

Poisson Denklemiyle İyileştirilmiş Fotomontaj

Bekir DİZDAROĞLU
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü



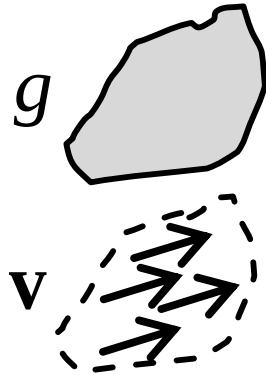
www.bekirdizdaroglu.com



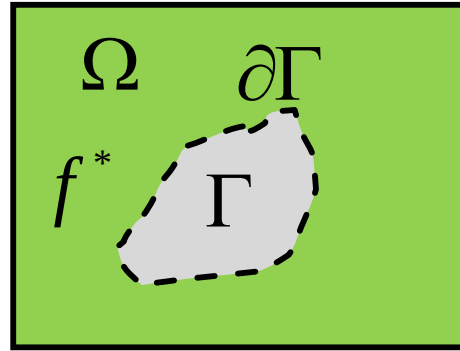
21. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı
Acapulco Hotel, GİRNE
Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
24-26 Nisan 2013

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

$f : \Omega \rightarrow \mathbf{R}$, $\Omega \rightarrow \mathbf{R}^2$ bölgesinde tanımlı gri düzeyli bir imge olsun ve $\mathbf{p} = (x, y) \in \Omega$ şeklinde temsil edilsin.



(a)

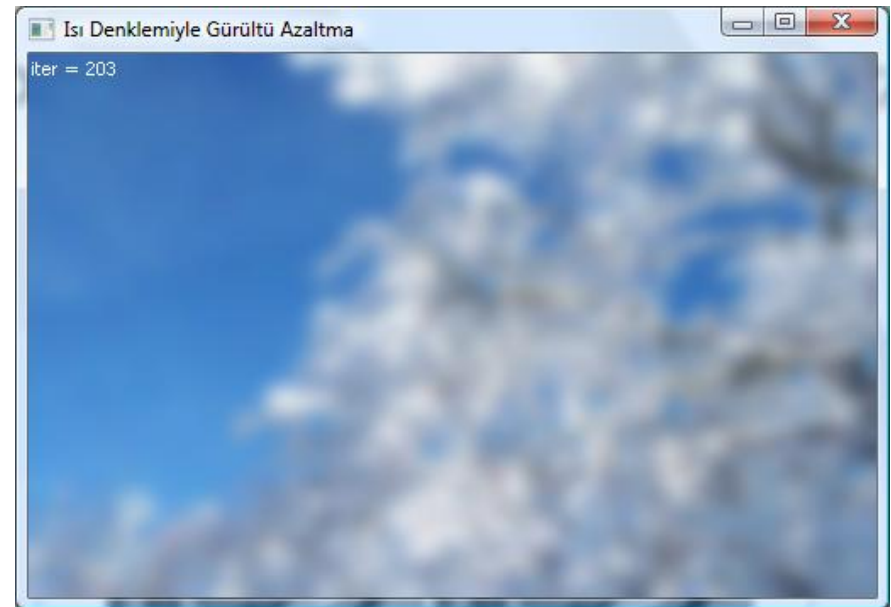


(b)

(a) Kaynak, hedef imgeler ve kılavuz vektörü ve (b) Poisson denklemi yöntemiyle foto montajlama yapılmış sonuç imgesi.

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- **Isı denklemi** yumuşatma yapar,
 - **Bulanıklaşma** meydana gelir (Alçak Geçiren Süzgeç)



$$\min_{f:\Gamma\rightarrow\mathbb{R}} E(f) = \int_{\Gamma} \|\nabla f\|^2$$

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

Yapay bozulma



(a)



(b)

Direkt Kopyalama

Isı denklemi



(c)



(d)

Fotomontaj

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- Isı denklemi yeniden düzenlenebilir (Poisson denklemi):

$$\min_f \int_{\Gamma} \|\nabla f - \mathbf{v}\|^2$$

Kılavuz vektör alanı

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- Denklem çözümleme
 - Euler Langrange denklemine bağlı olarak
 - Gradient Descent (Bayır inişi) - iterasyonlu yöntem (Dirichlet sınır koşullarına bağlı olarak)

$$\begin{cases} f_{(t=0)} = f_{initial} \\ \frac{\partial f}{\partial t} = - \left(\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial f_x} - \frac{d}{dy} \frac{\partial F}{\partial f_y} \right) \end{cases}$$

$$\min_{f:\Gamma \rightarrow \mathbf{R}} E(f) = \int_{\Gamma} \underbrace{\|\nabla f - \mathbf{v}\|^2}_F$$

$$\begin{cases} f_{(t=0)} = f_{initial} \\ f_{(t+1)} = f_{(t)} + dt \frac{\partial f_{(t)}}{\partial t} \end{cases} \quad \mathcal{L}$$

$$\Delta f = \text{div } \mathbf{v} \quad \mathbf{v} = \nabla g$$

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- Sorun v **kılavuz vektör alanı nasıl seçilecek?**
- **Kaynak ve hedef imge** dikkate alınabilir.

$$\mathbf{v}(\mathbf{p}) = \begin{cases} \nabla g(\mathbf{p}) & \text{eğer } \mathbf{p} \in \Gamma, \mathbf{p} \notin \partial\Gamma, \\ \nabla f^*(\mathbf{p}) & \text{eğer } \mathbf{p} \notin \Gamma, \\ \frac{1}{2}(\nabla f^*(\mathbf{p}) + \nabla g(\mathbf{p})) & \text{eğer } \mathbf{p} \in \partial\Gamma. \end{cases}$$

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- Fakat iki **imgenin sınırı boyunca** elde edilen **gradyan vektör alanı** her zaman **tümlevlenememektedir**.
- Aşağıdaki denklem alınabilir (dolam terimi=0):

$$\min_{\mathbf{v}} \int_{\partial\Gamma} \left((\text{curl } \mathbf{v})^2 + W_{\partial\Gamma} \left[\mathbf{v} - \frac{1}{2} (\nabla f^* + \nabla g) \right]^2 \right)$$

$$\text{curl } \mathbf{v} = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

Dolam terimi

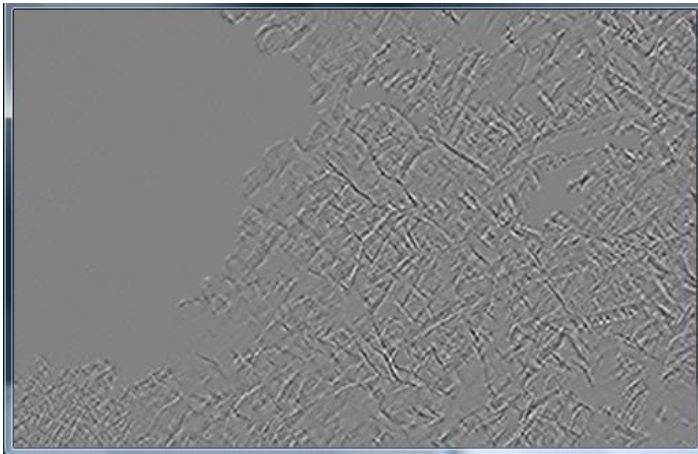
Ağırlık katsayısı

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

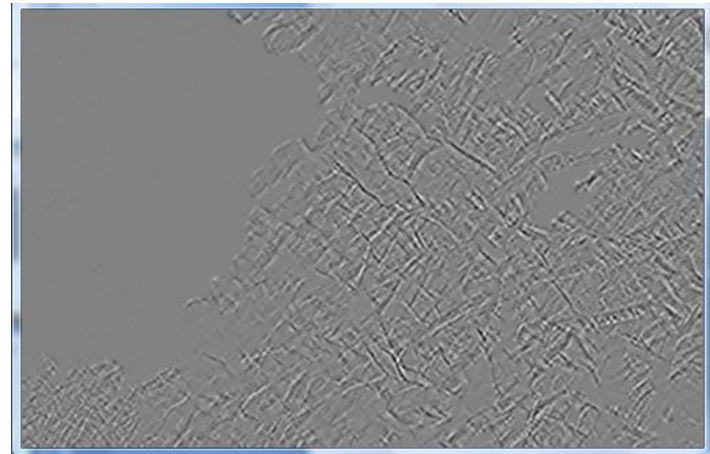


$$\mathbf{v} = \nabla f^* \text{ alınır}$$

$$\text{curl } \mathbf{v} = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$



$$\frac{\partial v}{\partial x}$$



$$\frac{\partial u}{\partial y}$$

Poisson Denklemiyle Fotomontaj



(a)



(b)



(c)

Foto montajlamaya dolam teriminin etkisi (Klasik yaklaşım)* :
(a) Büyük değerli, (b) küçük değerli ve (c) uyarlanabilir değerli
ağırlık katsayılarının seçilmesi durumlarında elde edilen sonuç
imgeleri

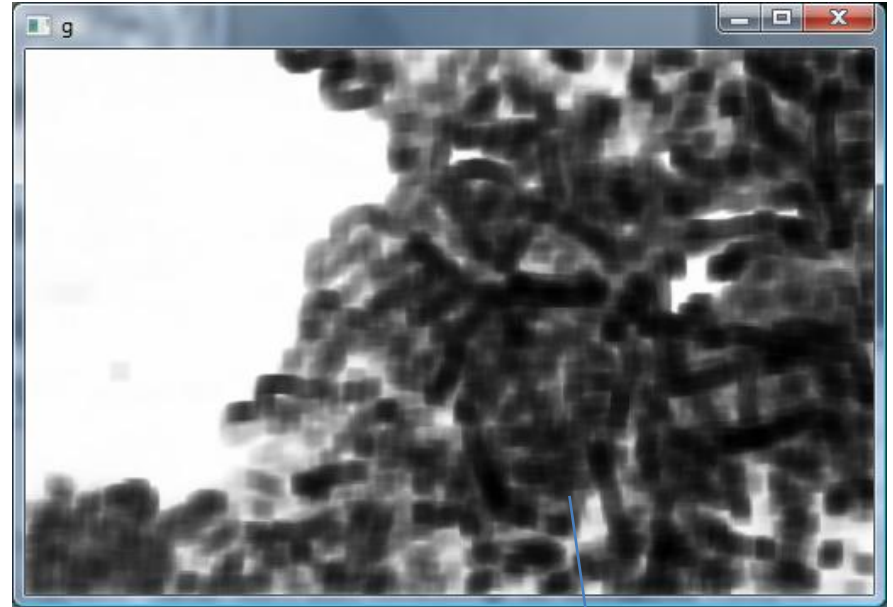
*

M. W. Tao, M. K. Johnson and S. Paris, "Error-tolerant image compositing", Computer Vision–ECCV 2010, Lecture Notes in Computer Science, vol. 6311, 2010, pp. 31-44.

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- Ağırlık katsayısının çok büyük değeri seçilmesi halinde, sadece kaynak ve hedef imgelerdeki gradyan vektör alanları en aza indirgeneceğinden, sonuç imgesinde **renk sızıntısı ve bulanıklaşma** şeklinde yapay bozulmalar ortaya çıkacaktır.
- **Ağırlık katsayılarının** hesaplanmasında **imgedeki doku verisinden** yararlanılabilir.

Poisson Denklemiyle Fotomontaj



$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \mathcal{P}_{(x,y)}^{f_i} & \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \mathcal{P}_{(x,y)}^{f_i} \\ \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \mathcal{P}_{(x,y)}^{f_i} & 1 + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2}{\partial y^2} \mathcal{P}_{(x,y)}^{f_i} \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{\det(\mathbf{K})} = \frac{1}{1 + \|\nabla \mathbf{f}\|^2}$$

Yapı tensörüne benzer bir yaklaşımla imgedeki doku bilgisi elde edilebilir.

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

- **Homojen ve dokulu bölgelerde** renk sızıntıları gibi yapay bozulmaları önlemek için uyarlanabilir Poisson denklemi aşağıda gibi bir ifade edilebilir:

$$\min_f \int_{\Gamma} W_P \|\nabla f - \mathbf{v}\|^2$$


Bu katsayının, homojen bölgelerde büyük değerlikli ve doku içeren bölgelerde ise küçük değerlikli olarak ayarlanmalıdır.

Önerilen Fotomontaj Yöntemi

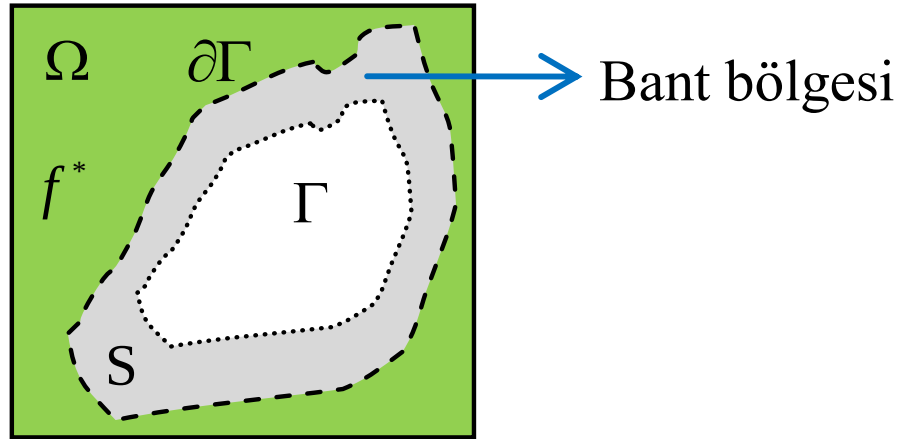
- Hedef imge, geometrik yapıya ilaveten dokusal bilgi de içeriyorsa, üretilen sonuç imgesinde **hala bulanıklık** gibi yapay bozulmalar ortaya çıkabilmektedir.

Önerilen Fotomontaj Yöntemi

- **v kılavuz vektör** alanının foto montajlama yapılacak alandaki **bir bant bölgesi** içerisinde yeniden ayarlanması, sonuç imgesinde oluşabilecek olası sorunları ortadan kaldıracaktır.

$$\mathbf{v}(\mathbf{p}) = \begin{cases} \nabla f^*(\mathbf{p}) & \text{eğer } \|\nabla f^*(\mathbf{p})\| > \|\nabla g(\mathbf{p})\|, \mathbf{p} \in S, \mathbf{p} \notin \partial\Gamma, \\ \text{Önceki değerler geçerli} & \text{diğer durumlarda.} \end{cases}$$

Önerilen Fotomontaj Yöntemi



Önerilen foto montajlama yöntemi: Kullanıcı tarafından S bant bölgesinin seçilmesi

Sonuçlar



(a)



(b)



(c)



(d)

Foto montajlama: (a) kaynak imge, (b) maske imgesi, (c) Klasik yaklaşımla elde edilen sonuç imgesi ve (d) önerilen yöntemle elde edilen sonuç imgesi

Sonuçlar



(a)

(a) Klasik yaklaşım



(b)

(b) Önerilen yöntem

Sonuçlar



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Arkaplanı dokulu olan imgelerde foto montajlama: (a) hedef imge, (b) kaynak imgesi, (c) maske imgesi, (d) Klasik yaklaşımla elde edilen sonuç imgesi ve (e) önerilen yöntemle elde edilen sonuç imgesi.

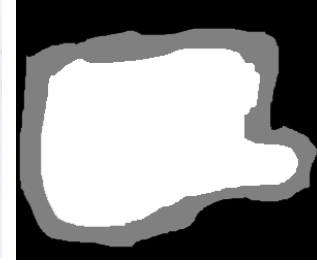
Sonuçlar



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Arkaplanı kısmen homojen olan imgelerde foto montajlama: (a) hedef imge, (b) kaynak imge, (c) maske imgesi, (d) Klasik yaklaşımla elde edilen sonuç imgesi ve (e) önerilen yöntemle üretilen sonuç imgesi

Poisson Denklemiyle Fotomontaj

Teşekkürler...

Sorular ?