

電子情報学専攻 専門

平成22年8月24日(火) 9時00分～11時30分 実施

問題数 5題 (このうち3題を選択して解答すること)

注意

1. 指示があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子の本文は全部で6頁ある。落丁、乱丁、印刷不鮮明なものがあれば申し出ること。
3. 3題を選択して解答せよ。5題中どの3題を選択してもよい。1枚の答案用紙に1つの問題の解答を書くこと。必要があれば裏面を使用してもよい。
4. 答案用紙上部左側に解答した問題の番号を書くこと。また答案用紙上部右側の記入欄に受験番号を必ず記入すること。答案の提出前に、これらを記入したかを必ず確認すること。
5. 答案は必ず3題分を提出すること。解答した問題が3題未満であっても3題のそれぞれについて問題番号と受験番号を記入した答案用紙を提出のこと。
6. 解答は日本語または英語で記述すること。
7. この問題冊子と計算用紙は、試験終了後回収する。持ち帰ってはならない。

第 1 問

図 1, 図 2 はいずれも 4 桁の二進数を電流値に変換する回路である. 現在の図中のスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態は 0010 を表している. 電流計の内部抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ.

- (1) 図 1 の回路についてスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態が 0010 のときの電流計の値を求めよ.
- (2) 図 2 の回路についてスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態が 0010 のとき, この回路を X_1 および X_2 で切断した際の右側の部分の合成抵抗を求めよ.
- (3) 図 2 の回路についてスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態が 0010 のとき, この回路を Y_1 および Y_2 で切断した際の右側の部分について, 鳳-テブナン等価回路を求めよ.
- (4) 図 2 の回路についてスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態が 0010 のときの電流計の値を求めよ.
- (5) 図 1 および図 2 でスイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態が 1111 に対応する電流計の値をそれぞれ求めよ.
- (6) ある桁に関する抵抗 1 個のみに誤差がある場合, スイッチ $b_1 \sim b_4$ の状態によって出力電流値が影響を受ける. 図 1 と図 2 の回路の特徴を踏まえ, ある抵抗に誤差が含まれる場合に出力電流値が受ける影響を論ぜよ.

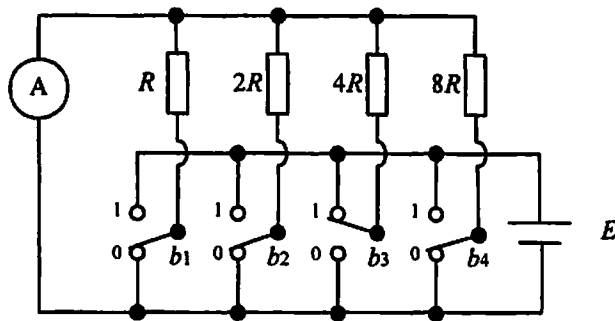


図 1

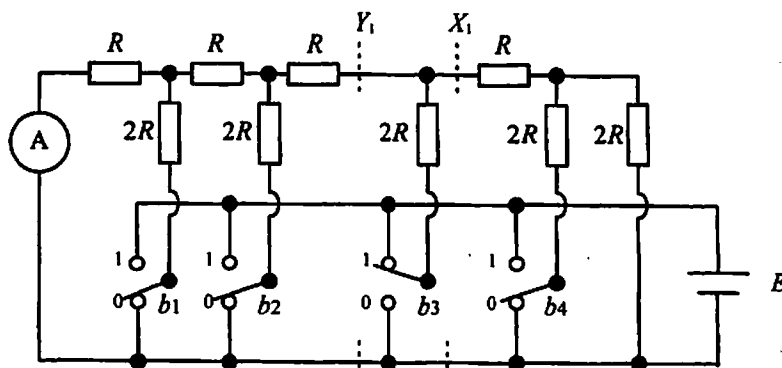


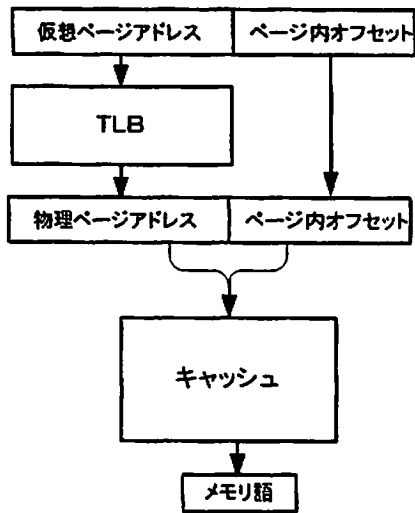
図 2

第2問

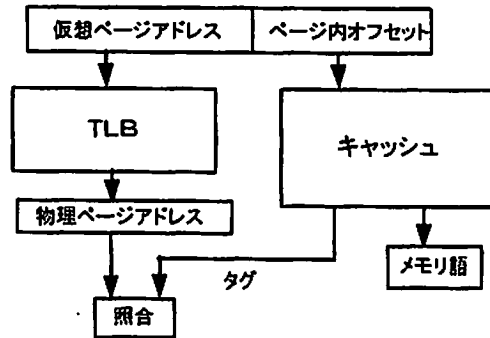
キャッシュと仮想記憶の入ったコンピュータを考える。このコンピュータの諸元は、下の表で与えられるとする。

表

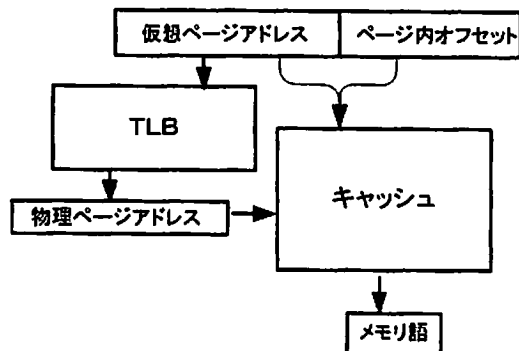
ワード(語)	32ビット
キャッシュ方式	2ウェイ・セットアソシアティブ
キャッシュライン	64バイト
仮想アドレス	32ビット
物理アドレス	31ビット
ページサイズ	4Kバイト(4096バイト)
TLB	64エントリ
キャッシュとTLBの連携	並列型物理アドレスキャッシュ(図(B))



(A) 直列型物理アドレスキャッシュ



(B) 並列型物理アドレスキャッシュ



(C) 仮想アドレスキャッシュ

このとき、次の問いに答えよ。

- (1) セットアソシアティブキャッシュでは、3種類のキャッシュミスが起こる可能性がある。これら3種類の名称を述べ、それぞれ1行から2行程度で説明せよ。
- (2) セットアソシアティブキャッシュでは起こるが、フルアソシアティブキャッシュでは起こらないキャッシュミスがある。(1)であげたうちのどれか答えよ。
- (3) セットアソシアティブキャッシュで(2)のキャッシュミスを減らすためにはどうすればよいか。方法を1つだけ回答せよ。
- (4) キャッシュミスが起こったときのコンピュータの動作について述べよ。
- (5) TLB とは何か。3行以内で説明せよ。
- (6) このコンピュータの TLB の大きさ(単位はバイト)を求めよ。ここで、「大きさ」には有効ビット、タグ、物理ページアドレスのすべてを含むものとする。
- (7) TLB ミスが起こったときのコンピュータの動作について述べよ。ただし、求めるページは主記憶の中にあるとする。
- (8) 求めるページが主記憶の中にないときに起こる例外は何と呼ばれるか。
- (9) (8)が起こったときのコンピュータの動作について述べよ。
- (10) キャッシュの最大容量(単位はバイト)を求めよ。ここで「最大容量」は、データ語だけの容量とし、有効ビット、タグは含まないとする。
- (11) 直列型物理アドレスキャッシュを使えば、(10)の容量の制約はなくなるが、別の問題が生じる。この問題とは何か3行以内で述べよ。
- (12) 仮想アドレスキャッシュを使えば、やはり(10)の容量の制約はなくなるが、別の問題が生じる。この問題の名称をあげ、これがどのようなものか3行以内で述べよ。

第3問

大規模な文書の集合において各単語が出現する回数を大規模なコンピュータのクラスタを用いて計算することを考える。文書集合は N 個に分割され N 台のマシンで並列に処理される。以下の問いに答えよ。

- (1) 各マシンではまず分割された文書集合を単語のリストに分割する。この単語のリストはソートされ、(単語, 出現頻度) のペアのリストに変換される。以下の疑似コードは、ソート済みの単語リストを入力とし、(単語, 出現頻度) ペアを順に出力する処理を行うが、いくつか間違いを含んでいる。どのように修正すればよいか述べよ。

```
count_frequency(File sorted_words_file) {
    int num = 0;
    String word, previous_word = null;
    while (read a word from sorted_words_file) {
        if (word is not previous_word AND previous_word is not null) {
            output_pair(word, num);
        }
        num = num + 1;
        previous_word = word;
    }
}
```

- (2) 入力として(単語, 出現頻度) ペアのリストを2つ受け取り、1つのリストにマージする関数を疑似コードで示せ。
- (3) N 個の(単語, 出現頻度) ペアのリストをマージするにはどのような処理を行えばよいか述べよ。
- (4) 時間のかかるマージ処理を避けるために、ソートとカウントの前に単語のリストを N 台のマシンに分配することを考える。このために、各単語を 0 から $(N-1)$ の数値にマップする関数が必要となる。このマッピング関数の具体例を示せ。
- (5) 単語の出現頻度の分布が一様でない場合に、各マシンの負荷をほぼ均等にするための方法を述べよ。また、その際に用いるマッピング関数についても具体例を示せ。

第4問

複数の無線端末が同一のアクセスポイントにアクセスする無線通信システムを考える。パケットは固定長であり、無線チャネルはパケット長と等しい長さのスロットに分割されている。また各端末は同期しておりスロットの開始時点でパケット送信を試みる。簡単のため、伝搬遅延はないものとし、2つ以上の端末が同一のスロットでパケット送信を試みるときにのみパケット衝突が起こり送信失敗するものとする。端末の数を N ($N \geq 2$) とし、全ての端末は各スロットにおいて確率 p でランダムにパケットの送信を試みるものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) このシステムに加えられたトラフィック G は、「システム全体で同一スロットでパケットの送信が試みられる平均個数」である。 N と p を用いて G を表せ。答えのみ示せ。
- (2) 一つの端末があるスロットでパケット送信を行う。このとき残りの $N-1$ 個の端末が全てパケット送信を試みていない場合のみ送信は成功する。その確率を N と p を用いて表せ。答えのみ示せ。
- (3) このシステムのスループット S は、「システム全体で1スロットあたりに送信成功するパケットの平均個数」である。 G と N を用いて S を表せ。
- (4) N を一定としたときの最大スループット S_{max} とこれを与える G を求めよ。また、パケット送信成功確率の観点から、このときシステムが高負荷であるかどうかについて論ぜよ。
- (5) N が十分大きいときに、 S と G の関係をあらわすグラフの概形を示せ。必要であれば自然対数の底=2.7を用いよ。
- (6) このような無線通信システムのスループットを向上させる方法を二つ挙げて簡単に説明せよ

第5問

離散信号処理に関する以下の問いに答えよ。なお、離散信号 $x(n]$ は $n < 0$ でゼロであるとする。

- (1) 離散信号 $x(n]$ を m だけシフトさせ $x(n-m]$ としたとき、この信号の z 変換が $z^{-m} X(z)$ となることを示せ。なお、 $X(z)$ は $x(n]$ の z 変換である。
- (2) 2つの離散信号 $x_1(n]$ と $x_2(n]$ のたたみ込み $x_1(n] * x_2(n]$ の定義を示せ。
- (3) $x_1(n]$ と $x_2(n]$ の z 変換がそれぞれ $X_1(z)$ と $X_2(z)$ であるとする。(1)と(2)の結果を用いて、 $x_1(n] * x_2(n]$ の z 変換が $X_1(z)X_2(z)$ となることを示せ。
- (4) 下図に示す離散時間システムの伝達関数 $H(z)$ を求めよ。
- (5) 離散時間システムのインパルス応答の z 変換は伝達関数と等しくなる。これを用いて、下図の離散時間システムのインパルス応答 $h(n]$ を求めた上で、離散信号 $x(n]$ を入力したときの応答 $y(n]$ を求めよ。

