Estruturas de Linguagem

Closures & Co-rotinas

Francisco Sant'Anna

francisco@ime.uerj.br

http://github.com/fsantanna/EDL

Abstração de Código
(definida pelo programador)

- “Subprogramas” definidos pelo programador
- Abstração para com sequência de instruções
- Detalhes desnecessários são escondidos
- O programa “chama” o subprograma, passando-o termporariamente o controle da CPU
- Economia de memória e tempo de desenvolvimento

Características Gerais

- Um único ponto de entrada
- O chamador é suspenso enquanto o subprograma chamado executa
  - implica que só há um subprograma em execução
- O controle retorna ao chamador ao fim da execução
- Threads, Corrotinas, etc?

Parâmetros

- Como “configurar” o subprograma?
  - acesso direto à não locais (globais, upvals, campos)
  - passagem de parâmetros
    - formal paramters vs actual parameters (arguments)
    - por posição ou por chave

Closures

Defining a closure is a simple matter; a **closure** is a subprogram and the referencing environment where it was defined. The referencing environment is needed if the subprogram can be called from any arbitrary place in the program. Explaining a closure is not so simple.

```
function f1()
    local x = 10
    local function f2()
        return x
    end
    return f2
end

local f = f1()
print( f() )
```

- Só fazem sentido quando
  - subprogramas podem ser aninhados
  - chamadas com ambientes originais fora de escopo
- Ambiente é capturados e movido da pilha para a heap.

Closures

- Closure = função + ambiente
- Função
  - protótipo, estático
- Ambiente
  - variáveis livres
  - registro, dinâmico

Closures

- Relação com objetos

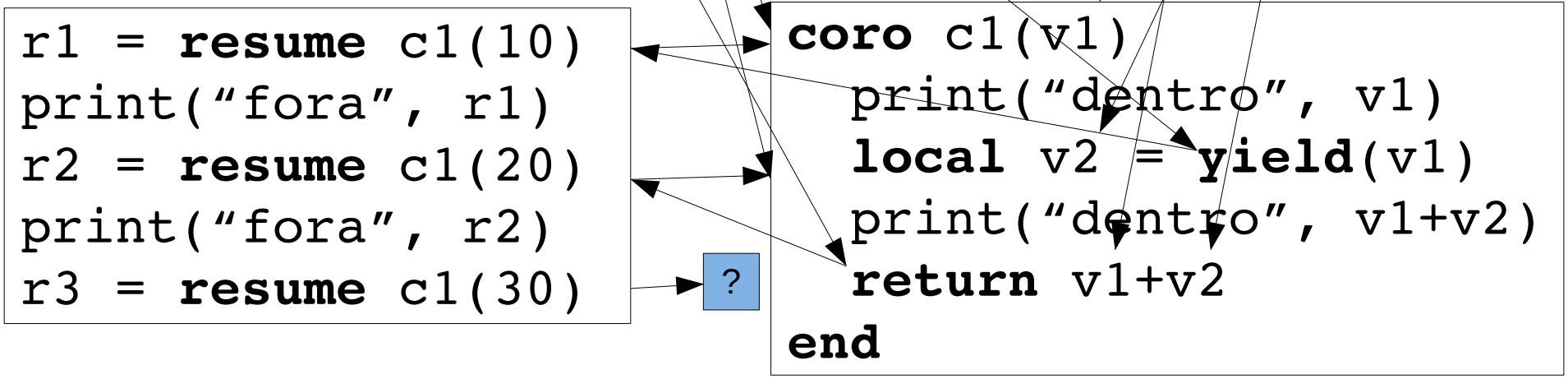
```
function new (x, y)
  return {
    move = function (dx,dy)
             x = x + dx
             y = y + dy
             return x, o.y
           end
    ...
  }
end
local o1 = new(0,0)
local o2 = new(100,100)
print( o1.move(10,10) )
print( o2.move(20,20) )
print( o1.move(-5,-5) )
print( o2.move(-5,-5) )
```

Características Gerais

- Um único ponto de entrada
- O chamador é suspenso enquanto o subprograma chamado executa
  - implica que só há um subprograma em execução
- O controle retorna ao chamador ao fim da execução
- Threads, Corrotinas, etc?

Co-rotinas

Coroutines can have multiple entry points, which are controlled by the coroutines themselves. They also have the means to maintain their status between activations. This means that coroutines must be history sensitive and thus have static local variables. Secondary executions of a coroutine often begin at points other than its beginning. Because of this, the invocation of a coroutine is called a **resume** rather than a call.



Co-rotinas
Simétricas vs Assimétricas

```
r1 = resume c1(10)
print("fora", r1)
r2 = resume c1(20)
print("fora", r2)
r3 = resume c1(30)
```

```
coro c1(v1)
  print("dentro", v1)
  local v2 = yield(v1)
  print("dentro", v1+v2)
  return v1+v2
end
```

```
coro c1(v1)
  print("dentro", v1)
  local v2 = resume main(v1)
  print("dentro", v1+v2)
  resume main(v1+v2)
end
```

Co-rotinas em Lua

- Assimétricas
- Separação entre protótipo (estático) e co-rotina (dinâmico)
- `coroutine.create, coroutine.resume, coroutine.yield`

```
function f1 (v1)
    print("dentro", v1)
    io.read()
    local v2 = coroutine.yield(v1)
    print("dentro", v1+v2)
    io.read()
    return v1+v2
end
```

```
c1 = coroutine.create(f1)
io.read()
_,r1 = coroutine.resume(c1,10)
print("fora", r1)
io.read()
_,r2 = coroutine.resume(c1,20)
print("fora", r2)
io.read()
_,r3 = coroutine.resume(c1,30)
print("fora", r3)
```

Co-rotinas

- Co-rotina = função + estado de execução
- Função
  - protótipo, estático
- Estado de Execução
  - pilha: locais
  - PC: contador do programa
  - dinâmico

Exemplo: Iteradores

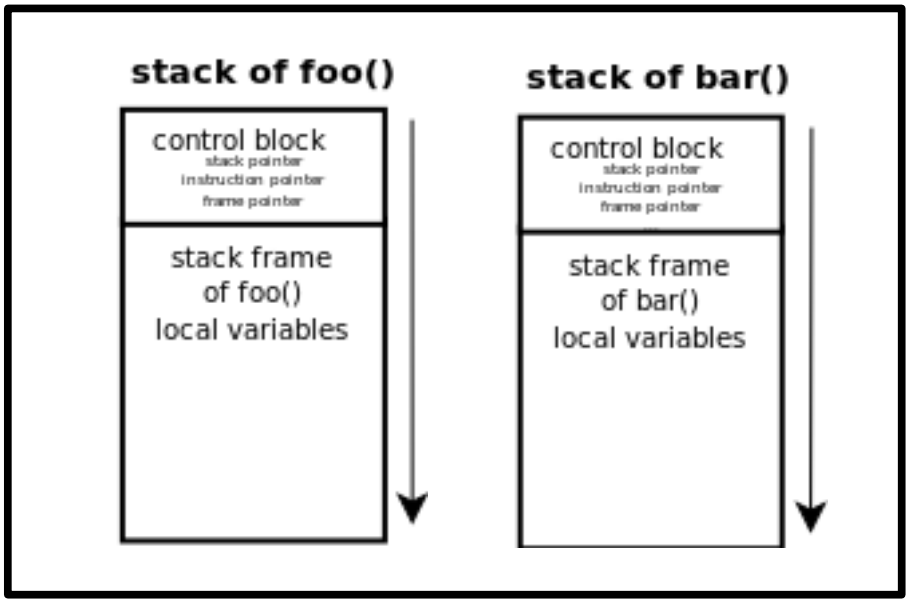
```
for i=1, 10 do
    local v = i*i
    print(i,v)
end
```

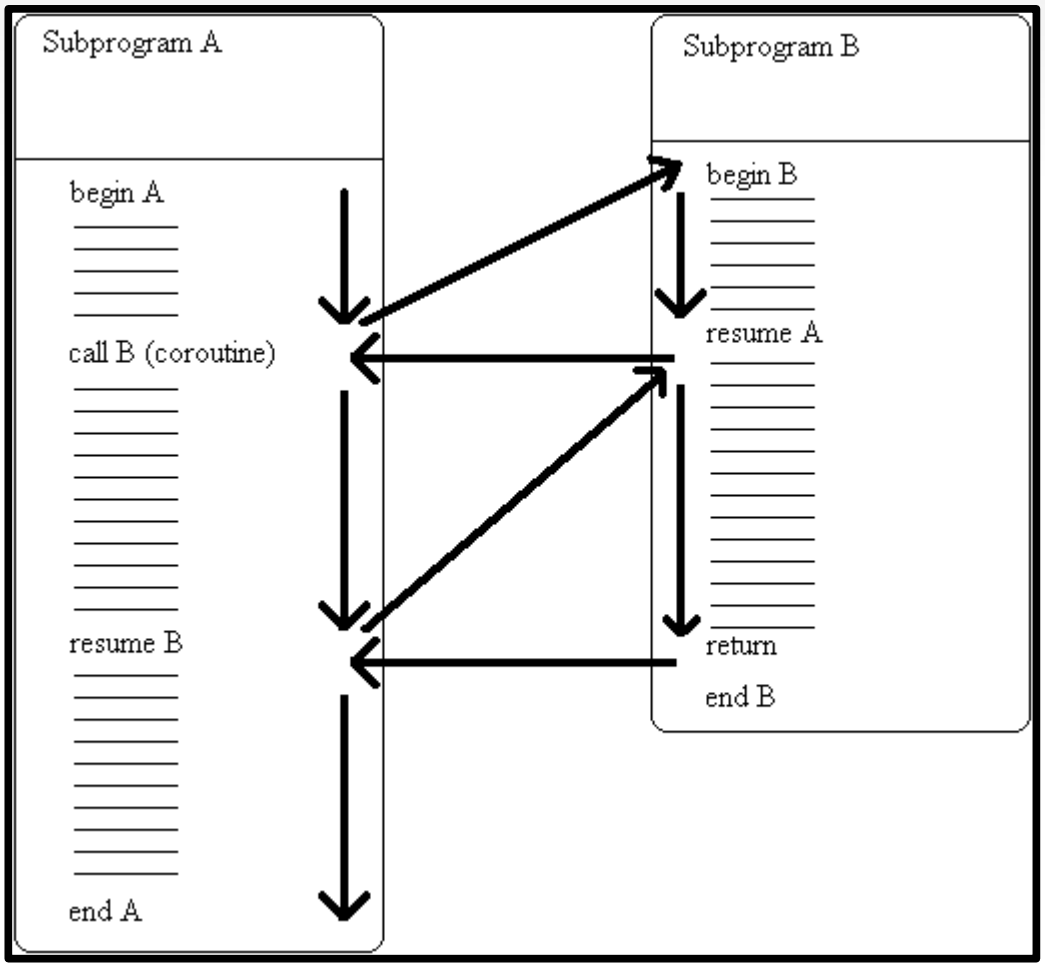
```
for i,v in <f_iter> do
    print(i,v)
end
```

- `code/iterator-0[1-3].lua`
- Estado global e encapsulado

Iteradores com Co-rotinas

- `code/iterator-0[4-5].lua`
- Contexto = PC, SP, pilha separada
  - estado implícito





Co-rotinas

- Controle/Pilha como “cidadão de primeira classe”
- Iteradores, Multi-Tarefa cooperativa

Comparison with subroutines [edit]

"Subroutines are special cases of ... coroutines." –Donald Knuth.[3]

Exemplo: Joguinho

- Corrida entre dois jogadores
- `code/funs/coro-02.lua`
- API: `player1(), player2()`
- Retorno: `'move' ou 'stand'`