

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Отделение Интеллектуальные кибернетические системы

Отчёт по лабораторной работе №1
По курсу: «Информационные системы и технологии»

Выполнил:
студент гр. ИС-М18
Ермаков В.Е.

Проверил:
д.т.н., профессор
Сальников Н.Л.

Обнинск 2018

1 Задание

Рассчитать пиковую производительность суперкомпьютера Sunway TaihuLight.

2 Цель работы

Научиться понимать и описывать структурную нотацию суперкомпьютеров, а также проводить расчет их пиковой производительности (ПП).

3 Спецификация системы

Sunway TaihuLight — китайский суперкомпьютер, который по состоянию на ноябрь 2016 года является самым производительным суперкомпьютером в мире с производительностью 93 петафлопс согласно тестам LINPACK.[1]

Суперкомпьютер Sunway TaihuLight предназначен для сложных расчётов, требуемых в производстве, медицине, добывающей промышленности, для прогнозирования погодных условий и анализа «больших данных». Он расположен в национальном суперкомпьютерном центре в Уси, провинция Цзянсу.

Он основан на процессоре, процессоре SW26010, который был разработанный Шанхайским Центром проектирования ИС. Чип процессора состоит из 4 основных групп (CG), см. рисунок 1, подключенный через NoC, см. рисунок 2, каждый из которых включает «Управляющий процессорный элемент» (Management Processing Element, MPE) и 64 «Вычислительно-процессорный элемент» (Computer Processing Element, CPE) расположенных в матрице 8x8. Каждый CG имеет собственное пространство памяти, которое связано с MPE и CPE-кластер через MC. CPE исполняют SIMD-инструкции и могут выполнять за один цикл 8 операций над числами с плавающей запятой одинарной точности. Процессор подключается к другим внешним устройствам через системный интерфейс (SI). [2]

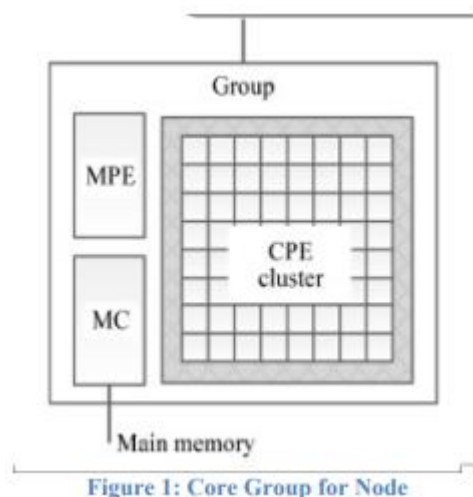


Рисунок 1 «Группа ядер одного узла»

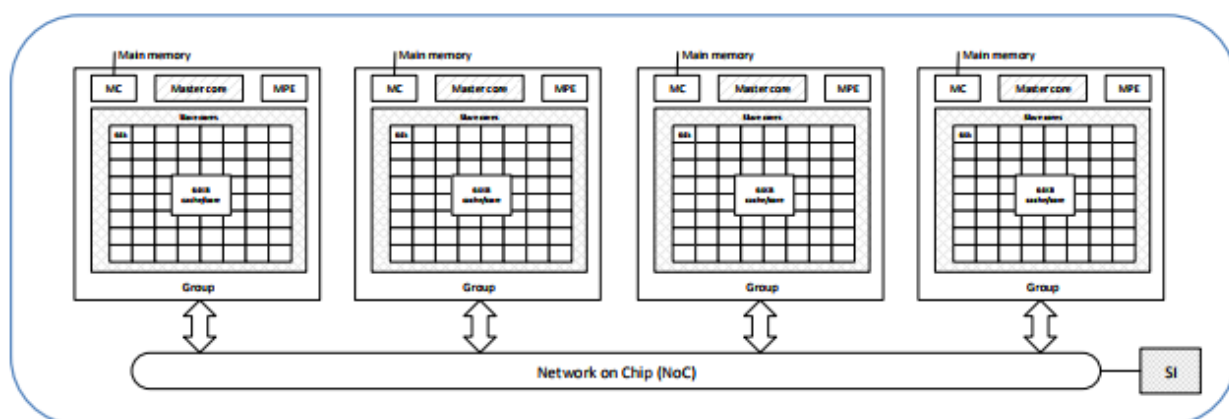


Figure 2: Basic Layout of a Node, the SW26010

Рисунок 2 «Базовая компоновка узла, SW26010»

Каждый кластер CPE состоит из «Управляющего процессорного элемента» (Management Processing Element, MPE), который является 64-разрядным. [2]

Ядро RISC, поддерживающее как пользовательские, так и системные режимы, 256-битные векторные инструкции, 32 КБ L1 и кэш данных L1 объемом 32 КБ, а также кэш L2 256 Кбайт. «Вычислительно-процессорный элемент» (Computer Processing Element, CPE) состоит из 8x8 элементов из 64-битных ядер RISC, поддерживающих только пользовательский режим, с 256-битными векторными инструкциями, 16 КБ кэша команд L1 и 64 КБ Scratch Pad Memory (SPM). [2]

Процессор работает с тактовой частотой 1,45 ГГц. Каждый CPE обладает внутренней сверхоперативной памятью (англ. scratchpad memory) размером 64 Кб для данных и 16 Кб для инструкций, и соединены посредством сети-на-кристалле (англ. network on a chip), вместо традиционной иерархии кэш-памяти (англ. cache hierarchy). MPE имеет более традиционную схему с 32 Кб кэш-памяти 1-го уровня для данных и инструкций и 256 Кб кэш-памяти 2-го уровня. Сеть-на-кристалле соединена с единым внутрисистемным интерфейсом, который соединяет микросхему с внешним миром. [2]

Система состоит из корпусов, см. Рисунок 3. Каждый корпус содержит Supernodes (суперузлов) и каждый Supernode имеют 256 узлов, см. Рисунок 4.

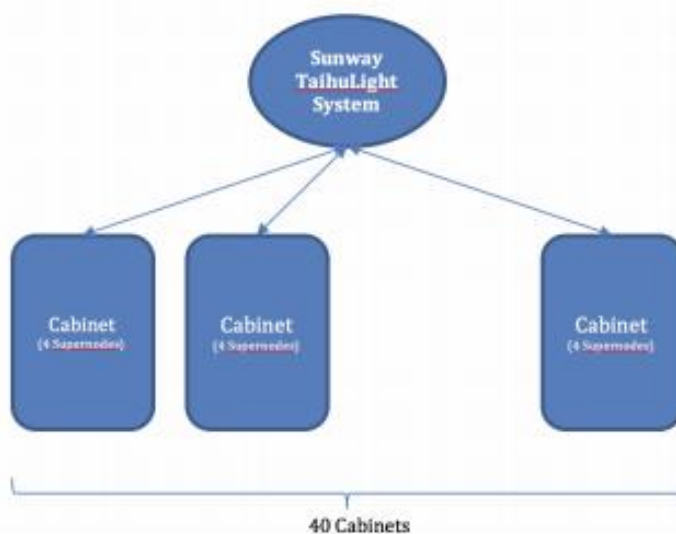


Figure 10: Sunway system with 40 cabinets

Рисунок 3 «Система Sunway с 40 корпусами»

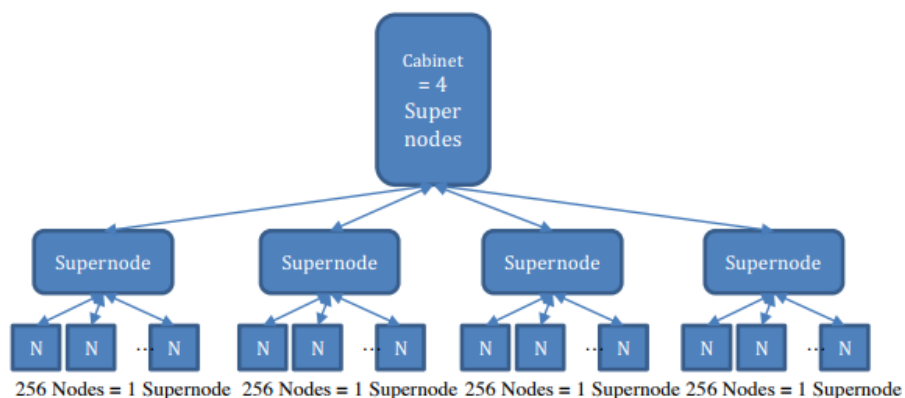


Figure 11: One cabinet of the system.

Рисунок 4 «Один корпус системы»

4 Структурная нотация

$$P(SW26010) = \{ 4CG \}$$

$$Core(MPE) = \{ Cshd1_{32K6}, Chsi1_{32K6}, Csh2, I_{pv\ 256K6} \}$$

$$Core(CPE) = \{ Cshi1_{16K6}, SPM_{64K6}, I_{pv\ 256K6} \}$$

$$CG = Cluster = \{ 1MPE, 64CPE, 1CtrM(DDR3\ SDRAM), Mbank, MC \}$$

$$CPE = 8\ flops\ per\ cycle;$$

$$MPE = 16\ flops\ per\ cycle;$$

$$Node = \{ 4CG, NoC, SI \} = \{ 4xMPE, 256\ xCPE, 4MC, NoC, SI \}$$

$$SuperNode = \{ 256Nodes \}$$

$$Cabinet = \{ 4SuperNodes \}$$

$$C = \{ 40Cabinets \}$$

5 Расчет пиковой производительности (ПП)

$$ПП(CPE) = 8\ flops/cycle * 1.45\ GHz = 11.6\ Gflop/s$$

$$ПП(MPE) = 16\ flops/cycle * 1.45\ GHz = 23.2\ Gflop/s$$

$$ПП(Node) = 256\ cores * 11.6\ Gflop/s + 4cores*23.2\ Gflop/s = 3062.4\ Gflop/s$$

$$ПП(SuperNode) = 256*3062.4 = 783974.4\ Gflop/s$$

$$ПП(Cabinet) = 4*783974.4 = 3135897.6\ Gflop/s$$

$$ПП(C) = 40*3135897.6 = 125435904\ Gflop/s = 125.435904\ Pflop/s$$

Пиковая производительность =125.435904 (значение в рейтинге

<https://www.top500.org/system/178764> 125,435)

ВЫВОДЫ

Была разобрана архитектура (на основе спецификации) суперкомпьютера Sunway TaihuLight, по ней научился строить структурную нотацию суперкомпьютеров и находить пиковую производительность суперкомпьютеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет-ресурс: <https://www.top500.org/news/china-races-ahead-in-top500-supercomputer-list-ending-us-supremacy/>
2. Документация по суперкомпьютеру Sunway TaihuLight
<http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/sunway-report-2016.pdf>