

이동 윈도우 상태추정 필터의 다양한 표현과 특성 비교

김수열, 김평수*

한국공학대학교

*pskim@tukorea.ac.kr

Diverse Expressions of Moving Window State Estimation Filter and Their Comparison

Su Yeol Kim, Pyung Soo Kim*

Tech Univerisy of Korea

요 약

본 논문에서는 잡음이 있는 이산 시간 상태 공간 모델에 대해서 이동 윈도우 상태추정 필터를 유도 방법과 표현 방법, 그리고 적용된 최적화 방법을 기준으로 분류를 한다. 아울러, 다양한 관점에서 이들을 비교 분석한다.

I. 서 론

필터를 사용한 상태 추정은 잡음이 있는 동역학 시스템에 대한 제어 이론 및 신호 처리 연구에서 직면하는 근본적인 문제 중 하나이다[1]. 상태 추정 필터에는 잘 알려진 칼만 필터와 이동 윈도우 상태추정 필터로 구분할 수 있다. 칼만 필터는 과거의 모든 관측 정보를 사용하는 무한기억구조임에 반해 이동 윈도우 상태추정 필터는 과거의 일부 정보만 사용하는 유한기억구조이다[2][3]. 다시 말해서, 이동 윈도우 추정 필터는 정해진 크기의 윈도우가 이동하면서 현재의 값을 추정한다. 본 논문에서는 잡음이 있는 이산 시간 상태 공간 모델에 대해서 상태 추정을 위한 이동 윈도우 상태추정 필터를 유도 방법과 표현 방법, 그리고 적용된 최적화 방법을 기준으로 분류를 한다. 아울러, 윈도우 초기 상태에 대한 처리, 잡음 공분산에 대한 처리, 프로세싱, 지연에 대한 허용, 시스템 행렬의 역행렬 처리 등의 측면에서 이들을 비교한다.

II. 본론 및 결론

상태 추정을 위한 이동 윈도우 상태추정 필터를 다음과 같이 분류할 수 있다.

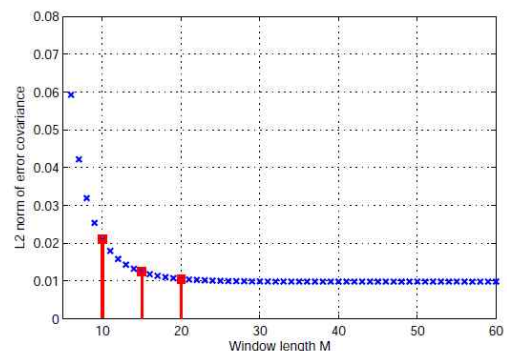
표현 기법	유도 기법 및 최적화 기법
Iterative form	칼만필터로부터 유도
Matrix form	Best Linear Unbiased Estimation
	Maximum Likelihood Estimation
	Bayesian Estimation
	Forgetting Factor Least Square Estimation
Sigma form	칼만필터로부터 유도
Smoothing form	Best Linear Unbiased Estimation

아울러, 이들의 분류를 기반으로 다음과 같이 다양한 관점에서 비교분석을 수행한다.

- 윈도우 초기 상태에 대한 처리 측면
- 잡음 공분산에 대한 처리 측면
- 프로세싱 측면

- 지연에 대한 허용 측면
- 시스템 행렬의 역행렬 처리 측면

아울러, 이동 윈도우 상태추정 필터에서는 윈도우 길이를 선택하는 것이 중요한 이슈 중의 하나이다. 선택 방법 중의 하나로 오차 공분산 행렬의 L2 Norm으로부터 적절한 값을 선택할 수 있다.



<그림 1> L2 Norm으로부터 윈도우 길이 선택

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2022-RS-2022-00156326)

참 고 문 헌

- [1] M. Grewal, "Applications of Kalman filtering in aerospace 1960 to the present," IEEE Control Systems Magazine, vol. 30, no. 3, pp. 69-78, 2010.
- [2] Y. S. Shmaliy, S. Zhao, and C. K. Ahn, "Unbiased finite impulse response filtering: An iterative alternative to Kalman filtering ignoring noise and initial conditions," IEEE Control Systems Magazine, 37(5), pp. 70-89, 2017.
- [3] Pyung Soo Kim, "Diverse derivation methods and expressions of discrete-time finite memory structure filter," Engineering Letters, vol. 29, no. 2, pp.658-667, 2021.