

미래 인터넷 서비스 기술

김도현 | 이영희

한국정보통신대학교

요약

본고에서는 미래인터넷 등장하게 된 배경을 살펴보고 미래인터넷의 설계에 중요하게 고려해야 할 서비스 측면의 요구사항에 대해 알아본다. 이를 바탕으로 미래인터넷 서비스 기술의 특징을 살펴보고 미래인터넷에 활용될 수 있는 서비스 응용에 대해 알아본다.

1. 미래 인터넷의 등장

1. 인터넷의 한계 및 미래 인터넷

계층화, 패킷 스위칭, 네트워크의 단순화 및 점대점 통신을 설계 철학으로 하는 현재의 인터넷은 TCP/IP 프로토콜을 중심으로 패킷 스위칭 개념을 구현하고 네트워크 간 연결을 이루어 서로 신뢰할 수 있는 소수의 연구자들 간의 통신을 위해 구축되었다. 하지만 인터넷 사용자 수의 급격한 증가와 함께 정보통신의 핵심 인프라로 부상함에 따라 초기의 설계에서 고려되지 않았던 문제점들이 나타나게 된다.

예를 들어, 모바일 통신기술의 개발에 따라 모바일 통신을 가능하게 하는 단말들이 기본적인 옵션이 될 만큼 성숙해 있으나 인터넷은 이를 직접적으로 지원할 수 없는 구조를 가지고 있으며 단말의 이동성을 지원해 주지 못한다. 또한 IP주소 부족, 취약한 보안, 일대다 통신 지원 부재, QoS(Quality of service) 지원 부재, 네트워크 관리의 용이성 부재와 같은 문제점들을 가지고 있으며 이를 위한 다양한

패치형식의 해결책을 내어놓고 있으나 이러한 해결책들은 근본적인 인터넷의 설계를 바꾸지 않은 상태에서 오히려 더 큰 문제를 야기하고 있다[1][2].

미래인터넷 연구는 언급된 문제점들을 해결하고 동시에 변화된 응용 및 사용자들의 요구사항을 반영하여 인터넷의 근본적인 재설계를 목적으로 한다. 기존 인터넷의 한계를 뛰어 넘어 새로운 인터넷을 만들어내기 위한 노력은 여러 곳에서 시도되고 있다. 미국의 경우 NSF(National Science Foundation)가 지원하는 GENI(Global Environment for Network Innovation)와 FIND(Future INternet Design) 프로젝트가 있고 유럽의 경우 FP7 프로그램 내의 FIRE(Future Internet Research and Experimentation)가 그에 해당한다.

GENI는 미래인터넷 개발을 위한 테스트베드 구축을 목적으로 새롭게 설계된 네트워크를 실험할 수 있는 환경을 제공하는 것을 목표로 하고 있으며[3]. FIND는 미래인터넷을 위한 전 지구 규모의 네트워크의 요구 사항이 무엇인지 고려하고 어떻게 그러한 네트워크를 만들 수 있을지 연구하는 것을 목적으로 하고 있다[4]. FP7 프로그램의 일부로서 발족된 FIRE(Future Internet Research and Experimentation)에서도 마찬가지로 미래 인터넷을 위한 실험적이고 장기적인 연구와 그러한 연구를 실험할 수 있도록 테스트베드를 구축하는 것을 목표로 한다[5].

2. 미래인터넷 서비스를 위한 변화된 요구사항

미래인터넷 연구의 등장은 인터넷 혹은 네트워크를 활용하는데 있어 설계 시에 고려되지 않은 새로운 형태의 요구가 발생하고 있기 때문이며 이것은 유비쿼터스 컴퓨팅 패러

다임의 등장과도 밀접한 관계가 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 패러다임은 모든 사물, 장치에 컴퓨팅 요소를 내재시켜 주위에 널리 산재된 컴퓨팅 기기 및 정보를 때와 장소에 구애 받지 않고 쉽게 이용할 수 있는 서비스 환경을 제공해 주는 것을 목적으로 한다[6]. 서비스란 사용자와 응용에게 기능을 제공하는 연관된 여러 자원을 관리하는 컴퓨터 시스템의 일부분이며 유비쿼터스 컴퓨팅의 목표를 실현하기 위한 관련 요소 기술 중 주로 응용 계층의 기술들을 일컫는 것이라 할 수 있다. 현재 다양한 서비스 기술들이 연구되고 있고, 지능형 홈 네트워크, 재난 관리 시스템과 같은 다양한 분야의 응용에서 그 성과를 나타내고 있으며, 최근 U-City와 같은 도시범위의 서비스 기술연구도 이루어지고 있다.

언급된 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실현은 기본적으로 모든 컴퓨팅 자원 및 기기간의 연결이 이루어져야 하며 그들의 이동에 따라 새로운 네트워크로의 연결을 자연스럽게 지원해야 한다. 또한 사용자의 이동에 따른 위치, 주변사람, 네트워크 환경 등의 상황변화를 감지하고 이를 적극적으로 활용하여 사용자의 응용 및 요구에 반영하여 기존에 사용자가 수행하던 작업을 변화된 환경에 적응하여 자연스럽게 이어갈 수 있어야 한다.

하지만 지금의 인터넷이 제공하는 네트워크는 고정된 노드 사이의 단순한 패킷 스위칭을 통한 패킷 전달 이상의 기능을 제공해 주지 못하며 따라서 이러한 유비쿼터스 응용 구축의 부담은 고스란히 응용을 개발하는 개발자에게 넘겨지게 된다. 이것은 매우 비효율적인 것으로 모든 응용 개발자들이 독립적으로 이러한 복잡성을 해결한다는 치명적인 단점이 있다. 따라서, 미래의 인터넷이 유비쿼터스 응용을 위한 기본적인 서비스 기술을 제공해 주는 것이 필수적이라 할 수 있다.

서비스가 사용하던 시점의 설정으로 정적으로 머무르지 않고 사용자의 상황에 따라 적절한 서비스로 끊임없이 적응하여야 하는 경우 기존의 네트워크에서는 아무런 도움을 주지 못한다. 사용자의 상황 변화에 따라 가장 적절한 서비스가 달라지게 되는 경우 이러한 사실을 인지하여 기존의 세션을 정리하고 새로운 세션을 만들어내는 관련된 서비스 간 재설정 모든 과정은 단말의 응용에서 감당해야 한다. 또한 무선 네트워크의 경우 연결의 안정성이나 대역과 같은

네트워크의 상태정보도 사용자 상황의 중요한 부분이라는 점을 고려해야 한다. 패킷 전달 지연(delay) 시간 혹은 호스트 간 가용 대역폭(bandwidth)과 같은 네트워크의 상황정보를 네트워크가 기본적인 기능으로 응용에 제공해 주지 않는다면 네트워크가 더 쉽고 정확하게 알 수 있는 정보를 응용이 차체적으로 측정하는 방식을 야기하고 네트워크와 응용 모두에게 중복으로 부하를 발생시켜 비효율적인 통신이 불가피하게 나타나게 된다.

미래인터넷이 사용자에게 효과적으로 서비스를 제공하는 기반이 되기 위해서는 사용자나 응용이 처한 상황을 정확하게 파악하고 그 상황에 가장 적절한 서비스를 찾아내어 이들 서비스 요소를 실행 중에 서로 연결하고 재구성해나갈 수 있어야 한다. 이를 위한 기술의 사례로서 미래 인터넷 서비스 기술 관련 연구에서는 환경의 상황정보를 탐지하고 활용하는 것과 관련된 상황인지기술, 사용자 혹은 응용이 필요로 하는 서비스나 자원을 쉽게 찾아주는 서비스 검색 기술, 그리고 검색된 서비스와 자원들이 주어진 상황에 적용하며 서로 협력할 수 있는 서비스 상호 작용 기술, 데이터 자체의 내용을 기반으로 데이터의 전달을 가능하게 하는 데이터 중심 네트워크 기술에 대해 살펴본다.

II. 미래 인터넷 서비스의 특징

미래 인터넷 서비스는 사용자 중심(user centric), 상황인지 기반(context awareness), 데이터 중심(data centric), 이음매 없는 이동성(seamless mobility) 지원이 주요 특징이 될 것으로 예상된다.

1. 사용자 중심(user centric)

사용자 중심의 서비스는 개별 사용자의 프로파일, 선호정보, 상황정보를 고려하여 해당 사용자에게 최적화 된 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 이미 다양한 웹 포털 사이트에서 자신의 취향에 따라 웹에 보여지는 콘텐츠의 배치를 조정하는 기능을 제공한다거나 쇼핑몰에서의 구매기록 혹은 영화에 대한 감상평 정보에 근거하여 사용자가 좋아할만한 상품 혹은 영화를 추천하는 기능은 사용자 중심의 서비

스 제공을 위한 기초적인 시도라도 할 수 있다. 나아가 사용자의 간섭을 최소화하면서 사용자의 취향에 가장 적합한 서비스를 제공하기 위한 다양한 연구가 이루어 질 것으로 보인다. 이는 상황인지 연구의 한 부분으로 인식될 수도 있으나 사람과 서비스와의 관계에서 서비스가 바라보는 사람에 대한 연구는 그 파급효과가 클 것으로 생각된다.

사용자의 기존 서비스, 콘텐츠 혹은 상품에 대한 피드백, 예를 들어 영화에 대한 사용자의 평점, 기록 정보에 기반하여 이와 유사한 피드백 패턴을 가지는 다른 사용자가 만족스럽게 이용한 서비스, 콘텐츠 혹은 상품을 찾아내어 추천하는 웹 서비스 기술[7]을 소개한다.

이 연구에서는 웹에서 제공되는 상품에 대한 온톨로지 정보를 활용하여 각 서비스, 콘텐츠 혹은 상품 사이의 유사도 정보를 추출하고 이를 기반으로 언급되었던 사용자 간의 유사도를 측정한다.

그리고 여기에 사용자가 현재 웹에 들어온 이유에 해당하는 상황정보를 동시에 고려하여 사용자간/상품간 유사도 뿐만 아니라 사용자의 의도까지 파악한 후 그에 부합하는 서비스를 제공하는 것을 기본 골자로 한다.

이 연구에서는 사용자의 취향, 즉 선호(preference)정보를 사용자의 기존 사용 경험에 대한 피드백의 집합으로 모델하고 있다. 하지만 좀 더 정확한 사용자 중심의 서비스 제공을 위해서는 보다 진보된 사용자 선호에 대한 모델이 필요하며 이는 쉽게 구축될 수 있는 것이어야 한다. 또한 사용자 선호 정보의 활용이 사용자가 이용하는 서비스뿐만 아니라 사용자가 서비스를 이용하는 과정에서 이용하게 되는 네트워크 통신 등과 같은 곳에서도 반영될 수 있어야 한다. 이밖에, 사용자가 데이터의 전송 경로를 결정할 수 있도록 하는 기법에 대한 연구도 있다[8].

2. 상황인지 기반(context awareness)

위치 정보, 혹은 더 복잡한 형태의 상황정보의 활용은 새로운 형태의 응용 및 서비스를 가능하게 한다. 가령 조용한 강의실에서 자신의 핸드폰 벨소리가 울려 당황하게 되는 경험을 피할 수 있으며 TV를 보다 잠들더라도 시스템이 알아서 TV를 끄고 수면을 위한 쾌적한 환경을 만들어 주는 것도 가능할 수 있다. 이를 위해서는 내가 현재 강의실에 있고 수업을 듣고 있으며 주변은 강의에 집중을 하고 있는 상황이

다라는 정보를 알 수 있어야 한다. 내가 강의실에 있다는 사실을 시스템이 알기 위해서는 나의 위치는 물론 그 위치가 현재 강의실이다라는 사실을 알아야 하며 지금은 수업을 하고 있다는 상황을 알 수 있어야 한다. 또한 수업시간에 남을 방해하면 좋지 않다는 일종이 정책도 있어야 하며 시끄러운 소리가 이순간 남을 방해하는 요소이다라는 사실도 알아야 한다. 이렇듯 어느 상황을 파악하기 위해 필요한 사실들을 알고 그 각각의 사실들을 알기 위해 다시 하위의 요소들을 점검하는 과정의 추론이 필요하다.

상황인지의 중요성은 누구나 동감할 수 있을 정도로 강력하지만 그만큼 잘 만들어 내는 것도 어렵다. 상황인지는 기본적으로 센싱되어 가공되지 않은 데이터를 기반으로 하고 이를 가공하여 좀 더 상위 레벨의 의미 있는 데이터를 만들어 내어 이를 기반으로 추론을 하거나 정해진 룰에 따라 이벤트를 만들어 내는 방식을 이용한다.

하지만 응용이 필요로 하는 상황정보를 어디까지로 볼 것이며 그러한 상황정보는 언제 그리고 어떻게 전달해 줘야 할 것인가에 대한 것은 여전히 문제가 될 수 있다. 활용할 수 있는 모든 센싱 데이터가 준비되더라도 현재 사용자가 수행하는 태스크를 위해 무엇을 유추해서 언제 어떻게 알려줘야 하는가의 문제는 갓난 아이와 이를 돌보는 부모의 상황으로 비유될 수 있다.

부모는 아이가 어떤 것을 원하는지 아이가 표현을 하지 않기 때문에 짐작으로 아이가 필요한 것을 적시에 제공해 주기 위한 노력을 하고, 반면 아이는 말을 못하기 때문에 자기가 무엇이 필요한지는 알려주지 못한다.

상황인지 응용을 위한 플랫폼은 다양한 범주의 새로운 서비스의 생성 및 동적인 적용을 지원해야 하며 플랫폼의 설계 시에 고려되지 않은 서비스들의 적용 또한 지원 가능한 구조를 가져야 한다[9].

3. 데이터 중심(data centric)

기존의 인터넷 패러다임이 적절하지 않은 이유는 사람들이 인터넷을 사용 하는 양상이 완전히 달라졌다는 점이다. 현재 전체 인터넷 트래픽의 70~80%는 웹 즉, HTTP 연결이며 그 나머지는 DNS나 라우팅을 위한 트래픽이고 이들도 상당수는 웹 트래픽을 지원하기 위한 것이다. 즉, 이전의 호스트 간 연결은 큰 의미가 없고 특정한 데이터를 찾아오거

나 원하는 서비스에 접근하여 이용하는 것이 주류를 이루고 있다[10]. 따라서 특정 호스트간의 연결을 만들고 유지하는 것 보다는 필요한 데이터를 찾아서 받아오는 것을 중심으로 네트워크가 동작하는 데이터 중심 네트워킹이 필요한 것이다[11]. 데이터 중심 네트워킹 또는 서비스는 기존의 네트워킹/서비스와 다음과 같은 차이점을 가질 것이다.

점대점(point-to-point) 통신보다는 다대다 혹은 애니캐스트(anycast) 방식의 통신이 대다수를 이루게 될 것이다. 기존의 호스트 중심 네트워킹에서는 대부분의 통신이 점대점의 통신이었다. 하지만, 데이터를 중심으로 본다면 특정한 데이터를 갖고 있는 하나 또는 그 이상의 노드가 그 데이터를 원하는 하나 또는 그 이상의 노드에게 데이터를 전송하는 즉, 다대다의 통신 방식이 주류를 이룰 것이다. 또한, 특정 호스트로부터 데이터를 받는 것이 중요하지 않고 아무에게서나 데이터를 받기만 하면 되므로 애니캐스트 방식의 통신이 이루어지게 될 것이다.

4. 이음매 없는 이동성(seamless mobility)

미래 인터넷 서비스는 사용자의 이동에 따른 환경의 변화에 관계없이 이용중인 서비스를 끊임없이 지원할 수 있어야 한다. 가정에서 시청하던 뉴스를 집을 나와서도 차를 타고 가는 중에도 사용자가 원한다면 끊임없이 이를 제공해주기 위해 통신방법을 찾고 서비스 기기를 찾는 것을 지원해 주어야 한다. 이처럼 끊임없는 서비스 지원의 중요성은 한곳에 머물러 어떤 작업을 계속하기보다는 이동하면서도 이러한 작업을 계속할 수 있는 응용의 요구가 늘어나고 있기 때문이다. 사용자의 이동은 네트워크 인프라 혹은 주위 서비스 환경의 변화를 가져오며 따라서 미래 인터넷 서비스는 이질적인 환경에서 제공되는 자원만으로 기존에 수행중인 작업을 이어갈 수 있도록 서비스 구성요소들 및 네트워크를 재설정하고 적응해가는 과정을 지원해 줄 수 있어야 한다.

III. 미래 인터넷 서비스 관련 연구

1. 상황인지연구

상황인지 시스템은 환경의 상황정보를 활용하여 서비스를

이용하는 사용자의 명시적인 간섭 없이 시스템이 작동을 자동으로 현재 상황에 적응시켜 사용자가 사용자의 유용성과 유효성을 높이는 것이 목적이라 할 수 있다[12]. 상황 정보와 획득은 다양한 센서, 네트워크 정보, 디바이스 상태, 사용자 프로파일 및 그밖에 다양한 곳에서 얻을 수 있다. 하지만 상황인지 관련 연구자들마다 상황정보라는 것을 조금씩 다르게 해석하고 있으며 미래 상황인지 응용을 위해 유용하게 활용할 수 있는 상황정보에 대한 정의가 이루어져야 할 것으로 보인다.

상황 요소를 분류하는 대표적인 방법중의 하나는 이것들을 내부(internal)와 외부(external)의 두 가지의 측면으로 나누는 것이다[13]. 외부요소는 물리적 측면을 말하는 것으로 위치, 조도, 소리, 움직임, 온도, 기압, 접촉과 같이 하드웨어 센서로 측정이 가능한 상황 요소를 의미하며, 내부요소는 사용자의 목적, 작업, 비즈니스 과정, 감정상태와 같이 사용자의 반응 및 상호작용을 관찰함으로써 획득될 수 있는 정보를 말한다. 현재 대부분의 상황인지 응용은 위치와 같은 외부요소만을 이용하고 있다고 말할 수 있다.

위치 정보는 가장 널리 활용되며 가장 신뢰할 수 있는 상황 정보이다. 위치 인지 기술은 위치를 알아내는 기술(측위 기술)과 알아낸 위치 정보를 관리/가공하여 필요한 응용에 제공하기 위한 위치 정보 관리 기술로 크게 나눌 수 있다. 대표적인 측위 기법으로는 서로 다른 세 개의 지점에 대한 위치 정보를 통해 위치를 계산하는 삼각 측량(Triangulation), 특정 위치에서의 신호, 물체 등에 대한 정보를 기억한 뒤에 이를 바탕으로 위치를 추론해 내는 장면 분석 기법(Scene Analysis), 가장 가까운 곳에 있는 잘 알려져 있는 물체의 위치로 현재 위치를 근사 시키는 근접도(Proximity)방법 등이 있다.

위치를 측정하기 위한 GPS와 같은 별도의 하드웨어가 없어도 위치를 측정할 수 있도록 상당수의 기존 연구는 WI-FI 기술을 사용하고 있다. 한편, 응용에 따라서는 사용자 간의 위치뿐만 아니라 서로의 각도(예를 들어, 마주보고 있는지 또는 등을 지고 있는지)를 알 필요가 있으므로 방향까지 측정할 수 있는 특별한 장치를 사용하기도 한다[14].

한편, 위치 정보 관리에서는 위치 정보를 어떻게 나타낼 것인지 그리고 규모의 문제를 어떻게 해결할 것인지 등이 중요한 이슈가 된다. 위치의 표현 방법은 크게 좌표로 나타

내는 방법과 심볼로 나타내는 방법이 있다[15]. 물론 좌표도 GPS를 이용하는 방식과 같이 절대적인 좌표계 상의 좌표일 수도 있고 참여하고 있는 노드들 간의 상대적인 좌표일 수도 있고 심지어는 각 노드가 각기 다른 좌표계를 가질 수도 있다[14].

넓은 공간의 많은 물체의 위치를 대상으로 하는 시스템을 설계하는 경우 규모의 문제가 발생한다.

규모의 문제를 해결하는 가장 일반적인 방법은 각 하위 공간을 별도의 위치 관리 시스템이 담당하고 이들을 계층 구조로 관리하는 방법이다[16]. 이는 넓은 공간의 수많은 물체의 위치를 관리하는 부담이 물체의 수에 비례하여 증가하기 때문이다.

따라서, 무척 넓은 공간의 경우 관리 시스템의 수가 많아질 수밖에 없는데 이때 특정 물체가 현재 어느 공간에 있는지 어떻게 빨리 알아내느냐 하는 것이 전형적인 문제가 된다. 대다수의 질의가 주변의 가장 가까운 프린터를 찾는 경우, 보내는 노드가 속한 공간 또는 그 이웃한 공간 내에서 해결 가능하다면 공간에 따라 계층을 구축하는 것이 효율적인 방식이 될 것이다.

반면에 임의의 물체의 현재 위치를 전체 공간에서 찾아야 한다면 단순한 계층 구조로는 빠른 시간 내에 질의 처리를 하기 어려우므로 물체의 이름에 구조를 도입하여 전체 이름 공간에서 이름의 구조를 이용하여 해당 물체에 대한 정보를 저장하고 있는 시스템을 찾아내는 방식을 사용하기도 한다[17].

위치정보 외 다른 타입의 상황 요소를 활용하는 경우 보다 높은 수준의 상황정보 제공으로 이어질 수 있다. 이러한 고 수준의 상황정보는 좀 더 적응적이고 유용한, 사용자에게 친숙한 시스템을 구축하는데 필수적이다. 다른 타입의 상황정보를 활용하는 연구로 병원에서 정보관리를 지원하기 위해 상황인식기술 기반의 인스턴트 메시징 응용을 구축한 사례가 있다[18]. 모든 의사나 간호사들은 모바일 기기를 소지하고 있으며 이를 통해 메시지를 본다. 메시지는 상황이 만족 되었을 때 전달된다.

예를 들어, 이 응용은 사용자가 108의 방 번호를 가진 방에 오전8시 이후에 처음 들어오는 사람에게 메시지를 전하도록 메시지를 작성할 수 있다. 이 응용에서 다루지는 상황요소는 위치, 시간, 역할, 디바이스 상태를 포함한다. 인식

(perception) 모듈이 센서나 사용자, 다른 에이전트, 서버로부터 가공되지 않은 데이터를 모으고 추론 모듈은 모아진 정보로부터 각 에이전트의 행동을 규제하고 시행을 명령하는 역할을 한다.

2. 서비스 상호작용 연구

상황 인지 응용을 위한 서비스 상호 작용 기술은 서로 다른 응용 또는 서비스들이 서로의 상황을 이해하면서 효과적으로 정보를 주고 받기 위한 기술이다. 미래인터넷 환경에서의 서비스들은 서로 간의 상호 작용을 통해 자신의 정보를 알려줌과 동시에 주위의 다른 서비스들로부터 정보를 받아오며, 이러한 과정을 통해 각각의 서비스들은 상황 인지 정보에 바탕을 둔 서비스를 제공할 수 있는 기반을 마련할 수 있다.

상황 인지 응용을 위한 서비스 상호 작용 프로토콜은 서비스/응용의 다양성을 고려함과 동시에 미래인터넷 환경에 포괄되는 네트워크의 규모와 이질성을 고려해주어야 하며, 두 서비스가 서로 상호 작용을 할 때 추출 가능한 상황들과 이것의 활용 방안을 고려해야 한다.

이런 고려사항을 효과적으로 해결하기 위해서는 이벤트 생성자와 소비자가 상황 변화에 적응하기 위해 분리되어야 한다는 점에서 Publish/Subscribe 방식이 선호된다.

OMG(Object Management Group)의 DDS[19]는 OMG CORBA를 지원하기 위해 만들어진, 분산 시스템을 위한 데이터 중심 Publish/Subscribe 구조의 미들웨어 서비스이다. DDS는 복잡한 네트워크 프로그래밍을 단순화 해주는 네트워크 미들웨어라고 볼 수 있다.

DDS는 노드들 간에 데이터, 이벤트 또는 명령을 송수신하기 위해 Publish/Subscribe 모델을 구현한다. Publisher (정보를 생산하는 노드)는 '주제' (예, 온도, 위치, 압력 등)를 생성하고 데이터를 게시한다. DDS는 게시된 데이터를 해당 주제에 대해 관심을 가지는 subscriber에게 전달하는 일을 담당한다. DDS는 메시지의 주소관리, 데이터 marshalling과 demarshalling, 전달, 흐름 제어, 재전송 등의 모든 전송 작업을 다룬다. 그리고, 어떤 노드라도 publisher인 동시에 subscriber가 될 수 있다.

WS-Notification[20]은 웹 서비스들 간에 정보의 교환을 위한 표준으로써, 다양한 Publish/Subscribe 제품들간의 호환

성 있는 작동을 지원한다. WS-Notification 표준을 만족하는 Publish/Subscribe를 이용하면 응용 개발자는 표준에서 제시하는 표준 인터페이스를 이용해 개발할 수 있으며, 이러한 응용은 어떠한 제조사에서 제작한 Publish/Subscribe에서도 모두 작동할 수 있다. 이를 위해 WS-Notification은 Subscription의 생성, 전달 및 관리 그리고 정보 분배를 위해 어떠한 메시지가 어떻게 교환되어야 하는지 그 문법과 의미에 대해 표준을 제시한다.

3. 서비스 자원검색 연구

서비스/자원 검색은 미래인터넷에 산재되어있는 다양한 서비스/자원들을 효과적으로 찾아내고 이용할 수 있는 방법을 제공하는 기술이다. 이는 서비스 기술의 가장 기본적인 요소로서, 산재된 서비스/자원들 사이에서 현재의 상황과 요구에 맞는 서비/자원을 효율적으로 찾아내고 실제 탐색의 주체가 서비스/자원을 이용하기 위한 기반 정보를 제공한다. 미래인터넷과 같은 대규모의 네트워크 환경에서 서비스/자원 검색이 지원되기 위해서는 네트워크의 규모에 따른 검색의 확장성을 가져야 하며, 검색의 주체가 원하는 서비스/자원을 상황 인지 기능을 기반으로 검색하기 위한 매칭 방법을 지원해야 한다.

4. 데이터 중심 네트워킹

현재 인터넷의 식별체제인 도메인 네임과 IP 주소는 통신하는 주체인 호스트만을 그의 식별대상으로 한다. 예를 들어, 특정 데이터를 필요로 하는 경우에 해당 데이터가 있는 호스트를 찾은 뒤에 그 호스트의 IP주소를 목적지로 한 패킷을 전송하게 되는 것이다.

하지만 현재 인터넷의 사용 패턴을 분석해보면 인터넷의 대부분의 트래픽이 데이터나 서비스를 얻는 데에 사용된다. 따라서, 인터넷의 식별 체계 자체를 데이터나 서비스를 식별하도록 변경하여 보다 자연스럽게 효율적인 통신을 지원하려 하는 움직임이 데이터 중심(data oriented) 패러다임이라 한다.

식별체제가 모두 호스트만을 그의 식별대상으로 하는 현재 인터넷은 데이터 중심 네트워킹을 지원하기 힘들다. 즉, 네트워크 계층에서 데이터 자체를 식별하기 위한 방법을 지원하지 않고 있다. 현재 인터넷에서 데이터 중심 네트워킹

기술은 응용계층에서의 프로토콜로 응용 별로 지원되어 왔다. 요즘 활발히 사용되고 있는 각종 P2P 응용들이 그의 대표적인 예이다. 하지만 P2P 응용들은 응용계층에서만 동작하기 때문에 네트워크의 혼잡과 같은 상황에 적절히 대응하는 동작이 미흡하다.

또한, 같은 데이터가 P2P 응용에서 반복적으로 전송되는 경우에도 네트워크 내에서는 개별적인 데이터 전송으로 보여지고 똑같이 처리되기 때문에 네트워크 사용 측면에서 매우 비효율적인 일이라 하겠다.

마지막으로, P2P 응용들은 개별 사업자들에 의해서 개발, 배포되기 때문에 서로간의 호환 및 협업이 거의 이루어지지 않는다. 따라서, 사용자들은 자신이 원하는 데이터를 찾기 위해서 자신이 직접 여러 응용 별로 각각 이를 검색하고 전송 받아야 한다는 점에서 매우 불편하다. 따라서, 데이터 중심 네트워크 패러다임을 미래 인터넷의 기본 설계에서부터 고려하여 보다 효율적인 형태로 데이터를 분배, 공유할 수 있도록 하는 방안이 필요하다.

IV. 미래 인터넷 서비스 응용

미래인터넷 서비스의 특징을 바탕으로 미래 인터넷에 등장하게 될 응용 및 서비스가 어떠한 동향을 가지게 될 지 살펴본다[21].

우선 랩탑이나 모바일 핸드셋 기기들의 성능 및 배터리 수명의 지속적인 향상과 함께 무선 통신 대역폭이 증가함에 따라 모바일 기기에서의 온라인 서비스나 응용의 사용이 급격하게 증가할 것으로 보인다. 사용자의 디바이스는 언제 어디서나 항상 인터넷에 접속되어 있을 것이다.

사용자의 이동에 따라 어떤 접속 기술을 어떻게 활용할 것인가는 사용자가 직접 관여하지 않고 자동설정 프로토콜에 의해 자연스럽게 이루어질 것이다. 이를 위해 미래 인터넷 단말들은 다중 접속 기술을 채용하고 Software Defined Radio(SDR)를 지원하여 하나의 기기가 다양한 표준 라디오 기술을 통한 통신을 지원할 것으로 보인다.

단말의 이동성 지원이 이루어짐에 따라 특정 장소 내에서만 이루어지던 인터넷 접속이 어디서나 가능하게 되어 이러

한 경향을 더 가속화 시킬 것으로 예측된다.

한편, 사용자들이 문서 및 데이터 작업을 자신이 가진 여러 다른 랩탑, 데스크탑 및 PDA에서 수행하는 것이 일반화 되어 감에 따라 데이터의 저장소가 접근과 협업이 효과적인 온라인으로 이동하는 경향이 두드러질 것으로 예상되며 응용들은 이러한 변화를 활용할 것으로 보인다.

구글이 오피스 작업을 위한 프로그램들을 웹 상에서 제공하고 있는 것도 이러한 경향을 보여주는 예가 될 수 있다. 이러한 변화는 좀 더 안정적인 데이터 백업을 가능하게 하고 보다 수월한 협업을 가능하게 할 것으로 보인다. 다양한 모바일 기기의 등장 및 이를 지원하기 위한 다양한 운영체제의 등장은 웹을 이질적 플랫폼을 포괄, 지원하는 응용을 개발하기 위한 공통 기반으로 활용하게 했다.

현재 오피스 관련 응용인 Google Docs, 데이터베이스 응용인 DabbleDB 그리고 Swivel, 사진 편집 응용인 Phixr은 이러한 웹 표준을 활용하는 응용의 미래를 가능해볼 수 있는 응용이라 할 수 있다.

그 밖에 인터넷 서비스의 인터페이스가 사용자 중심의 직관적이며 사용하기 쉬운 디자인을 가지게 될 것이라는 예측이 있고, 센서를 비롯한 각종 장비들이 인터넷에 연결되어 인간과 인간간의 통신뿐만 아니라 기기간의 통신이 급격하게 증가할 것으로 예측하고 있다. 또한, 유사한 기능을 가지는 장비들의 수가 더 증가할 것으로 예측하고 있는데, 예를 들어 전화통화를 지원하는 미디어 플레이어나 미디어 플레이어 지원하고 카메라 기능도 갖춘 휴대전화기와 같이 하나의 기기가 다양한 기능을 복합적으로 가지게 됨에 따라 중복된 기능을 가진 기기를 보유하는 사용자의 수가 점점 더 증가하게 될 전망이다.

미래 인터넷에서 중요한 역할을 하게 될 응용들에 대해 전망하고 예를 살펴본다[21][22].

1. 개인화 서비스 생성

현재 화두가 되고 있는 UCC는 웹을 통해 사용자가 직접 작업한 비디오 콘텐츠를 다른 인터넷 사용자들이 이용할 수 있도록 하는 서비스 생성의 대표적 예라 할 수 있다. 개인화 서비스 생성은 개별 사용자가 자신의 요구에 부합하는 서비스 생성을 위해 기본적으로 제공되는 미디어 혹은 통신 기능들을 직접 구성, 조합하고 관리하는 것을 가능하게 해주

는 전적으로 사용자에게 의해 조절되는 서비스 생성 틀이라고 할 수 있다.

이 기술은 UCC와 같이 개인이 생성한 콘텐츠를 제공자의 의도에 맞게 구성하고 의도한 커뮤니티에 배포하는 것을 가능하게 한다. 서비스 제공자가 동영상 강의와 같은 콘텐츠를 생성하고 관련된 다른 콘텐츠와 조합하여 배포방식을 결정할 수 있게 함으로써 개인의 참여를 높여 이를 통한 풍부한 서비스를 생성할 수 있을 것으로 예상된다.

2. 미래 홈

새로운 통신 기술과 소비자 기술들은 물리적 홈 공간에서 우리가 공간과 상호작용을 하는 방식을 변화시키고 있다. 가정 기기들에 조그만 마이크로프로세서가 포함되는 경우가 허다하고 인터넷 접속망의 대역폭 증가와 더불어 홈 유지를 겨냥한 새로운 서비스들이 속속 출현함에 따라 사람들이 집에서 살아가는 방식 자체를 바꿀 것이라 예측된다. 기존의 직장, 쇼핑, 그리고 가정 생활 사이에 만들어져 있던 경계가 자연스럽게 허물어지고 집에서 일을 하고 필요한 모든 것을 구매하는 등의 양식패턴은 머지않아 실현될 것이고 이렇게 좀 더 생산적이고 가족적이 삶의 중심에 미래 홈 기술이 있을 것이라 예측된다.

미래 홈을 위한 응용 및 서비스로는 홈의 가전 제어, 보안 및 관리의 자동화를 제공하는 홈 오토메이션(automation), 가정에서 아이들뿐만 아니라 어른들까지도 함께 할 수 있는 교육 및 엔터테인먼트 응용, 노약자와 장애자를 위한 간병 및 헬스 케어(health care) 서비스, 필요한 물건을 쉽게 알아서 구매해 주는 것을 가능하게 하는 E-Business 서비스 등을 들 수 있다.

3. 차량 네트워크(Vehicular Networks)

차량 네트워크 기술은 자동차의 수가 늘어나고 차량 내에서 다양한 교통상황정보 및 길안내와 같은 서비스에 대한 요구가 높다는 점을 감안할 때 그 잠재적 영향력이 클 것으로 예측된다. 차량 네트워크 기술은 자동차와 통신망의 융합기술로 자동차 내부의 컴포넌트 간 통신, 자동차 간 통신, 자동차들과 교통 관리 기기 인프라와의 통신으로 구성되고 할 수 있다.

차량 내부 통신을 통해 차체의 다양한 탑재 기기 및 부품

간 데이터 전송, 이상감지 및 그에 따른 조치가 자동적으로 이루어질 수 있으며, 자동차 간 애드 혹 통신을 통해 교통체증을 미리 회피하거나 위험한 사고 회피와 같은 기술이 개발될 수 있다.

이를 위해서 자동차 간에 애드 혹 네트워크를 형성하고 서로 간 속도, 위치, 도로의 상태와 같은 정보를 정확하고 신속하게 교환하는 것이 중요할 것으로 보인다.

자동차들이 지나가면서 이미 형성된 애드 혹 네트워크에 합류하고 탈퇴하는 것과 함께 어떻게 애드 혹 네트워크를 설립하고 혹은 분할 할 것인가가 중요한 문제가 된다. 또한 자동차 간 통신뿐만 아니라 도로의 혼잡 상태, 날씨, 제한속도와 같은 정보를 얻기 위해 교통 관리 기기와 통신도 이루어져야 한다.

4. 가상현실

가상현실 컴퓨터 게임으로 널리 알려진 Second Life²³⁾과 같은 가상현실 응용이 미래 인터넷에서 비중 있는 응용으로서의 역할을 할 것으로 보인다. 3차원의 가상세계를 돌아다니며 사람들을 만나고 얘기를 나누는 공간이 된 Second Life는 이미 전세계에 800만 명이 넘는 회원을 가진 가장 큰 규모의 가상환경이며 실제 현실세계와 연계되어 활용이 되고 있다.

이미 70여 개 이상의 대학이 캠퍼스를 만들었고 실제 강의를 연계하여 가상현실 내에서의 교육을 준비하고 있으며, 각국의 사람들이 다양하게 분포하고 있어 개개인에 의한 언어 학습도 이루어진다고 한다. 이러한 가상환경은 실제 환경과의 연계성을 강화해 가고 있다.

가상환경에서 만난 사람들끼리 가상환경에서 제공하는 채팅이나 메신저로 회의를 하고 필요에 따라 가상환경에 회의장을 만들어 즉시 그리고 자동으로 실제에서의 전화와 연계되어 더 심도 있는 논의를 이어가는 응용도 고려되고 있다. 미래에는 현실과 동떨어진 가상의 공간이 아니라 현실과 적극적으로 연계되는 혹은 현실을 더 잘 반영해 주는 가상환경으로의 진보가 이루어질 것이고 미래 인터넷에서 중요한 응용으로 자리매김 할 것으로 보인다.

5. 재난 방재 서비스

미리 있을 재난을 예측하고 이를 피해예상지역이나 사람

들에게 미리 알려주거나 재난이 일어난 상황에서 최대한의 추가적인 피해를 줄이고 복구를 하도록 하는 작업을 지원하는 서비스인 재난 방재 서비스 또한 미래인터넷의 중요한 서비스가 될 수 있다.

실제 세계 각지에서 벌어지고 있는 지진, 쓰나미, 산불과 같은 재해는 막대한 재산, 인명 피해를 주고 있으며 미래 인터넷이 쓰나미와 같은 사실을 탐지하고 시민들에게 위치에 기반해서 알려줄 수 있는 기반을 제공한다면 재난 방재 서비스의 활용은 현실이 될 수 있다.

또한, 자연재해뿐만 아니라 테러리스트의 공격과 같이 인재가 발생할 경우 근처의 사람들에게 신뢰성 있고 정확한 정보를 제공해 주는 것도 재난 방재 서비스의 예가 될 수 있다. 이를 위해서는 자연재해를 탐지하고 예측할 수 있어야 하며 이러한 정보를 기반으로 재해가 일어났다는 상황도 판단할 수 있어야 한다.

또한, 최악의 경우 재해로 인한 네트워크 인프라 차질의 파손상황에서도 효과적인 정보소통이 가능하도록 할 수 있어야 한다.

6. 실시간 지구 모니터링

현재 센서 네트워크는 해수의 온도관찰과 같이 특수한 목적을 가진 응용에 해당 센싱 데이터를 제공하기 위해 만들어지는 경우가 일반적이다.

따라서 소수의 해당 응용 사용자 사이에서만 활용되는 것이 일반적이다. 이렇게 적용된 센서 네트워크를 센서 네트워크의 제공자뿐만 아니라 이를 활용할 수 있는 다양한 응용을 위한 공동된 인프라로 활용하여 개개인의 센싱정보 활용이나 서로 다른 센싱 정보를 조합하여 상위의 더 의미 있는 데이터를 생성하는데 활용하기 위한 움직임도 보인다.

미래 인터넷에서는 기반으로 깔린 다양한 센서 네트워크들을 이용해 상호 의존적인 기후, 인구, 생태, 경제와 같은 동적 시스템을 이해하는데 사용될 수 있기를 기대한다. 다방면에 적용된 센서 혹은 센서 비슷한 기기들은 원하는 정보의 대상에 따라 실시간으로 분석되고 모아져 보다 넓은 개념의 의미 있는 데이터를 전달해 줄 수 있다.

이것은 보안, 데이터의 신뢰성 및 다양한 센서소유자의 인프라 제공의 동기유발과 같은 문제가 해결된다면 이를 활용한 다양한 서비스가 가능할 것으로 보인다.

V. 결 론

본고에서는 미래인터넷 연구가 등장한 배경 및 서비스 측면의 요구사항에 대해 살펴보고 미래인터넷 서비스 기술의 특징 및 응용에 대해 살펴보았다.

참 고 문 헌

- [1] 이동만, 고양우, "미래 인터넷 서비스 기술 동향," 주간 기술동향 통권 1315호, 2007년.
- [2] 이동만, 이영희, 고양우, 김도현, "미래인터넷 서비스 기술동향," 전자공학회지, 제34권 4호 페이지 31~40, 2007년.
- [3] Homepage of GENI, <http://www.geni.net/faq.html>
- [4] Homepage of FIND, <http://www.nets-find.net/>
- [5] Gavras, A., Karila, A., Fdida, S., May, M., and Potts, M. 2007. "Future internet research and experimentation: the FIRE initiative," ACM SIGCOMM Computer Communication Review archive Volume 37, Issue 3, Jul. 2007, pp.89-92.
- [6] Weiser, M. (1995). The computer for the 21st century. In Human-Computer interaction: Toward the Year 2000. R. M. Baecker, J. Grudin, W. A. Buxton, and S. Greenberg, Eds. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, 933-940.
- [7] Anand, S.S., Kearney, P., Shapcott, M., "Generating semantically enriched user profiles for web personalization," ACM Transactions on Internet Technologies 7(4) (2007)
- [8] Xiaowei Yang, "An Internet Architecture for User-Controlled Routes"
- [9] Patricia Dockhorn Costa, Luis Ferreira Pires, Marten van Sinderen and Jose Goncalves Pereira Filho, "Towards a Services Platform for Mobile Context-Aware Applications," Centre for Telematics and Information Technology, University of Twente, 2004.
- [10] D. R. Cheriton and M. Gritter. "TRIAD: A new next generation Internet architecture," March 2000.
- [11] Teemu Koponen, Mohit Chawla, Byung-Gon Chun, Andrey Ermolinskiy, Kye Hyun Kim, Scott Shenker, and Ion Stoica, "A Data-Oriented(and Beyond) Network Architecture", SIGCOMM'07, 2007, pp.181-192.
- [12] M. Baldauf and S. Dustdar, "A survey on context-aware systems."
- [13] Prekop, P. and Burnett, M. "Activities, context and ubiquitous computing," Special Issue on Ubiquitous Computing Computer Communications, Vol.26, No.11, pp1168-1176.
- [14] Mike Hazas, Christian Kray, Hans Gellersen, Henoc Agbota, Gerd Kortuem, and Albert Krohn, "A Relative Positioning System for Co-located Mobile Devices," Mobisys'05, 2005.
- [15] U Leonhardt and J Magee, "Towards a general location service for mobile environments," Proceedings of the 3rd Workshop on Services in Distributed and Networked Environments (SDNE '96), p.43, June 03-04, 1996.
- [16] Alexander Leonhardi and Kurt Rothermel, "Architecture of Large-scale Location Service," Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems, 2002.
- [17] Amiya Bhattacharya, Abhishek Roy and Sajal K. Das, "Towards a Novel Architecture to Support Universal Location Awareness," GI Jahrestagung, Vol.1, 2001, pp.182-189.
- [18] Munoz, M.A., Gonzalez, V.M., Rodriguez, M. and Favela, J. "Supporting context-aware collaboration in a hospital: an ethnographic informed design," Proceedings of Workshop on Artificial Intelligence, Information Access, and Mobile Computing 9th International Workshop on Groupware, CRIWG 2003, Grenoble, France, pp.330-334.
- [19] http://www.omg.org/technology/documents/dds_

spec_catalog.htm

- [20] http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsn
- [21] Project report, "The future Internet: the operators' vision," Euroscm.
- [22] GENI research plan, <http://www.geni.net/GDD/GDD-06-28.pdf>
- [23] <http://secondlife.com/>

약 력



2006년 경북대학교 학사
2007년 한국정보통신대학교 석사
2007년 ~ 현재 한국정보통신대학교 박사과정
관심분야: service discovery, overlay network, MANET

김도현



1976년 서울대학교 공과대학 공업교육학과 학사
1980년 서울대학교 공과대학 공업교육학과 석사
1984년 프랑스 UTC (Universite de Technology de Compiegne) 박사
1984년 ~ 1997년 ETRI 정보통신표준센터장
1998년 ~ 현재 한국정보통신대학교 공학부 교수
관심분야: 인터넷 프로토콜, 센서넷, MANET

이영희

