

8장. 인터넷과 IPv6 프로토콜

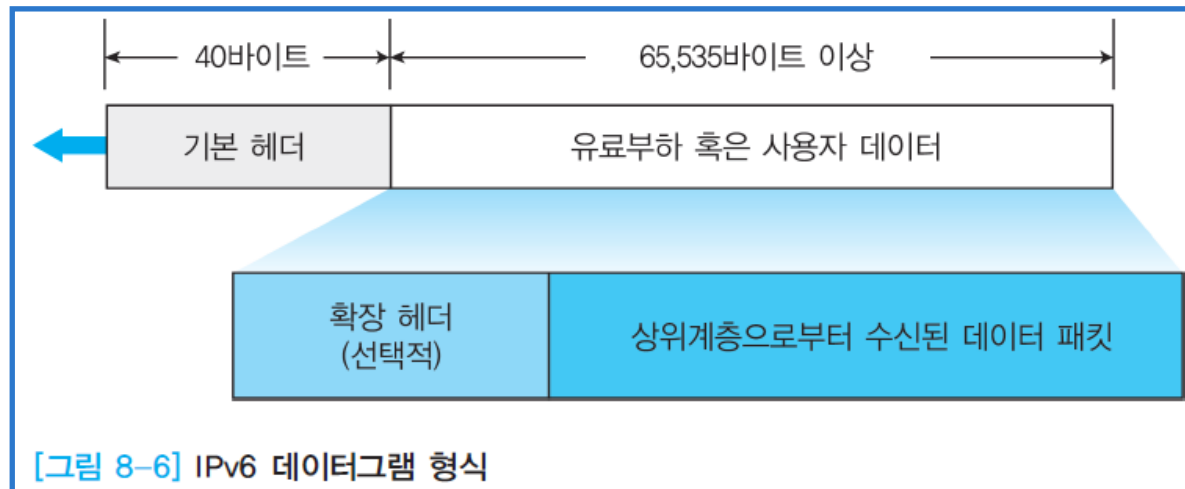
8-3 차세대 인터넷과 IPv6

개요

- ▶ 기존 인터넷 프로토콜인 IPv4의 대안으로 등장
 - ▶ 32비트를 사용하는 IPv4 주소는 약 43억(2^{32})개의 주소 생성이 가능하나, 비효율적인 할당 및 무선 인터넷, 정보가전 등의 신규 IP 주소 수요로 인해 주소부족 문제 또한 심각하게 대두됨
- ▶ 인터넷 사용의 급증으로 IPv6는 IPv4의 주소길이(32비트)를 4배 확장 → 128비트 주소체계
- ▶ 다양한 멀티미디어 서비스의 제공을 위한 기술적 보완이 있었음에도 불구하고 날로 증가하는 인터넷 사용자 수와 더불어 높은 수준의 다양한 요구를 충족시키기에는 한계
- ▶ IETF(Internet Engineering Task Force)
 - ▶ 1990년 초에 서비스 품질 관리를 위하여 IPv5 규격을 검토한 이후, 보안 기능, 자동설정 기능 등을 보완해서 1996년에 IPv6 규격(RFC2460)을 표준으로 승인

IPv6 데이터그램의 형식 (1)

- ▶ IPv6 데이터그램은 기본 헤더와 사용자 데이터(payload)영역으로 구성됨
 - ▶ 기본 헤더 영역은 40바이트로 구성
 - ▶ 사용자 데이터 영역은 다시 확장 헤더와 상위계층으로부터 받은 데이터 패킷 영역으로 구분



IPv6 데이터그램의 형식 (2)

▶ 기본 헤더 영역

▶ 버전 영역에서부터 주소 영역 등으로 구분됨



[그림 8-7] IPv6 데이터그램 형식

IPv6 데이터그램의 형식 (3)

▶ 기본 헤더 (계속)

▶ 버전(version)(4비트)

- ▶ IPv6인 경우이므로 이 영역에는 6으로 설정 (Pv4인 경우라면 4로 설정)

▶ 우선순위 영역(priority)(4비트)

- ▶ 사용자 데이터그램의 우선순위에 관련된 영역

▶ 흐름라벨(flow label)(24비트)

- ▶ 라우터의 제어와 데이터의 흐름을 정의
- ▶ 하나의 흐름은 전송 측 주소와 흐름라벨의 조합에 의해 유일하게 식별
- ▶ → 동일한 흐름에 해당되는 모든 패킷은 전송 측에 의해 동일한 흐름라벨로 할당

IPv6 데이터그램의 형식 (4)

▶ 기본 헤더 (계속)

▶ 유료부하 길이(payload length)(16비트)

▶ 헤더 영역을 제외한 나머지 부분의 길이를
바이트(8비트) 단위로 나타내는 영역

▶ 유료부하 길이 영역은 사용자 데이터 영역과 확장
헤더를 포함한 전체 길이를 표시

▶ 다음 헤더(next header)(8비트)

▶ 다음에 오는 확장 헤더가 어떤 유형인지를 알려줌

▶ 이 영역을 확인하여 확장 헤더의 사용 여부를 알 수
있음

IPv6 데이터그램의 형식 (5)

▶ 기본 헤더 (계속)

▶ 홉 제한(hop limit)(8비트)

- ▶ 데이터그램에 허용된 홉(hop)이 남아있는 수를 나타냄
- ▶ 홉이란?
 - ▶ 하나의 라우터에서 또 다른 라우터로 이동한 횟수
 - ▶ 홉이 '1'이라면 하나의 라우터에서 인접한 라우터로 한 번 이동할 수 있음을 의미
- ▶ 전송 측에 의해 원하는 최대값으로 설정된 홉 제한은 패킷을 전송하는 각각의 노드에 의해 1씩 감소하다가 홉 제한 수가 '0'이 되면 그 패킷은 폐기됨
- ▶ TTL의 값이 '0'으로 설정된 패킷을 받은 라우터는 그 패킷을 폐기하는 IPv4의 TTL 영역과 비교됨

IPv6 데이터그램의 형식 (6)

▶ 기본 헤더 (계속)

▶ 전송 측 및 목적지 주소(source address, destination address)(128비트)

▶ IPv6는 기존 IPv4의 주소길이를 4배 확장한 128비트 주소를 사용함

IPv6 데이터그램의 형식 (7)



[그림 8-8] IPv6의 확장 헤더 유형

IPv6 데이터그램의 형식 (8)

▶ IPv6 확장 헤더

▶ 홉 간 옵션 헤더(hop-by-hop option header)

- ▶ 홉 간 옵션 헤더는 홉과 홉 사이에 있어서 처리를 요구하는 특별한 옵션을 정의함

▶ 소스 라우팅 헤더(source routing header)

- ▶ 확장된 라우팅 기능을 제공함
- ▶ 소스 라우팅 : 소스(전송 측)에서 전송할 패킷의 소스 라우팅 헤더 영역에 최종 목적지까지의 경로에 해당하는 라우터의 주소 목록을 미리 기록해 놓고, 이 값을 참조하여 패킷 전방위 전송(forwarding)이 이루어지도록 하는 방법
- ▶ 라우터의 주소 목록에 있는 라우터를 경유할 때마다 해당 라우터의 주소를 기록
- ▶ 만일 라우터가 이 값을 인식하지 못하면 그 패킷은 폐기됨

IPv6 데이터그램의 형식 (9)

▶ IPv6 확장 헤더 (계속)

▶ 단편화 헤더(fragment header)

- ▶ 분할과 재조립 정보를 포함
- ▶ 분할은 전송 측에 의해서만 수행될 수 있음
- ▶ 다음 헤더(8비트)는 그 다음에 이어지는 헤더에 대한 정보를 나타내고, 단편화 오프셋(13비트) 영역은 이 분할된 사용자 패킷이 원본 패킷에서 어디에 속해 있었는지를 표시함
- ▶ 기본적으로 64비트 단위로 계산되며, m 플래그(1비트)이 '1'이면 단편화된 영역이 더 남아있음을 나타내고, '0'은 마지막 분할된 마지막 패킷임을 표시함
- ▶ 동일한 확인 식별자를 갖는 분할된 패킷들은 전송 측 주소, 수신 측 주소를 사용하여 원래의 패킷 형태로 재조립됨

IPv6 데이터그램의 형식 (10)

▶ IPv6 확장 헤더 (계속)

▶ 인증 헤더(authentication header)

- ▶ 네트워크 보안에 있어서 인가된 사용자에게 의해서만 접근 또는 변경을 허용하게 함으로써 패킷의 무결성(integrity)과 출처를 제공함

▶ 암호화된 보안 유료부하 헤더(encrypted security payload header)

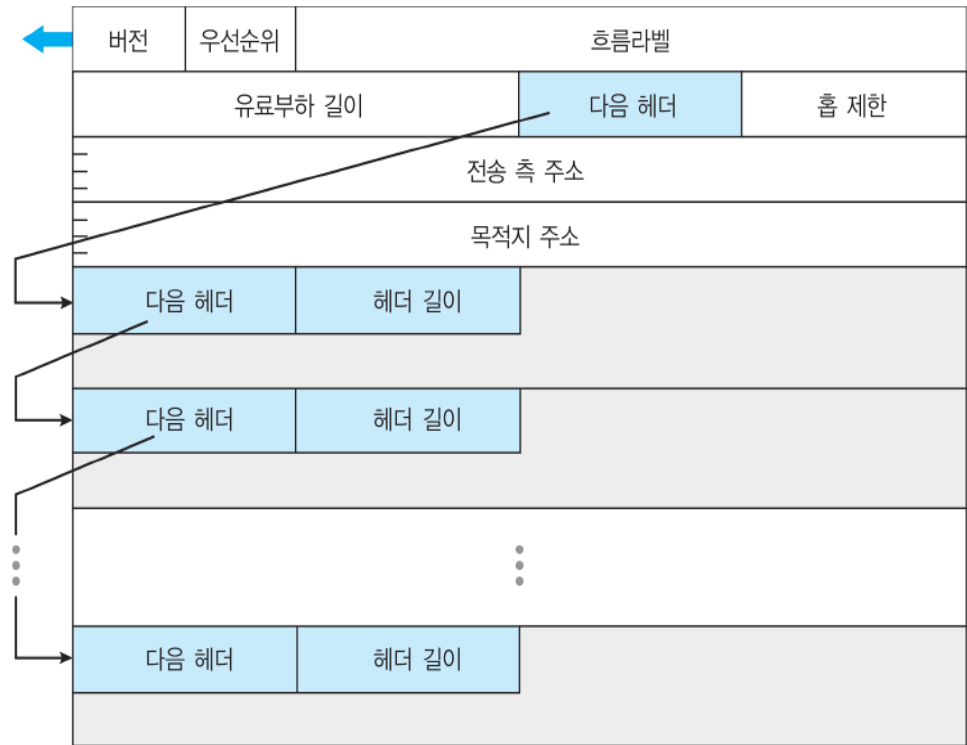
- ▶ 암호화된 보안 유료부하 헤더는 보안성을 제공하기 위해 사용됨

▶ 목적지 옵션 헤더(destination option header)

- ▶ 목적지 옵션 헤더는 목적지에 검색된 선택 사항의 정보를 포함함

IPv6 확장 헤더 사용 형식

- ▶ 다음 헤더와 확장 헤더 길이(8비트)에 이어서 유형별 확장 헤더의 내용이 첨부됨
- ▶ 다음 헤더(next header)영역은 바로 다음에 나타날 헤더의 종류를 표시함
- ▶ 만일 다음 헤더가 확장 헤더가 아닌 경우는 IPv6를 사용하는 상위계층의 프로토콜 식별자를 표시함



[그림 8-9] 확장 헤더 형식

IPv6에서의 IP 주소표기법 (1)

- ▶ IPv6에서는 IP 주소로 128비트의 이진수를 사용함
- ▶ IPv4에서처럼 옥텟(8비트 단위) 표기법을 사용한다면 16개의 옥텟이 필요하지만, IPv6에서는 표현의 효율성을 고려하여 새로운 표기법을 사용
- ▶ 128비트를 16비트씩 나눠서 16진수로 쓰고 콜론(:)으로 구분함
 - ▶ 예) ABCD:1234:5678:1234:5678:ABCD:1234:5678
- ▶ 콜론으로 구분되는 영역이 0으로 시작할 경우에는 0을 생략할 수 있지만, 전체 16진수가 0인 경우에는 0으로 표시함
 - ▶ 예) '1234:0123:0012:0001:0000:0002:0003:0004'는 '1234:123:12:1:0:2:3:4'와 같이 쓸 수 있음

IPv6에서의 IP 주소표기법 (2)

- ▶ 8개의 영역 중에서 0000인 영역이 연속적으로 나타나는 경우에는 해당 영역들을 생략할 수 있지만, 이는 한 번으로 제한함
 - ▶ 예) '11:0:0:0:55:0:0:88'은 '11::55:0:0:88'로 쓸 수 있음
- ▶ 전체 영역의 개수가 8이어야 하므로 ::은 생략된 3개의 영역을 의미하지만, 0000인 영역이 두 번 이상 생략이 되는 경우에는 원래의 영역 형태로 복원이 불가능하여 사용할 수 없게 됨
 - ▶ 예) '11:0:0:0:55:0:0:88'을 '11::55::88'로 줄이면 생략된 영역을 알 수 없게 됨

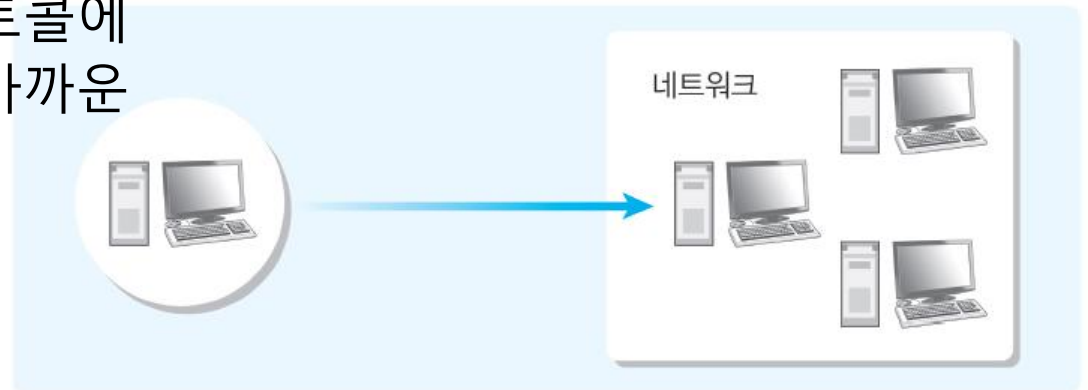
IPv6의 주소체계 (1)

- ▶ IPv6에서는 주소의 영역 크기가 32비트에서 128비트로 확장됨
- ▶ 브로드캐스트 주소는 더 이상 허용되지 않으며, 새로운 개념인 애니캐스트 주소가 추가
 - ▶ → IPv6에서는 유니캐스트 주소와 애니캐스트 주소, 멀티캐스트 주소가 사용됨
- ▶ 유니캐스트(unicast) 주소
 - ▶ 이 주소로 보내진 패킷들은 항상 해당 주소로 식별되는 장치로만 전달됨
 - ▶ '0:0:0:0:0:0:0:0' 은 무지정 주소(unspecified address)
 - ▶ 어떤 노드에도 할당할 수 없으며, 이 주소는 주소가 아직 할당되지 않았을 때 출발지 주소 영역에 기록하는 주소가 됨
 - ▶ '0:0:0:0:0:0:0:1'은 루프백(loopback)주소
 - ▶ 호스트가 자기 자신에게 데이터그램을 전송할 때 사용하는데, 호스트 외부에서는 사용되지 않음

IPv6의 주소체계 (2)

- ▶ 애니캐스트(anycast) 주소
 - ▶ 각기 다른 노드에 속하는 주소의 집합에 대한 식별자
 - ▶ 이 주소로 보내진 패킷은 해당 주소로 식별될 수 있는 노드 중 라우팅 프로토콜에 의해 결정되는 가장 가까운 노드로 보내짐
 - ▶ 애니캐스트 주소를 사용하는 경우

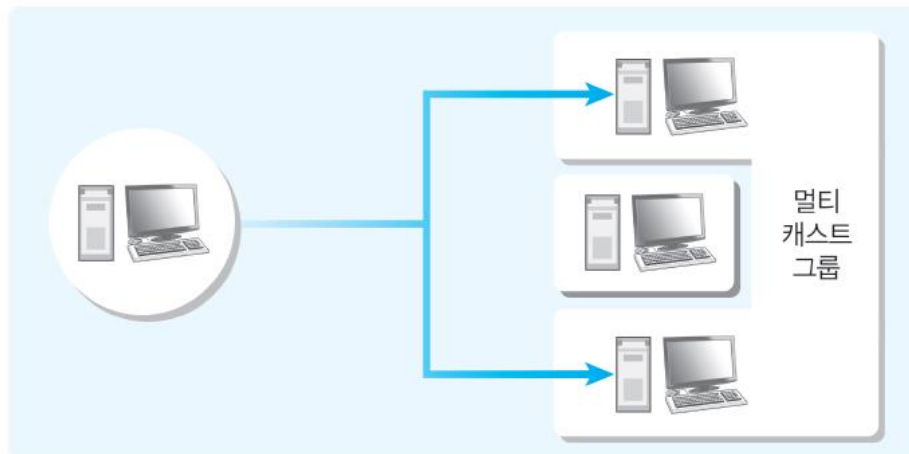
- ▶ IPv6에서 새롭게 추가된 것으로 출발지 주소로 사용할 수 없음
- ▶ 라우터가 이 주소를 사용할 수 있음



[그림 8-11] 애니캐스트 전송

IPv6의 주소체계 (3)

- ▶ 멀티캐스트(multicast) 주소
 - ▶ 각기 다른 그룹에 속하는 많은 수의 노드를 식별하는데 사용됨
 - ▶ 멀티캐스트 주소로 전송된 패킷들은 해당 주소로 식별될 수 있는 모든 노드로 전송
 - ▶ 2개의 노드가 식별되어 패킷이 전송되는 것을 나타낸 것임



[그림 8-12] 멀티캐스트 전송

IPv6의 주소체계 (4)

- ▶ 멀티캐스트(multicast) 주소 (계속)
 - ▶ IPv4와 마찬가지로 IPv6에서의 멀티캐스트 주소는 노드의 그룹을 나타내기 위해 사용되고 하나의 노드는 다수의 멀티캐스트 그룹의 구성원이 되는 것도 가능
 - ▶ 'FF01:0:0:0:0:0:0:1'과 'FF02:0:0:0:0:0:0:1'은 모든 노드의 멀티캐스트 주소 용도로 예약
 - ▶ 'FF01:0:0:0:0:0:0:2'와 'FF02:0:0:0:0:0:0:2'는 모든 라우터 멀티캐스트 주소 용도로 사용

IPv6 특성과 응용 (1)

▶ 확장된 주소 공간

- ▶ 기존의 인터넷 프로토콜이 갖는 주소 부족 문제를 해결하기 위해 IPv6는 IPv4보다 4배나 많은 128비트의 주소 공간 확보
 - ▶ 사용되는 수많은 디바이스에 IP주소를 할당해도 충분한 여유
- ▶ 모든 노드와의 종단간 연결성(end-to-end connectivity)을 제공
- ▶ 상시 활성화(always on)상태에서 자기만의 주소를 가질 수 있으며, 필요할 경우 복수의 주소나 변경되는 주소를 가지는 특성 → 능동적 주소 특성(active addressability)을 제공
- ▶ 하나의 단말은 언제나 다른 단말에서부터의 대화요청을 받아들일 수 있는 특성을 제공
- ▶ 참가하는 어떤 노드라도 클라이언트인 동시에 서버가 될 수 있음 → 특성 동등화(peering)를 제공

IPv6 특성과 응용 (2)

▶ 효율적인 헤더의 구성

- ▶ 기존 인터넷 프로토콜은 하나의 헤더를 가지고 서비스를 제공하고 있기 때문에, 헤더의 제어 정보 영역에는 필요 이상의 많은 정보들이 들어가게 되어, 노드에서 패킷을 수신할 때 많은 처리시간이 소요
 - ▶ 실시간 서비스나 멀티미디어 서비스 제공 시 많은 제약요소가 됨
 - ▶ 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6는 보다 단순화된 형태의 헤더 정보를 제공이 가능하도록 하기 위해 사용하는 서비스의 형태에 따라 헤더를 분리
- ▶ 여러 개의 독립된 헤더를 사용하여 각 기능에 적합한 형태로 전송함으로써 네트워크에서의 처리시간을 단축시키고, 전송되는 정보의 양도 줄일 수 있도록 함
 - ▶ 효율성의 측면에서 더욱 우수한 서비스 제공 가능

IPv6 특성과 응용 (3)

- ▶ 자동설정 기능(autoconfiguration)
 - ▶ 사람의 개입을 최소화하기 위한 기능으로, 무상태(stateless)방식과 상태(stateful)방식으로 구분
 - ▶ 무상태 방식
 - ▶ 해당 시각의 상황을 관리할 필요가 없음
 - ▶ 표준에 참여하는 노드들이 있게 되면 그 노드들 간의 상호작용에 의해 설정이 완료됨
 - ▶ 주로 설정대상 노드에 대한 자기 식별에 이용됨
 - ▶ 상태 방식
 - ▶ 설정 대상 노드들의 식별뿐 아니라 자신이 이용하려는 서비스 대상에 대한 설정까지 범위가 확대됨 → 해당 시각의 상태를 관리해야 함을 의미

IPv6 특성과 응용 (4)

- ▶ 단순화, 효율화된 데이터 구조
 - ▶ IPv6는 종단에 있는 노드와 데이터 전송에 참여하는 네트워크 노드 사이의 역할을 구분함
 - ▶ 네트워크 운영 및 구성에 대한 유연성을 향상시킴으로써 보다 단순화되고 효율적인 데이터 구조를 취함
- ▶ QoS 기능과 보안 기능 강화
 - ▶ IPv4는 보안 기능을 고려하지 않기 때문에 개방형 온라인 서비스나 transaction으로 이전하고자 하는 경우, 인증성, 기밀성, 데이터 무결성 등 지원에 대한 요구
 - ▶ IPv6에서는 IPv4에서 제공하지 못했던 QoS 기능과 보안(security) 기능이 추가됨
 - ▶ IPv6에서는 확장 헤더에 QoS 기능과 보안 기능이 포함되어 있음

IPv6 특성 비교

[표 8-2] IPv4와 IPv6 특성 비교

구분	IPv4	IPv6
주소길이	32비트	128비트
표시 방법	8비트씩 4부분으로 10진수로 표시 202.30.64.22	16비트씩 8부분으로 16진수로 표시 2001:0230:abcd:ffff:0000:0000:ffff:1111
주소 개수	약 43억 개	약 (43억×43억×43억×43억) 개(거의 무한대)
주소할당	A, B, C, C 등 클래스 구분에 따른 비순차적할당 (비효율적)	네트워크 규모 및 단말기 수에 따른 순차적 할당(효율적)
품질제어	최선(Best Effort)의 전달 방식으로 품질 보장이 곤란(DS 또는 ToS(Type of Service)에 의한 Qos 일부 지원)	등급별, 서비스별로 패킷을 구분할 수 있어 품질보장이 용이(트래픽 클래스, 흐름라벨에 의한 QoS 지원)
보안 기능	IPsec 프로토콜 별도 설치	확장 기능에서 기본으로 제공
Plug & Play	없음	있음(자동 네트워킹 가능)
이동 IP	상당히 곤란(비효율적)	용이(효율적)
웹캐스팅	곤란	용이(유효범위 증가)

차세대 인터넷에 대한 전망 (1)

- ▶ 차세대 인터넷은 기존의 시스템의 문제점을 해결하고 고속 대용량의 대화형(interactive) 멀티미디어 서비스의 제공이 가능함은 물론, 연동체계가 고도화된 새로운 형태의 인터넷 시스템
- ▶ 차세대 인터넷에서는 기존 인터넷 환경에서 미흡했던 보안, 품질 등의 요소가 개선되어 QoS, 멀티캐스트, 보안, 유·무선 통합 등의 기능이 실현
- ▶ 새롭고 실용적인 인터넷 비즈니스 모델, 좀더 구체적으로 품질별 차등 요금을 적용하는 인터넷 비즈니스, 방송, 전화 수준의 멀티캐스팅 인터넷 전화(VoIPv6) 관련 비즈니스, 높은 신뢰도의 실시간 원격 교육, 회의, 의료, 게임, 제어 등을 이용한 비즈니스 등이 가능해짐

차세대 인터넷에 대한 전망 (2)

- ▶ 차세대 인터넷 이용자는 IPv6의 자동 주소 설정 기능으로 많은 불편이 제거되고 이동 IP 기능으로 유·무선 등 이종 네트워크에서도 끊임없는 통합 서비스가 가능
 - ▶ 다양한 인터넷 서비스를 편리하게 이용할 수 있게 됨
- ▶ 차세대 인터넷은 유무선 및 위성통신 네트워크와의 연결을 통해 다양한 네트워크에서 제공하는 서비스의 통합을 촉진하고 새롭게 진화될 것임
- ▶ 최근 사물인터넷(IoT) 기술의 등장으로 인터넷은 새롭고 획기적인 변화를 맞게 되었음

차세대 인터넷에 대한 전망 (3)

- ▶ 유·무선 네트워크로 연결된 기기들이 사람의 개입 없이, 센서 등을 통해 수집한 정보를 서로 주고받으며 스스로 일을 처리함으로써, 모든 사물이 연결되는 초연결 사회로 변화될 것으로 전망
- ▶ 유무선의 여러 ISP 네트워크와 LAN/WAN 등의 상호연동, 사물인터넷의 활용에 따른 통합된 커뮤니티와 도시활동을 통한 지속적 경제 성장과 자원 관리, 운영 효율을 통한 환경보전 등이 가능해짐
- ▶ 상호연결을 기반으로 다양한 네트워크 간의 연동체계와 서비스가 고도화되고, 더욱 진화된 모습의 인터넷 형태가 우리에게 점점 다가오고 있음

과제

- ▶ 연습문제 8.11, 8.12, 8.13, 8.17, 8,18