



Wie die Großen

Cisco enttäuscht im Test – Auch wenn der Catalyst 2940-8TT-S nur kleine Arbeitsgruppen mit Kommunikationsfunktionalität versorgen soll – er muss seinen Anwendern ganz wie seine großen Brüder intelligente Funktionen, darunter Quality-of-Service, bieten.

Für die Endanwenderumgebung gedacht sind Ciscos LAN-Switches der Catalyst-2940-Familie. Ihre Aufgabe ist es, kleine Arbeitsgruppen, Konferenzräume und ähnliche Umgebungen mit umfassenden Kommunikationsfunktionen zu bedienen. Hierzu sind die kleinen Kommunikationstalente mit acht Fast-Ethernet-Ports sowie einem Gigabit-Ethernet-Uplink ausgestattet. Sie bieten wie ihre großen Brüder auch praktisch alle Funktionen vom Management via SNMP, Ciscos IOS-Software, diversen Sicherheits-Funktionen sowie Hochverfügbarkeit. Dass solche Geräte heutzutage auch für Multiservice-Anwendungen gedacht sind ist eine Selbstverständlichkeit. Damit die kleinen Switches die Anwender auch problemlos mit Daten, Videos- und Telefonanwendungen versorgen können, stattet Cisco die Switches auch mit der entsprechenden Quality-of-Service-Funktionalität aus. Laut Datenblatt beherrschen die kleinen Kommunikationstalente Class-of-Service nach IEEE 802.1p und verarbeiten die Daten nach dem Strict-Priority- oder wahlweise auch nach dem Weighted-Round-Robin-Verfahren.

Diese Priorisierungsverfahren sollen sicher stellen, dass der Switch die kritischen Anwendungsdaten der Echtzeitapplikationen vorrangig behandelt, wenn es im Netzwerk einmal eng wird. Hierzu schickt der Switch die Datenströme in verschiedene Queues, die er dann mit unterschiedlicher Priorität abarbeitet und so beispielsweise sicher stellt, dass eine Videokonferenz nicht durch unkritische Datenüber-

tragungen gestört wird. Verfahren wie Weighted-Round-Robin ermöglichen dem Administrator für verschiedene Anwendungen Mindestbandbreiten zu reservieren. Ist Strict-Priority konfiguriert, dann haben die höher priorisierten Anwendungen jeweils absolute Vorfahrt vor den niedriger priorisierten. Da dieser Mechanismus messtechnisch klar abzubilden und für den störungsfreien Betrieb von essentieller Bedeutung ist, haben wir die Strict-Priority-Funktionalität des Catalyst-2940-8TT-S in unseren Labs an der FH Stralsund näher untersucht.

Die Real-World-Labs-Spezifikation

Wir wollten wissen, wie gut der Catalyst 2940-8TT-S Queuing-Mechanismen beherrscht und ob es mit ihm möglich ist, die gewünschte Policy bis in die Arbeitsgruppe hinein zu realisieren. Um auch diesen Einzeltest wie gewohnt vorab

sauber zu strukturieren, haben wir zur Definition unserer Test-Spezifikation wieder auf unser Modellunternehmen zurückgegriffen.

Unser Modellunternehmen möchte neben den klassischen Datenapplikationen und Voice-over-IP weitere Real-Time-Applikationen in ihr Unternehmensnetz integrieren. Ein geeigneter Vergleichstest im Frühjahr sollte evaluieren, welche Switches für diese Aufgaben auch unter entsprechender Last geeignet sind. Dabei sollten verschiedene CoS-Queuing-Mechanismen, wie Strict-Priority-Queuing, Weighted-Fair-Queuing oder Weighted-Round-Robin, auf ihre Eignung für das geplante Szenario untersucht werden. Ein Einzeltest sollte nun klären, ob Ciscos Catalyst-2940-8TT-S diese Funktionalität auch bis in die Arbeitsgruppen weiter trägt.

Folgende Dienste sollen im LAN unseres Modellunternehmens integriert werden:

- ◆ Videokonferenzen (Video-over-IP, bidirektional, unicast),
- ◆ Videodistribution (Multicast-Betrieb),
- ◆ Voice-over-IP (Call-Center),
- ◆ SAP-Anwendungsdaten sowie
- ◆ übrige Datenanwendungen und Updates.

Um die möglichst absolute Störungsfreiheit der Kommunikations- und Arbeitsprozesse im Unternehmen vom Backbone bis in die Arbeitsgruppen hinein zu garantieren, ist eine vierstufige Daten-Priorisierung sowie eine intelligente Queuing-Policy erforderlich.

Gefordert ist für die Switches neben der Datenpriorisierung ein intelligentes Bandbreitenmanagement, das es ermöglicht, von

STECKBRIEF

Cisco Catalyst 2940-8TT-S

Hersteller: Cisco

Charakteristik: Workgroup-Switch

Web: www.cisco.com

Preis: 620 Euro

Plusminus:

+ Switch für kleine Arbeitsgruppen mit vielen Features

- unter Last nur bedingt für Triple-Play-Anwendungen geeignet

DAS TESTVERFAHREN QUALITY-OF-SERVICE

Als Lastgenerator und Analysator haben wir in unseren Real-World Labs einen »Smartbits 6000B Traffic Generator/Analysor« von Spirent Communications eingesetzt. Das System ist mit der Software »SmartFlow« ausgestattet und mit 24 Fast-Ethernet-Kupfer-Ports bestückt. Alle Ports können softwareseitig als Lastgeneratorausgang und/oder als AnalySATOREINGANG eingesetzt werden. Die Class-of-Service-Eigenschaften des Switches im Test haben wir in verschiedenen Testreihen gemäß RFC 2544 (vgl.: www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt) gemessen. In diesen Tests haben wir die Priorisierung auf Layer-2 nach IEEE 802.1p/Q untersucht. In unserem Test haben wir verschiedene priorisierte Datenströme von vier EingangSPORTS auf einen AusgangSPORT gesendet. Die die Priorisierung festlegenden Bits haben wir im Header der Datenrahmen mit drei Bits nach IEEE 802.1p auf Layer-2 festgelegt. Durch eine gezielte Überlastung des Switches in diesen Tests ist es möglich, das genaue Datenverlustverhalten sowie weitere Testparameter wie Latency oder Jitter zu ermitteln, das Leistungspotential des untersuchten Switches zu analysieren und dessen Eignung für bestimmte Einsatzszenarien zu prüfen.

vorneherein eine Überlastung des Backbones zu vermeiden. Daraus ergaben sich folgende Anforderungen an die Teststellung:

- ◆ Datenpriorisierung nach IEEE 802.1p/Q auf Layer-2 sowie
- ◆ mindestens zwei CoS-Queuing-Mechanismen, wie Strict-Priority-Queuing, Weighted-Fair-Queuing oder Weighted-Round-Robin, die softwareseitig konfiguriert werden können.

Als Testverfahren haben wir Messungen nach RFC 2544 (Many-to-One) festgelegt, die die Parameter Performance, Packet-Loss, Latency und Jitter ermitteln. Analysiert wird dann das unterschiedliche Verhalten des Systems in den verschiedenen CoS-Queuing-Modi.

Der Cisco-Switch im Test

Messtechnisch sind die einzelnen CoS-Queuing-Verfahren zum Teil schlecht auseinander zu halten, da sie unter entsprechenden Lasten zu

einem ähnlichen Verhalten der Systeme führen. Dieser Fakt ist aber auch nicht weiter problematisch, da für einen möglichst störungsfreien Netzbetrieb das konkrete Switching-Verhalten der Systeme und nicht die dahinter stehenden Mechanismen und Theorien entscheidend sind. Konkret haben wir eine Policy isoliert und messtechnisch untersucht. Der Switch im Test sollte eine Strict-Priority-Policy umsetzen. Hier kam es vor allem darauf an, dass die Daten der höchsten Priorität unter allen Umständen weitergeleitet werden sollten.

Aus den Ergebnissen von Performance-Messungen wie den von uns durchgeführten ist gut zu erkennen, ob, und wenn ja, in welchem Bereich, das jeweilige System Schwierigkeiten hat. Arbeitet der so belastete Switch korrekt, muss er in allen Fällen gemäß den »Class-of-Service-Regeln« die niedrig priorisierten Daten zugunsten der höher priorisierten verwerfen. Ein

Datenverlust in der höchsten Priorität dürfte bei allen unseren Strict-Priority-Tests theoretisch nicht vorkommen, nur so würde der jeweilige Switch die fehlerfreie Übertragung der am höchsten priorisierten Echtzeitapplikation, beispielsweise einer Video-Konferenz, garantieren.

Für die Switches sind pro Zeiteinheit um so mehr Header-Informationen auszuwerten, um so kleiner die einzelnen Datenrahmen sind. Ein Switch wird also zuerst Probleme mit 64-Byte-Datenströmen bekommen, wenn er bei der internen Verarbeitungsgeschwindigkeit an seine Grenzen stößt. Bei großen Datenrahmen können je nach Design dagegen schneller Probleme mit dem Speichermanagement beziehungsweise mit der Größe des überhaupt verfügbaren Pufferspeichers entstehen.

Strict-Priority-Switching

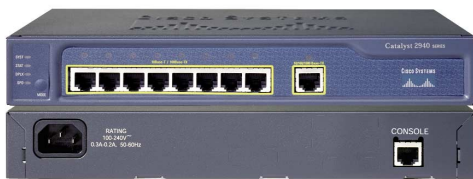
In unserem Test haben wir ausschließlich die Fast-Ethernet-Ports des Cisco-Switch eingesetzt. Um die notwendigen Lasten erzeugen zu können haben wir mit unseren Smartbits auf vier Fast-Ethernet-EingangSPORTS und einen Gigabit-Ethernet-AusgangSPORT adressiert. In diesem Test-Setup beträgt die maximale Überlast am Switch-Ausgang 400 Prozent.

Da wir den Switch systematisch überlastet haben, kam es bei einer maximalen Last von 100 Prozent auf den EingangSPORTS zu einer vierfachen Überlastung der AusgangSPORTS. Dadurch ist es natürlich normal, dass der Switch im Test viele Frames nicht übertragen konnte und somit viele Frames verloren hat. Anhand der Verteilung der einzelnen Prioritäten oder der einzelnen resultierenden Bandbreiten konnten wir dann erkennen, ob und wenn ja wo der Testkandidat Probleme hatte.

In unseren Tests haben wir jeweils mit unseren Smartbits-Lastgeneratoren Datenströme auf die EingangSPORTS gesendet und diese Datenströme auf die AusgangSPORTS adressiert. Hierbei haben wir Datenströme in den vier Layer-2- und Layer-3-Prioritäten – VLAN 7, 5, 3 und 1 nach IEEE 802.1p/Q – erzeugt. Die Eingangslast wird hierbei schrittweise erhöht, so dass die Last an den EingangSPORTS 25, 33, 33, 50 und 100 Prozent betrug, was bei einer vierfachen Überzahl der sendenden Ports einer Last am AusgangSPORT von 100, 133, 200 und 400 Prozent entspricht. Die Datenströme bestanden aus konstant großen Frames von jeweils 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 und 1518 Byte. Alle Messungen haben wir mit Burst-Size 1 durchgeführt. Für die Ergebnisse haben wir die für CoS wichtigen Parameter Frame-Loss, Latency und Jitter ausgewertet. Im

MESSERGEBNISSE DATENVERLUSTE IN PROZENT

| | Last | VLAN 7 | VLAN 5 | VLAN 3 | VLAN 1 | Mittelwert |
|-----------|------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Sollwert | 100% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 64 Byte | 100% | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 128 Byte | 100% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 512 Byte | 100% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1024 Byte | 100% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1518 Byte | 100% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sollwert | 200% | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 50,00 |
| 64 Byte | 200% | 0,00 | 0,00 | 90,48 | 100,00 | 47,38 |
| 128 Byte | 200% | 0,00 | 0,00 | 94,44 | 100,00 | 48,37 |
| 512 Byte | 200% | 0,00 | 0,00 | 98,48 | 99,99 | 49,37 |
| 1024 Byte | 200% | 49,79 | 32,30 | 17,13 | 99,97 | 49,55 |
| 1518 Byte | 200% | 49,85 | 49,88 | 49,88 | 49,84 | 49,61 |
| Sollwert | 400% | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 75,00 |
| 64 Byte | 400% | 0,00 | 95,24 | 100,00 | 100,00 | 73,63 |
| 128 Byte | 400% | 0,00 | 97,22 | 100,00 | 100,00 | 74,12 |
| 512 Byte | 400% | 37,17 | 62,07 | 99,99 | 99,99 | 74,62 |
| 1024 Byte | 400% | 74,90 | 74,71 | 50,00 | 99,99 | 74,71 |
| 1518 Byte | 400% | 74,97 | 74,88 | 74,97 | 74,91 | 74,74 |



Deutliche Probleme zeigte der Cisco-Switch bereits bei der ersten Messung mit den kleinsten, 64 Byte großen Frames.

Mittelpunkt unserer Analysen steht dabei wegen seiner Bedeutung für die Übertragungsqualität das Datenverlustverhalten.

Verhält sich ein Switch anforderungsgerecht, dann verliert er bei 100 Prozent Last am Ausgangsport noch keine Daten. Bei 133 Prozent Last sollte er dann Totalverlust der niedrigsten Priorität erzeugen, die anderen Streams sollten ohne Verluste ankommen. Bei 200 Prozent Last sollte der Switch dann die Daten der beiden niedrigen Prioritäten komplett verlieren und die beiden hohen Prioritäten ungehindert passieren lassen. Bei Vollast ist dann bei einer Last am Ausgangsport von 400 Prozent ein Totalverlust aller Prioritäten mit Ausnahme der höchsten erforderlich, damit die höchste Priorität noch verlustfrei verarbeitet werden kann. Die Daten der höchsten Priorität sollten also in allen Fällen unbeschadet die Systeme passieren.

Deutliche Probleme zeigte der Cisco-Switch bereits bei der ersten Messung mit den kleinsten, 64 Byte großen Frames. Bei einer Eingangslast von 25 Prozent pro Port, die einer Ausgangslast von 100 Prozent und somit noch keine Überlast bedeutet, quittierte der kleine Cisco-Switch vollständig den Dienst. Hier gingen ausnahmslos alle Daten der vier Prioritäten verloren. Dieser Aussetzer war absolut reproduzierbar, er trat bei jeder

Wiederholung der Messung exakt in der gleichen Form wieder auf. Im weiteren Verlauf der Messung erhöhten die Smartbits-Lastgeneratoren die Eingangsleistung und der Cisco-Switch arbeitete wohlgerne ohne Reset oder sonstiges Zutun des Administrators weiter, als wäre nichts geschehen. Stieg die Eingangslast weiter, dann konnten also die Datenströme der höheren Prioritäten wieder ungehindert den Switch passieren. Mit Frame-Größen ab 128 Byte kam der Catalyst-Switch dann von Anfang an besser zurecht.

Massive Probleme konnten wir dann ab einem Frame-Format ab 1024 Byte feststellen. Hier gingen auch in den hohen Prioritäten massiv Daten verloren, obwohl diese Verluste gar nicht nötig gewesen wären. So verlor der Cisco-Switch beispielsweise bei der Messung mit 1024 Byte-Paketen und 200 Prozent Last fast 50 Prozent der Daten der höchsten und über 32 Prozent der zweithöchsten Priorität. Mit den 1518 Byte großen Datenrahmen kam der Catalyst dann noch schlechter zurecht. Ab 200 Prozent Last hat er dann alle Prioritäten gleich behandelt. Von Datenpriorisierung war hier nichts mehr zu sehen. Dieses Verhalten bedeutete dann bei Vollast Datenverluste von rund 75 Prozent in allen Prioritäten.

Fazit

Auch wenn Ciscos Catalyst-2940-8TT-S fast wie seine großen Brüder ausgestattet ist, in unseren Real-World Labs vermochte er nicht zu überzeugen. Zum Teil horrende Datenverluste und ein Versagen der Datenpriorisierung sprechen hier eine klare Sprache. Für den Einsatz in Arbeitsgruppen, die zugleich Daten, Video und Telefonie nutzen möchten, ist der Switch daher nur bedingt geeignet. Daran ändert auch der aktuelle Triple-Play-Hype nichts. Letztendlich merkt man dem kleinen Cisco doch an, dass hier am falschen Ende gespart wurde, um einen kostengünstigen Workgroup-Switch auf den Markt zu bringen. Denn die ganze Funktionalität im Backbone nützt nicht viel, wenn sie nicht in der ausreichenden Qualität auch bis zu den Anwendern hin unterstützt wird.

Prof. Dr. Bernhard G. Stütz,
bs@networkcomputing.de /
dg@networkcomputing.de

ZUM THEMA

Real-Time-Switches-Artikel in der Network Computing

- ◆ **7 Gigabit-Ethernet-Switches,** Intelligenter schalten, in NWC 9-10/05, S.12 ff.
- ◆ **Huawei Quidway S5024G,** Schnell und intelligent im Netz, in NWC Special Networking 2005, S.4 ff.
- ◆ **Gigabit-Ethernet-Switches,** Schnell und intelligent im Netz, in NWC 4/05, S.14 ff.
- ◆ **Gigabit-Ethernet-Switches,** Schnell und intelligent im Netz die Theorie, in NWC 4/05, S.52 ff.
- ◆ **Extreme Networks BlackDiamond 10808,** Der Netzwerkdiamant, in NWC 19/04, S.20 ff.
- ◆ **Gigabit-Ethernet-Switches,** Switch as Switch can, in NWC Special 6/04 Infrastruktur, S.4 ff.