

[HW1] 공유기로 연결된 가전제품의 원격제어 방법

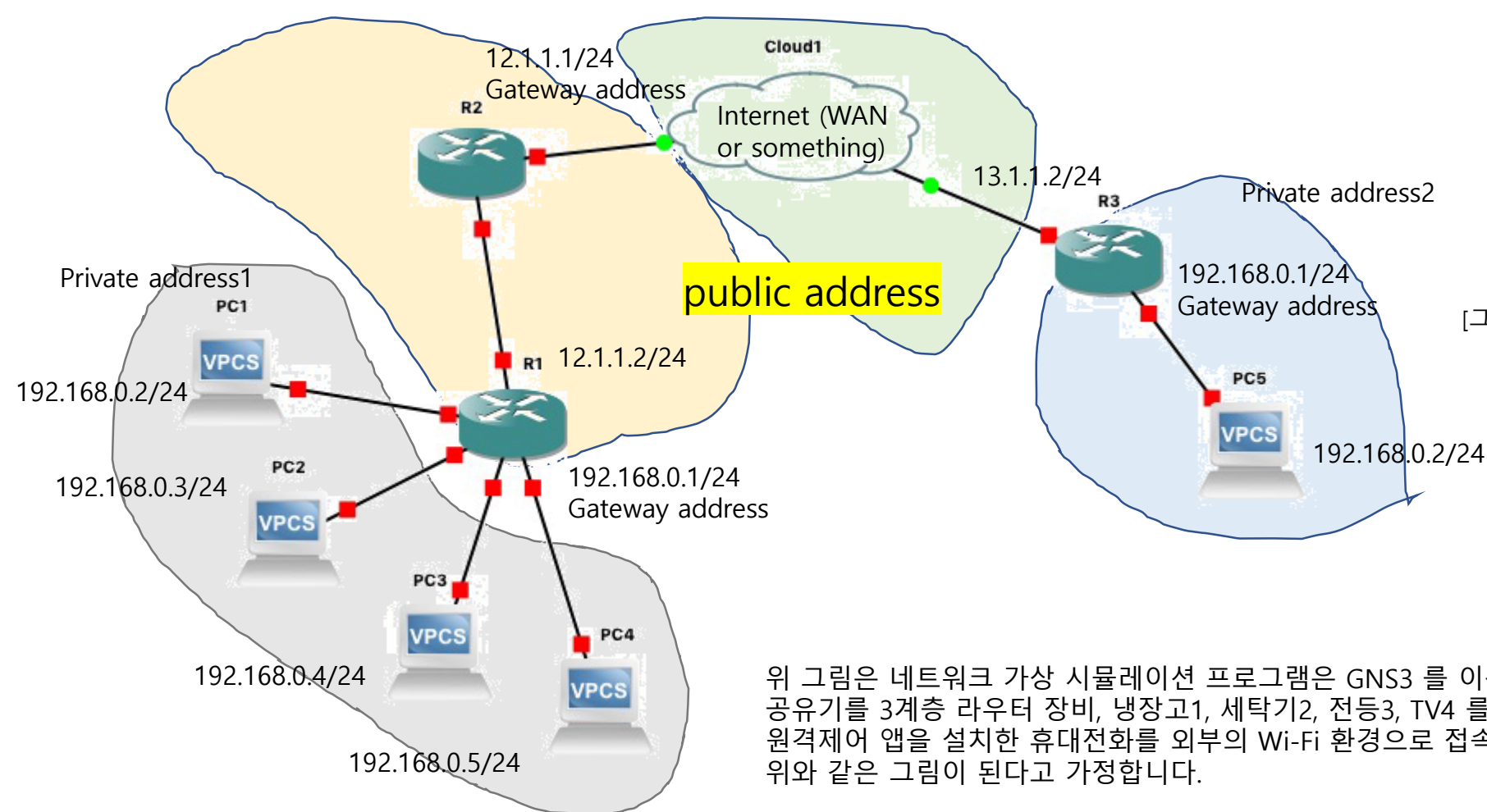
다음과 같은 조건을 가지고 있는 홈네트워크를 고려하여 아래 문제를 해결할 수 있는 방안에 대해 설명하시오.

Home Network 구성 조건

- 공유기를 사용하여 유선 및 WiFi home network이 구축되어 있음
- WiFi 및 IoT 등의 통신기능이 포함된 냉장고와 세탁기, 전등, TV 등이 공유기 WiFi를 이용하여 연결되어 있으며
- 각 가전제품들은 원격제어 app 프로그램에 등록되어 있음
- 외부에서 냉장고, 세탁기 또는 TV 등의 전원을 on/off 시키거나 예약 등을 원격제어 app을 통해 동작시키고자 함.

1. WiFi 공유기를 통해 구성된 home network 및 가전제품의 IP주소를 publick address/private address 등으로 설명하시오.

2. 외부에서 가전제품에 접속하여 원격제어를 수행하는 과정을 IP주소의 변환, port forwarding 등을 이용하여 설명하시오.



[그림1] 홈 네트워크 원격 데이터 송수신 모식도

위 그림은 네트워크 가상 시뮬레이션 프로그램은 GNS3 를 이용하여 현재 상황에 맞게 그린 그림입니다. 공유기를 3계층 라우터 장비, 냉장고1, 세탁기2, 전등3, TV4 를 각 노드라고 합니다. 원격제어 앱을 설치한 휴대전화를 외부의 Wi-Fi 환경으로 접속하고자 할때, 위와 같은 그림이 된다고 가정합니다.

원격제어 app 으로 외부에서 접속할때, 먼저 집의 LAN 으로 가기위해 다른 hop 들을 지나면서 다른 중계 WAN 이나 LAN 을 거칩니다. 이때 public ip (공인ip) 를 이용하여 통신합니다. 이 후 원격지의 맞는 게이트웨이 주소를 찾게 되면 NAT 라우팅 기능을 통하여 private ip로 전환하고 라우팅 테이블에 맞게 분배됩니다. 이때 처음 앱을 작동시킬때 올바른 곳에 전송하기 위해 초기화 과정을 설계하여야하는데, 내부 ip 주소 및 포트번호와 관련한 각 장비별 기능을 설정하기 위함입니다. 설계자가 이미 알고 있다면 상관 없겠으나, 각 가정의 인터넷 환경은 제각각 다르기 때문에 초기화 작업이 발생한다고 볼수 있습니다.

추가) 보통 홈네트워크를 구성한다고 하면, DDNS와 포트포워딩을 하여 접속하는 방식을 주로 사용합니다.

Q3. 삼성이나 LG 등 가전제품회사에서 현재 서비스되고 있는 가전제품 원격제어 app (e.g. LG smart thinQ)의 구조 등을 참고하여 당신이 "IoT 원격제어 app"을 신규로 개발하는 과제를 수행하고자 한다. 이때 어떤 procedure와 프로토콜로 개발할지 high-level design 방안을 설명하시오.

- App에 가전제품 인식 및 등록과정
- 원격제어 시 제어 정보 송수신 과정
- 통신 프로토콜 및 protocol stack

A3.

먼저 원격제어 app 이라고 하면 상용 스마트폰의 os 인 ios 와 android 를 기준으로 생각합니다.

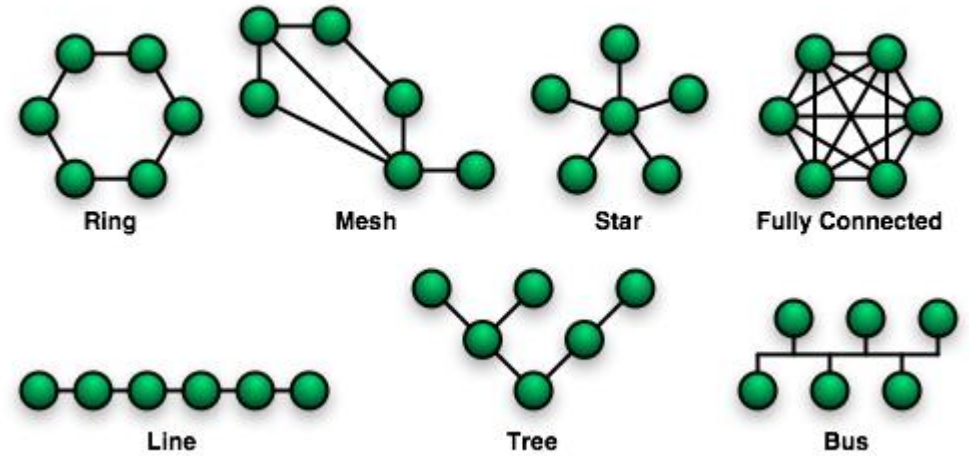
물론 그밖의 여러 기종이나 os, 버전이 다양하지만 크게 묶어 두가지로 가정하고, 보통 3g 이상의 무선 인터넷 망을 비롯하여 근거리 통신 망인 wifi, ble, nfc 기능은 기본적인 세트로 구성하는 추세이므로 탑재가 되어있다고 가정합니다.

먼저 app 에 가전제품을 인식하고 등록하는 과정에서는 가장 간단하게는 각 가정제품에 프린트 된 QR 코드를 활용하는 방법이 있을수 있고,

혹은 앱에서 등록 가능한 제품의 리스트업을 하여 사용자로 하여금 고르게 하는 방법이 있을수 있겠습니다.

또한 홈네트워크를 설계하는 입장에서 각 가전제품이 모두 최소 블루투스 이상의 근거리 매쉬 네트워크 혹은 애드혹 네트워크를 구성할수 있는 기능이 있고, 송수신이 가능하다면, 어떠한 기기로 접속하여도 메시지를 전달 할 수 있겠지만 외부에서도 사용가능하게 하려면

메인 네트워크기기- 가령 공유기-를 두고 중개하여 전달하는 방식이 더욱 합리적일수 있습니다. (그림2 의 스타 토폴로지) 특히 요즘은 인공지능 스피커의 형태로 입력 장치를 사용하는 가정이 늘고 있어 중심 장치를 설정하기가 한층 수월합니다.



[그림2]네트워크 토폴로지 - 위키백과, 우리 모두의 백과사전

원격제어시에 제어 정보는 tcp/mqtt 로 하는 것이 가장 합리적일 것으로 생각합니다. MQTT 는 경량 프로토콜로 저전력 장비에서도 운용 가능하며 network bandwidth가 작은 곳에서도 충분히 운용 가능하도록 설계된 프로토콜입니다. 또한 TLS 를 이용하여 인증하는 보안 방식을 채택할수 있고, QoS 를 지원합니다. 정확성과 품질을 보장할 수있다는 장점이 있습니다.

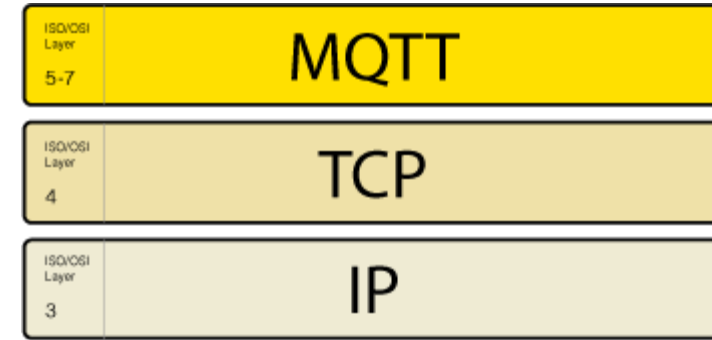
자칫 홈네트워크는 udp라던가 보안이나 데이터 정합성에 크게 개의치 않는 것으로 생각하기 쉬운데 애초에 제어 데이터 크기 자체가 작고, 보내는 양이 많거나 어마어마 하지 않으므로, 또한 가정이기때문에 더욱더 보안에 신경써야하며 암호화가 필수적입니다. 그리고 냉장고, 보일러 등은 각종 요금 폭탄과 화재 등의 안전 사고와 긴밀하게 연관된 것이기 때문에 더욱더 주의가 필요하며, 정확한 데이터를 전송하고 확인할 필요가 있습니다. 더욱이 빠른 속도가 필요한 것도 아니고 편의성이나 안정성, 예약 과 같은 시스템을 주로 이용하기 때문에 정확성에 더 힘을 실어주는것이 옳다고 판단됩니다.

이에 오른쪽 그림에서와 같은 프로토콜 스택을 제안하는 바입니다. 장표 2에서 설명한 것처럼 초기 설정단계에서 회사의 서버로 해당 가정의 ID 값과 제품들을 등록하는 과정을 거칩니다. 이때 클라이언트 앱이 일종의 터미널이 되어 QR 이나 여러 방법들을 통하여 정보를 회사 서버로 전송하게 됩니다. 이로 인해 IP 와 PORT 번호, 그리고 각 기기의 동작기능을 특정할수 있게 됩니다.

제어를 할때엔, 클라이언트 앱에 나와있는 한정된 기능중 선택하여 각 기기의 동작(예를 들면 보일러의 온도를 높이고, 에어컨을 작동시키고, 전등을 키고 끄는 과정)를 수행할수 있도록 데이터를 만들어 MQTT 프로토콜에 맞게 파싱합니다.

데이터를 수신한 장비는 보드에 설정된 저마다의 펌웨어의 동작을 진행하고 센서 혹은 레지스터 또는 메모리에 저장된 값을 기준으로 회사의 서버로 값을 전송합니다. 이때 서버는 접속된 ID를 기준으로 판별하여 각각 알맞은 사용자의 클라이언트 앱을 구분하고 데이터를 전송합니다.

<http://www.ciokorea.com/news/26305?page=0,0>
IoT 경량 프로토콜 설명글



[그림3] 프로토콜 스택

	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte 1	Message Type				DUP	QoS Level		RETAIN
Byte 2	Remaining Length (1 - 4 bytes)							
Byte 3 ... Byte n	Optional: Variable Length Header							
Byte n+1 ... Byte m	Optional: Variable Length Message Payload							

[그림3] MQTT 패킷 구조

Message Queuing Telemetry Transport

<http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/os/mqtt-v3.1.1-os.html>

<https://wnsgml972.github.io/mqtt/2018/03/05/mqtt/>