

## **Závěrečná zpráva projektu :**

### **Podpora výuky na distribuovaném systému pro náročné numerické výpočty**

Výkonné počítání má na ČVUT dlouhou tradici. Distribuovaný systém představuje specializovaný výpočetní systém, které je snadno dostupný po síti v rámci ČVUT a umožní studentům díky internetu používat i řadu specializovaných multioborových programů, které jim usnadní domácí studium v řadě odborných předmětů. Význam používání těchto programů je velkým přínosem zejména při budoucím uplatnění absolventů v praxi jak u nás, tak v zahraničí.

### **Dosažené výsledky projektu**

Cílem tohoto projektu bylo umožnit v co nejkratší době nasazení distribuovaného systému ve výuce a to zejména na fakultě elektrotechnické, strojní, stavební, jaderné a dopravní.

Ve srovnání s klasickými linuxovými clusterly (IBM Opteron 1.6 GHz) a unixovými servery nabízí řada SGI Altix 3300 nepoměrně vyšší škálovatelnost a výkon[1, 2, 3]. Systémy s procesorem Intel Itanium2 mohou obsahovat 4 až 128 procesorů. Díky architektuře SGI NUMAflex [2] se chovají vůči uživateli nebo softwarovému vývojovému pracovníku téměř jako jednoprocessorový celek, což zdatelně zjednodušuje správu, snižuje náklady na údržbu a vývoj. Ze 128 procesorových systémů lze spojením tvořit clusterly s přenosem dat až 200krát vyšší rychlostí, než je tomu u konvenčních clusterových metod. To umožňuje škálovat do systémů se stovkami až tisíci procesory. Z těchto důvodů byl do Výpočetního a informačního centra ČVUT zakoupen superpočítač SGI Altix 3300 se sdílenou pamětí (SMP).

Clusterly SGI Altix<sup>TM</sup> 3300 velmi dramaticky redukuje čas a zdroje potřebné k běhu technických aplikací díky globální sdílené paměti. Díky tomu je SGI Altix 3300 velmi vhodný pro různorodé oblasti průmyslu, státní zprávy, výzkumu a vědy, kde tradičním výpočetním clusterům s operačním systémem Linux chybějí paměťové zdroje a nejsou dostatečně rychlé.

### **Konkrétní výstupy projektu**

**Byly nainstalovány a odladěny následující vývojové nástroje dostupné pro Altix 3300:**

- **Překladače:** Intel® překladače pro Linux (C/C++, Fortran), GNU Compiler Collection (C, Fortran 77)
- **Knihovny:** SGI Message Passing Toolkit (MPT), Scientific Computing Software Library (SCSL), Flexible File Input/Output (FFIO), CPU sets and memory placement, Intel® Math Kernel Library (MKL), Intel® Integrated Performance Primitives (IPP)
- **Vývojové nástroje a debuggery:** Etnus® TotalView® advanced debugger, GNU GDB, Intel® Debugger (IDB)

**Nástroje na analýzu výkonnosti a běhu aplikací:** Performance Co-Pilot<sup>TM</sup>, Pfmmon performance tuning tool, Intel® VTune<sup>TM</sup> Performance Analyzer, Pallas Vampir<sup>TM</sup> and Vampirtrace<sup>TM</sup>

Byly provedeny standardní výkonové testy distribuovaného systému a bylo provedeno porovnání jak se superpočítačovým komplexem IBM SP/SP2, který je na naší škole používán od roku 1999, tak i s nejmodernějšími systémy, např. IBM eServer 325. Výsledky testů byly zveřejněny v publikovaných zprávách:

**Publikační činnost (interní a externí):**

- [1] P. BUREŠ, R. LANGER, P. MAN, P. POSPÍŠIL: *AMD Opteron 1.6 GHz Experimentation*, Final Report of the Early Support Program (ESP) for the IBM eServer 325, 2003, p. 19.
- [2] Z. KONFRŠT: *Java Threads on an Experimental IBM Opteron Cluster System*, Technical Report of the Early Support Program (ESP) for the IBM eServer 325, 2004, p. 6.
- [3] Z. KONFRŠT: *Computational and Performance Testing on an Experimental IBM Opteron Cluster System*, *Workshop'2004*, ČVUT Praha, 2004 (příspěvek přijat).

## Popis řešení

Nově dodaný systém byl nakonfigurován tak aby splňoval veškeré požadavky na něj kladené. Operačním systémem je Linux, Red Hat 7.3. Cluster podporuje dva základní způsoby pro přístup uživatelů k výpočetním zdrojům. Jedním z nich je interaktivní práce, druhý způsob pak umožňuje spouštění neinteraktivních úloh prostřednictvím dávkového systému. Diskové pole serveru bylo rozděleno na dva nezávislé file systémy. Práce v systému standardně pro uživatele běží v single user modu, tj. systém pro svůj velmi vysoký výkon používá vlastní paralelizaci. Této vlastnosti je využito zejména při použití komerčních programů (Ansys, Abaqus). Díky nainstalovaným paralelním programům lze vyvíjet a optimalizovat vlastní paralelní programy a distribuovat je mezi procesory dle vlastní potřeby programátora.

Pro oblast sledování systému a jeho správu, správu účtů a zajištění bezpečnosti systému byl nezbytný vývoj vlastního programového vybavení. Veškeré informace pro uživatele jsou průběžně uveřejňovány na webových stránkách.

## Závěr

Pořízený systém byl zprovozněn a zpřístupněn po síti všem uživatelům z ČVUT. V současné době nabízí možnosti pro samostatnou vývojovou práci při použití optimalizovaných překladačů. Zároveň jsou na něm nainstalovány programové systémy Ansys a Abaqus, které jsou používány zejména na fakultě stavební, strojní a dopravní. Vybudovaný distribuovaný systém bude aplikován ve výuce vyšších ročníků odborných předmětů a pro práce doktorandů již v letním semestru roku 2004. Jedná se především o implementaci do výuky studijních oborů *Stavební inženýr*, *Stavebnictví*, *Strojní inženýr*, *Strojírenství*, *Dopravní inženýr* a *Elektrotechnika* na příslušných fakultách ČVUT.

Na řešení projektu se podíleli:

Ing. Zdeněk Konfršt

RNDr. Petr Pospíšil CSc.

Mgr. Jan Březina

Petr Man

Radek Langer

Mgr. Pavel Bureš

## **Čerpání finančních prostředků**

Při čerpání dílčích finančních prostředků bylo postupováno přesně podle dodaných pokynů.

Struktura finančních prostředků:

Platy pracovníkům: 444 tis

Soc. pojištění: 116 tis

Zdrav. Pojištění 40 tis

Celkem 600 tis

**Investiční prostředky: 0**

**Neinvestiční prostředky:**

Plánovaná dotace MŠMT 600 tis. Kč

Skutečná dotace MŠMT 600 tis. Kč

V Praze 11.1.2004

Ing. Zdeněk Konfršt  
řešitel projektu

JUDr. Anna Kracíková  
vedoucí ekonom. oddělení VIC

Doc. Ing. Lubomír Ohera, CSc.  
ředitel VIC ČVUT