

# Processamento de Eventos Complexos

Fernando Magalhães



# Sumário

- Introdução (Processamento de Fluxos)
- CEP
  - O que é
  - Conceitos
  - EsperCEP
- Artigos
  - Complex Event Processing in Distributed Systems (David Luckham)
  - Distributed Complex Event Processing in Sensor Networks

# Processamento de Fluxos

- Obter informação relevante rápido
- Dados produzidos em alta quantidade



Sistemas focados em processar grandes fluxos de dados em tempo (próximo de) real.

(Data or Information) Flow Processing, (Data or Event) Stream Processing, (Near) Real-time processing.

# Problemas de Soluções para dados estáticos (BD)

- Obter informação relevante rápido
  - **Processamento apenas quando uma consulta é feita**
- Dados produzidos em alta quantidade
  - **Muito para armazenar**

# Vantagens de Processamento de Fluxos

- Processar informação assim que recebida
  - Baixa latência
  
- Aspecto temporal dos dados
  - Dados antigos
  - Mudança dos dados

# Algumas áreas de aplicação

- Detecção de fraude em sistemas financeiros
- Processamento de dados de redes de sensores
- Monitoramento de tráfego e localização
- Monitoramento de redes de computadores

# Classes de sistemas para Processamento de Fluxos

- Bancos de Dados Ativos
- (DSMS) Sistemas de Gerenciamento de Fluxos de Dados
- **Complex Event Processing**
- *Stream Reasoning*

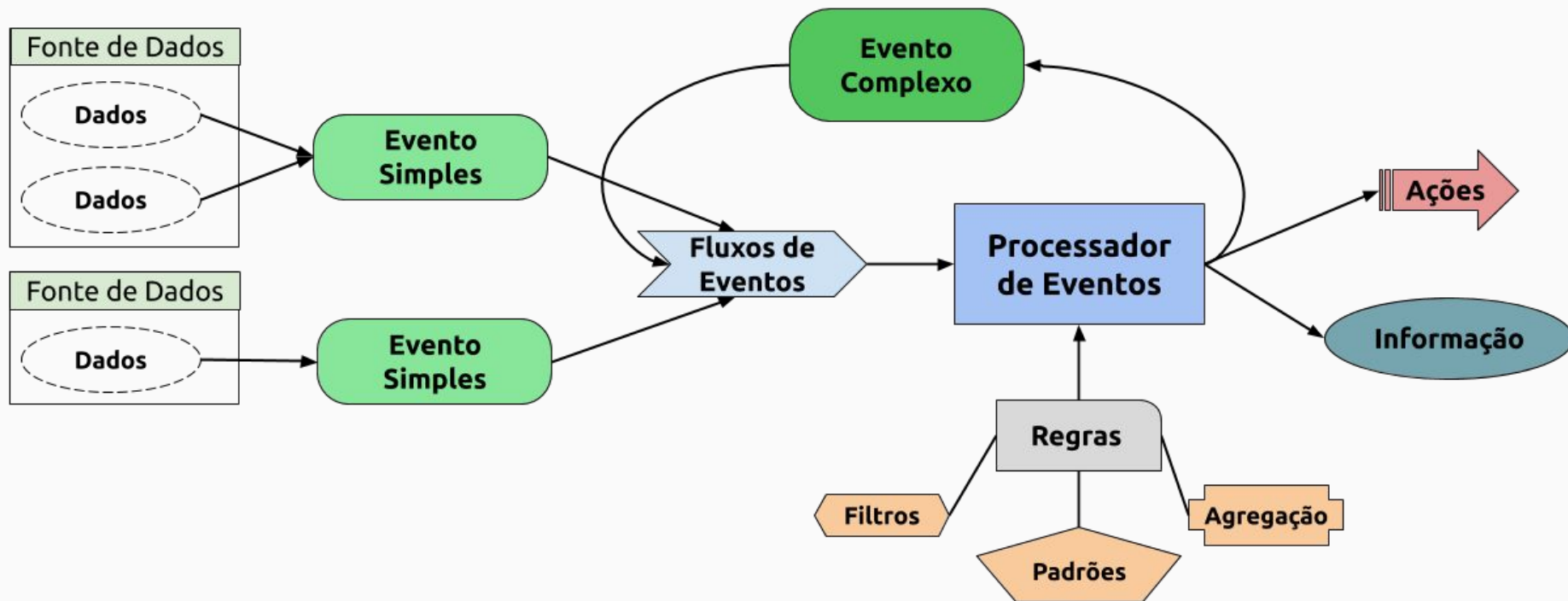
Fonte: Cugola and Magara

# CEP

- Termo atribuído a David Luckham
- Tecnologia de processamento focada na detecção de padrões
- Eventos -> Fato ou atualização do estado de uma entidade
  - Partida (origem, destino, aeronave, ...)
  - Estado da rede (consumo de banda, taxa de perda de pacotes, número de hosts conectados, ...)



# CEP



# CEP - Consultas Contínuas

- São as regras CEP
- Consulta fixa, ativa até segunda ordem
- Os dados que são “passageiros”
- Subscribe em sistemas Pub/Sub + capacidade maior de especificar características.

# Consultas contínuas (em Esper EPL)

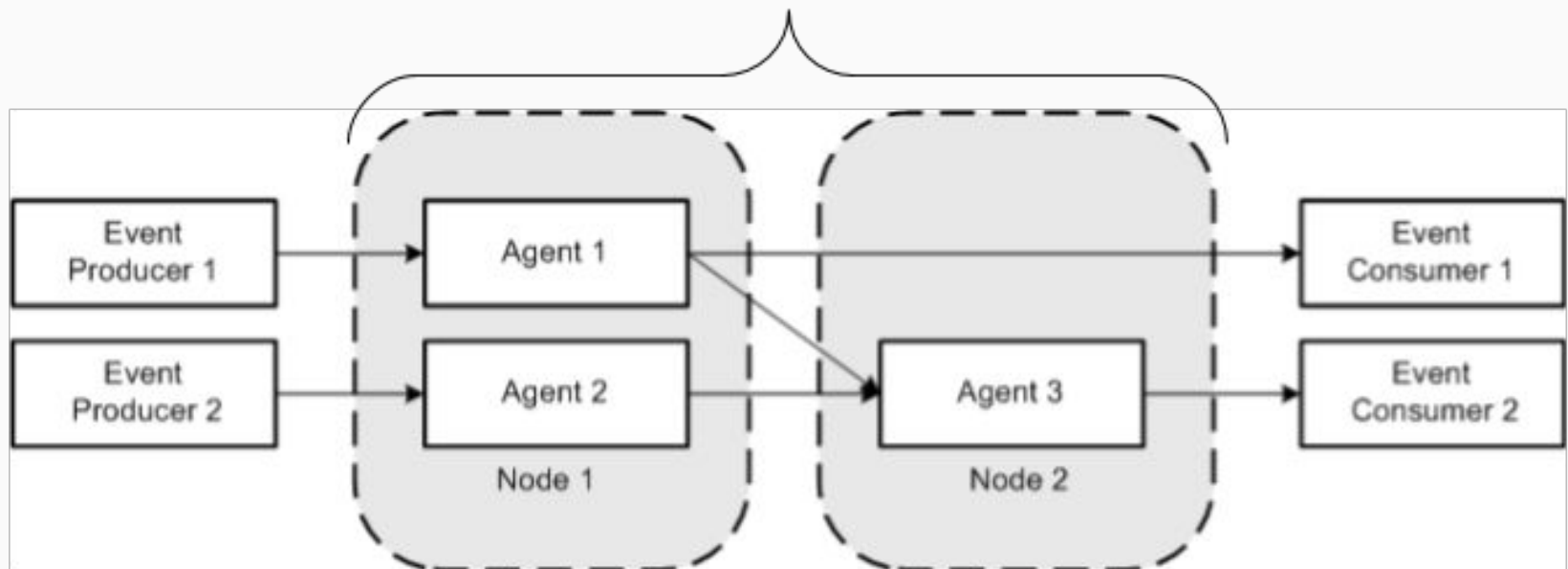
- `select * from TemperatureEvent`
- `select tempEvt.roomId as roomId,  
tempEvt.temperature as temp,  
tempEvt.timeOfReading as timeOfReading,  
radEvt.radiation as rad from pattern  
[(every  
tempEvt=TemperatureEvent(temperature>400)  
-> radEvt=RadiationEvent(radiation>4,  
roomId=tempEvt.roomId) where  
timer:within(20 sec))]"`

# Event Processing Agent e Event Processing Network

- São abstrações para expressar a relação entre consultas contínuas
- Cada consulta contínua é executada em um EPA
- EPAs geram eventos que podem ser consumidos por outros EPAs
- Um conjunto de EPAs interconectados constitui uma EPN

# EPN

## Event Processing Network



fonte:

<https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/File:EPN-Figure1.png>

# CEP - Janelas de Eventos

- Tamanho limitado por:
  - número de eventos
  - tempo
- Tipo de processamento
  - Janela deslizando
  - Batch

# EsperCEP

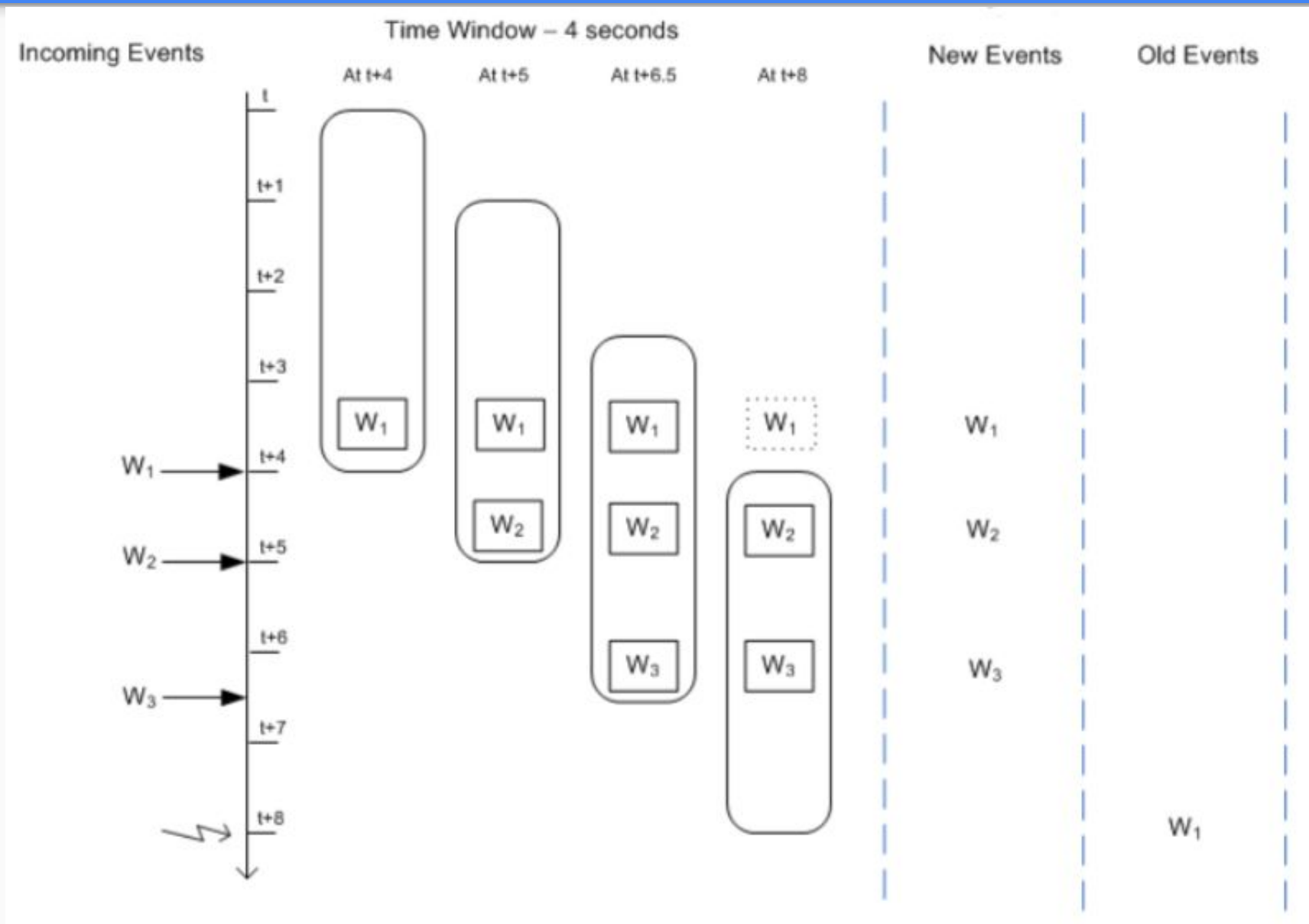
- Engine CEP de código aberto com APIs para java e .net
- Utiliza uma Linguagem de Processamento de Eventos (EPL) semelhante ao SQL
- É rápida apesar de ser java
- Possui um port para Android (Asper) porém baseado em uma versão antiga
- Permite acessar banco de dados (lento)
- Permite importar funções personalizadas em java

# EsperCEP Insert e Remove stream

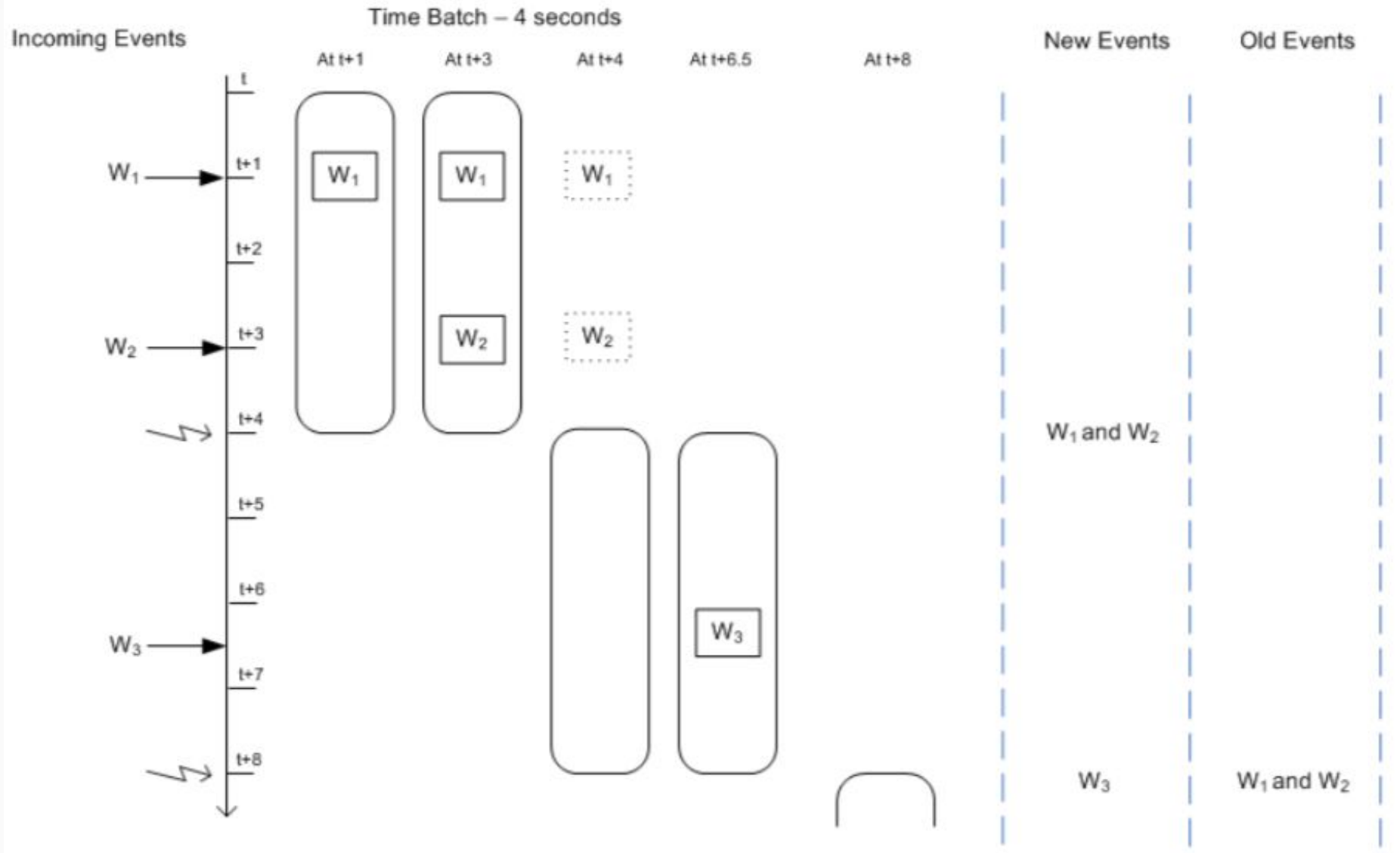
Usando janelas de eventos, os eventos no insert stream são os eventos na janela e os eventos no remove stream são os eventos que acabaram de sair da janela.



# Janelas de Eventos Deslizantes (fonte: Esper Reference Manual)



# Janelas de Eventos por batch (fonte: Esper Reference Manual)



# EsperCEP Patterns

- Operadores de sequência: AND, OR, ->
- Operadores de repetição: every, every distinct, [n], until

# EsperCEP Patterns

```
select * from pattern [every  
(A=LeituraSensor(temperatura>60) ->  
B=LeituraSensor(radiacao>3.5) where  
timer:within(20 sec)]
```

- Verifica se um evento onde a temperatura estava acima de 60 graus foi seguido por um evento onde a radiação estava acima de 3.5 mSv

# EsperCEP Match recognize

- Usa expressões regulares:
  - Agrupamento: ( )
  - Quantificadores: \*, +, {min, max}
  - Concatenação: AB
  - Alternância |

# EsperCEP Match recognize

```
select * from LeituraSensor match_recognize ( measures  
A.temperatura as a_temp, B.temperatura as b_temp, C.radiacao as  
c_rad
```

```
pattern (A (B | C))
```

```
define
```

```
A as A.temperatura >= 50, B as B.temperatura > A.temperatura,
```

```
C as C.radiacao >= 4)
```

- Busca por com temperatura superior a 50 graus seguidos por um aumento de temperatura ou por um evento com radiação superior a 4 mSv.

# Distributed CEP in Sensor Networks

Work in progress

Propõe processamento de regras CEP dentro de sensores

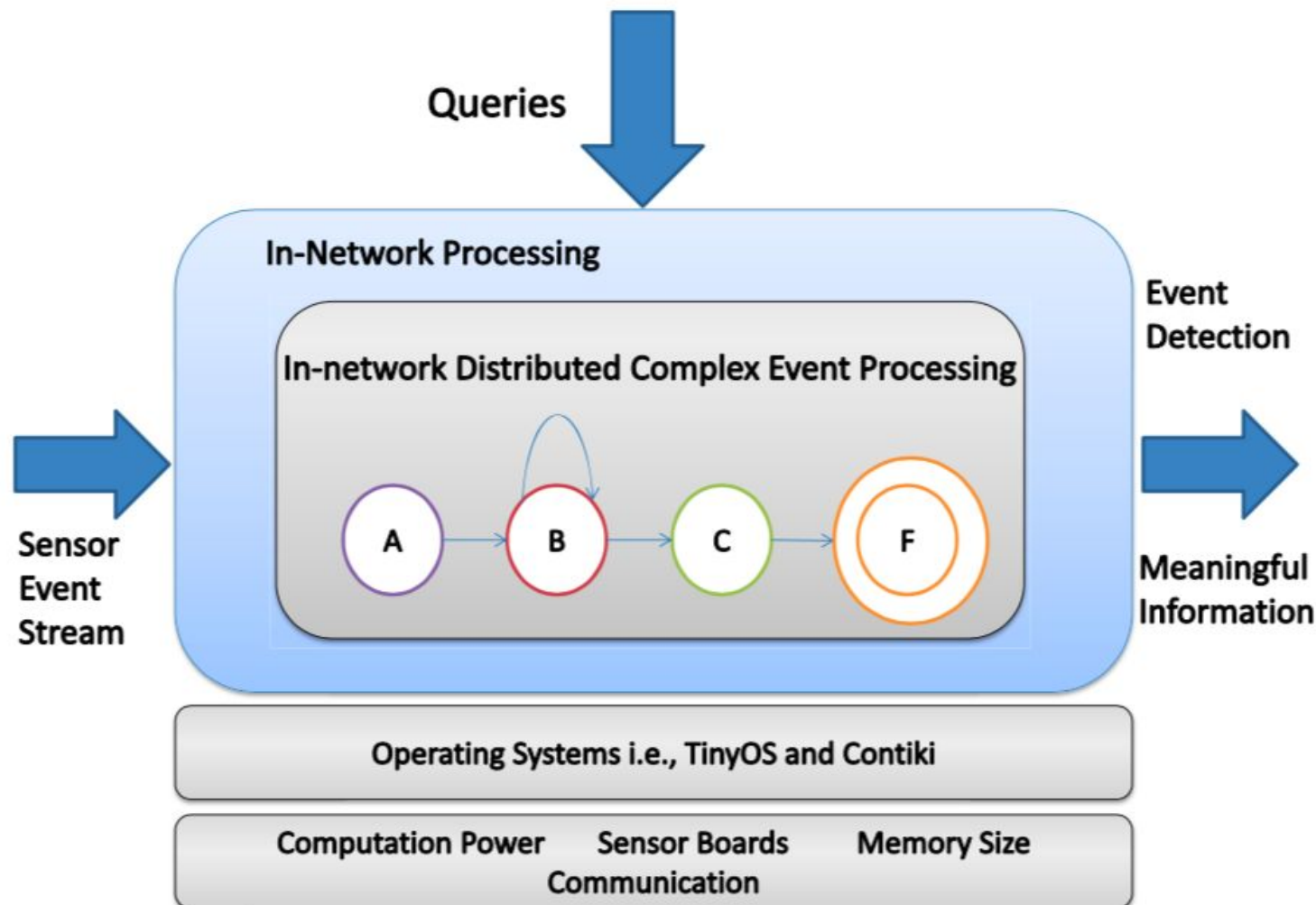
- Reduzir o uso de rede com dados não relevantes
- Economia de bateria (Radio x Processamento)

# Distributed CEP in Sensor Networks

- Representação de regras como Autômatos Finitos Não-Determinísticos
  - Possibilita que a consulta seja dividida em partes e distribuída
- Possui operadores de:
  - SEQ: Sequência
  - CON: Conjunção
  - DIS: Disjunção

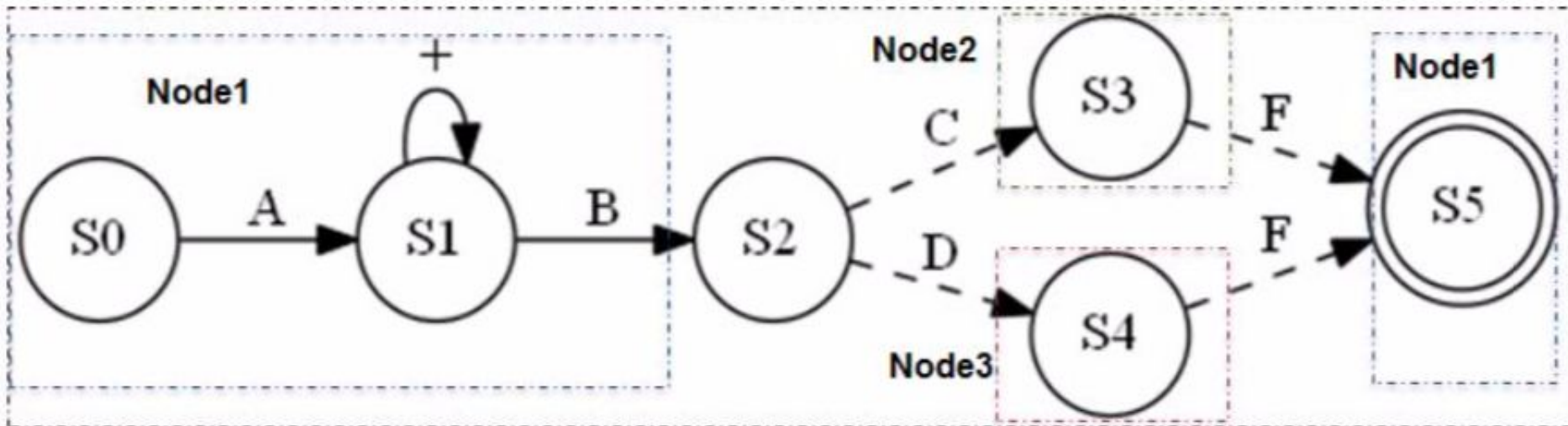


# Distributed CEP in Sensor Networks



# Distributed CEP in Sensor Networks

- Ex: SEQ (A, B+, (C DIS D ), F)



# Distributed CEP in Sensor Networks

## Trabalhos futuros:

- Integração com o AnduIN (agregação e filtros)
- Incluir otimização na distribuição das queries
  - Catálogo de sensores (nós)
    - Poder computacional
    - Memória
    - Custo de comunicação
    - Lista de sensores

# Obrigado e Referências

<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2187677>

[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1312420\\_2017\\_completo.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1312420_2017_completo.pdf)

[https://www.unix.com/pdf/CEP\\_in\\_distributed\\_systems.pdf](https://www.unix.com/pdf/CEP_in_distributed_systems.pdf)

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=6569057>