

철도에서 화상처리기술에 관한 고찰

조봉관
한국철도기술연구원

A study of image processing technology in railway

B. K. Cho
KRII

Abstract - 80 ~ 90% of information that human masters from outside are image information which depend on sight. So, in case machine takes the place of human's function, role of image processing is very important. However, because human's sight function is formed through evolution and studying for a long time, substituting it for computer attend with unexpected difficulty. In railroad, there are many field which the application of automation system is expected by using computer instead of safety watch that depend on usual human sight, macrography. But, there are many research field and conditions in the railroad when various outside conditions are considered, comparing with another field. This study analyses the recent image processing technology and reviews the task of image processing technology and its direction.

1. 서 론

인간이 외부로부터 습득하는 정보의 80~90%는 시각에 의존하는 화상정보이다. 따라서, 인간의 기능을 기계가 대신할 경우 화상처리의 역할이 중요하다. 그러나, 인간의 시각기능은 오랜 진화와 학습을 통해 형성된 기능으로 이를 컴퓨터를 이용해서 대행하는 것은 예상외의 어려움이 수반된다. 철도에서도 종래의 인간 시각에 의존한 안전 감시, 육안 검사를 대신해서 컴퓨터를 이용한 화상처리를 활용하여 인간을 대신하는 자동화시스템의 활용을 기대하는 분야는 많다. 그러나, 철도에서는 실외의 다양한 환경조건에 대응하는 등 다른 분야와 비교해서 검토분야 및 조건이 많다. 본 연구에서는 최근의 화상처리기술을 분석하고 철도에서 화상처리기술의 과제 및 향후 화상처리기술의 방향에 대해 고찰하였다.

2. 본 론

2.1 철도에서 화상처리기술의 과제

최근 철도에서는 인간에 의한 감시에서 기계를 사용한 자동 감시로, 그리고, 정기검사방식에서 상태감시방식으로 이행을 도모하고 있다. 인간의 시각대신에 표 1에서 표시하는 특징을 가진 화상센서의 역할이 중요하며 화상처리기술의 활용이 기대된다. 다음에서 철도화상의 특징, 구체적인 응용시스템 및 철도고유의 과제에 관해서 고찰한다.

2.1.1 철도에서 화상시스템의 특징

철도에서 화상시스템의 최대 특징은 조명조건이 불안정한 실외화상을 취급한다는 점과 대상이 고속으로 이동하는 경우가 많다는 점이다.

표 1 화상센서의 특징

장 점	단 점
비접촉으로 대상을 검사할 수 있다.	패턴인식이 필요하고 계산처리가 어렵다.
다양한 대상에 범용적으로 대응할 수 있다.	정보데이터의 용량이 방대하다.
언어인 정보를 직감적으로 파악할 수 있다.	해상도에 한계가 있고 고정도를 기대하기 어렵다.

조명조건뿐만 아니라 철도응용시스템은 실외 선로변에 설치되어 열차통과에 따른 진동과 충격을 받기 때문에 카메라의 위치와 광축 등의 정밀한 위치를 엄밀히 유지하는 것이 어렵다. 이는 광학계에서 중대한 문제이며 위치에 관한 정규화 처리와 변동의 영향을 받기 어려움으로 버스트한 화상처리알고리즘을 검토할 필요가 있다.

더욱이, 철도에서 검토와 감시의 대상이 되는 것은 차량과 궤도 등 장대한 것이 많고 이것을 효율적으로 촬영하기 위해서는 상대적으로 이동하면서 촬영하는 경우가 많다. 특히, 100~200km/h 영업운전속도의 고속촬영을 하기 위해서는 고속전자 셔터카메라의 사용과 카메라의 진동 및 충격을 완화시킬 수 있는 검토가 필요하다.

2.1.2 설비검사시스템과 안전감시시스템

철도에서 주요 화상기술 응용분야는 표 2와 같다. 크게 나누면 설비검사에 관한 것과 안전감시에 관한 것으로 구분할 수 있다.

표 2 철도에서 화상기술 응용분야

분류	응용분야	주요 응용시스템	
설비 검사	차량설비검사	차량마찰검사, 제륜자마찰검사, 습판마찰검사	
	지상 설비	궤도설비검사	레일이음매검사, 궤도간격검사
		전차선설비검사	가선마찰검사, 전력설비 화상DB
		기타	터널벽면검사, 한계지장검사
안전 감시	승객 안전감시	플랫폼 안전감시, 건널목안전감시	
	열차운행 안전감시	터널내 열차화재감시, 주행열차 판토품감시	
	재해용 안전감시	사면방재감시, 적설감시	
	사고복구용 화상전송	철도사고현장의 동영상 전송	
기타	인식·식별기술 응용	열차번호인식, 차량번호인식, 차량종별인식	
	자동화시스템 응용	침묵관제, 작업로봇 시각	
	화상생성기술 응용	CG에 의한 터미널차량설계 평가	

설비검사는 정형적인 것이 많고 화상에 의한 검사시스템이 비교적 개발하기 쉽다. 차량관계의 화상계측시스템으로는 제동제륜자의 검사, 차량형상검사, 판도그래프의 습판검사 등 마찰부품의 화상계측시스템 개발이 진행되고 있다.

케도관계에서는 레일이음매 유격검사와 레일노면 형상검사를 위한 화상검사시스템의 개발이 진행되고 있다.

또한, 가선주변설비에 대해서는 화상데이터베이스의 구축이 추진되고 있으며, 더욱이 터널벽면관리에 연속주사화상을 이용한 설비관리시스템이 실용화되고 있다.

화상에 의한 안전감시의 간단한 방식은 전송된 현장화상을 인간이 원격 감시하는 시스템이다. 이 경우 데이터량이 크기 때문에 종래에는 전용의 전송로가 필요하였지만 최근에는 인터넷을 이용하여 용이하게 전송할 수 있게 되었다. 더욱이 판정처리를 자동적으로 실시하는 것이 바람직하며 이 경우 이상패턴이 비정형적인 것이 많으며 또한, 실시간 응답이 요구되기 때문에 기술적인 과제가 많다. 스테레오 화상방식 등을 활용하여 건물목의 안전감시와 역플랫홈의 승객추락감시 등의 개발이 진행되고 있다.

2.1.3 철도고유의 중점 연구항목

향후, 철도환경에 적합한 화상시스템을 구현하기 위해서는 철도고유의 조건에 대한 충분한 대응이 필요하다. 그러한 의미에서 다음과 같은 3가지 철도 고유의 과제를 검토하였다.

① 실외 환경 대응

철도에서 화상응용 최대 과제는 실외환경조건에 관한 것이다. 불안정한 실외의 해명조건에 대한 대책으로 2가지 대응이 고려되어진다. 하나는 직사광선을 피하기 위해 차폐판을 설치하고 인공적으로 조명하는 등 조명조건을 제어하는 방법이다.

다른 대응책으로는 화상을 처리하는 단계에서 조명정규화 등 소프트웨어 처리에 의해 대응하는 방법이 있다. 또한, 시스템 설계를 위해서 철도 선로변 환경에서 각종 데이터 수집과 분석도 중요한 과제이다.

② 선로 비전

철도에서 화상정보의 대표적인 것으로는 열차의 선두에서 본 선로화상이다. 선로화상을 해석하여 선로를 기준으로 하는 3차원 공간 인식을 실시하는 문제를 선로비전이라 부르며 이는 열차의 전방감시 등을 고려할 경우에 가장 기본이 되는 기능이다.

선로비전의 기본 접근방법은 화상내의 레일을 추출하고 이를 기본으로 선로공간을 판별한다. 더욱이 모델기반의 방법을 도입하여 선로공간의 이미지정보를 미리 데이터로서 준비하고 이를 활용하는 방법도 향후의 과제이다.

③ 연속 주사 화상

장대설비에 대한 이동촬영이라는 철도고유의 과제에 대해 철도고유의 연속주사 화상방식의 개발이 진행되고 있다. 종래의 NTSC 화상에서는 해상도가 500 × 500정도이며 해상도가 불충분하며 선로와 차량과 같이 장대한 설비를 대상으로 할 경우 취급상의 곤란한 부분이 발생한다.

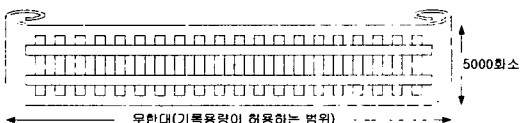


그림 1 연속주사화상의 화상형식

그림 1과 같이 연속주사 화상에서는 이러한 문제를 해소하고 해상도 측면에서도 라인주사방향으로 1,000~10,000 화소/라인 정도의 해상도를 얻을 수 있어 긴 방향으로는 임의의 길이와 해상도를 실현할 수 있다.

2.2 화상기술의 새로운 추세

최근 과학기술의 진보는 급격하며 특히 정보기술에 관한 진보는 괄목할 만 하다. 화상기술에 관해서도 다음과 같이 여러 가지 진전이 있었다.

2.2.1 화상개념의 확대

최근에는 인간의 시각기능을 모의하는 발상에서 한 걸음 나아가 인공적인 시각시스템의 독특한 센서기능에 의해 3차원 환경을 인식하려는 시도가 진행되고 있다. 지금까지의 인공적인 시각시스템에서는 스테레오화상과 음영 구배에 근거하여 대상의 3차원 형상과 위치를 구하려는 목적이었다. 그러나, 여기에는 한계가 있으며 특히, 로봇틱스의 세계에서는 2차원 화상에 의한 환경이해의 한계를 없애기 위하여 레이저나 초음파 등을 이용한 3차원 거리센서를 활용하고 주변공간의 3차원 거리화상을 작성, 이용하려는 움직임이 있다.

더욱이, 가시광선에 의한 화상정보에 적외선이나 자외선의 파장을 더한 멀티밴드 정보를 시작으로 센서에 의해 계측된 물체표면의 물리화학적 상태의 분포정보를 활용함으로써 인간의 시각기능을 초월하는 새로운 환경 인식 시스템의 실현도 기대된다. 그러나, 이 경우에도 기본적으로는 공간적 데이터 배열의 신호처리나 패턴인식의 문제로서 화상처리와 공통의 기술기반을 가진다. 이와 같이 장래의 화상처리분야는 인간의 시각시스템에 가까워지기 위한 방향과 인간의 시각기능을 초월하는 인공적인 눈으로서 독자적인 발전을 추구하는 방향으로 2가지 방향으로 나아갈 수 있을 것이다.

2.2.2 모델 기반의 화상 인식

인간이 화상정보에 대해 고도의 인식능력을 발휘할 수 있는 것은 실제로 긴 세월이 걸쳐 두뇌내부에 구축한 대상 세계의 모델을 이용하고 있기 때문이다. 따라서, 컴퓨터에 의한 화상인식에 관해서도 고도의 인식을 실현하기 위해서는 적절히 대상세계의 모델링을 이용할 필요가 있다.

최근, 2차원 화상에서 3차원 공간으로 모델을 추정하는 컴퓨터 비전과 컴퓨터 그래픽과의 상호 교류가 활발히 진행되고 있으며 실사화상을 이용하여 사실성(reality)이 높은 표현을 구현하는 IBR기법의 개발이 진행되고 있다.

특히, IBR(Image Based Rendering)기법의 경우, 여러 시점의 2차원 입력 영상을 이용하여 3차원 공간의 임의의 시점에서 본 영상을 생성하는 기술로 영상을 입력자료로 사용하기 때문에 영상의 복잡도와 무관하며 새로운 시점의 영상을 실시간으로 생성할 수 있는 특징이 있다. 즉, 영상정보추출 및 픽셀 재투사의 비전기술과 영상정보를 사용하여 출력영상을 생성하는 그래픽 기술이 모두 적용되고 있다.

화상인식기술에서도 3차원 공간에 관한 모델과 지식을 가진 경우에는 이를 이용하여 고도의 인식 실현이 기대된다.

화상인식에 이용하는 대상공간에 관한 모델과 지식은 설계자가 미리 부여할 필요가 있으며 장래에는 인간이 경험적으로 시각인식능력을 학습할 수 있는 것과 같이 시스템자체가 모델이나 지식을 학습적으로 획득할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

2.2.3 유비쿼터스 시각시스템

최근 유동인구가 많은 거리에서 다수의 비디오 카메라가 설치되어 센터에서 일괄 감시하는 방법시스템이 효과를 보이고 있다. 이밖에도 휴대전화에 카메라 기능을 첨

부하여 어디에서든지 정지영상을 촬영하고 상대방에게 전송하는 등 공간의 제약을 초월하여 화상정보를 활용하는 시스템이 보급되어 있다.

이러한 배경에는 CCD가 보급되고 고기능의 카메라를 저가로 이용할 수 있다는 점과 어디에서든 광대역 정보 네트워크와 접속 가능한 유비쿼터스 환경이 정비되어 있다. 일상적인 생활 환경내에서 다수의 카메라가 설치되어 네트워크를 통해서 이들을 활용함으로써 종래에는 상상할 수 없는 새로운 시각 기능을 실현할 수 있는 가능성이 생겨나게 되었다.

예를 들어 각각의 실내에 설치된 카메라군 영상으로부터 합성하고 임의의 실내상황을 감시할 수 있는 벽면 투시시스템 경로상의 카메라군을 활용한 이동체 추적시스템, 자신을 둘러싼 복수의 카메라로부터 화상을 통합하고 외부로부터 본 자신을 관찰하고 행동을 제어하는 객관적인 시각시스템 등 지금까지 존재하지 않은 시각기능의 실현 가능하게 되었다. 단, 어디에도 카메라가 존재하고 화상정보를 자유롭게 이용할 수 있는 환경에서는 각 개인의 프라이버시 문제가 중요한 과제로 대두되고 있다.

3. 결 론

화상처리 응용시스템은 커다란 실용화 요구와 주변기술의 발전에 힘입어 향후에도 급격한 발전이 예상된다. 이와 같은 상황에서 철도에서도 화상기술의 응용에 관한 검토도 본격화되고 실제 현장에서 실용적으로 제공되는 것도 증가되어 왔다. 철도에서 화상기술응용은 가능성의 검토시기에서 실용화되는 시기로 접어들었다. 단, 철도에서는 안전에 관한 이용이 중심이 되기 때문에 실용화하기 위해서는 사용실적을 축적하고 개선을 거듭함으로써 단계적으로 발전시키는 것이 바람직하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 笹間, “철도에서 화상기술 응용”, 일본철도총연보고, Vol.7, No.11, p1-8, 1993.11.
- [2] 太田, “스테레오 화상처리를 이용한 건널목장해물 검지장치”, 일본철도총연보고, Vol.17, No.6, p11-15, 2003.6.