

電子情報学専攻 専門 平成 30 年 解答・解説

diohabara

2021 年 8 月 23 日

第 1 問 電気・電子回路

第 2 問 計算機アーキテクチャ

(1)

1. 例外処理が発生する
2. OS に処理が移る
3. OS はページテーブルを参照し、LRU ページを選択しそのページをディスクに書き戻す
4. 書き戻したページを置換してアクセスした仮想ページを主記憶上に載せる

(2)

$$2^{48} \div 2^{12} \times 2^3 = 2^3 \times (2^{12})^3 = 512[\text{GB}]$$

(3)

すべてのページについてページテーブルを主記憶に載せるため、あまり参照されないページも含まれており無駄が多い。これにより (2) のように必要な主記憶のサイズが膨大になる。

(4)

レベル 2 のページテーブルについては一部のみを主記憶上に載せ、残りは 2 次記憶に置くことによって、主記憶上のページテーブルが占めるサイズを削減し、無駄に主記憶の容量を占めることがなくなる。

(5)

1. ページテーブルが参照される
2. 仮想ページアドレスに対応する物理ページアドレスが TLB のエントリに入れられる
3. TLB に空いているエントリがなければ LRU エントリが置換される

(6)

TLB がヒットする際にしないときと比べて主記憶へのアクセス回数が減少する理由

MMU 内に TLB が配置されている場合、TLB がヒットすれば主記憶にアクセスすることなく物理ページアドレスに変換できるから。TLB ミスが起こると主記憶上のページテーブルにアクセスする必要性が生じる。

マルチレベルページテーブルの主記憶へのアクセス回数の変化

マルチレベルのページテーブルを用いるとページテーブルを参照する際に階層の数だけアクセス回数が増える。

第 3 問 アルゴリズムとデータ構造

(1)

TODO: 過程

$$v_1.d = 1$$

$$v_2.d = 4$$

$$v_3.d = 2$$

$$v_4.d = 6$$

(2)

$$(A): u.d + d_{uv}$$

(3)

$v.d = (A)$ の次の行に $v.pre = u$ を追加する。頂点 s から頂点 v までの頂点集合を求めるときは、 v が s に等しくなるまで $v = v.pre$ を繰り返せば良い。

(4)

すべての辺 ($|E|$ 本) について緩和 ($O(1)$) を $|V| - 1$ 回繰り返すので求める時間計算量は $O(|V||E|)$

(5)

説明

二分ヒープを $heap$ と表す。初期状態では、始点を覗いたすべての頂点 v について $v.d = \infty$ とし、 $heap$ に始点を追加する。 $heap$ が空になるまで以下の操作を繰り返す。

1. $heap$ から $v.d$ が最小であるような頂点 v を取り出す
2. v から辺で直接結ばれた各頂点 u について $u.d > v.d + d_{vu}$ ならば $u.d = v.d + d_{vu}$ と更新する。この際に、最短経路長が更新された頂点 u を新たに $heap$ に追加する

時間計算量

すべての頂点を二分ヒープにする部分が $O(|V|)$ 。距離を更新する回数が $O(|E|)$ 回で、このときに二分ヒープへの追加 ($O \log |V|$) が行われるので $O(|E| \log |V|)$ 。
ただし、二分ヒープの高さは高々 $|E|$ だが、 $|E| \leq |V|^2$ より、ヒープに追加する時間計算量は $O(\log |E|) \leq O(\log |V|^2) = O(2 \log |V|) = O(\log |V|)$

第 4 問 ネットワーク

第 5 問 信号処理

(1)

$\delta_s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \delta(t - it_s)$ を 1 周期分 $(-\frac{t_s}{2} \leq t < \frac{t_s}{2})$ 切り出して、係数を求める。
問題文にもあるように係数を求める式は次の通り。

$$c_i = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) e^{-j \frac{2\pi i t}{T}} dt$$

この場合、 $T = t_s$ 、 $f(t) = \delta(t)$ なので、これを代入して

$$\begin{aligned} c_i &= \frac{1}{t_s} \int_{-t_s/2}^{t_s/2} f(t) e^{-j \frac{2\pi i t}{t_s}} dt \\ &= \frac{1}{t_s} \cdot 1 = \frac{1}{t_s} \end{aligned}$$

よって、係数は等しく $\frac{1}{t_s}$ であり、フーリエ級数展開の結果は

$$\delta_s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \frac{1}{t_s} e^{j \frac{2\pi i t}{t_s}}$$

(2)

(1) の結果をフーリエ変換の公式に代入する。

ただし、積分と和の交換、フーリエ変換の公式 ($1 \rightarrow 2\pi\delta(\omega)$, $f(t) \rightarrow e^{j\omega_0 t} \rightarrow F(\omega - \omega_0)$))

$$\begin{aligned}\Delta_s(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} \delta_s(t) e^{-j\omega t} dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \sum_{i=-\infty}^{\infty} \frac{1}{t_s} e^{j\frac{2\pi i t}{t_s}} \right\} \\ &= \frac{1}{t_s} \sum_{i=-\infty}^{\infty} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega - i\omega_s)t} dt \right\} \\ &= \frac{1}{t_s} \sum_{i=-\infty}^{\infty} 2\pi\delta(\omega - i\omega_s) \\ &= \omega_s \sum_{i=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - i\omega_s)\end{aligned}$$

(3)

$f_s(t) = f(t) \cdot \delta_s(t)$ の両辺をフーリエ変換する。

下の計算では和と積分の入れ替えや、(2) で得た結論や、畳込みの定義式やフーリエ変換を使った。

$$\begin{aligned}F_s(\omega) &= \frac{1}{2\pi} F(\omega) * \Delta_s(\omega) \\ &= \frac{1}{t_s} F(\omega) * \left(\sum_{i=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - i\omega_s) \right) \\ &= \frac{1}{t_s} \sum_{i=-\infty}^{\infty} \left(\int_{-\infty}^{\infty} F(\omega') \delta(\omega - i\omega_s - \omega') d\omega' \right) \\ &= \frac{1}{t_s} \sum_{i=-\infty}^{\infty} F(\omega - i\omega_s)\end{aligned}$$

(4)

エイリアシングの定義

エイリアシングとは、サンプリングに従って信号の一部が本来の周波数とは異なる周波数の成分として混入してしまい、波形に歪みが生じることを言う。

(3) においてどのような減少となるの

サンプリング周波数 ω_s に対して周波数 $\omega, \omega \pm \omega_s, \omega \pm 2\omega_s, \dots$ の成分がすべて $F_s(\omega)$ 上の同じ点に重なってしまうため、サンプリング後の信号 $F_s(\omega)$ を見たときに $F(\omega)$ のどこの周波数由来なのか判別不可能になる。

$F(\omega)$ が満足すべき条件

$\omega > \frac{\omega_s}{2}$ において $F(\omega) = 0$ を満たすこと。