**מקליד:** עידן אריה
**מרצה:** פרופ' שרית קראוס
**תאריך:** 2016-03-17

# נושאים מתקדמים בבינה מלאכותית
# 89-950-01

---

$$(\Box (p \to q)) \to (\Box p \to \Box q)$$

כלומר אם תמיד $p$ גורר $q$, אז זה אומר שאם תמיד $p$, מתקיים גם שתמיד $q$. האם המשפט הזה נכון סינטקטי? כלומר, האם הוא נכון עבור כל עולם בכל מודל? האם

$$M_w \models \Box (p \to q) \to (\Box p \to \Box q)$$

נוכיח ע"י פיתוח:

$$w \models \Box (p \to q) \implies \forall_{w' : wRw'} M_{w'} \models p \to q$$

$$M_w \models \Box p \implies \forall_{w' : wRw'} M_{w'} \models p$$

כלומר לכל $wRw'$ מתקיים:

$$\left\{ \begin{array}{c} w \models \Box (p \to q) \\ w \models \Box p \end{array} \right. \implies \left\{ \begin{array}{c} M_{w'} \models p \to q \\ M_{w'} \models p \end{array} \right. \implies M_{w'} \models q$$

ולכן $M_w \models \Box q$.

---

$K(p \land \neg p)$ - מתי זה מתקיים? לכאורה זו סתירה(כי $p \land \neg p$ תמיד שקר), אבל בעולם $w$ שלא מכיר שום עולם אחר זה מתקיים. ואז:

$$\forall_{w' : wRw'} M_{w'} \models p \land \neg p$$

כדי למנוע מצבים כאלה, נרצה תכונה שנקראת "סיריאליות":

## סיריאליות

כל עולם מכיר לפחות עולם אחר:

$$\forall_w \exists_{w'} wRw'$$

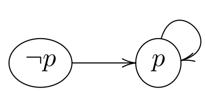
## רפלקסיביות

מקרה פרטי של סיריאליות:

$$\forall_w wRw$$

---

נסתכל על האקסיומה $Kp \to p$. האם אפשר לתת דוגמה לעולם שבו זה לא מתקיים? כן - אם הוא לא רפלקסיבי:



**מקליד:** עידן אריה
**מרצה:** פרופ' שרית קראוס
**תאריך:** 2016-03-17

**נושאים מתקדמים בבינה מלאכותית**
**89-950-01**

---

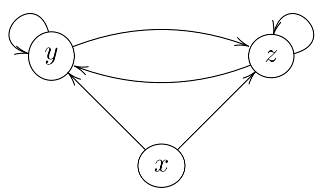
## טרנזיטיביות

$$\begin{matrix} xRy \\ yRz \end{matrix} \implies xRz$$

## אוקלידיות

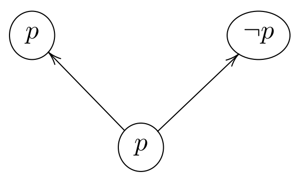
$$\begin{matrix} xRy \\ xRz \end{matrix} \implies yRz$$

למשל:




---

נשים לב שסיריאליות רפלקסיביות, טרינזיטיביות ואוקלידיות הן לא תכונות שחייבות להתקיים בכל מודל. התכונות קובעות איזה אקסיומות יתקימו. למשל האקסיומה $\Diamond\varphi \to \Box\Diamond\varphi$ לא מתקיימת במודל לא אוקלידי כמו:



# Closed World Assumption

אם

$$KB = \begin{cases} \forall_x \text{Bird}(x) \rightarrow \text{Fly}(x) \\ \text{Bird}(Tweety) \end{cases}$$

לפי כל מערכת לוגית שראינו עד עתה, מתקיים גם $\text{Fly}(Tweety)$, ושום מידע שנוסיף לא ישנה את זה. אבל במציאות זה לא נכון - למשל יכול להיות שהציפור פצועה ולא יכולה לעוף.

אנשים מאמינים בדברים ועובדים לפי האמונה שלהם, אבל יכולה להתווסף עובדה ולשנות את האמונה הזו. לוגיקה קלאסית לא מאפשרת את זה - היא מונוטונית. אבל הלוגיקה שאנשים עובדים איתה במציאות היא לא מונוטונית, ולכן נצטרך Closed World Assumption, אז יכול להתקיים:

$$KB \vdash_{CWA} p$$

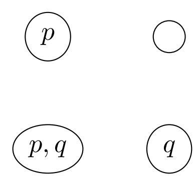
$$\{a\} \cup KB \nvdash_{CWA} p$$

נשים לב שבכל לוגיקה יכול להיות שמתקיים $\begin{matrix} KB \vdash p \\ KB \setminus \{a\} \nvdash p \end{matrix}$ - כלומר שהסרת עובדות גורמת לכך שלא נוכל להוכיח משהו שיכולנו להוכיח קודם - אבל צריך Closed World Assumption בשביל ש**הוספת** עובדות תגרום לכך שלא נוכל להוכיח דברים שיכולנו להוכיח קודם.

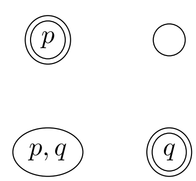
בלוגיקה מונוטונית צריך הרבה עובדות בשביל להוכיח דברים:

$$\neg\text{Wounded}(x) \wedge \neg\text{Kiwi}(x) \wedge \neg\text{Ostrich}(x) \wedge \text{Alive}(x) \wedge \cdots \wedge \text{Bird}(x) \rightarrow \text{Fly}(x)$$

האם אפשר לתת סמנטיקה לClosed World Assumption?
אחת הסמנטיקות נקראת Minimal Model Semantics. נסתכל על המודל:



נתעניין בשאלה - מה העולם המינימלי שמספק Knowledge Base מסויים? למשל $KB = \{p \vee q\}$:



העולם $\{\}$ לא מספק והעולם $\{p, q\}$ לא מינימלי.
כעת נרצה לדעת - מה נכון ב**__כל__** העולמות האלה?

- $p$ לא נכון - הוא לא נכון בעולם $\{q\}$
- $p \rightarrow \neg q$ נכון - ב$\{p\}$ כי שני הצדדים נכונים וב$\{q\}$ כי $p$ לא נכון.