

Time Series Model을 이용한 주요항만 해상교통량 예측

유상록* · 정중식** · 김철승** · 정재용**†

* 목포해양대학교 대학원, ** 목포해양대학교 국제해사수송과학부

요 약 : 장래의 해상교통량에 대한 정확한 예측은 항로설계 및 해상교통의 안전성 평가 측면에서 중요한 요소이다. 본 연구는 신뢰성 있는 해상교통량을 추정하기 위해 시계열 모델의 지수평활법과 ARIMA 모형을 이용하여 모형의 식별 및 진단 방안을 제시하였다. 제시된 방법의 효과를 검증하기 위하여 주요항만인 부산항, 광양항, 인천항, 평택항의 해상교통량을 예측하였다. 그 결과로 부산항은 ARIMA 모형, 광양항은 Winters 승법 모형, 인천항은 단순계절 모형, 평택항은 ARIMA 모형이 더 적합한 모형으로 알 수 있었으며, 각 항만별 계절에 따라 월별 교통량의 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 본 연구 결과는 향후 항로 및 항만설계 또는 해상교통 안전성 평가에 보다 신뢰성 있는 추정치를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

핵심용어 : 수요예측, 시계열분석, ARIMA 모형, 지수평활법, 해상교통량

1 연구배경

장래의 해상교통량의 정확한 예측 필요성

- > 항만 설계를 위한 항로 폭 산정
- > 해상교통안전시설 계획과 운영관리에 필수적인 요소
- > 기존의 해상교통량 예측 방법 [회귀분석-선형식, 로그식, 누승식, 지수식 등] 개선 필요

시계열 모델 절차

```

    graph TD
      A[정상성 검증 (Stationarity Verification)] --> B[모형의 식별 (Identification of Model)]
      B --> C[모수의 추정 (Estimation of Parameters)]
      C --> D[모형의 진단 (Diagnosis of Model)]
      D --> E[해상 교통량예측 (Forecasting)]
    
```

시계열 자료

- > 연도별, 분기별, 월별, 일별 등 **동일한 시간 간격**으로 측정되는 시계열 자료
예) 경제분야(GDP, 물가, 경상수지, 금리, 환율, 주가, 기상분야(기온, 강우량)
- > 통계자료는 변동 주기에 따라 추세변동, 순환변동, 계절변동, 불규칙 변동으로 구성
 - 추세 변동요인(Trend) : 인구 증가 생산성 증대 등에 따른 장기적 변동
 - 순환 변동요인(Circle) : 경기 순환에 따라 반복되는 변동
 - 계절 변동요인(Season) : 1년 주기로 반복되는 변화 - 계절 변화, 요일
 - 불규칙 변동요인(I) : 원인 불명의 요인(천재지변, 파업 등), 오차항

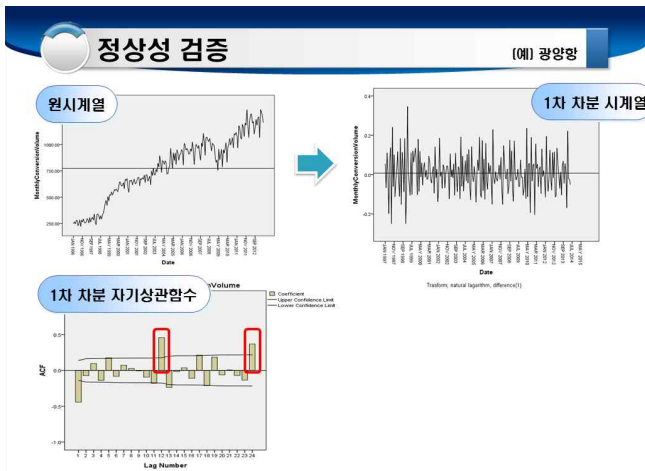
DATA = T · C · S · I

연구방법

```

    graph TD
      A[Standard Ship Length] --> B[L^2 Conversion Coefficient]
      B --> C[L^2 Conversion Traffic Volume]
      C --> D[Time Series Model (ARIMA, Exponential Smoothing Method)]
      D --> E[Forecasting]
    
```

* 회원 yoosangrok82@naver.com
 † 중신회원 jjjong@mmu.ac.kr



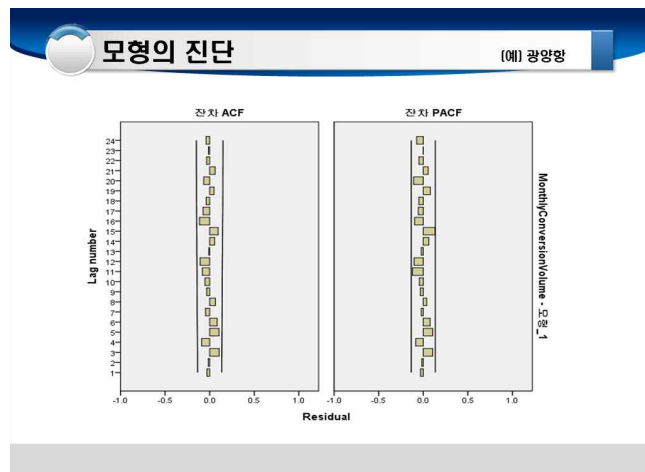
모수의 추정 (예) 광양항

Winters Multiplicate Model	Estimate	SE	t	prob
Alpha(Level)	0.454	0.058	7.708	0.000
Gamma(Trend)	0.001	0.019	0.053	0.958
Delta(Season)	0.109	0.045	2.428	0.016

1에 가까운 값을 사용하는 것은 최근 관측값들에 더 많은 가중값을 준다는 의미
 예) 큰 δ 값을 갖는 모형은 최근 관측값들에 존재하는 계절성을 추정하며,
 작은 δ 값을 갖는 모형은 모든 관측값들을 동등하게 고려한 계절성을 추정

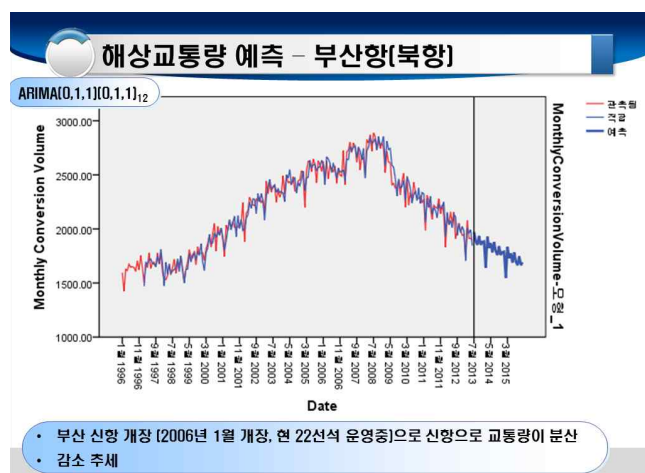
모형의 식별(1) - 모형통계량 (예) 광양항

Model Statistics	ARIMA(1,1,2)(0,1,1) ₁₂	Winters Multiplicative Model
R ²	0.969	0.979
평균제곱오차의 제곱근 (RMSE)	48.254	43.116
평균절대백분위오차 (MAPE)	4.972	4.779
평균절대오차 (MAE)	36.127	33.270
절대퍼센트오차의 절대값 (MaxAPE)	24.004	21.282
절대오차의 최대값 (MaxAE)	159.071	160.649
Normalized BIC	7.833	7.604



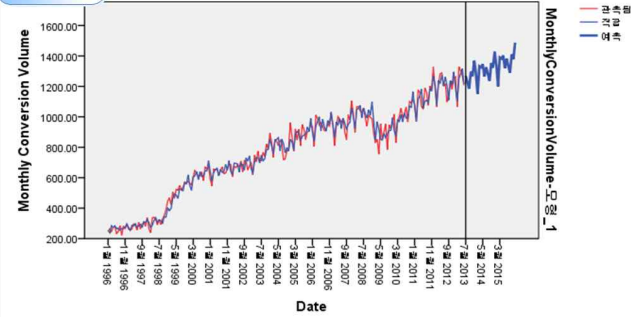
모형의 식별(2) (예) 광양항

Date	Observation	ARIMA(1,1,2)(0,1,1) Model			Winters Multiplicative Model		
		Prediction	Residual	R-square	Prediction	Residual	R-square
2012.1	1184.74	1240.28	-55.54	3084.69	1213.05	-28.31	801.46
2012.2	1065.99	1094.35	-28.36	804.29	1081.19	-15.20	231.04
2012.3	1219.18	1224.00	-4.82	23.23	1238.26	-19.08	364.05
2012.4	1283.64	1208.19	75.45	5692.70	1221.85	61.79	3818.00
2012.5	1288.78	1259.94	28.84	831.75	1275.90	12.88	165.89
2012.6	1201.57	1229.04	-27.47	754.60	1204.50	-2.93	8.58
2012.7	1217.64	1270.87	-53.23	2833.43	1282.26	-44.62	1900.94
2012.8	1097.97	1232.61	-134.64	18127.93	1205.93	-107.96	11655.38
2012.9	1154.05	1100.68	53.37	2848.36	1109.11	44.94	2019.60
2012.10	1236.62	1239.30	-2.68	7.18	1238.33	-1.71	2.92
2012.11	1182.29	1213.53	-31.24	975.94	1212.17	-29.88	892.81
2012.12	1250.84	1273.84	-23.00	529.00	1295.39	-44.55	1984.70
2013.1	1262.24	1204.41	57.83	3344.31	1190.15	72.09	5196.97
2013.2	1065.79	1120.36	-54.57	2977.88	1101.35	-35.56	1264.51
2013.3	1330.26	1228.62	101.64	10330.69	1250.84	79.42	6307.54
2013.4	1303.06	1288.17	14.89	221.71	1282.74	20.32	412.90
2013.5	1270.51	1297.20	-26.69	712.36	1315.92	-45.41	2062.07
2013.6	1206.82	1239.78	-32.96	1086.36	1216.71	-9.89	97.81
SSR				55186.42			39277.18
				234.92			198.18



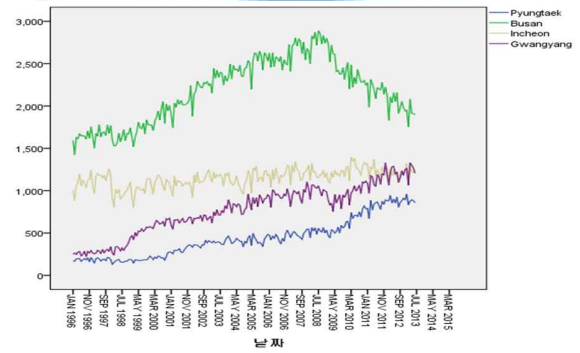
해상교통량 예측 - 광양항

Winters 승법



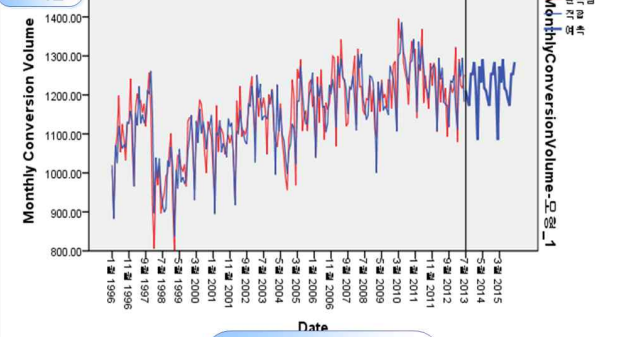
• 점진적 증가 추세

해상교통량 예측 - 4개 항만



해상교통량 예측 - 인천항

단순계절



• 계절적 반복패턴을 유지 추세

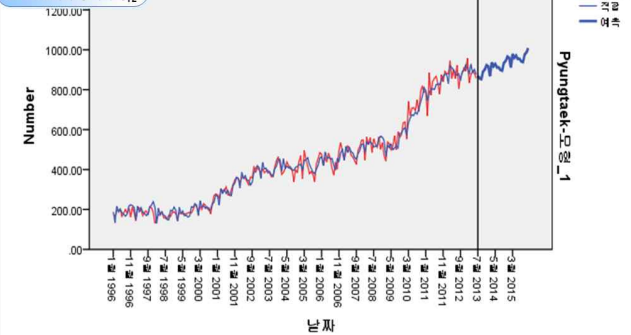
해상교통량 예측

표준선박 129.8m 기준

Year/Month	Busan port	Gwangyang port	Incheon port
2014/01	1884.84	1293.97	1277.97
2014/02	1641.33	1163.22	1108.07
2014/03	1928.14	1328.68	1297.18
2014/04	1824.95	1326.45	1236.93
2014/05	1867.31	1329.32	1289.46
2014/06	1783.75	1277.32	1224.04
2014/07	1877.42	1326.86	1226.06
2014/08	1792.60	1291.30	1178.29
2014/09	1759.40	1247.23	1189.95
2014/10	1840.34	1347.79	1261.25
2014/11	1759.23	1323.16	1241.87
2014/12	1786.01	1393.77	1276.38
2015/01	1790.40	1349.97	1283.45
2015/02	1546.89	1219.18	1113.56
2015/03	1833.70	1384.66	1302.58
2015/04	1730.51	1382.42	1242.27
2015/05	1772.87	1385.30	1294.90
2015/06	1689.32	1333.29	1229.48
2015/07	1782.98	1382.83	1231.50
2015/08	1688.16	1347.28	1183.73
2015/09	1664.97	1303.20	1195.38
2015/10	1745.91	1403.76	1266.69
2015/11	1664.79	1379.13	1247.30
2015/12	1691.57	1449.75	1281.82

해상교통량 예측 - 평택항

ARIMA(0, 1, 1) | (0, 1, 1)₁₂



• 점진적 증가 추세

해상교통량 예측 요약

- ▶ 부산항은 3월달의 교통량이 다른 달에 비해 많은 반면, 2월달의 교통량이 적지만, 그 달의 총 일수(28일, 30일, 31일)를 고려하여 12월달의 교통량이 다른 달에 비해 상대적으로 가장 적은 것으로 추정
- ▶ 광양항은 12월달의 교통량이 많은 반면, 2월과 9월달의 교통량이 상대적으로 적음
- ▶ 인천항은 3월달의 교통량이 많고, 8월달의 교통량이 적음
- ▶ 부산항과 광양항, 인천항 모두 계절에 따라 월별 교통량의 차이를 보임