

근거리 환경에서 반사파 제거를 위한 효율적인 IR-UWB Radar 시스템

김승우*, 정원호*, 여봉구*, 김경석**

The efficient IR-UWB Radar System for Reflective Wave Removal in a Short Distance Environments

Sueng-Woo Kim*, Won-Ho Jeong*, Bong-Gu Yeo*, Kyung-Seok Kim**

요 약

본 논문은 저 비용, 저 소비전력으로 실내외에서 수십 cm급의 정밀한 위치인식이 가능한 IR-UWB(Impulse-Radio Ultra Wideband) Radar 시스템에서 정확한 목표물을 추정하고자 Kalman 필터 및 RRWA 알고리즘을 사용하였다. 목표물에 의해 반사된 신호에는 목표물 신호이외에 불필요한 신호들이 존재한다. 불필요한 신호들을 제거하고 정확한 목표물 신호를 도출 및 성능 향상을 위해 노력하였다. 하나의 송신 안테나와 수신안테나로 목표물들의 위치를 실시간으로 추정한다. Kalman 필터를 사용하여 배경잡음을 제거하였고 RRWA 알고리즘을 사용하여 반사파 신호를 제거하여 기존의 목표물 신호를 추정했을 때보다 더 좋은 성능을 보였다. 본 논문에서는 향후 진행 되어질 목표물 추정에 있어 정확한 거리 추정 및 추적을 하는 연구에 도움이 될 것이라 생각한다.

Key Words : IR-UWB Radar, Signal processing, Kalman Filter, RRWA Algorithm, Target Recognition

ABSTRACT

In this paper, Kalman filter and RRWA algorithm are used to estimate the accurate target in IR-UWB (Impulse-Radio Ultra Wideband) radar system, which enables accurate location recognition of indoors and outdoors with low cost and low power consumption. In the signal reflected by the target, unnecessary signals exist in addition to the target signal. We have tried to remove unnecessary signals and to derive accurate target signals and improve performance. The location of the targets is estimated in real time with one transmitting antenna and one receiving antenna. The Kalman filter was used to remove the background noise and the RRWA algorithm was used to remove the reflected signal. In this paper, we think that it will be useful to study the accurate distance estimation and tracking in future target estimation.

I. 서 론

현재 카메라의 영상을 이용해 위치를 파악하는 방법은 비가시적 환경에서 불가능하고 인공지표(Artificial Landmark) 기반의 위치 인식 방법은 정밀한 연속 위치를 얻는 것이 불가능하다는 한계점이 있다. 이러한 상황들을 고려하여 최근 IR-UWB(Impulse-Radio Ultra Wideband) Radar가 위치 측정 시스템 분야에서 차세대 기술로 주목 받고 있다. 수십 센티미터(cm) 급의 고정밀 측위가 가능하며 저비용, 저 전력으로 실내외에서 수십 cm급의 정밀한 위치 추적이 가능하다. 이러한 특징으로 인해 차량 충돌 방지, 지뢰 매설 탐지 등 여러 분야에서 활용되고 있다 [1]. IR-UWB Radar는 실내외

환경에서 움직이는 목표물을 탐지하는데 사용된다. IR-UWB Radar 하나의 송수신기로 구성되며 송신기에서는 매우 폭이 좁은 펄스를 보내고 수신기에서는 반사된 펄스를 수신한다. 수신된 신호에는 목표물 신호 이외에 잡음, 클러터가 발생하여 정확한 목표물 탐지가 힘들다. 따라서 본 논문에서는 정확한 목표물 탐지를 위해 불필요한 수신 신호들을 제거하고자 한다. 불필요한 수신 신호를 제거하기 위해 반사파를 제거 할 수 있는 알고리즘을 사용한다.

이하 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 IR-UWB Radar 측정 시스템 흐름도에 대해 설명하고 III장에서는 측정 환경 및 도출된 성능에 대해 분석으로 하고 IV장에서는 결론을 맺는다.

*충북대학교 전자통신공학, **교신저자, 충북대학교 정보통신공학부(kseokkim@cbnu.ac.kr)

접수일자: 2017년 01월 19일, 최종게재확정일자: 2017년 02월 27일

II. 제안하는 IR-UWB Radar 시스템

IR-UWB Radar 시스템은 임펄스 신호를 만드는 송신단에서 신호를 생성하여 방사하게 된다. 방사된 신호는 수신 안테나 및 A/D(Analog Digital) Converter를 거쳐 디지털 신호로 변환하게 된다. 변환된 신호는 배경잡음 제거부터 반사 신호 제거 알고리즘까지 거친 후 목표물의 거리를 추정한다 [2]. IR-UWB Radar 시스템 흐름도에 대한 블록도는 [그림 1]과 같다.

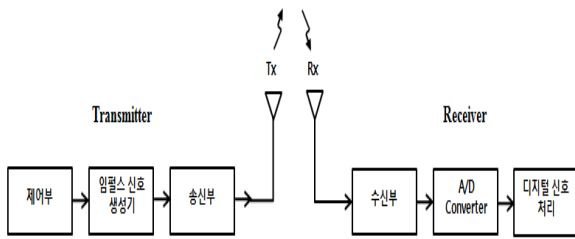


그림 1. IR-UWB 레이더 시스템 흐름도

IR-UWB 레이더로 목표물의 거리를 추정하기 위해서는 [그림 2]와 같은 디지털 신호 처리 과정이 필요하다.

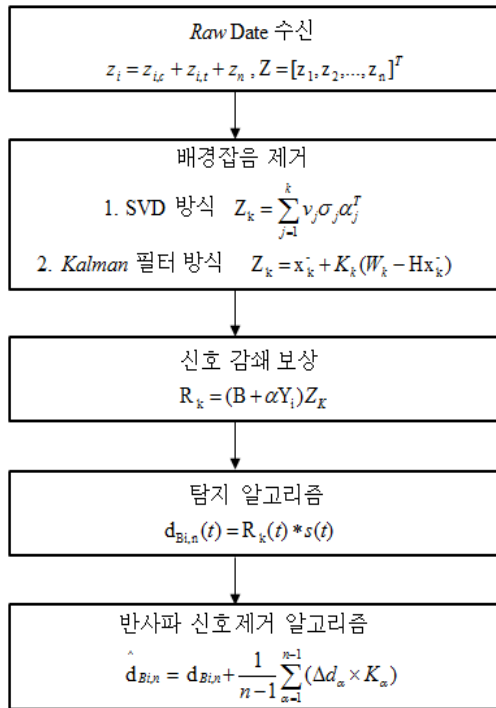


그림 2. 디지털 신호 처리 흐름도

1. 배경잡음 제거

일단 수신된 디지털 신호는 목표물 신호 이외에 불필요한 신호들이 존재한다. 그중 배경잡음 제거를 통해 정지된 장애물들의 반사 신호를 제거한다. 배경 신호란 움직이는 목표물 이외에 움직이지 않는 반사 신호를 말한다. 이 때, 목표물이

아닌 움직이지 않는 고정된 물체를 클러터라 하고 이 물체의 신호를 제거를 해줘야 정확한 목표물의 위치를 추정 할 수 있다.

본 논문에서 이러한 배경차분 알고리즘으로 SVD(Singular Value Decomposition) 방식 [3]과 Kalman 필터 방식을 사용하였다 [4].

1.1 SVD 방식 활용

IR-UWB Radar에서 수신된 신호는 i^{th} 수신 프레임 z_i 을 구성한다. i 번째 수신 프레임은 다음과 같이 수식화 할 수 있다.

$$z_i = z_{i,c} + z_{i,t} + z_n \tag{1}$$

여기서 $z_{i,c}$ 는 i 번째 클러터 신호, $z_{i,t}$ 는 목표물 신호, z_n 는 노이즈 신호로 구성된다.

수신 신호 $Z = [z_1, z_2, \dots, z_n]^T$ 로 수신 프레임으로 구성된다. n 개의 수신 신호는 Matrix Z 를 형성 할 수 있다. Matrix Z 은 클러터 Z_C , 목표물 Z_T 와 노이즈 X 신호로 분리할 수 있다.

$$Z = Z_C + Z_T + X \tag{2}$$

클러터 신호를 제거하기 위해서 Z 를 SVD를 통해 $Z = USV^T$ 로 분해한다.

$$[U, S, V] = SVD(Z) \tag{3}$$

(3)식에서 U 는 $n \times n$ 크기의 유니타리 행렬(unitary matrix), V 는 $m \times m$ 크기의 유니타리 행렬, S 는 대각원소들의 집합을 나타낸다.

Z 의 계수(rank)가 k 일때를 이용하여 Z_k 를 만든다.

$$Z_k = \sum_{j=1}^k v_j \sigma_j \alpha_j^T \tag{4}$$

(4)식에서의 v_j 는 Z 의 왼쪽 j 번째 고유벡터(eigenvector), α_j 는 Z 의 오른쪽 j 번째 고유벡터, σ_j 는 j 번째 Z 의 특이값(singular value)를 나타낸다. 클러터 Matrix Z_C 를 (4)식을 이용하여 Z_k 를 구한다. 수신신호 Z 에서 Z_k 를 제거하여 목표물 신호인 Z_T 를 구한다.

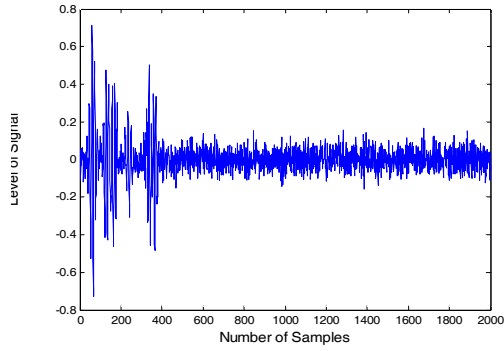


그림 2. SVD 적용 전

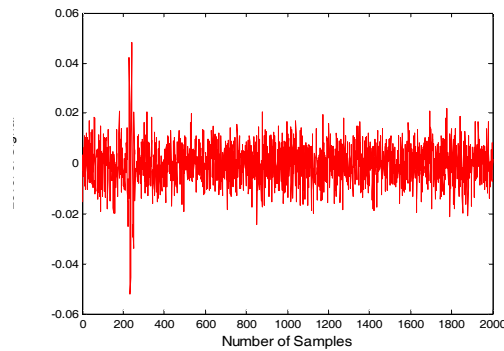


그림 3. SVD 적용 후

[그림 3]은 [그림 2]와 다르게 배경잡음이 제거되어 그 이전보다 더욱 뚜렷하게 목표물 신호가 도출되는 것을 확인할 수 있다.

1.2 Kalman 필터 방식 활용

움직이지 않는 고정된 물체인 클러터를 제거하기 위해 SVD뿐만 아니라 Kalman 필터를 사용하였다. Kalman 필터는 Time Update와 Measurement Update 두 단계로 나누게 되고 Measurement Update에 구해진 결과값을 Time Update의 초기값으로 다시 설정하는 방식으로 순환하는 알고리즘이다 [4]. Kalman 필터의 흐름도는 [그림 4]와 같다.

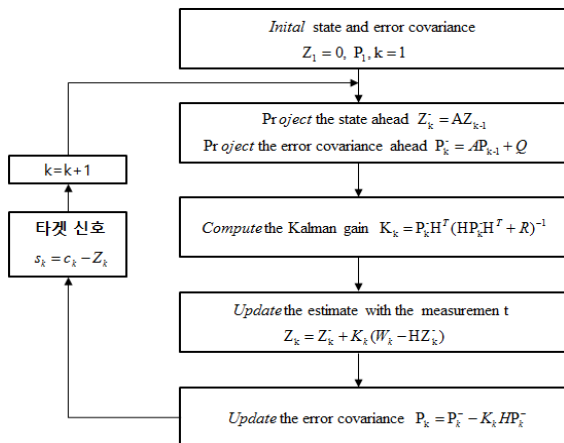


그림 4. Kalman 필터 알고리즘의 흐름도

[그림 4]와 같이 칼만 필터 알고리즘은 입력과 출력이 하나씩인 아주 간단한 구조로, 측정값(W_k)을 입력으로 받아 내부에서 처리한 다음 추정값(Z_k)을 출력한다. 본 논문에서의 추정값은 클러터값이다. 내부 계산은 총 네 단계로 이루어진다.

첫 번째 단계는 예측 단계로써 다음과 같이 수식화 할 수 있다.

$$\tilde{Z}_0 = AZ_{k-1} \tag{5}$$

$$\tilde{P}_0 = AP_{k-1} + Q \tag{6}$$

윗첨자 ‘-’는 예측값을 의미한다. 여기 A는 단위행렬이며 시간에 따라 시스템이 어떻게 움직이는지를 나타낸다. 즉 시스템의 운동방정식을 담고 있다. Q는 잡음의 공분산 행렬로써 Q값이 커지면 오차 공분산 예측값도 커지고 그에 따라 칼만 이득도 커지게 된다. Q값은 1초당 프레임 처리 속도와 샘플링 주기를 통해서 구했다 [5].

두 번째 단계는 칼만 이득(K_k)을 계산하는 단계로써 예측한 추정값과 예측한 오차 공분산 값을 바탕으로 다음과 같이 수식화 할 수 있다.

$$K_k = \tilde{P}_k H^T (H \tilde{P}_k H^T + R)^{-1} \tag{7}$$

예측한 추정값과 오차 공분산을 가지고 칼만 이득을 구한 다음 칼만 이득값을 바탕으로 추정값과 오차 공분산 값을 구한다. 여기서 H는 측정값과 추정값의 관계를 나타낸다. 즉 각 추정값이 측정값에 어떻게 반영되어 있는지는 이 행렬이 규정한다. R값은 측정 잡음의 공분산 행렬로써 R값이 커지면 칼만 이득값은 작아지게 된다.

$$Z_k = \tilde{Z}_k + K_k (W_k - H \tilde{Z}_k) \tag{8}$$

식(8)과 같은 세 번째 단계에서는 입력된 측정값으로 추정값을 계산한다. 계산된 추정값을 바탕으로 수신 신호(c_k)에 추정값 즉 클러터값을 빼준다. 그러면 s_k 인 목표물 신호만 남게 된다.

$$P_k = \tilde{P}_k - K_k H \tilde{P}_k \tag{9}$$

마지막 4번째 단계는 식(9)이며 계산된 오차 공분산값과 추정값을 처음 단계로 올려준다. 즉 칼만 필터 알고리즘 순환하는 형태이다.

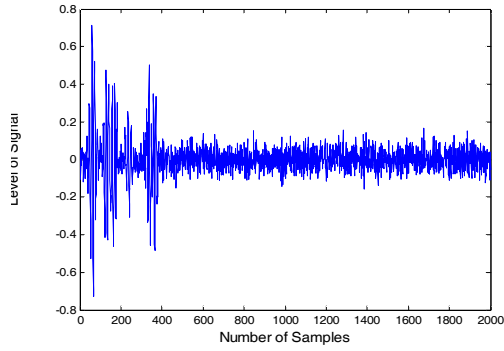


그림 5. Kalman 필터 적용 전

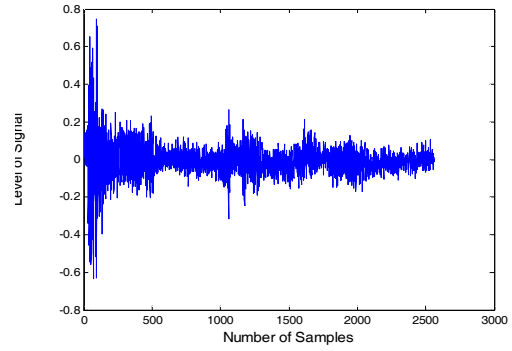


그림 7. 신호 감쇄보상 적용 전

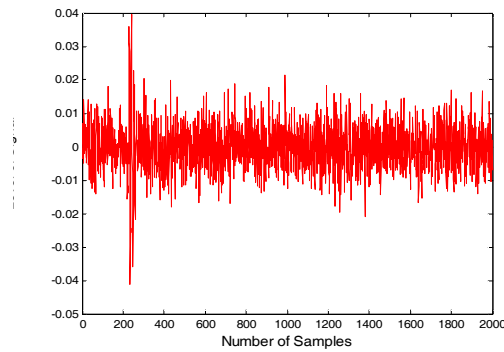


그림 6. Kalman 필터 적용 후

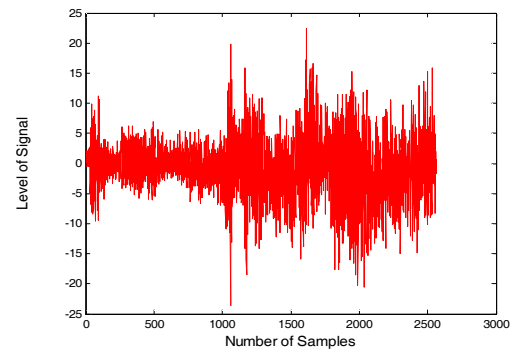


그림 8. 신호 감쇄보상 적용 후

[그림 5]은 Kalman 필터 적용 전 신호를 나타내며 [그림 6]은 Kalman 필터 적용 후 수신 신호를 나타낸다. [그림 5]은 [그림 6]와 다르게 배경잡음이 제거되어 그 이전보다 더욱 뚜렷하게 목표물 신호가 도출되는 것을 확인 할 수 있다. [그림 5]와 [그림 6]을 비교해봤을 때 Kalman 필터를 사용한 [그림 6] 조금 더 잡음이 제거되는 것을 볼 수 있다.

2. 신호감쇄 보상

IR-UWB의 송신 임펄스는 매우 짧은 시간동안 임펄스를 방사하게 되는데 이때 목표물의 거리가 멀어질수록 임펄스의 세기가 잡음보다 낮아져 제대로 된 목표물이 인식 되지 않는 경우가 발생 할 수도 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 거리에 따른 경로 손실 보상 신호가 필요하게 된다.

k번째 보정 신호 R_k 에 대한 신호 감쇄 보상 식은 다음과 같다 [6].

$$R_k = (B + \alpha Y_i) Z_k \quad (10)$$

식(10)에서 Z_k 는 k번째 샘플의 신호세기이고, Y_i 는 i번째 샘플이 속해 있는 블록 번호, α 는 가중치 상수, B는 수치 보정 값이다. 신호감쇄 보상은 더 먼 거리의 블록에 속한 샘플일수록 더 큰 가중치가 할당되어 증폭되며, 같은 블록에 속한 샘플 사이에는 같은 크기의 가중치가 부과된다.

[그림 7]은 신호 감쇄 보상 전으로 목표물의 신호(1600 Sample)가 멀리 있어 잡음 신호(60 Sample)의 신호보다 낮은 것을 확인 할 수 있다. [그림 8]처럼 신호 감쇄 보상 후에는 잡음 신호는 작아지고 목표물의 신호가 커져서 정확한 목표물 신호를 추정 할 수 있다.

3. 탐지 알고리즘

신호 감쇄 보상을 거친 신호는 상관도 적용을 통해 목표물에서 수신된 신호와 송신간에 Cross-correlation을 거친 후 최대값을 찾아 목표물 신호를 추정한다. 상관도 적용을 위해 Clean 알고리즘을 사용하였고 Cross-correlation를 통해 목표물 신호를 도출하기 위해서는 다음과 같은 식으로 도출 할 수 있다 [7][8].

$$d_{Bi,n}(t) = R_k(t) * z_i(t) = \int R(\tau-t)s(\tau) d\tau \quad (11)$$

$$m_j(i) = \operatorname{argmax}_i |d_{Bi,n}(t)| \quad (12)$$

식(11)에서의 $d_{Bi,n}$ 는 송신 신호와 수신 신호 간에 Cross-correlation을 나타내고 $m_j(i)$ 는 i번째 수신된 프레임에서 목표물의 시간 지연을 의미한다.

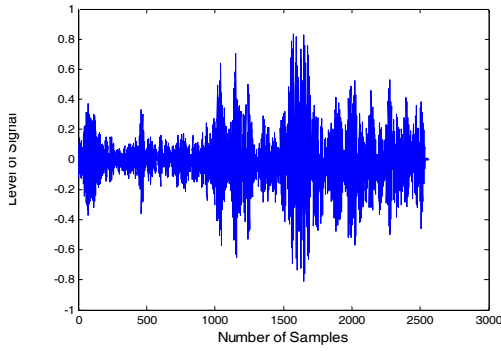


그림 9. Cross-Corretation 적용 후 결과

$$distance_t = m_j(i) \times S_{pe} \times c \times \frac{1}{2} \quad (13)$$

Cross-correlation을 취한 후 식(13)을 바탕으로 목표물의 위치를 추정 할 수 있다. S_{pe} 은 1초당 보낼 수 있는 샘플 수, c 는 빛의 속도를 말한다.

4. 반사 신호 제거 알고리즘

IR-UWB Radar는 투과성이 높은 초광대역 전송으로 안테나를 통해 전송하게 된다. 이러한 투과성에 의해 수신 데이터의 불확실성, 회절과 다중 반사 간섭으로 인한 판단 오류 등이 발생한다. 특히 사용 환경에 따라 반사파의 강도가 다르다. 물체가 많지 않은 자유공간 환경에서 IR-UWB 레이더 수신은 반사 신호에 의한 영향은 크지 않지만 물체가 많은 환경에서는 많은 반사 신호 영향으로 인해 정확한 데이터를 인식할 수 없는 단점이 있다. 이러한 다중반사를 일으키는 환경에서 다중 반사파를 제거하고 목표물의 신호를 정확히 도출하기 위해 본 논문에서는 EMA(Exponential Moving Average) 방식의 Kalman Gain이 적용된 RRWA(Remove Reflection Wave Algorithm) 반사 신호 제거 알고리즘을 제안하여 사용하였다.

[그림 10]은 제안하는 RRWA 알고리즘의 흐름도를 나타낸다. 움직임의 시간 범위를 알고 연속된 센서 값이 급변하지 않는다고 가정할 경우 이전의 신호의 값에서 현재 신호 값의 범위를 구할 수 있다. [그림 10]에서의 Kalman Gain은 EMA(Exponential Moving Average) 방식을 활용하여 적용했다 [10]. 기존의 RRWA는 전 신호들에 대해 Kalman Gain만큼의 가중치를 두지 않는다. 조금 더 성능을 높이기 위해서 계산되는 최근 샘플에 대해 가중치를 두어 계산하는 방식을 활용했다. EMA 방식은 계산되는 최근 샘플에 대한 계수(지수)를 계산하여 가중치를 적용하는 방식이다.

제안하는 RRWA 알고리즘은 예측되는 목표물 신호범위 안에서 가장 높은 신호를 목표물로 인식 한 후, 나머지 신호는 제거하는 방식이다. 제안하는 RRWA 알고리즘의 1단계는 목표물과 수신기 사이의 거리 값을 구한 후 예측 값을 일정한 수의 이전 값들을 통해서 구할 수 있다. 거리 값들의 흐름을 통해 다음거리 값들의 편차의 평균값을 마지막 거리 값과 합하여 얻는 방법을 사용한다. 식(14)는 Kalman Gain을 포함한 수식이다.

를 통해 다음거리 값들의 편차의 평균값을 마지막 거리 값과 합하여 얻는 방법을 사용한다. 식(14)는 Kalman Gain을 포함한 수식이다.

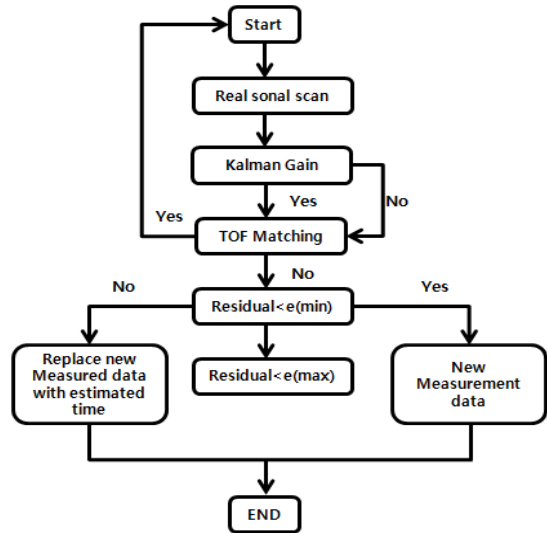


그림 10. 제안하는 RRWA 알고리즘 흐름도

$$\hat{d}_{Bi,n} = d_{Bi,n} + \frac{1}{n-1} \sum_{\alpha=1}^{n-1} (\Delta d_{\alpha} \times K_{\alpha}) \quad (14)$$

n 은 비교 데이터 크기를 나타내고, $d_{Bi,n}$ 은 측정된 목표물의 거리 값이며, $\hat{d}_{Bi,n}$ 는 다음 측정될 예측 거리를 나타낸다. Δd_{α} 는 비교 데이터의 차이 값이다.

$$\hat{t}_{Bi,n} = \frac{\hat{d}_{Bi,n}}{v} \quad (15)$$

$\hat{t}_{Bi,n}$ 은 예측 거리 값과 속도를 통해 예측된 반사 신호 수신 시간은 말하는 것이다. 식(15)을 통해 각 프레임마다 예측된 반사 신호 수신 시간을 구 할 수 있다. 식(15)에서 얻은 예측 수신 시간을 통해서 데이터 수신을 보정하는데 예측 수신 시간 이내에 들어오는 신호를 직접파로 인지하고 그이외의 수신되는 신호를 반사파로 인지한다. 이와 같은 처리 방식 수식은 다음과 같다.

$$\left\{ \begin{array}{l} e_{\min} < \hat{t}_{Bi,n} - \hat{t}_{Bi,n-1}, \quad e_{\max} > \hat{t}_{Bi,n} - \hat{t}_{Bi,n-1} \\ \text{Otherwise} \end{array} \right\} \quad (16)$$

e 는 연속된 신호에서 허용 오차 범위를 나타내며 현재 값과 예측 값의 차이를 이용하여 보정한다.

제안하는 RRWA는 예측 목표 신호 이외의 모든 신호를 반사파라 적용되고 예측 범위 내의 목표 신호만 도출한다.

[그림 11]은 실제 최대 값은 1600샘플인 반면 예측 위치는 1048샘플에 있다. [그림 12]은 목표 신호 이외의 모든 신호 반사파라고 인지하고 목표 신호만 도출한 것이다.

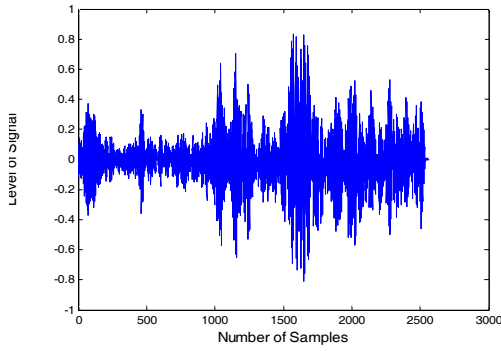


그림 11. 제안한 RRWA 적용 전

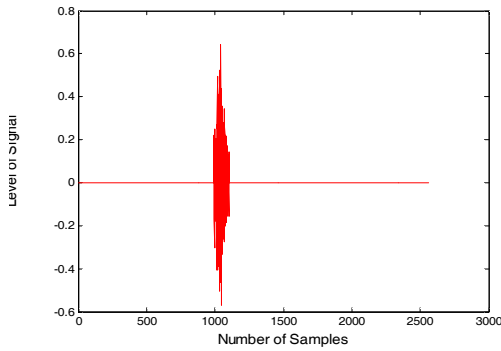


그림 12. 제안한 RRWA 적용 후

EMA 방식은 지수함수를 기반으로 한다. 칼만 이득 값이 지수함수로 나와 칼만 이득값을 바탕으로 제안하는 RRWA 알고리즘에 가중치를 적용 하였다. [그림 13]은 누적된 Kalman Gain 그래프이며 지수함수처럼 나타난다.

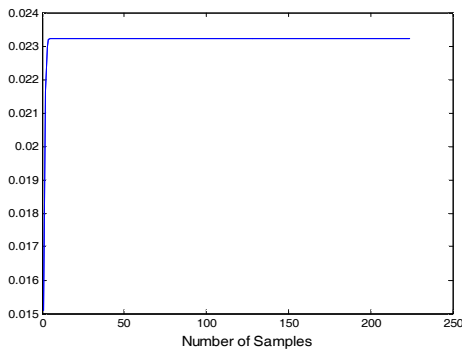


그림 13. Kalman Gain

Ⅲ. 실험 결과 및 성능 분석

본 논문은 근거리 환경에서 목표물 신호 이외에 불필요한 신호들을 제거하고자 실험을 진행하였다. 측정하기 위하여 Novalda사의 IR-UWB Radar를 사용하여 진행하였고 관련 시스템 사양은 다음과 같은 [표 1]에 제시되어 있다.

표 1. NVA-R661 제원

Items	Value
Output Frequency	6GHz~8.5GHz
Mean Output Power	-12.6dBm
Sample For Second	3.6×10^6
Antenna Height	$T_x : 7.3 m, R_x : 2 m$
Antenna Type	Sinuous Antenna
Beamwidth	40° with lens 80° without lens

주파수의 범위는 6GHz~8.5GHz대역이며 평균 송신파워는 -12.6dBm이며 초당 샘플링 주파수는 3.6×10^6 이다. Tx의 안테나의 높이는 약 7.3m이며 Rx의 안테나 높이는 약 2m로 구성되고 안테나의 종류는 Sinuous Antenna를 사용한다. [그림 14]와 [그림 15]는 측정 환경을 나타낸다. [그림 14]는 실외 환경으로써 약 2~7m 정도 사람이 한번 움직인 환경이고 [그림 15]는 실내 환경으로 약 2~7m 정도 사람이 한번 움직인 환경이다. 각각의 약 180cm 크기의 사람의 움직임을 추정한다.



그림 14. 실외 측정 환경

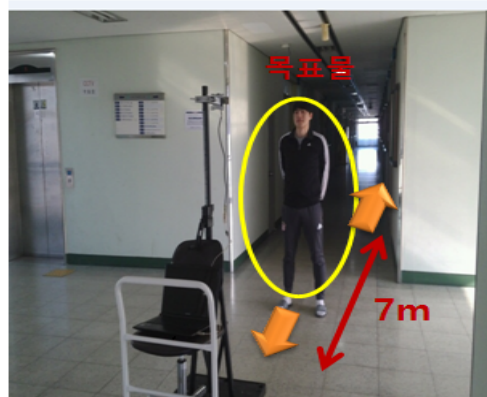


그림 15. 실내 측정 환경

측정환경은 실외 측정 환경으로써 배경잡음에 사용되는 SVD와 Kalman 필터의 성능 비교는 다음 [그림 16]과 같고 [그림 17]은 실내 측정 환경에서 SVD와 Kalman 필터의 성능을 비교한다. [그림 16]과 [그림 17]에 검은색 표시는 기존의 RRWA 알고리즘 사용 전 데이터 이며 빨간색 표시는 배경잡음 제거를 위한 SVD 데이터이고 파란색 표시는 Kalman 필터 데이터이다.

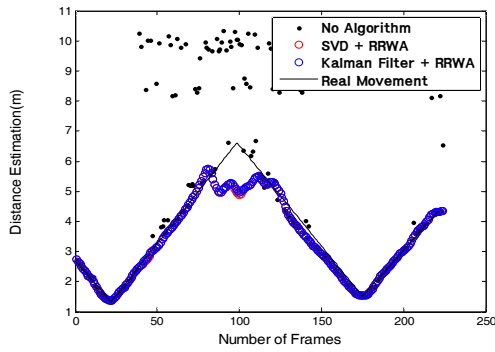


그림 16. 실외 환경에서의 SVD 및 Kalman 필터 적용

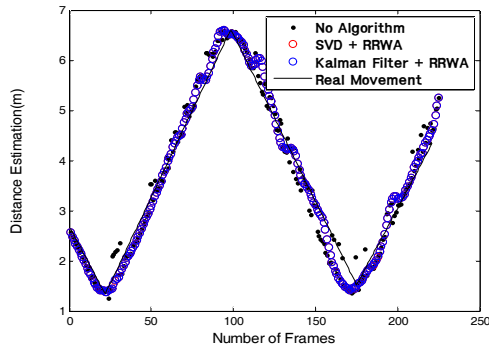


그림 17. 실내 환경에서의 SVD 및 Kalman 필터 적용

[그림 16]에서는 실제거리를 추정하는데 있어 약 100프레임에서 Kalman 필터가 SVD보다 추정이 잘 되는 것을 볼 수 있다. 실내 측정 환경에서는 상대적으로 실외 환경에 비해 장애물들이 많지 않아 기존의 RRWA 알고리즘을 사용하지 않아도 정확한 목표물 추정을 하였다.

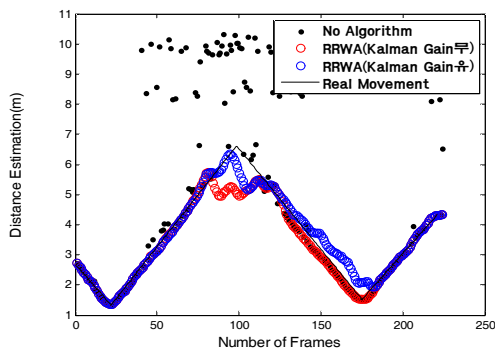


그림 18. 실외 환경에서의 RRWA (Kalman Gain 무) 및 RRWA (Kalman Gain 유) 적용

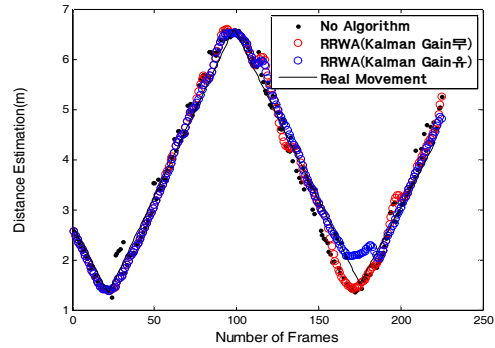


그림 19. 실내 환경에서의 RRWA (Kalman Gain 무) 및 RRWA (Kalman Gain 유) 적용

[그림 18]과 [그림 19]에 검은색 표시는 제안하는 RRWA 알고리즘을 사용 전 데이터 이며 빨간색은 Kalman Gain을 포함하지 않는 기존의 RRWA이고 파란색은 Kalman Gain을 포함한 제안하는 RRWA이다. [그림 18]은 실외 측정 환경이고 [그림 19]은 실외 측정 환경이다. 배경잡음은 SVD보다 성능이 더 좋은 Kalman 필터를 사용했다. [그림 18]에서 보듯이 Kalman Gain을 포함한 제안하는 RRWA가 훨씬 더 정확한 목표물 추정을 하는 것을 볼 수 있다. 다음 [표 2]를 통해 정확한 비교 성능을 볼 수 있다.

표 2. 실 내, 외 환경에서의 SVD와 Kalman filter 및 RRWA(Kalman Gain 유)와 RRWA(Kalman Gain 무)의 MSE(Mean Square Error)

	No Algorithm	SVD + 기존의 RRWA(Kalman Gain 무)	Kalman Filter + 제안하는 RRWA(Kalman Gain 유)	Kalman Filter + 제안하는 RRWA(Kalman Gain 무)
실내 환경	0.1349	0.0612	0.0611	0.0396
실외 환경	6.5958	0.1754	0.1670	0.0900

[표 2]에서 보여지는 MSE를 보게 되면 실내 환경에 비해 장애물들이 많아 제안하는 RRWA 알고리즘을 사용전보다 사용 후의 성능 훨씬 좋아진 것을 볼 수 있고 Kalman Gain을 포함한 제안하는 RRWA의 성능이 좋아졌음을 볼 수 있다. 이와 같이 실내외 환경의 장애물 신호에 따라 성능의 변화를 가져올 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 IR-UWB Radar로 근거리 환경에서 목표물 신호 이외에 불필요한 신호들을 제거하고자한다. 보통 배경잡음 제거에 많이 사용되는 SVD뿐만 아니라 정확한 클러터 예측이 가능한 Kalman 필터를 사용하여 성능을 좋게 하였다. 또한 목표물의 위치이외에 장애물들에 의해서 반사되

어 들어오는 장애물 신호들을 제거하고자 제안하는 RRWA 알고리즘을 사용했다. 보통 초음파에서 사용되는 반사파 제거 알고리즘인 제안하는 RRWA 알고리즘을 사용하여 조금 더 정확한 목표물 추정을 하였다. 기존 방식에서는 제안하는 RRWA 알고리즘에 가중치를 포함하지 않고 사용한다. 하지만 본 논문에서는 가중치 포함하여 조금 더 정확한 목표물을 추정한다.

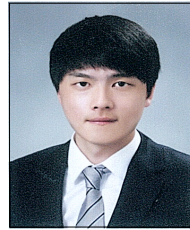
본 논문에서는 향후 진행 되어질 목표물 추정에 있어 정확한 거리 추정 및 추적을 하는 연구에 도움이 될 것 이라 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] S. Gauthier, E. Hung, W. Chamma, "Surveillance Through Concrete Walls," Technical Memorandum, DRDC Ottawa TM 2003-233, Canada, pp. 1-66, DEC.2003.
- [2] 여봉구, 이병진, 김승우, 염문진, 김경석, "IR-UWB 레이더 환경에서 적응형 다중 목표물 추정 알고리즘", 한국 위성정보통신학회논문지.
- [3] 백인석, 정문권, 조성호. "IR-UWB Radar 시스템에서 특이값 분해를 이용한 클러스터 신호 제거 알고리즘의 연산속도 향상 기법." 한국통신학회논문지, 38.1 (2013.1): 89-96.
- [4] Van-Han Nguyen, Jae-Young Pyun, " Location Detection and Tracking of Moving Targets by a 2D IR-UWB Radar System," March, 2015.
- [5] SangHyun Chung, Naoki Mitsumoto, Jeol W. Burdick, "An algorithm for UWB radar-based human detection", California of Technology, April 12, 2010.
- [6] 김진호, 백인석, 조성호. (2012.2). IR-UWB에서 수신거리에 따른 신호세기 감쇄보상 알고리즘. 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 282-283.
- [7] S. M. Yano, "Investigating the ultra-wideband indoor wireless channel," in Proc. IEEE Veh. Technol. Soc., Conf. (VTC) Spring, vol. 3, pp. 1200-1204, May. 2002.
- [8] 박요한, 김남문, 김영익. (2016.1). IR-UWB Radar 신호의 Peak 값을 이용한 거리 추정 기법. 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 189-190.
- [9] Seung-Ho, Cho, Soon.Shin, I.O.Lee, Jang-Myung, Lee., "Localization System Using the Ultrasonic", Pusan University.
- [10] Frank Klinker, "Exponential Moving Average Versus Moving Exponential Average", Germany, 2010.

저자

김 승 우(Seoung-Woo Kim)



- 2015년 2월 : 한남대학교 정보통신공학과 공학사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전자통신공학과 석사과정

<관심분야> : 전자통신, 위성통신, 전파신호처리, IR-UWB 레이더 신호처리

정 원 호(Won-Ho Jeong)



- 2013년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 석사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전자통신공학과 박사과정

<관심분야> : 전파전파, MIMO 무선 채널, 채널 모델, 위성통신, 무선 통신 암호화 알고리즘

여 봉 구(Bong-Gu Yeo)



- 2015년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 공학사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전자통신공학과 석사과정

<관심분야> : 위성 통신 분석, 무선 통신 암호화 알고리즘, IR-UWB 레이더 신호처리

김 경 석(Kyungseok Kim)



- 1989년 1월 ~ 1998년 12월 : 한국전자통신연구원 무선통신연구단 선임연구원
- 1999년 1월 ~ 2002년 3월 : University of Surrey(영국) 전기전자공학과 대학원 졸업(공학박사)
- 2002년 2월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원 이동통신연구단 책임연구원

· 2004년 9월 ~ 2005년 2월 : 전북대학교 생체정보공학부 전임강사

· 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 부교수

<관심분야> : 5G Massive-MIMO, 전파채널모델링, 위성보안망분석, Cognitive Radio, 전력선통신, 가시광통신, 디지털라디오, 전파감시/관리시스템