

# **Построение программной инфраструктуры кластера университета на основе технологий виртуализации XEN**

Кориков А.М.\*, \*\*

Бойченко И.В.\*, \*\*

Назаркин Е.В.\*

\* - Томский университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР),

\*\* - Томский филиал Института вычислительных технологий СО РАН (ТФ ИВТ СО РАН)

2011

## ***Вычислительный кластер ТУСУР: старт***

В 2008г., компанией «Т-платформы» в рамках программы «Инновационный университет» (2006-2008гг.), на базе кафедры Автоматизированных систем управления (АСУ) ТУСУР был развернут вычислительный кластер (ВК) с производительностью по Linpack = 0,5 TFLOPS

Состав ВК ТУСУРа:

Наименование	Кол-во
Управляющий узел (УУ)	1
Вычислительный узел (ВУ)	8
Сетевой коммутатор Gigabit Ethernet	1
Источник бесперебойного питания APC Smart 10000 RT (7 кВт)	1
Монтажный шкаф NetShelter SX42U	1

## *Характеристики узлов ВК*

### **Характеристики вычислительного узла (всего 8 в составе ВК):**

Модель процессора	Intel Xeon 5300
Количество процессоров/ядер	2/8
Разрядность	64
Тактовая частота	2,3 ГГц
Оперативная память	8Гб (до 32Мб макс)
Жесткий диск	160Гб – 1шт.

### **Характеристики управляющего узла:**

Модель процессора	Intel Xeon 5300
Количество процессоров/ядер	2/8
Разрядность	64
Тактовая частота	2,3 ГГц
Оперативная память	16Гб (до 64Мб макс.)
Подсистема хранения	250Гб – 5 шт. (RAID5)

## ***Состав программного обеспечения ВК на момент развертывания (2008г)***

ОС Головного узла: **SuSE Linux Enterprise Server 10**

ОС Вычислительных узлов: **SuSE Linux 10 (урезанный вариант)**

Инструментальное ПО: **Intel C/C++, Fortran, Vtune, MPI 3.0**

Библиотеки: **Intel MKL, IPP**

Пакетная обработка: **PBS Torque**

Общая стоимость ВК составила ~ 2,3 млн. руб. (включая расходы на построение инфраструктуры)

## ***Проблема низкой востребованности в варианте «классического вычислительного кластера»***

1. Потенциальные пользователи ВК (внутри университета - это разработчики СВЧ технологий и приборов) ориентируются на готовые продукты, так как им некогда разрабатывать программное обеспечение (заказ, хоздоговор, контракт всегда предполагает ограничения по срокам и бюджету)
2. Лицензионные продукты для ВК (различные CAD\CAE приложения) очень дороги. Более того, в стратегических областях такие продукты не предоставляются в принципе, либо имеют схемы лицензирования, приводящие к чрезвычайно высокой стоимости НИР - НИОКТР
3. Пользователи ориентированы на Windows, т.е. имеют ранее приобретенные продукты для этой ОС и опыт разработки преимущественно в этой ОС
4. Конкуренция со стороны технологий GPU

В результате, в первый год эксплуатации ВК в основном использовался в учебных целях и достаточно редко - для выполнения расчетов научного назначения.

## *Новые задачи*

1. Индексация веб-контента для поисковых систем (Nutch, Hadoop)
2. Облачные вычисления на AppScale (открытый аналог Google App Engine)
3. Серверное окружение для НИРС и Группового проектного обучения (ГПО)
4. Развертывание учебных инфраструктур для изучения различного системного и прикладного ПО

Таким образом, возникли новые задачи, решать которые нужно было при условии обеспечения устойчивой работы, включая возможности «классического вычислительного кластера».

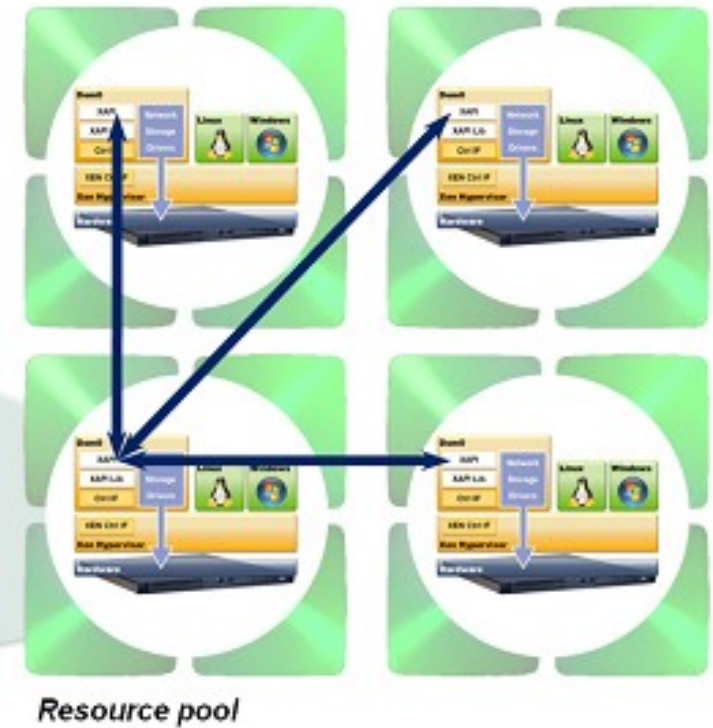
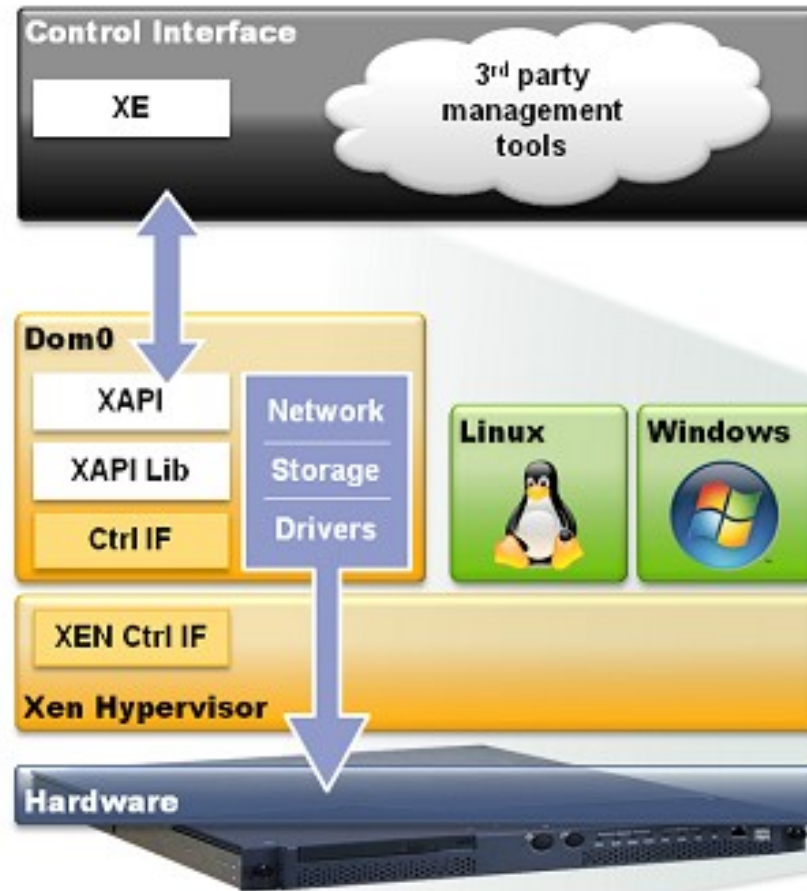
## ***XEN-революция***

Было принято решение о переходе на использование открытого программного продукта, обеспечивающего виртуализацию ресурсов кластера, с целью развертывания произвольного набора операционных систем, функционирующих изолированно.

Проект XEN был выбран как один из наиболее активно развивающихся в этой области.

Xen — кросс-платформенный гипервизор, разработанный в компьютерной лаборатории Кембриджского университета и распространяемый на условиях лицензии GPL. (<http://xen.org>)

## Принципы построения XEN





## *Сетка развертывания контейнеров XEN на кластере ТУСУР*

<b>domain-0</b>	<b>hpc</b>	<b>as</b>	<b>nutch</b>	<b>win</b>	<b>other</b>	<b>TOTAL</b>
master (2cores, 1Gb)	hpc-0 (2core, 2Gb)	as-0 (2cores, 1Gb)	nutch-0 (2cores, 2Gb)	win7-1 (4cores, 8Gb)		cores: 4real + 4HT, ram: 14Gb
node1 (1core, 512Mb)	hpc-1 (2core, 2Gb)	as-1 (2cores, 1Gb)	nutch-1 (2cores, 2Gb)	win2k8-1 (2cores, 1Gb)	www (2cores, 1Gb)	cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node2 (1core, 512Mb)	hpc-2 (2core, 2Gb)		nutch-2 (2cores, 2Gb)	xp-1 (2cores, 1Gb)		cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node3 (1core, 512Mb)	hpc-3 (2core, 2Gb)		nutch-3 (2cores, 2Gb)	xp-2 (2cores, 1Gb)	gpo (2cores, 2Gb)	cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node4 (1core, 512Mb)	Hpc-4 (2core, 2Gb)		nutch-4 (2cores, 2Gb)		embed1 (2cores, 1Gb)	cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node5 (1core, 512Mb)	hpc-5 (2core, 2Gb)		nutch-5 (2cores, 2Gb)		embed2 (2cores, 1Gb)	cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node6 (1core, 512Mb)	hpc-6 (2core, 2Gb)		nutch-6 (2cores, 2Gb)			cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node7 (1core, 512Mb)	hpc-7 (2core, 2Gb)		nutch-7 (2cores, 2Gb)			cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb
node8 (1core, 512Mb)	hpc-8 (2core, 2Gb)		nutch-8 (2cores, 2Gb)	win7-2 (1core, 1Gb) win2k8-2 (1core, 1Gb)		cores: 4real + 4HT, ram: 8Gb

## *Преимущества, полученные от внедрения XEN*

1. Запуск множества операционных систем (не зависимо от используемого ядра) — расширяет возможности использования кластера для различных ОС и соответствующих программных продуктов. Прямой эффект — повышение КПД установки.
2. Гарантированная изоляция ОС. Исследователь может запускать и останавливать любой контейнер независимо от других. «Поломка» любого из контейнеров происходит изолированно. Прямой эффект — серверная ферма для студенческих экспериментов и проектов мирно соседствует с регулярно действующими системами.
3. Потребление ресурсов ограничено заданными пределами. Позволяет выделять ресурсы в соответствии с приоритетом проекта.
4. Уменьшение времени и трудоемкости администрирования (установка, удаление, восстановление новых контейнеров, перенесение между физическими узлами, перезагрузка)

## *Перспективы развития*

Переход на XEN Cloud Platform (ХСР)?

ХСР - готовое решение промышленного уровня, ориентированное на предоставление платформы виртуализации и сопутствующей инфраструктуры управления. Содержит набор готовых инструментов для управления инфраструктурой виртуальных контейнеров. Содержит подписанные windows-совместимые драйвера для виртуальных устройств, влияющих на конечную производительность контейнеров для ОС Windows.

## ***Выводы***

1. Применение систем виртуализации позволяет повысить КПД и устойчивость работы вычислительных кластеров.
2. Опыт внедрения и эксплуатации XEN на ВК ТУСУР можно считать положительным и рекомендовать к применению в других университетах и вычислительных лабораториях.