김일성종합대학학보 JOURNAL OF KIM IL SUNG UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체104(2015)년 제61권 제12호 Vol. 61 No. 12 JUCHE104(2015).

함수처리의 병렬화를 위한 한가지 방법

배원철, 한용환

위대한 령도자 **김정일**동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》 (《**김정일**선집》 증보판 제11권 138～139페지)

선행연구[2, 3]에서는 연산준위의 병렬화의 한가지 방법을 제기하고있는데 론문에서는 함수준위의 병렬화에 대한 한가지 방법 즉 원시점화함수를 계산할 때 정보처리의 속도를 고속화하기 위한 병렬처리의 한가지 방법을 제기한다.

정의없이 리용되는 개념은 선행연구[1, 2]에 준하기로 한다.

정의 n변수부분함수 g, $n+2$변수 부분함수 h가 주어졌을 때 다음의 식에 의하여 얻어지는 $n+1$변수함수 f를 원시점화함수라고 부른다.

$$f(x_1, \cdots, x_n, 0) = g(x_1, \cdots, x_n),$$
$$f(x_1, \cdots, x_n, y+1) = h(x_1, \cdots, x_n, y, f(x_1, \cdots, x_n, y))$$

그리고 이때 진행하는 연산을 원시점화연산이라고 부른다.

이러한 정의에 기초하여 우리는 n변수함수 $g(x_1, \cdots, x_n)$이 원시점화함수라고 할 때 더하기연산에 의하여 얻어지는 함수

$$f(x_1, \cdots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \cdots, x_n) = \sum_{r=0}^{x_i} g(x_1, \cdots, x_{i-1}, r, x_{i+1}, \cdots, x_n) \tag{1}$$

과 곱하기연산에 의하여 얻어지는 함수

$$f(x_1, \cdots, x_n) = \prod_{r=0}^{x_i} g(x_1, \cdots, x_{i-1}, r, x_{i+1}, \cdots, x_n) \tag{2}$$

합성연산에 의하여 얻어지는 함수

$$f(x_1, \cdots, x_n) = \sum_{r=h(x_1, \cdots, x_n)}^{k(x_1, \cdots, x_n)} g(x_1, \cdots, x_{i-1}, r, x_{i+1}, \cdots, x_n) \tag{3}$$

조건식으로 얻어지는 함수

$$f(x_1, \cdots, x_{i-1}, y, x_{i+1}, \cdots, x_n) = \begin{cases} \displaystyle\sum_{r=y}^{z} g(x_1, \cdots, x_{i-1}, r, x_{i+1}, \cdots, x_n), & y \le z\text{일 때} \\ 0, & y > z\text{일 때} \end{cases} \tag{4}$$

의 계산과정에 대한 병렬알고리듬을 제기한다.

정리 1 식 (1)에서 정의된 원시점화함수

$$f(x_1, \cdots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \cdots, x_n)$$

의 계산은 원시점화함수

$$f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

의 계산준위로 병렬화할수 있다.

증명 식 (1)로부터 f 를 다음과 같은 점화식으로 쓸수 있다.

$$\begin{aligned} &f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) \\ &f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = \\ &\quad = f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) + g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) \end{aligned} \tag{5}$$

결국 함수 f 는 원시점화함수

$$g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n),$$

$$h(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = z + g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

에 원시점화연산을 실시하여 얻어진다는것을 알수 있다.

따라서 식 (5)로부터 함수 f 의 계산과정은 원시점화도식형태로 함수

$$g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

들의 준위로 병렬화할수 있다는것을 알수 있다. 다시말하여 처리기가 r 개라고 할 때 함수 f 의 계산은 r 개 원시점화함수 $g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$ 들의 동시적인 처리로 진행된다.

정리 2 조건식으로 주어지는 원시점화함수

$$f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

의 계산과정은 원시점화함수

$$g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n),\ \ 0 \le r \le z$$

들의 준위로 병렬화할수 있다.

증명 식 (4)를 원시점화도식형태로 쓰면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = \\ &= \sum_{r=y}^{z} g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) \dot{-} \sum_{r=y}^{z} g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) + \\ &+ g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)\bar{S}g(y \dot{-} z) \end{aligned}$$

여기서 $\dot{-}$ 와 $\bar{S}g(y \dot{-} z)$ 는 선행연구[2]에서의 의미와 같다.

여기로부터 원시점화도식형태로 정의되는 함수 f 의 계산과정은 원시점화함수

$$g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ r,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

의 준위로 병렬화된다.

정리 3 식 (2)에 의하여 정의되는 원시점화함수 f 의 계산은 함수 g 의 계산준위로 병렬화할수 있다.

증명 식 (2)를 원시점화도식형태로 다음과 같이 쓸수 있다.

$$\begin{aligned} &f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n), \\ &f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) = \\ &\quad = f(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) \times g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n) \end{aligned} \tag{6}$$

결국 함수 f 는 원시점화함수

$$g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ 0,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n),$$

$$h(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n,\ z) = z \times g(x_1,\ \cdots,\ x_{i-1},\ y+1,\ x_{i+1},\ \cdots,\ x_n)$$

에 원시점화연산을 실시하여 얻어진다는것을 알수 있다. 따라서 원시점화연산에 의하여 정의되는 식 (6)의 계산과정은 원시점화함수 g의 계산준위로 병렬화된다는것을 알수 있다.

맺 는 말

우리는 여러처리기체계에서 세가지 형의 원시점화함수 즉 더하기형, 곱하기형, 조건형의 원시점화함수계산을 진행할 때 병렬로 고속화하기 위한 한가지 방법을 제기하였다. 이것은 실천적으로 다량의 정보처리에서 중요한 의의를 가진다.

참 고 문 헌

[1] В. Н. Фадеева; Кибернетика, 6, 28, 2007.

[2] Н. Н. Миренков; Вычисл. системы, 57, 3, 2008.

[3] P. A. Gilmore; J. Assoc. Comput. Mach., 15, 2, 176, 2003.

주체104(2015)년 8월 5일 원고접수

A Method for Parallelizing Function Processing

Pae Won Chol, Han Yong Hwan

We proposed a method for speeding up in parallel when computing three types of primary recursive functions such as adding, multiplying, and condition in multi-processor systems. This problem is practically important in processing large scale of information.

Key words: function processing, primary recursive function