Revision: 1.4

Master d'informatique 2014-2015
Spécialité STL
« Développement d'un Langage de Programmation »
DLP – 4I501
épisode ILP6

C.Queinnec

Plan du cours 8/9

Objets, classes et envoi de message

- Préliminaires
- Syntaxe
- Interprétation
- Compilation

Caractéristiques

- classe
  - définition (globale)
  - héritage simple (champs et comportements)
  - allocation (sans initialisation) d'objets
- accès aux champs
- méthode
  - appartenance à une classe
  - moi
  - méthode héritée
  - super
- appel de méthode

Paquetage

super-paquetage `fr.upmc.ilp.ilp6` avec les paquetages usuels :

```
fr.upmc.ilp.ilp6.interfaces     //  6 classes
                .ast            // 12 classes
                .runtime        //  5 classes
                .cgen           //  4 classes
```

Des ajouts à la grammaire précédente `Grammars/grammar6.rnc` et des programmes de tests en `Grammars/Samples/*-6.xml`

Syntaxe

On s'écarte de JavaScript qui est un langage à prototypes.

```
definitionClasse = element definitionClasse {
   attribute nom    { xsd:Name },
   attribute parent { xsd:Name } ?,
   element champs {
      element champ {
         attribute nom { xsd:Name }
      } *
   } ?,
   element methodes {
      element methode {
         attribute nom     { xsd:Name },
         element variables { variable * },
         element corps     { expression + }
      } *
   } ?
}
```



```
creationObjet = element creationObjet {
 # new Classe(arguments)
   attribute classe  { xsd:Name },
   expression *
}
lectureChamp = element lectureChamp {
 # objet.champ
   attribute champ { xsd:Name },
   element cible   { expression }
}
ecritureChamp = element ecritureChamp {
 # objet.champ = expression
   attribute champ { xsd:Name },
   element cible   { expression },
   element valeur  { expression }
}
```



```
envoiMessage = element envoiMessage {
 # receveur.message(arguments)
   attribute message { xsd:Name },
   element receveur  { expression },
   element arguments { expression } *
}
appelSuper = element appelSuper {
 # super()
   empty
}
moi = element moi {
 # this
   empty
}
```


Exemples syntaxiques

```
class Point { // extends Object // Ordre des definiti
  field x; field y;
  method setXlike (p) { this.x = p.x; }
  method voir () { return "x=" + double(this)/2
                          + ",y=" + this.y; }
}
class ColoredPoint extends Point {
    field color; // pas de valeur d'initialisation
    method getColor () { return this.color; }
    method voir () { return this.color + super(); }
}
function double (x) { return x + x; }
let p1 = new ColoredPoint(11, 22, "blue")
and p2 = new Point(1, 9) in
  print(p1.voir());
  p2.setXlike(p1.truc());
```

Interfaces

```
fr.upmc.ilp.ilp6.interfaces
     .IAST6classDefinition
     .IAST6methodDefinition
     .IAST6instantiation
     .IAST6readField
     .IAST6writeField
     .IAST6super
     .IAST6self
     .IAST6program
     .IAST6visitor
```


AST

```
// paquetage fr.upmc.ilp.ilp6.ast
CEAST6
  CEASTclassDefinition  // implante IAST6classDef
  CEASTmethodDefinition // implante IAST6methodDe
CEASTprogram            // etend ilp4.ast.CEASTpr
CEAST6expression        // etend ilp4.ast.CEASTex
  CEASTinstantiate
  CEASTreadField
  CEASTwriteField
  CEASTself
  CEASTsuper
  CEASTsend
```


Statique / dynamique

Les choix d'implantation :

- classe
  - définition (globale) **statique**
  - héritage simple (champs et comportements) **statique**
  - allocation d'objets **statique**
  - super **statique**

```
new Point(1, 2)                  // permis
o.getClass().newInstance(1, 2)   // interdit
```

  - pas de comportement réflexif.

- accès aux champs **statique**

```
p.x
 // doit verifier que x est un champ de l'objet p

p["x"]  // interdit
```

Attention : pour simplifier en ILP6, deux classes non reliées par héritage ne peuvent avoir un champ ou une méthode homonyme !
Si C_1 et C_2 ont un champ ou une méthode de même nom alors $C_1 \subseteq C_2 \vee C_2 \subseteq C_1$.

- méthode
  - appartenance à une classe **dynamique**
  - moi **dynamique**
  - méthode héritée **statique**

```
// La methode voir de ColoredPoint
method voir () {
  return
     // this est un ColoredPoint au sens large
     this.color
   +
     // la methode voir de Point
     super();
}
```

- appel de méthode **dynamique**

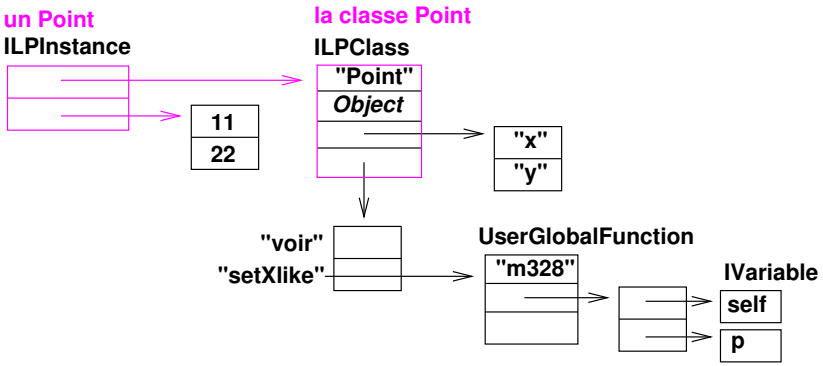
Modèle de données

```
    nom -> Classe   // interpretation ou compilation
Classe      nom
            nom superclasse
               champs herites
               methodes heritees
            champs propres (liste de noms)
            methodes propres (liste de fonctions globa
Instance    classe
            champs (nom -> valeur)
Methode     fonction globale
                nom
                variables (liste)
                corps
```


Interprétation

Les classes sont des ressources globales donc stockées dans l'environnement global `common`.
Les classes sont représentées par des instances d'`ILPClass`

```
String    className
ILPClass  superClass
String[]  fieldName   // propres et herites
Map       method      // propres seulement

String getName()
String fieldName(int)
int    fieldSize()
int    fieldRank(fieldName)
Object send(self, message, argument[], common)
```

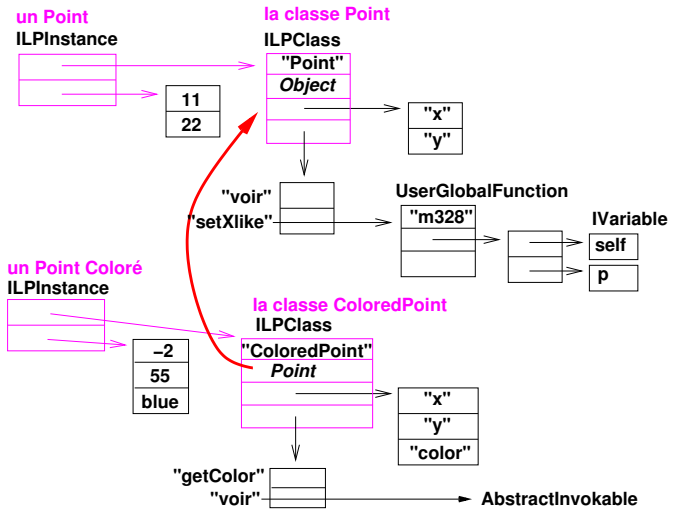



Les méthodes sont représentées par des `UserGlobalFunction` dont la première variable est `ilpSelf`. Par contre la définition des méthodes est l'apanage de `IAST6methodDefinition`.

`o.m(a, b)` ≡ `m_global(o, a, b)`

Les instances d'ILP sont représentées par des instances de `ILPInstance`

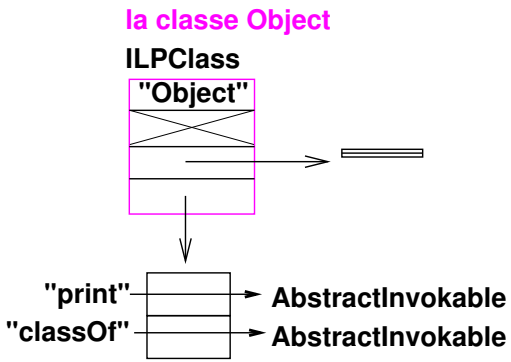
```
ILPClass clazz;
Object[] fields;

Object read(fieldName)
Object write(fieldName, object)
Object send(message, argument, common)
```

Détails d'interprétation

La classe racine : `Object` qui pourrait avoir ses champs et méthodes propres. En fait, elle n'est pas représentée explicitement dans l'interprète.

`print(o)` ≡ `o.print()`



Allocation

```
public class CEASTinstantiate
extends CEASTExpression {
  public Object eval (ILexicalEnvironment lexenv,
                      ICommon common)
    throws EvaluationException {
    ILPClass clazz = common.findClass(className);
    Object[] value = new Object[argument.length];
    for ( int i = 0 ; i<argument.length ; i++ ) {
      value[i] = argument[i].eval(lexenv, common);
    }
    return new ILPInstance(clazz, value);
  }
```

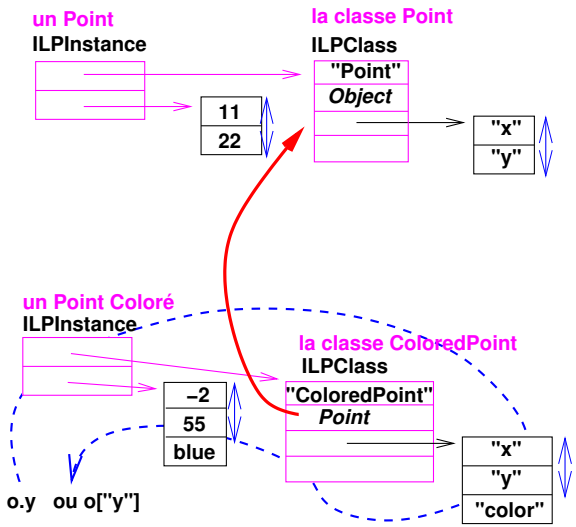
Instance

Les noms des champs sont convertis en des décalages.

```
public class ILPInstance {
  public ILPInstance (ILPClass clazz, Object[] argument) {
    this.clazz = clazz;
    this.field = argument;
  }
  private final ILPClass clazz;
  private final Object[] field;

  public Object read (final String fieldName)
    throws EvaluationException {
    return field[clazz.fieldRank(fieldName)];
  }
  public Object write (final String fieldName, final Object value)
    throws EvaluationException {
    field[clazz.fieldRank(fieldName)] = value;
    return Boolean.FALSE;
  }
  public Object send (final String message,
                      final Object[] argument,
                      final ICommon common)
    throws EvaluationException {
    return clazz.send(this, message, argument, common);
  }
```


Accès aux champs

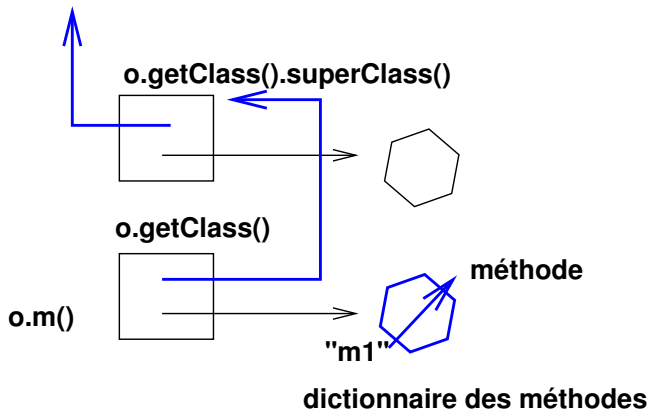
```
public class CEASTwriteField
extends CEASTExpression {
  public Object eval (ILexicalEnvironment lexenv,
                      ICommon common)
    throws EvaluationException {
    Object target = object.eval(lexenv, common);
    Object newValue = value.eval(lexenv, common);
    if ( target instanceof ILPInstance ) {
      return ((ILPInstance) target)
         .write(fieldName, newValue);
    } else {
      throw new EvaluationException("Wrong class");
    }
  }
```

Envoi de message

À la Smalltalk (*lookup*) :

```
public class CEASTsend extends CEASTExpression {
  public Object eval (ILexicalEnvironment lexenv,
                      ICommon common)
    throws EvaluationException {
    Object target = receiver.eval(lexenv, common);
    Object[] value = new Object[argument.length];
    for ( int i = 0 ; i<argument.length ; i++ ) {
      value[i] = argument[i].eval(lexenv, common);
    }
    if ( target instanceof ILPInstance ) {
      return ((ILPInstance) target)
         .send(methodName, value, common);
    } else {
      throw new EvaluationException(
         "No such method " + methodName);
    }
  }
```



Classe

```
public class ILPClass {
  ...
  public String fieldName (int rank) {
    return this.fieldName[rank];
  }
  public int fieldSize () {
    return this.fieldName.length;
  }
  public int fieldRank (final String name)
    throws EvaluationException {
    for ( int i = 0 ; i<fieldName.length ; i++ ) {
      if ( fieldName[i].equals(name) ) {
        return i;
      };
    }
    throw new EvaluationException(
      "No such field " + name);
  }
```



```
public Object send (final ILPInstance self,
                    final String message,
                    final Object[] argument,
                    final ICommon common)
  throws EvaluationException {
  UserGlobalFunction m = (UserGlobalFunction)
    this.method.get(message);
  if ( m != null ) {
    final Object[] newArgument = new Object[1 + argument.length];
    newArgument[0] = self;
    for ( int i = 0 ; i<argument.length ; i++ ) {
      newArgument[i+1] = argument[i];
    }
    return m.invoke(newArgument, common);
  } else {
    // Pas de methode propre de ce nom!
    if ( superClass != null ) {
      return superClass.send(self, message, argument, common);
    } else {
      // On est sur Object
      throw new EvaluationException("No such method " + message);
    }
  }
}
```


Moi

C'est la valeur de la variable introduite en premier dans la liste des variables des méthodes.

```
// dans CEASTself
public Object eval6 (ILexicalEnvironment lexenv,
                     ICommon common)
 throws EvaluationException {
     return lexenv.lookup(this);
}
```

```
public class CEASTmethodDefinition
extends CEAST6 implements IAST6methodDefinition {
public CEASTmethodDefinition (IAST4functionDefinition delegate) {
  this.methodName = delegate.getFunctionName();
  // Ajouter self en tete des variables:
  this.selfVariable = new CEASTself();
  IAST4variable[] vars = delegate.getVariables();
  IAST4variable[] varsPlusSelf = new IAST4variable[1+vars.length]
  varsPlusSelf[0] = this.selfVariable;
  for ( int i=0 ; i<vars.length ; i++ ) {
     varsPlusSelf[i+1] = vars[i];
  }
  // toutes les fonctions sous-jacentes aux methodes ont des noms
  CEASTglobalFunctionVariable gfv =
     new CEASTglobalFunctionVariable("ilpMETHOD_" + getCounter())
  this.delegate = new CEASTfunctionDefinition(
          gfv,
          varsPlusSelf,
          delegate.getBody() );
}
private final CEASTfunctionDefinition delegate;
private final IAST4variable selfVariable;
private final String methodName;
```


Super

Différent de JavaScript et Java : `super()` désigne la valeur de la super-méthode invoquée avec les mêmes arguments que la méthode courante. Ainsi

```
class A extends B {
  method f (x) {
    return x
         + super()    // en Java: super.f(x)
  }
```

La méthode invoquée est la méthode `f` valable en `B` : elle est connue dès la compilation car il n'y a pas de création dynamique de méthode.


```
// Dans CEASTsuper
public Object eval6 (ILexicalEnvironment lexenv,
                     ICommon common)
throws EvaluationException {
  ILPmethod currentMethod = (ILPmethod) lexenv.loc
  return currentMethod.callSuper(lexenv, common);
}
```



```
// Dans ILPmethod
public static IAST4localVariable cmv =
    new CEASTlocalVariable("ilp_CurrentMethod");
protected static IAST4localVariable cmargs =
    new CEASTlocalVariable("ilp_CurrentArguments")

public void setDefiningClass (ILPClass clazz) {
    this.definingClass = clazz;
}
private ILPClass definingClass;

public ILPClass getDefiningClass () {
    return this.definingClass;
}
```

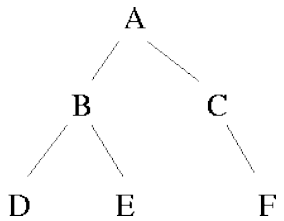
```
public Object callSuper (ILexicalEnvironment lexenv,
                         ICommon common )
throws EvaluationException {
    Object[] arguments = (Object[]) lexenv.lookup(cmargs);
    return getDefiningClass().getSuperClass()
        .send(getMethodName(), arguments, common);
}
 @Override
public Object invoke (Object[] arguments,
                      ICommon common)
  throws EvaluationException {
    IAST2variable[] variables = getVariables();
    if ( variables.length != arguments.length ) {
        String msg = "Wrong arity";
        throw new EvaluationException(msg);
    };
    ILexicalEnvironment lexenv = getEnvironment()
        .extend(cmv, this)
        .extend(cmargs, arguments);
    for ( int i = 0 ; i<variables.length ; i++ ) {
        lexenv = lexenv.extend(variables[i], arguments[i]);
    }
    return getBody().eval(lexenv, common);
}
```


Compilation

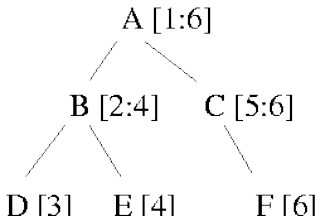
- pas d'objet en C
- pas de classe mais des `struct`
- accès aux champs statique
- déjà une solution pour `instanceof`
- pointeurs
- fonctions

Héritage simple

`class-of` s'obtient en temps constant avec un schéma par en-tête.
La question restante correspond à `instanceof`.

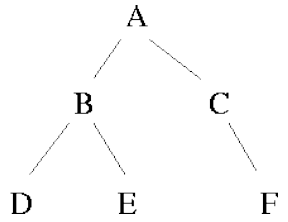


Numérotation préfixe



`X.min` $\leq$ `o.class().min` $\leq$ `X.max`

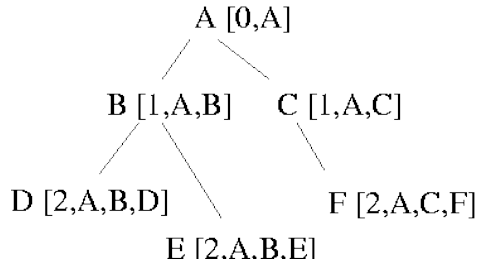
Matrice caractéristique



	A	B	C	D	E	F
A	t					
B	t	t				
C	t		t			
D	t	t		t		
E	t	t			t	
F	t		t			t

```
matrice[o.class().numero, X.numero]
```


Indexation en profondeur

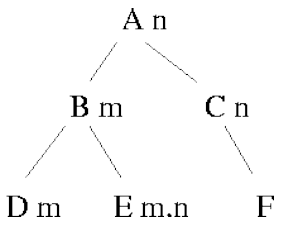



```
   X.depth() <= o.class().depth()
&& o.class().supers[X.depth()] = X
```


Placement des champs

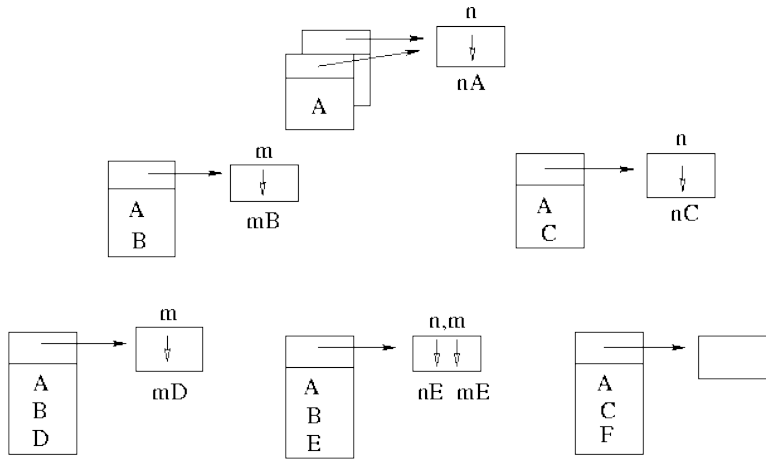
Invariant : Si $SC < C$ alors le contenu d'un SC débute par le contenu d'un C.
Ainsi tous les décalages sont conservés pour l'accès aux champs (dans le cas de l'héritage simple).

Invocation de méthode

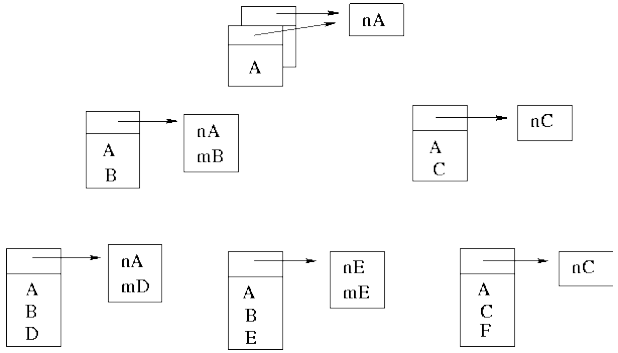


	m	**n**
A	error	nA
B	mB	nA
C	error	nC
D	mD	nA
E	mE	nE
F	error	nC

À la Smalltalk

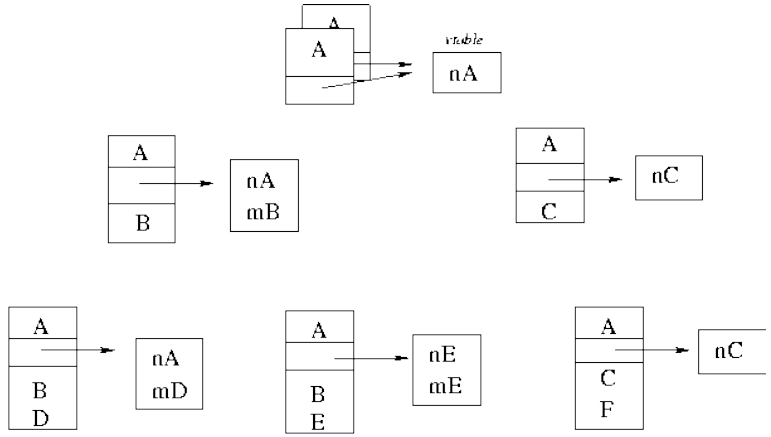


À la Java

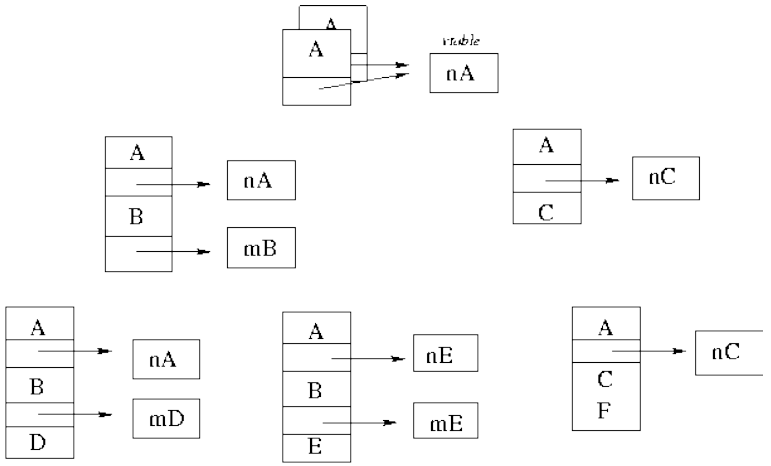


Si $SC < C$ alors les méthodes possibles sur C forment un préfixe des méthodes possibles sur SC (en héritage simple). Possible car l'ensemble des méthodes est connu statiquement.

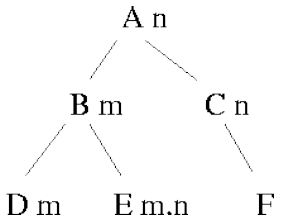
À la C++



ou encore



Arbre de décision

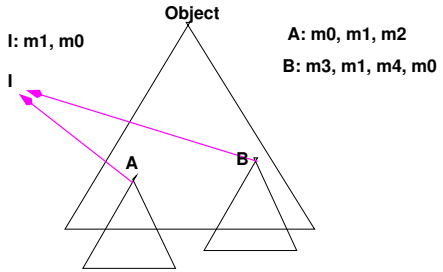



```
m : if ∈ B then (if ∈ D then mD
                 elsif ∈ E then mE
                 else mB)
    else error
n: if ∈ C then nC elsif ∈ E then nE else nA
```

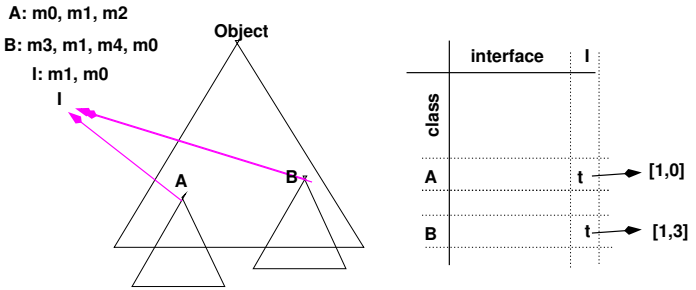

Héritage multiple d'interfaces

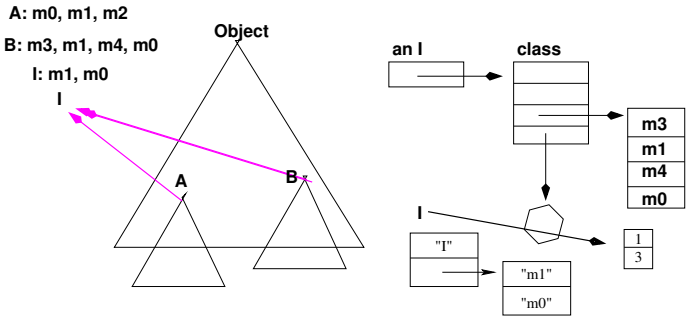
Deux questions :

- `o instanceof I`
- `i.m(..)`



`o instanceof I` ≡ `o instanceof A || o instanceof B`

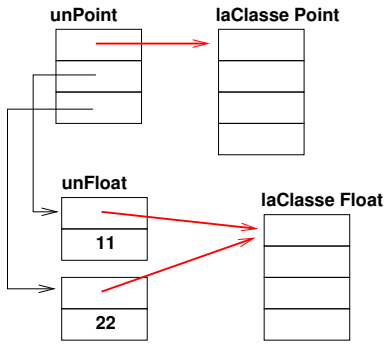




Compilation

Ressource: C/ilpObj.h

Nouvelle représentation des objets en C et matérialisation du lien d'héritage



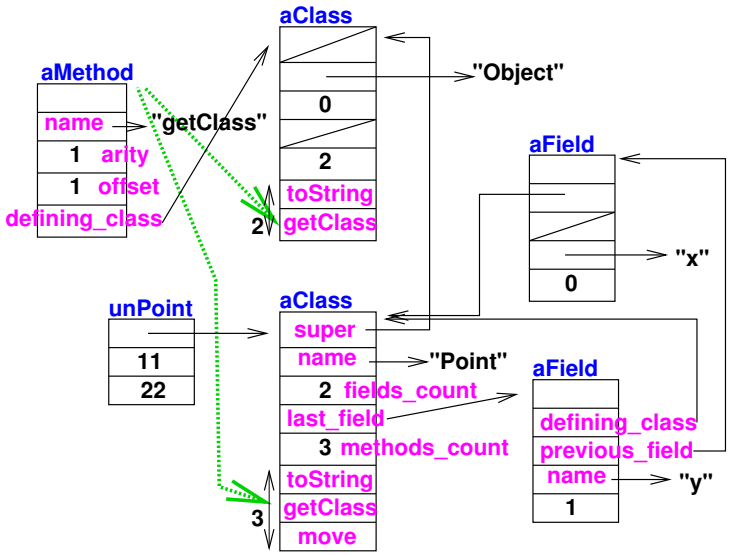

```
typedef struct ILP_Object {
     struct ILP_Class*  _class;
     union {
          unsigned char asBoolean;
          int           asInteger;
          double        asFloat;
          struct asString {
               int      _size;
               char     asCharacter[1];
          } asString;
          struct asException {
               char                message[ILP_EXCEPTION_BUFFER_LENGTH];
               struct ILP_Object*  culprit[ILP_EXCEPTION_CULPRIT_LENGTH];
          } asException;
          struct asClass {
               struct ILP_Class*   super;
               char*               name;
               int                 fields_count;
               struct ILP_Field*   last_field;
               int                 methods_count;
               ILP_general_function method[1];
          } asClass;
          struct asMethod {
               char*               name;
               short               arity;
               short               index;
          } asMethod;
          struct asField {
               struct ILP_Class*   defining_class;
               struct ILP_Field*   previous_field;
               char*               name;
               short               offset;
          } asField;
          struct asInstance {
               struct ILP_Object*  field[1];
          } asInstance;
     }                _content;
} *ILP_Object;
```



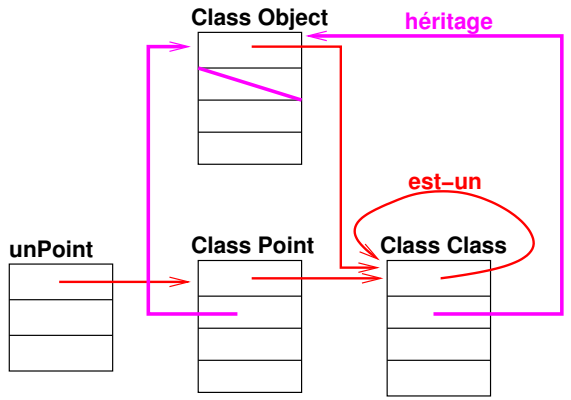
```
#define ILP_AllocateInteger() \
  ILP_malloc(sizeof(struct ILP_Object), &ILP_object_Integer_class)

/** Constantes de classes. */

extern struct ILP_Class ILP_object_Object_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Class_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Method_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Field_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Integer_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Float_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Boolean_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_String_class;
extern struct ILP_Class ILP_object_Exception_class;
extern struct ILP_Field ILP_object_super_field;
extern struct ILP_Field ILP_object_defining_class_field;
extern struct ILP_Method ILP_object_print_method;
extern struct ILP_Method ILP_object_classOf_method;

extern ILP_Object ILP_print (ILP_Object self);
extern ILP_Object ILP_classOf (ILP_Object self);

extern ILP_Object ILP_malloc (int size, ILP_Class class);
extern ILP_Object ILP_make_instance (ILP_Class class);
extern int /* boolean */ ILP_is_a (ILP_Object o, ILP_Class class);
extern ILP_general_function ILP_find_method (ILP_Object receiver,
                                             ILP_Method method,
                                             int argc);
```


Hiérarchie des classes

```
Object
   Class       (super, name, fields_count, last_field
   Method      (name, arity, index)
   Field       (defining_class, previous_field, name,
   Integer
   Float
   Boolean
   String
   Exception
```



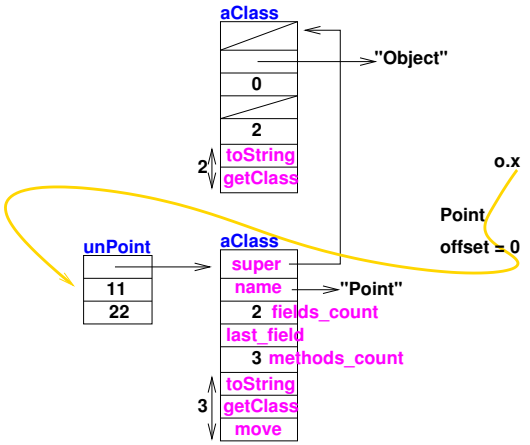
Modèle ObjVlisp



Accès aux champs

Compiler **o.x**
x donne (typage ou notre hypothèse additionnelle) **Point** qui donne le décalage. Efficacité ! On précalcule les décalages pour accéder aux champs mais on vérifie leur existence.

```
if (ILP_IsA(o, (ILP_Class)
       &ILP_object_Point_class)) {
   destination o->_content.asInstance.field[0];
} else {
   destination ILP_UnknownFieldError("x", o);
}
```

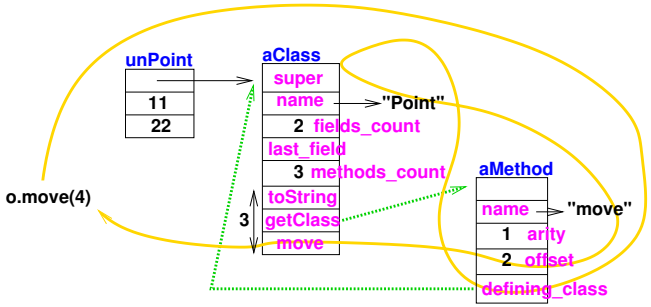



Lien d'héritage

On peut faire plus efficace que cette recherche ascendante linéaire !

```
int /* boolean */
ILP_is_a (ILP_Object o, ILP_Class class)
{
     ILP_Class oclass = o->_class;
     if ( oclass == class ) {
          return 1;
     } else {
          oclass = oclass->_content.asClass.super;
          /* Object a NULL pour superclasse. */
          while ( oclass ) {
               if ( oclass == class ) {
                    return 1;
               };
               oclass = oclass->_content.asClass.super;
          }
          return 0;
     }
}
```


Envoi de méthodes




```
receveur = ...;
ilpTMP808 = ILP_find_method(
       receveur,
       &ILP_object_move_method,
       1);            /* nbr args */
destination ilpTMP808(receveur, argument);
```



```
ILP_general_function
ILP_find_method (ILP_Object receiver,
                 ILP_Method method,
                 int argc)
{
   ILP_Class oclass = receiver->_class;
   if ( ! ILP_is_subclass_of(
             oclass,
             method->_content.asMethod.class_definin
        Signaler une absence de méthode
   } else {
     int index = method->_content.asMethod.index;
     if ( argc != method->_content.asMethod.arity )
          Signaler une erreur d'arite
     };
     return oclass->_content.asClass.method[index];
  }
}
```


Compilation de classe

```
ILP_GenerateClass(4);
extern struct ILP_Class4 ILP_object_Point_class;
extern struct ILP_Field ILP_object_x_field;
extern struct ILP_Field ILP_object_y_field;
extern struct ILP_Method ILP_object_longueur_metho
extern struct ILP_Method ILP_object_move_method;
```

```
struct ILP_Field ILP_object_x_field = {
  &ILP_object_Field_class,
  {{(ILP_Class) & ILP_object_Point_class,
    NULL,
    "x",
    0}}
};

struct ILP_Field ILP_object_y_field = {
  &ILP_object_Field_class,
  {{(ILP_Class) & ILP_object_Point_class,
    &ILP_object_x_field,
    "y",
    1}}
};
```



```
struct ILP_Class4 ILP_object_Point_class = {
  &ILP_object_Class_class,
  {{(ILP_Class) & ILP_object_Object_class,
    "Point",
    2,
    &ILP_object_y_field,
    4,
    {ILP_print,                    /* print */
     ILP_classOf,                  /* classOf */
     ilpFUNC234,                   /* longueur */
     ilpFUNC235,                   /* move */
     }}}
};
```



```
struct ILP_Method ILP_object_longueur_method = {
  &ILP_object_Method_class,
  {{(struct ILP_Class *) &ILP_object_Point_class,
    "longueur",
    1,                             /* arite */
    2                              /* offset */
    }}
};

struct ILP_Method ILP_object_move_method = {
  &ILP_object_Method_class,
  {{(struct ILP_Class *) &ILP_object_Point_class,
    "move",
    3,                             /* arite */
    3                              /* offset */
    }}
};
```


Super

On précalcule (statiquement) quelle est la super-méthode. La compilation d'une méthode stocke la méthode courante dans l'environnement lexical.

```
// CEASTsuper
   public void compile6 (StringBuffer buffer,
                         ICgenLexicalEnvironment lexenv,
                         ICgenEnvironment common,
                         IDestination destination)
    throws CgenerationException {
        IAST6methodDefinition currentMethod = null;
        ICgenLexicalEnvironment le = lexenv;
        while ( ! le.isEmpty() ) {
            if ( le instanceof CgenMethodLexicalEnvironment ) {
                CgenMethodLexicalEnvironment cmle =
                    (CgenMethodLexicalEnvironment) le;
                currentMethod = cmle.getMethodDefinition();
                break;
            } else {
                le = le.getNext();
            }
        }
        if ( currentMethod != null ) {
            destination.compile(buffer, lexenv, common);
            buffer.append("ILP_FindAndCallSuperMethod(");
            buffer.append(currentMethod.getRealArity());
            buffer.append(");");
        } else {
            String msg = "No supermethod!";
            throw new CgenerationException(msg);
        }
    }
```

Un petit exemple :

```
/* class Point2D extends Point {
     method print (x) {
       print "print@Point2D"; super() }]    */
ILP_Object
ilpMETHOD_5f80_3222(ILP_Object ilp_Self,
                    ILP_Object x)
{
  static ILP_Method ilp_CurrentMethod =
    &ILP_object_print_method;
  static ILP_general_function ilp_SuperMethod =
    ILP_print;
  ILP_Object ilp_CurrentArguments[2];
  ilp_CurrentArguments[1] = x;

  ILP_Object ilpLOCAL_3236;
  ilpLOCAL_3236 = ILP_String2ILP("print@Point2D");
  (void) ILP_print(ilpLOCAL_3236);
  return ILP_FindAndCallSuperMethod(1);
}
```


Ajout à la bibliothèque d'exécution en C :

```
#define ILP_FindAndCallSuperMethod(i) \
  ((((ilp_SuperMethod != NULL) \
     ? (*ILP_find_and_call_super_method##i) \
     : (*ILP_dont_call_super_method) )( \
   ilp_Self, ilp_CurrentMethod, ilp_SuperMethod, ilp_CurrentArguments))

extern ILP_Object ILP_find_and_call_super_method1(
    ILP_Object self,
    ILP_Method current_method,
    ILP_general_function super_method,
    ILP_Object arguments[] );

#define DefineSuperMethodCaller(i) \
ILP_Object \
ILP_find_and_call_super_method##i ( \
    ILP_Object self, \
    ILP_Method current_method, \
    ILP_general_function super_method, \
    ILP_Object arguments[i] ) \
{ \
    /* assert( super_method != NULL ); */ \
    switch ( i ) { \
        case 0: { \
            return (*super_method)(self); \
        } \
        case 1: { \
            return (*super_method)(self, arguments[1]); \
        } \
        case 2: { \
            return (*super_method)(self, arguments[1], arguments[2]); \
        } \
        case 3: { \
            return (*super_method)(self, arguments[1], \
\
                                   arguments[2], \
\
                                   arguments[3]); \
        } \
        default: { \
            asprintf(ILP_the_exception._content.asException.message, \
                     ILP_EXCEPTION_BUFFER_LENGTH, \
                     "Cannot invoke supermethod %s\nCulprit: 0x%p\n", \
                     current_method->_content.asMethod.name, \
\
                     (void*) self ); \
            /*ZZZZZ*/ \
            fprintf(stderr, "%s", ILP_the_exception._content.asException.message); \
            ILP_the_exception._content.asException.culprit[0] = self; \
            ILP_the_exception._content.asException.culprit[1] = \
\
                (ILP_Object) current_method; \
            ILP_the_exception._content.asException.culprit[2] = NULL; \
            ILP_throw((ILP_Object) &ILP_the_exception); \
            /* UNREACHED */ \
            return NULL; \
        } \
    } \
}
DefineSuperMethodCaller(0)
DefineSuperMethodCaller(1)
DefineSuperMethodCaller(2)
DefineSuperMethodCaller(3)

ILP_Object
ILP_dont_call_super_method (
    ILP_Object self,
    ILP_Method current_method,
    ILP_general_function super_method,
    ILP_Object arguments[] )
{
    /* assert ( super_method == NULL ); */
    asprintf(ILP_the_exception._content.asException.message,
             ILP_EXCEPTION_BUFFER_LENGTH,
             "No supermethod %s\nCulprit: 0x%p\n",
             current_method->_content.asMethod.name,
             (void*) self );
    /*ZZZZZ*/
    fprintf(stderr, "%s", ILP_the_exception._content.asException.message);
    ILP_the_exception._content.asException.culprit[0] = self;
    ILP_the_exception._content.asException.culprit[1] =
        (ILP_Object) current_method;
    ILP_the_exception._content.asException.culprit[2] = NULL;
    ILP_throw((ILP_Object) &ILP_the_exception);
    /* UNREACHED */
    return NULL;
}
```


Extensions

Facettes jeu de méthodes dépendant de l'état de l'objet

mixins (ou traits) sortes d'interfaces (en héritage multiple) dotées de méthodes

Nouveautés Java

- extension des environnements
- extension du visiteur

Méthodes compile6, eval6

```
// paquetage fr.upmc.ilp.ilp6.ast
CEAST6
  CEASTclassDefinition  // implante IAST6classDef
  CEASTmethodDefinition // implante IAST6methodDe
CEASTprogram            // etend ilp4.ast.CEASTpr
CEAST6expression        // etend ilp4.ast.CEASTex
  CEASTinstantiate
  CEASTreadField
  CEASTwriteField
  CEASTself
  CEASTsuper
  CEASTsend
```


Toutes ces classes ont besoin de lire ou d'enrichir l'environnement des classes/méthodes. Or les `I*Environment` doivent être enrichis pour contenir cette nouvelle information en implantant :

```
public interface IClassEnvironment {
    public void addClassDefinition (IAST6classDefi
    public IAST6classDefinition findClassDefinitio
      throws RuntimeException;
}
```

Sont enrichis : `ICgenEnvironment`, `INormalizeGlobalEnvironment` et leurs implantations. Mais le code d'ILP4 ne sait pas fournir ces environnements enrichis aux nouvelles expressions d'ILP6.


```
// dans CEAST6expression
@Override
public void compile (
  StringBuffer buffer,
  ICgenLexicalEnvironment lexenv,
  fr.upmc.ilp.ilp2.interfaces.ICgenEnvironment common,
  IDestination destination)
  throws CgenerationException {
    compile6(buffer,
             lexenv,
             CEAST6.narrowToICgenEnvironment(common),
             destination );
}
// NOTE: on aurait pu prendre le meme nom et
// laisser faire la surcharge:
public abstract void compile6 (
  StringBuffer buffer,
  ICgenLexicalEnvironment lexenv,
  ICgenEnvironment common,
  IDestination destination )
throws CgenerationException;
```


Visiteur

Il y a de nouvelles expressions :

```
public interface IAST6visitor extends IAST4visitor
    void visit (IAST6classDefinition classDefiniti
    void visit (CEASTinstantiate expression);
    void visit (CEASTsend expression);
    void visit (CEASTreadField expression);
    void visit (CEASTwriteField expression);
    void visit (CEASTself expression);
    void visit (CEASTsuper expression);
    // NOTE: utiliser plutot des interfaces.
}
```

On peut, dans ILP4, fournir un IAST6visitor à la place d'un IAST4visitor mais quand ILP4 visite un nœud ILP6, il doit lui fournir un IAST6visitor.

On ne peut donc simplement écrire, dans une classe d'ILP6 :

```
//public void accept (IAST4visitor visitor) {
// FAUX
//     visitor.visit(this);
// FAUX
//}
```

Il faut alors écrire :

```
public void accept (IAST6visitor visitor) {
    visitor.visit(this);
}
public void accept (IAST4visitor visitor) {
    CEAST6.narrowToIAST6visitor(visitor).visit(thi
}
```

Non nécessaire si l'on écrit son discriminant (comme en `ilp1.cgen.analyse`)

Suggestions

- lire le code d'ILP6
- et regarder le code C engendré