

デバイス・ファイルの使い方や
デバイス・ドライバを理解する

ハードウェア制御プログラムの 作り方

成松 宏
Hiroshi Narimatsu

はじめに

この章では、L・Card + 上で動作するアプリケーション・プログラムの制作方法について説明しますが、I/Oを操作しない通常のプログラムでは、ほかのLinuxマシンと違いがありません。そこで、L・Card + のI/Oを操作する方法について説明します。

L・Card + のI/Oをコントロールできれば、ネットワーク経由でいろいろな操作や測定が可能な機器を簡単に製作できます。

Linux で I/O を操作する方法

Linux など UNIX 系 OS では、ユーザ・プログラムが直接 I/O ポートを操作することはできません。これはユーザ・プログラムのバグなどから、カーネルなどのシステム・プログラムやほかのユーザ・プログラムを守るためです。

カーネル・モードとユーザ・モード

UNIX は、図1のように二つの実行モードを使用します。上位の実行モードのことをカーネル・モードと呼び、システム・コールやデバイス・ドライバなど、カーネル・プログラムが動作します。下位の制限され

図1 カーネル・モードとユーザ・モード

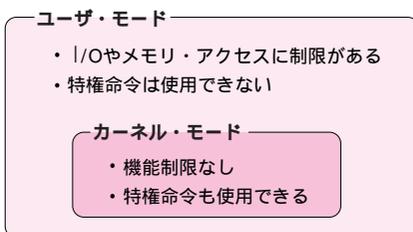


図2 /dev/mem デバイスの動作



たモードをユーザ・モードと呼び、カーネル以外のプログラムが動作します。カーネル・モードで実行されるプログラムのバグは、システムをクラッシュさせる可能性があります。ユーザ・モードにどんなバグがあっても、システムがクラッシュすることはないはずですが。

I/O 操作の二つの方法

I/O を操作するには、デバイス・ファイル(例えば /dev/ttyS)を経由し、カーネル内のデバイス・ドライバを使用します。デバイス・ファイルを経由した I/O 操作には、以下の二つの方法があります。

- 既存のデバイス /dev/mem を使用する
- 専用のデバイス・ドライバを制作する

通常、I/O のレジスタを操作するには、カーネル・モードで動作するデバイス・ドライバを制作し、システムに組み込む必要があります。

/dev/mem とは

任意のアドレスのメモリや I/O にアクセスできるデバイス・ファイルです。/dev/mem を使えば、メモリ空間を 0 番地から順にリード/ライトできます。

動作の概要を図2に示します。lseek() システム・コールでアドレスを移動して、任意のアドレスをリード/ライトします。この /dev/mem を使用すると、

Keywords

ユーザ・モード、カーネル・モード、デバイス・ファイル、/dev/mem、デバイス・ドライバ、lseek 関数、open 関数、read 関数、write 関数、ioctl 関数、release 関数、GPIO、mmap 関数、パーミッション、make コマンド、Makefile、busybox、insmod コマンド、mknod コマンド、A・D コンバータ。

システムを破壊したり情報を盗み見るというようなことができてしまうので、通常このデバイスはrootとkmemグループのメンバしか読み書きできないようになってきます。

デバイス・ドライバとは

システムに接続された機器をコントロールする関数の集まりで、カーネル・モードで動作します。

デバイス・ドライバの動作

概要を図3に示します。まず、関数のポインタをあらかじめ決められた構造体にセットし、メジャー番号と呼ばれる数値とともにシステムに登録します。ユーザ・プログラムがデバイス・ファイル(例えば/dev/gpioなど)をアクセスすると、デバイス・ファイルに登録されたメジャー番号によってデバイス・ドライバが選ばれ、登録した関数が呼び出されて機器

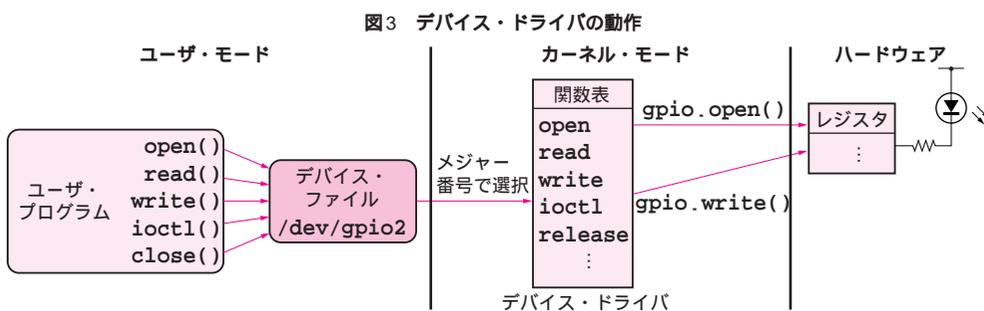


表1 L-Card + のGPIO使用状況

GPIO番号	兼用信号1	兼用信号2	L-Card + での機能	使用可	コネクタ	リセット後の状態
GPIO00	SI				CN5-20	Z
GPIO01	SO				CN5-19	Z
GPIO02	SCK		LED6		CN5-18	H
GPIO03	PCS0#		CS8900A のCS	×	CN5-17	
GPIO04			CS8900A のINTRQ0	×	CN5-16	
GPIO05	DCD2#				CN5-15	L
GPIO06	RTS2#				CN5-12	H
GPIO07	DTR2#		予約	×	CN5-11	
GPIO08	DSR2#		LED5		CN5-10	H
GPIO09	CTS2#		CD2入力	×		
GPIO10	FRM	SYSCLOCK	CD1入力	×		
GPIO11	PCS1#		PCS1で使用	×	CN5-07	H
GPIO12	FPD4				CN5-38	L
GPIO13	FPD5				CN5-37	L
GPIO14	FPD6	CD1#			CN5-36	
GPIO15	FPD7	CD2#			CN5-35	
GPIO16	IORD#		IORD	×	CN5-31	
GPIO17	IOWR#		IOWR	×	CN5-32	
GPIO18	IORDY		IORDY	×	CN5-34	
GPIO19	IOCS16#			×	CN5-57	
GPIO20	UBE#	M		×	CN5-33	
GPIO21	RESET#		CS8900A のリセット	×	CN5-58	
GPIO22	ROMCS0#			×	CN6-57	
GPIO23	ROMCS1#			×	CN6-58	
GPIO24	ROMCS2#			×	CN6-59	
GPIO25	RxD1		EIA-574	×	CN1-3	
GPIO26	TxD1		EIA-574	×	CN1-5	
GPIO27	RTS1#		EIA-574	×	CN1-4	
GPIO28	CTS1#		EIA-574	×	CN1-6	
GPIO29	DCD1#		LED3	×		H
GPIO30	DTR1#		予約	×		
GPIO31	DSR1#		LED4	×		H