

第5回 ハード/ソフトの切り分けとBluetooth新プロファイル

太田博之

前回(本誌2002年9月号)に引き続き、製品機能をハードウェアとソフトウェアで切り分ける作業について解説する。消費電力や動作速度、デバッグのしやすさなどについて、ハードウェアで実装した場合とソフトウェアで実装した場合の違いをまず理解し、その後、製品の市場への投入時期を考慮しながら切り分けを行う必要がある。ここでは、Bluetoothのベースバンド処理機能を例に、具体的な切り分けの方法を述べる。また、最近制定されたアプリケーション・インターフェース(New Profile)についても解説する。(編集部)

今回はハードウェアとソフトウェアの切り分けについて、非技術的要素を中心に説明した。今回は技術的要素と具体的な決定方法についての詳細を説明する。

まず、ハードウェアとソフトウェアの特徴について表1にまとめる。製品の機能をハードウェアとソフトウェアのどちらで実現するかは、これらの特徴を踏まえて決定しなければならない。

1. ハード/ソフト切り分けの具体的方法

それでは、具体的にどのようにハードウェアとソフトウェアを切り分けるのか説明する。

筆者がハードウェアとソフトウェアを切り分けるとき、

以下の順序で考えることが多い。

- 応答時間を考慮した切り分け
- 開発コストを考慮した切り分け
- 製品コストを考慮した切り分け

応答時間を考慮した切り分けは、「機能を実現できるか、できないか」というように一義的に決まる場合が多い。しかし、ほかの2点はハードウェアとソフトウェアのどちらで実現してもよい場合が多い。ただし、開発コストや製品コストを考慮した切り分けは、トレードオフの関係にあるので熟考が必要である。これらの事項について、ハードウェアで実現した場合とソフトウェアで実現した場合の特徴を表2に示す。

応答時間については、上述のように機能実現にかかわる項目なので、この部分のみで「ハードウェアにするか? ソフトウェアにするか?」が一意に決まる。例えば、無線通信の場合、ほとんどの仕様に変調と復調という機能がある。無線通信を行う際、データを電波にのせて相手に送り込まなければならないが、このときデータを無線に適した形に変換することを「変調」と呼び、受信した電波からもとのデータを取り出すことを「復調」と呼ぶ。この処理は、データの数倍の速度で実行する必要がある。例えば、ワイヤレスLANの一種であるIEEE 802.11bの場合、データ転送速度は11Mbpsなので、22MHzか44MHzの周波数で処理を行

〔表1〕ソフトウェアとハードウェアの特徴

	ソフトウェア	ハードウェア
消費電流	大きい	少ない
処理速度	遅い	速い
設計の抽象度	高い	低い
デバッグ、修正のしやすさ	容易	サンプル完成後は変更できない

〔表2〕切り分け時に考慮すること

	ハードウェア	ソフトウェア
応答時間	速い	遅い
開発コスト	大きい	小さい
製品コスト	小さい	大きい

〔表3〕各通信規格のデータ転送速度

通信規格	データ転送速度
PDC(Personal Digital Cellular)	42kbps
Bluetooth	1Mbps
IEEE 802.11b (ワイヤレスLAN)	11Mbps
IEEE 802.11a (ワイヤレスLAN)	54Mbps

う必要がある(表3)。ソフトウェアではこのような速度で処理できないので、ハードウェアを使う以外の選択肢はない。

開発コストと製品コストについては、その製品の性質を考慮に入れて切り分けを考えなくてはならない。前回説明したが、製品初期の段階では固まっていない仕様が多く、製品出荷ぎりぎりまでデバッグや検証を行うことが多々ある。そのため、新規の製品の場合は開発コストが低くてすむようにソフトウェアの比重を大きくする。一度、製品を出荷し、仕様が固まってくると、製品コストを抑えるためにハードウェアの比重を大きくする。

ここで、Bluetoothのベースバンド処理機能の例を挙げてみよう。約2年前からBluetooth用LSIが発売されているが、そのころ発売されていたLSIは、すべて32ビットRISCプロセッサをベースに設計されていた。しかし、現在発売されているLSIの多くは16ビットまたは8ビットのCISCプロセッサをベースに設計されている(表4)。これは製品市場が立ち上がり、仕様も固まったので、ソフトウェアの比重を減らしてハードウェア化が進んだ証拠である。

〔表4〕通信機器でよく使用されるプロセッサ

製品	処理部分	よく使用されるプロセッサ
1G携帯電話	全体処理	8ビットCISC
2G携帯電話	全体処理	16ビットCISC
	音声符復号処理	16ビットDSP
2.5G携帯電話	全体処理	32ビットRISC
	音声符復号処理	16ビットDSP
ワイヤレスLAN	画像処理	32ビットRISC, 専用プロセッサ
	MAC	32ビットRISC
Bluetooth	ベースバンド	8ビットCISC, 32ビットRISC
	上位層処理	16ビットCISC, 32ビットRISC

〔表5〕Bluetoothベースバンドでの切り分けの例

	処理部分	よく使用されるプロセッサ
ハードウェア	625 μ s未満の処理	<ul style="list-style-type: none"> ●エラー制御 ●ベースバンド・パケットの組み立てと分解 ●RF制御信号の生成 ●ビット・タイミング・リカバ
	仕様が確定している	●周波数ホッピング・パターンの生成
ソフトウェア	—	<ul style="list-style-type: none"> ●ARQ制御 ●チャネル制御処理 ●リンク・マネージャ・プロトコル処理

〔図1〕Bluetoothベースバンドのデータの送受信
Bluetooth通信システムでは、625 μ sに1回送信と受信を繰り返す。



●Bluetoothベースバンド処理機能の設計例

これまで説明してきたハードウェアとソフトウェアの切り分けの具体的な例として、Bluetoothのベースバンド処理機能の設計について説明する。ここで紹介する設計例は、どちらかといえば製品初期のバージョンであり、開発コストの低減を目的としているため、以下のような思想に基づいて設計されている。

- ソフトウェアで実現できない高速な処理をハードウェアで行う
- 仕様が確定している処理はハードウェアで行う
- ソフトウェアで実現できるものはソフトウェアで行う

この思想に基づいて設計されたBluetoothベースバンド処理機能のハードウェアとソフトウェアの切り分けは表5のようになる。Bluetooth通信システムでは、625 μ sに1回、図1のように送信と受信を繰り返す。ハードウェアでは625 μ s未満の処理と、仕様が確定している処理を行う。ここで簡単にそれぞれの機能を説明する。

1) エラー制御

Bluetoothの規格に決められているエラー訂正とエラー検出を行う。この処理はデータ1ビット(1Mbps:1ビット当たり1 μ s)ごとに施す必要があるため、ソフトウェアでは間に合わず、ハードウェアで実現している。

2) ベースバンド・パケットの組み立てと分解

ベースバンド・パケットとは、無線区間におけるデータ・フォーマットである(図2)。このベースバンド・パケットを、上位層から受け取った情報をもとに組み立てるか、または分解する。この処理も1Mbpsに対応して組み立て、または分解するのでハードウェアで行う。

3) 高周波回路(RF)制御信号の生成

高周波回路の送受信タイミングを生成する機能である。1 μ s単位の分解能を要求されるため、ハードウェアで実現



〔図2〕ベースバンド・パケット

ベースバンド・パケットとは、無線区間におけるデータ・フォーマットである。