



# Flink CEP 简介

讲师：武晟然

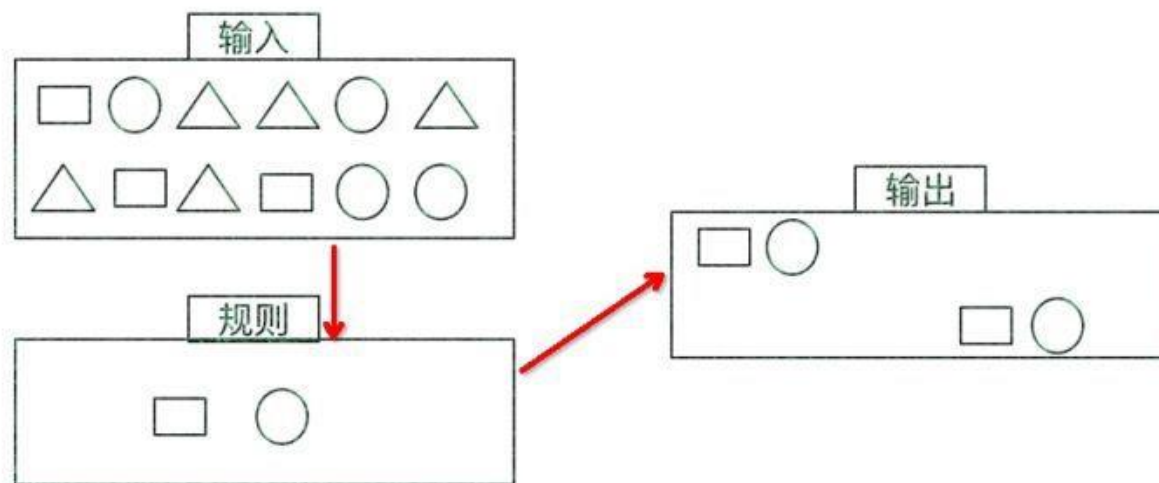


# 什么是 CEP

- 复杂事件处理 (Complex Event Processing, CEP)
- Flink CEP是在 Flink 中实现的复杂事件处理 (CEP) 库
- CEP 允许在无休止的事件流中检测事件模式，让我们有机会掌握数据中重要的部分
- 一个或多个由简单事件构成的事件流通过一定的规则匹配，然后输出用户想得到的数据 —— 满足规则的复杂事件



# CEP 的特点



- 目标：从有序的简单事件流中发现一些高阶特征
- 输入：一个或多个由简单事件构成的事件流
- 处理：识别简单事件之间的内在联系，多个符合一定规则的简单事件构成复杂事件
- 输出：满足规则的复杂事件



# Pattern API

- 处理事件的规则，被叫做“模式”（Pattern）
- Flink CEP 提供了 Pattern API，用于对输入流数据进行复杂事件规则定义，用来提取符合规则的事件序列

*// 定义一个 Pattern*

```
val pattern = Pattern.begin[Event]("start").where(_.getId == 42)  
  
    .next("middle").subtype(classOf[SubEvent]).where(_.getTemp >= 10.0)  
  
    .followedBy("end").where(_.getName == "end")
```

*// 将创建好的 Pattern 应用到输入事件流上*

```
val patternStream = CEP.pattern(inputDataStream, pattern)
```

*// 获取事件序列，得到处理结果*

```
val result: DataStream[Alert] = patternStream.select(createAlert(_))
```



# Pattern API

- 个体模式 (Individual Patterns)
  - 组成复杂规则的每一个单独的模式定义，就是“个体模式”

```
start.times(3).where(_.behavior.startsWith("fav"))
```

- 组合模式 (Combining Patterns, 也叫模式序列)
  - 很多个体模式组合起来，就形成了整个的模式序列
  - 模式序列必须以一个“初始模式”开始：

```
val start = Pattern.begin("start")
```

- 模式组 (Groups of patterns)
  - 将一个模式序列作为条件嵌套在个体模式里，成为一组模式



# 个体模式 ( Individual Patterns )

- 个体模式可以包括“单例 (singleton) 模式”和“循环 (looping) 模式”
  - 单例模式只接收一个事件，而循环模式可以接收多个
- 量词 (Quantifier)
- 可以在一个个体模式后追加量词，也就是指定循环次数

// 匹配出现 4 次

```
start.times(4)
```

// 匹配出现 0 或 4 次

```
start.times(4).optional
```

// 匹配出现 2, 3 或者 4 次

```
start.times(2, 4)
```

// 匹配出现 2, 3 或者 4 次，并且尽可能多地重复匹配

```
start.times(2, 4).greedy
```

// 匹配出现 1 次或多次

```
start.oneOrMore
```

// 匹配出现 0 次、2 次或多次，并且尽可能多地重复匹配

```
start.timesOrMore(2).optional.greedy
```



# 个体模式的条件

## ➤ 条件 (Condition)

- 每个模式都需要指定触发条件，作为模式是否接受事件进入的判断依据
- CEP 中的个体模式主要通过调用 `.where()` `.or()` 和 `.until()` 来指定条件
- 按不同的调用方式，可以分成以下几类：

### • 简单条件 (Simple Condition)

- 通过 `.where()` 方法对事件中的字段进行判断筛选，决定是否接受该事件

```
start.where(event => event.getName.startsWith("foo"))
```



# 个体模式的条件

- 组合条件 (Combining Condition)
  - 将简单条件进行合并; `.or()` 方法表示或逻辑相连, `where` 的直接组合就是 AND

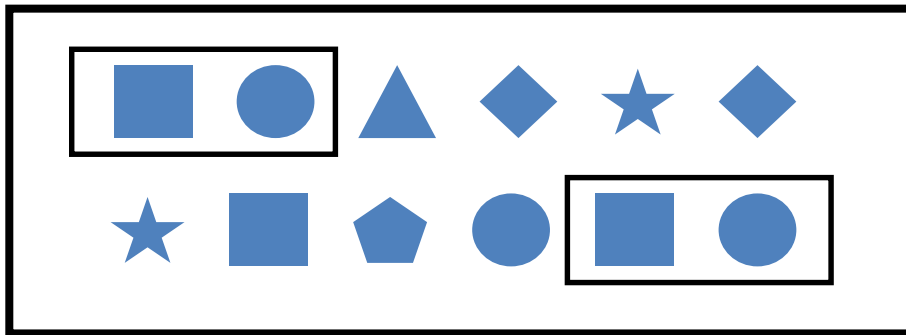
```
pattern.where(event => ... /* some condition */).or(event => ... /* or condition */)
```
- 终止条件 (Stop Condition)
  - 如果使用了 `oneOrMore` 或者 `oneOrMore.optional`, 建议使用 `.until()` 作为终止条件, 以便清理状态
- 迭代条件 (Iterative Condition)
  - 能够对模式之前所有接收的事件进行处理
  - 调用 `.where( (value, ctx) => {...} )`, 可以调用 `ctx.getEventsForPattern( “name” )`



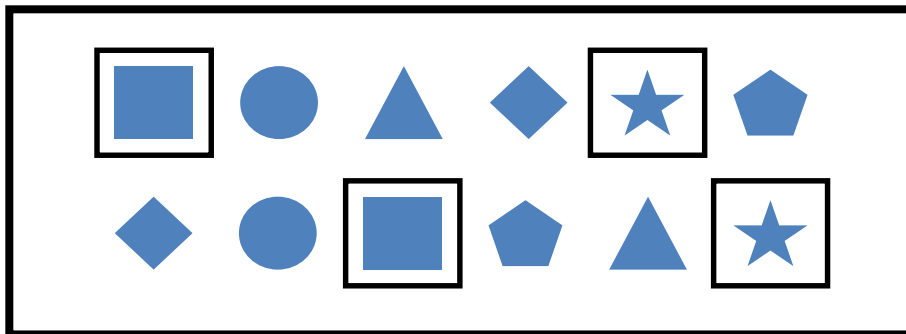


# 模式序列

- 不同的“近邻”模式



严格近邻



宽松近邻



# 模式序列

- 严格近邻 (Strict Contiguity)
  - 所有事件按照严格的顺序出现，中间没有任何不匹配的事件，由 `.next()` 指定
  - 例如对于模式” a next b” ，事件序列 [a, c, b1, b2] 没有匹配
- 宽松近邻 (Relaxed Contiguity)
  - 允许中间出现不匹配的事件，由 `.followedBy()` 指定
  - 例如对于模式” a followedBy b” ，事件序列 [a, c, b1, b2] 匹配为 {a, b1}
- 非确定性宽松近邻 (Non-Deterministic Relaxed Contiguity)
  - 进一步放宽条件，之前已经匹配过的事件也可以再次使用，由 `.followedByAny()` 指定
  - 例如对于模式” a followedByAny b” ，事件序列 [a, c, b1, b2] 匹配为 {a, b1}, {a, b2}



# 模式序列

- 除以上模式序列外，还可以定义“不希望出现某种近邻关系”：
  - `.notNext()` —— 不想让某个事件严格紧邻前一个事件发生
  - `.notFollowedBy()` —— 不想让某个事件在两个事件之间发生
- 需要注意：
  - 所有模式序列必须以 `.begin()` 开始
  - 模式序列不能以 `.notFollowedBy()` 结束
  - “not” 类型的模式不能被 optional 所修饰
  - 此外，还可以为模式指定时间约束，用来要求在多长时间内匹配有效

```
next.within(Time.seconds(10))
```



# 模式的检测

- 指定要查找的模式序列后，就可以将其应用于输入流以检测潜在匹配
- 调用 CEP.pattern(), 给定输入流和模式，就能得到一个 PatternStream

```
val input : DataStream[Event] = ...  
val pattern : Pattern[Event, _] = ...
```

```
val patternStream: PatternStream[Event] = CEP.pattern(input, pattern)
```



# 匹配事件的提取

- 创建 PatternStream 之后，就可以应用 select 或者 flatselect 方法，从检测到的事件序列中提取事件了
- select() 方法需要输入一个 select function 作为参数，每个成功匹配的事件序列都会调用它
- select() 以一个 Map[String, Iterable [IN]] 来接收匹配到的事件序列，其中 key 就是每个模式的名称，而 value 就是所有接收到的事件的 Iterable 类型

```
def selectFn(pattern : Map[String, Iterable[IN]]): OUT = {  
    val startEvent = pattern.get("start").get.next  
    val endEvent = pattern.get("end").get.next  
    OUT(startEvent, endEvent)  
}
```



# 超时事件的提取

- 当一个模式通过 within 关键字定义了检测窗口时间时，部分事件序列可能因为超过窗口长度而被丢弃；为了能够处理这些超时的部分匹配，select 和 flatSelect API 调用允许指定超时处理程序
- 超时处理程序会接收到目前为止由模式匹配到的所有事件，由一个 OutputTag 定义接收到的超时事件序列

```
val patternStream: PatternStream[Event] = CEP.pattern(input, pattern)

val outputTag = OutputTag[String]("side-output")

val result = patternStream.select(outputTag){
  (pattern: Map[String, Iterable[Event]], timestamp: Long) => TimeoutEvent()
} {
  pattern: Map[String, Iterable[Event]] => ComplexEvent()
}

val timeoutResult: DataStream<TimeoutEvent> = result.getSideOutput(outputTag)
```



# Q & A