

선박조종시물레이션에서 선박근접도평가를 위한 최소 표본수 결정에 관한 연구

† 정태권

† 한국해양대학교 항해학부 교수

요 약 : 최근 우리나라에서는 새로운 항만설계 혹은 변경 등을 함에 있어 해상교통안전진단을 우선적으로 실시하여 해상교통의 안전을 도모하고 있다. 이 해상교통안전진단은 자연환경 및 해상교통조사, 선박조종시물레이션, 해상교통류시물레이션, 계류안전성, 그리고 안전대책 등으로 구성되어 있다. 그 중 선박조종과 관련된 선박조종시물레이션이 아주 중요하다. 이것은 해당 항만에서 선박 조종을 담당하는 도선사 혹은 선장들에게 직접적인 관련이 있기 때문이다. 선박조종시물레이션에서 근접도 평가는 항로 혹은 접이안 조선의 안전도를 평가하는 중요한 요소이다. 그러나 근접도 평가는 시물레이션의 횟수를 얼마 이상으로 할 때 제대로 된 평가를 할 수 있는가 하는 점은 밝혀져 있지 않다. 중심극한정리에 따르면 30회 이상이면 표본 집단은 정규분포를

핵심 용어 : 선교항해당직경보시스템, 모션센서, 경보시스템의 제설정, 모션센서의 최적기능, 모션센서의 성능기준

1. 서론

최근 우리나라에서는 새로운 항만설계 혹은 변경 등을 함에 있어 해상교통안전진단을 우선적으로 실시하여 해상교통의 안전을 도모하고 있다. 이 해상교통안전진단은 자연환경 및 해상교통조사, 선박조종시물레이션, 해상교통류시물레이션, 계류안전성, 그리고 안전대책 등으로 구성되어 있다(해양수산부,2013). 그 중 선박조종과 관련된 선박조종시물레이션이 아주 중요하다. 이것은 해당 항만에서 선박 조종을 담당하는 도선사 혹은 선장들에게 직접적인 관련이 있기 때문이다. 선박조종시물레이션에서 근접도 평가는 항로 혹은 접이안 조선의 안전도를 평가하는 중요한 요소이다. 그러나 근접도 평가는 시물레이션의 횟수를 얼마 이상으로 할 때 제대로 된 평가를 할 수 있는가 하는 점은 밝혀져 있지 않다.

현재 시행중인 해양수산부고시에 따르면 최소 시행횟수를 3회 이상으로 정하고 있다, 한편 중심극한정리에 따르면 30회 이상이면 표본 집단은 정규분포를 따른다고 알려져 있다(김양렬 등, 1999). 그러나 시행횟수 30회 이상으로 할 때 안전진단 시행기간의 증가 혹은 도선사 혹은 선장의 투입상의 어려움 등 때문에 안전진단대행업자가 실제로 수행하기엔 너무 어려운 것이 사실이다. 그렇다고 최소 시행 횟수를 3회로 하는 것은 통계처리상 문제가 있다는 지적이 있다.

현재 우리나라의 해상교통안전진단제도에서 선박조종시물레이션의 근접도 평가는 충돌확률을 10^{-4} 이내로 정하고 있는데 이를 위하여서는 표본이 정규분포를 따르고 있

다는 가정을 하여야 하는데 그 적합성 검토에 필요한 최소의 횟수가 얼마나 하는 점으로 요약할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 선박조종시물레이션의 최소 시행 횟수를 제안할 목적으로 다음과 같은 연구 방법을 제시한다. 일단 모집단이 정규분포를 따른다고 가정을 하고 난수를 발생시킨다. 이 난수는 3회 시행, 4회 시행, 5회 시행 등으로 한다. 이렇게 하여 얻은 결과에 대하여 KS검정, χ^2 검정을 하여 최소 횟수를 결정하기로 한다.

2. 도선구역별 도선사의 현황

<표 1>은 우리나라의 도선구역별 도선사의 현황을 나타내고 있다. 이것은 모집단의 대략적인 값을 알기 위하여 것이다. 동해항이 5명으로 가장 작고 부산항이 49명으로 가장 많다.

<표 2> 도선구별 도선사현황(2013년 현재)

도선구	도선사수	도선구	도선사수
군산항	8명	여수항	39명
대산항	17명	울산항	24명
동해항	5명	인천항	46명
마산항	17명	평택항	24명
목포항	6명	포항항	9명
부산항	49명		

3. 선박조종시물레이션의 최소 표본수 결정

3.1 표본 추출

선박조종시물레이션의 최소 시행 횟수를 위한 표본 추출은 다음과 같이 이뤄진다. 임의 목표점에서의 최근 접거리에 대한 모집단이 정규분포를 이룬다고 가정한다. 그리고 충돌확률은 10^{-4} 미만으로 한다.

평균 : $\mu = 79.35(m)$

분산 : $\sigma^2 = 20.29$

충돌확률 : 0.000046

위의 모수를 이용하여 목표점까지의 최근접거리에 대한 표본수를 3개, 5개, 7개, 9개 등을 선정한다.

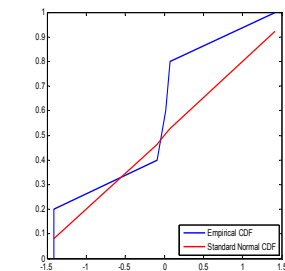
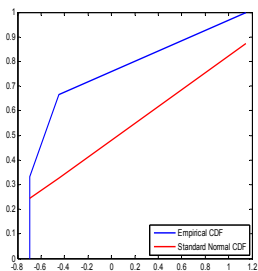
- (1) 표본수 3개
68.5555 113.4799 61.5815
- (2) 표본수 5개
47.5950 77.6347 111.8941 81.3455 80.1895
- (3) 표본수 7개
80.9719 60.1053 87.6991 93.0859 96.7534
65.3264 88.4679
- (4) 표본수 9개
60.9946 73.5013 86.4528 42.1004 100.3700
128.5423 98.8162 72.9430 88.0468

3.2 표본의 검정

추출된 표본수에 대하여 K-S 검정을 실시하기로 한다. 먼저 표본이 정규분포에서 나왔는지를 검정한다.

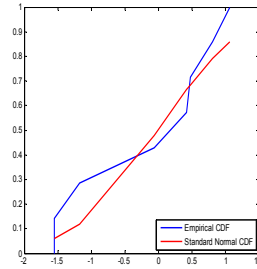
표본수	h	p-value	유의수준
3	0	0.7599	0.05
5	0	0.7714	0.05
7	0	0.7547	0.05
9	0	0.9844	0.05

표본의 CDF와 정규분포의 CDF 비교

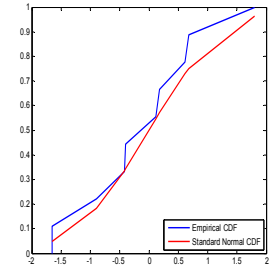


<그림 1> 표본수 3개

<그림 2> 표본수 5개



<그림 3> 표본수 7개



<그림 4> 표본수 9

표본평균 및 표준편차 신뢰구간 등은 다음과 같다.

표본수	표본평균	표준편차	신뢰구간
3개	81.2056	28.1670	[11.2349 151.1764]
5개	79.7317	22.7728	[51.4556 108.0079]
7개	81.7728	13.9819	[68.8418 94.7039]
9개	83.5297	25.0230	[64.2953 102.7641]

표본수가 3개인 경우 신뢰구간의 범위가 아주 크게 나타나고 있다. 따라서 모평균의 신뢰구간을 좁힐 수 있는 것은 표본 수가 5개 이상은 되어야 할 것으로 보인다.

4. 결론

이 논문에서는 선박조종시물레이션의 근접도 평가시 표본수 즉, 시물레이션 시행횟수를 검토할 목적으로 실시하였다. 표본수 3인 경우에도 KS 검정결과는 정규분포를 따른다는 귀무가설을 기각하지는 않고 있지만 모평균에 대한 신뢰구간의 범위가 너무 크게 나타나고 있다. 이를 볼 때 표본수 즉, 시물레이션 시행횟수는 적어도 5회 이상은 필요한 것으로 보인다.

참고문헌

- (1) 김양렬, 이재선, 황선영(1999), Excel을 이용한 알기쉬운 통계학, 명경사, p.160.
- (2) 해양수산부(2013), 해상교통안전진단시행지침, 해양수산부고시 제2013.182호.