

AIS 데이터를 이용한 항로별 통항분포에 관한 연구

김태균* · † 송재욱

* 한국대학교 해사송과학부 부교수, † 한국해양대학교 항해학부 교수

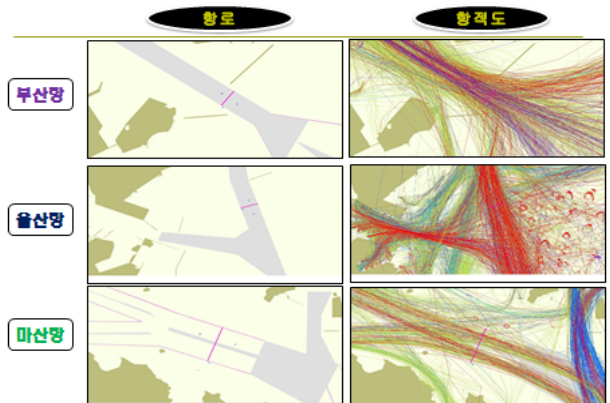
요 약 : 선박의 운항분포는 교량충돌확률이나 선박충돌위험도 등을 계산할 때 매우 중요한 요인으로 작용하지만, AASHTO모델이나 해상교통안전진단에서의 근접도 평가모델 등 많은 충돌 또는 위험도 계산 모델에서는 선박의 운항분포가 단순한 정규분포임을 가정하고 있다. 따라서 특정 항로나 해역에서의 정확한 충돌, 위험 또는 안전 등에 관한 확률을 구하고자 할 경우에는 그 항로나 해역의 특성에 맞는 선박 운항분포를 사용해야 한다. 이 연구에서는 일주일간의 통항선박 위치정보(AIS정보)를 이용하여 다양한 특성을 가지는 항로별로 각각 고유한 특성의 선박 운항분포를 찾아내기 위해, sech 함수를 이용한 새로운 충돌위험도 평가법에서 피항구역의 문턱값을 결정하는 방법을 분석하고 실제 상황에 적용 가능한 식을 개발하였다.

핵심용어 : AIS 데이터, 해상교통, 통항분포도, 정규분포, STATA 12

배경 및 연구의 필요성

- 선박의 운항분포는 교량충돌확률이나 선박충돌위험도 등을 계산할 때 매우 중요한 요인으로 작용
- 그러나, AASHTO모델이나 해상교통안전진단에서의 근접도 평가모델 등 많은 충돌 또는 위험도 계산 모델에서는 선박의 운항분포가 단순한 정규분포임을 가정
- 따라서, 특정 항로나 해역에서의 정확한 충돌, 위험 또는 안전 등에 관한 확률을 구하고자 할 경우에는 그 항로나 해역의 특성에 맞는 선박 운항분포를 사용해야 함
- 이 연구에서는 일주일간의 통항선박 위치정보(AIS정보)를 이용하여 다양한 특성을 가지는 항로별로 각각 고유한 특성의 선박 운항분포를 찾아내기 위해, sech 함수를 이용한 새로운 충돌위험도 평가법에서 피항구역의 문턱값을 결정하는 방법을 분석하고 실제 상황에 적용 가능한 식을 개발하고자 함

연구대상 항만: 항로 및 항적도



연구방법 및 자료

- AIS DATA 자료
 - 2014년 05월 13일까지 7일간 AIS 수집자료 사용
 - 항만: 부산항, 울산항, 마산항 진출입항로
- 통계 프로그램: STATA 12 프로그램 사용
- 통항분포도 Fitting 프로그램: EasyFit 5.5 Professional 사용

통항선박분포도: Summary of Data

		Outbound					Inbound				
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	
부산항	Speed	257	11.10	6.47	2.00	40.00	192	11.35	6.88	0.00	37.00
	Course	257	126.58	42.76	55.00	354.00	192	298.98	31.99	25.00	357.00
	Position	257	-38.33	90.06	-167.00	165.00	192	59.65	88.90	-167.00	165.00
울산항	Speed	174	9.06	3.29	3.00	22.00	243	9.22	3.09	0.00	18.00
	Course	174	187.40	32.82	65.00	345.00	243	320.29	84.56	0.00	359.00
	Position	174	-102.45	104.54	-225.00	227.00	243	90.41	93.03	-227.00	231.00
마산항	Speed	163	8.47	3.06	1.00	21.00	155	8.75	3.44	1.00	18.00
	Course	163	113.94	8.75	66.00	139.00	155	231.41	45.73	5.00	321.00
	Position	163	-226.23	299.85	-773.00	808.00	155	330.76	249.25	-834.00	833.00

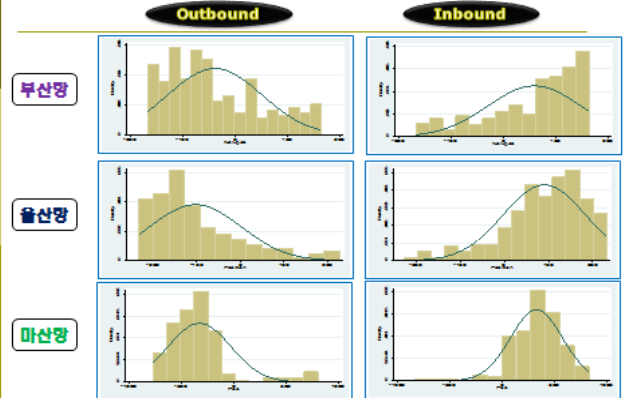
* 주저자 : 종신회원, teddykim48@kmou.ac.kr

† 교신저자 : 종신회원, songcu@kmou.ac.kr

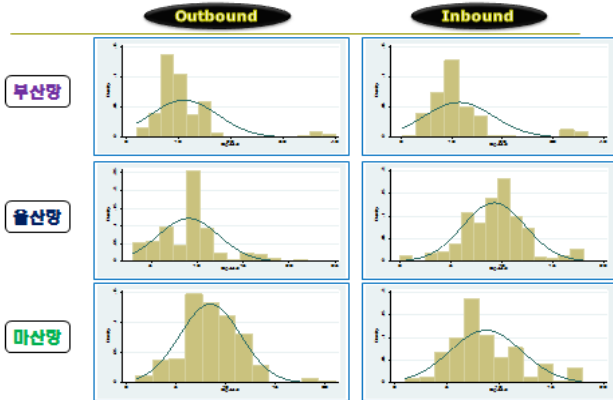
통항선박분포도: Summary of Data

	Outbound					Inbound				
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
부산항										
Speed	257	11.10	6.47	2.00	40.00	192	11.35	6.88	0.00	37.00
Course	257	126.58	42.76	55.00	354.00	192	258.98	31.99	25.00	357.00
Position	257	-38.33	90.06	-167.00	165.00	192	59.65	88.90	-167.00	165.00
울산항										
Speed	174	9.06	3.29	3.00	22.00	243	9.22	3.09	0.00	18.00
Course	174	167.40	32.82	65.00	345.00	243	320.29	84.56	0.00	359.00
Position	174	-103.45	104.84	-235.00	227.00	243	90.41	93.03	-227.00	231.00
마산항										
Speed	163	8.47	3.06	1.00	21.00	155	8.75	3.44	1.00	18.00
Course	163	113.94	8.75	66.00	139.00	155	231.41	45.73	5.00	321.00
Position	163	-326.23	299.85	-773.00	808.00	155	330.76	249.25	-834.00	833.00

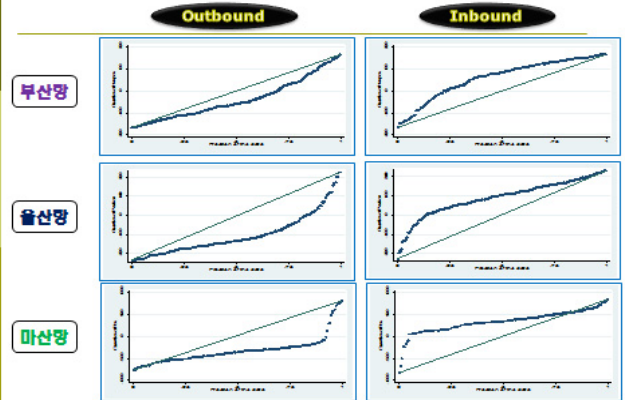
통항선박분포도(3): Position



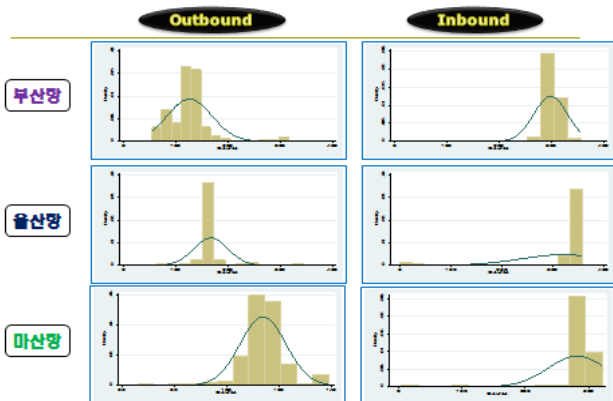
통항선박분포도(1): Speed



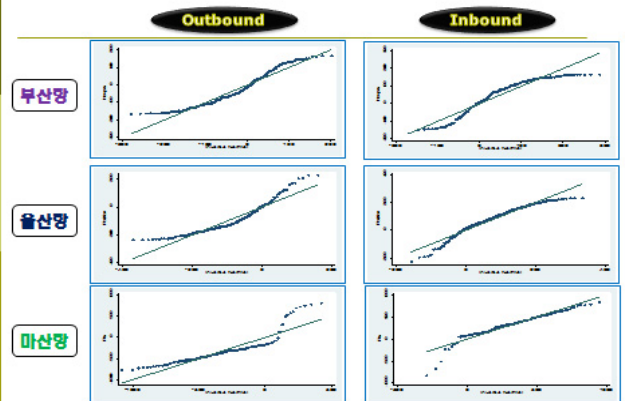
통항선박분포도: Q-Q Plot of Pos.



통항선박분포도(2): Course



Normality Test: Q-Q Normality Plot



Normality Test: SWILK and SK test results

Outbound

Inbound

부산항

Shapiro-Wilk W test for normal data										
Variable	Obs	W	V	Z	Prob>Z	Obs	W	V	Z	Prob>Z
Position	257	0.935	12.028	5.795	0.000	192	0.901	14.21	6.094	0.000

Skewness / Kurtosis tests for Normality										
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2
Position	257	0.0001	0.0014	20.34	0.0000	192	0	0.5703	17.39	0.0002

울산항

Shapiro-Wilk W test for normal data										
Variable	Obs	W	V	Z	Prob>Z	Obs	W	V	Z	Prob>Z
Position	174	0.8874	14.891	6.170	0.000	243	0.9423	10.204	6.397	0.000

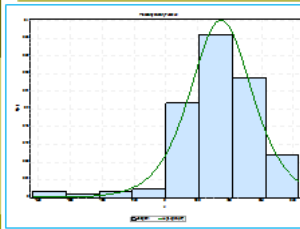
Skewness / Kurtosis tests for Normality										
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2
Position	174	0.000	0.021	27.905	0.000	243	0.000	0.030	25.910	0.000

마산항

Shapiro-Wilk W test for normal data										
Variable	Obs	W	V	Z	Prob>Z	Obs	W	V	Z	Prob>Z
Position	163	0.8015	24.801	7.211	0.000	158	0.921	9.492	6.111	0.000

Skewness / Kurtosis tests for Normality										
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob >chi2
Position	163	0.000	0.000	57.230	0.000	158	0.000	0.000	38.370	0.000

Distribution Fitting with Easyfit 5.5 – Inbound case of Masan Port



Normal Distribution

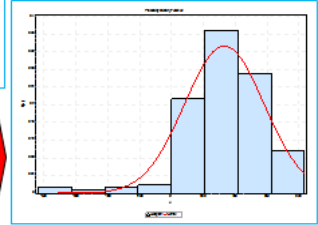
Probability Density Function (PDF)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}x^2\right)$$

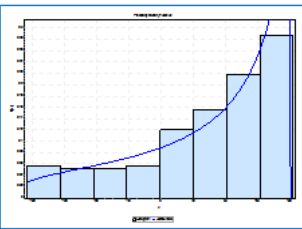
Three-Parameter Log-Logistic Distribution

Probability Density Function (PDF)

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1} \left(1 + \left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^\alpha\right)^{-\alpha-2}$$



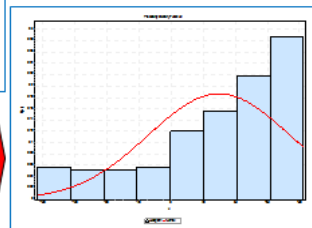
Distribution Fitting with Easyfit 5.5 – Inbound case of Busan Port



Johnson SB Distribution

Probability Density Function (PDF)

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi z(1-z)}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right)$$



Normal Distribution

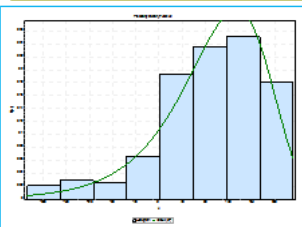
Probability Density Function (PDF)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}x^2\right)$$

Summary and Conclusion

- 부산, 울산 및 마산항 입출항항로의 동향특성을 분석한 결과는 다음과 같음
 - 부산항 : Johnson SB Distribution
 - 울산항 : Weibull Distribution
 - 마산항 : Three-Parameter Log-Logistic Distribution
- 따라서, AASHTO모델이나 해상교통안전진단에서의 근접도 평가모델 등 많은 중립 또는 위험도 계산 모델 사용 시에는 정규분포가 아닌 해당 해역에서의 동향특성을 나타내는 확률분포를 선박중립분포로 사용해야 함
- 추후, 동향선박 위치정보 Big Data를 이용하여 다양한 항로특성별 선박 운항분포를 찾아내고, 이를 이용한 각종 중립위험이나 안전도 평가 모델을 개발하고자 함

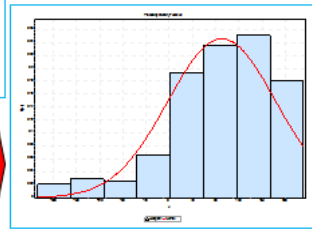
Distribution Fitting with Easyfit 5.5 – Inbound case of Ulsan Port



Weibull Distribution

Probability Density Function (PDF)

$$f(T) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$



Normal Distribution

Probability Density Function (PDF)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}x^2\right)$$