

Ernst-Mach-Institut setzt auf cooles High-End Linux-Cluster

Fraunhofer lässt es im Computer krachen

Numerische Simulation ist ein ziemlich emotionsloser, trockener Begriff für aufwändige Computerberechnungen, die das Freiburger Ernst-Mach-Institut mit einem neuen Hochleistungsrechner-Cluster im Kundenauftrag durchführt. Zusätzlich zu realen Versuchen ist dies eine Möglichkeit, Fahrzeuge, Werkstoffe und Strukturen zerstörungsfrei auf ihre Verformungsdynamik hin zu untersuchen. Supercomputing verursacht Wärme. Räumliche Gegebenheiten, Zukunftssicherheit und Herstellerunabhängigkeit gaben den Ausschlag für eine Klimatisierungslösung mit modernen, rackbasierten Luft-Wasser-Wärmetauschern von Rittal.

Wenn die Verkehrs- und Crashesicherheit von Fahrzeugen, die Stabilität von Gebäuden oder das Verhalten von bestimmten Werkstoffen in Luft- und Raumfahrt untersucht werden sollen, ist das Ernst-Mach-Institut (EMI) als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft eine international anerkannte Größe. Neben vielen sehr speziellen Forschungsaufträgen, die bis in den militärischen Sektor reichen, gehören numerische Simulationen aus dem Bereich kompressibler Strömungen und aus dem Bereich nichtlinearer Finite-Element-Methoden zur täglichen Arbeit in Freiburg. Am ehesten bekannt für den Laien ist die Finite-Element-Methode aus dem Automobilbau. Materialstrukturen werden durch eine große Zahl kleiner, aber endlicher Vielecke dargestellt, deren Einzeleigenschaften sich einfach berechnen lassen. Aus dem gelösten Gleichungssystem werden danach die Ergebnisse für den Verbund der Vielecke abgeleitet.

Was sich kompliziert anhört, ist es insofern auch, als es für diese Form der numerischen Simulation extremer Computer-Power bedarf, um die komplexen Gleichungen aufzulösen. Wäre ein normaler PC damit Wochen oder gar Monate beschäftigt, so stellt das neue Linux-Cluster des Freiburger Instituts bereits nach einigen Stunden oder Tagen seine Ergebnisse bereit.



Autos virtuell im Computer crashen

„In unserem Rechner-Verbund crashen wir beispielsweise im Auftrag der Industrie Autos und Baugruppen. Wir setzen parallelisierte Programme ein, um numerische Simulationen in einer so genannten massiv parallelen Berechnung durchzuführen,“, erklärt der Leiter des Rechenzentrums, Stephan Engemann. „Dazu war seit vier Jahren bereits ein 32-bit Linux-Cluster mit 700 Gflop/s in Betrieb, das 2006 um ein 64-bit System mit 2000 Gflop/s ergänzt werden sollte, das im Verhältnis zu früheren monolithischen Systemen deutlich kostengünstigere Rechenleistung zur Verfügung stellt.“ Flop/s bezeichnet die Anzahl der Gleitkommazahl-Operationen pro Sekunde.

Das Altsystem ist eine proprietäre Lösung, die im Rechenzentrum bereits die gesamte verfügbare Kühlleistung der Klimaanlage beansprucht. Aus diesem Grund war die Klimatisierung eine besondere Herausforderung. Bei dem neuen Cluster geht es um 64 so genannte Quad Opteron Computernodes. Das entspricht insgesamt 256 Intel CPUs à 2,6 GHz mit insgesamt 1 TB Arbeitsspeicher. Erst die 64-bit Technologie machte es möglich, einen noch größeren Speicherbereich von einer einzelnen CPU aus zu adressieren. Diese CPUs sind zwar verhältnismäßig günstig, aber zwischen ihnen ist ein permanenter Informationsaustausch erforderlich. Über entsprechende Tools laufen die Berechnungen parallel ab und die Ergebnisse werden über eine Infiniband Hochgeschwindigkeitsvernetzung ausgetauscht. Dieses Netz hat weniger ‚Verwaltungsoverhead‘ als konventionelle Netze und ist daher mit 10 Gbit um ein Vielfaches schneller.

Cool bleiben kann so einfach sein

„Das neue Cluster hat in der Summe eine Verlustleistung von etwa 35 kW“, so Udo Ziegenhagel, Systemadministrator im Rechenzentrum des Instituts. „Wenn hier die Kühlung nicht optimal funktioniert, riskiert man die gesamte Computer-Hardware, die innerhalb kürzester Zeit überhitzen und ausfallen würde. Aufgrund des begrenzten Raums und der geringen Höhe im Rechenzentrum war eine herkömmliche Klimatisierung des Raums kaum noch wirtschaftlich möglich. Uns war klar, dass nur eine Wasserkühlung die gewünschte Sicherheit und Performance bieten würde.“

Neben der höheren Wärmekapazität von Wasser gegenüber Luft spricht auch das angenehmere Raumklima für eine solche Lösung, denn nach Aussagen von Udo Ziegenhagel war es schon vor der Erweiterung des Rechenzentrums für Menschen sehr unangenehm in dem stark gekühlten Raum. Um Hitzestaus an ungünstigen Stellen in den Serverracks zu vermeiden, hätte nämlich die Raumtemperatur noch niedriger und die Luftgeschwindigkeit so hoch gewählt werden müssen, dass Arbeiten im Raum nur mit Mantel möglich gewesen wären. Alternativ hätte man die Racks nicht so eng bestücken dürfen. Aber dazu wäre deutlich mehr Raum erforderlich gewesen, der in einer Innenstadtlage und zusammen mit der notwendigen technischen Infrastruktur sehr hohe Betriebskosten verursacht hätte.

Auf der Suche nach einer skalierbaren und hardwareunabhängigen Lösung entschied sich das Ernst-Mach-Institut für eine Rack-Klimatisierung von Rittal. Zum Einsatz kommt die modulare Lösung Liquid Cooling Package (LCP), die als ‚Klimaschrank‘ seitlich an die Serverracks montiert wird. Hier wird die Verlustwärme nahe dem Entstehungsort aufgenommen und abgeführt, so dass die Entwärmung temperaturneutral für den Raum ist. Sicherheit ist Trumpf, daher gibt es in der Reihe von fünf Serverracks insgesamt sechs LCPs. Dadurch erhält jedes Rack seine Kühlluft von zwei Seiten, eine zusätzliche Redundanz für höchste Verfügbarkeit.

Kühlleistung on demand

Die Kühlung ist entscheidend für den sicheren Betrieb der Server. Die Rittal Lösung ist auch für künftige Anforderungen gerüstet, denn jedes LCP verfügt bereits über drei Kühlmodule. Diese erbringen bei der aktuellen Wasservorlauftemperatur eine Kühlleistung von 15 kW pro Rack. In den geschlossenen und vorne wie hinten mit Sichttüren ausgestatteten Serverracks wird die Luft horizontal umgewälzt. Dadurch können Hitzestaus im oberen Bereich erst gar nicht entstehen. Im LCP Klimaschrank wird die erwärmte Luft aus den Rechnern an Luft-Wasser-Wärmetauschern wieder abgekühlt und dann den Servern vor der vorderen 19“-Ebene erneut zugeführt. Dieses Mikroklima lässt sich leichter steuern und dimensionieren als eine Raumklimatisierung, bei der sich die Kühlleistung an den ungünstigsten Bedingungen orientiert.

Das Kühlmedium wird von Rückkühlern – ebenfalls von Rittal – bereitgestellt, die sich auf dem Gebäudedach befinden. „Wir haben uns in jeder Hinsicht für die Zukunft gerüstet und daher die Rückkühler entsprechend dimensioniert“, erklärt Stephan Engemann. „Aus Redundanzgründen wurden drei Rückkühler installiert, von denen immer zwei wechselnd im Einsatz sind. Ebenso werden die Pumpen regelmäßig umgeschaltet, um eine zu starke Abkühlung oder sogar ein Einfrieren des Kühlmittels im Winter während der Ruhephasen im Rückkühler zu vermeiden. Ein Wassertank in jedem Rückkühler mit 300 l Volumen dient als zusätzlicher Puffer für das Kühlsystem. Insgesamt vereinen die drei Rückkühler eine Kühlleistung von 108 kW und sind damit fit für die Zukunft.“



Strom ist in Freiburg kein Thema

Wo so viel Abwärme entsteht, muss erst einmal Energie in Form von Strom zugeführt werden. Das Institut verfügt dazu und auch für die vielfältigen Versuchseinrichtungen über eine eigene Trafostation vom Energieversorger und hat damit eine hohe Versorgungssicherheit. Da die Simulationen im Gegensatz zu kommerziellen Servern nicht unternehmenskritisch sind, verzichten die Freiburger auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. Udo Ziegenhagel dazu: „Die Software, die wir einsetzen – teils selbst entwickelt, teils gekauft – schreibt Berechnungsergebnisse permanent auf Massenspeicher weg und markiert Wiederaufsetzpunkte, wenn es zu einem Systemabsturz kommen sollte. In einem solchen Fall wird die Berechnung dort wieder aufgenommen. Diese Absicherung der Prozesse macht es auch risikolos, Server abzuschalten, wenn beispielsweise die Kühlung ausfällt. Eine eventuell notwendige Abschaltung der Server erfolgt automatisch via CMC-TC (Computer Multi Control – Top Concept) über die schaltbaren PSM (Power System Module) Steckdosenmodule von Rittal.

Udo Ziegenhagel ergänzt: „Wir setzen das Überwachungssystem CMC-TC von Rittal ein, um die Umgebungsbedingungen des Clusters zu überwachen. Dazu gehört die Temperatur als wichtigstes Kriterium, darüber hinaus überwachen wir, ob die Türen geschlossen sind, weil dies für die sichere Kühlung erforderlich ist. Schließlich kontrollieren wir, ob das LCP funktioniert, und erhalten Informationen vom Lampertz Rack-Löschsystem.“

Im EMI nutzt man noch einen weiteren Vorteil des integrierten Rittal-Systems: So ist jeder Server mit einem Rittal SSC KVM-Switch verbunden. Mit dieser Lösung kann entweder über die eingebaute 1 HE Monitor-Tastatur-Schublade oder auch remote über das Netzwerk jeder einzelne Server über eine Hardwareverbindung administriert werden. Zusätzlich lassen sich mit diesem System ebenfalls einzelne PSM Module abschalten – beispielsweise, wenn sich ein Server ‚aufgehängt‘ hat – und somit ein Neustart erzwingen.

Fazit

Das neue Linux-Cluster des Ernst-Mach-Instituts gehört mit seinen 2 Tflop/s in den Bereich Supercomputing. Um die unglaubliche Wärme sicher abzuführen, vertrauen die Institutsverantwortlichen auf die durchgängige Infrastrukturlösung RimatriX5 von Rittal, die alle wichtigen Bereiche integriert. Stephan Engemann abschließend: „Wir hatten in Rittal einen kompetenten Ansprechpartner und konnten auf Basis der genauen Vorgaben die notwendigen Klima-Installationsarbeiten an einen Fachbetrieb vergeben. Seit Herbst 2006 besitzen wir eine Hardware-unabhängige Infrastruktur, die so flexibel ist, dass auch zukünftig jeder beliebige Server hineinpasst. Die Kühlung über das LCP wächst modular mit unseren Anforderungen, denn die Rückkühler haben entsprechende Kapazitäten und wir überwachen das gesamte System an einer zentralen Konsole. Nach den einmaligen Installationsarbeiten für die Rückkühlung profitieren wir nun von einem System, das der herkömmlichen Luftkühlung weit überlegen ist.“ In Freiburg bleibt die Zukunft spannend, aber die Server bleiben in jedem Fall cool.

Komponenten: Rack, LCP, PSM , CMC