The Transactions of the Korea Information Processing Society
TKIPS Vol.13, No.10, pp.545~552
eISSN: 3022-7011
https://doi.org/10.3745/TKIPS.2024.13.10.545

Development of IoT Sensor Data Generation Emulator for Smart Marine Logistics

Park Chae Rim† · Kim Tae Hoon†† · Lee Eun Kyu††

ABSTRACT

As the 4th Industrial Revolution progresses, the shipping logistics sector is becoming smarter by utilizing various core technologies such as AI, IoT, and Bigdata. In particular, the collected marine Bigdata plays a significant role in providing various services like vessel operation monitoring analysis and greenhouse gas emission evaluation, and it is also essential in shipping logistics. Although this maritime Bigdata is collected during actual vessel operations, there are instances where data is lost due to temporal and environmental factors. While It is important to identify and address the fundamental cause of such losses, it is also necessary to generate data through the utilization and analysis of the collected data. This paper develops an Emulator that repeatedly generates new location data, speed values, etc., using maritime transport data collected through empirical tests. The location data is generated by calculating the standard deviation from the collected position information, and the speed values are extracted from the generated location data. The generated data is accumulated by being inserted into the database in real-time. To demonstrate the performance of the Emulator, evperiments were conducted using 5 routes, providing its excellence.

Keywords : Bigdata, Emulator, Generate Data, Smart Container, Smart Logistics

스마트 해상 물류를 위한 IoT 센서 데이터 생성 에뮬레이터 개발

박 채 림† · 김 태 훈†† · 이 은 규††

요 약

4차 산업혁명이 발전함에 따라 핵심기술인 AI, IoT, 빅데이터 등 다양한 기술을 활용한 해운물류 분야의 스마트화가 진행되고 있다. 특히 수집된 해양 빅데이터는 선박 운항 모니터링 분석, 온실가스 배출 평가 등 다양한 서비스를 제공하는데 큰 역할을 하고 있으며, 해운물류에서도 필수적으로 요구되고 있다. 이런 해양 빅데이터는 실제로 선박이 운항하며 수집되지만 시간적·환경적인 요인으로 인해 데이터가 손실하는 경우가 발생한다. 이는 근본적인 원인을 파악하여 보완하는 것도 중요하지만 수집된 데이터를 활용 및 분석하여 데이터를 생성하는 과정이 필요하다. 본 논문에서는 실증테스트를 통해 수집된 해상 운송 데이터를 활용하여 새로운 위치데이터, 속력 값 등을 반복적으로 생성하는 에뮬레이터를 개발한다. 위치데이터는 수집된 위치정보 사이에서 표준편차를 구하여 이를 활용하였으며, 속력 값은 생성된 위치데이터를 통해 추출하게 된다. 이렇게 생성된 데이터들은 실시간으로 데이터베이스에 삽입하여 누적된다. 에뮬레이터의 성능을 입증하기 위해 직접 수집한 5가지 항로를 활용하여 실험을 진행하였으며, 이를 통해 그 우수성을 입증하였다.

키워드 : 빅데이터, 에뮬레이터, 데이터생성, 스마트컨테이너, 스마트물류

1. 서 론

AI(Artificial Intelligence), IoT(Internet of Things), 빅데이터, 블록체인, AR(Augmented Reality), VR(Virtual Reality)등 4차 산업혁명 기술은 많은 산업분야에 혁신을 일으키고 있다. 이러한 4차 산업혁명 기술은 해운물류산업 에도 프로세스의 혁신을 일으켜 스마트 물류로의 전환이 이루어지고 있다[1,2]. 스마트물류로의 전환은 데이터 수집 기술과 해양 빅데이터 기술의 발전을 유발하고 있으며, 특히 해양 빅데이터 기반의 신규 서비스 창출에 대한 관심이 증대되고 있는데, 해양 빅데이터는 신재생에너지, 자율운항 선박, 스마트해운항만 등 해양신사업 시장을 확대할 수 있는 중요한 밑거름이 된다[3]. 정부와 기업은 선박에서 데이터를 수집, 분석하고 이를 레거시 시스템과 연계하여 운영 및 시장분석의 효율화를 추진하고 있

※ 이 논문은 2024년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2021-KS211421, 스마트컨테이너 실용화 기술개발 사업).
† 준 회 원 : 동아대학교 스마트물류연구센터 연구원
†† 비 회 원 : 동아대학교 스마트물류연구센터 선임연구원
Manuscript Received : August 5, 2024
Accepted : September 13, 2024
* Corresponding Author : Park Chae Rim(cofla7572@dau.ac.kr)

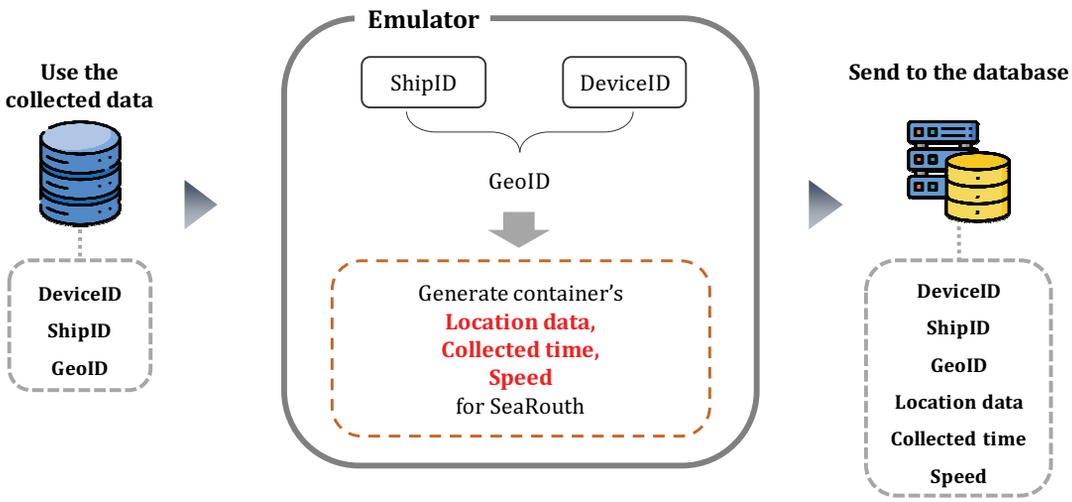

Fig. 1. Proposed Emulator Algorithms

다. 해양수산부는 해양 데이터를 활용하여 해양수산, 어촌양식, 항만운영 등 다양한 주제의 서비스를 각각 제공하고 있으며[4]. 올시데이터(주)는 선박의 전 세계 이동정보와 해상환경 데이터를 이용하여 선박에서 배출하는 온실가스 배출을 객관적으로 평가하는 조선해운빅데이터 시스템을 개발하였다[5]. 에스위너스(주)는 자사에서 개발한 ConTracer라는 장치를 컨테이너에 부착하여 위치정보, 온·습도 정보를 수집하고 있으며, 이를 모니터링 할 수 있는 플랫폼을 개발하였다[6][7]. 또한, 해양수산 빅데이터 플랫폼에서는 수입수산물평균단가, 해양사고예보, 선박 운항 모니터링 분석과 같은 다양한 해양서비스를 제공하고 있다[8].

앞에서 소개한 사례와 같이 다양한 해양서비스의 운영되고 있으며, 이러한 서비스 제공을 위해서는 방대한 해상 운송 데이터의 제공이 필수적이다. 하지만 선박이 운항하며 해상 운송 데이터를 수집할 때 IoT장비의 결함으로 오류 값이 포함되거나 날씨 등의 환경적인 영향으로 인해 IoT장비를 부착한 컨테이너가 유실되어 데이터가 영구적으로 손실되는 등의 문제가 발생하고 있다[9][10]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 통상적으로 일관성 있고 급격한 변화가 발생하지 않는 해양데이터의 특성을 고려하여, 수집된 데이터를 활용하여 새로운 데이터를 생성할 수 있으며 실제 데이터를 활용한 정보의 확장은 수요자들에게 유연성 있는 서비스를 제공할 수 있다.

이에 본 논문에서는 수집된 해상 운송 데이터의 위치 정보를 활용하여 가상의 위치데이터를 생성하는 에뮬레이터의 알고리즘을 제안한다. 위치 정보생성 알고리즘은

스마트컨테이너의 실증 테스트를 통해 수집한 위치정보 사이의 표준편차를 추출하여 새로운 위치데이터를 생성한다[11]. 또한 생성된 위치데이터와 선박, IoT 장비를 랜덤으로 매칭하고 그룹화하여 수집시간, 속력 값 등을 추가로 생성한다. 이렇게 생성된 데이터들을 데이터베이스에 실시간으로 삽입하면 보다 더 방대한 규모의 데이터 확장이 가능하다. 또한 해상 운송 데이터를 통해 새로운 데이터를 생성하는 연구는 찾아볼 수 없으며 에뮬레이터를 점진적으로 개선하여 데이터 손실에 대한 문제를 보완하는데 기여할 것이다.

2. 해상 운송 에뮬레이터 개발

해상 운송 데이터는 IoT 장비가 내장된 스마트컨테이너가 선적된 선박 운송시 실시간으로 수집한 데이터를 활용하였다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 구성을 Fig. 1에 나타내었다. 선박 운송시 수집된 데이터들 중에는 ShipID(선박), DeviceID(수집 IoT장비), GeoID(항로) 데이터가 이용된다. Fig. 1의 에뮬레이터의 구성도는 Fig. 2와 같다. 위치데이터를 생성하기 전에 DeviceID, ShipID 데이터는 각 하나씩 랜덤으로 매칭하여 그룹을 이루고 GeoID는 하나의 그룹(DeviceID, ShipID)마다 랜덤으로 부여하였다. 그룹마다 부여된 항로의 위치데이터 생성이 종료되면 또 다른 항로 데이터를 부여하게 된다. 이러한 과정을 반복하며 그룹별로 새로운 위치데이터를 생성한다. 뿐만 아니라 생성된 위치데이터를 통해 수집시간과 속력 값을 동시에 산출하여 데이터베이스에 삽입한다.

2.1 데이터 매칭

위치 데이터를 생성하기 전에 DeviceID, ShipID, GeoID 정보를 이용하여 매칭 단계를 거치게 된다. DeviceID는 실제 컨테이너에 부착된 IoT 장비의 ID이며, 선박의 출항 시점부터 입항 시점까지 온·습도, 충격, 위치데이터 등을 설정한 주기에 맞춰 수집한다. ShipID는 스마트컨테이너를 선적한 선박의 고유번호이며, GeoID는 위치 데이터의 좌표가 포함된 항로데이터이다.

그룹 생성을 위해서 DeviceID, ShipID를 매칭하고, 생성된 그룹들은 그룹ID가 자동으로 부여된다. GeoID는 그룹마다 임

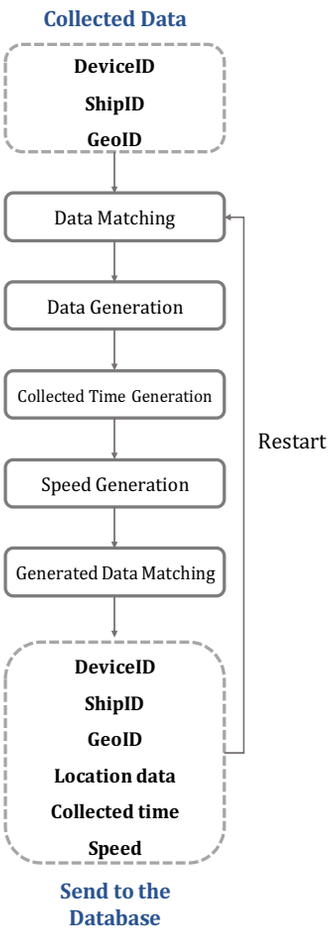

Fig. 2. Flowchart of Emulator

의로 매칭되고, 매칭된 그룹은 항로데이터를 기반으로 위치데이터를 생성한다. 위치데이터 생성이 종료되면 또 다른 항로를 매칭시키는 과정을 반복하여 데이터를 확장한다.

2.2 신규 데이터 생성

1) 위치데이터 생성

GeoID는 실증 테스트를 통해 수집한 항로데이터이며, 시간에 따른 선박의 위치를 좌표 값으로 나타낸다. 항로는 도착지를 기준으로 1) 브리즈번 항구, 2) 인도 고치, 3) 북태평양, 4) 중국 상하이, 5) 사바나로 분류하였다.

Fig. 3은 위치 데이터를 생성하는 과정을 나타내었다. Fig. 3에 명시된 SeaRouth는 위치데이터의 좌표 값을 나타낸 것으로 StartPoint는 출발점, EndPoint는 도착점을 의미한다. StartPoint와 EndPoint 사이의 SeaRouth(●)는 실증을 통해 수집한 위치 데이터의 좌표이며, 붉은색 스퀘어 모형(■)은 SeaRouth들 사이에서 신규로 생성된 위치데이터이다.

위치 데이터를 생성하는 방법은 다음과 같다. 먼저 SR1(SeaRouth1)과 SR2(SeaRouth2) 사이 좌표의 표준 편차를 출력한다. 출력된 표준 편차는 두 좌표(SR1, SR2) 값 사이의 최대 범위 값으로 설정되며, 설정된 범위에서 한 개의 값을 랜덤으로 출력한다. 예를 들면, SR1와 SR2 사이의 표준편차가 위도 0.4, 경도 0.8일 때, 위도의 표준편차 범위는 0~0.4, 경도의 표준편차 범위는 0~0.8이 된다. 이렇게 추출된 위도와 경도의 범위 내에서 하나의 값을 랜덤으로 추출하게 되는데, SR1 위치 좌표 값을 기준으로 더하거나 빼서 새로운 위치 데이터를 생성한다. 이때, 생성되는 데이터는 SR2 위치 좌표 값을 넘지 않도록 범위를 지정한다.

상기에서 서술한 절차에 따라 생성된 위치데이터의 결과는 Fig. 4에서 확인할 수 있다. 상하이행 항로의 위도 범위는 1.202~31.280, 경도의 범위는 103.738~123.39이며 사바나행 항로의 위도 범위는 6.893~42.394, 경도의 범위는 73.939~179.942이다. Fig. 4의 위치 데이터 생성결과와 같이 각 항로 범위를 초과하지 않는 것을 확인할 수 있다.

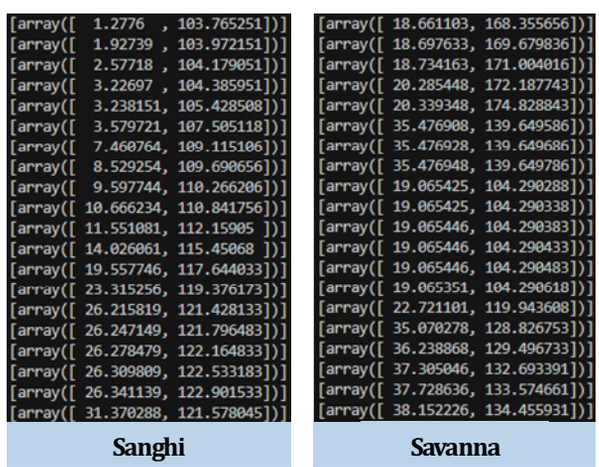

Fig. 4. Result of Generating Location Data

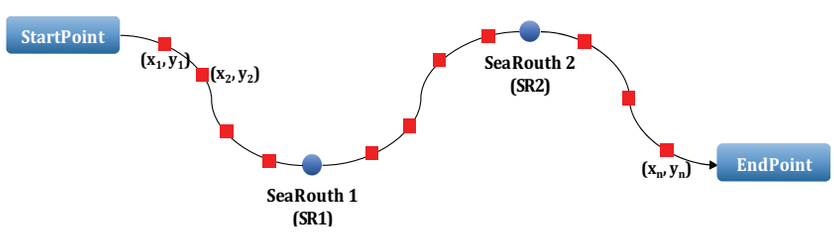

Fig. 3. Flowchart of Generating location data

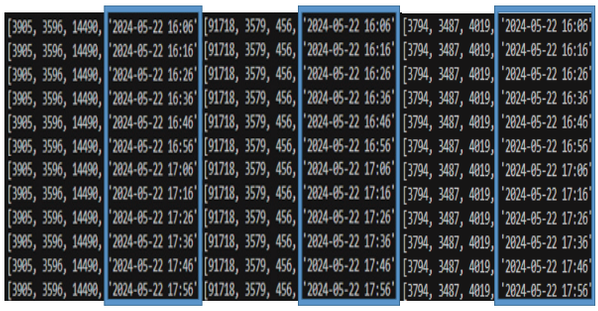

Fig. 5. Result of Collected Time

2) 수집시간

수집시간은 datetime 모듈의 now 함수를 이용하여 프로그램 실행 시점 기준으로 생성한다. 생성된 좌표 데이터 개수에 맞춰 10분 주기로 증감하며, 수집 시간의 주기는 필요에 따라 변경할 수 있다.

Fig. 5는 서로 다른 3개 그룹의 그룹ID, ShipID, DeviceID, Collected time을 나타내고 있으며 그룹과 수집 시간은 실시간으로 매칭 됨을 확인할 수 있다. Collected time은 설정된 주기에 맞춰 증감되고 있으며, 이는 매칭 단계에서 매칭된 그룹, 항로(GeoID)와 함께 동시에 실행되기 때문에 시작 시간은 같으나 마지막 수집 시간은 생성되는 위치데이터의 개수가 다르기에 그룹마다 상이하다.

3) 속력

통상적으로 속력 값을 산출하기 위해서는 거리와 시간 값이 필요한데, 이 중 거리는 위치데이터 사이에서 하버사인 공식(Haversine Formula)[12]에 의해 추출된다. 하버사인 공식은 구에서 두 점 사이의 거리를 구할 때 쓰이는 공식이므로, 지구 표면에서 가장 짧은 거리인 점들 사이의 합을 나타낸다.

기본적으로 속력을 구하는 식은 Equation(1)과 같다. 하지만 위치 데이터 간의 거리(s), 수집 시간 주기(t)를 이용하여 속력을 구하게 되면 Fig. 6과 같이 속력 값의 편차가 크게 나타난다. 이는 위치데이터는 임의로 생성되는 반면 수집 주기는 일정하게 10분을 적용하여 발생된 문제이다. 이를 해결하기 위해 식 Equation (2)와 같이 위치데이터의 누적 거리 값과 누적 수집 시간을 이용하여 속력 값을 산출하였다. 속력 값의 산출 결과는 Fig. 7과 같이 Equation (1)를 이용한 산출 결과보다 일관성이 있음을 확인할 수 있다.

$$v = \frac{s}{t} \tag{1}$$

$$v = \sum_{n=0}^{n-1} \frac{s_n}{t_n} \tag{2}$$

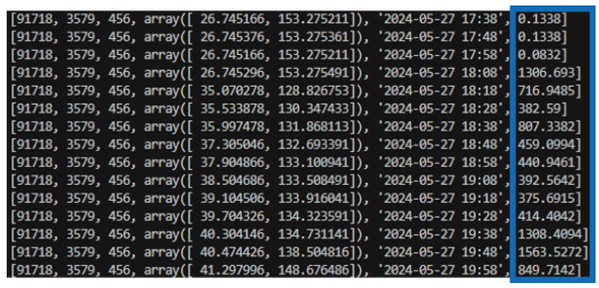

Fig. 6. Speed Result using Equation (1)

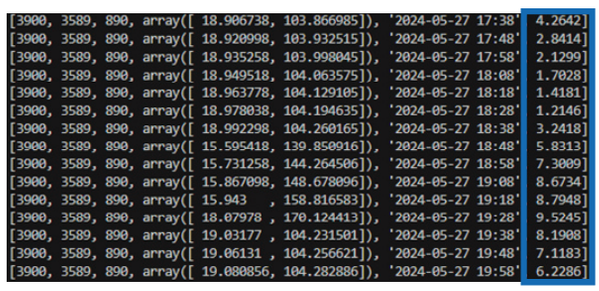

Fig. 7. Speed Result using Equation (2)

2.3 생성된 데이터 데이터베이스에 삽입

본 논문에서 제안한 방법으로 생성된 신규 데이터를 데이터베이스에 삽입한 결과는 Fig.8.과 같다. Fig.8.의 상단은 콘솔창에 출력된 결과이며 하단은 데이터베이스에 삽입된 결과이다. 표시된 데이터는 좌측부터 [그룹ID, ShipID, DeviceID, 위치데이터(위도, 경도), 수집시간, 속력] 순이며, 출력된 데이터와 동일한 데이터가 데이터베이스에 삽입되어 있는 것을 볼 수 있다. 이는 프로그램이 종료될 때까지 반복하여 진행된다.

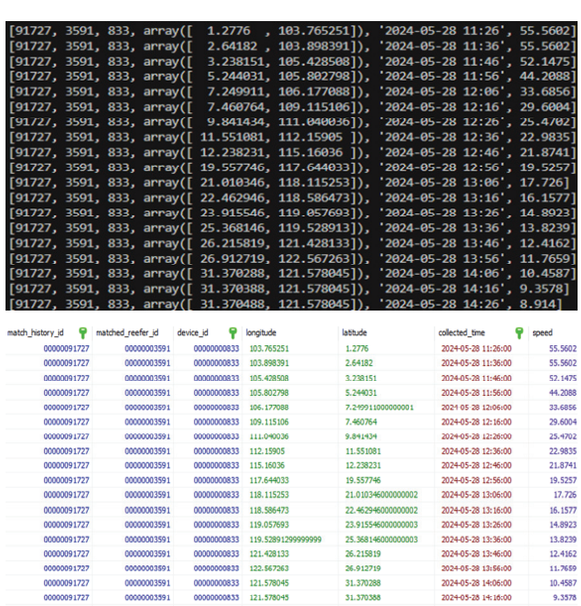

Fig. 8. Result of the Generated Data Being Inserted into the Database

Table 1. Amount of Generated Data

Experimental Time	Total Data Count	Number of Generated Data	Number Generated per minute	Note
3h(180m)	51,371	11,704	65.02	Transfer Data Per Second
5h(300m)	69,156	17,785	59.29	
9h(540m)	221,312	152,156	281.77	Send as soon as Generated

3. 실 험

본 논문에서 제안한 신규 데이터 생성 알고리즘의 유효성 검증을 위해 스마트컨테이너의 실증데이터를 활용하여 실험을 진행하였다.(실험의 목적추가 필요) 실험은 1) 일정시간(3h, 5h, 9h)이 경과 후 생성되는 위치 데이터 수, 2) 생성된 위치데이터들의 정확도, 3) 항로별 생성되는 평균 데이터 수로 총 3가지로 진행된다. 실험을 통해 에뮬레이터의 성능과 그 우수성을 점검할 수 있다

3.1 실험 방법

1) 일정시간 경과 후 생성된 위치데이터 개수

실험은 3시간, 5시간, 9시간을 기준으로 진행되며, 각 시간별로 생성된 신규 데이터 수를 확인하기 위함이다. 실험 전, 데이터베이스에 저장된 데이터의 수는 39,667개이며 3시간, 5시간 주기의 실험은 출력되는 데이터를 확인하기 위해 sleep(1) 함수를 사용하였다. 이는 신규 데이터를 1초 주기로 콘솔 창에 출력 후 데이터베이스에 전송하였으며 9시간 실험은 시간제한 없이 출력하였다. 결과는 Table 1과 같다.

2) 생성된 위치데이터들의 정확도

생성된 위치데이터들은 항로를 벗어나지 않도록 경로의 일관성이 필요하며, 이를 위해서는 각 항로별로 위치 좌표값의 최대·최소 범위를 파악해야하며 이를 Table 2를 나타내었다. 최소·최대 범위 내에 데이터가 생성되었는지의 여부를 확인하기 위해 항로별 차트를 Fig. 14~Fig. 18을 통해 나타내었다.

3) 항로별 생성되는 데이터 개수

본 실험은 항로별 생성 데이터의 평균 개수를 확인한다. 이는 항로별로 각각 5번의 데이터 생성 작업을 하였으며 생성된 신규데이터의 평균수를 산출하였다.

3.2 실험 결과

1) 경과 후 생성된 위치데이터 개수

위 실험은 정해진 실험 시간 내에서 생성된 위치데이터의 수를 확인하기 위함이다. 'Experimental Time'은 실험 시간, 'Total Data Count'는 총 위치데이터 개수, 'Number of Generated Data'는 새로 생성된 위치데이터 개수, 'Number Generated per minute'는 1분당 생성된 위치데이터의 개수, 그리고 Note는 참고 항목이다. 실험 시간에 따른 신규 생성 데이터의 수는 3시간 11,704개, 5시간 17,785개, 9시간 152,156개임을 확인할 수 있으며, 이를 Table 1에 나타내었다. 참고로 실험시간 3시간, 5시간은 생성된 위치데이터를 1초에 1번씩 데이터베이스로 전송했고, 9시간은 데이터 전송에 대한 시간제한을 두지 않았다. 시간제한이 없을 때는 1분당 약 282개의 데이터를 생성하는 것을 알 수 있으며 이렇게 전송된 데이터들은 모두 중복되지 않은 데이터이다.

2) 생성된 위치데이터들의 정확도

Fig. 9~Fig. 13은 항로의 이해를 돕기 위해 HMM사이트[13]의 자료를 인용하였다. 각 사진마다 노란색 사각형이 삽입되어 있는데, 이는 본 논문에서 사용한 항로이며 자세한 위치데이터의 범위는 Table 2에서 확인할 수 있다.

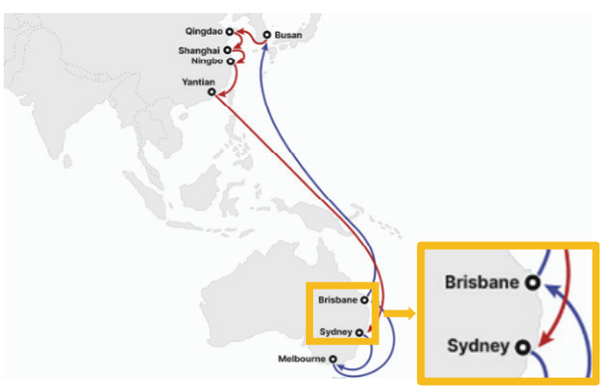

Fig. 9. Brisbane Harbor Searoute

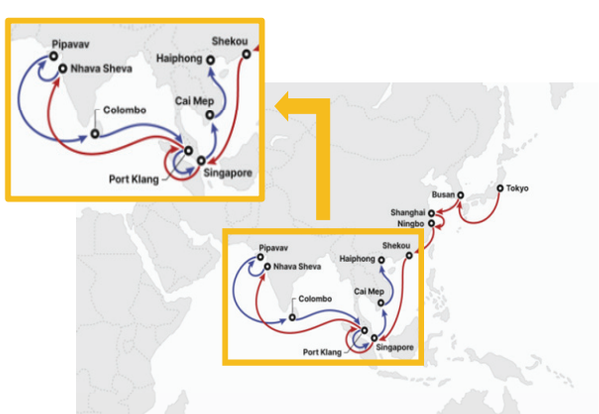

Fig. 10. India Kochi Searoute

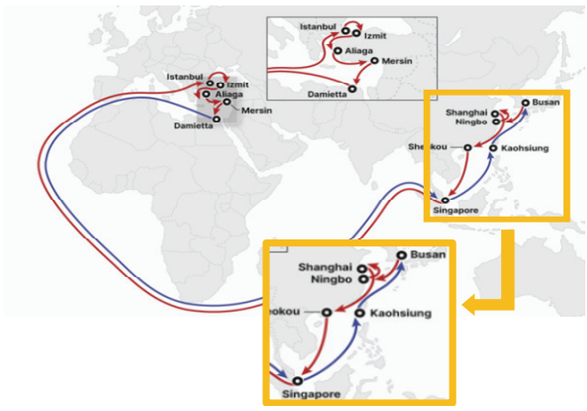

Fig. 11. China Sanghi Searoute

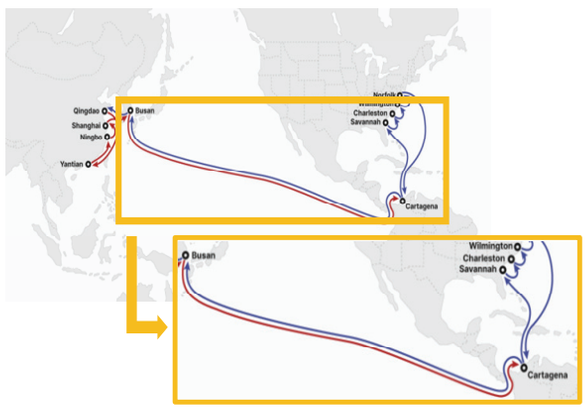

Fig. 12. Savanna Searoute

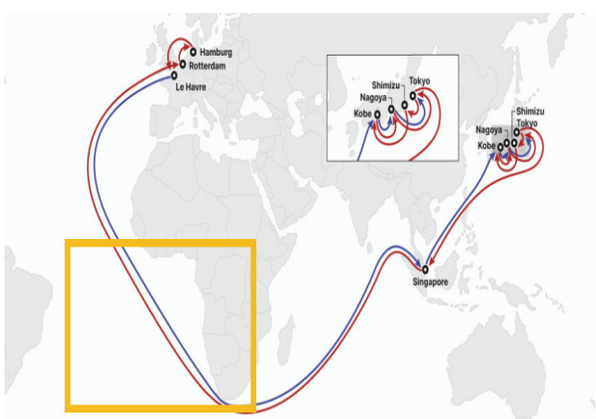

Fig. 13. North Pacific Searoute

Table 2. Location Data Range by Searoute

A route (Based on Destination)	Longitude range	Latitude range
Brisbane Harbor	151.2145~153.8507	26.7211~34.0274
India Kochi	75.78175~104.7587	1.2043~13.5936
China Sanghi	103.7377~123.3856	1.2028~31.3887
Savanna	73.93932~179.9422	6.8933~42.394
North Pacific	102.1416~179.9628	14.6901~35.4774

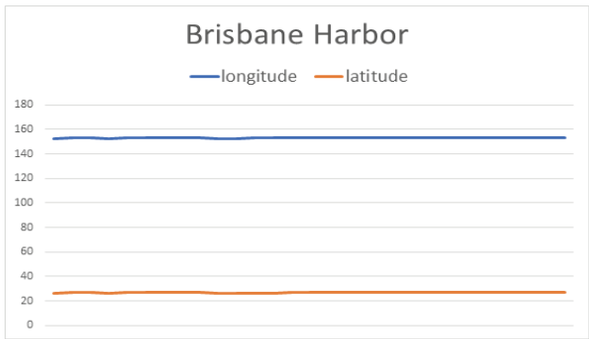

Fig. 14. Result Chart of Brisbane Harbor

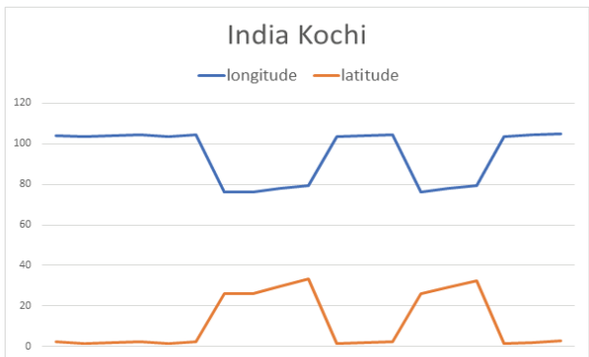

Fig. 15. Result Chart of India Kochi

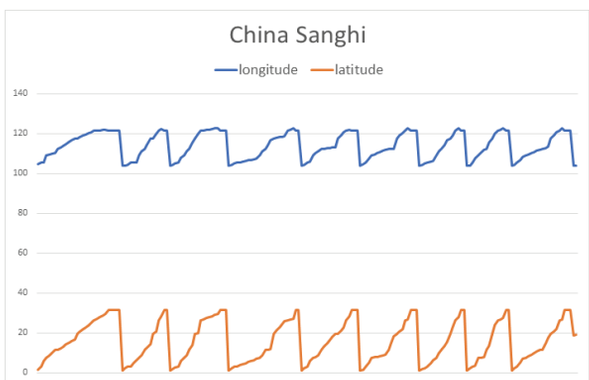

Fig. 16. Result Chart of China Sanghi

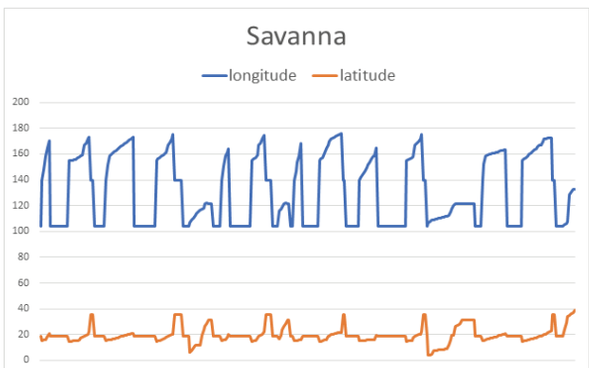

Fig. 17. Result Chart of Savanna

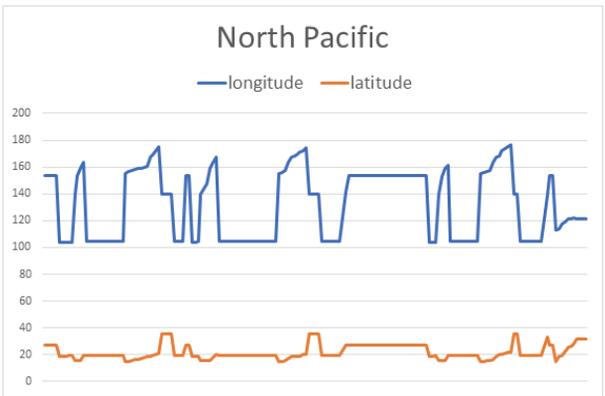

Fig. 18. Result Chart of the North Pacific

Fig. 14~Fig. 18의 y값은 위·경도 값으로 위와 같은 결과를 통해 생성된 위치데이터는 각 항로마다 지정된 범위(Table 2) 내에서 생성된 것을 확인하였다. 그래프를 통해 위·경도 값의 편차가 확인할 수 있으며, 이는 선박의 운항시간 등과 같은 정보를 유추할 수 있다. 또한 생성된 위치데이터는 모두 중복되지 않는 값으로 새로운 항로가 추가되어도 별도의 수정 없이 동일하게 적용된다.

3) 항로별 생성되는 평균 데이터 수

Table 3은 항로별 생성되는 평균 데이터 수의 결과를 나타내고 있다. Table 3의 표에서 'A route'는 도착지를 기준한 표준항로, 'Number of Coordinates Per Route'는 표준항로의 기존 위치데이터의 개수, 'Number of Data Generated by Route'는 생성된 위치데이터를 포함한 총 위치데이터의 개수, 그리고 'Number of Generated Data'는 각 표준항로 별로 생성된 위치데이터의 개수이다. 1) 브리즈번 항구 항로는 기존에 저장된 131개의 데이터에서 429개로 증가하여 298개의 데이터를 생성, 2) 인도 고치 항로는 기존에 저장된 2010개의 데이터에서 5776개로 증가하여 3766개의 데이터를 생성, 3) 북태평양 항로는 기존에 저장된 1514개의 데이터에서 4852개로 증가하여 3338개의 데이터를 생성, 4) 중국 상하이 항로는 기존에 저장된 859개에서 2798개로 증가하여 1939개의 데이터를 생성, 그리고 마지막 5) 사바나 항로는 기존에 저장된 2794개에서 8640개로 증가하여 5846개의 데이터를 생성하였다.

Table 3. Number of Generated Data by Searoute

A route (Based on Destination)	Number of Coordinates Per Route	Number of Data Generated by Route	Number of Generated Data
Brisbane Harbor	131	429	298
India Kochi	2010	5776	3766
China Sanghi	859	2798	1939
Savanna	2794	8640	5846
North Pacific	1514	4852	3338

이는 IoT장비를 통해 수집한 각 항로별 위치데이터를 이용하여 새롭게 생성된 위치데이터의 개수를 확인하였다. Table 3을 통해 위와 같은 결과를 확인할 수 있었고 기존 위치데이터 개수가 새롭게 생성된 위치데이터 개수와 비례하는 것도 파악할 수 있다.

4. 결 론

해상운송 중 IoT 장비를 통한 데이터 수집 시 장비의 결함, 악천후 등 다양한 요인으로 데이터 손실이 발생하는데, 손실된 데이터는 복원이 불가능하고 그로 인해 서비스 제공의 어려움이 발생된다. 본 논문에서는 이러한 어려움을 해결을 위해 스마트컨테이너의 실증 테스트를 이용하여 신규 데이터를 생성하는 에뮬레이터를 개발하였다. 에뮬레이터에서는 선박, IoT장비, 위치정보를 활용하여 가상의 위치데이터를 생성한다. 또한, 선박과 IoT장비들을 매칭하여 각 하나의 그룹을 이루고 수집한 위치정보를 통해 새로운 위치데이터를 생성하였으며, 이를 기반으로 속도 값을 추출하였다. 이러한 과정을 통해 신규로 생성된 데이터는 데이터베이스에 전송하여 데이터를 누적하였으며, 실험을 통해 신규로 생성된 데이터가 실증 테스트 데이터와 일관성 있게 생성됨을 확인하였다.

향후 연구계획으로는 수집한 위치데이터를 기반으로 사용자가 운항시간과 생성된 데이터의 개수 등과 같이 원하는 데이터를 임의로 입력하였을 때, 이에 준하는 데이터를 뽑아낼 수 있게 연구할 예정이다. 또한 에뮬레이터가 보다 효율적으로 위치데이터를 생성할 수 있도록 개선할 계획이며 추후 생성된 데이터를 플랫폼에 반영하고 선박의 동선을 실시간 확인할 수 있도록 진행할 계획이다. 지속적인 에뮬레이터 개선을 통해 안전성 및 운영 효율화 향상 등 확보할 것이다.

References

[1] K. Salah et al., "IoT-Enabled Shipping Container with Environmental Monitoring and Location Tracking," in *Proceedings of the 2020 IEEE 17th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*, Las Vegas: USA, pp.1-6, 2020.

[2] S. Mahmood, R. Hasan, A. Ullah, and K.U. Sarker, "SMART Security Alert System for Monitoring and Controlling Container Transportation," in *Proceedings of the 2019 4th MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*, Muscat: Oman, pp.1-5, 2019.

[3] Strengthen marine data collection, sharing, and analysis system [Internet], https://www.hankyung.com/article/202308233608l.

[4] KIMST of Oceans and Fisheries Marine and Fisheries Big Data Platform [Internet], https://www.vadahub.go.kr/user/main/index.do.
[5] DSME Information Systems-Allsea Data 'Shipbuilding and Maritime Big Data System Development [Internet], www.cnbnews.com/news/article.html?no=435511.
[6] Y. S. Moon et al., "A Study on the Container Security Device(ConTracer) base on IoT," in *Proceeding of the Korea Institute of Communication Sciences*, pp.587-588, 2014.
[7] Y. S. Moon, H. R. Choi, E. K. Lee, S. J. Jo, S. J. R, and S. P. Choi, "Develop of Container Security Device(Contracer) using M2M technology," In *Proceeding of the Korea Institute of Communication Sciences*, pp.520-521, 2010.
[8] BigdataSea, Data Utilization Case Studies [Internet] https://www.bigdata-sea.kr/dataanalysis/datacoa/datacoaList.do.
[9] D. J. Hwang, "A Discussion on Container Loss Accidents and Response During Ship Voyage," In *Journal of Navigation and Port Research*, Vol.46, No.4, pp.331-337, 2022.
[10] Containers Lost at Sea – 2023 Update [Internet], static1.squarespace.com/static/5ff6c5336c885a268148bdcc/t/646cf5b50ba5a260052b1b66/1684862389529/Containers_Lost_at_Sea_2023_FINAL.pdf.
[11] T. H. Kim, J. W. Jung, D. M. Park, D. W. Kim, and B. K. Park, "글로벌 해운물류 실시간 모니터링을 위한 스마트컨테이너의 개발," In *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, pp.1449-1457, 2023.
[12] C. Robusto, "Thecosine-haversine formula," *The American Mathematical Monthly*, Vol.64, No.1, pp.38-40, 1957.
[13] HMM [Internet] https://www.hmm21.com/

박 채 림

https://orcid.org/0000-0001-9985-3967
e-mail : cofla7572@dau.ac.kr
2023년 한국해양대학교 제어계측공학과 (석사)
2023년 ~ 현 재 동아대학교 스마트물류연구센터 연구원
관심분야 : 스마트컨테이너, 빅데이터, AI, 컴퓨터비전, 해운물류

김 태 훈

https://orcid.org/0009-0004-8359-0815
e-mail : rider7979@dau.ac.kr
2007년 부산대학교 컴퓨터공학과(석사)
2007년 동아대학교 미디어디바이스센터 선임연구원
2014년 ~ 현 재 동아대학교 스마트물류연구센터 선임연구원
관심분야 : 스마트컨테이너, IoT, 해운물류, 컨테이너 트랙킹

이 은 규

https://orcid.org/0009-0005-7882-5568
e-mail : janbanora@dau.ac.kr
2001년 건국대학교 전자정보통신공학과(석사)
2016년 ~ 현 재 동아대학교 스마트물류연구센터 선임연구원
관심분야 : 스마트컨테이너, 수동소자, AI, 빅데이터