

今回の内容

6.1 入出力装置の仕組み	6-1
6.2 演習問題	6-6

6.1 入出力装置の仕組み

この回では、パソコンで用いられている代表的な入出力装置の仕組みをいくつか紹介します。

キーボード

キーボードは、パソコンへ文字情報を入力するために使われる入力装置です。私たちが使っている標準的なキーボードには100個余りのキーが並んでいます。私たちは、これらの内の1つ、あるいは複数のキーを押し下げることにより、パソコンにいろいろな文字を入力して、たとえばワープロの文書などを作成することができるわけです。キーボードのキーを押すと、パソコンの画面には、その押したキーに見合った文字が表示されるわけですが、その文字を表示させているのは、パソコンに格納されたソフトウェア(プログラム)の指示に従って、適当な情報(指示)がディスプレイのインタフェースに送られるからであって、キーボードがすべてを行っているわけではありません。キーボードの仕事は、人間がキーを押えたとき、あるいは放したときに、どのキーが押された、あるいは放されたという情報をパソコンへ送るということだけです。

ごく普通のキーボードの内部構造は下の図1のようになっています¹。

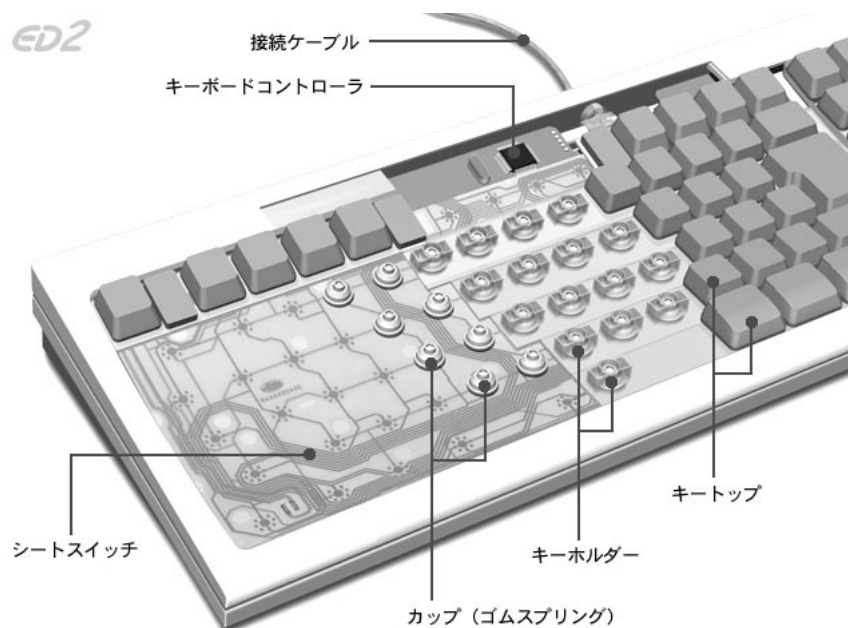


図1: キーボードの内部構造

キーボードの上面に並んでいるキートップの1つを押し下げると、キートップを押し上げていたカップ(合成ゴムでできたバネ)が変形して、カップの内側に貼ってある導電性パッドが基板に接触

¹本資料中のED2と記された図は「情報機器と情報社会の仕組み素材集 (<http://www.kayoo.org/mext/joho-kiki/>)」の一部を利用させて頂いたものです。

し、そこに印刷された2つの電線の間で電流が流れるようになります(次ページの図2)。この電流の流れをキーボードコントローラ²が調べることで、どのキーが押されたか、あるいは放されたかを検知します。キーボードコントローラは、キーの上下を検知すると、キーの違い、押されたのか放されたのかの違いを、1～数 byte 程度のデジタル情報として(接続ケーブルを介して)パソコン本体へ送ります。

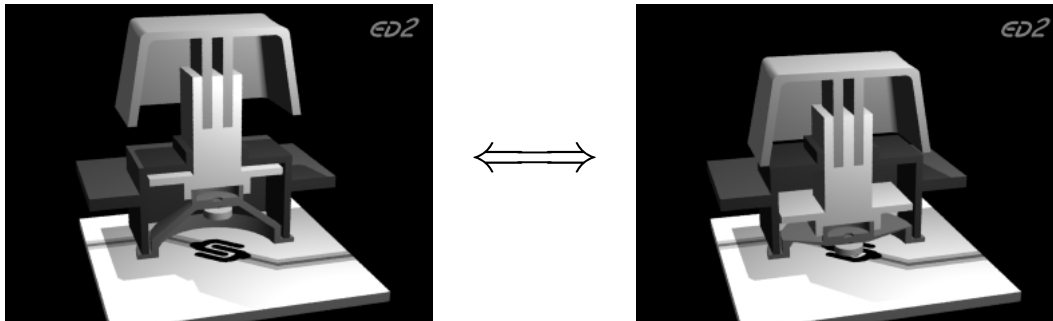


図2: キーの上下

subsection* マウスは、パソコンの画面上の位置を指し示すために用いられる入力装置です。マウスを机の上で前後左右にすべらせると、その動きに関する情報がパソコンに送られ、その情報に合わせて、画面上のマウスカーソルが上下左右に移動します。と言っても、画面上でマウスカーソルを移動させているのは、パソコンのソフトウェア(プログラム)の働きであって、マウスの仕事ではありません。マウスの仕事は、自分が机の上でどのように移動したかに関する情報をパソコンに伝えることだけです。後は、その情報を受け取ったパソコンのソフトウェアが、その動きに合わせてマウスカーソルを動かすなどの処理を行います。

マウスがパソコンへ送る情報には、机の上でのマウスの動きに関するものだけではなく、マウスに付属しているスイッチ(ボタン)のオン・オフや、ホイールの回転(どちら側にどれだけ回転したか)に関するものなどがあります。

マウスは何らかの方法で、机の上でどの方向にどれだけ移動したのかを検知しなければなりません。その方法として現在よく使われているものが2通りあります。1つは、机に接したボールの回転をロータリエンコーダと呼ばれる部品で検知する方法で、この方法を使ったマウスを機械式マウス(mechanical mouse)あるいはボールマウス(ball mouse)と呼びます。もう1つの方法は、ごく小さなデジタルカメラを使って、マウス底面から机の表面を撮影し、その画像の変化によってマウスの移動を検知するものです。この方法を使ったマウスを光学式マウス(optical mouse)と呼びます。最近では、デジタルカメラを使った光学式マウスが主流になっています。

機械式マウスでは、ボールが取り込んでしまった机の上のゴミや汚れが、マウス内部の機械部品(特に、ボールに接しているロータリーエンコーダの回転軸)に付着してしまい、マウスの動き(ボールの回転)を正確に検知できなくなってしまうことがよくあります。このため、機械式マウスでは定期的な清掃が必要でしたが、光学式マウスでは、このような配慮が不要になりました。ただし、光学式マウスでは、ガラスや表面に光沢のある机の上では、正確にマウスの移動を検知することができない場合もあります。

図3は光学式マウスの内部構造を示したものです。この図の左上の黒い部品の下部(机側)には、

²通常、半導体チップ(小片)上に集積されたデジタル電子回路として実現されています。

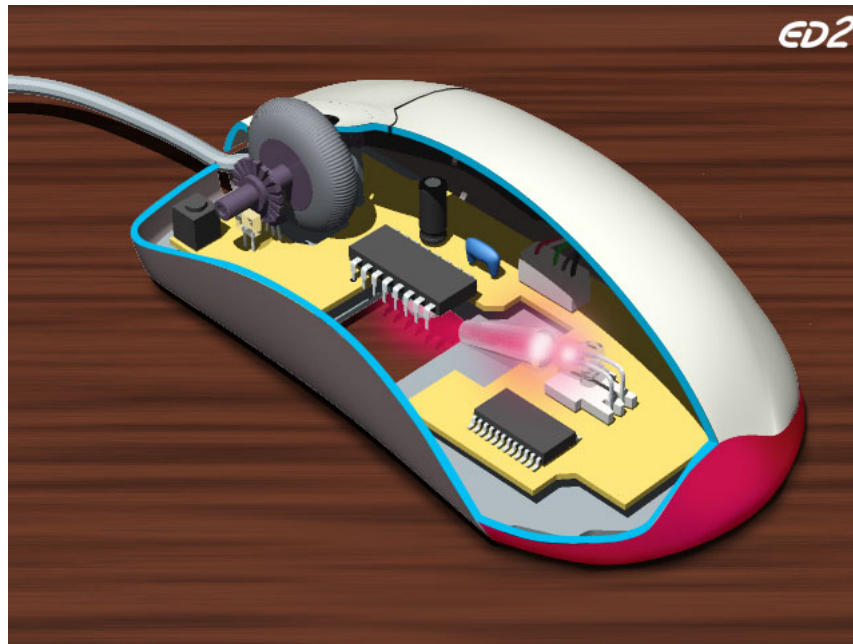


図 3: 光学式マウスの内部構造

小さなデジタルカメラ（イメージセンサとレンズ）が備えられており、机の表面の写真を連続的に撮影することができます。マウスが机の上で移動すると、連続して撮影された 2 枚の写真の中で、机の表面の細かな凹凸や模様の位置がずれることとなります。どの方向にどれだけずれているかを調べることで、マウス自体の移動の方向や距離を検知することができます。図 3 の透明な部品は、カメラで机の表面を撮影するための光源（発光ダイオード³）とレンズです。

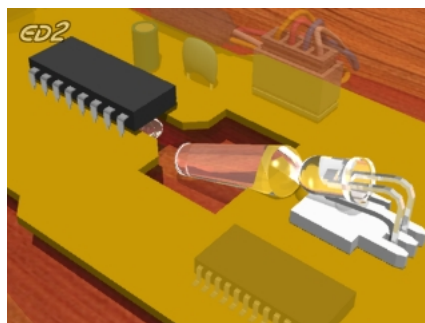


図 4: 光学式マウスの撮像部

ディスプレイ

画像や文字を表示するディスプレイは、パソコンにおける最も代表的で最も重要な出力装置と言えるでしょう。パソコンのディスプレイには、液晶を使ったものやブラウン管（CRT）を使ったものなどがありますが、最近では、ブラウン管はほとんど用いられなくなっています。

パソコンのディスプレイ一般の表示領域全体は、画素（ピクセル）と呼ばれる無数の小領域が網目状に並んで構成されています。たとえば、横方向に 1280 画素、縦方向に 1024 画素が並んで、1280×1024 個の画素で 1 枚の画面が構成されるといった具合です。1 つ 1 つの画素は、光の 3 原色である

³電流を流すと発光する半導体素子。LED (Light Emitting Diode) と略されることも多い。

赤、緑、青の光を発する3つの部分で構成されており、それぞれがどのくらい強く発光するかの違いが、色の種類や鮮やかさ、明るさの違いとなって人間の目に映ります。

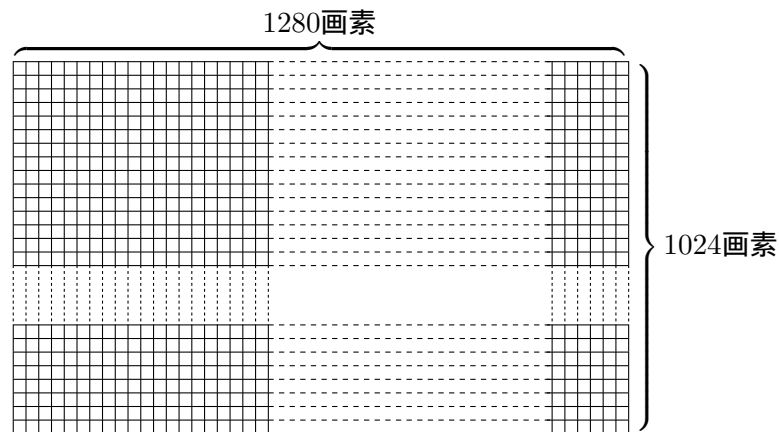


図5: ディスプレイを構成する画素の並びの例

たとえば、赤、緑、青がすべて同じ強さで発光する場合、人間の目には黒や灰色、白などの無彩色として映ります。赤と緑だけが光って、青が光らない場合は黄色に、緑と青だけが光って、赤が光らない場合は水色に、青と赤だけが光って、緑が光らない場合は紫色に見えるといった具合です。この1つ1つの画素の色(色の種類、鮮やかさ、明るさ)が連なり合うことで、1つの画像全体や文字などがディスプレイの画面に浮び上がります。

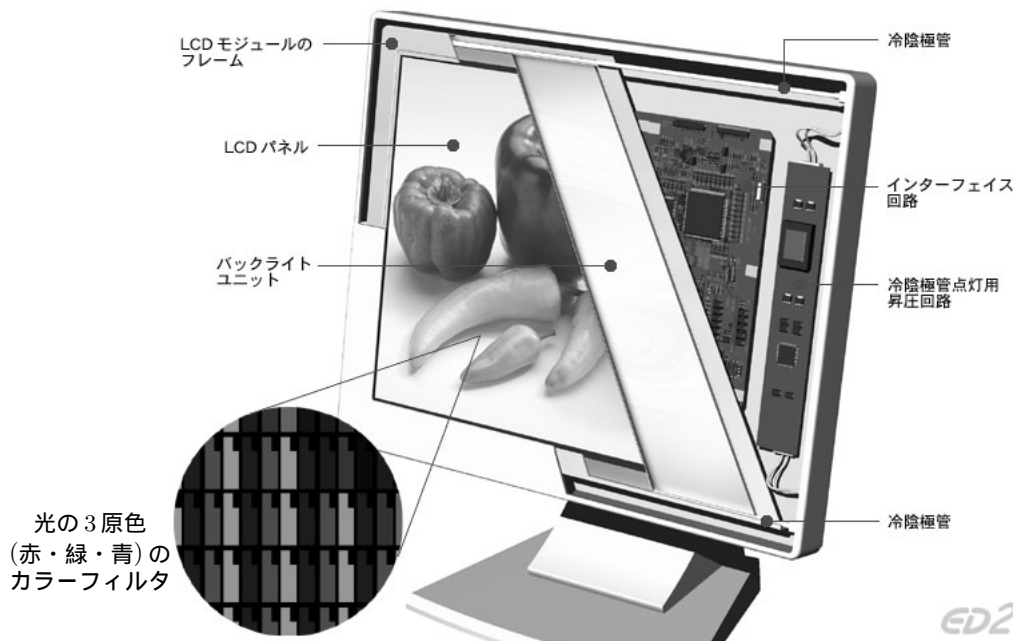


図6: 液晶ディスプレイの内部構造

液晶ディスプレイ (LCD⁴) の内部構造は図6のようになっています。冷陰極管(蛍光灯のようなもの)や発光ダイオード(LED⁵)から発せられた白色の光は、バックライトユニットに導かれ、LCDパネルを通過して、その表面から発せられますが、LCDパネルでは、各画素の各色成分(赤・緑・

⁴Liquid Crystal Display

⁵Light Emitting Diode

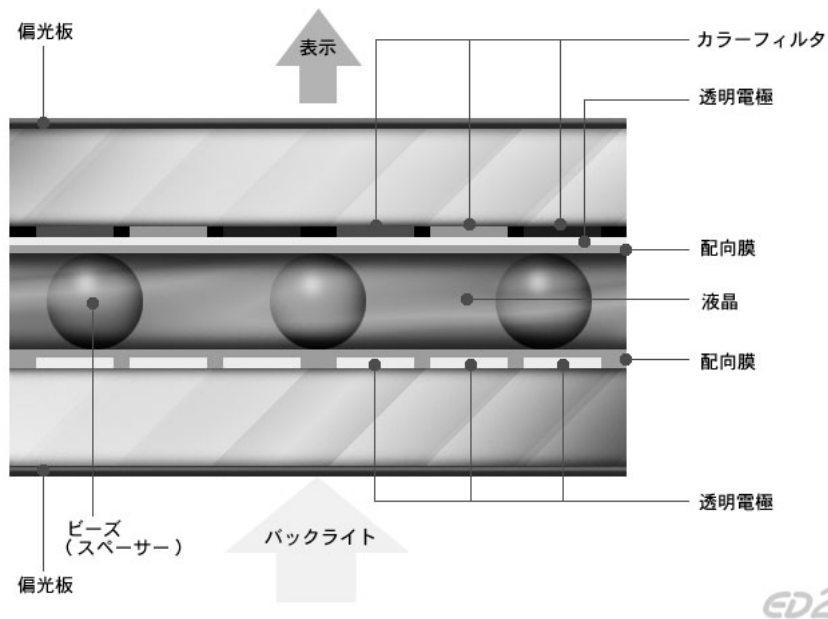


図 7: LCD パネルの断面図

青) 毎に、そこを通過する光の量を調整できるようになっています。図 7 は、LCD パネルの断面を示したものです。

バックライト (冷陰極管から発せられた白色光) は、あらゆる方向に振動する光の波となっていますが、これが LCD パネルの裏側にある偏光板によって、ある方向にだけ振動する光となります。通常の状態 (図 8) では、この光が配向膜に挟まれている液晶を通過する際に、光の振動方向が 90° ねじれることで、LCD パネルの表側にある偏光板を通過できるようになっていますが、液晶に電圧をかけると (図 9)、液晶分子の並び方が変化し、液晶の層を光が通過する際の振動方向のねじれがなくなってしまいます。すると 2 番目の偏光板を通過することができなくなり、ちょうど、LCD パネルが光を遮っているような状態となります。LCD パネルでは、各画素の各色成分 (赤・緑・青) 毎に、その部分の液晶にかかる電圧を変化させて、その部分を通過する光の量を調節します。元のバックライトの光は白色ですが、カラーフィルタを通すことで赤・緑・青の 3 色になります。

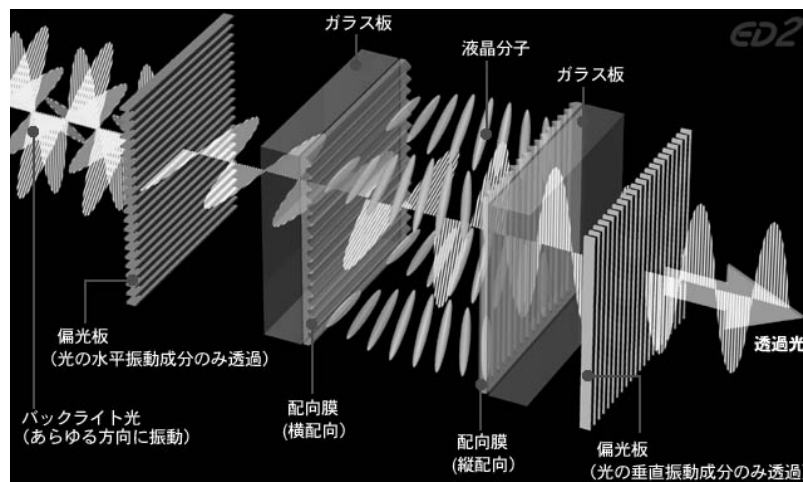


図 8: 液晶に電圧をかけていない状態 (光が通過する)

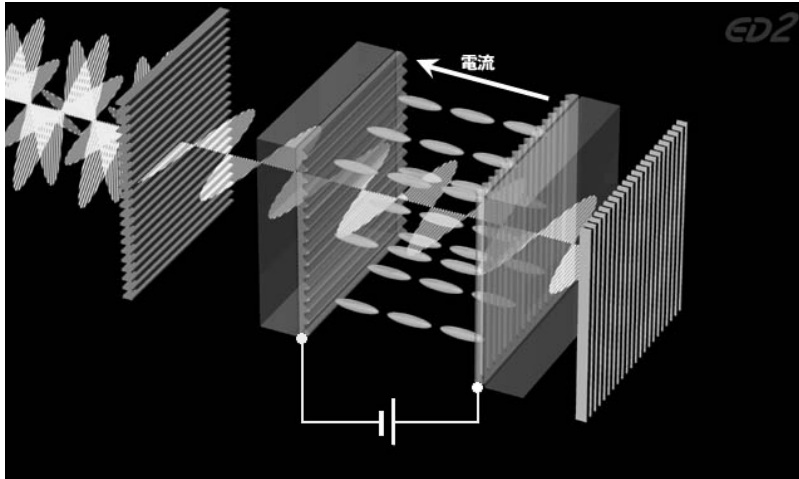


図 9: 液晶に電圧をかけた状態 (光が通過しない)

以上は、最も基本的な方式の液晶ディスプレイの原理を説明したものです。市販されている実際の液晶ディスプレイでは、表示画像の品質を高めるために、いろいろな改良が施されています。

6.2 演習問題

1. 109 個のキーがあるキーボードが、各キーが押されたり放されたりする度に、決まった長さのビット列をパソコンに送るとする。このとき、どのキーであるか、押されたのか放されたのかが区別できるためには、このビット列の長さは何 bit 必要となるか考えなさい。
2. パソコンのマウスを、ゆっくりと 10 cm 左右に動かすと、画面上のマウスカーソルは 1000 画素分左右に移動した。上下の動きについても同様であった。この状態で、パソコンの画面上の位置を画素単位で指し示すことができるためには、机の上でのマウスの移動をどのくらいの精度で検知する必要があるか考えなさい。
3. 各画素の赤・緑・青の光の強さを、各色 256 段階で表現するとして、 1280×1024 画素を持ったディスプレイの画面全体の表わすためのデジタル情報の量は何 byte 程度の大きさとなるか考えなさい。
4. 17 インチの液晶ディスプレイの画像表示領域 (長方形) の対角線の長さは 17 inch (43.18 cm) あります。ここに 1280×1024 個の (正方形) 画素がびっしり並んでいるとして、一つの画素の大きさはどれくらいか考えなさい。