김일성종합대학학보 JOURNAL OF KIM IL SUNG UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체106(2017)년 제63권 제8호 Vol. 63 No. 8 JUCHE106(2017).

국부적농담히스토그람에 의한 능동륜곽모형의 개선에 대한 연구

김찬혁, 리광철

경애하는 최고령도자 **김정은**동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학기술부문에서 첨단돌파전을 힘있게 벌려야 하겠습니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 39페지)

령역에 기초한 능동륜곽모형의 대표적인 모형인 첸-베쎄모형이나 국부적령역에 기초한 개선된 첸-베쎄모형은 검출하려는 대상의 농담값이 균일한 경우에는 륜곽을 비교적 정확히 검출하지만 농담값이 불균일한 경우에는 륜곽검출의 정확도가 떨어지는 결함이 있다.[1, 2]

론문에서는 농담값이 불균일하고 일정한 문양을 가지는 대상의 륜곽을 정확히 검출하기 위한 개선된 능동륜곽모형에 대하여 론의한다.

1. 국부적농담히스토그람에 기초한 능동륜곽모형

화상을 Ω, $I(x,\ y)$를 화상 Ω의 화소 $(x,\ y)$의 농담값이라고 하자.

이때 개선된 능동륜곽모형의 에네르기함수 E를 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned}E(\boldsymbol{h}_1,\ \boldsymbol{h}_2,\ \phi)=\mu\int_\Omega\delta(\phi(x,\ y))|\nabla\phi(x,\ y)|dxdy+\lambda_1\int_\Omega|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_1|^2 H(\phi(x,\ y))dxdy+\\+\lambda_2\int_\Omega|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_2|^2(1-H(\phi(x,\ y)))dxdy\end{aligned}\tag{1}$$

식 (1)에서 $\mu,\ \lambda_1,\ \lambda_2$는 0보다 큰 파라메터들이며 $\phi(x,\ y)$는 륜곽 C를 특징짓는 준위설정함수로서 다음과 같이 정의한다.

$$\phi(x,\ y)=\begin{cases}\rho, & (x,\ y)\text{가 C안에 있을 때}\\ 0, & (x,\ y)\text{가 C우에 있을 때}\\ -\rho, & (x,\ y)\text{가 C밖에 있을 때}\end{cases}\tag{2}$$

여기서 ρ는 어떤 정의 상수이다.

한편 식 (1)에서 $H(z)$는 헤비사이드함수로서 다음과 같은 값을 가진다.

$$H(z)=\begin{cases}1, & z\ge 0\\ 0, & z<0\end{cases}$$

그리고 $\delta(z)$는 $H(z)$를 미분한 값이다.

다른 한편 식 (1)에서 $\boldsymbol{h}_1$과 $\boldsymbol{h}_2$는 각각 륜곽 C안과 C밖의 령역에 대한 정규화된 농담히스토그람이며 $\boldsymbol{h}(x,\ y)$는 $(x,\ y)$를 중심으로 하는 국부령역의 농담히스토그람으로서 다음과 같이 계산된다.

$$\boldsymbol{h}(x,\ y)=\{h_0(x,\ y),\ h_1(x,\ y),\ \cdots,\ h_{255}(x,\ y)\}$$

여기서 $\boldsymbol{h}(x,\ y)$의 매 성분값들은 다음과 같이 계산된다.

$$h_i(x,\ y)=\begin{cases}\dfrac{\int_\Omega g_k(x-x',\ y-y')\delta(I(x',\ y'),\ i)H(\phi(x',\ y'))dx'dy'}{\int_\Omega g_k(x-x',\ y-y')H(\phi(x',\ y'))dx'dy'}, & (x,\ y)\in \mathrm{C}\\ \dfrac{\int_\Omega g_k(x-x',\ y-y')\delta(I(x',\ y'),\ i)(1-H(\phi(x',\ y')))dx'dy'}{\int_\Omega g_k(x-x',\ y-y')(1-H(\phi(x',\ y')))dx'dy'}, & (x,\ y)\notin \mathrm{C}\end{cases} \tag{3}$$

식 (3)에서 g_k는 2차원가우스핵함수이며 $\sigma(x,\ y)$는 다음과 같다.

$$\sigma(x,\ y)=\begin{cases}1, & x=y\\ 0, & x\neq y\end{cases}$$

끝으로 식 (1)에서 $|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_1|$과 $|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_2|$는 히스토그람사이의 거리이다.

이때 에네르기함수 $E(\boldsymbol{h}_1,\ \boldsymbol{h}_2,\ \phi)$를 최소화하면 정확한 륜곽을 검출할수 있다.

에네르기함수의 최소화는 다음의 두 단계를 반복적으로 실행하는것에 의하여 진행된다.

우선 첫 단계에서 ϕ를 고정시키고 정규화된 농담히스토그람 $\boldsymbol{h}_1$과 $\boldsymbol{h}_2$를 각각 구한다.

다음 두번째 단계에서 $\boldsymbol{h}_1$과 $\boldsymbol{h}_2$를 고정시키고 최속하강법을 리용하여 ϕ에 관한 최소화를 진행한다.

이때 시간 t에 따르는 ϕ의 갱신은 다음과 같이 한다.

$$\phi^{n+1}(x,\ y)=\phi^n(x,\ y)+\Delta t\left(\frac{-\delta\phi(x,\ y)}{\delta t}\right) \tag{4}$$

식 (4)에서 Δt는 시간간격이며 갱신량 $d\phi(x,\ y)/dt$는 다음과 같이 얻어진다.

$$\frac{d\phi(x,\ y)}{dt}=\delta(\phi(x,\ y))\left[\mu\cdot\mathrm{div}\left(\frac{\nabla\phi(x,\ y)}{|\nabla\phi(x,\ y)|}\right)-\lambda_1|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_1|^2+\lambda_2|\boldsymbol{h}(x,\ y)-\boldsymbol{h}_2|^2\right] \tag{5}$$

여기서 div()와 ∇는 각각 발산 및 그라디엔트연산자이다.

반복실행의 매 단계에서 얻어지는 륜곽선이 원활하고 균형이 유지되도록 하기 위하여 준위설정함수 ϕ에 표준분산이 ρ인 가우스려파기를 적용한다.

$$\phi=\phi*G_\rho \tag{6}$$

여기서 ρ는 보통 시간간격 Δt의 2차뿌리 $\sqrt{\Delta t}$보다 더 크게 설정한다.

2. 모의실험 및 결과분석

실험화상으로서는 검출하려는 대상의 농담값은 불균일하지만 일정한 문양특징을 가지는 화상들로 선택하였다.(그림)

실험에서는 파라메터 $\mu,\ \lambda_1,\ \lambda_2$를 각각 1로, 시간간격 Δt를 0.04로 설정하였다.

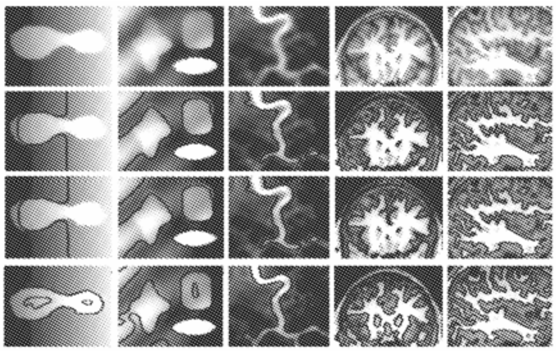
ㄱ)
ㄴ)
ㄷ)
ㄹ)


그림. 륜곽검출결과

ㄱ) 실험화상, ㄴ) 첸－베쎄모형에 의하여 얻어진 륜곽, ㄷ) 개선된 첸－베쎄모형에 의하여 얻어진 륜곽, ㄹ) 제안한 모형에 의하여 얻어진 륜곽

그리고 가우스려파기 G_ρ의 표준분산 ρ는 1로 설정하였다.

그림에서 보는바와 같이 제안한 국부적농담히스토그람에 기초한 개선된 능동륜곽모형이 종전의 첸－베쎄모형이나 국부령역에 기초한 첸－베쎄모형보다 륜곽검출성능이 더 높다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

[1] T. Chan et al.; IEEE Transaction on Image Processing, 10, 2, 266, 2001.

[2] Yali Peng et al.; Pattern Recognition, 45, 2769, 2012.

주체106(2017)년 4월 5일 원고접수

Research on the Improvement of Active Contour Model by Local Grey Histogram

Kim Chan Hyok, Ri Kwang Chol

We have presented a method to detect the contour of an object which has some patterns by using the improved active contour model based on the local gradation histogram and verified the performance.

Key words: Active Contour Model, Contour Detection, Image Segmentation