

コンピュータの仕組み (13)

柴山 潔

コンピュータの仕組み

- 1 コンピュータシステム
- 2 ハードウェア
- 3 内部装置
- 4 プロセッサ
- 5 メモリ
- 6 外部装置(2)
- 7 論理回路
- 8 オペレーティングシステム

6 外部装置(2)

6.1 外部装置の分類

6.2 入出力装置(2)

6.3 ファイル装置

6.4 通信装置とコンピュータネットワーク

入出力制御の必要性

- 入出力装置の性能を評価する指標：入出力装置の動作速度
 - 内部装置：人間とは独立して勝手に動作することが可
 - 入出力装置：人間-コンピュータ間の対話を実現するには人間の動作によっても影響を受ける，人間が入出力装置を使う速さやタイミングが入出力装置の動作速度にも影響

入力装置の動作速度

- **入力装置の動作速度**：原則として（例外：スキャナのように入力機構によって**動作速度**が規定），人間がその動作を意志として示すことによつて行う → (1) **いつ**入力されるか？； (2) どれくらいの**速さ**で入力されるか？； の2点については，**入力装置を使う（入力する）人間が決定**



- 「コンピュータの**内部装置と入力装置とは独立して動作**」が原則

出力装置の動作速度

- 出力方式や機構によって上限が決まる場合:いくら速く動作させようとしても, 出力装置のハードウェア機構が追従できない場合, (例)プリンタ
 - 一定値以上の速度を超えて出力しても人間にとって意味がない場合:
(代表例)ディスプレイ
 - 約30ミリ秒に1枚の画像しか認識できない人間にとって, それ以上の速度で画像を表示(出力)しても意味なし
- ↓
- 「コンピュータの内部装置と出力装置とは独立して動作する」が原則

内部装置と入出力装置(1)

- コンピュータを使う人間とは無関係に動作することができる内部装置と、人間の動作が動作速度やタイミングに影響する入出力装置とは、
 - 独立して動作せざるを得ない
 - 独立して動作させた方が互いに効率が良



- コンピュータシステムにおいては、同時に実行できる機能は並行して動作 → ハードウェア機構の効率的な活用



内部装置と入出力装置(2)

- 入出力装置は、「内部装置とそれを使用する人間とのタイミング合わせ」機能に代表される入出力動作の制御(=入出力制御)機能も装備する必要

入出力制御機能

- **入出力制御機能**は、内部装置側にも入出力装置側にも装備する必要
- **内部装置**（特に、**プロセッサ**の順序制御機構）と**入出力装置**（最終的には、入出力装置を使う**人間**）とのやりとりを制御



■ **入出力制御機能** = 「**独立して動作する内部装置**と**入出力装置**の**タイミング**をどのようにして合わせるか？」

入出力制御の規格

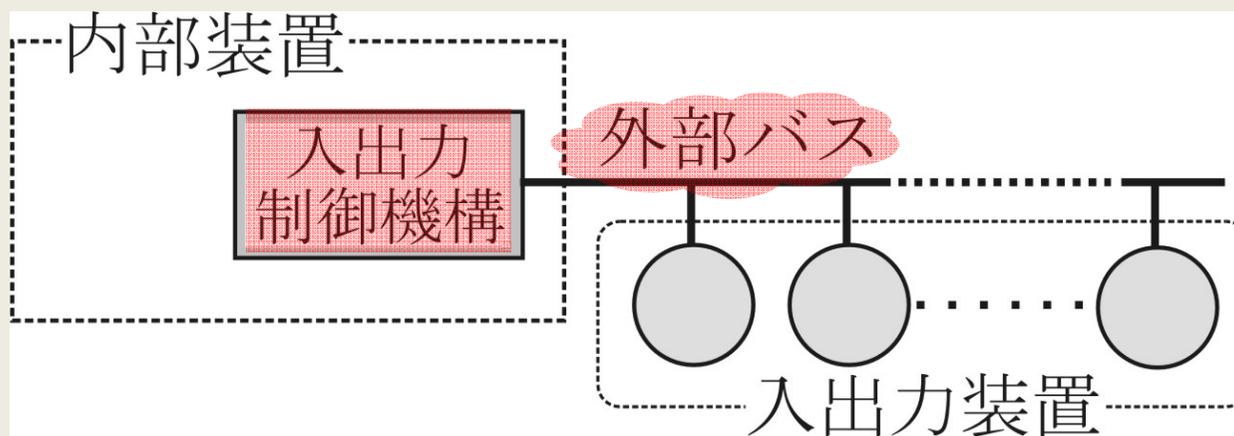
- 人間-コンピュータ間の対話の形態に応じて様々な**入出力装置ごと**に別々の**制御機構**を内部装置側に用意 → ハードウェア機構の規模は非常に**大**, **非現実的**

↓ (これを回避)

- **入出力制御方式**に一定の取り決め(=「**規格**」あるいは「仕様」を規定), **内部装置側**には**規格ごと**に少数の**入出力制御機構**を装備

入出力制御機構と外部バス

- ある内部装置と種々の入出力装置との共用の情報転送路として外部バスを使用, 一部の入出力制御機構を共用
 - 入出力制御に要する内部装置側のハードウェア機構の規模を小に



入出力制御規格例

- **入出力制御規格** : バスや制御信号線の**種類**や**本数**, **入出力速度**などの入出力制御方式を規定
- ◆ **パソコンの例** : **RS-232C**, **ISA**, **PCI**, **SCSI**(スカジ), **USB**など
 - 入出力装置の特徴に合わせて適切な**規格**を選択する必要
 - 外部バスには, したがう入出力**規格**の名前を付けて, 「**PCIバス**」など

入出力制御と入出力のタイミング

- 入出力制御 = 内部装置と入出力装置とのタイミング合わせ

内部装置の動作と入力タイミング(1)

- 「いつ(どのタイミングで), 人間が入力装置を使用して情報を内部装置に送り込む(入力する)か」については, 原則として, 内部装置は不知
 - 入力是一種の「不測の事態」であり, プログラミングにおける具体的な順序制御例の 8
 - いったん情報が入力されると, それに対して反応(処理)する必要

プログラミングにおける具体的な順序制御例(2)

5. 何回も同じプログラムをくり返し実行(くり返し)
6. プログラムの実行途中でいったん別のプログラムを呼ぶ, そこから戻る
7. あるプログラムを複数のコンピュータや人間によって共用
8. あらかじめ予測できないこと(不測の事態)に対処

内部装置の動作と入力タイミング(2)

- 内部装置が外部からの情報の入力を求めるタイミングあり
 - 入力命令の実行による指令に応じて人間がすぐに、あるいは、人間が正しく入力装置を使うことによって情報を入力してくれるかは不明

内部装置の動作と出力タイミング

- 内部装置が情報を出力したいタイミングあり
 - 出力命令の実行による指令に応じてすぐに、あるいは、正常に出力装置が動作するか否かは不明
- 出力装置の動作が完了するタイミングについては、内部装置は不知(不詳, 不明)が普通
 - 「内部装置と出力装置が並行して動作(可能)」を意味

入出力割り込み

- 入出力装置の動作に起因する割り込み
- 内部装置(プロセッサ)と入出力装置との実際のタイミング合わせを実現する機能

入出力割り込み要因の具体例

1. 「**入力装置の動作**(人間による情報の**入力**)」を**内部装置**に通知 = **人間と内部装置のタイミング合わせ**
(例) キーボードの押下, マウスの操作
2. 「**出力装置の動作の完了**」を**内部装置**に通知 = **出力装置と内部装置のタイミング合わせ**
3. 「**入出力装置の故障**や**異常動作**」を**内部装置**に通知

入出力割り込み処理

➤ 入出力割り込みの発生



➤ 割り込み要因ごとに割り込み処理の実行

入出力割り込み処理例(1)

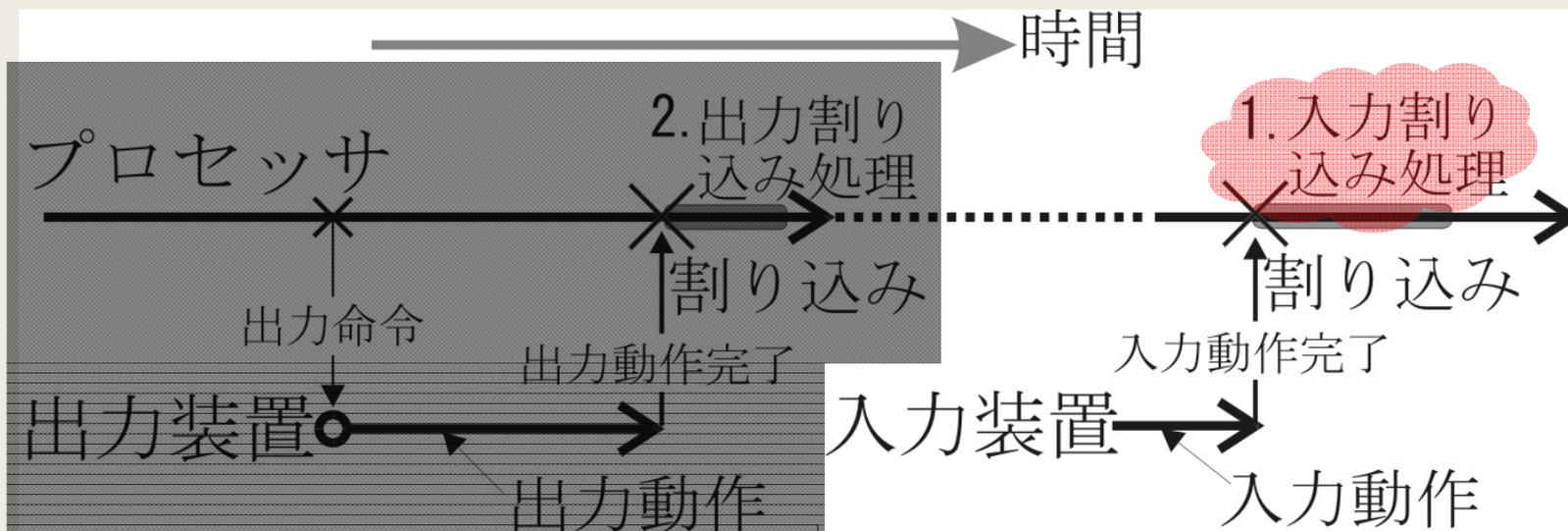
- 入出力割り込み要因1.~3.に応じた割り込み処理例

1. 「入力装置の動作(人間による情報の入力)」を内部装置に通知 = 入力タイミング合わせ



1. 入力された情報を内部装置内に取り込む入力命令を含む入力処理プログラムの実行

入力割り込み処理(図)



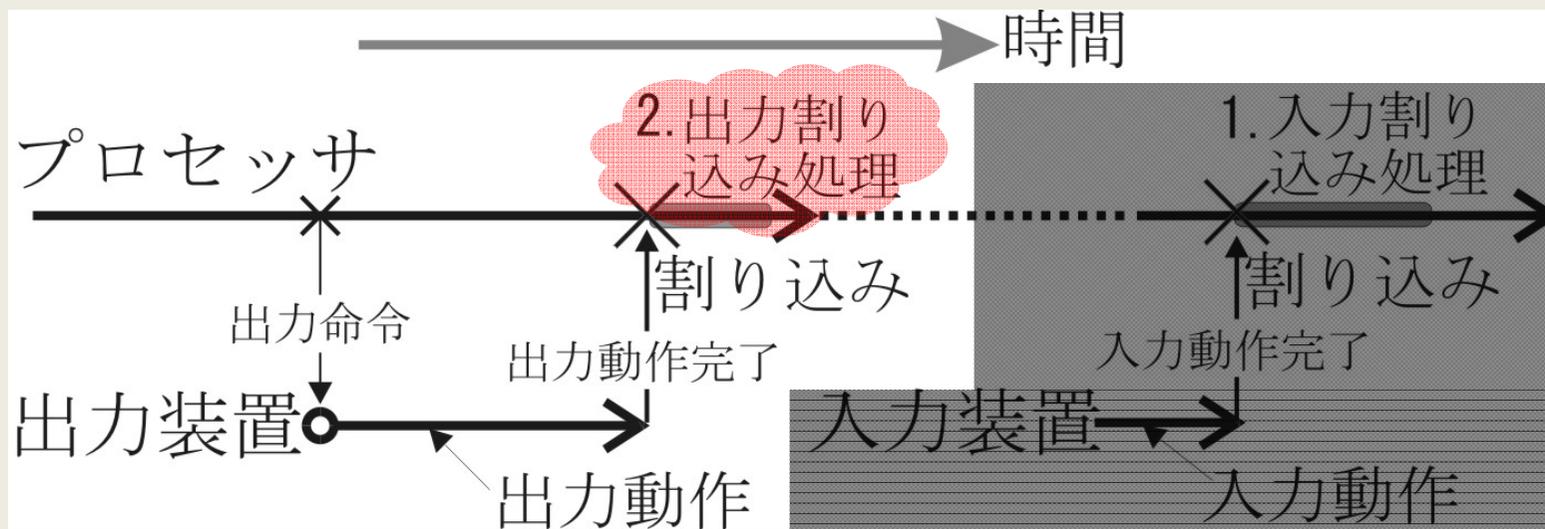
入出力割り込み処理例(2)

2. 「出力装置の動作の完了」を内部装置に通知 = 出力タイミング合わせ



2. その出力動作を指令した出力命令に関するプログラム
(例:「新しい(次の)情報を作成・出力」など)の実行

出力割り込み処理(図)



入出力割り込み処理例(3)

3. 「入出力装置の故障や異常動作」を内部装置に通知



3. 入出力装置の異常に対処するプログラム（例：「異常通知のディスプレイ上への表示」など）の実行

6 外部装置(2)

6.1 外部装置の分類

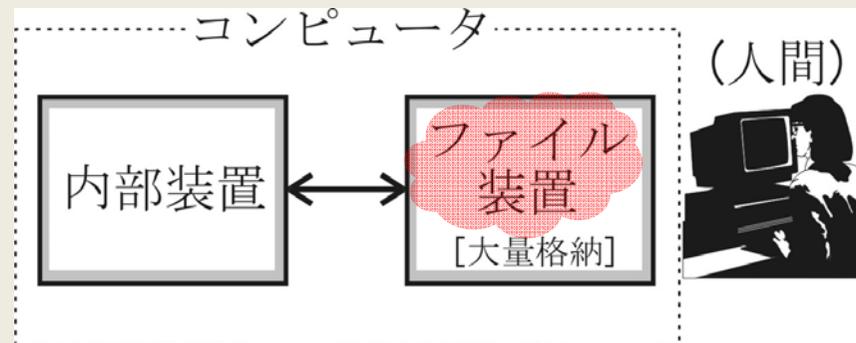
6.2 入出力装置

6.3 ファイル装置(1)

6.4 通信装置とコンピュータネットワーク

外部装置としてのファイル装置

- 入出力機能の代わりに**大量**の情報格納機能を備えた**外部装置**
 - **メインメモリ**と比べると、**大容量**、**アクセス時間は遅**
 - 代表的な**メモリ階層**
 - **ファイル**(=プログラム, 命令やデータ)を**格納**, コンピュータの**内部装置**に対して**入出力**する機能を併せ持つ**外部装置**



ファイル装置

- 高速の入出力機能と大容量の格納機能とを兼備する外部装置
 - 人間に最も近いところに置かれる代表的なメモリ階層

メモリ階層としてのファイル装置

- **外部装置**として装備する代表的なメモリ階層
 - **メモリ階層**を形成する要因である2つのメモリ性能(**容量とアクセス時間**)指標では、「**大容量**ではあるが**アクセス時間が長いメモリ**」
 - **レジスタ, キャッシュメモリ, メインメモリ**のような**内部装置**としてではなく, **外部装置**として装備 → **補助メモリ, 外部メモリ**

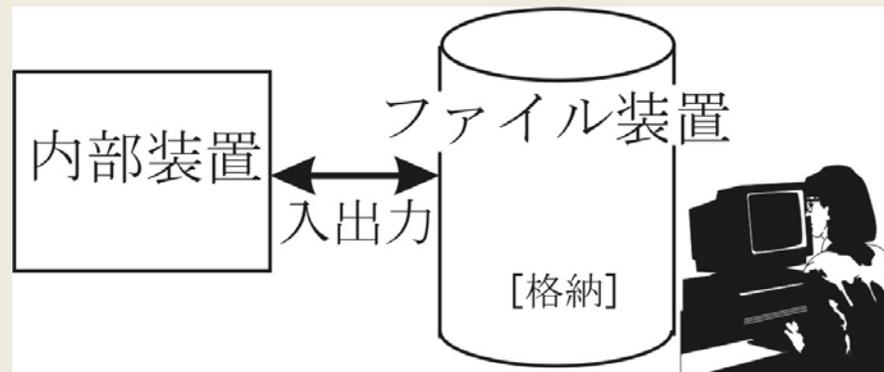
ファイル装置のハードウェア機構としての特徴

- 入出力や格納及びその管理単位は、個々の命令やデータではなく「ファイル」(＝人間が直接作成し操作するひとまとまりのプログラム)
- 「電源を切っても(＝電気の供給を止めても)、格納している情報が消えない(＝不揮発性, 永続性)」が必須の要件
 - 電源を切ると情報が消える(＝揮発性)メインメモリとの相違

ファイル装置の入出力装置との比較(1)

■ 外部装置としての入出力装置との類似点

- (1) 内部装置から見ると**双方向**の入出力機能を装備
- (2) 内部装置との情報の授受 → **入出力制御**や**入出力割り込み**の各機能を使用;



ファイル装置と入出力装置との比較(2)

■ 外部装置としての入出力装置との相違点

- (1) メモリとしての「格納」が主たる機能 → 「入出力」は「格納」を補助する付随的な機能
- (2) 「人間とコンピュータ(内部装置)とが共用する情報格納装置」という位置付け → 人間と内部装置とがファイル装置を介して間接的にファイルを授受, 人間が内部装置に情報を直接入出力するために使うハードウェア装置ではない

ハードディスク装置(1)

●現在の代表的なファイル装置

- 表面を磁化した円盤を高速回転, 磁化の向きを電氣的に制御 → "0"か"1"を記憶, アクセス
- 回転などの機械的な機構が存在 → 電氣的動作だけのICメモリで構成するメインメモリより動作速度は遅
- 磁性体をメモリ素子 → 単位面積あたりの集積度は高

ファイル装置のメモリとしての役割

1. メインメモリからは「バックアップメモリ装置」
 - メインメモリとファイル装置の隣接するメモリ階層関係を利用 → 仮想メモリ方式
2. アクセス時間(=転送に要する時間)の高速性よりも容量(格納機能)を重視

ファイル装置の入出力装置としての役割

- ファイル装置が内部装置からは「高速の入出力装置」と見なせる理由
 - コンピュータの内部装置とのやりとりは「入出力」機能そのもの、そのやりとりに人間が直接には介在(関係)しない → 高速
 - 1回で転送する情報の単位が「ファイル」という比較的大きなまとまり → 「高速入出力」機能が要件

メモリ階層におけるファイル装置の位置付け (図)

