

KTMSYS 틀림진전예측모델 알고리즘 개선을 위한 연구

A Study for Improvement of Deterioration Prediction Algorithm

박상현*[†], 서보필*, 전일식**, 심광섭**

Sang-hyun Park *[†], Bo-pil Seo*, Il-sik Jeon**, Kwang-sub Shim**

Abstract Forecasting Module of KTMSYS is set up to establish the foundation of preventive maintenance on the basis of the track defect data. Although Track Inspection Vehicles have changed from the EM-120 to EM-140K and ROGER-1000K after the initial research and development, algorithmic improvements have not been succeeded.

This study, improve existing algorithms based on the new detection data and introduces methods for application to the forecasting

Keywords : KTMSYS, Track defect, Forecasting mudule

현재 경부고속선 1단계 유지보수를 위해 사용되고 있는 KTMSYS(한국형궤도관리시스템)의 틀림진전예측모델은 궤도검측데이터를 기반으로 궤도상태의 틀림을 분석해 사전 예방보수의 기반을 마련하기 위해 구축되었다. 하지만 시스템 구축 당시 궤도검측데이터의 기반이 되었던 궤도검측차량이 EM-120에서 현재 EM-140K와 ROGER-1000K로 변경되어 적용되어 있으나, 초기 연구개발 이후 이에 대한 알고리즘 개선은 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 신규 검측차량의 궤도검측데이터를 기반으로 기존의 알고리즘을 개선하여 틀림진전예측모델에 적용하기 위한 방안을 소개한다.

주요어 : KTMSYS, 궤도검측, 틀림진전예측모델

1. 서론

KTMSYS에 적용되어 있는 틀림진전예측모델은 기존에 사용하던 EM-120 검측차량의 검측 데이터를 가공해 분석 데이터로 활용했다. 하지만 최근에는 ROGER-1000K와 EM-140K로 검측차량을 운행해 궤도의 틀림 상태를 검측하고 있다. 지난 2014년도에 KTMSYS의 일부 모듈을 수정해 신규 검측차량에 대한 궤도검측데이터의 그래프와 TQI 및 틀림 상태를 조회 가능하도록 적용 했으나 틀림진전예측모델에는 신규 검측차량의 데이터를 적용되지 못해 기존 데이터로만 예측을 수행하고 있는 상태이다.

† 교신저자: (주)휴니드테크놀러지스 연구소(styliano@huned.com)

* (주)휴니드테크놀러지스 연구소

** 한국철도공사

새로운 검측차량의 검측데이터에 대해 기존의 틀림진전예측모델의 알고리즘이 정상적으로 작동 하는지에 대한 확인이 이루어지지 않고 있으며 과거 개발했던 알고리즘에 대한 개선이 필요한 상황이다.

본 연구에서는 기존에 사용하던 EM-120 검측데이터를 활용하여 기존의 틀림진전예측 알고리즘과 개선된 알고리즘 방식을 소개하고 신규 검측차량인 EM-140K와 ROGER-1000K의 검측데이터가 틀림진전예측모델에 사용 가능한지 여부를 기술한다.

2. 본 론

2.1 틀림진전예측 알고리즘 개선

2.1.1 기존 알고리즘

현재 KTMSYS 틀림진전예측의 기본 알고리즘은 선형회귀분석을 적용한다. EM-120 검측차량의 로우데이터를 기반으로 1회 검측마다 미리 정의된 구간의 궤도상태를 대표하는 TQI를 산출해 누적한다. TQI는 면틀림 표준편차, 줄틀림 표준편차, 면틀림을 활용한 FRA 방식 등을 적용해 계산하고 개별적으로 관리 및 누적한다. 누적된 TQI를 틀림진전예측모델에 적용해 시간의 흐름에 따른 이후의 궤도상태를 예측하고 있다.

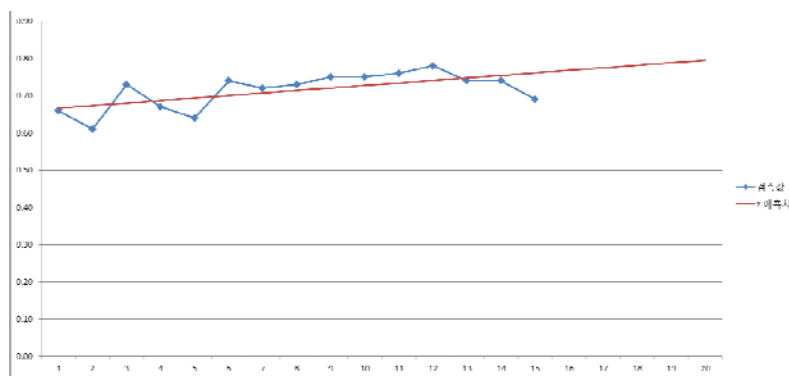


Fig. 1 Graph of Forecasting Model (Old)

2.1.2 알고리즘 개선

현재 사용하고 있는 틀림진전예측모델은 단순 선형회귀분석의 방법을 취하고 있다. 하지만 실제 궤도의 상태를 측정한 데이터는 위치정보의 오차, 검측 당시의 기상상황 등 다양한 외부환경의 영향을 받게 된다. 이로 인해 검측 후 실제 TQI를 산출하게 되면 노이즈 성격으로 보이는 값이 간혹 나타나게 된다. 이를 보완하기 위해 1차 틀림진전예측 진행 후 산출된 결과값을 기본으로 검측값의 예측치를 계산하고 해당 값이 상/하위 3-Sigma를 벗어나는지를 확인한다.

가장 기본적인 회귀분석 모델인 선형 회귀모델의 수식은 식 (1)과 같이 표현된다.

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x \quad (1)$$

단, \hat{Y} : Y 예측값

x : 시간의 경과

β_0 : 절편

β_1 : 기울기

필터링을 위한 하한치는 Y의 예측값 - 3 * Y값 표준편차로 계산하며,
필터링을 위한 상한치는 Y의 예측값 + 3 * Y값 표준편차로 계산한다.

Table 1 Lower / Upper Limit of New Forecasting model

Seq (x값)	검측값 (Y값)	Y 예측치	하한값 (3-Sigma)	상한값 (3-Sigma)
1	0.66	0.6668	0.5253	0.8082
2	0.61	0.6735	0.5320	0.8150
3	0.73	0.6803	0.5388	0.8217
4	0.67	0.6870	0.5455	0.8285
5	0.64	0.6938	0.5523	0.8352
6	0.74	0.7005	0.5590	0.8420
7	0.72	0.7073	0.5658	0.8487
8	0.73	0.7140	0.5725	0.8555
9	0.75	0.7208	0.5793	0.8622
10	0.75	0.7275	0.5860	0.8690
11	0.76	0.7343	0.5928	0.8757
12	0.78	0.7410	0.5995	0.8825
13	0.74	0.7478	0.6063	0.8892
14	0.74	0.7545	0.6130	0.8960
15	0.69	0.7613	0.6198	0.9027
16		0.7680	0.6265	0.9095
17		0.7748	0.6333	0.9162
18		0.7815	0.6400	0.9230
19		0.7883	0.6468	0.9297
20		0.7950	0.6535	0.9365

Table 1과 같이 최초 분석에서 모델식을 산출하고 이에 따라 각 검측차수에 따른 검측값의 예측치를 계산한다. 이를 기반으로 상/하한치를 산출하고 실제 검측값과 비교하게 된다. Y의 검측값, 즉 실제 검측에 의해 계산된 TQI가 상/하한치를 벗어나면 해당 데이터를 제외하고 범위 기준치 안에 포함되는 TQI 값만 사용하여 틀림진전예측모듈을 다시 수행한다.

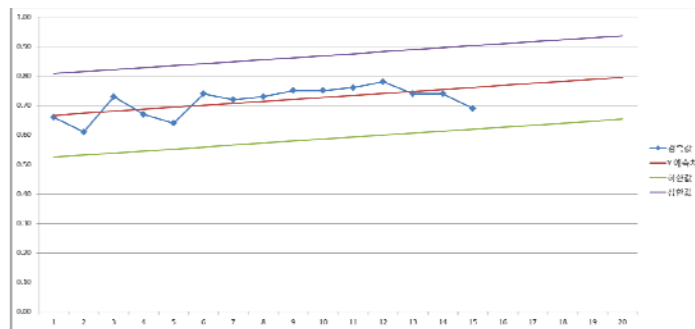


Fig. 2 Graph of Forecasting Model (Old)

변경 전/후의 트림진전예측모듈의 프로세스는 Fig. 3과 같다. 데이터를 추출해 TQI를 계산하는 방법과 분석을 위한 모델은 기존과 동일하나 투입변수를 재 정의하는 과정을 추가로 도입해 예측 알고리즘을 개선한다.

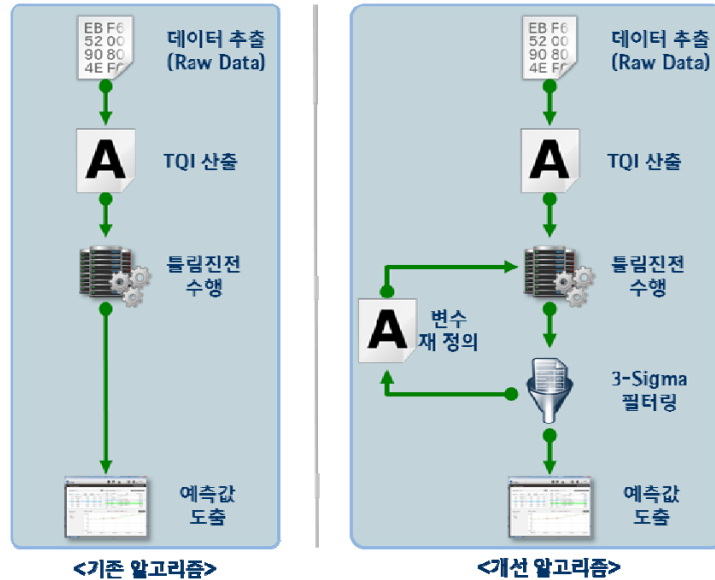


Fig. 3 Change in the Forecasting algorithm process

2.2 신규 검측차량의 적용

2.2.1 신규데이터 적용의 필요성

KTMSYS 개발 당시에는 EM-120의 검측데이터를 기반으로 궤도의 트림상태를 분석하고 트림진전예측모듈과 검측데이터 그래프 모듈에 적용했다. 하지만 시간이 흐른 현재는 EM-140K와 ROGER-1000K 검측차량이 신규로 도입되어 운영되고 있으며 EM-120은 사용하지 않고 있다. 최근 KTMSYS의 일부 모듈을 수정해 기본적인 TQI 산출과 검측그래프 모듈을 신규 검측차량의 검측데이터를 활용하도록 적용 했으나 트림진전예측모듈은 아직 수정이 이루어지지 않은 상태이다.

현재 궤도상태를 검측하기 위해 EM-140K와 ROGER-1000K를 현재 운영하고 있으며 동일한 구간의 궤도상태를 지속적으로 검측하고 있다. 하지만 두 검측차량의 특성에 대한 차이점으로 인해 동일한 기간의 특정 구간에 대한 비교에 대한 연구가 더 필요하다. 이 차이점으로 발생하는 트림진전예측모듈에 대한 수정 및 보완 역시 필요한 상황이다.

3. 결론

본 논문에서는 KTMSYS의 트림진전예측모듈의 알고리즘 개선을 위한 방안과 궤도 검측차량 변경에 따른 시스템의 보완 필요성에 대해 설명했다. 예측 알고리즘 개선에 대해서는 아직 시스템에 직접 적용하지 못했으나 본 개선사항을 KTMSYS의 트림진전예측모듈에 적용

한다면 기존보다 적합도가 높은 예측 결과를 기대할 수 있을 것이다. 그 전에 새로 도입한 검측차량인 EM-140K와 ROGER-1000K의 검측데이터를 KTMSYS의 틀림진전 예측모델에 적용하기 위한 시스템 업그레이드가 필요하다. 이를 통해 기존 EM-120의 검측데이터에 맞춰져 있는 틀림진전예측모델을 정상화 해 KTMSYS의 활용도를 더 높이고 고속선 궤도 유지 보수 업무의 효율성 향상과 보다 전문성을 높일 수 있도록 기대한다.

참고문헌

- [1] 심운섭(2010) 고속선 궤도틀림진전예측에 관한 연구, 한국철도학회 2010년도 춘계학술대회 논문집
- [2] 박상현(2014) 고속철도 전기분야 검측데이터 추이분석 엔진 개발, 한국철도학회 2014년도 춘계학술대회 논문집
- [3] Paul Teetor(2014) R Cookbook, Insight
- [4] 서사범(2005) 고속선로의 관리, 북갤러리