VM ZAM

Introduction :

La ZAM est un langage de machine virtuelle, elle est utilisé pour compiler de l'OCaml. Nous allons étudier son fonctionnement pour pouvoir l'implanter dans le simulateur et pouvoir recréer son code.

Compilation :

Qu'est ce que la compilation et la ZAM ?

Compilation pour une machine virtuelle (VM):
Production de code-octet (bytecode) interprété ou compilé à la volée vers du code machine.

Pour cela il faut une bibliothèque d'exécution (runtime) :
pour le support des langages de haut niveau (gestion mémoire, entrées/sorties, chargement dynamique, appels de méthods, continuations, etc.).

pour les VM : intégré dans la machine virtuelle

Comment est faite la ZAM ?

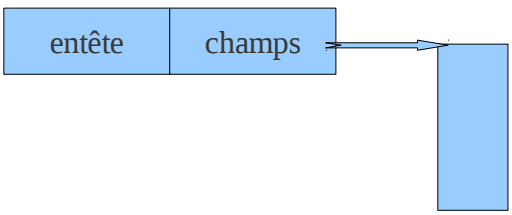
Le corps de la ZAM (interp.ml)

Types : Nombre : Entier / Pointeur / Labels

Pointeur : Entier Pair tous distinct.
Générateur
gen_ptr : Pointeur

Fonction de verification de type
outTypes : type

Blocs : {entête : Int ; champs : tab<Int>}



Outils : Tas / Globals / extra_args

Tas : Hash<int, blocs> (51)

Allocation d'une structure sur le tas. Param : entete, champs
Entete, champs sont un type bloc
out : Pointeur, clef du bloc inséré dans le tas ##
alloc_bloc(Int, Nombre) : Pointeur

##Allocation d'une constante ##
alloc_const (n : Entier | ptr : Pointeur | (n, constlist)) : (Entier | Pointeur | Pointeur sur constlist dans tas)

Globals : Hash<int, Nombre>(89) ***référencé par env***

Accesseur de variables globales. Param : clef
getglobal (Int) : Nombre

Ajouter une variable global. Param : clef, valeur
setglobal(Int ; Nombre) : Unit

Accesseur d'un bloc ? Param : Pointeur
bloc (ptr) : Bloc

Extra_args : Un registre

Pile & Accu :

Accu seulement ref

pile : ModifStack.creat _any

Ajouter dans la pile Param : v
push (v) : unit

enleve la de tête de pile (pop)
pop() : v

enleve n fois la tete de pile (popn)
Param : n, le nombre de pop ##
popn (n) : v

reinitialiser
reset() : unit

getteur au n element de la pile
Param n, iteration ##
get(n) : v

remplacer le n° element de la pile
Param n, l'iteration
v, element ##
set(n, v) : unit

Fonctions auxiliaires :

Permet les opérations arithmétiques
Ces opérations entrent le résultat dans l'accumulateur
Op unaires
Param f, la fonction
Opération Unaire sur entier dans l'accumulateur ##
do_arith_unop (f) : unit

Op Binaires
Param f, la fonction
Operation binaire entre l'accumulateur et la tête de pile ##
do_arith_unop (f) : Unit

Comparaison Binaires
Param f, la fonction
Idem qu'une operation Binaire hormis quelle renvoie le resultat ##
do_arith_unop (f) : Entier (boolean)

Labels : Hashtbl.create 51
Les labels marquent chaque instructions (klabel) du code en cours
variable max_label
##Initialisés au début d'une execution
Si l'instruction est Klabel max_label = sa valeur et elle est associée à l'instruction dans la table de hachage
Param : code, le code à exécuter ##
prepare_labels (code) : unit

Creation d'un label sur une instruction
param pc, le pointeur de l'instruction ##
set_label (pc) : unit

Interpreteur :
Il y a deux types d'instructions, les simples et les complexes
Les instructions ne changent pas le flot d'exécution du programmes ##
do_simpleinstr (instruction)

Les instructions simples sont :

Klabel	()
Knop	()
Kreadint	lire un entier et le placer dans l'accumulateur
Kreadstring	Non supporte
Kprintint	Affiche l'entier dans l'accumulateur
Kprintstring	Non supporte
Kgetglobal n (clef)	place la valeur de la global associée à n dans l'accumulateur
Ksetglobal n (clef)	place la valeur de l'accumulateur en global et l'associe à n (accu=unit)
Kacc n	place le n° elem de la pile dans l'accumulateur
Kpush	place la valeur de l'accumulateur dans la pile
Kpop n	enlève n valeur dans la pile (popn)
Kassign n	place dans le n° elem de la pile la valeur de l'accumulateur
Kconst cst	allouer une constante, valeur dans placee dans l'accumulateur
Kmakeblock size, tag	allouer un tableau (tab) de taille size du type dans l'accumutateur, il est rempli par les size champs de la pile (dans l'ordre de pop). Le bloc cree a un entete tag et un champs tab. Le pointeur est ensuite placé

	dans l'accumulateur.
Kgetfield n	Accès au n° champs du bloc pointé par l'accumulateur. Résultat dans l'accumulateur.
Ksetfield n	Place au n° champs du bloc pointé par l'accumulateur, la valeur de la tête de pile (pop). L'accumulateur est mis à unit.
Kvectlength	Entre la taille du bloc pointé par l'accumulateur dans l'accumulateur
Kgetvectitem (arg en pile)	Place le n° element du bloc pointé par l'accumulateur dans l'accumulateur. N est pris en tete de pile (pop).
Ksetvectitem (args en pile)	Place dans le n°element du bloc pointé par l'accumulateur la valeur v. L'accumulateur est mis à unit et n et v sont pris dans la tete de pile (dans cette ordre).
Instruction d'operation	(Voir plus haut) Les arguments sont faites entre l'accumulateur et la tete de pile. Le résultat est ensuite placé dans l'accumulateur.
Knegint	~- Operation unaire de negation
Kaddint	+ Operation binaire d'addition
Ksubint	- Operation binaire de soustraction
Kmulint	* Operation binaire de multiplication
Kdivint	/ Operation binaire d'addition
Kmodint	mod Operation binaire de modulo
Kandint	land Operation binaire and
Korint	lor Operation binaire or
Kxorint	lxor Operation binaire xor
Klslint	lsl Operation binaire decalage à gauche
Klsrint	lsr Operation binaire decalage à droite
Kasrint	asr Operation binaire decalage à droite arithmétique
Koffsetint n	Execute n fois + unaire ?
Kboolnot	! Non booleen
Koffsetref n	Ajoute n au premier champs du bloc pointé par l'accumulateur et le place à unit
Operation de comparaison	
Kintcomp comp	Même fonctionnement que pour les opération binaire comp peut etre :
Ceq	=
Cneq	<>
Clt	<
Cgt	>
Cle	<=
Cge	>=
Kisint	Teste si la valeur de l'accumulateur est un entier. Place _true (1) si oui _false (0) sinon
Kenvacc n	Place dans l'accumulateur la valeur du n° champs du bloc pointé par l'environnement
Kclosure lbl, n	Création de fermeture. Un bloc tagué 247 comprenant un tableau de n valeurs. L'accumulateur est placé dans champs[1] (si n <> 0) Les champs de 2 à n sont rempli par la tête de pile (n-1 pop) L'accumulateur prend le pointeur du bloc de fermeture créé.
Kclosurerec lblist, n	(Non géré, idem que closure, l'accu est seulement ajouté dans la pile)
Kpush_retaddr l	Met extra_args, env, un label dans la pile
Krestart	Restauration du contexte Place les variables globales (env) dans la pile (sauf le 1 qui est mis dans env). On ajoute ensuite le nombre d'argument à extra_args.
Koffsetclosure n	Place le pointeur d'environnement (env) dans l'accumulateur.

(les fonctions rec n'étants pas prises en compte)

Les instructions complexes :

Kbranch l
Kbranchif l
Kstrictbranchif l
Kbranchifnot l
Kstrictbranchifnot l
Kswitch tbl_const tbl_bloc
Kapply nbargs
Kappterm (nbargs, slotsize)
Kgrab n
Kstop
Kreturn slotsize
i

execution du code sous forme de suite d'instructions
la fonction comporte plusieurs variables ##
execute(code) : Unit

##La derniere instruction executee##
last

Execution des instructions complexes :
Param pc, le pointeur de l'instruction courante ##
do_instr (pc)

##Lancement de la ZAM##
-v ou –verbose fichier
ou fichier

##Lancement du traitement##
Interp.execute (Parser.programme Lexer.token (Lexing.from_channel f))

Les Instructions des programmes : ***(lexer.mll / parser.mly)***

L'analyseur syntaxique et lexical de ZAM. Ils définissent les mots clés et la syntaxe que doit avoir un programme pour être compris par la ZAM.

Lexer :

Le lexer est celui qui indique les mots clefs du langage. Ce que la ZAM reconnaît et transforme en token pour le parser.
La table keyword_table est une table d'association entre instructions dans le langage du programme au token du lexer.
Le lexer de ZAM reonnait : ##
Les chiffres : 0-9
les lettres : a-zA-Z
les alphanumeriques : digit | alpha | _ | '
les identifiants : alpha+
les entier : (-?) digit+
debut de commentaire ((*) et les fin de commentaire (*))

Traitements associe
Les séparateurs sont ignorés (' '\t\n)
comment|commentlevel : Gère le profondeur de commentaire
Plusieurs niveau de commentaires sont gérés, ils sont aussi ignorés.
les autres entré sont traitées selon ce qu'elles sont les entiers sont transformé de string en entier pour le parser

Entrée	***instructions***
identifiant	instruction reconnue de la table (voir plus bas)
L entier	Tlabel(entier)
L entier :	Tdef_label(entier)
[entier]	Tatom(entier)
[entier :	Topen_block(entier)
]	Tclose_block
entier a	Tnum(entier)
entier	Tnum(entier)
«	Tstring
'	Tchar
,	Tcomma
/	Tslash
eof	TEOF

D'autre entrées entraineront une levée d'exception

Parser :

Le programme doit doit commencer par instructions et fini par TOEF (end of file).
Il est de type instruction array
Les instructions sont transformées en tableau et renversées.##

```
programme : instructions TEOF { Array.of_list (List.rev $1)}
```

##Une instruction peut être vide ou une instructions suivi d'une instructions
Une file est alors crée avec instruction ::instructions (d'où le reverse) ##

```
instructions:
    {[]}
 | instructions instruction {$2::$1}
 ;
```

Les instructions : Le parser passent des tokens du lexer au langage de la machine ZAM. On voit ainsi la transformation des instructions.
Un tableau correspondant aux transformations du langage au lexer à la ZAM sera fait plus bas.
Certaines instructions ont besoin d'une forme spécial ##

num_list : est une liste de nombre. Le token nombre étant Tnum il est décrit ainsi

```
num_list : { [] }
         | num_list Tnum {$2 ::$1}
 ;
```

num_ne_list : est une aussi une liste de nombre mais ne pouvant etre vide

```
num_ne_list : Tnum { [$1] }
         | num_list Tnum {$2 ::$1}
 ;
```

constant : Syntaxe pour création de constante

```
constant : Tnum { Const_char $1) }
```

```
        | Tatom { Const_block ($1, []) }
        | Topen_block constant_list Tclose_block { Const_block ($1,List.rev $2)}
;
```

une liste de constante

```
constant_list : {[]}
        | constant_list constant { $2 ::$1 }
;
```

Tableau de coincidence langage | token | ZAM

L entier	TLabel	
L entier :	Tdef_label	Klabel $1
nop	Tnop	Knop
stop	Tstop	Kstop
readint	Treadint	Kreadint
readstring	Treadstring	Kreadstring
printint	Tprintint	Kprintint
printstring	Tprintstring	Kprintstring
getglobal entier	Tgetglobal Tnum	Ksetglobal $2
setglobal entier	Tsetglobal Tnum	Ksetglobal $2
acc entier	Tacc Tnum	Kacc $2
envacc entier	Tenvacc Tnum	Kenvacc $2
push	Tpush	Kpush
pop entier	Tpop Tnum	kpop $2
assign entier	Tassign Tnum	Kassign $2
push_retaddr label	Tpush_retaddr Tlabel	Kpush_retaddr $2
apply entier	Tapply Tnum	Kapply $2
appterm entier , entier	Tappterm Tnum Tcomma Tnum	Kappterm($2, $4)
return entier	Treturn Tnum	Kreturn $2
restart	Trestart	Krestart
grab entier	Tgrab Tnum	Kgrab $2
closure label , entier	Tclosure Tlabel Tcomma Tnum	Kclosure($2,$4)
closurerec entier entier ...	Tclosurerec num_ne_list Tcomma Tnum	Kclosurerec (list.rev $2, $4)
offsetclosure entier	Toffsetclosure Tnum	Koffsetclosure $2
offsetref entier	Toffsetref Tnum	Koffsetref $2
const constant	Tconst constant	Kconst $2
makeblock entier , entier	Tmakeblock Tnum Tcoma Tnum	Kmakeblock($2,$4)
getfield entier	Tgetfield Tnum	Kgetfield $2
setfield entier	Tsetfield Tnum	Ksetfield $2
vectlength	Tvectlength	Kvectlength
getvectitem	Tgetvectitem	Kgetvectitem
setvectitem	Tsetvectitem	Ksetvectitem
branch label	Tbranch Tlabel	Kbranch $2
branchif label	Tbranchif Tlabel	Kbranchif $2
branchifnot label	Tbranchifnot Tlabel	Kbranchifnot $2
strictbranchif label	Tstrictbranchif Tlabel	Kstrictbranchifnot $2
strictbranchifnot label	Tstrictbranchifnot Tlabel	Kstrictbranchifnot $2
switch entier,entier \ entier,entier	Tswitch num_list Tslash num_list	Kswitch (list.rev$2, list.rev$4)
boolnot	Tboolnot	Kboolnot
negint	Tnegint	Knegint
addint	Taddint	Kaddint
subint	Tsubint	Ksubint

mulint	Tmulint	Kmulint
divint	Tdivint	Kdivint
modint	Tmodint	Kmodint
andint	Tandint	Kandint
orint	Torint	Korint
xorint	Txorint	Kxorint
lslint	Tlslint	Klslint
lsrint	Tlsrint	Klsrint
asrint	Tasrint	Kasrint
offsetint entier	Toffsetint Tnum	Koffsetint $2
isint	Tisint	Kisint
eqint	Tcomparison(Ceq)	Kintcomp $1
neqint	Tcomparison(Cneq)	Kintcomp $1
ltint	Tcomparison(Clt)	Kintcomp $1
gtint	Tcomparison(Cgt)	Kintcomp $1
leint	Tcomparison(Cle)	Kintcomp $1
geint	Tcomparison(Cge)	Kintcomp $1