융합기반 신호원 위치추정 알고리즘 성능 테스트 결과

김청섭°, 김준석, 정영준

한국전자통신연구원

kcs@etri.re.kr, kjs1994@etri.re.kr, yjchong@etri.re.kr

Performance test results for convergence-based signal source location estimation algorithm

Chung-sup Kim, Jun-seok Kim, Young-jun Chong

ETRI

요 약

이동통신 대역의 BW가 증가함에 따라 시간차를 이용한 TDOA 방식을 이용하여 신호원의 위치를 정밀하게 추정하는 것이 가능하다. 본 논문에서는 TDOA와 융합하여 위치 추정 성능을 높이는 방법을 연구하였고 다양한 융합형태의 알고리즘을 이용하여 성능분석을 한 결과를 제시하였다.

Ⅰ. 서 론

최소 2개 이상의 센서에 도착하는 전파의 시간 차이를 이용하여 송신기의 위치를 결정하는 TDOA 방식은 배열안테나 대신 단일 안테나 센서를 이용하고 광대역 BW 정보를 가지는 신호의 위치 추정 성능이 우수하여 이동통신 대역에서 보편적인 위치추정 방식으로 사용하고 있다. 그러나 TDOA 분해능 감소 및 NLOS 환경등에서 정밀하게 위치 추정을 하고자 한다면 기존의 위치 추정방식인 AOA 및 FDOA 방식과 융합하여 사용하는 것이 필요하다. 여기서는 상기 언급한 3가지 신호원 위치 추정방식들을 다양하게 융합 및 독자적으로 위치 추정을 수행하는 경우에 대한 성능 테스트 비교결과를 제시한다.

Ⅱ. 본론

다양한 알고리즘 방식의 일관성 있는 simulation 위하여 stationary sensor 3개와 1개의 moving sensor를 이용하고 동일한 sensor Geometry 조건을 모든 알고리즘에 적용하였으며, AOA variance 1°, TDOA time variance 100ns 및 FDOA Frequency variance 1Hz를 가정하였다. 또한 Convergence algorithm은 AOA & TDOA, AOA & FDOA 및 TDOA & FDOA 알고리즘 성능에 대해 검증을 하였다.

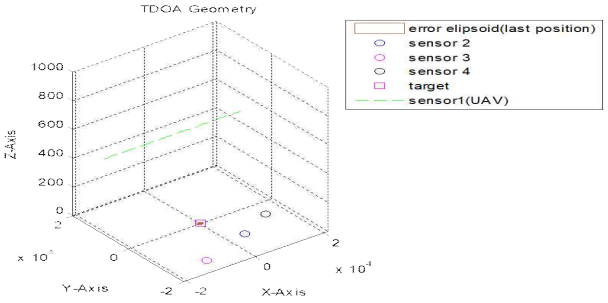

그림 1. Simulation을 위한 Geometry 구조

그림 1은 simulation을 위한 Sensor geometry구조를 나타내며, moving sensor(UAV) 1개와 3개의 stationary sensor가 그림 1과 같은 위치에 존재하고 위치 추정 신호원(target)이 geometry 구조상에서 원점에 위치하는 경우이다. 여기서 simulation을 위해서 사용한 알고리즘은 AOA, TDOA, FDOA 모두 non-linear least square estimator 방식을 사용하였고 Error ellipsoid는 95% 신뢰도로 추정하였다.

아래의 수식(1) 및 그림2는 3개의 sensor 및 TDOA-Non-linear equation 알고리즘을 이용한 일반적인 위치 추정방식을 표현하고 AOA 및 FDOA 경우도 동일한 추정방법을 사용하였다.

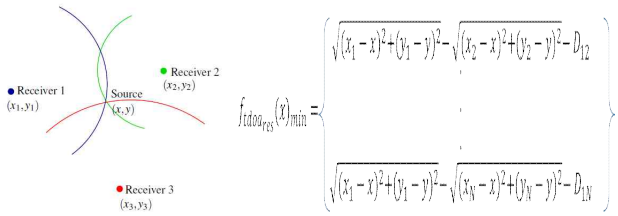

그림2. TDOA Non-linear estimator

아래의 그림 3은 위치추정 알고리즘을 융합하지 않고 단독으로 사용하는 경우에 대한 AOA, TDOA, FDOA 방식 위치 추정 성능결과이다. Y축은 Error distance를 표현하며, Time resolution 의존성이 높은 TDOA 결과가 우수하며, 그림 4의 결과에서 다양한 조합 형태의 융합 위치 추정알고리즘 추정결과가 single algorithm 결과보다 상당히 우수하다.

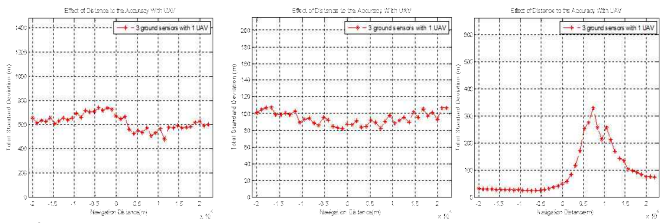

그림 3. Position estimation performance based on independent algorithm [AOA, TDOA, FDOA]

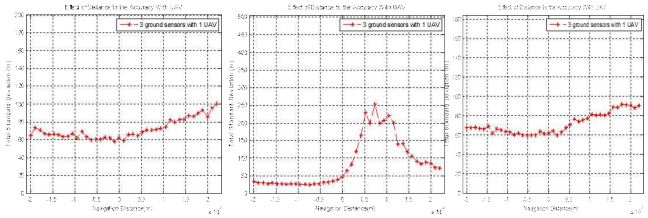

그림4. Position estimation performance based on convergence algorithm [AOA&TDOA, AOA&FDOA, TDOA&FDOA]

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 모든 알고리즘을 동일한 조건에서 테스트하여 융합 알고리즘 사용이 타당한 성능비교 결과를 제시하였지만 향후에는 NLOS환경 등에서 융합알고리즘 성능향상 검증이 필요하다

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020-0-00879, 5G+ 주파수 확보를 위한 클린존 보호 기술개발).

참 고 문 헌

[1] 김동규, “Emitter Geolocation based on TDOA/FDOA measurement and its analysis,” The Journal of Korea Information and Communication Society v.38C no.9.

[2] R. J. Ulman and E. Geraniotis, "Wideband TDOA/FDOA processing using summation of short-time CAF's," IEEE Trans. on Signal Process., vol. 47, no. 12, pp. 3193-3200, Dec. 1999