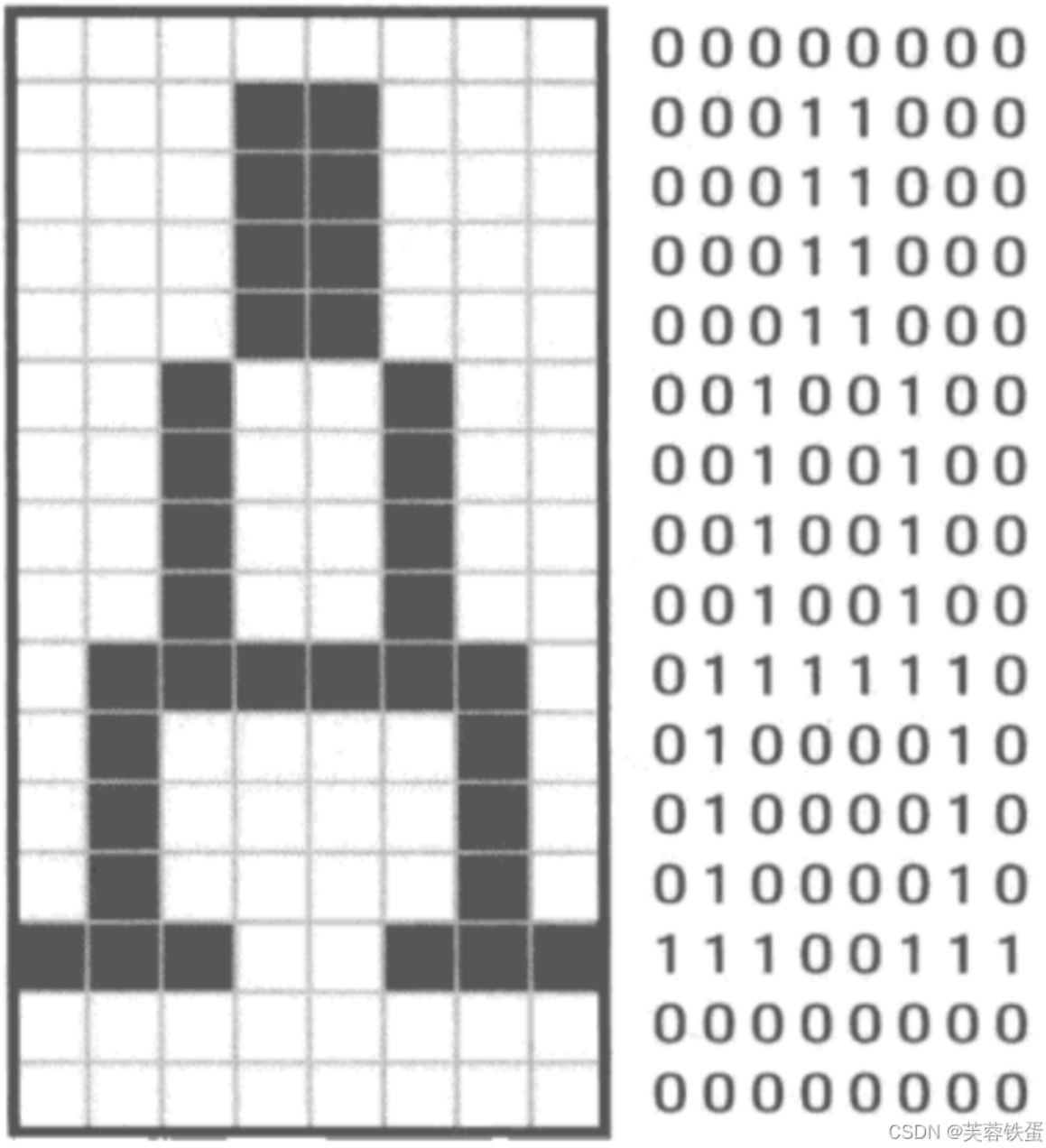
字体的绘制跟其他图形一样，都是通过将指定位置的像素点设置成给定颜色而形成的最终图形，如下图：我们看到，要绘制给定的字母，我们可以把一块图形区域先全部染成白色，然后在将某个位置的像素点的颜色设置成黑色，那么，字体就显示出来了。如果我们把字体的大小限定在一个8*16的长方形区域，那么我们在这个区域内，将特定位置的像素点设置成黑色，其他点设置成白色，那么我们就可以得到一个白底黑色的字体



编辑

依据上图，如果我们把8*16区域当做一个二维数组，白色的像素我们用0表示，黑色像素我们用1表示，那么上图的字符A, 最顶层的一行全是白色，所以用8个0表示，第二行，8个像素中，中间两个像素设置成黑色，于是对应的二进制数就是000 11 000, 对应的16进制数就是0x18, 依次类推，这样对整个字符A, 我们就有可以设置一个对应的数组

```
static char fontA[16] = {
0x00, 0x18, 0x18, 0x18,0x18,0x24,0x24,0x24,
0x24, 0x7e, 0x42, 0x42,0x42, 0xe7, 0x00, 0x00
};
```

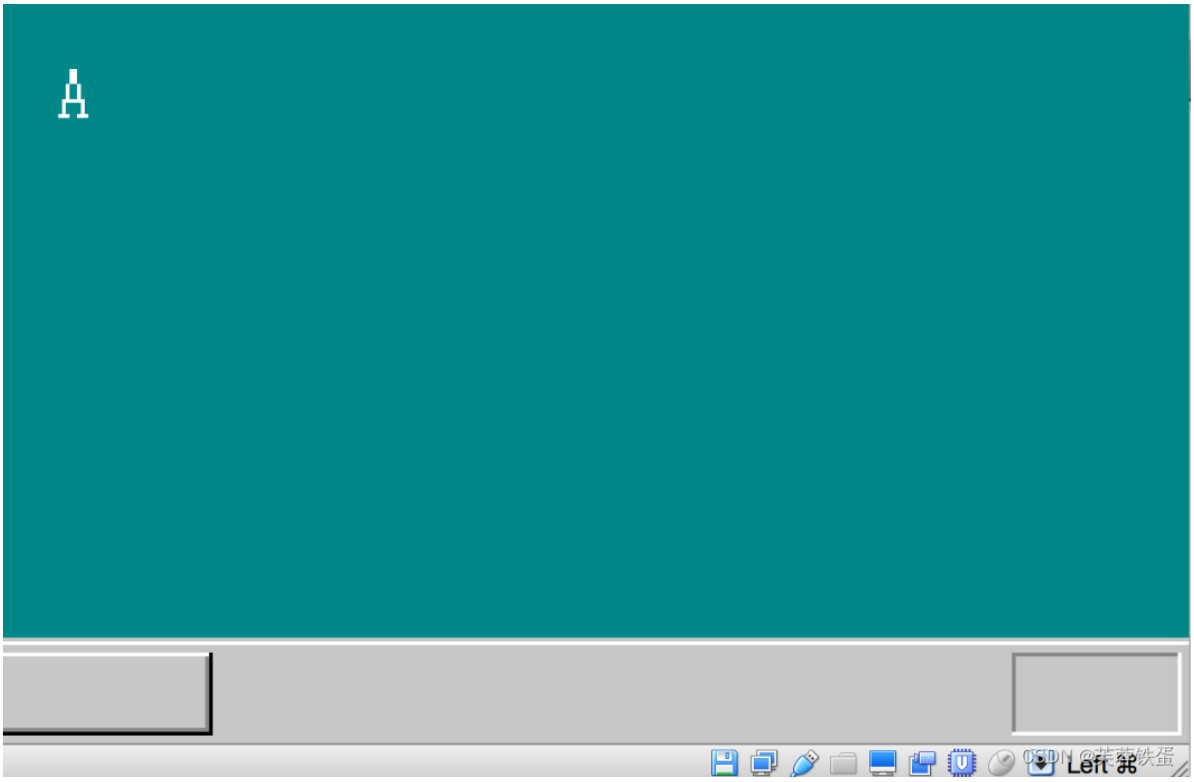
拿到字体数组后，绘制时，把数组中的每一个数值取出来，看该数值的二进制形式中，哪一位设置成1，那么就给对应的像素赋予黑色，如果设置成0，就给对应的像素设置成白色，代码如下

```
void showFont8(char *vram, int xsize, int x, int y, char c, char* font) {
    int i;
    char d;

    for (i = 0; i < 16; i++) {
        d = font[i];
        if ((d & 0x80) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 0] = c;}
        if ((d & 0x40) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 1] = c;}
        if ((d & 0x20) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 2] = c;}
        if ((d & 0x10) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 3] = c;}
        if ((d & 0x08) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 4] = c;}
        if ((d & 0x04) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 5] = c;}
        if ((d & 0x02) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 6] = c;}
        if ((d & 0x01) != 0) {vram[(y+i)*xsize + x + 7] = c;}
    }
```

xsize对应屏幕的宽度，相隔一行的同一列上的像素点，他们之间的距离正好是屏幕一行的宽度，如果把屏幕看成是一个320*200 的二维数组screen[320][200], 那么点screen[1][1]和点screen[2][1] 之间的距离，就等于320.

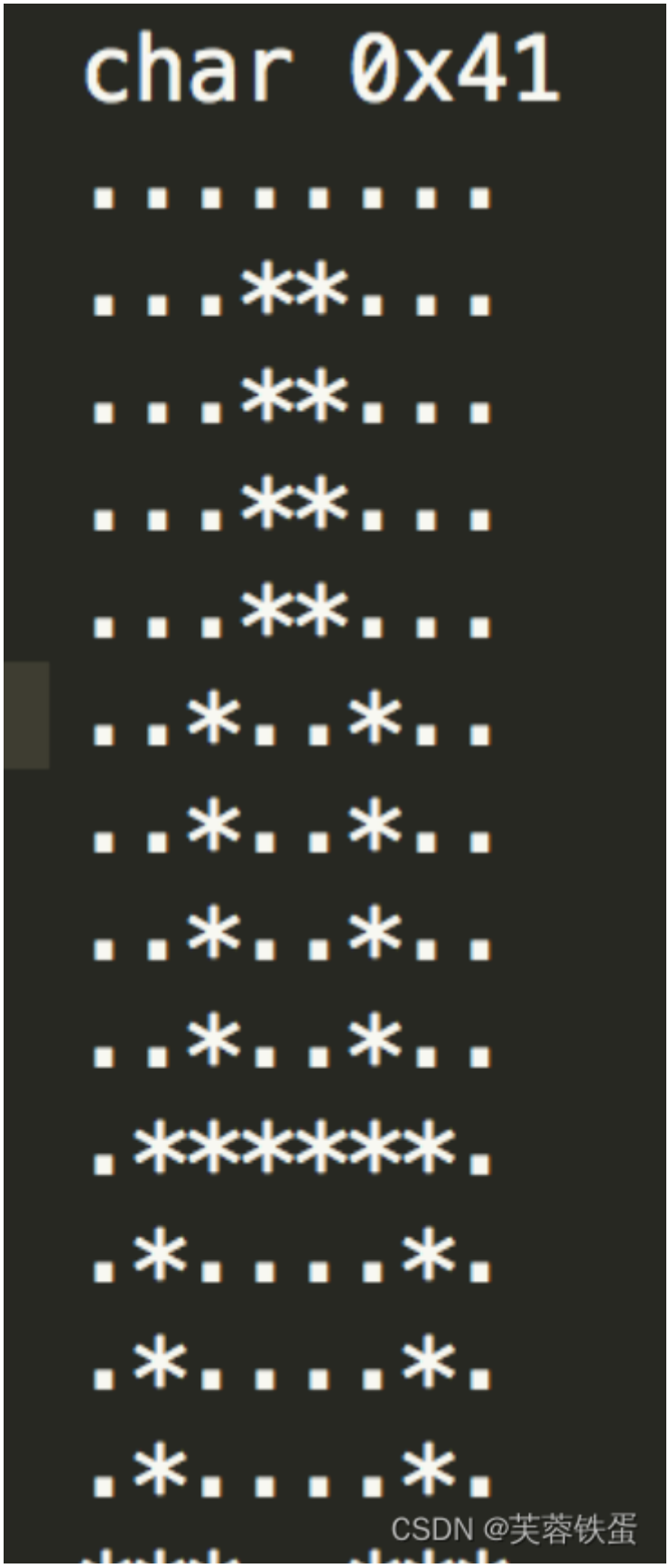
在write_vga_desktop.c的主函数中，在for(;;)死循环前加入一句：
showFont8(vram, xsize, 20, 20, COL8_FFFFFF, fontA);

将上面的代码结合进write_vga_desktop.c，编译反编译，结合到内核后，查看运行效果



编辑

当前我们只绘制了一个字符，要绘制一系列字符的话，就需要相应的数组，我们的做法是，使用设计好的字体文件，将字体文件转换为二进制数据，先向大家展示这个字体文件的内容样式



编辑

字体文件就是如上图所示，对每一个字符样式进行进行设计，一个“.”就代表0，*代表1，同时，我们会有一个附件工具程序叫makeFont,该程序将此字体文件读入，然后转换成对应的16进制数据。

启动makeFont程序，并运行之，完成后，该工程目录下会多出一个二进制文件:fontData.inc:该二进制文件的局部内容如下：

```
systemFont:
db 00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H
,00H
db 00H ,00H ,070H ,088H ,04H ,054H ,054H ,04H ,04H ,054H ,024H ,088H ,070H ,00H
,00H ,00H
db 00H ,00H ,070H ,0f8H ,0fcH ,0acH ,0acH ,0fcH ,0fcH ,0acH ,0dcH ,0f8H ,070H
,00H ,00H ,00H
db 00H ,00H ,00H ,00H ,0d8H ,0fcH ,0fcH ,0fcH ,0f8H ,070H ,020H ,00H ,00H ,00H
,00H ,00H
db 00H ,00H ,00H ,00H ,020H ,070H ,0f8H ,0fcH ,0f8H ,070H ,020H ,00H ,00H ,00H
,00H ,00H
db 00H ,00H ,00H ,00H ,020H ,070H ,0a8H ,0fcH ,0a8H ,020H ,070H ,00H ,00H ,00H
,00H ,00H
db 00H ,00H ,00H ,00H ,020H ,070H ,0f8H ,0fcH ,0acH ,020H ,070H ,00H ,00H ,00H
,00H ,00H
db 00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H ,030H ,078H ,078H ,030H ,00H ,00H ,00H ,00H ,00H
,00H
```

makeFont程序的逻辑简单，只是把一行一行的文件读入，把一行中的”.”当做0，”*”当做1，然后转换成16进制数写入文件fontData.inc即可。

有了上面的字体二进制文件后，我们直接将它include到内核文件kernel.asm里，然后在我们的C语言程序中直接使用即可，在C语言中，我们先声明一个外部变量数组:

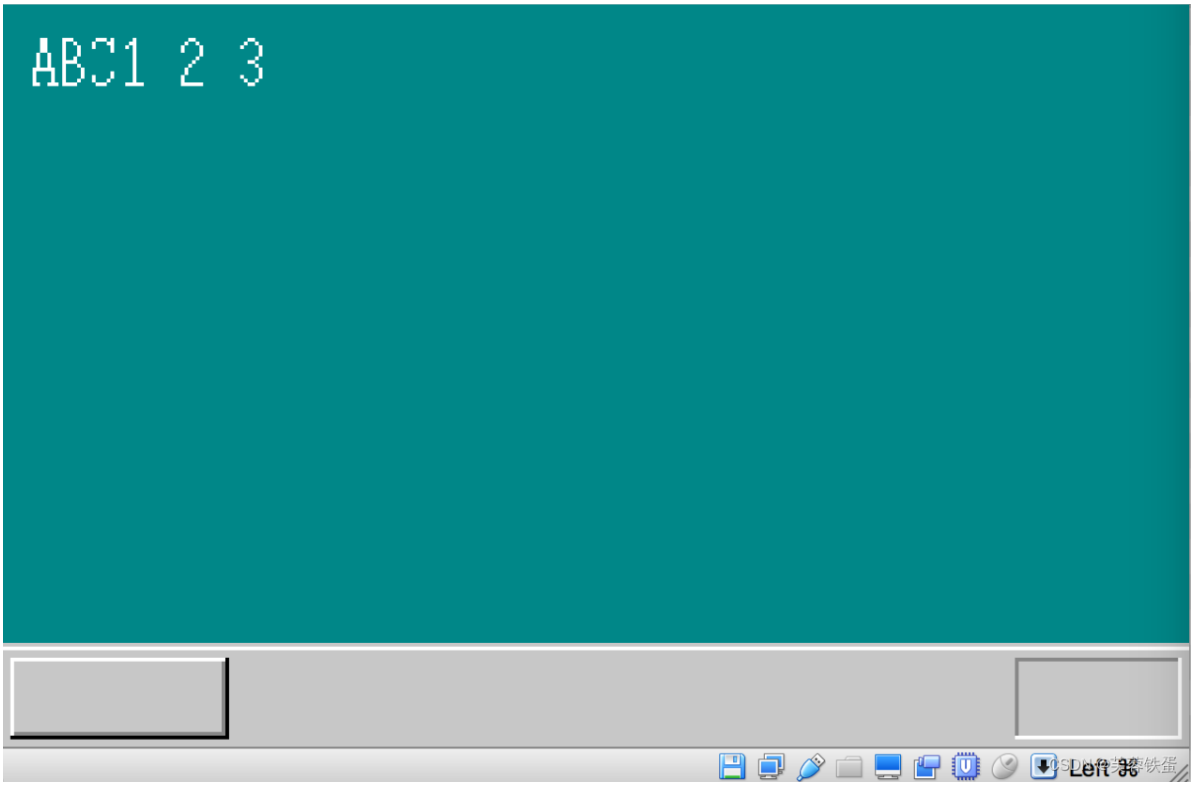
extern char systemFont[16]

要想绘制某个字符，例如字符B,我们可以使用以下调用

showFont8(vram, xsize, 20, 20, COL8_FFFFFF, systemFont+'A'*16);
显示字符A,B,C,1,2,3的C语言部分代码：

```
extern char systemFont[16];

void showFont8(char *vram, int xsize, int x, int y, char c, char* font);

void CMain(void) {
    struct BOOTINFO bootInfo;
    initBootInfo(&bootInfo);
    char*vram = bootInfo.vgaRam;
    int xsize = bootInfo.screenX, ysize = bootInfo.screenY;

    init_palette();

    boxfill8(vram, xsize, COL8_008484, 0, 0, xsize-1, ysize-29);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_C6C6C6, 0, ysize-28, xsize-1, ysize-28);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_FFFFFF, 0, ysize-27, xsize-1, ysize-27);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_C6C6C6, 0, ysize-26, xsize-1, ysize-1);

    boxfill8(vram, xsize, COL8_FFFFFF, 3, ysize-24, 59, ysize-24);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_FFFFFF, 2, ysize-24, 2, ysize-4);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_848484, 3, ysize-4,  59, ysize-4);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_848484, 59, ysize-23, 59, ysize-5);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_000000, 2, ysize-3, 59, ysize-3);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_000000, 60, ysize-24, 60, ysize-3);
```

```
    boxfill8(vram, xsize, COL8_848484, xsize-47, ysize-24, xsize-4, ysize-24);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_848484, xsize-47, ysize-23, xsize-47, ysize-4);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_FFFFFF, xsize-47, ysize-3, xsize-4, ysize-3);
    boxfill8(vram, xsize, COL8_FFFFFF, xsize-3,  ysize-24, xsize-3, ysize-3);

    showFont8(vram, xsize, 8, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + 'A'*16);
    showFont8(vram, xsize, 16, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + 'B'*16);
    showFont8(vram, xsize, 24, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + 'C'*16);
    showFont8(vram, xsize, 32, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + '1'*16);
    showFont8(vram, xsize, 48, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + '2'*16);
    showFont8(vram, xsize, 64, 8, COL8_FFFFFF, systemFont + '3'*16);

    for(;;) {
       io_hlt();
    }

}
```



我们能够显示单个字符，只要稍加加工，我们就可以显示一个字符串，显示字符串只不过是将字符连在一起显示罢了，具体代码如下：

```
void showString(char* vram, int xsize, int x, int y, char color, unsigned char *s
) {
    for (; *s != 0x00; s++) {
       showFont8(vram, xsize, x, y,color, systemFont+ *s * 16);
       x += 8;
    }
}
```

有了桌面背景，能够显示字符串，现在在图形界面上还少了点东西，那就是鼠标指针，如果有个鼠标能在桌面里动来动去，那系统就有点意思了。

就像前几节说的那样，任何图像都是二维平面上点的集合，把不同位置的点设置成不同颜色，那么我们想要的图像就显示出来了，我们先来看看一个用来表示二维图标的数组：

```
static char cursor[16][16] = {
        "***************..",
        "*OOOOOOOOOOO*...",
        "*OOOOOOOOOO*....",
        "*OOOOOOOOO*.....",
        "*OOOOOOOO*......",
        "*OOOOOOO*.......",
        "*OOOOOOO*.......",
        "*OOOOOOOO*......",
        "*OOOO**OOO*.....",
        "*OOO*..*OOO*....",
        "*OO*....*OOO*...",
        "*O*......*OOO*..",
        "**........*OOO*.",
        "*..........*OOO*",
        ".............*OO*",
        ".............***"
    };
```

接下来就通过代码设置相关像素点的颜色

```
void init_mouse_cursor(char* mouse, char bc) {
    static char cursor[16][16] = {
        "***************..",
        "*OOOOOOOOOOO*...",
        "*OOOOOOOOOO*....",
        "*OOOOOOOOO*.....",
        "*OOOOOOOO*......",
        "*OOOOOOO*.......",
        "*OOOOOOO*.......",
        "*OOOOOOOO*......",
        "*OOOO**OOO*.....",
        "*OOO*..*OOO*....",
        "*OO*....*OOO*...",
        "*O*......*OOO*..",
        "**........*OOO*.",
        "*..........*OOO*",
        ".............*OO*",
        ".............***"
    };

      int x, y;
      for (y = 0; y < 16; y++) {
          for (x = 0; x < 16; x++) {
             if (cursor[y][x] == '*') {
                 mouse[y*16 + x] = COL8_000000;
             }
             if (cursor[y][x] == 'O') {
```

```
                mouse[y*16 + x] = COL8_FFFFFF;
            }
            if (cursor[y][x] == '.') {
                mouse[y*16 + x] = bc;
            }
        }
    }
}
```

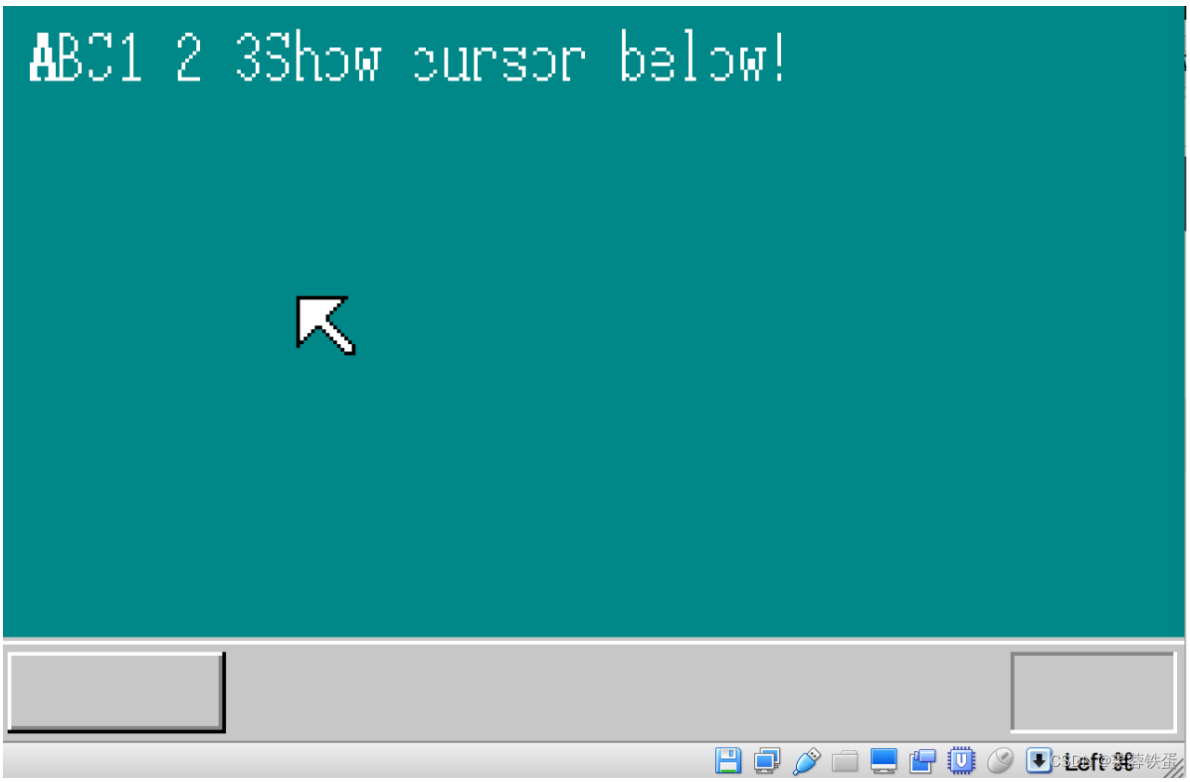
代码中把星号设置成黑色，O设置成白色，. 设置成背景色。有了上面的颜色二维数组后，我们需要把该数组的数值写入显存，但显存是一维数组，所以需要将上面的16*16二维数组转换为一个256字节的数组然后写入显存，代码如下：

```
void putblock(char* vram, int vxsize, int pxsize,
int pysize, int px0, int py0, char* buf, int bxsize) {
    int x, y;
    for (y = 0; y < pysize; y++)
      for (x = 0; x < pxsize; x++) {
          vram[(py0+y) * vxsize + (px0+x)] = buf[y * bxsize + x];
      }
}
```

上面代码中，vxsize是整个屏幕的宽度，也就是320，pxsize,pysize, bxsize 等于16，也就是二维数值的行和列值， px0,py0是鼠标所在的左上角坐标，有了上面代码后，在主函数中通过以下调用就能画出鼠标：

```
void CMain() {
....
init_mouse_cursor(mcursor, COL8_008484);
putblock(vram, xsize, 16, 16, 80, 80, mcursor, 16);
for(;;){
io_hlt();
}
```

上面代码把鼠标画到左上角坐标为80，80的屏幕处，运行上面代码，反编译后加入内核汇编代码，最后编译内核，用虚拟机加载后结果如下：



虽然鼠标画出来，但动不了，那是因为我们还没有在内核中建立相关机制，要想让鼠标动起来，我们需要设置中断处理，当我们触摸鼠标硬件，硬件会向CPU发送信号，CPU接收信号后引发中断，放下手中正在处理的任务，去执行中断代码，如果这段中断代码是我们写的话，那么我们可以乘此机会重新绘制鼠标，改变鼠标位置，这样鼠标就动起来了。