



טכניקות חיזוי אקטואריות: שיטות מידול סימולטיביות

(Simulation Modeling Methods) – כתבה מס' 3

בכתבה זו האקטואר רועי פולניצר בכובעו כדאטה סיינטיסט יסביר על קבוצת טכניקות חיזוי אקטואריות המכונה "שיטות מידול סימולטיביות".

במאמרם של Miller ו-Page משנת 2007 שכותרתו *Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation*



לסיכום

ניתן לראות שאקטוארים על פי רוב אינם משתמשים בשיטות חיזוי הנכללות בקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות מידול סימולטיביות", בעוד שדווקא הכלכלנים מוצאים בהן שימוש. כפי שראינו, אקטוארים כמעט ולא משתמשים בשיטות סימולציה לדינמיקות של מערכות ובשיטות סימולציה של ריבוי סוכנים.

לדעתי, אחת הסיבות לכך שאקטוארים משתמשים במגוון מצומצם של שיטות חיזוי היא שהבחינה האקטואריות אינן מכסות את שיטות החיזוי שיכולות להתאים לעבודה אקטוארית. לדוגמה, נראה כי ההערה היחידה לגבי מודלים של סימולציה בסילבוס הבחינה לאקטוארים של ביטוח-בריאות הייתה: "סימולציה פחות נפוצה לצרכי חיזוי בשל מורכבותה ואילוץ הזמן שלה. לעתים קרובות יש סדרי עדיפויות מתחרים חזקים בין רמת הפירוט הנחוץ לחיזוי לבין היכולת ליישם טכניקות סימולציה בהצלחה". לדעתי, גם אם מדובר בעצה פרקטית (וגם את זה צריך לבדוק מתישהו), אני עדיין לא רואה כיצד עצה מעין זו מעודדת אקטוארים לגלות וליישם את שיטות חיזוי סימולטיביות חזקות.

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, אקונומטריקה, מידול סטטיסטי, למידת מכונה, למידה עמוקה וראייה ממוחשבת (הן על תמונות והן על רצועות קול).

האקטואריות הקרויה "שיטות מידול סימולטיביות". שיטות סימולציה לדינמיקות של מערכות עוסקות בסימולציה של מערכת כלשהי כמכלול על פני זמן, תוך שילוב לולאות משוב כמו גם פריטים מאזניים (stocks) ופריטים תוצאתיים (flows).

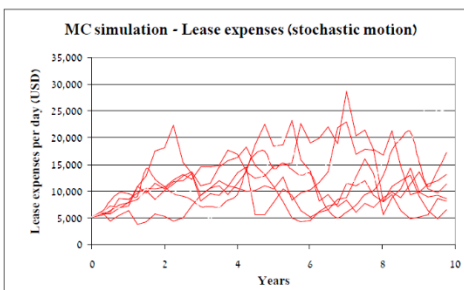
שיטות לדינמיקות של מערכות שימושיות במיוחד עבור מערכות מורכבות. שיטות לדינמיקות של מערכות אינן מצויות בשימוש בקרב אקטוארים, אך הן הופכות לנפוצות יותר ויותר בקרב כלכלנים.

הסבר מלא של שיטות לדינמיקות של מערכות חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא בויקיפדיה תחת הערך "System Dynamics" שעודכן ב-1 ביוני 2009. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא גם בספרו של Sterman שכותרתו *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World* בהוצאת McGraw-Hill.

שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים (Multi-Agent Simulation)

שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים משתייכות גם הן לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות מידול סימולטיביות". שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים הן למעשה ייצוג ממוחשב המשתמש במספר סוכני אינטראקציה וחוקי התנהגות כדי לחקות / לדמות את ההתנהגות של מערכת אמיתית.

שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים שימושיות במיוחד למידול מערכות אדפטיביות מורכבות. שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים אינן מצויות בשימוש בקרב אקטוארים, אך הן הופכות לנפוצות יותר ויותר בקרב כלכלנים.



הסבר מלא של שיטות סימולציה של ריבוי סוכנים חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא בויקיפדיה תחת הערך "Agent-Based Models" שעודכן ב-1 ביוני 2009. פרטים אודות שיטות אלו ניתן גם למצוא הן במאמרם של Epstein ו-Axtell משנת 1996 שכותרתו *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, הן במאמרו של Gilbert משנת 2008 "Agent-Based Models", הן

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 אוכלוסיה 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/נזק פיזי לעסק. כתבה זו מספקת הצצה לטכניקות חיזוי אקטואריות.

טכניקות החיזוי האקטואריות שבהן אעסוק בכתבה זו משתייכות לקבוצה שיטות המכונה "שיטות מידול סימולטיביות". שיטות מידול סימולטיביות הן שיטות המשתמשות במחשב כדי לסמלץ (simulate, לתרחש) סוכנים, התנהגויות ואירועים ב"עולם האמיתי" (real-world).

שיטות מידול מבוסס-תאים (Cell-Based Modeling)

שיטות מידול מבוסס-תאים משתייכות לקבוצת טכניקות החיזוי האקטואריות הקרויה "שיטות מידול סימולטיביות". שיטות מידול מבוסס-תאים עוסקות במידול יחידות הומוגניות בודדות (cells, תאים) על פני זמן, כגון תאי גיל/מין בחיזוי פנסיה.

מודלים אלה הם בדרך כלל דטרמיניסטיים (בעלי אופי קבוע וודאי), אך הם עשויים גם להיות סטוכסטיים (בעלי אופי משתנה ולא וודאי). שיטות מידול מבוסס-תאים שימושיות בעיקר למודלים של מערכות גדולות.

שיטות מידול מבוסס-תאים מצויות בשימוש נרחב הן בקרב אקטוארים והן בקרב כלכלנים. הסבר מלא של שיטות מידול מבוסס-תאים חורג ממסגרת כתבה זו, אך המחשה ברורה של שיטות אלו ניתן למצוא במאמרו של Anderson משנת 2000 שכותרתו *Computer Models for Retirement Policy*.

שיטות סימולציה לדינמיקות של מערכות (System Dynamics Simulation)

שיטות סימולציה לדינמיקות של מערכות משתייכות אף הן לקבוצת טכניקות החיזוי