

도로교통 소음예측모델의 불확실도 분석

Uncertainty Analysis of Road Traffic Noise Prediction Models

류훈재* · 박태호* · 한종원* · 오승환* · 장서일*

Hunjae Ryu, Taeho Park, Jongwon Han, Seunghwan Oh and Seoil Chang

1. 서 론

최근 도로교통 소음에 대한 복잡하고 광범위한 영향을 파악하기 위한 많은 연구들에 소음지도를 사용하고 있다. 이러한 소음지도에는 여러 가지 도로교통 소음 예측식이 사용된다. 그러나 이를 적용함에 있어서 실측치와 예측치의 오차 및 예측시간 경과 값의 차이가 다양한 연구 결과에 의해 확인되어 왔다. 이러한 오차는 예측 모델의 특성 또는 모델 사용자의 불확실도 등에 기인한다.

도로교통 소음의 발생에는 많은 인자들이 영향을 미친다. 이 중 여러 예측 모델에 공통적으로 사용되고 있는 대표적인 주된 인자로는 교통량, 속도, 대형차 혼입률이다.

본 연구는 이 세 가지 주된 인자가 갖는 불확실도가 결과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고 정확한 예측값을 얻기 위해서 주의를 기울여야 하는 요소가 무엇인지 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 도로교통 소음예측모델

본 논문에서 분석을 위해 사용된 도로교통 소음 예측모델은 한국도로공사의 KHTN(Korea Highway Traffic Noise prediction program), 독일의 RLS90, 일본음향학회의 ASJ RTN-Model 2008이다. 다른 인자들의 영향의 최소화하기 위해서 본 논문에서는 출력 값으로 음향파위레벨을 사용하였다. 하지만 RLS90식의 경우, 음향파위레벨을 도출하는 식이 없어 점음원 거리감쇠식을 사용하여 음향파위레벨을

† 교신저자; 정희원, 서울시립대학교 환경공학부
E-mail : schang@uos.ac.kr
Tel : (02) 2210-2986, Fax : (02) 2210-2877

* 정희원, 서울시립대학교 에너지환경시스템공학과 대학원

Table 1 Classification of vehicle according to noise prediction models

KHTN	RLS90	ASJ(2-category)	ASJ(4-category)
Small vehicles	Light vehicles	Light vehicles	Passenger cars
Small trucks			Small-sized veh.
Middle Trucks	Heavy vehicles	Heavy vehicles	Medium-sized veh.
Large trucks			Large-sized veh.
Buses			

역산하였다. 차종 분류는 환경부의 “소음지도 작성 방법”에서 제안된 분류 방법을 적용하였으며, ASJ2008의 경우, 분석시 오차를 줄이고 분류의 편의를 위해 2차종 분류를 사용하였다. Table 1은 차종 분류를 보여준다.

2.2 분석 방법

주된 인자인 교통량, 속도, 대형차 혼입률이 가지는 오차가 예측 모델을 거쳐 출력 값에 미치는 영향 정도를 분석하기 위해서 각 인자별 평균의 10%를 표준편차로 가정하였다. 그리고 3개의 시나리오를 가정하여 각 시나리오에서 주된 인자의 영향을 평가하였다. 아래 Table 2는 각 시나리오별 주된 인자의 평균, 표준편차, 분석에 사용된 반복횟수를 보여준다.

Table 2 Summary of scenarios for analysis

Scenario	Factor	Mean	Standard Deviation	Iterations
1	Q (Veh/h)	5000	500	2000
	V (Km/h)	80	8	
	P (%)	20	2	
2	Q (Veh/h)	3000	300	
	V (Km/h)	70	7	
	P (%)	10	1	
3	Q (Veh/h)	1000	100	
	V (Km/h)	60	6	
	P (%)	5	0.5	

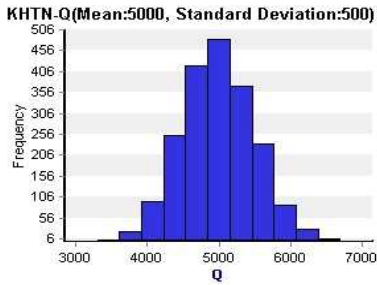


Fig 1 Example of input distribution

본 연구의 불확실도 분석과 오차 전파 테스트를 수행하기 위해 분석 방법으로 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)을 사용하였고 데이터는 PIDO(Process Integration and Design Optimization) 틀인 PIANo 소프트웨어로 분석되었다. Fig 1은 교통량에 대해 평균값 5000, 표준 편차 500의 값으로 무작위로 2000번 발생시킨 분포의 예이다.

3. 결 과

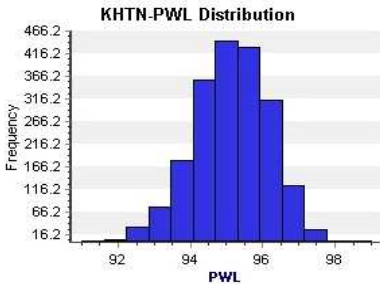


Fig 2 Output distribution of KHTN sound power level for scenario1

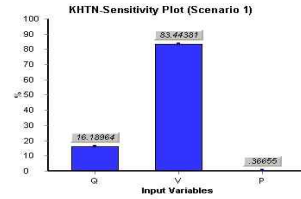
Fig 2는 시나리오 1에서 세 가지 주된 인자가 가진 오차가 KHTN 모델을 거쳐 출력된 음향파워레벨의 분포를 나타낸다. 중앙값 95.2dB(A)에서 ± 1.5 dB(A)내에 86.0%가 분포하였다. 아래 Table 3은 각 시나리오별로 각 예측 모델의 출력 값이 중앙값에서 ± 1.5 dB(A)내에 분포하는 정도를 보여준다.

Table 3 Reliability (percentage in ± 1.5 dB(A)) of each noise prediction model

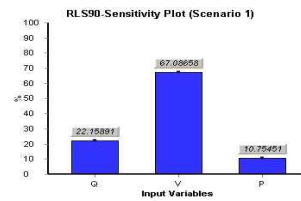
Scenario	Reliability (% in ± 1.5 dB(A))		
	KHTN	RLS90	ASJ2008
1	86.0	89.8	87.4
2	86.8	90.0	89.0
3	87.1	90.9	90.4

입력 요소가 갖는 오차가 결과값에 미치는 정도를 보면 모든 시나리오에서 RLS90이 가장 낮음을 볼 수 있다. 그리고 낮은 교통환경 시나리오로 갈수록 오차가 미치는 정도가 낮아짐을 확인할 수 있다.

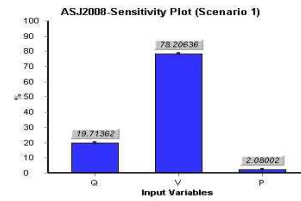
아래 Fig 3은 전체 출력에서 각 주된 요소가 기여하는 정도를 보여준다.



(a) KHTN



(b) RLS90



(c) ASJ2008

Fig 3 Sensitivity plot of each model in case of scenario1

모든 시나리오와 모델들에서 출력 값에 속도가 기여하는 정도가 가장 컸다. RLS90 모델은 다른 모델에 비해 대형차 혼입률이 기여하는 정도가 높았다. 낮은 교통환경 시나리오로 갈수록 혼입률이 기여하는 정도가 낮아지는 것을 제외하고 결과는 비슷하였다.

4. 결 론

도로교통 소음예측모델의 출력값에 미치는 영향 정도가 높을수록, 또한 각 인자의 기여정도에 따라 인자의 측정 및 산정에 주의를 기울일 필요가 있다고 판단된다. 향후 예측 모델을 추가하고 변수 상호간의 복합적인 영향 등을 고려해 좀 더 광범위한 영향들을 살펴볼 계획이다.