

스마트폰은 다양한 위치 측정 기술을 활용하여 여러 지형 환경에서 위치를 측정한다. 위치에는 절대 위치와 상대 위치가 있다. 절대 위치는 위도, 경도 등으로 표시된 위치이고, 상대 위치는 특정한 위치를 기준으로 한 상대적인 위치이다.

- 스마트폰의 위치 측정에 대해 이야기하고 있다. 절대위치와 상대위치를 따로 나누어 개념을 제시했으면, 두 위치를 측정하는 방식이 다를 것이라고 예측할 수 있다. 일단 주어진 정보가 너무 적으므로 전진하자.

실외에서는 주로 스마트폰 단말기에 내장된 GPS(위성항법장치)나 IMU(관성측정장치)를 사용한다. GPS는 위성으로부터 오는 신호를 이용하여 절대 위치를 측정한다. GPS는 위치 오차가 시간에 따라 누적되지 않는다. 그러나 전파 지연 등으로 접속 초기에 짧은 시간 동안이지만 큰 오차가 발생하고 실내나 터널 등에서는 GPS 신호를 받기 어렵다. IMU는 내장된 센서로 가속도와 속도를 측정하여 위치 변화를 계산하고 초기 위치를 기준으로 하는 상대 위치를 구한다. 단기간 움직임에 대한 측정 성능이 뛰어나지만 센서가 측정한 값의 오차가 누적되기 때문에 시간이 지날수록 위치 오차가 커진다. 이 두 방식을 함께 사용하면 서로의 단점을 보완하여 오차를 줄일 수 있다.

- 예상했던 대로 두 위치를 측정하는 방식이 다르다. GPS는 위성을 이용해 기기의 '절대적인' 위치를 측정한다. 위성을 이용하다보니 아무래도 한계가 있는데, 실내나 터널 등에서는 신호가 잘 잡히지 않아 측정이 어렵다. 차를 타고 갈 때 터널에서는 내비게이션에 주행 속도가 표시되지 않는다는 점을 떠올려보자.
- IMU는 초기 위치를 기준으로 한 '상대' 위치를 구한다. 처음 스마트폰이 있던 위치에서 얼마나 움직였는지를 계산하는 것이다. 기기가 얼마나 움직였는지만 구하면 되니 내장된 센서로 측정하는 것이 유리하다.
- 그런데 IMU에게 뭔가 문제가 있는 모양이다. IMU는 측정할 때 약간의 오차가 생기는데, 오차가 생긴 위치를 기준으로 또 측정하고, 또 측정하다보니 오차가 누적되게 된다. 그래서 GPS를 활용해서 이 오차를 보정해주는 방식을 활용한다.

## COMMENT

지문에서 자세히 설명해주지 않은 부분에 대한 대처법

1. 예시 만들기(GPS-터널에서 속도 측정 안되는 것)
2. 나만의 논리 만들기(IMU)

만든 예시나 논리가 정확하지 않아도 괜찮다. 그냥 지문을 근거해서 이해하기 쉽게 만들면 된다.

한편 실내에서 위치 측정에 사용 가능한 방법으로는 블루투스 기반의 비콘을 활용하는 기술이 있다. 비콘은 실내에 고정 설치되어 비콘마다 정해진 식별 번호와 위치 정보가 포함된 신호를 주기적으로 보내는 기기이다. 비콘들은 동일한 세기의 신호를 사방으로 보내지만 비콘으로부터 거리가 멀어질수록, 벽과 같은 장애물이 많을수록 신호의 세기가 약해진다. 단말기가 비콘 신호의 도달 거리 내로 진입하면 단말기 안의 수신기가 이 신호를 인식한다. 이 신호를 이용하여 2차원 평면에서의 위치를 측정하는 방법으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 비콘은 실내에 '고정' 설치된 기기이다. 비콘은 자신의 정보를 담은 '고유한' 정보를 사방으로 보내고, 단말기는 그 신호를 수신한다. 장애물이 많을수록 신호의 세기가 약해지는 건 당연한데, 신호에 담긴 정보가 아니라 세기를 언급했다는 것은 신호의 세기를 이용해서 단말기의 위치를 측정할 수 있을 것이라고 예측할 수 있다. (굳이 예측 안해도 된다~ 어차피 설명해 줄거니깐)

### COMMENT

'고유한'(=식별 가능한) 이라는 워딩 꼭 체크해두고 넘어가자. 어떤 분야의 지문에서든 '고유한' 속성은 출제 포인트이다. 보조사 '만', '구별 가능한' 등의 워딩도 마찬가지이다. 비콘은 정해진 식별번호를 사방으로 보내므로 단말기는 어느 비콘에서 온 신호인지 알아볼 수 있다.

근접성 기법은 단말기가 비콘 신호를 수신하면 해당 비콘의 위치를 단말기의 위치로 정한다. 여러 비콘 신호를 수신했을 경우에는 신호가 가장 강한 비콘의 위치를 단말기의 위치로 정한다.

삼변측량 기법은 3개 이상의 비콘으로부터 수신된 신호 세기를 측정하여 단말기와 비콘 사이의 거리로 환산한다. 각 비콘을 중심으로 이 거리를 반지름으로 하는 원을 그리고, 그 교점을 단말기의 현재 위치로 정한다. 교점이 하나로 모이지 않는 경우에는 세 원에 공통으로 속한 영역의 중심점을 단말기의 위치로 측정한다.

- 근접성 기법은 수신한 신호의 세기 중 가장 강한 신호를 보낸 비콘의 위치를 그 단말기의 위치로 하는 기법이다. 누가 봐도 좀 부정확해보인다.
- 삼변측량 기법은 각 비콘으로부터 신호의 세기를 바탕으로 거리를 추정해서 이 거리를 반지름으로 하는 원을 그린다. 그리고 그 원의 교점을 단말기의 위치로 하고, 하나로 모이지 않는 경우에는 세 원의 공통 영역의 중심점을 단말기의 위치로 한다. 아까보단 좀 정확해졌다.

### COMMENT

왜 이짓거리를 하고 있는지 생각해보자. 단말기의 위치를 정확하게 측정하기 위해서이다. 새로운 방법이 소개되면 이 방법이 얼마나 정확한지, 부정확하면 그 이유는 뭔지 한번쯤 짚고 넘어가자.

㉞ 위치 지도 기법은 측정 공간을 작은 구역들로 나누어 각 구역마다 기준점을 설정하고 그 주위에 비콘들을 설치한다. 그리고 나서 비콘들이 송신하여 각 기준점에 도달하는 신호의 세기를 측정한다. 이 신호 세기와 비콘의 식별 번호, 기준점의 위치 좌표를 서버에 있는 데이터베이스에 위치 지도로 기록해놓는다. 이 작업을 모든 기준점에서 수행한다. 특정한 위치에 도달한 단말기가 비콘 신호를 수신하면 신호 세기를 측정한 뒤 비콘의 식별 번호와 함께 서버로 전송한다. 서버는 수신된 신호 세기와 가장 가까운 신호 세기를 갖는 기준점을 데이터베이스에서 찾아 이 기준점의 위치를 단말기에 알려 준다.

- 위치 지도 기법은 측정 공간을 잘게 쪼개서 기준점을 설정하고, 그 기준점에 도달하는 각 비콘의 신호를 미리 기록해둔다. 그리고 단말기가 수신하는 신호의 세기와 각 기준점에 도달하는 미리 기록된 신호의 세기를 비교하여 가장 가까운 신호 세기의 기준점을 해당 단말기의 위치로 정한다.
- 지문에는 안나와있지만, 구역을 잘게 쪼갤수록 단말기의 위치를 정확하게 측정할 수 있을 것이라고 추론할 수 있다. 그리고 한단계 더 나가자면, 잘게 쪼갤수록 기록해야 하는 데이터의 양이 늘어나고 가까운 기준점을 찾는 시간이 오래 걸릴 것이다(21수능 3D모델링 지문 등 참고). 물론 굳이 이렇게까지 추론해낼 필요는 전혀 없다. 그냥 배경지식으로 알아두자.

38. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① GPS를 이용하여 측정한 위치는 기준이 되는 위치가 어디냐에 따라 달라진다.  
→기준이 되는 위치가 어디냐에 따라 달라지는 것은 상대 위치이다. GPS가 측정하는 위치는 절대위치이다.
- ② 비콘들이 서로 다른 세기의 신호를 송신해야 단말기의 위치를 측정할 수 있다.  
→단말기의 위치는 비콘이 송신하는 신호의 세기로 결정되는 것이 아니다. 애초에 비콘들은 동일한 세기의 신호를 송신하는데, 거리나 장애물에 따라 신호가 감쇄되면서 단말기가 수신하는 신호의 세기가 달라지는 것이다.
- ③ 비콘이 전송하는 식별 번호는 신호가 도달하는 단말기를 구별하기 위한 정보이다.  
→비콘이 전송하는 '고유한' 식별 번호는 비콘을 구별하기 위한 것이지 수신하는 단말기를 구별하기 위함이 아니다.
- ④ 비콘은 실내에서 GPS 신호를 받아 주위에 위성 식별 번호와 위치 정보를 전송하는 장치이다.  
→GPS는 실외에서 단말기의 위치를 측정하기 위한 장치이다. 실내에서는 GPS가 신호를 받기 어려울뿐더러 비콘이 GPS 신호를 받지도 않는다. 정말 어디서부터 손대야할지 모르겠는 난잡한 선지이다.
- ⑤ IMU는 단말기가 초기 위치로부터 얼마나 떨어져 있는지를 계산하여 단말기의 위치를 구한다.  
→정의된 개념 그대로이다. IMU는 초기 위치로부터 단말기가 얼마나 떨어져있는지를 계산한다. 이게 오차가 생기는 이유이기도 하다.

39. **오차**에 대해 이해한 내용으로 적절한 것은?

① IMU는 시간이 지날수록 전파 지연으로 인한 오차가 커진다.

→IMU는 전파를 사용하지 않는다. 시간이 지날수록 오차가 커지는 것은 맞지만 전파 지연때문은 아니다.

② GPS는 사용 시간이 길어질수록 위성의 위치를 파악하는 데 오차가 커진다.

→GPS는 사용 시간이 길어지더라도 오차가 누적되지 않는다.

③ IMU는 순간적인 오차가 발생하지만 시간이 지날수록 정확한 위치 측정이 가능해진다.

→IMU는 시간이 지날수록 오차가 누적되어서 위치 측정이 부정확해진다.

④ GPS는 단말기가 터널에 진입 시 발생한 오차를 터널을 통과하는 동안 보정할 수 있다.

→GPS는 터널을 지나는 동안 신호를 수신할 수 없으므로 오차를 보정할 수 없다.

⑤ IMU의 오차가 커지는 것은 가속도와 속도를 측정할 때 생기는 오차가 누적되기 때문이다.

→IMU의 오차가 커지는 이유는 IMU가 처음 위치를 기준으로 가속도와 속도를 측정할 때 생기는 오차가 보정되지 않고 누적되기 때문이다.

40. ㉠에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

① 측정 공간을 더 많은 구역으로 나눌수록 기준점이 많아진다.

→나눈 구역 하나마다 하나의 기준점이 생기므로 당연히 많은 구역으로 나눌수록 기준점이 많아진다.

② 단말기가 측정 공간에 들어오기 전에 데이터베이스가 미리 구축되어 있어야 한다.

→각 기준점에서 수신되는 신호 세기와 비콘의 식별 번호 등이 미리 기록되어 있어야 가까운 기준점을 정해 단말기의 위치로 지정할 수 있다.

③ 측정된 신호 세기가 서버에 저장된 값과 가장 가까운 비콘의 위치가 단말기의 위치가 된다.

→비콘의 위치가 아니라 기준점의 위치이다. 주어 확인!!

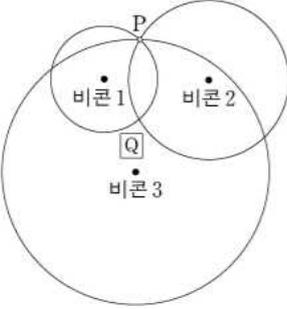
④ 비콘을 이동하여 설치하면 정확한 위치 측정을 위해 데이터베이스를 갱신할 필요가 있다.

→비콘을 이동하여 설치하면 각 기준점에 도달하는 신호의 세기도 달라질 것이니 당연히 데이터베이스를 새로 갱신해야한다.

⑤ 위치 지도는 측정 공간 안의 특정 위치에서 수신된 신호 세기와 식별 번호 등을 데이터베이스에 기록해 놓은 것이다.

→지문에 언급된 그대로이다.

41. <보기>는 단말기가 3개의 비콘 신호를 받은 상태를 도식화한 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은? [3점]



\* 각 원의 반지름은 신호 세기로 환산한 비콘과 단말기 사이의 거리이다.  
 \* 신호 세기에 영향을 미치는 장애물이 Q의 위치에 있다.  
 (단, 세 원에 공통으로 속한 영역이 항상 존재한다고 가정하며, 신호 세기에 영향을 미치는 다른 요소는 고려하지 않음.)

- ① 근접성 기법과 삼변측량 기법으로 측정한 단말기의 위치는 동일하겠군.  
 → 근접성 기법과 삼변측량 기법은 위치를 정하는 방식부터가 다르다. 근접성 기법은 가까운 비콘의 위치를, 삼변측량 기법은 신호의 세기를 바탕으로 그린 세 원의 교점을 해당 단말기의 위치로 정하므로 측정한 단말기의 위치는 동일할 수 없다.
- ② 측정된 신호 세기를 약한 것부터 나열하면 비콘 1, 비콘 2, 비콘 3의 신호 순이겠군.  
 →이게 이 문제에서 헛갈리는 포인트인데, 원의 크기 $\neq$  신호 세기이다. 원이 클수록 신호가 강하다고 생각하는 순간 이 문제를 틀리게 된다. 원의 반지름은 비콘과 단말기의 거리를 뜻하므로 원이 클수록 단말기와의 거리가 멀게 측정이 되고, 즉 신호가 약하다는 뜻이다. 문제에 충실하자!!
- ③ 실제 단말기의 위치는 삼변측량 기법으로 측정된 위치에 비해 비콘 3에 더 가까이 있겠군.  
 →현재 측정되는 단말기의 위치는 장애물 Q로 인해 실제에 비해 비콘 3에서 멀게 측정된다. (비콘 3에서부터 오는 세기가 장애물로 인해 약해지기 때문이다) 따라서 실제 단말기 위치는 측정된 위치에 비해 비콘 3에 더 가까이 있다.
- ④ Q의 위치에 있는 장애물이 제거된다면, 삼변측량 기법으로 측정되는 단말기의 위치는 현재 측정된 위치에서 P 방향으로 이동하겠군.  
 →장애물이 제거된다면 비콘 3을 중심으로 하는 원의 크기가 작아진다. 비콘 3을 중심으로 하는 원의 크기가 작아진 상태를 상상해보자. 세 원의 공통 부분의 중심점은 현재보다 P의 반대 방향, 즉 비콘 3에 가까운 방향으로 이동할 것이다.
- ⑤ 단말기에서 측정되는 비콘 2의 신호 세기만 약해진다면, 삼변측량 기법으로 측정되는 단말기의 위치는 현재 측정된 위치에서 비콘 2 방향으로 이동하겠군.  
 →단말기에서 측정되는 비콘 2의 신호 세기가 약해진다면 비콘 2를 중심으로 하는 원의 크기가 커진다. 4번 선지와 마찬가지로 비콘 2를 중심으로 하는 원의 크기가 커진 상태를 상상해보자. 현재 측정된 위치보다 비콘 2에서 멀어질 것이다.

## COMMENT

이 문제의 핵심은 원의 크기의 의미를 제대로 파악하는 것이다. 원의 크기는 신호 세기가 아니다!! 원의 크기는 단말기와 비콘 사이의 거리를 환산한 것이므로, 단말기에 도달한 비콘의 신호 세기가 약해질수록 단말기는 비콘과 멀다고 인식하므로 원이 커지고, 신호 세기가 강해질수록 단말기는 비콘과 가깝다고 인식하므로 원이 작아진다. 이런 문제는 멋대로 풀지 말고 문제에 나와있는대로 풀어야한다!!