UNIVERSITY OF COPENHAGEN

XMP: Exam
- Theory

Jens Fredskov (chw752)

January 15, 2014

Variation 1

a)

$$\begin{aligned} PROD &= (\mathsf{in}?x \to \mathsf{chk}!(x-4) \to PROD) \;\Box\; (\mathsf{rej}?y \to \mathsf{chk}!(y-2) \to PROD) \\ &= (\mathsf{in}?x \to \mathsf{chk}!(x-4) \to PROD) \mid (\mathsf{rej}?y \to \mathsf{chk}!(y-2) \to PROD) \qquad \text{[3.3.1 L5]} \end{aligned}$$

$$QUAL = \mathsf{chk}?z \to ((\mathsf{out}!z \to QUAL) \lhd ok(z) \rhd (\mathsf{rej}!z \to QUAL))$$

$$\begin{aligned} TMP0_x &= (\mathsf{chk}!x \to PROD) \parallel QUAL \\ &= \mathsf{chk}.x \to (PROD \parallel ((c!z \to QUAL) \lhd ok(z) \rhd (\mathsf{rej}!z \to QUAL))) \\ &= \mathsf{chk}.x \to ((PROD \parallel (c!z \to QUAL)) \lhd ok(z) \rhd (PROD \parallel (\mathsf{rej}!z \to QUAL))) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LHS &= PROD \parallel (\mathsf{out}!x \to QUAL) \\ &= (\mathsf{in}?z \to ((\mathsf{chk}!(z-4) \to PROD) \parallel (\mathsf{out}!x \to QUAL)) \\ &\quad \mid \mathsf{out}!x \to (PROD \parallel QUAL)) && \text{[2.3.1 L7]} \\ &= (\mathsf{in}?z \to \mathsf{out}!x \to ((\mathsf{chk}!(z-4) \to PROD) \parallel QUAL) \\ &\quad \mid \mathsf{out}!x \to \mathsf{in}?z \to ((\mathsf{chk}!(z-4) \to PROD) \parallel QUAL)) && \text{[2.3.1 L5A/B]} \\ &= (\mathsf{in}?z \to \mathsf{out}!x \to TMP0_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \to \mathsf{in}?z \to TMP0_{z-4}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RHS &= PROD \parallel (\mathsf{rej}!x \to QUAL) \\ &= (\mathsf{in}?z \to ((\mathsf{chk}!(z-4)PROD) \parallel (\mathsf{rej}!x \to QUAL)) \\ &\quad \mid \mathsf{rej}.x \to ((\mathsf{chk}!(x-2) \to PROD) \parallel QUAL)) && \text{[2.3.1 L7]} \\ &= (\mathsf{in}?z \to STOP \mid \mathsf{rej}.x \to TMP0_{x-2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TMP0_x = ((&\mathsf{in}?z \to \mathsf{out}!x \to TMP0_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \to \mathsf{in}?z \to TMP0_{z-4}) \\ &\lhd ok(x) \rhd (\mathsf{in}?z \to STOP \mid \mathsf{rej}.x \to TMP0_{x-2})) \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
TMP1_x &= TMP0_x \setminus CR \\
&= (\mathsf{chk}.x \rightarrow ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP0_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP0_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP \mid \mathsf{rej}.x \rightarrow TMP0_{x-2}))) \setminus CR \\
&= ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP0_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP0_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP \mid \mathsf{rej}.x \rightarrow TMP0_{x-2})) \setminus CR \\
&= (((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP0_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP0_{z-4}) \\
&\quad \setminus CR) \lhd ok(x) \rhd ((\mathsf{in}?z \rightarrow STOP \mid \mathsf{rej}.x \rightarrow TMP0_{x-2}) \setminus CR)) \\
&= ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd ((\mathsf{in}?z \rightarrow STOP \mid \mathsf{rej}.x \rightarrow TMP0_{x-2}) \setminus CR)) \\
&= ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd (TMP1_{x-2} \sqcap (TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP))))
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
TMP2_x &= TMP1_x \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP) \\
&= ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd (TMP1_{x-2} \sqcap (TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)))) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP) \\
&= (((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd ((TMP1_{x-2} \sqcap (TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP))) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)))
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
LHS &= (\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP) \\
&= (\mathsf{in}?z \rightarrow ((\mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4}) \sqcap STOP) \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \qquad \text{[3.3.1 L5]}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
RHS &= (TMP1_{x-2} \sqcap (TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP))) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP) \\
&= (TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)) \sqcap ((TMP1_{x-2} \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)) \Box (\mathsf{in}?z \rightarrow STOP)) \\
&= TMP2_{x-2} \sqcap TMP2_{x-2} \\
&= TMP2_{x-2}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
TMP2_x &= ((\mathsf{in}?z \rightarrow ((\mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4}) \sqcap STOP) \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd TMP2_{x-2})
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
TMP1_x &= ((\mathsf{in}?z \rightarrow \mathsf{out}!x \rightarrow TMP1_{z-4} \mid \mathsf{out}!x \rightarrow \mathsf{in}?z \rightarrow TMP1_{z-4}) \\
&\quad \lhd ok(x) \rhd (TMP1_{x-2} \sqcap TMP2_{x-2}))
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
MILL &= (PROD \parallel QUAL) \setminus CR \\
&= (\mathsf{in}?x \rightarrow ((\mathsf{chk}!(x-4) \rightarrow PROD) \parallel QUAL)) \setminus CR \qquad \text{[2.3.1 L5A]} \\
&= \mathsf{in}?x \rightarrow (TMP0_{x-4} \setminus CR) \\
&= \mathsf{in}?x \rightarrow TMP1_{x-4}
\end{aligned}
$$

b)

c)

Variation 2

a)

b)

c)

Variation 3

a)

b)

c)