

Innovative technology adoption in Maritime Supply Chain Itnegration

신상훈* · † 신용준

*카디프 대학원 박사과정생, † 한국해양대학교 해운경영학부 교수

요약 : 이 연구는 해운산업의 해운물류통합에 적용된 ICT기술들의 적용현황을 문헌연구를 통해 자료를 수집하고 정리하여 요약하여 conceptual model을 개발하고 전체적인 로드맵을 제시하였다.

핵심용어 : 해운물류, 해운물류통합, 해운공급망, 해운공급망 통합, ICT, Technology

Background

- 수요 및 공급의 불균형 및 경제성장의 불투명 환경에서 해운산업의 경쟁력 재고
- 4차 산업 혁명으로 인한 혁신기술들의 등장과 산업구조의 변화
- 해운산업에 혁신기술들의 도입 및 산업 형태 변화의 움직임
- 주요 선사들의 혁신 기술 도입 (미스크 & IBM의 Blockchain 솔루션)
- 고객들의 end-to-end 운송에 대한 수요 증가
- 선사를 중심으로 수직적 supply chain을 통합하려는 움직임
- 다양한 Information and Communication Technology (ICT)를 통한 정보교환을 통해 Maritime Supply Chain (MSC)을 통합
- 연구 질문
 - 해운물류 관련 회사들은 해운물류 통합을 통해 경쟁력을 확보하기 위하여 어떻게 ICT 기술을 적용하고 있는가?

Methodology

Narrative literature review

- 해당 주제의 다양하고 넓은 범위의 문헌 연구 진행
- 관련 주제의 문헌연구를 주제별로 정리 및 요약
- 다양한 관점을 포괄하는 overview
- ICT, IT, Digital AND maritime, shipping, container의 키워드를 활용 문헌 검색
- 문헌연구 결과를 통하여 해운물류통합과 관련된 기술: Blockchain, Big Data Analytics, Internet of Things 추출
- 해당 기술 관련 문헌연구 진행
- 문헌연구 결과 주제별로 정리

Maritime Supply Chain Integration

Maritime Supply Chain Integration (MSCI)

- 운송사로서의 선사들의 역할이 유통 파트너로 진화
- 선사들의 supply chain integrators and information disseminators로서 역할 (Wagner and Frankel 2000)
- 수직 통합을 통한 이해관계자들 간의 통한 연결성, 가시성을 증대
- 제조업체와 무역업자들의 통합된 화물 및 정보관리에 대한 요구
- 통합 서비스에 대한 수요
 - Just-in-time / all-inclusive door-to-door 서비스
 - 단순한 화물운송 → 정시에, 최저의 비용으로, 알맞은 수량을 알맞은 품질로
- Supply Chain Integration을 위한 information technology의 중요성 (Panayides and Song 2008; Vaneislander et al. 2016)
 - EDI (Electronic Data Interchange)
 - 데이터 웨어링을 위한 통합 정보 플랫폼 기술
 - 컴퓨터화된 항만 시스템

ICT implementation in MSC

ICT implementation in MSC

- ICT의 적용을 통한 SC 구성원들의 관계 및 커뮤니케이션의 진화
- 전체 SC의 Seamless integration을 위한 필수 요소
- 매년 해운산업 전체 수익의 5%가 digital technology의 투자에 사용
- Benefits
 - 실시간 컨테이너 추적; 빠른 정보 접속; 파트너간 향상된 의사소통; 운영비의 감소; 높은 질의 서비스; 문서의 디지털화; 주문, 출장, 운송 알림 등의 리드타임 감소
- 컨테이너 운송에서 다른 운송수단간의 정보 연결성의 부족의 문제점
 - 포워딩 업체
 - 3자 물류 업체
 - 복합운송 운영업체
 - 항만 및 터미널

† 교신저자 : 종신회원, yjshin61@kmu.ac.kr
 * 정회원, Shins@cardiff.ac.uk

Literature research

ICT implementation in MSC

Main topic	Method	References
Disruptive impact of ICT implementation on maritime transport	Systematic review	Bilkan (2018)
Business opportunities for logistic centres in maritime supply chain provided by the digital technologies	Systematic review	Parola et al. (2020)
Innovation and maritime transportation	Systematic review	Koukaki and Tei (2020)
Overview of current digitalization in maritime logistics	Systematic review	Fruth and Teuteberg (2017)
Port authorities' evolution and strategies into ICT infrastructures	Review	Capolina and Ghara (2013)
Relationship between supply chain integration, IT and firm performance of container shipping firms	Survey, interview	Tsang and Liao (2015)
Future of adoption of ICT in multimodal freight transport	Review	Harris et al. (2015)
Impact of ICT application in inter-modal container transportation	Modeling, interview	Auliy et al. (2012)
Impact of open platform in maritime shipping supply chain	Case study, interview	Zeng et al. (2020)
Conceptualisation of an innovative, collaborative and context-aware network business model for cargo shipping	Case study	Lambrou et al. (2008)

Studies on ICT implementation in MSC

Domain	Benefits	Features
Seamless supply chain relationship	<ul style="list-style-type: none"> • Faster access to information • Improved communication • Reduced operation costs • Better quality service 	<ul style="list-style-type: none"> • Accuracy • Timeliness adequacy • Credibility

Impact of ICT on MSC

Literature research

ICT implementation in MSC

- 해운산업에 사용된 기술들
 - 3D printing, Human Machine Interface, augmented reality, Automated Systems, Big Data Analytics, Blockchain Technology, Cloud Computing, Internet of Thing, Location Detection technologies, Mobile devices, Multi Customer Interaction, Customer Profiling and Smart Sensors
- Supply Chain Integration – shipping firms' performance 의 긍정적 관계 (Tseng and Liao 2015)
- Blockchain, IoT, Cloud Computing, and Big Data Analytics: 해운물류 및 물류 통합관련 가장 많이 언급 (Harris et al. 2015; Fruth and Teuteberg 2017; Balan 2018; Koukaki and Tei 2020; Zeng et al. 2020)
 - 정보, 화물의 움직임의 디지털 데이터 공유
- Shipper, freight forwarders, shipping liners 간의 open platform solution을 통한 통합 (Zeng et al. 2020)
 - Booking, 문서 교환, tracking & trace
- ICT Scenario (적용 분야)
 - document management, operations management, and safety and security management for local integration, interoperability, and seamless integration of inter-modal transportation.

Literature research

Blockchain

- 새로운 정보는 원장에 쓰이고, 블록에 저장되며, 이전 정보들은 편집되거나 수정할 수 없게 하는 정보기술 (Linuma 2018)
- 블록은 추가적인 블록에 의해 연결되고, 암호화된 거래 기록의 원장이 네트워크를 통해 완성 (Nofer et al. 2017)
- 네트워크의 참여자들의 동의에 의해 블록이 추가되고 활성화 (Nofer et al. 2017)
- 네트워크의 모든 멤버들에게 정보가 공유 → 거래의 신뢰성, 투명성 강조

Main topic	Method	Reference
Intention to use Blockchain application in maritime logistics	Survey	Yang (2019)
Conceptual area of blockchain application in shipping and port management	Systematic review	Tashir et al. (2021)
Advocacy and impact on the blockchain implementation in shipping industry	Developing analysis, web-based research, survey	Bussessano et al. (2020)
Classification of current and planned applications of blockchain technology in maritime logistics	Real context analysis and multi-case study	Bhagur and Willocks (2019)
Costs of container freight and rates trends and transparency of blockchain-based technology is implemented	Multi-case study	Pattaya et al. (2020)
Feasibility of a blockchain-based approach to global maritime logistics	Proof-of-concept application prototype	Shenoi (2018)
Investigation of the blockchain application in the maritime supply chain	Literature review and interviews	Cartier et al. (2020)
The possibility of blockchain technology application within the offshore maritime industry in Scandinavian and Norwegian companies	Interviews	Czachrowski (2017)
Possibilities of Blockchain applications within the container industry	Case study	Guadalupe et al. (2018)

Studies on blockchain application on MSC

Literature research

Blockchain Literature search result

- Blockchain 적용분야 (Wagner and Wisnicki 2019)
 - ship register system, smart contracts, crew certification system, bunker tracking system, marine insurance, container/cargo track-and-trace, contracting and documentation flow
- Blockchain 프로젝트 (Tsuilin et al. 2020)
 - project designed to simplify and speed-up document workflow(document workflow management)
 - designed to speed-up financial transactions throughout the delivery after goods arrival to the terminal(financial processes)
 - projects designed to improve communication at the maritime port area and to connect all supply chain parties starting from the place of products' origin (device connectivity)
- Blockchain 영향 (Yang 2019)
 - Digitalisation and easing paperwork; Tracking and tracing, customs clearance and management; Application requires standardisation and platform development; Business model and regulation for future improvement

Literature research

Big Data Analytics

- 분석도구를 통해 분석되고 저장된 구조화되거나 구조화되지 않은 많은 양의 데이터 (Tijan et al. 2019)
 - high volume; high velocity; high veracity; high variety; high value
 - 더 나은 의사결정 및 산업 최적화 (Watson 2014; Raman et al. 2018)
- Internet of Things (IoT) 와 Cloud computing 기술과 함께 데이터 수집 및 저장기술 진화
- 공급망에서의 예측모델, 문제해결 능력 등의 기회 제공
 - 인벤토리 관리, 차량 위치추적, 경로최적화, 외부환경 정보, 화물 정체문제 해결

Main topic	Method	Reference
Overview of the applications of Big Data in maritime industry	Review	Mirović et al. (2018)
The opportunities and challenges of Big data and IoT for maritime cluster	Review	Wang et al. (2015)
Impact of big data analytics on maritime transport	Review	Jović et al. (2019)
Underlying research clusters on the applications of big data and artificial intelligence in the maritime industry	Bibliographic coupling methodology	Munim et al. (2020)
Big data optimisation method for planning problem within the liner shipping industry	Modeling	Brouer et al. (2016)
Overview of availability and obstacles of big data in shipping industry	Review	Radsbøth et al. (2018)

Studies on Big Data application on MSC

Literature research

Big Data Analytics

- 해운 클러스터에서의 Big Data Analytics 적용의 기회 및 문제점 (Wang et al. 2015)
- Big Data Analytics를 활용한 offshore 선박 지원 framework
- Big Data Analytics 적용분야 (Mirović et al. 2018)
 - E-navigation, 항만 운영, 보안, 날씨 경로, 모니터링 및 추적
 - 물류 최적화, 안전, 에너지 효율성 향상
- Big Data Analytics 영향
 - digital transformation in maritime industry; applications of big data from Automatic Identification System (AIS); energy efficiency' predictive analytics (Munim et al. 2020)
 - 선사들의 항로 스케줄링 문제 (Brouer et al. 2016)

Literature research

Internet of Things

- 컴퓨터 기술의 진화로서, 인터넷으로 데이터 교환을 통한 물체들간의 의사소통을 가능하게하는 기술 (물체는 전자 장비가 부착된 우리 주변의 모든 것) (Gnimpieba et al. 2015)
- 인터넷으로 모든 것이 연결되고 관련정보들이 실시간으로 교환되는 디지털 세상으로 변화를 이끌 기술 (Manavalan and Jayakrishna 2019)
- 휴대전화, 스마트 센서 등을 통해 사람, 작업환경간의 연결성 향상
- Big Data Analytics, Cloud등의 기술과 함께 적용

Main topic	Method	Reference
Collaborative platform based on advanced technologies related to IoT, CC, GPS/GPRS and RFID	System description	Gnimpieba et al. (2015)
IoT infrastructure impact on the redesign of the business processes of seaports	Case study	Ferretti et al. (2016)
Description of IoT system designed to optimize, manage, and monitor container transport operations	Proposal	Muñuzuri et al. (2020)
Overview of IoT-based intelligent ports	Review	Xisong et al. (2013)
Main requirements and the key risks, and the challenges for IoT based smart ports	System description	Yang et al. (2016)
Real time decision support system in port operation based on IoT and cloud technology	Proposal	Hofmann and Branding (2019)

Studies on IoT application on MSC

Literature research

Internet of Things

- Case Study를 통한 IoT 항만의 산업 재 디자인 과정 (Ferretti et al. 2016)
- 공급망의 다양한 관계자들간의 팔레트 및 컨테이너 추적에 대한 다양한 IoT layers의 통합 플랫폼 (Gnimpieba et al. 2015): positioning, identification, communication, tracking and information sharing
- Intelligent / smart ports의 개발과 핵심 IoT 기술들 (Xisong et al. 2013; Yang et al. 2018): sensors, RFID, wireless sensor network, net communication technology, machine to machine, vertical terminal, handheld mobile terminal
- IoT 시스템의 사용 범위: 컨테이너 운송의 모니터, 관리, 최적화 (Muñuzuri et al. 2020)
 - 선주와 터미널 간의 컨테이너 추적, 철도운송 관리, 내륙 운송 경로
- 하역 performance 및 forecasting을 위한 IoT, Cloud 기반의 항만운영 기술

ICT implementation in MSC integration

Blockchain

- Blockchain solution 참가자
 - shipper, freight forwarder, maritime carrier, terminal operators, hinterland carrier
 - consortia between members and ICT providers
- Paperless document process
 - 기존 종이 형태의 문서로 인한 비용증가, 운송 지연, 의사소통 오류
 - BL, 항만 관련 문서, 세관 문서, 화물운송 관련 문서 등 터미널, 세관, 항만, 포워딩 업체들 간 사용되는 수많은 문서들의 디지털 화
 - 전통적인 실물의 문서 교환을 Blockchain을 통해 데이터화
 - 구성원들의 동의를 통한 참여를 통한 투명성 및 신뢰성 재고, 오류 감소
- 화물 추적
 - 실시간 정보 공유를 통해 최종사용자로부터 신뢰도 상승
 - End-to-end shippers를 보다 효율적으로, 각 지점 까리의 실시간 의사소통 가능
 - 블록체인에 운송 정보, 위치 및 화물의 상태 실시간 기록
 - 정보는 동이한 관계자들의 네트워크에서 자동으로 저장되고 공유

ICT implementation in MSC integration

Big Data Analytics

- Onboard and Onshore의 데이터
 - 해운산업의 big data는 선박 운용에 집중된 형태: 선박의 위치 데이터의 실시간 분석
 - 선사들의 선박 항로 디자인에 활용: 운송의 수요 예측과 기항 가능 항만 예측
 - 운송 수행 능력과 날씨 정보의 실시간 분석을 통해 리드타임을 줄이고, 도착 시간의 예상을 통해 항만에서 기항 시간을 단축
 - Voyage Data Recording (VDR): 선박의 위치, 속도, 방향, 레이더 데이터, 수심, 풍속 및 풍향, Hull opening 상태 등의 정보 기록
 - The Automatic Identification System (AIS): AIS 탑재 선박과 범위 내에서 지속적인 선박의 위치, 속도, 항로 정보 교환
 - VDA와 AIS를 통한 외부 환경 정보는 항만 및 터미널이 선박 도착시간을 예상하도록 지원
- E-navigation
 - 선박 및 항만의 데이터 교환 향상
 - 사용자 친화적인 가고 디자인, 표준화 및 자동화 보고, 향상된 항해 정보의 신뢰성, 장비간의 정보교환을 통한 통합된 지리 정보, Vessel Traffic Service (VTS)
 - Maritime Connectivity Platform (MCP): Cloud 기반의 오픈소스 도메인. 효율성, 보안성, 신뢰성 및 매끄러운 해운물류 관계자들간의 전자정보 교환을 가능하게 하는 framework

ICT implementation in MSC integration

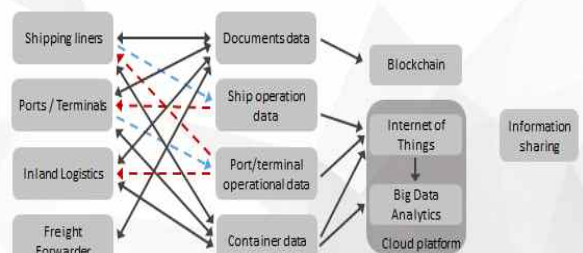
Internet of Things

- 항만 및 터미널 운용
 - 항만 인프라에 적용된 주요 IoT 기술들: sensors, RFID, wireless sensor networks, network communication technology, machine to machine, vehicle terminal, and handheld mobile terminal, which improve seaport efficiency and effectiveness
 - Intelligent port
 - Intelligent production scheduling management system, intelligent bayonet system, intelligent warehouse management system, intelligent vehicle (container) management system, smart ship management system, regional data centre.
 - 자동 컨테이너 추적, 운송자량 및 화물 추적
 - 항만, 야드, 창고, 세관, 포워딩 업체 등 다양한 관계자들을 통합하는 데이터 교환 네트워크 구성
 - 터미널 내의 화물차량의 경로 및 하역 시간 예상을 통한 터미널의 자량정제, 병목현상 해결
- 컨테이너 물류
 - 컨테이너 확인, 지리적 위치, 추적 시스템, 컨테이너 데이터의 교환 및 공유
 - 컨테이너에 부착된 RFID chip은 Electronic Product Code, 무게, 내용물의 설명 등의 정보 포함
 - 항만 운영계획 수립, 철도 접근의 자동화, 도착 및 출발의 일정, 항해 계획 등 지원
 - 화물의 위치, 보안, 상태 등의 정보를 소비자, 선주, 항만 및 내륙운송 업체들과 공유함으로써 end-to-end 운송 서비스 달성

Discussion

ICT implementation on MSC integration

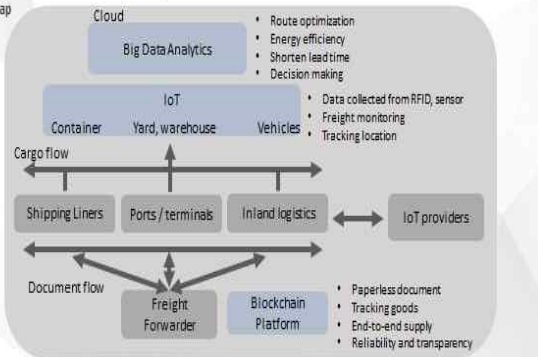
- Conceptual model



Discussion

ICT implementation on MSC integration

- Road map



Conclusion

- 해운물류 통합에 있어 ICT기술은 핵심 요소
- 해운물류 통합에 중요한 역할을 하는 기술
 - Blockchain, Big Data Analytics, Internet of Things
- 해당 기술 적용 범위, 적용 방식, 영향에 대한 conceptual model 및 overview 개발
- MSC 분야의 ICT 기술 적용에 대한 문헌의 부족
- ICT기술과 관련 실질적 영향에 대한 실증연구의 부족