

Hauptdiplomklausur Informatik

März 1999: Rechnernetze

Name: Vorname:

Matrikel-Nr.: Semester: Fach:

Hinweise:

- (a) Bitte füllen Sie sofort den Kopf des Deckblatts aus.
- (b) Überprüfen Sie Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit (**20** Seiten).
- (c) Tragen Sie Ihre Lösungen soweit möglich direkt in die Klausur ein.
- (d) Als Hilfsmittel sind nur nicht-programmierbare Taschenrechner zugelassen.
- (e) Zeit: 100 Minuten

Aufgabe	max. Punktezahl	Punkte
1	16	
2	23	
3	18	
4	26	
5	17	
Gesamt	100	

Aufgabe 1 (16 Punkte): Bitübertragungsschicht

Zur digitalen Übertragung analoger Sprachsignale werden im Fernsprechnetz in aller Regel PCM-Systeme verwendet.

(a) [2 Punkte] Welche Vorteile hat die digitale gegenüber der analogen Übertragung von Sprachsignalen?

(b) [5 Punkte] Die digitale Übertragung analoger Sprachsignale setzt eine Digitalisierung voraus. Zur Digitalisierung sind die Schritte Abtastung, Quantisierung und Codierung erforderlich. Erklären Sie die drei Begriffe und grenzen Sie sie voneinander ab! Was versteht man unter dem Quantisierungsfehler?

(c) [1,5 Punkte] Was versteht man unter dem Abtasttheorem von Shannon und Raabe?

(d) [5 Punkte] Erklären Sie die Funktionsweise des PCM-Verfahrens? Erklären Sie insbesondere auch das Zustandekommen der Bitrate von 64 kbit/s für einen Fernsprechkanal!

(e) [1 Punkt] Welche Nachteile hat das PCM–Verfahren?

(f) [1,5 Punkte] Was versteht man unter Delta–Modulation? Welche Vorteile hat sie gegenüber dem klassischen PCM–Verfahren?

Aufgabe 2 (23 Punkte): Sicherungsschicht

(a) [13 Punkte] Gegeben sei ein Alphabet M , welches alle Zahlen enthält, die mit n Bits dargestellt werden können $M = \{0, 1, \dots, 2^n\}$.

Beschreiben Sie ein Verfahren, mit dessen Hilfe sich aus M ein neuer Code M' mit einem Hamming-Abstand von 3 erzeugen läßt und geben Sie eine Abbildung in Pseudocode an, die für jedes Zeichen c in M ein Zeichen c' des neuen Codes M' angibt! Die Checkbits sollen gerade Parität haben.

- (b) [10 Punkte] Cyclic Redundancy Codes. Ein Datenrahmen $M(x)$ sei mit dem CRC Polynom $G(x)$ codiert worden, um den Rahmen gegen Bitfehler zu schützen. Der Empfänger erhält als Ergebnis das Polynom $T(x)$. Wurde der Rahmen korrekt übertragen? Falls der Rahmen nicht korrekt übertragen worden ist: Berechnen sie das korrekte Polynom $T(x)$. Konnte der Empfänger einen Übertragungsfehler erkennen? Falls der Empfänger keinen Übertragungsfehler erkennen konnte, erklären Sie, warum dieser den Fehler nicht erkennen konnte!

$$M(x) = 11010110$$

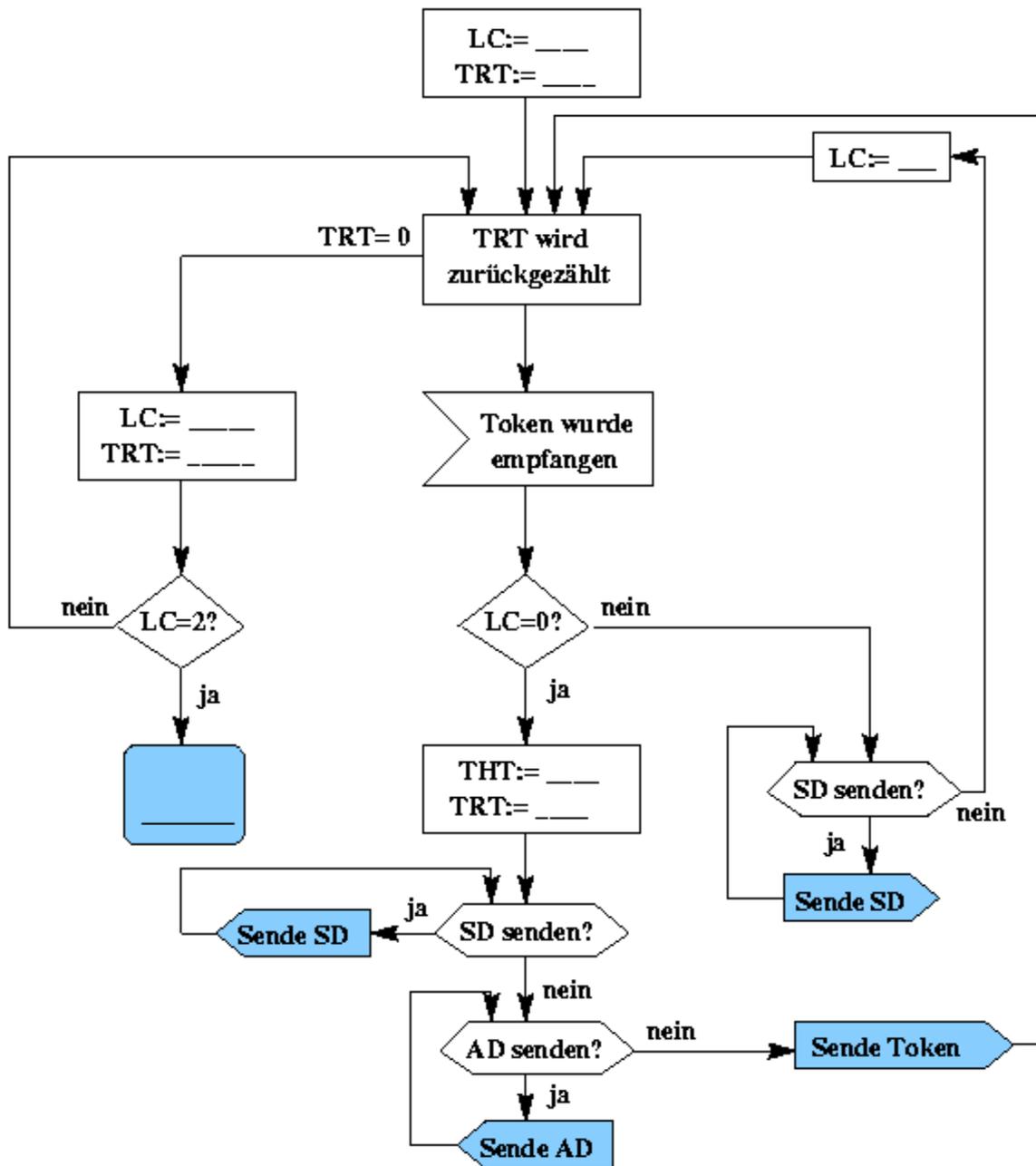
$$G(x) = 1011$$

$$T(x) = 11010111100$$

Aufgabe 3 (18 Punkte): Local Area Networks/FDDI

- (a) [9 Punkte] Die MAC Teilschicht von FDDI unterstützt einen synchronen und einen asynchronen Übertragungsmodus. Erklären Sie das Zusammenspiel zwischen synchroner und asynchroner Übertragung! Gehen Sie dabei insbesondere auf die Begriffe, Token Holding Time, Token Rotation Time, Target Token Rotation Time und Late Counter ein!

(b) [5 Punkte] Das FDDI Medienzugriffsverfahren für den synchronen und asynchronen Frame Verkehr kann als erweiterter endlicher Automat dargestellt werden. Nachfolgende unvollständige Abbildung zeigt (vereinfacht) die Zustandsübergänge eines solchen Automaten in SDL. Vervollständigen Sie den Automaten, indem Sie die leeren Kästchen ausfüllen!



- (c) [4 Punkte] Gegeben sei eine Station eines FDDI-Ringes mit der Target Token Rotation Time $TTRT$. Zu dem Zeitpunkt, an dem sie das Token erhält, hat der Token Rotation Time Counter der Station den Wert TRT (wird zurückgezählt). Die Station möchte SA Zeiteinheiten synchrone Daten und AA Zeiteinheiten asynchrone Daten verschicken. Der Late Counter LC der Station hat den Wert Null. Können die anliegenden Daten direkt in einer Phase verschickt werden? Wenn dies nicht der Fall ist, wie lange darf die Station maximal synchron und asynchron senden?

$TTRT = 100\text{ms}$

$TRT = 20\text{ms}$

$SA = 30\text{ms}$

$AA = 40\text{ms}$

$LC = 0$

Aufgabe 4 (26 Punkte): Routing

Eine Möglichkeit Nachrichten an eine Gruppe von Personen zu übermitteln, ist die klassische Telefonkette. Jedes Mitglied der Gruppe kennt dabei genau *ein* weiteres Mitglied, an das eintreffende Nachrichten weiterzuleiten sind. (Nehmen Sie an, daß für alle Gruppenmitglieder dabei dieselben Gesprächsgebühren anfallen.)

- (a) [3 Punkte] Beschreiben Sie kurz die Eigenschaften dieses Szenarios im Hinblick auf zeitliche Verzögerung, der Telefonkosten und der Fehlerwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Gruppengröße. Ist dieses Verfahren für große Gruppen geeignet?

Ein verbessertes Verfahren des Nachrichtenaustauschs könnte wie folgt aufgebaut sein: Jedes Gruppenmitglied erhält eine individuelle Liste mit den Telefonnummern von drei anderen Mitgliedern an die Nachrichten weitergegeben werden. Die Listen erfüllen dabei die folgenden zwei Eigenschaften:

- (1) Ist auf der Liste von A die Nummer von B verzeichnet, so ist auf der Liste von B auch die Nummer von A verzeichnet.
- (2) Für je zwei Mitglieder M_1 und M_n existiert ein Pfad M_1, M_2, \dots, M_n , d.h. jedes Mitglied der Gruppe kann jedes andere Mitglied über einen Pfad erreichen.

Außerdem verwaltet jedes Gruppenmitglied eine Tabelle mit den Namen aller Gruppenmitglieder.

- (b) [8 Punkte] Beschreiben Sie ein Verfahren, wie Nachrichten zwischen zwei beliebigen Gruppenmitgliedern weitergereicht werden können, wenn jedes Gruppenmitglied dabei *nur* Nummern der jeweils *eigenen* Liste anrufen kann. Übertragen Sie dazu den *Backward-Learning* Routing-Algorithmus aus der Vorlesung auf das Telefon-Szenario. Beschreiben Sie zunächst welche Informationen während eines Telefongesprächs ausgetauscht werden müssen und zeigen Sie wie diese Informationen von den Gruppenmitgliedern zur Nachrichtenweitergabe verwendet werden.

(c) [4 Punkte] Um eine Nachricht an alle Gruppenmitglieder zu senden, könnte man jede eintreffende Nachricht an alle Mitglieder der jeweils eigenen Nachrichtenliste weitergeben (Flooding). Wieviele Kopien der ursprünglichen Nachricht sind nach s Schritten maximal entstanden? Wieviele Schritte benötigt man *mindestens* bis alle Gruppenmitglieder die Nachricht erhalten haben (d.h. bei optimaler Gestaltung der Telefonlisten der Gruppenmitglieder)?

(d) [7 Punkte] Um Nachrichten effizienter an alle Gruppenmitglieder zu senden, soll das Flooding-Verfahren aus Aufgabe (c) durch den vollständigen *Reverse Path Broadcasting* Algorithmus ersetzt werden. Beschreiben Sie, wie dann die Nachrichtenweitergabe realisiert wird.

(e) [1 Punkt] Wieviele Kopien einer Nachricht werden mit diesem verbesserten Verfahren (aus Aufgabenteil (d)) erzeugt.

- (f) [3 Punkte] Beschreiben Sie nun die Eigenschaften des verbesserten Szenarios aus Aufgabenteil (d) im Hinblick auf zeitliche Verzögerung, der Telefonkosten und der Fehlerwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Gruppengröße. Vergleichen Sie dieses Verfahren mit dem aus Teilaufgabe (a). Ist dieses Verfahren für große Gruppen geeignet?

Aufgabe 5 (17 Punkte): Formale Methoden/FTP

Ihre Aufgabe ist es, den Kontrollteil (control process) eines vereinfachten ftp Servers so zu spezifizieren, daß Ihr persönlicher Programmiersklave die Implementierung übernehmen kann. Bei Ihrer Arbeit können Sie davon ausgehen, daß ein Kollege den Datenübertragungsteil (data transfer) des Servers modelliert; auch der Client (Kontroll- und Datenübertragungsteil) wird von jemand anderem spezifiziert. Um dabei nicht durcheinander zu kommen haben Sie sich bereits auf die Protokollprimitive zwischen Kontrollteil des Clients und Kontrollteil des Servers, sowie auf die Schnittstelle zwischen Kontrollteil des Servers und Datenübertragungsteil des Servers geeinigt. Beachten Sie, daß für die Modellierung kein prinzipieller Unterschied zwischen einem Funktionsaufruf mit Rückgabewert und einem request/reply Vorgang über das Netz besteht.

Requests (Client Kontrollteil-> Server Kontrollteil)	Funktion
connect	Verbindungswunsch des Clients.
login(login)	Client schickt seine Benutzerkennung.
password(password)	Client schickt sein Passwort.
get(Filename)	Client fordert die Übertragung einer Datei vom Server zum Client.
disconnect	Verbindung wird von Client abgebrochen.

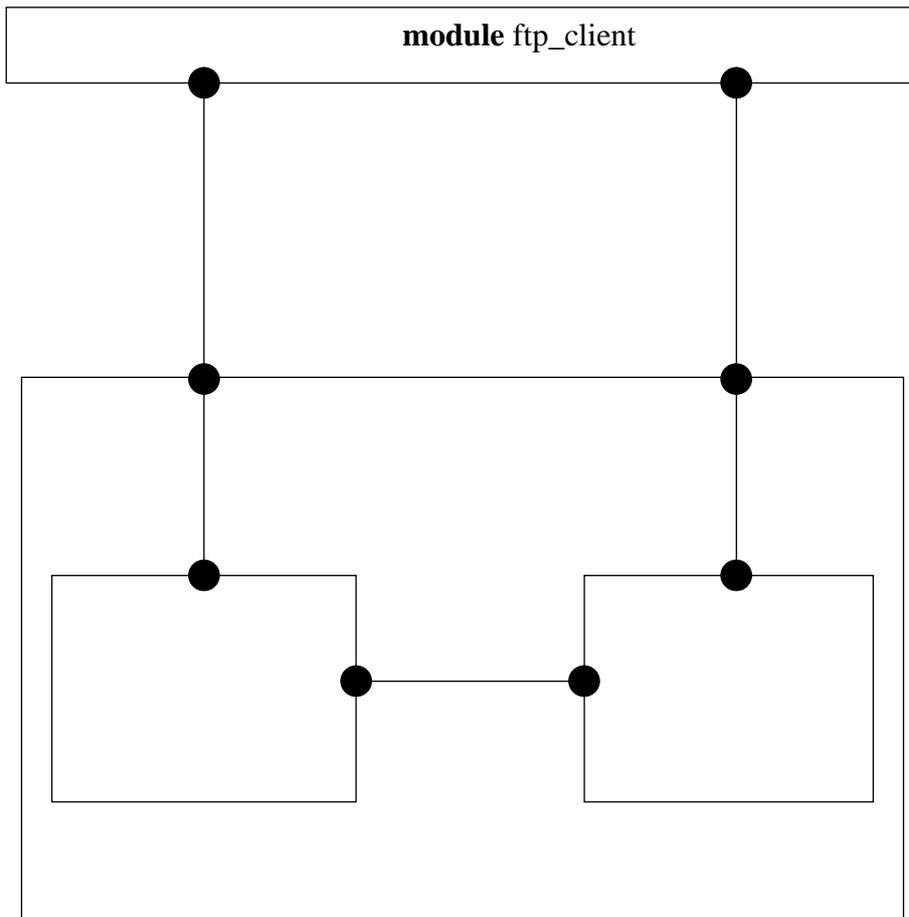
Replies (Server Kontrollteil-> Client Kontrollteil)	Funktion
ok	Operation Ausgeführt.
error	Fehler! Operation konnte nicht ausgeführt werden (bei disconnect nicht möglich).

Funktionsaufruf (Server Kontrollteil-> Server Datenübertragungsteil)	Funktion
<u>Fget</u> (File)	Übertrage die angegebene Datei zum Client.

Rückgabewert (Server Datenübertragungsteil -> Server Kontrollteil)	Funktion
<u>Fok</u>	Operation Ausgeführt
<u>Ferror</u>	Fehler! Operation konnte nicht ausgeführt werden

a) (7 Punkte) Entwerfen Sie einen endlichen Automaten, der den Kontrollteil des Servers beschreibt. Benennen Sie die Zustände sinnvoll und geben Sie für jeden Zustandsübergang die Eingabe sowie die Ausgabe an. Die möglichen Eingaben sind alle Requests und alle Rückgabewerte, die Ausgaben des Automaten sind alle Replies und der Funktionsaufruf. Beachten Sie, daß die Eingaben connect, login und password in zwei verschiedenen Ausgaben resultieren können (ok und error).

b) (2 Punkte) Es soll nun die formale Spezifikation des Kontrollteils vom ftp Server in Estelle erstellt werden. Vervollständigen Sie folgende Skizze mit sinnvollen Namen für die Module und Kanäle.



c) (2 Punkte) Spezifizieren Sie in Estelle die beiden Kanäle, die zum Kontrollteil des ftp Servers führen.

d) (2 Punkte) Spezifizieren Sie in Estelle den Modulkopf des Kontrollteils.

e) (4 Punkte) Spezifizieren Sie in Estelle den Modulrumpf des Kontrollteils. Bei den Zustandsübergängen spezifizieren Sie nur die Zustandsübergänge, die durch get, Fok und Ferror ausgelöst werden! Alle übrigen Teile der Spezifikation geben Sie bitte vollständig an. (Tip: Verbinden von IPs, sowie das Instanzieren von Moduln wird vom Vater Modul gehandhabt, muß also nicht von Ihnen modelliert werden!)

