

2022-1 실시간 통신과 IoT(CC533_0242) 기말고사

2022-1 Real-Time Communication and IoT Final assignment

20221101119 이상민

적의 침입을 감시하기 위한 IoT시스템 설계

전쟁터에서 적이 침입해 온다고 한다. 이 때 이들 적의 침입 여부와 규모를 신속히 파악하기 위한 IoT시스템을 어떻게 구성할지 설명하시오.

(통신 효율, 지연시간, 설치 비용등을 고려하여 최대한 효율적으로 구성해야 함.)

상황 (제약조건)

1. 기반 통신 시설 없음 (핸드폰, 통신위성, GPS, 사용 불가)
2. 적이 육 (보병, 탱크, 차량 등), 해 (배, 잠수함, 수영 등), 공 (비행기, 헬리콥터, 드론 등)으로 침입 - 3
3. 종류의 경로에 대해 적합한 IoT 시스템을 설계 (3개를 따로 혹은 통합해서 작성 가능)
군의 지휘 통제실에서 상황을 알 수 있어야 함 (지휘 통제실은 전쟁터 인근에 있음)

필요한 정보

1. 적의 침입 여부
2. 침입한 적의 위치
3. 적의 수

통신 프로토콜

- 현존하는 유무선 통신 기술 이용 (블루투스, Zigbee, Lora, Wifi, Ethernet 등)
- 여러 통신 기술을 혼합해서 사용해도 됨

경량 사물인터넷 플랫폼 기술(LwM2M)은 LoRa, NB-IoT 등 저전력 광대역 네트워크가 상용화됨에 따라 새롭게 등장한 초소형·초경량 기기를 활용한 사물인터넷 서비스 확산에 핵심적인 기술이며, 방대한 기기의 안정적 관리를 가능하게 한 LWM2M을 통신 프로토콜로 사용하는 것이 보안, 디바이스 관리, 전력 효율 측면에서 유리하다.

해당 프로토콜을 사용함으로써 갖는 이점은 아래와 같다.

1. 설계하고자 하는 전체 구성을 위해 다수 장치를 효율적으로 관리 가능
2. 저 사양부터 고 사양 디바이스 지원
3. 센서 노드 지원
4. DTLS (Datagram Transport Layer Security) : UDP 기반 TLS, 도청 간섭, 변조 등 공격 방어
가 가능한 보안규격 사용

해당 프로토콜을 사용함으로써 장기적이고 복잡한 IoT 기기 배포가 가능해지며, 에지 구성 요소 또는 관리 장치를 사용한 구현이 가능하다. 이를 활용해 기지국과 같은 기반 통신 시설 사용이 불가하다는 제약 조건을 해결할 수 있으며, 전체 네트워크 구조를 tree network topology 구조로 설계하여, 많은 양의 IoT기기에서 수집된 데이터를 연결된 Hub 통해 수집한 후 지휘 통제실에서는 여러 개의 허브를 통해 수집된 데이터를 확인하고 관리하는 구조를 설계하였으며, 데이터 전송과 통신 효율, 지연시간을 효율적으로 해결하기 위해서 LwM2M 프로토콜과 tree network topology 구조를 활용하는 것이 적합하다고 생각하여 설계하였다.

추가적으로 tree network topology를 사용함으로써 가지는 이점은 허브의 역할을 하는 기기의 통신이 끊어질 경우 해당 허브의 Coverage 범위가 적에게 점령 당했다고 볼 수 있으며, 만약 지휘 통제실이 제 기능을 못할 경우 해당 지휘통제실의 Coverage 만큼 적에게 점령을 당했다고 볼 수 있기에 적에게 점령당한 지역의 범위가 파악 가능하다는 이점이 있다.

센서나 actuator

- 침입을 감시할 IoT디바이스에서 사용할 센서나 actuator 종류와 용도

센서 육지, 공해를 통한 침투 감지 : 초음파 센서, 광전 센서 (대향 투과형), 음향센서, 온도 감지 센서, 동작 감지 센서

해양을 통한 침투 감지 : 초음파 센서, 수위 센서

위와 같은 상황 별 센서를 활용하여 침투 상황에 따른 탐지가 가능할 것이라고 생각한다.

육지, 공해를 통한 침투는 4가지의 상황을 고려하였다.

1. (육) 보병, 탱크, 차량과 같은 육지를 통한 침투
2. (육) 적군의 위치, 진로 파악
3. (육) 교전 발생한 지역 파악
4. (공) 전투기를 통한 침투

육지를 통한 침투하는 특수부대원이나 탱크와 같이 움직임이 분명한 경우 초음파 센서, 광전 센서로 움직임이 탐지 가능하며, 여러 IoT 기기에 음향 센서를 설치함으로써 센서와의 거리에 따른 데시벨의 증가폭을 활용하여 적군의 위치, 진로를 알아낼 수 있을 것이라고 생각하며, 교전 발생 시 일정 데시벨 이상으로 총격음이 발생하였을 경우 해당 지역에서 교전 발생하였다는 정보가 취득 가능하며, 또한 전투기와 같은 엄청나게 큰 데시벨을 동반하는 경우도 탐지가 가능하다고 생각한다.

하지만 공해로의 침투는 IoT기기로는 침투의 여부와 방향 수준 정도의 데이터 판별이 가능하며, 실시간 추격과 같은 것은 음속보다 빠른 전투기의 경우 정확한 실시간 위치 탐지가 불가능할 것이라고 생각하며, Drone과 같은 소형 기기를 활용한 침투의 경우 IoT기기를 통해 탐지가 어려울 것이라고 생각한다. 센서 정보에 조류와 같은 일반적인 상황에도 센서 데이터의 차이가 발생하지 않을 것이기 때문이다. 또한 적의 수를 세는 경우 센서를 통해서만 왕복운동과 같은 정보에 대해서 분별이 불가능하기에 정확도에 대한 편차가 심할 것 같아 아군에게 혼선을 빚는 문제가 발생할 수 있을 것이라고 생각한다.

해양을 통한 침투는 2가지의 상황을 고려하였다.

1. 잠수함을 통한 침투
2. 모함을 통한 침투

잠수함을 통한 침투의 경우 초음파 센서를 바다 수심을 향하게 하여 물체의 움직임을 파악할 수 있으며, 물고기와 같은 잠수함의 사이즈와 구분을 위해서는 탐지가 되는 시간을 고려하여야 하며 이러한 물체의 움직임이 지속될 경우 탐지시간이 길어지며, 이는 물체가 오랫동안 지나가고 있다고 판단되며, 크기가 물고기에 비해 크기에 잠수정이라고 구분할 수 있을 것이라고 생각한다. 모함을 통한 침투의 경우 모함이 우리나라에 근접하게 되면서 수위가 평상시와는 다른 진폭을 그리게 되어 탐지가 가능할 것이라고 생각된다. 해양에서의 적의 수를 세는 문제도 육, 공 침투의 경우와 동일하게 왕복운동과 같은 움직임에 대해서는 분별이 불가능하기에 아군에게 오히려 혼선을 빚게 되는 경우가 발생할 수 있을 것이라고 생각한다.

actuator 초음파, 광전, 온도 감지, 동작 감지 센서를 원형으로 360도 회전을 시키기 위한 Stepper Motors(스텝 모터)가 필요하며, 이는 사방면으로 각각의 센서를 설치하는 비용을 줄이고

모터를 활용하여서 특정 센서에 이상데이터가 발생시에 회전을 줄여 특정 위치를 향하도록 센서를 고정하기에 해당 actuator가 적합하다고 생각한다.

IoT 디바이스 설계

- 어떤 센서와 actuator를 몇 개씩 달아야 할 것인가?
- 통신 모듈은 어떤 것을 달아야 하는가?

육지, 공해를 통한 침투 감지를 위해서는 초음파 센서, 광전 센서 (대향 투과형), 음향센서, 온도 감지 센서, 동작 감지 센서가 필요하며, actuator는 스텝 모터를 활용한다.

센싱 정보 수집 IoT에는 각 1개씩의 센서와 1개의 actuator를 활용하여 설계하였다.

이를 위한 통신 모듈은 센서 데이터 수집부의 통신 모듈로 ZigBee를 사용하는 것이 전력 효율, 비용, 복잡성, 최대 채널 수 등의 측면에서 가장 합리적일 것이라고 생각한다.

우리나라의 군사 분계선의 길이가 총 248km이다. Zigbee의 통신 거리가 최대 100m이기에, 센서의 데이터 수집 범위와 지휘통제실까지의 길이를 전부 고려하여 Coverage를 계산하여야 하며, 초음파 센서의 탐지 길이가 4~5m인 점 만을 고려하여 대략적인 양을 고려한 결과 $1km^2$ 을 Cover하기 위해서는 약 4만개의 센서 데이터 수집을 위한 IoT기기가 필요한 것으로 계산되며, 이러한 수집된 데이터를 모아 지휘통제실로 전달하기 위한 Master 역할을 하는 IoT기기가 필요하며, 해당 기기가 탐지된 데이터를 수집하여 전달하는 역할을 한다.

각 위치의 지휘통제실은 센싱 데이터를 수집을 위한 IoT기기가 모두 연결 되어있는 여러 개의 Master기기를 통해 Coverage에서 수집된 데이터를 확인할 수 있을 것이다.

전원 공급

- IoT 디바이스에 전원을 어떻게 공급할 것인가?

송 신부 코일에서 공진 주파수로 진동하는 자기장을 생성하여 동일한 공진 주파수로 설계된 수신부 코일에만 에너지가 집중적으로 전달되는 자기공진 방식 무선충전을 활용하여 센싱 정보를 수집하는 IoT기기와 데이터 수집을 위한 IoT기기에 전력을 공급함으로써 산악지대, 평야와 같은 지역에 별도의 유선을 활용한 전력 공급이 필요하지 않기에 공간, 전력 등의 문제를 해결할 수 있을 것이라고 생각한다.

전체 구성도

- 전체 구성이 어떻게 되는지 그림으로 작성

하나의 지휘통제실에 두 개의 허브를 예시로 작성하였으며, 각 허브에 IoT 기기들이 연결 되어있는 전체 구성도를 간략한 시각화 통하여 나타냈다. IoT 기기들의 간격은 4~5m를 간격으로 구성되었으며, 이러한 IoT 기기들의 정보를 수집하여 지휘통제실로 전달하기 위한 Hub가 존재하며, 지휘통제실에서는 수집된 모든 데이터를 확인할 수 있다.

