

演算機能回路

第10週

2006/12/04

泉知論

立命館大学 理工学部 電子情報デザイン学科

性能評価

performance evaluation

性能評価指標

- 回路規模
 - ゲート数が目安
- 動作周波数(クロック周波数、クロック周期)
 - 記憶素子から記憶素子への最大遅延
 - ゲート段数が目安
- レイテンシ (latency, 遅延)
 - あるデータを投入してからそのデータに対する結果が出てくるまでの時間
- スループット (throughput, 処理レート)
 - 単位時間あたりに投入できる計算(データ)の量

回路規模の評価値

- 最終的にLSIチップ上で占める面積
 - 単位 [mm^2], [μm^2], [nm^2]...
- 2NAND換算ゲート数
 - 単位 [gate]
- トランジスタ数
 - 単位 [tr]
- ゲート数とトランジスタ数の換算
 - 2NAND ゲート1つ $\equiv$ トランジスタ4つ
- 面積とゲート数、トランジスタ数の換算
 - 概ね比例。プロセスに依存。配置配線等にも依存。

回路規模の評価

- 複数モジュール全体の回路規模

→ 和

- モジュールAの回路規模 S_A
- モジュールBの回路規模 S_B
- 全体の回路規模 $S_A + S_B$

動作周波数の評価値

- 動作周波数
 - 単位 [Hz]
- 最大遅延 (記憶素子から記憶素子まで)
 - 単位 [sec], [nsec], ...
- 動作周波数と最大遅延の計算
 - 動作周波数 = $1 / \text{最大遅延}$

動作周波数の評価

- 複数モジュール全体の動作周波数
→ **最悪値** (最小値)
 - モジュールAの動作周波数 f_A
 - モジュールBの動作周波数 f_B
 - 全体の動作周波数 $\min\{f_A, f_B\}$
- 複数モジュール全体の最大遅延
→ **最悪値** (最大値)
 - モジュールAの最大遅延 t_A
 - モジュールBの最大遅延 t_B
 - 全体の最大遅延 $\max\{t_A, t_B\}$

演習10A

- たくさんの荷物を都市Aから都市Bに高速道路運ぶ。都市Aと都市Bの間にはSAが2つあり、 IC_A-SA_1 , SA_1-SA_2 , SA_2-IC_B の距離はそれぞれ 80km, 40km, 60km とする。
- 都市Aから適当な時間を置いて順次運搬車両を出発させる。車両は必ず SA, IC で停車し、全員が同時に電話連絡をとりあうこととする。

演習10A(続き)

- 100個の荷物を積載可能なトラックで、速度60km/h で運搬する。
- 運搬車両が出発する間隔は何時間(分)か？
- 5個の荷物を積載可能なスポーツカーで、速度120km/hで運搬する。
- 運搬車両が出発する間隔は何時間(分)か？

レイテンシの評価値

- 入力されたデータが出力されるまでの時間
 - 単位 [sec]
- 入力されたデータが出力されるまでのサイクル数
 - 単位 [cycle]
- 時間とサイクル数の換算
 - $[\text{sec}] = [\text{cycle}] \times \text{最大遅延}$
 $= [\text{cycle}] \div \text{動作周波数}$

時間の逆数([Hz])
で考える場合もある

レイテンシの評価

一般には
より緻密な
分析が必要

- 単純な場合で考えると...
 - フィードバック(ある計算結果を後続の計算の入力として戻すこと)がない
- 複数モジュール全体のレイテンシ
 - 直列→**和**、並列→**最悪値**(最大値)
 - モジュールAのレイテンシ l_A [sec], [cycle]
 - モジュールBのレイテンシ l_B [sec], [cycle]
 - 全体のレイテンシ 直列 $l_A + l_B$ [sec], [cycle]
並列 $\max\{ l_A, l_B \}$ [sec], [cycle]

演習10B

- 演習10Aとおなじ条件を考える。
- トラックで都市Aを出た荷物が都市Bに到着するまでに要する時間は何時間(分)か？
- スポーツカーで都市Aを出た荷物が都市Bに到着するまでに要する時間は何時間(分)か？

演習10B(続き)

- 同じ条件の道路が
- 直列に4本つながっていた場合どうなるか？
- 並列に4本つながっていた場合どうなるか？

スループットの評価値

- 単位時間あたりに入力(出力)されるデータ数、あるいはその逆数
 - 単位 [data/sec], [sec/data]
- 1サイクルあたりに入力(出力)されるデータ数、あるいはその逆数
 - 単位 [data/cycle], [cycle/data]
- 時間とサイクル数の換算例
 - $[\text{data/sec}] = 1 / [\text{cycle/data}] \times \text{動作周波数}$
 $= 1 / [\text{cycle/data}] \div \text{最大遅延}$

スループットの評価

一般には
より緻密な
分析が必要

- 単純な場合で考えると...
 - 入力データ量 : 出力データ量 = 1 : 1
 - フィードバック(ある計算結果を後続の計算の入力として戻すこと)がない
- 複数モジュール全体のスループット
 - 並列 → 和、直列 → 最悪値
 - モジュールAのスループット p_A [data/sec], [data/cyc]
 - モジュールBのスループット p_B [data/sec], [data/cyc]
 - 全体のスループット
 - 並列 $p_A + p_B$ [data/sec], [data/cyc]
 - 直列 $\min\{p_A, p_B\}$ [data/sec], [data/cyc]

逆数では
min → max

演習10C

- 演習10Aとおなじ条件を考える。
- トラック便で運搬可能な荷物は1時間あたり何個か？
- スポーツカー便で運搬可能な荷物は1時間あたり何個か？

演習10C(続き)

- 同じ条件の道路が
- 直列に4本つながっていた場合どうなるか？
- 並列に4本つながっていた場合どうなるか？

演習10D

- 工場から店舗に、来週までに大量のトイレットペーパーを運びたい。トラック便とスポーツカー便、どちらを選ぶか？
- 雑誌編集社から印刷工場に、締め切りぎりぎりで原稿を運びたい。トラック便とスポーツカー便、どちらを選ぶか？
- トラック便とスポーツカー便、どちらが高性能か、議論せよ。
- 演習 10A～10C の内容を、最大遅延、動作周波数、レイテンシ、スループットの概念を用いて説明せよ。

演習10E

- 演習10Aと同様の条件で、ただし SA_1 - SA_2 間ではそれぞれ150個積載可能なトラック、15個積載可能なスポーツカーに、 SA_2 - IC_B 間ではそれぞれ50個積載可能なトラック、2個積載可能なスポーツカーに、それぞれ載せかえる。
- 発車間隔、荷物が届くまでの時間、時間あたりに運ぶことができる荷物の数を計算せよ。