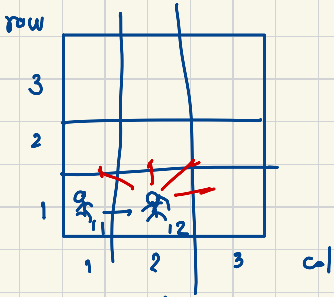
Review Propositional

kb

$\neg P_{11} \land \neg W_{11} \land \neg B_{11} \land$
$\neg S_{11}$

$(P_{11} \to B_{12} \land B_{21}) \land$
$(P_{21} \to B_{31} \land B_{11} \land B_{22}) \land$

WUMPUS World



เมื่อเดิน 12 $\neg B_{12}$

$\alpha = \neg P_{22}$

$P_{22} \to B_{21} \land B_{12} \land B_{23} \land B_{32}$

$kb \models \alpha$ → สรุปได้ว่า α จริง

$kb \land \neg\alpha$ แย้งทุกอันไม่ได้

CNF $(\lor) \land (\lor) \land (\lor)$

$\neg P_{22} \lor (B_{21} \land B_{12} \land B_{23} \land B_{32})$

$P_{22} \to B_{12}$
$\neg B_{12} \to \neg B_{22}$

$(\neg P_{22} \lor B_{21}) \land (\neg P_{22} \lor B_{12}) \land (\neg P_{22} \lor B_{23}) \land$
$(\neg P_{22} \lor B_{32}) \land P_{22}$

$\neg P_{22} \lor \cancel{B_{12}}$ $\quad$ $\neg \cancel{B_{12}}$

$\neg P_{22}$

$\square$

First Order Logic

- มีตัวแปร เขียนตัวเล็ก x, y
- Predicate เขียนตัวใหญ่ $Brother(x,y) \rightarrow Brother(y,x)$ ความสัมพันธ์
- $\forall, \exists$ $\quad \forall x,y \; Brother(x,y) \leftrightarrow Brother(y,x)$

  $\forall x,y \; Brother(x,y) \rightarrow Sibling(x,y)$
- function $\quad Left\_leg\_of(x)$

การแปลงประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ → FOL

$\boxed{\forall \text{ ใช้ตัวเชื่อมหลักเป็น } \rightarrow \; ; \; \exists \text{ ใช้ตัวเชื่อมหลักเป็น } \wedge}$

$\forall x \; Study(x, \underset{\text{ค่าคงที่}}{AI}) \longrightarrow Smart(x)$

x ทุกคนที่เรียน AI

1. สำหรับทุกคน คนที่เรียน AI แล้วจะฉลาด → consequence
2. ทุกคนที่เรียน AI ฉลาด → ไม่ consequence

$x \in \{Somchai, Somsak, Somsri\}$

$\underset{T}{Study(Somchai, AI)} \rightarrow \underset{T}{Smart(Somchai)} \; \wedge$

$\underset{F}{Study(Somsak, AI)} \rightarrow \underset{T,\,F}{Smart(Somsak)} \; \wedge$

$\underset{T}{Study(Somsri, AI)} \rightarrow \underset{T}{Smart(Somsri)}$

$\forall(x, AI) \land Smart(x)$ ตัวเชื่อมผิด เพราะไม่ Smart เสมอไป

$\cancel{Study(Somchai, AI) \land Smart(Somchai) \land}$

$\cancel{Study(Somsak, AI) \land Smart(Somsak) \land}$

$\cancel{Study(Somsri, AI) \land Smart(Somsri) \land}$

$\exists x\ Study(x, Physics) \land Smart(x)$ ตัวใดตัวหนึ่งเป็นจริง

$x \in \{Somchai, Somsak, Somsri\}$

$Study(Somchai, Physics) \land Smart(Somchai) \lor$

$Study(Somsak, Physics) \land Smart(Somsak) \lor$

$Study(Somsri, Physics) \land Smart(Somsri) \lor$

เปลี่ยนตัวเชื่อมหลัก

$\cancel{\exists x\ Study(x, Physics) \rightarrow Smart(x)}$ → มีบางคนไม่เรียน Physics

$\cancel{Study(Somchai, Physics) \rightarrow Smart(Somchai) \lor}$

$\cancel{Study(Somsak, Physics) \rightarrow Smart(Somsak) \lor}$

$\cancel{\underbrace{\boxed{Study(Somsri, Physics)}}_{F} \rightarrow Smart(Somsri) \lor}$

$\forall x \forall y \; Loves(x,y) \equiv \forall y \forall x \; Loves(x,y)$

$\exists x \exists y \; Loves(x,y) \equiv \exists y \exists x \; Loves(x,y)$

$\forall x \exists y \; Loves(x,y) \not\equiv \exists y \forall x \; Loves(x,y)$

$\underline{\exists x [\forall y \; Loves(x,y)]}$

$x, y \in \{\underline{A}dam, \underline{B}ob, \underline{C}athy\}$

$\exists x \, [\, Loves(x, A) \wedge Loves(x, B) \wedge Loves(x, C) \,]$ มีบางคนที่รักทุกคนบนโลกนี้

$\forall y [\exists x \; Loves(x,y)]$

$\forall y \; [\, Loves(A,y) \vee Loves(B,y) \vee Loves(C,y) \,]$ สำหรับทุกคน จะมีบางคนที่รักทุกคน

$$
\begin{aligned}
= &(Loves(A,A) \vee Loves(B,A) \vee Loves(C,A)) \wedge \\
&(Loves(A,B) \vee Loves(B,B) \vee Loves(C,B)) \wedge \\
&(Loves(A,C) \vee Loves(B,C) \vee Loves(C,C))
\end{aligned}
$$

แปลงประโยคบอกเล่า , ปฏิเสธ → FOL

1. มีชาวต่างชาติบางคนเป็นเจ้าของโรงแรม

ระบุว่า x,y เป็นใคร ผูกติดกันได้เลย

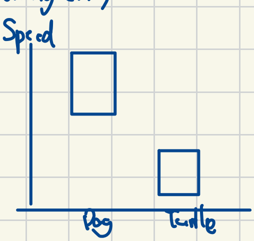
$\exists x, y \; \boxed{Hotel(x) \wedge Foreigner(y)} \wedge Owner(y, x)$

2. นร.ที่เรียน AI ทุกคนหน้าตาดี

$\forall x \; Student(x) \wedge Study(x, AI) \rightarrow GoodLooking(x)$

3. สุนัขทุกตัววิ่งเร็วกว่าเต่าทุกตัว

$\forall x, y \; Dog(x) \wedge Turtle(y) \rightarrow Faster(x, y)$

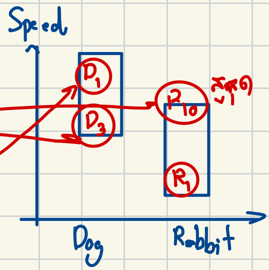


4. สุนัขบางตัววิ่งเร็วกว่ากระต่ายทุกตัว

- $\forall x\ Rabbit(x) \rightarrow \exists y\ Dog(y) \wedge Faster(x)$

- $\exists y\ Dog(y) \wedge [\forall x\ Rabbit(x) \rightarrow Faster(y,x)]$

2 ประโยคนี้ไม่ equivalent แต่ทางภาษาเท่ากัน



เป็น D_1 ได้ D_3 ไม่ได้
เพราะ D_3 ช้ากว่า R_{10}

5. มีคนที่รักคนที่รักสัตว์ทุกตัว

บาง ทุก

แปลงสาร

$\forall$คุณ ถ้าคุณรักสัตว์ทุกตัว $\longrightarrow$ มีบางคนรักคุณ

$$\forall x\ [\forall y\ Animal(y) \rightarrow Loves(x,y)] \rightarrow \exists z\ Loves(z,x)$$

x รักสัตว์ทุกตัว

$$[\forall x\ Human(x) \wedge [\forall y\ Animal(y) \rightarrow Loves(x,y)] \rightarrow [\exists z\ Human(z) \wedge Loves(z,x)]]$$

มนุษย์ทุกคน ที่ รักสัตว์ทุกตัว $\rightarrow$ จะมีบางคนที่รักเขา

หมายถึง

① จัดการกับ $\leftrightarrow$, $\rightarrow$ ก่อน

$A \leftrightarrow B$ แปลงเป็น $A \rightarrow B \wedge B \rightarrow A$

$A \rightarrow B$ —"— $\neg A \vee B$

② กระจาย $\neg$

$\neg\exists \rightarrow \forall$

$\neg\forall \rightarrow \exists$

$\neg\wedge \rightarrow \vee$

$\neg\vee \rightarrow \wedge$

③ จัดการ $\exists$ $\quad \exists x\ \underline{Dog(x)} \wedge \dots \wedge \dots$

เช่น D_1 Skolem Constant

$$\forall y\ [Human(y) \rightarrow \exists x\ Has(y,x) \wedge Heart(x)]$$

$\forall y\ [Human(y) \rightarrow Has(y, H_1) \wedge Heart(\cancel{H_1})]$

ทุกคนมี หัวใจ H_1 เดียวกัน อันนี้ผิด ✗

เปลี่ยนเป็น skolem function $[\forall y\ Human(y) \rightarrow Has(y, H(y)) \wedge Heart(H(y))]$

$H(y)$ คือหัวใจของ y

④ ตัด $\forall$ ทิ้ง

⑤ กระจาย $\vee, \wedge$

Ex $\left[\forall x\ Human(x) \wedge [\forall y\ Animal(y) \rightarrow Loves(x,y)] \rightarrow [\exists z\ Human(z) \wedge Loves(z,x)]\right]$

$\forall x\ \neg[Human(x) \wedge [\forall y\ Animal(y) \rightarrow Loves(x,y)]] \vee [\exists z\ Human(z) \wedge Loves(z,x)]$

$\forall x\ \neg[Human(x) \wedge [\forall y\ \neg Animal(y) \vee Loves(x,y)]] \vee [\exists z\ Human(z) \wedge Loves(z,x)]$

$\forall x\ \neg Human(x) \vee [\exists y\ Animal(y) \wedge Loves(x,y)] \vee [\exists z\ Human(z) \wedge Loves(z,x)]$

$\cancel{\forall x}\ \neg Human(x) \vee [Animal(Loved(x)) \wedge \neg Loves(x, Loved(x))] \vee$

$[Human(Love(x)) \wedge Loves(Love(x), x)]$

กระจาย

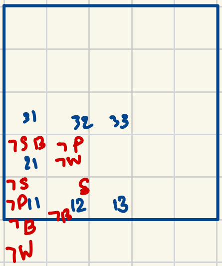
$[[\neg Human(x) \vee Animal(Loved(x))] \wedge [\neg Human(x) \vee \neg Loves(x, Loved(x))]] \vee$

$[Human(Love(x)) \wedge Loves(Love(x), x)]$

$[\neg Human(x) \vee Animal(Loved(x)) \vee [\ ]] \wedge [\neg Human(x) \vee \neg Loves(x, Loved(x)) \vee [\ ]]$

$[\neg Human(x) \vee Animal(Loved(x)) \vee Human(Love(x))] \wedge [\neg Human(x) \vee Animal(Loved(x))$

$\vee Loves(Love(x))]$



ทุก y ที่ติด x

$\forall x,y\ Pit(x) \wedge Adj(x,y) \rightarrow Breezy(y)$

$\forall x\ Breezy(x) \rightarrow \exists y\ Adj(x,y) \wedge Pit(y)$

$\forall x,y\ \neg[Pit(x) \wedge Adj(x,y)] \vee Breezy(y)$

$\cancel{\forall x,y}\ \neg Pit(x) \vee \neg Adj(x,y) \vee Breezy(y)$

$\forall x\ Breezy(x) \vee [Adj(x, A(x)) \wedge Pit(A(x))]$

$\cancel{\forall x}\ (Breezy(x) \vee Adj(x, A(x))) \wedge (Breezy(x) \vee Pit(A(x)))$

$\alpha = \neg Pit(L_{22})$

$\cancel{\neg Breezy(L_{12})} \wedge (\neg Pit(x) \vee \neg Adj(x,y) \vee Breezy(y)) \wedge Pit(L_{22})$

เปลี่ยน y เป็น L_{12} $\{y, L_{12}\} = \neg Pit(x) \vee \neg Adj(x, L_{12})$ $\cancel{\vee Breezy(L_{12})}$

$\neg Pit(x) \vee \neg Adj(x, L_{12})$

$\{x / L_{22}\}$

$\neg Adj(L_{22}, L_{12})$ $Adj(L_{22}, L_{12})$

$\square$

$\forall x \ \neg Pit(x) \land \neg Wumpus(x) \longrightarrow Safe(x) = Pit(x) \lor Wumpus(x) \lor Safe(x)$

$\forall x,y \ Wumpus(x) \land Adj(x,y) \longrightarrow Smell(y) = \neg Wumpus(x) \lor \neg Adj(x,y) \lor Smell(y)$

$\neg Smell(L_{21})$ $\qquad$ $\neg Wumpus(x) \lor \neg Adj(x,y) \lor Smell(y)$

$\{y/L_{21}\}$

$\neg Wumpus(x) \lor \cancel{\neg Adj(x, L_{21})}$ $\qquad$ $\cancel{Adj(L_{22}, L_{21})}$

$\{x/L_{22}\}$

$Pit(x) \lor \cancel{Wumpus(x)} \lor Safe(x)$ $\qquad$ $\cancel{\neg Wumpus(L_{22})}$

$\{x/L_{22}\}$

$\cancel{Pit(L_{22})} \lor Safe(L_{22})$ $\qquad$ $\cancel{\neg Pit(x)} \lor \neg Adj(x,y) \lor Breezy(y)$

$\{x, L_{22}\}$

$\neg \cancel{Breezy(L_{12})}$ $\qquad$ $Safe(L_{22}) \lor \neg Adj(L_{22}, y) \lor \cancel{Breezy(y)}$

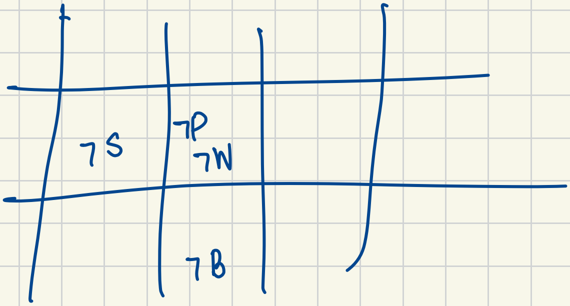
$\{y/L_{12}\}$

$Safe(L_{22}) \lor \neg \cancel{Adj(L_{22}, L_{12})}$ $\qquad$ $\cancel{Adj(L_{22}, L_{12})}$

$Safe(L_{22})$

$\neg \alpha$

$\square$



ข้อสอบรู้ kb ให้

α $Safe(L_{22})$

- $\forall x, y \; Pit(x) \land Adj(x, y) \Rightarrow Breezy(y)$
- $\forall x, y \; Wumpus(x) \land Adj(x, y) \rightarrow Smelly(y)$
- $\forall x \; \neg Pit(x) \land \neg Wumpus(x) \rightarrow Safe(x)$
- $\neg Breezy(L_{11}) \land \neg Breezy(L_{12}) \land \neg Wumpus(L_{11}) \land \neg Smelly(L_{21})$

  $\land \; Smelly(L_{21}) \land \neg Safe(L_{22})$