



# טכניקות חיזוי אקטואריות: שיטות של משתנים מסבירים (Explanatory Variable Methods) – כתבה מס' 2

בכתבה זו האקטואר רועי פולניצר בכובעו כדאטה סיינטיסט יסביר על קבוצת טכניקות חיזוי אקטואריות המכונה "שיטות של משתנים מסבירים".

על פי רוב שיטות מידול אקטוארי אינן מצויות בשימוש בקרב אקטוארים, יחד עם זאת הן מצויות כן בשימוש נרחב בקרב כלכלנים (מהסיבות הברורות).

הסבר מלא של שיטות מידול אקטוארי חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא בויקיפדיה תחת הערך "Econometrics" שעודכן ב-1 ביוני 2009. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא הן בספרו של Armstrong שכותרתו Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners Spanning Kluwer Academic Statistical Foundations of Econometric Modelling. Cambridge University Press

## לסיכום

ניתן לראות שאקטוארים על פי רוב אינם משתמשים בשיטות חיזוי הנכללות בקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות של משתנים מסבירים", בעוד שדווקא הכלכלנים מוצאים בהן שימוש. כפי שראינו, אקטוארים כמעט ולא משתמשים בשיטות של רשתות נוירונים ובשיטות מידול אקטוארי.

לדעתי, אחת הסיבות לכך שאקטוארים משתמשים במגוון מצומצם של שיטות חיזוי היא שהבחינות האקטואריות אינן מכסות את שיטות החיזוי שיכולות להתאים לעבודה אקטוארית.

בפלפורמה האינטרנטית Medium ניתן למצוא מאמרים מדעיים שלי שבמסגרתם פיתחתי אלגוריתמים מתמטיים בנושאי הכתבה וכתבתי אותם בשפת פייתון, כגון:

1. Linear Regression
2. Logistic Regression
3. Artificial Neural Networks
4. Multi-Layer Perceptron
5. Support Vector Machines
6. K-Nearest Neighbors
7. Decision trees
8. Random Forest
9. Basic Econometrics
10. Multiple Regression Analysis

האקטואר רועי פולניצר הוא כלכלן אמפירי בעל תארי B.A ו-M.B.A מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, אקטואר ביטוח חיים-פנסיה ובריאות (F.I.L.A.V.F.A) מטעם לשכת מעריכי השווי והאקטוארים (IAVFA), אקטואר ביטוח כללי (CRM) מטעם האגודה הישראלית לאקטוארים (IARM), אקטואר פיננסי (FRM) מטעם האגודה העולמית לאקטוארים (GARP) ומדען נתונים מקצועי (PDS) מטעם האיגוד הישראלי למדעני נתונים מקצועיים (PDSIA). תחומי התמחותו הם פיתוח בשפות פייתון ו-R, ניתוח נתונים, מדע נתונים, אקטואריקה, מידול סטטיסטי, למידת מכונה, למידה עמוקה וראייה ממוחשבת (הן על תמונות והן על רצופות קול).

## שיטות מידול מנבא (Predictive Modeling)

שיטות מידול מנבא משתייכות אף הן לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות של משתנים מסבירים". שיטות מידול מנבא הן תחום של ניתוח סטטיסטי וכריית נתונים (data mining) העוסק בהפקת מידע מתוך נתונים ושימוש במידע זה על מנת לחזות דפוסי התנהגות עתידיים או תוצאות אחרות.

נסביר כי מודל מנבא מורכב ממספר מנבאים, משתנים הצפויים להשפיע על התנהגות עתידית. שיטות מידול מנבא צוברות פופולריות בקרב אקטוארים ומצויות בשימוש נרחב בקרב כלכלנים.

הסבר מלא של שיטות מידול מנבא חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא במאמרם של Cousins ו-Stark משנת 2003 שכותרתו Predictive Modeling Primer. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא הן במאמרם של Cumming ואחרים משנת 2002 שכותרתו Predictive Modeling והן במאמרו של Senensky משנת 2008 שכותרתו גם כן Predictive Modeling (כמה מקורי).

## שיטות של רשתות נוירונים (ANN - Artificial Neural Networks)

שיטות של רשתות נוירונים (או רשתות עצביות) משתייכות גם הן לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות של משתנים מסבירים". שיטות של רשתות נוירונים המדמות את הארכיטקטורה העצבית של המוח, מאפשרות קשרי גומלין לא ליניאריים בין משתני כניסה ויציאה כמו גם למידת דפוסים בנתונים.

על פי רוב שיטות של רשתות נוירונים אינן מצויות בשימוש בקרב אקטוארים, יחד עם זאת כלכלנים לעיתים משתמשים בהן.

הסבר מלא של שיטות של רשתות נוירונים חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא בויקיפדיה תחת הערך "Artificial Neural Network" שעודכן ב-1 ביוני 2009. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא הן בספרו של Armstrong שכותרתו Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners בהוצאת Kluwer Academic והן במאמרם של Pflumm, Shapiro ו-DeFilippo משנת 1999 שכותרתו The Inner Workings of Neural Networks and Genetic Algorithms.

## שיטות מידול אקטוארי (Econometric Modeling)

שיטות מידול אקטוארי משתייכות אף הן לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות של משתנים מסבירים". שיטות מידול אקטוארי הן למעשה מערכות של משוואות סימולטניות לייצוג קשרי-גומלין כלכליים.

מעט כל האקטוארים מבצעים חיזוי או ניבוי. כך למשל, אקטוארים של ביטוח חיים (העוסקים בקביעת פרמיות של חוזי ביטוח חיים ורזרבות של חוזי ביטוח חיים עבור חברות ביטוח) חוזים תמותה של אוכלוסייה ונכסי החברה לאורך חייהם; אקטוארים של ביטוח פנסיה (העוסקים בתכנון תנאי הפנסיה, קביעת עלותה ובהכנת מאזנים אקטואריים של קרנות פנסיה) חוזים את תשלומי תכנית פנסיה ונכסי התכנית במהלך הפרישה; אקטוארים של ביטוח בריאות חוזים הוצאות רפואיות והכנסות פרמיות למשך שנתיים או שלוש; אקטוארים של ביטוח כללי (העוסקים בקביעת פרמיות של חוזי ביטוח אלמנטרי ורזרבות של חוזי ביטוח אלמנטרי עבור חברות ביטוח) חוזים את ההסתברות לתאונה/גניבת רכב, לחילופין לשריפה/פריצת דירה או לחילופין חילופין לתביעת רשלנות מקצועית/נוק פיזי לעסק. כתבה זו מספקת הצצה לטכניקות חיזוי אקטואריות.

טכניקות החיזוי האקטואריות שבהן אעסוק בכתבה זו משתייכות לקבוצת שיטות המכונה "שיטות של משתנים מסבירים". שיטות של משתנים מסבירים הן שיטות המשלבות משתנים מסבירים (מה שמתמטיקאים מכנים "משתנים בלתי תלויים" או מה שמדעני נתונים מכנים "פיצ'רים") סיבתיים לניבוי (להסבר) של משתנים מוסברים (קרי, מה שמתמטיקאים מכנים "משתנים תלויים" או מה שמדעני נתונים מכנים "טרגטים" או "משתני טרגט").

## שיטות ניתוח רגרסיה (Regression Analysis)

שיטות ניתוח רגרסיה משתייכות לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות של משתנים מסבירים". שיטות ניתוח רגרסיה מבצעות התאמה (fitting) לנתונים היסטוריים באמצעות נוסחה המבוססת על משתנים מסבירים ואיבר שגיאה (error term).

למרות ששיטות ניתוח רגרסיה הינן פשוטות יחסית, ואפקטיביות הן לניתוח דפוסים של נתונים היסטוריים והן לניתוח קורלציה (מתאם), הרי שהן אינן מומלצות בדרך כלל לחיזוי. כך למשל שיטות ניתוח רגרסיה הציגו ביצועים גרועים בתחרויות חיזוי. שיטות ניתוח רגרסיה מצויה בשימוש נרחב הן בקרב אקטוארים והן בקרב כלכלנים.

הסבר מלא של שיטות ניתוח רגרסיה חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא בויקיפדיה תחת הערך "Regression Analysis" שעודכן ב-1 ביוני 2009. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא במאמרו של Sykes שכותרתו "An Introduction to Regression Analysis" באתר בית הספר למשפטים של אוניברסיטת שיקגו.