

논문 2005-42SP-2-9

CCD Camera를 이용한 이동체의 궤적 추출 알고리즘

(Thee contour extraction algorithm of the moving Object using the
CCD camera)

임 청*, 김 용 득**

(Cheong Lim and Yong-Deak Kim)

요 약

영상을 이용한 이동체의 확인과 추출은 용이하지 않다. 어떠한 이동체인지, 어떠한 주위환경인가에 따라 그 추출방식이 다양하고 특수화 될 수밖에 없기 때문에 좀 더 환경적 요소의 영향을 적게 받을 수 있는 방법이 요구 되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 CCD 카메라의 촬영방식인 인터레이스 방식의 원리와 CCD의 노출 시간 동안 이동한 이동체 영상의 특징등을 이용 촬영된 동영상중 이동체가 발견된 한 장의 정지영상에서 이동체를 추출할 수 있는 이동체 추출 알고리즘을 제안한다.

Abstract

It is not easy to find and extract a moving object from its background. The extraction method is specific as what it is and how its environment is. So recently the more general method which is less affected by its environmental elements is required. So, In this paper we report on the moving object extraction algorithm using the features of the interlaced-image-capturing method which is adopted in the CCD Camera, an afterimage for exposing time and the fact that an afterimage has same color level. Unlike much of existing algorithms it is use only one stationary picture to apply this algorithm

Keywords: CCD, 이동체, 궤적

I. 서 론

최근의 디지털 화상처리 기술은 시각 정보로부터 물체의 3차원 형상이나 크기, 혹은 그들의 위치 관계를 구하는 3차원 세계의 이해와 이동하는 물체를 발견 움직임의 패턴을 구하는 동화상 처리가 연구의 중심이 되어 있다. 연속된 화상으로부터 이상 화상을 판별한다는 것은 배경으로부터 물체를 분리하는 동적 화상 분할을 의미한다.

동적 화상이란 움직이는 물체를 포함하는 연속 화상을 말하는데 화상에서 물체의 움직임 정보는 화상 분할을 위한 중요한 정보가 될 수 있다. 동적 화상은 일정한

시간 간격을 갖는 정지 화상의 연속으로 해석할 수 있는데, 동적 화상에 대한 목표는 물체를 배경으로부터 분리시키거나 움직이는 물체의 이동 경로를 추적하는데 있다. 동적 화상에서 이동 물체를 분리하는 방법에는 크게 특징 기반 방법(feature-based method)과 화소 기반 방법(pixel-based method)으로 구분 지을 수 있다.

특징 기반 방법은 입력 화상에서 특징 영역에서 움직인 물체를 분리하는 방법으로 먼저 각 화상의 특징을 추출한 후 특징의 대응 관계를 조사하여 특징의 대응 관계를 조사하여 특징의 존재 유무에 따라서 이동 물체를 추출한다. 이때 특징에 해당하는 것은 윤곽 좌표, 물체의 표적, 물체의 이동 범위, 물체의 색, 농도등이 될 수 있다.

화소 기반 방법은 화상의 각 화소들을 대상으로 하는 방법으로 형판 비교(template matching)방법, 차영상(difference picture)을 이용한 방법 등이 있다. 형판 비교 방법은 틀을 이용하여 화상간의 유사성을 측정함으

* 정회원, 삼성 탈레스
(Samsung Thales)

** 정회원, 아주대학교
(Ajou University)

접수일자: 2003년12월27일, 수정완료일: 2005년3월9일

로써 유사성이 최대가 되는 위치를 찾아 움직인 물체를 분리해내는 방법이다. 차영상을 이용한 방법으로는 두 화상의 차를 구하여 2진 화상화한 다음 영역 사이의 관계를 이용하거나 차 화상내의 영역의 일부가 물체의 영역에 속해있다는 사실을 근거로 하여 움직이는 물체를 분리해 내는 방법이다.

하지만 특정 기반 방법의 경우 적용 대상이 범용적이지 못하며 연산 과정이 복잡하다는 단점이 있으며 화소 기반 방법의 경우 기준 영상과 비교영상 사이에 조도와 같은 미세한 차이 때문에 그 방법의 적용이 쉽지가 않다는 단점이 있다.

본 연구에서는 인터레이스 방식의 촬영방식의 이동 물체 영상의 특징을 이용하여 이동 물체가 촬영된 한 장의 정지영상 내에서 이동물체를 추출하며 가능한 한 모든 환경에서 적용될 수 있고 영상의 처리 단계를 단순화하여 그에 따른 처리 시간을 최소화한 방법을 제안하였다.

II. 본 론

1. Interlace 방식의 CCD 카메라의 영상

그림 1은 인터레이스 방식의 CCD 카메라로 촬영된 동영상중 빠른 속도로 원운동하는 흰색 공모양의 이동체가 보이는 한 프레임의 정지영상이다. 그림 2는 이 정지영상의 화소의 짝수행 화소들의 집합영상이고 그림 3은 홀수행 화소들의 집합영상이다. 즉 인터레이스 방식 CCD 카메라는 하나의 정지영상을 구성하기 위해 먼저 짝수행 화소를 스캔하여 짝수행 영상을 만들고 이어

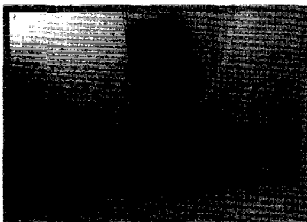


그림 1. 정지영상
Fig. 1. A stationary frame.

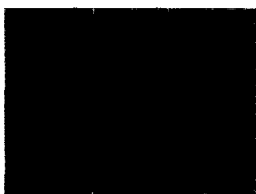


그림 2. 짝수행 영상
Fig. 2. A even field.

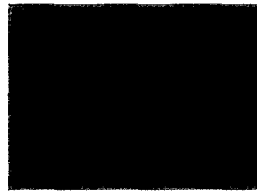


그림 3. 홀수행 영상
Fig. 3. An Odd field.

홀수행 화소들을 스캔하여 홀수행 영상을 만들어낸다, 그런 다음 이렇게 형성된 짝수행 영상과 홀수행 영상을 합성하여 그림 1과 같은 정지 영상을 만들어내는 원리이다.

그림 4는 짝수행 영상의 확대영상으로서 256 그레이 칼라에서 홀수행 영상부분은 모두 검정색으로 표시된다 이와 같이 홀수행 영상의 경우도 짝수행 영상 부분은 검정색으로 표시된다. 그림 5는 정지영상의 확대 부분으로 짝수행 영상과 홀수행영상이 합쳐진 정지영상의 확대부분이다, 이 영상의 특징은 짝수행 영상의 이동체의 궤적이 보이는 부분의 홀수행 부분은 홀수행 영상의 배경이 들어가 있고 반대로 홀수행 영상의 이동체 궤적이 보이는 부분의 홀수행 부분은 짝수행 영상의 배경이



그림 4. 확대된 짝수행 영상
Fig. 4. An enlarged even field.

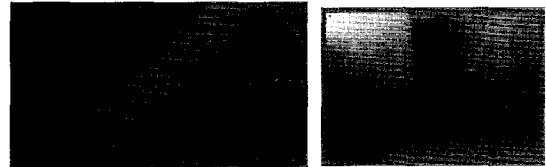


그림 5. 확대된 정지 영상
Fig. 5. An enlarged stationary frame.



그림 6. 도로에서 촬영된 확대된 샘플 영상
Fig. 6. An enlarged sample frame in a road.

이동 물체 정지 배경

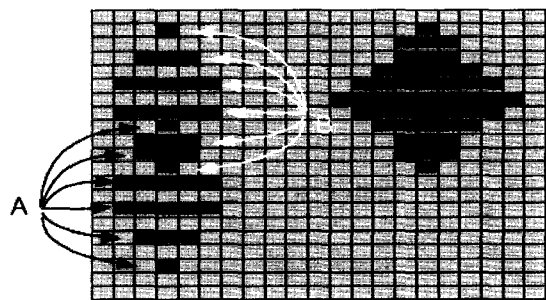


그림 7. 이동 물체 궤적 영상의 특징
Fig. 7. The feature of a mobile body in a CCD frame.

들어와 있다는 사실이다.

인터레이스 방식의 CCD 카메라에 촬영된 이동물체의 궤적 영상은 앞에서 설명된 원리에 따라 그림 7과 같이 정지 배경의 경우는 열방향으로 연속적으로 비슷한 레벨의 색상이 나타나게 되나 이동 물체의 경우 짝수행 영상의 이동물체 부분영상 A의 열방향 인접 화소들에는 B의 이동물체 부분 영상을 갖는 홀수행 영상의 정지 배경의 화소들이 놓이게 되어 인접 화소간 색상의 레벨차를 크게 갖게 되는 것이다. 즉 열방향 인접 화소의 레벨차가 연속적으로 일정이상 크다면 이동 물체의 부분 영상일 확률이 높은 것이라 판단할 수 있다.

이러한 영상의 특징은 인터레이스 방식의 촬영 방식을 쓰기 때문에 나타나는 현상이라 하겠다. 프로그레시브 촬영 방식의 CCD 카메라를 사용하게 될 경우 이동물체나 정지된 배경이나 모두 그림 7의 정지 배경처럼 영상에 나타나게 된다.

2. 이동 물체 추출 방식의 제안

기존의 여러 알고리즘들은 두장의 영상(배경 영상과 비교영상)이 필요했으며 정확한 이동 물체 추출을 위해 복잡한 연산을 수행하며 이에 따라 영상 처리 속도에서 많은 문제점을 갖고 있다. 게다가 각각의 알고리즘은 제한된 환경에서 적용된다. 이에 본 연구에서는 이러한 것이다. 그림 11은 이동 물체 추출을 위한 순서도 단점을 보완하는 이동 물체 추출 방법을 제안하이다.

인터레이스 방식의 영상 획득은 인터레이스 방식의 카메라에서 얻은 이미지 이거나 프로그레시브 방식의 이미지의 경우 배경영상에서 짝수행 field를 삭제한 영상과 이동체를 포함한 대상 영상에서 홀수행 field를 삭제한 두 영상을 합하여 인터레이스 방식의 이미지를 얻

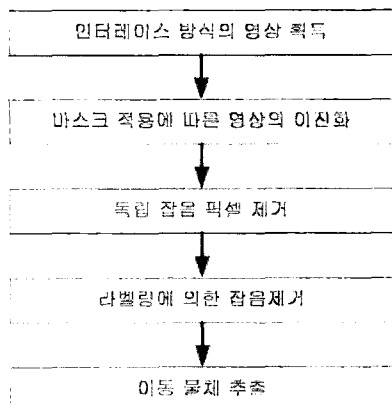


그림 8. 알고리즘 적용을 위한 순서도
Fig. 8. The flowchart to apply the proposed algorithm.

을 수 있다.

앞에 설명된 이동 물체 화상 데이터의 특징에 따라 그림 7과 같은 형태의 화상 영역을 이동 물체의 영상이라 추정한다. 이러한 형태의 영상만을 추출 영상의 이진화시 255(white)값이 되도록 한다.

이때 256 레벨의 Gray 칼라의 정지 영상에 그림 9에 나타난 마스크를 정지 영상 전체 화소에 대해 그림 10의 이진화 순서도에 따라 테스트 후 그림 9의 마스크 처리후 이진화 영상을 만들어 낸다. 이때 테스트 영상의 배경은 모두 사라져 0(black)의 레벨을, 이동물체는 255(white)의 레벨값을 갖게 된다. 한 화소의 테스트는

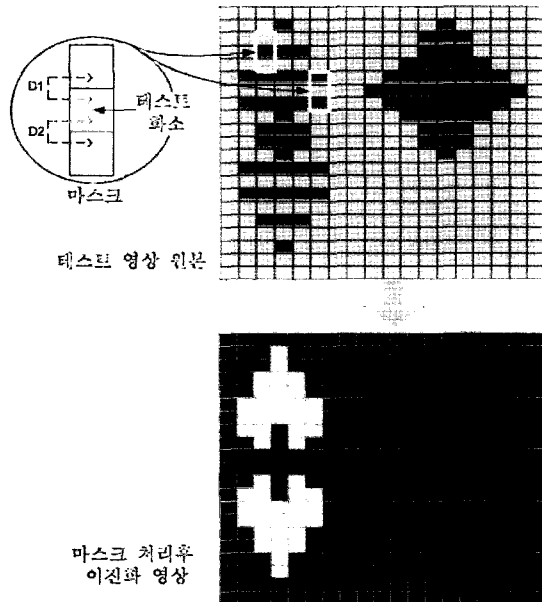


그림 9. 마스크 처리와 이진화
Fig. 9. Masking process and a binary frame.

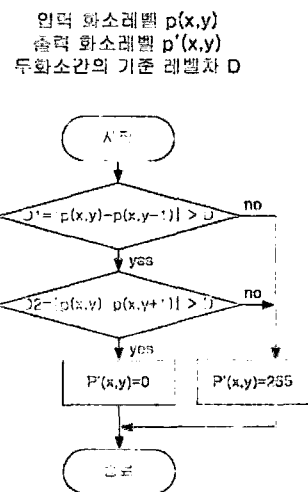


그림 10. 마스크 처리를 위한 순서도
Fig. 10. The flowchart for masking process.

해당 화소의 y축 방향바로 윗화소, 바로 아래화소간에 레벨차가 모두 기준 화소 레벨차(D) 보다 크다면 해당 화소는 이동 물체의 화소로 간주 되어 지는 것이다

그림 11의 영상은 마스크 적용 시 기준 레벨차를 12로 적용한 경우이다. 그림에서 보면 이진화후 자동차의 영상과 차량의 그림자 그리고 약간의 차선 영상만 남아 있을뿐 거의 모든 배경영상은 나타나지 않음을 알 수 있다. 여기서 기준 레벨차를 높게 되면 더 많은 잡음을 제거 할 수 있지만 동시에 이동 물체의 화소 정보 또한 유실 될 수 있다, 그와 반대로 기준 레벨차를 낮추게 되면 더 많은 이동 물체 화소 정보를 얻을 수 있지만 그만큼의 잡음 화소도 많아진다. 이렇게 한번의 처리만으로도 대부분의 이동 물체 영상 추출이 이루어졌다. 여기서 사용된 마스크는 화상데이터의 특징에 따라 다양하게 적용할 수 있을 것이다. 좀 더 정확한 화상 추출을 위해 열십자(+) 형식의 마스크의 적용은 좀 더 정확한 결과를 도출 할 수 있을 것이다.

레벨차를 이용한 마스크 처리 후 만들어진 1차 영상은 대부분의 이동 물체 영상을 갖고 있지만 아직 제거 되지 않은 노이즈가 포함되어 있다. 이 노이즈의 특징은 첫째 이동 물체의 이진 영상처럼 일정 크기의 백색 화소군을 형성하지 못하고 화소군이 아주 적거나 독립 화소인 경우가 많다는 것이다. 따라서 마스크 처리 후 1차 영상에 독립 백색 화소를 제거 하고 라벨링 시 면적이 적은 화소군에 대해서 삭제 처리를 하게 된다.

그림 12의 좌측 영상은 그림 11의 1차 처리 영상에서 독립 백색 화소를 제거한 결과이다. 독립 픽셀 제거는



그림 11. 이진화 적용후 결과 영상
Fig. 11 The result frame after the masking process.

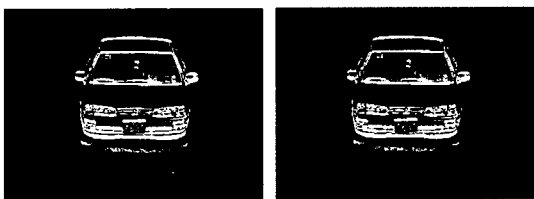


그림 12. 독립화소제거와 라벨링 처리
Fig. 12. Single pixel deletion and labeling process.

영상의 전체 화소에 대하여 테스트 화소가 255(white)이고 인접 화소들이 모두 0(black)인 경우 테스트 화소를 0(black)인 화소로 만든다, 이의 결과로 배경인 차선 노이즈와 기타 독립 백색 화소가 제거 되었다, 그림 12의 우측 영상은 독립픽셀이 제거된 영상에 라벨링 처리를 하여 아직 남아 있는 작은 면적의 노이즈를 제거하기 위한 것이며 라벨링 처리후 라벨수 5이하의 화소들을 삭제하여 완벽한 이동물체만의 영상(차량과 그림자)을 추출하게 되었다. 추출된 영상에는 이동체인 차량과 이동된 그림자 영상만이 추출되었음을 볼 수 있다

III. 실험

그림 13은 실험을 위해 제작된 프로그램이며 본 알고리즘에 적용된 이미지 처리와 연산 속도, 좌표 측정의 기능이 구현된 윈도우 프로그램이다.

실험 대상은 2가지 환경에서 반복 실험 되었다. 첫째 환경은 형광등 조명아래의 실내 환경에서 고속 원 운동하는 공의 궤적 추출 실험, 둘째 환경은 일반 도로상에서 차량 추출 실험이다.

형광등 조명 아래에서의 실험은 실제 수십 헤르쯔로 깜빡거리는 조명 아래에서 촬영 순간의 광도 및 배경의 복잡도에서 실험의 대상이 되었다.

이동체는 약 15m/s로 고속 원운동하는 이동체이며 이동체 실제 이동 궤적비 추출 궤적의 95%이상 추출이 98%가능 하였다. 본 실험을 차영상을 이용한 알고리즘을 적용했을 경우 형광등이 영상에 미친 순간적인 광도 차이와 고속 운동으로 인해 이동체 영상의 색상 레벨이 낮기 때문에 배경영상과 대상 영상 간에 차연산이 어려워 이동체 추출이 90%이상 추출 성공률이 5%미만을 보였다.

두 번째 실험 대상은 이동체 추출 알고리즘이 가장 많이 적용되는 일반 도로상에 움직이는 차량 추출 실험

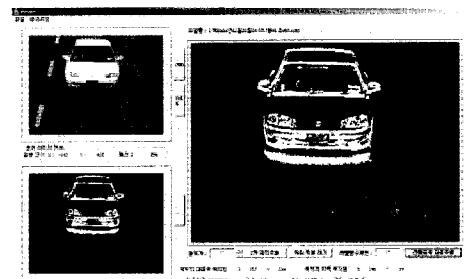


그림 13. 실험을 위해 제작된 프로그램
Fig. 13. The Program for test.

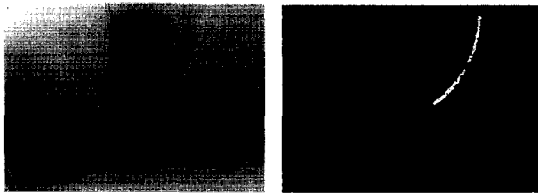


그림 14. 실내 형광등 조명 하에서의 이동체 추출
Fig. 14. An Experiment under fluorescent lighting.

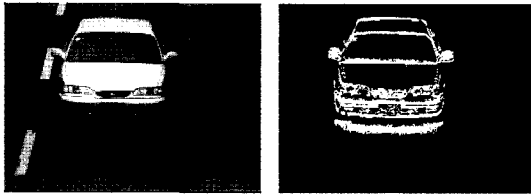


그림 15. 일반 도로 상에서의 이동체 추출
Fig. 15. An Experiment on the road.

이었다.

일반 도로상의 실험 또한 실제 이동체 추출과정의 95% 이상 추출이 93.2%의 이동체 추출 실험 결과를 볼 수 있었다. 이 실험 또한 차영상을 적용했을 경우 이동체 추출은 가능하였으나 여러 번의 전처리 과정과 후처리 과정을 거침으로 해서 약 2.5배 이상의 연산량의 증가를 볼 수 있었다.

두 환경에서의 여러 번의 실험을 통해 이동체 추출에 가장 많이 적용되는 차연산 알고리즘과 본 논문이 제시한 알고리즘의 비교 분석을 할 수가 있었다. 차연산 알고리즘의 경우 이동체 추출에 있어 배경 환경에 따른 전처리 과정과 후처리 과정이 달라 일정한 연산량과 연산 속도 측정이 불가능 하였으며 배경 영상과 대상 영상간 촬영순간의 광도 차로 인해 알고리즘 적용이 쉽지가 않았다. 하지만 본 논문이 제시한 알고리즘은 어떠한 환경에서도 똑같은 처리과정과 연산량을 보임과 동시에 연산량 감소로 결과값 추출 시까지의 빠른 데이터 처리 속도를 볼 수 있었으며 대부분의 환경에서 이동체 추출이 가능하였다.

이동체가 영상에 미치는 특징을 파악 이미지에 적용해야 할 이미지 처리과정을 최소화 하였다. 이미지 처리 과정이 많고 복잡해질수록 연산 처리 시간이 길어지며 적용 범위가 줄어들게 된다. 마스크 처리 한번으로 이동체 추출은 90%이상의 과정이 진행되며 이후는 미세한 잡음 처리만이 이루어져 이동체의 빠르고 정확한 추출을 할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 어떠한 환경에서도 범용적으로 적용할 수 있는 이동체 추출 방안을 제안 실험을 통해 그 실효성을 검증하였다.

본 연구의 특징은 첫째, 한 프레임의 정지 영상을 가지고 알고리즘을 적용한다는 것이다. 차영상을 이용하는 경우 배경영상과 비교영상의 두 정지 영상이 기본적으로 있어야 알고리즘을 적용할 수 있었다. 둘째, 기존의 알고리즘들이 영상 획득 단계보다는 알고리즘 적용 단계에 초점을 맞춘 반면 본 연구에서는 영상 획득 단계에 초점이 맞춰졌다는 것이다. 알고리즘이 적용될 정지 영상은 먼저 CCD 홀수줄의 촬영이 이루어지고 약간의 시간차를 두고 CCD 짝수 줄의 촬영이 이루어져 이들의 합성으로 만들어지는 것이다. 알고리즘은 이런 촬영 방식 때문에 발생하는 특징을 이용한 것이다. 또한 이런 촬영 방식은 현재 상용으로 제품화된 대부분의 CCD 카메라가 적용하는 방식이다.

셋째, 이동체 추출을 위한 범용적인 적용이 가능하다는 것이다, 대부분의 화상 시스템들이 범위 및 물체가 다양하기 때문에 범용적인 구성이 어렵고 따라서 현재까지의 대부분의 시스템들이 분야를 한정 시킨 후 그 특성에 맞는 알고리즘을 개발하여 적용하는 형태를 지니고 있었다. 하지만 본 연구에서는 실제 화상 처리에 초점을 맞추지 않고 촬영 방식에 연구의 초점이 맞춰져 실험을 통해 그 적용범위의 범용성을 확인할 수 있었다.

이러한 제안된 방안의 특징들은 화상 처리 시스템이 갖춰야 할 적은 데이터 처리량, 정확도, 재현성 그리고 많은 적용 범위 등의 항목들에서 기존 알고리즘 보다 우수한 성능을 보인다.

하지만 본 방안을 적용 시 장시간에 거쳐 미세하게 이동하는 물체의 경우 추출이 어렵다는 단점을 갖고 있으며 이동체의 속도에 따라 영상 획득 시 영상에 미치는 외부 조건(CCD 노출 시간, 짝수행 및 홀수행 프레임 촬영 간의 시간차 등)의 조절이 따른다는 단점이 있다. 따라서 이에 대한 좀 더 체계적인 연구와 주 알고리즘 적용후의 후처리에 대한 연구가 앞으로 더 이루어져야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[1] D. P. Huttenlocher, G. A. Klanderman, and W. J. Rucklidge, " Comparing Images Using the

- Hausdorff Distance," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 5, pp. 850-863, 1993.
- [2] S. H. Chang, F. H. Cheng, W. H. Hsu, and G. Z. Wu. "Fast Algorithm for Point Pattern Matching: Invariant to Translations, Rotations and Scale Changes," Pattern Recognition, vol. 30, no. 3, pp. 311-320, 1997.
- [3] A. Meijster, J. B. T. M. Roerdink, and W. H. Hesselink, "A General Algorithm for Computing Distance Transforms in Linear Time," *Mathematical Morphology and Its Applications to Image and Signal Processing*, pp. 331-340, 2000.
- [4] ALin Hong, Yifei Wan, and Anil Jain, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, pp. 777-789, 1998

 저 자 소 개



임 청(정회원)
 2002년 아주대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 2004년 아주대학교 전자공학과
 석사 졸업.
 <주관심분야 : 컴퓨터, 영상처리,
 네트워크>



김 용 득(정회원)
 1971년 연세대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1973년 연세대학교 전자공학과
 석사 졸업.
 1978년 연세대학교 전자공학과
 박사 졸업.
 <주관심분야 : 컴퓨터, 멀티미디어, 네트워크>