

Chapitre 1

Béatrice CARRE

Introduction

La génération de code se fait en plusieurs passes :

- analyse lexicale et analyse syntaxique de l' `idl` donnant un ast de type `Idl.file`.
- vérification des types de l'ast, donnant un nouvel ast de type `CIdl.file`.
- la génération des fichiers stub java nécessaires pour un appel callback
- la génération à partir de l'ast `CIdl.file` du fichier `.ml`
- la génération à partir du `CIdl.file` du fichier `.mli`

Ces différentes étapes seront présentées plus en profondeur.

1.1 La syntaxe de l'`idl`

La syntaxe du langage d'interface est donné en annexe, en utilisant la notation BNF.

Les symboles `<` et `>` encadrent des règles optionnelles, les terminaux sont en bleu, et les non-terminaux sont en italique.

1.2 lexing parsing

La première phase est celle d'analyse lexicale et syntaxique, séparant l'`idl` en lexèmes et construisant l'AST, défini par `Idl.file`, dont la structure : est définie en annexe

1.3 check

Vient ensuite la phase d'analyse sémantique, analysant l'AST obtenue par la phase précédente, vérifiant si le programme est correct, et construisant une liste de `CIdl.clazz`, restructurant chaque classe ou interface définie dans l'`idl`. Le module `Cidl` définit le nouvel AST allant être manipulé dans les passes de génération de code. Il est décrit en annexe.

1.4 génération stub_file

//TODO

1.5 génération .ml

La génération de ce code se fait en plusieurs passes sur l'ast obtenu après ces précédents phases, le CIdl.file.

1.5.1 schémas de compilation

La génération de code rend du code OCaml (écrit dans un fichier).
Nous considérons un environnement contenant les variables suivantes, initialisées à leur valeur par défaut :

ρ = "" : le nom du **package** où trouver les classes définies.

Γ = false : si la déclaration est une **interface**.

θ = false : si l'élément porte l'attribut **callback**.

α = false : si l'élément est déclaré **abstract**.

δ = "JniHierarchy.top" : la classe dont **extends** la classe courante.

Δ = [] : les interfaces qu'**implements** la classe courante.

Et les fonctions suivantes :

init_env () : réinitialise toutes les variables d'environnement

init_class_env () : réinitialise toutes les variables d'environnement sauf ρ .

hd(elt*) : rend le premier élément de la list elt*.

tl(elt*) : rend la liste elt* privée de son premier élément.

| | |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| file | package |
| $\llbracket package^* \rrbracket \longrightarrow$ | $\llbracket package \text{ qname ; decl^* \rrbracket \longrightarrow$ |
| $\llbracket hd(package^*) \rrbracket$ | $\llbracket decl^* \rrbracket_{\rho=qname}$ |
| <code>init_env ();</code> | |
| $\llbracket tl(package^*) \rrbracket$ | |
| decl interface | |
| $\llbracket decl^* \rrbracket \longrightarrow$ | $\llbracket interface \text{ name \rrbracket \longrightarrow$ |
| $\llbracket hd(decl^*) \rrbracket$ | $\llbracket class \text{ name \rrbracket_{\rho, \Gamma=true}$ |
| <code>init_class_env ();</code> | |
| $\llbracket tl(decl^*) \rrbracket$ | |
| | decl class |
| | $\llbracket [callback] class \text{ name \rrbracket_{\rho, \Gamma, \theta, \alpha} \longrightarrow$ |
| | $\llbracket class \text{ name \rrbracket_{\rho, \Gamma, \theta=true, \alpha}$ |

```

    decl class
    [[class CLASS extends E implements I1, I2...{
        attr1; attr2; ...;
        m1; m2; ...;
        init1; init2; ...;
    }]]ρ, CB →

let clazz = Jni.find_class PACK/CLASS

(** type jni.obj t *)
"type _jni_jCLASS = Jni.obj"

(** classe encapsulante *)
"class type jCLASS =
  object inherit E
    inherits jI1
    inherits jI2 ...
  method _get_jni_jCLASS : _jni_jCLASS
  end"

(** upcast jni *)
"let __jni_obj_of_jni_jCLASS (java_obj : _jni_jCLASS) =
  (Obj.magic : _jni_jCLASS -> Jni.obj) java_obj"
(** downcast jni *)
"let __jni_jCLASS_of_jni_obj =
  fun (java_obj : Jni.obj) ->
    Jni.is_instance_of java_obj clazz"

(* allocation : si ce n'est pas une interface *)
"let _alloc_jCLASS =
  fun () -> (Jni.alloc_object clazz : _jni_jCLASS)"

(* capsule wrapper *)
"class _capsule_jCLASS = fun (jni_ref : _jni_jCLASS) ->
  object (self)
    method _get_jni_jCLASS = jni_ref
    method _get_jni_jE = jni_ref
    method _get_jni_jI1 = jni_ref
    method _get_jni_jI2 = jni_ref
    inherit JniHierarchy.top jni_ref
  end"

(* downcast utilisateur *)
"let jCLASS_of_top (o : TOP) : jCLASS =
  new _capsule_jCLASS (__jni_jCLASS_of_jni_obj o#_get_jniobj)"
(** instance_of *)
"let _instance_of_jCLASS =
  in fun (o : TOP) -> Jni.is_instance_of o#_get_jniobj clazz"

(* tableaux *)
"let _new_jArray_jCLASS size =
  let java_obj = Jni.new_object_array size (Jni.find_class \"PACK/CLASS"

```

```

    \")
  in
    new JniArray._Array Jni.get_object_array_element Jni.
      set_object_array_element (fun jniobj -> new _capsule_jCLASS jniobj)
      (fun obj -> obj#_get_jni_jCLASS) java_obj"
"let jArray_init_jCLASS size f =
  let a = _new_jArray_jCLASS size
  in (for i = 0 to pred size do a#set i (f i) done; a)"

(* inits *)

[[name init1] < init > (arg*); ...]]
[[name init2] < init > (arg*); ...]]
...

(* fonctions et methodes statiques *)

(*TODO*)

```

Ce tableau représente le résultat des fonctions `str`, `jni_type`, `getJni`, `cast` sur les types lors des générations des constructeurs ou des méthodes.

| TYPE | str | jni_type | getJni | cast |
|----------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| void | " V | | | |
| boolean | Z | Jni.Boolean _pi | _pi | _pi |
| byte | B | Jni.Byte _pi | _pi | _pi |
| char | C | Jni.Char _pi | _pi | _pi |
| short | S | Jni.Short _pi | _pi | _pi |
| int | I | Jni.Camlint _pi | _pi | _pi |
| long | J | Jni.Long _pi | _pi | _pi |
| float | F | Jni.Float _pi | _pi | _pi |
| double | D | Jni.Double _pi | _pi | _pi |
| string | LJava/lang/String; | Jni.Obj _pi | Jni.string_to_java _pi | _pi |
| pack/Obj | Lpack/Obj; | Jni.Obj _pi | _pi#_get_jni_jname | (_pi : jObj) |

inits

```

[[name INIT] < init > (A0, A1, ...)]] →

"let _init_INIT =
  let id = Jni.get_methodID clazz "<init>"
    \("(toStr A0)(toStr A1) ...")V\
  in
    fun (java_obj : _jni_jCLASS) "(cast A0) (cast A1) ..." ->
      ...
      let _p1 = "(getJni A1)" in
      let _p0 = "(getJni A0)" in
      Jni.call_nonvirtual_void_method java_obj clazz id
        [| "(jni\_type A0)"; "(jni\_type A1)"; ... |]

class INIT _p0 _p1 ... =

```

```

    let java_obj = _alloc_jCLASS ()
    in let _ = _init_INIT java_obj _p0 _p1 ...
    in object (self) inherit _capsule_jCLASS java_obj
end"

```

attributs

$\llbracket TYPE\ ATTR; \rrbracket \longrightarrow$

```

...
(* type class *)
" class type jCLASS =
  ...
  method set_ATTR : (j)TYPE -> unit
  method get_ATTR : unit -> (j)TYPE
  ... "
(* capsule *)
" class _capsule_jCLASS =
  let __fid_ATTR = try Jni.get_fieldID clazz \"ATTR\" \"(toStr TYPE)\" in
  ...
  fun (jni_ref : _jni_jCLASS) ->
    object (self)
      method set_ATTR =
        fun \"(castArg TYPE)\" ->
          let _p = \"(getJni TYPE)\"
          in Jni.set_object_field jni_ref __fid_ATTR _p
      method get_ATTR =
        fun () ->
          (new _capsule_jCLASS (Jni.get_object_field jni_ref __fid_ATTR) :
           jCLASS)
      ...
    "

```

methodes

| TYPE | str | jni_type | getJni | cast |
|----------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| void | " V | | | |
| boolean | Z | Jni.Boolean _pi | _pi | _pi |
| byte | B | Jni.Byte _pi | _pi | _pi |
| char | C | Jni.Char _pi | _pi | _pi |
| short | S | Jni.Short _pi | _pi | _pi |
| int | I | Jni.Camlint _pi | _pi | _pi |
| long | J | Jni.Long _pi | _pi | _pi |
| float | F | Jni.Float _pi | _pi | _pi |
| double | D | Jni.Double _pi | _pi | _pi |
| string | LJava/lang/String; | Jni.Obj _pi | Jni.string_to_java _pi | _pi |
| pack/Obj | Lpack/Obj; | Jni.Obj _pi | _pi#_get_jni_jname | (_pi : jObj) |

$\llbracket TYPE METH(ARG1, ARG2, \dots) \rrbracket \longrightarrow$

```

...
(* type class *)
" class type jCLASS =
  ...

```

```

    method METH : ARG1 -> ARG2 -> ... -> TYPE
    ... "
(* capsule *)
" class _capsule_jCLASS =
    let __mid_METH = Jni.get_methodID clazz "mETH"
      \ "(" (toString ARG1) (toString ARG2) ... ")" (toString TYPE) "\ "
    ...
    in
    object (self)
(*(*TODO*)*) "      (*method METHObj1Obj2 =
        fun (_p0 : jObj1) ->
            let _p0 = _p0#_get_jni_jObj1
            ...
            in
            (new _capsule_jObj2
              (Jni.call_ "Object" _method jni_ref __mid_METHObj1Obj2
                [| Jni.Obj _p0 |] : jObj2)
            *)
        method METH =
            fun "(cast A0) (cast A1) ... " ->
                let _p2 = "(getJni ARG2)" in
                let _p1 = "(getJni ARG1)" in
                let _p0 = "(getJni ARG0)" in
                in
                Jni.call_ "(aJniType TYPE)" _method jni_ref __mid_METH
                  [| "(jni\_type ARG0)"; "(jni\_type ARG1)"; ... |]
//TODO : retour Obj dans methode array callback

```

1.6 génération .mli

1.7 Ocaml-Java

1.7.1 Génération de code pour Ocaml-Java

L'idée est de partir de Le type top manipulé sera le type d'instance objet de Ocaml-Java :

```
1 type top = java 'lang' Object java_instance;;
```

Exception :

```
1 exception Null_object of string
```

Description des types manipulés par OCaml-Java.

| | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| type Java | description et exemple |
| java_constructor | signature d'un constructeur "java.lang.Object()" |
| java_method | signature d'une méthode "java.lang.String.lastIndexOf(string) :int" |
| java_field_get | signature d'un attribut "mypack.Point.x :int" |
| java_field_set | signature d'un attribut "mypack.Point.x :int" |
| java_type | classe, interface ou type Array "java.lang.String" |
| java_proxy | type d'une interface "java.lang.Comparable" |

Description du module Java

```
1 make : 'a java_constructor -> 'a
2 call : 'a java_method -> 'a
3 get : 'a java_field_get -> 'a
4 set : 'a java_field_set -> 'a
5 instanceof : 'a java_type -> 'b java_instance -> bool
6 cast : 'a java_type -> 'b java_instance -> 'a
7 proxy : 'a java_proxy -> 'a
```

class

Le schéma de compilation de base pour une classe est largement allégé. En effet, la fonction downcast jni est inutile, puisqu'on a la fonction Java.cast, effectuant tout le travail.

De même, l'upcast -> est direct ? pour quoi ?

TODO : voir <http://www.pps.univ-paris-diderot.fr/~henry/ojacare/doc/ojacare006.html>.

(** cast JNI, exporté pour préparer la fonction 'import' *)

L'allocation n'est pas non plus nécessaire, OCaml-Java gérant tout ça côté Java.

La capsule est aussi très simplifiée, les tests d'existence des méthodes classes etc est aussi géré par COaml-Java.

```

[[class CLASS extends E implements I1, I2...{
    attr1; attr2; ...;
    m1; m2; ...;
    init1; init2; ...;
}]ρ, CB →

```

```

(** type 'a java_instance*)
"type _jni_jCLASS = PACK'CLASS java_instance;;"

(** classe encapsulante *)
"class type jCLASS =
  object inherit E
    inherits jI1
    inherits jI2 ...
  method _get_jni_jCLASS : _jni_jCLASS
  end"

(* capsule wrapper *)
"class _capsule_jCLASS =
  fun (jni_ref : _jni_jCLASS) ->
    let _ =
      if Java.is_null jni_ref
      then raise (Null_object "mypack/Point")
      else ()
    in

    object (self)
      (* method _get_jni_jCLASS = jni_ref
        method _get_jni_jE = jni_ref
        method _get_jni_jI1 = jni_ref
        method _get_jni_jI2 = jni_ref*)
      inherit JniHierarchy.top jni_ref
    end"

(* downcast utilisateur *)
"let jCLASS_of_top (o : TOP) : jCLASS =
  new _capsule_jCLASS (_jni_jCLASS_of_jni_obj o#_get_jniobj)"
(** instance_of *)
"let _instance_of_jCLASS =
  in fun (o : TOP) -> Jni.is_instance_of o#_get_jniobj clazz"

```

methodes

Module Java, module Javastring et des types array <http://ocamljava.x9c.fr/preview/javalib/index.html>

Tableau représentant les équivalents en OCaml des types Java manipulés. La troisième colonne représente les types manipulés par les programmes OCaml. Le problème est donc de convertir du deuxième au troisième type pour la manipulation côté OCaml et

du troisième au second lors d'un appel à une fonction du module Java (un appel, un constructeur ou autre).

| TYPE IDL | type Java (java_type) | type OCaml pour OCaml-Java (oj_type t) | type OCaml (ml_type t) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| <i>void</i> | void | unit | unit |
| <i>boolean</i> | boolean | bool | bool |
| <i>byte</i> | byte | int | int |
| <i>char</i> | char | int | char |
| <i>double</i> | double | float | float |
| <i>float</i> | float | float | float |
| <i>int</i> | int | int32 | int |
| <i>long</i> | long | int64 | int |
| <i>short</i> | short | int | int |
| <i>string</i> | java.lang.String | java'lang'String java_instance | string |
| <i>pack/Obj</i> | pack.Obj | pack'Obj java_instance | jObj |

Tableau associant pour chaque types de l'IDL les fonctions utiles aux schémas de compilation manipulant ceux-ci, comme explicité ci-dessus.

| TYPE IDL | to_oj_Type ARGi | to_ml_type ARGi | fcast |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------|
| <i>void</i> | | | |
| <i>boolean</i> | | | _pi |
| <i>byte</i> | | | _pi |
| <i>char</i> | TODO | TODO | _pi |
| <i>short</i> | | | |
| <i>int</i> | Int32.of_int | Int32.to_int | _pi |
| <i>long</i> | Int64.of_int | Int64.to_int | _pi |
| <i>float</i> | | | _pi |
| <i>double</i> | | | _pi |
| <i>string</i> | JavaString.of_string | JavaString.to_string | _pi |
| <i>pack/Obj</i> | _pi#_get_jni_jObj | TODO | (_pi : jObj) |

$\llbracket TYPE METH(ARG1, ARG2, \dots) \rrbracket \rightarrow$

```

...
(* type class *)
" class type jCLASS =
  ...
  method METH : ARG1 -> ARG2 -> ... -> RTYPE
  ... "
(* capsule *)
" class _capsule_jCLASS =
  object (self)
    method METH =
      fun "(fcast ARG0) (fcast ARG1) ..." ->
        let _p1 = "(to_oj_type ARG1)" _p1 in
        let _p0 = "(to_oj_type ARG0)" _p0
        in "
        (to_ml_type RTYPE)

```

```

"Java.call \"PACK.CLASS.METH(\"(javaType ARG1),(javaType ARG2)
,...):(javaType RTYPE)\" \" jni_ref _p0 _p1 ... "

```

inits

$\llbracket \text{[name INIT]} < \text{init} > (\text{ARG0}, \text{ARG1}, \dots) \rrbracket \longrightarrow$

```

" class INIT _p0 _p1 ... =
  let _p1 = "(to_obj_type ARG1)" in
  let _p0 = "(to_obj_type ARG2)" in
  let java_obj = Java.make \"PACK.CLASS(\"(javaType
    ARG1),(javaType ARG2),... )\" \" _p0 _p1
  in
  object (self)
    inherit _capsule_jCLASS java_obj
  end;; "

```

attributs

$\llbracket \text{TYPE ATTR;} \rrbracket \longrightarrow$

```

...
(* type class *)
" class type jCLASS =
  ...
  method set_ATTR : (j)TYPE -> unit
  method get_ATTR : unit -> (j)TYPE
  ... "
(* capsule *)
" class _capsule_jCLASS =
  ...
  fun (jni_ref : _jni_jCLASS) ->
    object (self)
      ...
      method set_ATTR =
        fun "(fcast TYPE)" ->
          let _p = "(to_obj_type TYPE)"
          in Jni.set_object_field jni_ref __fid_ATTR _p
      method get_ATTR =
        fun () ->
          "(to_ml_type TYPE)"
          (new _capsule_jCLASS (Jni.get_object_field jni_ref __fid_ATTR) :
            jCLASS)
      ...
    "

method set_y =
  fun _p ->
    let _p = Int32.of_int _p
    in Java.set "mypack.Point.y:int" jni_ref _p
method get_y =
  fun () -> Int32.to_int (Java.get "mypack.Point.y:int" jni_ref)

```

Annexe

BNF

```
class

file ::= package <package>*
      | decl <decl>*

package ::= package qname ; decl <decl>*

decl ::= class
      | interface

class ::= <[attributes]> <abstract> class name
      < extends qname >
      < implements qname <, qname>* >
      { <class_elt ;>* }
class_elt ::= <[ attributes ]> <static> <final> type name
            | <[ attributes ]> <static> <abstract> type name (<args>)
            | [ attributes ] <init> (<args>)

interface ::= <[ attributes ]> interface name
            < extends qname <, qname>* >
            { <interface_elt ;>* }
interface_elt ::=
            <[ attributes ]> type name
            | <[ attributes ]> type name (<args>)

args ::= arg <, arg>*
arg ::= <[ attributes ]> type <name>

attributes ::= attribute <, attribute>*
attribute ::= name ident
            | callback
            | array

type ::= basetype
      | object
      | basetype [ ]
basetype ::= void
           | boolean
           | byte
           | char
           | short
           | int
           | long
           | float
           | double
           | string
object ::= qname
qname ::= name <.name>*
name ::= ident
```

Module Idl

```
(** module Idl *)

type ident = {
  id_location: Loc.t;
  id_desc: string
}
type qident = {
  qid_location: Loc.t;
  qid_package: string list;
  qid_name: ident;
}
type type_desc =
| Ivoid
| Iboolean
| Ibyte
| Ishort
| Icamlint
| Iint
| Ilong
| Ifloat
| Idouble
| Ichar
| Istring
| Itop
| Iarray of typ
| Iobject of qident
and typ = {
  t_location: Loc.t;
  t_desc: type_desc;
}
type modifier_desc =
| Ifinal
| Istatic
| Iabstract
and modifier = {
  mo_location: Loc.t;
  mo_desc: modifier_desc;
}
type ann_desc =
| Iname of ident
| Icallback
| Icamllarray
and annotation = {
  an_location: Loc.t;
  an_desc: ann_desc;
}

}
type arg = {
  arg_location: Loc.t;
  arg_annot: annotation list;
  arg_type: typ
}
type init = {
  i_location: Loc.t;
  i_annot: annotation list;
  i_args: arg list;
}
type field = {
  f_location: Loc.t;
  f_annot: annotation list;
  f_modifiers: modifier list;
  f_name: ident;
  f_type: typ
}
type mmethod = {
  m_location: Loc.t;
  m_annot: annotation list;
  m_modifiers: modifier list;
  m_name: ident;
  m_return_type: typ;
  m_args: arg list
}
type content =
| Method of mmethod
| Field of field
type def = {
  d_location: Loc.t;
  d_super: qident option;
  d_implements: qident list;
  d_annot: annotation list;
  d_interface: bool;
  d_modifiers: modifier list;
  d_name: ident;
  d_inits: init list;
  d_contents: content list;
}
type package = {
  p_name: string list;
  p_defs: def list;
}
type file = package list
```

Module Cidl

```
(** module Cidl *)
type typ =
| Cvoid
| Cboolean (** boolean -> bool *)
| Cchar (** char -> char *)
| Cbyte (** byte -> int *)
| Cshort (** short -> int *)
| Ccamlint (** int -> int<31> *)
| Cint (** int -> int32 *)
| Clong (** long -> int64 *)
| Cfloat (** float -> float *)
| Cdouble (** double -> float *)
| Ccallback of Ident.clazz
| Cobject of object_type (** object -> ... *)
and object_type =
| Cname of Ident.clazz (** ... -> object *)
| Cstring (** ... -> string *)
| Cjavaarray of typ (** ... -> t jArray *)
| Carray of typ (** ... -> t array *)
| Ctop

type clazz = {
  cc_abstract: bool;
  cc_callback: bool;
  cc_ident: Ident.clazz;
  cc_extend: clazz option; (* None = top *)
  cc_implements: clazz list;
  cc_all_inherited: clazz list; (* tout jusque top ... (et avec les
    interfaces) sauf elle-meme. *)
  cc_inits: init list;
  cc_methods: mmethod list; (* methodes + champs *)
  cc_public_methods: mmethod list; (* methodes declarees + celles
    heritees *)
  cc_static_methods: mmethod list;
}
and mmethod_desc =
| Cmethod of bool * typ * typ list (* abstract, rtype, args *)
| Cget of typ
| Cset of typ
and mmethod = {
  cm_class: Ident.clazz;
  cm_ident: Ident.mmethod;
  cm_desc: mmethod_desc;
}
and init = {
  cmi_ident: Ident.mmethod;
  cmi_class: Ident.clazz;
  cmi_args: typ list;
}
type file = clazz list
```

module Ident

```
(* module Ident *)
(* le type des identifiants de classe de l'IDL *)
type clazz = {
  ic_id: int;
  ic_interface: bool;
  ic_java_package: string list;
  ic_java_name: string;
  ic_ml_name: string;
  ic_ml_name_location: Loc.t;
  ic_ml_name_kind: ml_kind;
}
type mmethod = {
  im_java_name: string;
  im_ml_id: int; (** entier unique pour une nom ml *)
  im_ml_name: string;
  im_ml_name_location: Loc.t;
  im_ml_name_kind: ml_kind;
}
```

idl_camlgen.make ast

Type jni

MlClass.make_jni_type

Class type

MlClass.make_class_type

Cast JNI

MlClass.make_jniupcast

MlClass.make_jnidowncast

Fonction d'allocation

MlClass.make_alloc

MlClass.make_alloc_stub

Capsule / souche

MlClass.make_wrapper

Downcast utilisateur

MlClass.make_downcast

MlClass.make_instance_of

Tableaux

MlClass.make_array

Fonction d'initialisation

MlClass.make_fun

Classe de construction

MlClass.make_class

fonctions / methodes static

MlClass.make_static