

**СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА ЗАДАЧАТА ЗА
ИЗГЛАЖДАНЕ НА ДАННИ ОТ OTDR В РЕАЛНО ВРЕМЕ ВЪРХУ ПАРАЛЕЛНА
ВИРТУАЛНА RAM**

Динко В. Гичев , Ангел З. Тошков

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE OF THE TASK FOR DATA
INTERPOLATION FROM OTDR DATA IN REAL TIME ON VIRTUAL PARALLEL
RAM**

Dinko Gichev, Angel Toshkov

Abstract: The article offers a comparison between different parallel topologies used in smoothing of discrete optical signals, obtained by the method of Optical Time-domain reflectometry, using nonlinear effects of Raman and Brillouin in optical fibers.

Aproximanta used - natural cubic splines interpolations, computing - Virtual Random Access Machine.

Key words: Parallel Processing, hyper cube, VRAM

1. Постановка на задачата

Ще използваме следните означения:

- L – дължина на оптичното влакно в метри.
- N – брой контролни точки, $1 \leq N$.
- M – брой измервания за всяка контролна точка, $1 \leq M$.
- l_i – разстояние в метри до контролна точка i , $1 \leq i \leq N$; $0 \leq l_i < l_{i+1} \leq L$
- t_i – време в секунди до получаване на дискрета от контролна точка i .

$$t_i = \frac{2l_i}{v}, \text{ където } v \text{ е скоростта на разпространение на светлината в}$$

средата на оптичното влакно.

- $t_{\text{int}} = \min_{1 \leq i \leq N-1} \{t_{i+1} - t_i\}$
- d_i^k – стойност на дискрета от контролна точка i при измерване с пореден номер k , $1 \leq k \leq M$.
- T – интервал между две последователни измервания. $t_N \leq T$.

При тези означения за всяка контролна точка получаваме M дискрета, като за точка с номер i те се получават във времеви интервал $[t_i, t_i + (M-1)T]$. Данните се изглаждат с помощта на интерполационни натурални кубични сплайни, по един за всяка контролна точка [1].

2. Математически модел

За всяка контролна точка ще пресметнем паралелно сплайн с M възела, броят на измерванията, по формулите:

$$(2.1) \quad S_i(t) = \frac{S_i^{k+1}(t_i + kT - t)^2 + S_i^k(t_i + (k+1)T - t)^2}{6T} + \left(\frac{d_i^{k+1}}{T} - \frac{S_i^{k+1}T}{6}\right)(t_i + kT - t) + \left(\frac{d_i^k}{T} - \frac{S_i^kT}{6}\right)(t - t_i - (k+1)T)$$

за i -тата контролна точка, $1 \leq i \leq N$. При горните означения формулите (2.1) се използват за пресмятане на междинни стойности на сплайна в точка t от k -тия времеви интервал $[t_i + (k-1)T, t_i + kT]$, $1 \leq k \leq M$.

Във формулите (2.1) параметрите S_i^k /втори производни на сплайна във възлите/ са получени като решение на тридиагонална система от ред M

$$(2.2) \quad S_i^{k-1} + 4S_i^k + S_i^{k+1} = \frac{6}{T^2}(d_i^{k+1} - 2d_i^k + d_i^{k-1}), 1 \leq k \leq M$$

$$S_i^0 = S_i^{M+1} = 0$$

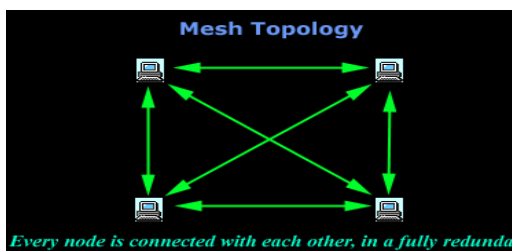
по метода на прогонването със сложност $O(M)$.

3. Класически топологии на връзката /[3]/.

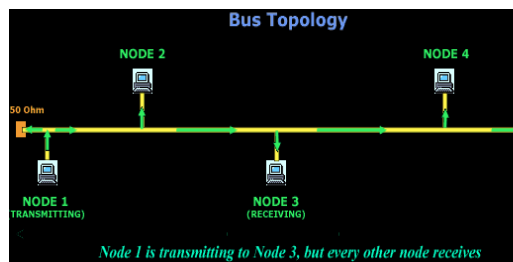
Да илюстрираме някои от най-популярните топологии на връзките във виртуалната паралелна RAM /VPRAM/:

За всички паралелни топологии ще предполагаме унифицирана конфигурация за която:

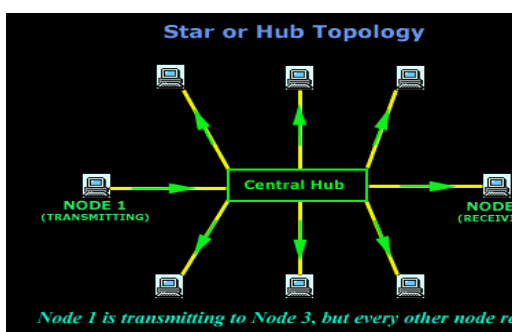
- β – време за транспорт на дискрет между два съседни PE.
- τ – време за изпълнение на елементарна операция /flop/ от отделен PE.



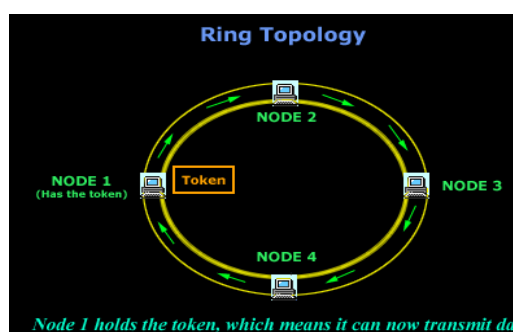
Пълен граф



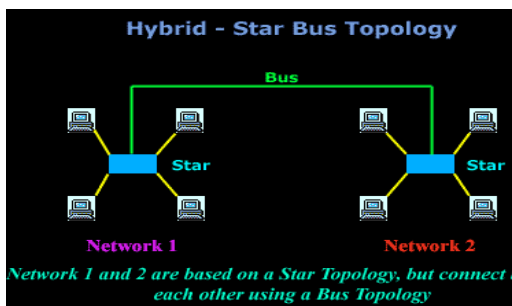
Стандартна шина



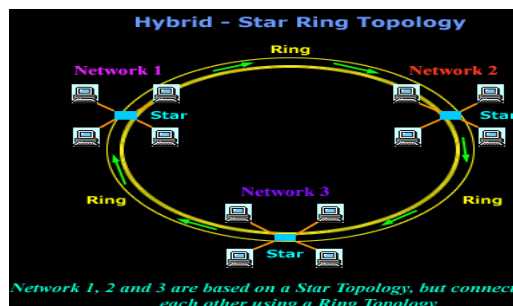
Звезда



Ринг



Star - Bus



Star - Ring

По този начин ще изолираме хардуерните компоненти и може да отчетем чистата зависимост на алгоритъма от топологията на връзките във виртуалната машина.

За опростяване на сметките при топология хиперкуб приемаме още следното ограничение:

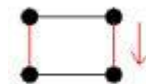
- n – размерност на хиперкуба, следователно разполагаме с изчислителен ресурс от $R = 2^n$ еднакви процесорни елемента $\{PE_i\}_{i=1}^R$

Ето и няколко Hypercube VPRAM [2]:

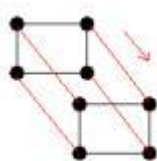
Едномерен хиперкуб /отсечка/



Двумерен хиперкуб /квадрат/



Тримерен хиперкуб /класически куб/



Четиримерен хиперкуб /тесеракт/



4. Оценка на сложността на реализацията на математическия модел върху паралелна виртуална RAM

Да приемем естествените ограничения

$$(4.1) \quad \beta = o(t_{int})$$

и

$$(4.2) \quad \tau = o(t_{int})$$

с което предполагаме, че интервалите от време между пристигането на последователните дискрети в резултат на измерванията в края на оптичното влакно са относително доста по-малки от времето, необходимо за предаване на единица данни по връзката във VPRAM, а също и от времето за изпълнение на елементарна аритметическа операция в работния PE.

При направените предположения са валидни следните оценки:

Топология	Време за запълване на конфигурацията	Пресмятане на интерполантат а	Време за изпразване на конфигурацията	Обща сложност
Mesh	$O(n) = O(\log_2 R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(n) = O(\log_2 R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$

Bus	$O(R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(R)$	$O(M)$
Star	$O(R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(R)$	$O(M)$
Ring	$O(R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(R)$	$O(M)$
Star –Bus	$O(R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(R)$	$O(M)$
Star – Ring	$O(R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(R)$	$O(M)$
n- dimensional hypercube	$O(n) = O(\log_2 R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$	$O(n) = O(\log_2 R)$	$O\left(\left\lceil \frac{MN}{R} \right\rceil\right)$

Таблица 1. Сравнителен анализ

5. Заключение

От резултатите в таблица 1 е видно, че топологията на връзката има съществено значение при оценката на сложността на алгоритъма и времето за изпълнение на изглаждащата процедура. Липсата на достатъчно необходими връзки сваля основната тежест върху времето за транспорт на иначе независимите данни. От друга страна пренаситеността на връзките в конфигурация пълен граф не подпомага увеличаването на бързодействието.

Литература:

1. Тошков, А., Гичев Д., „Изглаждане на дискретни данни в реално време при снемане на сигнал от OTDR върху паралелна конфигурация с топология на n-мерен хиперкуб”. “Предизвикателства пред висшето образование и научните изследвания в условията на криза”, Бургас, БСУ, 25-26 юни 2010 г.
2. D.Gichev, A Strategy for Routing Messages between Elements in a Hypercube with Faulty Links Proc of 6th Int. Conf. PDCAT 2005, Dalian, China
3. www.firewall.cx/topologies.php