

Д/р
12077

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут інноваційної та післядипломної освіти

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра системного програмного забезпечення та технологій
дистанційного навчання

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

Бакалавра


на тему: «Архитектура современных суперкомпьютеров»

«Архітектура сучасних суперкомп'ютерів»

«Architecture of modern supercomputers»

Виконав: студент денної форми навчання
напряму підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»

Романько Віталій Юрійович 

Керівник к. фіз.-мат. н., доц. Зеленін С.В. 

Рецензент к. фіз.-мат. н., ст.н.с. НДІ фізики Чечко
В.Є.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 11 від 27 / 05 / 2016 р.

Захищено на засіданні ЕК № 7

протокол № 45 від 23.06 2016 р.

Оцінка задовільно Е 165
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

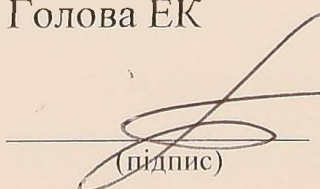
Завідуючий кафедри



(підпис)

Альошин О.М.

Голова ЕК



(підпис)

Тюрин О.В.

Одеса 2016

779254

Содержание

Введение	3
Глава 1 ПОНЯТИЕ О ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ	6
1.1 ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ И СУПЕР-ЭВМ	6
1.2 Суперкомпьютеры - как это?	12
1.4 Конвейерная обработка	13
1.5 Сферы применения суперкомпьютеров	15
Глава 2 АРХИТЕКТУРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ	20
2.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ФЛИННА	20
2.2 КЛАССИФИКАЦИЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	23
2.3 СИММЕТРИЧНЫЕ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ	28
2.4 ВЕКТОРНО-КОНВЕЙЕРНЫЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ	31
2.5 КЛАСТЕРЫ	37
2.6 МЕТАКОМПЮТИНГ И GRID-ТЕХНОЛОГИИ	45
2.7 Оценки производительности суперЭВМ	51
Глава 3 РЕЙТИНГ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ TOP500	54
3.1 Tianhe-2, Китай	57
3.2 Titan, США	59
3.3 Sequoia, США	61
3.4 K Computer, Япония	63
3.5 IBM Mira, США	65
Вывод	66
Литературы	68

Введение

Диалектическая спираль развития компьютерных технологий совершила свой очередной виток - опять, как и десять лет назад, в соответствии с требованиями жизни, в моду входят суперкомпьютерные архитектуры. Безусловно, это уже не те монстры, которые помнят ветераны - новые технологии и требовательный рынок коммерческих применений существенно изменили облик современного суперкомпьютера. Теперь это не огромные шкафы с уникальной аппаратурой, вокруг которой колдуют шаманы от информатики, а вполне эргономичные системы с унифицированным программным обеспечением, совместимые со своими младшими собратьями. Рассмотрим основные области применения суперЭВМ и проанализируем особенности различных типов архитектур, характерных для современных суперкомпьютеров.

Что такое суперЭВМ? Оксфордский толковый словарь по вычислительной технике, изданный почти 10 лет назад, в 1986 году, сообщает, что суперкомпьютер - это очень мощная ЭВМ с производительностью свыше 10 MFLOPS (миллионов операций с плавающей запятой в секунду). Сегодня этот результат перекрывают уже не только рабочие станции, но даже, по крайней мере, по пиковой производительности, и ПК. В начале 90-х годов границу проводили уже около отметки в 300 MFLOPS.

Однако такой подход к определению суперЭВМ не совсем корректен. Очевидно, что, современный двухпроцессорный компьютер Cray C90 любой здравомыслящий человек назовет суперЭВМ. А тем не менее, его пиковая производительность меньше 2 GFLOPS. С этим вопросом тесно связаны и ограничения (ранее - КОКОМ, теперь - Госдепартамента США) на поставку высокопроизводительных средств вычислительной техники

другим странам. Компьютеры с производительностью свыше 10 000 млн. теоретических операций в сек. (MTOPS), согласно определению Госдепартамента США, считаются суперкомпьютерами.

Более корректно перечислить основные признаки, характеризующие суперЭВМ, среди которых кроме высокой производительности следует отметить:

- самый современный технологический уровень (например, GaAs-технология);
- специфические архитектурные решения, направленные на повышение быстродействия (например, наличие операций над векторами);
- цена, обычно свыше 1-2 млн. долл.

В телеконференции USENET по суперкомпьютерам в связи с быстрым прогрессом в технологии RISC-микропроцессоров и соответствующим ростом их производительности был как-то задан вопрос: когда рабочая станция превратится в суперЭВМ? На что последовал ответ: "Когда она будет стоить свыше 1 млн. долларов". Для иллюстрации можно отметить, что компьютер Cray-1 в свое время стоил около 8 млн. долларов, а анонсированные в этом году суперкомпьютеры Cray T90, имеющие намного более высокую производительность, - от 2.5 до 35 млн. долл. Стоимость создания суперкомпьютерной MPP-системы в проекте лаборатории Sandia Министерства энергетики США составляет около 46 млн. долларов.

Вместе с тем, существуют компьютеры, имеющие все перечисленные выше характеристики суперЭВМ, за исключением цены, которая для них составляет от нескольких сотен до 2 млн. долларов. Речь идет о мини-

суперЭВМ, обладающим высокой производительностью, уступающей, однако, большому суперЭВМ. При этом у минисуперкомпьютеров, как правило, заметно лучше соотношение цена/производительность и существенно ниже эксплуатационные расходы: система охлаждения, электропитания, требования к площади помещения и др. Данные компьютеры ориентированы на менее крупные вычислительные центры - уровня факультета, а не всего университета или корпорации. Примеры таких ЭВМ - Cray J90, Convex C38XX и, возможно, C4/XA. К ним можно отнести, также и современные суперкомпьютерные системы на базе RISC-микропроцессоров, например, IBM SP2, SGI POWER CHALLENGE, DEC AlphaServer 8200/8400 и др.

С точки зрения архитектуры минисуперкомпьютеры не представляют собой некоторое особенное направление, поэтому в дальнейшем они отдельно не рассматриваются.

Вывод

В данной дипломной работе мной были рассмотрены различные типы суперкомпьютеров и их архитектура.

Сегодня в суперкомпьютерном мире наблюдается новая волна, вызванная как успехами в области микропроцессорных технологий, так и появлением нового круга задач, выходящих за рамки традиционных научно-исследовательских лабораторий. Налицо быстрый прогресс в производительности микропроцессоров RISC-архитектуры, которая растет заметно быстрее, чем производительность векторных процессоров. Например, микропроцессор HP PA-8000 отстает от Cray T90 всего примерно в два раза. В результате в ближайшее время вероятно дальнейшее вытеснение векторных суперЭВМ компьютерами, использующими RISC-микропроцессоры, такими, как, например, IBM SP2, Convex/HP SPP, DEC AlphaServer 8400, SGI POWER CHALLENGE. Подтверждением этого стали результаты рейтинга TOP500, где лидерами по числу инсталляций стали системы POWER CHALLENGE и SP2, опережающие модели ведущего производителя суперкомпьютеров - компании Cray Research.

Тем не менее, очевидно, будет продолжаться развитие векторных суперЭВМ, по крайней мере от Cray Research. Возможно, оно начинает сдерживаться из-за требований совместимости со старыми моделями. Так, не нашла потребителя система Cray-4 компании Cray Computer, имеющая характеристики конфигурации и производительность, близкие к новейшей системе Cray T90 от Cray Research при в 2 раза более низкой цене, но несовместимая с компьютерами Cray Research. В результате Cray Computer разорилась.

Успешно развиваются системы на базе MPP-архитектур, в том числе с распределенной памятью. Появление новых высокопроизводительных микропроцессоров, использующих дешевую КМОП-технологии, существенно повышает конкурентноспособность данных систем.

Относительно новых решений со стороны VLIW-архитектур можно уверенно предположить, что, по крайней мере в ближайшие два года, RISC-процессорам бояться нечего.

Литературы

1. Антонов А. С. Введение в параллельные вычисления. Методическое пособие. - М.: Изд-во Физического факультета МГУ, 2002. -70 с.
2. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2004. -71 с.
3. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
4. Барский А. Б. Параллельные информационные технологии. - М.:Бином, 2007. - 504 с.
5. Богачев К. Ю. Основы параллельного программирования. - М:Бином, 2010. – 344 с.
6. Богданов А. В., Корхов В. В., Мареев В. В., Станкова Е. Н. Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем. Курс лекций. - М.: Интернет-университет информационных технологий, 2004. - 176 с.
7. Букатов А. А., Дацюк В. Н., Жегуло А. И. Программирование многопроцессорных вычислительных систем. - Ростов-на-Дону: Издательство ООО "ЦВВР", 2003. – 208 с.
8. Бурова И. Г., Демьянович Ю. К. Алгоритмы параллельных вычислений и программирование. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. - 208 с.
9. Бурова И. Г., Демьянович Ю. К. Лекции по параллельным вычислениям. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. - 132 с.
10. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления.– СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 608 с.
11. Воеводин Вл. В., Жуматий С. А. Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.

12. Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений. - М.: Бином, 2007. - 424 с.
13. Гергель, В. П., Стронгин Р. Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. - Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. – 302 с.
14. Демьянович Ю. К., Евдокимова Т. О. Теория распараллеливания и синхронизация: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. - 108 с.
15. Демьянович Ю. К., Иванцова О. Н. Технология программирования для распределенных параллельных систем: Курс лекций. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. - 94 с.
16. Демьянович Ю. К., Лебединский Д. М. Операционная система Unix (Linux) и распараллеливание: Курс лекций. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. - 109 с.
17. Корнеев В. Д. Параллельное программирование в MPI. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 303с.
18. Лацис А. О. Параллельная обработка данных: учебное пособие. — М.: Академия, 2010. — 336 с.
19. Левин М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP. - М: Бином, 2008. - 120 с. Лупин С. А., Посышкин М. А. Технологии параллельного программирования. - М.: Инфра-М, 2008. - 208 с.

