

논문-06-11-3-08

이동형 단말기에서의 축구경기 시청을 위한 해상도 및 관심 영역 크기에 관한 사용자 만족도 조사

김창익^{a)†}, 고재승^{a)}, 안일구^{a)}, 이재호^{a)}, 서기원^{b)}, 권재훈^{c)}, 주영훈^{c)}, 오윤제^{c)}

Studying the Viewers' Acceptability on the Image Resolutions and Assessing the ROI-Based Scheme for Mobile Displays

Changick Kim^{a)†}, Jaeseung Ko^{a)}, Ilkoo Ahn^{a)}, Jaeho Lee^{a)}, Kiwon Seo^{b)},

Jae Hoon Kwon^{c)}, Young Hun Joo^{c)}, and Yun Je Oh^{c)}

요 약

최근 멀티미디어 부호화 기술 및 전송기술의 급격한 발전과 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)와 같은 이동형 TV의 등장으로 인해 작은 LCD 패널을 통해 시청하는 사용자가 증가하고 있다. 본 논문에서는 위와 같은 이동형 단말에서의 축구 동영상 시청 시 쾌적한 시청 경험을 제공하기 위한 지능형 디스플레이 기술을 소개하고 이러한 기술의 필요성을 조사, 분석하였다. 111명의 실험자를 대상으로 실시된 이 연구에서는 쾌적한 축구 동영상 시청을 보장하기 위한 최소 화면 크기를 조사하였으며, 또한 화면 내에서 관심 영역만을 추출하여 디스플레이 하는 경우의 시청자 만족도의 변화를 알아보았다. 실험 결과는 영상의 해상도가 320X240 이하로 감소되는 경우, 관심 영역만을 확대하여 시청하는 것이 시청자의 시청 만족도를 향상시켜 주는 것으로 나타났으며, 따라서 필요시 관심 영역만을 디스플레이 해줄 수 있는 지능형 디스플레이 기술이 필요함을 확인하였다.

Abstract

The recent advances in multimedia signal coding and transmission technologies allow lots of users to watch videos on small LCD displays. In this paper, we briefly describe an intelligent display technique to provide small-display-viewers with comfortable experiences, and study the minimum image size tolerated and utility of displaying region of interest (ROI) only when needed. The study, with 111 participants, examines minimum image size to ensure viewers pleasant viewing experiences, and evaluates the degree of satisfaction when they are viewed with region of interest (ROI) only. The experimental results show that the ROI display enhances the viewers' satisfaction when the image size becomes less than 320X240, and thus it is useful to provide the intelligent display, if necessary, which can extract and display ROI only.

Key Words : Context-aware, Region of Interest, Intelligent display, DMB, Mobile device

a) 한국정보통신대학교 시각정보처리연구소
Visual Information Processing Laboratory, ICU.

b) ㈜WRG (Wireless Republic Group)
WRG (Wireless Republic Group) Inc.

c) 삼성전자 통신연구소 멀티미디어 랩
Multimedia Lab. Telecommunication R&D Center Telecommunication
Network Business, SAMSUNG ELECTRONICS CO.,LTD

† 교신저자 : 김창익(ckim@icu.ac.kr)

I. 서론 : 조사 배경

정보통신 기술의 눈부신 발달로 우리의 일상 생활은 디지털 방송, 인터넷 TV, 디지털 도서관 등의 방송 통신 융합 환경으로 변하고 있다. 더욱이 이와 함께 제공되는 방대한 양의 디지털 멀티미디어 콘텐츠를 소비할 수 있는 PMP, DMB-폰 등의 다양한 단말기가 빠른 속도로 보급이 되고 있고, 이는 더 이상 현대인들이 TV 시청과 같은 멀티미디어 콘텐츠를 소비하는데 있어서 시간과 공간의 제약을 갖지 않게 되었음을 의미한다.

지금까지의 멀티미디어 신호의 전송에 있어서 가장 큰 관심은 서비스품질, 즉 QoS(Quality of Service)의 보장에

있었다. 예를 들어, 비디오 압축 및 전송의 경우에는 주어진 대역폭 안에서 사용자들에게 끊임이 없는 자연스런 영상을 제공하기 위해 시스템을 설계하고 구현하고자 노력한다.

그러나 최근 들어 작은 이동형 단말기의 보급이 증대되고 그러한 단말기를 이용한 비디오 서비스가 가능해짐에 따라 작은 크기의 LCD 스크린 상에 보여지는 영상들은 화질의 우수성을 논하기 이전에 제한된 화면 크기로 인해 사용자들이 비디오의 내용을 알아보는 일이 쉽지 않은 경우가 발생하고 있다. 예를 들어 축구경기 중계방송의 경우, 촬영된 샷의 형태에 따라 화면 내에 존재하는 물체(축구공 및 선수들)의 크기가 여러 종류로 나타나며, 특히 원거리 샷으로 촬영된 영상의 경우 물체의 크기가 매우 작아 화면



그림 1. DMB 폰에서 방송중인 축구 경기
Fig. 1. A DMB phone displaying a soccer video

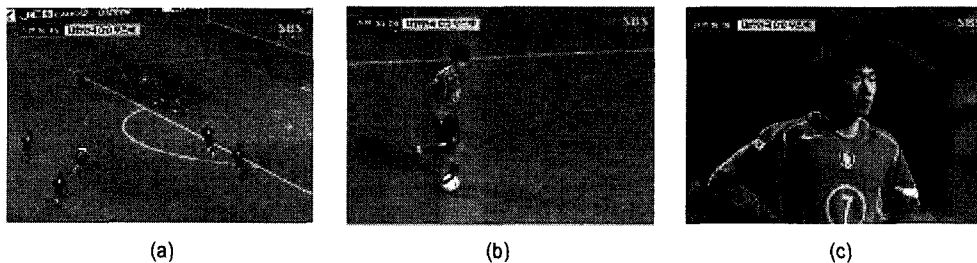


그림 2. (a) 원거리 샷 영상. (b) 중거리 샷 영상. (c) 근거리 샷 영상
Fig. 2. (a) Long-shot frame, which requires a magnified view of ROI. (b) Mid-shot frame. (c) Close-up shot frame.

의 내용을 이해하기 어려운 일이 생길 수 있다(그림 1 및 2 참조). 이는 주로 PSNR(peak signal-to-noise ratio)로 측정되는 화질의 문제, 나아가 QoS의 문제를 넘어서 '어떻게 하면 시청자들에게 쾌적한 시청 경험을 보장할 것인가'라고 하는 새로운 이슈를 던져 주기 시작하고 있는 것이다.

이는 최근 최적화 된 QoS라는 기존의 개념이 더욱 확장된, 경험품질 즉, QoE(quality of experience)라고 하는 새로운 용어를 등장시키기에 이르렀다^[1]. 그러나, 객관적이고 측정이 가능한 QoS와는 달리 주관적이고 상황에 좌우될 수 밖에 없는 QoE의 경우는 주어진 상황에 맞게 지능적으로 대처할 수 있는 시스템의 개발을 필요로 한다. 이를 위해 다양한 단말기에 따른 상황 인지 기반의 내재 컴퓨팅 환경이 뒷받침 되어야 한다. 즉 단순히 콘텐츠의 생성 및 소비에 그치는 것이 아니라 그 콘텐츠를 사용하는 사람의 특성 및 소비 환경에 따라 미디어가 전달 환경과 소비 환경을 인지하고 미디어 소비 환경에 따라 능동적으로 적응할 수 있는 지능을 갖도록 하는 것이 필요하다. 이를 디스플레이의 관점에서 보는 경우, 주어진 영상에서 관심 영역(ROI, Region Of Interest)을 찾아 그 부분만 확대하여 보여줄 수 있는 지능형 또는 상황 인지형 디스플레이 기술을 예로 들 수 있으며 다양한 이종 단말간의 자유로운 전송의 관점에서는 상황 인지형 콘텐츠 적응 변환 기술을 들 수 있다.

위에서 말한 디스플레이 관점에서 이동형 TV의 개발을 고려할 때 중요한 문제는 "어느 정도의 해상도에서 시청자들은 비로소 시청의 불편함을 느끼는가?"라는 문제이며 [2]에서 이러한 의문에 대한 조사가 선행된 바 있다. 선행된 조사에서는 작은 화면을 통해 임의의 비디오를 시청할 경우, 사용자들이 시청 시 느끼는 불편함에 대해 알아보았다. 예상할 수 있듯이 조사 대상자들은 화면의 크기가 작아짐에 따라 시청의 불편함을 호소하였으며 이는 스포츠의 경우에 가장 심하게 나타났고, 뮤직비디오, 뉴스, 애니메이션의 순으로 시청시의 불편이 덜해지는 것으로 나타났다. 즉, 예상되는 바와 같이, 화면 내에 존재하는 물체들의 크기가 작아질수록 시청자들이 느끼는 불편이 증가하는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 이 중에서도 스포츠, 특히 넓은 운동장을 사용하는 필드스포츠인 축구 경기를 이동형 휴대용 단말기

에서 시청할 경우, 다양한 영상의 해상도에 대해 시청자의 만족도가 달라지는 추이와 관심 영역만을 추출하여 화면에 보여줄 때 시청자들이 느끼는 만족도의 변화를 측정하기 위한 테스트를 실시하였다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 설문 조사를 위한 배경 지식과 설문에 필요한 몇 가지 가설을 제시한다. 3장에서는 설문 조사 방법 등을 소개하고 조사 결과를 4장에서 분석하며 5장에서 결론을 맺는다.

II. 배경 지식과 가설

1. 배경 지식

1.1 관심 영역

미술 작품과 같은 예술의 영역에서는 전체 구도의 어느 한 부분도 소홀히 할 수 없다. 아무리 작은 한 부분이라도 그 나름의 의미를 가지기 마련이다. "여백의 미"라는 표현에서 볼 수 있듯이 심지어는 정보가 담겨있지 않은 부분조차도 의미를 가지고 전체 구도에 중요한 역할을 하는 경우가 있다. 그러나 멀티미디어 자료에서 특히 동영상의 경우 시청자가 프레임 단위로 순간순간 흘러가는 제한된 짧은 시간 동안 화면의 전 영역을 자세히 본다는 것은 불가능한 일이다. 따라서 이러한 정보의 흐름 속에서 사용자들이 특히 관심을 가지고 보는 영역이 따로 존재하기 마련이다. 시청자들은 은연중 주어진 영상 화면 내에서 스스로의 판단과 필요에 의해 주의를 가지고 보게 되는 부분과 그렇지 않은 부분들을 구분하게 되며, 빠른 시간으로 변하는 정보들 사이에서 관심을 가지는 부분의 변화들에 중점을 두어 관찰하게 된다. 이렇게 사용자들이 주변 배경에 대해 특히 관심을 가지는 부분을 관심 영역(ROI, Region Of Interest)라고 한다.

관심 영역은 사용자의 의지에 따라 결정되는 부분이므로 대단히 주관적인 사항이다. 여기서는 축구 경기 영상에 대해서 시청자들의 반응에 대해 조사를 할 것이므로, 전체 화면 중에서 축구공의 위치와 움직임 방향을 고려하여 주변의 영역을 포함하는 관심 영역을 임의로 설정하였다. 사용자의

입장에서는 축구 경기 자체에서 축구공의 흐름보다는 본인이 좋아하는 특정 선수나 주심, 또는 선심에 초점을 두던지 또는 관중석에 초점을 두고 볼 수도 있다. 그러나 이는 앞서 설명했듯이 대단히 주관적인 사항이다. 그러나 실제 축구 경기에서는 대부분의 사람들이 축구공을 중심으로 경기의 흐름을 지켜보기 때문에, 축구공의 위치와 움직임 방향을 중심으로 관심 영역을 설정한다는 가정에는 큰 무리가 없다.

1.2 상황 인지형 디스플레이

서비스품질(QoS)의 개념에 경험품질(QoE)의 개념이 부가되고 있는 현대의 멀티미디어 신호 전송의 과정에서는 사용자가 현재 겪고 있는 상황이 어떠한지를 파악하는 것이 중요하다. 더구나 동영상처럼 정보가 프레임 단위로 전송되는 경우에는 시청자 상황에 대해 능동적으로 대처하는 능력이 필수적으로 요구된다. 즉, 사용자가 원하는 정보를 획득하여 이를 필요에 맞게 재가공하기 위해서는 현재 사용자가 처한 환경과 욕구에 대한 파악이 우선되어야 한다. 이처럼 사용자의 환경을 분석하고 이를 바탕으로 그들의 욕구를 파악하여 적절한 정보를 획득하고 가공하는 기술을 상황 인지라 하고, 이러한 기술을 이용하여 사용자의 상황에 따른 지능형 서비스를 제공하는 시스템을 상황인지 시스템이라고 한다. 상황인지 시스템을 적용한 ROI 추출에 관해서는 많은 연구가 있어왔으며^{[3][4][5][6]}, 특히 [3]에서는 축구 경기라는 특정 상황에 대해 적절히 동작하는 상황인지 시스템이 제안되었다.

1.3 영상의 크기와 해상도

일반적으로 시청자들은 충분히 큰 화면, 고해상도의 영상을 볼 때 더욱 큰 만족감을 느낀다. 그러나 여기서 대상으로 하는 이동형 단말기의 경우 그 휴대성으로 인해 화면의 크기에 제약이 따르기 마련이며 작은 화면으로의 정보 전송을 위해 나타나는 압축 등으로 인해 정보의 손실이 초래되기도 한다. 이동형 단말기의 경우는 작은 크기와 그로 인한 휴대성이 가장 큰 장점이므로 크기를 무작정 키울 수는 없고, 작은 화면에서는 시청자의 불편이 증가하기 마련이다. 이런 모순적인 환경 속에서 시청자들이 최소의 불편함 속에서 시청할 수 있는 영상의 크기에 대한 조사가 필요하다.

2. 가설

이상의 지식을 바탕으로 2가지의 가설을 세우고 이를 바탕으로 조사를 통해 검증하였다.

■ 가설1. 영상의 해상도가 낮아질수록 시청자의 만족도는 감소할 것이다.

예상할 수 있듯이 해상도가 낮아질수록 시청자의 만족도는 감소할 것이라 생각할 수 있다. 일반적인 경우에 대해서는 이미 앞선 연구^[2]들에 의해 어느 정도 검증이 되었고, 우리는 여기서 축구 경기라는 특정 상황에 대해서 집중적으로 조사해보고자 한다. 여기서 조사하고자 하는 바는 "어느 정도의 해상도에서부터 시청자는 불편함을 느끼기 시작하는가?"는 것이다. 이를 조사하기 위해 다양한 종류의 해상도(640X480, 480X360, 320X240, 240X180, 160X120, 120X90)에 대해 동일한 종류의 영상을 대상자에게 보여주고 반응을 살필 것이다.

■ 가설2. 관심 영역을 설정하여 확대해서 보여줄 경우 작은 화면의 크기로 인한 시청자의 불편은 개선될 것이다.

작은 화면을 통해 축구 경기와 같이 넓은 운동장을 대상으로 하는 영상을 볼 경우 화면 내 물체의 크기가 지나치게 작아져 시청자의 불편은 증가한다. 이러한 경우 화면 내에서 관심 영역만을 추출하여 원래 화면 크기로 확대하여 보여준다면 불편을 어느 정도 개선할 수 있을 것이다. 또한 관심 영역을 설정할 때, 어느 정도의 크기로 설정할 것인가에 대한 문제를 고려하기 위해 관심 영역의 크기도 3단계로 구분하였다. 여기서 알아보하고자 하는 것은 "관심 영역의 설정이 실제 시청자의 이해에 도움을 줄 수 있는가?"하는 점이다. 실제 사용에 있어서 시청자들은 작은 해상도일수록 관심 영역의 확대 재생에 높은 만족도를 보일 것이라고 예측된다.

III. 조사 방법

1. 조사에 사용된 영상

영상의 해상도 변화에 따른 해당 축구 영상의 사용자 만족도 조사를 위해서 필요한 영상을 다음과 같이 준비하였다. 기존에 녹화된 축구경기 영상 내에서 원거리 샷, 중거리 샷, 근거리 샷 영상이 적절히 혼합된 20초 가량의 동영상을 마련하였다. 이 동영상에서 원거리 샷, 중거리 샷, 근거리 샷 영상이 차지하는 비율은 각각 70%, 20%, 10%이며 관심영역 크기에 따른 시청자 만족도의 변화를 조사하기 위해 원거리 샷 영상의 비율이 높게 동영상을 구성하였다. 기존의 원본 축구 영상의 해상도는 640X480이며, 이 영상을 다음의 5가지 해상도로 축소하여 원영상 포함 총 6가지 해

표 1. 조사에서 사용된 영상의 해상도
Table 1. Resolutions set used in the experiment

영상	해상도	재생 시간
1	640X480	20sec
2	480X360	20sec
3	320X240	20sec
4	240X180	20sec
5	160X120	20sec
6	120X90	20sec

상도의 동영상을 만들었다.

각 영상에 ROI를 적용하였을 때 축구 영상에 대한 사용자의 만족도 조사를 위해서는 다음과 같이 준비하였다. 우선 그림 3과 같이 원본 영상에서 ROI를 추출하여 원영상 크기로 확대하여 저장하는 프로그램을 제작하였다.

ROI 추출 시, $\alpha = \frac{\text{width of ROI}}{\text{width of original image}} \times 100$ 으로 정의할 때, α 값을 75%, 50%, 25% 등 3가지로 하여 영상을 만들었다. 이때 ROI의 가로세로 비율은 원영상의 가로세로 비율과 같게 하였다. 따라서 각 해상도별로 원영상과 세가지 크기의 ROI를 적용시킨 영상을 만들었고, 여섯 개의 다른 해상도를 사용하므로 총 24개의 동영상을 이번 조사에 사용하였다. 모든 영상은 Xvid Mpeg4 Codec [7]을 사용하여 압축하였으며, 블록킹 효과 (blocking effect) 등과 같이 부호화로 인한 시청 불편이 초래되는 일이 없도록 부호화 파라미터를 설정하였다. 그리고 사용자 조사 시 오디오 정보는 사용하지 않았다.

2. 조사에 사용된 장비

조사에 사용된 이동형 휴대용 단말기로 아래와 같은 사양의 PDA를 사용하였다.

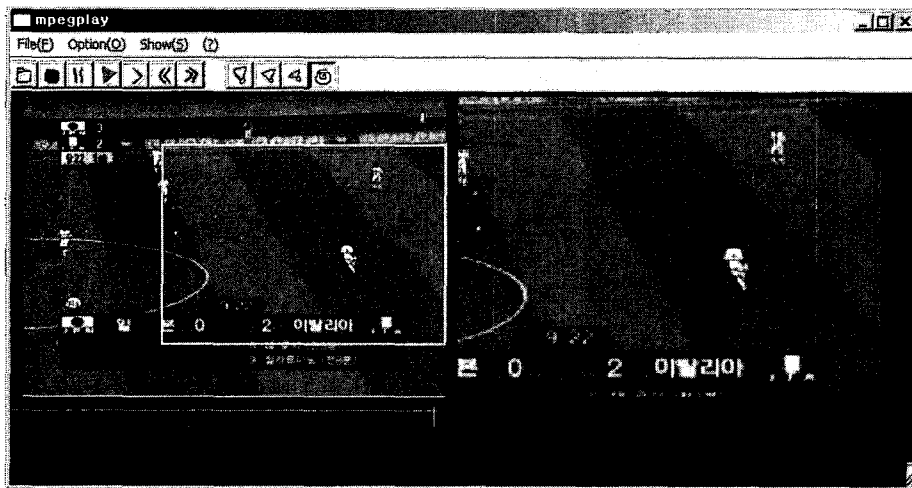


그림 3. 원본 영상에서 ROI를 추출하여 원영상 크기로 확대하여 저장하는 프로그램
Fig. 3. Program which extract and magnify the ROI (right) from the original soccer video (left).

표 2. 조사를 위해 사용된 PDA 사양
Table 2. The specification of PDA used in the experiment

PDA 하드웨어	
성능표모델명	HP iPAQ hx4700
CPU	Intel PXA270 624MHz
RAM	64 MB (CF 128MB추가사용)
화면	VGA (640X480), 4.0 inch
비디오 플레이어	TCPMP [8]

3. 조사 방법 및 절차

조사는 조사 참가자에게 직접 조사 전에 이 조사의 목적에 대해서 충분한 설명을 한 뒤에 이루어졌으며, 이동형 휴대형 기기의 특성을 살리기 위해서 사용자가 직접 PDA를 들고 자신이 가장 편한 자세와 거리에서 영상들을 볼 수 있도록 하였다. 참가자는 각 20초 길이의 영상, 총 24개를 보게 된다. 영상은 우선 높은 해상도의 영상에서 낮은 해상도의 영상으로 보도록 하였으며, 각 해상도의 원본 영상을 보고, 그 해상도의 영상에서 ROI가 적용된 영상들을 보게 하였다. (즉, =100% -> 75%-> 50% -> 25%의 순서) 그리고 해당 영상 마다 영상을 보고 느끼는 만족도를 5단계로 평가하도록 하였다. (⑤: 아주 좋음, ④: 좋음, ③: 보통, ②: 나쁨, ①: 아주 나쁨). 만일 만족도의 평가를 2단계(나쁨) 이하로 평가한 경우에는 만족스럽지 못한 이유를 설문지에 기입하도록 하였다.

4. 조사 참가자 구성

총 조사 참가인원은 111명으로 대부분의 참가자가 휴대폰 등의 소형 이동형 단말기의 사용이 익숙한 20대의 대학생으로 구성되었다. 참가자의 연령 범위는 15세에서 50세이며, 조사 참가자의 평균 연령은 26.5세이다.

IV. 조사 결과

조사 참가자가 해당 영상의 만족도를 평가할 때, 나쁨, 혹은 아주 나쁨으로 평가한 경우, 그와 같이 평가한 이유에

대해서 의견을 물었다. 한 영상에 대해서는 다수의 불편사항을 제시할 수 있도록 하였고 불편사항에 대한 총 의견 수는 1,081개였으며 내용에 따라 아래와 같이 6 가지로 분류 하였다.

■ 물체 분별 (Object Detail) 관련

물체 분별이란, 영상을 시청하는 중에 영상 내의 사물 또는 인물을 제대로 구별해 낼 수 있는 지에 대한 정도를 의미한다. 이 조사 내에서는 조사자가 축구 경기를 시청할 동안에 축구공과 선수들의 정한 위치와 움직임을 불편함 없이 인지해 낼 수 있는 지에 대한 정도를 의미한다. 예를 들어 "공의 위치를 쉽게 찾을 수 없다", "이 선수의 동작을 이해하기 힘들다" 와 같은 불편 사항을 물체 분별에 관련된 불편 사항으로 분류하였다.

■ 화질 저하 관련

영상의 해상도가 내려가거나 작은 원본 영상에 너무 작은 ROI를 적용하는 경우 화면이 너무 확대되어 버려서 전체적인 화질에 저하가 일어나게 된다. 따라서 조사자가 영상을 시청하는데 불편함을 느낄 정도로 화질이 나빠져서 불편함을 나타내는 경우, 화질 저하 관련 불편 사항으로 분류 하였다.

■ 시야 관련

조사에서 사용되는 영상인 축구 경기의 경우, 공 주변의 위치의 중요도뿐만 아니라 축구장 전반적인 선수들의 움직임 역시 중요한 요소이다. 값이 작아질수록 화면에 나타나는 시야가 너무 좁아 시청자가 전체적인 축구의 흐름을 파악하는 데에 불편함을 호소하는 의견인 경우 시야 관련 불편 사항으로 분류하였다.

■ 화면 크기 관련

조사에서 사용된 총 6단계 크기의 영상에 대해서 영상의 해상도가 점점 줄어들게 되면서 화면의 크기도 줄어들게 된다. 따라서 화면의 크기가 너무 작아 시청자가 영상을 시청하는데 불편함을 느낀 경우 화면 크기 관련 불편 사항으로 분류하였다.

■ ROI 움직임 관련

영상에 ROI를 적용한 경우, ROI는 원본 영상에서 중요하다고 판단되는 영역을 찾아 계속 움직이게 된다. 원본 영상에 비해 ROI의 크기가 매우 작은 경우에는 관심 영역을 찾아 움직이는 정도가 많아지게 된다. 화면의 움직임이 심해지면 시청자는 어지러움을 느끼며 영상에 집중하기가 어려워진다. 따라서 이와 같은 잦은 움직임으로 인해 어지러움을 호소하는 경우에는 ROI 움직임 관련 불만 사항으로 분류하였다.

■ 기타 의견

위에서 분류한 불만 사항들을 제외하고, ROI를 적용했을 때 부가되는 정보의 부족, 점수 상자의 사라짐, 텍스트 인식의 어려움 등이 기타 불만 사항으로 나왔다.

1. 원본 영상의 해상도 변화에 따른 만족도 변화

그림 4는 원본 영상의 해상도 변화에 따른 만족도의 변화를 보여주는 그래프이다. 각 해상도에 따른 만족도는 총 5점을 만점으로 평가하였으며, 사용자가 해당 영상에 대해서 평가한 점수를 모두 더한 후, 총 조사 인원수로 나누어 얻은 평균 점수를 해당 영상의 만족도로 평가하였다. 예상되는 바와 같이 해상도가 높을수록 시청자의 시청 만족도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 비교적 큰 크기로 영상을 볼 수 있는 640X480와 480X360 해상도의 영상의 만족도는 4 이상의 아주 높은 만족도를 보이고 있는 반면 평소에 주로 사용하는 휴대용 기기에서 사용되는 240X180 이하의 해상도의 영상들에 대해서는 2.5 이하의 낮은 만족

도를 나타내고 있다.

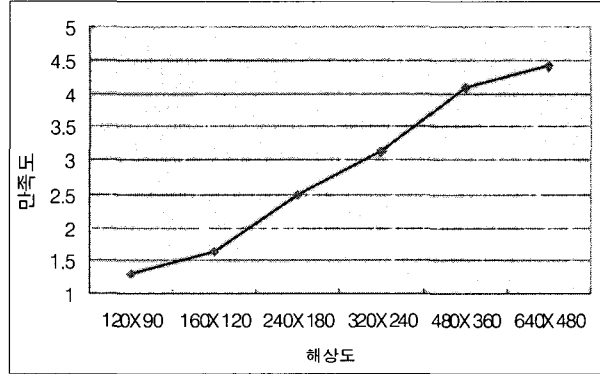


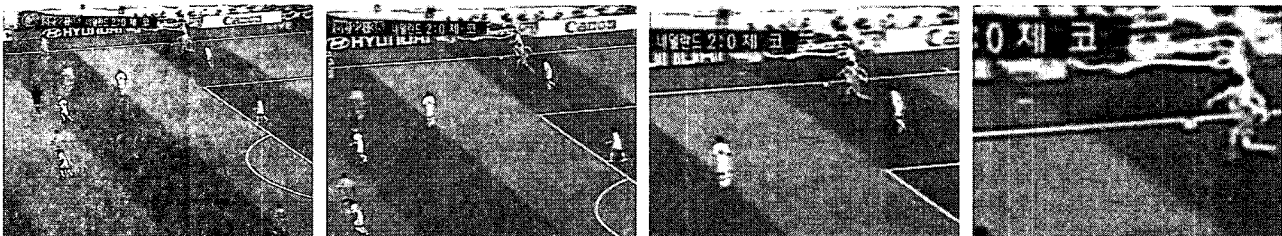
그림 4. 원본 영상의 해상도 변화에 따른 사용자의 만족도 변화
Fig. 4. Effect of image resolutions on acceptability

2. 원본 영상에 ROI를 적용했을 때 시청자의 만족도

각 원본 영상에 대한 ROI의 적용 비율은 앞서 말한 바와 같이 $\alpha = 75\%, 50\%, 25\%$ 등 3가지로 설정하였다. 75%의 ROI는 영상의 가로 75%, 세로 75%의 크기 즉, 원영상 대비 9/16면적이며 50%와 25%의 ROI영상은 각각 원영상 대비 1/4과 1/16의 면적을 갖는다(그림 5 참조).

2.1 640X480 영상에 대한 만족도

그림 6은 640X480 크기의 영상을 사용한 PDA의 전체 화면 크기로서 시청하기에 불편함이 없다는 것을 보여준다. ROI를 적용하지 않은 원본 영상에서 가장 높은 만족도가 나왔고 오히려 ROI를 적용할수록 만족도가 떨어졌다.



(a) 원본 영상 재생화면

(b) =75% 적용시의 영상

(c) =50% 적용시의 영상

(d) =25% 적용시의 영상

그림 5. 관심 영역 적용 실험 영상

Fig. 5. Test frames applied to the ROI scheme.

$\alpha = 75\%$ 인 영상의 경우 만족도가 조금 떨어졌지만 50%와 25%에 대해서는 만족도가 상당히 낮아졌다.

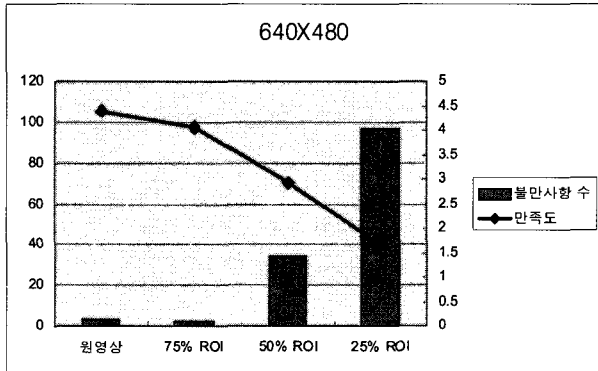


그림 6. 640X480 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 6. Effect of ROI scheme on acceptability at 640X480 resolution

640X480 영상에서는 총 136개의 불만 사항이 나왔으며, $\alpha = 25\%$ 인 경우, 경기의 흐름을 알 수 없다는 시야 부분에 대한 불만이 가장 많은 수를 보였으며, 과도한 영상 확대에 의한 화질 저하가 두 번째로 많은 불만 의견으로 나타났다.

표 3. 640X480 영상에서의 의견 수
Table 3. The number of comments at 640X480 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합계
원영상	2	1					3
ROI (=75%)			2				2
ROI (=50%)	1	14	16	2	1		34
ROI (=25%)	1	40	49		6	1	97
합계	4	55	67	2	7	1	136
총 합계							136

2.2 480X360 영상에 대한 만족도

480X360 크기의 영상에서도 ROI를 적용하지 않은 원본 영상에서 가장 높은 만족도가 나왔다. 640X480 크기의 경우와 비슷하게 75% ROI에서는 근소한 차이의 만족도를

보였으나 50%와 25%의 ROI에서는 급격히 낮은 만족도를 보여준다.

480X360 영상에서는 총 119개의 불만 의견이 나왔으며, 640X480 영상과 마찬가지로 원본 영상의 25% 크기의 ROI 화면에서의 화질 저하와 시야 부분에서 가장 많은 의견이 나왔다.

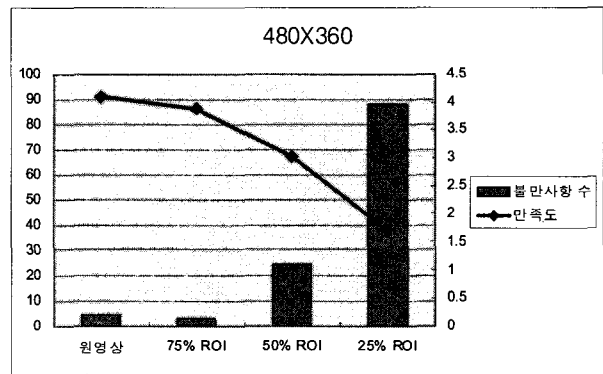


그림 7. 480X360 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 7. Effect of ROI scheme on acceptability at 480X360 resolution

640X480 해상도의 영상과 480X360 해상도의 영상에서는 화면 크기나 Detail 구분에 대한 불만 의견은 거의 나오지 않았다. 이는 이 크기의 동영상들이 시청자가 축구경기를 시청하는데 충분히 만족스러운 크기이기 때문인 것으로 판단된다.

표 4. 480X360 영상에서의 의견 수
Table 4. The number of comments at 480X360 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합계
원영상	2			2			4
ROI (=75%)				1	2		3
ROI (=50%)	1	11	8	1	3		24
ROI (=25%)	2	41	35	1	8	1	88
합계	5	52	43	5	13	1	119
총 합계							119

2.3 360X240 영상에 대한 만족도

320X240 크기의 영상에서부터는 변화가 있었다. 원영상보다 75% ROI의 영상에서 더 높은 만족도가 나왔다. 또한 50% ROI 영상에서의 만족도도 원영상에서의 만족도와 큰 차이가 나지 않았다. 이는 ROI 적용의 필요성을 말해준다. 대신 25%의 ROI영상에서는 급격한 만족도의 하락을 보였다.

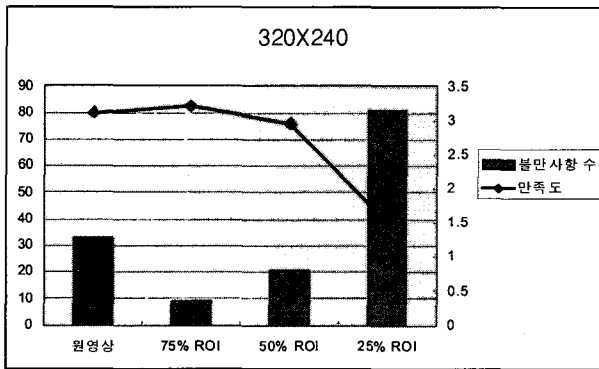


그림 8. 320X240 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 8. Effect of ROI scheme on acceptability at 320x240 resolution

표 5. 320X240 영상에서의 의견 수

Table 5. The number of comments at 320X240 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합 계
원영상	14			19			33
ROI (=75%)	2		1	5	1		9
ROI (=50%)		9	5	4	3		21
ROI (=25%)	4	44	20	7	5	1	81
합 계	20	53	26	35	9	1	144
총 합 계							144

320X240 영상에 대해서 총 144개의 불만 의견이 나왔으며, 가장 많은 의견이 나온 부분은 화질 관련 부분이었다. 그리고 작아진 영상으로 인한 불편함에 대한 의견이 640X480이나 480X360 크기의 큰 해상도의 영상들에 비해 증가한 것을 확인할 수 있었다. 하지만 작아진 영상에 대한 불

만이 ROI를 적용함에 따라서 상당히 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 그리고 작아진 화면으로 인한 선수나 공의 움직임 볼 수 없다는 물체 분별에 관련한 의견도 원본 영상에서는 14건이 있었으나 ROI를 적용함에 따라 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 원본 영상의 25% 크기의 ROI를 적용한 영상에 대해서는 앞의 경우와 마찬가지로 모든 사항에 대해서 많은 불만 의견이 나왔다.

2.4 240X180 영상에 대한 만족도

240X180 크기의 영상에서는 ROI 적용의 효과가 더욱 컸다. 75% ROI 영상에서도 원영상에서의 만족도보다 높았으며 50% ROI 영상에서는 더욱 높은 만족도를 보였다. 하지만 역시 25%의 동영상에서는 급격한 만족도의 하락을 보였다.

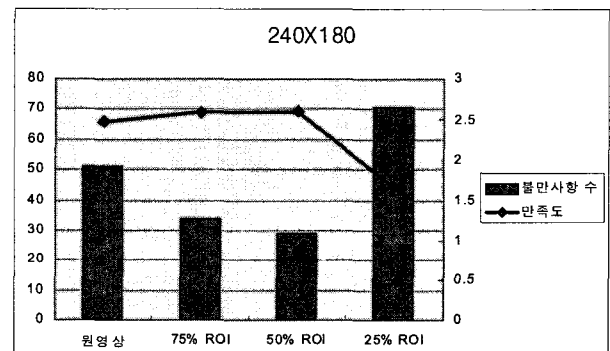


그림 9. 240X180 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 9. Effect of ROI scheme on acceptability at 240X180 resolution

표 6. 240X180 영상에서의 의견 수

Table 6. The number of comments at 240X180 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합 계
원영상	20			30		1	51
ROI (=75%)	12	3	1	17		1	34
ROI (=50%)	6	5	7	9	1	1	29
ROI (=25%)	3	33	23	9	2	1	71
합 계	41	41	31	65	3	4	185
총 합 계							185

240X180 영상에서는 작아진 화면에 대한 불만에 관련된 의견이 65개로 총 185개의 의견 중에서 가장 많은 비율을 차지하였다. 그리고 총 65가지의 의견 중에서 원본 영상에서 30건이 나왔으며, ROI를 적용함에 따라 화면 크기에 관련된 의견이 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 물체 분별 관련에서도 원본 영상에서는 총 20건의 의견이 나왔으나 75% ROI에서는 12건, 50% ROI에서는 6건으로, 원본 영상에서보다 ROI를 적용시켰을 때 시청 시 불편함이 줄어든 것을 확인할 수 있다.

2.5 160X120 영상에 대한 만족도

160X120 크기의 영상에서는 240X180크기의 경우보다 효과가 더 좋았다. 160X120 크기 영상의 전체적인 만족도는 낮았지만 75% ROI와 50% ROI 만족도가 원영상에 비해 높게 나왔다.

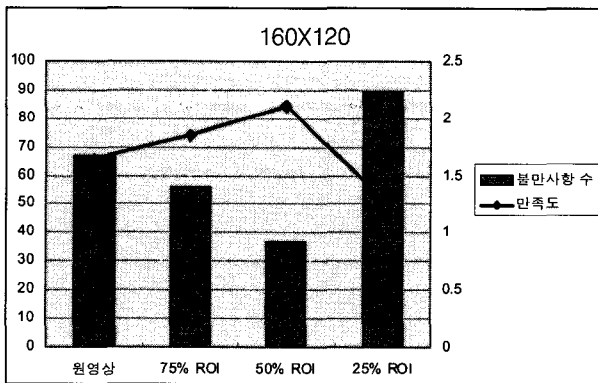


그림 10. 160X120 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 10. Effect of ROI scheme on acceptability at 160X120 resolution

160X120 해상도의 영상에서는 매우 작은 영상 크기로 인해 시청하는데 불편함을 느낀다는 의견이 가장 많은 수를 차지하였다. 그리고 원본 영상을 그대로 시청하는 것보다 ROI를 적용하여 보는 것이 Object Detail에서나 화면크기에 대해서 불만 사항의 수가 상당히 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

표 7. 160X120 영상에서의 의견 수

Table 7. The number of comments at 160X120 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합 계
원영상	31		2	34			67
75% ROI	27	1	3	24		1	56
50% ROI	10	4	5	17	1		37
25% ROI	4	41	24	18	2		89
합 계	72	46	34	93	3	1	
총 합 계							249

2.6. 120X90 영상에 대한 만족도

120X90 크기의 영상에서도 전체적인 만족도는 낮았다. 그러나 원본 영상보다는 ROI를 적용했을 때의 만족도가 더욱 높았다. 120X90 크기는 워낙 영상이 작아 원 영상에서는 사물을 식별하기가 어렵고 50% ROI 영상에서는 그나마 사물의 식별이 가능하기 때문인 것으로 판단된다. 이 영상에서도 25% ROI에서의 만족도가 가장 낮았다.

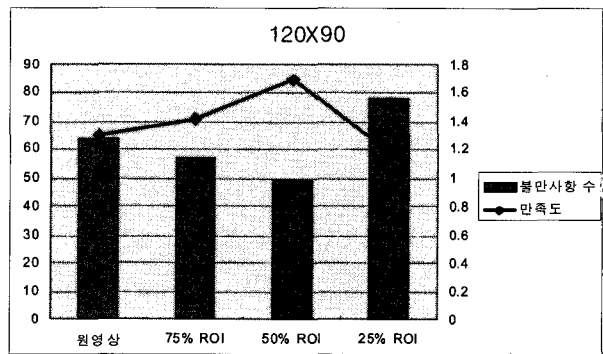


그림 11. 120X90 해상도 영상에서의 ROI 적용 시 만족도 변화
Fig. 11. Effect of ROI scheme on acceptability at 120X90 resolution

120X90 영상에서는 매우 작은 화면으로 인해서 많은 불만 의견이 나왔다. 그리고 작은 화면을 더 확대하였기 때문에 ROI를 적용해도 불만 의견의 수에 큰 변화가 없었다.

표 8. 120X90 영상에서의 의견 수

Table 8. The number of comments at 120X90 resolution

	물체 분별	화질	시야	화면 크기	ROI 움직임	기타 의견	합 계
원영상	32		2	30			64
75% ROI	27	3	1	25	1		57
50% ROI	17	6	2	24			49
25% ROI	11	38	7	22			78
합 계	87	47	12	101	1	0	
총 합 계							249

V. 결 론

본 논문의 목적은 소형 디스플레이 상에서 시청자가 불편을 느끼지 않는 최소 해상도의 영상과, 관심 영역만을 디스플레이하는 경우 시청자의 시청만족도의 변화를 알아보는 것이다. 총 코멘트 1081개 중 27.8%가 영상의 해상도에 관련한 언급이었다. 예상과 같이 영상의 해상도가 감소할수록 시청자의 만족도는 낮아지는 것으로 나타났고 낮은 해상도에서는 만족도가 매우 낮았다. 관심 영역 적용에 대한 만족도를 살펴보면 640X480, 480X360의 높은 해상도의 영상에 대해서는 관심 영역을 적용한 것보다 원본 영상을 그대로 보는 것이 높은 시청 만족도를 보였다. 이는 PDA와 같은 비교적 큰 해상도를 지닌 디스플레이 기기에서 LCD 전체를 디스플레이로 사용할 때는 ROI 적용의 필요성이 높지 않음을 보여준다. 하지만 소형 LCD 상에서 동영상 화면이 일부를 차지하는 경우나 휴대폰과 같이 더욱 작은 디스플레이를 갖는 단말기의 경우, 즉 해상도 320X240 이하의 영상에 대해서는 관심 영역을 적용한 영상을 보는 것이 원본 영상을 보는 것보다 높은 만족도를 나타냈으며 시청 시의 불만 사항에 대한 건수 역시 큰 폭으로 줄어드는 것을 확인하였다. 우리가 평소 가장 많이 사용하는 이동형 기기인 휴대폰의 일반적인 해상도를 320X240 이하라고 봤을 때, 축구 경기 시청 시 방송되는 영상을 그대로 보는 것

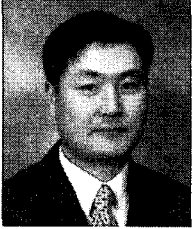
보다 관심 영역 디스플레이를 적용하여 볼 때 시청자의 만족도가 높아질 것이라고 기대된다. 또한 160X120 크기에서부터는 ROI를 적용하여도 사용자의 만족도가 급격히 떨어지므로 최소 디스플레이 크기에 대한 제한이 있음을 알 수 있다.

이와 같이, 소형 단말기에서 축구 경기 영상의 쾌적한 시청을 위해서는 최소한의 해상도가 보장되어야 하며, 특히 원거리 샷과 같이 화면 내의 물체가 매우 작은 경우, 관심 영역만을 추출하여 디스플레이 함으로써 시청자들의 시청 만족도를 향상시킬 수 있다. 우리는 현재 [3]에서 제안한 축구경기 비디오를 위한 지능형 디스플레이 기술을 더욱 향상시키고자 노력하고 있으며, 본 연구에서 조사된 바와 같이 이 기술이 실제 소형 단말기에 적용될 경우 사용자들에게 만족스러운 시청 경험을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Jain, "Quality of experience," IEEE Multimedia, pp. 96-97, 2004.
- [2] H. Knoche, J. D. McCarthy, and M. A. Sasse, "Can small be beautiful?: Assessing image resolution requirements for mobile TV," in Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia, pp. 829 - 838, Nov. 2005.
- [3] Seo and Kim, "A context-aware video display scheme for mobile devices," in Proc. SPIE Multimedia on Mobile Devices II, San Jose, Jan. 2006
- [4] W. H. Cheng, W. T. Chu, and J. L. Wu, "A visual attention based region-of-interest determination framework for video sequences," IEICE Transactions on Information and Systems, E88-D, pp. 1578 - 1586, 2005.
- [5] L. Itti, C. Koch, and E. Niebur, "A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, no.11, pp. 1254-1259, Nov. 1998.
- [6] Y. F. Ma and H. J. Zhang, "A model of motion attention for video skimming," in Proc. ICIP, pp. 129-132, 2002.
- [7] Xvid MPEG4 Codec, <http://www.koepi.org/xvid.shtml>
- [8] TCPMP Pocket Media Player, <http://tcpmp.corecodec.org/download>
- [10] W.R. Neumann, A.N. Crigler, V.M. Bove, "Television sound and viewer perceptions" in Proc.Joint IEEE/Audio Eng.Soc.Meetings, pp. 101-4, 1991.

저 자 소 개



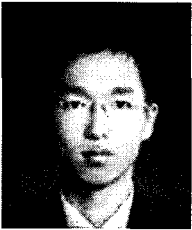
김창익

- 1989년 2월 : 연세대학교 전기공학과 (학사)
- 1991년 2월 : 포항공과대학교(POSTECH) 전기전자공학과 (석사)
- 1991년 1월 ~ 1997년 7월 : SKC Ltd. R&D 센터 선임 연구원
- 2000년 12월 : 워싱턴주립대학교(University of Washington) 전기공학과 (박사)
- 2000년 12월 ~ 2005년 1월 : Senior Member of Technical Staff, Epson Palo Alto Laboratory, Epson R&D Inc.
- 2005년 2월 ~ 현재 : 한국정보통신대학교(ICU) 공학부 조교수
- 주관심분야 : Intelligent Video, 3D Video, Next Generation Video Communication Systems, Video Analysis,



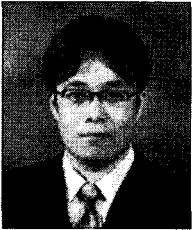
고재승

- 2006년 2월 : 서울 시립 대학교 전자전기 컴퓨터 공학부 (학사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 한국정보통신대학교(ICU) 공학부 석사과정
- 주관심분야 : H.264 and MPEG-4 Video Coding, Intelligent Video.



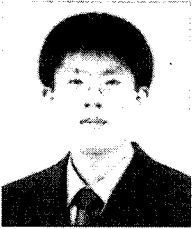
안일구

- 2005년 2월 : 전북대학교 전자정보공학부 (학사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 한국정보통신대학교(ICU) 공학부 석박사통합과정
- 주관심분야 : Intelligent Video, MPEG4 Video Coding.



이재호

- 2006년 2월 : 부산대학교 전자전기통신공학부 (학사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 한국정보통신대학교(ICU) 공학부 석사과정
- 주관심분야 : Medical Image Processing, Multi-View Coding.



서기원

- 2004년 2월 : 한국과학기술원(KAIST) 전산학과 (학사)
- 2006년 2월 : 한국정보통신대학교(ICU) 공학부 (석사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : (주)WRG 전문연구원
- 주관심분야 : Ubiquitous Computing, Assistive Technology, Computer Game.

 저 자 소 개

**권 재 훈**

- 1992년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 (학사)
- 1997년 5월 : 시라큐스대학교 전기공학과 (석사)
- 2002년 12월 텍사스A&M대학교 전기공학과 (박사)
- 2003년 ~ 현재 : 삼성전자 통신연구소 멀티미디어랩 책임연구원
- 주관심분야 : Video streaming, Video telecommunication, Video Codec.

**주 영 훈**

- 1995년 2월 : 서강대학교 물리학과 (학사)
- 1998년 2월 : 서강대학교 물리학과 (석사)
- 1998년 ~ 현재 : 삼성전자 통신연구소 멀티미디어랩 책임연구원
- 주관심분야 : Video streaming, Video Codec.

**오 윤 제**

- 1985년 2월 : 연세대학교 물리학과 (학사)
- 1987년 2월 : 연세대학교 물리학과 (석사)
- 1995년 : Rensselaer Polytechnic Institute 물리학과 (박사)
- 1996년 ~ 현재 : 삼성전자 통신연구소 멀티미디어랩장
- 주관심분야 : Home network, multimedia, video codec and mobile imaging.