

Συστήματα και Αλγόριθμοι Πολυμέσων

Ιωάννης Χαρ. Κατσαβουνίδης

Ομιλία #8: Αρχιτεκτονική Pentium με
εντολές MMX/SSE/SSE2 για
εφαρμογές πολυμέσων

14 Νοεμβρίου 2005

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Μηχ. Η/Υ, Τηλεπ. & Δικτύων

Επανάληψη

- Διεθνή στάνταρ MPEG1/MPEG2
 - Εκτίμηση και επανόρθωση κίνησης
 - Διανύσματα κίνησης (μετατόπισης) ως προς το(α) προηγούμενο(α) καρέ αναφοράς
 - Ακρίβεια κίνησης εκφράζεται σε ακέραιες μονάδες κουκίδων ή μονάδες μισής κουκίδας
 - Για την εύρεση του βέλτιστου διανύσματος κίνησης, χρησιμοποιείται το άθροισμα των απολύτων τιμών των διαφορών (SAD):

$$SAD_{i_0, j_0}(mv_x, mv_y) = \sum_{i=0}^{15} \sum_{j=0}^{15} |x(i_0 + i, j_0 + j) - y(i_0 + mv_x + i, j_0 + mv_y + j)|$$

MPEG1 – MPEG2 differences

M P E G 1	Progressive Pictures Only; chrominance position at center	YUV 4:2:0 Color format	8-bit Intra DC prediction; D- pictures; zig- zag scan only	IDCT mismatch for each coeff.; 8-bit ESC code	Linear Quantization Scale only; half- pel motion optional
M P E G 2	Progressive & interlaced Pictures; chrominance position at left	YUV 4:2:0, 4:2:2 & 4:4:4	10-bit Intra DC; no D-pictures; alternate scan	IDCT mismatch for AC[7][7] only; 12-bit ESC	Linear & non- linear quantization scale; half-pel motion standard

Αρχιτεκτονική MMX/SSE/SSE2

- Βασίζεται στην τεχνική της παράλληλης εκτέλεσης μιας εντολής σε πολλαπλά δεδομένα (SIMD)
- Αποτελεί το πιο σημαντικό εργαλείο βελτιστοποίησης αλγόριθμων πολυμέσων
- Επιφέρει επιτάχυνση 3x – 6x, ανάλογα με την εφαρμογή και την ταχύτητα μνήμης

SIMD – the MMX phenomenon

- Single-Instruction, Multiple-Data - Multi-Media eXtensions
- Intel IP, introduced early-1997 (Pentium MMX/ Pentium II) and incorporated in all Intel Pentium CPUs by mid-1998
- Allows for 64-bit quantities to be manipulated as 8x8-bit, 4x16-bit, 2x32-bit or 1x64-bit separate entities
- Effective speed-up for video applications of about 4x over integer (x86) performance

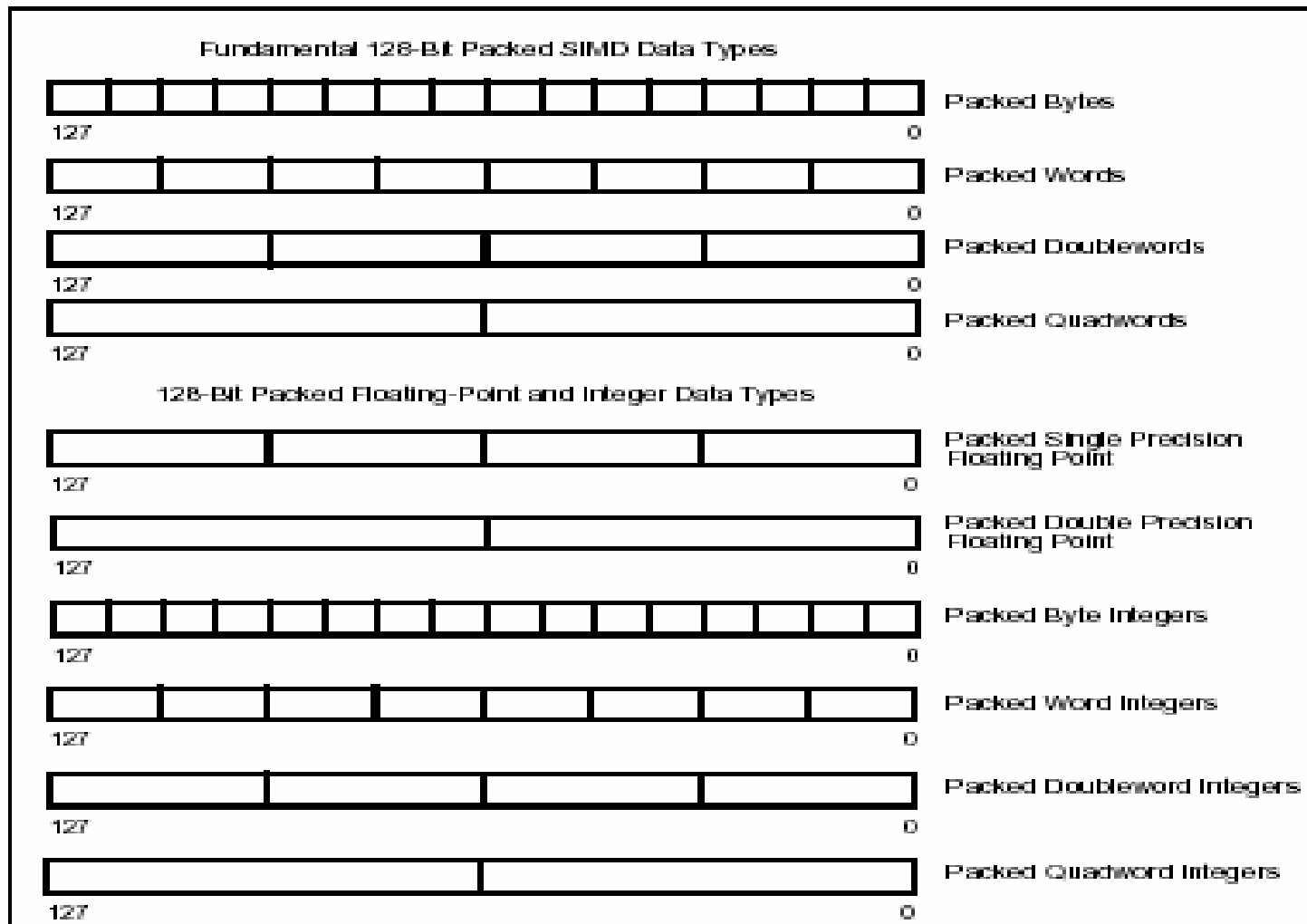
SSE – the next step

- Streaming SIMD Extensions
- Introduced with the Pentium-III (early 1999)
- Double MMX data-width (from 64-bit to 128-bit) for floating point operations
- Add new instructions (such as PSADBW, PAVGB)

SSE2

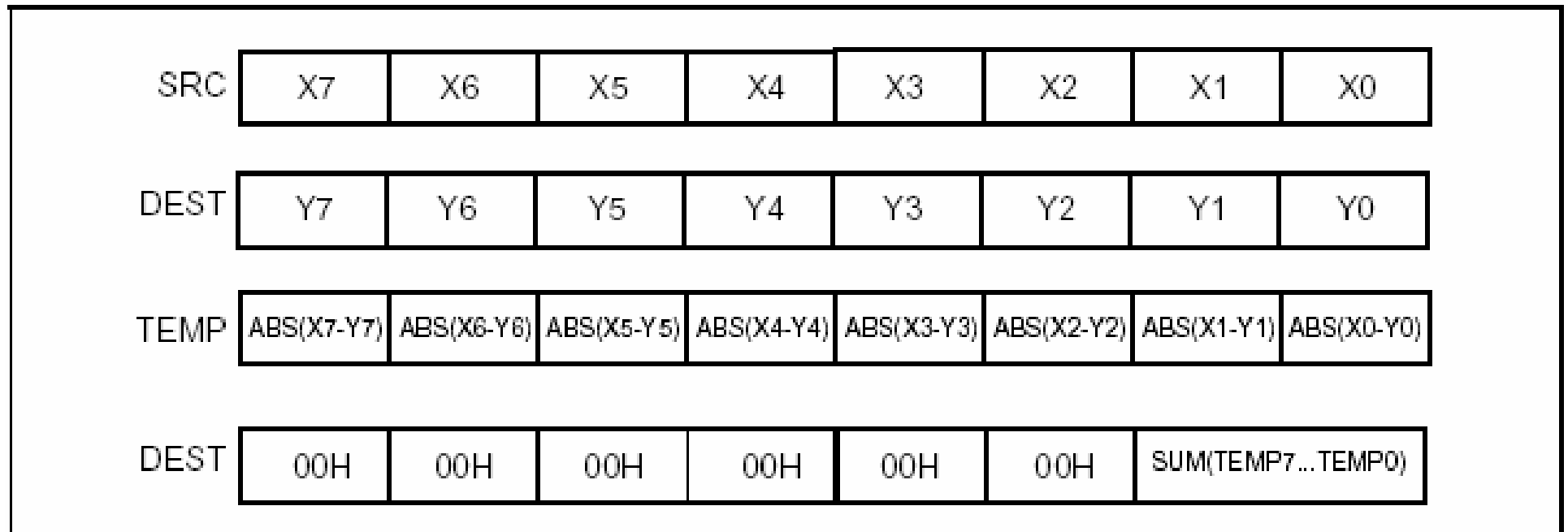
- Evolution of the SSE family
- Introduced with the Pentium-IV (early 2001)
- Expanded 128-bit instructions to integer operands (16x8-bit, 8x16-bit, 4x32-bit, 2-64-bit or 1x128-bit entities)
- Out-of-order execution, uop architecture

SIMD Data types

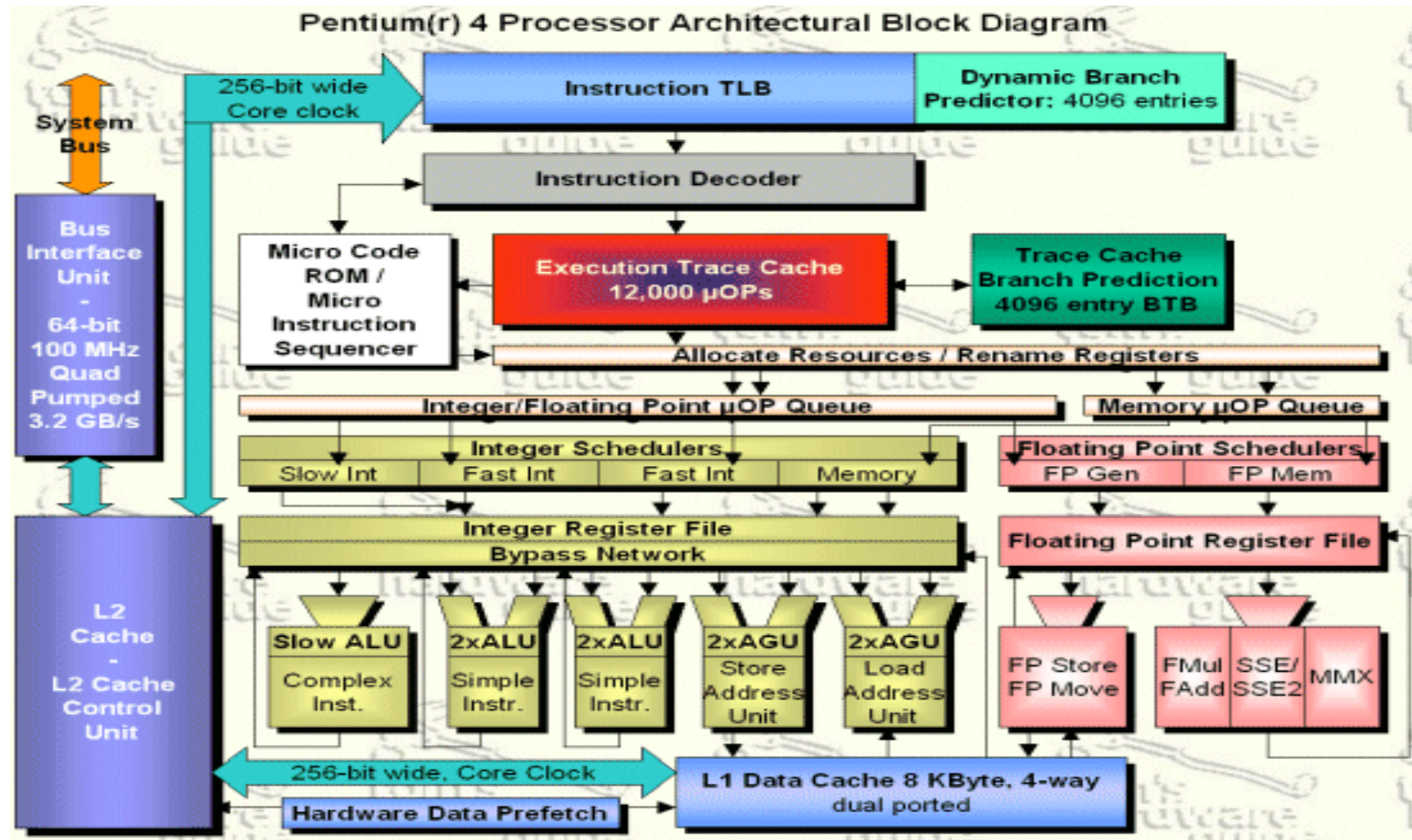


SIMD example

- PSADBW mm1, mm2/mm64
- PSADBW xmm1, xmm2/mm128



Pentium-4 architecture



SIMD

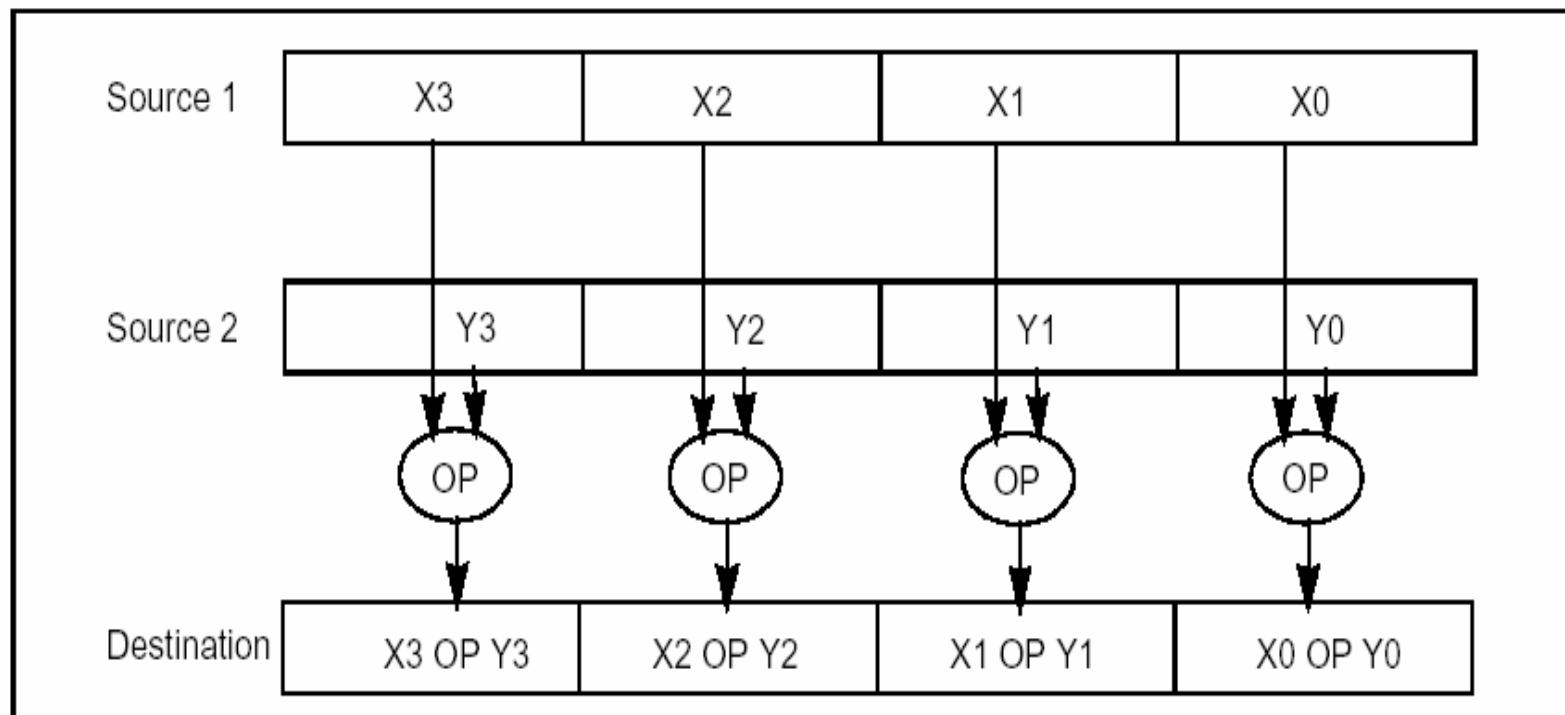
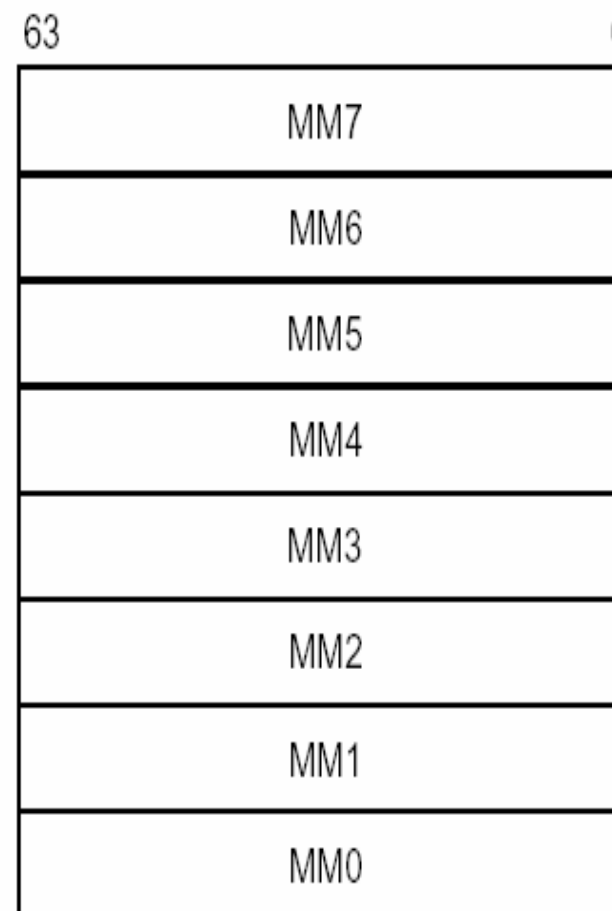


Figure 9-4. SIMD Execution Model

Εντολές/καταχωρητές MMX

Table 9-2. MMX Instruction Set Summary

Category		Wraparound	Signed Saturation	Unsigned Saturation
Arithmetic	Addition	PADDB, PADDW, PADDD	PADDSB, PADDSW	PADDUSB, PADDUSW
	Subtraction	PSUBB, PSUBW, PSUBD	PSUBSB, PSUBSW	PSUBUSB, PSUBUSW
	Multiplication	PMULL, PMULH		
	Multiply and Add	PMADD		
Comparison	Compare for Equal	PCMPEQB, PCMPEQW, PCMPEQD		
	Compare for Greater Than	PCMPGTPB, PCMPGTPW, PCMPGTPD		
Conversion	Pack		PACKSSWB, PACKSSDW	PACKUSWB
Unpack	Unpack High	PUNPCKHBW, PUNPCKHWD, PUNPCKHDQ		
	Unpack Low	PUNPCKLBW, PUNPCKLWD, PUNPCKLDQ		
Logical	And And Not Or Exclusive OR	Packed		Full Quadword
				PAND PANDN POR PXOR
Shift	Shift Left Logical Shift Right Logical Shift Right Arithmetic	PSLLW, PSLLD PSRLW, PSRLD PSRAW, PSRAD	PSLLQ PSRLQ	
Data Transfer	Register to Register Load from Memory Store to Memory	Doubleword Transfers		Quadword Transfers
		MOVD MOVD MOVD		MOVQ MOVQ MOVQ
Empty MMX State		EMMS		



Καταχωρητές SSE/SSE2

127

0

XMM7
XMM6
XMM5
XMM4
XMM3
XMM2
XMM1
XMM0

Εντολές MMX/SSE/SSE2

- Κινητής υποδιαστολής
- Πράξεις ακεραίων
 - Περισσότερο χρήσιμες στο χώρο των πολυμέσων
 - Ορισμένες εντολές έγιναν «κατά παραγγελία» για εφαρμογές πολυμέσων (π.χ. PSADBW)

Εντολές MMX/SSE/SSE2 (2)

- Η χρήση τους γίνεται είτε μέσω προγραμματισμού σε γλώσσα μηχανής (inline assembly) είτε μέσω επεκτάσεων της γλώσσας προγραμματισμού “C” (intrinsics)
- Οι καινούργιοι τύποι δεδομένων είναι
 - **__m64** (64-bit packed integer)
 - **__m128i** (128-bit packed integer)
 - **__m128** (128-bit floating point)
 - **__m128d** (128-bit double-precision floating point)

Εντολές MMX/SSE/SSE2 (3)

- Η χρήση των καταχωρητών XMM (128-bit) δεν συνεπάγεται αυτόματη επιτάχυνση εκτέλεσης x2 ως προς την χρήση καταχωρητών MMX (64-bit)
 - Λόγω μικρότερης ταχύτητας εκτέλεσης εντολών SSE2
 - Λόγω σημαντικής καθυστέρησης πρόσβασης διευθύνσεων μνήμης που δεν είναι ευθυγραμμισμένες σε πολλαπλάσια των 16-bytes

Εντολές MMX/SSE/SSE2 (4)

- Ιδιαίτερα χρήσιμες εντολές
 - PAVGB $((x+y+1) \gg 1)$: γραμμική παρεμβολή μισής κουκίδας
 - PSADBW: υπολογισμός αθροίσματος απόλυτων διαφορών - εύρεση διανύσματος κίνησης

Άσκηση

- Να γράψετε την ρουτίνα υπολογισμού του μέσου όρου δύο καρέ βίντεο, ανά κουκίδα.
- Να την υλοποιήσετε σε
 - Αριθμητική κινητής υποδιαστολής, χρησιμοποιώντας γλώσσα προγραμματισμού “C”
 - Ακέραια αριθμητική, χρησιμοποιώντας γλώσσα προγραμματισμού “C”
 - Ακέραια αριθμητική, χρησιμοποιώντας εντολές MMX μέσω intrinsics
 - Ακέραια αριθμητική, χρησιμοποιώντας εντολές MMX μέσω γλώσσας μηχανής

Άσκηση - συνέχεια

- Να υλοποιήσετε τη ρουτίνα σε
 - Ακέραια αριθμητική, χρησιμοποιώντας εντολές SSE2 μέσω intrinsics/γλώσσας μηχανής
- Να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο VTune και να υπολογίσετε την επιτάχυνση της εκτέλεσης των διαφόρων μορφών του προγράμματος