

+ 호요성 · 광주과학기술원(GIST) 교수

TECH & TREND

> UHD 고화질 영상 서비스와 HEVC 영상 압축 표준 ①

1. UHD 고화질 영상 서비스

요즘 거실에 50인치 이상의 TV 모니터를 두고, 집에서 편안하게 방송 프로그램 또는 영화를 감상하는 것은 일반적인 가정의 흔한 모습이다. 디지털TV의 보급이 확산되면서 시장 전반적으로 대형TV에 대한 선호도가 높아지고 있으며, 삼성전자와 LG전자 등의 대기업들은 앞다투어 대형TV를 출시하고 있다. 하지만 60인치 이상의 대형 디스플레이에서 기존의 HD(High Definition)급 해상도로 사람의 얼굴을 크게 비추면 사각형의 화소가 보여 화질이 매끄럽지 못하다. 따라서 기존의 HD급 영상보다 4배 이상, 16배까지 선명한 초고화질 UHD(Ultra High Definition) 영상 서비스가 차세대 방송기술로 새롭게 주목받고 있다. UHD 고화질 영상은 시청자에게 현장감과 사실감을 제공할 수 있어 방송, 원격 회의, 교육, 의료, 게임 등 다양한 분야에서 광범위하게 활용될 것으로 기대된다. 실제로 UHDTV로 고화질 영상을 시청해 본 사람은 저절로 탄성을 내뿜는다. 어떤 이들은 화면이 매우 생생해 굳이 3차원 영상을 보지 않아도 입체감이 느껴질 정도라고 얘기한다. 올해 초 삼성이 85인치 UHDTV를, LG는 84인치 UHDTV를 출시함에 따라, 연초부터 UHDTV 바람이 불고 있다. UHDTV는 일반 보급형 디지털 TV에 비해 고가임에도 높은 판매량을 기록하고 있다는 점에서 곧 다가올 UHDTV 시대를 점쳐볼 수 있다.



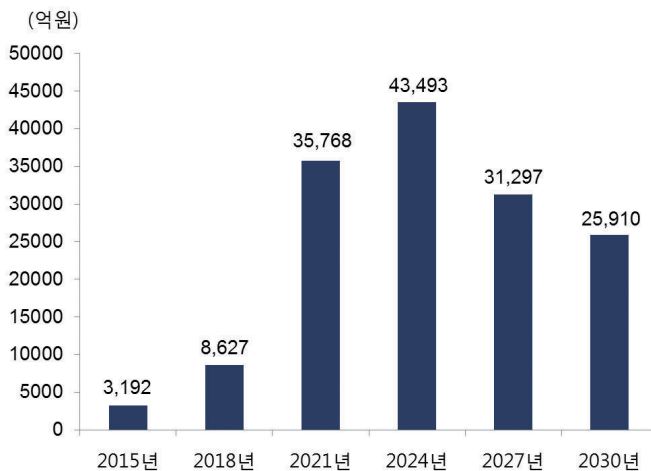
[그림 1. 삼성과 LG의 UHDTV]

[표 1]은 UHDTV의 주요 특징을 HDTV와 비교한 것이다. [표 1]에서 볼 수 있듯이, 4K UHDTV는 HDTV의 4배, 8K UHDTV는 HDTV의 16배의 해상도를 가진다. 또한 10~12bit로 색을 표현하고, 4:2:0 컬러 포맷뿐 아니라 4:2:2, 4:4:4의 컬러 포맷을 사용해 대형 화면에서 더욱 섬세하고 자연스러운 영상의 표현이 가능하다. 4K UHDTV의 시야각은 55도, 8K UHDTV의 시야각은 100도로 기존의 HDTV에 비해 실재감이 최대화되었다. 또한, 어느 방향에서나 실제 현장과 동일한 음향을 감상할 수 있도록 기존의 5.1채널이 아닌 최대 22.2채널의 오디오를 사용한다. 즉, UHDTV는 현재 서비스 중인 HDTV에 비해 시청각적으로 더욱 선명한 화질과 풍부한 음질을 제공한다[1]. 이번 호에서는 현재 큰 이슈가 되고 있는 UHD 고화질 영상 서비스와 그 시장 전망을 알아보고, 고화질 영상을 위한 새로운 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding) 표준 개발 역사와 간략한 개요를 살펴보도록 한다.

구분	HDTV	UHDTV	
		4K	8K
해상도	1920×1080	3840×2160	7680×4320
화면주사율	30Hz	60Hz	
컬러당 비트수	8, 10bits	10, 12bits	
컬러 포맷	4:2:0	4:4:4, 4:2:2, 4:2:0	
가로세로 화면비	16:9	16:9	
오디오 채널수	5.1	10.1 ~ 22.2	
수평 시야각	30°	55°	100°

[표 1. UHDTV의 특징]

2. 국내외 시장 전망

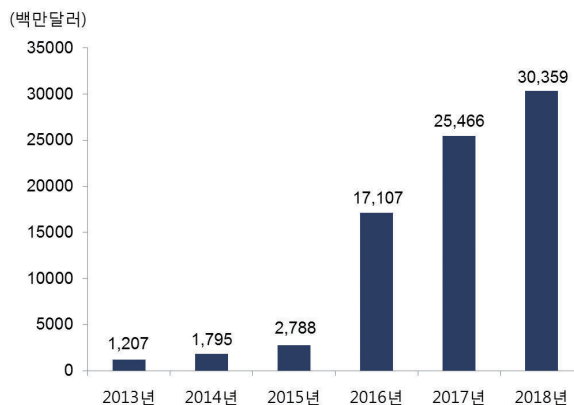


[그림 2. 국내 UHDTV 시장 전망]

최근 사람들의 소득 수준이 높아지고 디지털TV의 보급이 확산함에 따라 TV에 대한 기준과 향후 출시될 차세대 TV에 대한 기대가 높아지고 있다. 올해 초 출시된 UHDTV를 시작으로 점점 다양한 크기의 고해상도 TV가 출시될 예정이다. KBS는 지난 2012년 10월부터 12월까지 관악산 송신소를 통해 UHDTV를 실험방송한 바 있다. 케이블TV 사업자 CJ헬로비전도 1월부터 서울 목동 지역을 대상으로 UHDTV 시범서비스에 들어갔다. 방송통신위원회도 오는 2014년 열리는 인천아시안게임에서 시험방송을, 2018년 평창 동계 올림픽에서 본방송을 개시하는 것을 목표로 하고 있다.

[그림 2]는 국내 UHDTV 시장 전망을 나타낸 그래프이다. UHDTV의 국내 시장규모는 설문조사를 통한 소비자의 UHDTV 이용 의향을 반영해 이용 가구를 추정하고 디지털TV 대비 UHDTV의 단가 상승분과 TV 교체주기를 고려해 추정한 것이다[2]. 국내 UHDTV 시장은 실험방송이 끝난 후, UHDTV 방송 서비스가 본격화되면 크게 성장할 것으로 예상된다. 따라서 UHDTV 본 방송이 시작되는 2015년에 본격적으로 성장할 것으로 예상되며, 2024년에 이르면 4조 3백억 원 규모로 확대될 것으로 전망된다.

UHDTV가 HDTV 이후의 차세대 방송기술로 주목을 받으면서, 일본을 중심으로 4K 수준의 LCD 패널, 카메라, 스캐닝 장비, 4K 콘텐츠 제작 장비 등의 시제품이 출시되고 있다.



[그림 3. 세계 UHDTV 시장 전망]

대만의 CMO사에서는 2006년에 이미 4K LCD 패널을 발표했으며, 일본의 미쯔비시, 소니, 샤프, 아스트로디자인에서는 2007년 4K 디스플레이 세트 상용품을 발표했다. 또한 JVC, 마쯔시다, 소니, 올림푸스, 캐나다의 DALSA 등이 4K 해상도의 영상을 촬영할 수 있는 디지털 시네마용 카메라를 개발해 상용품으로 출시했다. Thomson, IMAGICA에서는 35mm 필름에 담긴 영상을 4K 해상도의 디지털 비디오 데이터로 변환하는 고속 스캐닝 장비를 출시했다. [그림 3]은 세계 UHDTV 시장 전망을 나타낸 그래프이다[2]. 세계 UHDTV 시장은 4K 및 8K를 포함해 2018년에 연 매출 303억 달러 규모에 이를 전망이다. TV 및 방송장비와 전송망 등의 전방산업 시장은 물론, 카메라, 콘텐츠, 기록/재생장치 등 후방산업까지 포함해 천문학적인 시장이 형성될 것으로 전망된다.

3. HEVC 고화질 영상 압축 표준

고화질 영상 서비스를 위해 해결해야 할 문제점 중 하나는 데이터양의 증가이다. [표 2]는 다양한 비디오 포맷에 따른 압축 전 원본 영상의 데이터양을 보여준다. 해상도가 커지고, 색공간 및 색깊이, 프레임율이 증가할수록 데이터양이 기하급수적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 예를 들어, YUV 4:4:4 컬러 포맷의 컬러당 12비트인 8K UHD 영상을 60Hz로 전송 또는 저장하기 위해서는 현재 서비스 중인 YUV 4:2:0 컬러 포맷의 컬러당 8비트인 30Hz HD 영상의 약 96배에 해당하는 공간이 필요하다. 이러한 데이터양은 현재의 저장 매체와 전송 매체에서 소화하기 어려울 뿐만 아니라, 그 비용이 매우 높다는 문제점을 가진다. 따라서 실감 미디어 시대를 위해서는 고화질 영상을 효과적으로 압축할 수 있는 비디오 압축 표준의 역할이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

비디오 포맷				데이터양	비고
SD	YUV 4:2:0	8bpp	30Hz	124Mbps	—
HD	YUV 4:2:0	8bpp	30Hz	746Mbps	SD의 약 6배
4K UHD	YUV 4:2:0	8bpp	30Hz	3Gbps	HD의 약 4배
	YUV 4:2:2	10bpp	30Hz	5Gbps	HD의 약 7배
	YUV 4:4:4	12bpp	60Hz	18Gbps	HD의 약 24배
8K UHD	YUV 4:2:0	8bpp	30Hz	12Gbps	HD의 약 16배
	YUV 4:2:2	10bpp	30Hz	20Gbps	HD의 약 27배
	YUV 4:4:4	12bpp	60Hz	72Gbps	HD의 약 96배

[표 2. 다양한 비디오 포맷에 따른 데이터양 비교]

2003년 H.264/AVC[3] 표준화가 끝난 이후에도 영상 압축 표준화의 양대 기구인 ISO/IEC MPEG(ISO/IEC JTC1/SC29/WG11)과 ITU-T VCEG(ITU-T Question6/WP3/SG-16)에서는 각각 차세대 비디오 압축 표준 연구를 계속 진행했다. 먼저, VCEG에서 2005년 1월에 H.264/AVC 다음의 차세대 비디오 압축 표준을 위한 사전 작업으로, 핵심 부호화 기술을 발굴하기 위한 일련의 활동을 진행했다. 2005년 4월, 이 작업을 위한 key technology area(KTA) 소프트웨어를 만들기로 결정하고, 부호화 효율 향상, 복잡도 감소, 피드백 기반 에러 강인성의 세 가지 분야에 대한 기술 개발을 시작했다. 2008년 10월까지도 이러한 작업을 계속 수행했으나, 그때까지 KTA를 통해 개발된 대부분의 기술은 H.264/AVC를 뛰어넘는 차세대 비디오 압축 표준 기술이라기보다는 기존의 H.264/AVC의 틀에서 크게 벗어나지 않는 확장 기술(H.264+)에 지나지 않았다. 또한 KTA는 H.264/AVC 대비 성능 개선의 폭이 매우 작아, 새로운 표준을 시작하기에는 충분하지 않다고 판단되었다. 그 외에 VCEG 회의 전반에 걸쳐 H.264/AVC 하드웨어 구현 시의 대역폭, 데이터 처리량 등의 문제에 대한 산업체의 피드백이 기고되었고, 이에 따라 차세대 비디오 압축 표준 작업에서는 연산 복잡도를 고려해야 한다는 의견이 제기되었다.

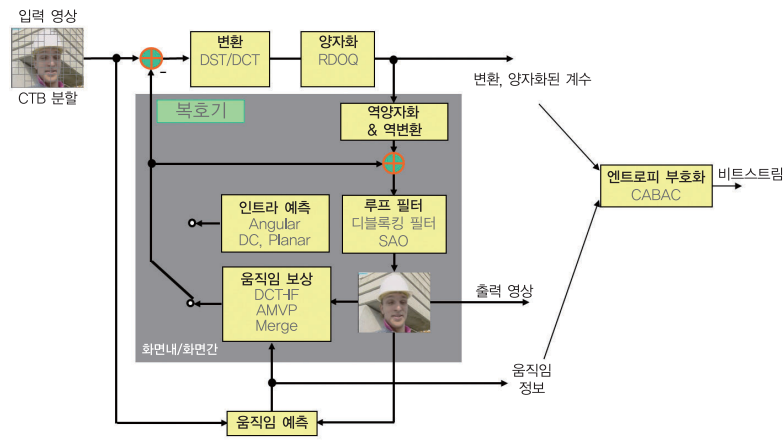
MPEG에서는 2008년 4월, 새로운 비디오 부호화 표준에 대한 브레인스토밍을 시작했다. VCEG가 차세대 비디오 압축 표준을 위한 기술적인 내용에 치중했다면, MPEG은 새로운 비디오 압축 표준의 필요성과 요구 사항 등을 살펴보는 상의하달식 접근 방법을 사용했다. 즉, 2008년 10월에 새로운 표준에 대한 목표를 정립한 후, 곧바로 2009년 4월에 그에 해당하는 기술 성숙도 검증(Call for Evidence, CfE)을 시작했다. 2009년 7월 CfE 결과 기존 H.264/AVC 표준 대비 30% 이상의 압축률 향상이 검증됨에 따라, 새로운 표준화 작업은 급물살을 타기 시작했다.

결국 2010년 1월 MPEG과 VCEG 두 기구는 보다 효율적인 표준화 기술 개발을 위해 공동으로 표준화 작업을 수행하기로 결정했다. 표준화 작업을 위한 협력팀의 공식 명칭은 “joint collaborative team on video coding(JCT-VC)”이며, 이후 JCT-VC는 기술 제안을 모집하기 위한 CfP(Call for Proposals)를 공동으로 발표하였다. 2010년 4월, 제1차 JCT-VC 회의가 개최되었고, CfP에 대한 응답으로 제안된 27개의 기술이 검토되었다. 여러 기관에서 제출한 27개의 코덱 평가 결과, 상당수의 실험 조건에서 상위 코덱들의 성능이 H.264/AVC의 절반의 비트량으로도 유사한 주관적 화질을 제공할 수 있었다. 제1차 JCT-VC 회의의 결과로, 주관적 화질 평가에서 상위를 차지한 5개의 코덱과 가장 낮은 복잡도를 보인 1개 코덱의 기술들을 조합해 TMuC(Test Model under Consideration)[4]가 만들어졌다. 이후 HEVC 참조 소프트웨어인 HM(HEVC Test Model)을 만들고, 개별 기술 단위 성능 경쟁을 통해 HM을 버전 업 시켰다. 마침내 2013년 1월, 최종 표준안인 FDIS(Final Draft International Standard)가 발간되었다[5][6].

	개최일자	장소	참여자 수	기고서 수	결과물
제1차	2010. 04.	독일 Dresden	188	40	TMuC 0.1
제2차	2010. 07.	스위스 Geneva	221	120	TMuC 0.6
제3차	2010. 10.	중국 Guangzhou	244	300	WD1, HM 1.0
제4차	2011. 01.	한국 Daegu	248	400	WD2, HM 2.0
제5차	2011. 04.	스위스 Geneva	226	500	WD3, HM 3.0
제6차	2011. 07.	이탈리아 Torino	253	700	WD4, HM 4.0
제7차	2011. 11.	스위스 Geneva	284	1000	WD5, HM 5.0
제8차	2012. 02.	미국 San Jose	300	700	CD, HM 6.0
제9차	2012. 04.	스위스 Geneva	241	500	CD, HM 7.0
제10차	2012. 07.	스웨덴 Stockholm	214	550	DIS, HM 8.0
제11차	2012. 10.	중국 Shanghai	235	350	DIS, HM 9.0
제12차	2013. 01.	스위스 Geneva	262	450	FDIS, HM 10.0

[표 3. HEVC 표준화 회의 역사]

[그림 4]는 총 12차례의 표준화 회의를 통해 최종적으로 결정된 부호화기의 구조를 보여준다. HEVC는 계층적 부호화 단위 및 구조, 최대 35가지 방향성을 고려한 화면 내 예측, Merge 모드 및 AMVP(Advanced Motion Vector Prediction)를 이용한 화면 간 예측, DCT (Discrete Cosine Transform) 및 DST (Discrete Sine Transform) 변환, DCT 기반 보간, SAO(Sample Adaptive Offset), 디블록킹 필터 등 다양한 새로운 부호화 알고리즘을 포함하고 있다[7]. 각 요소기술에 대한 상세한 설명은 다음 호에서 다루기로 한다.



[그림 4. HEVC 부호기]

4. HEVC 표준의 응용분야

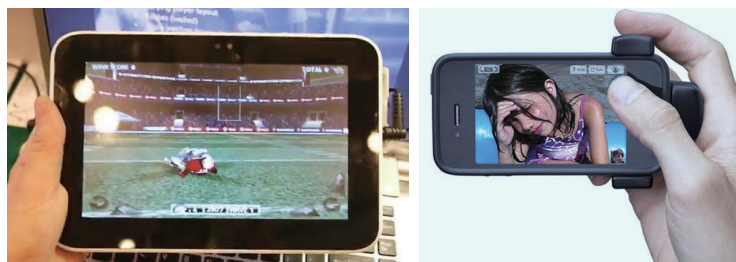
새로운 HEVC 표준은 UHDTV를 포함한 다양한 응용분야에서 광범위하게 사용될 것으로 예상된다. 이전의 H.264/AVC 비디오 부호화 표준이 유선망과 무선망이 통합되고 방송과 통신이 융합되어 언제 어디서나 인터넷과 방송을 즐길 수 있는 방통 융합서비스 시대를 개척하였다면, HEVC는 방통융합 서비스를 진일보시킬 수 있는 표준이 될 것으로 기대된다.

① 디지털 방송

현재 서비스 중인 HDTV 이후의 차세대 방송 서비스로 거론되고 있는 것이 UHDTV와 3DTV이다. UHD급 영상을 디스플레이할 수 있는 대화면 TV 및 안경/무안경식 3DTV의 보급으로 인해 고해상도 영상 서비스에 대한 소비자의 기대치가 높아지고 있으며, 현재 UHDTV와 3DTV는 이미 초기 기술 개발이 완료되어 시험 방송 중이다. 하지만, 앞에서 언급한 것과 같이 이러한 차세대 방송 서비스는 기존의 방송 서비스에 비해 처리해야 할 데이터의 양이 방대하기 때문에 현재의 H.264/AVC보다 더 높은 압축 효율을 가지는 비디오 압축 표준을 필요로 한다. 따라서 현재 H.264/AVC보다 높은 압축 성능을 보이는 HEVC는 실감 미디어 전송 데이터량 절감을 위한 좋은 해결책을 제시할 것이다.

② 비디오 스트리밍

가정뿐만 아니라 공공장소 등에서 유무선 네트워크 환경이 보편화되면서 네트워크와 연동하는 멀티미디어 콘텐츠가 대중화되고 있다. 스마트폰, 태블릿과 같은 휴대용 기기의 보급 확대로 인해 비디오 스트리밍에 대한 요구 또한 급속도로 증가하는 추세이다. 인터넷 스트리밍, VOD 서비스, 모바일 기기에서의 비디오 스트리밍, 화



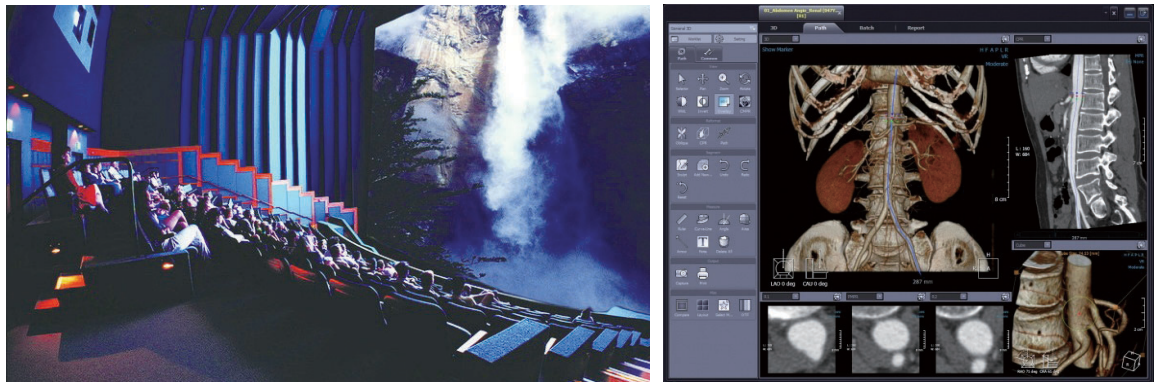
[그림 5. 고화질 비디오 스트리밍]

상 전화 등이 네트워크에 기반을 둔 비디오 스트리밍의 예이다. 데스크톱 및 휴대용 기기들의 하드웨어의 발전으로 인해 고화질 영상을 디스플레이하는 것이 가능해졌지만 이러한 영상을 실시간 스트리밍하기 위해서는 큰 데이터량으로 인한 스트리밍 지연을 해결해야 한다. 따라서 낮은 복잡도를 가지면서 높은 압축률을 제공하는 HEVC 표준은 실시간 비디오 스트리밍 서비스에서 높은 활용도를 가질 것으로 보인다.

③ 전문 분야

전문분야는 디지털 시네마, 의료 영상, 위성 영상 등과 같이 초고해상도 및 초고화질 비디오 신호를 다루는 응용 분야를 의미한다. 이러한 전문 분야에서는 데이터의 크기보다 복호된 영상이 포함하고 있는 데이터를 더 중요하게 생각한다. 따라서 전문 분야에서는 고화질의 복호 영상을 얻을 수 있는 무손실 또는 근접 무손실 부호화를 주로 사용한다.

현재 HEVC 참조 소프트웨어에서 무손실 부호화 기능을 제공하고 있으며, HEVC 무손실 부호화 성능 향상을 지속적으로 논의하고 있다. 차후 무손실 부호화 성능이 향상되고, HEVC 표준에서 요구사항에서 권장하고 있는 시각적 무손실 부호화 기능 지원까지 추가되면 이러한 응용 분야에서도 HEVC 표준을 사용할 수 있을 것이다.



[그림 6. 디지털 시네마와 의료분야에서의 고화질 영상의 사용]

5. 결론

큰 해상도와 뛰어난 선명함이 특징인 UHD 고화질 영상 서비스는 3차원 입체영상 서비스와 더불어 차세대 방송 기술로 주목받고 있다. 이미 업계에서는 소비자들의 요구를 반영해 고화질 영상을 지원하는 다양한 전자 기기들을 출시하고 있다. 하지만 안정적인 고화질 영상 서비스를 위해서는 큰 데이터양에 따른 데이터 처리 속도와 전송 대역의 문제점을 해결해야 한다.

본 원고에서는 UHD 고화질 영상 서비스와 국내외 시장 전망을 알아보고, 최근 표준화가 완료된 HEVC(High Efficiency Video Coding) 표준에 대해 간략히 살펴보았다. 다음 호부터는 HEVC 표준의 핵심 기술과 그 성능을 상세하게 다루고자 한다.

참고문헌

- [1] 최해철, 정세윤, 최진수, “초고선명방송(UHDTV) 기술 현황과 전망”, 한국멀티미디어학회지 제14권 제2호, pp. 16~23, 2010. 06.
- [2] ICT 표준화전략맵 Ver. 2013, TTA 한국정보통신기술협회, 2013. 01.
- [3] 호요성, 김승환, H.264 AVC 알고리즘 이해와 프로그램 분석, 두양사, 2009.
- [4] 호요성, 허진, 최정아, 차세대 비디오 압축 기술 : HEVC 알고리즘 이해와 프로그램 분석, 진샘미디어, 2011.
- [5] 호요성, 최정아, “UHD 고화질 영상 압축 기술 : HEVC 알고리즘 이해와 프로그램 분석”, 진샘미디어, 2013.
- [6] ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11, “High Efficiency Video Coding(HEVC) Text Specification Draft 10 (for FDIS & Consent)”, JCTVC-L1003, Geneva, CH, Jan. 2013.
- [7] 호요성, 최정아, “차세대 영상 압축 표준 기술 분석 및 전망”, 한국멀티미디어학회지 제16권, 제1호, 2012. 03.