

철도차량 유지보수 주기 최적화 방안 연구

A Study on the Maintenance Periods Optimization of Rolling Stock

*#편장식¹, 정종덕¹, 박기준²

*#J. S. Pyun(jspyun@krri.re.kr)¹, J. D. Chung¹, K. J. Park²

¹한국철도기술연구원 도시철도표준화연구단, ²한국철도기술연구원 저심도경전철연구단

Key words : Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Maintenance Periods Optimization

1. 서론

철도차량 유지보수 분야는 지금까지 운영경험과 축적된 유지보수기술력을 RCM 기반으로 한 단계 높은 선진화된 방식으로 관리하기 위해 정부 및 관련 연구기관의 인식제고와 함께 적극적인 연구가 진행되고 있다. 철도차량의 유지보수 활동을 체계적이고 과학적인 접근 방법을 활용하여 유지보수 주기의 체계적이고 합리적인 조정에 대한 방법을 연구하고 있다.

철도차량 시스템을 운영하는 선진국의 경우 장치의 고장특성과 발생확률을 고려하여 정비검수 주기를 수립하고 있으나, 국내의 경우 정비검수 주기는 제작사에서 제공한 자료에 따라 그 주기를 결정하여 정비검수 하도록 되어 있다. 그러나 거대하고 복잡한 장치의 검수주기를 고장특성에 따르지 않고 제작사로부터 제공된 데이터만을 기준으로 정비주기를 결정하는 것은 도시철도차량 시스템 전체에 대한 가용성 향상 및 고장 예방에 효과적이지 못하다.

철도차량은 전기, 기계적으로 결합된 매우 복잡한 구조를 가진 대형시스템으로 대량수송에 따른 안정성의 확보가 중요하고, 장시간 수명주기(life cycle)를 갖기 때문에 초기 도입비용보다 유지보수 비용이 많은 비중을 점유하고 있다. 철도는 유지보수 결함으로 인한 대형사고 발생은 인명피해 및 막대한 재산 손실로 사회 안전과 환경에 큰 영향을 미치는 것으로 평가되고 있으며, 철도의 유지보수에 있어서 합리적인 검수주기 마련과 반복적 사고/고장의 원인 규명이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 철도차량의 안정성 확보와 경제적 제약 문제를 동시에 해결하기 최적 예방정비주기를 산출하고 철도 유지보수에 적용방안에 대해 연구하였다.

2. 본론

예방정비주기 최적화에 있어 시스템의 유지보수 활동은 시스템이 고장이 나기 전에 미리 교체하는 예방정비(preventive maintenance)와 고장 발생 후 교체하는 고장정비(corrective maintenance)정책이 있다. 이러한 경우 교체 시간을 결정하는 기준은 여러 가지가 있다. 주로 총비용을 최소로 하거나 목표신뢰도를 최대로 하는 교체 정책이 이용된다. 신뢰성 이론에서 적용되는 대표적인 교체 정책은 연령교체(age replacement)와 블록교체(block replacement)가 있다. Fig. 1은 연령교체 정책을 나타내며, 시스템이 유지보수주기인 T_p 시점까지 고장이 나지 않으면 그 시점에서 예방정비를 하고, T_p 이전에 고장이 나면 즉시 고장정비를 하는 교체방법으로 교체 후, 시스템은 다시 초기 상태의 고장률을 갖는다. 철도 차량의 교체정책은 교체 후, 시스템이 수리를 포함하지 않는 단순 교체로 최신의 상태로 회복되는 것으로 정의하며, 철도 차량의 최적 예방정비주기 산출은 연령교체 비용모델을 적용한다.

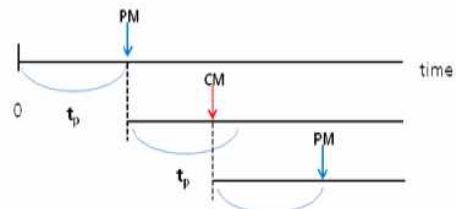


Fig. 1. Age replacement policy

유전자 알고리즘(GA)은 집단 유전학의 개체 진화 원리를 이용하는 확률적인 탐색 기법으로써 탐색영역이 매우 넓고 복잡한 문제에 대한 최적화에 널리 쓰이는 기법이다. 유전자 알고리즘은

Holland에 의해 소개되었으며, Goldberg에 의해 더 욱더 발전되었다.

전통적인 유전자 알고리즘에서는 크로모솜(chromosome)의 각 유전인자(gene)들이 0 또는 1의 값을 갖는 이진 인코딩 방법이 많이 사용되며, 초기에 정해진 수의 해집단은 이러한 이진 인코딩을 거치게 된다. 먼저 해집단의 해의 수 n 개의 해를 임의로 생성한 후, 이 해집단으로부터 k 개의 새로운 해를 만들어 내는데 각각의 해는 선택(selection), 교차(crossover), 돌연변이(mutation), 대치의 단계를 거쳐 만들어진다.

유전 알고리즘이 정지하기 위한 대표적인 두가지는 알고리즘의 repeat-until 루프를 일정 횟수만큼 수행한 다음 정지시키는 방법과 해집단에 있는 해들이 다양성이 어느 정도 이하로 떨어지는 시점에 정지시키는 방법이 있다. 다양성이 떨어지는 것을 판단하기 위해서는 해집단 내의 염색체들 중 대부분이(예를들면 70%) 똑같은지를 확인하는 경우가 일반적이다. repeat-until 루프를 일정 횟수만큼 수행한 다음 정지하도록 설계된 경우라도 그 정도면 해들이 수렴할 것이라는 경험적 짐작이 있어야 한다.

유지보수 주기 최적화는 작업관리 시스템의 고장이력정보, BOM정보, 부품비용정보를, 내부적으로는 신뢰성 정보관리 시스템의 신뢰성 산출정보를 입력받아 목표신뢰도정보, 최적정비주기 정보 등을 산출한다. Fig. 2는 유지보수 주기 최적화 시스템을 나타낸 것이다.

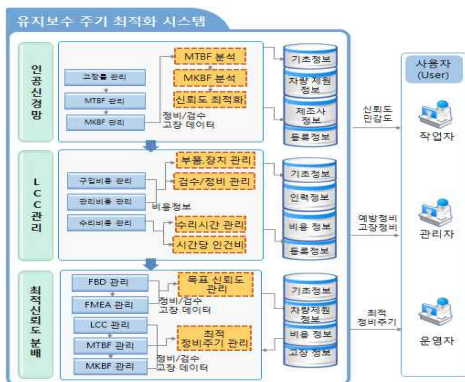


Fig. 2. Maintenance Periods Optimization System

3. 결론

철도차량은 차종별로 차이는 있지만 수만개의 전기, 전자 및 기계부품들로 구성되어 있다. 이 모든 부품들에 대해 최적의 유지보수주기를 산출하는 것은 가능하나, 그 것을 실질적으로 유지보수 업무로 실행하는 것을 유지보수 설비, 인원 등의 제약으로 인해 불가능하다. 철도차량과 같이 복잡한 시스템의 안정성 확보와 경제적 제약을 동시에 만족하는 유지보수 시스템 개발을 위한 유지보수 주기 최적화기법을 제안하였다. 비용모델을 이용하여 유지보수를 효율적으로 수행할 수 있도록 유전자 알고리즘을 적용하여 목표신뢰도와 유지보수비용을 최적화 할 수 있는 유지보수주기를 구할 수 있도록 하였다.

제안한 최적화 기법을 바탕으로 보다 더 많은 부품 또는 장치들에 대한 최적의 유지보수주기를 통해 유지보수 인원, 설비 등을 고려한 최적화를 수행하면 신뢰도에 의한 안전성확보와 유지보수 비용 절감을 통해 운영효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Korea Railway Research Institute, "The study on maintenance and development of urban rolling stock standardization.", the 2012 research report, 2012.06.
2. K. M. Lee, D. H. Shin, J. H. Lee, "Study on the Maintenance period allocation method for railway signal equipment", Korean Society for Railway, 2008.
3. Chaichan Chareonsuk, Nagen Nagarur, Mario T. Tabucanon, "A Multicriteria Approach to the Selection of Preventive Maintenance intervals", Industrial Systems Engineering, Asian Institute of Technology, 1998.
4. Goldberg DE, "Genetic Algorithms in search. Optimization and machine learning", New York, Addison-Wesley, 1989.
5. Holland JH, "Adaptation in Natural and Artificial Systems", Ann Arbor University of Michigan, 1975.