

Pynq-Z2 ile Yüz Algılama Uygulaması

Face Detection Application with Pynq-Z2

Burak Yeniaydın

Elektronik Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Kocaeli Üniversitesi
Kocaeli, Türkiye
140208082@kocaeli.edu.tr

Anıl Çelebi

Elektronik Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Kocaeli Üniversitesi
Kocaeli, Türkiye
anilcelebi@gmail.com

Özetçe —Görüntü işleme ve bilgisayarlı görü alanı görüntü işleme tekniklerindeki gelişmelerle son yıllarda oldukça dikkat çekmektedir. Nesnelerin ayrıştırılması ve sınıflandırılması gibi işlemler endüstride oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Nesnelerin interneti gibi dağıtık ağ mimarisinde çalışan uygulamalara olan ihtiyacın artması görüntü işlemede gömülü sistemlere duyulan ihtiyacı arttırmıştır. Bu bildiride, görüntü işlemenin önemli alanlarından biri olan yüz algılama, openCV kütüphanesinden yararlanılarak Zynq SoC tabanlı Pynq-Z2 geliştirme kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yüz algılama algoritması gömülü işletim sistemi üzerinde çalıştırılırken, görüntü aktarımı programlanabilir mantık kısmında gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar algoritmanın başarı oranının yüzün fotoğrafın normali ile yaptığı açı ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler—Yüz Algılama, Zynq SoC, OpenCV.

Abstract—Image processing and computer vision field have attracted considerable attention in recent years with the developments in image processing techniques. Processes such as sorting and classifying objects have started to be used widely in the industry. Increasing the need for applications operating in distributed network architecture such as the Internet of Things has increased the need for embedded systems in image processing. In this paper, face detection, one of the important areas of image processing, has been implemented on the Zynq SoC based Pynq-Z2 development board using the openCV library. The face detection algorithm is run on the embedded operating system while the image transfer is realized in the programmable logic part. The experimental results show that the success rate of the algorithm is related to the angle the face makes with the normal of the photograph.

Keywords—Face Detection, Zynq SoC, OpenCV.

I. GİRİŞ

Son yıllarda görüntü işleme tekniklerindeki gelişmeler görüntü işleme ve bilgisayarlı görü alanlarına olan ilgiyi oldukça arttırmıştır [1]. Görüntü işleme, uzay ortamında konum bulma, düşman tespiti, görüntü üzerindeki nesnenin algılanması ve tanımlanması gibi birçok amaçla kullanılmaktadır [2]. Yüz algılama, insan yüzünün konumunu ve boyutunu bulma işlemi olup nesnelerin algılanması başlığı altında yaygın olarak çalışılan bir konudur. Güvenlik ve gözetim uygulamaları, biyomedikal görüntü analizi ve akıllı robot uygulamalarında kullanılmaktadır [3]. Ayrıca, günümüzde yüz algılama fotoğraf çekiminde performans artırıcı bir etken olarak da kullanılmaktadır. Görüntü içerisindeki yüz algılandıktan sonra yüz çevresindeki ışık ayarları düzenlenerek çok daha kaliteli fotoğraflar çekmek mümkün hale gelmiştir.

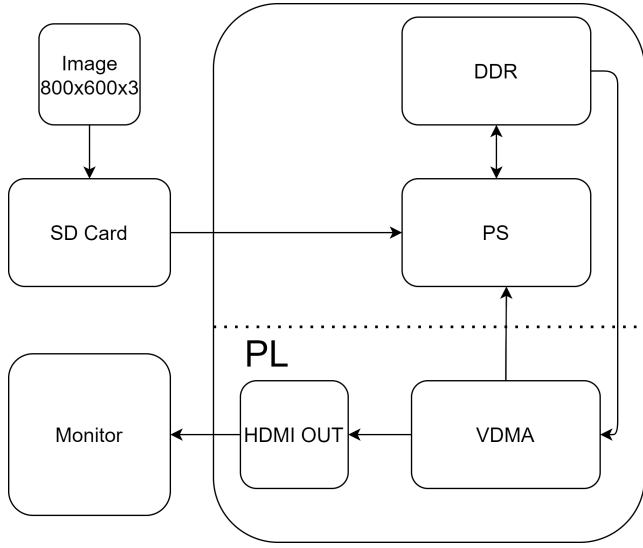
Son zamanlarda gömülü sistemlerin görüntü işleme alanındaki önemi artmıştır. [4]'de Daryanavard vd. Haar kademeli sınıflandırıcı algoritmasını OpenCV aracıyla kullanarak Raspberry Pi ile yüz algılama uygulaması önermiştir. Uygulamada özel İHA (İnsansız Hava Aracı) veri seti kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar ile kameranın yerden yüksekliğinin algoritmanın başarısı üzerine olan etkisi gösterilmiştir.

Bu bildiride yüz tanıma algoritması openCV kütüphanesinden yararlanılarak PynqZ2 kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yüz algılama algoritması işleme sistemi (PS) üzerinde çalıştırılırken, görüntü ileme kısmı programlanabilir mantık (PL) üzerinde gerçekleştirilmiştir.

II. FPGA GERÇEKLEMESİ

Bu bildiride Xilinx Zynq SoC tabanlı Pynq-z2 geliştirme kartı kullanılmıştır. Zynq ailesi işlemci ve programlanabilir mantığı bir arada sunar. Projede yararlanılan sistem mimarisi Şekil 1'de gösterilmiştir. PYNQ, bir SD karta veya başka bir ortama yazılabilen ve kartı önyüklemek için kullanılabilen görüntü (image) dosyası sağlar. Bu dosyada gömülü işletim sistemi yüklüdür ve bu sayede tasarlanan donanım Python dili ile programlanabilir. Bu projede SD card image v2.6 dosyası kullanılmıştır. Pynq-Z2 kartında 512 MB boyutunda bir DDR bellek bulunur. Bu bellek alanına doğrudan erişebilen ve bu sayede video aktarımı gibi yoğun işlemlerde yüksek performans sağlayan VDMA IP çekirdeği kullanılmıştır. Ayrıca video ve görüntü aktarma işlemi programlanabilir mantık içerisinde yapılarak işlemcinin yükü hafifletilir. VDMA IP çekirdeği DMA çekirdeğinden farklı olarak video sinyallerini iletmek için özel olarak tasarlanmıştır. AXI4-Stream video arayüzü ile AXI4 arayüzü arasında verimli iletişim sağlar. VDMA IP çekirdeği işlemciye gönderilecek olan yoğun verilerden dolayı yüksek performans sağlayan S_AXI_HP0 portuyla bağlıdır. Pynq-Z2 kartında var olan HDMI çıkışı ise görüntünün ekrana yansıtılmasında kullanılmıştır. Donanım tasarımı Vivado kullanılarak yapılmıştır. Tasarlanan donanım için kaynak kullanımı Tablo 1'de gösterilmiştir.

İşlenecek 800x600 piksellik 60 fps'lik görüntü ve videolar SD kartın içine bilgisayar aracılığıyla yüklenmiştir. Bu görüntü ve videolar SD karttan yazılım ile alınıp bir değişkene aktarılmıştır. Daha sonra bu görüntülere PS içerisinde yüz algılama algoritması uygulanmıştır. İşlenmiş olan görüntü ise VDMA ile DDR bellekten doğrudan alınmıştır. Bu görüntüdeki RGB sinyalleri kodlanarak seri TMDS sinyallerine dönüştürülür. Bu



Şekil 1: Sistem Mimarisi

TABLO I: FPGA KAYNAK KULLANIMI

Birim Adı	LUT		Register	
	#	%	#	%
VDMA	1173	2.2	1700	1.6
AXI SMC	628	1.18	866	0.8
PS7 AXI Peripheral	368	0.7	464	0.43
Video Out IP	202	0.37	401	0.37
Rgb2Dvi	152	0.28	142	0.13
Video Timing Controller	78	0.14	98	0.09
Reset	16	0.03	33	0.03
Toplam	2617	4.9	3704	3.5

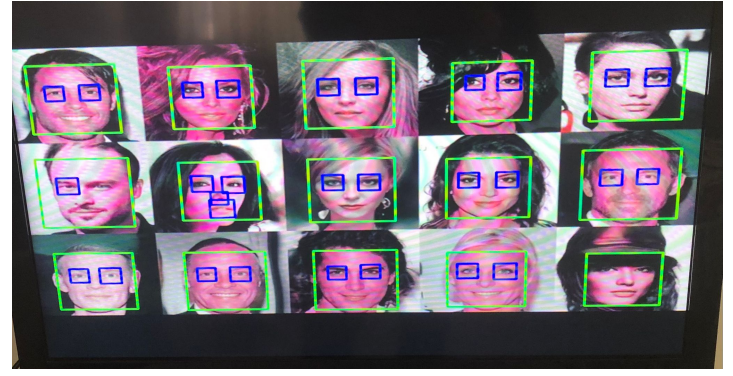
dönüşüm sayesinde her periyotta 10 kat daha fazla veri iletilir. TMDS sinyallerine dönüştürülmüş veri HDMI çıkışı ile ekrana verilmiştir.

III. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu bölümde deneysel sonuçlar anlatılmaktadır. Bu deneysel sonuçlar Bölüm II'de belirtilen sistem modeli kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmada algoritma hem fotoğraf hem de video görüntüsü üzerinde denenmiştir. Her iki senaryodan alınan sonuçlar sırasıyla Şekil 2 ve 3 gösterilmiştir. Şekil 2'de tüm yüzlerin görüntünün normali ile yaptığı açı yaklaşık olarak sıfır dereceden olduğundan algoritma ile tüm yüzler algılanabilmiştir. Ancak Şekil 3'de sol alttaki karakterin yüzü ile görüntü normali arasındaki açıdan kaynaklı olarak yüz algılanamamıştır.

IV. SONUÇLAR

Bu bildiride, görüntü işlemenin önemli alanlarından biri olan yüz algılama, openCV kütüphanesinden yararlanılarak Zynq SoC tabanlı Pynq-Z2 geliştirme kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yüz algılama algoritması gömülü işletim sistemi üzerinde çalıştırılırken, görüntü aktarımı programlanabilir mantık kısmında gerçekleştirilmiştir. VDMA IP çekirdeği sayesinde video gönderim süresi kısalmıştır. Deneysel sonuçlar algoritmanın başarı oranının yüzün fotoğrafın normali ile yaptığı açı ile ilişkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 2: Birden çok yüz ifadesinin algılanması



Şekil 3: Yüz ifadesi ile görüntü normali arasındaki açının yüz algılamaya olan etkisi

KAYNAKLAR

- [1] I. Gupta, V. Patil, C. Kadam and S. Dumbre, "Face detection and recognition using Raspberry Pi," 2016 IEEE International WIE Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE), 2016, pp. 83-86, doi: 10.1109/WIECON-ECE.2016.8009092.
- [2] L. Acasandrei and A. Barriga, "Accelerating Viola-Jones face detection for embedded and SoC environments," 2011 Fifth ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras, 2011, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICDSC.2011.6042932.
- [3] T. Han, G. W. Liu, H. Cai and B. Wang, "The face detection and location system based on Zynq," 2014 11th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2014, pp. 835-839, doi: 10.1109/FSKD.2014.6980946.
- [4] H. Daryanavard and A. Harifi, "Implementing Face Detection System on UAV Using Raspberry Pi Platform," Electrical Engineering (ICEE), Iranian Conference on, 2018, pp. 1720-1723, doi: 10.1109/ICEE.2018.8472476.