במישורי הביניים , במערכת הסטנדרטית, ואפשר להשתמש בהם כדי להבחין בתשעה גדלים זוויתיים שונים של קונוסים.אנו נצהיר על גודל הקונוסים על ידי כך שנייחס אותם לקשתות המיתרים התואמים להם. לדוגמא: מסלול קוני בזווית של 45 מעלות מציר התנועה, ייקרא קונוס של 90 מעלות, שזהו גודל הקשת על המישור, שהמיתר שלו מקביל לקוטר (למפתח) של אותו קונוס (ציורים 12,13 ).

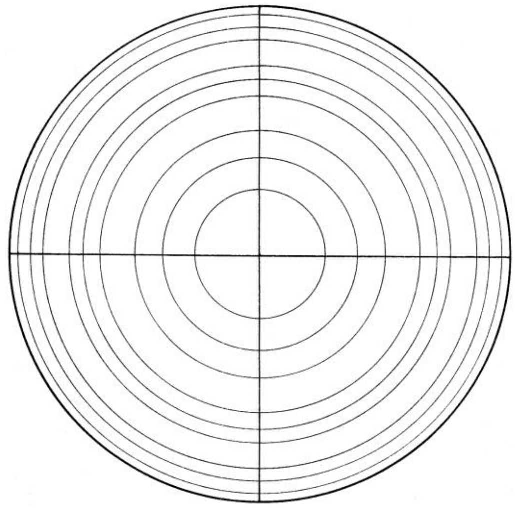



*ציור 12.*




*ציור 13.*

ציור 14 מאייר את הגדלים היחסיים של הבסיסים של תשעה קונוסים זמינים במערכת מתווה בקנה מידה 1 = 45 מעלות, ביחד עם 'מעגל גדול' (מישור), לשם השוואה. מעגל זה מופיע בציור כמעגל החיצוני. כל הבסיסים מוצבים כאן במרוכז, סביב ציר תנועה משותף.



*ציור 14. עשרה גדלים של מעגלים בסולם של 1 = 45 מעלות.*

כדאי לשים לב לתכונות הבאות של הקונוסים:

(1) לכל הקונוסים בעלי ציר תנועה אנכי יש בסיס אופקי, ומסלוליהם הם קווי רוחב על גבי כדור התנועה.

(2) כל הקונוסים שיש להם ציר תנועה אופקי, מקבילים למישורים האנכיים במערכת המתווה.

(3) הבסיסים של כל הקונוסים שציר התנועה שלהם אלכסוני הם אלכסוניים.

(4) הבסיס של קונוס שגודלו 90 מעלות עשוי להיות מקביל למישור אופקי, אנכי או אלכסוני (מישור ביניים).

(5) הבסיס של קונוס שגודלו 120 מעלות יכול להיות אנכי או אלכסוני.

(6) הבסיסים של כל שאר הקונוסים הם אלכסוניים בלבד.

סיכום

מצג יבש למדי, כמעט מתמטי, זה של היבטי הבסיס הגיאומטרי ב- EWMN, יעלה שאלות ביחס לקשר של הגוף האנושי לכל הנאמר למעלה. אפשר לחשוב  שאדם אמור להיות קרוב לאלוהים, או לפחות למחשב, כדי שיוכל לתפוש את מה שעולה מן החומר. איך יכול, אם כך, האדם המתנועע או צופה בשר ודם לעשות הבחנות כמו אלו שמציעה השיטה? מבקרים אכן עשויים לשלול את ההצעה, בהצביעם על כך שאין משמעות פיסית להבחנה בין מרווח של 100 מעלות לזה של 120 מעלות. בעוד אנו ערים להתנגדויות אפשריות כאלה, אין לנו ספק שעל ידי כינון תיאוריה הגיונית של התופעה, נוצרת שיטה עקיבה ולכידה, ובעינינו – דרך כזו מועילה יותר לחקר הגוף ואילוציו מאשר להתבסס על מגבלות המבנה האנטומי (מפרקים, טווח תנועה), או על תיאורים מילוליים בשפת הדיבור. הגישה האחרונה מתייחסת לכל תנועה כאל תופעה ייחודית, המבקשת סימול ייחודי. הגישה היותר אבסטרקטית ומכלילה חושפת עד כמה תופעות, שאינן דומות לכאורה, ניתנות לתיאור באותם אמצעים - אפשרות ששפת היום-יום והמינוח המקצועי מטשטשים.

היבטים אחרים, שאינם מכוסים במאמר זה, הם הגורם החיוני של זמן ומשך; חלוקת משקל הגוף; מגע איברים עם הסביבה או עם אדם אחר ועוד. הפתרונות לבעיות אלה מהווים פרקים אחרים בכתב התנועה אשכול-וכמן. בחרנו להציג כאן היבט אבסטרקטי זה של השיטה, מתוך אמונה שללא שינוי מן השורש בדרך החשיבה שלנו על אודות התנועה האנושית, לא יהיה אפשר לייסד את כתב התנועה האוניברסאלי שכולנו מייחלים לו.