

メモリの仕組み

樋口さぶろお

龍谷大学工学部数理情報学科

情報処理の基礎 L09(2014-11-26 Wed)

今日の目標

- シーケンシャルアクセスとランダムアクセスの定義と長所短所を説明できる
- メモリについて、レイテンシ (アクセス時間) とスループット (バンド幅) の定義を説明でき計算できる
- SRAM と DRAM の仕組みを説明できる



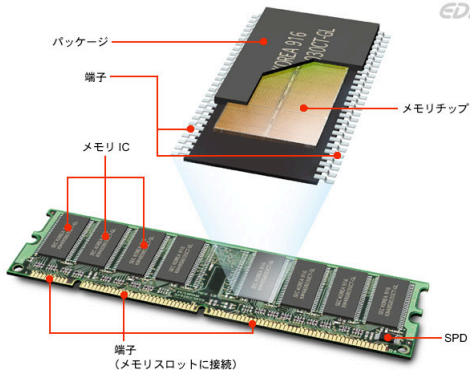
<http://hig3.net>

メモリにビットパターンを記憶

128Mi b = 2^{24} B のメモリチップ
 (1Mi b = $(2^{10})^2$ b = 1024^2 b)

情報処理の基礎 (2014) L06

ED2



01001...00111 アクセス=読み書き
 ↔

$128 \times 2^{20} = 8 \times 2^{24}$

ここまで来たよ

① メモリの仕組み

- シーケンシャルアクセスとランダムアクセス
- レイテンシとスループット
- いろんな記憶媒体

読み取り方式

記憶装置 (メモリ, ハードディスク, ...) に大量のビットパターンが書き込み済み. そこからほしい情報を読み出すことを考えよう. 「2398032 ビット目は0それとも1?」

アクセスの2つの方式 **アクセス**=特定の情報の書き込み, 読み出しのこと

シーケンシャル対ランダム

シーケンシャルアクセス 前から順番に読み出していったら、ほしい情報が出てくるまで続ける.

- sequential=
- ビデオテープ, カセットテープ, 紙テープ

ランダムアクセス ほしい情報が書いてある位置を求めて、そこから読み出しを始める

- random=不規則な
- 他の媒体: 目次つきの本, DVD, メモリ

ハードディスクドライブは両方の要素がある…

紙のカードの例で

記憶装置によって、シーケンシャルとランダムどちらが自然かが異なる。

例:紙のカード

カード 1 枚に、出席番号-電話番号ペアが書いてある。カード多数。
何個かの出席番号を指定して、その人の電話番号を読み出したい。

シーケンシャルアクセス向け

- カードを 1 列につないでおく。端から早送りして行って探す方法
- 特徴: 指定の出席番号とその順序によって、読み出しに要する時間

が

ランダムアクセス向け

- カードを出席番号順にして、10 枚ごとにインデクスカードをいれ、100 枚ごとに箱に入れておく。出席番号に応じてその場所を探す方法
- 特徴: 探したい出席番号とその順序によって、読み出しに要する時間

が

メモリ (=主記憶装置) のアドレス

ランダムアクセス可能にするための技術: アドレス (番地)

ビットパターンのすべての桁に, アドレスが振ってあり,

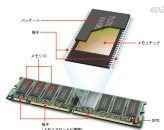
$8b = 1B$ 単位でアドレス (通し番号) が振られており, そのアドレスを指定して, $1B$ 単位で読み書きされる

$128Mi$ $b = 2^{24}$ b .

アドレス $A(24b)$	ビットパターン $D(8b)$
0 = 000000	01100001
000001	01110100
000002	10100110
000003	01000100
⋮	
$2^{24} - 1 = FFFFFFFF$	11100110

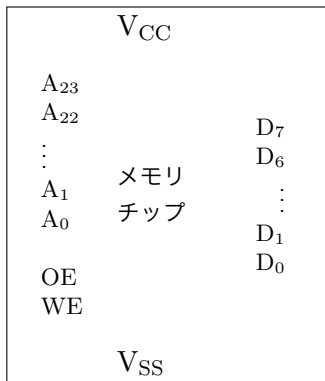
- アドレス 0F0A01 に 10101101 と書き込め
- アドレス 000B03 の 8b 分を読み出せ

メモリチップの端子の概念図

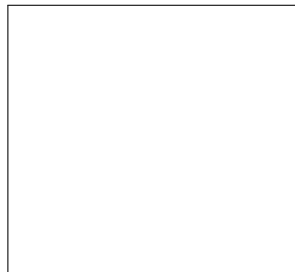


$$\underbrace{01001 \dots 00111}_{128 \times 2^{20} = 8 \times 2^{24}} \leftrightarrow$$

A: 24b アドレス指定
 OE: 読み出し指定
 WE: 書き込み指定



D: 8b データ入出力



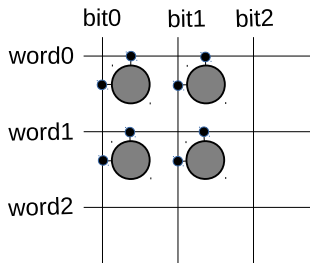
V_{SS} , V_{CC} は電圧 (電力) 供給

メモリのハードウェア

128Mi b の例

2次元アドレッシング 2次元に配置されたセルを座標で指定. 1セルが1bを記憶.

- 行アドレス: 24b のアドレス の上位 16b $A_8 \cdots A_{23}$
- 列アドレス: 24b のアドレス の下位 8b $A_0 \cdots A_7$ + 何ビット目



●: ここに 1b 記憶

- word 線: 行アドレスからどれかが選ばれ, 選択されたものの電圧が高くなる
- bit 線: 列アドレスの情報から選ばれ, OE, OW によって電圧高 or 低

- の中のハードウェアの違い

DRAM =Dynamic RAM

主記憶に使われる.

- はトランジスタ 1 個+キャパシタ (コンデンサ)1 個で電荷を貯める.

電気と磁気



読み出すと, または時間が経つと, メモリの内容が壊れる. 揮発性 (volatile). 意識的に再書き込み (リフレッシュ) する必要

SRAM =Static RAM

キャッシュなどに使われる.

情報処理の基礎 2 回くらい後

- はトランジスタ 6 個 (フリップフロップ).

計算機システム I



不揮発性 (nonvolatile)=リフレッシュ不要.

ここまで来たよ

① メモリの仕組み

- シーケンシャルアクセスとランダムアクセス
- レイテンシとスループット
- いろんな記憶媒体

仕事の速さの2つの指標

リクエストを出すと、量り売りで仕事を引き受けてくれる人・機械がある
としよう。

その人, 仕事速い? → 2つの指標

レイテンシとスループット

レイテンシー (latency) 単位: 時間

仕事 (情報) をリクエストしてから, 結果が届き始めるまで
にかかる時間.

スループット (through-put) 単位: 情報量/時間 or 仕事の個数/時間
(ひとまとまりの) 仕事 (情報) をリクエストして, 届き始め
てから, 単位時間に届く仕事 (情報の) 量.

紙のカードの例だと

L09-Q1

レイテンシーとスループット

回転寿司やさんでの注文に例えてレイテンシーとスループットを説明すると？

レイテンシーとスループット

シーケンシャルアクセスとランダムアクセス. レイテンシーが気になるのはどっち?

メモリのレイテンシとスループット

メモリは、アドレスと量を指定されると、情報を読み出すという仕事をする。

メモリの場合の業界用語

- レイテンシ → **アクセスタイム** $1-10\text{ns}=1-10 \times 10^{-9}\text{s}$
- スループット → **バンド幅** 10^8-10^{10} B/s

ナノ $n \dots 10^{-9}$ を表す接頭辞

情報処理の基礎 (2014) L06

メモリの場合だと



メモリの商品情報

【Amazon.co.jp 限定】シー・エフ・デー販売 デスクトップ用メモリ
DDR3 PC3-12800 CL9 4GB 2枚組 ヒートシンク付 W3U1600HQ-4G/N
【フラストレーションフリーパッケージ (FFP)】シー・エフ・デー販売

L09-Q2

Quiz(メモリー)

あるメモリのサイズが 1GB, アクセスタイムが 10ns, バンド幅が 4GB/s とする.

- ① メモリに記憶されたすべてのデータを, アドレスの順で読み出す. 必要な時間は?
- ② メモリに記憶されたすべてのデータを, 1B のかたまりで, だたらめな (アドレスの順でない) 順序で読み出す. 必要な時間は?

L09-Q3

Quiz(メモリー)

あるメモリのサイズが 0.5GB, レイテンシが 20ns, スループットが 2GB/s とする.

- ① メモリに記憶されたすべてのデータをシーケンシャルアクセスで読み出すとき必要な最短の時間は?
- ② メモリに記憶されたすべてのデータを 1B ずつランダムアクセスで読み出すのにかかってしまうかもしれない最長の時間は?

ここまで来たよ

① メモリの仕組み

- シーケンシャルアクセスとランダムアクセス
- レイテンシとスループット
- いろんな記憶媒体

いろんな記憶媒体の比較

Web 版では省略

馬場敬信, コンピュータアーキテクチャ, オーム社, 2011 より引用

L09-Q4

レイテンシーとスループット

グループで行ったカラオケボックスのリクエストに例えてレイテンシーとスループットを説明すると？

連絡

- 配布資料は 1-503 向かいの引出, <http://hig3.net> で再配布.
- Quiz の略解は <http://hig3.net> で配布しています.
- 予習問題, 成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
- 非参照非相談テストの答案や成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
- Visual Studio で, 自宅で計算機基礎実習 II の勉強をしよう!
<http://www.math.ryukoku.ac.jp> → サイトライセンス → 学科 Wiki > Microsoft Dreamspark
- 予習問題 火 23:55 まで. ← ポリシー変更
- レポート課題 今日水 23:55 まで.
- 樋口のオフィスアワー 木 6(1-539), 金昼 (7-002/1-502).
- 2014-11-17 から チューターは月火水木昼 (1-614).