

# 카고바이크용 물류 분배 및 적재량 AI 분석 알고리즘 효율성에 관한 연구

유명국, 장재민, 여창섭, 김상민

(재)경북자동차임베디드연구원

[mgyu@givet.re.kr](mailto:mgyu@givet.re.kr), [jmjang@givet.re.kr](mailto:jmjang@givet.re.kr), [yics6841@givet.re.kr](mailto:yics6841@givet.re.kr), [smkim@givet.re.kr](mailto:smkim@givet.re.kr)

## A Study on the efficiency of logistics distribution and load AI analysis algorithm for cargo bikes

Lee Soon Shin, Jang Jae Min, Yeo Chan Sub, Kim Sang Min  
Gyeongbuk Research Institute of Vehicle Embedded Technology

### 요약

최근 코로나19 이후 비대면 배송의 증가로 택배시장 활성화에 큰 기여를 하였다. 또한 수많은 물류플랫폼의 증가로 국내를 넘어 해외 직구 물품까지 택배 종류는 다양해지고 사람들은 더욱 더 빠른 배송을 원하고 있다. 그러나 수송 수단의 대부분은 많은 이산화탄소를 발생시키고 있으며, 배송수단에 대한 환경규제 및 지역주민의 민원 등 사회적 문제도 대두되고 있다. 이러한 환경적, 사회적 문제를 해결하기 위해 경북규제자유특구 지역에서는 친환경 수단인 삼륜형 카고바이크를 제안한다. 본 논문에서는 카고바이크에 효율적인 택배 적재를 하기 위해 개발한 AI 알고리즘과 택배 유통업자와의 배송 시간을 비교분석하였다. 이를 통해 일반인도 배송 경험없이 쉽게 배송에 참여할 수 있는 알고리즘 개발에 활용될 수 있을 것이다.

### I. 서론

국내 택배산업은 인터넷 전자상거래의 영향으로 2000년대 이후 물동량이 꾸준히 증가하였으며, 최근 코로나19 사태 이후에는 비대면 배송의 증가로 식품 등 다양한 종류의 물품들의 배송량이 증가하였다.[1]

고객은 추가가격을 지불하더라도 당일배송, 즉시배송을 선호하고 이 선호도는 젊은층 고객일수록 더 심한 양상을 보이고 있다. 이제 마트에 직접 방문하지 않고 온라인을 통해 물품을 구매하는 사람들이 더 많은 세상이 되어가고 있는 것이다. 대형 택배물류회사들은 앞다투어 온라인 유통시장에 진출하고 있고 각 업체들마다 보다 빠른 배송 서비스를 제공하는데 사활을 걸고 있다. 최근 온라인 유통업체들이 더 빠르고 안전한 배송을 위해 투자와 노력을 쏟음에 따라 물류배송에 대한 관심도 역시 증가하고 있다. 이중 가장 중요하게 떠오르고 있는 부분이 라스트 마일 배송이다. 주문한 물품이 배송지를 떠나 고객에게 직접 배송되기 바로 직전의 마지막 배송 구간을 뜻하는 라스트 마일 배송 분야는 새로운 기술과 서비스를 선보이는 등 많은 노력을 하고 있다.[2][3]

이로 인해 도심 내 화물트럭의 운송량은 꾸준히 증가하였으며, 화물수송 부문 이산화탄소 배출량은 2011년 3,500만 톤에서 현재는 약 3,900만 톤까지 증가하고 있다. 수송부문에는 선박·항공·철도 등 여러 가지가 있을 수 있지만 국내 물류 프로세스 상에는 트럭이 가장 많이 사용되고 있으며 수송부문 온실가스 배출량 20%의 대부분을 차지하고 있다.[4][5]

이를 해결하기 위해 현재 경북스마트그린물류 규제자유특구에서는 기존의 라우팅 방식은 1인 배송자의 입장에서 배송량, 배송시간을 단축시키지 못하지만, MCC기반의 허브는 잦은 배송으로 인해 효율적 분배할 수 있도록 배송체계를 바꾸는 실증을 진행하고 있다

현재 대부분 라스트 마일 배송 체계는 1톤 트럭, 배송용 오토바이 등으로 배송되는 경우가 많다. 빠른 속도로 배송을 할 수 있다는 장점이 있지만, 1톤 트럭은 주거 밀집 지역 내 이동이 어려우며 잦은 민원 문제를 야기

시켜 왔다. 또한 내연기관 운송수단은 탄소저감에 부합하지 않는 운송 수단으로 경북스마트그린물류 규제자유특구에서는 화물운송용 삼륜형 전기자전거를 통해 라스트마일 배송을 실증하고 있다. 이러한 삼륜형 전기자전거를 통해 배송할 경우 도심 내 일반 차량으로 소음 유발, 교통 체증을 문제를 해결하며 다수의 차량이 아닌 카고바이크 단위로 지역 소규모 단위로 나누어서 배송의 속도와 품질을 향상 시키는 것을 기대하고 있다 하지만 1회 배송차량이 출발할 때 효율적으로 물류 적재를 하려면 카고바이크에 적합한 적재알고리즘이 개발이 되어야하는 실정이다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 카고바이크용 적재 알고리즘을 개발하고 기존 배송 전문인력과의 비교를 통해 효율성을 입증하고자 한다.

### II. 본론

본 시스템에서는 1차적으로 배송지의 위치에 따라서 섹터를 분리하고 물량을 확인하며 2차적으로 해당 지역의 물량에 맞춘 최적화 카고바이크를 도출하고, 3차 카고바이크 적재함에 최적화 하여 상품을 상차하는 형태로 매칭 알고리즘 시스템을 개발하였다

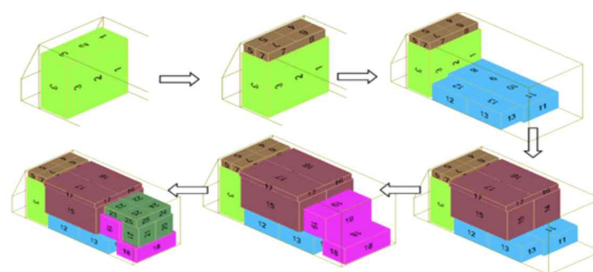


그림 1 배송 우선순위 기반의 적재 시뮬레이션

이에 따라 배송되는 상품의 위치값, 상품의 크기, 무게, 형태에 따라서 본 알고리즘을 변수를 도출하여 최적화 데이터를 도출한다.

카고바이크는 총 4개종으로 모두 사이즈가 다르다. 그래서 4개 카고에 대해 최적화된 적재 알고리즘을 구축하기 위해 해당 적재함의 규격의 실측을 진행하였으며, 실측 카고바이크에 약 4개종의 상품을 구성하여 적재를 진행 할 수 있도록 테스트를 수행 하였다. 실제 적재량의 cbm 단위와 적재가능 수량이 산정될 수 있도록 시스템이 구축되어 개발진하였다.

이차원적인 바닥면 단면적으로 배송적재량을 확인하며, 적재면적의 최대량을 도출 할 수있고 적재량에 따른 카고박스 부피의 여유공간의 변화를 단면 데이터로 확인하며 진행하였다.

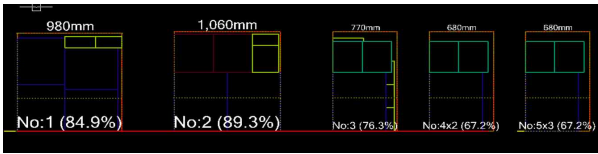


그림 2 2D nesting 맵 도출

이렇게 개발한 적재 알고리즘의 효율성을 테스트하기 위해 실내에 총 4군데 포인트를 설정하고 각 포인트별로 배송을 하는 시나리오를 구성하였다. 실험에는 배송 업무경험이 있는 사람과 무경험자로 나누어 진행하였으며, 무경험자에게만 적재 알고리즘을 적용하여 실험을 진행하였다. 알고리즘을 통해 그림3과 같은 작업지시서가 제공되었다.

대분류	중분류	품번	Width	Length	Height	Qty
1	적재물	오형목박스	180	220	190	8
2	적재물	오형목박스	380	250	210	5
3	적재물	오형목박스	500	480	380	4
4	적재물	이형박스	560	310	280	3

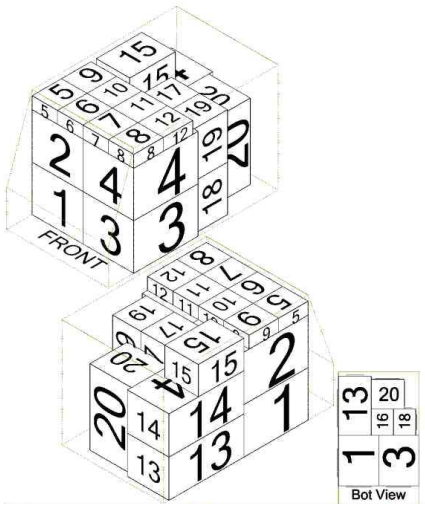


그림 3 작업지시서 예시

실험 결과 적재 알고리즘을 사용하지 않은 40대 배송 유경험자의 경우 평균 12분의 배송시간이 소요되었으며, 알고리즘을 적용한 30대 남성 배송 무경험자는 평균 10분, 20대 남성 배송 무경험자는 15분의 시간이 소요된 것을 확인할 수 있었다.

### III. 결론

본 논문에서는 마지막 배송수단으로 삼륜형 카고바이크를 이용할 시 일반인 배송을 원활하게 하기 위한 적재 알고리즘을 개발하고 효율성을 검증하였다. 일반인은 물류경험이 부족하여 다량의 물건을 카고에 적재할 시 효율적인 적재가 어려우며, 개발된 알고리즘이 이런 문제를 얼마나 해

결할 수 있을지 검증할 필요가 있었다.

실험 결과 배송 유경험자보다 알고리즘을 적용한 배송 무경험자가 시간이 단축되는 결과도 있었지만 오히려 늘어나는 경우도 있었다. 평균 1/2분의 차이였지만, 대부분 적재는 잘 이루어졌으나 너무 효율적으로 적재를 하다보니 배송과정에서 물건을 하차할 때 어려움을 겪는 것을 볼 수 있었다. 하지만 효율적 알고리즘을 통해 상 하차 횟수는 평균 1회 이상 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.

개발된 카고바이크 적재 알고리즘을 통해 배송 횟수를 단축하여 1회 운영비를 절감할 수 있다는 점에서는 효율적이라고 볼 수 있으나, 빈공간이 없는 적재 방식을 상하차 시 배송자가 어려움을 겪지 않도록 개선한다면 충분히 효율적으로 운영이 가능할 것으로 기대한다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 중소기업부의 규제자유특구혁신사업육성 지원에 의한 연구임

### 참 고 문 헌

- [1] 박한영, 김소형, 정승주, 서상범. (2021). 코로나19 확산에 따른 국내 택배서비스 이용행태 변화. 교통연구, 28(2), 51-66.
- [2] 김태현, 윤승진, 송상화, “라스트마일 배송을 위한 도심 물류 네트워크 설계: 서울시 사례 연구”, Journal of the Korean Society of Supply Chain Management Vol. 20, No. 1, pp.110~120, May 2020
- [3] 라스트마일 물류 혁신:모바일 거점 Mobile Depot, 2020
- [4] 강소영(2015), 온실가스 배출량 산정 방법에 따른 Wood Chip 연소시설의 N2O 배출량 비교 Tier3, Tier4 Method를 중심으로, 세종대학교 기후변화학과 대학원 석사학위 논문
- [5] 강희찬, 김용진, 강만욱, 강성원(2013), “ 온실가스 감축정책 현황 및 개선방안 연구”, 기후환경정책연구 한국환경정책평가연구원, 13(0), 318-533.