

2019 IC Design Contest Preliminary

大學部標準元件數位電路設計

Image Convolutional Circuit Design

1. 問題描述

本題請完成一圖像卷積電路設計(Image Convolutional Circuit Design，以下稱 CONV 電路)，CONV 電路輸入為一灰階圖像，電路需完成多層(Layer)的運算流程，其順序為 Convolutional(Layer 0)→Max-pooling(Layer 1)等共 2 層的運算處理流程，如下圖 1. 所示。

首先在 Layer 0 中，輸入灰階圖像(尺寸為 64(寬)x64(高) pixels)需先經 zero-padding，接著進行採用 1 個濾鏡(或稱”核(Kernel)”)的圖像卷積(Convolutional)運算，其 Kernel 尺寸為 3x3，接著再經過 ReLU 運算後方為 Layer 0 的結果，故其結果為 1 張尺寸為 64(寬)x64(高) pixels 的圖。

Layer 1 要進行最大池化(max-pooling)運算，須採用 2x2 的 max-pooling 視窗及步幅(stride)為 2 的規格進行。故結果將呈現 1 張尺寸為 32(寬) x 32(高) pixels 的圖。

最後將 Layer 0 和 Layer 1 的結果圖依題目規定寫到 testfixture 的內建記憶體後即可完成。

上述所有 Layer，均可分層分次將處理結果寫回 testfixture 內建的記憶體內 (如圖 2. 之 L0_MEM0、L1_MEM0)，每一 Layer 的輸出結果都有各自對應的記憶體存放空間用於放置輸出結果。

主辦單位評分時使用 testfixture 中各 Layer 所對應的記憶體資料來作為評分標準，並採用可通過的多少層級給予分數。

本次競賽比賽時間為上午 08:30 到下午 08:30。當 IC 設計競賽結束後，TSRI 會根據第 3 節中的評分標準進行評分。為了評分作業的方便，各參賽隊伍應參考附錄 C 中所列的要求，附上評分所需要的檔案。

軟體環境及設計檔案說明請參考附錄 A 與附錄 B。

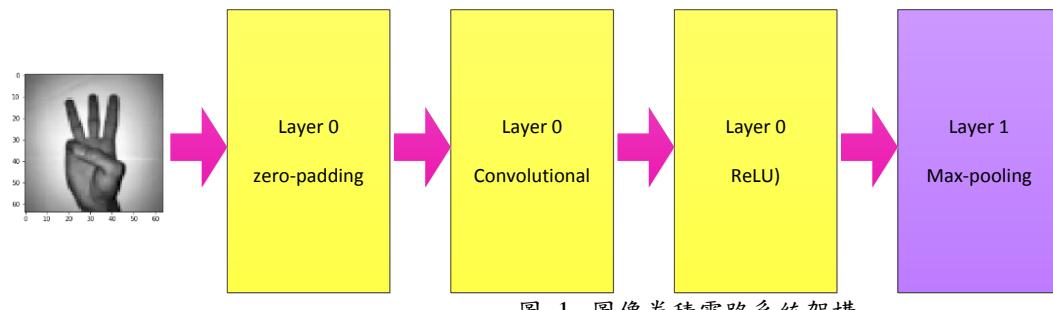


圖 1. 圖像卷積電路系統架構

2. 設計規格

2.1 系統方塊圖

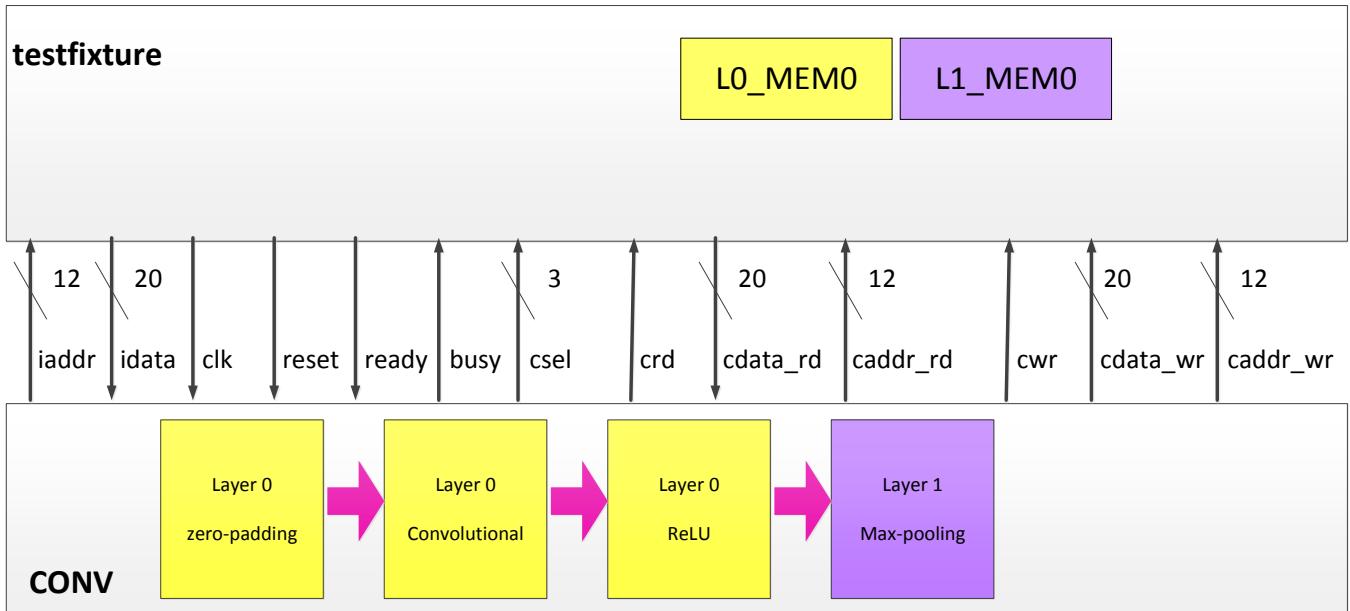


圖 2. 系統方塊圖

2.2 輸出入訊號和記憶體描述

表一、輸入/輸出信號

Signal Name	I/O	Width	Simple Description
clk	I	1	系統時脈訊號。本系統為同步於時脈正緣之同步設計。
reset	I	1	高位準”非”同步(active high asynchronous)之系統重置信號。
ready	I	1	灰階圖像準備完成指示訊號。當訊號為 High 時，表示灰階圖像準備完成，此時 CONV 才可以開始向 testfixture 發送輸入灰階圖像資料索取位址。
busy	O	1	系統忙碌指示訊號。當 CONV 接收到 ready 訊號為 High，且 CONV 準備開始動作時，需將此訊號設為 High，表示準備開始進行輸入灰階圖像資料索取；待所有運算處理完成且輸出結果寫回 testfixture 後，需再將訊號設為 Low 表示動作結束。
iaddr	O	12	輸入灰階圖像位址訊號。指示欲索取哪個灰階圖像像素(pixel)資料的位址。
idata	I	20	輸入灰階圖像像素資料訊號，由 4 bits 整數(MSB)加上 16 bits 小數(LSB)組成，為有號數。testfixture 將 iaddr 所指示的位址之像素資料用此訊號送給 CONV。
crd	O	1	CONV 運算輸出記憶體讀取致能訊號。當時脈正緣觸發時，若此訊號為 High，表示要進行讀取動作。testfixture 會將 caddr_rd 位址指示之資料讀取到 cdata_rd 上。
cdata_rd	I	20	CONV 運算結果記憶體讀取訊號，由 4 bits 整數(MSB)加上 16 bits 小數(LSB)組成，為有號數。Testfixture 將記憶體資料傳送至 CONV 電路。
caddr_rd	O	12	CONV 運算結果記憶體讀取位址。CONV 電路各層的運算結果利用此訊號指示將要讀取 testfixture 中所內建各層輸

			出結果之記憶體的哪個位址。
cwr	O	1	CONV 運算輸出記憶體寫入致能訊號。當時脈正緣觸發時，若此訊號為 High，表示要進行寫入動作。testfixture 會將 cdata_wr 內容寫到 caddr_wr 所指示之位址。
cdata_wr	O	20	CONV 運算結果記憶體寫出訊號，由 4 bits 整數(MSB)加上 16 bits 小數(LSB)組成，為有號數。CONV 電路各層的運算結果利用此訊號輸出至 testfixture。
caddr_wr	O	12	CONV 運算結果記憶體寫入位址。CONV 電路各層的運算結果利用此訊號指示將要寫入到 testfixture 中所內建各層輸出結果之記憶體的哪個位址。
csel	O	3	CONV 運算處理結果寫入/讀取出記憶體選擇訊號。此訊號指示目前寫入/讀取資料為 CONV 電路中那一層的運算結果。說明如下： 3'b000: 表示目前沒有選擇記憶體。 3'b001: 寫入/讀取 Layer 0，Kernel 0 執行 Convolutional 的結果。 3'b011: 寫入/讀取 Layer 1，將 Kernel 0 執行 Convolutional 後再進行 Max-pooling 運算的結果。

2.3 系統功能、時序及記憶體對應方式描述

系統方塊圖如圖 2. 所示。當 reset 啟動結束後，testfixture 會將 ready 訊號設為 High 表示灰階圖像資料及各層 Kernel 資料都已經準備完畢，接著 CONV 電路須將 busy 訊號設為 High 表示開始動作(如圖 3. t1 時間點)，而 testfixture 偵測到 busy 訊號為 High 後就會將 ready 訊號設為 Low 表示等待 CONV 電路處理題目所要求的動作(如圖 3. t2 時間點)。待各層所要求的動作都實現完成或已經將欲實現的層的動作處理完成後，CONV 電路就可將 busy 訊號再次設為 Low 表示所有動作已經完成(如圖 3. t3 時間點)，此時 testfixture 就會準備下一張灰階圖像並將 ready 訊號設定為 High；並且 testfixture 一偵測到 busy 訊號再次被設定為 Low 就會立刻進行資料驗證比對，因此針對每一張輸入灰階圖像的運算處理，busy 訊號只允許在 CONV 電路開始動作時被設定為 High 一次，CONV 運算處理結束時設定為 Low 一次。在 busy 為 High 的過程中，CONV 電路可重複不限次數對 L0_MEM0、L1_MEM0 進行讀取及寫入動作。

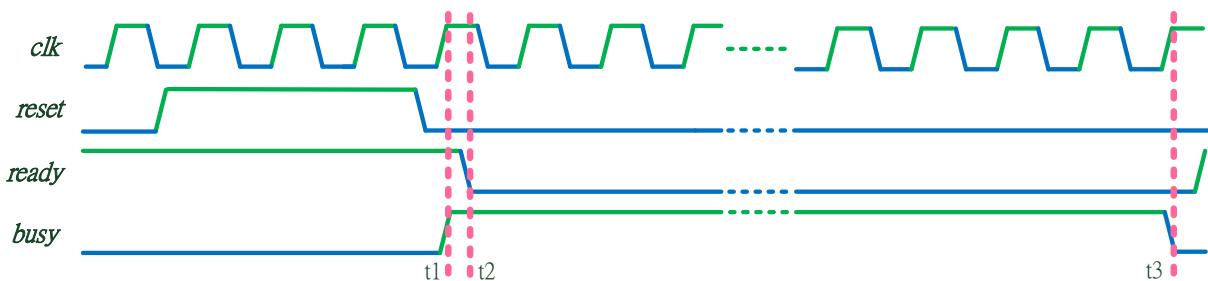


圖 3. 系統啟動及結束時序

本題目前只提供一張灰階圖像作為測試驗證，評分時將視情況決定是否增加灰階圖像樣本數進行測試。

關於 CONV 電路各層之動作說明如下，整體流程如圖 4. 所示：

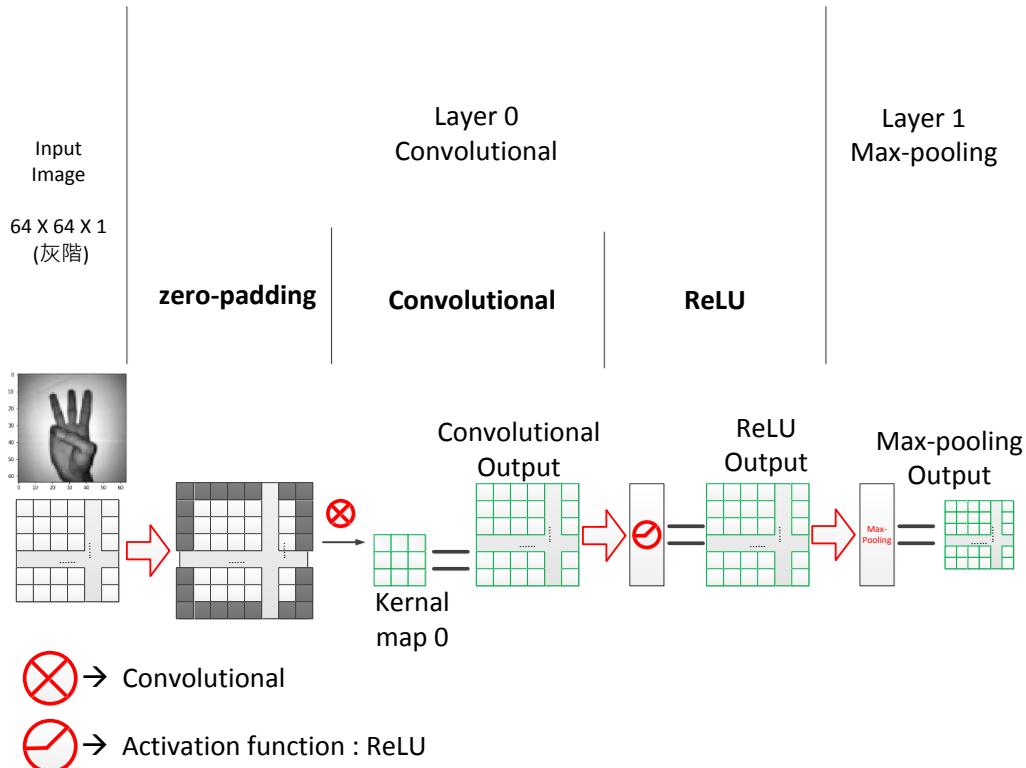


圖 4. CONV 電路系統流程圖

1. Input image 為本題輸入灰階圖像，其尺寸為 64 pixels(寬)x 64 pixels(高)，存放於 testfixture 的記憶體中，灰階圖像各 pixels 與其記憶體的對應方式如下圖 6. 說明。動作時序上，CONV 電路需利用 iaddr 發送欲索取圖像資料的位址到 testfixture(如圖 5. t1 時間點)，testfixture 在每個時脈負緣後會將 iaddr 所指示位址之 pixel 資料利用 idata 送入 CONV 電路(如圖 5. t2 時間點)。

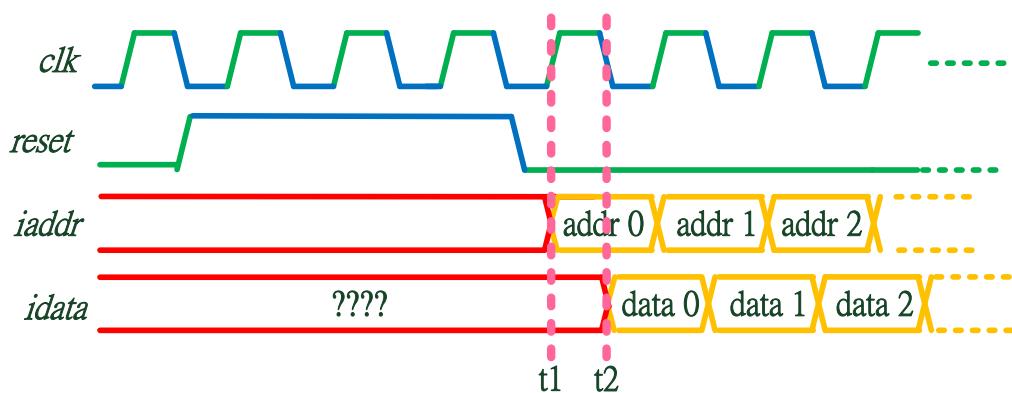


圖 5. 灰階圖像資料記憶體時序

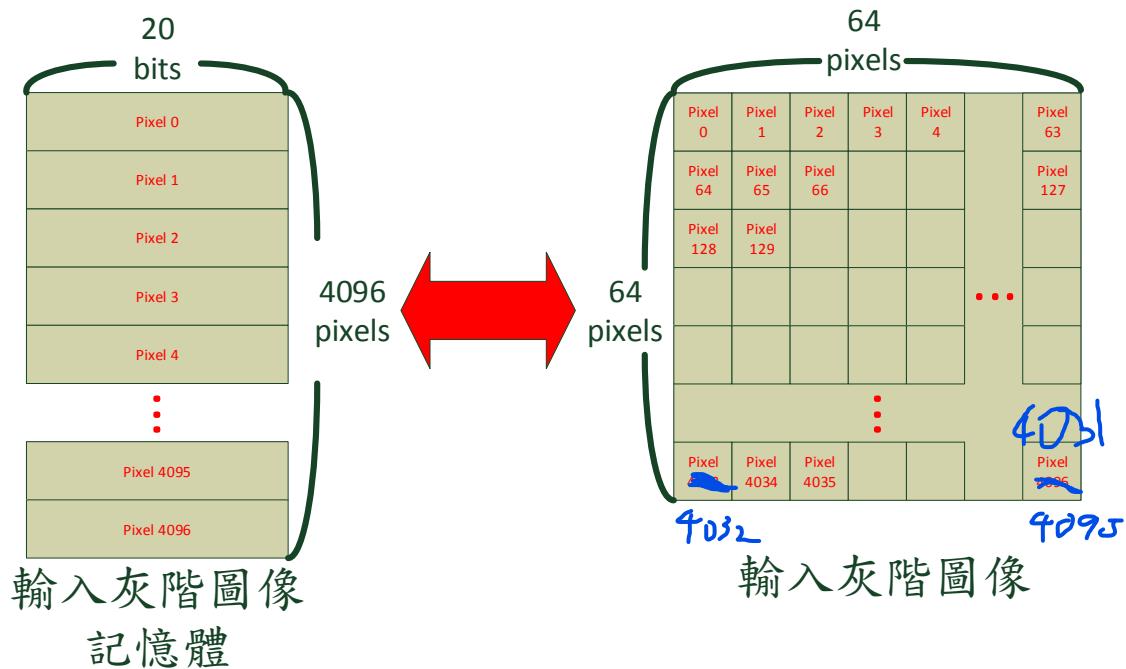


圖 6. 輸入灰階圖像及其記憶體對應方式

2. Layer 0 層所要進行的動作是將 input image 進行 Zero-padding 處理後，再分別與 Kernel 0 作 Convolutional 運算處理後得到 1 張尺寸皆為 64 pixels(寬)x 64 pixels(高)的圖，再將這張圖的每個 pixels 分別進行 ReLU 運算後得到 Layer 0 的結果。

A. Convolutional

本題規定之 Convolutional 處理為針對待處理圖像以固定移動 1 pixel 的間隔，將 3x3 大小的 Kernel 疊到待處理圖上左上角，如圖 7. 紅色框為例，圖中每一個 pixel 都跟對應到 Kernel 上面的每個 pixel 相乘，最後全部相加，得到 $1 \times 2 + 2 \times 0 + 3 \times 1 + 0 \times 0 + 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 0 \times 0 + 1 \times 3 = 16$ ，接著 Kernel 往右移動一格，如圖 7. 綠色框為例，並做相同的運算得到結果為 18，依此類推依序由左到右，由上到下移動(如圖 7. 淺藍色框)計算到所有 pixels 乘積後可得 Convolutional 結果(如圖 7. 中間所示)。最後每個 pixel 還要再各自加上 bias 值後才是 Convolutional 運算的最後輸出(如圖 7. 最右邊區塊)。

本題給定之 Kernel 0 分別如圖 8. 及圖 9. 所示，Kernel 0 所對應的 bias 值為 (0.07446326, 10 進制)(01310, 16 進制, 4bits 整數+16bits 小數)。

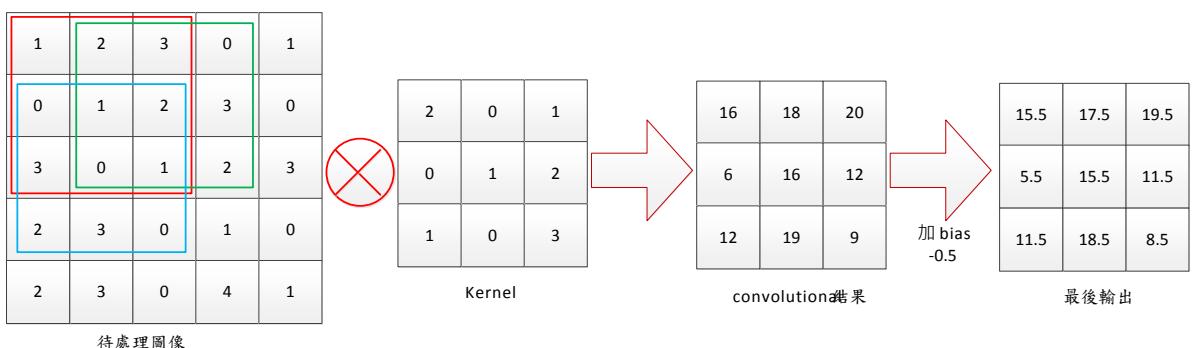


圖 7. Convolutional 運算範例

0.658674	0.573572	0.42681
0.0625617	-0.439696	-0.569037
-0.34829	-0.217964	-0.327755

Kernel0 (10進制)

圖 8. 本題給定 Kernel 0 (10 進制)

0A89E	092D5	06D43
01004	F8F71	F6E54
FA6D7	FC834	FAC19

Kernel0 (16進制)

圖 9. 本題給定 Kernel 0 (16 進制) (4bits 整數+16bits 小數)

B. Zero-padding

如圖 7.範例所示，Convolutional 處理之結果會讓圖片尺寸縮小；但若在 Convolutional 處理前先進行填補(padding)就可讓圖片尺寸維持相同，本題規定須將待處理圖像周圍填補 1 pixel 的 0。如圖 10.所示為先做 zero-padding 補 1 pixel 後進行 Convolutional 處理的例子。

0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	0	0
0	0	1	2	3	0
0	3	0	1	2	0
0	2	3	0	4	0
0	0	0	0	0	0

待處理圖像



2	0	1
0	1	2
1	0	2

Kernel



7	12	10	2
4	15	16	10
10	6	21	6
8	10	10	6

輸出結果

圖 10. Zero-padding 運算範例

C. ReLU

ReLU(Rectified Linear Unit)可以以下算式表示，如果輸入 pixel 的值 x 小於或等於 0 則此 pixel 的值須調整成 y 為 0；但如果輸入 pixel 的值 x 大於 0 則此 pixel 的值仍為 x 。Convolutional 處理後的每一個 pixel 的值都要經過 ReLU 運算後方為 Layer 0 的最終結果。

$$y = \begin{cases} x & (x > 0) \\ 0 & (x \leq 0) \end{cases}$$

- D. CONV 電路須將 Layer 0 的結果圖，用 caddr_wr 指定寫回 testfixture 記憶體的位址，運算結果資料用 cdata_wr 送到 testfixture，每張圖有各自獨立記憶體因此須設定 csel 為 3'b001(經 Kernel 0)來啟動各自的記憶體。其輸出圖與記憶體的對應方式如圖 11. 所示。其中 csel=3'b001 所讀寫的記憶體為 L0_MEMO。

以上 L0_MEMO 之資料寬度 20bits，且為 4bits 整數+16bits 小數，Layer 0 實際計算結果可能大於 20 bits，參賽者須取整數 4bits 及小數點後 16 bits 之後做進位(第 17 個 bit 做四捨五入)作為輸出。

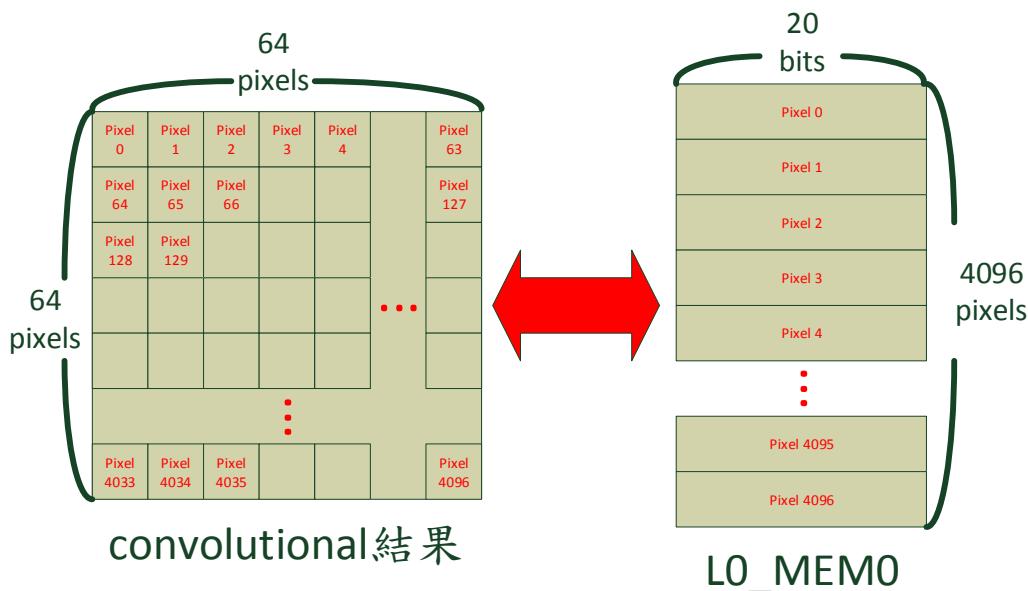


圖 11. L0_MEMO 與 convolutional 結果對應方式

3. Layer 1 層要進行 max-pooling 運算，最大池化層(max-pooling)是縮小水平及垂直空間的運算，本題規定以如下圖所示將 2 pixels(寬)X 2 pixels(高)的範圍整合成一元素，縮小空間大小。因此經 max-pooling 後的結果圖之尺寸只會有輸入圖尺寸的 1/2。

將 Layer 0 輸出的 1 張 64 pixels(寬)x 64 pixels(高)的圖，各自經 max-pooling 運算後輸出 1 張 32 pixels(寬)x 32 pixels(高)的結果圖，max-pooling 的過程如 圖 12. 所示。本題規定 max-pooling 視窗大小為 2x2，將輸入 Layer 1 的目標圖像依序由左到右，由上到下，步幅(stride)為 2，依序取 2x2 大小的 pixels，取最大值為其輸出，因此 圖 12. 左上角的 2x2 pixels(黃色區域)為 $\text{max}(5, 7, 0, 1)$ ，因此結果為最大值 7；接著往右移動 2 格視窗(淺藍色區域)計算 $\text{max}(7, 3, 2, 3)$ 得最大值為 7，其餘依此類推。

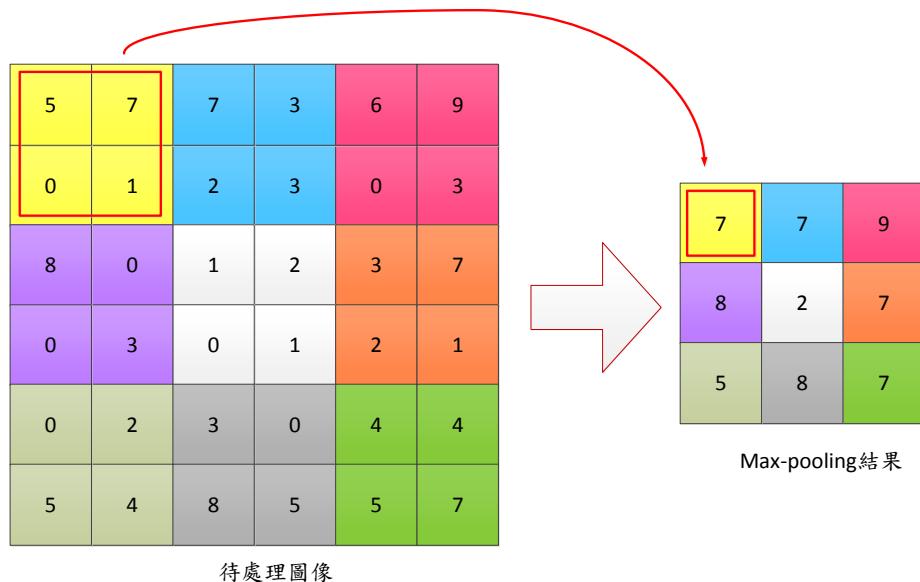
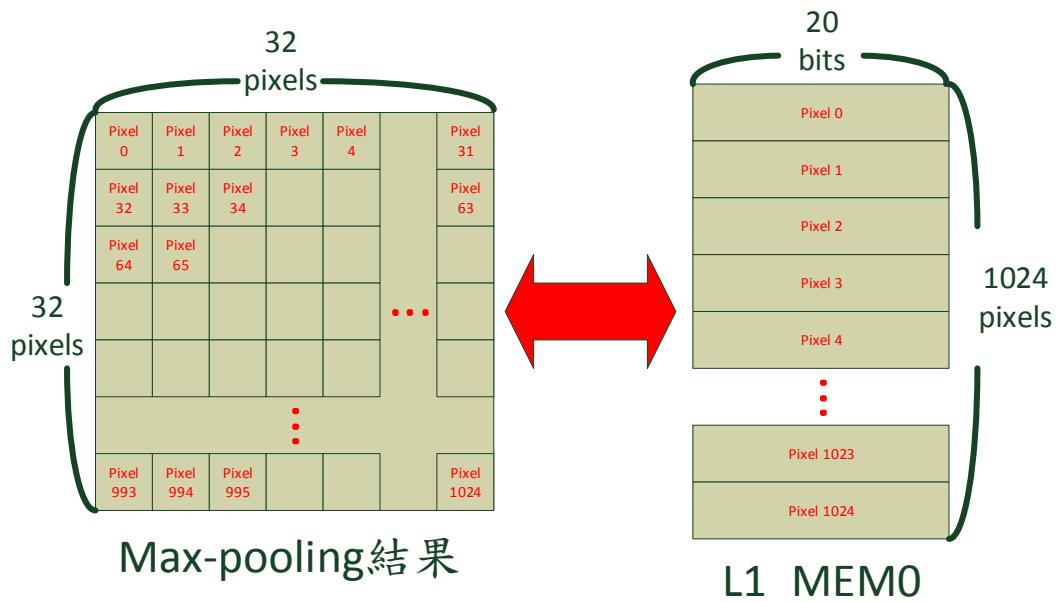


圖 12. max-pooling 運算說明範例

max-pooling 後的結果圖結果用 caddr 指定寫回 testfixture 記憶體的位址，運算結果資料用 cdata 送到 testfixture，每張圖有各自獨立記憶體因此須設定 csel 為 3'b011(經 Kernel 0)來啟動記憶體。其輸出圖與記憶體的對應方式如圖 13. 所示。其中 csel=3'b011 所讀寫的記憶體為 L1_MEMO。



2.4 L0_MEM0、L1_MEM0 之動作時序

各層輸出資料記憶體 L0_MEM0、L1_MEM0 為 RAM model 且控制方式及時序皆相同，都可進行寫入及讀取動作。採用不同的 csel 設定值啟動各層輸出相對應的記憶體，使用 cwr 作為寫入致能訊號，crd 作為讀取致能訊號。

讀取時，使用 caddr_rd 為記憶體位址，cdata_rd 作為讀取資料訊號。動作時序如下圖 15. 說明，當時脈負緣觸發時若 crd 為 High，則會在觸發後立刻將 caddr_rd 所指示位址的資料讀取到 cdata_rd 上(如圖 15. t1 時間點)。

寫入時，使用 caddr_wr 為記憶體位址，cdata_wr 作為寫入資料訊號。動作時序如下圖 16. 說明，當時脈正緣觸發時若 cwr 為 High，則會將這時 cdata_wr 的資料寫入到 caddr_wr 所指示位址上(如圖 16. t1 時間點)。

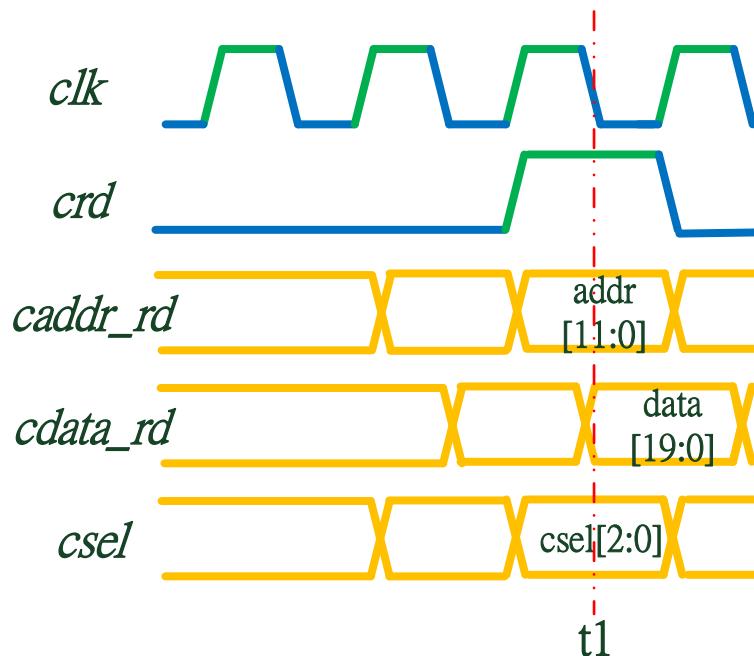


圖 14. 輸出資料記憶體 L0_MEM0、L1_MEM0 讀取動作時序圖

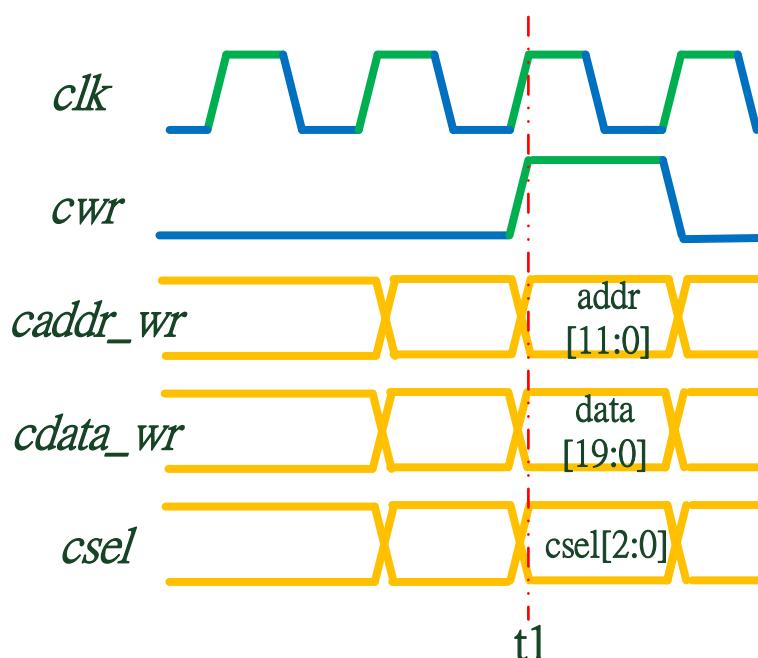


圖 15. 輸出資料記憶體 L0_MEM0、L1_MEM0 寫入動作時序圖

3. 評分標準

主辦單位的評分人員將依照參賽者提供之系統時脈進行 RTL simulation 或 Gate-level simulation，以驗證設計正確性。各參賽隊伍應於參賽者定義的系統時脈下，確保輸出結果無設置與保持時間(setup/hold time)的問題，並完全符合主辦單位所提供的標準設計結果。

◇ 評分項目：依”面積”(Area)大小評分

各參賽隊伍完成電路合成後，Cell Area 可利用以下指令產生而得知

以 DC 產生 QoR report 的指令： report_qor > CONV.qor

以 RC 產生 QoR report 的指令： report qor > CONV.qor

評分人員會以此 CONV.qor 如下面範例，紀錄成 Area = 89727 (以小數點後做四捨五入)做評分。

Area	
<hr/>	
Combinational Area:	79424.741759
Noncombinational Area:	10303.218048
Buf/Inv Area:	4187.485741
Total Buffer Area:	1734.74
Total Inverter Area:	2452.74
Macro/Black Box Area:	0.000000
Net Area:	565042.816650
<hr/>	
Cell Area:	89727.959807
Design Area:	654770.776457

◇ 評分方法及標準

評分方式會依設計完成程度，分成 S、A、B、C，共四種等級，排名順序為 S > A > B > C 。主辦單位將根據設計內容的完成度給予記分。

1. **S 等級**： Layer 0~1 的 RTL 與 Gate-level simulation 結果完全正確。
且面積小於 **270,000**。

2. **A 等級**： Layer 0~1 的 RTL simulation 結果完全正確；但 Gate-level simulation 驗證失敗。

3. **B 等級**： Layer 0 的 RTL 與 Gate-level simulation 結果完全正確。

4. **C 等級**： Layer 0 的 RTL simulation 結果完全正確；但 Gate-level simulation 驗證失敗。

同等級中，繳交時間越早者為同級名次越好！

附錄

- 附錄 A 中說明本次競賽之軟體環境；
- 附錄 B 為主辦單位所提供之各參賽者的設計檔說明；
- 附錄 C 為評分用檔案，亦即參賽者必須繳交的檔案資料；
- 附錄 D 則為設計檔整理步驟說明；

附錄 A 軟體環境

競賽所提供的設計軟體環境如下。驗證評分時，係以所列軟體作為驗證依據。

標準元件數位電路設計（含研究所及大學類）：

硬體描述語言：Verilog、VHDL

電路模擬：NC-Verilog (INCISIVE_15.20.039)

ModelSim (V10.5c)

QuestaSim (10.5c)

VCS-MX(2017.03)

電路除錯：Verdi(2016.06-sp1-1)

nLint(2016.06-sp1-1)

電路合成：Design Compiler (2017.09-sp2)

標準元件數位電路程式庫：Cell-Based Design Kit for IC Contest v2.1

附錄 B 設計檔案說明

1. 下表二.為主辦單位所提供之各參賽者的設計檔案

表二、設計檔

檔名	說明
testfixture.v	測試樣本檔。此測試樣本檔定義了時脈週期與測試樣本之輸入及預期輸出信號。
CONV.v	參賽者所使用的設計檔，已包含系統輸/出入埠之宣告
./dat_univ/cnn_sti.dat	測試樣本檔案
./dat_univ/cnn_layer0_exp0.dat	Layer 0 比對樣本檔案(Kernel 0)
./dat_univ/cnn_layer1_exp0.dat	Layer 1 比對樣本檔案(Kernel 0)
report.000	結果報告範本
CONV.sdc	Design Compiler 電路合成規範檔。 本規範檔除了 cycle 可修改外，其餘 constraints 皆不可修改。
tsmc13_neg.v	Gate-level simulation 所需要之 cell library file
synopsys_dc.setup	Design Compiler 初始設定範例檔案

2. 請使用 CONV.v，進行本題電路之設計。其 Verilog 模組名稱、輸出/入埠宣告如下所示：

```

module CONV(
    input      clk,
    input      reset,
    output     busy,
    input      ready,
    output [11:0] iaddr,
    input [19:0] idata,
    output     cwr,
    output [11:0] caddr_wr,
    output [19:0] cdata_wr,
    output     crd,
    output [11:0] caddr_rd,
    input [19:0] cdata_rd,
    output [2:0]  csel
);

```

3. 本題所提供的 Testbench 檔案，有多增加幾行特別用途的敘述如下：

```

`define SDFFILE      "./syn/CONV_syn.sdf"      // Modify your sdf file name

`ifdef SDF
    initial $sdf_annotate(`SDFFILE, CONV);
`endif

```

註：

1. SDF 檔案，請自行修改 SDF 實際檔案名稱及路徑後再模擬。
2. 在 Testbench 中，本題提供 `ifdef SDF 的描述，目的是讓 Testbench 可做為 RTL 模擬及合成後模擬皆可使用。當參賽者在合成後模擬時，請務必多加上一個參數 +define+SDF，方可順利模擬。

3. 合成後的 Gate-Level Simulation 模擬指令範例如下：

```
ncverilog Testbench.v CONV_syn.v -v tsmc13_neg.v +define+SDF
```

4. 比賽共提供一組測試樣本，參賽者可依下面範例來進行模擬：

主辦單位於評分時，將可能額外再使用其他組測試樣本進行評分工作。

RTL Simulation 時使用指令如下：

- 使用 ncverilog 模擬指令範例如下：

```
ncverilog Testbench.v CONV.v
```

- 使用 modelsim 模擬，則是在 compiler verilog 時，使用下面指令：

```
vlog Testbench.v
```

Gate-Level Simulation 時使用指令如下：

- 使用 ncverilog 模擬指令範例如下：

```
ncverilog Testbench.v CONV_syn.v -v tsmc13_neg.v +define+SDF
```

define 中加上 SDF 可讓測試程式引入 gate level netlist 的 sdf 檔案資訊。

5. Dump 波形檔請參考下列指令：

- NC-Verilog 使用者若想要輸出 FSDB 格式波形檔案：(請先 source verdi 的環境設定檔)，
參考上面 ncverilog 模擬指令範例，加入+access+r
- Modelsim 使用者，請直接使用內建波形來除錯

6. Design Compiler 電路合成規範檔 CONV.sdc，僅可以修改 cycle 部分，其餘 constraint 皆不可修改：

```
# operating conditions and boundary conditions #
set cycle 10.0      ;#clock period defined by designer ← 僅可以修改cycle部分其餘constraint皆不可修改
create_clock -period $cycle [get_ports clk]
set_dont_touch_network [get_clocks clk]
set_clock_uncertainty 0.1 [get_clocks clk]
set_clock_latency 0.5 [get_clocks clk]

set_input_delay 5      -clock clk [remove_from_collection [all_inputs] [get_ports clk]]
set_output_delay 0.5   -clock clk [all_outputs]
set_load 1             [all_outputs]
set_drive 1            [all_inputs]

set_operating_conditions -max slow -min fast
set_wire_load_model -name tsmc13_wl10 -library slow

set_max_fanout 20 [all_inputs]
```

7. Design Compiler 合成之初初始化設定檔.synopsys_dc.setup，需將裡面合成 Library 之搜尋路徑 search_path 部分，修改為同學使用之工作站環境之路徑。

```

set company "CIC"
set designer "Student"
set search_path    "/usr/cad/designkit/CBDK_IC_Contest_v2.1/SynopsysDC/db" $search_path" ↑
set target_library "slow.db fast.db"
set link_library   "* $target_library dw_foundation.sldb"
set symbol_library "generic.sdb"
set synthetic_library "dw_foundation.sldb"

set hdlin_translate_off_skip_text "TRUE"
set edifout_netlist_only "TRUE"
set verilogout_no_tri true

set hdlin_enable_presto_for_vhdl "TRUE"
set sh_enable_line_editing true
set sh_line_editing_mode emacs
history keep 100
alias h history

set bus_inference_style {%s[%d]}
set bus_naming_style {%s[%d]}
set hd dout_internal_busses true
define_name_rules name_rule -allowed {a-z A-Z 0-9 _} -max_length 255 -type cell
define_name_rules name_rule -allowed {a-z A-Z 0-9 _[]} -max_length 255 -type net
define_name_rules name_rule -map {"\*\*cell\**" "cell"}}

```

修改為同學使用之工作站環境之路徑

8. CBDK_IC_Contest_v2.1 內

- Astro
- Design_example
- doc
- SOCE
- SynopsysDC
- Verilog
- VHDL

Location: /usr/cad/designkit/CBDK_IC_Contest_v2.1		
Name	Size	Type
▷ Astro	9 items	folder
▷ design_example	3 items	folder
▷ doc	1 item	folder
▷ SOCE	5 items	folder
▷ SynopsysDC	3 items	folder
▷ Verilog	3 items	folder
▷ VHDL	2 items	folder

容：

SynopsysDC 資料夾放置 Design Compiler 合成時，使用到的合成 Library (參考路徑為 CBDK_IC_Contest_v2.1/SynopsysDC/db)

Verilog 資料夾放置 Gate-level simulation 時，使用到的 Standard cell simulation model(參考路徑為 CBDK_IC_Contest_v2.1/Verilog/tsmc13_neg.v)

附錄 C 評分用檔案

評分所需檔案可分為三部份：(1)RTL design，即各參賽隊伍對該次競賽設計的 RTL code，若設計採模組化而有多個設計檔，請務必將使用到的各 module 檔寫進 **CONV.v**，以免評審進行評分時，無法進行編譯；(2)gate-level design，即由合成軟體所產生的 gate-level netlist，以及對應的 SDF 檔；(3)report file，參賽隊伍必須依照自己的設計內容，撰寫 report.000 檔，以方便主辦單位進行評分，report.000 的格式如圖 17. 所示。(report 檔以後三碼序號表示版本，若繳交檔案更新版本，則新版的 report 檔的檔名為 report.001，依此類推)

表三、評分用檔案

RTL category		
Design Stage	File	Description
N/A	report.xxx	design report
RTL Simulation	*.v or *.vhdl	Verilog (or VHDL) synthesizable RTL code
Gate-Level category		
Design Stage	File	Description
Pre-layout Gate-level Simulation	*_syn.v	Verilog gate-level netlist generated by Synopsys Design Compiler
	*_syn.sdf	SDF timing information generated by Synopsys Design Compiler
	*_syn.ddc	design database generated by Synopsys Design Compiler

FTP 帳號(FTP account): [999999](#)

通過 gate-level simulation 之 cell area report : [9000](#)

通過 gate-level simulation 之 clock cycle time (ns) : [10](#)

--- RTL category---

使用之 HDL 模擬器名稱(HDL simulator) : [nc-verilog](#)

RTL 檔案名稱(RTL filename): [CONV.v](#) 以及使用到的子模組檔案...

--- Pre-layout gate-level ---

gate-level 檔案名稱(gate_level filename): [CONV_syn.v](#)

gate-level sdf filename: [CONV_syn.sdf](#)

design compiler 合成資料庫(dc library): [CONV_syn.ddc](#)

-----注意事項(annotation)-----

(其餘注意事項依各參賽隊伍的需求填寫)

圖 17. report.000 的範本

附錄 D 檔案上傳

所有包含於如附錄 C 中表格所示的檔案，均需要提交至 TSRI。並且，提交的設計檔案，需要經過壓縮於同一個資料夾下，步驟如下：

1. 建立一個 result_xxx 資料夾。其中“xxx”表示繳交版本。例如 “000” 表示為第一次上傳；“001”表示為第二度上傳；002 表示為第三度上傳，以此類推...。
2. 參考附錄 C 評分用檔案，將所有繳交檔案複製到 result_xxx 資料夾
3. 執行 tar 指令將 result_xxx 資料夾包裝起來，tar 的指令範例如下：

```
tar cvf result_xxx.tar result_xxx
```

其中 xxx 表示繳交版本
執行完後應該會得到 result_xxx.tar 的檔案
4. 使用 ftp 將 result_xxx.tar 及 report.xxx 一併上傳至 TSRI 提供的 ftp server，result_xxx.tar 與 report.xxx 之“xxx”編號需一致，評審將以最後上傳的設計檔及報告檔編號進行評分作業。

本題限制上傳之設計檔僅可使用 tar 或 zip 壓縮格式，使用 rar 或其他格式者一律不予計分。

請注意!!上傳之 FTP 需切換為二進制模式(binary mode)，且傳輸埠均設為 21(port:21)。

ftp 的帳號和密碼在賽前已用 email 寄給各參賽者。若有任何問題，請聯絡 TSRI

FTP site1 (新竹晶片中心)：iccfpt.tsri.org.tw (140.126.24.18)

FTP site2 (南區晶片中心)：iccfpt2.tsri.org.tw(140.110.117.9)

5. 若你需要繳交更新版本，請重覆以上步驟，並記得修改 report 檔及 tar 檔的版本編號，因為你無法修改或刪除或覆蓋之前上傳的資料。