

BcN 환경에서 서비스 컨버전스 Enabler를 위한 상황인지 모듈 설계

정 종 명^{*} · 김 지 호^{**} · 송 오 영^{***}

요 약

네트워크기술의 빠른 발전과 다양한 정보들의 디지털화는 정보 간의 융합을 가속시키고 있다. 따라서 사용자에게 음성, 영상, 텍스트 등 다양한 정보가 통신망, 방송망 등으로 구분되어 있는 네트워크 다양한 디바이스에 상관없이 제공될 수 있는 서비스 컨버전스 환경이 요구된다. 일반적으로 Enabler는 BcN의 IMS에 적용되어 응용서비스 계층으로부터 미디어, 통신 등 다양한 서비스를 네트워크에 상관없이 통합 제공해 주기 위한 기능을 포함하며 응용 서비스에 필요한 다양한 기능을 담당한다. 하지만 통합서비스 제공을 받기 위해서는 네트워크나 디바이스 등에 대한 프로파일을 통해 사용자의 환경에 대한 상황을 추론하여 적합한 서비스 방식을 결정, 제공해야한다. 본 논문에서는 IMS Enabler를 통한 통합 서비스 제공환경에서 프로파일(profile)에 따라 서비스 제공 방식을 도출해 내는 상황인지 모듈의 구조 및 기능을 제안한다.

키워드 : 광대역 통합망, 차세대 통신환경, 통합 서비스, 상황인지

Design of Context-Aware Module for Convergence Service Enabler in BcN Environment

Jong-myung Jeong[†] · Ji-ho Kim^{**} · Oh-young Song^{***}

ABSTRACT

Fast development of network technology and digitalization of various kinds of information are accelerating the convergence of between them. Accordingly, an environment for integrated service is needed, where users can be provided with various kinds of information such as voice, video, and text, using even different kinds of devices in heterogeneous networks for communication and broadcasting. In general, enablers integrate several functions to provide with various services in application layer based on IMS in BcN including even different kinds of networks. But in order to receiving convergence services, we must reason the environment of the user through the profiles of the networks and the devices and provide a suitable service to the user. In this paper, we will propose an efficient architecture and functions of a context-aware module which decides the appropriate services based on the profiles in the IMS enabler and its convergence service environments.

Keywords : BcN, IMS, Enabler, Next-Generation Communication, Context-Aware

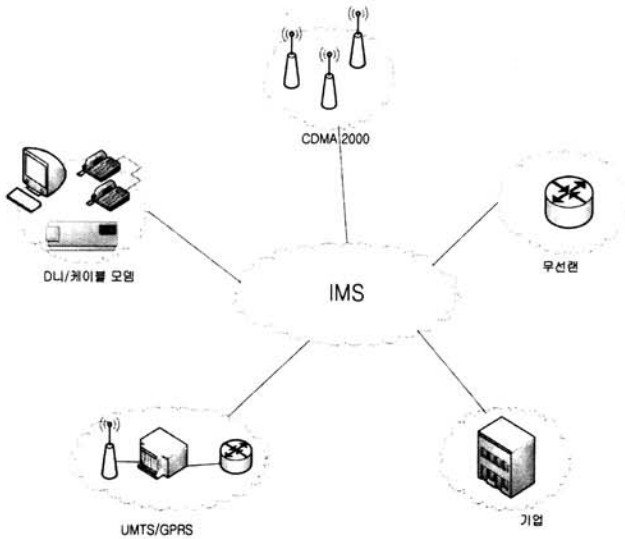
1. 서 론

IT 산업과 더불어 정보화의 주요 흐름은 기존 산업의 구조를 변화시키고 사회 생산성을 향상시켰다. 그러나 기존 통신 서비스 시장의 포화상태로 인한 신규투자 요인의 필요성과 더불어서 유·무선, 방송사업자 사이에 유사망의 중복 투자 방지, 네트워크 간 연동, 서비스 영역의 확대는 사용자에게 편리하고 저렴한 복합서비스 제공의 필요성을 중요한

이슈로 부각되게 하였다. 우리나라는 정보통신분야의 통신, 방송, 인터넷의 대통합의 실현과 정보 인프라의 지속적인 고도화 및 지식 정보화의 전면화를 위한 범국가적 전략으로 BcN(Broadcast convergence Network) 계획을 수립하게 되었다[1].

BcN에서 추구하는 음성·데이터 통합, 유·무선 통합, 통신·방송 융합 목표는 3GPP와 ITU에서 제시하는 IMS(IP Multimedia Subsystem) 표준모델 구조의 지향점과 궁극적으로 일치한다. 특히 기존 PSTN이 BcN으로 IP화 되어 음성과 데이터가 이미 통합되는 상태이고, IMS는 액세스망에 독립적인 단일 코아망을 지향하는 구조를 가진다. (그림 1)은 이와 같은 IMS 기반 BcN 환경의 대략적인 구조를 보여준다[2].

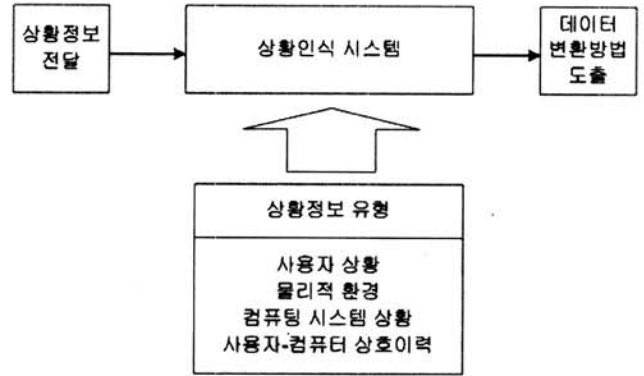
[†] 준 회 원 : 중앙대학교 전자전기공학부 석사과정
^{**} 정 회 원 : 중앙대학교 전자전기공학부 연구교수
^{***} 정 회 원 : 중앙대학교 전기전자공학부 교수
논문접수: 2008년 6월 27일
수정일: 1차 2008년 11월 1일
심사완료: 2008년 11월 3일



(그림 1) IMS 기반 BcN 구조

IMS는 기존의 통신망을 그대로 사용하고 유무선 망을 통합하여 모바일, 유선, 통합 환경에서 플랫폼 유형에 관계없이 응용서비스의 제공을 위한 기본적인 기능들을 정의하고 있다. 이와 같이 IMS는 BcN 환경을 구축하는데 핵심적인 역할을 담당하고 유무선 상에 존재하는 이기종 단말기 사이의 콘텐츠 호환성의 보장과 이를 기반으로 하여 통합서비스 환경을 구축하는데 필요한 기반 기능을 가지고 있다. 그러나 BcN 환경에서 디바이스와 소프트웨어의 발달로 서비스의 종류 및 특성이 다양화되고 고도화됨에 따라 통합 서비스를 제공하기 위해서는 미디어, 음성, 텍스트 등 정보를 서비스 측면에서 관리, 제어하는 기능이 필요하다. 따라서 IMS 코어(Core)를 보완하여 Enabler는 서비스 계층에서 필요한 기능을 담당하게 된다. Enabler는 네트워크 특성과 디바이스 종류를 고려하여 서비스 제공에 적합한 형태로 콘텐츠를 변환시키거나 표준화된 개방형 구조를 지향함으로써 유무선 통합서비스 생산과 제공을 용이하게 한다.

그리고 1세대 통신인 음성중심의 서비스로부터 시작된 통신 기술은 현재 3.5세대의 이동통신을 포함하는 BcN환경을 구축 진행함에 따라 음성 및 데이터뿐만 아니라 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 서비스 고도화의 시대로 진입하였다. 따라서 향후에는 일상생활에 편재된 수많은 센서들로부터 수집된 상황정보에 근거하여 자동적으로 가장 적합한 서비스를 제공하는 상황인식 서비스가 주를 이룰 것으로 예상된다[3]. 이는 사용자가 입력한 정보와 상황 정보들이 결합되어 이용자가 처한 상황에 맞게 사용자가 원하는 지능형 서비스를 제공함을 말하며 (그림 2)는 상황인식 시스템에 대한 개념도를 보여주고 있다. 현재 PMP, MP3, 모바일 기기 등 다양한 디바이스에 인터넷 서비스를 제공하고 있지만 PC에 적용되는 서비스와는 달리 디바이스, 네트워크, 전송량, 소프트웨어 등의 문제로 동영상이나 음악 서비스를 원활히 제공하는데 아직 어려움이 있다. 하지만 상황인지 모듈은 디바이스와 네트워크 및 소프트웨어 등 파일을 전송함에 있어서 관련된 프로파일을 온톨로지에 저장함으로써



(그림 2) 상황인식 시스템 개념도

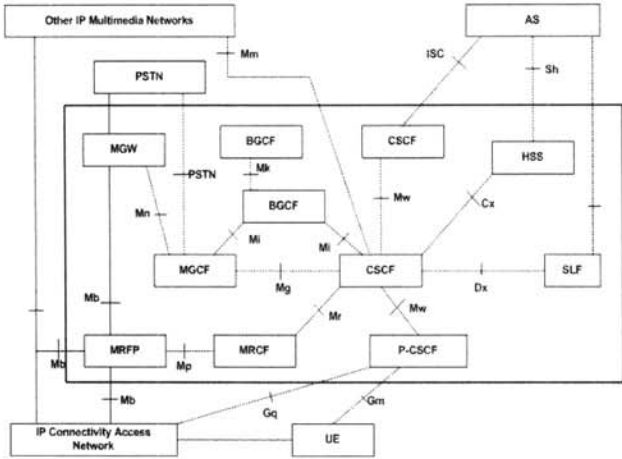
써 사용자로부터 서비스 요청 시 디바이스에 장착된 서비스 제공 모듈로부터 디바이스 및 네트워크, 소프트웨어 정보를 입력받게 된다. 입력받은 정보를 바탕으로 온톨로지에 저장된 프로파일을 바탕으로 사용자에게 가장 적합한 서비스 방식을 선택하여 제공하게 된다. Enabler에서는 상황인지 모듈로부터 제공받은 결과를 토대로 데이터 변환을 하여 사용자에게 제공한다.

본 논문에서는 BcN 환경에서 통합서비스 제공을 위한 IMS의 구축이유와 Enabler의 필요성과 구조, 역할에 대해서 설명한다. 그리고 온톨로지에 저장되어 있는 네트워크, 위치, 개인정보, 디바이스, 이동성, 시간, 전송률 등의 프로파일과 상황정보 제공모듈로부터 상황인지 모듈로 입력되는 정보를 토대로 수집되는 다양한 정보를 통하여 사용자에게 적합한 서비스 방식을 도출함으로써 통합서비스 제공을 하기위한 상황인지 모듈의 구조와 기능을 제안하고자 한다.

2. 관련 연구 동향 : IMS Enabler와 상황인지 컴퓨팅

IMS는 무선통신의 국제표준을 개발하는 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 처음 제기한 개념으로 Release5 단계에서 처음 소개되었다. 현재는 Release8을 추진 중에 있으며 IP 멀티미디어 서비스 제공을 위한 기반구조로 SIP (Session Initiation Protocol)기반의 호 제어를 바탕으로 한다. IMS가 추구하는 기본적인 서비스 목표는 기존 통신망을 활용하여 IP 프로토콜 기반으로 음성, 오디오, 비디오 및 데이터 등 멀티미디어를 복합적으로 제공하는 한편 신속한 서비스 개발 및 변경이 용이하도록 하는데 있다[4]. 3GPP에 정의된 IMS의 표준 모델은 세션제어 부분, 미디어 제어 부분, 기존망(Legacy) 연동부분, 응용서비스 연동제어 부분으로 구성된다.

3GPP IMS의 기본 구조는 (그림 3)과 같으며 다음과 같은 기능요소들로 구성된다. HSS는 사용자 정보 데이터베이스로 HLR의 진화된 형태로서 세션 제어를 수행하는 IMS 엔티티들을 지원한다. HSS는 멀티미디어 세션제어와 관련된 사용자의 관련 가입정보를 담고 있다. 이 정보들은 사용자의 위치, 인증 및 허용을 위한 정보 및 사용자가 가입한 서비스를 포함한 사용자의 프로파일 정보를 담고 있다[5,6].



(그림 3) IMS 기본구조

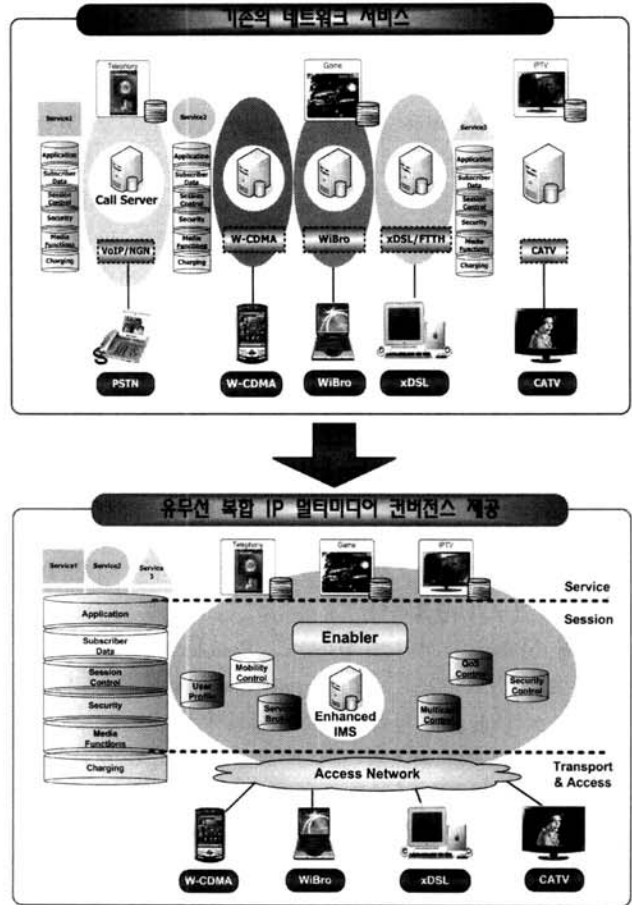
CSCF는 일종의 SIP서버로 IMS에서 SIP신호를 처리한다 [7,8]. P-CSCF는 IMS단말을 위한 첫 연결점이 되는 SIP 프록시 서버이다. P-CSCF는 홈 망 또는 방문 망에 존재할 수 있는데 어떤 네트워크에서는 이 기능을 세션 보다 제어기로 사용이 가능하다. P-CSCF는 IMS망에 등록 시 IMS단말에 할당되고 등록기간동안 변경되지 않는다. 또한 PDF를 포함 하거나 별도로 구성될 수 있으며 이와 함께 정책제어, 대역 관리 등의 QoS제어 기능을 수행하며 모든 메시지의 경로에 포함되고 모든 메시지를 검사한다. 또한 사용자를 인증하고 IMS단말과 IPsec 보안 관계를 설정한다. 이는 스푸핑 공격이나 재전송 공격을 방지하고 사용자의 프라이버시를 보호한다. 다른 노드들은 P-CSCF를 신뢰하며 사용자에게 인증을 다시 수행하지 않는다. P-CSCF는 SIP메시지를 SigComp를 사용하여 압축하거나 해제하며 이는 무선링크의 round-trip을 줄여준다.

I-CSCF는 보더 기능이 존재하지 않을 경우 관리 도메인의 경계에 위치한다. 따라서 타 도메인의 서버에서 이를 찾아 네트워크의 입력 노드로 사용할 수 있도록 IP주소를 도메인의 DNS에 공개한다. 이는 DIAMETER(Cx,Dx 인터페이스)를 사용하여 사용자의 위치를 HSS에 질의 하고 사용자가 할당된 S-CSCF로 SIP 메시지를 전달한다.

S-CSCF는 신호 계층의 중앙 노드로 하나의 SIP서버로 세션제어를 수행한다. 항상 홈 망에 존재하며 DIAMETER를 사용하여 HSS로부터 사용자의 프로파일을 다운로드, 업로드하고, SIP등록 시에 사용자의 위치와 SIP 주소를 바인딩 한다. S-CSCF는 SIP 등록 시 모든 신호메시지의 경로에 포함되며 모든 메시지를 검사하며 서비스를 제공할 서버를 결정하고 SIP메시지를 응용서버로 라우팅 한다.

MRFP는 안내 방송 동작(음성/영상), 미디어 회의, 음성인식, 멀티미디어 데이터의 실시간 트랜스코딩 등을 위한 미디어 소스를 제공한다. MRFC는 S-CSCF에 대해 SIP 사용자 간접신호 계층 노드로 MRFP를 H.248 인터페이스를 통해 제어한다. MRFP는 미디어 계층 노드로 모든 미디어 관련 기능을 구현한다.

BGCf는 전화번호 기반의 라우팅 기능을 포함하는 SIP



(그림 4) 분리된 서비스 구조와 IMS Enabler에 기반한 통합서비스 제공 구조

서버로 IMS로부터 PSTN이나 PLMN같은 회선 교환망으로 전화하는 경우에 사용되며 MGCF는 SIP와 ISUP간의 호 제어 프로토콜을 변환하고 SCTP상으로 SGW와 인터페이스하며 H.248 인터페이스를 통해 MGW의 자원을 제어한다. MGW는 RTP와 PCM간의 변환에 의해 회선 교환망의 미디어 계층과 인터페이스 한다. 또한 코덱이 일치하지 않을 경우 변환할 수 있다.

하지만 IMS를 적용한 통합 네트워크 구조에서 IMS는 유선과 무선을 연결하기 위한 코어망 역할을 하는 것으로 네트워크 계층에 비해서 응용 서비스 계층에 대한 통합 기능은 미흡한 형태이다. 이는 네트워크 간의 데이터 연동 및 기본적인 서비스(Instance Messaging, Presence Service)에 대한 연동은 가능하지만 통합서비스를 제공함에 있어서 멀티미디어 콘텐츠에 대한 연동 및 끊김없는(Seamless) 서비스 제공에는 미흡한 점이 있다. 현재 네트워크 서비스를 구분하여 보면 IMS 코어를 중심으로 응용서비스 계층은 크게 방송, 미디어를 담당하는 서비스 부분과 음성통화, 화상통화와 같은 서비스 부분, 그리고 인터넷 기반의 서비스로 분리되어 있는 구조이며 여기에 네트워크 및 디바이스의 종류에 따라 서비스 영역이 구분된다. 이는 여러 서비스 공급자들이 각 서비스 생산 및 제공을 독립적으로 개발하고 관리한다고 볼 수 있는데 이럴 경우 서비스 영역이 다른 유사한

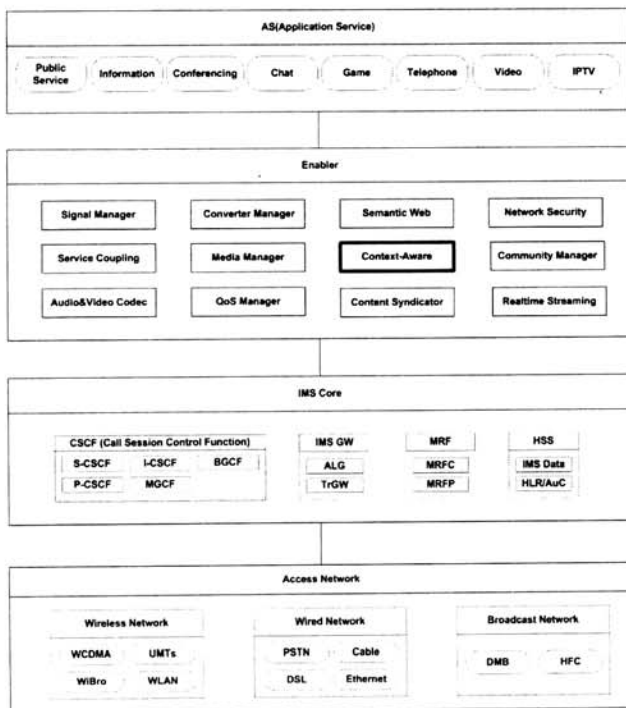
서비스를 네트워크 및 디바이스에 따라 개별적으로 개발하고 제공해야 한다. 하지만 Enabler는 응용서비스 계층에 공통의 플랫폼을 제공함으로써 콘텐츠 및 서비스 제공자에게 개발, 제공의 편리성을 보장하고 네트워크를 하나로 통합함으로써 사용자는 하나의 디바이스에서 방송, 인터넷, 통화 등 복합적인 서비스를 제공 받을 수 있다. (그림 4)는 IMS Enabler를 포함한 네트워크로 발전 되었을 때에 따른 서비스 제공 환경 변화를 보여주며, 모든 유무선 서비스를 네트워크 및 디바이스의 종류에 따라 통합하여 제공하는 장점이 있다.

Enabler는 응용서비스와 IMS 코어 계층 사이에 위치하여 IP기반 유무선 복합 환경 하에서 응용서비스 계층에서 서비스 고도화와 통합 서비스를 제공하기 위한 다양한 기능을 포함한다. Enabler의 기능에는 미디어 파일의 변환기능과 상황인식, 신호처리, 커뮤니티 서비스 제어, 보안, QoS 제공 기술 등이 필요할 것으로 연구되고 있으며 이를 위한 보다 심도있는 연구가 필요하다.

(그림 5)에서는 서비스 컨버전스 Enabler의 주요 기능을 보여주고 있다. 시그널 관리(Signal Manager)에서는 기존의 유니캐스트(Unicast) 방식이 아닌 멀티캐스트/브로드캐스트 방식에서 전체적인 시스템 효율을 개선하고 이에 적합한 새로운 서비스의 근간이 되는 멀티캐스트 신호처리 등을 담당한다. 서비스 커플링(Service Coupling)에서는 다양한 네트워크에 간의 서비스를 연동시키는 기능을 담당한다. 코덱(Codec)은 다양한 멀티미디어 콘텐츠에 대한 연동성과 효율성을 보장하기 위한 통합적인 멀티미디어 데이터 관리 기술인 영상 압축, 변환하는 기술을 담당한다. 컨버터 관리(Converter Manager)에서는 IP 프로토콜 기반 모바일, 유선

및 컨버전스 환경에서 사용자 개개인의 클라이언트, 서버, 네트워크 환경 등의 특성 및 제약사항을 고려한 콘텐츠의 변환 및 합성을 담당한다. 미디어 관리(Media Manager)에서는 미디어 리소스를 추출, 변환하여 다양한 사용 환경에 따라 재조합을 시키는 기능을 담당한다. 실시간 스트리밍(Realtime Streaming)은 다양한 포맷의 미디어 스트림을 실시간으로 사용자의 단말에 전송하는 기능을 담당한다. 하지만 응용 서비스 계층에서 적은양의 동영상과 같은 데이터를 IMS Enabler로 전송 할 경우 Enabler에서의 데이터 변환은 쉽게 이루어 질 것으로 보이지만 많은 양의 동영상 데이터를 전송 할 경우 변환하는 과정에서 상당한 오버헤드가 가해 질 것으로 예상된다. 또한 Enabler의 성능을 테스트하는 과정에서도 Enabler에 가해지는 부하 량도 상당히 높이나 타날 것으로 예상된다. 따라서 이와 같은 문제는 스트리밍과 코덱관련 모듈에 여러 개의 대용량 데이터가 입력되더라도 원활히 데이터 변환을 할 수 있는 기술개발이 필요하다. 또한 Enabler 내부에 위치하고 있는 모듈을 외부에 독립적으로 두고 관리함으로써 Enabler에 가해지는 부하 량을 줄일 수 있을 것으로 예상된다. QoS 관리에서는 다양한 커뮤니티 서비스 중 서비스별, 가입자별, 고객사 정책 등 서비스 특성에 맞는 서비스 질의 차별화를 담당한다. 시멘틱웹(Semantic Web)은 현재의 웹 서비스를 포함한 다양한 서비스들이 온톨로지를 사용하여 개인화된 서비스를 제공할 수 있도록 하며 네트워크 보안(Network Security)은 콘텐츠를 제공할 때 가입자에 따른 수신제한과 보안에 관한 기능을 담당한다. 콘텐츠 신디케이터(Content Syndicator)는 콘텐츠 및 서비스 채널 정보전달을 목적으로 유무선에 일관된 서비스를 제공하기 위한 기능이며 커뮤니티 관리(Community Manager)는 메신저등 그룹기반 서비스에서 그룹생성 및 그룹멤버의 상태정보를 관리한다. 마지막으로 상황인지(Context Aware)는 BcN 환경 하에서 지능화되고 개인화된 콘텐츠를 제공하기 위해 사용자, 네트워크, 디바이스 등의 상황정보를 이용하여 지능형 서비스를 제공하기 위한 기능이다. 상황정보는 사용자가 서비스를 제공받길 원하는 상황의 환경에 대한 모든 정보를 말하며 디바이스의 사양과 사용자의 이동성, 네트워크의 특성 등 많은 상황정보가 상황인지 모듈로 입력되고 입력된 정보를 토대로 사용자에게 가장 적합한 서비스 방식을 결정한다. 상황정보를 이용한 상황인식 컴퓨팅의 분야별 기술은 <표 1>과 같으며 상황인식 컴퓨팅 기술을 통해 다양한 상황 정보가 상황인지 모듈로 들어오게 된다.

상황정보 처리 기술은 주거환경, 통신환경 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있으며 관련 연구를 살펴보면 다음과 같다. ServiceGlobe[9]는 TU 뮌헨에서 주관하여 고객 단말의 종류 스크린 해상도 및 지원 색상수, 고객의 위치 등의 상황정보를 사용한 것으로 상황인식 웹 서비스 플랫폼이다. 고객의 상황정보는 SOAP[10]을 통해서 서비스 플랫폼으로 전송 되고 서비스 플랫폼에서는 상황정보를 추출하고 처리하여 고객의 상황에 적절한 서비스를 제공한다. Gaia[11]는 상황인지 서비스 개발 아키텍처로서 서비스가



(그림 5) 서비스 컨버전스 Enabler 아키텍처

〈표 1〉 상황인식 컴퓨팅 분야별 기술

분야별 기술	상황인식 컴퓨팅 기술 종류
단말 기술	복합형 지능 단말 기술 (유무선 네트워크 연동, 센서 네트워크 연동, 음성 및 사용자 입력 인터페이스 기술)
시스템 기술	내장형 S/W 기술, Web 서비스 기술, 센싱 기술, 그리드 컴퓨팅 기술
네트워크 기술	이거종 네트워크 연동 기술, 분산 네트워크 기술, 센서 네트워크 기술, 네트워크 보안 기술, QoS 기술
플랫폼 기술	센서 네트워킹 플랫폼, 상황인식 공통 플랫폼, 지능형 에이전트 플랫폼
애플리케이션 기술	지능형 에이전트(특정 추출, 학습, 추론)
인공지능 기술	추론엔진기술, 학습, 규칙엔진 기술
개발환경 기술	개발 도구 기술

다양한 상황정보를 얻고 추론할 수 있는 인프라를 제공한다. 상황정보 제공자는 센서 또는 상황정보 데이터 소스로부터 상황정보를 수집하여 제공하며 상황정보 합성기는 다양한 상황정보를 수집하여 상위 개념의 상황정보를 추론한다. 그리고 온톨로지를 이용하여 상황정보에 의미를 부여하고 쿼리할 수 있는 메커니즘을 제공한다. MoCE[12]는 빠르고 쉬운 상황인지 기반 서비스의 개발을 위하여 모바일 환경에서 네트워크를 통하여 이질적인 장치간의 상황정보를 공유하는 서비스 프레임워크이다. MoCE 아키텍처는 추상화된 정보모델을 설계하였으며 효율적인 상황정보의 공유를 위하여 상황정보 디스커버리 프로토콜과 상황정보 전송 프로토콜을 사용하였다. 이외에도 수많은 기업, 학교에서 상황인식 컴퓨팅 기술을 연구하고 있다.

이와 같이 서비스 고도화를 위해 다양한 기능을 포함하는 서비스 컨버전스 Enabler의 구조는 (그림 5)에 보듯이 응용 서비스 계층, Enabler 계층, IMS 코어 계층, 네트워크 계층으로 분류된다. 응용 서비스 계층은 게임, 전화, 미디어, 인터넷 서비스, 채팅, 메신저와 같이 우리가 받는 모든 정보 및 통신, 인터넷 서비스를 제공한다. 그리고 IMS 코어는 현재 이더넷, WCDMA, WiBro, Cable, xDSL, FTTH 등 유선, 무선, 방송 네트워크를 하나로 묶어주는 역할을 담당하며 네트워크 계층에는 우리가 사용하는 모든 디바이스가 연결되어 있다. 그리고 앞에서 설명한 Enabler의 다양한 기능이 적용됨으로써 우리는 영상 통화를 하면서 날씨가 긴급뉴스와 같은 정보 서비스를 제공받고, 채팅과 메신저 기능은 물론 스트림 방식의 미디어 서비스 등 다양한 서비스를 언제 어디서나 사용자가 원하는 서비스를 받을 수 있게 된다. 또한 응용 서비스 개발에 공통 인터페이스를 제공함으로써 콘텐츠 제공업체들에게 개발의 편리성을 제공하며 BcN 발전을 촉진 시킬 수 있다. 또한 기존의 단조로운 서비스 패턴을 탈피하여 영상통화, 방송, 커뮤니티 등 다양한 신규 유무선 복합 컨버전스 서비스를 활성화 시키며 다양한 패킷 처리기술, 프로토콜, 플랫폼의 광대역성 뿐 아니라 이동망의

고속 이동성까지도 모두 수용함으로써 액세스망 환경에 상관없이 통합서비스를 제공한다. 그리고 통합 서비스를 제공함에 있어서 디바이스 계층, 네트워크 계층, 응용 서비스 계층의 상황정보를 토대로 그에 적합한 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 이는 Enabler 내의 상황인지 모듈에서 상황에 대한 프로파일을 관리하며 상황정보 입력 시 모듈 내의 온톨로지로부터 적합한 서비스를 추론하여 제공한다. 본 논문에서는 상황인지 모듈의 구조와 기능을 제안하고자 한다.

3. 서비스 컨버전스 Enabler를 위한 상황인지 기법 제안

3.1 상황인지 아키텍처

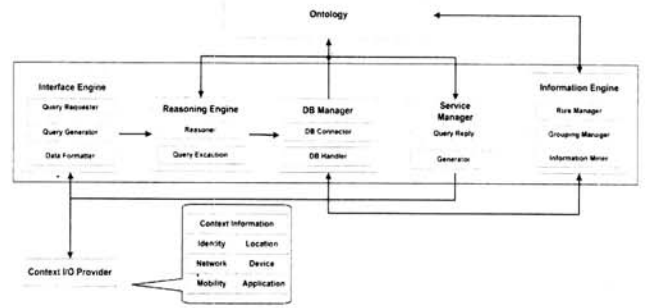
상황정보(Context)란 개체의 상태를 특징짓는 데 사용될 수 있는 정보이다. 개체는 사용자나 응용 자체를 포함하여 사용자와 응용간의 상호작용에 적절한 것으로 고려되는 사람, 장소, 객체 등이 해당된다. 이는 응용의 운용환경의 일부로 응용이 감지 할 수 있는 정보를 포함하며 위치나 컴퓨팅 환경과도 연관될 수 있다[13]. 상황인지 컴퓨팅은 1994년 Schilit와 Theimer이 최초로 정의하였는데 사용 장소, 주변 사람과 물체의 집합에 따라 적응적이며, 동시에 시간이 경과되면서 이러한 대상의 변화까지 수용할 수 있는 소프트웨어로 정의하였다. 이후 최근에 개선된 상황인식 컴퓨팅의 정의는 사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 사용자에게 제공하는 과정에서 상황을 사용하는 경우 이를 상황인식 시스템으로 정의 할 수 있다. 이러한 상황정보는 사용자 상황, 물리적 환경 상황, 컴퓨팅 시스템 상황, 사용자-컴퓨터 상호 작용 이력으로 분류될 수 있다. 이에 따라 상황인지 기능을 네트워크나 각종 디바이스에 접목시킴으로써 기술 개발과 통신 환경의 개선을 모색하고 있다 [14]. 상황정보는 사용자의 요구와 주변상황이 수시로 변화하는 이동통신 환경에서 더욱 중요하게 활용된다. 따라서 차세대 이동통신 시스템의 서비스는 음성, 텍스트, 멀티미디어 서비스의 고도화에 이어 일상 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 상황을 알아내고 그에 맞는 다양한 정보에 근거하여 자발적으로 서비스를 제공하는 상황인식 특징을 가지게 될 것이다[15]. 하지만 지금의 상황인지 처리 기법을 보면 아직 미흡한 형태이다. 대부분의 상황인지 처리 기법을 보면 단순히 센서에 의해 정보를 입력받아 사용자의 요구사항을 추론한다. 센서로 입력받는 정보는 대부분 주위 환경이나 사용자의 위치만을 입력받아 처리하는 경우가 대부분이다. 따라서 이럴 경우 사용자의 정확한 정보를 파악하기 힘든 단점이 있으며 사용자가 필요로 하는 서비스 결론 도출에 미흡한 결과가 나올 수 있다. Service Globe의 경우는 고 사양의 컴퓨팅 파워가 필요하며 상황정보의 활용이 미비한 단점이 있다. 그리고 Gaia의 경우는 중앙 집중식 데이터베이스를 활용하여 이동형 환경에는 취약한 점이 있다.

하지만 본 논문에서 제공하는 방법은 <표 2>에 분류한

모든 상황정보를 바탕으로 추론이 이루어진다. 어떤 상황에 대한 이벤트 결과와 사용자 프로파일 등 다양한 상황정보를 바탕으로 추론이 이루어진다. 따라서 사용자의 요구 사항에 보다 적합한 서비스 제공 방법을 도출할 수 있다. 그리고 본 논문에서 제안하는 모듈 구조는 OSGi(Open Service Gateway Initiatives)기반 번들 형태로 시스템을 구축하였다. 때문에 서로 다른 번들간의 리소스 공유와 연동/ 통합으로 서비스의 실행 및 업데이트 및 연동이 쉽게 이루어진다는 장점을 가지고 있다. 또한 OSGi 표준을 사용하는 다른 서비스와도 연동이 가능하다. 그리고 각 번들이 독립적으로 동작되고 관리됨으로써 모듈 내에 가해지는 부하량을 분산시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 BcN 환경에서 수집되는 다양한 상황정보의 종류, 카테고리를 먼저 설명하고 이를 위한 상황인지 모듈에 대해서 제안한다.

<표 2>은 BcN 환경에서 인지해야 할 여러 가지 상황정보들을 보여주고 있다. 네트워크, 사용자의 이동, 시간, 디바이스 상황에 대한 변화는 지속적으로 발생하고 있으며 수집된 상황의 변화 값은 Enabler를 통해 인지하여 서비스 제공시에 보다 필요한 정보를 도출하게 된다. 수집된 상황정보를 표현하기 위해 RDF(Resource Description Framework)와OWL(Web Ontology Language)를 사용하여 데이터의 관계성 표현 및 다중, 복합 정보에 대한 실시간 처리 등을 용이하게 한다. RDF는 데이터간의 상호운용을 위해 의미, 구조 및 구문에 대한 공통적인 규칙을 제공한다. 상황인지 모듈의 구조는 (그림 6)과 같다.

컨텍스트 프로바이더는 서비스 제공방식을 추론하고 결정하기 위한 정보를 상황인지 모듈로 전송한다. 제공되는 정보는 <표 2>에서 보여주고 있다. 사용자가 PDA나 휴대폰으로 동영상 서비스를 제공받고자 할 경우 컨텍스트 프로바이더는 휴대폰에서 사용되는 OS인 Symbian, 동영상을 재생시킬 수 있는 확장자인 MMF나 MPEG, 디스플레이 화면의 규격과 해상도에 대한 정보를 상황인지 모듈로 제공한다. 그리고 네트워크는 휴대폰이 사용하는 네트워크인 W-CDMA의 전송률을 제공하며 응용 서비스 계층은 사용자가 요청한 동영상에 대한 정보인 화면비율, 프레임 수, 파일크기에 대



(그림 6) 상황인지 모듈 아키텍처

한 정보를 제공한다. 이는 사용자의 동영상 서비스 요청이 있을 경우 사용자가 디바이스의 정보를 등록한 프로파일을 토대로 제공하기도 하고 사용자가 이동하면서 네트워크의 전송률에 대한 변화는 자동적으로 제공하기도 한다.

인터페이스 엔진은 컨텍스트 프로바이더로부터 입력된 상황정보를 OWL로 변환하고 쿼리를 생성 및 요청하는 기능을 한다. 위에 설명한 상황정보는 IMS를 통해 상황인지 모듈로 입력된다. IMS는 SIP를 기반으로 구축이 되어있다. 따라서 모듈로 입력되는 상황정보는 SIP 메시지로 입력된다. 하지만 상황인지 모듈은 정보통신분야의 현실 세계를 모델링할 때 도출한 개념들의 용어와 용어 간 의미를 명시적으로 표현하고 컴퓨터가 이해하고 처리 할 수 있는 형태로 변환한 웹 온톨로지 언어(OWL)를 사용한다. 따라서 데이터 포맷터(Data Formatter)는 OWL 분석기(Paser)를 통해 하위 컨텍스트 정보인 SIP 메시지를 OWL로 변환한다. 그리고 쿼리 생성/요청기는 OWL을 토대로 쿼리를 생성하고 추론 엔진으로 전달한다.

추론엔진은 입력된 OWL 쿼리를 바탕으로 현재 사용자의 상황을 추론하고 온톨로지로부터 적합한 서비스 제공방식을 결정한다. 추론은 OWL 쿼리와 온톨로지 내 저장된 상황모델을 기반으로 관계성을 추론하는 방식과 개발자가 직접 정의한 룰을 기반으로 추론하는 방식이 있다. 그리고 추론을 하기 전 DB 매니저를 통해 이전에 입력된 쿼리인지에 대한 판별을 실행한다. DB 매니저는 입력된 쿼리에 대한 룰을 저장함으로써 동일한 쿼리 입력 시 쿼리에 대한 룰을 추론엔진으로 전달해 줌으로써 빠른 결론을 도출해 낼 수 있는 역할을 제공한다. 이는 인터넷의 쿠키와 같은 역할을 한다고 볼 수 있다.

온톨로지는 현실세계의 존재하는 지식이나 정보를 컴퓨터 시스템 또는 어플리케이션이 이해할 수 있는 지식 형태로 매핑 시킴으로써 개념화 할 수 있도록 하는 일종의 사전이라고 할 수 있다. 이는 사용자에게 제공하는 모든 서비스의 프로파일과 프로파일에 따른 서비스 제공방법을 저장하는 곳으로 추론과정시 입력된 쿼리에 따라 필요한 서비스를 제공해 주는 역할을 한다. 예를 들어 사용자가 동영상 서비스를 요청하였을 때 서비스 제공자의 동영상은 16:9의 비율로 AVI확장자 파일을 제공한다고 하자. 그리고 사용자가 요청한 디바이스는 4:3의 비율의 스크린과 1Mbyte의 전송률, MMF 동영상을 재생할 수 있다고 할 때 이는 정상적인 서

<표 2> 상황 정보 분류

상황 정보 분류	상황정보 인식 종류
Identity	사용자의 신상정보, 성별, 나이, 취미, 관심사 등
Location	사용자 위치, 환경, 날씨, 교통정보, 접근 가능한 안테나, 위치에 따른 접근 가능한 친구목록 등
Network	현재 사용자가 사용하고 있는 네트워크(VoIP, MVoIP, DMB, CDMA, WiBro), 대역폭, 전송률, QoS 등
Device	TV, 휴대폰, MP3, PC 등 제반 디바이스 정보, 메모리, 컴퓨팅 파워, 디스플레이 타입, UI, 배터리 정보 등
Time	사용자 스케줄, 활동 시간, 서비스 선호 시간 등
Mobility	디바이스의 위치, 이동속도, 방향 등
Presence	사용자의 Online/Offline 상태

비스 제공이 이루어 질 수 없다. 하지만 디바이스에 대한 상황을 알고 16:9의 동영상을 4:3 스크린에 적용할 수 있는 코덱 및 압축 방법을 적용하여 파일을 변환 한 후 제공한다면 불편함 없이 사용자는 서비스를 제공받을 수 있다. “입력된 쿼리에 대한 동영상 압축 및 코덱 방법은 A이다”라고 할때 온톨로지는 이와 같이 서비스 제공에 있어서 상황정보에 따라 파일 변환방법을 저장해 놓는 곳이다.

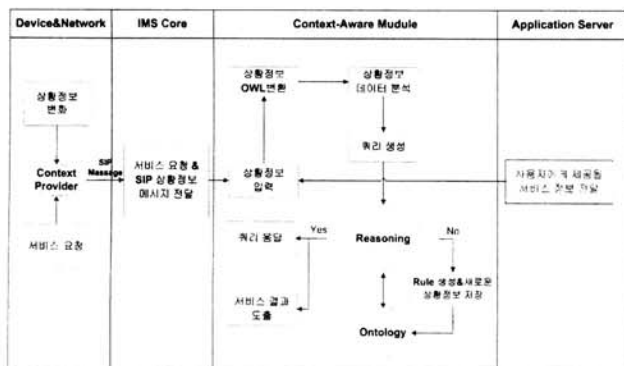
DB 매니저는 입력된 쿼리를 저장하고 새로운 쿼리문인지에 대한 판별을 한다. 그리고 정보엔진과 함께 디바이스의 정보 등을 효과적으로 표현, 저장 관리를 한다. 이는 데이터의 중복저장을 피함과 동시에 효율적인 업데이트를 한다.

정보엔진은 DB매니저에서 입력된 쿼리에 대해 새로운 쿼리라고 전달이 올 경우 이를 토대로 사용자 환경에 대한 물을 작성, 그룹핑을 하여 DB 및 추론엔진으로 전달을 한다. DB 매니저는 정보엔진으로부터 받은 쿼리에 대한 물을 저장한다. 그리고 정보 마이너를 통해 상황정보로부터 소수의 중요한 키워드를 추출하고 통계 및 규칙을 기반으로 컨텍스트를 자동으로 요약하며 유사성이 높은 컨텍스트를 자동으로 분류하는 기능을 한다. 이는 온톨로지 내 저장된 데이터들이 카테고리별로 저장되게 하는 역할을 한다.

서비스 매니저는 추론엔진으로부터 쿼리에 대한 결과를 받고 쿼리응답을 해준다. 그리고 온톨로지에서 도출된 서비스 제공 방법을 각 모듈로 명령을 내려 구동시키는 기능을 수행한다. 위의 예에서 보듯이 입력된 쿼리에 대한 코덱 및 압축 방법이 A일 경우 Enabler 내의 압축 및 코덱을 담당하는 모듈로 A의 방법으로 응용서비스에서 제공된 동영상을 변환하게끔 하는 명령을 내린다.

3.2 상황정보 처리 흐름도와 전체 시스템 간 프로토콜

(그림 7)은 상황정보의 처리 흐름도를 보여주고 있다. 그림에서 디바이스 및 네트워크, IMS Core, Enabler 내 상황인지 모듈, 응용 서비스 계층으로 나누어진 서비스 환경에서 상황정보 입력 시 데이터를 처리하는 과정을 보여준다. 상황인지 모듈로의 상황정보 입력은 서비스를 제공해 주는 응용서비스 계층과 서비스를 제공받는 디바이스, 네트워크 계층으로부터 입력되며 입력되는 상황정보의 분류는 <표 2>에 나타나 있다. 상황인지 모듈은 입력된 상황정보와 온톨로지 내 저장된 상황정보 모델링을 비교하여 서비스 제공

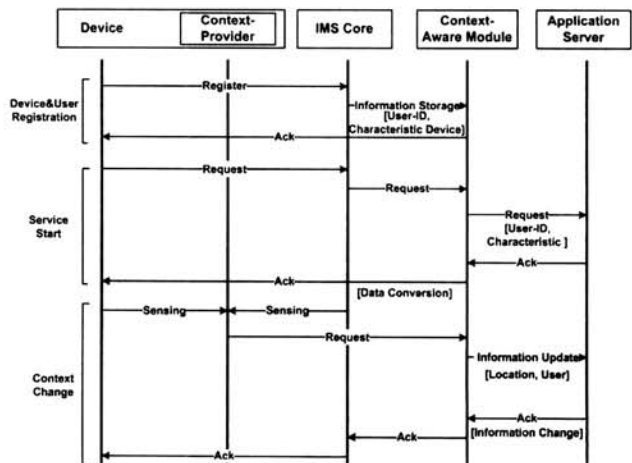


(그림 7) 상황정보처리 흐름도

방식에 적합한 데이터 변환기법을 도출해 낸다. 또한 입력된 상황정보가 새로운 상황정보일 경우 새로운 물을 생성 및 저장한다.

(그림 8)은 상황정보 처리를 위한 시스템 간 프로토콜을 보여준다. 이 프로토콜은 크게 사용자가 서비스를 요청함으로써 네트워크에 접속하고 IMS 코어를 통해 상황인지 모듈에 상황정보를 제공하는 과정, 등록된 상황정보를 바탕으로 서비스를 제공하는 과정, 상황변화 시 이를 인식하여 서비스 제공방식을 변화하여 제공하는 과정으로 구분된다. 사용자가 서비스 요청 시 <표 3>에 해당되는 프로파일 정보를 상황인지 모듈로 전송하면 등록을 수락하는 응답을 디바이스로 보내준다. 서비스의 시작 시에는 정보 단말로부터 IMS Core를 거쳐 서비스 응용 서버에 서비스의 요청 메시지가 들어오게 되고 등록과정에서 입력된 개인정보를 바탕으로 응용서버에 사용자 인증과정을 거친다. 그리고 응용 서버에서 서비스의 제공이 결정되면 상황인지 모듈에 서비스 응용 서버가 제공하는 서비스의 정보를 전송한다. 사용자가 이동 중에 변동되는 네트워크 상태나 디바이스를 바꾸기 위하여 디바이스로부터 변화 요청에 IMS 코어로 들어오면 IMS 코어는 변화된 상황을 모듈로 전달한다. 상황인지 모듈은 상황변화의 요청을 받으면 현재 디바이스에 적용되는 서비스를 종료하는 메시지를 전달하고 서비스 제공을 중지하며 새로운 상황에 대한 서비스 제공 방법을 제시한다. 그리고 디바이스 및 네트워크에 대한 상황변화를 받아들였다는 응답을 디바이스로 전달한다.

<표 4>는 휴대폰을 통한 상황인지 서비스 제공을 위한 시나리오다. 사용자 A씨는 휴대폰을 통해 영화를 스트림방식의 서비스로 제공받길 원한다. 서비스 제공을 받기위해 A씨는 WCDMA 망에 접속을 한다. 네트워크 접속과 함께 휴대폰 내의 상황정보 제공기능은 <표 4>와 같은 프로파일에 대한 상세 정보를 상황인지 모듈로 전달하게 된다. 이 과정을 통해 사용자는 응용서버에 로그인을 하게 된다. 로그인 후 자신이 보고 싶은 영화를 선택하고 다운로드를 한다. 다운로드 되는 영화파일은 먼저 Enabler를 거치게 된다. Enabler는 <표 3>에 나타나 있는 프로파일을 토대로 응용 서버에서 받은 영화파일을 변환 후 사용자에게 제공한다.



(그림 8) 상황정보 처리를 위한 시스템 간 프로토콜

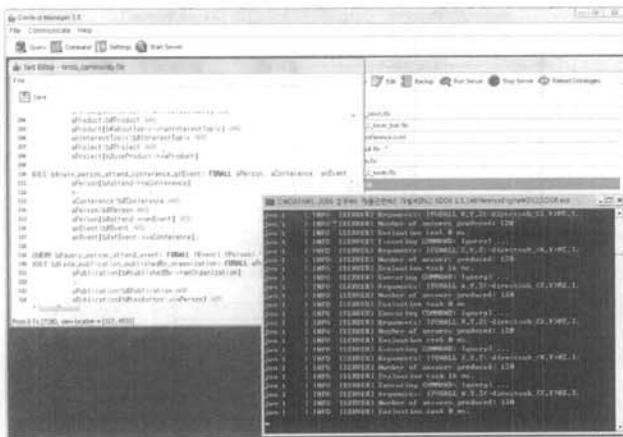
<표 3> 다양한 상황을 표현하는 프로파일 정보

Profile 종류	상황정보 내용	Profile 종류	상황정보 내용
Device	OS 메모리 컨텐츠 저장 공간 통신 대역폭 LCD 해상도 및 비율 재생 가능한 확장자	AS에서 제 공되는 미디 어 정보	압축코덱 화면비율 프레임 수 색상 파일크기 Sound 정보
Network	네트워크 종류 데이터 전송 속도 듀플렉스 주파수 대역	사용자 정보	ID Password 주소 및 주민 등록번호 관심분야

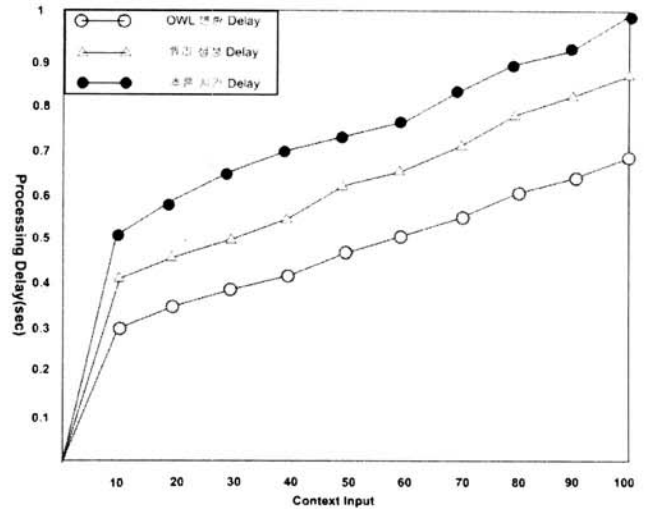
그리고 서비스를 제공받던 사용자는 출근을 하여 제공받고 있던 스트림 방식의 영상 서비스를 중단한다. 서비스 중단 요청이 응용서버에 전달되면 사용자에게 제공되던 서비스를 종료하고 응용서버에서 사용자에게 제공하던 영상정보를 저장한다. 사용자 A씨는 퇴근 후 IPTV로 오전에 휴대폰으로 보던 영화를 보기위해 응용서버에 다시 접속한다. 응용서버는 사용자의 인증을 마치면 오전에 사용자에게 제공하던 영상정보를 바탕으로 사용자가 서비스를 중단한 시점부터 다시 영화를 제공한다. 그리고 Enabler는 <표 4>의 3, 4, 5번

<표 4> 상황인지 서비스 시나리오

1. 사용자 A씨는 출근길에 스트림 방식의 영화를 휴대폰으로 보기 위해 WCDMA로 접속을 시도한다.
2. 접속 후 응용 서버에 사용자 인증과정을 거친 후 미디어 요청을 한다.
3. 미디어 요청 시 사용자의 디바이스에 내장된 센서를 통해 디바이스의 환경과 사용자 정보 등을 SIP 메시지를 통해 IMS 코어로 전달하게 된다.
4. IMS 코어는 센서로부터 받은 정보를 Enabler로 전달한다.
5. Enabler는 입력된 정보를 토대로 추론하여 사용자의 상황(위치, 디바이스)에 맞는 서비스 제공을 한다.
6. 회사에 출근을 한 A씨는 업무를 위해 영상을 중단하고 그에 대한 정보가 전달된다.
7. 퇴근 후 오전에 보던 영화를 보기위해 IPTV로 케이블망에 접속한다.
8. 사용자 인증을 거친 후 바뀐 사용자 환경이 다시 3,4번 과정을 거쳐 Enabler로 입력된다.
9. 입력된 상황을 토대로 오전에 보던 영화를 이어서 TV로 보게 된다.



(그림 9) 온톨로지 및 규칙 편집기와 작동콘솔



(그림 10) 상황데이터 수에 따른 Processing Delay 결과

의 과정을 통해 TV로 영화를 전송하게 된다.

4. 실험

앞에서 제시한 상황인지 모듈에 대한 데이터 처리능력에 대해서 실험 환경을 구축하였다. 본 실험 환경 구축에는 IDEC에서 지원한 장비를 부분적으로 사용하였다. 이는 멀티서버처리 능력을 알아보기 위함이며 제안하는 모듈을 구현한 Enabler 기능의 서버와 상황정보를 서버로 전달하는 테스트 프로그램으로 구성하였다. 서버는 CPU는 듀얼코어 2.01GHz, 메모리1GB, HDD300G, OS는 윈도우XP의 환경을 가지고 있으며 구현에 사용된 언어는 자바를 이용하였다.

(그림 9)은 테스트 프로그램 구동 시 입력된 상황정보에 따라 개발자가 입력된 룰을 바탕으로 온톨로지서에서 서비스를 도출해 내는 과정을 보여준다. 그리고 모듈에 접속되는 디바이스의 수에 따른 상황정보를 증가시킴으로써 지연시간을 측정하였다. (그림 10)는 상황인지 모듈 내의 동작 중 입력된 상황정보를 OWL로 변환하는데 걸리는 지연시간, 추론을 위해 쿼리를 생성하는 지연시간, 온톨로지로부터 추론을 거쳐 서비스 결정을 도출해 내는 지연시간에 대해 측정을 하였다. 테스트 서버로 상황을 가정한 데이터를 보냈을 때 인터페이스 엔진에서 10개의 상황을 가정한 데이터를 OWL로 데이터를 변환하는데 걸리는 시간은 0.3초가 걸린다. 그리고 쿼리를 생성하는데 걸리는 시간은 0.41초, 추론엔진에서 생성된 쿼리를 바탕으로 온톨로지로부터 사용자에게 적합한 서비스를 결정하기 위해 추론을 하는데 걸리는 시간은 0.52초가 걸린다. 테스트 서버로 데이터의 입력은 10씩 증가를 시키면서 각각의 지연 시간을 측정하였으며 데이터의 수가 증가할 때 마다 평균 0.45초의 지연이 늘어나고 있는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

BcN 환경에서 IP기반의 유무선 네트워크 통합을 위한 표

준 플랫폼이 된 IMS의 배경과 구조를 살펴보고, 다양한 유무선 액세스 망을 하나로 통합하여 서비스 제공과 개발의 편리성을 더해주는 IMS Enabler의 필요성과 기능, 구조에 대해서 설명하였다. 그리고 다양한 Enabler의 기능 중에서 서비스의 고도화에 따라 사용자의 상황을 인식하여 사용자의 환경에 맞도록 서비스를 제공하는 기능이 필요함을 살펴 보았다.

본 논문에서는 수집되는 다양한 상황정보를 인지하고 처리하여 통합서비스 제공을 위해서 Enabler에 필요한 상황인지 모듈의 구조와 기능을 제안하였다. 상황인지 모듈은 특정한 네트워크나 디바이스에서 한정된 서비스 제공 환경에서 통합된 서비스를 다양한 네트워크나 디바이스 환경에서 상호 연동되어 제공되고 수집된 상황정보를 바탕으로 사용자에게 필요한 개인화된 서비스를 도출하기 위한 역할을 한다.

앞으로 데이터를 변환하는 코덱기술과 데이터를 전송하는 스트리밍 기술의 고도화와 다양한 유무선 액세스망을 수용하는 공통 인터페이스를 제공하여 서비스 생산 및 제공을 용이하게 하는 한편 개인화되고 지능화된 콘텐츠를 수용할 수 있는 새로운 디바이스에 대한 연구도 필요하다. 또한 서비스의 고도화에 따라 개인정보에 대한 인증이 강화됨에 따라 개인정보에 대한 요구가 많이 이루어 질 것으로 보아 정보보안 분야에 대한 연구도 함께 이루어 져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(CR070019) 지원으로 수행되었습니다. 또한 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(홈네트워크연구센터) 육성지원사업의 연구 결과로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 정보통신부, "Broadband IT Korea 건설을 위한 광대역통합망 구축기본계획(안)," 2004.1.
- [2] 박재구, 남일성, "IMS 기술동향 및 BcN에서의 적용구조" 한국인터넷 정보과학회 제6권 3호, pp.32-41, 2005.9.
- [3] H. Herma van Kranenburg, A. Salden, H. Eertink, vanR. Eijk, and de J. Heer, "Ubiquitous Attentiveness - Enabling Context-Aware Mobile Applications and Services," LNCS 2875, Ambient Intelligence, ISSN 0302-9743, pp.76-87, 2003.
- [4] 김형수, "표준기술 동향 IMS", TTA Journal No.98, pp.139-144, 2005.
- [5] 3GPP TS 23.002 v7.1.0, "Network Architecture" Mar., 2006.
- [6] 3GPP TS 23.228 v7.4.0, "IP Multimedia Subsystem(IMS) Functional Architecture", June, 2006.
- [7] 3GPP TS 24.228, "Signalling flows for the IP multimedia call control based on SIP and SDP" October, 2006.
- [8] 3GPP TS 24.229, "IP Multimedia Call Control based on SIP and SDP: Stage3", December, 2006.
- [9] <http://www.db.fmi.uni-passau.de/projects/sg/>
- [10] Box, D., "A young person's guide to the simple object access protocol," MSDN magazine, Microsoft Press, 2000.
- [11] A.Ranganathan and R. H. Campbell, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments", ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, pp.143-161, 2003.
- [12] Hyung-Min YOON, Woo-shik KANG, Oh-Young KWON, Seong-Hun JEONG, Bum-Seok KANG, Tack-Don HAN, "Desing of a Mobile Application Framework with Context Sensitivities", IEICE TRANSACTIONS on information and System, Vol.E89-D, No.2, pp.508-515, 2006.
- [13] A.K. Dey and G.D. Abowd, "Toward a Better UnderStanding of Context and Context-Awareness," GVU Technical Report GIT-GVU-99-22, June, 1999.
- [14] D. Salber, A.K. Dey, and G.D. Abowd, "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications", Proceedings of CHI'99, pp.434-441, 1999.
- [15] 김재호, 배정숙, 김성희, "차세대 이동통신망에서 상황인식 서비스", 전자통신동향분석, 제19권 제3호, pp.32-40, 2004.6.



정 증 명

e-mail : jjm82@wm.cau.ac.kr

2008년 서울산업대학교 전자정보공학과 (학사)

2008년~현 재 중앙대학교 전자전기공학부 석사과정

관심분야: BcN, IMS, 상황인지 등



김 지 호

e-mail : jihokim@wm.cau.ac.kr

2000년 중앙대학교 전자전기공학부(학사)

2002년 중앙대학교 전자전기공학부(공학 석사)

2007년 중앙대학교 전자전기공학부(공학 박사)

2007년~현 재 중앙대학교 전자전기공학부 연구교수

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인지, 네트워크 보안, WLAN 및 WPAN 등



송 오 영

e-mail : song@cau.ac.kr

1980년 서울대학교 전기공학과(학사)

1982년 한국과학기술원 전자전기공학과
(공학석사)

1992년 메사추세츠 대학교 컴퓨터공학
(공학박사)

1991년~1992년 Intergraph Corp 수석 연구원

1992년~1993년 IBM Corp. 수석연구원

1994년~1994년 삼성전자 LSI 사업부 수석 연구원

1994년~현 재 중앙대학교 전기전자 공학부 교수

관심분야: Ubiquitous & Pervasive Computing, IMS, Mobile
Computing, Wireless Network Security & Privacy 등