

추정된 사후에러를 이용한 새로운 적응형 Normalized-LMS 알고리즘

최진용, 백종섭, 서중수
연세대학교 전기전자공학과
E-mail : jeoney@yonsei.ac.kr

A Novel Adaptive Normalized-LMS Algorithm Based on Estimated a Posteriori Error

Jin-Yong Choi, Jong-Seob Baek and Jong-Soo Seo
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

<요 약>

본 논문에서는, 추정된 사후에러(posteriori error)를 이용한 새로운 적응형 Normalized-LMS 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 수렴상수(step-size)의 변화에 따른 정상상태의 오차(Steady-State Mean Square Error: SSMSE)와 추적 능력의 트레이드오프를 최소화한다. 제안 알고리즘의 원리는 기존의 NLMS 알고리즘에서 사전에러(priori error) 대신에 사후에러(posteriori error)를 이용하여 탭 계수를 업데이트 한다. 또한 입력신호의 전력에 더하여 수렴상수의 발산을 막기 위한 상수값을 사후에러의 확률 기울기를 이용하여 적응적으로 변화시켜서, 수렴상수의 변화에 따른 MSE(Mean Square Error)의 변화량을 최소화한다. 전산 모의 실험을 통해, 제안 알고리즘은 기존의 NLMS 알고리즘보다 더 빠른 수렴성능을 보이며 수렴상수의 변화에 의한 영향을 적게 받기 때문에 성능이 더 우수함을 확인하였다.

1. 서 론

LMS 알고리즘을 이용한 적응 알고리즘은 확률 기울기(stochastic gradient)에 기반을 두고 있으며, 계산이 간단하고, 구현의 용이성 때문에 가장 널리 사용되고 있다[1]. 하지만 LMS 알고리즘은 가중치 벡터가 탭 입력벡터에 직접 비례하므로 입력벡터가 커지면 기울기 잡음이 증폭되어 성능이 열화되는 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위한 LMS 알고리즘의 변형된 형태로 NLMS(Normalized-LMS) 알고리즘이 있다.

NLMS 알고리즘은 입력신호의 크기에 상관없이 적응 필터의 계수를 적응시킬 수 있기 때문에 기울기 잡음의 증폭 문제가 생기지 않는다. 또한 LMS와 비교해서 NLMS의 장점은 입력신호 분포의 변화에 덜 민감하기 때문에 비정상체(non-stationary) 환경에 더 적합하다. LMS 알고리즘을 이용한 적응 알고리즘은 구현상의 간단하고, 강인하다. 또한 안정성(stability)과 빠른 수렴성능을 나타내는 장점이 있어 LMS 알고리즘과 마찬가지로 널리 사용되고 있다[3].

기존의 NLMS 알고리즘은 고정된 수렴상수(Step-size)를 가지고, 적응 필터의 계수를 업데이트 한다. 수렴상수는 수렴특성, 안정도, 그리고 정상상태의 오차(Steady-State Mean Square Error : SSMSE)를

결정하는 요소로서, 이를 작게 하면 정상상태의 오차를 작게 할 수 있고 잡음의 영향에 덜 민감하게 되며, 크게 하면 빠른 추적 능력을 갖게 된다[2]. 이와 같은 트레이드오프를 최소화하기 위해 수렴상수를 변화시키는 변형 수렴상수(Variable Step-size: VS) 알고리즘이 제안되었다[4]. 또한 입력신호의 전력에 더하여 수렴상수의 발산을 막기 위한 상수값을 사후에러의 확률 기울기를 이용하여 적응적으로 변화시켜서, 수렴상수의 변화에 의한 영향을 적게 받기 위한 GNGD(Generalized Normalized Gradient Descent) 알고리즘이 제안되었다[5].

본 논문에서는 기존의 NLMS 알고리즘에서 사전에러 대신에 추정된 사후에러를 이용하였고, 수렴상수(Step-size)의 변화에 따른 정상상태의 오차(SSMSE: Steady-State Mean Square Error)와 추적 능력에서의 trade-off 를 최소화하기 위해 입력신호의 전력에 더하여지는 상수값을 사후에러의 확률 기울기를 이용하여 적응적으로 변화시켰다. 그리고 입력신호 앞부분에서는 수렴상수를 크게하여 빠른 추적 능력을 갖게 하였으며, MSE가 수렴한 후 수렴상수를 작게하여 정상상태의 오차를 작게 한 Hybrid 형태의 구조를 통해 기존의 NLMS 알고리즘보다 훨씬 빠른 추적 능력을 보였다.

2절과 3절에서는 기존 NLMS 알고리즘과 기존 GNGD 알고리즘에 대해 다루었으며, 4절에서는