

一种基于共享存储的叠前深度偏移并行算法*

李建江¹, 舒继武¹, 王有新², 王鼎兴¹, 郑纬民¹

¹(清华大学 计算机科学与技术系,北京 100084);

²(中国石油天然气集团公司 石油地球物理勘探局,河北 涿州 072751)

E-mail: jj-li00@mails.tsinghua.edu.cn

http://www.tsinghua.edu.cn

摘要: 为了解决叠前深度偏移计算量巨大这个问题,人们投入了很大精力来开发高效的并行算法.就此,在对一些相关并行算法进行分析之后,根据三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的特点,提出了一种基于共享存储的简化并行算法.其中 Slave 进程直接存储和读取射线旅行时,消息传递总量显著减少;同时合理地结合“任务池”技术与粗粒度级并行,前者确保动态负载均衡,后者使得 Slave 与 Master 之间的通信开销尽可能小.实际数据的测试结果表明,此并行算法高效且可扩展性较好.

关键词: 三维叠前 Kirchhoff 深度偏移;共享存储;并行算法;消息传递;动态负载均衡;效率;可扩展性

中图法分类号: TP391 **文献标识码:** A

当前,查明地下复杂构造和深层构造已成为石油勘探的重点之一.深度偏移因其对该类构造具有良好的成像效果^[1-6]而被公认为目前最为有效的方法之一,但是固有的巨大计算量阻碍了其实用化进程.随着并行计算机和并行处理技术的发展以及并行计算环境和并行编译器的出现,其实用化成为可能.目前已有研究针对其并行实现^[1-6],其中文献[1]提出了广义相位屏法单炮叠前深度偏移及其并行实现,文献[2]提出了三维叠后有限差分深度偏移的并行算法,文献[3]提出了二维叠前有限差分法、裂步傅立叶方法和傅立叶有限差分法深度偏移的并行实现.然而,由于目前在石油勘探界使用最为普遍的叠前深度偏移技术是克希霍夫(Kirchhoff)积分法,所以有必要对其并行算法进行研究.文献[4]提出了一种二维叠前 Kirchhoff 深度偏移的并行算法,在 SGI 和 IBM SP2 上获得了较高的并行效率.文献[5]提出了一种三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的并行实现方法,在 IBM SP2 上也获得了不错的并行效率,但其并行方案较为复杂、控制较多,引入了一定的额外开销.由于该方法在对地震数据进行成像的过程中,是根据实际情况采用读取本地磁盘、通过消息传递、实时求取这 3 种方式之一来获得所需的射线旅行时,因此不同 Slave 之间会存在大量的消息传递.文献[6]提出通过动态计算射线旅行时来实现三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的并行化,但其对原始地震数据进行了静态分割,负载均衡不是很好,同时通过设置同步点来实现不同进程间的同步,这些都影响到算法的并行效率.本文针对三维叠前 Kirchhoff 积分法深度偏移的具体特点,在共享存储的情况下简化其并行实现方案.简单地讲,采用 Slave 进程直接存储/读取射线旅行时的策略,使得消息传递总量显著减少.同时,合理结合“任务池”技术与粗粒度级并行,既保证了动态负载均衡,又使得 Slave 与 Master 之间的通信开销尽可能地小.实际数据的测试结果表明,本文提出的并行算法是高效的,同时具有较好的可扩展性.

* 收稿日期: 2001-04-20; 修改日期: 2001-06-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(69933020)

作者简介: 李建江(1971-),男,四川广安人,博士生,主要研究领域为并行处理技术,并行编译;舒继武(1969-),男,湖北孝感人,博士,副教授,主要研究领域为大规模科学与工程计算中并行算法,并行处理技术,并行应用软件;王有新(1958-),男,山东烟台人,博士,教授级高级工程师,主要研究领域为地震资料数值处理方法研究及其软件开发;王鼎兴(1937-),男,江苏吴江人,教授,博士生导师,主要研究领域为并行计算机体系结构,并行计算;郑纬民(1946-),男,浙江鄞县人,教授,博士生导师,主要研究领域为并行计算机体系结构,并行计算.

1 三维叠前深度偏移的串行算法

目前主要有以下 3 种叠前深度偏移方法:有限差分法偏移(finite-difference migration)、逆时偏移(reverse-time migration)和克希霍夫积分法偏移(Kirchhoff migration).其中,有限差分法偏移是应用有限差分来求解波动方程的偏移方法,它包括波场外推和成像两部分;逆时偏移是采用声波波动方程来反演地震数据模型的偏移方法;克希霍夫积分法偏移是通过射线追踪或求解程函方程的方法获得射线旅行时,并利用它来进行成像的偏移方法.

Kirchhoff 积分法^[4-8]因其具有控制灵活、适应不规则观测系统以及能为速度分析提供随激发点-接收点间距变化的图像等优点而成为目前石油勘探界使用最为普遍的叠前深度偏移技术.文献[4~6]和本文均使用了该方法,原理相同.其基本公式^[7,8]如下:

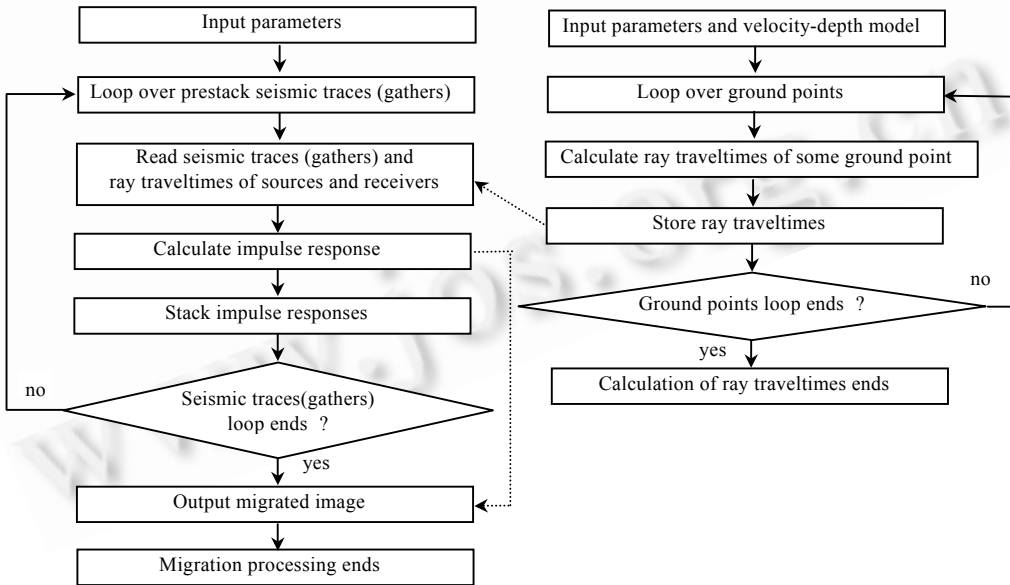
$$\left(\frac{\partial t(x,y,z)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial t(x,y,z)}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial t(x,y,z)}{\partial z}\right)^2 = (s(x,y,z))^2, \tag{1}$$

$$T(r_s, r, r_g) = t(r_s, r) + t(r, r_g), \tag{2}$$

$$K(r) = \frac{1}{2\pi} \iint A(r_s, r, r_g) P_t(r_s, r_g, T(r_s, r, r_g)) dr_s dr_g, \tag{3}$$

式(1)为程函方程, $t(x,y,z)$ 为波前到达 (x,y,z) 点的时刻, $s(x,y,z)$ 为 (x,y,z) 点处介质的慢度(速度的倒数).式(2)中, $t(r_s, r)$ 为地震波自激发点 $r_s=(x_s, y_s, z_s)$ 出发到达成像区任一点 $r=(x,y,z)$ 的射线旅行时, $t(r, r_g)$ 为地震波自成像区任一点 $r=(x,y,z)$ 出发到达接收点 $r_g=(x_g, y_g, z_g)$ 的射线旅行时;求解式(1)可计算出它们的值.式(3)中 $K(r)$ 为成像点振幅, $A(r_s, r, r_g)$ 为系数项, $P_t(r_s, r_g, T(r_s, r, r_g))$ 为压力场, $T(r_s, r, r_g)$ 为从激发点 r_s 出发到达成像点 r 并反射回接收点 r_g 所需的射线旅行时,可由式(2)获得.

三维叠前 Kirchhoff 积分法深度偏移的串行实现流程如图 1 所示,其核心计算包括以下两部分: 射线旅行时的计算(以式(1)和式(2)为基础); 地震道的偏移脉冲响应计算(以式(3)为基础).



输入参数及速度-深度模型, 地面点循环, 计算某地面点的射线旅行时, 存储该地面点处的射线旅行时, 地面点循环是否结束, 射线旅行时计算结束, 输入参数, 叠前地震道(集)循环, 读取地震道(集)及激发点、接收点旅行时, 计算偏移脉冲响应, 叠加偏移脉冲响应, 地震道(集)循环是否结束, 输出偏移结果, 偏移处理结束.

Fig.1 Process of 3-D prestack Kirchhoff depth migration (serial)

图 1 三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的流程(串行)

算法 1. 计算地面点对应射线旅行时的串行算法(the serial algorithm for computing ray traveltimes,简称 RTSA).

- (1) 读取速度-深度模型;
- (2) 计算各地面点对应的射线旅行时
do i_y =起始测线号,终止测线号
do i_x =起始共成像点号,终止共成像点号
求解程函方程(即式(1))得到与地面点($i_x, i_y, 0$)有关的射线旅行时,并将其写入磁盘文件中
end do
end do
- (3) 结束.

该串行算法具有如下特点:在计算各地面点对应射线旅行时的过程中,第 j 次循环与第 i ($i \neq j$)次循环无关.所以只需向每个计算结点传送一份速度-深度模型,则与某地面点有关的射线旅行时的计算就同与其他地面点有关的射线旅行时的计算相互独立,可并行计算并写入磁盘文件中.

算法 2. 成像处理的串行算法(the serial algorithm for seismic imaging,简称 SISA).

- (1) 读取地震道数据;如果数据已被处理完毕,则执行步骤(5).
- (2) 读取该地震道对应激发点处射线旅行时 t_s 和接收点处射线旅行时 t_r .
- (3) 对该地震道进行成像处理(设地下成像区任一点 $r=(x, y, z)$,由式(2)求得从激发点 r_s 出发到达成像点 r 并反射回接收点 r_g 所需的射线旅行时;然后从地震道上选取该时刻的振幅值,将其处理后置于点 r 处.如果该处已有值,则将新放上的振幅值与原有振幅值进行叠加).
- (4) 执行步骤(1).
- (5) 结束.

该串行算法具有如下特点:对某地震道的成像处理只与同其激发点、其接收点有关的射线旅行时和该地震道本身有关,而其他地震道的成像处理无关.所以只要获得一定数量的待处理地震道并读出与这些地震道激发点、接收点有关的射线旅行时,就可以独立地进行成像处理;该过程也具有并行性.

2 三维叠前深度偏移的并行算法

由于来自同一激发点经地下介质传回到地面上不同接收点处的地震记录具有相同的激发点位置;同理,来自不同激发点经地下介质传回到地面上同一接收点处的地震记录具有相同的接收点位置.所以与某一地面点有关的射线旅行时将被重复利用多次.同时,由于射线旅行时的计算比较费时,所以有必要把成像处理过程中将要涉及到的地面点的射线旅行时预先计算出来,并存放在磁盘文件中.当对某地震道进行成像处理时,只需从该磁盘文件中直接读出该地震道的激发点、接收点的射线旅行时即可.在并行计算过程中,如果采用该策略,便可避免重复计算射线旅行时,而且还完全消除了各个 Slave 之间及 Slave 与 Master 之间为获取射线旅行时而必须的频繁消息传递.

鉴于此,本文提出了在共享存储环境下、基于 Master/Slave 编程模式的三维叠前 Kirchhoff 积分法深度偏移的并行算法(流程如图 2 所示).下面给出其详细描述及特点分析.

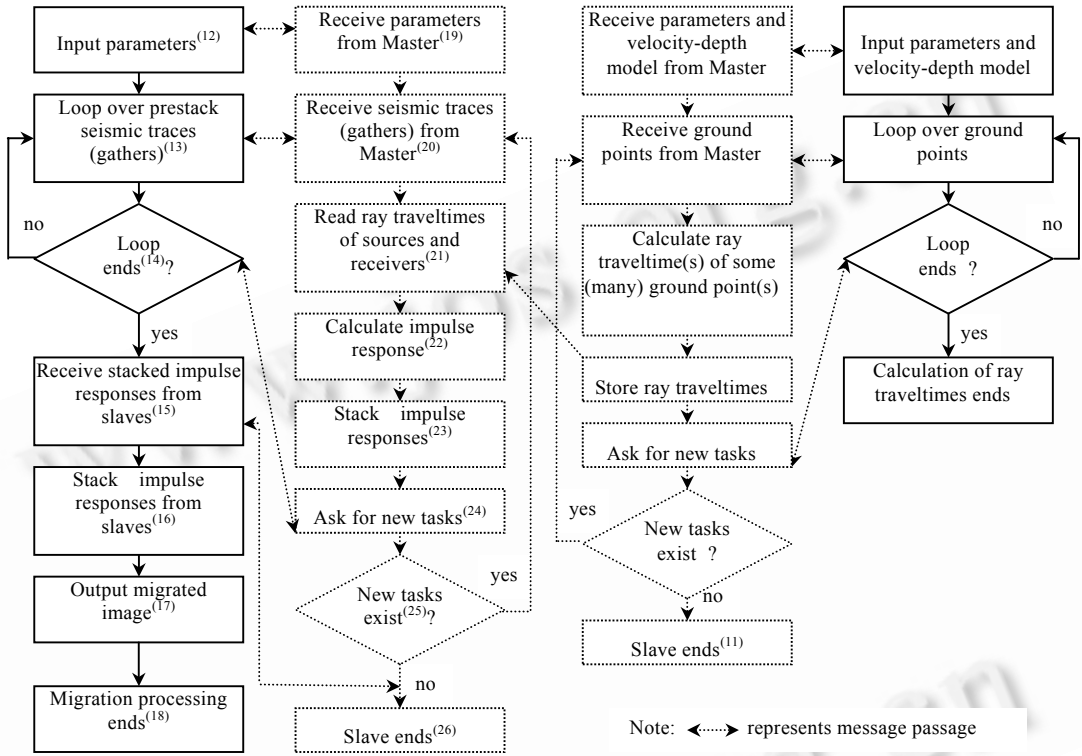
算法 3. 计算地面点对应射线旅行时的并行算法(the parallel algorithm for computing ray traveltimes,简称 RTPA)(对应于图 2 的右半部分).

Master

- (1) 把速度-深度模型和计算射线旅行时所需的信息广播到参与计算的每个处理器(Slave)上.
- (2) 监听有无 Slave 发来的任务请求.一旦监听到,则执行步骤(3).
- (3) 如果任务池中还有尚未处理的地面点,则给该 Slave 分配一定数量(经程序分析需处理的总的地面点个数后自动确定每次分配地面点的个数)的尚未处理的地面点,然后执行步骤(2).
- (4) 向各个 Slave 发消息,告知已无任务;结束.

Slave

- (1) 接收从 Master 传来的速度-深度模型和计算射线旅行时所需的信息.
- (2) 向 Master 发出任务请求,获得响应后进行判断.如果已无任务,则执行步骤(4).
- (3) 对于获得的某地面点,由式(1)计算出其对应的射线旅行时并写入磁盘文件中.如果其上的任务完毕,则执行步骤(2).
- (4) 结束.



输入参数及速度-深度模型,地面点循环,地面点循环是否结束,射线旅行时计算结束,接收到从 Master 传来的有关参数及速度-深度模型,接收到从 Master 传来的某个(或一定量)地面点的信息,计算某个(或一定量)地面点的射线旅行时,保存射线旅行时,新的任务请求,是否有新任务,(11)计算射线旅行时的 Slave 结束,(12)输入参数,(13)叠前地震道(集)循环,(14)叠前道(集)循环是否结束,(15)Slave 传回的已部分叠加的偏移脉冲响应,(16)将各个 Slave 传回的已部分叠加的偏移脉冲响应进行叠加,(17)输出偏移,(18)成像处理结束,(19)接收到从 Master 传来的有关参数,(20)接收到从 Master 处传来的(一定量)地震道(集),(21)读取激发点、接收点对应旅行时,(22)计算偏移脉冲响应,(23)偏移脉冲响应叠加,(24)新的任务请求,(25)是否有新任务,(26)进行成像处理的 Slave 结束.

Fig.2 Process of 3-D prestack Kirchhoff depth migration (parallel)

图 2 三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的流程图(并行)

算法 4. 成像处理的并行算法(the parallel algorithm for seismic imaging,简称 SIPA)(对应于图 2 的左半部分).

Master

- (1) 把进行成像所需的信息广播到参与计算的每个处理器(Slave)上.
- (2) 监听有无 Slave 发来的任务请求.一旦监听到,则执行步骤(3).
- (3) 如果任务池中尚有未处理的地震道,则给该 Slave 分配一定数量(经程序分析每个地震道的长度及传送数据消息包的适当大小后自动确定每次分配地震道的数目)的尚未处理的地震道,然后执行步骤(2);否则,执行步骤(4).
- (4) 向各个 Slave 发消息,告知已无任务.
- (5) 收集从各个 Slave 传回的部分偏移结果并叠加,然后输出最终的偏移结果;结束.

Slave

(1) 接收从 Master 传来的进行成像所需的共用信息,并为部分偏移结果赋初值零。

(2) 向 Master 发出任务请求,获得响应后进行判断.如果已无任务,则执行步骤(4)。

(3) 对于获得的某地震道,首先直接读取其对应激发点的旅行时 t_s 和接收点的旅行时 t_r ;根据式(2)求得从激发点 r_s 出发到成像点 r 并反射回接收点 r_g 所需的旅行时;然后应用式(3)计算其对应的偏移脉冲响应;并将其与 Slave 中保留的部分偏移结果进行叠加;如果其上的任务完毕,则执行步骤(2)。

(4) 向 Master 传回部分偏移结果;结束。

算法 3 提出的计算地面点对应射线旅行时的并行算法(RTPA)和算法 4 提出的进行成像处理的并行算法(SIPA)实现起来较为简单.而且,由于 SIPA 中所需射线旅行时直接由 Slave 读取,从而消除了三维叠前 Kirchhoff 积分法深度偏移的常规并行算法中为获得所需射线旅行时而必须的频繁消息传递.同时,在 RTPA 与 SIPA 中结合“任务池”技术与粗粒度级并行,“任务池”技术保证了动态负载平衡,在此基础上采用粗粒度级并行又使得 Slave 与 Master 之间的通信开销尽可能地小.这些策略的运用为最终获得较高的并行效率奠定了基础.具体来说,本文提出的并行算法 RTPA 与 SIPA 具有如下特点:

Master 尽量不参与计算.与文献[4~6]相比,本文提出的并行算法将计算尽可能地由各个 Slave 完成,而 Master 只负责诸如读取速度-深度模型、地面点信息和原始地震数据,向 Slave 发送速度-深度模型、待处理的地面点或原始地震数据,最后从 Slave 回收已部分叠加的偏移脉冲响应并完成全体脉冲响应的叠加.这样,Master 能够实时地响应来自各个 Slave 的任务请求。

在 SIPA 中,由 Slave 读磁盘文件直接获取射线旅行时.在存储共享并行机上,由于各个处理器对所有存储字具有相同的存取时间,所以 Slave 不必通过消息传递方式从 Master^[4-6]或其他 Slave^[5]处获得所需的射线旅行时,而直接从磁盘文件中读取.这样就完全省掉了文献[4~6]为获得所需射线旅行时而在 Slave 与 Master 之间以及 Slave 与 Slave 之间频繁的消息传递。

结合“任务池”技术与粗粒度级并行.采用“任务池”技术,达到动态负载平衡,即按照先完成先请求、先请求先获得的原则,可以使计算能力强的处理器获得较计算能力弱的处理器更多的任务进行处理,从而使并行机的整体性能最优.然而文献[6]因采用了任务静态分配,其并行效率受到了影响.同时,本文使用粗粒度级并行.具体来说,在基本保证负载平衡的前提下,按照一定策略使 Slave 每次从 Master 处得到的地面点数目(RTPA 中)或者待处理地震道数目(SIPA 中)尽可能地多.这样,既保证了动态负载平衡,又使 Slave 与 Master 通信的次数尽可能地少.从而在降低通信开销的同时,最大限度地发挥 Slave 的计算能力。

3 测算结果及性能比较

3.1 计算实例

在一台有 32 个处理器的 SGI ORIGIN 2000 上,对在某地区采集到的一块三维地震数据进行叠前 Kirchhoff 积分法深度偏移.其处理参数为:线号 5~24,共深度点号 65~254,成像倾角分别为 X 方向 65°,Y 方向 35°,射线旅行时的计算与存储网格间距均为 X 方向 200 米,Y 方向 200 米,深度采样率为 4 米,最大成像深度为 10 000 米.实际测算结果见表 1,与其对应的立体图如图 3 所示(注:在并行算法中有一个处理器作为 Master)。

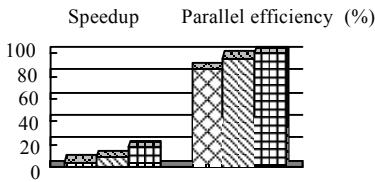
Table 1 The testing results of a parallel algorithm of 3-d prestack Kirchhoff depth migration (RTPA+SIPA)

表 1 三维叠前 Kirchhoff 深度偏移并行算法(RTPA+SIPA)的测试结果

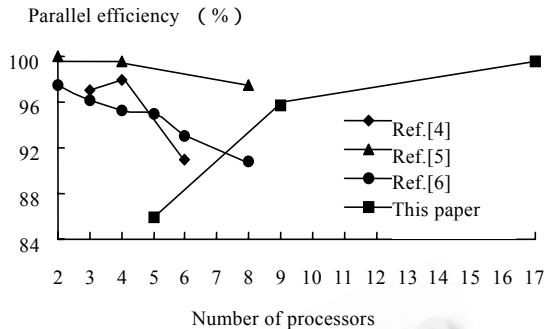
| Number of processors | Wall clock (day) | Speedup | Efficiency (%) |
|----------------------|------------------|----------|----------------|
| 1 | 22.751 6 | | |
| 5 | 5.296 4 | 4.295 7 | 85.9 |
| 9 | 2.641 9 | 8.671 8 | 95.7 |
| 17 | 1.345 1 | 16.915 0 | 99.5 |

处理器个数, 墙钟时间(天), 加速比, 并行效率。

通过实测结果可以看到,串行程序运行需要 22.7516 天,而使用 17 个处理器,采用本文提出的并行算法(RTPA+SIPA)只需 1.3451 天,并行效率达到 99.5%。



并行加速比(从左至右对应于 5、9、17 个处理器),
并行效率(从左至右对应于 5、9、17 个处理器).
Fig.3 The testing results of RTPA+SIPA
图 3 RTPA+SIPA 的测试结果



并行效率, 处理器数目.
Fig.4 Comparison of parallel efficiency testing results
图 4 并行效率测试结果比较图

3.2 性能比较

本文及文献[4~6]均给出了在并行机上的实际运行结果,但由于它们所使用的原始地震数据、处理参数以及处理器个数均不相同,所以在对它们进行性能比较时,惟有以并行效率为基础最为适宜.图 4 以并行效率为依据,给出了它们之间的性能比较(注:图 4 中文献[4~6]的实测结果分别来源于文献[4~6]).

从该图中可以看出,文献[4~6]的并行效率随处理器数目的增加基本上呈单调下降的趋势,然而,当使用处理器个数小于等于 17(处理器总数为 32)时,本文提出的并行算法(RTPA+SIPA)的并行效率却随处理器数目的增加大体上呈现出单调上升的趋势,当使用的处理器个数为 17(约为处理器总数一半)时,并行效率最高,为 99.5%.

本文提出的并行算法(RTPA+SIPA)与文献[4~6]提出的并行算法在并行效率上存在如此大的差异,其根本原因在于:在 SIPA 中,由于各个 Slave 通过读磁盘文件直接获取所需的射线旅行时,消除了文献[4~6]提出的并行算法为获得所需射线旅行时而必须的 Slave 与 Master 之间或 Slave 与 Slave 之间频繁的消息传递.同时,在 RTPA 和 SIPA 中,结合“任务池”技术与粗粒度级并行.前者保证了动态负载平衡,后者使 Slave 与 Master 之间的通信开销尽可能小;然而在这点上,文献[6]因为采用了任务静态分配策略并设置同步点,从而影响了并行效率.

上述比较还表明本文提出的并行算法较文献[4~6]提出的并行算法具有更好的可扩展性.在图 4 中,当处理器个数为 17 时,本文提出的并行算法其并行效率仍能保持在较高的水平上.而文献[4~6]提出的并行算法其并行效率却随处理器个数的增加,大体上呈下降的趋势.

4 小结

本文基于共享存储提出的三维叠前 Kirchhoff 深度偏移的并行算法其并行效率较高、可扩展性较好.相对于文献[4~6]来说,通过直接读取磁盘文件来获得所需的射线旅行时,显著减少了 Slave 与 Master 之间以及 Slave 与 Slave 之间频繁的消息传递;“任务池”技术与粗粒度级并行的有效结合,使动态负载平衡易于实现,同时在确保动态负载平衡的前提下尽可能地使 Slave 每次从 Master 处获得的任务量最大,从而使 Slave 与 Master 之间的通信开销尽可能小.实际测算结果与性能比较证实了上述策略的可行性.

本文提出的并行算法基于共享存储环境,而在分布存储环境下的并行方案将会有所不同,尤其是当问题规模非常大的时候.这些进一步的研究工作我们将另文介绍.

致谢 感谢中国石油天然气集团公司石油地球物理勘探局的管忠、张希哲、陈维、倪逸、王宏等先生对本文的工作所给予的无私帮助.

References:

- [1] Zhang, Wen-sheng, Zhang, Guan-quan, Hao, Xian-jun. Single-Shot prestack depth migration for Marmousi model and its parallel implementation using generalized phase-screen method. *Geophysical Prospecting for Petroleum*, 2000,39(3):1~7,25(in Chinese).

- [2] Kuang, Bin, Li, Xin-you, Wang, Hua-zhong, *et al.* Design and implementation of parallel algorithm of 3-D finite-difference depth migration. *Journal of Tongji University*, 2000,28(2):183~188 (in Chinese).
- [3] Zhang, Guan-quan, Zhang, Wen-sheng. Parallel implementation of 2-D prestack depth migration. In: *Proceedings of the 4th International Conference/Exhibition on High Performance Computing in the Asia-Pacific Region (HPCAsia 2000)*, Vol 2. Beijing: IEEE Computer Society Publications. 2000. 970~975.
- [4] Wang, Zhen-li, Yang, Chang-chun, Zhang, Hong-zhou, *et al.* An parallel algorithm of 2-D prestack depth migration. *Oil Geophysical Prospecting*, 1997,32(6):784~788, 817 (in Chinese).
- [5] Wang, You-xin, Zhang, Gan-quan. 3-D prestack migration and its parallel implementation. *Oil Geophysical Prospecting*, 1997, 32(3):365~369 (in Chinese).
- [6] Sen, V., Sen, M.K., Stoffa, P.L. PVM based 3-D Kirchhoff depth migration using dynamically computed travel-times: an application in seismic data processing. *Parallel Computing*, 1999,25:231~248.
- [7] William, A.S. Integral formulation for migration in two and three dimension. *Geophysics*, 1978,43(1):49~76.
- [8] Keho, T.H, Beydoun, W.B. Paraxial ray kirchhoff migration. *Geophysics*, 1988,53(12):1540~1546.

附中文参考文献:

- [1] 张文生,张关泉,郝献军. Marmousi 模型单炮叠前深度偏移的广义相位屏法及其并行实现. *石油物探*, 2000,39(3):1~7,25.
- [2] 匡斌,李心友,王华忠,曹景忠. 三维有限差分深度偏移并行算法的设计和实现. *同济大学学报*, 2000,28(2):183~188.
- [4] 王真理,杨长春,张宏宙,等. 二维叠前深度偏移的并行算法. *石油地球物理勘探*, 1997,32(6):784~788,817.
- [5] 王有新,张关泉. 三维叠前深度偏移及其并行实现. *石油地球物理勘探*, 1997,32(3):365~369.

A Parallel Algorithm for Prestack Depth Migration Based on Shared Memory*

LI Jian-jiang¹, SHU Ji-wu¹, WANG You-xin², WANG Ding-xing¹, ZHENG Wei-min¹

¹(Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China);

²(Bureau of Geophysical Prospecting, China National Petroleum Corporation, Zhuozhou 072751, China)

E-mail: jj-li00@mails.tsinghua.edu.cn

<http://www.tsinghua.edu.cn>

Abstract: Prestack depth migration is computationally intensive. To deal with this problem, people have made big efforts to develop high efficient parallel algorithms. In this paper, after some parallel algorithms are analyzed, according to the character of 3-D Kirchhoff depth migration, a simplified algorithm is presented based on shared memory. In the proposed algorithm, the slave processes store and read ray traveltimes directly so that the total amount of message passing will be remarkably decreased. At the same time, this algorithm has well combined both the “task pool” and the “coarse granularity” techniques together, the former ensuring the dynamic load-balance and the latter reducing the cost of communication between the slaves and the master. In the end, experimental results show that this algorithm has high efficiency and scalability.

Key words: 3-D prestack Kirchhoff depth migration; shared memory; parallel algorithm; message passage; dynamic load-balance; efficiency; scalability

* Received April 20, 2001; accepted June 26, 2001

Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant No.69933020