



상황인식프로세서 SoC 구조와 Packaging의 개발 방향

박승창 IT비즈니스닥터_ (주)폴리소프트 (scpark39@empal.com)

서론

지금으로부터 약 5년 후인 2010년, 인터넷 신 주소 체계인 IPv6와 복합 센서가 수용된 미세한 크기의 RFID가 Tagging 대상 물품이나 인체에 내장되거나 주입되거나 부착된 방식으로 인류의 행복과 생존을 지키기 위하여 거의 모든 생활 물품들과 생활 공간을 연결할 것으로 전망된다. 그러기 위하여 가장 먼저, 보호와 보안의 대상이 되는 개인의 환경과 공간이 보유하고 있는 정체, 규모, 상태, 상황, 이동, 위험, 위기를 감지할 수 있는 센서들이 그 공간 속에 적절하게 배치되어야 한다.

그 센서들을 통제하면서 계산을 수행하고 인지(認知) 기능을 수행하는 고성능 저잡음의 미래 컴퓨터는 반드시 개인의 눈에 모습을 드러낼 필요는 없으나, 개인이 원하는 시간 동안 정확하고 정밀하게 주어진 기능이나 임무를 수행하기 위하여 1) 생활 환경의 온도, 습도, 가속도, 접근 정체, 고도, 조도, 위치, 진동과 같은 물리량 센서, 2) 인체에 유해한 CH₄, CO, NH₃, SO₃, 페놀, LPG, LNG와 같은 독극물 센서, 3) 세기가 일정 기준을 초과할 경우 인체에 유해한 적외선, 자외선, 방사선, 전자기파, 초고음파와 같은 非可視 파동 센서, 그리고 4) 특수 약품이나 병해충, 미생물, 또는 위험동물에 대해서만 반응하는 센서 등을 요구한다.

이렇듯이 어떤 공간마다 그 공간에 존재하는 개인, 가족 구성원, 소수 회원, 다수 회원, 그룹 구성원, 실내의 팀원, 야외의 군중, 온라인 커뮤니티의 주체들이나 주인이 중심이 되어 그 관계인들이 요구하는 서비스를 즉시 즉시 제공하면서도 시속 0Km/h~200Km/h의 범위에 걸쳐 사용자의 이동성을 보장해야 하는데, 최근 등장한 통방 융합형 DMB 서비스의 경우는 어느 위치에서 또 다른 어느 위치로 이동하는 개인이나 그룹의 복합단말기 상에서 온라인 상태의 끊임 없는 서비스

가 고품질을 유지하면서 제공될 것으로 보인다.

지난 호 논문에서는 지면의 제약이 있었음에도 불구하고, 전면에서 분석한 가상공간과 상황인식에 대한 국내외 실험과 정의에 입각하여 사용 소비자, 공간 관리자, 그리고 감독 인증자의 관점에서 요구하는 서비스 파라미터들을 최대한 상세하게 규정하였다. 궁극적으로 어떤 첨단 제품이든 그 시장 가치는 미래의 유비쿼터스 IT 시대에서도 현 사회에서 추구하고 있는 개인의 건강과 행복, 그 다음으로 안전과 보호, 그 다음으로 직업과 상거래, 그 다음으로 금융과 행정 서비스 속에 자리하고 있음을 부인할 수 없다.

따라서, 가까운 미래에는 의복의 기본적인 보온이나 방호 기능 외에도 컴퓨터를 재단하고 디자인 한 착용 컴퓨터(Wearable Computer)를 입고 다니는 유비티즌(Ubitizen)들이 사용할 휴대폰, PDA, 노트북, 가전기기, 로봇, 전자종이, 그리고 i-HDTV 외에도 도로, 버스, 택시, 비행기, 선박, 엘리베이터와 같은 공간에 존재하는 무언의 감시 카메라와 마이크로 폰 속에 상황인식 프로세서가 탑재되어 주인이나 그룹의 구성원이 원하는 정보+통신+방송+인터넷서비스를 RFID+USN을 기반으로 제공할 것으로 전망된다.

이번 호 논문에서는 전면에서 분석한 서비스 파라미터들을 시스템의 기능으로 구현하고, 최적의 성능을 보장하며, 편의성과 편리성을 극대화 하는 차세대 컴퓨터에 내장될 상황인식프로세서의 SoC(System On Chip) 구조와 그 패키징의 개발 방향을 제시한다. 참고로, 최근까지 국내외 학술지에 발표된 유비쿼터스 센서 네트워크의 노드, 사용자에 대한 학습 지능을 갖춘 복합단말기, 또는 착용 컴퓨터에 이르기까지 다양한 상황인식 프로세서의 SoC는 일반 마이크로 프로세서의 부수적인 Co-processor로 존재하기도 하고 Firmware와 함께 복합 모듈로 존재할 것을 예견한다.



본문

| u-공간과 유비티존의 Chip 요구사항 |

오늘날 인터넷 사용인구 4,000만명을 돌파한 국내 현실을 반영하면, 전국의 지리 정보를 기반으로 구축된 유/무선 통신망의 작동에 따라 미래에는 빠짐없이 인터넷과 연결되어야 하는 기존의 TV/Radio 방송망과 PC 정보처리 시스템들이 있고, 가정의 냉장고를 비롯하여 다양한 가전기기들과 건물의 수도, 가스, 전기, 화재의 검침기를 비롯한 다양한 계측기기를, 그리고 주차위반, 속도위반, 신호위반의 감시기를 비롯하여 다양한 교통 감시 기기들이 생활 공간을 형성하고 있음을 알게 된다.

그러한 대한민국의 정보화 공간 속에서 정보통신부가 2005년 1월 현재 추진 중인 IT839 전략 중에서 2006년 4월 개시 예정인 휴대인터넷 서비스를 비롯한 8대 서비스와 USN을 비롯한 3대 인프라를 사용할 미래의 국내 유비티존들은 어떤 서비스를 막론하고 자신의 행복한 생활과 안전한 생활을 지원하지 못하거나 방해하거나 피해를 입히는 생활 공간과 지리 공간을 원하지 않기 때문에 u-공간에 대한 설계는 기존의 비 전자적인 공간과 끊임 있는 공간의 재설계를 통하여 100% 전자적이고 끊임없는 공간을 구현하는 것이 목표이다.

원래 '상황인식 컴퓨팅'은 1994년 Schilit와 Theimer에 의하여 최초로 논의되었다. 그로 인하여 상황인식 컴퓨팅을 '사용 장소, 주변 사람과 물체의 집합에 따라 적응적이며, 동시에 시간이 경과되면서 이러한 대상의 변화까지 수용할 수 있는 소프트웨어'로 정의 하였는데, 그로부터 상황인식 컴퓨팅을 정의하고자 여러 차례의 시도가 있었지만 대부분의 경우 지나치게 특정적이었다.

최근의 유/무선 인터넷의 발달 중에서도 특히 무선 인터넷이 서비스 제공을 보장해야 하는 개인의 이동성과 상황의 변화를 실시간으로 감지한다는 것이 쉽지 않겠지만, 휴대폰의 디지털 컨버전스를 따라 기술 개발 환경이 개선된 현재 상황인식 컴퓨팅의 정의를 내린다면, 필자는 "사용자의 업무와 관련 있는 적절한 정보, 지식, 통화, 또는 콘텐츠 서비스를 사용자 에게 제공하는 공정에서 특정 사용자의 '특정 상황'을 감지하고 인식한 다음 그의 요구대로 정보와 호출을 처리하고 나서 즉시 그의 단말기를 통해 표현해 주는 컴퓨팅"이라고 하겠다.

그렇지만, 개인이 가정이나 사무실이나 학교에서 사용 중인 오늘날과 같은 인터넷 기반의 집중된 컴퓨팅 환경 속에서 특정 사용자마다 100% 만족할 수 있도록 언제, 어디서, 누구나, 어느 기기, 어느 형식으로든 'TIBIC(Telecommunication + Information + Broadcasting + Internet + Commerce)' 융합서비스를 제공할 수 있는 전제 조건으로

[표 1] 유비티존의 상황인식 파라미터

상황종류	파라미터
신체적 상태	- 정상 - 이상 상태(알코올 흡수, 마약 중독, 실어증, 우울증, 정신병 등) - 질환 발병(감기, 당뇨, 간염, 임신, 비만, AIDS, SARS, 간질 등) - 사고 피해(추돌, 스트레스, 신체수술) - 감각 장애(청각, 시각, 촉각, 후각, 미각, 기억상실, 수족마비)
물리적 환경	- 실내(조도, 산소량, 온도, 습도, 통풍, 진동) - 자동차 내부(온도, 산소량, 분진량, 습도, 진동, 공기압, 속도 등) - 실외(개인 위치, 건물주소, 오존량, 자외선지수, 유해물질량 등) - 야외(위치, 오존량, 유독가스량, 유해물질량, 수질오염량 등)
컴퓨팅 환경	전원 On/Off, 인터넷 연결 On/Off, Log In/Out, 수/자동
컴퓨팅 이력	연, 월, 일, 시, e-Mail주소, IPv6주소, O/S버전, 응용프로그램버전
포트적 상태	Cable TV, Satellite STB, 공중파 수신, ADSL, FTTH, Power
거래적 상태	사업자번호, 거래번호, 세금납부번호, 공급자, 공급받는다, EPC

서 특정 개인의 상황 정보를 정확하게 추출하기 위해서는 아래의 <표 1>과 같은 파라미터들을 주어진 해상도와 공차범위 내에서 감지하는 Chip이 필요하다.

이와 같은 칩의 감지를 통하여 최종적으로 상황의 인식을 해당 공간에 존재하는 컴퓨터가 달성하려면, 모든 물리량을 감지하는 센서들의 구성과 배치, 그리고 감지된 센서의 신호량을 스펙트럼으로 변환하거나 양자화 값으로 변환하는 신호처리가 상황인식 프로세서의 내부에 필요하고, 그 Chip은 Read/Write가 가능하며, 그 모듈은 재활용이 안 되어도 좋다.

더 나아가, 통상적인 개인의 TIBIC생활에 있어서 일어날 상황 분류를 디지털 홈 환경에 적용하여 세부적인 상황의 파라미터들을 열거하면 아래의 <표 2>와 같다. 여기에서, 미래의 상황인식 공간이 필요한 물리 공간으로서 가정 외에도 자동차 실내, 교실, 병실, 예배당, 슝 내부, 사무실, 그리고 여관에 이르기까지 다양한 공간들이 있음을 참고한다. 그러므로, 현재 실내 건물에 대한 IT인증제도와 토지개발공사가 u-City 관련하여 추진 중인 지구환경인증 제도의 주요 기술적 규격도 상황인식프로세서의 설계에 참고할 필요가 있다.

| 상황인식프로세서의 SoC 구조 |

전절과 같이 다양한 개인의 생활 속의 상황들을 보면, 현재 디지털 컨버전스의 대명사인 휴대폰이 카메라 이미지 센서, 음성 마이크로 폰, 지문인식 센서, 그리고 음성인식 센서 등을 탑재하여 제품의 가치를 혁신하거나 고객의 수요를 세분화하고 있지만 유비쿼터스 센서 네트워크와 상황인식 컴퓨팅의 관점에서 볼 때, 아직까지 대부분의 상황을 사용자의 인지작용에 의지하고 있음을 알 수 있다.

그리고 2005년 1월 현재 출시되고 있는 휴대폰 시리즈들을 보면,



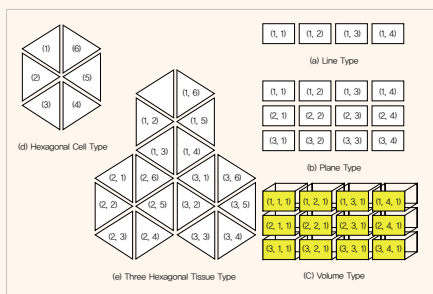
[표 2] 가정 공간의 상황 인식 파라미터

상황종류	파라미터
사용자 상황	- 정상 - 발병, 병환 중, 장애발생, 장애 중, 사망
신원적 상황	- ID, PW, 성명, 영문명, 별명, 주민번호, 학번, 회원번호, 사번
신체적 상황	- 맥박, 혈압, 체온, 음성, 알코올, 마약, 당뇨, 임신, 비만, 출혈
공간적 상황	- 위치, 방향, 속도, 힘, 가속도, 고도, 경사도, 수평각, 수직각
시간적 상황	- 연, 월, 일, 시, 계절, 휴일, 일일 시간표, 출장 시간표
환경적 상황	- 온도, 습도, 조도, 소음, 산소량, 오존량, LNG, SO3, NH3, CO, CH4, 자외선, 방사선, 적외선, 전자파, 초고음파
활동적 상황	- 인접, 질문, 응답, 목격, 검토, 우선순위, 대기
컴퓨팅 상황	- 전원 On/Off, 수/자동, On/Off-line, Log-In/Out - Idle/Active/Standby, Normal/Alarm/Failed, IPv6주소 점유시간
자원적 상황	- 배터리, 디스플레이, 인터넷, 메모리(USB, RAM), OS Version
가용적 상황	- 신뢰도, 가용 시간, 가용 성능, 안정도, 안전도, EMC/EMI
접근적 상황	- 스팸 메일, 바이러스, 침입탐지, 해킹, 크래킹, 미성년 금지 - 흉기, 폭발물, 폭력, 폭언
사고적 상황	- 추돌, 화재, 타박상, 찰과상, 골절상
재해적 상황	- 해일, 폭풍, 태풍, 폭우, 폭설, 홍수, 가뭄, 육한, 지진, 화산, 해성 충돌, 전쟁
범죄적 상황	- 강도, 절도, 살해, 사기, 유괴, 강간, 파괴, 무단 침입, 밀매, 밀수, 마약복용, 방화, 가정폭력, 시설훼손(스크래칭), 무단 방류, 방노, 아동(여성, 노약자)학대
거래적 상황	- 사업자등록증, 거래번호, 세금납부번호, 공급자, 공급받자, EPC - 현금영수증 번호, 물품명, 서비스명, 단가, 수량, 금액

사물의 정체인식에 필요한 RFID의 태그 Chip과 리더 Chip을 휴대폰의 몸체에 내장하거나 부착 인쇄하는 기술을 이용하여 기존의 휴대폰 배터리 팩을 떼어 보면 나타나는 바코드를 대체함과 동시에 휴대폰의 카메라 부착 위치의 후측 건너편에 RFID Reader안테나를 장착하는 기술을 이용하여 휴대폰에서도 PDA형 RFID Reader처럼 RFID 판별기능을 탑재하여 이용하기에는 무리가 있음을 알 수 있다.

그렇지만, 나노(Nano) 반도체 기술의 진화 로드맵을 보면 그러한 휴대폰에서 RFID를 구현하는 것은 물론이고, 그 RFID와 결합하는 USN

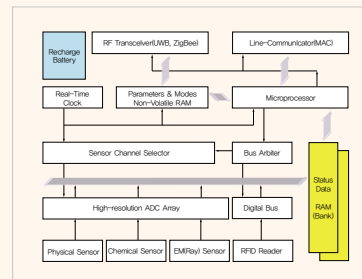
[그림 1] 센서 배열의 5가지 유형



기반의 상황인식 프로세서의 구성이 그다지 요원한 것만은 아님을 짐작하게 한다. 아래의 <그림 1>과 같은 구조를 가지고 개인이나 가정의 생활을 행복

하게 해 줄 다양한 센서들은 사용자 또는 사용자 그룹이 소유하고 있는 휴대폰, PDA, Notebook, Wearable Computer, 그리고 차량의 Telematics Computer에 이르기까지 내장될 수 있기 때문이다. 결국, 상황인식 프로세서는 종단의 센서 모듈에서부터 어떤 공간의 서버급 컴퓨터에 이르기까지 그 종간의 단계를 거치는 과정에 센서 노드의 감지, 감지된 데이터의 디지털 변환, 그 디지털 변환된 센서노드의 데이터를 상위 Base Node에 대하여 송신, 상위 Base Node로부터 하위

[그림 2] 상황인식형 센서 노드 SoC의 구조



센서노드로의 통제명령 수신, 그리고 마지막으로 그 Base Node가 BcN Gate Way에 트래픽 데이터 송수신을 두고 있다. 다만, 어떤 일체형의 단말기나 중계기나 액세스 포인트에서 상황인식을 위한 처리를 위하여

UWB, ZigBee의 무선 채널을 사용할 수 있을 것으로 보인다.

| 상황인식프로세서의 Packaging 방향 |

상황인식형 센서노드 SoC를 단일 칩 상황인식 프로세서로서 구현하는 경우라면, 대규모집적도가 요구되는 만큼 특히 제3세대 휴대폰, 홈 네트워킹, 다양한 인터넷 기능의 제품들이 모바일 시장과 디지털 컨슈머 시장의 확대를 가속할 것으로 전망한 삼성전자가 2004년도에 발표한 ▲모바일메모리 ▲플래시메모리 ▲디스플레이구동칩 ▲모바일프로세서 ▲이미지센서(CIS) ▲모바일용 TFT-LCD과 같이 전략적으로 육성 중인 6대 핵심 모바일 솔루션을 염두에 두고서 여타 업체들의 선택적이고 집중적인 패키징 기술 연구가 필요하다.

카메라 폰의 핵심 부품들을 그 예로 든다면 ▲메인 버퍼 메모리는 초절전 고용량 모바일 메모리 ▲데이터 및 코드 저장용 메모리는 플래시메모리 ▲중앙처리장치는 모바일 프로세서 ▲카메라 영상처리용 칩은 이미지센서 ▲디스플레이는 모바일 TFT-LCD ▲디스플레이 구동용 칩은 DD(Display Driver IC)가 사용되며, 이러한 정성적 규격을 갖는 6개 핵심부품이 전체 부품 가격의 70% 이상을 차지할 정도이다.

그래서, 삼성전자는 낸드(NAND), 노어(NOR), 컨트롤러(Controller)를 단일 Chip으로 구현한 One-NAND 라는 퓨전 메모리(Fusion Memory)와 메모리 칩을 6칩으로 적층(積層)해서 제품 면적을 극소화한 6칩 MCP(Multi Chip Package) 제품 및 하나의 패키지에 첨단 시스템을 구현하는 SIP(System In Package)제품 등을 선보이면서 모바



일 기기의 새로운 메모리 역할을 제시한 적이 있다.

1) MCP(Multi-Chip Packaging)

본 기술은 LTCC(Low Temperature Cofired Ceramic)/LTCC-M(Low Temperature Cofired Ceramic on Metal)을 이용하는데, 주로 Glass-Ceramic 재료를 기반으로 이루어진 다수의 그린 시트(Green Sheet) 층에 전기전도도가 우수한 Au, Ag, Cu 등의 내부 전극 및 수동 소자 (R, L, C)를 스크린 프린팅 공정을 이용하여 주어진 회로를 구현하고 각 층을 적층한 후 1,000 °C 이하에서 동시 소성하여 MCM (Multi-Chip Module) 및 Multi-Chip Package로 구현하는데 사용된다. LTCC/LTCC-M기술의 특징은 바로 그린 시트의 주원료로 사용되는 Glass-ceramic 재료의 낮은 유전체 손실에 의해 높은 품질 계수와 내부 전극 재료에 사용되는 재료들의 높은 전기 전도도에 의한 낮은 도체 손실성을 가지고 있으며, 모듈 내부에 수동소자(Embedded Passive: R, L, C)를 집적 구현함으로써 SOP(System-On-a-Package)가 가능하다. 또한, SMD (Surface Mounted Device) 부품에서는 Parasitic Effect를 최소화 시킬 수 있고, 표면 실장 시에도 납땜 부위에서 발생하는 전기적인 노이즈 (Noise)신호의 감소에 의한 전기적 특성의 향상 및 납땜 수의 감소로 인한 신뢰성 향상과 같은 장점들이 있다. 또한, LTCC의 경우 TF (Temperature Coefficient of Resonant Frequency)의 값을 열팽창 계수로 조절하여 최소화 시킬 수 있기 때문에 유전체 공진기의 특성을 조절할 수 있는데, LTCC-M 기술은 소성 중에 Metal Core에 의하여 적층되어 있는 그린 시트의 Shrinkage를 X-, Y-축 방향으로 억제함으로써 Zero-Shrinkage를 통하여 초기에 설계한 회로를 그대로 구현할 수 있으며, Metal Core에 의해서 발생 가능한 열적, 기계적 성능도 개선한다.

2) SIP(System In Packaging)

요소 기술로서 CSP(Chip Scale Package), Micro Via, Embedded Passive 기술 등이 있는데, 이들 기술들이 융합 되어 SIP를 구현할 것으로 보이지만, 초기 SIP는 CSP, BGA(Ball Grid Array)와 같은 응용 기술로 기판에 패키지 실장 면적을 줄이고, Interconnection 길이를 짧게 하는 형식으로 구현된 바가 있다. 최근, 칩 위에 칩을 여러 층 쌓음으로써 칩의 실장 밀도를 높이는 Stacked CSP 기술, 다층 기판에서의 연결배선을 형성시키는 Micro Via 및 Interconnection 길이를 최소화 시키는 Flip Chip 기술이 SIP에 접목되어 집적도를 높이고, 칩 자체가 패키지가 되는 Wafer Level의 CSP, 수동 소자들을 아예 기판에 내장 시키는 Embedded Passive 기술 등이 결합되어 최소 크기의 SIP를 구현하고 있다.

이 기술에서 사용되는 Flip Chip은 Bump를 이용한 칩의 Bonding 방식으로 기존 와이어 본딩(Wire Bonding)에 비하여 본딩 길이가 짧아 본딩으로 인한 인덕턴스를 1/10 이하로 줄일 수 있고, 패키지도 작게 만들 수 있는 CSP의 요소 기술이며, 최근 RF 분야에의 응용연구도 활발히 진행되어지고 있는 분야이다. 이 기술은 IC와 Module을 연결시켜 주는 재료로 Au Bump를 이용한 SBB(Stud Bump Bonding)방법을 이용하므로 미세회로 패턴에 적용이 가능하며, Au Bump와 모듈사이의 전도성 에폭시(Epoxy)에 의한 잔류응력완화의 장점을 갖고 있다.

실장면적을 줄이는 기술로서 CSP(Chip Scale Package)는 칩 크기의 120% 정도 되는 플립 칩 본딩(Flip Chip Bonding)을 사용하면, 모듈의 크기를 더욱 작게 만들 수 있는 활용도가 큰 SIP의 기술이다. 특별한 Stacked CSP는 여러 개의 CSP를 쌓아 올려서 Silicon Efficiency를 200% 이상으로 높이는 SIP의 중요 요소 기술이기도 하며, SIP에서의 그 중요도는 높은 편이나 상용화 초기 단계로서 향후 개발할 기술 요소가 많다. 반면, WL-CSP는 플립 칩 본딩 방식을 이용하여 CSP보다 20% 정도 더 소형화 시킬 수 있는 유용한 SIP 요소 기술인데, 웨이퍼 (Wafer) 위에 Bump를 형성할 때 범프 균일도를 높이는 공정이 관건이고, Embedded Passives는 수동소자가 많은 모듈, 특히 RF 블록에서 수동소자를 기판에 내장시켜 부품들의 실장 면적을 많이 줄일 수 있는 SIP의 중요한 기술이지만, 본격 상용화되고 하는 단계에 있으므로 조만간 다양한 규격의 인덕터 및 커패시터 제조를 위한 구조, 사용 물질 및 제조방법도 함께 개발될 것이다.

결론

지금까지 지면의 제약으로 인하여 더욱 자세한 설계 사항들은 개별적으로 관심 있는 분이 메일을 송신할 것으로 기대하면서 상황인식 프로세서의 SoC 구조와 패키징의 개발 방향을 주문하였다. 이제 SoC 설계자는 기존의 RFID에 센서를 이식하는 것보다 유비쿼터스 센서 네트워크 노드에 EPCglobal의 제품 코드를 이식하는 것이 더욱 편하다고 볼 지 모른다.

또한, 아직은 국제 표준화 중인 EPCglobal의 센서 기반 기술들을 놓고서 USN 분야에서 Wearable Computer 또는 Eatable Computer에 이르기까지 다양한 크기와 규격의 컴퓨터들과 연동을 시도하는 일은 시기상조이라 하여도, 미래에 구현될 유비토피아(Ubitopia)를 그려 보면서 SoC 설계자들이 칩을 설계하기 전에 공간과 상황을 먼저 구상할 이유는 충분하다. ☺