

UWB 신호의 손실정보를 사용한 전파 지연시간 추정

조영훈
코아로직, BB 팀

Excess propagation delay estimation using pathloss profile of UWB signals

Yung-Hoon Jo
Core Logic, Baseband Team
E-mail : yunghoonjo@corelogic.co.kr

Abstract

UWB 시스템은 실내 LBS 에 가장 유망한 기술로 각광받고 있다. 그러나 실내건물을 이루는 손실성 매질로 인해서 신호에 지연이 발생, 거리오차가 발생하게 된다. 본 문제를 해결하기 위해서 공기중의 채널과 매질의 채널정보를 통해서, 신호의 지연을 추정하려고 하였다. 신호의 스펙트럼의 주파수에 관한 손실기울기는 투과한 매질의 두께에 비례하여, 깊어진다는 것을 사용하여, 매질 투과로 인한 신호의 지연시간을 추정하는 기술과 손실기울기를 측정하기 위한 RAKE 수신기를 소개한다.

I. 서론

실내 건물 내부를 이루는 벽이나, 나무문 그리고 유리창과 같은 매질들은 신호전파에 추가적인 지연을 야기시키며, 이로 인한 위치인식의 정확도는 저하된다. 이런 non-LoS 환경에 의해 위치인식의 정밀도가 저하되는 문제를 해결하고자, 연구가 시도되어오고 있다.[1]-[2] 본 논문에서는 손실정보를 통해서 전파지연시간을 추정하여 정확한 ToA 거리정보를 얻는 방법을 소개한다.

본 논문에서는 지연시간을 추정하는 방식으로 주파수에 따른 신호의 명확한 채널 손실비율 또는 손실 기울기 정보를 사용하였다. UWB 신호는 자유공간과 일반 매질의 손실정보가 다르며, 이 사실을 기반으로 신호가 투과한 매질의 두께를 추정하는 방식을 취한다. 자유공간의 채널은 Friis 공식으로 나타나며[3], 매질의 채널 공식은 참고자료 [4], [5]을 따른다. 손실

성 매질은 주파수에 따라서 주파수와 비례하는 경향을 갖는다.[5] 본 논문에서는 서로 다른 대역을 각각 가지는 두 개의 펄스들을 사용하여, 수신된 두 신호의 손실 비율을 통해서 투과한 매질의 두께를 추정하는 방법을 소개한다. 매질의 두께는 유전상수를 통해서 전파지연을 계산할 수 있다.

II. 주파수 채널 특성

송수신간에 장애물이 존재하면, 수신된 신호는 자유공간에서 수신된 신호와 비교해서 감쇄와 지연이 발생한다.[3] 그림 1 은 신호를 보냈을 때, 수신단에서 가장 처음 도착한 신호의 경로를 자유공간과 장애물이 존재하는 경우를 두고 보여준다. 주파수에 따라서 손실은 증가하는 것을 알 수 있다.[3] 매질투과에 의한 손실은 참고자료[4]와 같으며, 그림 2 과 같다. 매질 두께에 따라서 주파수축을 중심으로 손실 기울기의 경사가 깊어진다.

반사 되어 수신된 신호는 Friis 공식과 반사계수에 의해 감쇄가 영향을 받게 된다. 매질을 투과한 신호를 감쇄 반사된 신호와 비교해보면, 투과한 신호의 감쇄가 더 크다는 것을 알 수 있다.

III. 전파 지연시간 추정

본 방식을 사용하려면, 기준이 되는 손실정보가 필요하다. 매질을 가운데 두고 두 송수신기를 사용하여 주어진 전력으로 신호를 송신한다. 수직으로 매질에 입사 투과한 수신신호의

※ 이 논문은 2005년 교육인적자원부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (R05-2004-000-12640-0).

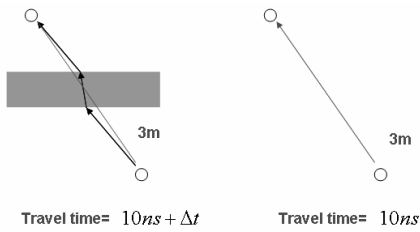


그림 1 두 채널의 가장 처음 수신된 신호의 이동 경로

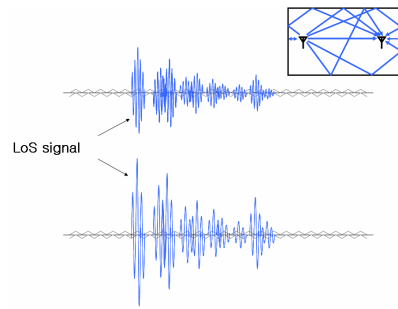


그림 4 LoS 채널에서 대역이 서로 다른 신호 응답

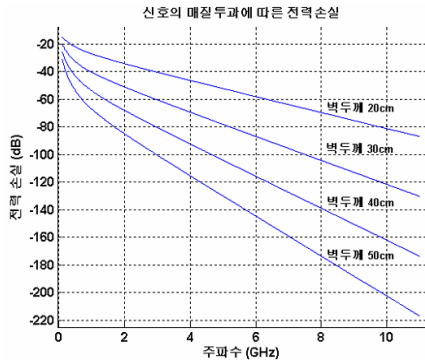


그림 2 매질 투과에 따른 non-LoS 채널(거리=매질두께)

손실정보와 측정된 매질의 두께를 저장한다. 낮은 대역의 펄스와 높은 대역의 펄스를 송신하였을 때의 손실정보를 번갈아가면서 측정한다. 그림 4 과 5 은 참고자료에 기반해 서로 다른 대역에서 송신한 펄스들을 LoS 채널과 non-LoS 채널환경에서 수신한 시간축 임펄스 응답의 예측 모델이다. LoS 채널의 두 펄스신호의 임펄스 응답은 비슷한 모양을 보여주나, 전반적으로 높은 대역의 펄스의 임펄스 응답의 세기가 전반적으로 작음을 나타냈다. 반면에, non-LoS 채널의 두 펄스신호의 임펄스 응답은 임펄스 지점마다 응답의 크기가 차이가 남을 알 수 있다.

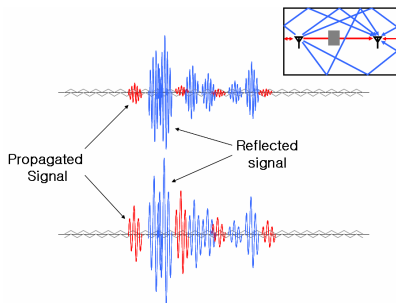


그림 3 Non-LoS 채널에서 대역이 서로 다른 신호 응답

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 non-LoS 채널에서 정확한 ToA 거리측정을 위해서 손실정보를 통해 전파지연을 추정하는 방식을 소개하였다. 매질의 채널과 자유공간의 채널은 주파수가 넓을수록 더욱 그 차이 커진다. 투과한 신호는 손실이 크게 발생하며, 반사한 신호는 손실이 투과한 신호에 비해서 적게 발생하였다. 투과한 신호의 손실은 임펄스 응답으로 추출할 수 있으며, 두 펄스의 투과한 신호의 손실비율과 매질의 유전상수를 통해서 지연시간을 추정할 수 있다.

VIII. 참고문헌

- [1] "Ranging in a dense multipath environment using an UWB radio link", Joon-Yong Lee and Robert A. Scholtz, IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC), vol.20, no.9, pp.1677 - 1683, Dec. 2002
- [2] "UWB ranging in non-LOS channel". Yung-Hoon Jo, Nov. 2005
- [3] "Through-material propagation characteristic and time resolution of UWB signal", Joon-Yong Lee and Sangsung Choi, in proc. 2004 International Workshop on Ultra Wideband Systems Joint with Conference on Ultra Wideband Systems and Technologies (Joint UWBST&IWUWBS 2004), pp. 71-75, May 2004, Kyoto, Japan
- [4] "Modeling of through-wall propagation for Ultra-Wideband signals", Jim Marshall, 2004. The MITRE Corporation McLean, VA
- [5] "NIST Construction Automation Program Report No. 3 Electromagnetic Signal Attenuation in Construction Materials", William C. Stone, October 1997.