

# Modelos de Performance para Aplicações Virtualizadas

Gabriel Luciano  
Geovane Fonseca  
João Paulo  
Luigi Domenico  
Paulo Junio

• Belo Horizonte, 05 de Novembro de 2019 •





# Introdução

- Virtualização e Máquinas Virtuais
- As aplicações em sistemas virtualizados conseguem competir com sistemas nativos?
- Quantos servidores são necessários para suportar a execução do serviço em tempo aceitável?
- Qual a melhor disponibilização de recursos em um servidor para uma determinada aplicação?



# Introdução

- Qual seria o desempenho de uma aplicação em um sistema virtual Xen com os mesmos recursos de um sistema Linux ?
- Criação dos Modelos
- Validação com testes experimentais.



# Trabalhos Relacionados

- **Sistemas virtuais:**
  - VMware, Danali e Xen
  - Primeiros estudos em 1960 - IBM VM/370
    - Métricas de modelo de performance por Bard et. al
  - Modelos de rede de filas
    - Validação com arquitetura Xen
  - Número de paginação entre VM convidada e o IDD



# Modelos de Performance

- **Predição de medidas de performance de um sistema:**
  - Tempo de resposta
  - Vazão
  - Utilização
  - Tamanho de fila dos recursos
- **Carga de trabalho:**
  - Carga imposta ao sistema



# Modelos de Performance

- **Software base:**
  - Recursos do software base
    - Overhead de virtualização
    - prioridade de despacho
- **Parâmetros de hardware:**
  - Componentes dos servidores:
    - Latência de disco
    - Taxas de transferência
    - Velocidade da rede local



# Modelos de Performance

- **Rede Filas (QN):**
  - Tempo médio de resposta
- **Nível de detalhes:**
  - Razão de construção do modelo
  - Disponibilidade do detalhamento de parâmetros
  - Dados coletados por ferramentas
- **Demanda de serviço e taxas de chegadas**



# Estudo de caso

- Ambiente
- Monitoramento
- Carga Utilizada





# Xen virtual machine monitor

- Gratuito e open-source
- Paravirtualização, abstração do hardware
- Cada **SO** possui uma máquina virtual chamada domínio
  - VMM controla o uso de CPU dos domínios
  - Máquina virtual **isolated driver domain** (IDD) controla todos os acessos do hardware de cada domínio, como por exemplo I/O



# Framework para monitorar

- Necessidade de medir o sistema virtualizado.
- **Xencpu** é um framework para medir o tempo de ocupação da CPU no Xen
  - Utilizando `xm top`, ferramenta do Xen para executar scripts.
- Para medir tempo de ocupação da CPU e do disco no sistema Linux utilizaram o `/proc`
- Tempo de ocupação do disco em Xen também é pego no `/proc`



# Carga de trabalho

- **Servidor Web:**
  - Httpperf como cliente e Apache como servidor
  - Httpperf gera várias cargas de trabalho HTTP, assim medindo o desempenho do servidor Web no ponto de vista do cliente
- **Uso de disco:**
  - Processo para copiar um arquivo de 2Gbs de um diretório para outro
- **Uso de CPU:**
  - Processo de compilação do kernel, que evoca várias funções



# Avaliação de desempenho

- Diferentemente dos trabalhos anteriores, o foco da análise no trabalho apresentado é:
  - A coleta de métricas para apoiar o **planejamento** e a **validação** de modelos para previsão de desempenho



# Avaliação de desempenho

- **Para a avaliação:**
  - Configurou-se um ambiente virtual com *Isolares Driver Domain* (IDD) e uma VM *guest*, cada um usando uma CPU.
  - O LINUX usa duas CPU SMP
  - Cada resultado é uma média de 20 execuções
  - Nível de confiança de 90%, os resultados diferem em 10% no máximo



# Avaliação de desempenho

- **Para demonstrar as consequências da virtualização no Xen VMM:**
  - Comparação dos três Benchmarks em execução no Linux e no Xen
  - Foi feita uma representação Kiviatic que compara utilização de CPU e Discos
  - Seis métricas foram traçadas no gráfico

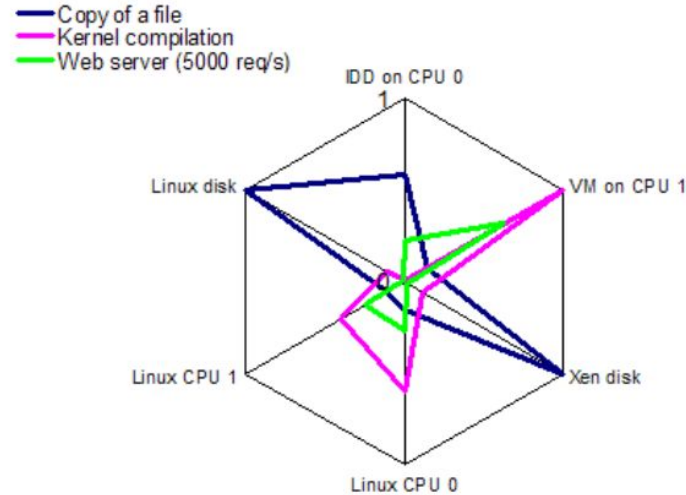


# Avaliação de desempenho

- **Métricas do Gráfico Kiviat:**
  - Utilização da CPU no Linux
  - Utilização da CPU no IDD
  - Utilização da CPU na VM
  - Utilização do Disco no Linux
  - Utilização do Disco no Xen VMM

# Avaliação de desempenho

## Performance Models for Virtualized Applications



**Fig. 2.** Kiviat graph: comparison of CPU and disk utilization on Xen and Linux





# Avaliação de desempenho

- **Observações:**
- **Para o benchmark de cópia de arquivo:**
  - A utilização do disco é 100% para ambos os sistemas
  - A utilização da CPU da VM é um pouco maior que a soma das utilizações das duas CPUs no Linux
  - A carga é significativa na CPU do IDD (por causa da interface para o hardware da VM)



# Avaliação de desempenho

- **Para o benchmark de compilação do Kernel:**
  - A utilização da CPU é 100%
  - Ou seja, a soma das utilizações das duas CPUs executando o Linux
  - O benchmark não executa um número representativo de E/S, logo:
    - A utilização da CPU no IDD é quase 0



# Avaliação de desempenho

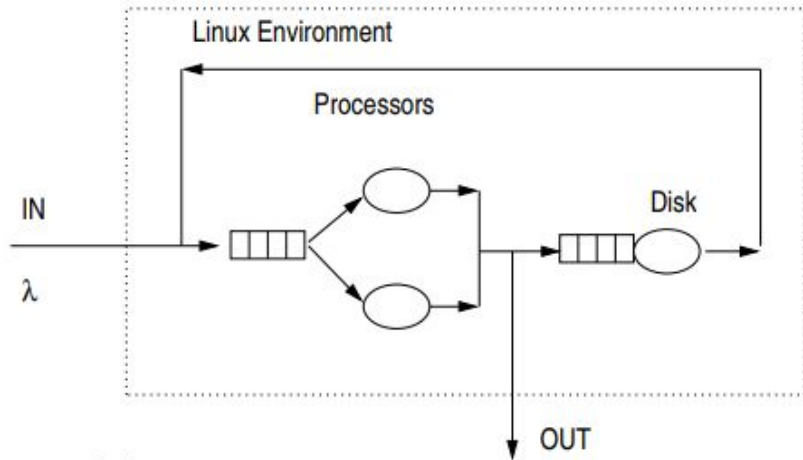
- **Para benchmark do servidor WEB:**
  - A atividade do disco é insignificante
  - Processamento considerável da CPU no IDD devido à operações de E/S da rede



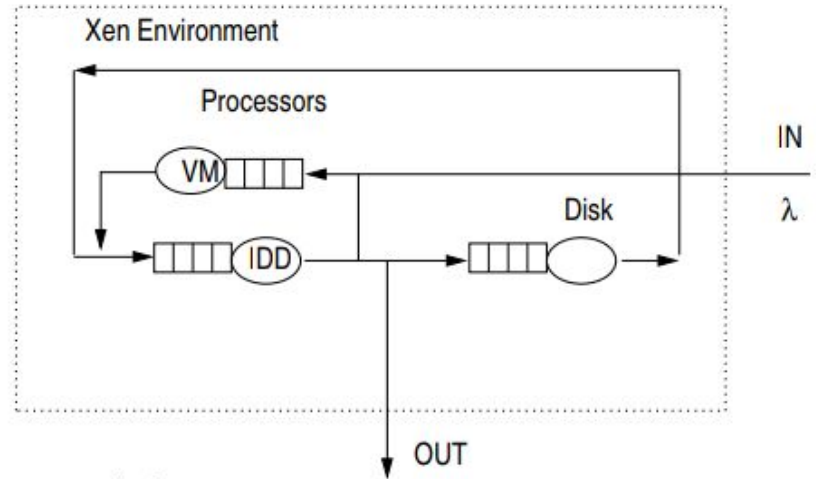
# Avaliação de desempenho

- **Conclusão das Observações:**
  - Atribuição de recursos da CPU as VMs e IDDs pode afetar criticamente o desempenho do sistema
  - **Motivo:** Processamento da IDD é significativo para as cargas de trabalho que enfatizam as operações de E/S

# Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen



(a) Web server running on Linux



(b) Web server running on Xen



## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- Modelo proposto com base em um fator de desaceleração  $S_v$  (slowdown)
- Equação para cálculo do overhead causado pela virtualização:

$$S_v = \frac{B_k^{Virt}}{B_k}$$

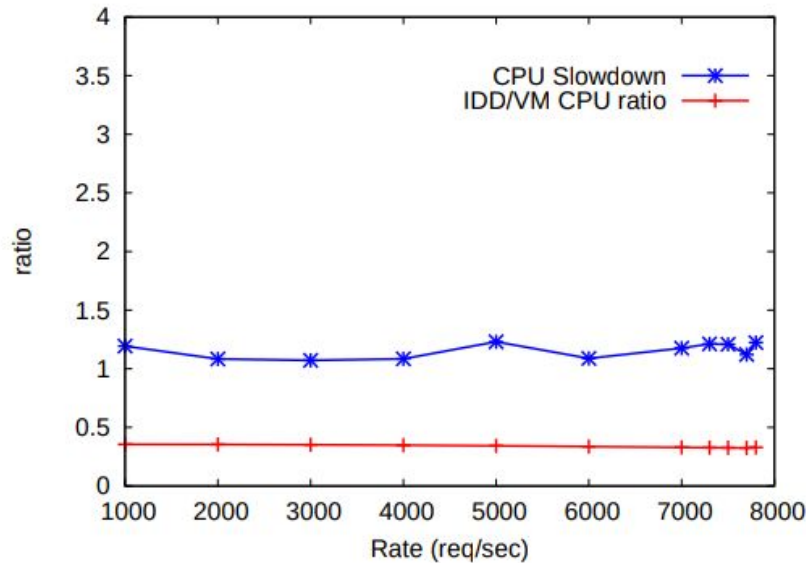


## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- Arquitetura dividida entre dois componentes: IDD e guest VM
- Para computar o overhead do CPU relacionado ao IDD:

$$Cost_{VM_i}^{IDD} = \frac{B_{CPU}^{IDD}}{B_{CPU}^{VM_i}}$$

# Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen



- De acordo com os dados experimentais, estima-se que o custo é constante

Fig. 4. Slowdown and  $Cost_{VM_i}^{IDD}$  for the Web server benchmark





## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- Slowdown por volta de 1,2
- Custo do IDD por volta de 0,34
- Slowdown não considera o custo do IDD
- Slowdown é dado por uma série de fatores:
  - Emulação do checksum associado ao protocolo TCP, feito em hardware no Linux



## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- Generalização:

$$D_k^{VM_i} = D_k \frac{S_v}{P_{VM_i}}$$

Onde D = demanda e P = speedup, considerando um recurso k e uma máquina virtual i



## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- De maneira semelhante:

$$D_{CPU}^{IDD} = D_{CPU}^{VM_i} \frac{Cost_{VM_i}^{IDD}}{P_{IDD}}$$



## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- A utilização é dada por:

$$U_k^{VM_i} = \lambda D_k^{VM_i}$$



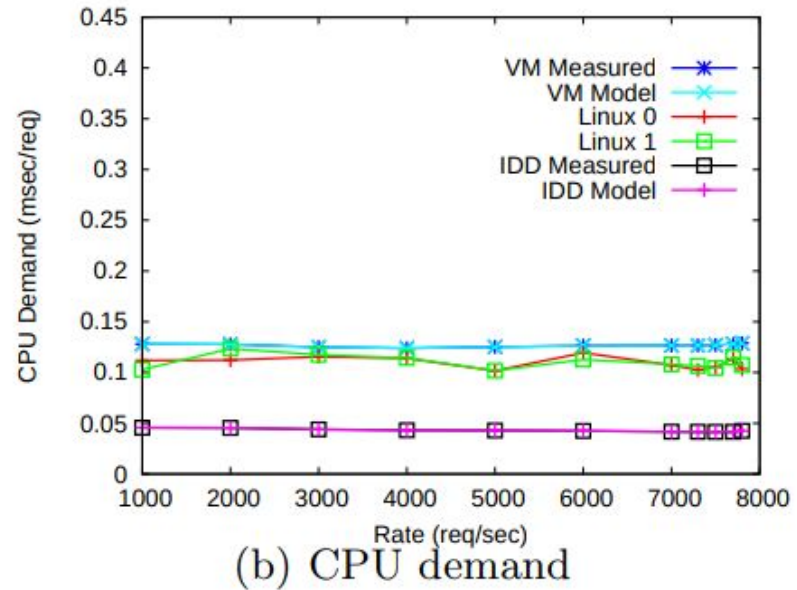
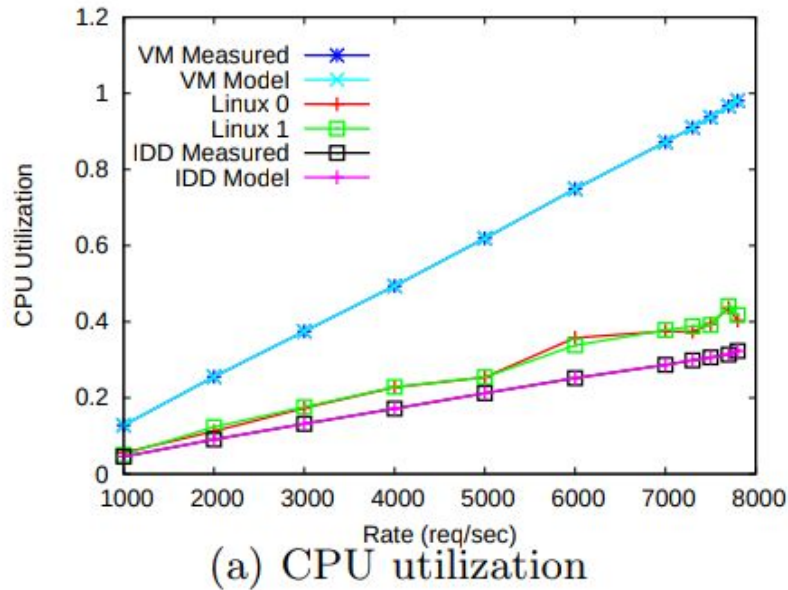
## Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen

- E o tempo de resposta:

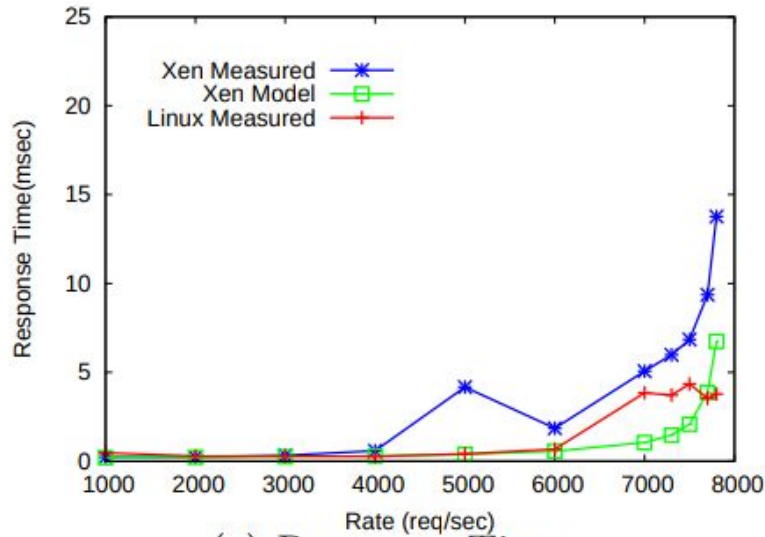
$$R_k = \frac{D_k^{Virt}}{1 - U_k^{Virt}}$$

$$R^{Virt} = R_{CPU}^{VM} + R_{CPU}^{IDD} + R_{Disk}$$

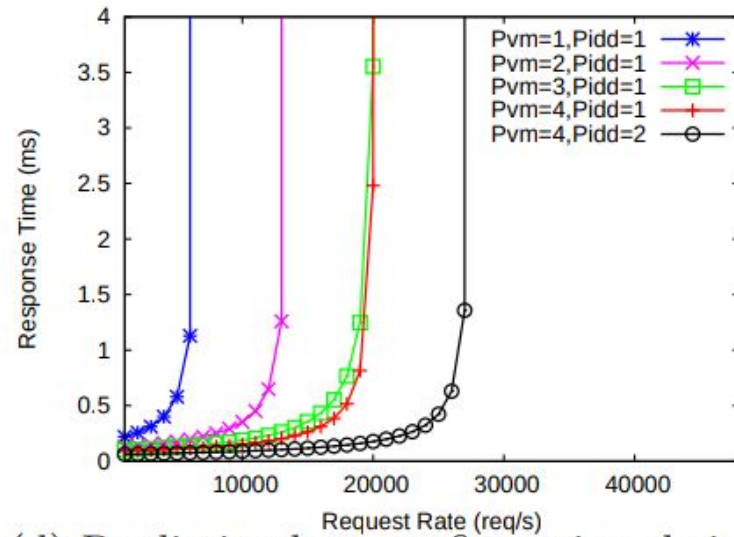
# Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen



# Modelos de Performance para Aplicações baseadas na VM Xen



(c) Response Time



(d) Predicting best configuration choices

**Fig. 5.** Analytical and experimental results for the Web server benchmark



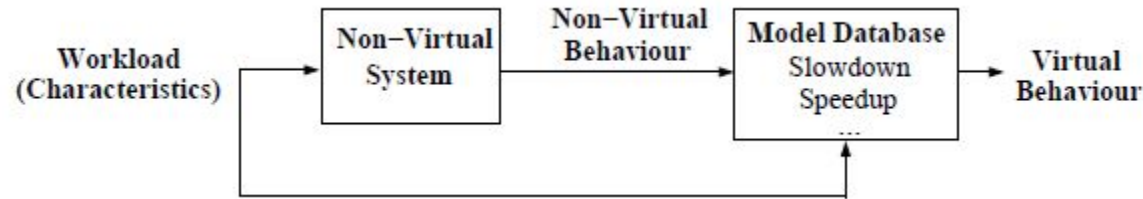
## Conclusão

- Proposta de um modelo para predição de desempenho em uma Xen VM.
- A suposição de que o custo de IDD por VM é constante possui contradições e pode ser melhorada.
  - No caso em que não é constante, a demanda depende da carga.





# Trabalhos Futuros



- Criação de uma ferramenta capaz de utilizar uma base de *benchmarks* para prever a performance de uma aplicação em um sistema virtual de forma genérica.