



コンピュータアーキテクチャ 2024

命令パイプライン

堤 利幸

命令形式



命令

オペコード

オペランド

Instruction

Operation code

Operand

Opecode

命令語

命令部

アドレス部

「・・を～せよ」

「～せよ」

「・・番地のデータを」

命令サイクルと6つのステージ



CPUの動作は、プログラム（機械語命令の集まり）をメインメモリに格納し、その先頭アドレスをプログラムカウンタにセットすることから始まります。

命令の実行制御は、大別して
メインメモリから機械語命令を取り出す「**命令取出しサイクル**」と、
機械語命令を解読（デコード:decode）後実行し結果をメインメモリに
書き込む「**命令実行サイクル**」からできている。
（サイクルとは「処理段階」の意。）

命令取出しサイクル

fetch cycle

命令実行サイクル

execution cycle

この2つのサイクルを繰り返しながら処理を続けることにより、
プログラムを実行します。

2つのサイクルを合わせて「**命令サイクル**」と言い、命令サイクル
はさらに複数の処理から成り立っており、この処理のことを
「**ステージ**」と言います。

パイプライン処理



流れ作業 T型フォードの大量生産

- フォード社は改良を重ね、1908年から開始されたT型製造において適時改良が加えられながら1914年にハイランドパーク工場内のシャーシのアセンブリー・ラインにベルトコンベアが導入され、この時点が、後年、組み立てに関する大量生産方式の基本形完成の年とされている。
- 1908年の製造開始当初、1台当たり14時間を要したモデルTシャーシの組立所要時間は、1913年からのベルトコンベア化とその後の改良で、1914年4月には1台当たり1時間33分にまで短縮された。
- フォード式大量生産はヘンリー・フォードが主導したものではなく、フォード社内の幹部や技術者の長年にわたる試行錯誤の結果であった。

フォード生産方式の3点の特徴

- 製品の標準化 - T型フォード一車種とし、そのバリエーションのみを長期にわたり生産
- 部品の規格化 - ヘンリー・リーランドが主導しデトロイトに普及させていたもの
- 製造工程の細分化(流れ作業化)、ベルトコンベア方式の採用 - 熟練工がなくなった



1913年-1914年頃のハイランドパーク工場におけるモデルTのボディとシャーシの架装ライン光景。立体化まで駆使した量産ラインの先駆例として引用される事の多い映像である

Wikipedia

命令パイプライン制御



命令パイプラインとは、命令実行のパイプライン制御によって、アーキテクチャの工夫によるCPUの高速化技法です。

命令実行のパイプライン制御とは、命令実行制御の過程を並列化することにより、単位時間あたりに実行できる命令数(スループット)を増加させ、CPUの高速化する技術です。

命令ステージ



fetch cycle

execution cycle



命令パイプライン制御



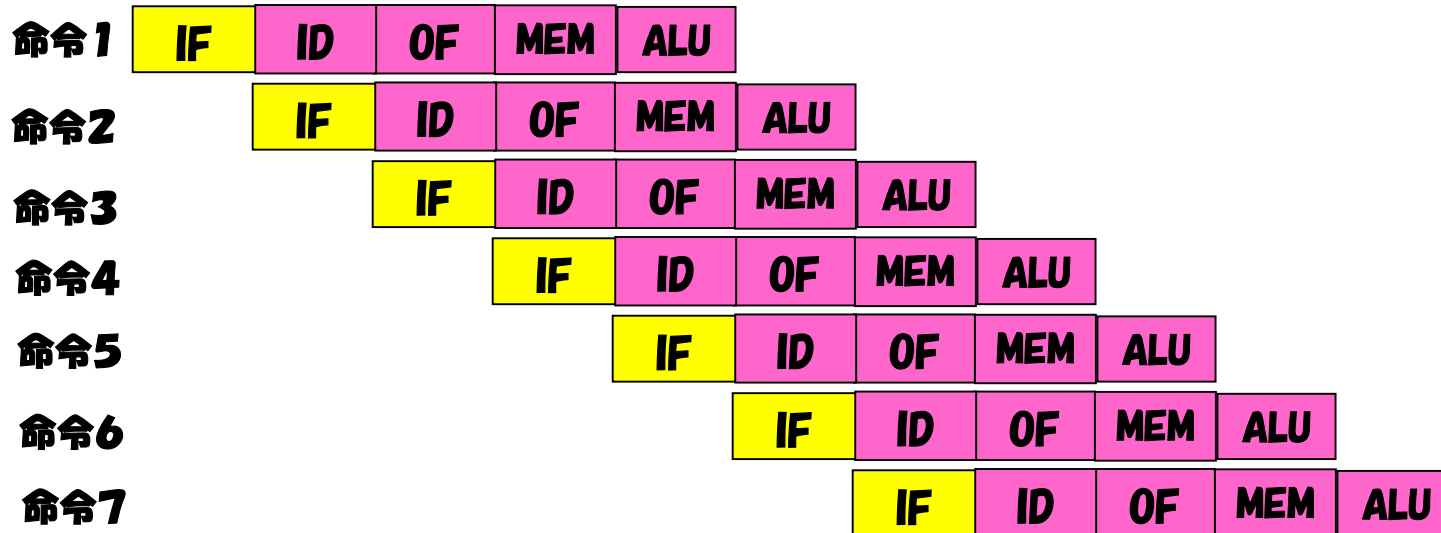
非パイプライン制御 (non-pipeline control)

1命令実行 / 5ステージ

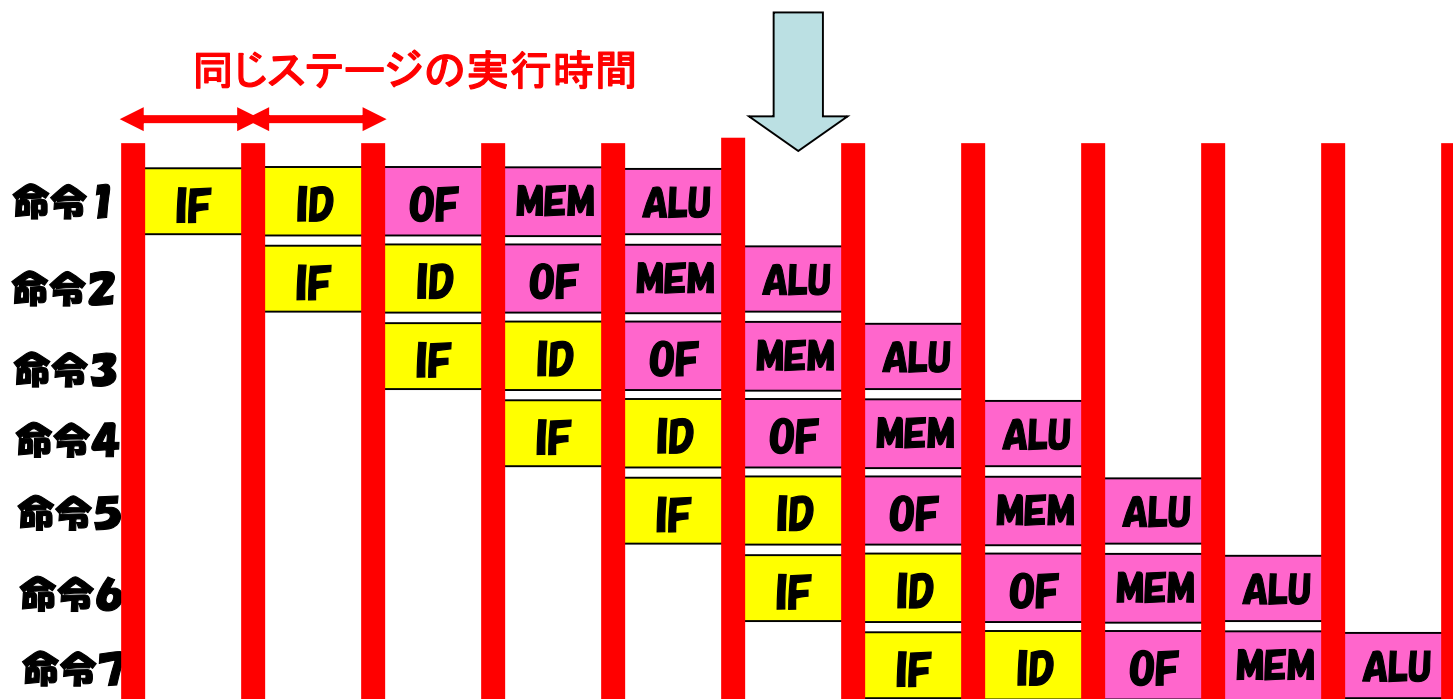
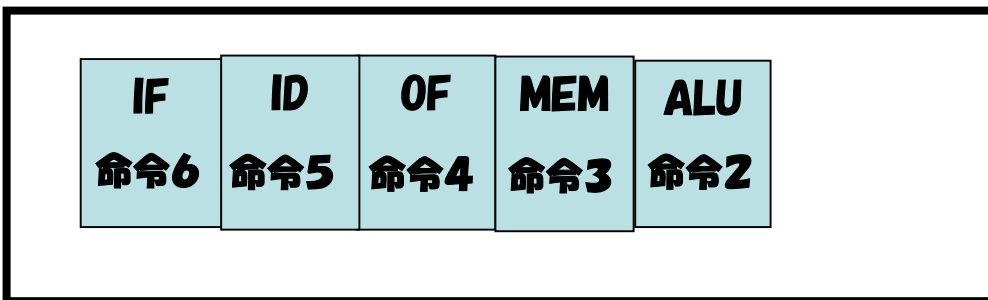


パイプライン制御 (pipeline control)

1命令実行 / 1ステージ



命令パイプライン制御



パイプラインハザード (pipeline hazards)



パイプラインハザードの原因 (Causes of Pipeline Hazards)



パイプラインハザードの対策 (Solutions of Pipeline Hazards)



パイプライン処理とパイプラインハザード



CPUの命令の実行制御におけるパイプライン処理とパイプラインハザードについて説明しなさい.

