

VENUS 论文笔记

1 引言

图处理系统主要分为分布式图处理系统和单机图计算系统。

分布式处理系统有 Pregel[5]及其对应的开源实现 Giraph 以及 GraphLab[6]、PowerGraph[7]、GraphX[8]和 Cyclops[9]。这些分布式系统大部分采用“think like a vertex”的思想，即以点为中心（vertex-centric）的计算模型。

单机图计算系统有以点为中心的计算模型的 GraphChi[13]和以边为中心的计算模型的 X-Stream[10]，另外还有 VENUS[14]、GridGraph[15]等。

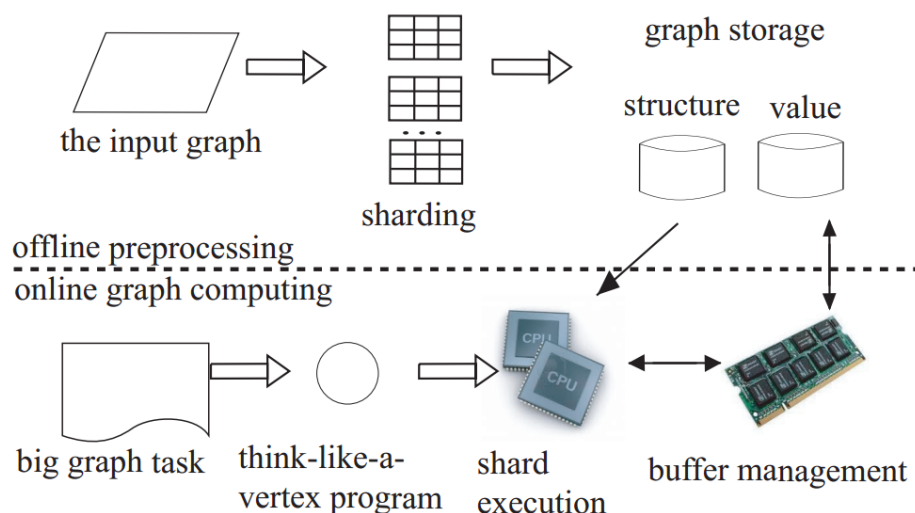
2 VENUS

2.1 GraphChi 缺点

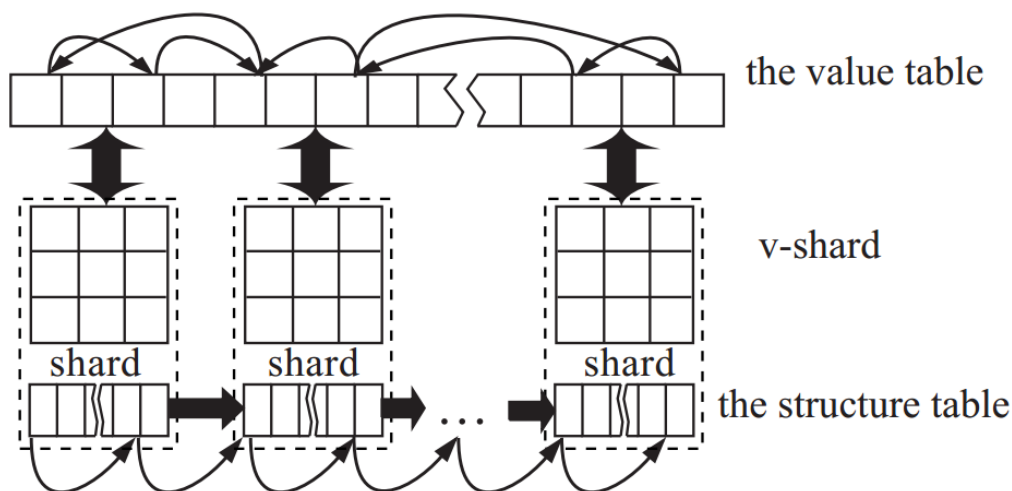
1. 预处理需要对边的源节点进行排序，开销大；
2. 执行前需要将 shard 中节点的入出和出边全部加载到内存
3. 执行后更新过的节点值需要传播到其他 shard
4. 图数据的加载和计算是分开的，没有充分利用磁盘和 I/O 的并行来提高计算性能；
5. 对 shard 内的边排序后，每个点所对应的边不在相邻的位置，缓存局部性不高。

2.2 VENUS 介绍

将顶点分片，分别构建了 g-shard 和 v-shard，其中 g-shard 与 GraphChi 中 shard 的概念类似，存储了一个子点集对应的所有入边，但是不用对边进行排序，而是将目的顶点相同的边存储在相邻的位置。v-shard 存储对应一个 g-shard 中所有目的顶点和源顶点的值。另外，使用了一个全局的点值表，v-shard 从其中读取和写回对应的点值。



系统计算点的更新值时，无须像 GraphChi 将所有的入边和出边同时加载进内存，只需将入边加载进内存，同时节点更新后，不用再将更新值写入出边，这样可以极大地减少 I/O。此外，当加载完 g-shard 中一个点的所有入边时，即可对该点的值进行计算，重叠了 I/O 和 CPU 的时间开销，极大地提高了系统的性能。实验结果表明，VENUS 的性能显著地好于 GraphChi 和 X-Stream。



文章提出了两种 IO 友好的算法来支持高效的流线型处理。在管理计算中的所有 shard 时，第一种算法把每个 shard 中的节点 value 存储在不同的文件中，来方便在执行时的快速检索。这就导致一旦一个 shard 执行完之后要即使的更新这些文件。第二种算法采用了 merge-join 来构建节点 value。

举例：

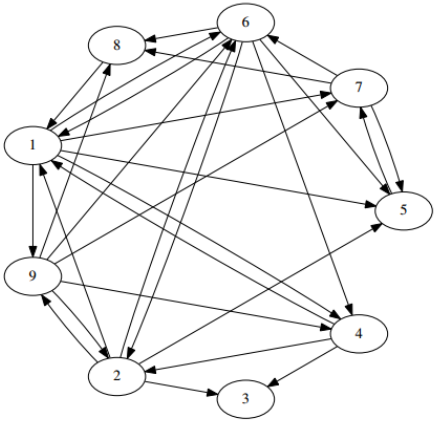


Fig. 3. Example Graph

TABLE I
SHARDING EXAMPLE: VENUS

Interval	$I_1 = [1, 3]$	$I_2 = [4, 6]$	$I_3 = [7, 9]$
v-shard	$I_1 \cup \{4, 6, 8, 9\}$	$I_2 \cup \{1, 2, 7, 9\}$	$I_3 \cup \{1, 2, 5, 6\}$
g-shard	$2, 4, 6, 8 \rightarrow 1$ $4, 6, 9 \rightarrow 2$ $2, 4 \rightarrow 3$	$1, 6, 9 \rightarrow 4$ $1, 2, 6, 7 \rightarrow 5$ $1, 2, 7, 9 \rightarrow 6$	$1, 5, 9 \rightarrow 7$ $6, 7, 9 \rightarrow 8$ $1, 2 \rightarrow 9$
$S(I)$	4 6 8 9	1 2 7 9	1 2 5 6

TABLE II
SHARDING EXAMPLE: GRAPHCHI

Interval	$I_1 = [1, 2]$	$I_2 = [3, 5]$	$I_3 = [6, 7]$	$I_4 = [8, 9]$
Shard	$2 \rightarrow 1$ $4 \rightarrow 1, 2$ $6 \rightarrow 1, 2$ $8 \rightarrow 1$ $9 \rightarrow 2$	$1 \rightarrow 4, 5$ $2 \rightarrow 3, 5$ $4 \rightarrow 3$ $6 \rightarrow 4, 5$ $7 \rightarrow 5$ $9 \rightarrow 4$	$1 \rightarrow 6, 7$ $2 \rightarrow 6$ $5 \rightarrow 7$ $7 \rightarrow 6$ $5 \rightarrow 6, 7$	$1 \rightarrow 9$ $2 \rightarrow 9$ $6 \rightarrow 8$ $7 \rightarrow 8$ $9 \rightarrow 8$

2.3 性能

预处理时间：

TABLE VII
PREPROCESSING TIME (SEC.) OF GRAPHCHI AND VENUS

Dataset	GraphChi	VENUS
Twitter	424	570
clueweb12	19,313	18,845
Netflix	180	75
KDDCup	454	169
Synthetic-4M	17	18
Synthetic-6M	23	30
Synthetic-8M	34	41
Synthetic-10M	47	53

PageRank on Twitter Graph :

VSP—VENUS

PSW—GraphChi

ECP—X-Stream

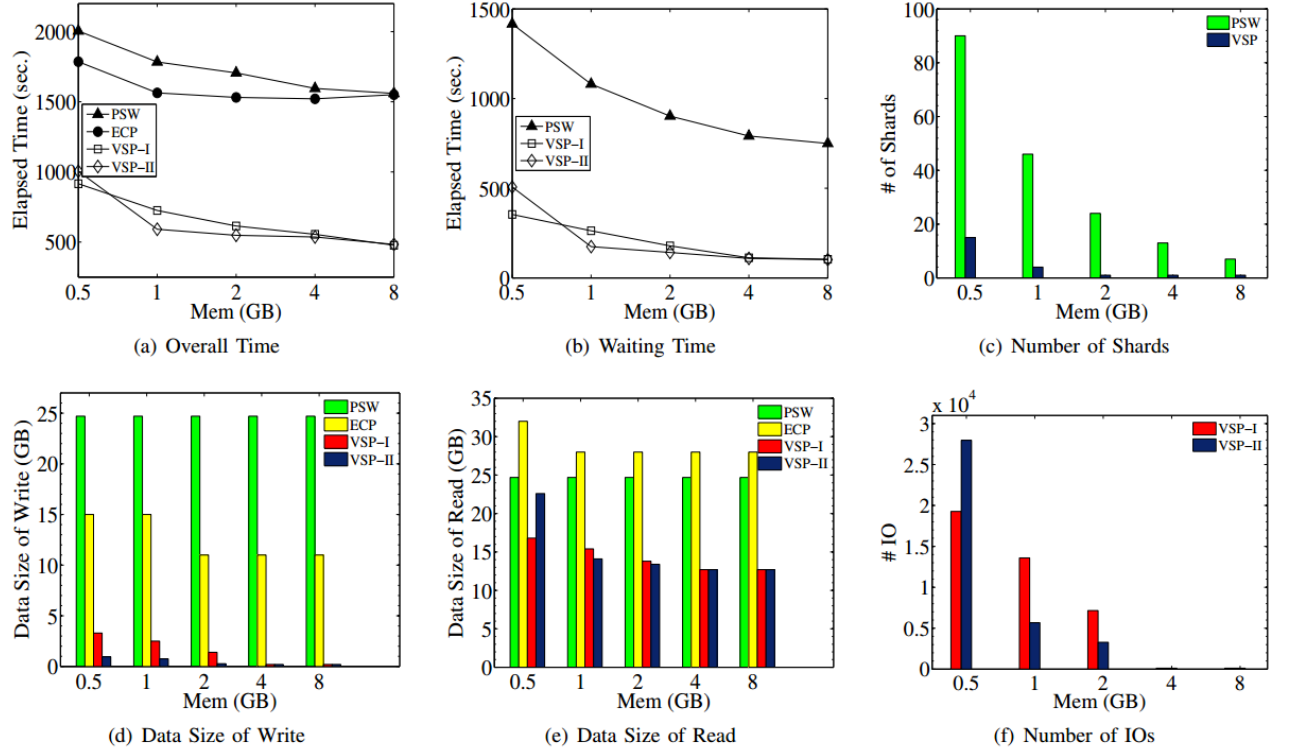


TABLE VIII
EXPERIMENT RESULTS: PAGERANK ON CLUEWEB12

System	Time	Read	Write
PSW	15,495 s	661GB	661GB
ECP	26,702 s	1,121GB	571GB
VSP-I	7,074 s	213GB	43GB
VSP-II	6,465 s	507GB	19GB