

# 컨테이너 터미널 반출입 트럭 TAT(Turn Around Time) 예측을 위한 항만물류 빅데이터

양현석\* · † 송향섭

\*(사)해운항만물류정보협회 이사, † 해운항만물류정보협회 선임

**요약** : 항만 서비스 의미가 선박의 양적하뿐만 아니라 육로를 통해 반출입되는 트레일러의 하역도 포함 디지털트랜스포메이션가속화에 따라 IoT, 빅데이터, 인공지능을 활용한 항만의 생산성 증대 방안으로 선박의 TAT뿐만 아니라 항만 반출입트럭TAT 감축의 중요성도 같이 높아지고 있음 컨테이너 이송 트럭의 TAT에 대한 정확한 측정과 TAT에 영향을 미치는 요인의 규명은 컨테이너 운송에 중요한 역할을 한다고 할 수 있음 따라서 본 연구의 목적은 IoT 기술로 수집된 빅데이터를 활용해 실질적인 차량 반출입시간을 분석한 새로운 항만 반출입차량 TAT 데이터와 기후, 부두 실적, 기항 선박 사이즈, 시간대 등 다양한 항만물류빅데이터를 이용하여 항만 반출입차량 TAT에 영향을 미치는 요인을 분석하고 나아가 항만물류빅데이터분석을 위한 빅데이터 수집 방법을 연구하는데 목적이 있음

**핵심용어** : 항만 반출입 트럭 TAT, 컨테이너 운송, IoT, 빅데이터 분석, 항만물류 빅데이터,

### 연구 배경과 목적

01. 연구의 목적과 구성

항만서비스의 의미가 선박의 양적하 뿐만 아니라 육로를 통해 반출입되는 트레일러의 하역도 포함 디지털트랜스포메이션가속화에 따라 IoT, 빅데이터, 인공지능을 활용한 항만의 생산성 증대 방안으로 선박의 TAT뿐만 아니라 항만 반출입 트럭 TAT 감축의 중요성도 같이 높아지고 있음

컨테이너 이송 트럭의 TAT에 대한 정확한 측정과 TAT에 영향을 미치는 요인의 규명은 컨테이너 운송에 중요한 역할을 한다고 할 수 있음

따라서 본 연구의 목적은 IoT 기술로 수집된 빅데이터를 활용해 실질적인 차량 반출입 시간을 분석한 새로운 항만 반출입 차량 TAT 데이터와 기후, 부두 실적, 기항 선박 사이즈, 시간대 등 다양한 항만물류빅데이터를 이용하여 항만 반출입차량 TAT에 영향을 미치는 요인을 분석하고 나아가 항만물류빅데이터 분석을 위한 빅데이터 수집 방법을 연구하는데 목적이 있음

### 반출입 시간 기준의 차이점과 TAT적용의 문제점

02. 항만의 트럭 반출입 개편과 프로세스

관점별 반출입 프로세스 범위

재진입 절차가 있는 터미널의 컨테이너 상하차 흐름

상하차 컨테이너 Box 상차 및 하차 중심 (운정사별 상차하차 적용)

Turn-Around Time: Gate In-out점까지의 총 시간을 의미 (하계 및 일부 해외 운정사)

운정사 상하차 관리 시간

### 항만 빅데이터 기반 물류 최적 처리시간 분석 환경 및 기법

03. 항만 반출입 트럭 TAT 실증 분석

데이터 분석 환경

Server Info : L4 Switch(Load Balance)를 통해 서버의 부하를 줄이는 방식으로 동일한 사양의 서버에 고르게 분산된 요청을 처리하는 방식. MongoDB의 Replication 방식으로 두 서버에 동일한 데이터를 동기화 하는 데이터베이스를 운영

실증 분석 기법

- Average 값을 활용한 기초 분석 실시
- Multiple Regression Analysis를 통한 실증 분석 실시

AI 예측을 위한 데이터 분석 기법

- AutoML의 기법 중 Pycaret 활용
- Pandas를 이용한 데이터 처리 및 로딩
- NumPy를 과학계산, 다차원 배열, 선형대수 연산에 활용
- Matplotlib을 과학 계산을 그래프 등 데이터 수치 시각화에 활용
- Seaborn을 일차원 상관관계 확인 및 데이터 수치 시각화에 활용
- Scikit-Learn을 Classification, Regression, Clustering, Dimensional Reduction, Model Selection, Preprocessing에 활용

### TAT 기초 통계 분석

부두별 평균 TAT 비교

부두명	N	차분	평균	분산	표준편차
A	707	6.00	167.00	56.671	33.802
B	198	7.00	176.00	57.894	35.961
C	866	7.00	178.00	41.753	29.752
D	618	7.00	162.00	50.018	30.724
E	213	6.00	173.00	52.892	45.313
F	383	6.00	166.00	37.986	33.510
G	47	8.00	160.00	43.977	36.984
H	165	5.00	180.00	67.703	48.332
I	215	9.00	173.00	57.381	49.143

† 교신저자 : 정희원, hssong@plb.center, 070-7436-6203  
\* 정희원, hs.yang@plb.center, 070-7436-6203

TAT 기초 통계 분석

부두 사이즈 유형별 평균 TAT

부두 사이즈 유형 (2020년 차리 실적 기준)	부두	평균 TAT(분)	
소형 (200 TEU 이하)	A	56.62	
	B	57.89	
	C	41.75	
	D	50.02	
중형 (200~250만 TEU)	H	67.70	
	I	57.38	
	E	52.89	
	F	37.99	
대형 (250만 TEU 이상)	G	43.98	
	신항	49.509	
	복항	51.671	
소형	49.445	신항	49.509
중형	54.578	복항	51.671
대형	44.326		



TAT 기초 통계 분석

부두 및 시간대별 평균 TAT

	오전 (06-12시)	오후 (12-18시)	야간 (18시-06시)
A	55.25	33.37	22.75
B	39.06	36.68	36.21
C	57.73	62.86	30.15
D	67.86	57.64	78.18
E	47.50	64.82	36.97
F	60.61	59.06	36.13
G	52.22	52.21	26.08
H	49.50	40.50	37.16
I	63.67	53.15	36.12
총 평균시간	54.50	50.79	38.46



실증 분석 결과

첫째, 부산항에서 TAT는 부두별로 차이가 있으며 신항이 부두보다 야간 평균 TAT를 보여주고 있고 가장 짧은 부두와 가장 긴 부두의 차이는 약 30분 정도 발생되었음

둘째, 부두에 정안한 선박의 하역량이 많을수록 해당 시간에 반출입하는 트럭의 TAT가 정비례로 길어짐

셋째, TAT에 영향을 미치는 요인으로는 외부환경적요인, 부두요인, 선박 요인으로 구분할 수 있음

넷째, 외부환경적요인으로 시간대로 구분하면 주간보다 야간이 더 짧은 TAT를 보여주었음 또한 휴일이 평일보다 아주 짧은 차이의 TAT를 보여주었지만 유의하지 않는 것으로 나타났음

다섯째, 외부환경적요인으로 조사기간 동안에는 부산항에서 기후가 TAT에 영향을 미치지 않았던 것으로 나타났음

여섯째, 부두요인으로 활동량이 가장 많은 대형 부두가 오히려 TAT가 짧게 나타났고 중형 부두가 가장 긴 TAT를 나타냄

일곱째, 선박요인으로 국적선사보다 국내선사의 선박이 정박하여 하역작업중이던 트럭 TAT가 약간 더 짧게 나타남

여덟째, 선박요인으로 선박의 순톤수가 높은 선박, 즉 대형 선박이 정박하여 하역작업 중일수록 TAT가 길었지만 유의하지는 않는 것으로 나타남

Layer 설정과 데이터 정제 과정

Layer 1 데이터 수집 기간: 2021-07-01 ~ 2022-08-31

Raw-data로서 PLBC(항만물류빅데이터센터)에 저장되어있는 가장 낮은 수준의 데이터

데이터 정보	데이터 건수
선박제원정보	76,837
본선작업명항	28,049
선원동향정보	54,524
날씨종단기상량	20,484
차량 통계정보	2,019
차량 위치정보	44,600,740

Layer 2 (실증)분석용 데이터를 위해 만들어진 데이터로서 TAT생성데이터를 포함 차량의 실제 반입시간, 해당 시간 각 선박의 본수, 날씨데이터 등이 있는 1차 가공 데이터

1차 가공 데이터셋	데이터 건수
차량 엔터라운드 타임정보	4,898

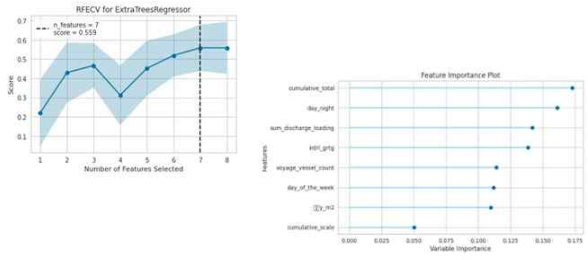
Layer 3 (AI)학습을 위한 데이터로서 시간대별차량 반입 시간, 해당시간대의선박본수 함께 등 2차 가공 데이터

2차 가공 데이터셋	데이터 건수
TAT_Layer3_c	1,231

학습데이터와 검증데이터의 비율은 7:3으로 설정

Layer3 모델C 분석 결과

Feature 분석



※ '부두의 지난 1년간 처리실적' 데이터와 '부두의 지난 1년간 처리실적' 을 이용한 부두의 대중소 구분 정보는 중복이며 구분 정보의 중요도가 더 낮으며 불필요한 것으로 나타남

항만 빅데이터 기반 물류 최적 처리시간 AI 분석 서비스 안

항만 내륙 물류 연계 정보 서비스

