

터널 환기 시스템을 위한 유전자 알고리즘 기반의 퍼지 제어기 설계

주 백 석, 김 동 남, 홍 대 희[†], 박 주 영^{*}, 정 진 택, 김 태 형^{**}

고려대학교 기계공학과, ^{*}고려대학교 제어계측공학과, ^{**}건설기술연구원

GA-based Fuzzy Controller Design for Tunnel Ventilation Systems

Baeksuk Chu, Dongnam Kim, Daehie Hong[†], Jooyoung Park^{*}, Jin Taek Chung,
Tae-Hyung Kim^{**}

Department of Mechanical Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea

^{*}Department of Control and Instrumentation Engineering, Korea University, Chungnam 339-700, Korea

^{**}Korea Institute of Construction Technology, Kyungee, 411-712, Korea

(Received October 10, 2004; revision received October 10, 2004)

요 약

터널 환기시설의 적절한 운전은 터널을 통과하는 운전자에게 쾌적한 환경과 안전한 운전 조건을 제공한다. 그러나 이러한 터널 환기시설을 구동하기 위해서는 상당히 많은 양의 에너지가 소비되기 때문에 효과적인 운전 알고리즘이 도입된다면 에너지 감소 측면에서도 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

도로 터널 환기의 주요 대상은 크게 CO 오염도와 VI(visibility index, 가시도)로 구분된다. CO는 가솔린을 주요 연료로 하는 중소형차종에 의해 주로 배출되며 그 양이 기준 허용량 이상으로 터널 내에 존재할 경우 운전자의 인체에 치명적인 손상을 입힐 수 있다. 디젤을 주 연료로 하는 대형 및 특수 차량에 의해 배출되는 매연은 VI 감소에 가장 큰 영향을 끼친다. 악화된 VI 하에서 운전자의 운전 능력은 크게 감소될 수 있으며 이것은 운전자의 안전과 직결된다. 그리고 이러한 오염도를 적절한 수준으로 유지하기 위해 구동하는 환기용 팬에 소요되는 에너지 소비 역시 터널 환기제어에서 주요하게 다루어져야 할 대상이다.

터널 환기제어를 위해 사용되는 가장 대표적인 제어기법은 FLC(fuzzy logic controller)를 이용한 방법이다. 터널은 이동하는 오염원에 의해 오염물이 배출되고 오염물질이 지연시간을 가지고 천이되는 등 매우 복잡하고 비선형적인 특성을 갖는다. 이런 경우 기존의 정량적인 방법으로는 해석하기가 어려우며 이런 경우에 사용되는 방법이 퍼지 제어기법이다. 본 논문에서 사용되고 있는 기본 알고리즘 역시 FLC를 이용한 것이다. FLC의 멤버십 함수는 입력항으로 터널 내부의 오염도와 터널을 통과하는 차량에 의한 오염물 배출량으로 구성된다. 그리고 출력항은 팬 가동 대수의 증가량이 된다.

본 논문에서는 기존의 FLC에서와 같이 단순히 경험에 의존하거나 시행착오적인 방법으로 FLC를 설계하는 것이 아니라 GA(genetic algorithm)를 통하여 '최적화'의 관점에서 FLC를 재구성하였다. 다시 말해서 GA를 적용할 때 목적함수(objective function)에 오염도 감소와 더불어 에너지 소비에 관한 항을 추가함으로써 두 가지 제어목적 동시 달성하도록 제어를 설계하였다. 마지막으로 제시된 알고리즘이 대상 터널에 적용되는 시뮬레이션 결과를 보여주고 GA를 이용한 FLC가 기존의 FLC보다 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다.