Prof. Franz Schweiggert
Christian Ehrhardt

Systemnahe Software (SS 2006)

Abgabetermin 27.Juni 2006

MasterMind

Pipe-Exec (4 Punkte)

Wir haben in der Vorlesung die nützliche Funktion `popen` kennen gelernt. Allerdings hat diese Funktion einen Nachteil: Es ist nicht möglich, sowohl an die Standardeingabe alsauch an die Standardausgabe des ausgeführten Programms zu kommen.
Schreibt daher eine Funktion

```
int pexecvp(int *p, char * argv[]);
```

die das Programm `argv[0]` mit den Argumenten in `argv[]` ausführt und in `p[0]` bzw. `p[1]` ganz analog zum Systemcall `pipe(2)` zwei Filedeskriptoren zurückliefert, die mit der Standardeingabe bzw. der Standardausgabe des ausgeführten Programms verbunden sind. Der Rückgabewert sollte 0 im Erfolgsfall und -1 im Fehlerfall sein. Im Fehlerfall sollte `errno` einen sinnvollen Wert enthalten.
Testet diese Funktion mit einem kleinen Beispielprogramm.

MasterMind Regeln

Bei MasterMind geht es darum, einen Farbcode gegebener Länge zu erraten. Wir werden die Farben mit Hilfe von Großbuchstaben A,B,C... darstellen. Es ist bei Spielbeginn nur bekannt wieviele verschiedenen Farben höchstens im Spiel sind und wie lange der geheime Code ist. Nach jedem Rateversuch erhält der Spieler ein Feedback bestehend aus zwei Zahlen `black` und `white`. Die Zahl `black` gibt an, an wievielen Positionen der Rateversuch mit dem geheimen Code übereinstimmt. Ist diese Zahl gleich der Länge des Codes, dann ist das Spiel gewonnen. Die Zahl `white` gibt an, um wieviel sich `black` noch erhöhen läßt, wenn man die Reihenfolge der Farben im aktuellen Rateversuch geeignet vertauscht. Wenn also `black+white` der Länge des geheimen Codes entspricht, dann ist klar, daß jede Farbe im geheimen Code genau so oft vorkommt wie im aktuellen Rateversuch.
Ziel des Spiels ist es, den geheimen Code mit möglichst wenigen Rateversuchen zu erraten. Es gibt zwei Varianten dieses Spiels: Die `UNIQUE`-Variante erlaubt nur ein einzelnes Vorkommen einer Farbe im Geheimcode, die `FREE`-Variante erlaubt beliebig viele gleiche Farben.

MasterMind Server

Auf der Homepage zu den Übungen gibt es ein Programm `mm_server.c` herunterzuladen, das von der Standardeingabe Kommandos entgegen nimmt und die jeweiligen Antworten auf der Standardausgabe ausgibt. Diese Kommandos erlauben es, gegen den Server MasterMind zu spielen. Die Unterhaltung mit diesem MasterMind Server spielt sich nach folgenden Regeln ab:

- Die Unterhaltung ist zeilenorientiert und jede Zeile wird der Sequenz Carriage Return (\r) gefolgt von Newline (\n) **und nicht nur von einem Newline** beendet.
- Der Server beginnt die Kommunikation mit einer Begrüßungszeile. Anschließend liest er zeilenweise Kommandos von der Standardeingabe.
- Jede Zeile in der Eingabe besteht aus einem Kommando, möglicherweise gefolgt von Parametern. Mögliche Kommandos sind:

  GAME Dieses Kommando beginnt ein neues Spiel. Auf das Wort GAME folgt entweder FREE oder UNIQUE, die Anzahl der verwendbaren Farben und die Länge des zu erzeugenden Codes. Alle Teile sind durch genau ein Leerzeichen getrennt.

  GUESS Dieses Kommando führt einen Rateversuch aus. Auf das Kommando folgt genau ein Leerzeichen und der Rateversuch als String.

  RESET Dieses Kommando setzt die Kommunikation mit dem Server zurück. Ein eventuell laufendes Spiel wird abgebrochen.

  SOLVE Dieses Kommando bricht ein laufendes Spiel ab und verrät in der Antwort den geheimen Code.

  HELLO Dieses Kommando wird vom Server mit einer Zeile beantwortet, die angibt, wieviele verschiedene Farben vom Server maximal unterstützt werden und wie lange ein vom Server erzeugter geheimer Code höchstens sein kann.

  QUIT Dieses Kommando beendet die Kommunikation mit dem Server.

- Jedes Kommando (auch das Kommando QUIT) wird vom Server mit einer einzelnen Zeile beantwortet. Die Zeile besteht aus einer dreistelligen Zahl, einem Leerzeichen und einem Text, der in menschenlesbarer Weise das Ergebnis des Kommandos angibt. Die Bedeutung der dreistelligen Zahlen ist wie folgt:
  - Zahlen zwischen 200 und 299 signalisieren eine erfolgreiche Ausführung des Kommandos.
  - Zahlen zwischen 300 und 399 zeigen syntaktische Fehler im Kommando oder in seinen Parametern an.
  - Zahlen zwischen 400 und 499 zeigen Fehler in der Abfolge der Kommandos an.
  - Fehler zwischen 500 und 599 zeigen an, daß das Kommando zwar syntaktisch korrekt aber aus anderen Gründen fehlerhaft war.

  Im einzelnen sind folgende Fehlernummern definiert. Ist hinter einer Fehlernummer in der Beschreibung zusätzlicher Text angegeben, dann enthält dieser Text zusätzliche Informationen und der Text hat immer das angegebene Format. Bei Fehlernummern ohne Text folgt auch stets eine Beschreibung, deren Format ist aber nicht festgelegt.

200 MMSERVER colmax=%d lenmax=%d Dies ist die Begrüßungszeile des Servers und wird nicht als Antwort auf ein Kommando erzeugt. Statt %d steht an der entsprechenden Stelle natürlich die Zahl der Farben und die maximale Länge des Codes, die vom Server unterstützt werden.

201 Dieser Fehlercode beantwortet ein erfolgreiches GAME-Kommando.

202 MMSERVER colmax=%d lenmax=%d Die Antwort auf ein HELLO-Kommando im selben Format wie die Begrüßungszeile.

203 Die Antwort auf ein erfolgreiches RESET-Kommando.

204 Solution was %s Die Antwort auf ein erfolgreiches SOLVE-Kommando. %s wird durch den geheimen Code ersetzt.

205 Die Antwort auf ein GUESS-Kommando, das den geheimen Code erraten hat. Damit ist das laufenden Spiel beendet.

206 Blacks=%d Whites=%d Die Antwort auf ein anderes GUESS-Kommando. Die beiden %d werden durch die berechneten Werte für `black` bzw. `white` ersetzt.

207 Die Antwort auf ein erfolgreiches QUIT-Kommando.

301 Ein GAME-Kommando enthielt weder FREE noch UNIQUE.

302 Die Zahl der Farben oder die Länge des Codes bei einem GUESS-Kommando war syntaktisch nicht korrekt.

303 Ein Kommando enthielt zusätzliche Daten am Ende der Zeile.

304 Ein nicht näher spezifizierter Syntaxfehler im Kommando oder seinen Parametern.

310 Unbekanntes Kommando.

400 Antwort auf ein GAME-Kommando während noch ein Spiel läuft.

401 Antwort auf ein SOLVE- oder GUESS-Kommando während gerade kein Spiel läuft.

500 Die Parameter eines GAME-Kommandos werden vom Server nicht unterstützt.

501 Bei einem GAME-Kommando wurde UNIQUE spezifiziert und die Zahle der Farben ist kleiner als die Länge.

502 Ein GUESS-Kommando enthielt einen Rateversuch mit ungültigen Farben.

503 UNIQUE ist spezifiziert und ein GUESS-Kommando enthält eine oder mehrere Farben doppelt.

Die Aufgabe (6 Punkte)

Der im vorherigen Abschnitt vorgestellt MasterMind Server eignet sich hervorragend als Test für die Funktion `pexecvp` aus dem ersten Teil. Schreibt also ein kleines Programm, das den MasterMind-Server aufruft und mehrere Spiele mit verschiedenen Parametern spielt. Dabei soll jeweils gezählt werden, wieviele Rateversuche benötigt werden. Ausserdem ist grundsätzlich auf eine sinnvolle Fehlerbehandlung zu achten.

Hinweise

- Wenn der MasterMind-Server von Hand getestet wird, muß am Ende jeder Zeile ein \r erzeugt werden. Das geht durch die Tastenfolge Ctrl-V Ctrl-M.
- Es gibt keine Garantie, daß die Grenzen zwischen verschiedenen Datenhäppchen über eine Pipe hinweg erhalten bleiben.
- Die Dateien `mm_help.h` und `mm_help.c` enthalten Funktionen, die möglicherweise nützlich sein können.
- Eine einfache Ratestrategie ist es, mit einer Liste aller möglichen geheimen Codes zu beginnen. Bei jedem Rateversuch werden alle Einträge aus der Liste gestrichen, die nicht mit dem Feedback dieses Rateversuchs zusammen passen. Der nächste Rateversuch ist dann immer ein Eintrag aus der verbliebenen Liste.