

■ 연구과제 요약문

과제명(기간)	자율 협업기반 열차 경로설정 및 경합해소 알고리즘 임베디드 구현 (2019.10.01. ~ 2019.12.13.)
연구책임자	홍 성 필 (sphong@snu.ac.kr)
개요	- 본 연구는 고장, 지연 등의 상황이 실시간으로 발생하는 상황에서 관리자의 개입 없이 각 열차가 스스로 경로 및 스케줄을 조정함으로써 대규모의 복잡한 시스템에서도 안정적이고 효율적으로 운영이 가능한 새로운 열차제어 방법론의 개발과 이를 실험하기 위한 테스트베드 구축, 구체적인 알고리즘의 성능평가를 목표로 하였다. - 열차 제어 방법론은 크게 열차가 사용하는 자원을 결정하는 거시적인 최적화 문제와 열차의 운행속도 등을 조절하는 미시적인 문제로 나뉜다. 이러한 대규모 시스템을 미거시 통합 관점에서 최적화할 경우, 계산적인 어려움이 발생한다. 이를 해결하는 하나의 방법은 다중의 에이전트에 의해 의사결정이 이루어지는 자율 시스템을 고려하는 것이다. 이 경우 자율 시스템에서 에이전트가 내린 의사결정이 서로에게 영향을 미치는 상황을 모형화해야 하며, 이러한 상황은 분산 제약 최적화 문제(DCOP)의 하나로 모형화가 된다. - 자율 시스템의 경우 각 에이전트가 시스템 운영을 위한 모든 정보를 고려하지 않고 필요한 일부 정보만을 이용해 의사결정을 내리기 때문에 빠르게 의사결정을 할 수 있지만, 모든 정보를 고려하지 못하기 때문에 에이전트의 선택 결과가 시스템의 최적성에서 크게 벗어날 가능성이 있다. 따라서 대규모 시스템을 자율 시스템으로 운영하고자 할 때 각 에이전트의 결정이 효율성을 최대한 보장할 수 있도록 시스템을 설계해야 한다. 이를 위해서는 에이전트들이 시스템 효율성을 높이는 공통된 목표를 달성할 수 있도록 중앙 시스템과 에이전트 사이의 의사결정 권한의 경계를 최적화하는 동시에 에이전트들이 정보를 공유하며 협업하도록 시스템을 설계해야 한다. - 본 연구에서는 이러한 분산제약 최적화 문제를 열차 제어 방법론에 더 효율적으로 적용하기 위해 열차 운행 시 발생하는 경합과정을 세 가지 시나리오로 추상화하였다. 또한 추월, 경로변경, 회차의 세 가지 추상화된 시나리오에서의 대응방식을 제시하고 대응시의 효과를 분석하였다.
연구개발 결과	- 본 연구에서는 실시간으로 각 열차들이 자율적으로 경합해소 문제를 해결하는 알고리즘을 개발하였다. 이 때 열차들 간의 자율협업을 기반으로 하여 전체 시스템 관점에서의 총 지연시간을 최소화할 수 있도록 한다. 알고리즘은 이례상황 발생 인식/이례상황 분류/대안 생성/대안 파급효과 예측/대안선택의 5단계 과정을 거쳐 자율적으로 자신의 주행 스케줄을 조정한다. - 본 연구에서는 문제를 열차단위로 분산화 하여 해결할 뿐만 아니라 분류된 시나리오에 따라 대응방식을 제시하여 계산시간을 실제 열차에서 사용할 수 있는 수준으로 줄였다. 각각의 분산된 문제를 열차끼리의 협업을 통해 품으로써 전체 시스템의 목표인 총 지연시간 단축을 더 효과적으로 이룰 수 있게 하였다. - 실험 결과 본 연구팀에 제시한 알고리즘을 사용한 경우 98%의 환경에서 열차의 지연시간이 기존 알고리즘을 사용하였을 때보다 목표치인 25%이상 개선되는 것을 확인할 수 있었으며 현업에서 사용할 수 있는 수준의 계산시간안에 계산이 완료되는 것을 확인할 수 있었다.
활용분야 및 기대효과	- 본 연구에서는 대규모 시스템 운영을 위한 다중 에이전트 시스템을 구체화하고 실제 산업 응용에 적용함으로써, 이러한 산업에서의 시스템 확장성, 보안성 등을 확보할 수 있을 것으로 보인다. 또한 경제적인 측면에서도 중앙 제어를 위한 지상 설비들의 투자비용을 감소시킬 수 있을 것으로 보이며, 시스템 운영의 대부분을 기기가 처리함으로써 운영자의 편의성 향상 또한 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 추가적으로 지금까지의 다중 에이전트 시스템은 단지 중앙 제어 시스템을 분산 처리하는 데 초점이 맞추어져 있었는데, 본 연구에서는 각 에이전트가 인공지능을 갖춘 개체로서 스스로 의사결정을 내리는 동시에 시스템 효율성 또한 추구하는 것을 목표로 한다. 즉, 본 연구를 통해 4차 산업혁명에 맞는 진정한 인공지능 관점에서의 다중 에이전트 시스템의 기반을 마련할 것으로 생각된다.