

# 다기능 영상분할기 개발에 관한 연구\*

조덕상<sup>1</sup> · 노광현<sup>1</sup> · 한민홍<sup>1</sup> · 이재일<sup>2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 산업공학과 / <sup>2</sup>(주)칠성엔지니어링

## Development of Multi-Function Image Splitter

Duk-Sang Cho<sup>1</sup> · Kwang-Hyun Rho<sup>1</sup> · Min-Hong Han<sup>1</sup> · Jae-Il Lee<sup>2</sup>

This paper describes the development of low cost, miniaturized multi-function image splitter for an unmanned guard system. The essential equipments of an image splitter system consist of a video system which displays in one screen images inputted by several cameras, a frame switcher which records each image sequentially in VTR, and TBC(Time Base Control) system which prevents image flickering during image switching.

Currently, the price of similar system on the market is high, system management and repair are difficult, and bulky space is required. Furthermore, since currently available frame switcher can record only 30frame/sec, if eight cameras are installed, each camera image is recorded at the low speed of 3.75frame/sec, and consequently skip some images which may be vital for legal evidence.

In this research, we have solved the problem of low speed recording by recording the video screen of splitted images at 30frame/sec and zooming each image when play back.

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 필요성

영상분할기(image splitter)는 여러 대의 카메라로부터 입력되는 영상을 축소하여 한 대의 모니터 화면에 리얼타임으로 동시에 보여주는 영상처리기기이다. 적용분야로는 인건비 상승 및 기업 보안의 강화를 위해 대규모 빌딩 및 상점의 방범, 방재 시스템으로 널리 사용되고 있으며, 공장에서는 작업자가 근접하여 관리 및 감시하기 어렵거나 위험한 장소(제철소, 생산라인 등)를 원격 관리하는 데 사용되고 있다. 최근에는 그 영역이 점차로 확장되어 아파트와 같은 공동 주거지역에서 기존의 경비원 대신에 무인경비시스템, 무인출입통제시스템, 놀이터감시시스템 등을 장착하고 있는 추세이다. 또한 유치원을 비롯한 학원가 및 가정용 분야에서도 장착이 늘어나고 있는 추세이다. 공장에서도 단순한 원격감시기능을 넘어 카메라 회전(PAN/TILT), Time Lapse VTR 등과 같은 기기들과 하나의 통합

된 시스템으로 구성되어 원격제어 및 확인, 혹은 사고 발생 시 증거 녹화 용도로까지 사용되고 있다.

최근 개발되고 있는 '영상분할기' 중에는 그 수요가 적지만 영상 인식을 통해 사람의 움직임을 감지하여 자동적으로 경고를 발생시켜주는 첨단 기능을 내장하고 있는 것들도 있다.

해외의 경우 영상분할기의 가장 큰 시장인 미국에서는 자국의 경기 활성화로 인하여 본격적인 무인감시시스템 설치가 활발하게 이루어지고 있다. 기존에 사용되던 제품들이 다기능 컬러제품으로 교체되고 있으며, 새롭게 등장하고 있는 가정용 및 통신용 분야에서도 점차 영역이 넓어지고 있는 추세이다.

영상분할기는 아래 기능들의 포함 여부에 따라 여러 부류로 나누어진다.

- ① 출력영상의 컬러유무 : 흑백 혹은 컬러
- ② 화면분할기능 : 4분할/9분할/16분할
- ③ 동영상 정지 기능
- ④ TBC 기능
- ⑤ 자동순차화면절환(Auto-Sequence) 기능

\*본 연구는 (주)칠성엔지니어링의 연구비 지원에 의해서 수행되었음.

- ⑥ Play-Back 기능(VTR에 녹화된 영상을 재생하는 기능)
- ⑦ 외부 알람센서를 통한 경보 기능
- ⑧ 영상입력유무 판단 기능
- ⑨ motion detection 기능

국내 시장의 경우에는 흑백 대 컬러의 보급률이 2:8 정도의 비율을 보이고 있고, 미국 시장은 현재까지도 7:3 정도의 보급률을 보이고 있지만 이 비율이 급격히 달라지면서 컬러 분야의 시장 수요가 폭발적으로 증가되고 있는 실정이다.

이렇게 확장되어 가고 있는 시장에서 소비자들은 기존의 제품들이 가지고 있는 기능보다 더 다양한 요구, 고기능 제품을 요구하고 있어 해외 바이어가 국내에서 방법시스템을 조달하려는 시도가 계속되고 있다.

이러한 방법시스템은 기본적인 구성을 보면 <그림 1>과 같다

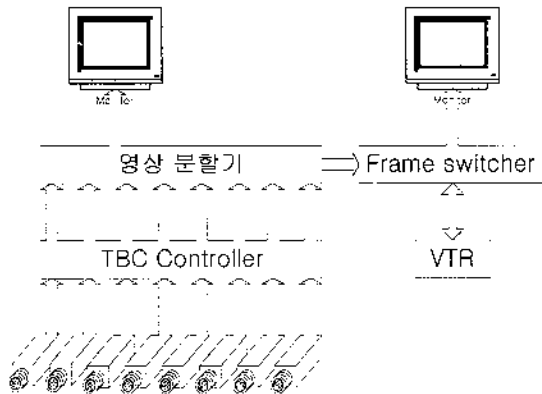


그림 1. 기존의 시스템 구성.

이 시스템은 여러 대의 카메라로부터 입력되는 다중 영상을 하나의 화면에 보여 주는 영상분할기, 각각의 카메라를 순차적으로 한 컷씩 비디오에 순서대로 저장해주는 영상 다중기록기(frame switcher), 여러 대의 카메라를 스위칭해서 보여줄 때 화면이 출렁거리는 현상을 방지하기 위해 각각의 카메라의 동기를 강제적으로 보상하는 TBC(Time Base Control)시스템으로 이루어진다(Constant and Turnbull, 1994).

이러한 구성을 하는 경우에는 시스템 가격이 고가가 되고, 많은 시스템으로 인한 유지, 보수가 어려워지고, 설치 공간을 많이 차지하는 문제점이 있었다.

또한 영상 다중기록기는 저장 및 재생 동작에서 30frame/sec으로 동작하게 되어 있다. 이 시스템에 8대의 카메라가 장착되어 있다고 가정하면, 각각의 카메라에서 순차적으로 한 컷씩의 장면을 모아서 저장하게 된다. 이로 인하여 카메라 한 대의 영상이 저장되는 시간은 3.75(30/8)frame/sec을 차지하게 된다. 이러한 저속도로 녹화하는 경우에는 법적 증거가 될 수 있는 결정적인 범행 현장을 포착하지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 영상의 해상도가 낮더라도 여러 영상을 동시에

30frame/sec으로 녹화하고 재생할 수 있는 기기가 필요한 것이다.

영상분할기의 개발에서는 입력 가능한 영상(텔레비전) 방식을 결정하는 것도 중요한 부분이다. 지원하는 영상방식에 따라 하드웨어의 구성에 차이가 발생하기 때문이다. 세계의 텔레비전 방식은 세 가지가 있다. 일본, 미국의 방식은 NTSC(컬러), EIA(흑백), 유럽은 PAL(컬러), SECAM(컬러), CCIR(흑백)을 채용하고 있다. 각각의 방식 중에서 가장 큰 차이점은 프레임상(像)수/초와 주사선수(走査線數)이다. 각 방식 중 컬러에 대한 방식을 <표 1>에 나타내었다(Andrew and Arch, 1997).

### 1.2 연구의 목표 및 범위

본 연구에서는 <그림 2>와 같이 하나의 시스템 내에서 방법시스템의 기본 기능을 모두 구현 할 수 있도록 시스템을 구성하는 것을 목표로 저가격, 소형화를 추구하였다. 이를 위해 기존의 시스템과는 다른 영상 다중기록기와 TBC 방식을 개발하였다. 또한 영상 확대시에 글씨가 영상과 함께 확대되지 않도록 글씨는 녹화시에 디지털데이터로 직접 녹화 및 인식하는 방법을 개발하였다.

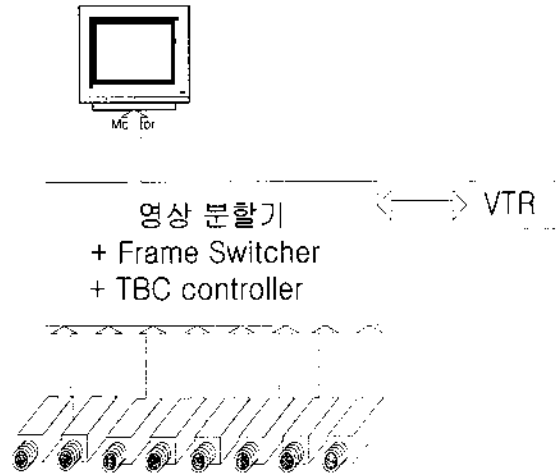


그림 2. 본 연구 시스템 구성.

### 1.3 시스템의 주요 사양

다수의 카메라에서 오는 영상을 화면상에 보여주는 다가능 영상분할기 시스템의 사양은 다음과 같다.

- 화면분할기능 : 하나의 화면에 4개의 카메라 영상을 보여주는 기능. 또한 카메라 1-4번과 5-8번의 8개의 카메라를 4개씩 분할하여 순차적으로 보여 주는 기능
- 순차화면질환기능 : 한번에 하나의 카메라 영상을 보여 주는 기능
- TBC 기능
- Frame Recorder기능 및 재생기능

표 1. 주파수의 주요방식

규격명	NTSC*	PAL**	SECAM***
주사선수	525본	625본	625본
전송 화상수	30대/초	25대/초	25대/초
필드 주파수	60Hz	50Hz	50Hz
비율주사	2:1	2:1	2:1
종횡비	3:4	3:4	3:4
영상 주파수 영역	4.2MHz	5.5MHz	5.5MHz
음성 주파수 영역	6MHz	7MHz	8MHz
주요 채용국	한국, 미국, 캐나다, 일본 등	영국을 중심으로 한 유럽 각국	프랑스, 구소련, 동유럽국가

\* NTSC(National Television System Committee)  
 \*\* PAL(Phase Alternating by Line)  
 \*\*\* SECAM(Sequential Couleur a Memoire)

- 유효 해상도 : 720×480 (NTSC), 720×576 (PAL)
- 각각 카메라 모두 30 Frame(60 field)
- Color Depth : 16 bit YUV 422 format 및 8bit YUV 411 format
- AD Converter : BT829A(Rockwell, 1998a)
- DA Converter : BT866(Rockwell, 1998b)

로, 세로를 1/2 크기로 축소하여 화면에 보여줄 수 있도록 영상

## 2. 본론

### 2.1 시스템의 개요

시스템의 전체 기능은 <그림 3>과 같이 여러 개의 카메라 영상을 하나씩 순차적으로 보여주는 순차화면절환기능, 영상을 축소하여 하나의 화면에 4개의 카메라 영상을 보여주는 화면분할기능으로 나뉜다.

순차화면절환기능에서 TBC 기능을 내장시켜 화면 절환시에 화면이 떨리거나, 출렁거리는 현상을 방지하도록 한다. 화면이 떨리거나 출렁거리는 현상은 한두 개의 시스템으로 구성되는 경우에는 큰 무리없이 감시가 가능하지만, 10여 개 이상의 영상화면이 표현되고 있는 경우에는 감시원의 관심이 Event가 발생하는 영상으로 움직이지 않고 출렁거리거나 떨리는 화면으로 움직이는 것으로 조사되었다. 또한 영상 다중기록기 재생기능을 이 부분에서 구현하였고 이를 위해 영상확장기능을 첨가하였다. 디지털 데이터 인식 기능을 추가하여 비디오 테이프가 녹화된 시점을 알 수 있도록 하였다.

화면분할기능에서는 각각의 카메라에서 들어온 영상의 가

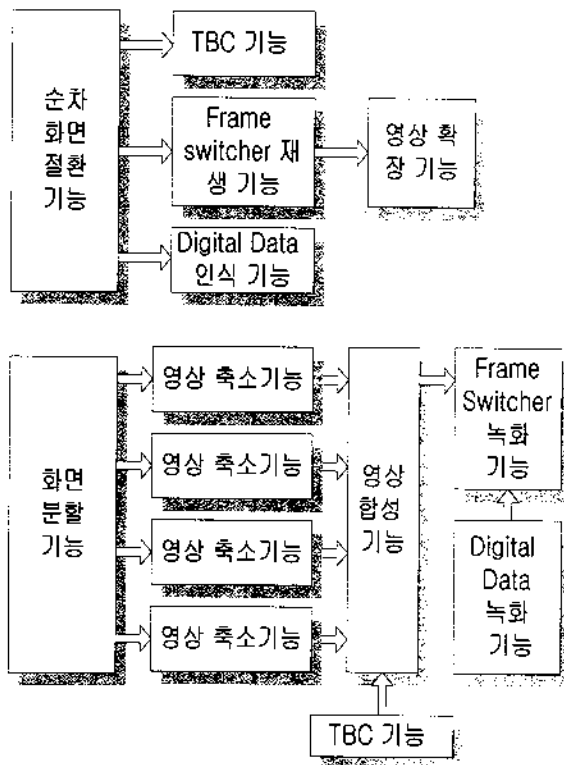


그림 3. 전체 기능 구성도.

축소기능을 수행한다. 축소된 영상은 다시 하나의 영상으로 합성되기 위해 영상합성기능을 구현하였다. 여기에서도 Flickering현상을 제거하기 위해 TBC 기능을 첨가하였으며, Frame Switcher 녹화기능을 부가하였다. 또한 년/월/일/시 정보를 저장하기 위해 디지털 데이터 녹화기능을 부가하였다.

2.2 순차화면 전환기능

기존의 화면전환기능은 단순히 전자식 스위치를 이용하여 이를 전환시킴으로써 영상에서의 수직 동기가 변하게 되고, 이로 인하여 화면에서 Flickering현상이 발생하였다.

또한 디지털 처리를 하지 않음으로써 화면정지기능을 수행할 수 없었다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 <그림 4>와 같은 구성을 하였다.

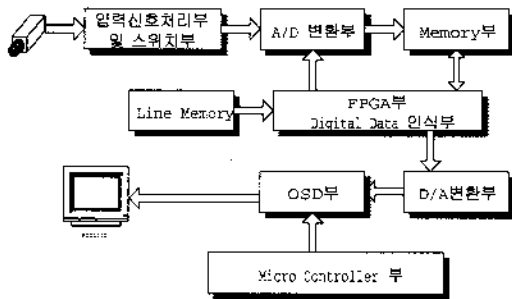


그림 4. 순차화면전환기능 구성.

카메라 8대에서 들어오는 영상신호는 필요로 하는 1개의 영상신호만이 입력신호처리부 및 스위치부에서 통과된다. 통과된 영상신호는 A/D변환부에서 Analog to Digital변환과정을 거치게 된다. 디지털 데이터는 휘도정보와 색정보를 가진 신호로 구성되어 있다. 이 정보는 메모리에 저장되고 저장된 내용을 FPGA(Field Programmable Gate Array)가 불러들여서 이를 가공 처리하게 된다. FPGA는 내부에서 각 영상들의 수평, 수직 동기 정보를 이용하여 TBC 기능을 수행한다.

정상적인 순차화면 모드에서는 들어온 데이터와 나가는 데이터는 동일하다. 그러나 다중 영상기록기로 동작하는 경우에는 영상 확대를 수행한다. 영상 확대시에 화면의 거칠음을 제거하기 위해 보간법에 의한 화면 확대를 행한다. 이를 계산하기 위해 현행 처리 라인보다 한 줄 이전의 데이터를 가지고 있어야 하므로 이를 라인 메모리(line memory)에 저장시켰다가 사용하게 된다.

디지털 데이터 인식부분은 년/월/일/시 정보를 인식하는 과정이다. 년/월/일/시 정보는 저장된 영상이 법적인 증거 자료로 쓰이기 위해 가장 중요시 여기는 데이터의 하나로서 이 정보가 지워지게 된다면 증거 자료로서의 효용 가치가 없어지게 된다. Time Laps VTR과 같은 다중 영상기록기 전용 VTR의 경우

에는 가정용 VTR보다 해상도가 좋고 변화가 적다. 그러나 일반 가정용 VTR을 사용하여 디지털 데이터를 녹화하면 낡은 VTR tape나 오래된 VTR tape, 열화된 VTR tape들의 경우에는 녹화된 데이터와 재생된 데이터 간의 차이가 최대 120gray level까지 변화되는 것으로 실험되었고, 컬러 정보는 이보다 더 심하게 변화되는 것으로 나타났다. 또한 어두운 데이터(낮은 농도값)의 경우에는 화면상에 흰점들이 등장하는 “Snow”현상이 발생한다. 이 현상에 의해 농도값이 급격히 증가하기도 한다. 또한 색정보는 “색없음 = 128” 영역으로 근접하게 된다.

이렇게 변화되는 상황에 구애를 받지 않기 위해 년/월/일/시 정보는 디지털 처리를 행하여 정보를 저장한다.

디지털로 저장된 데이터는 1bit정보가 16pixel영역에 저장되어 있으므로 이를 읽어 처리를 행한다. 데이터 상호간의 간섭에 의한 오차를 제거하기 위해 앞뒤 2비트를 제거한다. 따라서 14개의 데이터를 이용하여 1비트의 데이터를 재생시킨다. 여기에 기록된 정보는 0과 1이므로 판단근거는 다음과 같이 행한다.

- 64 level보다 작은 데이터 → 0
- 128 level보다 큰 데이터 → 1
- 64와 128 level 사이 데이터 → undefine

큰 쪽의 데이터 개수가 10개 이상이면 해당값으로 데이터를 확정짓지만 10개 이하가 되면 미정으로 판정하여 다음 데이터를 기준으로 설정하게 된다. 이러한 방법으로 33개의 데이터를 모두 판정하게 되고 미정으로 판정된 데이터는 다음 화면에서 데이터를 재판정하게 되고 판정이 불명확한 경우에는 기존의 데이터를 유지하게 된다.

이러한 과정을 이용하여 테이프의 상태가 열악하게 변화된 경우에도 년/월/일/시 정보를 정확하게 알 수 있도록 하였다.

판정된 데이터는 OSD(On Screen Device)를 이용하여 화면에 년/월/일/시 정보를 출력시킨다. Y2k문제를 해결하기 위해 연도수는 4자리 형태를 사용한다.

2.3 화면분할기능 부분

기존의 화면분할기능에서 TBC가 없는 경우에는 4화면/4화면 전환시에 순차화면전환에서처럼 flickering 현상이 발생되었다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 각각 카메라의 수평동기와 수직동기를 이용하여 각각의 TBC를 행한다.

이를 구현하기 위해 <그림 5>와 같은 구성을 하였다. 4개의 화면을 하나의 영상으로 만들기 위해 각각의 카메라에서 들어온 영상을 가로/세로 각각 1/2씩 축소시킨다. 축소된 영상은 각각의 메모리에 저장된다. 저장된 영상은 자신이 위치할 영역의 시간에 맞추어서 FPGA가 내주는 제어신호에 맞추어 데이터를 출력시킨다.

또한 FPGA는 디지털 데이터를 녹화하기 위해 <그림 6>과 같이 수직동기신호 시간이 끝난 직후 화면상에 안 보이는 영

역에 데이터를 저장시킨다. 저장시키는 데이터는 읽기과정에서 읽은 데이터와 동일한 방법을 사용한다.

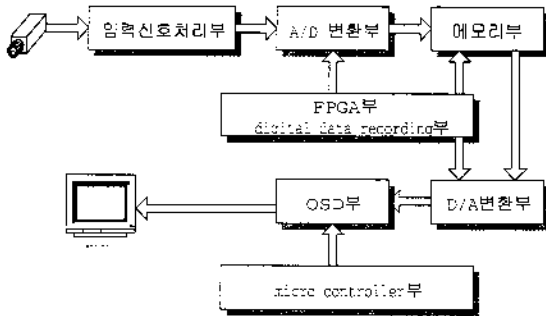


그림 5. 화면분할기능 부분.

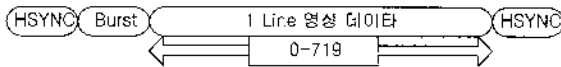


그림 6. 디지털 데이터 저장 위치.

각각의 영상 데이터를 디지털로 변환시킨다. 이의 구성은 입력신호처리부, 4개의 A/D변환부, 4개의 field memory, 1개의 D/A 변환부, 1개의 OSD Part, Digital Data recording부로 나뉘고 전체의 제어는 FPGA와 Microcontroller가 영역별로 담당한다.

이때 저장되는 데이터의 종류는

- YYY: 1990-2060년을 3비트 할당(10년 단위)
- 년 : 0-9까지를 4비트 할당(연도의 마지막 자리)
- 월 : 0-12까지를 4비트 할당

- 일 : 0-31을 5비트 할당
- 시 : 0-23을 5비트 할당
- 분 : 0-59를 6비트 할당
- 초 : 0-59를 6비트 할당

하여 총 33비트를 저장하게 된다. 저장순서는 자주 변하는 것을 앞에 둬으로써 읽기과정에서 앞부분부터 필요로 하는 부분까지만 읽기과정을 행하게 하여 전체 처리시간을 단축시킨다. 따라서 저장순서는 초→분→시→일→월→년→YYY 순서로 행한다.

각각의 한 비트는 16픽셀 영역에 할당하여 에러를 방지한다.

### 3. 실험결과

우선 기능 및 사양을 비교하기 위해 국내에서 가장 널리 보급되고 있는 S사의 XXX-040모델과 I사의 XXX-401S 모델을 비교를 행하였다. 비교 결과는 <표 2>에 나타나 있다.

Camera Loss 기능은 카메라 도난 혹은 영상라인의 절단에 의한 경우를 감지하는 기능이다. S사나 I사의 경우에는 1/30초 정도에 감지를 행하지만 본 개발품의 경우에는 1/120초만에 감지할 수 있도록 하였다. 또한 입력 카메라는 국내 제품들이 국내에서 유통되는 NTSC방식의 카메라만을 지원하지만 본 개발품은 NTSC, PAL방식을 모두 지원할 수 있도록 하였다. PAL방식은 유럽 및 중국에서 흔히 사용하는 방식으로 해외시장에서 경쟁하기 위해 추가한 기능이다. SECAM방식은 구소련 지역에서 유통되는 방식으로 구조적으로는 PAL과 비슷하지만 영상 데이터의 주파수가 상이하다. 본 개발품에서는 SECAM방식도 지원하도록 설계는 되어 있지만 아직 실험에는 착수하지 못하였다.

표 2. 국내 제품과의 비교

기능	본개발품	S사	I사	비고
Camera Loss	가능(1/120초)	가능(1/30초)	가능(1/30초)	
입력 지원	NTSC PAL	NTSC	NTSC	SECAM
화면분할기능	가능(4/4)	가능(4 only)	가능(4/4)	
순차화면	가능(digital)	가능(analog)	가능(analog)	
순차화면 freeze	가능	불가	불가	
TBC 기능	내장	별도	별도	
frame switch기능	내장	별도	별도	
frame switch작동시 동작	동작 가능	동작 정지	동작 정지	full duplex
동작속도	30frame(60Field)	30frame(30Field)	30frame(60Field)	
해상도	720×480	512×480	512×480	NTSC

화면분할기능은 본 개발품과 I사의 제품이 모두 카메라를 8대까지 설치하여 4화면/4화면 절환이 가능하지만 S사의 경우에는 카메라를 4대만 설치할 수 있어 이 기능이 없다.

순차화면절환기능에서 본 개발품만이 디지털 처리를 행한다. 이렇게 함으로써 TBC가 가능해지고 화면정지기능이 가능해진다. 이상 상황 발생시에 사용자에게 의해 Freeze버튼이 눌러지면 화면이 정지되어 상황 판단을 쉽게 한다.

본 개발품에서는 다중 영상기록기 기능을 내장함으로써 다중 영상기록기가 재생 모드로 동작중에도 다른 기능들은 정상적으로 작동될 수 있도록 Full Duplex방식을 사용하였지만 S사나 I사의 경우에는 재생 모드로 작동시에 다른 기능들은 정지하게 된다.

해상도는 화면의 화질에 결정적 영향을 미치므로 해상도가 높을수록 같은 크기의 화면에서 인식률이 높아진다. 또한 동작속도도 60 field를 모두 처리하는 경우에는 움직임이 부드럽게 되지만 30 field의 경우에는 화면이 단절되는 현상이 발생한다.

#### 4. 결론 및 향후과제

본 연구에서 개발한 다가능 영상분할기의 경우에는 기능이

많아진 관계로 타사의 제품들보다 구성이 약간 복잡하지만 해외 바이어들의 요구 사항을 최대한 충족시켰다. 현재 국내에서 유통되는 제품들로서는 기능의 부족으로 인하여 해외시장 진입에 어렵게 되어 있다. 이러한 시점에 맞추어서 국내 및 해외에서 경쟁이 가능한 제품을 개발하였다.

현재 해외시장에서 유통되는 최고의 제품은 일본 회사들이 생산한 제품으로서, 본 연구과제와 다른 기능 및 사양은

- 해상도 : 1024×480 (NTSC기준)

- auto tracking

- event recording

등이 추가되어 있다. 이미 영상분할기가 기존의 영상처리기술 뿐만 아니라, 영상인식기술분야 쪽으로 발전되고 있어 영상인식기술이 필수적으로 첨가되어야 하며, 이를 처리할 알고리즘과 함께 H/W기술, S/W기술도 함께 연구되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

Andrew, F. I. and Arch, C. L. (1997), *Video Engineering*, McGraw-Hill.  
Constant, M. and Turnbull, P. (1994), *The Principles and Practice of Closed Circuit Television*, Paramount Publishing Ltd.  
Rockwell (1998a), *BT829A VideoStream II Decoders*.  
Rockwell (1998b), *BT866 Digital Video Encoder with 2Overlays*.



**조덕상**  
1991년 연세대학교 산업공학과 학사  
1994년 현대전자 산업전자연구소  
현재: 현대전자 전장연구팀  
고려대학교 산업공학과 석사과정  
관심 분야: 컴퓨터비전, 회로설계, CCTV



**한민홍**  
1964년 서울대학교 기계공학과 학사  
1973년 University of Minnesota 산업공학 석사  
1982년 숭실대학교 산업공학과 조교수  
1985년 Georgia Institute of Tech. 산업공학 박사  
1988년 Texas A&M University 산업공학과 조교수  
1990년 포항공과대학 산업공학과 부교수  
현재: 고려대학교 산업공학과 교수  
관심 분야: 지능형 자동차, 컴퓨터비전, 첨단 교통정보



**노광현**  
1995년 고려대학교 산업공학과 학사  
1997년 고려대학교 산업공학과 석사  
현재: 고려대학교 산업공학과 박사과정  
관심 분야: 지능형 자동차, 컴퓨터비전



**이재일**  
1987년-1998년 (주) 칠성엔지니어링  
현재: (주) BISS 대표이사  
관심 분야: 컴퓨터비전, CCTV, 원격감시 및 제어