

Windows CEにおける デバイス・ドライバ開発の実際

福山 清

Windows CEが世の中に登場してから今年で12年になる。最近ではPDAから電子辞書、産業機器、カー・ナビゲーション・システムに至るまで、さまざまな分野で使われるようになった。昔のバージョンから比べると、内部構造も大幅に進化し、安定したターゲット・システムの構築が可能である。今回は、新しくなったCEの内部構造とデバイス・ドライバの実装手順を、実機ではなくWindowsで動作するエミュレータ環境を使って解説する。
(筆者)

1. Windows CE の概要

Windows CEは、Microsoft社製の組み込み用途向けリアルタイムOSです。サブセットにはなるもののWin32APIを使用できます。そのため、XPやVistaで開発したアプリケーションも、複雑なUI(User Interface)を除けば比較的容易に移植が可能です。

2006年11月に最新版の6.0がリリースされました。そして、名称もWindows CE 5.0(以降CE 5.0と表記)からWindows Embedded CE 6.0(以降CE 6.0と表記)に変更されました。CE 6.0では大幅な設計変更が施され、デバイス・ドライバの実装方法も変わっています。

次項からは、新しくなったOSアーキテクチャとCE 5.0からの変更点などを解説します。そして、その後、実際のデバイス・ドライバの実装手順について説明します。

● OSアーキテクチャ

CE 5.0における、1プロセスで利用可能な仮想メモリ空間は32Mバイトです。また、同時に実行可能なプロセス数は、(OSの動作に必要なシステム側プロセスの数も含めて)最大32個と少なく、今までは開発規模により、これらの制限にかからないような注意が必要でした。

CEのデバイス・ドライバはDLLの形で実装しますが、利用時にはシステム側プロセスによってロードされるため、やはり32Mバイトの制限を考慮する必要があります。

CE 6.0では1プロセスに割り当てられる仮想メモリ空間が2Gバイト、同時に実行可能なプロセス数の上限は約32,000個と、ほぼ無制限といえるほどに拡張されました。

ただし、実際のところ仕組み上はほぼ無制限というだけです。現実問題として、物理メモリ容量を使い果たした段階で仮想メモリのコミットが不可能になるため、その時点で新たなプロセスを起動できません。CE 6.0のメモリ構造を図1に示します。

● メモリ・モデル

CE 6.0ではOSアーキテクチャも一新され、CE 5.0にはなかったカーネル・モードとユーザ・モードに分かれます。またカーネル・モードは保護され、ユーザ・モードから直接アクセスすることはできません。

図1に示すように、全体で4Gバイトの仮想メモリ空間を上位2Gバイト、下位2Gバイトに分割し、上位側をカーネル・モード・プロセス空間、下位側をユーザ・モード・プロセス空間として使用することになります。

CE 5.0では、すべてのプロセスが4Gバイトのアドレス空間を共有していました。CE 6.0では、図2に示すように、ユーザ・モードとカーネル・モードとして完全に分離しました。このため、システム・コールのパフォーマンス向上とともに、より強固なシステムの構築が可能になります。

CE 5.0ではEXEとして実装されていたサブシステム(ファイル・システム、GWES、デバイス・マネージャ)が、CE 6.0ではDLLになっています。また、NK.EXEに含まれていたカーネル・コードもKernel.d11に分離されました。

● デバイス・ドライバ

デバイス・ドライバにも、カーネル・モードとユーザ・モードの2種類の動作モードが存在し、それぞれ「カーネ

「ユーザ・モード・ドライバ」と「ユーザ・モード・ドライバ」と呼びます。

CE 6.0もCE 5.0までと同じように、ドライバはDLL形式で実装しますが、カーネル・プロセス空間で動作するサブシステムからロードされるか、ユーザ・プロセス空間で動作するユーザ・モード・ドライバ・マネージャからロードされるかによって、動作モードが分かれます。

(1) カーネル・モード・ドライバ

カーネル・モード・ドライバは、メモリ全領域へのアクセスが可能で、ハードウェア・アクセス、仮想メモリ、カーネル制御などを行うカーネル関数すべての利用が許可されています。カーネル関数には、カーネル・モードからのみ使用できる関数と、カーネル・モードとユーザ・モードの両方から使用できる関数があります。カーネル・モード・ドライバの動作イメージを図3に示します。

カーネル・モード・ドライバは、ハードウェアに頻繁にアクセスするデバイスや、高速応答性が求められるデバイスの利用が想定されています。

ドライバ内部に、MessageBoxの表示や、Windowを使用したUIコードを含めることはできません。ただし、ユーザ・モードで動作するDLLを呼び出すカーネル関数(CeCallUserProc)が用意されているので、UI用のDLLを作成し、ドライバから呼び出す方式による実装は可能です。

(2) ユーザ・モード・ドライバ

ユーザ・モード・ドライバの動

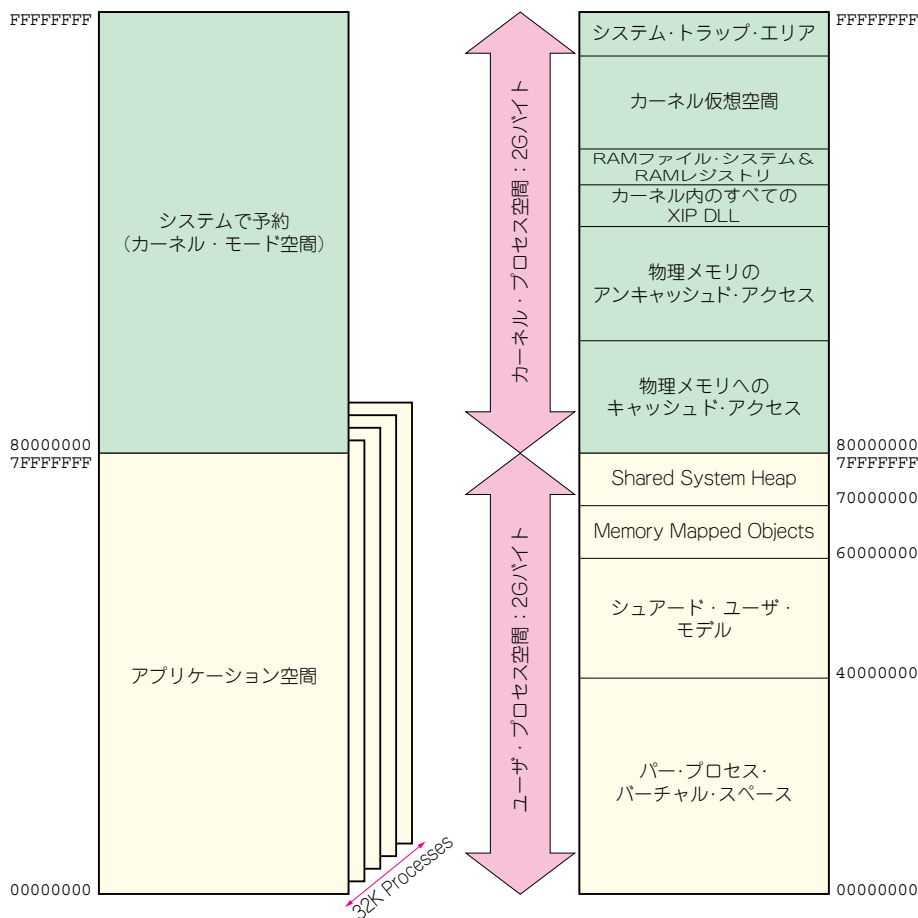


図1 CE 6.0のメモリ・アーキテクチャ

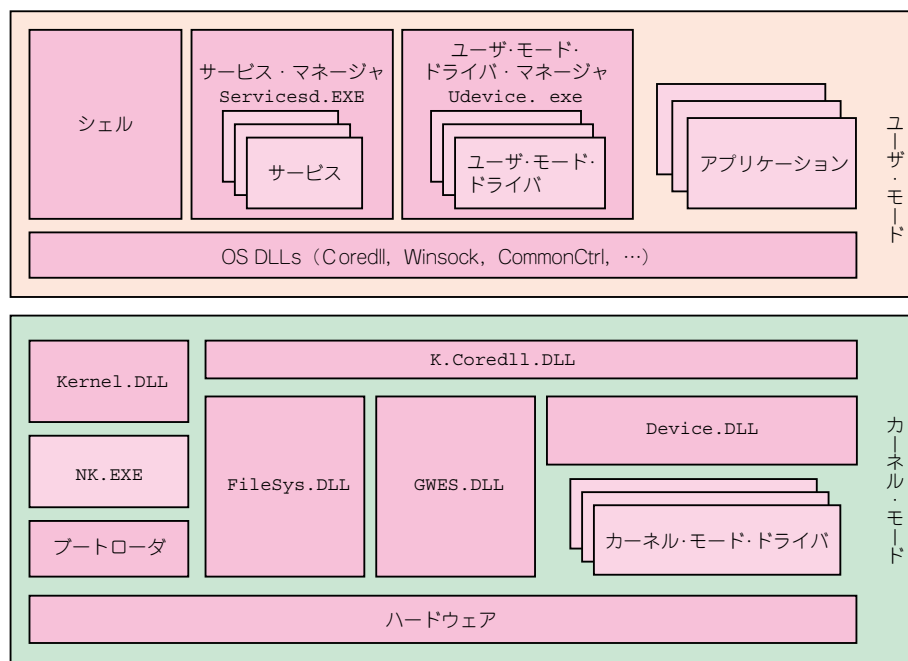


図2 CE 6.0のOSアーキテクチャ