

從非緩衝輸入流到 Linux 控制檯的歷史



目錄

-
- 可以設置不帶緩衝的標準輸入流嗎？
 - 這和緩存無關，是控制檯的實現方式的問題。
 - strace查看了下
 - 如果想感受一下 raw mode
 - 終端上的字符編程

- Linux控制檯的歷史

這篇也是源自於水源C板上板友的一個問題，涉及Linux上的控制檯的實現方式和歷史原因。因為內容比較長，所以在這裏再排版一下發出來。原帖在這裏。

可以設置不帶緩衝的標準輸入流嗎？

WaterElement(UnChanged) 於 2014年12月09日 23:29:51 星期二 問到：

請問對於標準輸入流可以設置不帶緩衝嗎？比如以下程序

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <unistd.h>
3
4  int main(int argc, char *argv[
5  ]) {
6      FILE *fp = fdopen(STDIN_FI
7  LENO, "r");
8      setvbuf(fp, NULL, _IONBF, 0
9  );
10     char buffer[20];
11     buffer[0] = 0;
12     fgets(buffer, 20, fp);
13     printf("buffer is:%s", buf
14     fer);
15     return 0;
16 }
```

似乎還是需要在命令行輸入後按回車纔會讓 fgets 返回，不帶緩衝究竟體現在哪裏？

這和緩存無關，是控制檯的實現方式的問題。

再講細節一點，這裏有很多個程序和設備。以下按 linux 的情況講：

1. 終端模擬器窗口（比如xterm）收到鍵盤事件
2. 終端模擬器(xterm)把鍵盤事件發給虛擬終端 `pty1`
3. `pty1` 檢查目前的輸入狀態，把鍵盤事件轉換成 `stdin` 的輸入，發給你的程序
4. 你的程序的 c 庫從 `stdin` 讀入一個輸入，處理

標準庫說的輸入緩存是在 4 的這一步進行的。而行輸入是在 3 的這一步被緩存起來的。

終端`pty`有多種狀態，一般控制檯程序所在的狀態叫「回顯行緩存」狀態，這個狀態的意思是：

1. 所有普通字符的按鍵，會回顯到屏幕上，同時記錄在行緩存區裏。
2. 處理退格(`BackSpace`)，刪除(`Delete`)按鍵為刪掉字符，左右按鍵移動光標。
3. 收到回車的時候把整個一行的內容發給`stdin`。

參考：

http://en.wikipedia.org/wiki/Cooked_mode

同時在Linux/Unix下可以發特殊控制符號給`pty`讓它進入「raw」狀態，這種狀態下按鍵 不會被回顯，顯示什麼內容都靠你程序自己控制。如果你想得到每一個按

鍵事件需要用raw狀態，這需要自己控制回顯自己處理緩衝，簡單點的方法是用 `readline` 這樣的庫（基本就是「回顯行緩存」的高級擴展，支持了 Home/End，支持歷史）或者 `ncurses` 這樣的庫（在raw狀態下實現了一個簡單的窗口/ 事件處理框架）。

參考：

http://en.wikipedia.org/wiki/POSIX_terminal_interface#History

除此之外，`Ctrl-C` 轉換到 `SIGINT`，`Ctrl-D` 轉換到 `EOF` 這種也是在 3 這一步做的。

以及，有些終端模擬器提供的 `Ctrl-Shift-C` 表示複製這種是在 2 這一步做的。

以上是 Linux/unix 的方式。Windows的情況大體類似，只是細節上有很多地方不一樣：

1. 窗口事件的接收者是創建 `cmd` 窗口的 `Win32` 子系統。
2. `Win32`子系統接收到事件之後，傳遞給位於 命令行子系統 的 `cmd` 程序
3. `cmd` 程序再傳遞給你的程序。

Windows上同樣有類似行緩存模式和raw模式的區別，只不過實現細節不太一樣。

strace查看了下

感謝FC的詳盡解答。

用strace查看了下，設置標準輸入沒有緩存的話讀每個字符都會調用一次 read 系統調用，比如輸入 abc：

```
1 read(0, abc
2 "a", 1)
   = 1
3 read(0, "b", 1)
   = 1
4 read(0, "c", 1)
   = 1
5 read(0, "\n", 1)
   = 1
```

如果有緩存的話就只調用一次了
read 系統調用了：

```
1 read(0, abc
2 "abc\n", 1024)
   = 4
```

如果想感受一下 raw mode

沒錯，這個是你的進程內C庫做的緩存，tty屬於字符設備所以是一個一個字符塞給你的程序的。

如果想感受一下 raw mode 可以試試下面這段程序（沒有檢測錯誤返回值）

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <unistd.h>
3  #include <termios.h>
4
5  static int ttyfd = STDIN_FILENO;
6  static struct termios orig_termios;
7
8  /* reset tty - useful also for restoring the terminal when this process
9     wishes to temporarily relinquish the tty
10 */
11 int tty_reset(void){
12     /* flush and reset */
13     if (tcsetattr(ttyfd,TCSAFLUSH,&orig_termios) < 0) return -1;
14     return 0;
15 }
16
17
18 /* put terminal in raw mode - see termio(7I) for modes */
19 void tty_raw(void)
```

```
20 {
21     struct termios raw;
22
23     raw = orig_termios; /* copy original and then modify below */
24
25     /* input modes - clear indicated ones giving: no break, no CR to NL,
26        no parity check, no strip char, no start/stop output (sic) control */
27
28     raw.c_iflag &= ~(BRKINT | ICRNL | INPCK | ISTRIP | IXON);
29
30     /* output modes - clear giving: no post processing such as NL to CR+NL */
31
32     raw.c_oflag &= ~(OPOST);
33
34     /* control modes - set 8 bit chars */
35
36     raw.c_cflag |= (CS8);
37
38     /* local modes - clear giving: echoing off, canonical off (no erase with
39        backspace, ^U,...), no extended functions, no signal chars (^Z, ^C) */
40
41     raw.c_lflag &= ~(ECHO | ICANON | IEXTEN | ISIG);
42 }
```



```

39      /* control chars - set return co
ndition: min number of bytes and timer
*/
40      raw.c_cc[VMIN] = 5; raw.c_cc[VTI
ME] = 8; /* after 5 bytes or .8 seconds
41
           after first byte seen
*/
42      raw.c_cc[VMIN] = 0; raw.c_cc[VTI
ME] = 0; /* immediate - anything
*/
43      raw.c_cc[VMIN] = 2; raw.c_cc[VTI
ME] = 0; /* after two bytes, no timer
*/
44      raw.c_cc[VMIN] = 0; raw.c_cc[VTI
ME] = 8; /* after a byte or .8 seconds
*/
45
46      /* put terminal in raw mode afte
r flushing */
47      tcsetattr(ttyfd, TCSAFLUSH, &raw);
48  }
49
50
51  int main(int argc, char *argv[]) {
52      atexit(tty_reset);
53      tty_raw();
54      FILE *fp = fdopen(ttyfd, "r");
55      setvbuf(fp, NULL, _IONBF, 0);
56      char buffer[20];
57      buffer[0] = 0;
58      fgets(buffer, 20, fp);

```

```
59     printf("buffer is:%s", buffer);  
60     return 0;  
61 }
```

終端上的字符編程

vander(大青蛙) 於 2014年12月12日08:52:20 星期五 問到：

學習了！

進一步想請教一下fc大神。如果我在Linux上做終端上的字符編程，是否除了用ncurses庫之外，也可以不用該庫而直接與終端打交道，就是你所說的直接在raw模式？另外，終端類型vt100和linux的差別在哪裏？爲什麼Kevin Boone的KBox配置手冊裏面說必須把終端類型設成linux，而且要加上terminfo文件，才能讓終端上的vim正常工作？terminfo文件又是幹什麼的？

Linux控制檯的歷史

嗯理論上可以不用 ncurses 庫直接在 raw 模式操縱終端。

這裏稍微聊一下terminfo/termcap的歷史，詳細的歷史和吐槽參考 Unix hater's Handbook 第6章 Terminal Insanity。

首先一個真正意義上的終端就是一個輸入設備（通常是鍵盤）加上一個輸出設備（打印機或者顯示器）。很顯然不同的終端的能力不同，比如如果輸出設備是打印機的話，顯示出來的字符就不能刪掉了（但是能覆蓋），而且輸出了一行之後就不能回到那一行了。再比如顯示器終端有的支持粗體和下劃線，有的支持顏色，而有的什麼都不支持。早期Unix工作在電傳打字機

（TeleType）終端上，後來Unix被port到越來越多的機器上，然後越來越多類型的終端會被連到Unix上，很可能同一臺Unix主機連了多個不同類型的終端。由於是不同廠商提供的不同的終端，能力各有不同，自然控制他們工作的方式也是不一樣的。所有終端都支持回顯行編輯模式，所以一般的面向行的程序還比較好寫，但是那時候要撰寫支持所有終端的「全屏」程序就非常痛苦，這種情況就像現在瀏覽器沒有統一標準下寫HTML要測試各種瀏覽器兼容性一樣。通常的做法是

1. 使用最小功能子集
2. 假設終端是某個特殊設備，不管別的設備。

水源的代碼源頭 Firebird2000 就是那樣的一個程序，只支持固定大小的vt102終端。

這時有一個劃時代意義的程序出現了，就是 vi，試圖要做到「全屏可視化編輯」。這在現在看起來很簡單，但是在當時基本是天方夜譚。vi 的做法是提出一層抽象，記錄它所需要的所有終端操作，然後有一個終端類型數據庫，把那些操作映射到終端類型的具體指令上。當然並不是所有操作在所有終端類型上都支持，所

以會有一堆 fallback，比如要「強調」某段文字，在彩色終端上可能 fallback 到紅色，在黑白終端上可能 fallback 到粗體。

vi 一出現大家都覺得好頂讚，然後想要寫更多類似 vi 這樣的全屏程序。然後 vi 的作者就把終端抽象的這部分數據庫放出來形成一個單獨的項目，叫 termcap (Terminal Capability)，對應的描述終端的數據庫就是 termcap 格式。然後 termcap 只是一個數據庫（所以無狀態）還不夠方便易用，所以後來又有人用 termcap 實現了 curses。

再後來大家用 curses/termcap 的時候漸漸發現這個數據庫有一點不足：它是為 vi 設計的，所以只實現了 vi 需要的那部分終端能力。然後對它改進的努力就形成了新的 terminfo 數據庫和 pcurses 和後來的 ncurses。然後 VIM 出現了自然也用 terminfo 實現這部分終端操作。

然後麼就是 X 出現了，xterm 出現了，大家都用顯示器了，然後 xterm 爲了兼容各種老程序加入了各種老終端的模擬模式。不過因爲最普及的終端是 vt100 所以 xterm 默認是工作在兼容 vt100 的模式下。然後接下來各種新程序（偷懶不用 *curses 的那些）都以 xterm/vt100 的方式寫。

嗯到此爲止是 Unix 世界的黑歷史。

知道這段歷史的話就可以明白爲什麼需要 TERM 變量配合 terminfo 數據庫纔能用一些 Unix 下的全屏程序了。類比一下的話這就是現代瀏覽器的 user-agent。

然後話題回到 Linux。大家知道 Linux 早期代碼不是一個 OS，而是 Linus 大神想在他的嶄新蹭亮的 386-PC 上遠程登錄他學校的 Unix 主機，接收郵件和逛水源（咳咳）。於是 Linux 最早的那部分代碼並不是一個通用 OS 而只是一個 bootloader 加一個終端模擬器。所以現在 Linux 內核裏還留有他當年實現的終端模擬器的部分代碼，而這個終端模擬器的終端類型就是 linux 啦。然後他當時是爲了逛水源嘛所以 linux 終端基本上是 vt102 的一個接近完整子集。

說到這裏脈絡大概應該清晰了，xterm 終端類型基本模擬 vt100，linux 終端類型基本模擬 vt102。這兩個的區別其實很細微，都是同一個廠商的兩代產品嘛。有差別的地方差不多就是 Home / End / PageUp / PageDown / Delete 這些不在 ASCII 控制字符表裏的按鍵的映射關係不同。

嗯這也就解釋了爲什麼在 linux 環境的圖形界面的終端裏 telnet 上水源的話，上面這些按鍵會錯亂……如果設置終端類型是 linux/vt102 的話就不會亂了。在 linux 的 TTY 裏 telnet 也不會亂的樣子。

寫到這裏纔發現貌似有點長……總之可以參考 [Unix hater's Handbook](#) 裏的相關歷史評論和吐槽，那一段非常有意思。

