

# **Σχεδίαση Συστημάτων με DSPs, Συστήματα Επεξεργασίας Σημάτων με DSPs\*.**

Μεταπτυχιακά Τμήματα, Ηλεκτρονικής και Υπολογιστών &  
Ηλεκτρονικής και Επεξεργασίας της Πληροφορίας \*

**2006-2007**

24 Οκτωβρίου 2006

## **ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**

- Βασικές και προχωρημένες γνώσεις σχετιζόμενες με την *Αρχιτεκτονική των DSPs*.
- Εξοικείωση με τη χρήση *της γλώσσας C* για την υλοποίηση βασικών αλλά και σύνθετων αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας.
- Εκμάθηση και χρήση βασικών εργαλείων σε επίπεδο Software αλλά και Hardware για την σχεδίαση συστημάτων με σκοπό την υλοποίησή τους σε DSPs.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ**

- Εισαγωγή στους DSPs. Αρχιτεκτονική, δυνατότητες, αγορά.
- Επεξεργαστές ψηφιακού σήματος σταθερής και κινητής υποδιαστολής, ομοιότητες και διαφορές.
- Αναφορά στις βασικές οικογένειες των DSPs των εταιρειών, Texas Instruments, Analog Devices, Motorola και AT & T. Βασικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά.
- Λεπτομερής παρουσίαση των DSPs σταθερής και κινητής υποδιαστολής της Texas Instruments (TI). Ιδιαίτερη αναφορά στην οικογένεια C6XXX (π.χ. TMS320C6711, 'C6713 και 'C6416).
- Προγραμματισμός σε συμβολική γλώσσα και αξιοποίηση περιβαλλόντων ανάπτυξης εφαρμογών σε γλώσσα υψηλού επιπέδου (C). Έμφαση στο περιβάλλον CCS V3.1 της TI.
- Σχεδίαση με τη χρήση του Matlab σειράς FIR και IIR ψηφιακών φίλτρων και υλοποίησή τους σε πλατφόρμες ανάπτυξης τέτοιων εφαρμογών. Υλοποίηση ενός FFT 512 σημείων.
- Σχεδίαση, ανάπτυξη και υλοποίηση τόσο σε C όσο και σε συμβολική γλώσσα για τους DSPs TMS320C6711 και 'C6713 ενός DTMF και ενός 10<sup>th</sup> Band Parametric Equalizer.
- Ανάπτυξη και υλοποίηση αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας.
- Ανάπτυξη και υλοποίηση γραφικών περιβαλλόντων σε Matlab και Labview σε συναξιοποίηση του CCS για την οπτική και αποτελεσματική διαχείριση των ανωτέρω εφαρμογών.

## **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

### **ΑΣΚΗΣΗ 1<sup>η</sup>**

**Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική των DSPs (TMS320C6711) και εξοικείωση με το CCS.**

### **ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup>**

**Σχεδίαση και υλοποίηση FIR Ψηφιακών Φίλτρων.**

### **ΑΣΚΗΣΗ 3<sup>η</sup>**

**Σχεδίαση και υλοποίηση IIR Ψηφιακών Φίλτρων.**

### **ΑΣΚΗΣΗ 4<sup>η</sup>**

**Υλοποίηση FFT Μετασχηματισμού.**

### **ΑΣΚΗΣΗ 5<sup>η</sup>**

**Σχεδίαση και Υλοποίηση Γραφικού Ισοσταθμιστή μέσω GUI στο MATLAB.**

### **ΑΣΚΗΣΗ 6<sup>η</sup> \* (Υπο προϋποθέσεις)**

**Σχεδίαση και Υλοποίηση Γραφικού Ισοσταθμιστή μέσω GUI στο LABVIEW 7.1.**

*\*Οι ασκήσεις θα παραδίδονται κάθε Τρίτη εβδομάδα μετά την έναρξη. Μόνο το πειραματικό μέρος, σε έντυπη και ηλεκτρονική εκδοχή. Θα χρειάζεται μελέτη και στο σπίτι. Στο τέλος θα υπάρξει προφορική εξέταση.*

## **PROJECTS**

Αντικειμενικός σκοπός του κάθε project είναι να δώσει στον φοιτητή την ευκαιρία εμπειριών σε συγκεκριμένο αντικείμενο. Πως να αντιμετωπίσει δηλ. προβλήματα που μπορεί να προκύψουν, προβλήματα τεχνικά, διαχείρισης αλλά ακόμα και ανθρώπινα. Επίσης να τον εκπαιδεύσει στο πως να γράψει μια τεχνική αναφορά. Επιπρόσθετα δίνεται η ευκαιρία στον φοιτητή να χρησιμοποιήσει την θεωρητική του κατάρτιση σε προβλήματα πρακτικών εφαρμογών.

Στα πλαίσια του κάθε project 2-4 φοιτητές θα αναλάβουν να φέρουν σε πέρας συγκεκριμένη δουλειά σε προκαθορισμένο χρόνο. Αυτοί θα είναι υπεύθυνοι στο πως κάθε project θα τμηματοποιηθεί σε υπο-projects, αυτοί θα κάνουν ένα χρονοδιάγραμμα δουλειάς, αυτοί θα κατανεύμουν ανάλογα το φόρτο και θα σχεδιάσουν τακτές συναντήσεις σε θέματα που αφορούν το κάθε project.

Φυσικά και μπορεί να υπάρχουν περισσότερες της μιας λύσεις στο κάθε project. Στην διάρκεια του κάθε project οι φοιτητές θα αντιμετωπίσουν πολλά πρακτικά προβλήματα που πρέπει να λύσουν. Αντικείμενο επίσης αυτής της διαδικασίας είναι να εκπαιδεύσει τον φοιτητή στο πως θα αποκτήσει την γνώση έτσι ώστε να πάρει τις σωστές αποφάσεις στην σχεδίαση.

Όπως και στην συνέχεια αναφέρεται, στα πλαίσια του κάθε project θα υπάρξει μια προφορική παρουσίαση και επίδειξη πριν την ημερομηνία παραδοσής του. Η γραπτή αναφορά θα πρέπει να προετοιμάζεται παράλληλα με την δουλειά που γίνεται στο κάθε project και να μην αφήνεται για το τέλος. Σε κάθε περίπτωση οι απαιτήσεις, τόσο στην προφορική παρουσίαση όσο και στην γραπτή αναφορά είναι σχετικά όμοιες, με τις απαιτήσεις στην παρουσίαση αλλά και στην γραπτή αναφορά της ΕΕΕ, αλλά μικρότερης έκτασης.

1. Επεξεργασία Φωνής, (Ανάλυση-Σύνθεση Φωνής με βάση την LPC μέθοδο).
2. Image Processing, DCT / IDCT και εφαρμογή του σε απλές διεργασίες σε μια εικόνα, όπως κωδικοποίηση κλπ..
3. DTMF encoder / decoder.
4. Basic Communications Algorithms, με έμφαση σε υλοποίηση DPSK transmitter/receiver, FSK transmitter/receiver, κλπ.
5. 10th Band Parametric Equalizer.
6. Υλοποίηση του I2C πρωτοκόλλου για επικοινωνία με συσκευές που το διαθέτουν, π.χ. με ένα αισθητήρα εικόνας.

7. Ανάπτυξη εφαρμογών με βάση μια πρόσθετη κάρτα για λήψη δακτυλικών αποτυπωμάτων

Για το σύνολο των projects θα απαιτηθεί:

- ✓ Ανάπτυξη του αλγοριθμικού μέρους όπου χρειάζεται πριν υλοποιηθεί στον επεξεργαστή **και στο Matlab**.
- ✓ Σχεδίαση, ανάπτυξη και υλοποίηση σε C όσο και σε assembly του TMS320C6711, αν χρειαστεί, του αλγοριθμικού μέρους του κάθε project, σύμφωνα και με τις σχετικές οδηγίες.
- ✓ Σχεδίαση και υλοποίηση, κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος στο Matlab για την υποστήριξη και διαχείριση της εφαρμογής
- ✓ Συγγραφή ενός report απο καθεμία ομάδα φοιτητών, σύμφωνα με τις γνωστές προδιαγραφές.
- ✓ Σύντομη παρουσίαση με την χρήση του Power-Point τόσο του θέματος όσο και της λύσης του, όχι μεγαλύτερης διάρκειας απο 15 λεπτά.

➤ *Παραδοτέο μέχρι την 9η εβδομάδα του 2007.*

Βαθμολογία\*    **Project**            / 30%  
                          **Εργαστήριο**        / 30%  
                          **Εξετάσεις**            / 40%

*\*Απαιτείται τουλάχιστον η βάση στο καθένα από τα παραπάνω ξεχωριστά, για να θεωρηθεί επιτυχών ο φοιτητής.*

**Παρατήρηση:** Για την καλύτερη εμφάνιση (συνεπέστερη με τις απαιτήσεις του διδάσκοντα), τόσο των παρουσιάσεων όσο και των reports να ακολουθηθούν οι οδηγίες συγγραφής και παρουσίασης που σας δίνονται. Ζητείστε τις.

Θα τηρηθούν με μικρή ανοχή οι καταληκτικές ημερομηνίες παράδοσης των εργαστηριακών ασκήσεων και των projects.

Από την βιβλιογραφία που ακολουθεί, καλό είναι να αρχίσει κάποιος με τα βασικά της (8) στην συνέχεια με την (3), εκτός κάποιων κεφαλαίων και επιλεκτικά κεφάλαια από την (7).

## **Βιβλιογραφία**

1. Bateman A, and Paterson-Stephens I., *The DSP Handbook: Algorithms, Applications and Design Techniques*, Prentice Hall, 2002.

2. Ifeachor E.C. and Jervis B.W., *Digital Signal Processing – A Practical approach*, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall 2002.
3. **Chassaing Rulph, *DSP Applications Using C and the TMS320C6X DSK*, J. Wiley, 2002.**
4. Yu Hen Hu, edit., *Programmable Digital Signal Processors: architecture, programming and applications*, Marcel Dekker, 2002.
5. Kehtarnvaz N. and Keramat M., *DSP System Design: Using the TMS320C6000*, Prentice Hall, 2001.
6. Dahnoun N., *Digital Signal Processing Implementation Using the TMS320C6000 DSP Platform*, 2<sup>nd</sup> Ed., Prentice Hall, 2003.
7. **Kuo M. S. and Gan W.-S., *Digital Signal Processors, Architectures, Implementations and Applications*, Prentice Hall, 2004.**
8. **Lapsley P., Bier J., Shoham A. and Lee E., *DSP Processor Fundamentals, Architectures and Features*, IEEE Press, 1997.**
9. Burrus, C.S. Parks, T.W, *DFT/FFT and Convolution Algorithms*, John Wiley and Sons, New York, 1985.
10. Texas Instruments, “*DTMF tone generation and detection: An Implementation using the TMS320C54x*”, 2000.
11. Texas Instruments, “*TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide*”, SPRU 189F, 2000.
12. Texas Instruments, “*TMS320C62x/C67x Programmer’s Guide*”, SPRU 328B, 2000.
13. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Peripherals Reference Guide*”, SPRU 190C, 2000.
14. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Instruction Set Simulator, User’s Guide*”, SPRU 546, 2001.
15. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Assembly Language Tools User’s Guide*”, SPRU 186G, 2000.
16. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Optimizing C Compiler User’s Guide*”, SPRU 187G, 2000.
17. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Code Composer Studio, User’s Guide*”, SPRU 198E, 2000.
18. Texas Instruments, “*TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide*”, SPRU 401, 2000.
19. Texas Instruments, “*TMS320C6000 DSP/BIOS User’s Guide*”, SPRU 403, 2000.
20. Texas Instruments, “*TMS320C62x DSP Library Programmer’s Reference*”, 2000.
21. Texas Instruments, “*Real-Time Data Exchange*”, White Paper, SPRY012, 1998.
22. ITU-T Recommendation, *G.723.1, Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3 kbits/s*, 1996.
23. Texas Instruments, “*G.723.1 Dual Rate Speech Coder: Multichannel TMS320C62X Implementation*”, Application Report, SPRA552B, 2000, by Dillon Thomas, Jr.
24. Chassaing R., *Digital Signal Processing and Applications with the C6713 and C6416 DSK*, J. Wiley, 2005.
25. Kehtarnavaz N., *Real-Time Digital Signal Processing based on the TMS320C6000*, Elsevier, 2004
26. Galanis M. and Zigouris E., “*DSP Algorithm Implementation on the TMS320C6211 DSK*”, Internal Report, Electronics Laboratory, Electronics and Computer Division, Patras University, Patras, 2002, (the report and the code are also provided in TI’s University Program site),  
<http://www.ti.com/sc/docs/general/dsp/programs/shareware/c6000.htm>.
27. Galanis M. Papazacharias A. and Zigouris E., “*A DSP Course for Real-Time Systems Design and Implementation based on the TMS320C6211 DSK*”, Proc of the 14<sup>th</sup> International Conference on Digital Signal Processing, pp. 853-856, Vol. II, DSP’ 2002, Santorini, Greece, 2002.
28. Galanis M. and Zigouris E., “*Advanced Signal Processing Techniques for Communication Systems, case study: A v.34 modem on the TMS320C6211*”, Internal

- Report, Electronics Laboratory, Electronics and Computer Division, Patras University, Patras, 2002.
29. Galanis M. and Zigouris E., “A *Communication Laboratory Course based on the TMS320C611 DSK*“, Proc. of the Texas Instruments European DSP Education and Research Symposium, EDERS-2004, Birmingham, UK, Nov. 16<sup>th</sup>, 2004.
30. Zigouris E., Petropoulos D., Kristalli M. and Hatzigiorgaki M., “An *Integrated Low-Cost Laboratory Environment for Digital Image Applications*“, Proc. of the International Conference on Signals and Electronic Systems, ICSES’04, 13-15 Sept., Poznan, Poland, 2004.

***Πέρα από την προτεινόμενη βιβλιογραφία συνιστάται, όπως πάντα, και αναζήτηση περαιτέρω πληροφοριών σε επιλεγμένα sites στο διαδίκτυο.***