

Vertiefung QoS Messung der QoS (Dienstgüte)

„Das Messen von QoS ist problembehaftet“

Klaus Rebensburg

Messverfahren, Fehlerquellen

*(empfohlene Literatur hierzu: Bernsau/Lohner – Studienarbeit an der Uni München 2002,
Vortrag ist komprimierte Fassung derselben, Version 2006/2007)*

1

QoS + Beispiele

Vorweggenommen & nachgeholt

- QoS Parameter - Klassen
- Ursachen
- Schranken
- Architekturen
- Was, Warum, Wie

Beispiele von Messungen

Einordnung der Verfahren

Verfahren am Beispiel

2

QoS Was+Warum?

Was?

- ITU X.641: QoS:
A set of qualities related to the collective behavior of one or more objects
- Alle Verfahren, die den Datenfluss in LANs und WANs so beeinflussen, dass der Dienst mit einer festgelegten Qualität beim Empfänger ankommt.
- **Technisch:**
Parametrisierung von Protokollen zur Bestimmung des Übertragungsverhaltens für bestimmte Dienste

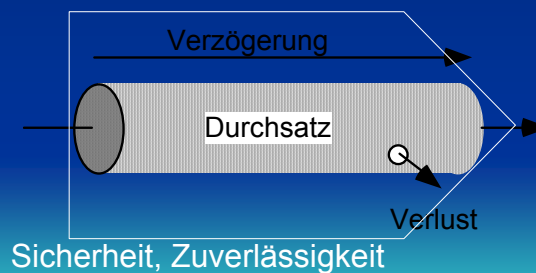
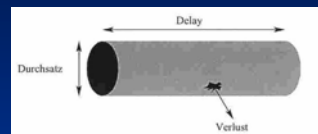
Warum?

- Vorbereitung -> Ressourcen ausreichend? -> Kosten/Nutzen ok?
- Überwachung -> Engpässe? -> anpassende Maßnahmen?
- Kostenabrechnung -> Betrag ok?

3

QoS Parameter in Klassen

- **Delay:** Verzögerung
- **Jitter:** Varianz der Verzögerung
- **Throughput:** Durchsatz
- **Packet Loss:** Paketverlust
- **Sicherheit, Zuverlässigkeit**



4

QoS in Klassen - Ursachen

Delay, Verzögerung

- Fester Anteil: End to End Verzögerung bei der Paketbildung und – Weiterleitung in ms, sec
- Variabler Anteil: Warteschlangenbildung und –bearbeitung in Knoten (Scheduling)

Jitter, Varianz der Verzögerung

- Ursache: Variable Dauer der Pufferung in den Knoten

Loss, Paketverlust

- Verlust Klasse: ignorieren, inditieren, korrigieren
- Verlust Rate, weil Puffer nicht reichen, Verlust/s
- Verlust Größe: maximale Anzahl verlorener Pakete

Throughput, Durchsatz

- Auf Dauer: Maximale Datenrate long term
- Im Durchschnitt Pakete/s bzw. B/s oder b/s
- Spontan: Burst size, Max Transmission Unit MTU (1500 Ethernet, 576 WinSock/SLIP, 48 ATM, 65.536 AAL5)

Security

- Schutz gegen ... Garantie von ... Sicherheit von ...

5

Delay = Verzögerung Größen, Ursachen

- **Ausbreitung:** Verzögerung durch Physik (ca. 5 ms/1000 km)
- **Switching, Processing:** Delay 10-20 μ s pro Paket
- **Scheduling, Queues:** μ s-ms
- **Serialisierungs Delay:**
abhängig von der Übertragungsrate,
bei 2 Mb/s ist sie 6 ms für ein 1.500 Byte Paket

6

Quality of Services – was man weiß, was man wissen sollte

QoS Netzwerk Parameter die 1.

- beeinflussen Abhängigkeiten und sind abhängig von ihnen
- sind bestimmt durch Paketgrößen, Ressourcen zum Link, Netzwerk und Transport
- kann man spezifizieren, berechnen, konfigurieren
- kann man reservieren
- haben Schranken
- kann man klassifizieren, ordnet man in Dienstgüte-Klassen

QoS Netzwerk Parameter die 2.

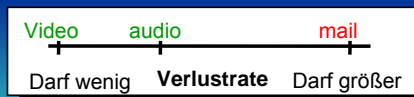
- sind abhängig von lokalen Ressourcen
- sind abhängig von Ressourcen-Verwaltung
- sind abhängig von globalen Netzwerk Ressourcen
- können u.a. durch Voraus-Reservierung gehandhabt werden
- finden sich in einer Management Architektur für Qualität
- gehören in ein skalierbares Ressourcen-Management

Netzwerke müssen unter QoS Aspekten neu gestaltet werden

7

QoS beeinflussen Anwendungen

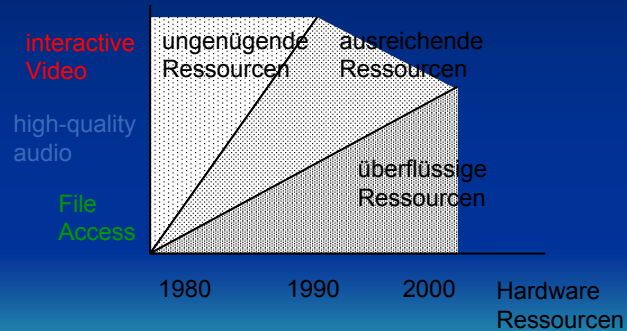
Tolerierbare Netzwerk-QoS Parameter



8

Für QoS braucht man Ressourcen

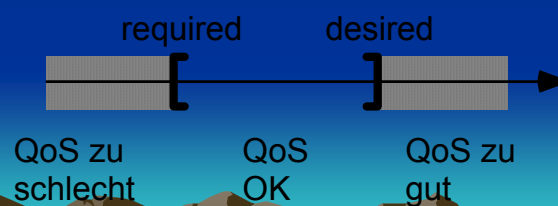
- Ressourcen im Trend



9

Schranken der QoS

- Ein einfacher QoS Wert zu unflexibel
- **Intervall:** erforderlich \leftrightarrow ausreichend
- **Required:** darunter kein Dienst
- **Desired:** darüber Verschwendung



10

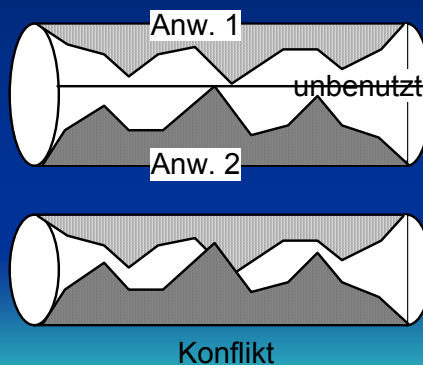
Apropos Paketverlust

| Technologie | Übertragungsgeschwindigkeit | Verworfen Kb/s bei 1% Paketverlust |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|
| T1 | 1.544 Mb/s | 15 Kb/s |
| T3 | 45 Mb/s | 450 Kb/s |
| OC-3 | 155 Mb/s | 1,4 Mb/s |
| OC-12 | 622 Mb/s | 6,2 Mb/s |
| OC-48 | 2.4 Gb/s | 24 Mb/s |
| 10GE | 10 Gb/s | 103 Mb/s |

11

QoS Klassifizierung deterministisch / statistisch

- Zuverlässig versus Ausnutzung



12

QoS für den Datenstrom

- **QoS Spezifikation**
 - Anforderungen der Anwendung
 - Klassifizierung von technischen Parametern
 - Umsetzung von Garantien durch das System
- **QoS Berechnung**
 - Berechnung von Schranken
 - Kombinationen von Parametern
- **QoS Bereitstellung**
 - Reservierung von Ressourcen
 - Queuing, Scheduling, Kontrolle
 - Traffic Shaping
 - Policing
 - Admission Control, Congestion Control, QoS-Routing

13

QoS Dienstklassen

- **best effort** service class
Keine Garantie
- **predictive** service class
Grundlage: Schätzung
anhand des bisherigen Verhaltens
- **guaranteed** service class
Grundlage: deterministisches Modell

14

QoS in Architekturen

Ansätze der Sicherung von QoS Merkmalen

- **Best-Effort IP**, 1981, RFC 791
- **Integrated Services (IntServ)**
RSVP, 1997, RFC 2210, 2211, 2212, 2215
Quelladresse, Zieladresse, Transportprotokoll, Quellport, Zielport
WAS der Sender (Übertragungsrate, MTU) **überträgt** (Tspec)
WAS der Empfänger (Bandbreite, Weg) **benötigt** (Rspec)
WIE die Signalisierung zwischen Sender und Empfänger
über das Netzwerk **verläuft**
- **Differentiated Services (DiffServ)**, 1999,
RFC 2474, 2475, 2597, 2598
Dienstgüten platin, gold, silber, Dienstklassen,
Per-Hop-Behavior Klassifikation, Meter, Markierung(DSCP),
dann Shaping oder verwerfen

15

Problem der Tspecs, Datenflusscharakteristika

- MultiMedia Anwendungen können ihren Bandbreitenbedarf **nicht** im Voraus prognostizieren
(Bildinhalt +Bildfolge bestimmt Übertragungskapazität)
- Zwischenspeicherung zur **Garantie** daher **problematisch**
(Menge Pufferbedarf/Warteschlangenlänge, Verzögerung)

16

QoS Protokolle, Prinzipien Reservierung, Scheduling

- **Reservation Protocols**
 - Bekanntgabe der Anforderung
 - Verhandeln von Ressourcen
- **Resource Reservation**
 - Zusammenstellung der Anforderung
 - Bekanntgabe
- **Ressource Scheduling**
 - Bereitstellung durch die Systeme

17

Realtime Transport Protocol RTP

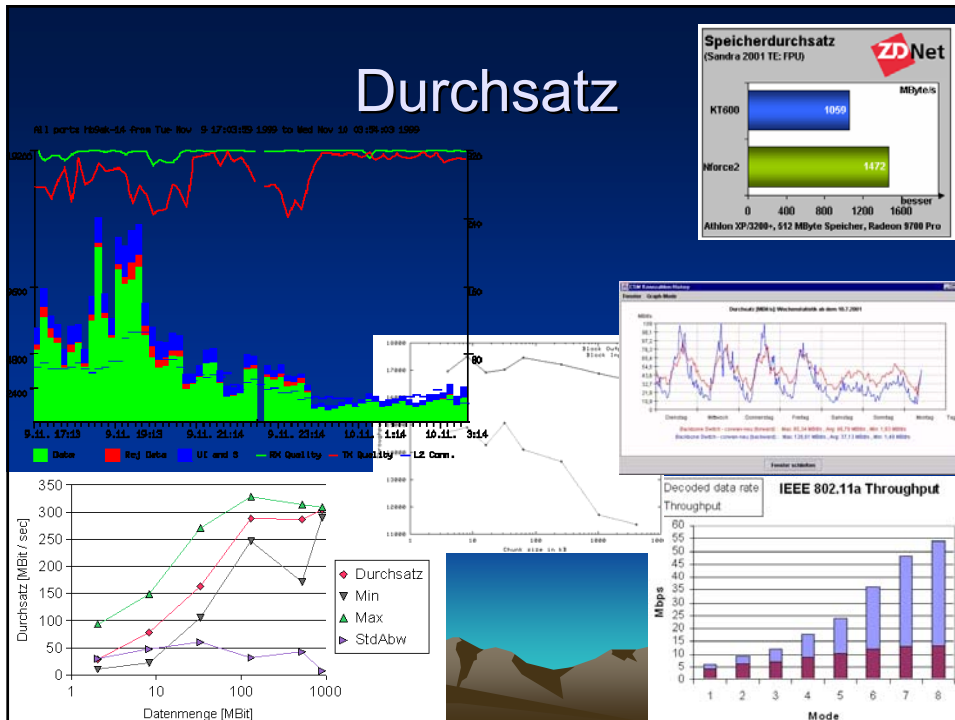
Beispielhafte Eigenschaften:

- Unterstützt von RTP Control Protocol **RTCP**
- Unicast und Multicast
- Garantiert allerdings weder Bandbreite noch maximale Verzögerung
- Bietet Hilfsmittel, um übergeordneten Anwendungen die **Kontrolle** und **Einschätzung der Dienstgüte** zu erlauben
- Bietet **Kennzeichnung** der Nutzdaten und Quellen
- Bietet **Sequenznummern** und **Zeitstempel** an - Datenpakete
- Bietet Kontrolle der Dienstqualität
- Bietet **Übertragung** von Information an die Teilnehmer, **Sender Reports** (Synchronisation, gesendete Bytezahl), **Receiver Reports** (Bytes, Pakete, Sequenznummern, Loss, Jitter)
- Studieren: Gute Grundlage für die Übertragung von Echtzeitdaten!

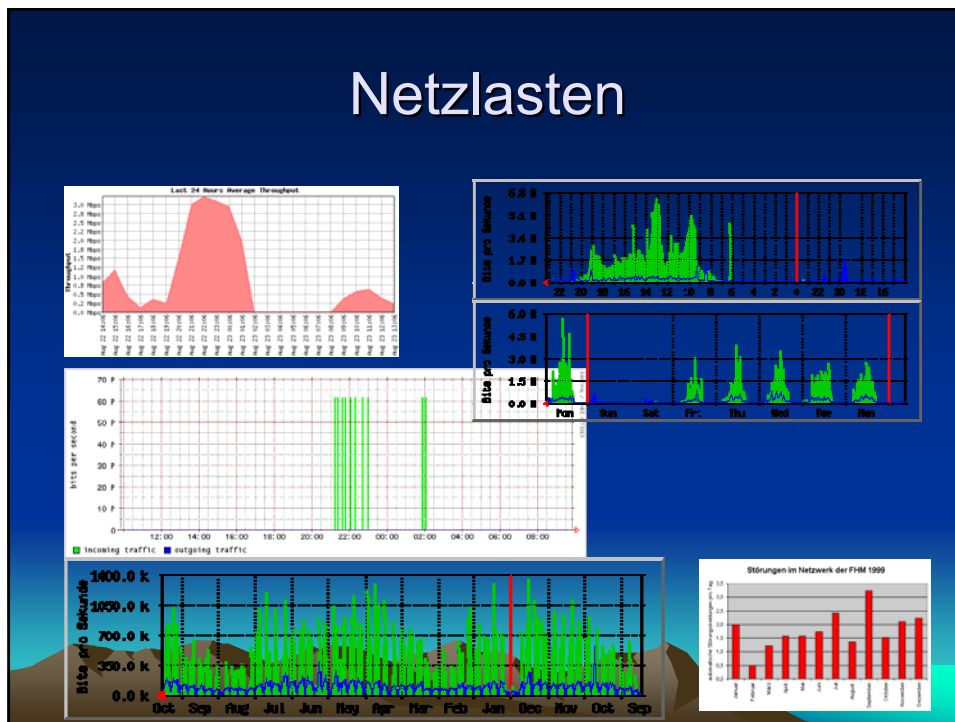
18

Messungen

Wie sehen Ergebnisse von Messungen aus?
 Wie liest man sie?
 Am Beispiel von Durchsatz (Throughput)



Netzlaster



Weiterer Inhalt

- Einordnung von Messverfahren
- QoS Charakteristiken
- Frameworks für Metriken
- Praktische Messverfahren
- Ausblick

Einordnung

Einordnung von Messverfahren

23

Alternativen bei Testverfahren

Wo logisch?

- **Hardwareebene:** Messgeräte, Oszilloskop
- **Softwarebasiert:** OSI 2 bis 7
- **Mensch-Maschine:** Testpersonen, Schalter, Fragebögen

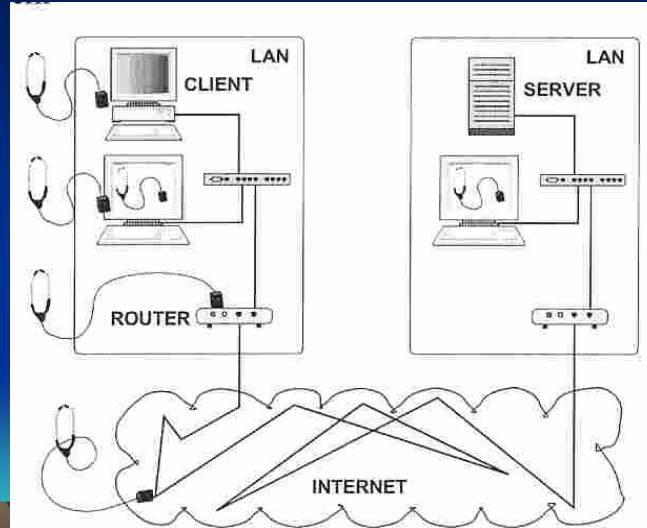
Wo physikalisch?

- Endsystem
- Messmaschine im LAN
- Bordergateway des LANs
- Backbone Router

• BILD

24

Mess Stationen physikalisch im Netz



25

Test auf dem Endsystem vs. Messmaschine

Messung durch Endsystem

- + interessante Quasi-Ergebnisse (E2E)
- keine Lokalisierung der Problemzonen
- + Anwendung kann den Messvorgang unterstützen
- die zusätzlich generierte Last kann Ergebnis negativ beeinflussen
- + Zugang problemlos (Administratorrechte?)

Messmaschine

- + Messmaschine kann unbelastet und vielseitig messen, stört nicht den Ablauf der Anwendungen
- ist eventuell zu optimistisch, weil unbelastet
- keine Lokalisierung von Problemzonen möglich
- + guter Zugang zum Netz, allerdings Kooperation der Netzwerk Admins erforderlich (Monitormodus)

26

Bordergateway vs. Backboneknoten

Messung am Bordergateway

- + Bessere Lokalisierung der Problemzone (innerhalb/außerhalb) des eigenen Netzes
- Echtes Gesamtergebnis ist es nicht
- Keine Unterstützung der Anwendung
- + keine zusätzliche Last auf dem Endsystem
- Bordergateway evtl. beeinträchtigt
- + Erweiterungsmöglichkeit durch Kopplung mit dem Accounting/Management System
- +/- Zugang über Netzwerkadmins

Messung auf den Backbone Knoten

- Kein direktes Gesamtbild mehr
- Unterstützung der Anwendung fehlt
- + Problemzonen genauer lokalisierbar
- + Kopplung mit dem Accounting/Management
- Zugang in der Regel nur eingeschränkt gestattet (+CSM Infrastruktur)

27

Messpunkte Vor/Nachteile

| | Gesamt bild | Lokali- sierung | Anwendungs- unterstützung | Last | Zugang |
|----------------------------|-------------|-----------------|---------------------------|------|--------|
| Endsystem | ++ | - | ++ | - | ++ |
| Separate Station | + | - | - | ++ | + |
| Bordergateway + Accounting | 0 | + | - | 0 | 0 |
| Backbone Router | - | ++ | - | - | - |

28

Wieviele Messpunkte

Mindestens 2 Rechner gehören zur Kommunikation - Messung also 2x?

- **Ein-Punkt Messung** (Round-Trip Delay), allerdings hilft ja der zweite (ICMP Paket)
- Im Prinzip kann also **jeder Rechner** im Internet auch messen
- Bei Paketverlust muss man in die Routerlandschaft zur Untersuchung

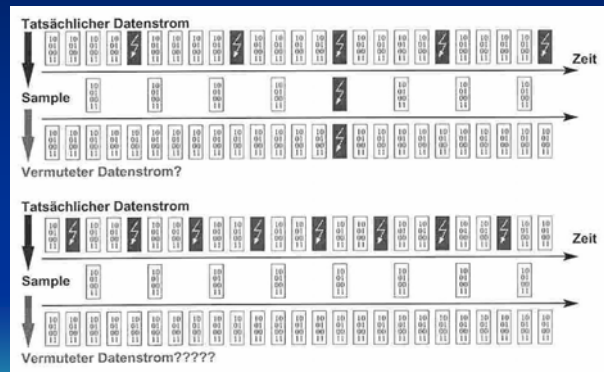
29

Sample Strategie (Auswahlprinzip)

- Welche Menge aufnehmen?
- Stichproben, sonst Überlast, wenn jedes Paket erfasst wird
- Wenn Router auch noch sammelt, Verfälschung durch Netzlast
- Samplestrategie ist ein Auswahlprinzip, - jedes n-te Paket zu messen
 - Problem, weil **periodische** Fehler dann untergehen oder völlig falsche Ergebnisse geben
 - **Poisson Verteilung** der zeitlichen Messpunkte besser

30

Fehlmessungen bei periodischen Strategien



31

Aktive versus passive Messung

Aktive Messung

- **Künstlicher** Datenstrom für Messzwecke erlaubt **intelligenter** Auswertung, da der richtige Datenstrom ja bekannt ist und annotiert werden kann (Sequenznummern)
- Künstlicher Datenstrom muss natürlich ähnlich realen Profilen sein

Fehler vermeiden

- wie das Senden ausschließlich vom **Null Bytes**,
- unbenutzte MTU Fragmentierung
- Unterschiedliche Transportprotokolle (UDP ist anders als TCP)
- Unterschiedliche Szenarien (mit/ohne Retry, Fehlerkorrektur)
- ICMP Pakete sind **nicht** wirklich zum Messen geeignet, ICMP wird von Routern oder Firewalls eingeschränkt
- Traffic mit/ohne **Proxies** vermengen
- HTTP benutzt Proxies, andere Protokolle nicht

32

Fragen: Was muss das Messverfahren können?

Multicast?

- z.B Audio/Video Broadcast oder Streaming – wie?
Messung des Roundtrip Delays bei 1 Mio Teilnehmern?

Integration in Managementlösungen?

- Wie sonst kann man den Einfluss des Messverfahrens auf ein Netzwerk feststellen?

Aggregation und Visualisierung der Messergebnisse?

- Was ist darstellbar – was nicht?
- Was lässt sich visualisieren?
Normierung verfälscht eventuell?!
der View ist „entscheidend“!

33

QoS-Charakteristiken

- OSI
- Delay Messung am Beispiel IP

34

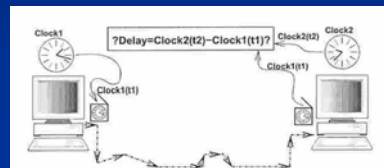
Delay Messung am Beispiel IP

Wichtigster Parameter **Delay**,
typischerweise 10 - 100 ms

- One Way Delay
- Round Trip Delay

One-Way-Delay mit zwei Messpunkten mit synchronisierten Uhren

- Uhrensynchronisation (UTC=GMT) über NTP Network Time Protocol
- Uhrensynchronisation über GPS und andere externe Hardware (GPS oder DCF77)

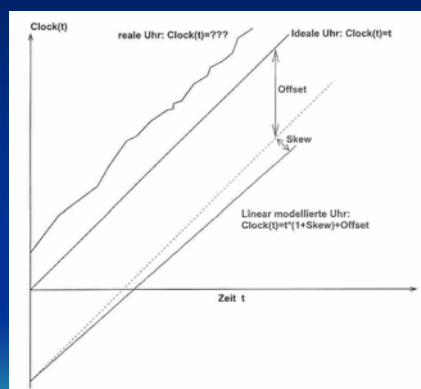


Uhrprobleme: Genauigkeit, Auflösung, Fading (skew)

35

Network Time Protocol NTP

- Einige Rechner haben hochgenaue Hardware zur Synchronisation (Stratum-n Server)
- Kompensation per Software
- Sync ca 100 msec, Gangunterschied typisch bei 10 ms (leider in der Größenordnung der typischen Delays)



Lineares Uhrenmodell

36

Bestimmung Delay-Variation (Jitter)

$$DelayVariation = Delay_A - Delay_B \quad (3.3)$$

$$= (Clock_2(t_{recv,A}) - Clock_1(t_{send,A})) - \quad (3.4)$$

$$- (Clock_2(t_{recv,B}) - Clock_1(t_{send,B})) \quad (3.5)$$

$$= (((1 + S_2) * t_{recv,A} + O_2) - ((1 + S_1) * t_{send,A} + O_1)) - \quad (3.6)$$

$$- (((1 + S_2) * t_{recv,B} + O_2) - ((1 + S_1) * t_{send,B} + O_1)) \quad (3.7)$$

$$= (1 + S_2) * (t_{recv,A} - t_{recv,B}) - (1 + S_1) * (t_{send,A} - t_{send,B}) \quad (3.8)$$

$$(3.9)$$

Gemessene Delay-Variation ist unabhängig von Offsets,
hängt nur noch von Skews ab.

37

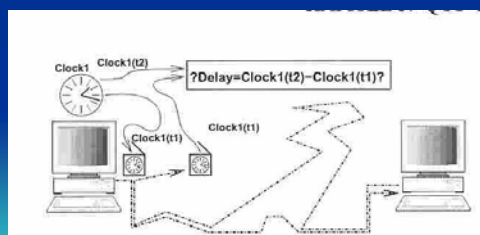
Messung des Round-Trip Delay

$$Delay_{RT,measured} = Clock(t_2) - Clock(t_1) \quad (3.10)$$

$$= (1 + Skew) * t_2 + Offset - (1 + Skew) * t_1 - Offset \quad (3.11)$$

$$= (1 + Skew) * (t_2 - t_1) \quad (3.12)$$

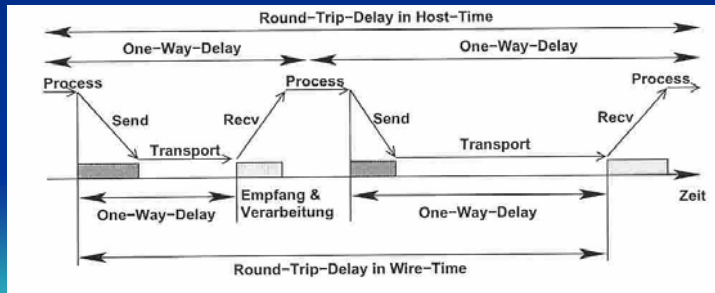
Skew von einer Sekunde
pro Stunde
= 0,3 Promille Messfehler



38

Abschätzung des One-Way-Delay aus dem Round-Trip-Delay

Roundtrip einfach, allerdings ist symmetrische Basis für one-Way oft Irrtum: Hin und Rück unterschiedlich: Routenwahl Internet, Bandbreiten (DSL!), unterschiedliche Last (Download ungleich Upload Daten. Immerhin Fehler nicht größer als 1 Trip. Nicht Paket Anfang/Ende Problematik vergessen.



39

ITU QoS Charakteristiken vollständig

| Characteristics group | Name of characteristic | Name of specialisation |
|--|------------------------|--|
| Time-related characteristics | Date/time | |
| | Time delay | |
| | Lifetime | Remaining lifetime Freshness |
| Coherence characteristics | Temporal coherence | Temporal data production coherence |
| | | Temporal data transmission coherence |
| | | Temporal data consumption coherence |
| | Spatial consistency | Timeless spatial consistency Temporal spatial consistency |
| Capacity-related characteristics | Capacity | Throughput |
| | Throughput | Input user data rate |
| | | User information throughput |
| | | Application information throughput |
| | | Subsystem throughput |
| | Processing capacity | Processing capacity |
| | Operation loading | System throughput |
| Operation loading | | |
| Association loading Subsystem loading | | |
| Integrity-related characteristics | Accuracy | Addressing error |
| | | Delivery error |
| | | Transfer error |
| | | Allowable error |
| | | Resilience |
| | | Transfer integrity |
| | | Establishment error |
| | | Recovery error |
| Release error | | |
| Safety-related characteristics | Safety | |
| Security-related characteristics | Protection | |
| | Access control | |
| | Data protection | |
| | Confidentiality | |
| | Authenticity | |
| Reliability-related characteristics | Availability | Channel availability |
| | | Connection availability |
| | | Processing availability |
| | Reliability | |
| | Fault containment | |
| | Fault tolerance | |
| Maintainability | | |
| Other characteristics | Precedence | |

Frameworks für Metriken

IPPM
RTFM

41

Framework für Metriken

Charakteristiken reichen nicht - **Grundsätzliche Messmethodik erforderlich**

IPPM – IP Performance Metrics Rahmenwerk für Metrikdefinitionen

- Gute theoretische Grundlagen im IP Bereich
- **Keine konkreten Implementierungen** der Messverfahren
- Messungen sollen vergleichbar gemacht werden
- Fokus auf Messungen der **Transportprotokolle des Internets**
- RFC 2330, RFC 2678-2681 und weitere Quellen

RTFM - Realtime Traffic Flow Measurement – passives Verfahren

- Traffic Flows in IP Netzen
- Flow=Auswahl des Gesamtverkehrs (Mac, IP, Port)
- Rule Sets
- RFC 2722, IETF
- Paketfluss erlaubt leichte Berechnung der Verlustrate und Delay
- Implementierung dabei

42

Was ist Rahmenwerk IPPM?

Enthält

- Begriffsdefinitionen Bestandteile
- Kriterien für Metriken
- Konzepte Metriken und Messmethoden
- Messunsicherheiten und –fehler
- Vorgehensweise bei Entwicklung von Messmethoden
- Aspekte der Zeitmessung, Uhrensynchronisation
- Sampling Methoden und deren Auswertungen

Detail

- **Singleton**, Einheit
- Funktionen, wie man aus Werten **Singletons** ermittelt
- Statistische Werte und ihre Ermittlung
- Herauszurechnende systematische Messfehler

43

RTFM Details

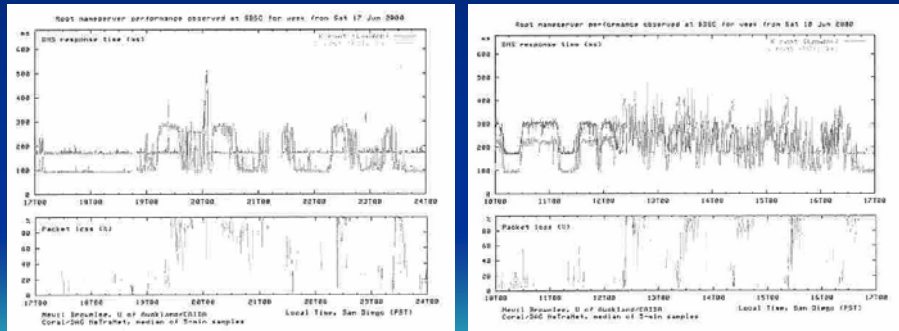
Aus Traffic Accounting (IETF) entwickelt –
nun universelles Modell zur Messung von Traffic Flows

- **Meter** (Messung, Analyse, Filter (Rule Set) -> Flows)
- **Meter Reader** Auswertung -> Usage Data
- Analysis Application
- Manager
(Kontrolle und Konfiguration, Abfrageintervalle des
Austauschs von Daten zwischen Meter und Reader)
- Meter-MIB
(SNMP trägt z.B. Struktur zur Konfiguration und
Übertragung)

44

Beispielimplementierung NeTraMet/NeMaC/nifty

Ziel: **Analyse Antwortverhalten** der Root name server,
Vergleich Semesterferien, Semesteranfang - Flows=DNS Verbindungen
Antwortzeit + Paket Verlustrate bei DNS Anfragen errechnet



45

Praktische Messverfahren für Jedermann

- **Ping** (Roundtrip) und andere ICMP-basierte Verfahren (Response, kein Multicast, Wire-time basiert) – Min, Max, Standardabweichung
- **Traceroute** – Delays zu jedem Hop einer Route, mit TimeToLive Paketen, Tile exceeded Message

46

Praktische Messverfahren

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Dokumente und Einstellungen\Klaus>ping www.bahn.de
Ping www.bahn.de [81.200.192.68] mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 81.200.192.68: Bytes=32 Zeit=88ms TTL=113
Antwort von 81.200.192.68: Bytes=32 Zeit=112ms TTL=113
Antwort von 81.200.192.68: Bytes=32 Zeit=125ms TTL=113
Antwort von 81.200.192.68: Bytes=32 Zeit=109ms TTL=113
Ping-Statistik für 81.200.192.68:
    Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust),
    Ca. Zeitangaben in Millisek.:
        Minimum = 88ms, Maximum = 125ms, Mittelwert = 108ms
```

Ping

- (Packet Internet Groper) oder Geräusch eines Sonars
- Sendet Paket und misst Dauer bis zur Antwort

47

Traceroute (tracert)

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Syntax: tracert [-d] [-h Abschnitt max] [-j Hostliste] [-w Zeitlimit]
        Zielname
Optionen:
    -d            Adressen nicht in Hostnamen auflösen
    -h Abschnitt max  Max. Anzahl an Abschnitten bei Zielsuche
    -j Hostliste    "Loose Source Route" gemäß Hostliste
    -w Zeitlimit    Zeitlimit in Millisekunden für eine Antwort
C:\Dokumente und Einstellungen\Klaus>tracert www.bahn.de
Routenverfolgung zu www.bahn.de [81.200.192.68] über maximal 30 Abschnitte:

 1  66 ms   73 ms   82 ms  130.149.231.194
 2  68 ms   97 ms   92 ms  portier-extern.prz.tu-berlin.de [130.149.231.11]
 3  68 ms   90 ms  106 ms  srr86-EN.gate.TU-Berlin.DE [130.149.235.11]
 4  96 ms   68 ms   95 ms  srr8-EN.gate.TU-Berlin.DE [130.149.8.21]
 5  106 ms  107 ms   90 ms  srr8pos-EN.gate.TU-Berlin.DE [130.149.0.13]
 6  107 ms   73 ms   67 ms  ar-tuberlin1.g-win.dfn.de [188.1.33.65]
 7   69 ms   69 ms   75 ms  cr-berlin-po4-1.g-win.dfn.de [188.1.20.9]
 8  117 ms  110 ms   75 ms  cr-frankfurt1-po13-0.g-win.dfn.de [188.1.18.54]
 9   89 ms   76 ms  101 ms  ir-frankfurt2-po4-0.g-win.dfn.de [188.1.80.46]
10  311 ms  195 ms  231 ms  de-cix2.ffm.plusline.net [80.81.193.132]
11  119 ms  104 ms  117 ms  bahn-pl-m.plusline.net [213.83.21.189]
12  108 ms  117 ms  102 ms  david.bahn.de [81.200.192.194]
13  112 ms  105 ms   92 ms  joachim.bahn.de [81.200.192.131]
14  119 ms  122 ms  122 ms  thomas.bahn.de [81.200.192.174]
15   87 ms  112 ms  105 ms  www.bahn.de [81.200.192.68]

Ablaufverfolgung beendet.
```

48

Weitere Werkzeuge

- **Mtr** (Matts traceroute)
kombiniert ping und traceroute
- **Iperf**
(Aktives Werkzeug auch mit der Möglichkeit,
Testdateien anzugeben) mit TCP und UDP
- **Mgen** und **trpr** (erzeugt Grafiken mit gnuplot)
- Eine Übersicht zahlreicher Messwerkzeuge zum
Selbst-Studium:
<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/internet/tools.html>

49

httperf

Misst Performanz von Webservern

Ergebnisse:

- Gesamtergebnis
- Daten über die TCP-Verbindungen
- Request Daten
- Ergebnisse der empfangenen Replies
- CPU- und Netzdaten
- Auswertung der aufgetretenen Fehler wie z.B. Timeouts

50

Leistungsprofil von Analyzern

- **Network Sniffer**
 - Can capture (and display) packets on both the local machine and remote probes, can parse network packets according to the protocol description contained in external files, which can be modified at run-time by the user ([NetPDL language](#))
 - display packets currently being captured on another (remote) host (even if the remote host is behind a firewall), Supports also sampling. Sampling is available also when capturing from a local interface.
- **End-to-end Reachability Monitor**
 - Can monitor the reachability (through a set of ICMP ECHO, aka PING, packets) of remote host, saving data into a database and making additional statistics.
 - Additionally the user can set some alarm (e.g. "send an e-mail") in case of some event (e.g. "host down").
- **Local Network Host Monitor**
 - Can discover the presence of the active station on your local network and display their MAC, IPv4 and IPv6 addresses, and their canonical name.
 - Can monitor the availability of the stations and signal whether an host is up, is down, and so on. Can detect address spoofing (e.g. when the same IPv4/IPv6 address appears to bind more than one MAC addresses).
 - Additionally the user can set some alarm (e.g. "send an e-mail") in case of some event (e.g. "possible spoofing").
- **Network Sessions Logger**
 - Can monitor the presence of TCP/UDP/ICMP "sessions" over the network, saving a database record for each session detected within a time frame.
- **Network Data Mining**
 - is able to apply Data Mining techniques to the database of the sessions, relevant relationships over the data which may be unexpected and it is able to give an insight e.g. which are the servers, which are the clients,
- **Event Handling**
 - Manages events associated to the other modules and it executes the appropriate actions. The number of events and the actions associated to them are customizable by the user.

51

Und weit abgehoben:

MOS

52

MOS Mean Opinion Score - Anwenderorientierung

Der Anwender ist das Messgerät, **Noten** 1-5, Durchschnitt

- MOS wird angewandt auf **Sprachanwendungen**
- anwendbar für **Web** Anwendungen
- Relation zu Verzögerungszeiten, Bitfehlerraten, Echos, Jitter
- **Ohr** reagiert unterschiedlich:
Klangschwankungen, Sprachunterbrechungen
daher **konstante Verzögerung** erträglicher als **Schwankung**
- **Knackgeräusche**
- **Echos** irritieren den Sprecher durch Spachreflexion

Problem: **Auswahl der Testkandidaten**

53

Fazit des Werkzeugseinsatzes

| | ICM-basiert | iperf | mgen/trpr | RTP-basiert | httperf | MOS |
|--------------------------------------|-------------|-------|-----------|----------------|---------|-----|
| Einordnung | | | | | | |
| OSI/HCI-Schicht | 3/4 | 4 | 4-7 | 4 ² | 7 | >8 |
| Problemlokalisierung | ++ | - | - | - | - | - |
| Aktiv/Passiv | A | A | A+P | P | A | A+P |
| Generischer Traffic realistisch | - | + | + | | ++ | |
| Multicast | - | - | + | + | - | - |
| Graphische Visualisierung | | | | | | |
| Erfassbare QoS-Charakteristik | | | | | | |
| One-Way-Delay | - | - | + | + | - | ? |
| Jitter | + | ++ | ++ | + | - | ? |
| Durchsatz | + | ++ | ++ | - | ++ | |
| Packet Loss | + | - | + | + | - | |

54

Veraleich der voraestellten Werkzeuge

Ausblick

55

Ausblick

- Messen von QoS ist **problembehaftet**
- Mean Opinion Score (MOS) **teuer**
aber immerhin Lösung
- Akustische Verfahren wie bei MPEG
könnten **automatischen MOS** erlauben

56

Müdigkeit ist eher keine Qualität

Danke für die Aufmerksamkeit!

57