

3차원 객체의 교차를 이용한 통신가능영역 연산

추증호*, 백주현*, 최준성*, 장원범*

*국방과학연구소

e-mail:chujh@add.re.kr

Calculation for Finding the Area Able to Communicate Using 3D Object Intersection

Jeung-Ho Chu*, Joo-Hyun Baek*, Joon-Sung Choi*, Won-Bum Jang*

*Agency for Defense Development

요 약

이동하는 애드 혹 네트워크에서 통신장치의 통신가능영역을 구하는 문제는 네트워크를 운용하는 주요한 활동 중의 하나이다. 본 논문에서는 지형의 영향을 많이 받는 지상환경에서의 노드파괴나 이동으로 인해 링크실패가 발생되거나 임무수행영역 확대를 위해 중계기능을 수행하게 하기위한 통신가능영역을 프레넬 영역 알고리즘의 기능을 확장하고 3차원 객체의 교차 알고리즘을 적용함으로써 효율적으로 구할 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

애드혹 네트워크는 노드의 이동이나 장애물, 혹은 악천후와 같은 다양한 환경이 발생할 수 있으며 이로 인해 링크 실패가 빈번히 발생된다. 즉, 노드의 이동성이나 무선 채널의 불규칙성이 네트워크의 성능을 결정짓는 주요요인이 된다.[1] 그리고 필요에 의해서 제한된 통신통달 거리를 확대하기 하기 위해서 통신중계 기능을 필요로 하게 된다. 이러한 이유로 안정적인 통신 환경을 구축하기 위해서 애드혹 네트워크를 구성하는 통신장치는 중계기능이 필수 기능이 된다. 특히 지형이나 장애물의 영향을 많이 받는 지상환경에서의 통신에서는 중계기의 위치 선정이 네트워크 전체의 실질적인 성능을 좌우 한다고 볼 수 있다. 다양한 임무를 수행하기 위해서 노드들이 이동하는 경우라면 중계기의 위치 선정은 더욱 더 중요해 진다.

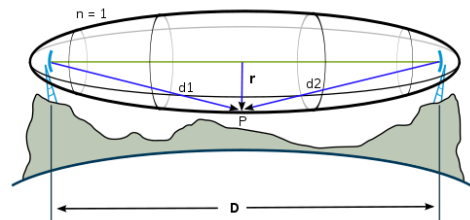
본 논문에서는 지상에서의 무인차량을 위한 애드혹 네트워크에서의 통신중계영역을 구하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법은 기존의 프레넬 영역 알고리즘과 3차원 객체의 교차알고리즘을 적용하여 특정 지점에 대한 통신가시선 분석을 수행할 수밖에 없는 단점을 개선하여 통신가능영역을 구함으로써 통신중계를 위한 영역을 구할 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 통신가시선 분석을 위한 프레넬 영역 알고리즘과 통신가능 영역을 구하기 위한 프레넬 영역 확장을 설명한다. 3장에서는 지형 분석과 3차원 객체의 교차 알고리즘을 설명하고 4장에서는 본 논문에서 제안하는 통신가능영역을 구하는 기법을 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 통신가시선 분석을 위한 프레넬 영역 알고리즘

프레넬 영역 알고리즘은 통신가시선 분석에 일반적으로 사용된다. 프레넬 영역 알고리즘은 송수신 안테나 높이/간격, 운용주파수 및 3차원 지도정보에 의한 통신가시선

분석에 사용된다. 그림1은 프레넬 영역 알고리즘의 개념도이다.[2]



(그림 1) 프레넬 영역 알고리즘 개념도

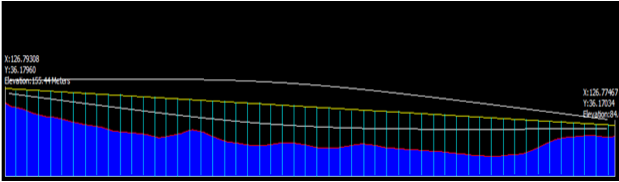
여기서, D는 송신기와 수신기 사이의 거리를 나타내며, r은 어떤 지점 P에서의 첫 번째 프레넬 영역(n=1)의 반경이며, P는 송신기로부터 d1 그리고 수신기로부터 d2만큼 떨어져 있다. 프레넬 영역은 가시거리 영역 전송로에 장애물이 있는 경우 그 영향을 분석하기 위한 영역으로 송신측과 수신측에서 통신할 때 프레넬 영역(입체타원) 내부 공간에 장애물이 없으면 장애물에 의한 추가 회절 손실을 고려하지 않아도 되며, 첫 번째 프레넬 영역의 반경은 식1과 같다.

$$r = 17.31 \times \sqrt{\frac{n(d1 \times d2)}{(f \times D)}} \quad (\text{식1})$$

P지점의 높이는 수치고도자료 보다 높아야 가시선이 확보된다. 그림2는 프레넬 영역을 이용한 가시선 분석을 위해 3차원 지도상의 두 지점을 객체(점)으로 하고 3차원 좌표에서 객체가 가지는 고도정보를 추가해서 표현하였다. 그림3은 프레넬 영역 알고리즘을 적용하여 두 지점간의 통신가시선을 분석한 결과이다.

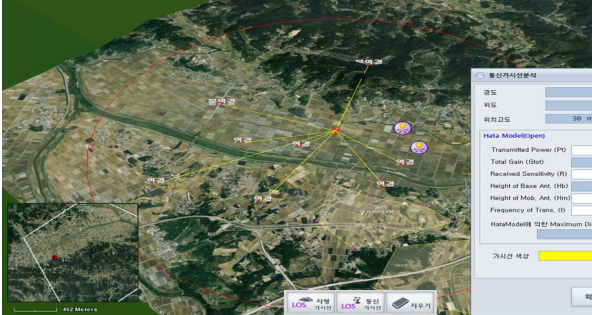


(그림 2) 통신가시선 계산



(그림 3) 프레넬 영역 계산

가시선 분석을 위해 두 객체의 가상 연장선 획득 후 가상의 연장선을 30m 샘플링 단위로 프레넬 반경 r 을 반복해서 연산을 수행하였다. 그림4는 프레넬 영역 알고리즘을 적용하여 여러 지점에서 통신가시선 분석을 수행한 결과이다.



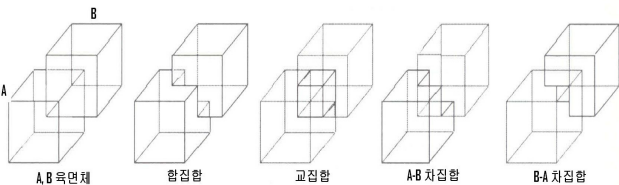
(그림 4) 통신가시선 분석 결과

그림4에서 알 수 있듯이 프레넬 영역 알고리즘을 이용하면 특정 두 지점간의 통신가시선을 구할 수 있을 뿐이다. 통신가능 영역을 구하기 위해서는 3차원 좌표상의 수많은 지점들을 대상으로 연산을 수행해야 하므로 계산량이 과다하게 된다.

송신기와 수신기간의 거리를 만족할 만한 수준의 통신 성능을 달성할 수 있는 최소거리로 두고, 특정 주파수로 통신장치를 운용한다면 프레넬 영역 알고리즘으로 특정의 입체타원을 구할 수 있다. 이 입체타원을 송신기를 중심으로 평면으로 360도 회전시키며 입체타원의 회전체를 구하면 이 회전체의 내부는 그 송신기의 통신가능영역이 된다.

3. 지형분석과 3차원 객체 교차 알고리즘

3차원 지도는 항공사진이나 위성사진과 수치고도자료를 이용하여 3차원 객체를 만든 후 렌더링을 통해서 만들어진다. 이는 3차원 지형을 3차원 객체로 볼 수 있음을 의미한다. 3차원 객체에 대해 집합 연산을 이용하는 CSG (Constructive Solid Geometry)는 두 3차원 객체에 집합 연산중 합집합, 교집합, 차집합을 이용하여 새로운 3차원 객체를 만들어 낼 수 있으며, 일반적으로 Ray Casting 방법을 많이 사용한다.[3] 그림5는 두 3차원 객체에 대한 집합연산의 예이다.

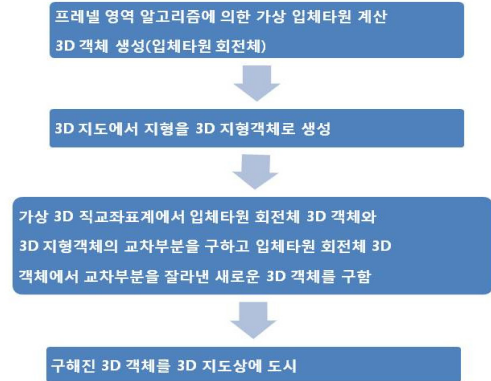


(그림 5) 두 3차원 객체에 대한 집합연산

그림5에서 알 수 있듯이 두 3차원 객체에 대한 집합연산으로 교차부분이나 차집합을 새롭게 구할 수 있다.

4. 통신가능영역 연산

기존의 통신가시선 분석을 프레넬 영역 알고리즘을 적용하면 3차원 좌표상의 지점들을 대상으로 프레넬 반경을 계산하여야 하므로 계산량이 과다하게 된다. 이를 해소하기 위한 알고리즘을 제안하면 다음과 같다.



(그림 6) 통신가능영역 계산 알고리즘

프레넬 영역 알고리즘으로 만들어 질 수 있는 입체타원의 회전체를 구한다. 위성영상이나 항공사진을 수치고도정보를 이용하여 입체화한 후 렌더링해서 만들어 지는 3차원 지도는 이미 3차원 객체이다. 입체타원의 회전체와 3차원 지도 객체를 동일한 좌표계에 도시하여 교차부분을 구하고 입체타원 회전체에서 교차부분을 잘라낸 3차원 객체를 구한 후, 그 3차원 객체를 3차원 지도상에 도시하여 통신가능영역을 구한다.

5. 결론 및 향후 연구방향

이동하는 애드혹 네트워크에서 통신가능영역을 구하는 것은 네트워크를 운용하는 주요한 활동이다. 노드파괴나 이동으로 인해 링크실패가 발생되거나 임무수행영역 확대를 위해 중계기능을 수행하려 할 때 노드간의 중계가능영역을 중첩시킬 수 있는 영역을 중계위치로 선정함으로써 안정적인 통신환경을 구축할 수 있게 된다. 본 논문에서는 지형의 영향을 많이 받는 지상 환경에서의 프레넬 영역 알고리즘의 기능을 확장하고 3차원 객체의 교차 알고리즘을 적용하여 통신가능영역을 효율적으로 구할 수 있는 방법을 제안하였다.

제안한 기법은 통신가능 지점을 구하는 기존의 방법을 벗어나 통신가능 영역을 구할 수 있음을 보여주었으며, 지형정보와 융합하여 이동하는 노드들에 대한 통신가능영역을 자동으로 구하여 중계경로계획을 수립하는 방법을 연구해 보는 것도 가치 있다고 생각된다.

참고문헌

[1] 이정욱, 정광수: 무인차량을 위한 Ad-hoc 네트워크에서 경로 복구 지연시간 개선 방법, 정보과학회논문지 : 정보통신, Vol.38, No.6, 2011.12, pp.490-496.
 [2] Fresnel zone - Wikipedia, the free encyclopedia
 [3] 황보택근 "3차원 그래픽스 프로그래밍" 도서출판 그린