

|         |                                                   |         |
|---------|---------------------------------------------------|---------|
| BAI4-RN | Praktikum Rechnernetze – Aufgabe 1                | SLZ/KSS |
| SoSe 19 | Entwicklung eines einfachen Client/Server-Systems |         |

## Aufgabe 1a:

### Programmierung eines einfachen Client/Server-Systems

Es ist eine einfache Client-/Serveranwendung für das TCP-Transportprotokoll zu implementieren. Die Realisierung kann in Java oder Python, (aber auch in C oder C++) erfolgen. Auf eine GUI sollte aus Zeitgründen verzichtet werden, es genügt eine einfache Bedienung über die Kommandozeile mit geeigneten Parametern und dann während der Laufzeit die Eingabe über STDIN. Mit dem Programm SOCAT (siehe Hinweise Seiten zu Netzwerkwerkzeugen von Herr Schulz, wo viele wichtige Dinge erklärt werden) kann man eine Komponente zur Zeit gut testen!

Die Eingabe von Parametern beim Start kann bei geschickter Wahl der Initialisierungswerte evtl. ganz entfallen.

#### Funktion des Clients:

Der Client wird unter Angabe der Adresse (IP bzw. Rechnername) des Servers, der die Anfragen beantworten soll, sowie des TCP-Ports, auf dem der Server-Prozess auf Anfragen wartet, gestartet.

Der Client nimmt nach erfolgreichem Aufbau einer TCP-Verbindung zum angegebenen TCP-Port auf dem angegebenen Server interaktiv vom Benutzer eine beliebige Zeichenkette mit definierter maximaler Länge entgegen. In dieser Zeichenkette steht zunächst ein Kommando, das bestimmt, was der Server-Prozess ausführen soll (siehe dazu die Tabelle der Kommandos auf der folgenden Seite).

Alle Antworten des Servers – Ergebnisse bzw. Fehlermeldungen – sowie Fehlermeldungen des Betriebssystems – z. B. bei Verbindungsfehlern – sind vom Client ohne weitere Veränderungen auszugeben.

#### Funktion des Servers:

Der Server-Prozess, der die Anfragen beantworten soll, wird gestartet und wartet auf einem beim Aufruf definierten TCP-Port auf Verbindungen von beliebigen Clients. Beim Aufruf wird auch ein Passwort übergeben, dass zur Prüfung von kritischen Kommandos der Clients genutzt werden kann. Der Server soll von mehreren Clients gleichzeitig genutzt werden können.

Der Server nimmt nach erfolgreichem Aufbau einer TCP-Verbindung von dem jeweiligen Client beliebige Zeichenketten bis zu der definierten maximalen Länge und definiertem Ende-Zeichen an. Innerhalb der Zeichenkette wird am Beginn nach dem Schlüsselwort eines unterstützten Kommandos gesucht und dieses dann auf den Rest der Zeichenkette angewendet. Abhängig von dem Kommando wird evtl. auch ein Passwort übergeben, dass dann mit dem beim Aufruf vorgegebenen Passwort verglichen werden muss.

|         |                                                   |         |
|---------|---------------------------------------------------|---------|
| BAI4-RN | Praktikum Rechnernetze – Aufgabe 1                | SLZ/KSS |
| SoSe 19 | Entwicklung eines einfachen Client/Server-Systems |         |

Der Server-Prozess sendet einen Status über die erfolgreiche Ausführung eines Kommandos mit entsprechender Ausgabe oder eine Fehlermeldung mit Details zum aufgetretenen Fehler an den Client zurück.

### Protokollspezifikation:

Jede der Nachrichten von Client bzw. Server ist in UTF-8-Codierung als Bytefolge zu senden, die mit Newline (\n bzw. ASCII #10) abgeschlossen ist. Jede Nachricht darf einschließlich des abschließenden Newline-Zeichens, das nicht weiter verarbeitet wird, maximal 255 Bytes lang sein.

Jede Nachricht eines Clients beginnt mit einem Kommando spezifiziert durch das zugeordnete Schlüsselwort (anzugeben in GROSSBUCHSTABEN gemäß folgender Tabelle). Wenn dem Kommando weitere Parameter mitgegeben werden können, muss nach dem Kommando ein Leerzeichen als Trenner folgen.

| Kommando                                        | Schlüsselwort    | Parameter  | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Umwandeln einer Zeichenkette in Kleinbuchstaben | <b>LOWERCASE</b> | <string>   | Andere Zeichen als Buchstaben bleiben unverändert.<br>Leerer <string> ist nicht erlaubt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Umwandeln einer Zeichenkette in Großbuchstaben  | <b>UPPERCASE</b> | <string>   | Andere Zeichen als Buchstaben bleiben unverändert.<br>Leerer <string> ist nicht erlaubt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Umkehrung der Zeichenkette „abc“ → „cba“        | <b>REVERSE</b>   | <string>   | Leerer <string> ist nicht erlaubt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sitzungsende                                    | <b>BYE</b>       | –          | Es wird nur das Schlüsselwort übergeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sitzungsende und Herunterfahren des Servers     | <b>SHUTDOWN</b>  | <password> | Der Zeichensatz für das Passwort ist nicht eingeschränkt.<br>Leeres <password> ist nicht erlaubt!<br>Wenn das Passwort übereinstimmt, wird bzgl. des Clients verfahren, als wenn „BYE“ übermittelt worden wäre.<br>Es werden keine neuen Verbindungen mehr angenommen. Sobald der Server keine weiteren aktiven Verbindungen (aktiv bedeutet, das innerhalb der letzten 30 Sekunden ein Kommando übergeben wurde) zu anderen Clients mehr geöffnet hat, beendet sich der Server-Prozess selbst und gibt alle Ressourcen incl. des TCP-Ports frei. |

Jede Nachricht des Servers beginnt mit einem der beiden Schlüsselwörter „OK“ bzw. „ERROR“ gefolgt von einem Leerzeichen als Trenner und weiteren Zeichenketten gemäß folgender Tabelle:

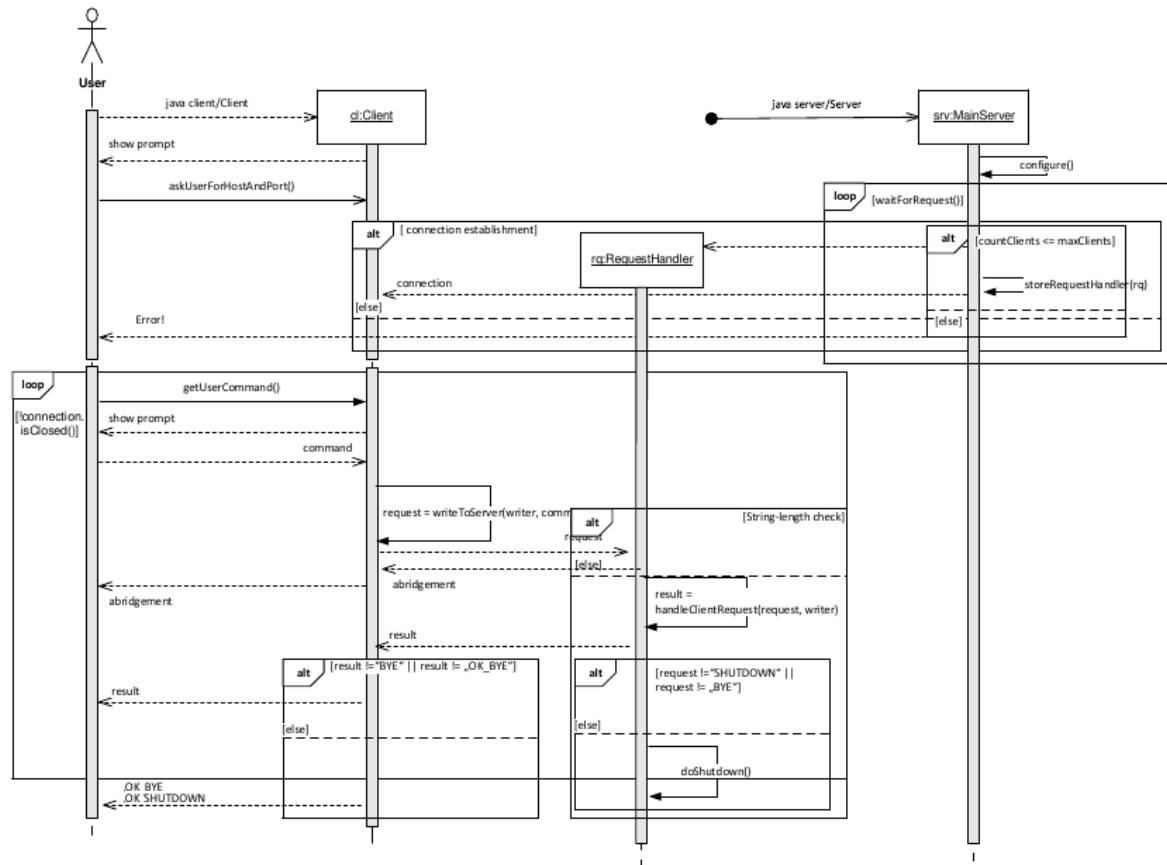
|         |                                                   |         |
|---------|---------------------------------------------------|---------|
| BAI4-RN | Praktikum Rechnernetze – Aufgabe 1                | SLZ/KSS |
| SoSe 19 | Entwicklung eines einfachen Client/Server-Systems |         |

| Schlüsselwort<br>Client | Ausgabe Server ohne Fehler                | Ausgabe Server bei Fehler        |
|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>LOWERCASE</b>        | <b>OK &lt;string after processing&gt;</b> | <b>ERROR &lt;explanation&gt;</b> |
| <b>UPPERCASE</b>        | <b>OK &lt;string after processing&gt;</b> | <b>ERROR &lt;explanation&gt;</b> |
| <b>REVERSE</b>          | <b>OK &lt;string after processing&gt;</b> | <b>ERROR &lt;explanation&gt;</b> |
| <b>BYE</b>              | <b>OK BYE</b>                             | <b>ERROR &lt;explanation&gt;</b> |
| <b>SHUTDOWN</b>         | <b>OK SHUTDOWN</b>                        | <b>ERROR &lt;explanation&gt;</b> |

Im Fehlerfall („ERROR“) muss die Zeichenkette **<explanation>** innerhalb der zur Verfügung stehenden Länge kurz den Grund für den Fehler als Freitext beschreiben, z. B. „ERROR STRING TOO LONG“.

Wird kein gültiges Schlüsselwort erkannt, muss dies mit der Fehlermeldung „ERROR UNKNOWN COMMAND“ vom Server an den Client bekannt gegeben werden. Wird zwar ein gültiges Schlüsselwort erkannt, genügt aber die verbleibende Zeichenkette nicht dem Protokoll, muss dies mit der Fehlermeldung „ERROR SYNTAX ERROR <further explanation>“ näher detailliert werden.

Das folgende Sequenzdiagramm zeigt das Protokoll noch einmal im Gesamtzusammenhang:



|         |                                                   |         |
|---------|---------------------------------------------------|---------|
| BAI4-RN | Praktikum Rechnernetze – Aufgabe 1                | SLZ/KSS |
| SoSe 19 | Entwicklung eines einfachen Client/Server-Systems |         |

## Vorgaben für die Implementierung:

Besonderer Wert muss bei allen Netzwerk-Anwendungen auf die Stabilität und Fehlertoleranz des Servers gelegt werden. Fehlt diese, kann es keine verlässliche Funktion des Gesamtsystems geben.

Insbesondere muss der Server mit – beabsichtigtem aber auch unbeabsichtigtem – Fehlverhalten der Clients bzw. Problemen im Netzwerk umgehen. Hierzu gehören Verbindungsabbrüche genauso dazu wie Protokollfehler oder Überlast durch zu viele Clients.

Im Einzelnen bedeutet dies für Sie:

- **MAX\_CLIENTS ::= 3**

Es muss eine maximale Anzahl von Clients, die gleichzeitig unterstützt werden können, definiert werden. Der gewählte Wert von drei erlaubt ein einfaches Testen und muss natürlich in der Praxis anders definiert werden.

- **Protokollkonformität:**

Alle Nachrichten müssen komplett geprüft werden (maximale Länge, Zeichensatz, Trennzeichen, Newline-Zeichen am Ende, bekanntes Kommando), bevor diese ausgeführt werden. Nachrichten, die nicht protokollkonform sind, werden durch eine entsprechende Fehlermeldung und der Detaillierung des ersten gefundenen Fehlers quittiert.

Fehlt das Newline-Zeichen als letztes Zeichen einer Nachricht, ist die komplette Nachricht zu verwerfen. Ebenso wenn in einer Nachricht mehrere Newline-Zeichen vorkommen, obwohl die maximale Länge noch nicht erreicht ist.

- **Afangen von Exceptions:**

Die Prozesse müssen jederzeit mit „unerwarteten“ Ereignissen zurecht kommen und diese entweder durch eine geeignete Fehlermeldung dem Benutzer am Bildschirm zur Kenntnis bringen oder eine sinnvolle weitere Funktion sicherstellen. Keinesfalls darf ein Prozess sich aufgrund eines nicht abgefangenen Fehlers vorzeitig beenden.

Für die Abnahme während des Praktikums müssen Sie nachweisen, dass:

- a) Ihr Server gleichzeitig eine maximale Anzahl von drei Clients bedienen kann
- b) Ihr Server bei der erreichten maximalen Anzahl von Clients weitere Clients nicht bedient
- c) Ihr Server alle Kommandos einwandfrei erkennt und bearbeiten kann, und es hierbei auch bei Umlauten zu keinen Problemen kommt (Achtung: UTF-8 Codierung ist durchgehend nötig)
- d) Ihr Server nicht protokollkonforme Nachrichten erkennt und mit

|         |                                                   |         |
|---------|---------------------------------------------------|---------|
| BAI4-RN | Praktikum Rechnernetze – Aufgabe 1                | SLZ/KSS |
| SoSe 19 | Entwicklung eines einfachen Client/Server-Systems |         |

einem Fehler quittiert

- e) Ihr Server den Shutdown nur bei korrektem Passwort durchführt
- f) Ihr Server trotz des Shutdown-Befehls andere verbundene Clients weiterhin bedient, bis auch diese länger als 30 Sekunden keine Nachrichten mehr geschickt haben
- g) Ihr Server bei erteiltem Shutdown-Befehl keine neuen Verbindungen zu weiteren Clients mehr akzeptiert

Wenn Sie sich auf die Abnahme vorbereiten, müssen Sie die obigen Tests selbst durchgeführt haben. Das heißt keine Abnahme ohne die Erklärung, dass Sie sich selbst überzeugt haben, dass die Programme machen, was sie machen sollen!

### Aufgabe 1b: Analyse von Netzwerkverkehr

Zeichnen Sie eine Verbindung zwischen Ihrem Client und Ihrem TCP-Server auf, wobei Sie die Einstellungen so treffen, dass keine anderen Endgeräten zugeordnete Verbindungen oder Pakete aufgezeichnet werden. Übergeben Sie zwei oder drei Kommandos mit nicht zu langen Zeichenketten an den Server bevor Sie die Verbindung wieder mit dem Kommando BYE beenden. Der Server bleibt aktiv, es werden keine weiteren Verbindungen aufgebaut.

Verwenden Sie dazu einen Netzwerksniffer, wie dieser auf den Hinweise Seiten zu Netzwerkwerkzeugen erklärt wird. Analysieren Sie das Anwendungsprotokoll und untersuchen Sie den der Verbindung zugeordneten TCP-Strom mit den Mitteln des Werkzeugs. Machen Sie sich damit vertraut, wie Protokolldaten – insbesondere Header – angezeigt werden und wie Nutzdaten inspiert werden können.

In Nachbereitung des Praktikums dokumentieren Sie bitte kurz schriftlich die Abfolge der Verbindung, wobei Sie den Aufbau und den Abbau der TCP-Verbindung sowie die Übergabe der Kommandos und die entsprechenden Antworten während der aufgebauten TCP-Verbindung hervorheben und kennzeichnen.

Die Dokumentation muss als Text- oder Officedatei erstellt werden und vollständig zu Beginn des nächsten Praktikums einseitig ausgedruckt vorgelegt werden.

Anzugeben sind die Namen aller der Gruppe zugeordneten Personen auf allen Seiten des Ausdruckes.