

Mikrodolaşım Videolarından Eritrosit Hızı Hesaplama

1. Girdi Gereksinimleri

- Video dosyası
- FPS değeri
- Uzaysal ölçek ($\mu\text{m}/\text{pixel}$)
- Kullanıcı tarafından çizilmiş damar hattı

2. Genel İş Alığı

- 1) Videoyu oku ve stabilize et
- 2) Hibrit arka plan temizleme (otomatik seçim)
- 3) Kullanıcının çizdiği damarı otomatik olarak düzelt
- 4) Gerekirse görüntüyü optik yoğunluğa çevir
- 5) UZD (space-time diagram) oluştur
- 6) Hough Transform ile eritrosit çizgilerini bul
- 7) Eğime göre hız hesapla
- 8) Aliasing kontrolü yap
- 9) Hem özet hız hem hız dağılımını üret

3. Video Ön İşleme

- Videoyu gri seviyeye çevir
- Kareler arasındaki küçük kaymaları gider (stabilizasyon)
- Kontrast ve gürültü ölçülür (arka plan modunu seçmek için)

4. Hibrit Arka Plan Temizleme

Sistem otomatik olarak iki moddan birini seçer:

Mod 1 – Mean Image + CLAHE (video kalitesi iyiysse)

- Tüm karelerin ortalaması alınır
- CLAHE ile kontrast artırılır

Mod 2 – Kare Bazlı CLAHE (video kısa veya gürültülü ise)

- Her kareye ayrı CLAHE uygulanır

Kullanıcı bu seçime karışmaz, tamamen otomatiktir.

5. Damar Seçimi ve Otomatik Düzeltme

- Kullanıcı damarı kabaca çizer
- Yazılım çizgiyi tarar ve gerçek damar merkez hattını otomatik bulur
- Centerline eğrilikleri düzeltilmiş şekilde yeniden örneklenir

6. Adaptif Optik Yoğunluk (OD)

- Kontrast iyi → gri seviye kullanılır
- Kontrast kötü → OD moduna geçilir
- $OD = -\log(I / I_0)$ ile hesaplanır

Amaç: Eritrosit izlerini daha belirgin yapmak.

7. Uzay-Zaman Diyagramı (UZD/STD)

- Her karede, centerline üzerindeki yoğunluk değerleri alınır
- Bu profiller zaman sırasına göre yan yana dizilir
- Eritrositler STD'de koyu eğik çizgiler olarak görülür

8. Hough Dönüşümü ile Eritrosit İzlerinin Bulunması

- STD üzerinde hafif filtreleme yapılır
- Hough transform ile eğik çizgiler tespit edilir
- Her çizginin başlangıç–bitiş noktaları kaydedilir

9. Hız Hesabı

Her çizgi için:

$$\Delta t = (x_2 - x_1) / \text{FPS}$$

$$\Delta s = (y_2 - y_1) \times (\mu\text{m}/\text{pixel})$$

$$**\text{Hız} = \Delta s / \Delta t (\mu\text{m}/\text{s})**$$

10. Aliasing Kontrolü

- FPS ve damar uzunluğuna göre maksimum güvenilir hız hesaplanır
- $v > v_{\text{max}}$ olan çizgiler “aliasing şüpheli” olarak işaretlenir
- Bu çizgiler ana analize girmez ama raporda gösterilir

11. Çıktılar

Özet:

- Medyan hız
- Ortalama hız
- SD
- n_valid
- n_alias

Detaylı (isteğe bağlı):

- Hız histogramı
- Percentiller
- Tüm hızların CSV çıktısı

Görseller:

- Centerline
- STD
- Hough çizgileri
- Histogram

12. Kalite Kontrol Logu

- Kullanılan arka plan modu
- OD modunun kullanımı
- Toplam/Geçerli/Aliasing çizgi sayıları
- Kontrast-gürültü uyarıları