

계층적 규칙을 이용한 사선 보간 기법을 갖는 3 차원 순차 주사화 기법

한동일
세종대학교 컴퓨터공학과

A Three-Dimensional De-Interlacing Algorithm Based on the Hierarchical Rule-Based Edge Direction Detection

Dongil Han
Department of Computer Engineering, Sejong University
E-mail : dihan@sejong.ac.kr

Abstract

본 논문에서는 움직임이 존재하는 부분의 사선 방향 보간 성능을 개선하여 기존의 움직임 적응형 3 차원 순차 주사화 알고리즘 기법을 개선한 순차 주사화 방법을 제안하였다. 움직임 적응형 3 차원 순차 주사화를 위하여 밝기 형태 패턴(brightness profile pattern)을 이용하여 필드 간의 움직임 정보를 좀 더 정확하게 추출할 수 있었으며 움직임이 있는 부분의 경우 에지의 방향 정보를 이용하여 사선 방향 보간을 수행함으로써 전체적인 순차 주사 변환 화질을 개선할 수 있었다. 제안된 알고리즘을 하드웨어로 구현하여 다양한 동영상에 대해서 성공적으로 적용됨을 확인하였다.

I. 서론

최근 디지털 TV 방송이 시작됨에 따라서 고해상도의 디스플레이 장치를 장착한 디지털 TV의 보급이 확대되고 있다. 그러나 아직은 기존의 아날로그 방송이 차지하는 비중이 더 큰 편이며 이에 따라서 디지털 TV에서는 기존의 저해상도 아날로그 화면을 고해상도 디스플레이 장치의 해상도로 변환시키는 포맷 변환 기능의 사용이 필수적이다. 즉 디지털 TV에서는 디지털 TV 방송을 수신하여 디스플레이 하는 기능 이외에 아날로그 방송 화면을 디지털 TV의 해상도로 변환하여 디스플레이 하는 기능을 필요로 한다. 그런데 기존의 아날로그 방송의 경우 비월 주사 형태로 영상이 구성되어 있기 때문에 단순히 영상의 해상도를 증가 시켜서는 원하는 고해상도의 화질을 구성할 수가 없으며 해상도를 증가시키기 이전에 먼저 비월 주사 화면을 순차 주

사 화면으로 변환시키는 작업이 필요하다. 또한 최근에는 1920x1080 progressive 해상도의 디스플레이 장치가 개발되고 있으며 이에 따라서 1920x1080 interlaced 포맷의 디지털 TV 영상을 디스플레이 하기 위해서도 순차 주사화를 수행할 필요가 대두되고 있다.

현재 고성능의 순차 주사화를 위해서 다양한 알고리즘이 제안되고 있다. 에지 방향에 기초한 라인 평균 방법(ELA)[1]은 보간을 이용하여 영상의 해상도를 증가시키는 데에 있어서 영상의 에지 방향을 찾아서 에지 방향으로 보간을 수행함으로써 해서 사선 성분이 존재할 때 좀 더 자연스런 순차 주사화 결과를 제공한다. 이 방법은 계산이 단순하기 때문에 다양한 분야에서 적용이 가능하나 잘못 검출된 에지 방향에 의해 잘못된 방향으로 보간을 수행하게 되면 보간 화질이 열화되며 잡음 성분에 취약한 단점이 존재한다.

또 다른 순차 주사화 기법으로서 움직임 보상형 순차 주사화 방법[2]을 들 수 있다. 각 화소에서 필드 간의 움직임 정보를 추출하며 보간될 화소 데이터를 이웃하는 필드와의 움직임 정보를 이용하여 계산해 내는 방법이다. 이 방법은 영상 내에 움직임이 존재할 때에도 깨끗한 화질을 구성할 수 있는 장점이 있으나 움직임 정보를 잘못 추출할 경우에는 상당히 왜곡이 심한 영상을 생성한다. 또한 움직임이 큰 부분의 경우 인간이 영상의 상세한 부분을 인지하지 못하는 경우가 많으며 이러한 부분에 상당히 많은 비용을 지출하는 단점이 있다. 또한 이웃 하는 필드 간의 움직임 정보를 추출하는 데에는 상당히 큰 하드웨어 비용이 들어가게 되어 구현이 어려운 단점이 있고 특히 고화질 HDTV 화면의 순차 주

사화 등에 적용하기에는 매우 어려운 단점이 존재한다.

수직-시간축 필터(vertical-temporal filter)[3]도 순차 주사화에 적용되는 경우가 있으며 비교적 저렴한 비용으로 구현이 가능하다. 그러나 이 방법은 사선 방향으로 움직임이 있는 영상의 경우 매우 화질이 떨어진 화면을 출력하게 된다.

본 논문은 기존의 아날로그 비월 주사 화면이나 고화질 TV의 포맷으로 존재하는 1920x1080 비월 주사 포맷의 순차 주사화에 적용할 수 있는 순차 주사화 방법에 대해서 기술하고자 한다. 특히 정확한 순차 주사화를 위해서 3 차원 움직임 정보를 이용하는 움직임 적응형 순차 주사화 방법에 대해서 기술하고자 한다.

II. 밝기 형태 패턴

MPEG 을 포함하여 대부분의 움직임 적응형 순차 주사화 방법이나 움직임 보상형 순차 주사화 방법에서 영상 간의 움직임을 검출하기 위하여 여러 필드 사이의 밝기 성분의 차이를 이용하고 있다. MPEG의 경우는 밝기 성분의 차이가 따로 보정이 되기 때문에 큰 문제는 없으나 순차 주사화의 경우 밝기 성분의 차이가 바로 움직임 여부를 판단하는 도구가 되는데 그림 1 과 같이 밝기 성분의 차이만을 이용하여서는 정확한 움직임 검출이 힘든 경우가 많다. 즉 그림 1 에서 알 수 있는 바와 같이 삼각과 형태의 밝기 패턴을 갖는 물체가 필드 간 움직였을 때 영역 a 에서는 밝기 값의 차이를 이용하여 움직임 유무를 쉽게 측정할 수 있지만 영역 b 에서는 같은 움직임 정보에서도 밝기 값의 차이가 비슷한 값을 갖기 때문에 움직임 유무를 검출하기 힘들게 된다. 이러한 경우에 밝기 값 뿐만 아니라 기울기 정보를 이용함으로써 더 정확한 움직임 여부를 측정할 수 있다.

그러나 기울기 정보 자체는 잡음에 민감한 특성이 있기 때문에 논문[4]에서는 밝기 형태 패턴(brightness profile pattern)의 개념을 도입하여 잡음의 유무에도 움직

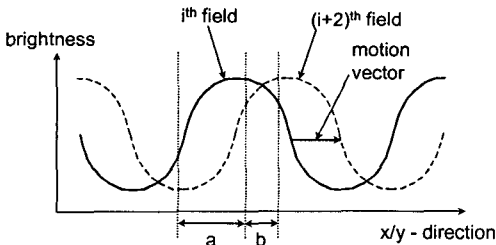


그림 1 움직임 형태의 예

임 유무를 좀 더 정확하게 판단할 수 있었다.

III. 순차 주사화 알고리즘

본 논문에서 제안하는 순차 주사화 알고리즘의 블록도를 그림 2 에 나타내었다. 4 필드의 영상 정보를 이용하여 움직임 정보를 추출하고 현재 필드 기준으로 현재 필드와 앞, 뒤에 존재하는 필드를 이용하여 공간적 보간과 시간적 보간을 수행하게 된다.

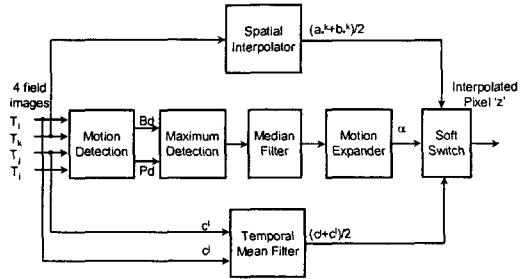


그림 2 순차 주사화부의 블록도

3.1 움직임 검출

움직임 검출은 현재 필드를 기준으로 2 장의 과거 필드 영상과 1 장의 미래 필드 영상을 이용하여 움직임 보간을 수행한다. 논문 [4]에 나타낸 바와 같이 6 개의 필드 간 움직임 양을 계산하여 움직임 여부를 판단하게 된다. 필드 간 움직임 정보는 매 화소마다 계산하게 되며 계산된 움직임 정보는 미디언 필터를 거쳐서 잡음의 효과를 없앤다. 그리고 영상에 움직임이 있다고 판단될 경우에는 현재 필드 내의 화소를 이용하여 필드 내 보간을 수행하게 되며 영상에 움직임이 없다고 판단될 경우에는 과거 필드와 미래 필드 내의 화소를 이용하여 필드 간 보간을 수행하게 된다.

움직임 검출에 있어서 가장 중요한 부분은 움직임이 있는 영상을 움직임이 없다고 판단하는 경우의 수를 최소로 하여야 한다. 즉 움직임이 없는 경우에 움직임이 있다고 판단할 경우에는 필드 내 보간을 수행하게 되므로 디테일이 많은 영상의 경우 화질이 다소 떨어지게 된다. 반면 움직임이 있는 영상을 움직임이 없다고 판단하여 필드 간 보간을 수행할 경우 대부분의 경우 두 필드 간에 존재하는 움직임 정보의 차이로 틱니 형태의 영상을 생성하게 되어 눈에 매우 거슬리는 영상을 출력하게 된다. 그러므로 움직임 확장부에서는 특정 화소가 움직임이 있다고 판단되면 그 근처의 화소도 움직임이 있을 가능성이 많기 때문에 움직임 정보를 확장

시커 줌으로써 톱니 형태의 영상의 발생을 제거 시킬 수 있다.

소프트 스위치에서는 움직임 여부가 애매한 부분에 대해서는 다음 식을 이용하여 공간 영역 보상과 시간축 보상을 적절한 비율로 합성하여 제공함으로써 안정된 영상을 제공하게 된다.

$$\alpha = \begin{cases} 0 & , \text{if } Med_z^k \leq Th_L \\ \frac{Med_z^k - Th_L}{Th_H - Th_L} & , \text{if } Med_z^k \leq Th_H \\ 1 & , \text{if } Med_z^k \geq Th_H \end{cases} \quad (1)$$

여기서 Med_z^k 는 시간 T_k 에서의 확장된 움직임 정보 값이고 Th_L 가 Th_H 는 움직임 여부를 판단하는 문턱치가 된다. 즉 움직임 판단 결과가 Th_L 보다 작을 경우는 움직임이 없는 것으로 판단하여 필드 간 보간을 수행하게 되며, Th_H 보다 클 경우는 움직임이 있는 것으로 판단하며 필드 내 보간을 수행하게 된다. 그리고 그 사이 값에 대해서는 필드 내 보간 결과와 필드 간 보간 결과를 적절히 합성하여 출력하게 된다.

3.2 공간 영역, 시간 축 보간

정확한 움직임 검출과 함께 순차 주사화를 구현하는 데에 있어서 가장 중요한 부분은 공간 영역 보간을 정확하게 구현하는 작업이다. 특히 사선 방향의 에지의 경우 단순히 수직 방향 보간을 이용하여 해상도를 늘릴 경우 계단 형태의 에지가 생성되어 매우 눈에 거슬리는 영상을 출력하게 된다. 그리고 사선의 경우 매우 다양한 각도의 사선이 존재할 수 있으며 이러한 경사 방향을 정확히 추출하여 사선 방향으로 보간을 수행해야 우수한 화질의 순차 주사화면을 얻을 수 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 [4]에서 사용한 사선 보간 기법을 좀더 확장하여 다양한 경사 방향에 존재하는 에지 성분에도 정확한 보간을 수행하도록 에지 방향 보간 기법을 제안하였다.

첫번째 단계로서는 대략적인 에지의 방향을 찾기 위하여 3x3 크기의 소벨 연산자(sobel operator)를 사용하였다. 이 연산을 통해서 0°, 45°, -45° 방향의 에지를 찾을 수 있다. 그러나 소벨 연산자는 잡음 성분에 민감하기 때문에 이 결과를 직접 사용할 수는 없으며 이 결과에 대해 다양한 실험에서 얻어진 규칙을 적용하여 필터링을 수행하여 에지를 추출하게 된다.

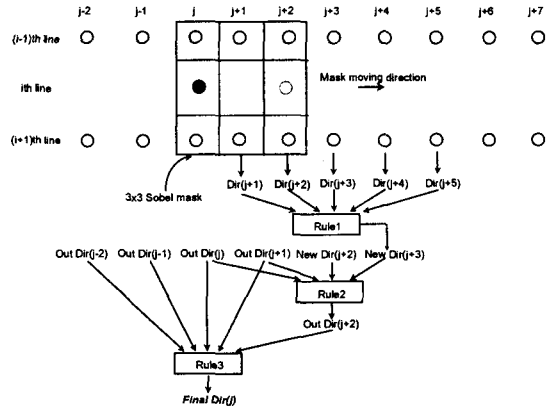


그림 3 계층 규칙을 이용한 에지 방향 검출

그림 3 에 3 단계의 에지 결정 규칙을 이용하여 에지의 방향을 결정하는 방법을 나타내었다. 다양한 실험을 통해서 알 수 있는 사실은 에지의 방향이 애매모호할 경우에는 수직 방향의 보간을 수행하는 것이 가장 좋은 결과를 제공한다. 예를 들어 45° 방향에 존재하는 에지 성분을 -45° 방향의 에지로 판단하여 보간을 수행하게 되면 잘못된 움직임 검출로 인해서 움직임이 있는 부분에 대해 필드 간 보간을 수행한 것과 비슷한 결과가 얻어지며 영상의 화질을 치명적으로 떨어지게 만든다. 3 단계의 규칙을 통해서 이러한 잘못된 판단을 최소화하게 되며 이 결과로서 0°, 45°, -45° 방향에 존재하는 에지를 정확하게 검출하게 된다.

영상 내에 존재하는 실제적인 에지들은 0°, 45°, -45° 방향 뿐만이 아니라 매우 다양한 방향으로 존재하게 된다. 그러므로 본 논문에서는 그림 4 에 나타낸 바와 같이 상하 22 개 정도의 화소를 이용하여 앞 단에서 찾은 에지 방향에서 각 화소 간의 차이 정보를 이용하여 좀더 정확한 에지 각도를 추출하게 된다. 그리고 이 정보를 이용하여 에지 방향으로 보간을 수행함으로써 매우 정확한 필드 내 보간 결과를 얻을 수 있다.

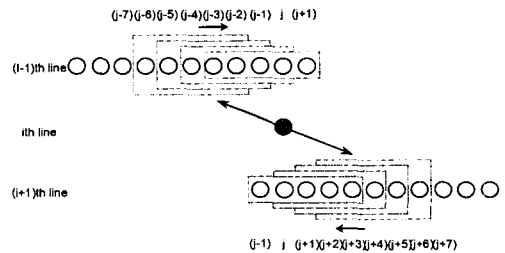


그림 4 정확한 에지 방향 검출

IV. 실험 결과

그림 5 에 Car 영상을 나타내었으며 그림 6 에는 Car 영상에 대해서 움직임 검출 결과를 나타내었다. 배경과 차의 에지 부분에서 움직임이 큰 영역이 흰색으로 처리가 되고 움직임이 없는 부분으로 판단된 위치들은 검정색으로 표현이 되었으며 움직임 정보를 효과적으로 추출한 것을 알 수 있다. 그림 7 은 Car 영상에서 사선 방향의 보간 결과를 나타내었으며 그림 8 은 flower garden 영상에서 나무 가지 등에서 낮은 각도로 존재하는 에지들에 대해서 보간을 수행한 결과를 나타내었다.

V. 결론

본 논문에서 제안한 알고리즘은 실제 하드웨어로 구현하여 실시간으로 입력되는 많은 영상에 대해서 다양한 테스트를 수행하였으며 대다수의 입력 영상에 대해서 적절히 처리함을 확인 할 수 있었다. 다만 본 알고리즘은 현재로서는 하드웨어 구현의 용이성을 고려하여 영상의 휘도 성분에만 적용하였으며 이로 인해서 사선 성분을 갖으면서 색의 대비가 큰 영상에 대해서는 화질 개선 효과가 미진함을 확인할 수 있었다. 본 논문

에서 제안한 알고리즘은 색 성분에 대해서도 쉽게 적용이 가능하며 추후 색 성분에 대해서도 본 연구에서 제안한 알고리즘을 적용 시 순차 주사 화질을 더욱 개선시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] F. Michaud et al. "Fuzzy detection of edge-direction for video line doubling", *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 7, no. 3 June 1997, pp. 539-542.
- [2] L. Vanderdorpe et al. "Motion-compensated conversion from interlaced to progressive formats", *Signal processing: Image communication* 6, 1994, pp. 193-211.
- [3] S.-K. Kwon et al., "A motion-adaptive de-interlacing method", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 38, no. 3, pp. 145-150, Aug. 1992.
- [4] D. Han, C.-Y. Shin, S.-J. Choi, and J.-S. Park, "A Motion Adaptive 3-D De-interlacing Algorithm based on the Brightness Profile Pattern Difference," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 45, no. 3, pp. 690-697, 1999



그림 5 Car 영상

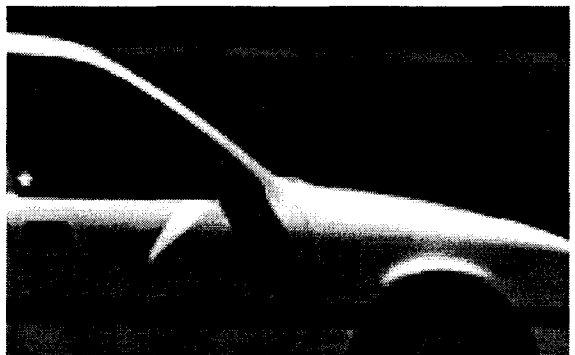


그림 7 사선 보간 결과

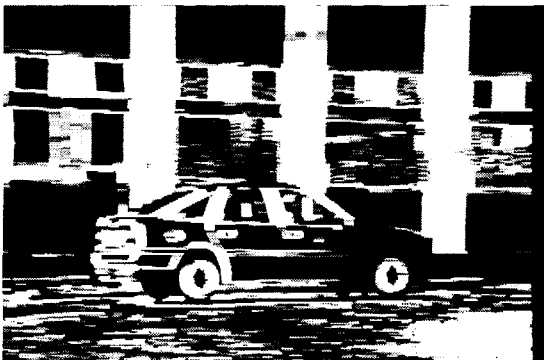


그림 6 움직임 검출 영상



그림 8 flower garden 영상의 순차 주사화 결과