

**T.C. İSTANBUL SABAHATTİN ZAIM ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK
VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**



**MIC-2 MİKROPROGRAMLI İŞLEMCİ ÜZERİNDE RENK TABANLI BLOB
TESPİTİ İÇİN ÖZEL KOMUT TASARIMI**

**Tuğba KABLAN
030122055**

Bilgisayar Organizasyonu 2025-2026

Prof. Dr. Tarık ÖZKUL

Bu çalışmada, Mic-2 mikroprogramlı işlemci mimarisi üzerinde çalışan ve otonom kabiliyetli bir füze sisteminde hedef tespiti amacıyla kullanılan görüntü işleme süreci için özel bir komut tasarlanmıştır. Sistem, saniyede 120 kare (FPS) üreten bir kameradan elde edilen görüntüleri işleyerek sahne içerisindeki belirli renk özelliklerine sahip nesneleri tespit etmeyi amaçlamaktadır.

Bu kapsamda; *görüntü verisinin bellekte işlenme biçimi*, *ortam renginin tanımı*, *blob kavramı* ve *çıkış koordinatlarının hesaplanması* ilişkin başlangıç varsayımları aşağıda açıklanmıştır.

Sistem & Bellek Varsayımları

- Kameradan elde edilen her bir görüntü karesi toplamda 64K pikselden oluşmaktadır.
- Her piksel 32 bitlik RGB renk bilgisi içermektedir.
- Görüntü verileri, işlemcinin D-Cache belleğine 0000000H adresinden başlayacak şekilde ardışık olarak yerleştirilmektedir.
- Ekran çözünürlüğü 720×720 piksel olarak kabul edilmiştir.
- Piksel koordinat sistemi, sol alt köşe (0,0) olacak şekilde tanımlanmıştır. *X eksenini yatay doğrultuda, Y eksenini ise dikey doğrultuda artmaktadır.*

Ortam Rengi Varsayımları

- Sahnenin ortam rengi, işlemci üzerinde bulunan 10H adresli yerel değişikende tutulmaktadır.
- Değer dinamik olup her 1 milisaniyede bir güncellenmektedir.
- Ortam rengi RGB formatında saklanmakta ve 24 bitlik renk bilgisi içermektedir. Örn:gök mavisi rengin RGB karşılığı (135, 206, 235) olup bellekte #87CEEB şeklinde temsil edilmektedir.

BLOB Tanımı

Blob, ortam rengine kıyasla R, G veya B renk kanallarından en az birinde +/-10 eşik değerinden fazla farklılık gösteren piksel veya piksel kümeleri olarak tanımlanmıştır. Görüntü üzerinde yapılan tarama işlemi sırasında bu koşulu sağlayan ilk piksel blob başlangıcı olarak kabul edilmiştir.

Çıkış Değerleri

Tespit edilen blob kümelerinin ekranındaki konumu, piksel indeksine bağlı olarak X ve Y koordinatları cinsinden hesaplanmaktadır. Hesaplanan koordinatlar yerel değişkenlere yazılmaktadır; *LV01: Blob'un X koordinatı*, *LV02: Blob'un Y koordinatı*. Bu değerler, sistemin sonraki kontrol ve yönlendirme işlemlerinde kullanılmak üzere saklanmaktadır.

Zaman Varsayımları

İşlemcinin 1 GHz saat frekansında çalıştığı varsayılmıştır. Buna göre her bir mikrokomutun yürütme süresi 1 nanosanedir. Tasarlanan özel komutun toplam çalışma süresi, yürütülen mikrokomut sayısı üzerinden hesaplanarak performans değerlendirmesi yapılmıştır.

TASARIM

Açıklamalı Tablo Gösterimi

blob1	MAR = 0; rd	D-Cache başlangıç adresini (yani 0000000H) MAR'a yükle ve okuma işlemi gerçekleştir
blob2	H = LV	Yerel değişkenlerin başlangıç adresini H'ye kopyala
blob3	MAR = H + 16; rd	10H adresindeki ortam rengini bellekten oku
blob4	H = MDR	Okunan ortam rengini H kaydedicisine al
blob5	MAR = 0; rd	Arama işlemi için MAR'ı tekrar 0'a çek ve ilk pikseli oku
loop1	TOS = MDR	Bellekten gelen 32 bitlik piksel verisini TOS'a yükle
loop2	OPC = H - TOS	Ortam rengi ile mevcut piksel farkını hesapla
test1	Z = OPC - 10; if (Z > 0) goto found	Fark +10'dan büyükse hedefe ulaşıldı
test2	Z = -10 - OPC; if (Z > 0) goto found	Fark -10'dan küçükse hedefe ulaşıldı
step1	MAR = MAR + 1; rd	Bir sonraki piksel adresine geç ve veriyi oku
step2	Z = MAR - 65536; if (Z < 0) goto loop1	64K piksel bitene kadar döngüye devam et
found1	H = MAR	Bulunan piksel indeksini koordinat hesabı için H'ye al
found2	LV01 = (H % 256) * 720 / 256	X koordinatını 720x720 ölçüğine göre hesapla ve LV01'e yaz
found3	LV02 = (H / 256) * 720 / 256	Y koordinatını 720x720 ölçüğine göre hesapla ve LV02'ye yaz
done	goto Main1	İşlemi tamamlı ve ana döngüye dön

Mikrokomut Adımları ve Cycle Sayısı

Tasarlanan özel komut aşağıdaki temel aşamalardan oluşmaktadır:

1. Başlatma ve ortam renginin okunması (5)

D-Cache başlangıç adresinin MAR'a yüklenmesi

LV'den ortam renginin okunması

Sonuç: Bu aşama **5 mikrokomut** sürmektedir.

2. Piksel tarama döngüsü (6)

Her piksel için aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmektedir:

Piksel verisinin bellekten okunması

Ortam rengi ile piksel rengi arasındaki farkın hesaplanması

+/-10 eşik değerine göre karşılaştırma yapılması

Eşik sağlanmıyorsa bir sonraki piksele geçilmesi

Sonuç: Bu döngüde her piksel için ortalama **6 mikrokomut** çalıştırılmaktadır.

3. Koşul sağlanana kadar tekrar

Görüntü toplamda 64K yani 65.536 pikselden oluşmaktadır. En kötü durum senaryosunda, blob son pikselde bulunur ve tüm pikseller taranır.

4. Koordinat hesaplama ve sonuçların yazılması (4)

Blob tespit edildikten sonra:

Piksel indeksinden X ve Y koordinatlarının hesaplanması

Sonuçların LV01 ve LV02 yerel değişkenlerine yazılması

Sonuç: Bu aşama yaklaşık **4 mikrokomut** sürmektedir.

SONUÇ

En kötü durumda blob, görüntünün son pikselinde bulunduğuanda toplam mikrokomut sayısı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

Başlatma aşaması: **5 mikrokomut**

Piksel tarama döngüsü:

$65.536 \text{ piksel} \times \mathbf{6 \text{ mikrokomut}} = 393.216 \text{ mikrokomut}$

Koordinat hesaplama: **4 mikrokomut**

Toplam mikrokomut sayısı: $5 + 393.216 + 4 = 393.225 \text{ mikrokomut}$

Her mikrokomutun süresi 1 ns olduğundan, özel komutun toplam çalışma süresi:

393.225 ns → 0,393 ms

Gerçek Zamanlı Sistem Açısından Değerlendirme

Sistem saniyede 120 kare (FPS) ürettiğinden, bir kare için ayrılabilen maksimum süre yaklaşık 8,33 ms'dir. Hesaplanan en kötü durum çalışma süresi olan 0,393 ms, bu sürenin oldukça altında kalmaktadır. Bu sonuç, tasarlanan özel komutun gerçek zamanlı çalışan otonom sistemler için zamanlama açısından uygun olduğunu göstermektedir.