לוגיקה הרצאה 5

קבוצת הפסוקים היכחיים/משפטים מורמליים - סינטקטי - פסוקים עם $\{\leftarrow,\rightarrow\}$ בלבד.

הגדרה אידוקטיבית:

$$B = A_1 \cup A_2 \cup A_3$$
$$A_1 = \{(\alpha \to (\beta \to \alpha))|\alpha,\beta \in \mathrm{WFF}\{\neg,\to\}\}$$
$$A_2 = \{((\alpha \to (\beta \to \gamma) \to ((\alpha \to \beta)) \to (\alpha \to \gamma))|\alpha,\beta,\gamma \in \mathrm{WFF}_{\{\neg,\to\}}\ \}$$
$$A_3 = \{((\neg\alpha \to \neg\beta) \to (\beta \to \alpha))|\alpha,\beta \in ...\}$$
$$F = \{MP\}$$

$$MP$$
$$\underbrace{\alpha, \alpha \to \beta}_{\beta}$$

כדי להראות ספסוק שייך לקבוצת הפסוקים היכיחיים צריך להראות <u>סדרת יצירה</u> שנקראת סדרת הוכחה.

סדרת הוכחה עבור פסוק β הוא סתדרת הפסוקים $\alpha_1,\dots,a_n$.

שכל אחד מהם הוא או אכסיומה או התקבל מהקודמים בהסדרה ע"י כלל ההיסק MP.

בנוסף $a_n = \beta$.

$$\underbrace{\overbrace{a_1 a_2}^{axi'} a_3}_{\text{Proof series for } a_3} | \dots a_n$$

דוגמה:

צ"ל $\vdash \alpha \to \alpha$

כסימון להקלה בקריאות נסמן $\alpha \to \alpha$ כ-β

1. A_2 $(\alpha \to (\beta \to \alpha)) \underbrace{\to}_{\Uparrow} ((\alpha \to \beta) \to (\alpha \to \alpha))$
2. A_1 $(\alpha \to (\beta \to \alpha))$
3. $MP1,2$ $((\alpha \to \beta) \to (\alpha \to \alpha))$

(א) הכנסת β:

$$(\alpha \to (\underline{\underline{\alpha \to \alpha}})) \to (\alpha \to \alpha))$$

4. $(\alpha \to (\alpha \to \alpha)), A_1$
5. $(\alpha \to \alpha)$,$MP\ 4,3$
$\vdash (\alpha \to \alpha)$

דוגמה:

$\vdash (\neg\alpha \to (\alpha \to \beta))$

1. $(\neg\beta \to \neg\alpha) \to (\alpha \to \beta))\ A_3$
2. $((\underline{\neg\beta \to \neg\alpha) \to (\alpha \to \beta}))\to(\neg\alpha \to ((\underline{\neg\beta \to \neg\alpha) \to (\alpha \to \beta})))$,A_1
3. $(\neg\alpha \to ((\neg\beta \to \neg\alpha) \to (\alpha \to \beta)))\ MP\ 1,2$
4. $:A_2$ $(\underbrace{\neg\alpha}_{\alpha} \to ((\underbrace{\neg\beta \to \neg\alpha}_{\beta}) \to (\underbrace{\alpha \to \beta}_{\gamma})))\overbrace{\to}^{1}$

$(\underbrace{\neg\alpha}_{\alpha} \to (\underbrace{\neg\beta \to \neg\alpha}_{\beta}))\overbrace{\to}^{2}$

$(\underbrace{\neg\alpha}_{\alpha} \to (\underbrace{\alpha \to \beta}_{\gamma}))$

5. $(\neg\alpha \to (\neg\beta \to \neg\alpha)) \to (\neg\alpha \to (\alpha \to \beta)))\ MP\ 3,4$
6. $(\neg\alpha \to (\neg\beta \to \neg\alpha))\ A_1$
7. $(\neg\alpha \to (\alpha \to \beta))MP\ 5,6$
$\vdash (\neg\alpha \to (\alpha \to \beta))$

הוכחה על סמך הנחות

נתונה קבוצה של פסוקים X , נגדיר את קבוצת המסקנות של X
(קבוצת הפסוקים היכחיים עס' X)
כקבוצה האינדוקטיבית:

$B = A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup X$

$F = \{MP\}$

סדרת הוכחה עבוק קב' β עס' X $a_1, a_2, \ldots, a_n$

$a_n = \beta$ ולכל $1 \leq i \leq n$

a_i הוא אכסיומה או מ־X

או התקבל מהקודמים בסדרה ע"י MP.

סימון: $X \vdash \beta$

$\underbrace{\alpha \to \beta, \beta \to \gamma}_{X=\{\alpha\to\beta,\beta\to\gamma|\alpha,\beta,\gamma\in \mathrm{WFF}_{\{\to,\neg\}}\}} \vdash \alpha \to \gamma$

1. הנחה $\alpha \to \beta$.
2. הנחה $\beta \to \gamma$.

מטרה: $\{\alpha \to \beta, \beta \to \gamma\} \vdash (\alpha \to \gamma)$

משפט:

נתון:
$X \vdash \beta$ ולכל $\alpha \in X$, $\vdash \alpha$ אזי נסיק $\vdash \beta$.

צ"ל:

$\alpha \to \beta, \beta \to \gamma \vdash \alpha \to \gamma$

1. $(\alpha \to (\beta \to \gamma)) \to ((\alpha \to \beta) \to (\alpha \to \gamma))A2$
2. $((\beta \to \gamma) \to (\alpha \to (\beta \to \gamma)))A1$
3. $\beta \to \gamma$ הנחה
4. $(\alpha \to (\beta \to \gamma)), MP\ 2,3$
5. $(\alpha \to \beta) \to (\alpha \to \gamma), MP\ 1,4$
6. $\alpha \to \beta$ הנחנה
7. $\alpha \to \beta, MP\ 5{,}6$

$\beta \to \gamma, \alpha \to b \vdash \alpha \to \gamma$

טענה 1:

אם $\alpha \in X$ אז $X \vdash \alpha$
הוכחה:
הנחנה $1.\alpha$
$X \vdash \alpha$
$\alpha \vdash \alpha$

טענה 2:

אם $X \subseteq Y$ אז לכל פסוק α, אם $X \vdash \alpha$ אז $Y \vdash \alpha$
התכונה נקראת: מונוטוניות של הוכחה. $X \vdash \alpha$

$$\begin{array}{lcl} a_1[x_1 & & [y_1 \\ \vdots|x_2 & & |y_2 \\ & \Rightarrow & \vdots \\ a_n|\vdots & & \vdots \\ \ [x_n & & [y_n \end{array}$$

נוסח אלטרנטיבי לטענה 2:

אם $B_1 \subseteq B_2$ אז $X_{B_1,F} \subseteq X_{B_2,F}$

מסקנה:

אם $\vdash \alpha$ אז $X \vdash \alpha$ לכל קבוצה X.

טענה 3:

אם לכל פסוק α ב־X, $Y \vdash \alpha$
אז לכל פסוק β אם $X \vdash \beta$ אז $Y \vdash \beta$.

הוכחה: נתון $X \vdash \beta$, $\underbrace{a_1, \ldots,}_{\text{from } X} \underbrace{a_n}_{\beta}$

על כל איבר a_iשהסדרה שלו היא "מ־X"
נחליף אותו בסדרת הוכחה מתוך Y.

דוגמה:

$X = \{\alpha \to \beta, \beta \to \gamma\}$
$\delta = \alpha \to \gamma$
ידוע $X \vdash \delta$
נגדיר $Y = \{\beta, \gamma\}$
נוכיח ש־
$y \vdash \alpha \to \beta$
$y \vdash \beta \to \gamma$
נסיק $y \vdash \delta$

1. $v\beta \to (\alpha \to \beta),\ \mathrm{A1}$
2. הנחה מ־y β
3. $\alpha \to \beta$
$y \vdash \alpha \to \beta$

(א) $(\gamma \to (\beta \to \gamma)),\ \mathrm{A1}$
(ב) הנחה מ־y γ.
(ג) $\beta \to \gamma$
$y \vdash \beta \to \gamma$

טענה 4 (הוכחות הן סופיות)

אם $\overbrace{X}^{\text{(infinite)}} \vdash \alpha$ אז קיימת תת קבוצה <u>סופית</u> של X, $X' \subseteq X$ כך ש־ $X' \vdash \alpha$.

משפט הדדוקציה:

לכל מערכת הוכחה שיש בה לפחות את האכסיומות $\boxed{A_1 \& A_2}$
ויש בה בדיוק את כלל ההיסק $\boxed{\mathrm{MP}}$
<u>מתקיים:</u>
לכל קבוצת פסוקים X ופסוקים α, β:
$X, \alpha \vdash \beta$ אם ורק אם $X \vdash \alpha \to \beta$

מסקנה: $\vdash \beta \to \alpha \Leftarrow \beta \vdash \alpha$

הוכחה: $\Rightarrow$ נתון $X \vdash \alpha \to \beta$
נוכיח $X, \alpha \vdash \beta$

1. הנחה α
2. יכיח מ-X $\alpha \to \beta$.
3. MP β

$X, \alpha \vdash \beta$