



Netzwerke I – Praktische Übungen

Übung 6: Transportschicht, Zuverlässige Datenübertragung

Aufgabe 6.1: Durchsatzmessung mit UDP und TCP (6 Punkte)

Ziel dieser Aufgabe ist es, mit Hilfe zweier von Ihnen entwickelter Programme den über ein Netzwerk erreichten Durchsatz an Nutzdaten (den sogenannten „Goodput“) zu bestimmen. Dabei soll der erzielbare Durchsatz zum einen mit dem Transportprotokoll UDP und zum anderen mit dem Transportprotokoll TCP ermittelt werden.

Gehen Sie hierzu in folgenden Teilschritten vor:

1. Definieren Sie sich ein eigenes, geeignetes Paketformat, welches Ihnen erlaubt, Paketverluste zu erkennen. Als Paketgröße können Sie 1400 Byte nutzen. Warum wäre eine sehr viel geringere Paketgröße ungünstig?
2. Entwickeln Sie ein Server-Programm, welches auf einem UDP-Socket lauscht, Datenpakete über einen längeren Zeitraum empfängt und - wenn für eine längere Zeit keine Pakete empfangen wurden - den Durchsatz in kbit/s ermittelt und ausgibt. *Hinweis zur Implementierung: Informieren Sie sich über die Möglichkeit, der Socket bzw. DatagramSocket Klasse ein Timeout vorzugeben, nach dem ein blockierender Empfangsvorgang abgebrochen wird.*
3. Entwickeln Sie nun ein entsprechendes Client-Programm, welches für einen definierten Zeitraum (z.B. 30s) Datenpakete entsprechend dem von Ihnen in 1. definierten Paketformat per UDP an das Serverprogramm versendet. Um die Senderate variieren zu können, sehen Sie bitte die Möglichkeit vor, innerhalb ihrer Schleife, welche die Pakete versendet, nach jedem N ten Paket eine Verzögerung von k Millisekunden einzufügen. *Hinweis zur Implementierung: Gestalten Sie Ihr Programm so, dass es die **tatsächlich erzielte Senderate** ebenfalls ermittelt und auf der Konsole ausgibt – wie kann es dazu kommen, dass diese nicht der von Ihnen über die Parameter k und N konfigurierten Senderate entspricht?*
4. Erweitern Sie im letzten Schritt Client- und Serverprogramm nun so, dass sie auf einfache Art und Weise von der Übertragung über UDP auf eine TCP basierte Übertragung umschalten können.

Messungen:

- a) Welchen Durchsatz über UDP können Sie bei einem Test auf `localhost` erreichen? Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Senderate und Empfangsrate in einem Diagramm graphisch dar.
- b) Bestimmen Sie die gleichen Parameter wie in a) jetzt für eine Datenverbindung zwischen zwei Rechnern über ein „echtes“ Netzwerk, beispielsweise zwischen zwei Laborrechnern. Welche Änderung beobachten Sie?
- c) Schalten Sie Ihre Messprogramme nun auf eine TCP basierte Übertragung um und messen Sie erneut den Durchsatz. Stellen Sie die Ergebnisse wie in a) graphisch dar. Was beobachten Sie?

Hinweise:

- Denken Sie bitte daran, Ihr experimentelles Setup so zu beschreiben, dass es reproduzierbar ist!
- Führen Sie stets nicht nur eine Messung durch sondern mitteln Sie über eine ausreichend große Anzahl an Messergebnissen. Berechnen Sie Mittelwert und Standardabweichung und geben Sie diese bei jeder Teilaufgabe mit an. Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse sorgfältig.



Aufgabe 6.2: Entwurf eines Protokolls für die zuverlässige Datenübertragung (2 Punkte)

In der Vorlesung haben Sie eine Reihe von Mechanismen kennengelernt, die angewendet werden, um eine zuverlässige Datenübertragung zu gewährleisten:

- Checksumme
- ACKs/NACKs
- Timer
- Sequenznummern

Betrachten Sie jetzt die folgende spezielle Übertragungssituation und entwerfen Sie eine zuverlässiges Datenübertragungsprotokoll dafür, welches der minimalen Anzahl dieser Mechanismen auskommt: Ein Sender und ein Empfänger sind über einen Sender-zu-Empfänger Kanal verbunden, welcher Paketfehler und -verluste verursachen kann. Die Rückrichtung, also der Empfänger-zu-Sender Kanal ist perfekt, d.h. dort treten keine Fehler auf. Die Verzögerung auf jedem der Übertragungskanäle ist kleiner als ein bekannter Wert d .

Entwerfen Sie nun ein Übertragungsprotokoll, welches **nur die Mechanismen verwendet, die unbedingt notwendig** sind um eine zuverlässige Übertragung unter diesen Randbedingungen zu gewährleisten. Ihr Protokoll muss nicht effizient sein aber zuverlässig funktionieren.

- a) Zeichnen Sie die Zustandsautomaten des Senders und des Empfängers.
- b) Geben Sie für jeden der oben aufgezählten Mechanismen an, ob Sie ihn verwendet haben und ggf. warum seine Verwendung in ihrem Protokoll notwendig war/welches Fehlerbild er behebt.

Aufgabe 6.3: Datenübertragung über UDP mit Alternating Bit Protokoll (2 Punkte)

Als eine Variante für die zuverlässige Datenübertragung haben Sie in der Vorlesung das Alternating Bit Protokoll/Send-and-Wait Protokoll kennengelernt. Dieses soll in dieser Aufgabe theoretisch betrachtet werden.

Eine 4 MB Datei wird zwischen zwei Rechnern mittels Alternating Bit Protokoll übertragen. Zwischen dem Quell- und dem Zielrechner haben Sie eine Round-Trip-Time (RTT) von 50ms für ein Datenpaket und das dazugehörige ACK gemessen. Pro SnW Paket werden 1200 Byte an Nutzdaten übertragen.

- a) Gehen Sie zunächst von einer Übertragung über einen zuverlässigen Kanal (keine Bitfehler, keine Paketverluste, kein Reordering) aus. Wie lange brauchen Sie, um die Datei zu übertragen?
- b) Der Kanal verwirft jetzt in der Richtung vom Quell- zum Zielrechner jedes zehnte Paket wegen Überlast. Die Rückrichtung ist nicht von Überlast betroffen. Paketverluste werden über einen Timer mit einer Dauer von 200ms detektiert und führen zu einer Neuübertragung des verlorenen Paketes. Wie lange brauchen Sie nun, um die Datei zu übertragen? (Nehmen Sie vereinfachend an, dass Neuübertragungen/Retransmissions nicht verloren gehen.)
- c) Die Datenrate zwischen Quell- und Zielrechner beträgt 8 Mbit/s. Wie groß ist der Durchsatz, den Sie mit dem Alternating Bit Protokoll erreichen verglichen mit dem maximal möglichen Durchsatz? Wie könnten Sie – unter Beibehaltung der zuverlässigen Datenübertragung – den Durchsatz steigern?

Notwendige Abgaben für dieses Übungsblatt:

- Erfolgreiche Bearbeitung des Online-Tests zu Blatt 5
- Quellcode und Messergebnisse zu Aufgabe 6.1.
- Anmerkung: Protokollentwurf aus Aufgabe 6.2 ist Vorarbeit für Blatt 7, bitte aufbewahren!