

Catalyst 6500 im Test

Von Gabriele Schrenk und Christoph Kartes

Gestiegene Ansprüche von Unternehmen und Service Providern in Bezug auf Verfügbarkeit, Sicherheit und Konvergenz erfordern leistungsfähige Switches. Das EANTC (European Advanced Networking Test Center) prüfte die Cisco-Switches der Catalyst-6500-Serie, ausgestattet mit Ciscos-Next-Generation-Interface inklusive Supervisor-720-Modul auf diese Eigenschaften.

Cisco Systems hat im Frühjahr 2003 eine neue Generation von Prozessor- und Schnittstellenmodulen für die Catalyst-6500-Switches angekündigt. Im Vordergrund stehen verbesserte Leistungsfähigkeit und Kapazität verbunden mit neuen Dienstmerkmalen, wie zum Beispiel hohe Portdichte bei 10-Gigabit-Ethernet-Modulen (10GE) und IPv6-Routing in Hardware. Diese Erweiterungen sind in der neuen Supervisor Engine 720 implementiert, die eine integrierte Switch-Fabric mit

Gabriele Schrenk ist Vorstandsmitglied der EANTC AG (European Advanced Networking Test Center) und leitet die Bereiche Testing und Consulting



Bild: EANTC

720 GBit/s und Management-Prozessoren in einer Karte verbindet. Damit steht dem Anwender laut Cisco ein Durchsatz von insgesamt bis zu 400 Millionen Paketen pro Sekunde oder 40 GBit/s (80 GBit/s full-duplex) pro Chassis-Einschub zur Verfügung.

Cisco Systems beauftragte das European Advanced Networking Test Center (EANTC) in Berlin, die Leistungsfähigkeit der Catalyst-6500-Switches unabhängig zu überprüfen. Die Geräte waren mit dem neuen Supervisor-720-Modul, Gigabit- (GbE) und 10-Gigabit-Ethernet-Schnittstellen (10 GbE) der dritten Generation ausgerüstet.

Für den GbE-Test wurde ein Catalyst 6513, ausgestattet mit sieben WS-X6724-SFP- und mit fünf WS-X6748-GE-TX-10/100/1000-Karten eingesetzt. Diese Karten waren alle mit der optionalen WS-F6700-DFC3a „Distributed Cisco Express Forwarding (dCEF) daughter card“ ausgestattet. Insgesamt kamen 410-Gigabit-Ethernet-Ports zum Einsatz, sodass der Test derzeit der größte GbE-Performance-

Test ist, der mit einem Single-Chassis durchgeführt wurde.

Bei dem 10-Gigabit-Ethernet-Test kam ein Catalyst 6509 mit acht 10-GbE-Karten (WS-X6704-10GE, mit je 4 Ports) zum Einsatz. Insgesamt standen dabei 32 10-GbE-Ports in einem gemeinsamen Chassis zu Verfügung.

EANTC nutzte Smartbits 6000B Lastgeneratoren von Spirent Communications. Die Tests fanden in Calabasas, Californien (USA) im Spirent Smartlab statt. Die Spirent Smartbits 6000B wurden mit den Catalyst 6509 und 6513 mit jeweils Gigabit- und 10-Gigabit-Ethernet-Schnittstellen verbunden. In diesen beiden Konfigurationen sendeten und empfangen die Smartbits 6000B auf allen Ports unterschiedliche Verkehrsprofile, um das Verhalten der Switches in den verschiedenen Testszenarien zu evaluieren.

Investitionssicherheit und Upgrade

Das erste Testszenario galt der Überprüfung der Upgrade-Möglichkeit, eines

Technische Daten des Catalyst 6500

Das Switching-System Catalyst 6500 von Cisco ist für Unternehmen und Serviceprovider interessant. Folgende Merkmale werden unterstützt:

- CEF- und dCEF-Switching-Technologie (Distributed Cisco Express Forwarding) mit 400 Millionen Paketen pro Sekunde
- Skalierbarkeit in Bezug auf Erweiterung (10-Gigabit-Ethernet)

■ Investitionsschutz durch die Möglichkeit, Karten der ersten, zweiten und dritten Generation einzusetzen

■ Ausfallsicherheit durch redundante Supervisor-Engine, port-/modulübergreifende Channels und redundante Netzteile

■ Umfassende Migrationsmöglichkeiten (von Ethernet auf Fast-Ethernet, 1-Gigabit-Ethernet und 10-Gigabit-Ethernet) (CK)



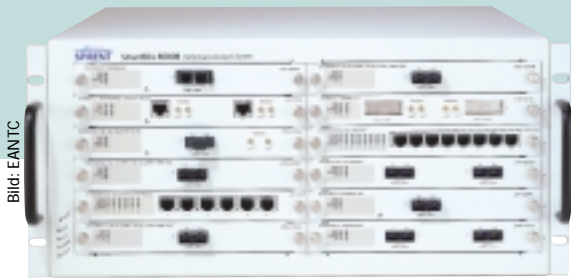
Die Catalyst-6500-Serie von Cisco bietet laut Hersteller hoch verfügbare, sichere und konvergente Netzwerkdienste für Unternehmen und Serviceprovider. Die beiden Testkandidaten sind im Bild links außen und in der Bildmitte zu sehen

bestehenden Catalyst 6500 inklusive Supervisor 2 und 256-GBit/s-Switch-Fabric-Modul. Der Test wurde in vier Stufen aufgeteilt: Zuerst wurde die Any-to-Any-IPv4-Connectivity der bestehenden Konfiguration mit Supervisor 2 getestet. Im zweiten Schritt tauschte EANTC das Supervisor-2-Modul gegen den neuen Supervisor 720. Außerdem wurden Interface-Karten der dritten Generation eingesetzt und die Konnektivität zwischen Karten aller Generationen erneut überprüft. In einer dritten Stufe legten die Prüfer Traffic auf vier 10-GbE-Ports an, um Ciscos Aussage zu bestätigen, dass die Performance von Interface-Karten der dritten Generation nicht von älteren Karten beeinflusst wird. Zuletzt wurde IPv6-Any-to-Any-Layer-3-Forwarding zwischen Karten aller Generationen getestet.

Alle vier Stufen des Tests absolvierten die beiden Catalyst 6500 ohne Probleme. Überraschend war, dass die erste Generation der Interface-Karten (WS-X6248-RJ45) nach dem Upgrade IPv6-Layer-3-Forwarding in Hardware unterstützten. Das ist insofern bemerkenswert, da Cisco diese Karten noch vor der Standardisierung von IPv6 ausgeliefert hat. Auch die Performance der neuen Karten wird durch vorhandene ältere Interface Cards nicht beeinflusst.

Kabelfehler-, Layer-2-410-Port-GbE- und -32-Port-10-GbE-Test

Cisco hat in seinen neuesten 10/100/1000-Interface-Karten das Feature Time Domain Reflectometry (TDR) integriert. Damit ist es möglich, häufig auftretende Fehler in strukturierten Verkabelungen ohne zusätzliche Messgeräte festzustellen. TDR gibt die genaue Entfernung des Fehlers vom Switch-Port an und unterstützt somit die Fehlersuche erheblich. Für die Prüfung nutzte EANTC ein speziell konstruiertes 97-Meter-Kabel mit der Möglichkeit, bei 50 und 95 Meter verschiedene Störungen einzubauen. Im Ergebnis konnten die 10/100/1000-Interface-Karten mit Hilfe von TDR alle Fehler entdecken und auch genau lokalisieren.



Die Tests wurden mit den Ethernet- und IP-Lastgeneratoren Smartbits 6000B von Spirent Communications, ausgestattet mit Gigabit- und 10-Gigabit-Ethernet-Schnittstellen, durchgeführt. Insgesamt stehen pro Chassis zwölf Slots für Module zur Verfügung. Bei Bedarf von weiteren Anschlüssen lassen sich mehrere Smartbits zu einem logischen System zusammenschalten

In der größten bisher durchgeführten Gigabit-Ethernet-Analyse prüften die Tester den Catalyst 6513 (13 Slot-Chassis), ausgestattet mit sieben WS-X6724-SFP (24-Port Fiber GbE) und fünf WS-X6748-GE-TX (48-Port 10/100/1000). Mit den zusätzlichen zwei Fiber-GbE-Ports auf dem Supervisor-720-Modul waren also insgesamt 170 Fiber-Ports und 270-Kabel-Ports im Test. Wegen dieser großen Zahl an Ports setzten die Prüfer mehrere Smartbits von Spirent ein. Die gesendeten Datenströme der Smartbits wurde synchronisiert, damit sie exakt zur gleichen Zeit starteten. Um die bestmögliche Aussage bezüglich der Performance treffen zu können, prüfte EANTC zwei Szenarien. Im Best-Case wurde ein Mix aus Backplane-Traffic und Verkehr zwischen den Ports derselben Karte gesendet, während im Worst-Case der Verkehr über die Backplane zwischen verschiedenen Karten geschickt wurde. Die maximale Weiterleitungsrate in einem normalen Netzwerk liegt irgendwo zwischen diesen beiden Werten, in der Regel aber näher am besten Fall.

Das Ergebnis liegt mit einer Paketgröße von 64 Byte im Best-Case bei 407 Mpps und überschreitet damit sogar knapp die Angaben von Cisco Systems von 400 Mpps. Im schlechtesten Fall behauptete der Catalyst immer noch einen Durchsatz von 356 Millionen Paket pro Sekunde.

Für die 10-GbE-Analyse wurde der Catalyst 6509 mit acht WS-X6704-10GE (4-Port-10GbE-Karten) ausgestattet, wodurch 32 Ports zur Verfügung standen. Zur Er-

Latenzzeit (µs) bei Layer-3-Switching

Karte	WS-X6724-SFP	WS-X6748-GE-TX	WS-X6704-10GE
Beschreibung	24 Ports GbE	48 Ports 10/100/1000	4 Ports 10-GbE
IPv4-Latency	Durchschnitt	12,234	10,743
	Maximal	16,400	11,400
IPv6-Latency	Durchschnitt	12,449	11,076
	Maximal	16,600	12,300

mittlung der maximalen Forwarding-Rate musste der Switch auf Layer 2 innerhalb eines VLANs mit 32 Ports Verkehr weiterleiten. Auch dabei wurde, wie schon in dem 410-Port-GbE-Test beschrieben, einmal der Worst- und einmal der Best-Case ermittelt. Bei einer Paketgröße von 64 Byte schaffte der Catalyst damit einen Durchsatz von 351 beziehungsweise im schlechtesten Fall 316 Mpps.

Forwarding-Rate, Card-Slot-Kapazität und Latency

In einem weiteren Test wurde die Performance der neuen Interface-Karten der dritten Generation in Verbindung mit dem Supervisor 720 geprüft. Dafür schlossen die EANTC-Prüfer alle Ports des Catalyst 6513 und 6509 an Spirents Smartbits an und sendeten IPv4-Datenstreams (60 Sekunden), erzeugt durch Smartflow, an diese Ports. Der Traffic wurde als 64-Byte-Frames gesendet und die erreichte Forwarding-Rate aufgezeichnet.

Das Ergebnis zeigt, dass Cisco Angaben bezüglich der Performance korrekt sind. Beide GbE-Karten (WS-X6724-SFP, WS-X6748-GE-TX) sowie die 10-GbE-Karte WS-X6704-10GE erreichten oder übertrafen die Weiterleitungsraten von 24 beziehungsweise 48 Mpps.

Darüber hinaus hat EANTC die Kapazität der Karten-Slots überprüft, die laut Hersteller bei 40 GBit/s (80Gbit/s full-duplex) liegt. Dafür wurden im GbE-Test zwei WS-X6748-GE-TX benutzt, da nur diese Karte genügend Ports (je 24) besitzt. 40 GbE-Ports wurden an die Smartbits angeschlossen, welche 40-Gbit/s-Verkehr in beide Richtungen sendeten. Die Anwendung Smartflow kam zum Einsatz, um 512-, 1504-, 6012- und 8992-Byte große Pakete zu senden. Die Ergebnisse erreichen die erwartete Kapazität und liegen je nach Paketgröße zwischen 39,6 und 38,6 GBit/s.

Bei 10-GbE kamen zwei WS-X6704-10GE zum Einsatz. Dabei wurden je vier 10-Gigabit-Ethernet-Ports an den Smartbits angeschlossen und ebenfalls bidirektionaler 40-Gbit/s-Traffic generiert. Die Paketgrößen und die anderen Einstellungen sind die gleichen wie beim zuvor beschriebenen GbE-Test. Diese Karten kommen noch näher an die 40 GBit/s heran: Der

Durchsatz liegt je nach Paketgröße zwischen 39.68 und 39.98 MBit/s.

Bei einem weiteren Szenario wurde die maximale und durchschnittliche Latenzzeit für IPv4- und IPv6-Traffic gemessen. Niedrige Latency ist besonders für zeitsensitive Applikationen wichtig, wie zum Beispiel IP-Telefonie oder Video-Conferencing. Eine hohe Latenzzeit kann sich außerdem nachteilig auf die Ende-zu-Ende-Performance auswirken. Für die Analyse wurden 64-Byte-Pakete mit einer Auslastung von 90 Prozent über 120 Sekunden gesendet. So ist beispielsweise die durchschnittliche IPv6-Latency bei GbE etwa 12,5 µs und bei 10 GbE 11,1 µs.

IPv4-, IPv6-Weiterleitung und PIM-Bidir

Eine Untersuchung beschäftigt sich mit der maximalen Forwarding-Rate bei keinem beziehungsweise unerheblichem Verlust von Paketen. Zur Durchführung wurde jeder der 410 (GbE) beziehungsweise 32 (10 GbE) Ports als Subnet konfiguriert. So musste der Catalyst den Verkehr per OSPF (Open Shortest Path First) zwischen Remote-Subnets vermitteln. Spirents Terarouting API simulierte dabei einen Next-hop-Router, der alle Ports bediente und 200 Hosts pro Subnet emulierte. Zum Einsatz kamen Pakete mit einer Größe von 64 Byte, welche für den Switch die größte Last bedeuten und somit eine akkurate Beurteilung der Performance ermöglichen.

Beide Catalyst-Switches (6509 und 6513) erreichten identische Resultate wie im Layer-2-Switching-Test. Im Best-case-Szenario erreichte der Catalyst 6513 einen Durchsatz bei Gigabit-Ethernet von 407,17, der Catalyst 6509 bei 10 GbE einen Durchsatz von 351,26 Mpps.

Bei IPv6 kann der Catalyst 6500 mit Supervisor 720 nach Aussagen von Cisco Traffic hardware-basiert bei einer Paketgröße von 64 Byte mit bis zu 200 Mpps weiterleiten. Die Test-Konfiguration war die gleiche wie bei der IPv4-Forwarding-Prüfung. Nach den Untersuchungen liegt die maximale IPv6-Weiterleitungsrate bei 230 Mpps (GbE) und übertraf Ciscos Aussage. Mit den 10-GbE-Interfaces erreichte der Catalyst 6509 187,5 Mpps. Neben der maximalen Weiterleitungsrate ist diese

Maximum Layer-2-Forwarding-Rate

410-Port-GbE-Test		32-Port-10-GbE-Test	
Best-Case	Worst-Case	Best-Case	Worst-Case
407,19 Mpps	355,97 Mpps	351,26 Mpps	316,67 Mpps

Paketgröße je 64 Byte, Paketverlust je 0 Prozent

auch von Interesse, wenn mehrere Services auf den Ports konfiguriert sind. So wurden beispielsweise Access-Control-Listen mit 10.000 Einträgen auf jedem Interface (ein- und ausgehend) sowie ein 500 Einträge starker QoS-Filter zur Traffic-Klassifizierung hinterlegt. Darüber hinaus war ein Statistikdienst gleichzeitig zu den beiden anderen Services aktiv. Die EANTC-Prüfer führten den Test in mehreren Stufen durch, um sicherzustellen, dass alle Dienste simultan laufen. Dabei stellten sie fest, dass die Performance des Catalysts nicht von den zusätzlichen Services beeinflusst wurde, und die Ergebnisse denen der vorangegangenen Messung ohne Dienste entsprach.

Daneben wurde die Multicast-Skalierbarkeit und die maximale Weiterleitungsrate bei Benutzung des Bidirectional Protocol Independent Multicast (PIM-BiDir) getestet. PIM-BiDir ist ein neues Multicast-Routing-Protokoll und derzeit als IETF-Internet-Draft verfügbar. Dadurch soll ein Vielfaches der PIM-SM s,g mroutes (Sparse Mode) unterstützt werden. Dies beweisen auch die Ergebnisse: Bei einer Paketgröße von 64 Byte erreichte der Catalyst 6500 bei GbE 425.000 vergleichbare PIM-SM s,g mroutes und

EANTC



EANTC bietet unabhängige Testdienstleistungen für Hersteller, Serviceprovider und Unternehmensnetze an. Dies beinhaltet Tests zur Interoperabilität, Konformität und Leistungsfähigkeit im Bereich moderner Netzwerktechnologien sowie Unterstützung in allen Phasen der Netzplanung.
EANTC im Internet: www.eantc.com

eine maximale Weiterleitungsrate von 216 Mpps. Bei 10 GbE waren es vergleichbare 200.000 mroutes und 195 beziehungsweise 32 Mpps bei Paketen von 1024 Bytes.

Fazit

Der Catalyst 6500 ausgestattet mit dem neuen Supervisor-720-Modul und bestückt mit Interface-Karten der dritten Generation erreicht oder übertrifft sogar die Performance-Aussage von Cisco. Der Durchsatz wird laut Test durch zusätzlich aufgesetzte Features nicht beeinflusst. Außerdem besitzt der Switch eine hohe Multicast-Skalierbarkeit. EANTC bestätigt, dass der Catalyst 6500 einer der leistungsfähigsten Ethernet-Switches am Markt ist. (CK)

Testergebnisse der Catalyst-6500-Serie mit 410-GbE- und 32-10-GbE-Ports

⊕ Cisco demonstriert vollen Investitionsschutz für bestehende Kunden, inklusive Support von Interface-Karten der ersten, zweiten und dritten Generation im gleichen Chassis

⊕ Der Catalyst 6500 stellt seine Performance bei IPv4 mit 407 (GbE) beziehungsweise 351 Mpps (10 GbE) unter Beweis

⊕ Kein Performance-Verlust bei Access-Control-Listen bei einer Anzahl von 10.000 Einträgen

⊕ Der Switch schafft einen Durchsatz von 230 (GbE) beziehungsweise 187 Mpps (10 GbE) bei IPv6

Cisco hat speziell für diesen Test eine E-Mail für Fragen eingerichtet: sub720-test-questions@external.cisco.com,

Die ausführlichen Prüfungsberichte mit allen Ergebnissen der Testreihen finden Sie unter www.funkschau.de