Urban Computing Experiment by Mixing Fog Computing Simulation and Public Open Street Map Data

Lucas Alberto Souza Santos
Claudio F. R. Geyer

Parallel and Distributed Processing Group - UFRGS

Structure

- Fog Computing
- Urban Computing with iFogSim
- Experiment - Locating Stolen Cars
- Resultados
- Conclusão
- Future Works

Computação em Névoa - Fog Computing

- Fog muda o foco de “mais centralização” para “mais distribuição imersiva”, da nuvem poderosa e distante para a ambientes menores mais próximos dos sensores, atuadores e usuários.
- A Névoa é considerada a extensão natural da Nuvem, são paradigmas de computação complementares.
- O paradigma da computação em névoa busca criar um contínuo de serviço entre o grande centro de dados e as bordas da rede, tornando os serviços independentes de localização e adaptáveis ao contexto.
- Determinar quais funções executam na nuvem de quais são responsabilidades da névoa, e como estas deveriam interagir são os aspectos principais da pesquisa e desenvolvimento em Computação em Névoa. [CHIANG et al, 2016].

Pesquisas em Computação Urbana

- A Computação Urbana é uma especialidade da área de pesquisa Smart City que agrega soluções tecnológicas disponíveis para conectar sensoriamento urbano, gerenciamento de dados, análise de dados e disponibilização de serviços.
- Pesquisas no domínio da computação urbana são muito trabalhosas e custosas. Tema complexo, intrinsecamente interdisciplinar, com grande quantidade de atores envolvidos e a elevada escala dos processos urbanos.
- A estratégia de pesquisa através da simulação de ambientes reais se mostrou bastante útil para a área de Grid Computing e posteriormente também para Cloud.
- Embora existam diversos simuladores para Computação em Nuvem, como o CloudSim e SimGrid, existem poucas opções de simuladores dirigidos a simulação de Fog Computing com suporte as entidades dos processos urbanos.

iFogSim - Simulador de Computação em Névoa

- O iFogSim é um simulador publicado em 2017, no grupo de pesquisa do Buya na Universidade de Melborne, Austrália.
- É desenvolvido sobre a plataforma CloudSim, um popular framework Java de simulação eventos discretos para o paradigma Cloud.
- O iFogSim estende a plataforma CloudSim com a inclusão de entidades do universo da computação em névoa como sensor, atuador e dispositivo fog.

iFogSim - Modelos de Aplicação

- A arquitetura do iFogSim suporta dois modelos de aplicações IoT:
  - ***Sense-Process-Actuate Model:*** neste modelo sensores publicam dados para redes IoT, módulos de aplicações executando nos dispositivos fog subscrevem-se e processam os dados provenientes dos sensores, os insights obtidos geram ações executadas pelos atuadores.
  - *Stream Processing Model*: este modelo de processamento de fluxo contínuo se baseia em uma rede de módulos de aplicação executando em dispositivos fog que processam continuamente streams de dados produzidos pelos sensores. As informações mineradas do fluxo de entrada são armazenadas em centros de dados para posterior análise em larga-escala.

iFogSim - Arquitetura de Classes Java

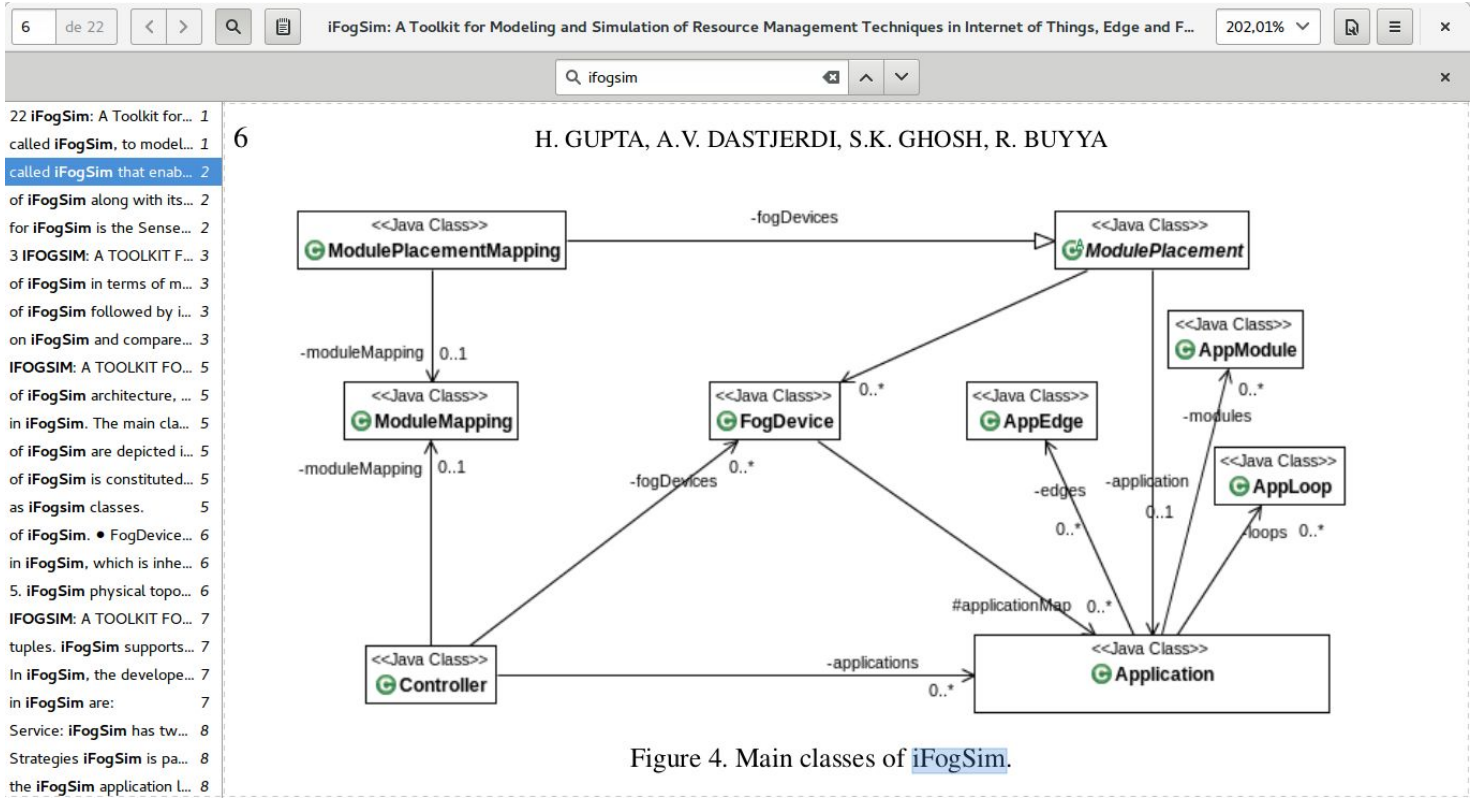


Figure 4. Main classes of iFogSim.

Customização do iFogSim

- Neste trabalho, buscando experimentar cenários realistas de Computação Urbana, alteramos o comportamento original do framework iFogSim para incluir:
  - informações georreferenciadas às entidades simuladas
  - suporte à redes sem fio de alcance espacial limitado
  - visualização de eventos sobre o mapa interativo da cidade.
- A camada de visualização foi desenvolvida de forma independente da engine de simulação, é possível exportar o conjunto dos eventos simulados e, posteriormente, importá-lo e visualizá-lo na ferramenta *player* implementada.

Experimento - Localização de Carros Roubados

- Foi implementado um experimento inspirado no cenário *streaming* publicado pelos autores do iFogSim.
- Câmeras estão localizados nos 64 radares eletrônicos da cidade de Porto Alegre - RS.
- Quando um carro é fotografado pelo radar, um programa de reconhecimento de placas é executado sobre a imagem para localizar placas de carros roubados.
- Se um *carro roubado é identificado*, uma notificação é enviada ao dispositivo móvel do usuário final da aplicação localizado no Palácio da Polícia.
- No mapa, o *centro de dados* da simulação se localiza na sede da Procempa.

Implementação do Experimento - Módulos

A aplicação executada pela rede fog tem o seguinte fluxo de dados entre os módulos independentes:

1. ***Sensor*** *do tipo Câmera* produz fotos de 1.5MB a uma taxa de 2 (unidades) tuplas/seg.
2. O ***Módulo de Captura e Detecção de Movimento*** tira fotos periódicas da via de tráfego.
3. O ***Módulo de Reconhecimento de Placas*** procura placas suspeitas na imagem. Este módulo aplica um algoritmo de aprendizado de máquina com alta demanda de computação.
4. Se um carro procurado é detectado (taxa de 0.5%), a imagem é encaminhada para um ***Módulo de Pós-Processamento****.*
5. A imagem suspeita é encaminhada ao ***dispositivo do cliente final***.

Rede do Experimento

A rede do experimento é composta por:

- Sensores (câmeras HD 1 câmera 720p que captura 2 frames/seg)
- Dispositivos Fog (hardware ARM similar a um Raspberry Pi 3 de 1GHz e 1GB de RAM)
- Roteadores WIFI (interface LAN-WAN 10 MB/seg)
- Centro de Dados (proxy, gateway, 16 CPUs de 3GHz e total de 24GB de RAM)
- Smartphone do usuário

Foi implementada uma funcionalidade de **importação de dados georreferenciados**. Os dados em formato .geojson foram baixados do site do Open Street Map (OSM) com as informações dos radares e semáforos da cidade de Porto Alegre.

Objetivo do Experimento

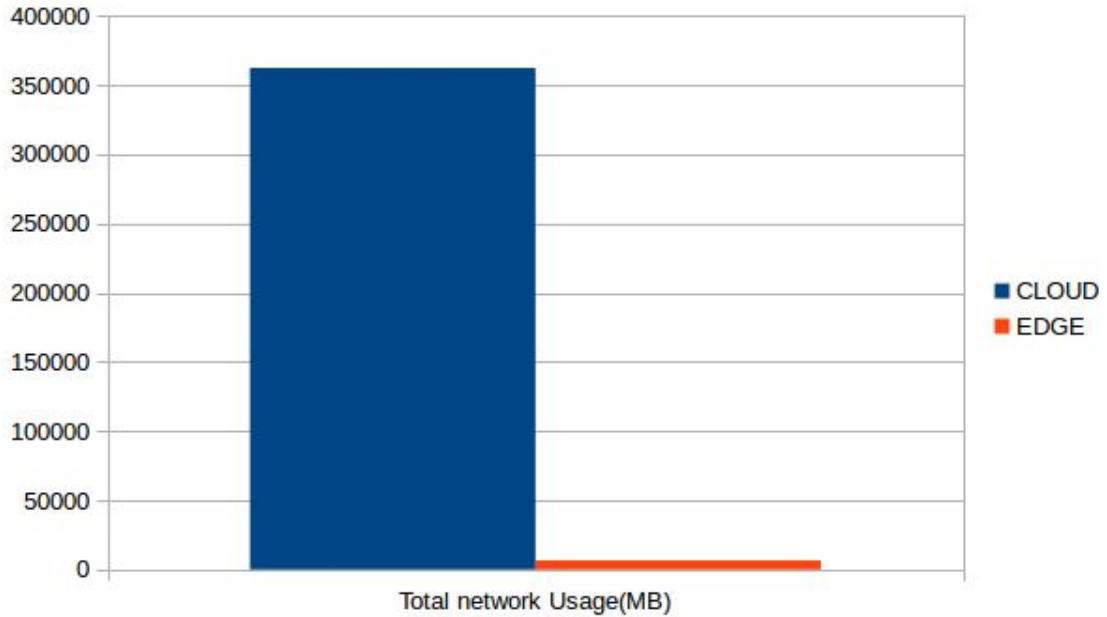
Com no exemplo original do iFogSim, o objetivo principal do experimento é simular a execução de duas possibilidades de arquitetura:

- execução do algoritmo de detecção de placas de forma **centralizada na cloud central**.
- **execução da detecção nas bordas** da rede, no próprio dispositivo edge local.

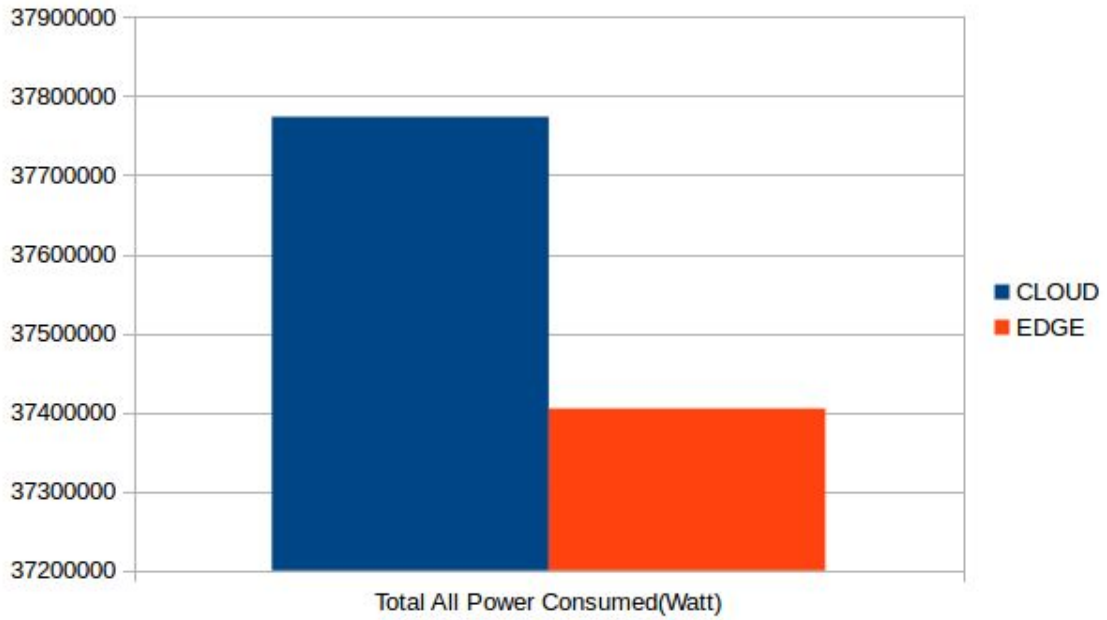
Comparar:

- Total de **banda de rede** utilizada
- Total de **energia consumida** (cloud + fog + networking)
- **Latência** entre a captura da imagem e a notificação ao usuário final

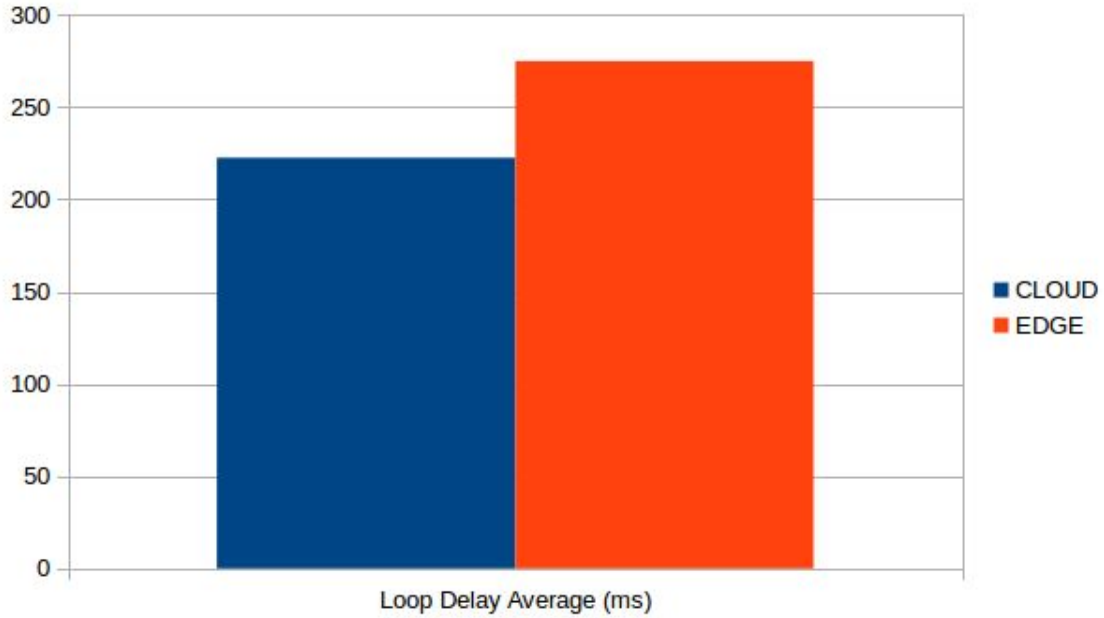
Resultados (média de 30 execuções)



Resultados (média de 30 execuções)



Resultados (média de 30 execuções)

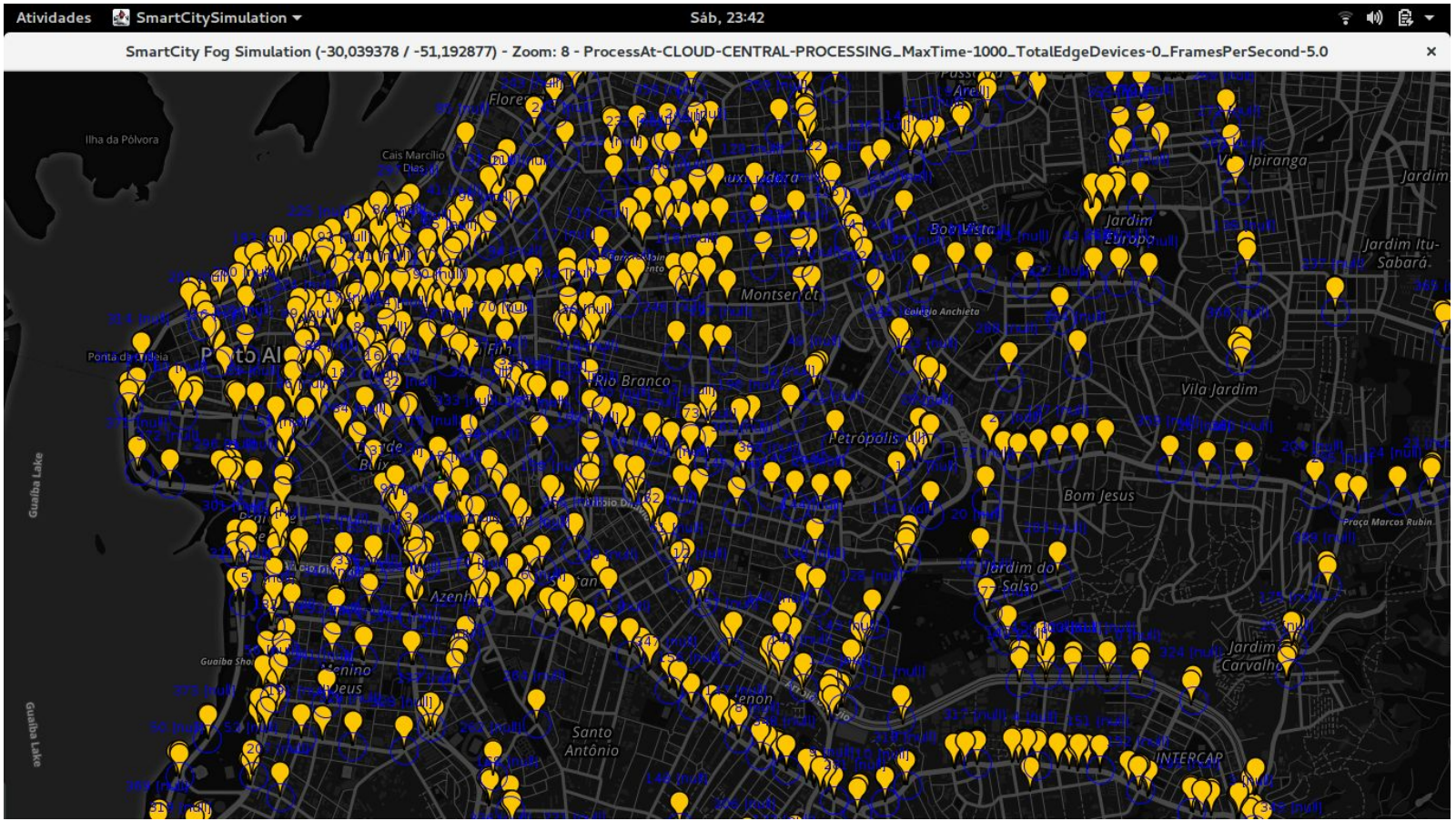


Análise do Experimento

- O processamento na cloud provoca a inundação da rede WAN com arquivos de imagem, impactando no consumo de banda de rede.
- No cenário de processamento distribuído as imagens são processadas localmente, apenas imagens com placas detectadas são trafegadas pela WAN.
- O consumo energético não é muito diferente entre os cenários, pode indicar que cenários com demandas de processamento de alto desempenho são pouco impactados pela execução mais eficiente nos hardwares CPU dos dispositivos fog.
- A latência é menor para o cenário cloud, indicando que a cloud simulada de 16 CPUs de 3GHz é mais poderosa do que o poder de processamento dos dispositivos fog do tipo ARM.
- Aparentemente a rede WAN não ficou saturada.


Atividades
SmartCitySimulation
Sáb, 23:52
SmartCity Fog Simulation (-30,047179 / -51,215537) - Zoom: 9 - ProcessAt-CLOUD-CENTRAL-PROCESSING_MaxTime-1000_TotalEdgeDevices-60_FramesPerSecond-5.0
Clock: 112.77
Porto Alegre
Guaíba Lake
Jacuí River
Ilha de José Pedro Alves
Fazenda São Pedro
Balneário Sans Souci
São João
Jardim Lindóia
Sarandi
Jardim Botânico
Mário Quintana
Refúgio de Vida Silvestre da UFRGS
Santa Tereza
Vila São José
Santa Isabel
Cascata
Monoai

Cenário Hipotético



Conclusão

- A recente proposta da Computação em Névoa promete novas arquiteturas para computação distribuídas em larga escala agregando as bordas da rede.
- O iFogSim é um simulador de código aberto e flexível para o desenvolvimento de experimentos simulados de fog computing.
- Este trabalho tem como resultado prático a implementação do suporte a importação e visualização de informações georeferenciadas no backend de simulação iFogSim/ClousSim.
- As modificações do iFogSim se mostraram úteis para a simulação de Computação Urbana em cenários de Smart City.
- Outras evoluções poderão ser implementadas sobre o iFogSim para Smart City.

Future Works

- We are going to explore others more complex fog computing scenarios and implement new simulated abstractions for hardware and software components of complex smart city systems.
- Going further Open Street Maps GIS data to get more realistic simulations by using updated raw data from auditabled sources.
- The smart city’s view User Interface can be rewrite as a web component, as a online tool, we get a platform that potentially allows collaborative work to be done in the same simulation project.