



MICROCHIP

Regional Training Centers

Section 1

Microchip 32-Bits

Microcontroller Architecture

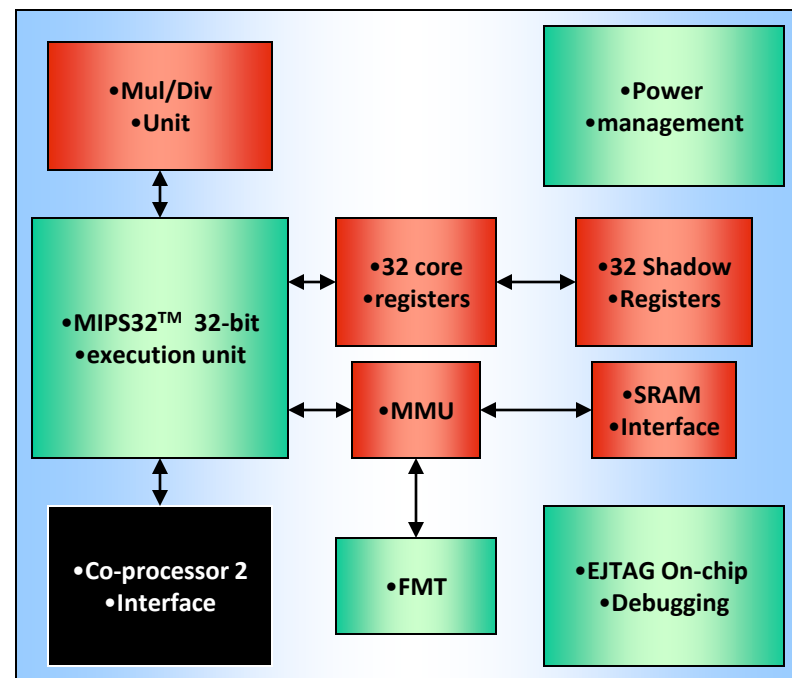
MIPS32[®] M4K[®] Core

and Microchip Enhancements

- Microchip 32Bits MCU PIC32MX系列採用了MIPS32 M4K的核心, 工作頻率80MHz, 1.56 DMIPS/ MHz。
- 內建最高512k Bytes Flash, 12k Boot Flash, 128k Bytes SRAM。
- 擁有預提取(Pre-fetch)、快取機制(Cache)、匯流排矩陣(Bus Matrix)與低延遲的中斷控制器可以提高執行效率。
- 具有各式周邊Timer、UART、SPI、I²C、USB、AD、Input Capture, Out Compare、I²S、PMP、CAN、MAC、DMA等....。

MIPS
TECHNOLOGIES

•MIPS32[®] M4K[®] Core





MICROCHIP

**Regional Training
Centers**

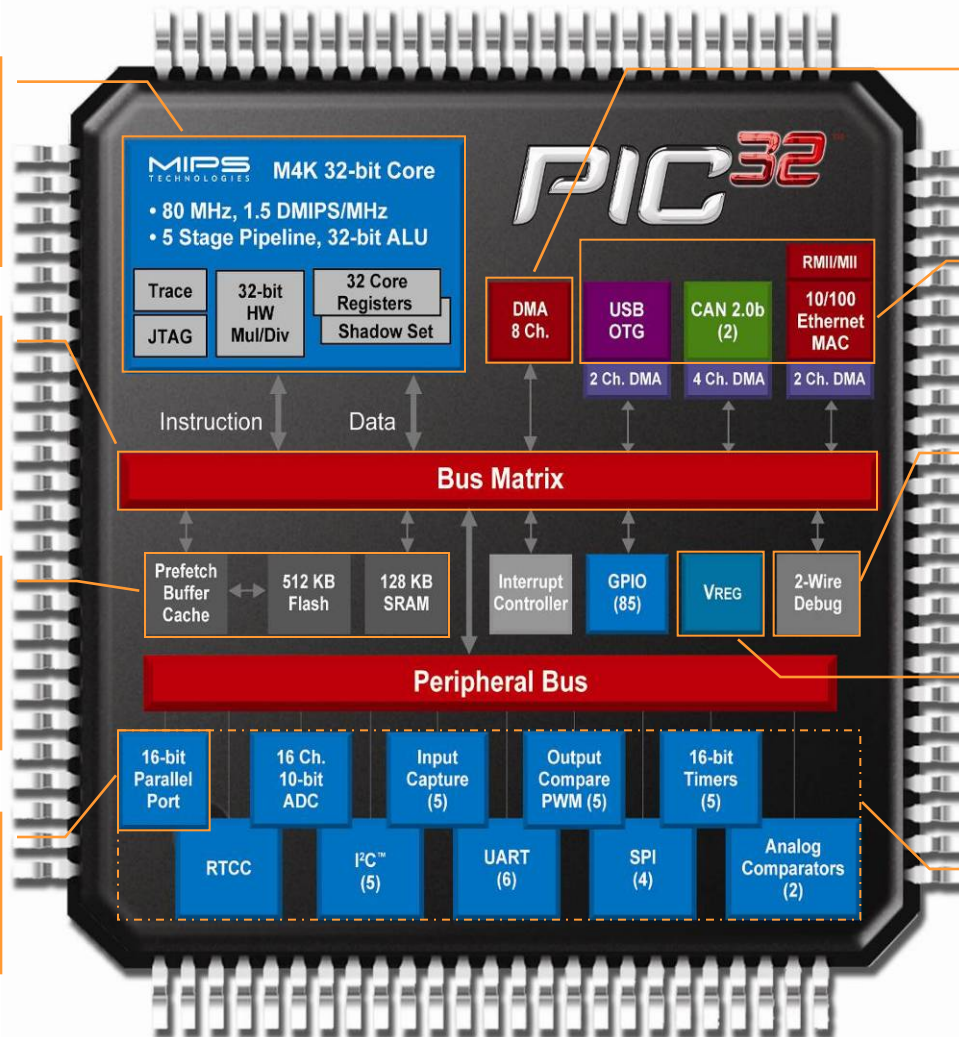
PIC32's Key Features

32-bit MIPS M4K® Core,
Harvard Architecture,
Single Cycle Hardware MAC,
Fast Interrupts & Context
Switch.

High Throughput Bus Matrix,
which Supports High Speed
Concurrent Access to
Memories and Peripherals.

512KB 128-bit wide
Self-programmable Flash,
Predictive Instruction Pre-
fetch, 256 Byte Lockable
Cache, 128K RAM.

16-bit Parallel Master Port,
Connect SRAM, Flash, QVGA
LCDs or other Peripherals.



Integrated Connectivity
Peripherals for fast cost
effective operation: 10/100
Ethernet, 2x CAN, USB OTG.

Direct Memory Access
Controller, With Integrated CRC,
Module Operates in Idle Mode.

Compatible with Microchip
Development Tools
MPLAB® ICD 3, MPLAB REAL
ICE™, PICKIT™ 3, PM3

Single 2.3 to 3.6V Supply
Power On Reset,
Brown Out Reset,
Low Voltage Detection

Rich Integrated Analog
and Digital peripheral set,
Compatible with 16-bit
PIC® Microcontrollers

User Flash & Boot Flash

- **User Flash:**

- 根據型號不同分別擁有32K ~ 512K Bytes。通常從MCU的編號就可以看出端倪, 例如:
PIC32MX450F**256**H-I/PT : 256K bytes Flash
PIC32MX470F**512**H-I/PT : 512K bytes Flash
- 主要是用來存放使用者所撰寫的程式碼, 如main(), printf()等, 都是存放在此區域。

- **Boot Flash:**

不管任何型號, 都擁有固定的12K Bytes。主要是用來存放C的啟動模組, 進行堆疊初始化變數初值給定, 或者存放Bootloader, Run Time Library等特殊的程式碼片段。

Special Function Registers, SFRs

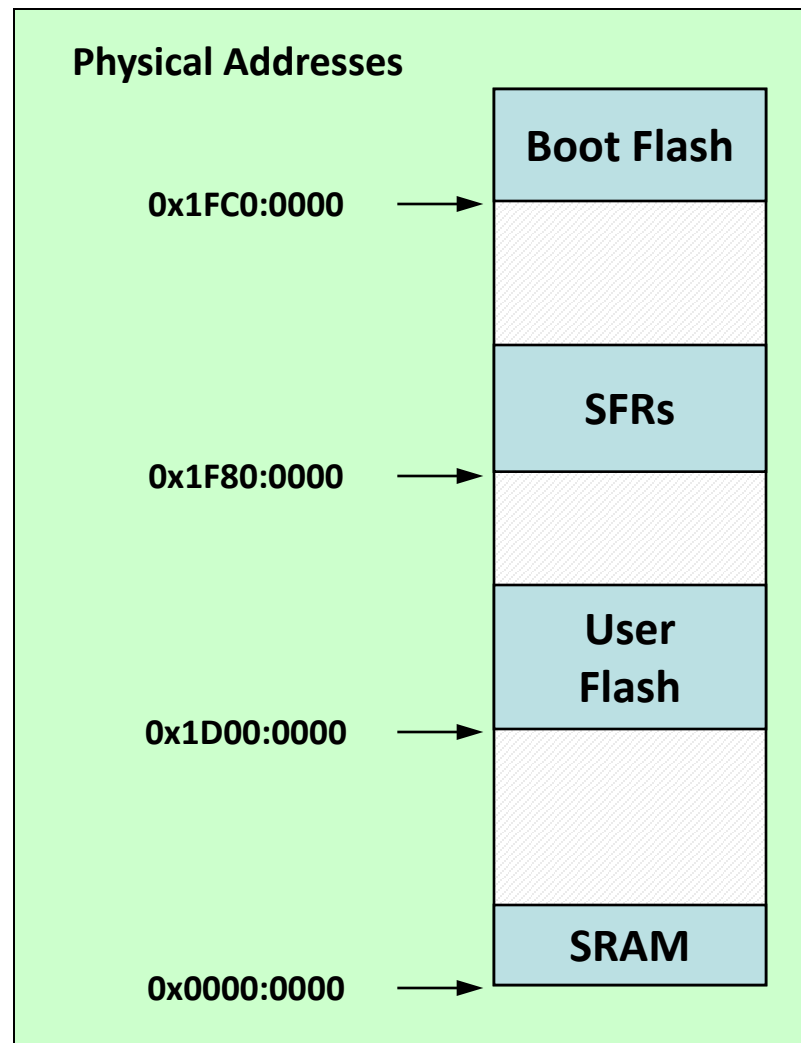
- 特殊功能暫存器(Special Function Register),是一個特殊的記憶體區域,用來控制MCU內部的周邊,如UART,ADC等等。
- 特殊功能暫存器(Special Function Register),中的每個暫存器都有特定的功能與意義,例如:某個位址的值可以用來決定UART的鮑率(Baud Rate),某個位址則存放ADC轉換後的結果。因此特殊功能暫存器的值不可任意的改變,更不可挪為一般資料記憶體(Data Memory)用。必須詳讀Datasheet後,再依定義,填入正確的資料。
- 一般來說,同一周邊的控制/狀態等暫存器,會被安排在鄰近的位址,所有沒有定義或未使用的位址,預設值都是"0"。

PIC32's Memory Architecture

- PIC32與八及十六位元的記憶體架構截然不同。PIC32導入虛擬記憶體架構, 將所以有的實體記憶體區塊都映射成一大塊的連續記憶體區塊。
- 以CPU角度在看記憶體時,不管是程式記憶體,資料記憶體,特殊功能暫存器等等, 對CPU來看只是位址的不同, 存取方式都相同。
- 除了CPU以虛擬記憶體的角度存取資料外, 其他的裝置如DMA等, 仍以實體記憶體的角度存取資料。

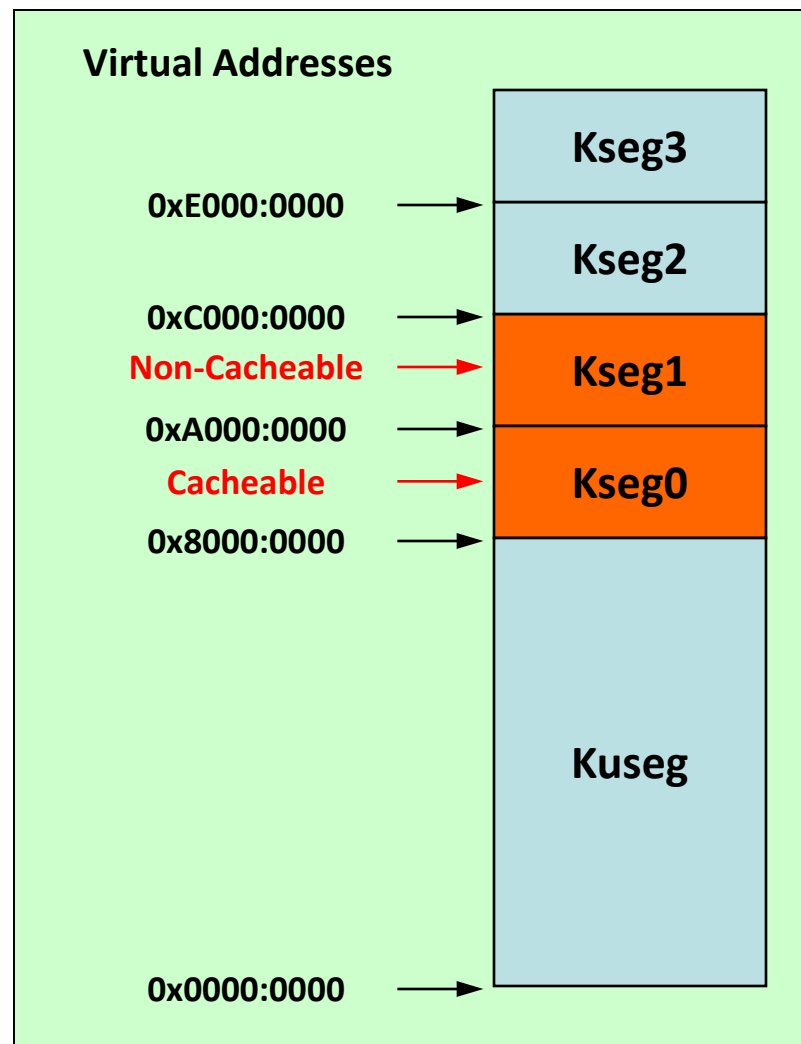
PIC32's **Physical** Memory

- PIC32的實體記憶體配置如圖所示。所有型號都具有12K Bytes 的 Boot Flash。
- 根據不同型號分別擁有32K ~ 512K Bytes 不等的 User Flash 及 8K ~ 128K Bytes 不等的 SRAM。
- 最大定址空間可達4G (2^{32}) Bytes, 實際使用範圍目前為 512M Bytes。
- 周邊的暫存器(SFR)採用 Memory Mapping IO的方式。

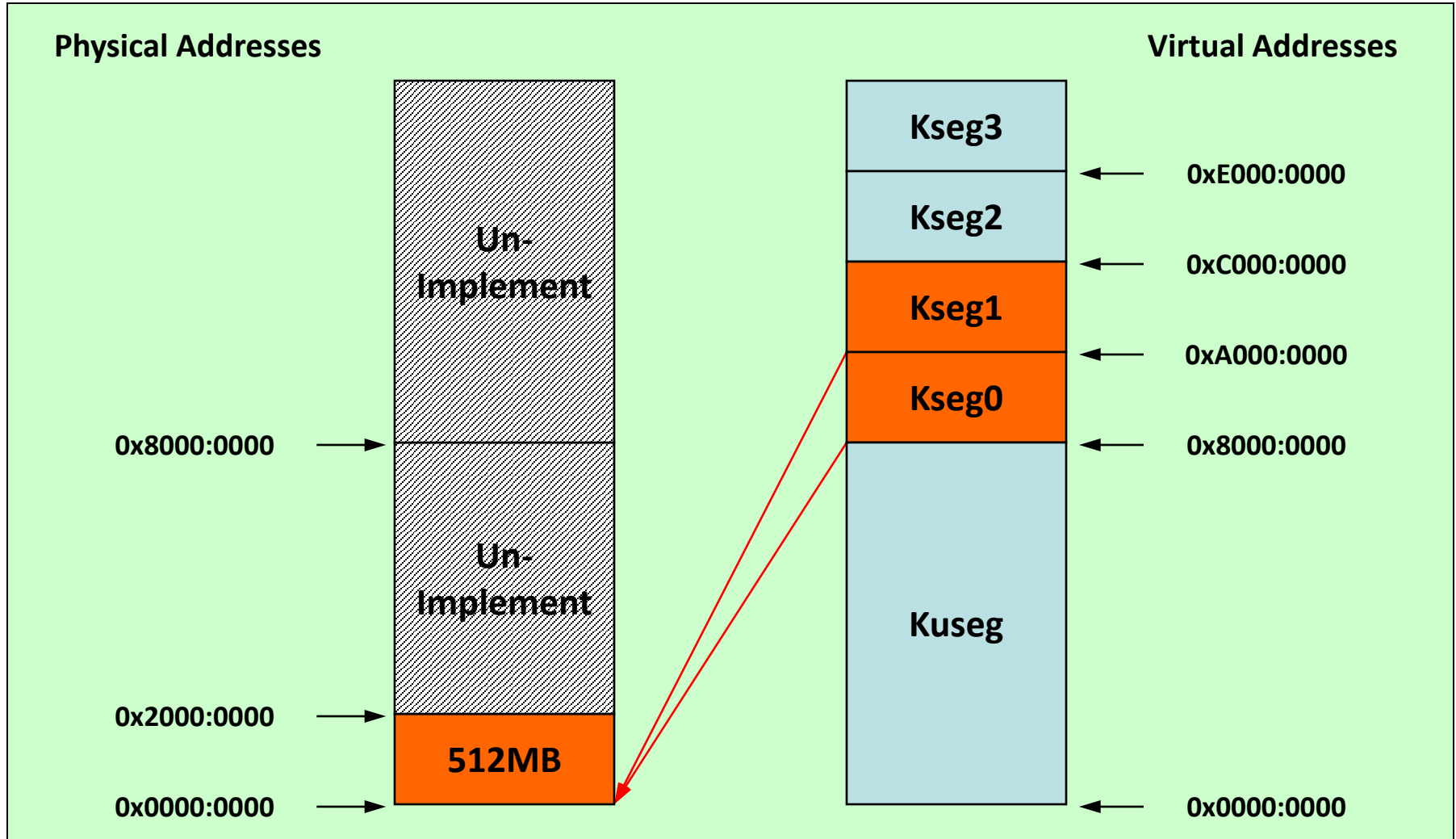


PIC32's **Virtual** Memory Allocation

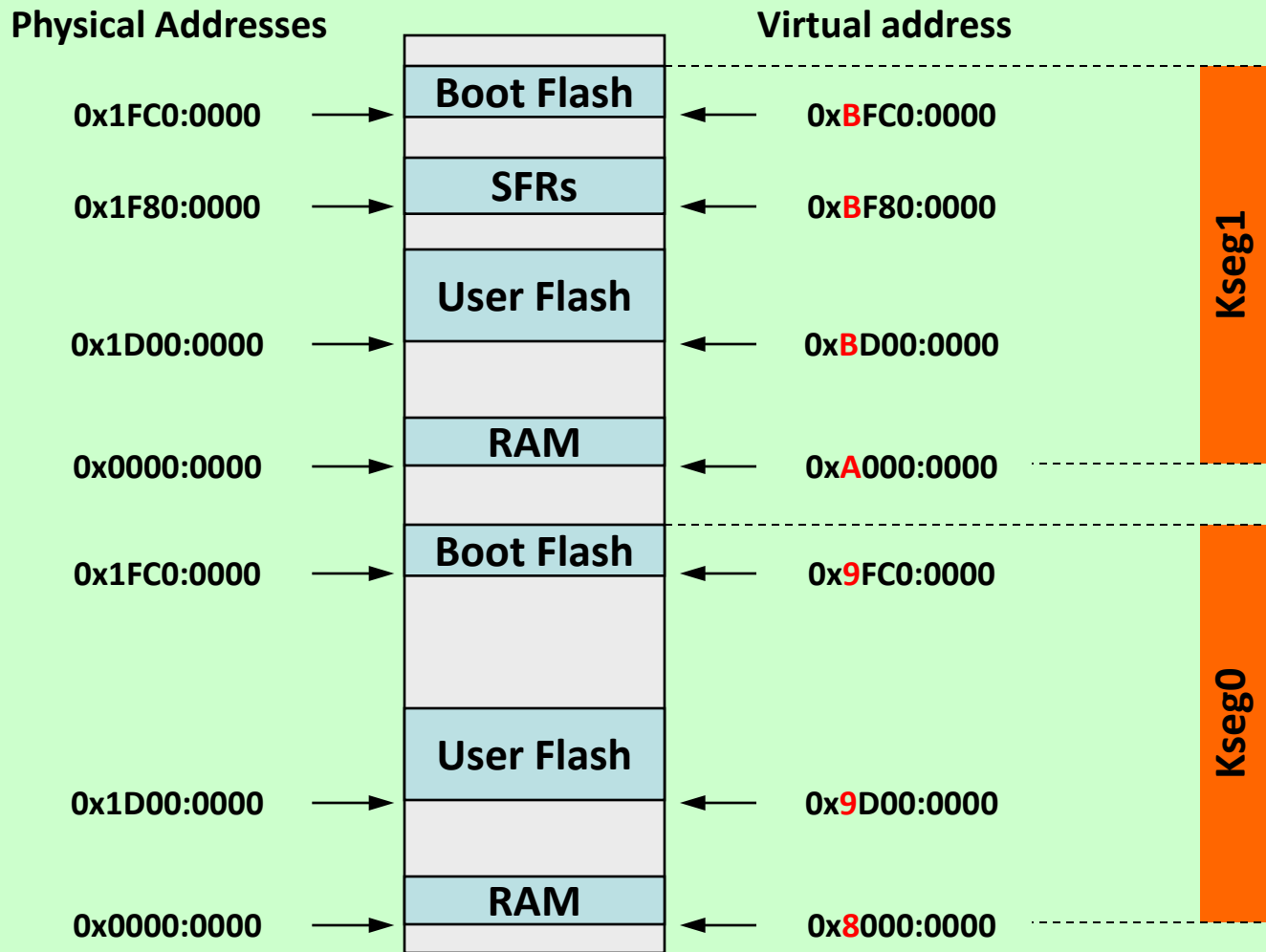
- Kseg3: JTAG 介面使用。
- Kseg2: 未使用區域。
- Kseg1: 核心(Kernel)模式可存取區域。 **無提供快取機制**(Non-Cacheable)。
- Kseg0: 核心(Kernel)模式可存取區域。 **提供快取機制**(Cacheable)。
- Kuseg: 核心(Kernel)與使用者(User)模式可存取區域。
- 最大定址空間為4G Bytes，目前僅Kseg0,1可使用。



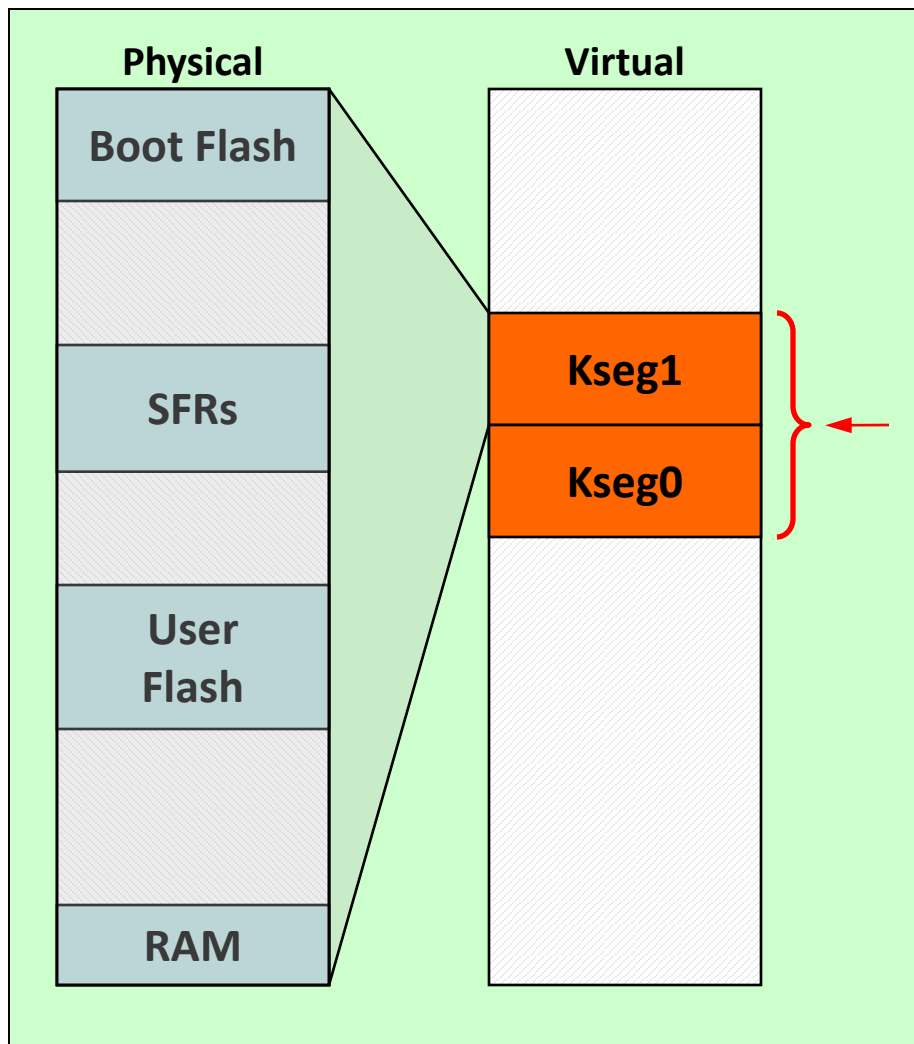
Fixed Memory Mapping



Kseg0, Kseg1 Memory Mapping



Memory Pointer



- 從CPU角度來看記憶體被視為線性空間，採用資料記憶體形式的指標即可定址全部空間。

For Example:

```
unsigned char *Pointer1;
```

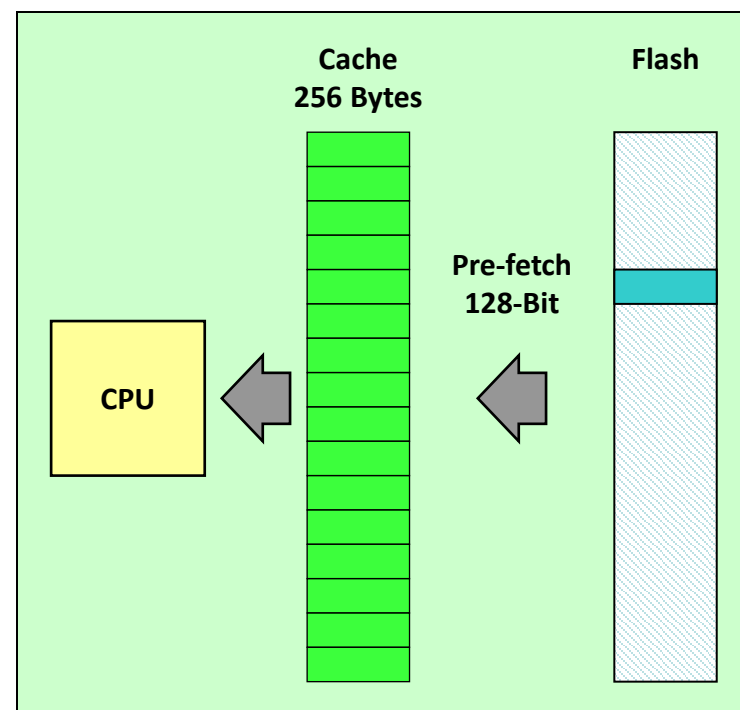
```
long *Pointer2;
```

*不再需要針對指標做 rom 或 psv 的宣告。

- MPLAB XC32 指標長度為 32-Bit, 可定址空間為 4G Bytes。目前只能存取到 Kseg1, Kseg0。

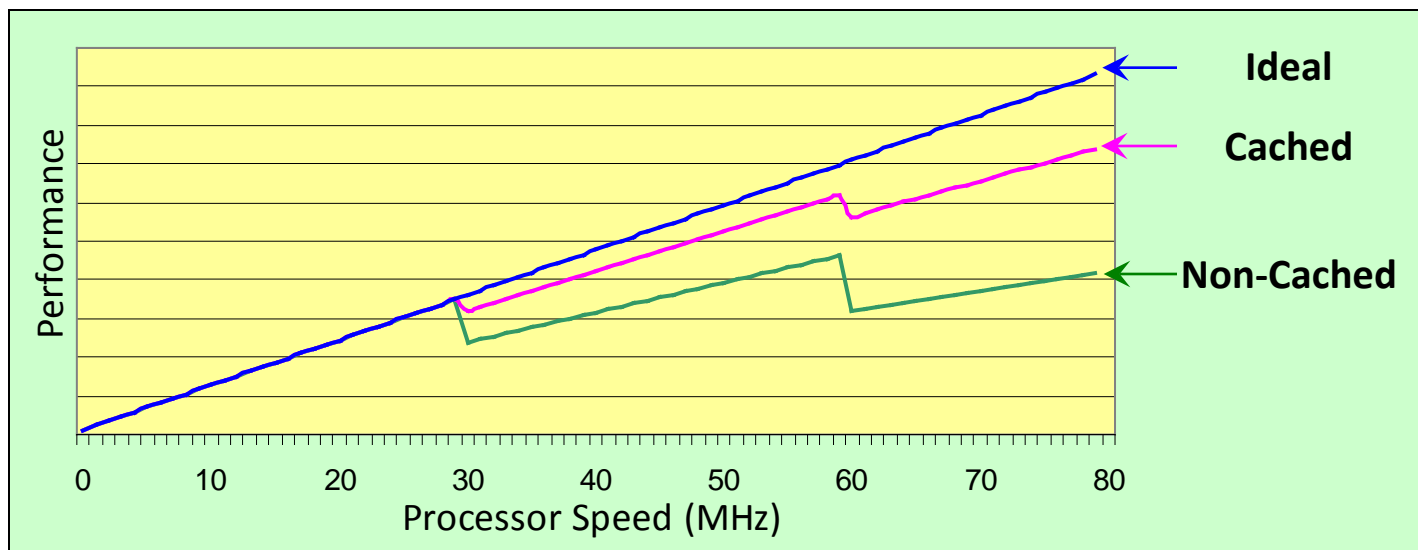
Instruction Prefetch and Cache

- PIC32具有快取及預提取機制,可以縮短指令擷取所花費的時間,提高效率。
- 預提取(Pre-fetch)機制可同時提取128-Bit資料,可解譯為4個32-Bit指令或8個16-Bit指令。
- PIC32的快取(Cache)結構為十六線(Line)全相關聯式,可同時取用256 Byte的資料。
- PIC32的快取機制預設是關閉的,Wait State則是開到最大。因此PIC32在初始化時必須打開快取機制,設定正確的Wait State,才能發揮最高效率。



Effect of Prefetch Cache

- 理想中的執行效率應與頻率成正比,頻率越快,效率越高。
- 實際上由於Flash的存取速度無法跟上CPU,因此必須加上Wait State來克服,導致效率受限。
- 利用快取機制可以作為Flash與CPU的中介,降低Wait State造成效率受限的問題,提高整體效率。



PIC32's Co-Processor Zero, CP0

- MIPS具有協同處理器機制,所有MIPS都含有CP0(Co- Processor 0)。
- CP0主要功能用於MIPS的組態與狀態設定,MIPS快取的控制,虛擬記憶體映射,影子(Shadow)暫存器的管理,例外及中斷控制,除錯控制等。另外還提供一個32位元的核心計時器Core Timer,供系統內部計時使用。
- 由於CP0的許多功能都與MIPS的控制息息相關,不可隨意更動。因此CP0內部的暫存器區分為兩類。
- 一類為控制(Control)暫存器,此類暫存器必須透過CPU內部暫存器才能存取。
- 另一類則稱為通用(General)暫存器,此類暫存器可以一般記憶體存取,不強制必須透過CPU內部暫存器存取。