Linguagem de Programação

www.ceu-lang.org

Francisco Sant'Anna
francisco@ime.uerj.br

“Hello world!” em Céu

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

- Composições
  - seq, loop, par *(trails)*
    - At any level of depth
  - ~~variáveis de estado / comunicação~~

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

Linhas de execução
=
Trails (em Céu)

Visão geral de Céu

- Reativa
  - Ambiente no controle: *eventos*
- Imperativa
  - Sequências, loops e atribuições
- Concorrente
  - Múltiplas linhas de execução: *trails (trilhas)*
- Síncrona
  - Trilhas são sincronizadas a cada evento
  - **Trilhas estão sempre esperando**
- Determinística
  - Mesmo comportamento para uma dada linha de tempo

Modelos de Concorrência

- Assíncrono
  - Atividades independentes
  - Requer primitivas de sincronização (*mutexes, monitors, channels, pipes*)

- Threads (Java, p-threads)
- Processes (UNIX)
- Actors (erlang)

- Síncrono
  - Execução em passos
  - Requer primitivas assíncronas (não bloqueantes)

- Loop do Arduino
- Event-driven (callbacks)
- ***Céu***

Modelos de Concorrência

- Assíncrono
  - **programação estruturada**
  - sincronismo explícito
  - implementação complexa
  - **execução paralela**

VS

- Síncrono
  - programação não estruturada
  - **livre de sincronização**
  - ***footprint* pequeno**
  - execução serializada

- **programação estruturada**
- **livre de sincronização**
- ***footprint* pequeno**
- execução paralela

?

Exercício 1 (revisão-da-revisão)

- Piscar o LED a cada 1 segundo
- Parar ao pressionar o botão, mantendo o LED aceso para sempre

```
void loop () {
    unsigned long now = millis();
    if (now >= old+1000) {
        old = now;
        state = !state;
        digitalWrite(LED_PIN, state);
    }
    int but = digitalRead(BUT_PIN);
    if (but) {
        digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
        while(1);
    }
}
```

```
void Thread1 (void) {
  while (TRUE) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    chThdSleepMilliseconds(1000);
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    chThdSleepMilliseconds(1000);
  }
}
void Thread2 (void) {
  while (TRUE) {
    int but = digitalRead(BUT_PIN);
    if (but) {
      digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
      break;
    }
  }
}
```

Exercício 1 (revisão-da-revisão)

- Piscar o LED a cada 1 segundo
- Parar ao pressionar o botão, mantendo o LED aceso para sempre

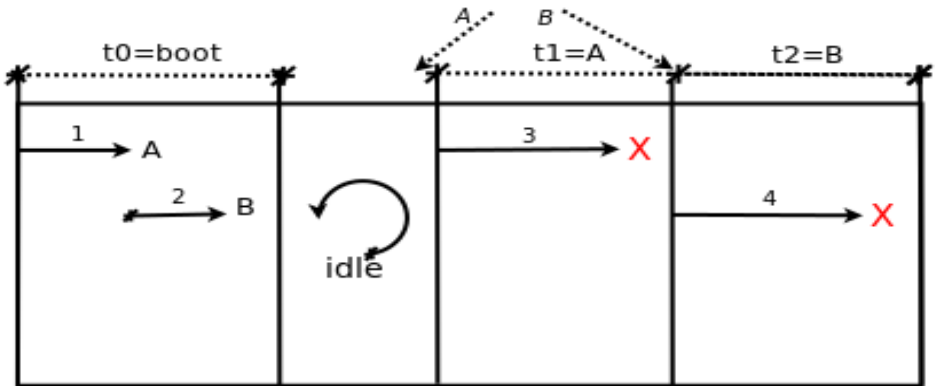
```
input  int PIN_02;
output int PIN_13;
par/or do
    loop do
        emit PIN_13(HIGH);
        await 1s;
        emit PIN_13(LOW);
        await 1s;
    end
with
    loop do
        var int on = await PIN_02;
        if on==LOW then
            break;
        end
    end
end
emit PIN13(HIGH);
await FOREVER;
```

```
input  int PIN_02;
output int PIN_13;
par/or do
    loop do
        emit PIN_13(HIGH);
        await 1s;
        emit PIN_13(LOW);
        await 1s;
    end
with
    var int on = await PIN_02
                 until on==LOW;
end
emit PIN13(HIGH);
await FOREVER;
```

Céu: 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)*

Céu: Modelo de Execução

- Hipótese de sincronismo: “Reações executam infinitamente mais rápido do que a taxa de eventos.”
- *Na teoria:* o programa não leva tempo no “passo 2” e está sempre ocioso no “passo 3”.
- *Na prática:* se um evento ocorre enquanto uma reação executa, ele é enfileirado para uma reação posterior.
- Reações a eventos nunca são sobrepostas (modelo síncrono)
- Quando múltiplas trilhas estão ativas (i.e., acordadas pelo mesmo evento), elas são executadas na ordem em que aparecem no código do programa.

Exercício 1 (revisão-da-revisão)

```
input  int PIN_02;
output int PIN_13;
par/or do
   loop do
      emit PIN_13(HIGH);
      await 1s;
      emit PIN_13(LOW);
      await 1s;
   end
with
   loop do
      var int on = await PIN_02;
      if on==LOW then
         break;
      end
   end
end
emit PIN_13(HIGH);
await FOREVER;
```

Tarefa-02 (revisão)

- Piscar o LED a cada 1 segundo

- Botão 1: Acelerar o pisca-pisca a cada pressionamento
- Botão 2: Desacelerar a cada pressionamento
- Botão 1+2 (em menos de 500ms): Parar

Tarefa-02 (revisão)

- Piscar o LED a cada 1 segundo
- Botão 1: Acelerar o pisca-pisca a cada pressionamento
- Botão 2: Desacelerar a cada pressionamento
- Botão 1+2 (em menos de 500ms): Parar

```
var int dt = 1000;
par/or do
    loop do
        emit PIN_13(HIGH);
        await (dt)ms;
        emit PIN_13(LOW);
        await (dt)ms;
    end
with
    loop do
        await PIN_02;
        await 50ms;
        dt = dt - 100;
    end
with
    loop do
        await PIN_03;
        await 50ms;
        dt = dt + 100;
    end
with
    loop do
        par/or do
            par/and do
                await PIN_02;
            with
                await PIN_03;
            end
            break;
        with
            par/or do
                await PIN_02;
            with
                await PIN_03;
            end
            await 500ms;
        end
    end
end
```

```
var int dt = 1000;
par/or do
    loop do
        emit PIN_13(HIGH);
        await (dt)ms;
        emit PIN_13(LOW);
        await (dt)ms;
    end
with
    loop do
        var int val = await PIN_02
                      until val==HIGH;
        await 50ms;
        dt = dt - 100;
    end
with
    loop do
        await PIN_03;
        await 50ms;
        dt = dt + 100;
    end
with
    loop do
        par/or do
            par/and do
                await PIN_02;
            with
                await PIN_03;
            end
            break;
        with
            par/or do
                await PIN_02;
            with
                await PIN_03;
            end
            await 500ms;
        end
    end
end
```

```
#define AWAIT_PIN_UNTIL(pin,val)      \
    do                                \
        var int v = await pin         \
                    until v==val;     \
    end

var int dt = 1000;
par/or do
    loop do
        emit PIN_13(HIGH);
        await (dt)ms;
        emit PIN_13(LOW);
        await (dt)ms;
    end
with
    loop do
        AWAIT_PIN_UNTIL(PIN_02,1);
        await 50ms;
        dt = dt - 100;
    end
with
    loop do
        AWAIT_PIN_UNTIL(PIN_03,1);
        await 50ms;
        dt = dt + 100;
    end
with
    loop do
        par/or do
            par/and do
                AWAIT_PIN_UNTIL(PIN_02,HIGH);
            with
                AWAIT_PIN_UNTIL(PIN_03,HIGH);
            end
            break;
        with
            <...>
        end
    end
end
```

Arduino + Céu

- Substituir arquivo defeituoso:

```
$ wget http://www.ceu-lang.org/pins_inputs.c.h
$ mv pins_inputs.c.h /opt/reativos/ceu-arduino/env/
```

- Configurar o ambiente (toda vez que abrir um terminal):

```
$ . /opt/reativos/login.sh
```

- Compilar e gravar:

```
$ cd /opt/reativos/ceu-arduino/
$ make CEU_SRC=<caminho-arquivo-ceu>
```

  - Testar exemplos do repositório:
    - `code/arduino/blink-00/blink-00.ceu`
    - `code/arduino/button-01/button-01.ceu`
    - `code/arduino/ex-01-c/ex-01.ceu`
    - `code/arduino/ex-02/ex-02.ceu`

Exercício - “Reiniciar”

- Após parada na *Exercício 1*, reiniciar o comportamento caso o botão seja pressionado por 5 segundos.