

# Vortrag: Supercomputer von L. Quintela und H. Restel

## **Anwendungsgebiete**

- \*Hauptschwerpunkt: SIMULATIONEN
- \*Militärische Zwecke (z.B. Atombombentests)
- \*Naturwissenschaftliche Grundlagenforschung
- \*Wetter- / Klimasimulationen
- \*Strömungssimulationen
- \*VirtualReality
- \*3D-Animationen (Rendering)
- \*Berechnung von  $\pi$  (auf zig1000 Stellen genau)

## **Grundbegriffe**

- \*Unterschied: Großrechner – Supercomputer
  - \*Großrechner: prakt. Anwendungen: Internetknoten, in Banken, Bahn, Server
  - \*Supercomputer: wissenschaftl. Anwendungen
- \*Cluster: Zusammenschalten mehrerer Rechner zu einem Parallel-System
- \*TeraFlop:  $10^{12}$  Gleitkommaoperationen / Sekunde
  - \*Gemessen mit LinPack-Benchmark

## **Geschichte der Supercomputer**

- \*1943: Colossus in Bletchley Park bei London
  - \*Teils elektrisch, teils mechanisch
  - \*arbeitete aber schon im Binärsystem
  - \*teilweise programmierbar
  - \*Diente u.a. Zur Entschlüsselung der Enigma (Kryptologie)
- \*1945: Harvard Mark 1
- \*1967: Cray-1 in USA (Vektorrechner)
  - 130MegaFlops (Vgl: heutige Aldi-PCs: 200MegaFlops)
- \*Heute: Moore'sches Gesetz: Verdopplung der Rechenleistung alle 14 Monate
- \*2002: Earth Simulator Center
- \*2003: Apple's-Supercomputer

## **Tera Scale (\* 2003)**

- \*Dritt schnellster Rechner der Welt (gebaut von "Amateuren")
- \*bestehend aus 1100 Apple G5-Dual Rechnern (2200 CPUs)
- \*Kosten: nur 5,2Mio \$ (1/50 des Earth Simulator)

## **Earth Simulator in Japan**

- \*35,9 Teraflops; Kostenpunkt: 350 Mio Dollar
- \*5120 NEC-SX6 Vektor-CPU's @ 500MHz -> 640 nodes -> 40 Cluster
- \*17 TB RAM; 700TB HDD-Kapazität; 1,5PB Band-Kapazität
- \*Stabilität: alle zwei Monate Wechseln einer CPU
- \*Betriebssystem: SuperUX (eine UNIX-Variante)
- \*Job-Verteilung (2 Modelle):
  - \*Time-Sharing
  - \*Ein Job nutzt alle Rechenleistung für gewisses Zeitintervall

\*Space-Sharing

\*Mehrere Jobs parallel möglich, da pro Job eine bestimmte Anzahl Cluster bzw Knoten belegt wird

\*Effizienter

\*Wird beim Earth Simulator so realisiert

\*derzeit ist eine Effizienz von 87,5% möglich

## **\*2 Prinzipien der Speicheransteuerung:**

1) Jede CPU hat ihren RAM (kurze Wege)

2) Alle CPUs in einem Node teilen sich den RAM (im Durchschnitt kürzere Wege)

## **Skalarrechner**

\*Sind von Grundarchitektur normale Consumer CPUs

\*z.B. realisiert beim Apple-Supercomputer

\*Werden parallel geschaltet und zentral angesteuert

\*System: MIMD (**Multiple Instruction Streams over Multiple Data Streams**)

***\*d.h. Viele einzelne Daten kommen über viele Leitungen und werden nacheinander in mehreren (multiple) Zyklen ausgewertet***

## **Vektorrechner**

\*Bekannte Vertreter: Cray-Rechner, Earth Simulator

\*Ein Vektor = ein Datensatz

\*Skalar-CPU's verarbeiten nur ein Element des Vektors auf einmal (pro Takt), Vektor-CPU's den kompletten Vektor

\*System: SIMD (**Single Instruction Streams over Multiple Data Streams**)

***\*d.h. parallel und gleichzeitig eintreffende Datenströme (also die Vektoren oder Arrays) werden gleichzeitig verarbeitet***

**\*Nachteile:**

\*Hardware teurer, da mehr Schaltungen nötig

\*Effiziente Programmierung schwerer (komplexer)

\*Fazit: Vektorrechner sind bei großen Datenmengen effizienter, werden aber (wahrscheinlich) aussterben und von Skalar-Rechnern ersetzt, weil diese billiger sind

## **Software der Supercomputer**

\*Meist mit einer UNIX-Variante betrieben

\*neuerdings wird vermehrt auf Linux gesetzt

\*Programmiert wird u.a. in Fortran und C, die einen hohen Grad an Parallelisierung erlauben mit Unterstützung vom

## **Ausblick**

\*Wozu noch mehr Rechenleistung:

\*Bsp: bei Wettersimulationen erst Gitterauflösung von 100km möglich

\*Ist zu ungenau

\*Selbst der Earth Simulator braucht bei Gittern von 10km mehrere Monate Berechnungszeit

\*Allgemein: es werden z.Z. Mehr Daten gesammelt als ausgewertet werden können.

\*Earth Simulator soll 2007 geschlagen werden

\*USA "müssen" Niederlage gegen Japan abwenden:

\*IBM plant seit 2002 „Blue Gene“ mit 200 TeraFlops