

問題 1

$$\frac{A \multimap F \vdash A \multimap F \quad \overline{A \vdash A}}{\quad}$$

$$A \multimap F, A \vdash F$$

$$\frac{A \multimap G \vdash A \multimap G \quad \overline{A \vdash A}}{\quad}$$

$$A \multimap G, A \vdash G$$

$$A, A, A \multimap F, A \multimap G \vdash F \otimes G$$

演習 2

$$\frac{x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \vdash x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \quad \frac{b : \text{lin } \text{bool} \vdash b : \text{lin } \text{bool} \quad a : \text{lin } \text{bool} \vdash a : \text{lin } \text{bool}}{a : \text{lin } \text{bool}, b : \text{lin } \text{bool} \vdash \text{free } b; a}}{x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \vdash \text{split } x \text{ as } a, b \{ \text{free } b; a \}}$$
$$\text{lin fn } x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \{ \text{split } x \text{ as } a, b \{ \text{free } b; a \} \}$$

演習3

$$\frac{x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \vdash x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \quad \frac{b : \text{lin } \text{bool} \vdash b : \text{lin } \text{bool} \quad a : \text{lin } \text{bool} \vdash a : \text{lin } \text{bool}}{a : \text{lin } \text{bool}, b : \text{lin } \text{bool} \vdash a}}{x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \vdash \text{split } x \text{ as } a, b \{ \text{free } b; a \}}$$

$$\text{lin fn } x : \text{lin}(\text{lin } \text{bool} * \text{lin } \text{bool}) \{ \text{split } x \text{ as } a, b \{ \text{free } b; a \} \}$$

証明図は上記のようになり、赤字の部分は講義中のどの型付け規則から導くことができない。

演習 4-1

T-Free 5%

$$x = \text{lin } \text{bool} \vdash x : \text{lin } \text{bool} \quad x = \text{lin } \text{bool} \vdash x : \text{lin } \text{bool}$$

$$x = \text{lin } \text{bool} \vdash \text{free } x; x : \text{lin } \text{bool}$$

となる証明図がコード例の証明図全体の中にも含まれている必要があるが、

これは $x : \text{lin } \text{bool}$ を2度使用しているため、この証明図は、誤っている。

よ、2. 線形型では、use after free を防ぐことができない。

演習 4-2

$\text{free } a; \text{free } a;$ も導くためには T-Free 5% が必要で2回、 $a : \text{lin } \text{bool}$ を使用しなければならぬ。

しかし、"split x as a, b " (5%)、 a はちょうど一回しか利用できない。

よ、2. double free も防ぐことができない。