

面向云计算数据中心的绿色软件挑战

孙毓忠

中国科学院计算机系统结构重点实验室

Email:

Tel:010-6260 0640

Website: , then Click “OS group”



中国科学院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY

内容纲要

- 绿色软件是绿色数据中心的*关键*
- 数据中心与HPC计算的统一
- 黑色软件的根源
- 软件绿色之路

国家战略需求:基于数据中心的云计算

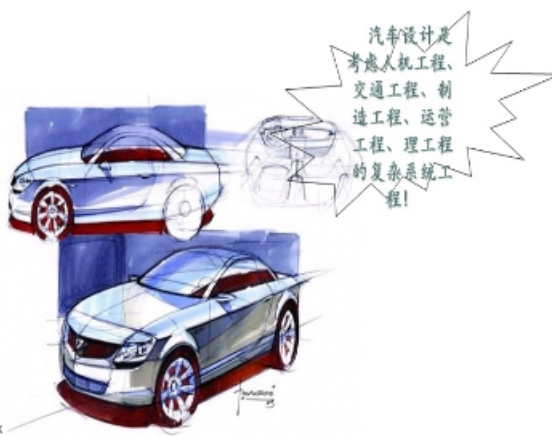


中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY

需求1——面向重大装备制造的超级计算环境



需求2——面向复杂产品设计的超级计算环境

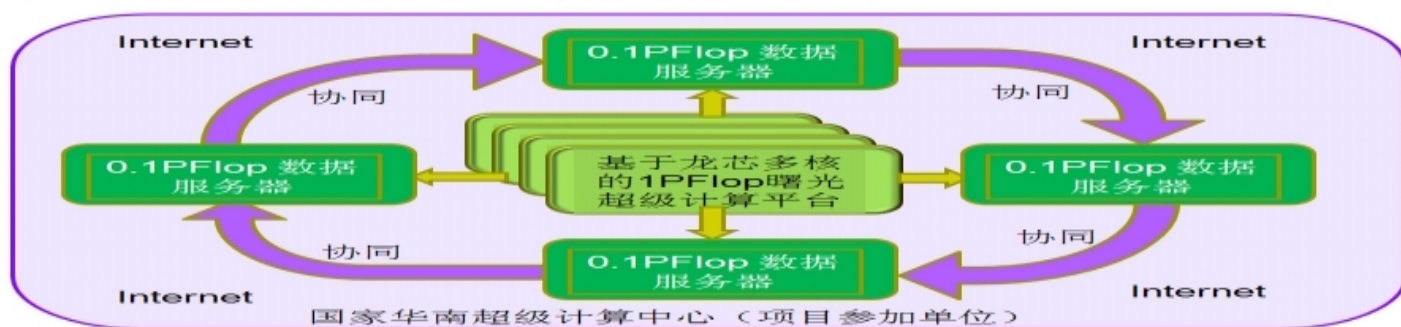


需求3——面向Internet服务的超级计算环境



基于多核的超级计算中心 (曙光6000, 2010年)

863
千万亿次重大专项



面向数据中心的超级计算模式

超级计算模式的挑战：

- 计算系统日益膨胀导致的高能耗；
- 软件系统日益复杂导致的高阻尼性；
- 处理器多核化呼吁软件的高扩展性。



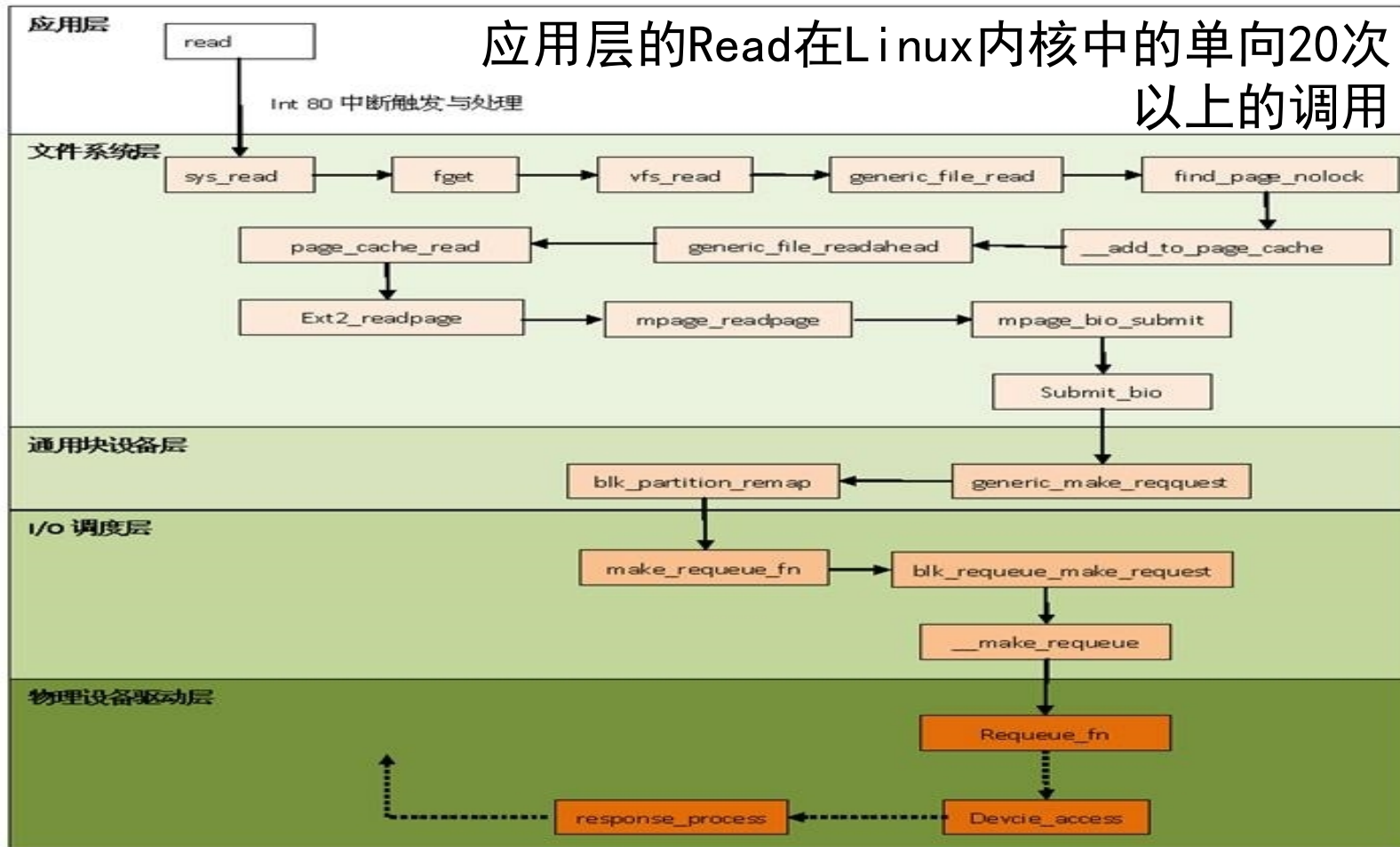
挑战1、超级计算环境能耗的紧迫性

信息处理、通信和存储是高耗能产业

- 2007年我国IT产品的总耗电量**400**亿度左右，其中**PC**机耗电超过**200**亿度。我国政府机构年电力消耗占全国电力消耗总量的**5%**，能源费用超过**800**亿元，据估算其中**一半**是用于信息设备的能耗。
- 信息通信产业已经成为全球**第五大耗能行业**。信息服务巨商，如**Google**公司等，在全球拥有几十万甚至**上百万台**服务器，需要自建电站或将服务中心建在电站附近，节省能耗已成为提高竞争力的主要途径。
- 信息服务产业高耗能的可怕之处在于超级服务器的性能每10年可以增加1000倍，即使性能功耗比每10年提高100倍，每10年产品的总功耗还会有数量级的增长。
- 预计2010年各类数据中心的总耗能比2007年要增加一倍，按此增长速度，**20年内**数据中心**能耗将增加100倍**，数据中心耗电将超过1万亿度（**2007年全国发电量的1/3**）！

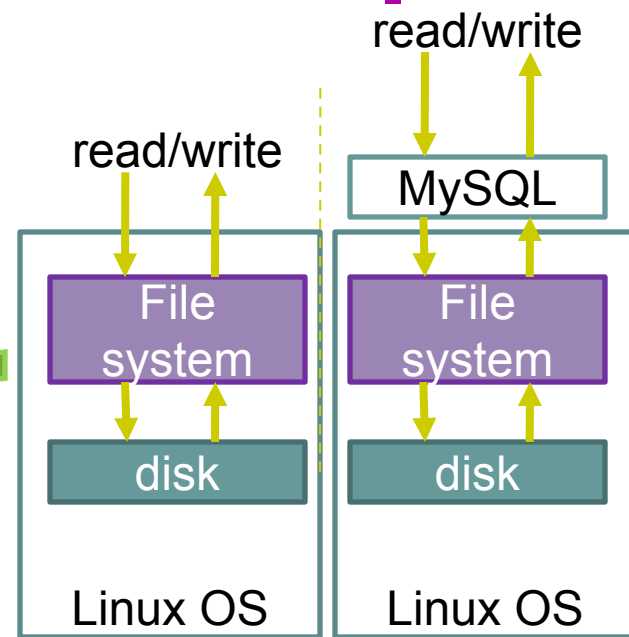
挑战2、软件对硬件能力的阻尼性

软件叠架高耗



系统软件阻尼效应的宏观实例： 中间件阻尼开销

- 数据库读写与文件系统读写比较
- 平台
- CentOS5.1
- 比照对象
- MySQL数据库中的操作：
`mysqldump --quick`
- 采用SQL级别的备份机制，将数据表
导出成`create table/insert`等SQL语句
- 文件系统中对应的操作：`cp`
- 简单的文件复制，不考虑数据表的结构
- 数据表大小
- 约700M
- 实验设计
- 每组实验进行两次，第二次备份的数据被cache住



[Dtable=Bigtable+file system+database, “Modular data storage with Anvil”, Mike Mammarella, Shant Hovsepian, Eddie Kohler, ACM SOSP’09](#)

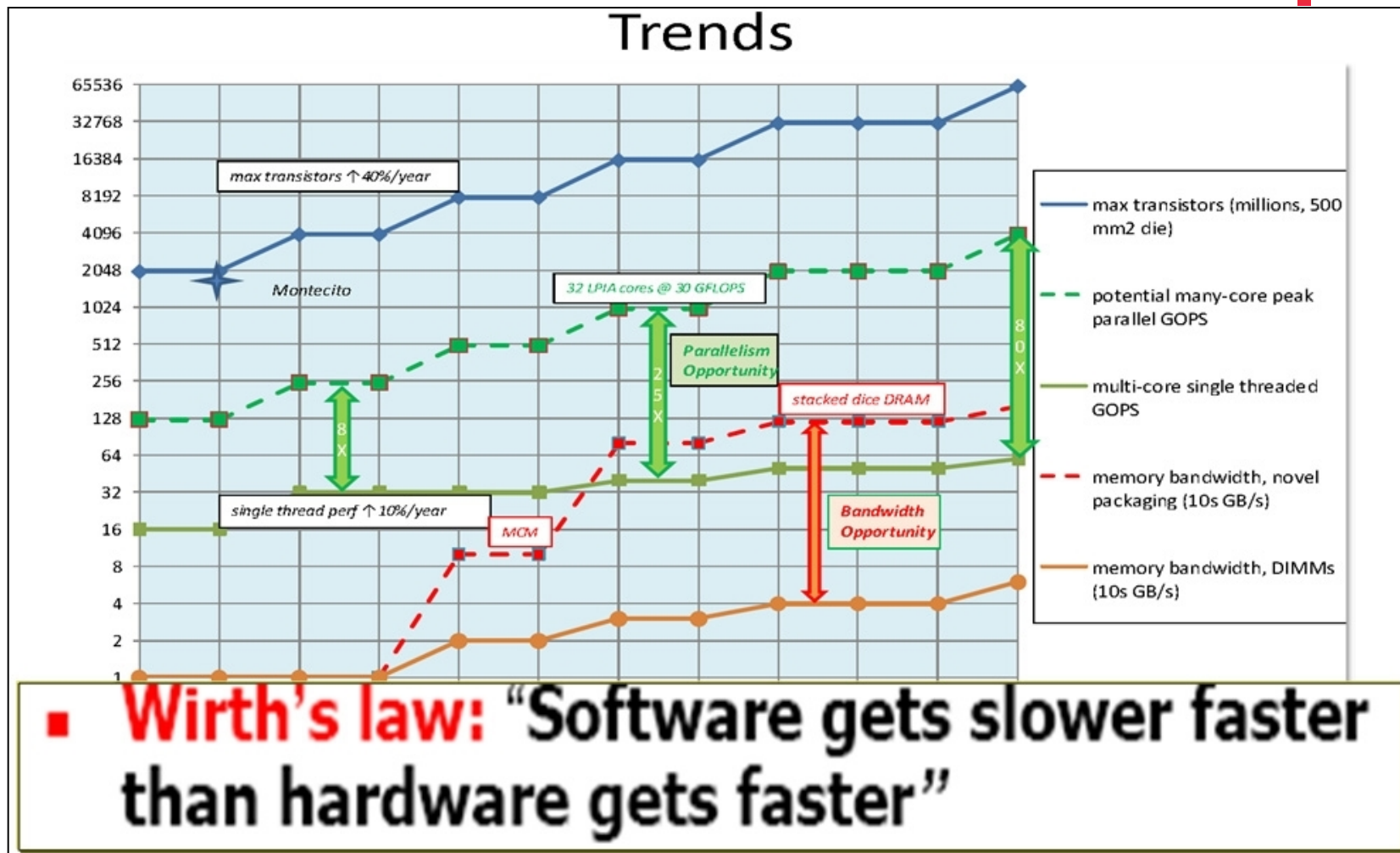
系统软件阻尼效应的宏观实例：数据库读写与文件系统读写比较(续)

比较结果〔cp比mysqldump〕：

Latency缩短4倍左右

动态能耗〔负载对应的能耗〕降低**4**倍左右

挑战3、处理器多核化与软件扩展性的矛盾



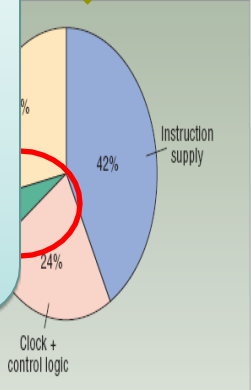
绿色软件:绿色数据中心的關鍵

- 处理器多核化降低了超级计算环境的效能:
- Gelsinger's Law: 2x 晶体管数目 = 1.4x性能
- 解决能耗问题——高效能的系统软件:
- 原那么: 超级计算环境高“效”解决其高能耗,



推大
胆胆

超级计算模式下的绿色软件挑战:
降低数据中心能耗100倍!



效计算小于6% (William J. Dally ELM)

Figure 1. Embedded processor efficiency. Supplying data and instructions consumes 70 percent of the processor's energy; performing arithmetic consumes only 6 percent.

内容纲要

- 绿色软件是绿色数据中心的关键
- *数据中心与HPC计算的统一*
- 黑色软件的根源
- 软件绿色之路

计算机体系结构的再认识

- 学科方向——计算机体系结构
- 计算机系统〔**system**，从硬件的角度，如计算所的**HPP**体系结构〕；
- 系统软件〔**system software**，从软件的角度，如运行于**HPP**之上的操作系统、文件系统、运行环境〕；
- 计算理论〔**computing paradigm and model**，从理论的角度，如**LogP**和**BSP**〕。

SEECI:数据/计算中心的融合

- 形成围绕计算机体系结构的研究体系
- 计算机系统: Google-like和HPC融合通用可重构计算体系结构SEECI, 同时开发应用并发性与并行性:
- Interconnection network: RCR、GBlockShiftN、BSWRN (TPDS, 第一著者);
- Generalized Cluster== Processors + mem bandwidth + disk bandwidth via CPU + GPGPU, in Xpflops HPC and Google servers== Unlimited virtual Von Newman machine;
- Multi/many-core CPU + GPGPU==> XPU with FPGA reconfigurable functionality at arbitrary

内容纲要

- 绿色软件是绿色数据中心的关键
- 数据中心与HPC计算的统一
- *黑色软件的根源*
- 软件绿色之路

认识——高效能挑战的多维性

- 从部件与系统的角度：
 - 以多核为代表的部件能耗挑战；
 - 以多核为根本部件的超级计算平台能耗挑战；
- 从摩尔定律的角度：
 - 多核芯片摩尔定律利用的效能性；
 - 基于多核部件的超级计算平台摩尔定律的效能性；
- 从应用效能的角度：
 - 软件对系统硬件摩尔定律的阻尼性——执行效能墙。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/737200144055010002>