

PR-Nr. 0509-045 - Langfassung

Bundesanstalt für Wasserbau rüstet sich mit SGI-Technologie für Modellrechnungen der Zukunft

HPC-Plattform Altix mit 304 CPUs und Visualisierungssystem Prism helfen, bei zunehmend komplexen Projekten an Binnenwasserstrassen technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimale Lösungen zu finden

München, 15. Nov 2005 – Um bei numerischen Simulationsaufgaben an den Bundeswasserstraßen des Binnenbereichs den Herausforderungen der nächsten Jahre begegnen zu können, hat die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in neueste SGI-Technologie für HighPerformance-Computing (HPC) und High-Performance-Visualisierung (HPV) investiert. Am BAW-Hauptsitz in Karlsruhe wurden im Sommer zwei HPC-Systeme *SGI AltixBx2* mit insgesamt 304 *Intel®Itanium®2*-Prozessoren installiert; sie bilden die neue Produktionsplattform für die Berechnung der vielfältigen hydrodynamischen und morphologischen Modelle der BAW. Bereits im Januar wurde ein HPV-System *Silicon Graphics Prism(tm)* mit 4 Graphikpipelines installiert; dieses dient als neue zentrale Ressource für Pre- und Post-Processing-Aufgaben und unterstützt im BAW-Visualisierungszentrum in immersiver Darstellung das teamorientierte Aufbereiten der Modelle sowie die Analyse der komplexen Ergebnisse.

Beide Ressourcen sind eingebunden in eine leistungsstarke, hochverfügbare zentrale Massenspeicher-Umgebung, welche die BAW im Laufe der letzten Jahre unter Einsatz von *SGI® InfiniteStorage*-Technologie bedarfsgerecht erweitert und zu einer ausfallsicheren SAN-Infrastruktur für schnellen Datenzugriff und effizienten Workflow bei nahtloser Skalierbarkeit der Gesamtinstallation ausgebaut hat.

HPC- und HPV-System wurden unabhängig voneinander im Rahmen zweier getrennter Ausschreibungsverfahren beschafft, wobei das HPC-System EU-weit ausgeschrieben war.

Die BAW ist als zentrales Institut der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes für deren gesamte praktische und wissenschaftliche Versuchs- und Forschungsarbeit auf den Gebieten Wasserbau, Geotechnik und Bautechnik zuständig. Welche Effizienz und mögliche Folgen sind mit baulichen Maßnahmen verbunden, die man zum Zwecke von Unterhaltung, Regelung und Ausbau von Wasserstraßen etwa in Form von Befestigungen, Buhnen, Stauwerken und Fahrwasservertiefungen plant? Wie wirkt der Schiffsverkehr auf die Ufer ein? Wie sehen potenzielle Überflutungsverhältnisse und Eingriffsmöglichkeiten in Hochwasserfällen aus? Um solche Fragen und Probleme immer besser im Voraus beantworten oder abschätzen zu können, setzt die BAW umfangreiche numerische Modellverfahren ein. Mittels immer detaillierterer Simulationsrechnungen erarbeitet sich die Anstalt ein wachsend präzises Verständnis der komplex-dynamischen Vorgänge, die sich in den Wasserstraßen abspielen.

Die Anschaffung der neuen Rechnerplattform - sie hat inklusive eines 5 jährigen Wartungsvertrages einen Wert von rund 2 Mio € - bringt der Behörde ein vielfaches Mehr an Rechenkapazität, in einer Betriebsumgebung, die flexibel und unkompliziert nutzbar ist, die die Produktivität der BAW-Mitarbeiter weiter steigert, ein hohes Maß an Stabilität und Verfügbarkeit bietet und insgesamt eine wirtschaftliche Lösung darstellt. SGIs Altix-Angebot überzeugte im Wettbewerb durch hohe reale Benchmark-Performance und bestes Preis/Leistungsverhältnis.



Installiert und seit Ende Juni im Produktionsbetrieb sind ein AltixBx2-System mit 256 Prozessoren und 256 GB Memory, das die Bundesanstalt aufgeteilt in zwei Partitionen zu je 128 Prozessoren betreibt, sowie ein AltixBx2-System mit 48 Prozessoren und 48 GB Memory, das neben den Produktionsjobs speziell auch Aufgaben der Programmentwicklung unterstützt. Für jede der drei Partitionen wurde schneller lokaler Massenspeicher geliefert: 3x 2 TB FibreChannel-Storage, für temporäres Dateiauslagern und Speichern von Zwischenergebnissen. Als Batch- und Load-Balancing/Scheduling-System, das die Rechenjobs weitestgehend automatisiert verwaltet und intelligent auf die Systemressourcen verteilt, wird PBSpro® von der Firma Altair verwendet.

Reale, verfügbare Anwendungsleistung

Unter allen Angeboten (Shared-Memory- und Cluster-Systeme) konnte die Altix-Plattform eine durchgehend sehr hohe Performanz bei beiden Programm-Codes vorweisen, welche zum Benchmark ausgesetzt waren und bei der BAW neben diversen anderen Strömungsapplikationen real zum täglichen Einsatz kommen bzw. zukünftig verstärkt zum Einsatz kommen sollen.

Gebencht wurden *Telemac-2D*, ein Code, mit dem die Anstalt in 2-dimensionaler (tiefen-integrierter) Weise großräumige, sich über viele Kilometer Flussläufe erstreckende Modelle rechnet, sowie *NaSt3DGP*, ein 3-dimensionaler Code, mit dem man Strömungsverhältnisse in detailliert räumlicher Ausprägung z.B. im Wirkungsbereich von Schleusen, Schiffen und anderen Objekten untersucht.

"Nachgewiesen hohe Anwendungsleistung war in unserem Katalog funktionaler Anforderungen der wesentlichste, am höchsten gewichtete Punkt," erklärt Thomas Damrau, Leiter des Referates IT-Support. "Intuitive, einfache Nutzbarkeit ist wichtig, denn das Arbeiten mit HPC-Ressourcen macht bei den meisten unserer Benutzer schließlich nur einen kleinen Teil ihrer Tätigkeit aus. Wir haben besonderen Wert gelegt auf eine hohe Verfügbarkeit, auf eine vollständige Software-Entwicklungsumgebung sowie darauf, dass die HPC-Ressourcen nahtlos in die bestehende Systemumgebung mit Visualisierungs-Ressourcen und zentralem Speichersystem (SAN) eingebunden werden kann. SGI hat den Zuschlag erhalten, weil die Firma dafür das wirtschaftlichste Angebot vorlegte."

"Wir haben jetzt eine Umgebung installiert, die die numerischen Möglichkeiten unserer Anwender drastisch steigert und mit sehr geringem Personalaufwand stabil über die nächsten 5 Jahre betreibbar sein wird."

... und Produktivität für kommende Herausforderungen

Mit der neuen Linux®-basierten Shared-Memory-Plattform SGI AltixBX2 - es ersetzt in Karlsruhe den bisher für HPC-Jobs eingesetzten IRIX-basierten Parallelrechner *SGI Origin 2400* mit 32 MIPS-Prozessoren - erschließt sich die BAW ein rund 50-faches mehr an Anwendungsleistung, um sich bei den Simulationsaufgaben den kommenden Herausforderungen zu stellen.

Es werden immer mehr Projekte zu rechnen sein und die Ansprüche an die Modellverfahren steigen: höhere räumliche und zeitliche Auflösungen, längere Betrachtungsdistanzen (Langzeitstudien), neue physikalische Prozesse, mehr 3D. Mehr Parameter an den Gitterpunkten wird es zu berechnen geben, mehr Gitterpunkte zu betrachten, mehr Zeitschritte, längere Zeitreihen zu berechnen. Schon heute erreichen die Datenmengen, die man an der BAW im Binnenbereich pro Projekt in den NumberCrunching-Prozess schleust, Umfänge von 100 GB. Die Modellgrößen werden weiter zunehmen. Bei wachsender Hochwasserproblematik erwartet die Anstalt nochmals verstärkte Anforderungen.



Visualisierung - für Ergebnisanalyse und iterative Modellentwicklung

Mit dem Visualisierungssystem *Silicon Graphics Prism* ist bei der BAW seit Anfang 2005 eine Graphikplattform im Betrieb, die die Anwender mit hoher Leistungsfähigkeit und Nutzungsflexibilität beim Pre- und Postprocessing unterstützt. Das mit 4 Graphik-Pipelines, 8 Intel®Itanium®2-Prozessoren und 16 GB Hauptspeicher konfigurierte Shared-Memory-System treibt im Virtual-Reality-Center als neue zentrale HPV-Ressource die immersiv-stereoskopische Szenendarstellung auf einer 6.2m x 2.5m großen, 2-segmentigen Leinwand.

Die großflächige immersive Visualisierung mit Online-Navigation im Datensatz erlaubt das effiziente team-orientierte Analysieren der Berechnungsergebnisse und unterstützt den aufwändigen iterativen Prozess des Modellaufbaus.

Im Einsatz als Visualisierungssoftware sind **Covise-VR** von der Visenso GmbH sowie **Enight Gold** (in Deutschland vertrieben durch GeniusGraphics).

Wesentliche Aspekte für die Wahl der SGI-Plattform waren die hohe **Anwendungsleistung** im Benchmark mit BAW-eigenen Datensätzen unter Covise und Enight, dass das Prism-System auf einer **Shared-Memory**-Architektur basiert (und damit alle Ressourcen wie Graphik-Pipes, Prozessoren und I/O auf einen einzigen, unzerstückelt großen, einheitlich adressierbaren Hauptspeicher zugreifen können), die unkomplizierte **flexible Nutzbarkeit**, sowie die praktisch unbegrenzte **Skalierbarkeit**, d.h. die Möglichkeit, die Visualisierungsleistung bei zukünftigen weiter steigenden Anforderungen nahtlos ausbauen zu können.

Damrau: "Dank der Shared-Memory-Architektur ist es möglich, die zu visualisierenden Datensätze vollständig im Hauptspeicher zu halten. Das ist unerlässlich, um eine Darstellung mit genügend hohen Datenraten zu erreichen. Bei zukünftig wachsendem Bedarf - die Modellgrößen steigen weiter und auch weiter steigende Ansprüche an die Auflösung und das Antwortverhalten sind zu erwarten - haben wir die Möglichkeit, die Maschine in allen relevanten Dimensionen aufzurüsten: in punkto Memory, Pipelines, Prozessoren, sowie auch durch Einsatz eines Compositors, der die Leistung mehrerer Pipes auf einen Ausgabekanal verdichtet. Mit Prism sind wir für die Zukunft gut gerüstet."

Die Herausforderung: Die zu visualisierenden und analysierenden Datensätze sind umfangreich (bis zu 10 GB pro Zeitschritt) und die modellierten Abschnitte der Bundeswasserstraßen werden zunehmend größer. Zu verarbeiten und zu interpretieren sind großräumige hochauflösende Modelle, die Flussverläufe bis zu fast 100 km Länge abbilden. Für die effiziente Datenexploration, Entscheidungsfindung und Präsentation vor Auftraggebern sind eine weite Übersicht über das Modellgebiet sowie auch die Möglichkeit wesentlich, verschiedene Informationsquellen flexibel kombinieren zu können. Andere Projekte wiederum erfordern bei der Datenexploration, bis tief in die 3D-Details "hineingraben" zu können - um etwa zu erkennen, wo und wie sich welche Turbulenzen mit welcher möglichen Wirkung ausbilden, sei es im Umfeld von Schiffsschrauben oder Bauwerken.

Das Aufbauen, Aufbereiten und Verfeinern der Modelle ist eine weitere große Herausforderung - immerhin nimmt die Tätigkeit bei der BAW den größten Zeitanteil beim Arbeiten mit numerischen Verfahren in Anspruch. So gibt es zum Erstellen der digitalen Geländemodelle heute verfeinerte Techniken der Datenaufnahme, was immer mehr Detailreichtum in die Modelle bringt; zugleich aber wird es auch aufwändiger, die Qualität der Naturdaten zu kontrollieren. Ist



ein Deich, gewonnen aus der Diskretisierung von Flugdaten, in sich stimmig und ohne Leckagen abgebildet, oder eventuell "löchrig"? Sind die Anfangsbedingungen für die Berechnung des Strömungsmodells sinnvoll festgelegt? sind die Zuordnungen der Parameter richtig gewählt? (sind zB den diversen Vegetationsflächen in überflutungsgefährdeten Flussrandzonen die passenden Strömungswiderstandswerte zugeordnet, usw).

Alle diese Fragen und Aufgaben lassen sich im VR-Center im Team aufspüren, diskutieren und gemeinschaftlich lösen. Ein wichtiger Aspekt, denn die an der Bundesanstalt durchgeführten Arbeiten sind "forschende Ingenieurleistungen", die ein hohes Maß an Rückkopplung zwischen Bearbeiter und numerischer Anwendung erfordern.

Nicht selten sind die Mitarbeiter gezwungen, erhebliche Veränderungen an ihren Modellen vorzunehmen, was bis in die Modifizierung der eigentlichen Verfahren reicht. In mehreren iterativen Schritten - rechnen, Ergebnis visuell checken, Modell verändern, erneut rechnen usw - können sie sich mit Hilfe der Prism- und der Altix-Plattform verfeinerten, immer aussagefähigeren Modellen nähern.

Dies wird unterstützt durch eine leistungsfähige Integration der Plattformen in die Datenumgebung, wodurch die Daten möglichst unkompliziert und schnell auch für spontan erforderliche Projektarbeiten auf die Plattform zu laden sind.

Zentrale Storage-Umgebung - auf CXFS-Basis

HPC-Plattform Altix und HPV-System Prism sind eingebunden in eine leistungsstarke, hochverfügbare zentrale Massenspeicher-Umgebung. Dieses **SAN** (Storage Area Network) hat die BAW im Laufe der letzten Jahre unter Einsatz von **SGI® InfiniteStorage**-Technologie stetig erweitert und zu einer ausfallsicheren SAN-Infrastruktur für schnellen Datenzugriff, effizienten Workflow und nahtlose Skalierbarkeit ausgebaut. Altix und Prism arbeiten über das Clustered-Filesystem **SGI® CXFS** mit dem SAN zusammen.

Im zentralen SAN bei der BAW Karlsruhe sind über redundant ausgelegte FibreChannel-Switches zwei FC-RAID-Systeme **SGI InfiniteStorage TP9400** und **TP9300** mit insgesamt 8 TB schnellem Online-Speicher sowie ein FC-RAID-System **TP9300** mit rund 22 TB SATA-Platten eingebunden. Der gesamte schnelle Online-Speicher wird auf einem Teil des SATA-RAID gespiegelt. Neben der HPC- und der HPV-Plattform sind an das SAN noch ein SGI-Onyx3400- und zwei Origin300-Systeme angeschlossen, die, redundant ausgelegt, Metadaten des CXFS verwalten und das BAW-LAN mit hochverfügbarem Fileserving bedienen.

Weitere Infos: Hans-Peter Scherm, SGI Fon 089-46108-221

Dr Gernot Schärmeli, gsiCom Fon 089-182209, gsicom@trans.net

SGI ist weltweit führender Anbieter von Produkten, Lösungen und Services für High-Performance-Computing (HPC), High-Performance-Visualisierung (HPV) und komplexes Daten-Management. Mit ihnen schaffen sich technisch und kreativ orientierte Kunden Wettbewerbsvorteile in Kernbereichen. Systeme und Kompetenz der Marke SGI® öffnen in herausforderndsten Feldern den Weg zu Innovationen und Erkenntnissen - egal ob beim Entwickeln von Autos und Flugzeugen, Erforschen von Medikamenten und Methoden der Gehirn-Chirurgie, beim Erschließen von Energiequellen, Voraussagen des Wetters, Übergang von analogem nach digitalem Rundfunk oder bei missionskritischen Anwendungen in der Verteidigung. SGI (Silicon Graphics Inc) hat den Hauptsitz in Mountain View, Kalifornien. (sgi.com)



