Linguagem de Programação

www.ceu-lang.org

LabLua – PUC-Rio
www.lua.inf.puc-rio.br

Francisco Sant'Anna

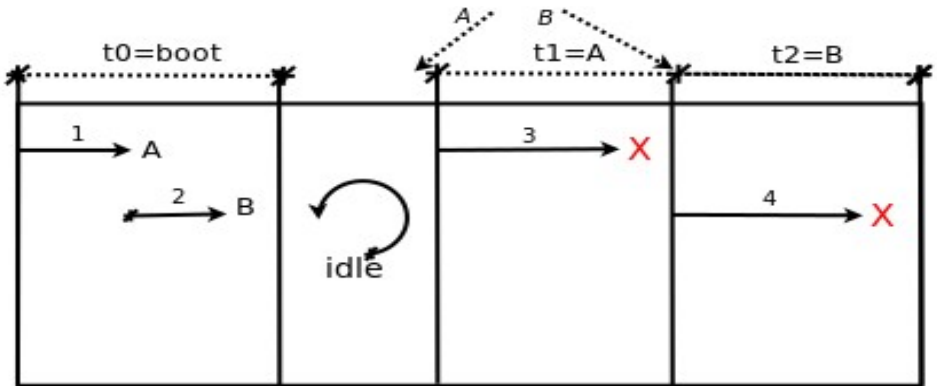
Características

1. Execução síncrona-reativa
2. Composições
3. Compartilhamento de memória
4. Eventos internos
5. Integração com C
6. Escopos e Finalização
7. Temporizadores
8. Execução Assíncrona
9. Abstrações

1. Modelo de Execução

1. O programa inicia na "reação de *boot*" em apenas uma trilha.
2. Trilhas ativas executam até esperarem ou terminarem. Esse passo é conhecido como "reação" e sempre executa em tempo *bounded*.
3. A ocorrência de um evento de entrada acorda **todas** as trilhas esperando aquele evento. Repete o "passo 2".

```
par/and do
    <...>       // 1
    await A;
    <...>       // 3
with
    <...>       // 2
    await B;
    <...>       // 4
end
```



<...> *são segmentos de trilha que não esperam (e.g. atrbuições, chamadas de função)*

1. Modelo de Execução

- Céu assegura execução "bounded"
  - Todos os loops devem ter `await` ou terminar

```
loop do
   if <cond> then
      break;
   end
end
```

```
loop do
   if <cond> then
      break;
   else
      await A;
   end
end
```

- *Limitação: operações longas*

2. Composições

- Programação reativa estruturada
  - *sequência, repetição e paralelismo*
- Abortamento ortogonal
  - `par/or`
  - Possibilidade de terminar uma linha de execução “por fora”

2. Composições

- Piscando LEDs
  1. *on ↔ off a cada 500ms*
  2. *Parar após 5s*
  3. *Repetir após 2s*

- Composições
  - par, seq, loop
  - ~~variáveis de estado~~
  - inferência

```
loop do
    par/or do
        loop do
            await 500ms;
            _leds_toggle();
        end
    with
        await 5s;
    end
    await 2s;
end
```

par/and, par/or

```
loop do
    par/and do
        ...
    with
        await 1s;
    end
end
// PERIODIC ("at least")
```

```
loop do
    par/or do
        ...
    with
        await 1s;
    end
end
// TIMEOUT ("at most")
```

3. Compartilhamento de Memória

```
var int x=1;
par/and do
     await A;
     x = x + 1;
with
     await B;
     x = x * 2;
End
_printf("%d\n", x);
```

```
var int x=1;
par/and do
     await A;
     x = x + 1;
with
     await A;
     x = x * 2;
End
_printf("%d\n", x);
```

- Análise estática
  - `ceu --safety 0   # permite ambos`
  - `ceu --safety 1   # permite ESQ, recusa DIR`
  - `ceu --safety 2   # recusa ambos`

Exercício 1 (revisão)

```
int state = 1;
unsigned long old;

void setup () {
    old = millis();
    digitalWrite(LED_PIN, state);
}

void loop () {
    unsigned long now = millis();
    if (now >= old+1000) {
        o
        s
        digitalWrite(LED_PIN, state);
    }

    int bu = digitalRead(BUT_PIN);
    if (b
        d                , HIGH);
        while(1);
    }
}
```

<X = X + 1>

;

<X = X * 2>

```
Thread* t1;
void Thread1 (void) {
  while (TRUE) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    chThdSleepMilliseconds(1000);
    if (chThdShouldTerminate())
        bre
    digital                    ;
    chThdSleepMilliseconds(1000);
    if (chThdShouldTerminate())
        break;
  }
}
void Thread2 (void) {
  while (TRUE) {
    int but = digitalRead(BUT_PIN);
    if (but) {
      digit                    GH);
      chThd
      break;
    }
  }
}
void setup () {
  t1 = chThdCreateStatic(..., Thread1);
  chThdCreateStatic(..., Thread2);
}
```

<X = X + 1>

//

<X = X * 2>

4. Eventos internos

- Mecanismo interno de sinalização
- Emissão do prórpio programa
  - *(vs ambiente)*
- Múltiplos numa mesma reação
  - (vs único)
- Execução por pilha
  - (vs fila)

4. Eventos internos

- Permite a criação de novos mecanismos de controle (e.g. subrotinas, exceções)

```
event int* inc;
par do
    // define subrotina
    loop do
        var int* p = await inc;
        *p = *p + 1;
    end
with
    // use subrotina
    <...>
    var int v = 1;
    emit inc => &v;    // stack this continuation
    _assert(v == 2);
end
```

5. Integração com C

- Sintaxe diferenciada (“_”)

```
native do
  #include <assert.h>
  int I = 0;
  int inc (int i) {
    return i+1;
  }
end
_assert(_inc(_I));
```

- “C hat” (execução não segura)
- Sem análise de execução “bounded”
- E em relação a efeitos colaterais?

5. Integração com C

- Anotações **pure** and **safe**

```
pure _inc();
safe _f() with _g();

par do
   _f(_inc(10));
with
   _g();
end
```

6. Escopos locais & Finalização

```
par/or do
   var _message_t msg;
   <...> // prepare msg
   _send_request(&msg);
   await SEND_ACK;
with
   <...>
end
```

local memory to external pointer

May terminate

external memory to local pointer

```
par/or do
   var _FILE* f = _fopen(...);
   _fwrite(..., f);
   await 1s;
   _fwrite(..., f);
   await 1s;
   _fclose(f);
with
   <...>
end
```

May terminate

line 5 : call to "_send_request" requires `finalize´

line 2 : attribution requires `finalize´

6. Escopos locais & Finalização

```
par/or do
   var _message_t msg;
   <...> // prepare msg
   finalize
      _send_request(&msg);
   with
      _send_cancel(&msg);
   end
   await SEND_ACK;
with
   <...>
end
```

```
par/or do
   var _FILE&? f;
   finalize
      f = _fopen(...);
   with
      _fclose(&f);
   end
   _fwrite(..., &f);
   await 1s;
   _fwrite(..., &f);
   await 1s;
   _fclose(&f);
with
   <...>
end
```

7. Temporizadores

- Muito comuns em aplicações reativas
  - *sampling, timeouts*
- `await` suporta tempo (i.e., *ms, min*)
  - … e compensa atrasos do sistema

```
await 2ms;
v = 1;
await 1ms;
v = 2;
```

- 5ms elapse
- late = 3ms
- late = 2ms

```
par/or do
    await 10ms;
    <...>  // no awaits
    await 1ms;
    v = 1;
with
    await 12ms;
    v = 2;
end
```

8. Execução Assíncrona

- Operações longas
- Paralelismo real
- Garantias de "*hard real-time*"
- Geração de *input*

9. Abstrações / Organismos