

İYTE'DE SİNYAL İŞLEME EĞİTİMİ

Mustafa A. Altinkaya, Şevket Gümüştekin, Zekeriya Tüfekci, F. Acar Savacı

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gülbahçe Köyü, 35437, Urla, İzmir

{mustafaaltinkaya, sevkettgumustekin, zekeriyatufekci, acarsavaci}@iyte.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada beş yıllık bir öğretim geçmişi olan İYTE Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde sinyal işleme eğitiminin ne şekilde yapıldığı ve yakın zamanda hayata geçirilmesi düşünülen yenilikler anlatılmaktadır. Bölümümüzde şu anda yalnızca yüksek lisans eğitimi yürütülmektedir. Programa kaydolun, sinyal işlemeyle ilgili alanlarda çalışacak öğrencilerin bilgi birikimi değerlendirilerek birikimlerinin görüntü işleme, konuşma işleme ve iletişim alanlarında zenginleştirilmesi olanağı sağlanmaktadır. Hedefimiz öğretim üyesi kadromuzun ve laboratuvar imkanlarımızın gelişmesi ile gerek akademik gerekse endüstriyel ihtiyaçları evrensel standartlarda karşılamaktır.

1. Giriş

İYTE Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü 1998 yılından beri yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir. Başlangıçta sadece iletişim alanında sinyal işleme ve iletişim eğitimi veren kurumumuz, genişleyen kadromuz ve artan öğrenci ilgisi sayesinde görüntü ve konuşma işleme konularında da uzmanlaştırma işlevini kazanmıştır. Başlangıç aşamasında olmanın, uyumlu bir program oluşturmada fazladan bir çalışma gerektirmesi bir dezavantaj olarak görünse de bu durumun güncel ihtiyaçları karşılamayı kolaylaştıran bir esneklik getirmesinin, önemli bir avantaj oluşturduğu gözlemlenmiştir. İlgili konularda teorik altyapının kurulması için verilen dersler aynı zamanda öğrencilerin pratik uygulamalarla mühendislik yeteneklerini kazanmalarını hedeflemektedir. Bu amaçla kurulan ve yakın bir geçmişte yenilenen laboratuvarlar güncel uygulamalara büyük ölçüde yatkın bir konumdadır.

2. Sinyal İşleme Yüksek Lisans Eğitiminde Teorik Altyapının Hazırlanması

İYTE Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde henüz lisans programı bulunmaması nedeniyle yüksek lisans programına yeni başlayan ve yeterli altyapısı olmayan öğrencilere eksiklerini kapatmak için uyum programı sunma imkanımız olmadığından, öğrenci seçiminde öğrencilerin ilgi alanı konusunda yeterli altyapısının olması koşulu aranmaktadır. Programa başlayan öğrenciler yüksek lisans seviyesinde verilen "Doğrusal Sistemler" ve "Sayısal Sinyal İşleme" dersleri ile bilgilerini geliştirdikten sonra ilgi alanlarına göre yönlendirilmektedir. Bu aşamada farklı seçenekler sinyal analizi (örüntü tanıma vs.), iletişim, konuşma ve görüntü

işleme olmaktadır. Bu alanların her biri için temel dersler açılmakta ve uygulamalarıyla birlikte öğrencilere sunulmaktadır. İlgili alanlarındaki başlangıç derslerini tamamlayan öğrenciler yüksek lisans tez çalışmalarıyla etkileşim içinde paralel sürdürebilecekleri, uzmanlık derslerini de tamamlayarak araştırmalarını yürütmeye ve sonuçlarını sunmaya hazır duruma gelirler.

3. Programın Amacı ve Derslerin İşleyişi

Sinyal işleme ve uygulamaları üzerinde yüksek lisans eğitimi alan bir öğrencinin yüksek lisans çalışmaları süresince sırasıyla yeterli bilgi birikimi, bilgiyi gerçek problemlere uygulama ve laboratuvar ortamında problem çözme becerisi ve son olarak yaratıcı çözümler geliştirebilme yeteneği geliştirebilmesi beklenmektedir. Bu yüzden başlangıç aşamasındaki dersler temel teorik bilgilerin verilerek altyapı açıklarının kapatıldığı derslerdir. Bu aşamada ev ödevleri şeklindeki ders saati dışındaki çalışmalar öğrencilerin analitik yeteneklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Daha sonraki derslerde ise teorik konular pratik uygulamalar ile birlikte ele alınmakta, ev ödevlerinde teorik olduğu kadar bilgisayar simülasyonları içeren pratik çalışmaların da yapılması beklenmektedir. Ev ödevleri dışında öğrencilerin dönem sonunda özel bir konuyu araştırması ve sunması da beklenir. Yüksek lisans tez çalışmaları ile eşzamanlı olarak ta yürütülebilen ileri düzeydeki derslerde ise araştırma seviyesindeki çeşitli konular tartışılır. Uygulamalı ev ödevleri gerçek problemlerin orijinal çözümlerini bulmayı amaçlamaktadır. Özel bir konuda yapılan orijinal olması beklenen çalışmalar dönem sonunda öğrenciler tarafından sunulur. Bu şekilde öğrenciler derslerini tamamlarken tez aşamasına hazırlanmış, hatta bazı durumlarda tez çalışmalarının önemli bir kısmını tamamlamış durumda olurlar.

Görüntü, konuşma işleme ve iletişim konularındaki güncel olarak verilmekte olan dersler yukarıda belirtilen zaman sıralamasına göre şu üç gruba ayrılabilir:

1. Doğrusal Sistemler, Sayısal Sinyal İşleme, Sayısal İletişim.
2. Görüntü İşleme, Örüntü İşleme, Konuşma İşleme I, İstatistiksel Sinyal İşleme, Sezim ve Kestirim Kuramı.
3. Bilgisayarla Görme, Konuşma İşleme II, Gezgin İletişim, Hata Denetim Kodları.



Şekil 1: Görüntü ve Konuşma İşleme Laboratuvarı.



Şekil 2: İletişim Laboratuvarı.

4. Laboratuvar Donanım ve Yazılımları

Sinyal işleme uygulamalarının yapıldığı iki laboratuvarımız mevcuttur. Bunlardan biri “Görüntü ve Konuşma İşleme Laboratuvarı” diğeri ise “İletişim Laboratuvarı”dır. Görüntü ve Konuşma İşleme Laboratuvarının yenilenmesi kapsamında 2003 başında ilgili derslerin laboratuvar çalışmalarında kullanılmak üzere gerekli donanımlarıyla birlikte 6 adet P4 2.4GHz PC alınmıştır. Bu bilgisayarlar üzerinde Windows XP ve Redhat Linux 8.0 işletim sistemleri bulunmaktadır. Görüntü ve Konuşma İşleme Laboratuvarında 3 adet Sony XC 711P renkli kamera, 3 adet 1 video girişli ve 1 adet 4 video girişli Pico video sayısallaştırıcısı, eVision [3] adlı bir görüntü işleme kütüphanesi ve bu kütüphanedeki, bütün algoritmalara ulaşmayı sağlayan EasyAccess adlı bir yazılım bulunmaktadır [1].

3 adet Pico görüntü sayısallaştırıcısı öğrencilerin yaptıkları laboratuvar çalışmalarında kameraların bilgisayar arayüzü işlevini görmektedir. EasyAccess yazılımı yardımıyla herhangi bir programlama gerekmeden görüntüler işlenebilmektedir. Eğitim amaçlı Pico kartlarının yanında araştırma amaçlı çalışmalarda 4 video girişli Pico Pro II görüntü sayısallaştırıcısı kullanılmaktadır. Pico Pro II kartının önemli bir özelliği de TTL giriş ve çıkışlara ulaşımı sağlamasıdır. Böylece söz gelimi bir motor veya robotun gerçek zamanlı denetlenmesi olanaklıdır.

Görüntü işleme deneylerinde öğrenciler kendi geliştirecekleri programlar için çok kullanılan görüntü işleme algoritmalarını içeren Multicam ve eVision [3] kütüphanelerinden yararlanabilmektedirler. Bunun yanısıra Intel’in OpenCV [4] kütüphanesi de en kolay şekilde gerçek zamanlı programlama uygulamalarının yapılabilmesi için kullanıma açık tutulmaktadır. Kamera arayüzü ve kütüphaneler hem Windows hem de Linux ortamında çalışır şekilde seçilmiştir.

İletişim Laboratuvarında da Matlab [5] ve ilgili kütüphaneleri kullanılmaktadır. Ayrıca bir iletişim uydusu ile yer istasyonu arasındaki linkin benzetimini yapan Ku-bandı bir uydu link benzeticisi bulunmaktadır [11]. Bu sistemde yer istasyonu işlevini gören bir verici/alıcı rafı,

uydu işlevini gören bir Ku-bandı transponder ve istasyon denetleyicisi olarak bir PC bulunmaktadır.

Geliştirilen görüntü ve konuşma işleme, iletişim algoritmalarının gerçek zamanda ve gerektiğinde bilgisayardan bağımsız donanımlarda uygulanması için iki adet Texas Instruments TMS320C6711 DSP platformumuz mevcuttur. [6]

5. Laboratuvarlarda Yapılan Çalışmalar

5.1. Görüntü İşleme

Görüntü işleme eğitiminin ilk aşamalarında öğrencileri bilgisayar programlama güçlüklerinden uzak tutup algoritmalar üzerinde yoğunlaşmalarını sağlamak için özel amaçlı yazılım paketleri kullanılır. Bunlardan bazıları internetten ücretsiz olarak erişilebilen EasyAccess [3], CVIPTools [8], IP-Tool [7] yazılımlarıdır. Algoritmalar üzerinde deneyim kazanan öğrenciler temel görüntü işleme fonksiyonlarını içeren bizim hazırladığımız küçük bir C kütüphanesini [9] kullanarak ilk programlarını geliştirmeye başlarlar. Yeterince deneyim kazandıklarında kamera arayüzünü ve kütüphanelerini de kullanarak gerçek zamanlı uygulamalar üzerinde yazılım geliştirebilecek duruma gelirler. “Görüntü İşleme” ve “Bilgisayarla Görme” derslerinde öğrencilere çeşitli zamanlarda verilen ödev ve projelerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- İkili görüntü analizi için kontrollü gürültü ortamında sentetik şekillerin oluşturulması, bunlar üzerinde öznitelik çıkarımı, şekil tanıma algoritmalarının geliştirilmesi, geliştirilen algoritmaların karakter tanıma problemleri için kullanılması.
- Uzamsal ve frekans bölgesi süzgeçlerinin uygulanması, kenar ve bölge bölütlemesi, Hough dönüşümü tekniğinin uygulanması.
- Çok kanallı görüntülerde renk uzayları arasında dönüşümler, nesne tanıma amacıyla renk bilgisinin kullanılması.
- Üç boyutlu sentetik görüntüleri farklı kamera parametreleri için oluşturma, bu şekilde yaratılan çift (stereo)

görüntülerde derinlik algılanması. Derinlik algılamaya ve kamera kalibrasyonu problemlerinin gerçek resimlere uygulanması.

- Görüntü işleme, bilgisayarla görme ve görüntü tanıma algoritmalarının gerçek problemler üzerinde uygulanması (Uydu görüntülerinde yapı algılanması, görüntü çakıştırma, biyomedikal görüntülerde alan bölütleme, yüz algılama, vs.).

5.2. Konuşma işleme

Konuşma işleme çalışmalarında Matlab, C/C++ derleyicisi ve HTK programı [10] kullanılmaktadır. Matlab'in grafik özelliklerinden yararlanarak öğrenciler konuşma işleminin temelleri hakkında bilgilerini geliştirebilecekleri gibi Matlab, C/C++ ve HTK programını kullanarak kendi algoritmalarını da oluşturabilirler. "Konuşma İşleme" dersi "Görüntü İşleme" gibi uygulamaya yönelik bir ders olduğundan deneysel çalışmalara büyük önem verilmektedir. "Konuşma İşleme" dersi için verilen ev ödevi ve dönem sonu proje çalışmalarının bazıları aşağıda verilmiştir [2]:

- İlk olarak konuşma sinyalinin kaydedilmesi, bölütlenmesi, ses birimi (phoneme) sınırlarının işaretlenmesi, konuşmayı sesli-sessiz ses birimlerine bölütleme, konuşma spektrumunun bulunması, formant frekanslarının bulunması, perde (pitch) döneminin hesaplanması gibi deneyler yapılarak öğrencilerin konuşma sinyaline alışmaları sağlanmaktadır.
- Kayıpsız tüp modelini kullanarak ses birimleri için konuşma sinyalinin yapay olarak elde edilmesi.
- Perde frekansının kısa-zaman özilintisini kullanarak hesaplanması. Ses birimi sınırlarının ve konuşma sınırlarının kısa-zaman enerji ve kısa-zaman sıfırı geçme ölçütlerini kullanarak bulunması.
- Ses yolu genlik spektrumunun ve formant frekanslarının doğrusal öngörü (LP) parametreleri kullanılarak kestirilmesi.
- Perde frekansının, genlik spektrumunun ve formant frekanslarının kestrum yöntemi kullanılarak bulunması.
- Konuşma sinyalinin kodlanması ve kodlanmış konuşma sinyalinden orijinal sinyalin yeniden oluşturulması (kodlama için LP parametreleri kullanılmaktadır)
- HTK programını kullanarak konuşma tanıma ve konuşmacı tanıması yapılması.

5.3. İletişim

İletişim Laboratuvarında Matlab'ın ilgili kütüphaneleri kullanılarak çeşitli iletişim sistemlerinin modellenbilmesinin yanında radyo frekans link benzeticisi ile bir iletişim uydusu ile yer istasyonu arasındaki linkin benzetimi yapılabilmektedir. Bir bilgisayarın istasyon denetlemesini modellediği bu sistemde uydu iletişimde kullanılan BPSK ve QPSK kiplenimlerini kullanarak sayısal bir dizinin yollanması ve uydu transponderi üzerinden gelen sinyalin hata analizi gibi incelemeler yapmak mümkündür. Yollanan sinyal istenirse bir kameradan sağlanan analog bir görüntü sinyali de olabilmektedir.

6. Sonuç

Bu bildiriye İYTE Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans düzeyinde verilen sinyal işleme eğitiminin nasıl yapılandığı, görüntü ve konuşma işleme ile iletişim laboratuvarında yapılmakta olan çalışmalarla ne şekilde yürütüldüğü anlatılmıştır. Başlangıç aşamasında olmanın, uyumlu bir program oluşturmada fazladan bir çalışma gerektirmesi bir dezavantaj olarak görünse de bu durumun güncel ihtiyaçları karşılamayı kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir. Laboratuvarların kurulmasında sınırlı bir bütçe ile sözelimi beş yıl öncesinde çok daha büyük maliyetle edinebileceğiniz donanım ve yazılımlar alınabilmiştir. Bizim deneyimizin öğrencilerin sinyal işleme alanında teorik altyapılarını tamamlarken aynı zamanda pratik uygulamalarla mühendislik yeteneklerini kazanmalarını hedefleyen yeni kurulan Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümleri için iyi bir örnek oluşturduğunu düşünüyoruz.

Sinyal işleme ve uygulamaları üzerine teori-uygulama dengesinin kurulmasıyla hem akademik hem de endüstriyel hedefleri olan öğrenciler yetiştirmekteyiz. Gelecekte akademik olarak gelişmenin yanında ilgili endüstri kurumlarıyla bağlantı içinde olup öğrencilerimizi endüstri problemlerinin çözümüne dahil ederek yeni uygulama alanları yaratmak ve endüstrimize özel yetiştirilmiş elemanlar sağlamak başlıca amacımızdır.

7. Kaynakça

- [1] G. Bezar, P. Juhel, "Image and Speech practical benches statement: Image processing softwares", report v1.3 of laboratory renovation, 04.02.2003
- [2] G. Bezar, P. Juhel, "Image and Speech practical benches statement: Lab procedures", report v2.1 of laboratory renovation, 04.02.2003
- [3] <<http://www.euresys.be/products/softwaretools/eVision.asp>>
- [4] <<http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>>
- [5] <<http://www.mathworks.com/>>
- [6] <<http://www.ti.com/>>
- [7] <<http://www.ualg.pt/uceh/adeec/vision/iptool>>
- [8] <<http://www.ee.siue.edu/CVIPtools/>>
- [9] <<http://www.iyte.edu.tr/sevketgumustekin/software/SGimproV1.zip>>
- [10] <<http://htk.eng.cam.ac.uk/>>
- [11] Sfm Midi-Pyrenees-Toulouse, *Radio Frequency Link Simulator*, IZTECH, Technical Documentation, 1997.