

수동 소나 시스템에서 Pruned GSFFT를 이용한 신호 탐지 기법

신중우*, 이영준*, 김형남*

* 부산대학교 전자전기공학부

A novel signal detection method based on the Pruned GSFFT in Passive SONAR System

Jong-Woo Shin*, Young-Jun Lee*, Hyoung-Nam Kim*

* School of electrical engineering, Pusan national university

E-mail: hnkim@pusan.ac.kr

요 약

고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 기반으로 한 에너지 탐지는 수동 소나 시스템에서 목표물의 방위각을 추정하는 신호처리 기법이다. 하지만, 협대역 신호를 실시간으로 탐지할 경우, FFT를 이용한 전 대역 스펙트럼의 관찰은 불필요한 주파수 대역의 연산으로 인한 연산량 낭비를 초래할 뿐만 아니라 광대역 잡음에 의한 수신신호의 품질 저하를 야기한다. 이에 본 논문에서는 PGSFFT(Pruned General Sliding Fast Fourier Transform)를 이용한 주파수 영역 신호 탐지 방법을 제안하고 연산량 측면에서 알고리즘의 효율을 분석하였다.

I. 서론

수동 소나 시스템은 목표물이 방사하는 수중 음향 에너지를 탐지하여 목표물의 존재 여부 및 방위각 등을 추정한다. 에너지 탐지는 주파수-방위각(FRAZ) 분석을 통해 이루어질 수 있다. 주파수-방위각 분석 기법 중의 하나인 부대역 에너지 탐지(Subband energy detection)는 빔형성을 통해 얻어지는 각각의 방위각 신호에 대해 개별 주파수 성분의 크기를 비교하여 신호의 방위각을 효과적으로 추

정할 수 있다 [1].

수동 소나 환경에서는 신호원으로부터 방사되는 기계음 등의 신호가 협대역의 특성을 가지므로 모든 주파수 대역의 관찰이 불필요하다. 주파수 영역의 신호를 얻기 위한 고속 푸리에 변환은 모든 주파수 대역의 신호를 효과적으로 연산할 수 있지만 목표물 탐지에서와 같이 실시간 신호처리를 필요로 하거나 주파수 스펙트럼의 일부분만을 필요로 하는 시스템에서는 효과적이지 못하다. 따라서, 본 논문에서는 협대역 신호의 실시간 에너지 탐지를 위해 실시간 주파수 연산과 국부 주파수 연산이 동시에 가능한 PGSFFT를 이용한 에너지 탐지 기법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 PGSFFT를 이용한 에너지 탐지 기법을 제안하고, 3장에서는 연산량 효율에 대한 결과를 나타내었다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

II. PGSFFT를 이용한 신호 탐지

PGSFFT는 그림 1에서 보인 것과 같이 기존의 N 개의 시간 영역 입력 신호에서 L 개의 신호만을 갱신하여 주파수 스펙트럼의 일부분만을 계산하는 효과적인 알고리즘이다. 실시간 연산에 효과적인 GSFFT와 주파수 스펙트럼의 일부분만을 연산하기 위한 TD를 결합하여 두 알고리즘의 장점을 모두 가

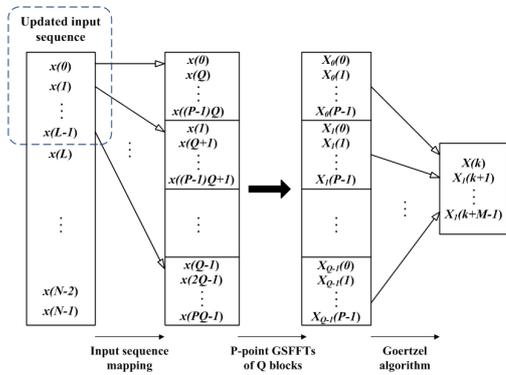


그림 1. Pruned GSFFT 알고리즘

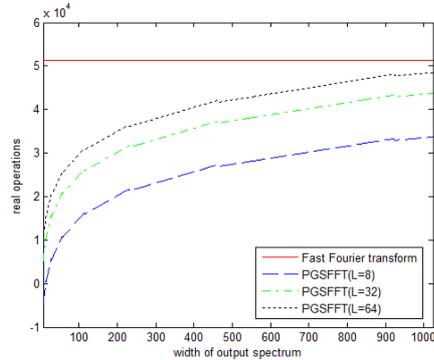


그림 3. PGSFFT와 FFT의 연산량 비교

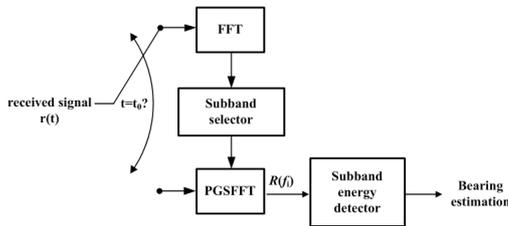


그림 2. Pruned GSFFT를 이용한 신호 탐지

질 수 있다. 관찰하고자 하는 주파수 스펙트럼 성분의 개수가 M 개 이고 Q 개의 블록에서 P 길이의 GSFFT를 수행한다고 할 때, 실수 연산의 총 개수는

$$OPR = 5N \log_2 \left(\frac{LP}{Q} \right) + 10(N-L) + 6 \frac{MN}{P} + 2M \quad (1)$$

이 된다.

그림 2는 PGSFFT를 이용한 부대역 에너지 탐지 기법을 나타낸다. 일반적으로 수동 환경에서는 수신되는 신호에 대한 사전 정보를 가지고 있지 않는다. 따라서 협대역 신호가 존재하는 대역을 찾기 위해 모든 대역의 스펙트럼을 연산하는 FFT와 협대역 신호가 존재하는 대역이 추정된 후 실시간 국부 스펙트럼 연산이 이루어지는 PGSFFT로 구성된다. 이를 통해, 각 방위각에 대한 국부 주파수 성분을 비교함으로써 방위각을 효과적으로 추정할 수 있다.

III. 실험결과

PGSFFT의 연산 효율을 알아보기 위해 radix-2 FFT 알고리즘과 비교하였다. 그림 3은 출력되는 스펙트럼의 길이에 따른 PGSFFT의 연산량을 보여준다. PGSFFT는 갱신되는 입력 신호의 길이와 출력되는 스펙트럼의 길이가 짧을수록 연산의 효율이 좋아지는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 실시간 연산과 주파수 스펙트럼의 부분적인 연산을 위한 신호처리 기법인 PGSFFT를 이용한 에너지 탐지 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 협대역 신호를 탐지하는 경우, 잡음만을 포함한 주파수 성분의 연산을 줄임으로써 연산량 측면에서 효율성을 높일 수 있고 방위각 탐지의 성능 향상에도 기여할 수 있음을 보여준다.

참고 문헌

- [1] M. Bono, R. Bethel, and P. McCarty, "Subband energy detection methods in passive array processing", proc. of adaptive sensor array processing Workshop, MIT Lincoln Laboratory, 2001.
- [2] C. E. Ha, W. J. Kim, D. W. Do, D. H. Lee, and H. N. Kim, "Fast partial frequency spectrum computation for real-time information acquisition system", IASTED Technology conferences, Nov. 2010.