

수직프로파일을 이용한 젤 영상의 기울기 보정

김승일*, 김종대, 이완연, 송혜정, 박찬영, 김유섭

한림대학교 컴퓨터공학과

한림대학교 유비쿼터스 컴퓨팅학과

seungils12@hallym.ac.kr, kimjd@hallym.ac.kr, wanlee@hallym.ac.kr,

hjsong@hallym.ac.kr, cypark@hallym.ac.kr, yskim01@hallym.ac.kr

An Slant Correction for Gel Image using Vertical Profile

S.I KIM, J.D Kim, W.Y. Lee, H.J. Song C.Y. Park, Y.S. KIM

Dept of Computer Engineering, Hallym University

Dept of Ubiquitous Computing, Hallym University

1. 서론

전기영동(electrophoresis)은 유전학 및 분자 생물학에서 유전자 정보를 분석하거나 질병의 유무를 판단하기 위한 핵산(DNA, RNA) 및 단백질 분리 기술이다. 아가로스 젤(agarose gel) 과 같은 특정 매질에 전류를 흘려주면 음전하를 가진 분자가 이동하여 분리되며 이들의 이동거리(위치)로 분자량(weight)을 확인할 수 있다.[1~3]. 전기영동을 통하여 얻을 수 있는 젤 영상은 세 가지의 기본개념을 갖는다. (i) 레인들은 각각 DNA분자의 정보를 수직으로 분리하여 나타낸다. (ii) 밴드는 각 레인에서 DNA의 축적량을 영상의 수평으로 나타낸다. (iii) 밴드의 이동거리는 밴드의 위치로 분자량을 표현한다[1]. 이러한 전기영동 영상에서 각 레인, 밴드의 위치와 양을 정확하게 측정해야 할 필요가 있다. 하지만 전기영동을 통해서 얻을 수 있는 젤 영상은 사람이 하는 작업이므로 작업의 오류가 있을 수 있을 뿐 아니라 전기가 흐르는 방향과 젤이 놓인 방향에 따라서 영상이 휘거나 기울어져 있을 수 있다[3]. 이러한 영상에서 각 밴드의 위치나 양을 정확하게 측정하기 위해서 레인을 보정할 필요가 있다. 레인의 식별을 위해서 보통의 경우에는 생물학 전문가에 의해 수동으로 레인의 위치를 조작하였다[3]. 이 경우 사용자에 의해 데이터 오류가 생길 수 있고, 사용자의 노력을 필요로 한다. 이러한 오류를 막기 위해서 참고문헌 [3]에서는 영상을 최소 필터로 전처리를 한 후, 수직 밝기의 합이나 최대로 수직 프로파일을 한 결과를 최소나 중간 값으로 필터링하여 잡음을 제거한 다음 1차 모멘트를 이용한 반복적인 기법으로 레인의 중심축을 추출한다. 그러나 이 방법에서는 레인 사이의 배경 구간을 분리하지 못하고 레인의 중심축만을 추출하며 다양한 영상처리에 의해 밴드 밝기에 왜곡이 생길 가능성이 크다. 참고문헌 [4]에서는 영상의 전처리를 한 후 레인과 밴드를 분할하고, 레인의 Position Vector(PV)를 계산하여, 계산된 PVs의 표준화를 하는데, 이 방법은 첫째, 원본 영상이 정확하게 교정되지 않고 둘째, 가상의 레인을 추출하고, 셋째, 전처리 과정에서 밴드와 배경의 경계를 분리하지 못할 가능성이 있다. 참고문헌 [5]에서는 잡음제거나 영상향상을 하지 않고 영상 히스토그램에 엔트로피 기반의 임계치(Threshold) 설정기법을 적용하여 이진화 한 후 이를 수직 프로파일 한다. 이렇게 추출된 레인 후보들의 평균 폭을 구하고 이 폭의 70%를 잡음으로 간주하여 제거 후 최종 레인을 찾는다. 그런데 이 방법은 기울어진 영상에 대한 고려를 하지 않고 레인을 검출한다. 이 방법은 영상이 기울어진 것의 고려를 하지 않기 때문에 잘못된 영상을 사용할 경우 잘못된 레인을 찾는 결과를 가져온다[2]. 일반적으로 젤 영상들은 같은 폭의 수평 밴드로 이루어져 있으므로, 레인이 수직으로 정렬되었을 때 수직 프로파일의 표준편차가 가장 클 것이다. 본 논문에서는 젤 영상의 회전각도와 수직 프로파일과 표준편차와의 관계를 조사하고 표준편차가 제일 큰 각도에서 젤 영상이 수직으로 정렬됨을 보인다.

2. 실험방법

대부분의 젤 영상들은 동일한 폭의 수평 밴드로 이루어져 있다. 그러므로 레인이 수직으로 정렬되었을 때 수직 프로파일의 표준편차가 가장 클 것이다. 이상적인 젤 영상의 경우 10°가 기울어진 영상보다 0° 기울어진 영상의 프로파일의 데이터가 완만하게 분포한다는 것을 보여준다. 이러한 경우에 10°가 기울어진 영상의 표준편차 값보다 0°가 기울어진 영상의 표준편차의 값이 커질 것이다. 먼저 젤 영상의 배경과 밴드를 정확하게 구분하기 위해 모폴로지 기법 중 Top-Hat 변환을 수행한다. 이렇게 얻어진 영상의 수직 프로파일을 구한 후 구해진 데이터의 평균을 구하여 해당 평균에 대한 편차를 계산한다. 영상을 회전할 때 영상에 손실이 일어나지 않는다고 가정하고, 이 방법을 이용하면 평균값은 변하지 않고 평균에 대한 수직 프로파일 수행 중 영상의 x축의 변화량이 클 경우 편차의 값이

최대의 값을 가지게 될 것이다. 위의 방법을 이용하여 $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 의 각도에서 1° 씩 움직이면서 편차를 구할 수 있다. 이렇게 구해진 편차의 값들의 최대의 값을 구한다.

3. 실험결과

위에서 제시한 실험을 실제 현업에서 사용되고 있는 영상에 적용한 경우 레인이 수직이 될 때 표준편차의 값이 가장 큰 것을 볼 수 있다. 이 외에도 (주)바이오메드랩에서 제공한 다른 영상에서 같은 방법으로 실험한 결과 가장 큰 표준편차를 얻을 수 있는 각도로 영상을 돌렸을 경우 수직의 레인을 찾을 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서 수직 프로파일의 통계적 특성을 이용해 젤 영상의 정렬하는 방법을 제시했다. 이 방법에서는 먼저 그 레이 영상의 수직 프로파일의 합을 구한 후 평균을 계산하고 평균에 대한 표준편차를 구한다. 이와 같은 방법으로 영상을 $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 까지 1° 씩 회전시키며 표준편차들을 얻는데 이중 최대의 표준편차를 얻을 수 있는 각도로 영상을 회전한다. 그 결과 영상의 밴드가 가상의 수평선에 수직이 되는 결과를 볼 수 있다. 본 논문에서 제시된 방법으로 현업에서 사용하는 젤 영상들을 실험 한 결과, 제공받은 영상들에 대해서 원하는 회전의 결과를 얻을 수 있었다.

기존의 연구 방법들에서는 밴드와 배경의 경계를 분리할 수 없는 경우가 있었다. 하지만 본 논문에서 제시한 방법대로 젤 영상에 Top-Hat 변환을 통하여 배경과 밴드를 구분함으로써 시인성이 향상되는 것을 확인하였다. 또한 기존 방법에서는 영상의 회전을 고려하지 않는 문제가 있었는데, 영상을 회전하지 않고 레인을 찾게 되면 알고리즘이 복잡해지고 다른 환경에 이식이 어렵다. 때문에 영상을 회전하게 되면 알고리즘이 매우 간단해지고 그리고 간단해진 만큼 이식성을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다.

본 논문에서 제시한 방법을 적용하여 영상을 정렬하여 레인을 추출할 경우 간단한 알고리즘을 사용하여 정확한 레인을 찾을 수 있을 뿐만 아니라 알고리즘자체가 단순함으로 이 방법을 사용하려는 사용자가 이해하기 쉽기 때문에 높은 이식성을 가질 것이라 예상 할 수 있다.

감사의 글

1. 본 연구는 (주)바이오메드랩의 실험데이터 지원으로 수행되었으며, 이에 감사합니다.
2. 이 논문은 2009년도 정부(지식경제부) 지역전략기획기술개발사업의 지원으로 수행되었음 (No.70007355).

참고문헌

- [1] I. Bajla, I. Hollander, S. Fluch, K. Burg, M. Kollar, "An alternative method for electrophoretic gel image analysis in the GelMaster software, " Computer Methods and Programs in Biomedicine, Volume 77, Issue 3, March 2005, Pages 209-231
- [2] Xiangyun Ye^{1,2,3} Ching Y. Suen¹ Mohamed Cheriet^{1,2} Eugenia Wang³, "A Recent Development in Image Analysis of Electrophoresis Gels," Vision Interface '99, Canada
- [3] 1. Alexei M. C. Machado et al., "An Iterative Algorithm for Segmenting lanes in Gel Electrophoresis Images," Proceeding of X Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, Vol. 235 (1997) pp. 104-146, DOI: 10.1109/SIGRA.1997.625161.
- [4] Lin CY, Ching YT, Yang YL., "Automatic method to compare the lanes in gel electrophoresis images," IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2007 Mar;11(2):179-89.
- [5] 김 영 원, 전 병 환, "다중 피크의 영역 성장 기법에 의한 전기영동젤의 영상 분석 (Image Analysis of Electrophoresis Gels by using Region Growing with Multiple Peaks)," 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 30 권 제 5 호(2003.6)
- [6] 3. P. S. Umesh Adiga, Jonathan Flint, "An efficient tool for genetic experiments: agarose gel image analysis, " Pattern Recognition, Volume 36, Issue 10, October 2003, Pages 2453-2461