LOTOS COMPLET

LOTOS complet = LOTOS de base + types

Que peut-on faire avec les types?

On peut utiliser les termes d'un type abstrait

• dans les échanges entre processus via des ports : g! exp g? x : t

• pour exprimer des conditions sur certains comportements ou certaines valeurs

([cond1] -> B1 [ ] [cond2] ->…)

g? x:t[cond]

• pour faire des choix généralisés

choice x:t[cond] … x…

NB : **choice** g **in** [g1, …gn] … g…

• pour passer des arguments à des processus paramétrés

• pour décrire les résultats d'un processus qui termine avec succès et les passer en séquence

… **exit** (exp1, …, expn) …>> **accept** x1:t1, …, xn:tn **in** B

4.1 ECHANGES DE VALEURS ENTRE PROCESSUS

g!exp   exp est un terme avec ou sans variable

g?x:t   x est une variable, t est un type déclaré

exemple

---

a?x:nat ; b?y:nat; c!largest(x,y); **stop**

Un comportement :

a?x:nat ; b?y:nat; c!largest(x,y); **stop**

-a<0>->

b?y:nat; c!largest(**0**,y); **stop**   *x liée à 0*

-b<3>->

c!largest(**0**,**3**); **stop**

-c<3>->

stop

Soit v la valeur de exp

- g!exp et g?x:t se synchronisent pour faire g<v>
- x a pour valeur v

Exemple de Spécification

```
specification Max3[in1, in2, in3, out] : noexit
type natural is
    sorts  nat
    opns       zero : -> nat
               succ : nat -> nat
               largest : nat, nat -> nat
    eqns  forall x, y :nat
    ofsort nat
    largest (zero, x) = x ;
    largest (x, y) = largest (y, x) ;
    largest (succ(x), succ(y)) = succ (largest(x, y)) ;
endtype
behaviour
    hide mid in
    Max2[in1, in2, mid] | [mid] | Max2[mid, in3, out]
    where
    process Max2[a, b, c] : noexit :=
        a?x:nat ; b?y:nat; c!largest(x,y); stop
        [ ]
        b?x:nat ; a?y:nat; c!largest(x,y); stop
    endproc
endspec
```

Format général d’une spécification

---

specification *ID* [*liste de ports*] (*liste de paramètres*): ***fonctionnalité***
type … **is**
    sorts …
    opns …
    eqns forall …
    ofsort …
    …
endtype
behaviour
    expression de comportement
    where
    type … **is**
        …
    endtype
    process *ID* [*liste de ports*] (*liste de paramètres*): ***fonctionnalité*** :=
        …
    endproc
endspec

Conditions de synchronisation

P1 || P2 peut exécuter g<v> ssi
parmi les actions exécutables de P1 et P2 on a

- g!exp1 et g!exp2 et exp1 = exp2 = v
- g!exp1 et g?x:t et exp1 est de sorte t
- g?x:t et g?y:t , v est alors une *valeur arbitraire* de type t …

Cas des définitions conditionnelles de variables

g?x:t[cond]

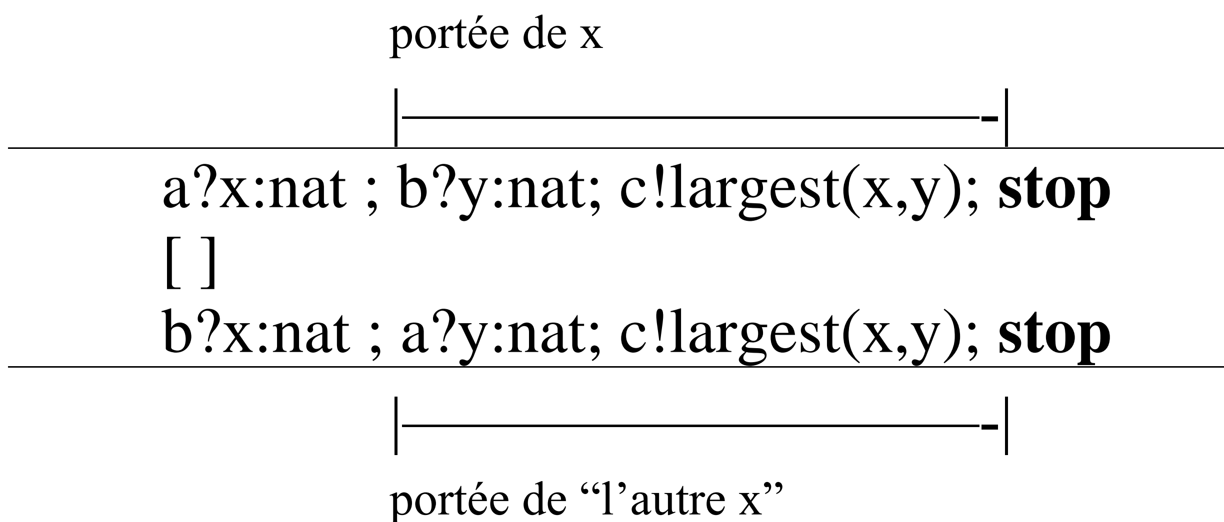
- g!v est la même action que g?x:t[x eq v]
- g!v et g?x:t[cond] se synchronisent si v est de sorte t et satisfait cond
- g?x:t[cond1] et g? x:t[cond2] se synchronisent avec une valeur de sorte t qui satisfait cond1 et cond2

généralisation : échanges multiples

g?x:t1[cond1]!exp1!exp2?y:t2[cond2]

4.2 PORTEE DES VARIABLES

• g?x:t est une déclaration de x dont la *portée est la suite du processus*



• déclarations imbriquées : comme d’habitude

```
g?x:nat ; P[a] (x+1) >> g!x ; exit
where
   process P[gg](h:nat) : exit :=
      gg?x:bool; (   [x] -> gg!h; exit
                     [ ]
                     [x eq false] -> gg!-h; exit )
   endproc
```

• déclarations locales

(**let** x:t = … **in** …x …)

4.3 – COMPOSITION SEQUENTIELLE

B1 >> B2

P[…](…) >> Q[…](…)

• P doit terminer avec succès pour que Q s’exécute (cf. LOTOS de base)

• Nouveau : P peut terminer avec succès *en passant des résultats à Q*

exemple

P[a, b] :**exit**(nat) := a?x:nat ; b?y:nat; **exit** (largest(x,y))

• La fonctionnalité de P est <nat>

• La fonctionnalité doit apparaître dans l’en-tête du processus

(les outils ne font pas les vérifications)

exemples

```
process P[a] : exit(nat, bool) :=
    a?x:nat ?y:nat ;
    ( i; exit(x, true) [ ] i; exit(y, false))
endproc

process Q[a, b] : exit :=
    a?x:nat ; (b!"hello"; exit [ ] i; Q[a,b])
endproc

process R[a, b] : noexit :=
    a?x:nat ?y:bool ; (b!x; stop [ ] b!y; R[a, b])
endproc
```

Passages de résultats

B1 >> **accept** x1:t1, …, xn:tn **in** B2

- B1 doit être de fonctionnalité <t1, …, tn>
- les résultats de B1 sont nommés x1, …, xn dans B2

Exemple :

P[a] >> **accept** x:nat, y:bool **in**

(b!x; **stop** [ ] b!y; **stop**)

a?x:int; **exit** ||| b!hello; **exit**	=> exit
a?x:int; **exit** ||| b!hello; **stop**	=> noexit
exit(3) ||| **exit**(5)	=> exit, … *mais*
ne termine pas avec succès	

On doit connaître tous les processus pour écrire la terminaison de chaque processus ☹ :

… **exit**(3, **any** bool) ||| … **exit**(**any** nat, true)

LES PROCESSUS PARAMETRES

permettent d'avoir de la mémoire et de la transmettre

exemple

```
process compare [in, out] (min, max :int) : noexit
:=
    in?x:int;
    ([min < x < max] -> out!x;
                        compare[in,out](min, max)
     [ ]  [x ≤ min] -> out!min;
                        compare[in,out](x, max)
     [ ]  [x ≥ max] -> out!max;
                        compare[in,out](min, x) )
endproc
```

instantiation <=> substitution

```
compare[un, deux] (x, 2*x)
```

est équivalent à

```
un?xx:int;     (*renommage de x *)
    ([x < xx < 2*x] -> deux!xx;
                        compare[un, deux](x, 2*x)
     [ ]  (*etc*)
```

Autre exemple

facturation pour deux(!) abonnés

```
process factures [a, b, pr] (la, lb : liste_com) :
noexit :=
    ((a?n:num ?d:duree ;
                factures [a, b, pr] (add(la, n, d), lb)
    [ ]
     b?n:num ?d:duree ;
                factures (la, add(lb, n, d))
    [ ]
     [size(la) > 100] -> pr!la; factures(empty, lb)
    [ ]
     [size(lb) > 100] -> pr!lb; factures(la, empty) )
endproc
```

Limitations désagréables

- pas de structures de données pour les ports
- pas de création dynamique de ports ou de processus
- et de plus, pas de temporisations

EXERCICE 1

Comment généraliser la facturation à un ensemble quelconque d'abonnés, qui peut changer, en utilisant la paramétrisation ?

```
process Nfactures [in, out, pr] (T : Table) : noexit :=
(* T contient la table des abonnés x list_comm *)
        (in ?a :abonné?n:num ?d:duree ;
            ( [size(search(a,T)) ≤ 100] ->
                Nfactures [in, out, pr] (change(T, a,
add(search(a,T), n, d))
            [ ]
              [size(search(a,T)) > 100] ->
                  pr! add(search(a,T), n, d)));
                Nfactures [in, out, pr] (change(T, a,
empty))
endproc
```

COMMENT AJOUTER ET SUPPRIMER DES ABONNES ?

EXERCICE 2

Comment spécifier le système de guidage d'une automobile ?

- Le système de guidage d'une voiture reçoit périodiquement les coordonnées de celle-ci
- Quand il n'est pas activé, il se contente d'afficher ces coordonnées
- Le conducteur de la voiture peut activer le système de guidage en lui donnant une destination
- Le système calcule alors le plus court chemin et indique au conducteur la direction à prendre
- Si le conducteur suit le chemin indiqué, le système affiche les coordonnées et indique éventuellement un changement de direction
- Sinon, le système affiche les coordonnées, recalcule le plus court chemin et indique éventuellement un changement de direction
- Le processus se termine avec succès quand les coordonnées correspondent à la destination
- À tout moment le conducteur peut désactiver le système ou changer de destination

Spécifier en LOTOS ce système de guidage

LES TYPES DE DONNEES :

- les coordonnées
- un graphe dont les sommets sont des coordonnées
- pour simplifier, les successeurs d'un sommets sont numérotés de gauche à droite, et ce numéro est une direction (on peut imaginer une conversion de ces numéro en "à gauche", "1ère à droite", etc)

LES PORTS DE COMMUNICATION

- "gps" est le port où arrivent les coordonnées
- "écran" est le port où elles sont affichées, avec éventuellement la direction à prendre
- "HP" est le haut-parleur qui indique la direction à prendre
- Comment modéliser l'interaction avec le conducteur ? ports ou paramètres ?

UN PREMIER JET

```
 process guidage_inactif
[gps,ecr](carte:Graphe): noexit :=
    gps?x:Nat?y:Nat ;
    ecr!x!y ;
    guidage_inactif [gps,ecr,HP]
(carte)
 endproc
```

```
process guidage
[gps,ecr,HP,cond](carte:Graphe) :
noexit :=
    guidage_inactif [gps,ecr]
(carte)
    [> activation [gps,ecr,HP,
cond](carte)

where
    process activation [gps,ecr,
HP,cond](carte:Graphe) : noexit :=
      cond?dx:Nat?dy:Nat ;
      guidage_actif [gps,ecr,HP,
cond](carte,dx,dy)
    where …
    endproc
endproc
```

```
process guidage_actif [gps,ecr,
HP,cond](carte:Graphe,dx:Nat,
dy:Nat):noexit :=
     ( gps?x:Nat?y:Nat ; ecr!x!y ;
       ([x≠dx or y≠dy] ->
       HP!no_suivant(x,y,carte,dx,
dy);guidage_actif [gps,ecr,HP,
cond](carte,dx,dy))
       []
        [x=dx and y=dy] ->
       HP!"vous etes arrive";guidage
[gps,ecr,HP, cond](carte))
     )
     [> activation [gps,ecr,HP,
cond](carte)
     [> desactivation [gps,ecr,HP,
cond](carte)
where
    process desactivation [gps,
ecr,HP,cond] (carte:Graphe) : noexit
:=
       cond!desactive ;
       guidage [gps,ecran,HP, cond]
(carte)
    endproc
endproc
```