



Fallstudie

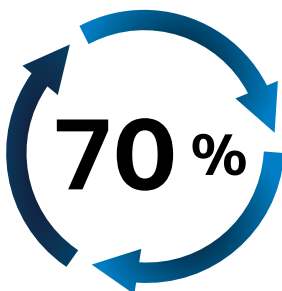
Gesundheitswesen und Biowissenschaften
Genomanalyse

HPC-basierte COVID-19-Einzelzell-RNA-Sequenzierung

Das Berlin Institute of Health (BIH; Berliner Institut für Gesundheitsforschung) und Intel haben gemeinsam eine HPC-Lösung (High-Performance-Computing; Hochleistungsrechnen) entwickelt, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, welche menschliche Zelltypen das Virus angreift und wie sich die zelluläre und transkriptionelle Landschaft bei einer Virusinfektion verändert.

Auf einen Blick

- Die Forscher am Berlin Institute of Health (BIH) stehen bei der Erforschung von COVID-19 an vorderster Front
- Genomanalysen erfordern eine hohe Rechenleistung, wobei aber die Kosteneffizienz auch eine Rolle spielt
- Das BIH hat es geschafft, die Anzahl der analysierten Zellen um 70 Prozent zu erhöhen¹
- Die enge Zusammenarbeit zwischen Intel, Dell, SVA und dem BIH führte zu einer effizienten Entwicklung, Auslieferung und Installation und ermöglichte eine schnelle Inbetriebnahme



mehr analysierte Zellen

Zu verstehen, wie das für die COVID-19-Pandemie verantwortliche neuartige Coronavirus (offiziell als SARS-CoV-2 bezeichnet) funktioniert, ist ein wichtiger Schritt hin zur Entwicklung einer erfolgreichen Behandlung. Die Charité und das Berlin Institute of Health (BIH) setzen die HPC-Architektur von Intel ein, um rechenintensive RNA-Sequenzierungen auf Einzelzellebene höchsteffizient durchzuführen. Intel verfügt über beste Voraussetzungen, um diese Bemühungen durch sein umfassendes IT-Wissen, sein breites Ökosystem und seine Erfahrung in den Gesundheits- und Biowissenschaften zu unterstützen.

Problemstellung

Die Forscher des BIH wollen tausende Zellen mittels Einzelzell-RNA-Sequenzierung untersuchen, um besser zu verstehen, wie das neuartige Coronavirus funktioniert. Eine solche Sequenzierung erfordert jedoch eine immense Rechenleistung. Die bestehende Infrastruktur am BIH war dieser Aufgabe nicht gewachsen und außerdem war das Budget knapp. Das BIH musste seine Sequenzierungsleistung erhöhen, ohne dadurch sein Budget zu sprengen.

Lösung

Das BIH beriet sich mit Intel, Dell und dem Systemintegrator System Vertrieb Alexander GmbH (SVA), um eine Lösung zu entwickeln, die sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht optimiert ist. Die Lösung nutzt Intels Know-how bei der Genomanalyse und greift auf die Hardware-Konfiguration der [Intel® Select Lösung für Genomanalyse](#) zurück.

Ergebnisse

Das Center for Digital Health (Zentrum Digitale Gesundheit) des BIH hat nachgewiesen, dass die Untersuchung von Proben präzise definierter Teile des menschlichen Atmungsapparats neue Erkenntnisse über die Anfälligkeit von Wirtszellen und die zelluläre Reaktion bei einer SARS-CoV-2-Infektion liefern kann. In Zusammenarbeit mit Intel und Dell gelang es dem BIH, die Anzahl der von ihm sequenzierbaren Zellen auf kostengünstige Weise um 70 Prozent zu steigern. Das wurde durch eine Erhöhung der verfügbaren HPC-Knoten und eine Optimierung der Analyseabläufe erreicht.²

Beschleunigung der Forschung zur Verlangsamung des Virus

Weltweit werden Kräfte gebündelt, um die COVID-19-Pandemie zu bekämpfen, und Molekularforscher stehen dabei an vorderster Front. Jeder einzelne Beitrag zu diesen Bemühungen zählt. Die Charité und das BIH sind davon überzeugt, dass ihre Forscher mithilfe ihrer umfassenden wissenschaftlichen Erfahrung die Infektionsstrategien des Virus und den Krankheitsverlauf ergründen können. Zu verstehen, welche Zelltypen von SARS-CoV-2 angegriffen werden, hilft dabei, Hochrisikopatienten zu identifizieren und gezielte Behandlungstherapien zu entwickeln. Um ein solches Verständnis zu entwickeln ist es jedoch nötig, die RNA tausender Einzelzellen zu sequenzieren, um so die Zellen zu identifizieren, die für eine Infektion am anfälligsten sind.

Die Sequenzierung der RNA einer einzelnen Zelle dauert ungefähr einen Tag. Die nachfolgende Datenanalyse dauert jedoch Tage bis Wochen und ist äußerst rechenintensiv. Die bestehenden HPC-Ressourcen des BIH waren unzureichend – die Forschungsarbeiten würden ganz einfach zu lange dauern. Daher war das BIH dazu genötigt, erheblich in seine Rechenleistung zu investieren, um die Analysen zu beschleunigen. So wie viele andere Organisationen verfügt das BIH über ein sehr knappes Budget, weshalb die bestehenden und geplanten zusätzlichen HPC-Ressourcen so effizient wie möglich sein mussten. Das beinhaltet die Optimierung der Hardware-Konfiguration und der Arbeitsleistung.

„Angesichts der weltweiten Bedrohung durch das SARS-CoV-2-Virus haben wir als Forscher die Pflicht, all unser Fachwissen zu bündeln, um das Virus, seine Infektionsstrategien und den Krankheitsverlauf von COVID-19-Patienten zu verstehen ..., [um] Hochrisikopatienten besser identifizieren und neue Therapien und Impfstoffe entwickeln zu können. Jeder einzelne Beitrag zu diesen Bemühungen zählt.“

– **Professor Axel R. Pries**,
kommissarischer Vorstandsvorsitzender des BIH und Dekan
der Charité – Universitätsmedizin Berlin

High-Performance-Computing (HPC) zum Wohle der Menschheit nutzen

Das Center for Digital Health des BIH hatte sich vorgenommen, besser verstehen zu lernen, wie SARS-CoV-2 funktioniert. Um das zu erreichen, sollten Proben der unteren Atemwege von 16 nicht mit dem Virus infizierten Personen untersucht werden – insgesamt beinahe 58.000 Zellen. Das Ziel bestand darin zu bestimmen, welche Arten von Zellen in den Lungen

Technische Komponenten der Lösung

- 8 x Dell PowerEdge R740xd Rack-Server
- Intel® Xeon® Gold 6252 Prozessoren
- Intel® SSDs der Produktreihe DC P4160
- Intel® Ethernet-Converged-Network-Adapter X710, Dual Port, Dual Port, 10Gb-Ethernet mit SFP+

für eine Infektion anfällig sind – und warum das so ist. In einer weiteren Studie untersuchten die Forscher die zelluläre und transkriptionelle Landschaft in den Atemwegen von 19 COVID-19-Patienten im Vergleich zu SARS-CoV-2-negativen Patienten. Diese Forschungsarbeit half ihnen dabei, die Wirtsreaktion auf eine SARS-CoV-2-Infektion und die mit der Schwere der Krankheit zusammenhängenden Mechanismen besser zu verstehen. In enger Zusammenarbeit mit Intel, Dell und dem Systemintegrator SVA führte das BIH anfangs eine Proof-of-Concept-Studie mit acht HPC-Knoten durch. Anschließend konnte das BIH die Anzahl der Knoten in seinem HPC-Cluster kostengünstig von 40 Knoten auf 68 Knoten (eine Steigerung von 70 Prozent) erhöhen.

Die Lösung setzt auf das Know-how von Intel und seine Referenzdesigns für Genomanalyse – insbesondere auf die Intel® Select Lösung für Genomanalyse. Sie läuft auf PowerEdge R740xd Rack-Servern von Dell und ist mit Intel® Xeon® Gold 6252 Prozessoren (24 Kerne, 2,1 GHz), Intel® SSDs der Produktreihe DC P4160 und zwei 10 GbE Intel® Ethernet-Converged-Network-Adaptern X710 ausgestattet.

Intel unterstützt bahnbrechende COVID-19-Forschung

Intel pflegt schon lange enge Beziehungen zum BIH, zur Charité und zu Dell – diese drei Unternehmen haben in der Vergangenheit schon bei vielen Projekten zusammengearbeitet. Ein Verständnis füreinander und die gegenseitige Wertschätzung führten rasch zu der Entscheidung, die notwendigen Rechenressourcen bereitzustellen und so die Forschung des BIH zu beschleunigen. SVA kennt die Infrastruktur von Rechenzentren gut und konnte so Hinweise und Ratschläge hinsichtlich des System-Setups geben. Außerdem sprach SVA Empfehlungen bezüglich Netzwerk, Stromversorgung und Verkabelung aus und ermöglichte so eine problemlose Integration in die bestehende Rechenzentrumsinfrastruktur. Die enge Zusammenarbeit zwischen Intel, Dell, SVA und dem BIH führte zu einer effizienten Entwicklung, Auslieferung und Installation. Gemeinsam konnte das Team die neuen Ressourcen schnell in Betrieb nehmen.

Intel freut sich, sein Know-how im Bereich HPC-Skalierbarkeit, seine für Intel® Architektur optimierten Frameworks für Genomanalyse und seine Erfahrung in den Gesundheits- und Biowissenschaften in den Dienst des BIH stellen zu können. Intel hofft, dass die Zusammenarbeit mit dem BIH Forscher in die Lage versetzen wird, neue Erkenntnisse zu gewinnen, mit deren Hilfe die COVID-19-Pandemie besiegt werden kann. Intel hat nicht nur sein umfangreiches IT-Know-how eingebracht, sondern unterstützt außerdem die Aktivitäten der Charité und des BIH finanziell durch seine [Pandemic Response Technology Initiative](#).

Ein Schritt näher zum Verstehen und Besiegen von SARS-CoV-2

Das Center for Digital Health des BIH analysierte 52 Proben aus den oberen und unteren Atemwegen von 40 Personen bestehend aus COVID-19-Patienten und nicht infizierten Spendern. Dadurch konnte es insgesamt beinahe 220.000 Einzelzellanalysen durchführen. Diese Forschungsarbeit hat Erkenntnisse darüber geliefert, welche Zellen über die Rezeptoren und Kofaktoren verfügen, die das Virus benötigt, um die Zellen infizieren zu können, und darüber, wie die Wirtszellen auf die Virusinfektion reagieren. Obwohl noch weitere Untersuchungen – insbesondere mit größeren Probengrößen – nötig sind, können diese Erkenntnisse zur Identifizierung von Hochrisikopatienten und Entwicklung zielgerichteter Behandlungen beitragen. Mehr über die Forschungsergebnisse des BIH können Sie in folgenden wissenschaftlichen Publikationen lesen:

- „SARS-CoV-2 receptor ACE 2 and TMPRSS 2 are primarily expressed in bronchial transient secretory cells“
- „COVID-19 severity correlates with airway epithelium-immune cell interactions identified by single-cell analysis“

Im Blickpunkt: Die Charité und das Berlin Institute of Health (BIH; Berliner Institut für Gesundheitsforschung)

Die Charité ist eine der größten Universitätskliniken Europas mit 4 Campussen und beinahe 100 verschiedenen Abteilungen und Instituten. Im Jahr 2010 konnte die Charité ihr 300-jähriges Jubiläum feiern. Sie ist nun einer der größten Arbeitgeber in Berlin mit 14.576 Mitarbeitern (bzw. 18.010, wenn man die Tochtergesellschaften mitrechnet). Ihr jährlicher Gesamtumsatz beträgt 1,8 Milliarden Euro. Das Berlin Institute of Health (BIH; Berliner Institut für Gesundheitsforschung) wurde im März 2013 von der Charité und dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) als einzigartige biomedizinische Forschungseinrichtung gegründet.

Schwerpunkte des BIH sind translationale Forschung und Präzisionsmedizin. Das BIH hat es sich zur Aufgabe gemacht, bei fortschreitenden Krankheiten bessere Prognosen zu ermöglichen und für bisher wenig beachtete Gesundheitsprobleme fortschrittliche Therapien zu entwickeln. Übergeordnetes Ziel ist es, die Gesundheit und Lebensqualität der Patienten zu verbessern. Das Institut engagiert sich dafür, wissenschaftliche Lösungen bereitzustellen und Innovationen den Weg für eine nutzenorientierte personalisierte Gesundheitsversorgung zu ebnen. Das BIH wird zu 90 Prozent vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und zu 10 Prozent vom Land Berlin finanziert. Die beiden Gründungsinstitutionen Charité und MDC sind im BIH eigenständige Gliedkörperschaften.

„Es gibt vieles, was wir über das Coronavirus noch nicht wissen. Dieses Forschungsprojekt und die nächsten Schritte erfordern eine enorme Rechenleistung. Genau dabei können wir mit unserem Fachwissen helfen.“

– Hannes Schwaderer,
Country Manager von Intel Deutschland

Hinter der Forschungsarbeit stecken Technologien, die im Kampf gegen die Krankheit unentbehrlich sind. Die HPC-Lösung wurde von Intel und Dell konzipiert und ließ das HPC-Cluster des BIH um 70 Prozent wachsen. Das versetzte das BIH in die Lage, die Sequenzierung kostengünstig zu beschleunigen, wodurch es nun mehr Analysen pro Woche durchführen kann. Durch den zukünftigen Einsatz von für Intel® Architektur optimierten Frameworks wie DeepVariant* und GATK v2* wird das BIH seine Forschungsaktivitäten noch weiter ausbauen können. Die Zusammenarbeit von Intel und Gesundheits- und Biowissenschaften erleichtert die Entwicklung von unmittelbaren Lösungen, die unsere Welt verbessern.

Weitere Informationen

Die folgenden Ressourcen könnten für Sie hilfreich sein:

- Charité (Homepage)
- Berlin Institute of Health (Homepage)
- SARS-CoV-2 receptor ACE 2 and TMPRSS 2 are primarily expressed in bronchial transient secretory cells (Artikel in The EMBO Journal)
- COVID-19 severity correlates with airway epithelium-immune cell interactions identified by single-cell analysis article (Artikel in Nature Biotechnology)
- System Vertrieb Alexander GmbH (Homepage)
- Intel® Select Lösungen für Genomanalyse (Homepage)
- Intel® Select Lösungen für Genomanalyse (Solution Brief)
- Skalierbare Intel® Xeon® Prozessoren der 2. Generation
- Intel® Ethernet-Converged-Network-Adapter X710
- Dell PowerEdge R740xd Rack-Server

Finden Sie die passende Lösung für Ihr Unternehmen. Wenden Sie sich an Ihren Ansprechpartner bei Intel oder besuchen Sie <https://intel.de/healthcare>.



¹ Das BIH erhöhte die Anzahl der Knoten in seinem HPC-Cluster von 40 Knoten auf 68 Knoten (eine Steigerung von 70 Prozent). Laut eigener Beobachtung des BIH skaliert die Anzahl der sequenzierbaren Zellen linear mit der Anzahl der Knoten.

² Siehe Endnote 1.

Alle hierin gemachten Angaben können sich jederzeit ohne besondere Mitteilung ändern. Wenden Sie sich an Ihren Ansprechpartner bei Intel, um die neuesten Produktspezifikationen und Roadmaps zu erhalten.

Die Funktionsmerkmale und Vorteile von Intel® Technologien hängen von der Systemkonfiguration ab und können entsprechend geeignete Hardware, Software oder die Aktivierung von Diensten erfordern. Die Leistung kann je nach Systemkonfiguration unterschiedlich ausfallen. Kein Computersystem bietet absolute Sicherheit. Informieren Sie sich beim Systemhersteller oder Fachhändler oder auf [intel.de](https://www.intel.de).

Copyright © Intel Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Intel, das Intel Logo und Xeon sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften.
*Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. 0720/SB/CAT/PDF Gedruckte Exemplare nach Gebrauch bitte recyceln. 343827-001DE