Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное агентство по образованию

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Исследование динамических топологий

Отчет по лабораторной работе №7 дисциплины

«Высокопроизводительные вычислительные комплексы»

Вариант 8

Выполнил студент группы ИВТ-41 /Крючков И. С./ Проверил /Мельцов В. Ю./

Киров 2023

1. Задание №1

Вычислите адрес узла-получателя в сети

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Функция | Формула | Адрес узла-источника | Адрес узла-получателя |
| Идеальное тасование |  | 00101 | 01010 |
| Отсутствие тасования |  | 111001 | 111100 |
| Субтасование по 4-му биту |  | 1110110 | 1111100 |
| Супертасование по 3-му биту |  | 111101 | 111101 |
| Баттерфляй |  | 0010001 | 1010000 |
| Реверсирование битов |  | 001101 | 101100 |

1. Задание №2

Необходимо нарисовать сеть с топологией «Баньян» 8\*8

Параметры сети: n = 8, число ступеней , количество БКЭ



Рисунок 1 – Топология «Баньян» 8\*8

Данная сеть относится к сетям с самомаршрутизацией (тип 1), поскольку адрес пункта назначения не только определяет маршрут сообщения к нужному узлу, но и используется для управления прохождением сообщения по этому маршруту. Каждый БКЭ, куда попадает пакет, просматривает один бит адреса и в зависимости от его значения направляет сообщение на выход 1 или 2. Если значение бита равно 0, то сообщение пропускается через верхний выход БКЭ, а при единичном значении – через нижний. На рисунке 1 показан маршрут сообщения со входного узла 0112 к выходному узлу 0112.

Преимущества:

Топология «Баньян» весьма популярна из-за того, что коммутация обеспечивается простыми БКЭ, работающими с одинаковой скоростью, сообщения передаются параллельно. Кроме того, большие сети могут быть построены из стандартных модулей меньшего размера.

Недостатки:

Поскольку данная топология относится к блокирующим сетям, если какое-либо соединение уже установлено, это может стать причиной невозможности установления других соединений. Кроме того, между каждым входным и выходным узлами существует только один путь.

1. Задание №3

Необходимо нарисовать сеть с топологией «Омега» 16\*16.

Параметры сети:

n = 16, число ступеней , количество БКЭ



Рисунок 2 – Топология «Омега» 16\*16

Данная сеть относится к сетям с самомаршрутизацией по типу 2: адреса пункта отправки и пункта назначения определяют маршрут сообщения к нужному узлу, а также используются для управления прохождением сообщения по этому маршруту.

Состояние, в которое переключается БКЭ на i-й ступени, определяется с помощью операции сложения по модулю 2 значений i-го бита в адресах входного и выходного терминальных узлов. Если аi ⊕ bi = 0, то БКЭ, расположенный на i-й ступени сети, обеспечивает прямую связь входа с выходом, а при аi ⊕ bi = 1 – перекрестное соединение. На рисунке 2 показан маршрут сообщения со входного узла 10112 к выходному узлу 01002.

Преимущества:

Коммутация обеспечивается простыми БКЭ, работающими с одинаковой скоростью, сообщения передаются параллельно. Кроме того, большие сети могут быть построены из стандартных модулей меньшего размера.

Недостатки:

Поскольку данная топология относится к блокирующим сетям, если какое-либо соединение уже установлено, это может стать причиной невозможности установления других соединений. Кроме того, между каждым входным и выходным узлами существует только один путь.

1. Задание №4

Необходимо нарисовать сеть с топологией «Дельта» с 3 ступенями кроссбаров 3\*2.

Параметры сети: количество ступеней: n = 3, a = 3, b = 2, количество входов , количество выходов .

Адрес получателя задается в заголовке сообщения числом в системе счисления с основанием b, а для прохождения сообщения по сети организуется самомаршрутизация. Входы не подвергаются тасованию. В сеть «Дельта» могут быть введены дополнительные ступени, чтобы обеспечить более чем один маршрут от входа к выходу.

Для внутренней связи между БКЭ используется функция «Идеальное тасование».

Достоинства:

От входа к выходу возможно более одного маршрута, что позволяет изменять трафик сообщения с целью устранения конфликтов. Самомаршрутизация.

Недостатки:

Использует в качестве коммутирующих элементов кроссбары, которые значительно сложнее БКЭ, поэтому и стоимость сети, содержащей кроссбары, выше.



Рисунок 3 – Сеть с топологией «Дельта» с 3 ступенями кроссбаров 3\*2

1. Задание №5

Необходимо нарисовать сеть с топологией «Бенеша» 4\*4.

Параметры сети: n = 4, число ступеней , количество БКЭ .

Сеть Бенеша с n входами и n выходами имеет симметричную структуру, в каждой половине которой (верхней и нижней) между входными и выходными БКЭ расположена такая же сеть Бенеша, но с n/2 входами и n/2 выходами. Относится к типу неблокирующих сетей с реконфигурацией.



Рисунок 4 – Сеть с топологией «Бенеша» 4\*4

Для данной задачи (4\*4) на двух последних слоях используется самомаршрутизация. Для маршрутизации на первом слое необходимо использовать дополнительное оборудование.

На рисунке 4 приведены возможные маршруты из узла 01 в 10. Основной маршрут показан для случая, при котором БКЭ на первом слое будет скоммутирован на «1».

Достоинства:

От входа к выходу возможно более одного маршрута, что позволяет изменять трафик сообщения с целью устранения конфликтов. Коммутация обеспечивается простыми БКЭ, работающими с одинаковой скоростью, сообщения передаются параллельно. Кроме того, большие сети могут быть построены из стандартных модулей меньшего размера.

Недостатки:

В случае возникновения блокировок необходима реконфигурация маршрутов с разрывом уже существующих соединений. Для реализации соединения между произвольными входными и выходными узлами необходимо изменить настройку коммутаторов сети и маршрут связи между соединенными узлами.

1. Задание №6

Необходимо нарисовать сеть с трехступенчатой топологией «Клоша» с:

* r1 = 7 кроссбарами во сходной ступени;
* m = 6 кроссбарами в промежуточной ступени;
* r2 = 4 кроссбарами в выходной ступени;
* n1 = 5 входами кроссбаров во входной ступени;
* n2 = 6 выходами кроссбаров в выходной ступени.

Число входов сети , число выходов

Будет ли сеть неблокирующей, зависит от числа промежуточных звеньев. Клош доказал, что подобная сеть является неблокирующей, если количество кроссбаров в промежуточной ступени m удовлетворяет условию: m = n1 + n2 - 1. При условии m = n2 сеть Клоша можно отнести к неблокирующим сетям с реконфигурацией. Во всех остальных случаях данная топология становится блокирующей. m = 5 + 6 - 1 = 10 != 6 => сеть является блокирующей.

На рисунке 5 приведены возможные маршруты из узла 53 в 15. Основной маршрут показан для случая, при котором БКЭ на первом слое будет скоммутирован на «2».

Переключение БКЭ контролирует УУ. Возможных путей из одного узла в другой равно количеству кроссбаров в промежуточной ступени (m), т.к. они обеспечивают соединение кроссбаров входной ступени и выходной.



Рисунок 5 – Сеть с топологией «Клоша»

1. Задание №7

Необходимо нарисовать сеть с топологией n-кубической сети с косвенными связями 16\*16.

Параметры сети: n = 16, число ступеней , количество БКЭ



Рисунок 6 – Сеть с топологией n-кубической сети

Ступени коммутации связаны по топологии «Баттерфляй», а на последней ступени используется функция идеального тасования. Фактически сеть представляет собой обращенную матрицу сети «Омега».

Состояние, в которое переключается БКЭ определяется с помощью операции сложения по модулю 2 адресов входного и выходного терминальных узлов, анализ битов результата выполняется в обратном порядке, если очередной бит равен «0» – прямая связь, если «1» – перекрестное соединение На рисунке 6 показан маршрут сообщения со входного узла 01102 к выходному узлу 10112.

Преимущества:

Коммутация обеспечивается простыми БКЭ, работающими с одинаковой скоростью. Кроме того, большие сети могут быть построены из стандартных модулей меньшего размера. Самомаршрутизация по типу 2.

Недостатки:

Поскольку данная топология относится к блокирующим сетям, если какое-либо соединение уже установлено, это может стать причиной невозможности установления других соединений. Кроме того, между каждым входным и выходным узлами существует только один путь.

Выводы

Для сравнения различных конфигурация необходимо, чтобы размерности сетей были одинаковыми. Таким образом, размерность сети равна 16х16.

Стоимость сети S складывается из следующих компонентов: количество и тип КЭ, количество связей (I). За стоимость КЭ примем сумму числа его входов и выходов. Стоимость линии связи примем за 2.

Время передачи сообщения от передатчика до получателя определяется суммой времени передачи сообщения по линии (0.1 сек) и скоростью переключения КЭ (1 сек).

Производительность обратно пропорциональна времени передачи сообщения.

Коэффициент эффективности определяется по формуле:

где K – количество путей, P – производительность, S – стоимость.

1. Топология «Баньян»

Число КЭ =

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

1. Топология «Омега»

Число КЭ =

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

1. Топология «Дельта»

Число КЭ зависит от размера КЭ. В данном случае 4x4 => NКЭ = 8

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

1. Топология «Бенеша»

Число КЭ =

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

1. Топология «Клоша»

Число КЭ = 12, т.к размерность сети 16x16 (первы слой 4 + второй слой 4 + третий слой 4)

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

1. Топология n-куб

Число КЭ =

Число связей:

Стоимость:

Время передачи:

Производительность:

Эффективность:

Таблица 1 – Сравнение топологий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Топология | Число КЭ | Размер КЭ | I | S | Время передачи | K | P | E\*106 | Блокирующая |
| Баньян | 32 | 2x2 | 48 | 224 | 4.5 | 1 | 0.22 | 982 | Да |
| Омега | 32 | 2x2 | 48 | 224 | 4.5 | 1 | 0.22 | 982 | Да |
| Дельта | 8 | 4x4 | 16 | 96 | 2.3 | 1 | 0.44 | 4583 | Да |
| Бенеша | 56 | 2x2 | 96 | 416 | 7.8 | 8 | 0.13 | 884 | Нет |
| Клоша | 12 | 4x4 | 32 | 160 | 3.4 | 4 | 0.29 | 3625 | Нет |
| n-куб | 32 | 2x2 | 48 | 224 | 4.5 | 1 | 0.22 | 982 | Да |

Таким образом, наиболее эффективной топологией оказалась топология Дельта. Данная топология имеет 1 путь от адреса источника до адреса получателя. КЭ в данной топологии сложны в построении и дороже, чем обычный БКЭ, но при 11 сравнительно малом их числе строится сеть размерностью, не уступающей остальным топологиям. Наиболее высокой скоростью передачи сообщения имеют ВС с топологией Дельта. Топология Баньян, Омега и n-кубической сети дешевы, просты в построении, но имеют только один путь.

Топология Клоша немного уступает по эффективности топологии Дельта, но она более надежна, т.к имеет 4 пути от адреса источника до адреса получателя.