Destination calculus XXX:29

A FULL REDUCTION RULES FOR λ_d

1373 1374

1417

```
1375
                                                                           \frac{ \text{NotVal t}}{ \text{E}\left[\text{t't}\right] \ \longrightarrow \ \left(\text{E} \ \circ \ \text{t'}\left[\text{I}\right) \ \middle[\text{t}\right]} \ \text{App-Focus1}
                                                                                                                                                                                                                                                                                \frac{}{\left(\mathbb{E} \circ \mathsf{t}'\left[\right]\right)\left[\mathsf{v}\right] \longrightarrow \mathbb{E}\left[\mathsf{t}'\mathsf{v}\right]} \text{ App-Unfocus1}
1376
1377
                                                                          \frac{ \text{NotVal } t'}{ \text{E} \left[ t' \ v \right] \ \longrightarrow \ \left( \text{E} \ \circ \ \left[ \right] \ v \right) \left[ t' \right] } \ \text{App-Focus2}
1378
                                                                                                                                                                                                                                                                                \frac{}{(\mathsf{E} \circ [] \vee) [\vee'] \longrightarrow \mathsf{E} [\vee' \vee]} \mathsf{App-Unfocus2}
1380
                                                                                                                                                                                                                                                                                  \frac{\text{NotVal t}}{\text{E}\left[\text{t } \text{$\%$ u }\right] \longrightarrow \left(\text{E } \circ \text{ [] } \text{$\%$ u) [t]}} \text{ PATU-Focus}
                                                                      \frac{}{\mathbb{E}\left[ (\mathbf{X}_{x} \mapsto \mathbf{u}) \vee \right] \longrightarrow \mathbb{E}\left[ \mathbf{u}[x \coloneqq y] \right]} \text{ App-Red}
1382
                                                                                  \frac{}{(\mathsf{E} \circ [] \circ \mathsf{u}) [\mathsf{v}] \longrightarrow \mathsf{E} [\mathsf{v} \circ \mathsf{u}]} \mathsf{PATU\text{-}Unfocus}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   \frac{1}{E[() : u] \rightarrow E[u]} PATU-RED
                                                          \frac{\text{NotVal } t}{\mathbb{E}\left[\left. \mathbf{case_m} \, t \, \, \mathbf{of} \, \left\{ \mathsf{Inl} \, x_1 \mapsto \mathsf{u}_1, \, \mathsf{Inr} \, x_2 \mapsto \mathsf{u}_2 \right\} \,\right] \, \longrightarrow \, \left( \mathbb{E} \, \circ \, \, \, \mathbf{case_m} \, \left[ \, \right] \, \mathbf{of} \, \left\{ \mathsf{Inl} \, x_1 \mapsto \mathsf{u}_1, \, \mathsf{Inr} \, x_2 \mapsto \mathsf{u}_2 \right\} \right) \left[ \, t \, \right]} \, \mathsf{ParS-Focus}
                                                    \overline{\left(\mathbb{E} \ \circ \ \mathbf{case}_{m} \ [] \ \mathbf{of} \ \{\mathsf{Inl} \ x_{1} \mapsto \mathsf{u}_{1}, \ \mathsf{Inr} \ x_{2} \mapsto \mathsf{u}_{2}\}\right) \left[\, \mathsf{v}\, \right] \ \longrightarrow \ \mathbb{E} \left[\, \mathbf{case}_{m} \, \mathsf{v} \ \mathbf{of} \ \{\mathsf{Inl} \ x_{1} \mapsto \mathsf{u}_{1}, \ \mathsf{Inr} \ x_{2} \mapsto \mathsf{u}_{2}\}\, \right]} \ \mathrm{PATS-Unfocus}
                                                                                                                \overline{\mathbb{E}\left[\left.\mathsf{case}_{\mathsf{m}}\left(\mathsf{Inl}\,\mathsf{v}_1\right)\,\mathsf{of}\left\{\mathsf{Inl}\,x_1\mapsto\mathsf{u}_1\,,\,\mathsf{Inr}\,x_2\mapsto\mathsf{u}_2\right\}\right]\right.} \ \ \mathsf{PATL-Red}
                                                                                                               \overline{\mathbb{E}\left[\left.\mathsf{case}_{\mathsf{m}}\left(\mathsf{Inr}\,\mathsf{v}_{2}\right)\,\mathsf{of}\left\{\mathsf{Inl}\,x_{1}\mapsto\mathsf{u}_{1},\,\mathsf{Inr}\,x_{2}\mapsto\mathsf{u}_{2}\right\}\right]}\,\,\longrightarrow\,\,\mathbb{E}\left[\left.\mathsf{u}_{2}[x_{2}:=\mathsf{v}_{2}]\right.\right]}\,\,\mathsf{PATR-RED}
1391
1392
                                                                                                             \frac{\text{NotVal } t}{\mathbb{E}\left[ \left( \mathbf{case}_{\mathsf{m}} \, t \, \mathbf{of} \, (x_1, \, x_2) \mapsto \mathsf{u} \, \right] \right. \\ \left. \to \, \left( \mathbb{E} \, \circ \, \left( \left( \mathbf{case}_{\mathsf{m}} \, \right) \, \mathbf{of} \, (x_1, \, x_2) \mapsto \mathsf{u} \, \right) \, \left[ \, t \, \right] \right. \right] \, \mathsf{PATP-Focus}}
1393
1394
                                                                                                       \overline{\left(\mathbb{E} \ \circ \ \mathbf{case}_{\mathsf{m}} \ [\ ] \ \mathbf{of} \ (x_1, x_2) \mapsto \mathsf{u}\right) \left[\ \mathsf{v}\ \right] \ \longrightarrow \ \mathbb{E} \left[\ \mathbf{case}_{\mathsf{m}} \ \mathsf{v} \ \mathbf{of} \ (x_1, x_2) \mapsto \mathsf{u}\ ]} \ \ \mathrm{PATP-UNFOCUS}
1395
1396
                                                                                                                           \frac{}{\mathbb{E}\left[\mathsf{case}_{m}\left(\mathsf{v}_{1},\mathsf{v}_{2}\right)\mathsf{of}\left(x_{1},x_{2}\right)\mapsto\mathsf{u}\right]\to\mathbb{E}\left[\mathsf{u}\left[x_{1}:=\mathsf{v}_{1}\right]\left[x_{2}:=\mathsf{v}_{2}\right]\right]}\mathsf{PATP-Red}
1397
1398
                                                                                                             \frac{\text{NotVal } t}{\mathbb{E}\left[\left. \mathbf{case}_{m} \, t \, \, \mathbf{of} \, \, \mathsf{Mod}_{n} \, x \, \mapsto \, \mathsf{u} \, \right] \, \longrightarrow \, \left(\mathbb{E} \, \circ \, \, \, \mathbf{case}_{m} \, \left[ \, \right] \, \mathbf{of} \, \, \mathsf{Mod}_{n} \, x \, \mapsto \, \mathsf{u} \, \right) \, \left[ \, t \, \right]} \, \, \mathsf{PATE-Focus}
1399
1400
1401
                                                                                                       \overline{\left(\mathbb{E} \ \circ \ \mathsf{case}_{m} \ [\ ] \ \mathsf{of} \ \mathsf{Mod}_{n} \ x \mapsto \mathsf{u} \right) \ [\ \mathsf{v} \ ] \ \longrightarrow \ \mathbb{E} \left[ \ \mathsf{case}_{m} \ \mathsf{v} \ \mathsf{of} \ \mathsf{Mod}_{n} \ x \mapsto \mathsf{u} \ ] \ } \ \mathrm{PATE-Unfocus}
1402
1403
                                                                                                                                           \overline{\mathbb{E}\left[\left.\mathsf{case}_{\mathsf{m}}\,\mathsf{Mod}_{\mathsf{n}}\,\mathsf{v}'\,\,\mathsf{of}\,\,\mathsf{Mod}_{\mathsf{n}}\,x\,\mapsto\mathsf{u}\,\right]\,\,\longrightarrow\,\,\mathbb{E}\left[\left.\mathsf{u}[x:=\mathsf{v}']\right]\right]}\,\,\mathsf{PATE-Red}
1404
1405
                                                                                                                        \frac{\text{NotVal } t}{\mathbb{E}\left[\left. \mathsf{upd}_{\mathsf{K}} \, t \, \mathsf{with} \, x \mapsto t' \,\right] \, \longrightarrow \, \left(\mathbb{E} \, \circ \, \left. \mathsf{upd}_{\mathsf{K}} \, [\,] \, \mathsf{with} \, x \mapsto t' \right) \, [\, t \,] \right.} \, \, \text{UpdA-Focus}
1406
1407
                                                                                                                  \overline{(\mathsf{E} \circ \mathsf{upd}_{\mathsf{K}} [] \mathsf{with} \, x \mapsto \mathsf{t}') \, [\, \mathsf{v}\,] \, \longrightarrow \, \mathsf{E} \, [\, \mathsf{upd}_{\mathsf{K}} \, \mathsf{v} \, \mathsf{with} \, x \mapsto \mathsf{t}'\,]} \, \, \mathsf{UPDA-Unfocus}
1408
1409
                                                                            \frac{h^{\prime\prime\prime} = \max(H \cup \mathsf{hnames}(E)) + 1}{E\left[\mathsf{upd}_{\mathsf{k}'} H(\mathsf{v}_{2} \mathsf{A} \mathsf{v}_{1}) \mathsf{with} \ x \mapsto t^{\prime}\right] \longrightarrow \left(E \circ \frac{\mathsf{op}}{H : h^{\prime\prime\prime}} \langle \mathsf{v}_{2} [H : h^{\prime\prime\prime}] \mathsf{A}[] \rangle\right) \left[t^{\prime} [x := \mathsf{v}_{1} [H : h^{\prime\prime\prime}]]\right]} \ \mathsf{Ampar-Open}
1410
1411
1412
                                                                                                                                                                                                                                                                                                  \frac{\text{NotVal } u}{\text{E} \left[ \textbf{to}_{\textbf{K}} \, u \, \right] \, \longrightarrow \, \left( \text{E} \, \circ \, \textbf{to}_{\textbf{K}} \, \left[ \right] \right) \left[ \, u \, \right]} \, \text{ToA-Focus}
                                                     \frac{}{\left(\mathbb{E} \circ \frac{\mathsf{op}}{\mathsf{H}} \langle \mathsf{v}_2 \mathsf{p}[1] \rangle \right) \left[ \mathsf{v}_1 \right] \longrightarrow \mathbb{E} \left[ \frac{}{\mathsf{H}} \langle \mathsf{v}_2 \mathsf{p} \mathsf{v}_1 \rangle \right]} \text{ Ampar-Close}
1413
1414
                                                                                                                                                                                                                                                                                                    \frac{1}{\mathbb{E}\left[\mathbf{to_k} \vee_2\right] \longrightarrow \mathbb{E}\left[\left(\sqrt{2}\sqrt{2}\right)\right]} \text{ ToA-Red}
                                                                     \frac{}{\left(\mathsf{E} \ \circ \ \mathsf{to_{\mathsf{k}}} \ []\right) \left[\ \mathsf{v}_{2}\ \right] \ \longrightarrow \ \mathsf{E} \left[\ \mathsf{to_{\mathsf{k}}} \ \mathsf{v}_{2}\ \right]} \ \mathrm{ToA\text{-}Unfocus}
1415
1416
```

Fig. 10. Full reduction rules for λ_d (part 1)

XXX:30 Anon.

```
1422
                                               \frac{ \text{NotVal } t}{ \mathbb{E} \left[ \textbf{from}_{\textbf{K}} \, t \, \right] \, \longrightarrow \, \left( \mathbb{E} \, \circ \, \textbf{from}_{\textbf{K}} \, [\, l\, \right) \, \left[ \, t \, \right] } \, \text{FromA-Focus}

\overline{(E \circ \mathbf{from_{\kappa}}[]) [v] \longrightarrow E[\mathbf{from_{\kappa}}v]} \text{ From A-Unfocus}

1423
                                           \overline{\mathbb{E}\left[\mathsf{from}_{\mathsf{K}}\left\{\left.\right\}\left\langle\mathsf{v}_{2}\right._{\mathsf{A}}\mathsf{Mod}_{\mathsf{loo}}\,\mathsf{v}_{1}\right\rangle\right]} \longrightarrow \mathbb{E}\left[\left(\mathsf{v}_{2}\right._{\mathsf{Mod}}_{\mathsf{loo}}\,\mathsf{v}_{1}\right)\right]} \text{ From A-Red}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     \overline{\mathbb{E}\left[\mathsf{new}_{\mathsf{K}}\right]} \longrightarrow \mathbb{E}\left[\left\{1\right\}\left\{\boxed{1}_{\mathsf{A}}\rightarrow1\right\}\right] \text{NewA-Red}
                                                                     \frac{ \text{NotVal t}}{ \text{E}\left[\,\text{t}\,\triangleleft\left(\,\right)\,\right] \,\longrightarrow\, \left(\,\text{E}\,\,\circ\,\,\left[\,\right]\,\triangleleft\left(\,\right)\,\right]\,\left[\,\text{t}\,\,\right]} \,\, \text{FillU-Focus}
                                                                                                                                                                                                                                                                                            \frac{}{\left(\mathbb{E} \circ \left[\right] \triangleleft \left(\right)\right) \left[\vee\right] \longrightarrow \mathbb{E} \left[\vee \triangleleft \left(\right)\right]} \text{ FILLU-Unfocus}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                 \frac{\mathsf{NotVal}\ t}{\mathsf{E}\left[\mathsf{t}\triangleleft\mathsf{InI}\right]\longrightarrow \left(\mathsf{E}\ \circ\ []\triangleleft\mathsf{InI}\right)\left[\mathsf{t}\right]}\mathsf{Fill}\mathsf{L}\mathsf{-Focus}
                                                                     \overline{\mathbb{E}\left[ \longrightarrow h \triangleleft () \right]} \longrightarrow \mathbb{E}\left\{ h \coloneqq_{\{\}} () \right\} \left[ () \right]FILLU-RED
1431
                                         \frac{h' = \max(\text{hnames}(E) \cup \{h\}) + 1}{\left(E \circ [] \triangleleft \text{InI}\right) \left[ \vee \right] \longrightarrow E \left[ \vee \triangleleft \text{InI} \right]} \text{ FillL-Unfocus} \qquad \frac{h' = \max(\text{hnames}(E) \cup \{h\}) + 1}{E \left[ \longrightarrow h \triangleleft \text{InI} \right] \longrightarrow E \left[ h : =_{\{h'+1\}} \right] \text{ InI} \left[ h' + 1 \right] \left[ \longrightarrow h' + 1 \right]} \text{ FillL-Reduction}
1432
                                                            \frac{\text{NotVal t}}{\text{E}\left[\text{t} \triangleleft \text{Inr}\right] \longrightarrow \left(\text{E} \circ \left[\text{J} \triangleleft \text{Inr}\right]\right[\text{t}\right]} \text{FillR-Focus}
                                                                                                                                                                                                                                                                                         \frac{}{(\mathsf{E} \circ [] \triangleleft \mathsf{Inr}) [\lor] \longrightarrow \mathsf{E} [\lor \triangleleft \mathsf{Inr}]} \mathsf{FILLR-UNFOCUS}
1436
                                  \frac{h' = \max(\mathsf{hnames}(\mathsf{E}) \cup \{h\}) + 1}{\mathsf{E}\left[ \to h \triangleleft \mathsf{Inr} \right] \longrightarrow \mathsf{E}\left(h \coloneqq_{\{h'+1\}} \mathsf{Inr} \underbrace{h'+1} \right) \left[ \to h'+1 \right]} \mathsf{FILLR-Red} \qquad \frac{\mathsf{NotVal} \ \mathsf{t}}{\mathsf{E}\left[ \ \mathsf{t} \triangleleft \mathsf{Mod}_{\mathsf{m}} \ \right] \longrightarrow \left(\mathsf{E} \ \circ \ \left[ \ \mathsf{l} \triangleleft \mathsf{Mod}_{\mathsf{m}} \right) \left[ \ \mathsf{t} \right]} \mathsf{FILLE-Focus}
1438
                                                                                                                                                               \overline{\left( \mathsf{E} \ \circ \ [\,] \blacktriangleleft \mathsf{Mod}_{\mathsf{m}} \,\right) \, \left[\, \mathsf{v} \,\right] \ \longrightarrow \ \mathsf{E} \, \left[\, \mathsf{v} \blacktriangleleft \, \mathsf{Mod}_{\mathsf{m}} \,\right]} \, \, \mathsf{FILLE-Unfocus}
1440
                                    \frac{\textit{h'} = \max(\texttt{hnames}(\texttt{E}) \cup \{\textit{h}\}) + 1}{\texttt{E}\left[\rightarrow \textit{h} \triangleleft \mathsf{Mod}_{m}\right] \longrightarrow \texttt{E}\left(\textit{h} := \{\textit{h'}+1\}\right) \; \mathsf{Mod}_{m} \; \underbrace{\textit{h'}+1}_{\textit{h'}+1}\right) \; \left[\rightarrow \textit{h'}+1\right]} \; \mathsf{FILLE}\text{-Red} \qquad \frac{\mathsf{NotVal} \; \mathsf{t}}{\texttt{E}\left[\; \mathsf{t} \triangleleft \left(,\right)\;\right] \; \longrightarrow \; \left(\texttt{E} \; \circ \; \left[\;\right] \triangleleft \left(,\right)\right) \left[\;\mathsf{t}\;\right]} \; \mathsf{FILLP}\text{-Focus}
1441
1442
                                                                                                                                                                                \overline{\big( \texttt{E} \ \circ \ [\ ] \ \blacktriangleleft (,) \big) \ \big[ \ \lor \ \big] \ \longrightarrow \ \mathbb{E} \ \big[ \ \lor \ \blacktriangleleft (,) \ \big]} \ \ \text{FillP-Unfocus}
1444
1445
                                                                                                                     \frac{h' = \max(\text{hnames}(E) \cup \{h\}) + 1}{E \left[ \rightarrow h \triangleleft (,) \right] \longrightarrow E \left( h := \{h' + 1, h' + 2\} \right) \left( h' + 1, h' + 2 \right) \left( h' + 1, h' + 2 \right)} \text{ FILLP-RED}
1447
                                                                                                                                                       \frac{\text{NotVal t}}{\mathbb{E}\left[\mathsf{t}\triangleleft\left(\pmb{\lambda}x_{m}\mapsto\mathsf{u}\right)\right]\longrightarrow\left(\mathbb{E}\circ\left[\rbrack\triangleleft\left(\pmb{\lambda}x_{m}\mapsto\mathsf{u}\right)\right)\right]\mathsf{t}\right]}\text{FILIF-Focus}
1448
1449
1450
                                                                                                                                                 \frac{}{\left(\mathbb{E} \circ \left[ \right] \triangleleft (\lambda x_{m} \mapsto \mathsf{u}) \right) \left[ \mathsf{v} \right] \longrightarrow \mathbb{E} \left[ \mathsf{v} \triangleleft (\lambda x_{m} \mapsto \mathsf{u}) \right]} \text{ FillF-Unfocus}
1451
1452
                                      \frac{}{\mathbb{E}\left[ \longrightarrow h \triangleleft (\lambda x_{m} \longmapsto u) \right] \longrightarrow \mathbb{E}\left( h \coloneqq_{\{\}} \lambda x_{m} \longmapsto u \right) \left[ () \right]} \text{ FILLF-RED } \frac{\text{NotVal } t}{\mathbb{E}\left[ t \rightsquigarrow t' \right] \longrightarrow \left( \mathbb{E} \circ \left[ 1 \rightsquigarrow t' \right) \left[ t \right] } \text{ FILLCOMP-FOCUSI}
1453
1454
                                                \frac{\text{NotVal } t'}{\left(\mathbb{E} \circ [] \bullet t'\right) \left[\mathbb{V}\right] \longrightarrow \mathbb{E} \left[\mathbb{V} \bullet t'\right]} \text{FILLCOMP-UNFOCUS1} \qquad \frac{\mathbb{NotVal} \ t'}{\mathbb{E} \left[\mathbb{V} \bullet t'\right] \longrightarrow \left(\mathbb{E} \circ \mathbb{V} \bullet \mathbb{E}[]\right) \left[\mathbb{E}'\right]} \text{FILLCOMP-FOCUS2}
1455
1456
1457
                                                                                                                                                                     \frac{}{\left(\mathbb{E} \ \circ \ \lor \blacktriangleleft \bullet \ []\right) \left[\ \lor'\ \right] \ \longrightarrow \ \mathbb{E} \left[\ \lor \blacktriangleleft \bullet \ \lor'\ \right]} \ \ \mathrm{FillComp\text{-}Unfocus2}
1458
                                                                                                                               \frac{h'' = \max(H \cup (\mathsf{hnames}(\mathsf{E}) \cup \{h\})) + 1}{\mathsf{E}\left[ \to h \underset{H}{\leadsto} \langle v_{2} \, \,_{\wedge} v_{1} \rangle \right] \to \mathsf{E}\left[ (h \coloneqq_{(H \triangleq h'')} \, \, v_{2}[H \triangleq h''] \right] \left[ v_{1}[H \triangleq h''] \right]} \text{ FILLCOMP-RED}
1459
1460
1461
                                                 \frac{\text{NotVal t}}{\text{E}\left[\text{t} \blacktriangleleft \text{t}'\right] \longrightarrow \left(\text{E} \circ \text{[]} \blacktriangleleft \text{t}'\right)\left[\text{t}\right]} \text{FillLeaf-Focus1} \qquad \frac{\left(\text{E} \circ \text{[]} \blacktriangleleft \text{t}'\right)\left[\text{v}\right] \longrightarrow \text{E}\left[\text{v} \blacktriangleleft \text{t}'\right]}{\left(\text{E} \circ \text{[]} \blacktriangleleft \text{t}'\right)\left[\text{v}\right] \longrightarrow \text{E}\left[\text{v} \blacktriangleleft \text{t}'\right]} \text{FillLeaf-Unfocus1}
1462
1463
1464
                                                \frac{\text{NotVal } t'}{\text{E}\left[ \text{V} \blacktriangleleft t' \right] \longrightarrow \left( \text{E} \, \circ \, \text{V} \blacktriangleleft \left[ \right] \right) \left[ t' \right]} \text{FillLeaf-Focus2} \qquad \frac{\left( \text{E} \, \circ \, \text{V} \blacktriangleleft \left[ \right] \right) \left[ \text{V}' \right] \longrightarrow \text{E}\left[ \text{V} \blacktriangleleft \text{V}' \right]}{\left( \text{E} \, \circ \, \text{V} \blacktriangleleft \left[ \right] \right) \left[ \text{V}' \right] \longrightarrow \text{E}\left[ \text{V} \blacktriangleleft \text{V}' \right]} \text{FillLeaf-Unfocus2}
1465
1466
                                                                                                                                                                                 \frac{}{\mathbb{E}\left[ \rightarrow h \blacktriangleleft \vee \right] \longrightarrow \mathbb{E}\left( h \coloneqq_{\{\}} \vee \right) \left[ () \right]} \text{ FILLEAF-RED}
1467
1468
```

Proc. ACM Program. Lang., Vol. XX, No. XX, Article XXX. Publication date: January 2025.

Fig. 11. Full reduction rules for λ_d (part 2)

1469

1470