

Anwendungsentwicklung

MIT NOSQL-SYSTEMEN WIRD BIG DATA BEHERRSCHBAR



Wachsende Datenmengen und innovative Internet-Applikationen stellen neue Anforderungen an die Verarbeitung von unstrukturierten Daten. Die großen Internet-Konzerne arbeiten bereits mit neuen Systemen wie NoSQL-Datenbanken. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick zu Produkten und Technologien.

Es ist paradox: Fallende Hardware-Preise verringern zwar die Kosten für die Datenspeicherung, dennoch müssen Unternehmen unter dem Strich immer mehr IT-Budget für die Verarbeitung ihrer Daten aufwenden. Dies liegt zum einen an dem starken Wachstum, da sich die gespeicherten Datenmengen derzeit etwa alle zwei Jahre verdoppeln. Zum anderen sind Informationen längst zu einem zentralen Produktionsfaktor geworden und entscheiden über die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.

Wie stark der globale Datenbestand tatsächlich steigt, zeigt die aktuelle Studie „Digital Universe“ von IDC: Demnach erzeugen die weltweiten IT-Systeme im Jahr 2011 rund 1,8 Zettabyte (ZB) an Daten. Für diese neue Entwicklung hat sich der Fachbegriff Big Data etabliert. Damit verbunden entstehen neue technologische Herausforderungen: So wird es immer schwieriger, die ständig wachsenden Datenmengen mit Hilfe von relationalen SQL-Datenbanken sinnvoll zu verarbeiten.

Für Internet-Schwergewichte wie Google oder Amazon gehört es zum Tagesgeschäft, selbst größte Datenmengen zu bewegen. Hierzu haben die Entwicklungsabteilungen neue Verfahren erforscht, um die enormen Datenmengen effizient und mit hoher Performance zu verarbeiten. Die Unternehmen setzen meist auf standardisierte Hardware, die auf Servern mit Intel-Architektur und dem Betriebssystem Linux basieren. Darauf laufen nach eigenen Anforderungen entwickelte Lösungen, wie zum Beispiel der von Google verwendete MapReduce-Algorithmus zur schnellen Suche in größten Datenmengen. Google hat dieses Verfahren in ihrer spalten-

orientierten, proprietären Hochleistungsdatenbank BigTable implementiert, die mit dem Google File System auch eine eigene Dateiverwaltung besitzt. Firmen wie Facebook und Amazon entwickelten ebenfalls eigene Datenbanken wie Cassandra und Dynamo, um ihre immer stärker vernetzten und wenig strukturierten Daten verteilt und flexibel verarbeiten zu können.

OLTP und NoSQL im Vergleich

Traditionelle OLTP-Anwendungen (Online Transaction Processing), wie sie zum Beispiel in Banken und Versicherungen verwendet werden, verkraften mehrere Tausend parallele Benutzer und können Daten im Terabyte-Bereich immer noch ausreichend schnell verarbeiten. Die großen Internet-Konzerne müssen dagegen mehrere Millionen parallele Benutzer bedienen und verwalten Daten im Petabyte-Bereich. Waren die typischen OLTP-Anwendungen früher nur an den Arbeitstagen und zu den üblichen Bürozeiten im Betrieb, ist das Internet ganzjährig 24 Stunden am Tag geöffnet. Gleichzeitig sind Daten in Echtzeit auszuwerten und lange Ausfallzeiten, beispielsweise für ein Anwendungs-Update, kann sich heute kein Unternehmen mehr leisten.

Die Strategie vieler IT-Abteilungen: Statt zentrale Server immer weiter aufzurüsten, werden Daten auf vielen kleinen und regional verteilten IT-Systemen gespeichert. Dies entspricht auch dem Gedanken des Internets, nämlich durch verteilte Systeme eine hohe Ausfalltoleranz und Skalierbarkeit zu erreichen.

Verfügbarkeit ist relativ

Die zentralistische Architektur der relationalen Datenbanken stammt noch aus den 70er Jahren. Damals wurde versucht, möglichst effizient mit den knappen und teuren Rechnerressourcen umzugehen. Michael Stonebraker, dessen Ideen zu Datenbanken seit Jahrzehnten in viele Datenbankprodukte eingeflossen sind, hat in seinem vielbeachteten Beitrag „The End of an Architectural Era“ zu einer neuen Systemarchitektur aufgerufen. Das bedeutet aber nicht, dass die bestehenden relationalen Datenbanken über Nacht verschwinden werden, vielmehr ziehen neue Ansätze in die Rechenzentren ein.

Beispielsweise ist bei interaktiven Web-Anwendungen keine absolute Transaktionssicherheit notwendig: Sind Verfügbarkeit und Skalierung vorhanden, reicht bereits eine so genannte schwache Konsistenz. Dieses Vorgehen wird als BASE-Prinzip (Basically Available, Soft-State und Eventual Consistency) bezeichnet und ist im CAP-Theorem zusammengefasst (siehe Abbildung 1). Hierbei sind immer nur zwei der nachfolgend angeführten drei Eigenschaften gleichzeitig zu erreichen:

- **Konsistenz:** Eine Operation wird systemweit immer vollständig oder gar nicht durchgeführt.
- **Verfügbarkeit:** Alle Knoten enthalten alle Daten lokal als Replikate.
- **Partitionstoleranz:** Auch beim Ausfall einer Partition bleibt das System verfügbar.

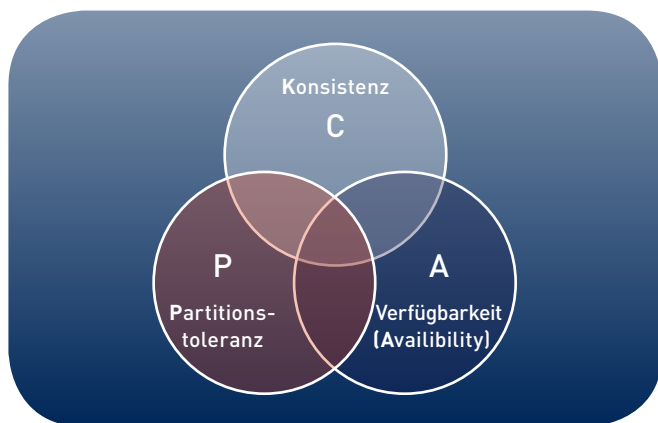


Abb. 1: Das CAP-Theorem besagt, dass es für ein System zum verteilten Rechnen unmöglich ist, gleichzeitig die drei Eigenschaften Konsistenz, Verfügbarkeit und Partitionstoleranz zu garantieren.

Es wächst zusammen, was zusammen gehört

Die historische Entwicklung der Datenverwaltungssysteme zeigt, dass es immer wieder unterschiedliche technologische

Ansätze gab. Den Graben zwischen Objekten und Relationen haben Informatiker durch Persistenz-Frameworks oder objektrelationale Erweiterungen überwunden. Für eine höhere Ausfallsicherheit sorgten Datenbank-Cluster und für Spezialanforderungen existieren auch heute noch exotische Lösungen wie XML-, hierarchische oder dokumentenorientierte Datenbanken.

Durch das Oligopol der vier großen Hersteller Oracle, IBM, SAP und Microsoft bleibt allerdings wenig Platz für echte Datenbankinnovationen. Jedoch haben sich die Anforderungen geändert: Heute sollen Anwendungen flexibel im Netz oder auf mobilen Geräten laufen. Daher müssen Applikationen schneller anpassbar sein und benötigen eine lineare Skalierbarkeit.

Aus dem Web für das Web

Die unter NoSQL (Not only SQL) zusammengefassten Systeme verwenden ganz unterschiedliche Konzepte und Technologien. Allen gemeinsam ist jedoch, dass sie vergleichsweise einfache Speicherformate einsetzen. Dadurch verringert sich der Transformations- und Denormalisierungsaufwand, wodurch eine höhere Performance erzielt wird. Zu der großen Gruppe der Schlüssel-Wert-orientierten Datenbanken zählen Simple DB, Azure Table Storage, Dynamo, BigTable oder Membase. Davon abgeleitet entwickelten sich dokumentenorientierte Systeme wie Riak, MongoDB oder CouchDB. Als Spezialfall gibt es noch spaltenorientierte Datenbanken wie Hbase, Cassandra oder Hypertable und graphorientierte Datenbanken wie Neo4j, GraphDB oder Sones. Die meisten der NoSQL-Lösungen bieten proprietäre APIs und verwenden spezialisierte Abfragesprachen.

CouchDB arbeitet beispielsweise mit REST (Representational State Transfer), einem populären Programmierparadigma für Web-Anwendungen. Andere Produkte verfügen zumindest als Ergänzung über eine JDBC-Datenbankschnittstelle, was die Zusammenarbeit mit bestehenden Systemen erleichtert. Es hat sich gezeigt, dass zum Verarbeiten semi-strukturierter Daten eine andere Abfragesprache als SQL benötigt wird, da diese Daten nicht als Menge, sondern hierarchisch aufgebaut sind. Durch das direkte Arbeiten mit Web-Ressourcen entfällt der zusätzliche und fehleranfällige Abbildungsaufwand.

FarmVille verwendet NoSQL-Datenbanken

Bei diesen neuen Lösungen handelt es sich keineswegs um Forschungsprototypen. Vielmehr sind die Systeme teilweise bereits seit mehreren Jahren produktiv im Einsatz. Gerade die Open-Source-Lösungen erfahren durch die Community eine kontinuierliche Weiterentwicklung. Zu den meisten Produkten gibt es kommerzielle Partner, die sich um einen professio-

nellen Support und die weitere Verbreitung der Anwendungen kümmern.

So haben sich CouchDB- und Membase-Entwickler zum Unternehmen Couchbase zusammengeschlossen. Hinter anderen Produkten, wie der Apache Hadoop-Familie, steht eine breite Unterstützung von Unternehmen unterschiedlichster Art und Motivation wie IBM, Yahoo und Cloudera. Bei Apache Hadoop handelt es sich um einige von den Google-Ideen inspirierte Unterprojekte, wie der ursprünglich von Facebook stammende Datawarehouse-Infrastructure Hive. Die Basis von Hadoop bilden das Hadoop Distributed File System und das MapReduce-Framework. Dieses wird ergänzt um Produkte wie Chukwa zur Echtzeitüberwachung, ZooKeeper zur verteilten Konfiguration, Pig zur Analyse großer Datenmengen mit der HBase-Datenbank, die eine freie Implementierung von Google BigTable ist.

Die von Facebook verwendete Hadoop-Datenbank gehört mit mehreren Petabytes zu den größten der Welt, wobei täglich mehrere Terabytes mit dem Hadoop-MapReduce-Framework durchsucht werden. Auch das CERN setzt CouchDB zum schnellen Speichern und Verarbeiten der viele Daten seines neuen Teilchenbeschleunigers ein. So kehren Web-Datenbanken, wie CouchDB, an den Geburtsort des Internets zurück. Ein anderes prominentes Beispiel ist die durch FarmVille und CityVille bekannte Spielefirma Zynga, die CouchDB für mehrere Millionen Online-Spieler täglich verwendet. Ein anderes Beispiel für einen Offline-Online-Speicher ist der Cloud-Dienst UbuntuONE. Er erlaubt allen Ubuntu-Benutzern, ihre in CouchDB gespeicherten persönlichen Daten ins Netz zu replizieren und so von allen möglichen Endgeräten zugreifbar zu halten.

Dass SQL- und MapReduce-Verarbeitung kein Widerspruch sein muss, zeigt das auf DB2 und Hadoop basierende IBM-Produkt InfoSphere BigInsights. Auch die EMC-Lösung Greenplum, die auf PostgreSQL beruht, verwendet zusätzlich einen MapReduce-Algorithmus. Ebenso bietet Microsoft für seine Cloud-Umgebung Azure sowohl einen Spaltenspeicher als auch eine Umsetzung mit MapReduce.

Bleibt alles anders und offen

Die bereits existierenden NoSQL-Systeme waren von Anfang an als Open Source verfügbar. So konnten noch fehlende Anforderungen hinsichtlich Skalierbarkeit, Betrieb, Integration und Sicherheit schnell ergänzt werden. Inzwischen sind um diese Open Source-basierten NoSQL-Systeme professionelle Unternehmen entstanden, die die Entwicklung nachhaltig voranbringen. Teilweise ist es bereits, wie das Beispiel CouchDB und Membase zeigt, zu einer Konsolidierung gekommen. Es ist davon auszugehen, dass die NoSQL-Ansätze von den etablierten Anbietern wie IBM oder Oracle in ihre Produkte übernommen oder einige professionelle NoSQL-Firmen direkt aufgekauft werden. Die meisten Basisprodukte waren von Anfang an als Open Source verfügbar und ihre technischen Grundlagen sind entweder schon länger bekannt oder wurden

durch neuere Forschungsarbeiten bestätigt. Daher ist hier eine langfristige Investitionssicherheit gegeben. Bisher haben sich Forschung, Open Source und Closed Source in diesem Bereich sehr gut ergänzt.

Fazit

In der ersten Dekade des neuen Jahrtausends ist das Internet mobil und sozial-interaktiv geworden. Neben dem sich daraus ergebenden enormen Datenwachstum stellen sich ganz neue Herausforderungen an die effiziente Datenverarbeitung und dynamisch skalierbaren Anwendungen. Hier können die recht unterschiedlichen NoSQL-Datenbanken punkten und die bestehenden relationalen Datenbanksysteme gut ergänzen. ■



Frank Pientka
Software-Architekt, MATERNA

„Web 2.0-Anwendungen und mobile Geräte stellen ganz neue Anforderungen an die Datenbankspeicherung und -verarbeitung. Deswegen sind Alternativen zu den etablierten relationalen Datenbank-Management-Systemen notwendig.“

INTERESSANTE LINKS

NOSQL-DATABASE.ORG/
DE.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/NoSQL_%28KONZEPT%29
WWW.WIKIPEDIA/DE/WIKI/
DE.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/BIG_DATA