

## 1. 머리말

최근 전자공학의 디지털 기술이 급속히 발달함으로서 미래 가전제품이 인간과 호흡을 같이 할 수 있는 지능을 가질 것으로 예측된다. 생산제조기술 분야에서는 자동화시스템을 적용 활용하고 있으며, 공상 과학소설 또는 영화에서나 볼 수 있었던 생활 혁명이 눈앞에 펼쳐지고 있다. 21세기 들어서며 홈 네트워크 시스템이 우리 생활속 깊숙히 자리잡기 시작하였다. 홈 네트워크는 유·무선 통신 네트워크를 각 가정의 영상, 음향, 정보가전 기기와 연결한 뒤 시간과 장소에 구애받지 않고 다양한 서비스를 제공 받게 하는 것이 기본 목적이다.

이번 특집에서는

- 1) 디지털 가전 제품의 개발 동향
- 2) 디지털 가전 제품의 소음진동 연구동향
- 3) 디지털 가전이 인간 생활에 미치는 영향

에 대해 알아 보고자 한다.

가전 제품 시장은 AV 가전과 백색 가전으로 그 영역이 분명히 구분된 시장을 가지고 있었다. 그러나, 최근에 들어서 가전 제품의 네트워크화, 지능화가 급속도로 진행됨에 따라 디지털 가전이

란 새로운 제품군을 탄생시키고 있다. 또한, 디지털 컨버전스의 심화로 여러 가전 제품간의 경계가 모호해지는 측면이 강해지고 있다. 특히, PC 제품과 가전 제품의 결합, PDA와 같은 휴대형 정보 단말장치와 가전 제품과의 결합은 디지털 가전 제품의 발전에 서로 상승작용을 하고 있다.

디지털 가전을 한마디로 정의하기는 힘들지만, 이 글에서는 가전, 컴퓨터, 통신, 방송 기술 등이 융합된 디지털화, 네트워크화, 지능화된 새로운 개념의 가전 제품으로 정의하겠다. 홈 네트워크 가전 제품의 연구동향, 백색 가전제품의 네트워크화 및 지능화 경향, 포스트PC의 등장이라는 측면에서 디지털 가전 제품의 개발 동향을 살펴 보고자 한다.

## 2. 홈 네트워크 연구 동향

현재 국내외 기업체와 연구단체에서 활발히 연구되어지고 있는 home network의 방향은 크게 집안의 기기간 연결을 위한 기술을 기본으로 한다. 이러한 집안의 환경을 네트워크 하는데 선결되어야 할 사항은 보안 및 구성의 간단성과 낮은 가격, 유지 보수의 편리성에 있다. 이러한 요건을 충족시켜 주기 위하여 유선기반, 무선기반의 N

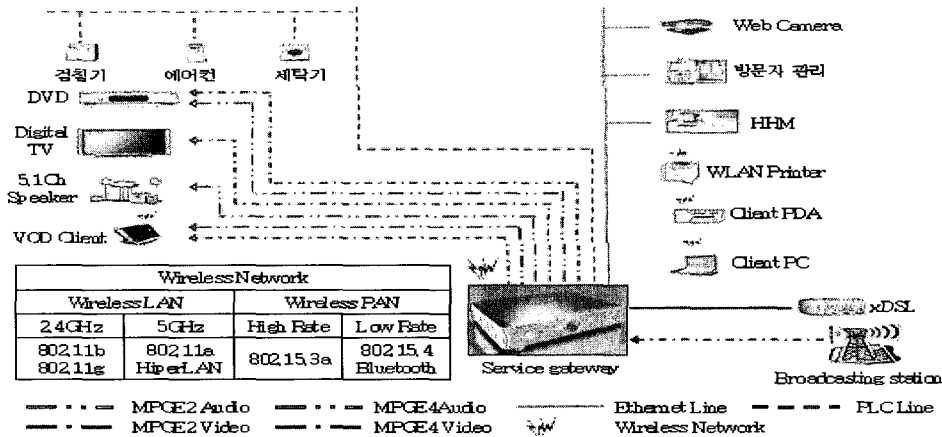


그림 1 In Home Networking

네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이렇게 연결된 다양한 유형의 기기들을 집 안팎에서 제어하기 위한 미들 웨어(middle ware) 기술들이 개발되고 있다.

### 2.1 유선 기반 기술

최근까지 홈 네트워크에서는 PC, 음향 및 비디오 기기, 주변장치들에 대한 연결을 위하여 콘텐츠(contents)의 특성을 가장 잘 보장해 주기 위한 특별한 연결 방법(cabling)을 사용하였고, 이러한 연결 방법은 장비의 이동이 있으면 복잡한 연결 작업을 사용자가 다시 해주어야 하는 불편함을 초래하였다. 이러한 불편을 해결하고자 최근 모듈레이션(modulation), 디모듈레이션(demodulation) 기술과 디지털 전송 기술의 발전으로 인하여 사용자는 복잡한 전용 케이블 대신 전화선, 동축 케이블 등 기존에 설치되어 있는 유선 전송 매체를 이용하여 손쉬운 연결을 할 수 있게 되었다. 이러한 사용자의 요구로 인하여 유선기반의 네트워크는 다음과 같은 조건을 고려해야 한다.

- ① 기존의 케이블 구조를 기반으로 하는 기술
- ② 설치 및 유지보수가 용이한 기술
- ③ 기존 서비스에 영향을 주지 않고 또 영향을 받지 않는 QoS 메커니즘 기술

- ④ Streaming 서비스 질(quality)을 보장해 줄 수 있는 전송 대역폭
- ⑤ 집 안팎의 보안 적용이 가능한 기술

### 2.2 무선 기반 기술 동향

기존의 통신 매체로 널리 사용되어 왔던 유선으로만 홈 네트워크를 구성할 때의 문제점으로 가정에서 전체적인 새로운 배선 공사가 요구되거나, 배선의 길이에 따른 데이터 전송 용량의 저하 및 가정 내 개인화에 의한 여러 방에서의 PC와 TV 등에 따른 많은 선으로 인해 미관상의 불편함이 따르게 된다. 그리고 최근 디지털 TV의 보급과 더불어 장소를 적게 차지하는 벽걸이 TV 형태의 개념이 나오고 있으나 케이블선 처리가 그 효과를 축소하고 있는 상태이다. 또한 요소로는 단말기(TV, 리모콘, 디지털 카메라, PDA 등)가 각 방으로 이동하거나 다른 방에서 보던 정보를 자기 방의 PC에 저장한다든지, 다른 방의 카메라를 자기 방에서 대형화면으로 보고자 하는 필요성이 발생하고 있다. 이러한 필요성에 의해 점진적으로 가정용 정보, 가전기기들 간의 연결이 무선화되어 편리한 생활환경과 이동 중이거나 다른 방에서도 상호 정보 제공 및 저장을 할 수 있는 효율성을 제공하는 방향으로 전개될 것

으로 예상된다.

무선 기반 홈 네트워크는 다음과 같은 요구 사항을 만족하는 것을 원칙으로 한다.

- ① 새로운 배선 시스템을 요구하지 않는다.
- ② 사용하기 쉽고, 설치가 간단하여야 한다.
- ③ 다른 유무선 네트워크와 상호 운용성이 보장되어야 한다.
- ④ 경제적이어야 하며, home security가 보장되어야 한다.
- ⑤ 맥 내외 보안 적용이 가능한 기술이어야 한다.

위와 같은 요구 조건을 만족하기 위하여 가정 안에서 wireless 네트워크는 Zigbee, UWB, 블루투스(bluetooth)와 같은 wireless PAN 계열의 네트워크와 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, hiper-lan 등의 wireless LAN 계열의 네트워크들이 연구되어지고 있으며 802.11e에서는 무선 인터페이스 상에서의 QoS에 대한 연구를, 802.11i에서는 보안에 대한 연구 및 표준화 작업을 중점적으로 진행하고 있다. 위에서 언급한 방식들은 모두 900MHz, 2.4GHz, 5GHz 의 ISM(industrial scientific medical) band를 사용하고 있으며, 이러한 동일한 반송주파수를 사용하는 문제로 인하여 각 전송 방식마다 가장 중요한 이슈가 되고 있는 사항에 에어 인터 페이스(air interface)상에서의 QoS(quality of service) 문제와 GPS(global positioning system)와 서로 다른 전송 방식간의 공존의 문제가 제기되고 이에 대한 해결방안이 활발히 연구되어지고 있다.

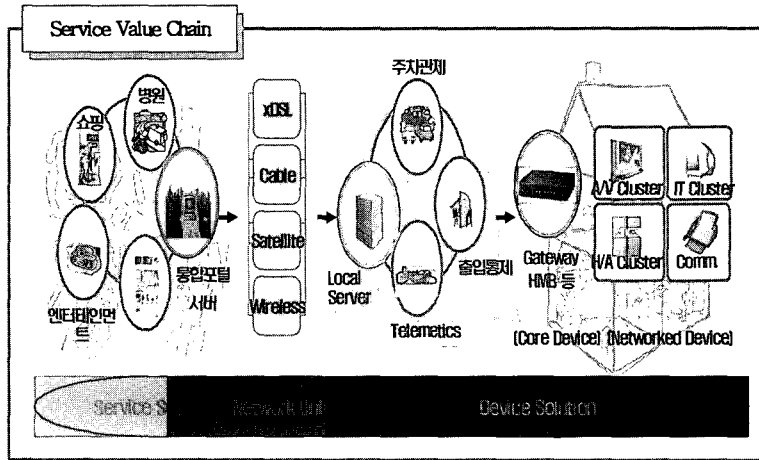
### 3. 홈 네트워크 관련 기술

전력선은 전력선상의 심한 잡음, 변화하는 임피던스, 높은 감쇠로 인하여 데이터 전송에 적합한 매체는 아니다. 이러한 이유에도 불구하고 전력선 통신이 홈 네트워크 시장의 선두주자로 떠오르는 가장 큰 이유는 기존에 설치되어 있는 전

력선을 사용하기 때문에 네트워크 구축의 추가 비용이 거의 들지 않고, 추가 선로 공사가 필요하지 않다는 강력한 장점이 있기 때문에 많은 투자자들과 관련 사업자들의 관심을 끌고 있으며, 앞으로 다가올 홈 네트워크 시대 초기의 강력한 솔루션으로 부상하고 있다. 전력선 기술에는 저속 PLC(power line control) 기술과 고속 PLC 기술로 분류할 수 있다. 저속 PLC는 수십 bps의 속도를 요구하고 집 안에 있는 가전 제품 제어의 애플리케이션에 사용하며, 고속 PLC는 수십 Mbps 전송 속도를 제공하여 데이터 네트워크에 사용되며 오디오, 비디오 서비스를 가능하게 해 준다.

고속 PLC는 AV 가전으로 분류되는 제품들은 TV, 방송 수신용 STB(지상파, 위성방송, 케이블)들과 각종 AV player(DVD player, Divx player), 게임기(MS의 Xbox, SONY의 playstation), storage device(AV HDD), 홈서버(media center PC, IP STB) 등이 있다. TV는 기존의 아날로그 TV가 DTV(digital TV), HDTV(high density TV)와 같은 디지털 TV로 진화하고 있으며, 방송 수신용 STB(setup box)들은 아날로그 방송 수신 STB에서 디지털 방송 수신 STB으로, 그리고 최근에는 HDD가 내장된 PVR(personal video recorder)로 진화하고 있다. Disk player의 경우에도 기존의 아날로그 VCR에서 SD DVD disk player, HD DVD disk player가 나오고 있다. 게임기 역시 stand-alone 게임기에서 DVD 기능 등을 내장하고, 네트워크 게임 등이 가능한 네트워크 기기화 되고 있다. 또한 미디어 센터 PC는 legacy PC를 집안의 거실로 이동시켜 다양한 콘텐츠(방송, 전자앨범...)를 TV로 연결하여 리모컨만으로 제어가 가능하도록 하고 있다. 특히 미디어 센터의 등장은 PC 시장과 AV 가전 시장의 경계를 모호하게 만드는 대표적인 디지털 컨버전스 제품으로 자리매김하고 있다.

올해부터 가전업체와 통신업체 및 인터넷 포털 업체들은 TV 포털 시대를 대비하여 다양한



형태의 TV기반 네트워크 솔루션을 구축하기 시작하였으며 이는 국제 표준화 활동과 더불어 활발히 진행되고 있다. 이러한 솔루션은 AV cluster 내 AV 기기들이 IEEE 1394와 같은 QoS(quality of service) 및 security망에서 콘텐츠 공유의 형태로 네트워크화 및 통합화가 이루어 질 것이다.

그러나 현재 AV 기기들이 네트워크화 되어 연결되는 데에는 또한 해결해야 할 이슈들이 산재해 있다. 이러한 이슈들의 주요 내용은, AV 기기들마다 지원하는 콘텐츠 미디어 규격(MPEG2, 4, Divx, WMV, JPG, PNG 등), 플랫폼(processor, OS), 복사 방지(copy protection), 네트워크망(IEEE 1394, Ethernet, USB, UWB(ultra wide band)등)이 상이하고, 또한 콘텐츠 공유 솔루션 또한 업체별 차이가 있어 이들이 상호 연동하는데 풀어야 할 다양한 문제들이 있다. 특히 국내 기업 연구소의 연구 결과들이 IEEE 1394에 기반을 둔 AV 네트워크의 표준으로 자리 매김하기 위해 노력하고 있다.

지금까지 AV 기기들은 시장에서 본연의 기능만으로 부가가치를 창출하고 경쟁력이 있었으나, 앞으로는 본연의 기능 외에 어떤 형태의 AV 네트워크에 연결되어 부가가치를 배가하느냐에 따라 경쟁력이 달라질 것이다.

또한 AV cluster망은 IT cluster망에서 제공되고

있는 다양한 콘텐츠 및 서비스와 융합되며 이러한 솔루션이 궁극적으로 유비쿼터스(ubiquitous) 시대의 도래를 재촉할 것이다. 또한 디지털 기기 뿐만 아니라 네트워크 기술 이외에 미들웨어 기술, 콘텐츠 호환기술 및 보완기술 등 다양한 분야에서 표준화가 논의되고 있다.

#### 4. 백색 가전의 네트워크화 및 지능화

에어컨, 냉장고, 세탁기, 전자렌지, 청소기 등으로 대표되는 백색 가전 업체의 현재 국내외적인 가전시장 포화, 가격 압력은 위기인 동시에 기회로 작용하고 있다. 백색 가전 제품의 최근 경향은 고급화, 네트워크화, 지능화로 대표될 수 있다.

최근 건강, 디자인, 편리함으로 상징되는 웰빙(well being) 현상은 가전 제품의 고급화에 일조를 하고 있다. 가전 업체들은 소비자의 환경에 대한 관심 고조로 공기청정기, 환기 시스템, 시스템 에어컨, 비데 등의 제품 개발과 네트워크 시스템을 이용하여 일상 생활에서 개인 건강 상태를 주치의(혹은 의료기관)와 원격으로 진료받거나 간단한 응급 조치를 받아 위험한 상황을 극복할 수 있는 기술 개발과 표준화를 위한 연구가 국내외 연구진에 의해 진행되고 있다. 또한, 기존 제품의 디자인 및 기능 차별화를 통한 고급 브랜드의 보

급에도 노력하고 있다.

국내의 가전업체는 고부가가치 제품 개발을 위한 대안 중 하나로 네트워크 제품 개발을 추진 중이다. 특히, 우리 나라의 경우 성공적인 인터넷 보급과 정부의 디지털 홈 사업 추진 등으로 인해 네트워크화 가전 제품의 개발에서도 선두를 달리고 있다.

홈 네트워크 분야는 1980년대 core network 과 1990년대 access network 을 거쳐 2000년대에는 home network으로 옮겨가고 있다. 국내에서는 1999년부터 홈 네트워크의 필요성이 제기되어 관련기술 및 제품 개발이 추진되고 있으나, 홈 네트워크의 특성상 서비스가 범용화 되기에는 풀어야 할 과제가 아직은 많이 남아 있는 실정이다.

그러나 홈 네트워크 시장은 광대역 서비스의 확대 및 개인 정보단말기의 보급이 증가되면서 디지털 정보기기와 정보가전기기들이 가지고 있는 데이터 및 대역폭의 공유를 위해 시장이 확대될 것으로 전망된다. 홈 네트워크 관련 업체들은 실제 가정에서 사용될 수 있는 상용화된 제품을 출시하고 있으며 직접 체험하고 느낄 수 있는 제품을 정보화 아파트 또는 사무실을 통해 실현시키고 있다. 홈(home)이라는 환경이 유비쿼터스 네트워크와 맞물려 가정의 유비쿼터스 환경 구현과 홈 네트워크 기술의 장기적인 발전추세를 고려하여 볼 때 유선보다는 무선 기술에 집중하게 될 것으로 예상된다. 홈 네트워크 방식은 전 세계적으로 활발한 보급률을 보이고 있는 PC를 중심으로 다양한 개인용 정보단말 및 정보가전의 네트워크화와 최근 새롭게 추진되고 있는 정보가전 개념을 기반으로 정보가전을 홈 서버로 이용해 PC를 통해 애플리케이션을 지원하는

네트워크화 등 2가지 형태로 발전할 것이라고 전문가들은 분석하고 있다.

홈 네트워크 분야는 디지털 기술의 집합체라 할 수 있어 모든 IT관련 기술 변화는 물론 NT, BT 및 인간의 생활 패턴의 변화를 예측하고 관련 기

술을 홈이라는 공간에서 어떻게 융합될지를 파악해야 한다. 따라서 미래 홈 네트워크 분야의 기술 변화를 예측하기란 매우 어렵다. 아직은 초기 시장에 불과한 홈 네트워크 시장은 업계 및 소비자의 관심 증가로 머지않아 국내에서 대규모 홈 네트워크 사업이 시작될 것이다. 현재 진행되고 있는 표준화 작업이 마무리되고 통신업체, 건설업체, 가전업체와 장비생산업체들의 긴밀한 협조체제가 이루어진다면 세계 시장으로의 진출 및 성공 가능성을 기대해 볼 수 있다.

결론적으로 우리나라가 IT강국으로서 홈 네트워크 분야의 선두주자가 되기 위해서는 경쟁국들이 하지 않고 있거나 하기 어려운 핵심 기술을 찾아야 한다. 예로서 국내외에 수많은 IT 표준 단체가 있으며 각각의 표준 모두가 홈 네트워크를 구성하는 데에 중요한 기술 표준이다. 우리는 수많은 IT 표준 단체에 모두 참여할 수 있는 기반을 마련하는 것이 필요하다. 홈 네트워크에 통합될 수 있는 로드 맵(road map)을 작성하여 단계적으로 필요한 핵심, 기초 기술(processor, OS, platform, streaming, security 등) 개발은 물론 통합에 필요한 융합 기술을 개발하고 장기적이 관점에서 기술 인력을 체계적으로 양성해야 하며, 그 동안 홈 네트워크의 장애 요인으로 지적되었던 방송사, 통신사, 개발업체, 건축사들과 협력체계 구축 중장기 기술 개발 연계 및 법, 제도 개선 등을 통하여 시장에서 지속적인 경쟁우위를 확보하도록 해야 한다.

국내 가전 업체에서는 과거 백색 가전으로 불리는 세탁기, 전자 렌지, 에어컨 built-in 제품에 전력선(power line)을 기반으로 하는 네트워크 기능을 추가하였으며, 독자적인 프로토콜을 개발하여 보급 중에 있다. 가전 제품의 네트워크화 추세와 발 맞추어, 지능적인 서비스 개발이 진행 중이다. 예를 들어 실내 공기가 오염될 경우 에어컨 및 환기 시스템 동작을 통해 실내를 쾌적하게 한다든지, DVD로 영화 감상 중 전화 수신 시, 영화

를 일시 중지 후 전화를 받을 수 있도록 하는 등의 지능적인 부가 서비스가 개발 중이다. 위의 예에서 보듯, 이러한 지능적인 서비스가 보급되기 위해서는 필수적으로 홈 네트워크의 보급이 전제되어야 한다는 것을 알 수 있다. 즉, 가전 제품의 네트워크화와 지능화는 상호 보완 관계를 맺으며 첨단화를 향해 나아갈 것으로 예상된다.

향후, 가전 시장은 단품 보다는 네트워크 기능의 부여가 필수로 자리잡을 것으로 예상되며 지능적인 부가 서비스 개발 및 가격의 하락이 대중화에 주요한 요인으로 자리잡을 것으로 판단된다.

## 5. 포스트 PC의 등장

예전까지 가전업체와 PC 업체는 서로 다른 시장을 가진 것으로 인식되어 왔다. 하지만 국내외의 포화 상태에 이른 PC시장은 PC 업체로 하여금 가전 시장을 겨냥하고 있다. 이러한 PC업체의 가전 시장 진출에 큰 역할을 하는 것이 포스트 PC라고 할 수 있다.

포스트 PC란 '이제까지의 PC와는 다른 외형과 기능을 갖춘 PC 이후의 정보기기'를 지칭한다. 즉, 포스트 PC 제품들은 기존의 PC에서 하던 인터넷 검색, 정보 관리, 문서 작성 등의 종합 기능을 분산하여 기능별로 특화된 non-PC형 정보기기로서 인터넷 접속과 간단한 컴퓨팅이 가능하며, 저렴하고 사용하기 쉬운 특징을 갖고 있다.

포스트 PC는 크게 2가지 유형으로 분류할 수 있다. 즉, 스마트폰, PDA, HPC, 웹패드, MP3 플레이어 등과 같은 휴대형 포스트 PC와 인터넷 단말기, 인터넷 TV 셋탑, 인터넷 게임기, 인터넷 스크린 폰, 인터넷 백색가전 등과 같은 가전형 포스트 PC로 분류할 수 있다. 이 중, 휴대형 포스트 PC의 경우, 가전제품으로 분류하기 힘든 측면이 있는 것은 사실이나, 디지털 컨버전스가 심화될수록 그 경계가 모호해지고 있는 것 역시 사실이

다. 즉, PDA 그 자체는 휴대정보단말기의 역할을 수행하나, PDA가 가전제품의 제어용도로 사용한다거나, DVD 플레이어에서 플레이되는 영화를 감상할 수 있다면 더 이상 가전제품이나 아니냐를 따지는 것은 무의미해질 수 있다. 이러한 차세대 정보기기 제품군들을 해외에서는 흔히 인터넷 정보기기 (IA : internet appliance, information appliance)라는 명칭으로 부르고 있으나, 국내에서는 포스트 PC라는 명칭이 보다 일반적으로 통용되고 있다.

또한 인터넷 TV 셋탑과 같은 제품들도 그 기능이 고도화되면서 점점 지능화된 AV 기기로 분류되고 있다.

이러한 포스트 PC 제품군과 기존 PC와의 가장 큰 차이점은 다양하고 범용적인 기능을 모아 놓은 기존 PC와 달리 포스트 PC는 기존 PC의 여러 기능을 따로 떼어놓아 기능에 특화된 제품군을 구성하고 있다는 점이다. 또한 인터넷 서핑과 이메일 등 인터넷 기능과 일정관리, 엔터테인먼트 등 단순 컴퓨팅 기능을 손쉽게 즐길 수 있도록 고안되어 있다. 포스트 PC 제품군은 이처럼 기본적인 인터넷 기능과 컴퓨팅 기능을 제공하면서도 쉽고 저렴한 특징을 갖고 있기 때문에 높은 시장 성장 잠재력을 가지고 있다.

전문가들에 의하면 포스트 PC 시장은 전자상거래 및 무선 인터넷의 발전과 이동성의 확산, 인터넷 사용인구의 폭발적인 증가로 인하여 향후 2005년까지는 43%대의 고성장을 예상하고 있다. 특히 PDA, 스마트폰 등 휴대용 정보단말기가 연평균 48% 이상 성장하면서 시장을 주도할 것으로 전망되고 있다. 국내의 경우 PDA폰과 스마트폰 개발에 삼성전자의 넥시오, MITs를 비롯하여 제이텔의 셀빅 그리고 싸이버 뱅크 등이 국내에서 치열한 경쟁을 펼치고 있다. 이러한 포스트 PC는 다양한 제품군과 새롭게 떠오른 시장으로 인하여 분야별 표준화 경쟁도 치열하다. 인텔, 모토로라, 마이크로소프트, 팜 등이 플랫폼 규격을

제시하며 표준화 경쟁을 펼치고 있으며, 컴퓨터, 가전 및 통신 단말기 간의 경계가 무너지면서 더욱더 많은 기업들이 포스트 PC 개발에 투자하고 있다. 세계 포스트 PC 시장에 대한 국내의 경쟁력은 메모리, LCD 등 핵심부품에 대한 경쟁력이 높다는 것과 세계 최고 CDMA 실용화 기술을 갖고 있다는 것이다. 특히 포스트 PC의 주요 제품군인 휴대폰에 대한 기술력은 충분한 경쟁력을 지녔다고 할 수 있다. 하지만 휴대폰을 제외한 다른 제품군의 경우 주로 중소 벤처기업 주도로 산업이 이끌어 지고 있는 것이 한계점을 들어내고 있다. 향후 포스트 PC의 시장 성장과 경쟁력 확보를 위하여 정부 기관 차원에서의 중소기업 지원 정책과 국내 포스트 PC 시장 확대를 위한 저렴하며, 질적으로 향상된 콘텐츠 개발과 함께 고급 기술인력 양성 및 기존 기술인력의 재교육 등이 강화 확대 되어야 한다.

## 6. 맺음말

디지털 가전은 기존 아날로그 가전에 비해 짧은 라이프 싸이클을 가짐으로써, 신규 수요 및 대체 수요 창출이 끊임없이 일어남으로써, 무한한 성장 가능성을 가짐으로써, 반도체, 휴대폰에 이은 새로운 수익 사업으로 성장할 것으로 보인다.

기존 가전 업체는 물론 오디오 전문 기업, 소프트웨어 기업, 반도체 기업 등이 서로 진출하여 치열한 생존 경쟁을 벌이고 있다.

미래 적자 생존 경쟁에서 국내 기업이 살아 남기 위하여 디지털 가전 부품의 SoC화, 국제 표준 경쟁에서 우위 점유를 지속적으로 추진해야 되겠다. ☞

## NOVEM 2005 국제학술회의 안내 (NOise and Vibration Emerging Methods)

- 일 정 : 18-21 April 2005
- 장 소 : Saint Raphael, Cote d'Azur, France
- 진행일정 :
  - ▶ Abstracts 15 October 2004
  - ▶ Abstract acceptance 20 November 2004
  - ▶ Full papers 14 January 2005
  - ▶ Paper acceptance 11 February 2005
  - ▶ Preferential registration 18 February 2004
- 주 관 :
  - ▶ Laboratory of Vibration & Acoustics, INSA - Lyon, France
  - ▶ Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton, UK
  - ▶ Marcus Wallenberg Laboratory, KTH, Sweden
  - ▶ Institute of Technical Acoustics, TU Berlin, Germany
- 공동후원 :
  - ▶ Laboratory of Vibroacoustics, University of Campinas, Brazil
  - ▶ Vibration and Acoustics Laboratories, VPI & SU, USA
  - ▶ Center for Noise and Vibration Control, KAIST, Korea
  - ▶ Machinery Acoustics Laboratory, Blagonravov Institute, Russia
- 기타사항안내 : [www.novem2005.com](http://www.novem2005.com)