情報工学実験C

ネットワークプログラミング レポート

里谷 佳紀
09426568

提出日: 2017 年 1 月 26 日
締切日: 2017 年 1 月 26 日

1　クライアント・サーバモデルの通信の仕組み

この章では，クライアント・サーバモデルの通信の一般的な仕組みについて説明する．クライアントとは，サービスを受けるプログラムやプロセスである．サーバに要求を送り，受け取った結果を元にさらに処理をする．サーバとは，サービスを提供するプログラムやプロセスである．クライアントから要求された処理を行い，その結果をクライアントに送る．クライアントがサーバと通信するには，プログラムで次の手順を行う必要がある．

1. サーバの **IP アドレス**を求める (`gethostbyname()` 関数で**ホスト名**から検索することもできる)
2. `socket()` 関数で目的の通信形式に合わせて**ソケット**を作成する
3. `connect()` 関数でソケットを元にサーバと通信を開始する
4. `send()` 関数でサーバにデータを送信し `recv()` 関数でサーバからの応答を待つことを繰り返す
5. 通信が終わったら `close()` 関数によりソケットを解放する

サーバがクライアントと通信するには，次の手順を行う必要がある．

1. `socket()` 関数で目的の通信形式に合わせてソケットを作成する
2. `bind()` 関数で作成したソケットに**ポート番号**などを設定する
3. `listen()` 関数で設定したソケットに対するクライアントからの接続要求を待つ
4. `accept()` 関数でクライアントからの接続要求を受理して相手先のソケットを生成する
5. `recv()` 関数でクライアントからのデータを受け付け `send()` 関数で結果を送信することを繰り返す
6. 通信が終わったら `close()` 関数で相手側に接続されたソケットを解放する

クライアント・サーバモデルの通信の手順を図 1 にまとめる．

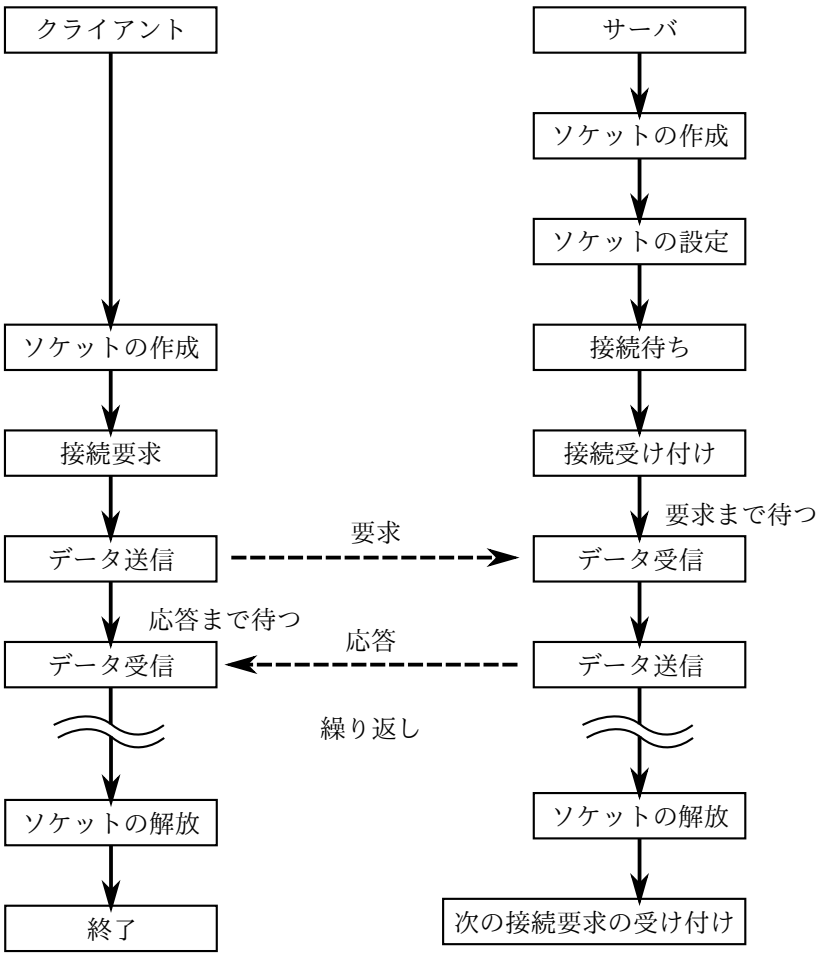


図 1: クライアント・サーバモデルの通信の流れ

表 1: 各コマンドの仕様

コマンド	名称	処理内容	
%C	データチェック	サーバ	保持しているデータの概要を送信
		クライアント	サーバからの結果を表示
%P *n*	データ表示	サーバ	名簿から指定された件数だけ抜きだし送信
		クライアント	サーバからの結果を表示
%R *filename*	読み込み (サーバ)	サーバ	指定されたファイルを読み込み
		クライアント	サーバ側の読み込むファイルの名前を送信
%RL *filename*	読み込み (クライアント)	サーバ	送信されたデータを保持
		クライアント	クライアントでのファイルを読み込み内容を送信
%W *filename*	書き込み (サーバ)	サーバ	保持しているデータをファイルに書き込み
		クライアント	サーバでのファイル名をを送信
%WL *filename*	書き込み (クライアント)	サーバ	保持しているデータをクライアントに送信
		クライアント	受信したデータをクライアント側に保存
%F *word*	検索	サーバ	*word* に一致するエントリをすべて送信
		クライアント	受信したデータを表示
%S *col*	ソート	サーバ	列番号 *col* を基準にした並べ替えを実行
		クライアント	列番号 *col* をサーバに送信
%Q	終了	サーバ	クライアントとの接続を遮断
		クライアント	サーバに通信終了の旨を送信しプログラムを終了

2 プログラムの作成方針

本実験では，名簿管理プログラムをクライアント・サーバモデルに対応させる．この章では開発するプログラムの方針を示し，仕様を与える．プログラムの方針を以下に挙げる．

- サーバは名簿データを持つ．さらに，クライアントからの要求を受け，名簿データを変形させたり，名簿データを元にクライアントに結果を返す．
- クライアントは，ユーザからのコマンド入力を元に，サーバに処理の依頼を送る．さらにサーバからの結果を処理，表示を行う．
- プログラミング演習で実装されたコマンドに加え，新たにクライアントからの名簿データのアップロードとサーバからの名簿データのダウンロードのコマンドを実装する．
- 通信による遅延を少なくするため，可能な限り通信量を少なくする．

以上の方針を考慮して，実装するコマンドの仕様を表 1 に定める．

3 プログラムの実装

3.1 データ構造とデータの流れ

開発したプログラムの実装を説明する．まず，実装に使用したデータ構造を説明する．名簿のデータはサーバがファイルから読み込むか，クライアントからアップロードされることでサーバに保持される．そのため，サーバプログラムの `server.c` には，一件の名簿のデータ `profile` 構造体の配列の `current_profile_table` グローバル変数と，`profile` 構造体のポインタの配列 `current_profile_view` グローバル変数を持つ．`profile` 構造体の内容を表 2 に示す．サーバは，クライアントからサーバにあるファイルの読み込み要求や，クライアントからのデータのアップロードがあると，データの実体を `current_profile_table` に格納し，`current_profile_table` の一件ごとの参照を並べて `current_profile_view` とする．また，クライアント

表 2: profile 構造体の定義

メンバ名	大きさ (byte)	説明
id	4	識別番号
name	70	名前 (文字配列)
est	6	日付 (年，月，日それぞれ 2byte)
addr	70	所在地 (文字配列)
misc	任意	説明 (文字配列へのポインタ)

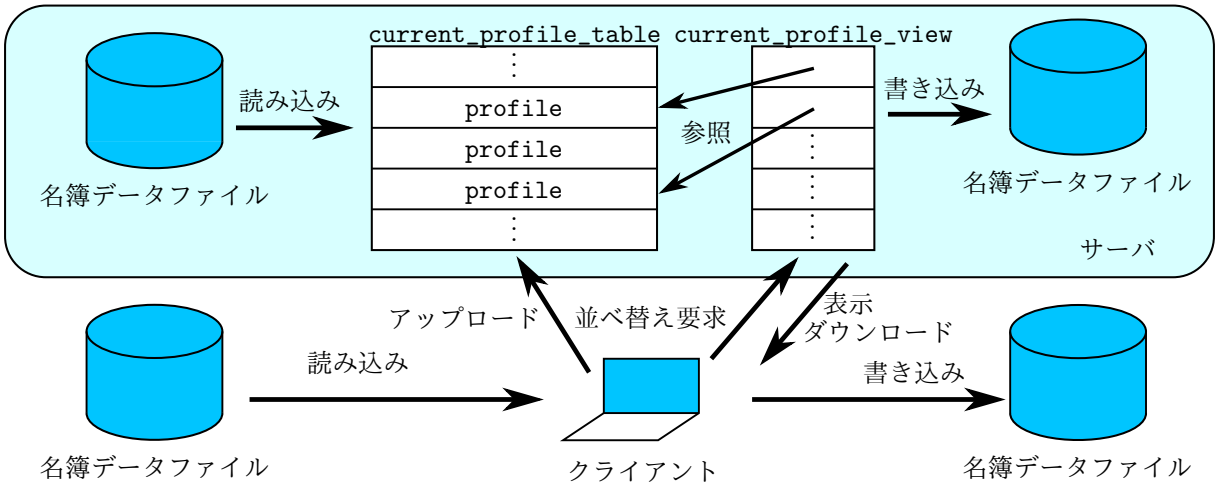


図 2: システムの概要図
クライアントの，サーバのファイルに対する読み込み要求と書き込み要求を省略している．

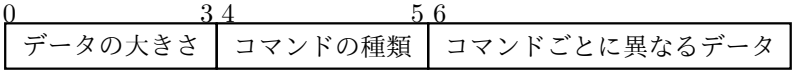
から整列の要求が来ると，名前などの基準に応じて current_profile_view の参照を入れ替える．このとき，current_profile_table に対する操作はない．さらに，クライアントから探索や表示の要求が来ると，current_profile_view から該当するデータを抜きだし，クライアントに返す．current_profile_table の内容は，次にサーバがファイルを読むか，クライアントから名簿データを受信すると上書きされる．サーバ上にある current_profile_table と current_profile_view，サーバ上にある名簿データを格納したファイルとクライアントの関係を図 2 にまとめる．

3.2 処理の流れと通信プロトコル

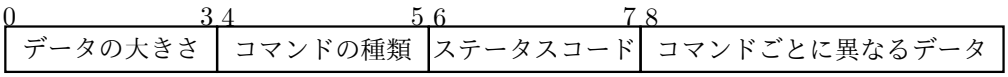
処理の流れと使用する通信プロトコルをクライアント側とサーバ側に分けて説明する．クライアントが送るデータとサーバが送るデータの様子を図 3 に示す．クライアントプログラムが送信するデータは次の要素を含む．

- 送信するデータの大きさ (4byte)
- サーバに実行を要求するコマンドの種類 (2byte)
- コマンドごとに異なるデータ (任意の長さ)

これらを，データの大きさとそれ以外の 2 回に分けて送信する．こうすることで，サーバプログラムが読み取るべきデータの大きさを認識できる．コマンドの種類は common.h の command_index 型として定義される．サーバプログラムが送信するデータは次の要素を含む．



(a) クライアントが送信するデータ



(b) サーバが送信するデータ

図 3: コマンドに共通するデータ (数字は byte 単位)

表 3: 各コマンドで送信されるデータ

コマンド	クライアントが送信するデータ	サーバが送信するデータ	ステータスコード
%C	なし	保持しているデータの件数 (4byte)	常に `PS_SUCCESS`
%P	表示するデータの件数 (4byte)	要求された件数を持つ `profile_table`	n が 0 の場合 `PS_INVARG` それ以外は `PS_SUCCESS`
%R	ファイル名 (4byte+1byte× 長さ)	読み取った件数 (4byte)	常に `PS_SUCCESS` (エラーチェック未実装)
%RL	読み取った件数を持つ `profile_table`	読み取った件数 (4byte)	常に `PS_SUCCESS` (エラーはクライアント側で検知)
%W	ファイル名 (4byte+1byte× 長さ)	書き込んだ件数 (4byte)	常に `PS_SUCCESS` (エラーチェック未実装)
%WL	なし	保持している `profile_table`	常に `PS_SUCCESS`
%F	検索語 (4byte+1byte× 長さ)	検索結果の `profile_table`	常に `PS_SUCCESS` (エラーはクライアント側で検知)
%S	基準となる列 (2byte)	なし	有効な列番号は `PS_SUCCESS` それ以外は `PS_INVCOL`
%Q	なし	なし	常に `PS_SUCCESS`

- 送信するデータの大きさ (4byte)
- サーバが実行したコマンドの種類 (2byte)
- ステータスコード (2byte)
- コマンドごとに異なるデータ (任意の長さ)

これらを，クライアントと同様に 2 回に分けて送信する．実行したコマンドの種類を送る理由は，サーバが要求通りのコマンドを実行したかをクライアントでチェックできるようにするためである．ステータスコードとは，要求されたコマンドが正しく実行できたか，あるいは何らかのエラーが発生したかを示す．例えば，ソートコマンドで範囲外の列番号が指定された場合，サーバは `profile.h` の `PS_INVCOL` をステータスコードとしてクライアントに送る．

コマンドごとに異なるデータの内容を表 3 に示す．表中にある `profile_table` 構造体は，`profile.h` で定義される．`profile_table` 構造体は，`profile` 構造体の配列と格納する `profile` 構造体の数を格納する．`profile_table` 構造体を送信するには，次の要領で整列化する (`profile.c` の `serialize_profile_table`, `serialize_profile_view` 参照)．

1. 格納する `profile` 構造体の数 `n_entries` を整列化する．
2. `entries` メンバの要素を順に `n_entries` 個だけ整列化する．表 2 を参考に整列化する．
   (a) `id` メンバを整列化する．バイトオーダを揃える `htonl` 関数を用いる．
   (b) `name` メンバを整列化する．英数字を扱っているため，今回はバイトオーダを考慮する必要はない．

(c) est メンバを整列化する．date 構造体の整列化であるが 2byte の整数型のメンバが 3 つ集まったものと解釈してよい．

(d) addr メンバを整列化する．

(e) misc メンバの長さを整列化する (4byte)．

(f) misc メンバの実体を整列化する．

4 プログラムの使用法

プログラムの使用法を例に沿って説明する．クライアントプログラム client.out とテスト用のデータ sample.csv が~MyDirectory に，サーバプログラム server.out が~YourDirectory にあると仮定する．まず，server.out をポート番号を与えて実行する．例えば，

```
./server.out 9000
```

とする．プログラムが起動すると，クライアントの接続を待つ．次にサーバ側のホスト名とポート番号を与えて client.out を起動する．例えば．

```
./client.out localhost 9000
```

とする．起動後，サーバと接続に成功するとコマンド入力が促される．

以後，実行例としてファイルのアップロードと編集，サーバ側への書き込みを示す．まず，クライアント側で%RL コマンドを使って sample.csv の内容をサーバへ送信する．具体的には，

```
%RL sample.csv
```

とする．実行後，ファイルの内容がサーバにアップロードされる．次に，確認のため，%C コマンドで読み込んだ名簿の件数を確認し，%P コマンドで最初の 1 件を表示する．

```
%C
```

を実行すると，

```
2886 profiles in view
```

と表示される．また，

```
%P 1
```

を実行すると，

```
ID: 5100046
Name: The Bridge
Est.: 1845/11/2
Addr.: 14 Seafield Road Longman Inverness
Misc.: SEN Unit 2.0 Open
```

と表示される．さらに，%S コマンドでこのデータを名前順に並べ替える．

```
%S 2
```

を実行すると，並び替えが終了した旨のメッセージが返ってくる．ここで%P コマンドで最初の 1 件を表示すると，

```
ID: 8212627
Name: Abbey Primary School
Est.: 1918/8/23
Addr.: Claremont Crescent Kilwinning
Misc.: 01294 552251 01294 550525 Primary 295 10.5 Open
```

と表示される．

最後に，このデータをサーバ側のファイルに書き込む．%W コマンドを

```
%W sample2.csv
```

として実行すると，server.out がある~/YourDirectory に sample2.csv が保存される．%Q コマンドで終了して，sample2.csv の内容を確認すると，

```
8212627,Abbey Primary School,...
5520924,Abbeyhill Primary School,...
5237521,Abbotswell School,...
```

となっており，名前順で並び替えしたのちに保存できたことが分かる．

5 プログラムの作成過程に関する考察

5.1 工夫した点

主に工夫した点は，整列化と非整列化である．これにより，文字列だけを送受信する場合に比べて扱えるデータの種類が増え，やりとりするデータ量が小さくなることが期待できる．データ量の改善については，6 で考察する．

また，ネットワークプログラムとは直接関係ないが，名簿のエントリの参照を並べるデータ構造 profile_view を採用することで，更なる機能を追加できる．例えば，クライアントがサーバに現在のデータから新しく profile_view を作成する要求を出せるようにする機能などが考えられる．

5.2 苦労した点

苦労した点もやはり整列化と非整列化である．非整列化のときに，プロトコルで定義したデータの大きさを超えるデータを受信することによる不具合があった．緊急の処置として，プロトコルで定義したデータの大きさだけ受信したら，次の要求までのデータを無効化することを行った．具体的には，select() 関数を使って recv() にタイムアウトを設けつつ，recv() で受信データを読み込み続けることを繰り返した．原因は今でも分かっていないので，今後の課題の一つである．

6　得られた結果に関する考察

ここで，開発したプログラムが 2 の方針を満足するか振り返る．2 で示した方針を再び示す．

- サーバは名簿データを持つ．さらに，クライアントからの要求を受け，名簿データを変形させたり，名簿データを元にクライアントに結果を返す．
- クライアントは，ユーザからのコマンド入力を元に，サーバに処理の依頼を送る．さらにサーバからの結果を処理，表示を行う．
- プログラミング演習で実装されたコマンドに加え，新たにクライアントからの名簿データのアップロードとサーバからの名簿データのダウンロードのコマンドを実装する．
- 通信による遅延を少なくするため，可能な限り通信量を少なくする．

4 つの方針のうち，上の三つは，4 に実例を示したとおり，達成できた．最後の方針について考察する．`sample.csv` を対象に，ファイルをそのまま文字列で送信した場合と，整列化して送信した場合とを比較する．まず，ファイルをそのまま送信する場合のデータ量は，Linux の `wc` コマンドで見ることができ，343021byte である．整列化して送信する場合のデータ量を計算する．表 2 より，1 件の名簿の固定長の部分の大きさは，$4+70+6+70+4=154$byte である．残りの領域は，`misc` メンバが指す先の長さである．`sample.csv` は，Linux で `awk -F "\"*,\"*" '{print $5}' sample.csv | wc` で計算する．全体で 143052byte であるが，2885 個の改行が含まれ，整列化はヌル文字を含むので，実際の大きさは $143052-2885+2886=143053$byte である．以上のことから，整列化して送信する場合のデータ量は，送信する名簿の件数 4byte を足して，$4+154\times2886+143053=587501$byte である．これは，ファイルをそのまま送る方法に比べて大きく，方針は達成できなかった．原因は，`name` メンバと `addr` メンバが無駄に大きな領域をとっていることがある．また，送信するデータのほとんどが文字列で，整列化によるデータ量削減の効果が薄くなることも原因と考えられる．

A　プログラムリスト

A.1　client.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <assert.h>

#include <netdb.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include "common.h"
#include "mystring.h"
#include "profile.h"

int cmd_invalid(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  fprintf(stderr, "command \"%s\" not found\n", argv[0]);
  return PS_SUCCESS;
}

int cmd_check(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  short cmd_index, status;
  int n_entries = 0;
  write_buffer(sfd, buf, 1024);
  reset_buffer(buf);

  read_buffer(sfd, buf, 1024);
  cmd_index = deserialize_short(buf);
  status = deserialize_short(buf);
  assert(cmd_index == CMD_CHECK);
  n_entries = deserialize_long(buf);

  printf("%d profiles in view\n", n_entries);
  return status;
}

int cmd_print(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  short cmd_index, status;
  int n_entries;
  struct profile_table table;
  struct profile_view view;
  if(argc < 2) {
    fprintf(stderr, "profile number not provided\n");
    return PS_INVARG;
  }

  n_entries = atoi(argv[1]);
  new_profile_table(&table, MAX_PROFILES);
  new_profile_view(&view, MAX_PROFILES);
  serialize_long(buf, n_entries);
  write_buffer(sfd, buf, 1024);
  reset_buffer(buf);

  read_buffer(sfd, buf, 1024);
  cmd_index = deserialize_short(buf);
  status = deserialize_short(buf);
  assert(cmd_index == CMD_PRINT);
  deserialize_profile_table(&table, buf);

  create_view_from(&view, &table);
  write_profiles_fancy(stdout, &view);

  delete_profile_view(&view);
  delete_profile_table(&table);
```

```
65    return status;
66  }
67
68  int cmd_readn(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
69    short cmd_index, status;
70    int n_entries;
71    char* filename;
72    if(argc < 2) {
73      fprintf(stderr, "file name is not provided\n");
74      return PS_INVARG;
75    }
76
77    filename = argv[1];
78    serialize_str(buf, filename);
79    write_buffer(sfd, buf, 1024);
80    reset_buffer(buf);
81
82    read_buffer(sfd, buf, 1024);
83    cmd_index = deserialize_short(buf);
84    status = deserialize_short(buf);
85    assert(cmd_index == CMD_READ);
86    n_entries = deserialize_long(buf);
87
88    printf("read %d profiles on server (status=%d)\n", n_entries, status);
89    return status;
90  }
91
92  int cmd_readl(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
93    short cmd_index, status;
94    FILE *fp;
95    struct profile_table table;
96    long n_entries;
97    if(argc < 2) {
98      fprintf(stderr, "file name not provided\n");
99      return PS_INVARG;
100   }
101
102   fp = fopen(argv[1], "r");
103   if(!fp) {
104     fprintf(stderr, "file not found\n");
105     return PS_INVARG;
106   }
107
108   new_profile_table(&table, MAX_PROFILES);
109   read_profiles_csv(&table, fp);
110   fclose(fp);
111
112   serialize_profile_table(buf, &table);
113   write_buffer(sfd, buf, 1024);
114   reset_buffer(buf);
115
116   read_buffer(sfd, buf, 1024);
117   cmd_index = deserialize_short(buf);
118   status = deserialize_short(buf);
119   assert(cmd_index == CMD_READ_L);
120   n_entries = deserialize_long(buf);
121
122   printf("read %li profiles on client (status=%d)\n", n_entries, status);
123   return status;
124 }
125
126 int cmd_writen(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
127   short cmd_index, status;
128   int n_entries;
129   char* filename;
130   if(argc < 2) {
131     fprintf(stderr, "file name is not provided\n");
132     return PS_INVARG;
133   }
```

```
134
135     filename = argv[1];
136     serialize_str(buf, filename);
137     write_buffer(sfd, buf, 1024);
138     reset_buffer(buf);
139
140     read_buffer(sfd, buf, 1024);
141     cmd_index = deserialize_short(buf);
142     status = deserialize_short(buf);
143     assert(cmd_index == CMD_WRITE);
144     n_entries = deserialize_long(buf);
145
146     printf("write %d profiles on server\n", n_entries);
147     return status;
148   }
149
150   int cmd_writel(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
151     short cmd_index, status;
152     char* filename;
153     FILE* fp;
154     struct profile_table table;
155     struct profile_view view;
156
157     if(argc < 2) {
158       fprintf(stderr, "file name is not provided\n");
159       return PS_INVARG;
160     }
161     filename = argv[1];
162     fp = fopen(filename, "w");
163     if(!fp) {
164       fprintf(stderr, "cannot open file\n");
165       return PS_INVARG;
166     }
167     new_profile_table(&table, MAX_PROFILES);
168     new_profile_view(&view, MAX_PROFILES);
169
170     write_buffer(sfd, buf, 1024);
171     reset_buffer(buf);
172
173     read_buffer(sfd, buf, 1024);
174     cmd_index = deserialize_short(buf);
175     status = deserialize_short(buf);
176     assert(cmd_index == CMD_WRITE_L);
177     deserialize_profile_table(&table, buf);
178     create_view_from(&view, &table);
179
180     write_profiles_csv(fp, &view);
181     fclose(fp);
182     printf("write %d profiles on local\n", table.n_entries);
183
184     delete_profile_view(&view);
185     delete_profile_table(&table);
186     return status;
187   }
188
189   int cmd_sort(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
190     short cmd_index, status;
191     int col;
192
193     if(argc < 2) {
194       fprintf(stderr, "column number is not provided");
195       return PS_INVARG;
196     }
197     col = atoi(argv[1]);
198
199     serialize_short(buf, col);
200     write_buffer(sfd, buf, 1024);
201     reset_buffer(buf);
202
```

```
203     read_buffer(sfd, buf, 1024);
204     cmd_index = deserialize_short(buf);
205     status = deserialize_short(buf);
206     assert(cmd_index == CMD_SORT);
207 
208     if(status == PS_SUCCESS)
209       printf("sort profile table by column %d\n", col);
210     else
211       fprintf(stderr, "invalid profile number %d\n", col);
212     return status;
213   }
214 
215   int cmd_find(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
216     short cmd_index, status;
217     char word[128] = "\0";
218     int i;
219     struct profile_table table;
220     struct profile_view view;
221     if(argc < 2) {
222       fprintf(stderr, "search word not provided\n");
223       return PS_INVARG;
224     }
225     for(i = 1; i < argc; i++) {
226       strcat(word, argv[i]);
227       if(i < argc-1)
228         strcat(word, " ");
229     }
230     new_profile_table(&table, MAX_PROFILES);
231     new_profile_view(&view, MAX_PROFILES);
232 
233     serialize_str(buf, word);
234     write_buffer(sfd, buf, 1024);
235     reset_buffer(buf);
236 
237     read_buffer(sfd, buf, 1024);
238     cmd_index = deserialize_short(buf);
239     status = deserialize_short(buf);
240     assert(cmd_index == CMD_FIND);
241     deserialize_profile_table(&table, buf);
242 
243     if(status == PS_SUCCESS) {
244       create_view_from(&view, &table);
245       write_profiles_fancy(stdout, &view);
246     }
247 
248     delete_profile_view(&view);
249     delete_profile_table(&table);
250     return status;
251   }
252 
253   int cmd_quit(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
254     short cmd_index, status;
255     write_buffer(sfd, buf, 1024);
256     reset_buffer(buf);
257 
258     read_buffer(sfd, buf, 1024);
259     cmd_index = deserialize_short(buf);
260     status = deserialize_short(buf);
261     assert(cmd_index == CMD_QUIT);
262 
263     printf("quit\n");
264     return status;
265   }
266 
267   int main(int argc, char* argv[]) {
268     struct hostent* host;
269     struct sockaddr_in hostaddr;
270     int sfd;
271 
```

```
272     char* host_name;
273     int port_no;
274
275     if(argc <= 2) {
276       return -1;
277     }
278     host_name = argv[1];
279     port_no = atoi(argv[2]);
280
281     host = gethostbyname(host_name);
282     if(host == NULL) {
283       fprintf(stderr, "Error: host not found\n");
284       return -1;
285     }
286
287     sfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
288     if(sfd < 0) {
289       fprintf(stderr, "Error: could not open socket\n");
290       return -1;
291     }
292
293     hostaddr.sin_family = host->h_addrtype;
294     bzero((char*)&hostaddr.sin_addr, sizeof(hostaddr.sin_addr));
295     memcpy((char*)&hostaddr.sin_addr, (char*)host->h_addr,
296            host->h_length);
297     hostaddr.sin_port = htons(port_no);
298     if(connect(sfd, (struct sockaddr*)&hostaddr, sizeof(hostaddr)) < 0) {
299       fprintf(stderr, "Error: connection failed\n");
300       return -1;
301     }
302
303     struct buffer buf;
304     new_buffer(&buf, 1024);
305
306     char *request = NULL;
307     size_t req_len = 0;
308     ssize_t read;
309     command_index index = CMD_INVALID;
310     while(index != CMD_QUIT) {
311       // get request
312       read = getline(&request, &req_len, stdin);
313       if(read == -1) break;
314
315       int i;
316       for(i = 0; i < req_len; i++) {
317         if(request[i] == '\r' || request[i] == '\n')
318           request[i] = '\0';
319       }
320
321       // send request
322       //exec_command(request);
323       char* argv[16];
324       int argc = split(request, argv, ' ', 16);
325       //int status;
326
327       index = command_index_of(argv[0]);
328       reset_buffer(&buf);
329       serialize_short(&buf, index); // header as command index
330       //status = command_table[index](argc, argv, sfd, &buf);
331       command_table[index](argc, argv, sfd, &buf);
332     }
333
334     if(request) free(request);
335     delete_buffer(&buf);
336     close(sfd);
337     return 0;
338   }
```

A.2 server.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <assert.h>

#include <netdb.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include "common.h"
#include "mystring.h"
#include "profile.h"

struct profile_table current_profile_table;
struct profile_view current_profile_view;

int cmd_invalid(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  printf("server recieved invalid command\n");

  reset_buffer(buf);
  serialize_short(buf, CMD_INVALID);
  serialize_short(buf, PS_SUCCESS);

  return PS_SUCCESS;
}

int cmd_check(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  printf("check command: %d profiles in current table\n",
         current_profile_view.n_entries);

  reset_buffer(buf);
  serialize_short(buf, CMD_CHECK);
  serialize_short(buf, PS_SUCCESS);
  serialize_long(buf, current_profile_view.n_entries);

  return PS_SUCCESS;
}

int cmd_print(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  int n_entries, status;
  struct profile_view shown;
  new_profile_view(&shown, current_profile_view.n_entries);

  n_entries = deserialize_long(buf);
  status = take(&shown, &current_profile_view, n_entries);
  printf("print command: argument=%d status=%d\n", n_entries, status);

  reset_buffer(buf);
  serialize_short(buf, CMD_PRINT);
  serialize_short(buf, status);
  serialize_profile_view(buf, &shown);

  delete_profile_view(&shown);
  return status;
}

int cmd_readn(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
  int n_entries, status = PS_SUCCESS;
  char* filename;
  FILE *fp;

  // TODO error handling
  deserialize_str(&filename, buf);
  fp = fopen(filename, "r");
  delete_profile_table(&current_profile_table);
```

```
68    new_profile_table(&current_profile_table, MAX_PROFILES);
69    n_entries = read_profiles_csv(&current_profile_table, fp);
70    create_view_from(&current_profile_view, &current_profile_table);
71    printf("read net command: read %d profile(s), status=%d\n", n_entries, status);
72
73    reset_buffer(buf);
74    serialize_short(buf, CMD_READ);
75    serialize_short(buf, status);
76    serialize_long(buf, n_entries);
77
78    free(filename);
79    return status;
80  }
81
82  int cmd_readl(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
83    int status = PS_SUCCESS;
84
85    delete_profile_view(&current_profile_view);
86    delete_profile_table(&current_profile_table);
87    new_profile_table(&current_profile_table, MAX_PROFILES);
88    new_profile_view(&current_profile_view, MAX_PROFILES);
89
90    deserialize_profile_table(&current_profile_table, buf);
91    create_view_from(&current_profile_view, &current_profile_table);
92    printf("read local command: read %d profile(s)\n",
93           current_profile_table.n_entries);
94
95    reset_buffer(buf);
96    serialize_short(buf, CMD_READ_L);
97    serialize_short(buf, status);
98    serialize_long(buf, current_profile_table.n_entries);
99
100   return status;
101 }
102
103 int cmd_writen(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
104   int n_entries, status = PS_SUCCESS;
105   char* filename;
106   FILE *fp;
107
108   // TODO error handling
109   deserialize_str(&filename, buf);
110   fp = fopen(filename, "w");
111   n_entries = write_profiles_csv(fp, &current_profile_view);
112   fclose(fp);
113   //printf("write net command: write %d profile(s), status=%d\n", n_entries, status);
114
115   reset_buffer(buf);
116   serialize_short(buf, CMD_WRITE);
117   serialize_short(buf, status);
118   serialize_long(buf, n_entries);
119
120   free(filename);
121   return status;
122 }
123
124 int cmd_writel(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
125   reset_buffer(buf);
126   serialize_short(buf, CMD_WRITE_L);
127   serialize_short(buf, PS_SUCCESS);
128   serialize_profile_view(buf, &current_profile_view);
129
130   printf("write local command: write %d profile(s)\n",
131          current_profile_view.n_entries);
132
133   return PS_SUCCESS;
134 }
135
136 int cmd_sort(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
```

```
137   uint16_t which, status;
138   struct profile_view sorted;
139   which = deserialize_short(buf);
140   new_profile_view(&sorted, current_profile_view.n_entries);
141
142   status = sorted_by(&sorted, &current_profile_view, which);
143   copy_view(&current_profile_view, &sorted);
144
145   reset_buffer(buf);
146   serialize_short(buf, CMD_SORT);
147   serialize_short(buf, status);
148
149   delete_profile_view(&sorted);
150   return status;
151 }
152
153 int cmd_find(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
154   int status;
155   char* word;
156   struct profile_view found;
157   deserialize_str(&word, buf);
158   new_profile_view(&found, current_profile_view.n_entries);
159
160   status = search_word_in_all(&found, &current_profile_view, word);
161
162   reset_buffer(buf);
163   serialize_short(buf, CMD_FIND);
164   serialize_short(buf, status);
165   serialize_profile_view(buf, &found);
166
167   delete_profile_view(&found);
168   return status;
169 }
170
171 int cmd_quit(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf) {
172   reset_buffer(buf);
173   serialize_short(buf, CMD_QUIT);
174   serialize_short(buf, PS_SUCCESS);
175
176   return PS_SUCCESS;
177 }
178
179 int main(int argc, char* argv[]) {
180   int host_sfd, client_sfd;
181   struct sockaddr_in my_addr, peer_addr;
182   socklen_t peer_addr_size;
183   int port_no;
184
185   if(argc < 2) {
186     fprintf(stderr, "Error: no port number provided\n");
187     return -1;
188   }
189   port_no = atoi(argv[1]);
190
191   host_sfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
192   if(host_sfd < 0) {
193     fprintf(stderr, "Error: cannot open socket\n");
194     return -1;
195   }
196
197   memset(&my_addr, 0, sizeof(struct sockaddr_in));
198   my_addr.sin_family = AF_INET;
199   my_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
200   my_addr.sin_port = htons(port_no);
201   if(bind(host_sfd, (struct sockaddr*)&my_addr, sizeof(my_addr)) < 0) {
202     fprintf(stderr, "Erorr: failed to bind socket\n");
203     return -1;
204   }
205
```

```
206
207   if(listen(host_sfd, 5) < 0) {
208     fprintf(stderr, "Error: cannot listen\n");
209     return -1;
210   }
211
212   while(1) {
213     peer_addr_size = sizeof(struct sockaddr_in);
214     client_sfd = accept(host_sfd,
215                         (struct sockaddr*)&peer_addr, &peer_addr_size);
216     if(client_sfd < 0) {
217       fprintf(stderr, "Error: cannot accept\n");
218       continue;
219     }
220
221     struct buffer buf;
222     new_profile_table(&current_profile_table, MAX_PROFILES);
223     new_profile_view(&current_profile_view, MAX_PROFILES);
224     new_buffer(&buf, 1024);
225
226     while(1) {
227       // recieve request
228       read_buffer(client_sfd, &buf, 1024);
229
230       // exec. requested command
231       uint16_t index = CMD_INVALID;
232       //int status;
233       index = deserialize_short(&buf);
234       printf("command no. %d\n", index);
235       if(index < 0 || index >= CMD_END) index = CMD_INVALID;
236       command_table[index](0, NULL, client_sfd, &buf);
237       //status = command_table[index](0, NULL, client_sfd, &buf);
238       //printf("status: %d\n", status);
239
240       // send response
241       write_buffer(client_sfd, &buf, 1024);
242       reset_buffer(&buf);
243
244       if(index == CMD_QUIT) break;
245     }
246
247     delete_profile_table(&current_profile_table);
248     delete_profile_view(&current_profile_view);
249     delete_buffer(&buf);
250     close(client_sfd);
251   }
252
253   close(host_sfd);
254   return 0;
255 }
```

A.3 common.h

```
1  #pragma once
2
3  #include "profile.h"
4
5  #define MAX_PROFILES 10000
6
7  typedef int(*command)(int, char**, int, struct buffer*);
8
9  typedef enum {
10   CMD_INVALID,
11   CMD_CHECK, CMD_PRINT,
12   CMD_READ, CMD_READ_L,
13   CMD_WRITE, CMD_WRITE_L,
14   CMD_SORT, CMD_FIND,
```

```
  CMD_QUIT, CMD_END
} command_index;

char* command_name_table[] = {
  "%",
  "%C", "%P",
  "%R", "%RL",
  "%W", "%WL",
  "%S", "%F",
  "%Q"
};

command_index command_index_of(char* name) {
  int i;
  command_index index = CMD_INVALID;
  for(i = 0; i < CMD_END; i++)
    if(strcmp(name, command_name_table[i]) == 0) {
      index = i;
      break;
    }
  return index;
}

int cmd_invalid(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_check(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_print(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_readn(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_readl(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_writen(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_writel(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_sort(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_find(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);
int cmd_quit(int argc, char* argv[], int sfd, struct buffer* buf);

command command_table[] = {
  cmd_invalid,
  cmd_check, cmd_print,
  cmd_readn, cmd_readl,
  cmd_writen, cmd_writel,
  cmd_sort, cmd_find,
  cmd_quit
};
```

A.4 profile.h

```
#pragma once

#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include "buffer.h"
#include "date.h"

/* a profile */

typedef enum {
  PC_ID = 1, PC_NAME, PC_EST, PC_ADDR, PC_MISC, PC_END
} profile_column;

#define NAME_SIZE 70
#define ADDR_SIZE 70

struct profile {
  uint32_t id;
  char name[NAME_SIZE];
  struct date est;
  char addr[ADDR_SIZE];
  char* misc;
```

```
};

struct profile_table {
  int n_entries;
  struct profile* entries;
};

/* profile_table */
struct profile_view {
  int n_entries;
  struct profile** p_entries;
};

typedef enum {
  PS_SUCCESS, PS_INVCMD, PS_INVARG,
  PS_INVID, PS_INVDATE, PS_INVCOL
} profile_status;

/* parse and dump a profile from/to string */
int parse_profile_csv(struct profile* ret, char* str);
int dump_profile_csv(char* ret, struct profile* p);
int dump_profile_fancy(char* ret, struct profile* p);

/* allocate and free(deallocate) profile_table/profile_view */
int delete_profile(struct profile* p);
int new_profile_table(struct profile_table* t, int n_max_profile_table);
int clear_profile_table(struct profile_table* t);
int delete_profile_table(struct profile_table* t);
int new_profile_view(struct profile_view* v, int n_profile_table);
int clear_profile_view(struct profile_view* v);
int delete_profile_view(struct profile_view* v);

/* make profile_view from profile_table */
int create_view_from(struct profile_view* v, struct profile_table* t);
/* transform profile_view */
int copy_view(struct profile_view* t, struct profile_view* s);
int take(struct profile_view* to, struct profile_view* from, int n);
int search_word_in(struct profile_view* to, struct profile_view* from,
                   char* word, profile_column which);
int search_word_in_all(struct profile_view* to, struct profile_view* from,
                       char* word);
int sorted_by(struct profile_view* w, struct profile_view* v,
              profile_column which);

/* read and write profile_table */
int read_profiles_csv(struct profile_table* t, FILE* fp);
int write_profiles_csv(FILE* fp, struct profile_view* v);
int write_profiles_fancy(FILE* fp, struct profile_view* v);

/* serialize / deserialize profile, profile_table, profile_view */
void serialize_profile(struct buffer* buf, struct profile* p);
void serialize_profile_table(struct buffer* buf, struct profile_table* t);
void serialize_profile_view(struct buffer* buf, struct profile_view* v);
void deserialize_profile(struct profile* p, struct buffer* buf);
void deserialize_profile_table(struct profile_table* t, struct buffer* buf);
```

A.5 profile.c

```
#include "profile.h"

#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>

#include <fcntl.h>
```

```c
#include <unistd.h>

#include "generic_search.h"
#include "generic_sort.h"
#include "mystring.h"

/************************
 * handling single profile
 ************************/
int parse_profile_csv(struct profile* ret, char* str) {
  char *splited[5], *e;
  char buf[strlen(str) + 1];
  int n;
  memcpy(buf, str, sizeof(buf));

  n = split(buf, splited, ',', 5);
  if(n != 5) return 0;
  ret->id = strtol(splited[0], &e, 10);
  if(*e != '\0') return 0;
  strcpy(ret->name, splited[1]);
  if(!parse_date(&(ret->est), splited[2]))
    return 0;
  strcpy(ret->addr, splited[3]);
  ret->misc = (char*) malloc(strlen(splited[4]) + 1);
  strcpy(ret->misc, splited[4]);
  return 1;
}

int dump_profile_csv(char* ret, struct profile* p) {
  char buf[20];
  dump_date_csv(buf, &p->est);
  return sprintf(ret, "%d,%s,%s,%s,%s",
                 p->id, p->name, buf, p->addr, p->misc);
}

int dump_profile_fancy(char* ret, struct profile* p) {
  char buf[20];
  dump_date_fancy(buf, &p->est);
  return sprintf(ret, "ID:\t%d\nName:\t%s\nEst.:\t%s\nAddr.:\t%s\nMisc.:\t%s",
                 p->id, p->name, buf, p->addr, p->misc);

}

/************************
 * handling profile_table
 ************************/
int delete_profile(struct profile* p) {
  free(p->misc);
  p->misc = 0;
  return 1;
}

int new_profile_table(struct profile_table* t, int max_n_profile_table) {
  t->n_entries = 0;
  t->entries = (struct profile*)
    malloc(sizeof(struct profile)*max_n_profile_table);
  return max_n_profile_table;
}

int clear_profile_table(struct profile_table* t) {
  t->n_entries = 0;
  return 1;
}

int delete_profile_table(struct profile_table* t) {
  int i, deleted_entries = t->n_entries;
  for(i = 0; i < t->n_entries; i++)
    delete_profile(&t->entries[i]);
  free(t->entries);
```

```
79    t->n_entries = 0;
80    t->entries = NULL;
81    return deleted_entries;
82  }
83
84  int new_profile_view(struct profile_view* v, int n_profile_table) {
85    v->n_entries = 0;
86    v->p_entries = (struct profile**)
87      malloc(sizeof(struct profile*)*n_profile_table);
88    return n_profile_table;
89  }
90
91  int clear_profile_view(struct profile_view* v) {
92    v->n_entries = 0;
93    return 1;
94  }
95
96  int delete_profile_view(struct profile_view* v) {
97    int deleted_entries = v->n_entries;
98    free(v->p_entries);
99    v->n_entries = 0;
100   v->p_entries = NULL;
101   return deleted_entries;
102 }
103
104 /*
105  * convert profile_table to profile_view
106  */
107 int create_view_from(struct profile_view* v, struct profile_table* t) {
108   int i;
109   v->n_entries = 0;
110   for(i = 0; i < t->n_entries; i++) {
111     v->p_entries[i] = &t->entries[i];
112     v->n_entries++;
113   }
114   return v->n_entries;
115 }
116
117 /*
118  * profile getter and comparator
119  */
120 int get_profile_id(struct profile* p) {
121   return p->id;
122 }
123
124 char* get_profile_name(struct profile* p) {
125   return p->name;
126 }
127
128 struct date* get_profile_est(struct profile* p) {
129   return &p->est;
130 }
131
132 char* get_profile_addr(struct profile* p) {
133   return p->addr;
134 }
135
136 char* get_profile_misc(struct profile* p) {
137   return p->misc;
138 }
139
140 int comp_int(int a, int b) {
141   return b - a;
142 }
143
144 int comp_str(char* a, char* b) {
145   return strcmp(b, a);
146 }
147
```

```
148 int comp_date(struct date* a, struct date* b) {
149   if(b->y != a->y) return b->y - a->y;
150   if(b->m != a->m) return b->m - a->m;
151   return b->d - a->d;
152 }
153
154 /*
155  * define search_profile and sort_profile
156  */
157 generic_search(profile_str, struct profile*, char*);
158 generic_sort(profile_str, struct profile*, char*);
159 generic_search(profile_int, struct profile*, int);
160 generic_sort(profile_int, struct profile*, int);
161 generic_search(profile_date, struct profile*, struct date*);
162 generic_sort(profile_date, struct profile*, struct date*);
163
164 /*
165  * transform profile_view
166  */
167 int copy_view(struct profile_view* t, struct profile_view* s) {
168   t->n_entries = s->n_entries;
169   memcpy(t->p_entries, s->p_entries, sizeof(struct profile*)*s->n_entries);
170   return t->n_entries;
171 }
172
173 int take(struct profile_view* to, struct profile_view* from, int n) {
174   int i, j = 0, minidx = 0, maxidx = from->n_entries;
175   if(n >= 0 && n <= from->n_entries) maxidx = n;
176   else if(n < 0 && n >= -from->n_entries) minidx = from->n_entries + n;
177   else return PS_INVARG;
178
179   to->n_entries = maxidx - minidx;
180   for(i = minidx; i < maxidx; i++) {
181     to->p_entries[j++] = from->p_entries[i];
182   }
183   return PS_SUCCESS;
184 }
185
186 int search_word_in(struct profile_view* to, struct profile_view* from,
187                    char* word, profile_column which) {
188   int found_idx[from->n_entries];
189   int i, n_found = 0;
190   int id;
191   char* e;
192   struct date est;
193
194   switch(which) {
195   case(PC_ID):
196     id = strtol(word, &e, 10);
197     if(*e == '\0') {
198       n_found = search_profile_int(found_idx, from->p_entries, id,
199                                    from->n_entries,
200                                    get_profile_id, comp_int);
201     } else {
202       // invalid id
203       return PS_INVID;
204     }
205     break;
206   case(PC_NAME):
207     n_found = search_profile_str(found_idx, from->p_entries, word,
208                                  from->n_entries,
209                                  get_profile_name, comp_str);
210     break;
211   case(PC_EST):
212     if(parse_date(&est, word)) {
213       n_found = search_profile_date(found_idx, from->p_entries, &est,
214                                     from->n_entries,
215                                     get_profile_est, comp_date);
216     } else {
```

```
217         // invalid date
218         return PS_INVDATE;
219       }
220       break;
221     case(PC_ADDR):
222       n_found = search_profile_str(found_idx, from->p_entries, word,
223                                    from->n_entries,
224                                    get_profile_addr, comp_str);
225       break;
226     case(PC_MISC):
227       n_found = search_profile_str(found_idx, from->p_entries, word,
228                                    from->n_entries,
229                                    get_profile_misc, comp_str);
230       break;
231     default:
232       // invalid column number
233       return PS_INVCOL;
234       break;
235     }
236
237     to->n_entries = n_found;
238     for(i = 0; i < n_found; i++)
239       to->p_entries[i] = from->p_entries[found_idx[i]];
240     return PS_SUCCESS;
241   }
242
243   int search_word_in_all(struct profile_view* to, struct profile_view* from,
244                          char* word) {
245     int idx[from->n_entries];
246     struct profile_view result_per_col;
247     new_profile_view(&result_per_col, from->n_entries);
248
249     int i, j, col, n_found = 0;
250     for(i = 0; i < from->n_entries; i++)
251       idx[i] = 0;
252     for(col = PC_ID; col < PC_END; col++) {
253       if(search_word_in(&result_per_col, from, word, col) != PS_SUCCESS)
254         continue;
255       // TODO poor performance (algorithm)
256       for(i = 0; i < from->n_entries; i++)
257         for(j = 0; j < result_per_col.n_entries; j++)
258           if(idx[i] == 0 &&
259              from->p_entries[i] == result_per_col.p_entries[j]) {
260             idx[i] = 1;
261             n_found++;
262           }
263     }
264     delete_profile_view(&result_per_col);
265
266     i = 0;
267     to->n_entries = n_found;
268     for(j = 0; j < n_found; j++) {
269       while(idx[i] == 0) i++;
270       to->p_entries[j] = from->p_entries[i++];
271     }
272     return PS_SUCCESS;
273   }
274
275   int sorted_by(struct profile_view* w,  struct profile_view* v,
276                 profile_column which) {
277     copy_view(w, v);
278     switch(which) {
279     case(PC_ID):
280       sort_profile_int(w->p_entries, w->n_entries,
281                        get_profile_id, comp_int);
282       break;
283     case(PC_NAME):
284       sort_profile_str(w->p_entries, w->n_entries,
285                        get_profile_name, comp_str);
```

```
      break;
    case(PC_EST):
      sort_profile_date(w->p_entries, w->n_entries,
                        get_profile_est, comp_date);
      break;
    case(PC_ADDR):
      sort_profile_str(w->p_entries, w->n_entries,
                       get_profile_addr, comp_str);
      break;
    case(PC_MISC):
      sort_profile_str(w->p_entries, w->n_entries,
                       get_profile_misc, comp_str);
      break;
    default:
      // invalid column number
      return PS_INVCOL;
    }

    return PS_SUCCESS;
  }

  /*
   * read / write function
   */
  int read_profiles_csv(struct profile_table* t, FILE* fp) {
    int i, n_added = 0;
    char buf[1024];

    while(fgets(buf, 1024, fp)) {
      // stlip newline
      for(i = 0; i < 1024 && buf[i] != '\0'; i++)
        if(buf[i] == '\r' || buf[i] == '\n') buf[i] = '\0';
      if(parse_profile_csv(&t->entries[t->n_entries], buf)) {
        t->n_entries++;
        n_added++;
      }
    }
    return n_added;
  }

  int write_profiles_csv(FILE* fp, struct profile_view* v) {
    int i;
    char buf[1024];
    for(i = 0; i < v->n_entries; i++) {
      dump_profile_csv(buf, v->p_entries[i]);
      fprintf(fp, "%s", buf);
      //if(i < v->n_entries-1)
        fprintf(fp, "\n");
    }
    return i;
  }

  int write_profiles_fancy(FILE* fp, struct profile_view* v) {
    int i;
    char buf[1024];
    for(i = 0; i < v->n_entries; i++) {
      dump_profile_fancy(buf, v->p_entries[i]);
      fprintf(fp, "%s\n\n", buf);
    }
    return i;
  }

  void serialize_profile(struct buffer* buf, struct profile* p) {
    serialize_long(buf, p->id);
    serialize_data(buf, p->name, NAME_SIZE);
    serialize_date(buf, &p->est);
    serialize_data(buf, p->addr, ADDR_SIZE);
    serialize_str(buf, p->misc);
  }
```

```
355
356 void serialize_profile_table(struct buffer* buf, struct profile_table* t) {
357   int i;
358   serialize_long(buf, t->n_entries);
359   for(i = 0; i < t->n_entries; i++)
360     serialize_profile(buf, &t->entries[i]);
361 }
362
363 void serialize_profile_view(struct buffer* buf, struct profile_view* v) {
364   int i;
365   serialize_long(buf, v->n_entries);
366   for(i = 0; i < v->n_entries; i++)
367     serialize_profile(buf, v->p_entries[i]);
368 }
369
370 void deserialize_profile(struct profile* p, struct buffer* buf) {
371   p->id = deserialize_long(buf);
372   deserialize_data(p->name, buf, NAME_SIZE);
373   deserialize_date(&p->est, buf);
374   deserialize_data(p->addr, buf, ADDR_SIZE);
375   deserialize_str(&p->misc, buf);
376 }
377
378 void deserialize_profile_table(struct profile_table* t, struct buffer* buf) {
379   int i;
380   t->n_entries = deserialize_long(buf);
381   for(i = 0; i < t->n_entries; i++)
382     deserialize_profile(&t->entries[i], buf);
383 }
```

A.6 date.c

```
1  #include "date.h"
2  #include <stdio.h>
3  #include <stdlib.h>
4  #include <string.h>
5  #include "mystring.h"
6
7  /************************
8   * handling date
9   ************************/
10 int parse_date(struct date* d, char* str) {
11   char buf[strlen(str) + 1];
12   char *ret[3], *e;
13   int n;
14   memcpy(buf, str, sizeof(buf));
15
16   n = split(buf, ret, '-', 3);
17   if(n != 3) return 0;
18   d->y = strtol(ret[0], &e, 10);
19   if(*e != '\0') return 0;
20   d->m = strtol(ret[1], &e, 10);
21   if(*e != '\0') return 0;
22   d->d = strtol(ret[2], &e, 10);
23   if(*e != '\0') return 0;
24   return 1;
25 }
26
27 int dump_date_csv(char* ret, struct date* d) {
28   return sprintf(ret, "%d-%d-%d", d->y, d->m, d->d);
29 }
30
31 int dump_date_fancy(char* ret, struct date* d) {
32   return sprintf(ret, "%d/%d/%d", d->y, d->m, d->d);
33 }
34
35 void serialize_date(struct buffer* buf, struct date* d) {
```

```
  serialize_short(buf, d->y);
  serialize_short(buf, d->m);
  serialize_short(buf, d->d);
}

void deserialize_date(struct date* d, struct buffer* buf) {
  d->y = deserialize_short(buf);
  d->m = deserialize_short(buf);
  d->d = deserialize_short(buf);
}
```

A.7 buffer.c

```
#include "buffer.h"
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <arpa/inet.h>

/************************
 * buffer function
 ************************/
void new_buffer(struct buffer* buf, uint32_t init_size) {
  buf->data = malloc(init_size);
  buf->size = init_size;
  buf->next = 0;
}

void new_buffer_from_data(struct buffer* buf, uint32_t buf_size, void* data) {
  buf->data = data;
  buf->size = buf_size;
  buf->next = 0;
}

void reserve_space_for_buffer(struct buffer* buf, uint32_t additional) {
  while(buf->next + additional > buf->size) {
    buf->data = realloc(buf->data, buf->size * 2);
    buf->size *= 2;
  }
}

void reset_buffer(struct buffer* buf) {
  buf->next = 0;
}

void delete_buffer(struct buffer* buf) {
  free(buf->data);
  buf->data = NULL;
  buf->size = 0;
  buf->next = 0;
}

int read_buffer(int sfd, struct buffer* buf, int bufsize) {
  char rbuf[bufsize];
  int rsize, rsize_sum = 0;
  uint32_t rsize_all;

  rsize = read(sfd, &rsize_all, sizeof(uint32_t));
  rsize_all = ntohl(rsize_all);

  while(rsize_sum < rsize_all) {
    if(rsize_sum + bufsize > rsize_all)
      rsize = rsize_all - rsize_sum;
    else
      rsize = bufsize;
    rsize = read(sfd, rbuf, rsize);
```

```
55      serialize_data(buf, rbuf, rsize);
56      rsize_sum += rsize;
57    }
58    buf->next = 0;
59
60    // clear buffer
61    fd_set rfds;
62    struct timeval tv;
63    int retval;
64    FD_ZERO(&rfds);
65    FD_SET(sfd, &rfds);
66    while(1) {
67      tv.tv_sec = 0;
68      tv.tv_usec = 1000;
69      retval = select(sfd+1, &rfds, NULL, NULL, &tv);
70      if(retval > 0 && read(sfd, rbuf, bufsize) <= 0) {
71        if(read(sfd, rbuf, bufsize) <= 0) break;
72      }
73      else break;
74    }
75
76    return rsize_all;
77  }
78
79  int write_buffer(int sfd, struct buffer* buf, int bufsize) {
80    int wsize, wsize_sum = 0;
81    uint32_t wsize_all = buf->next;
82    uint32_t wsize_all_n = htonl(wsize_all);
83    wsize = write(sfd, &wsize_all_n, sizeof(uint32_t));
84    while(wsize_sum < wsize_all) {
85      if(wsize_sum + bufsize > wsize_all)
86        wsize = buf->next - wsize_sum;
87      else
88        wsize = bufsize;
89      wsize = write(sfd, (char*)buf->data + wsize_sum, wsize);
90      wsize_sum += wsize;
91    }
92
93    // wait for buffer
94    fd_set wfds;
95    struct timeval tv;
96    int retval;
97    FD_ZERO(&wfds);
98    FD_SET(sfd, &wfds);
99    while(1) {
100     tv.tv_sec = 0;
101     tv.tv_usec = 1000;
102     retval = select(sfd+1, NULL, &wfds, NULL, &tv);
103     if(retval > 0) break;
104     else continue;
105   }
106
107   return wsize_all;
108 }
109
110 /**********
111  * serialize / deserialize primitives
112  **********/
113 void serialize_short(struct buffer* buf, short x) {
114   //printf("serialize short: %d\n", x);
115   x = htons(x);
116   reserve_space_for_buffer(buf, sizeof(uint16_t));
117   memcpy(buf->data + buf->next, &x, sizeof(uint16_t));
118   buf->next += sizeof(uint16_t);
119 }
120
121 short deserialize_short(struct buffer* buf) {
122   uint16_t x;
123   memcpy(&x, buf->data + buf->next, sizeof(uint16_t));
```

```
124   buf->next += sizeof(uint16_t);
125   x = ntohs(x);
126   //printf("deserialize short: %d\n", *x);
127   return x;
128 }
129
130 void serialize_long(struct buffer* buf, long x) {
131   //printf("serialize long: %d\n", x);
132   x = htonl(x);
133   reserve_space_for_buffer(buf, sizeof(uint32_t));
134   memcpy(buf->data + buf->next, &x, sizeof(uint32_t));
135   buf->next += sizeof(uint32_t);
136 }
137
138 long deserialize_long(struct buffer* buf) {
139   uint32_t x;
140   memcpy(&x, buf->data + buf->next, sizeof(uint32_t));
141   buf->next += sizeof(uint32_t);
142   x = ntohl(x);
143   //printf("deserialize long %d\n", *x);
144   return x;
145 }
146
147 void serialize_data(struct buffer* buf, void* data, uint32_t size) {
148   reserve_space_for_buffer(buf, size);
149   memcpy((char*)buf->data + buf->next, data, size);
150   buf->next += size;
151 }
152
153 void deserialize_data(void* data, struct buffer* buf, uint32_t size) {
154   memcpy(data, (char*)buf->data + buf->next, size);
155   buf->next += size;
156 }
```

A.8 mystring.c

```
1  #include "mystring.h"
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  /************************
6   * string function
7   ************************/
8  int split(char* str, char* ret[], char delim, int max) {
9    int count = 0;
10   ret[count++] = str;
11   while(*str && count < max) {
12     if(*str == delim) {
13       *str = '\0';
14       ret[count++] = str + 1;
15     }
16     str++;
17   }
18   return count;
19 }
20
21 void serialize_str(struct buffer* buf, char* str) {
22   uint32_t size = strlen(str) + 1;
23   serialize_long(buf, size);
24   serialize_data(buf, str, size);
25 }
26
27 void deserialize_str(char** str, struct buffer* buf) {
28   uint32_t size;
29   size = deserialize_long(buf);
30   *str = (char*) malloc(size);
31   deserialize_data(*str, buf, size);
```

```
32  }
33
34  void deserialize_str_nocopy(char** str, struct buffer* buf) {
35    uint32_t size;
36    size = deserialize_long(buf);
37    *str = buf->data + buf->next;
38    buf->next += size;
39  }
```