

# 스마트 물류를 위한 모바일 애플리케이션의 사용성 평가

## Evaluating Usability of Mobile Applications for Smart Logistics

변대호

경성대학교 경제금융물류학부

Dae-Ho Byun(dhbyun@ks.ac.kr)

### 요약

4차 산업혁명 도래에 따라 전통적 물류는 스마트 물류로 전환되었으며, 이를 지원하는 물류 스타트업이 급성장하였다. 이들은 모바일 애플리케이션을 구축하여 화물운송, 택배, 해외직구, 화물추적, 온디맨드 물류, 신선물류, 운송 중개 플랫폼, O2O(online to offline) 비즈니스, 라스트마일 배송 분야에서 고객맞춤형 서비스를 하고 있다. 물류 스타트업이 성공하기 위해서는 사용성이 높은 모바일 애플리케이션을 개발하여 고객만족과 지속적인 사용을 통해 매출과 수익을 창출해야 한다. 모바일 애플리케이션의 사용성 평가는 모바일 폰이 가진 특성 때문에 데스크 탑 기반의 웹사이트 사용성과는 차별화된 평가기준을 사용하여야 한다. 본 연구에서는 물류 스타트업이 제공하는 모바일 애플리케이션의 사용성을 평가하고 그 시사점과 개선방안을 도출하는 것이 목적이다. 스마트 물류의 개념을 고찰하고, 문헌연구를 통해 모바일 애플리케이션의 사용성 평가기준을 도출한 후 사용성 테스트를 수행한다.

■ 중심어 : |스마트 물류 | 물류 스타트업 | 모바일 애플리케이션 | 사용성 | 사용성 테스트 |

### Abstract

With the 4th industrial revolution, the traditional logistics is shifting to the smart logistics, and it has led to rapid growth of logistics startup companies to support smart logistics. They build their mobile applications and customize their services in the areas of freight transport, parcel delivery services, freight tracking, on-demand logistics, transport intermediary platforms, online-to-offline business, and last mile delivery. In order for logistics startup to be successful, it should lead to sales and profit through customer satisfaction and continuous use by developing highly usable mobile applications. The evaluation of usability of mobile application should use different evaluation criteria from Web based applications because of the inherent characteristics of mobile phone. The purpose of this study is to evaluate the usability of the mobile application provided by the logistics startup and to draw out implications and improvement plans. Through the literature review, we will review the concept of smart logistics. Thus we derive the usability criteria suitable for mobile applications and perform usability testing.

■ keyword : | Smart Logistics | Logistics Startup | Mobile Applications | Usability | Usability Test |

\* 이 논문은 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2018S1A5A2A01028516)

접수일자 : 2019년 01월 02일

심사완료일 : 2019년 2월 07일

수정일자 : 2019년 02월 07일

교신저자 : 변대호, e-mail : dhbyun@ks.ac.kr

## I. 서론

전통적 물류산업은 4차 산업혁명 핵심기술을 사용하는 물류 4.0 시대로 변화되고 있으며 시장의 변화에 신속 대응하며 고객의 니즈를 잘 충족시킬 수 있는 스마트 물류 서비스 구현을 목표로 하고 있다[1]. 스마트 물류는 ICBM(사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일)을 사용하여 물류 효율성을 높이고 사용자 편의성을 극대화하는 신용합 물류서비스를 추구한다[2][3]. 국내외적으로 스마트 물류는 물류 스타트업이 주도하고 있는 추세이다. 이들은 모바일 기술을 사용하여 주로 운송, 보관, 하역 분야에서 공급자와 수요자를 매칭하는 플랫폼 서비스를 하고 있다. 국내 물류 스타트업 수는 급속하게 증가하고 있지만 B2C(business to consumer) 유형이 대부분이다. 서비스 내용은 화물운송, 택배, 신선물류, 해외직구, 실시간 화물추적, 운송 중개 플랫폼 구축, O2O(online to offline) 비즈니스, 공유경제, 라스트마일 배송, 빅데이터 분석 등 다양하며 고객 맞춤형 서비스에 주력하고 있다[4][5].

물류 스타트업의 플랫폼은 모바일 애플리케이션 형태이므로 물류스타트업의 성공여부는 모바일 애플리케이션이 얼마나 사용 친화적이며 목표를 달성할 수 있도록 설계되어 있는지에 달려있다고 볼 수 있다[6][7]. 모바일 애플리케이션은 보통 앱(app)으로 불리며 스마트폰에서 특정 서비스를 하는 응용 프로그램으로, 소비자는 앱 스토어나 안드로이드 마켓과 같은 애플리케이션 시장에서 유, 무료의 형태로 다운 받아 사용하게 된다. 모바일 폰 기능이 발전되면서 등장한 다양한 앱이 쇠퇴하게 된 이유는 사용성(usability)을 고려하지 못한 설계가 큰 영향을 미쳤기 때문이다.

모바일 애플리케이션의 사용성 평가는 모바일 폰의 특성 때문에 웹과는 차별화된 기준을 고려해야 한다. 사용 방식을 볼 때 Hooper[8]는 모바일폰 사용자의 49%가 한손을 사용하고 36%가 거치대를 사용한다고 했다. 한손으로 스마트폰을 사용하고 다른 한손으로는 동작을 할 경우에 특히 사용성이 중요하다. 또한 앱은 작은 화면에서도 조작이 편리해야 하며, 제공되는 정보는 믿을 만하며 정확하고, 유용해야 한다고 했다. 그러

므로 특히 앱은 이동 중이거나, TV시청, 식사 등과 같은 일을 하면서도 사용이 편리하도록 설계되어야 한다.

본 연구에서는 문헌고찰을 통해 모바일 애플리케이션의 사용성 평가기준을 도출한 후 물류 스타트업을 대상으로 사용성을 측정하고 평가한 후 그 시사점과 개선 방안을 제안하는 것이 목적이다. 모바일 애플리케이션은 웹과 앱이 상존하는데 본 연구에서는 B2B(business to business) 앱은 제외하고 보편성과 과급성이 높은 B2C 앱 만을 대상으로 하였다.

본 연구에서는 학술 데이터베이스로부터 사용성을 구성하는 키워드가 많이 언급된 논문 순으로 사용성 기준을 도출한다. 그리고 국내 대표적인 물류 스타트업 모바일 앱을 대상으로 네비게이션과 검색을 통해 정답을 찾을 수 있는 과정을 수행하도록 하는 사용성 테스트 방법을 사용한다.

## II. 스마트 물류와 물류 스타트업

### 2.1 4차 산업혁명과 스마트 물류의 등장

4차 산업혁명은 스마트 물류를 추진하는 물류 스타트업을 등장시켰다. 4차 산업혁명의 주요 특징은 사이버물리시스템, 사물인터넷, 제조와 서비스에서 프로세스의 완전자동화와 디지털화를 구현한다[9-11]. 제품과 서비스는 착용가능하며(wearable), 현상을 증강시키고(augmented reality), 분산된 거래내역 장부(distributed ledger), 빅데이터 분석이 가능하다[12]. 이에 따른 물류 4.0이 목표로 하는 신용합 물류서비스는 오픈 플랫폼을 통하여 물류 프로세스를 개선시키며 서비스 품질과 비용 절감을 가져올 수 있다[13-15]. 화물 추적을 보다 빠르고 정확하고, 예측가능하게 하므로 공급사슬의 혁신을 가져오며[16], 자율주행 배달용 로봇, 가상창고시스템, 드론배송, 빅데이터를 이용한다면 공급사슬의 효율성 제고와 위험관리를 가능하게 한다[17]. DHL은 4차 산업혁명에 대응하여 제안한 14개의 새로운 물류 유형(온디맨드 배송, 클라우드 물류, 예측물류, 옴니채널 물류 등)은 포괄적으로 스마트 물류로 볼 수 있다[18]. 스마트 물류의 장점은 급변하고 복잡한 물류환경에 유연

하면서도 적용가능하고 선행적 대응을 가능하게 하며 [19], World Economic Forum[20]은 제조업이나 유통업 보다 많은 비용 절감과 추가적인 수입을 가져올 것으로 전망했다.

## 2.2 스마트 물류 스타트업

국내 물류 스타트업은 최근 급속하게 성장하고 있으며 소비자의 수요에 민첩하게 대응하는 맞춤형 서비스를 제공하고 있다. 사업영역은 전통적 물류인 내륙화물 운송, 택배, 창고관리, 국제물류 분야에서 모바일 기반 중개 서비스와 새로운 물류서비스인 신선물류, 온디맨드, 공유경제를 기반으로 하는 서비스로 전환되고 있다 [21].

대표적 물류 스타트업인 고고밴코리아, 카고메니저는 소화물부터 대형화물까지 운송해주는 중개서비스이다. 스위트래커는 국내 택배사들의 택배위치를 조회할 수 있는 통합 서비스를 제공한다. 스마트박스, 파슬넷은 사물인터넷을 기반으로 하는 무인 택배함 서비스를 한다. 그리고 로지스틱사이언스의 모바일 기반 창고 관리시스템과 소규모 창고를 통합시키는 클라우드 기반의 마이창고가 있다.

온디맨드 물류로는 위시애플코리아의 크린바스켓은 고객이 세탁물 수거 및 세탁물 배달일시를 선택할 수 있으며, 특화된 원룸 이사 서비스를 하는 짐카와 모든 심부름을 대행해주는 땡동이 있다. 공유경제 분야에서 픽맨즈는 여행자와 직구를 원하는 구매자를 연결해주고, 클라우드 소싱형 배송플랫폼을 제공하는 아이에이치소프트의 무버는 앱 사용자들 간에 배송거래를 가능하게 한다.

음식 배달과 같은 신선물류 분야에는 우아한 신선들, 배달통, 플레이팅, 푸드플라이 등이 있다. 라스트마일 배송으로는 메쉬코리아의 부릉과 퀵서비스를 제공하는 퀵히어로, 날도 등을 들 수 있다.

## III. 모바일 애플리케이션의 사용성

### 3.1 소프트웨어 사용성의 개념

ISO 9241-11[22]에서는 소프트웨어 사용성을 고객이 원하는 목적을 제대로 달성(useful)하였는가?, 가능한 편리하게 수행(usable)하였는가?, 그리고 전반적인 사용 만족도는 어떠하였는가? 를 측정하는 복합적 개념을 갖는다고 했다.

표 1. 사용성 구성요인

	구성요소	설명
1	유용성 (useful)	- 사용자 요구와 목적에 적합한 정보나 기능을 제공 - 콘텐츠, 기능, 데이터 등이 가치가 있음
2	편의성 (convenience)	- 사용 방법을 학습하기 쉬움 - 사용자의 실수를 줄여 줌
3	만족 (satisfaction)	- 차별화된 경험을 제공 - 사용자의 감성적인 성향에 부합 - 사용에 불편함이 없으며 기대치를 충족시키며, 긍정적 태도를 가짐 - 쾌락 (hedonic), 물리적 만족 (comport), 믿음 (trust)
4	효율성 (efficiency)	- 최소 자원 투입으로 사용자가 목표를 빠르고 정확하게 달성
5	효과성 (effectiveness)	- 목표를 완전하게 달성할 수 있는 능력
6	학습성 (learnability)	- 배우기 쉽고 특별히 배우지 않아도 빨리 사용가능
7	기억성 (memorability)	- 다시 배우지 않고도 기억하기 쉬워 재사용이 쉬움
8	오류 없음 (errorless)	- 오류가 적으며 오류를 쉽게 복구할 수 있으며 특히 치명적 오류가 일어나지 않음
9	생산성 (productivity)	- 사용 노력, 사용 비용
10	범용성 (universality)	- 다국적 사용자의 사용을 수용

Nielsen[23]은 사용성을 효율성, 만족, 학습성, 기억성, 효과성, 오류 없음으로 측정한다고 했다. ISO 9126-2[24]는 사용성을 이해성, 학습성, 운용성, 매력성으로 정의하였으며, Seffah, Donyaee, Kline, Padda[25]는 효과성, 효율성, 생산성, 만족, 학습성, 안전성, 믿음, 접근성, 범용성, 유용성을 포함시켰다.

[표 1]에서는 사용성 기준을 언급한 선행연구를 정리하였다.

### 3.2 모바일 애플리케이션의 사용성 평가기준

웹보다 앱이 선호되는 이유는 모바일 기기가 가진 이동성, 위치인식, 접근성의 장점 때문이다. 그러나 데스크 탑과 달리 다른 입력 스타일, 작은 키보드와 화면으로 데이터 입력에 숙련이 필요하고, 제한된 메모리 크

기, 낮은 해상도, 늦은 연결속도와 통신 단절, 배터리 수명 등이 단점이다.

표 2. 모바일 애플리케이션의 사용성 기준과 관련된 문헌고찰

	연구자	사용성 기준
1	Hoehle, Venkatesh[7]	애플의 사용자 경험 가이드라인을 발전시켜 모바일 애플리케이션의 사용성을 개념화하고 측정 도구 개발
2	Kaikkonen, et al.[27]	오류가 없어야 하고, 배우기 쉽고 운영 가능
3	Heo et al.[28]	목표 달성 여부, 인지적 및 효율적 상호작용, 인간공학적 인터페이스
4	Kim, Jacko, Salvendy[29]	예측성, 학습성, 일관성, 기억성, 친밀도, 단순함, 피드백, 효과성, 효율성, 유연성, 만족, 도움말, 최소의 메모리 로딩
5	Nayebi, Desharnais, Abran[30]	사용이 쉬워야 하고 빨리 임무를 수행할 수 있으며 사용자 친화형
6	Baharuddin, Singh, Bazali[31]	효율성, 효과성, 만족감, 유용성, 쾌락, 학습성, 단순성, 직관, 이해가능, 매력
7	Lai, Zhang[32]	사용의 편리함, 효과성, 사용만족
8	Nielsen, Budiul[33]	모바일 애플리케이션의 사용성 가이드라인을 제시
9	Venkatesh, Aljafari, Hoehle[34]	마이크로소프트의 모바일 사용성 가이드라인을 분석하여 10개의 모바일 애플리케이션 사용성 기준 제안(그래픽, 색깔, 제어능력, 접속법, 손가락 조작, 적합한 폰트, 모양, 계층구조, 애니메이션, 화면전환)

그리고 모든 사용자들이 같은 방법으로 기기를 사용하지 않는다는 점이다. 한손 또는 양손, 그리고 거치대를 이용하기도 하고 사용할 때의 정황이 고정된 자세가 아니고 걸거나 이동하거나 다른 일을 하면서 사용하기 때문에 웹에 비해 집중도가 떨어진다. 마우스 대신 손가락을 사용하기 때문에 오픈은 정밀한 디자인이 필요하고 화면 배치에 있어서 여러 개의 열을 사용하지 않아야 한다. 그리고 웹은 검색창 다음에 콘텐츠를 배치하지만 모바일은 뷰와 터치를 주로하기 때문에 중요한 콘텐츠는 화면 가운데 배치하며 네비게이션 버튼은 화면 하단에 배치하여야 한다. 이러한 모바일 기기의 특수성 때문에 웹에 적용한 사용성 원칙을 그대로 사용할 수는 없으며 사용성을 높이는 일은 웹보다 중요한 과제가 된다[26].

[표 2]는 모바일 애플리케이션의 사용성 기준에 관한 대표적 문헌을 정리한 것이다.

### 3.3 사용성 측정방법

모바일 애플리케이션의 사용성은 전문가 평가, 단일 사용자 테스트, 그룹 사용자 테스트, 사용자에게 설문지 조사나 인터뷰를 하는 필드 서베이, 그리고 문헌 분석 방법 등이 사용된다[34]. 사용성 측정방법은 통제된 실험방법이 60%, 필드 연구가 27%를 차지하고 있으며 그 외에 문헌고찰, 사례연구, 비공식적인 평가, 전문가 평가 등이 사용된다고 했다[31]. 통제된 실험이란 모든 변수를 고정시키고 독립변수와 종속변수 간의 인과관계를 살피는 것이고 필드연구는 실제 정황에 노출시키는 방법이다.

전문가 평가 또는 휴리스틱 평가는 소수의 4-5명의 전문가가 참여하여도 비교적 정확한 결과를 낼 수 있다는 것이 장점이지만 전문가 선정에 따라 결과가 유동적인 문제점이 있다. 사용자 테스트는 사용자의 요구사항과 행동을 관찰하는 유용한 방법으로 10명 내외의 참여자라도 일반화된 결과를 얻을 수 있다.

## IV. 연구방법

### 4.1 사용성 평가기준 및 측정문항

사용성 평가기준은 [표 1][표 2]에 언급된 사용성 요인 중 언급된 횟수 많은 19개를 초기 기준으로 추출하였다. 그리고 3개의 경영, 경제, 정보과학 학술 데이터베이스(Emerald, OUP, ScienceDirect)를 대상으로 'mobile application + 사용성 기준'을 키워드로 최근 10년간 학술 논문의 수를 검색한 후 각 사용성 기준의 가중치를 계산하였다.

검색된 문헌 수가 많을수록 순위가 낮기 때문에 3개 학술 데이터베이스의 순위 합계의 역수를 각 평가 기준의 가중치로 사용하였다[표 3]. [표 4]와 같이 19개 평가기준에 대한 측정문항을 개발하였다. 일련번호에 따른 평가기준은 다음과 같다. ① 유용성, ② 편의성, ③ 사용만족, ④ 효율성, ⑤ 효과성, ⑥ 학습성, ⑦ 기억, ⑧ 오류, ⑨ 생산성, ⑩ 범용성, ⑪ 상호작용, ⑫ 단순함, ⑬ 유연성, ⑭ 쾌락, ⑮ 예측성, ⑯ 일관성, ⑰ 매력적, ⑱ 피드백, ⑲ 사용자 친화형

표 3. 평가기준 별 가중치

	사용성 기준	emerald		OUP		ScienceDirect		순위 합계	가중치
		article/chapter	순위	research article	순위	research article	순위		
C1	usefulness	15,961	5			16,527	15	21	0.059
C2	convenience	6,530	16	4,543	15	15,325	16	47	0.026
C3	satisfaction	12,966	8	2,976	16	11,625	17	41	0.030
C4	efficiency	15,375	6	17,931	7	108,215	2	15	0.082
C5	effectiveness	20,207	1	36,559	2	44,814	6	9	0.137
C6	learn	17,094	3	11,176	9	18,886	13	25	0.049
C7	memory	4,424	18	5,632	13	28,609	9	40	0.031
C8	error	7,570	13	14,402	8	100,045	3	24	0.051
C9	productivity	9,675	11	27,305	4	17,898	14	29	0.043
C10	universality	5,064	17	10,020	10	25,101	11	38	0.032
C11	interaction	16,063	4	24,901	5	128,751	1	10	0.123
C12	simplicity	13,223	7	2,530	17	31,009	8	32	0.039
C13	flexibility	12,488	9	8,343	12	52,640	4	25	0.049
C14	hedonic	831	19	312	19	1,283	19	57	0.022
C15	prediction	10,117	10	19,890	6	46,494	5	21	0.059
C16	consistency	19,775	2	30,811	3	21,092	12	17	0.073
C17	attractiveness	6,765	15	9,108	11	38,524	7	33	0.037
C18	feedback	7,032	14	5,439	14	26,813	10	38	0.032
C19	user friendly	9,032	12	1,403	18	8,507	18	48	0.026

표 4. 측정 문항

Q1	콘텐츠, 기능, 데이터 등이 유용하고 가치가 있었다.
Q2	사용하기가 쉽고 편리하였다.
Q3	사용하기 전 기대했던 바를 충족시켰다.
Q4	과제의 정답을 찾을 때 시간이 오래 걸리지 않았다.
Q5	과제의 정답을 잘 찾을 수 있었다.
Q6	사용법을 익히기 쉬웠다.
Q7	다시 배우지 않고도 사용법을 기억할 수 있었다.
Q8	사용 중 오류가 없었고, 오류는 쉽게 복구할 수 있었다.
Q9	특별한 노력을 들이지 않고도 사용할 수 있었다.
Q10	콘텐츠나 메뉴는 영어를 지원하였다.
Q11	궁금한 질의에 대한 답변을 얻을 수 있었다.
Q12	사용 방법은 단순하였다.
Q13	내가 원하는 작업을 원하는 방식으로 진행할 수 있었다.
Q14	과제 수행 후 즐겁고 기뻐했다.
Q15	메뉴를 클릭하면 어떤 일이 일어날지 예측할 수 있었다.
Q16	메뉴 배치와 레이아웃은 통일되고 일관적이었다.
Q17	콘텐츠와 기능은 매력적이었다.
Q18	사용상 피드백을 잘 주었다.
Q19	배우기 쉽고 사용하기 쉽고 이해하기 쉬웠다.

## 4.2 모바일 앱 선정

구글 플레이스토어와 애플 앱 스토어에 동시에 등록되어 있으면서 다운로드 수 1만회 이상, 사용자 평점이 3.0 이상인 무료 앱을 선정기준으로 하였다[표 5]. 총 6개 분야에서 2개 씩 총 12개의 앱을 선정하였다.

표 5. 평가대상 앱

앱	분야	상호	목표	주요기능
A1	내륙 화물 운송	고고밴코리아	화물운송중개 서비스	화물운송 견적제공, 고객화물 운송
A2		짐카	원룸이사서비스	이사견적제공, 맞춤형이사, 소형이사
A3	택배	스마트택배	택배 자동알림	인터넷 쇼핑물 배송현황 조회, 택배예약
A4		배송지키미	택배위치알림	택배예약, 택배운송장 등록
A5	참고 보관	마타주	생활물품보관	창고에 물품보관 및 수령
A6		오호	생활물품보관	창고에 물품보관 및 수령
A7	온디맨드 물류	도와취	배달대행서비스	생활물품 대리구매 및 배달
A8		명동	맛집배달, 생활심부름	음식물 대리구매 및 배달
A9	신선 물류	배달통	음식주문 및 배달	배달음식 검색 및 주문
A10		푸드플라이	맛집 음식 배달	맛집 음식 검색 및 배달
A11	라스트 마일 배송	후다닥	소용물품 퀵 서비스	소형물품 및 서류 등 배달
A12		대머리 퀵 서비스	지하철 퀵서비스	소형물품 및 서류 등 배달

고고밴코리아, 스마트 택배는 다운로드가 100만회 이상, 배달통은 500만회 이상이었고 10만회 이상의 앱은 배송지키미, 명동이었다. 다운로드 수는 적었지만 평점이 가장 높은 앱은 오호(5.0), 짐카(4.7), 킁킁(4.3)이었다.

## 4.3 피실험자 선정 및 테스트 방법

피실험자는 물류학을 전공하였으며 스마트폰 사용경험이 풍부한 20대 대학생 25명을 선정하였다. 피실험자가 가진 스마트폰의 운영체제(안드로이드 또는 iOS)를 조사하였으며, 숙련 정도의 구분은 앱 사용자 이용 행태 조사 데이터로부터 평균치 이상일 경우로 하였다 [35].

표 6. 앱별 수행과제 내용

앱	과제
A1	1) 당일 배송을 원하는 소형용달화물의 중량은? 2) 소형용달화물 배송이 하루 이상인 경우 추가요금은? 3) 소형화물 본인주소에서 XX까지 1톤 트럭으로 발송하고자 한다. 원하는 날짜를 선택하고 배송주문확인 이전 단계까지 항목을 입력하고 진행
A2	1) 짐박스의 구매가격은? 2) 이사 시 최대 대기시간은? 3) 고객 정보, 출발지, 도착지, 날짜, 짐종류, 서비스종류 등을 선택하고 예약하기 이전 단계까지 실행
A3	1) 배송조회 시 필터 종류는 몇 개? 2) 배송정보 백업 후 몇 일 이내에 동일한 계정으로 복원이 가능한가? 3) 회원가입이 되어 있는 쇼핑몰 하나를 선택하여 배송조회가 가능하도록 연결
A4	1) 1:1 문의 전화번호는 몇 번? 2) 배송조회를 지원하는 배송사는 몇 개? 3) 현재 시간에 출발하는 동서울-부산사상 고속버스타입택배 경로 간 수화물번호: 1234, 물품명: 전자제품을 입력하고 배송현황을 확인
A5	1) 단기보관 시 월 보관료는? 2) 방문서비스 신청 시 예약일 직전 영업일 몇 시까지 예약취소가 가능한가? 3) 본인 주소로 택배를 통한 보관물품 수거를 선택하고 보관할 박스는 3개를 입력
A6	1) 문의를 하기 위한 고객 센터 전화번호는? 2) Oho의 서비스를 이용할 수 있는 지역은 어디인가? 3) 박스2개를 8월8일부터 6개월간 보관하고자 한다. 주문자정보와 배송정보를 본인의 정보로 입력
A7	1) 배달메뉴에서 가능한 서비스 종류는 몇 개? 2) 대리구매를 원하는 물건의 이미지의 최대 용량은? 3) 편의점 대리구매를 위하여 본인주소로 3시간 이내에 생수 1.5리터 3개를 구매 요청
A8	1) 앱에서 지원하는 서비스들의 운영시간은? 2) 서류 전달을 대행하고자 할 때 비용의 결제방법은? 3) 본인거주지-경성대학교 간 서류를 전달하고자 한다. 상담원 안내전화요청 이전 단계까지 신청절차를 진행
A9	1) 고객센터 운영시간은 몇 시에 종료? 2) 앱 사용에 따라 적립한 포인트는 몇 포인트 이상일 때 사용 가능? 3) 배달주소를 XX로 설정하고 맘스터치 싸이버거제트 2개 선택 후 배달원에겐 현금결제로 설정하기까지의 절차를 실행
A10	1) 고객센터 전화번호는? 2) 아웃백 스테이크 코엑스 점의 배달료는? 3) 퀵노스 강남구청영점에서 더블치즈 스테이크 2개를 검색하여 로즈마리 브레드를 추가한 후 서울시 강남구 삼성동 16-111로 현장결제 단계까지 실행
A11	1) 문의를 위한 고객센터 전화번호는 몇 번? 2) 라면박스 정도 크기는 최대 몇 개까지 배송설정이 가능한가? 3) 본인거주지-XX까지 소박스 1개를 오토바이를 이용해 전달하고자 한다. 담당자와 전화번호를 임의로 입력하고 기사 호출 이전 단계까지 신청절차를 진행
A12	1) 문의를 위한 고객센터 전화번호는? 2) 지하철 택배 이용 시 배송물품 중량은 몇 킬로까지? 3) 2kg 이하 5천원 상당의 서류 1개를 지하철 편도로 발송하고자 한다. 위와 같이 배송정보를 입력하고 출, 도착지를 XX로 설정

인구통계적 분석은 남성이 36%, 여성이 64% 이었다. 본 연구에서는 하루 평균 3시간 이상 앱을 사용하거나, 하루 2개 이상 앱을 사용하는 사람을 숙련자로 규정하고 이들을 대상으로 실험을 실시하였다. 또한 학습효과를 제거하기 위해 피실험자는 사전에 실험 대상 앱을 사용한 경험이 없는 사람으로 하였다.

피실험자에게는 앱 당 주어진 3개의 과제를 수행하도록 한 다음[표 6], [표 4]의 19개 측정 문항에 대해 사용성을 7점 척도로 응답하도록 하였다. 과제는 앱을 다운로드 하여 설치한 후 간단한 사실을 찾는 과제(제1과제), 한 두 번의 네비게이션으로 사실을 찾는 과제(제2과제), 그리고 주문프로세스를 완료하는 과제로 구성하였다(제3과제).

그리고 앱 당 10분 내에 정답을 못 찾았을 경우 다음 과제를 수행하도록 하였으며 실험의 피로를 줄이기 위해서 3개 과제를 수행한 후 10분간 휴식을 취하도록 하였다. 과제를 충실히 수행하도록 동기부여 차원에서 정답을 많이 맞힌 사람에게는 경품을 준다고 공지하였다.

## V. 연구 결과

### 5.1 과제수행 결과

인구통계적 조사에서 모바일 폰 사용기간이 5년 이상인 사람은 전체 피실험자의 96%, 하루에 앱을 사용하는 시간이 3시간 이상인 사용자는 76%, 앱 수가 2개 이상인 사용자는 100%였다.

각 과제는 난이도가 다르기 때문에, 과제 가중치 적용은 피실험자 별로 과제를 수행하지 못한 앱의 응답치에 만 적용한다. 정답을 못 찾을 경우 가중치는 과제1은 0.8, 과제2는 0.7, 과제3은 0.5를 적용하였다. 7점 척도를 사용하므로 과제1을 수행하지 못할 경우 7점(매우 그렇다)을 응답했다라도 0.8의 가중치를 적용하므로, 최고 응답치는 6점이 된다. 마찬가지로 과제2의 최고 응답치는 5점, 과제3은 4점으로 한다.

12개 앱을 대상으로 각 3개의 과제를 수행한 결과 A3 앱에서 과제1을 수행하지 못한 피실험자가 전체 25명 중 15명(60%)이며 과제2는 20명의 피실험자가 A10앱의 과제를 수행하지 못해 80% 실패율을 보였다. 과제3은 과제1과 마찬가지로 A3에서 8명이 과제를 수행하지 못해 전체 앱 중 가장 높은 32%의 실패율을 보였다.

과제1을 수행하지 못한 횟수는 22회, 과제2는 45회, 과제 3은 28회로 과제 2를 수행하지 못하는 횟수가 높게 나타났다. 그러므로 피실험자들은 평가대상 앱들의

메뉴를 통해 필요한 정보를 네비게이션 하는데 어려움이 있었던 것으로 판단된다.

각 과제를 수행하지 못한 피실험자와 과제1, 과제2 또는 과제1, 과제3을 모두 수행하지 못한 중복된 피실험자 수는 [표 7]과 같다.

표 7. 앱 별 정답을 찾지 못한 피실험자 수

(과제, 앱)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	합계
과제1	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	7	0	22
과제2	1	2	0	1	0	0	8	0	2	20	8	3	45
과제3	2	4	8	0	2	0	0	3	0	5	1	3	28
중복자	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4	7	1	17

### 5.2 사용성 점수

문항 별 가중치가 적용된 응답치를 100점 만점을 기준으로 계산하면 전체 앱의 사용성은 69.6점으로 그다지 높지 않았다. 6개 물류 분야별로는 창고보관이 77.7점으로 가장 높았고 택배가 61.6점으로 가장 낮았다[표 8]. 그러므로 택배나 라스트마일 배송의 수요증가와 함께 소비자 만족도가 중요해지고 있기 때문에 사용성 개선이 필요하다고 판단된다.

표 8. 앱 별 사용성 점수

분야	앱	가중치 미적용시 점수	가중치 적용시 순위	가중치 적용시 점수	순위	점수 차이	Z	유의확률
내륙 화물운송	A1	75.8	7	73.7	9	2.1	-1.651	0.000
	A2	71.6	10	66.8	6	4.9	-1.913	0.056
택배	A3	55.9	12	44.0	12	12.0	-2.467	<b>0.014</b>
	A4	78.0	4	79.2	2	-1.2	-1.358	0.175
창고보관	A5	79.8	3	78.8	3	0.9	-1.592	0.111
	A6	74.2	9	76.5	4	-2.4	-1.154	0.249
온디맨드 물류	A7	80.5	2	74.4	5	6.1	-1.679	0.093
	A8	76.1	6	73.6	7	2.5	-1.474	0.140
신선물류	A9	83.5	1	83.4	1	0.1	-1.446	0.148
	A10	76.5	5	56.7	11	19.8	-2.848	<b>0.004</b>
라스트마일 배송	A11	75.0	8	67.9	8	7.1	-2.322	<b>0.020</b>
	A12	63.0	11	60.3	10	2.8	-1.680	0.093
평균		74.2		69.6		4.6	-2.432	<b>0.015</b>

앱 별로는 신선물류 분야의 A9가 83.4점으로 가장 높았고 택배 분야의 A3가 44점으로 가장 낮았다. 가중치를 적용하지 않을 때와 비교해 보면 전체 12개 앱 중에

서 10개 앱에서 사용성이 하락하였고 2개 앱은 높아졌다. 점수가 하락한 10개 앱들은 평가기준 문항 중 중요도가 높은 문항에서 점수를 얻지 못했기 때문이다.

특히 신선물류 분야의 A10의 경우 가중치를 적용하지 않았을 때 76.5점으로 비교적 높은 점수를 받았으나 가중치 적용 후 무려 19.8점이 하락하여 56.7점에 이르렀다. 그러므로 가중치가 우선순위에 유의한 영향을 줄 수 있다는 것을 보여준다.

가중치 적용 유무에 따라 앱별 사용성 차이를 윌콕슨 검정한 결과 A3, A10, A11의 p-value가 0.05이하로 유의미한 점수 차이를 보여 상기 3개 앱은 가중치를 적용하지 않으면 잘못된 결과를 보일 우려가 있다.

측정 문항의 전체 평균은 68.22로 높지 않았다. 각 측정문항 별 점수는 Q5, Q7, Q4순으로 높았고, Q18, Q14, Q10 순으로 낮았다[표 9]. 주문을 완료할 수 있었고 한번 사용 후에 사용법을 기억하기 쉬운 것이 장점이지만, 사용자의 물음에 즉각적인 답변을 제공하지 않았으며 사용 흥미가 낮고 빠르고 쉽게 사용법을 배우기는 어려웠다.

표 9. 측정문항별 사용성 점수

측정문항	평가치	사용성 점수	순위
Q1	4.97	71.05	10
Q2	4.96	70.90	11
Q3	4.71	67.33	15
Q4	5.18	73.95	3
Q5	5.22	74.62	1
Q6	5.09	72.71	4
Q7	5.21	74.43	2
Q8	5.05	72.14	6
Q9	5.07	72.43	5
Q10	1.90	27.19	19
Q11	4.69	67.05	16
Q12	5.01	71.57	8
Q13	4.85	69.24	13
Q14	4.54	64.86	18
Q15	4.95	70.76	12
Q16	5.04	72.00	7
Q17	4.75	67.86	14
Q18	4.54	64.90	17
Q19	4.99	71.24	9
평균	4.78	68.22	

### 5.3 물류 분야별 사용성 차이 검정

6개 물류분야의 사용성 점수 순위는 창고보관(77.7),

온디맨드 물류(74.0), 내륙화물운송(70.2), 신선물류(70.1), 라스트마일 배송(64.1), 택배(61.6)이었다.

6개 물류 분야를 사용성 점수 순위에 따라 상(1, 2위), 중(3, 4위), 하(5, 6위) 세 그룹으로 나누어 그룹 간 사용성 차이를 검정한다. 표본의 정규성을 판단하면 Shapiro-Wilk 검정결과 상, 중, 하 그룹 모두의 p-value가(0.006, 0.007, 0.009) 모두 유의수준 보다 작기 때문에 3개 그룹은 정규분포를 이루지 못한다. 따라서 비모수 통계분석인 KRUSKAL-WALLIS H 검정을 실시한다. 귀무가설을 ‘모집단의 중앙값은 동일하지 않다.’로 할 때, p-value는 0.584로 유의수준 0.05 보다 크므로 귀무가설은 기각된다. 즉, 3개의 집단은 모두 동일한 집단으로 볼 수 있다.

5.4 사용성 개선 항목 도출

7점 척도로 평가한 앱의 사용성 점수는 7점 척도를 백분위 단위로 환산하여 5등급(A, B, C, D, E)으로 구분하였다. A등급에는 A9, B등급에는 A1, A2, A4-8, A11, C등급에는 A10, A12, D등급에는 A3 앱이 포함되고 E등급에 속한 앱은 없었다. 어떤 항목을 개선해야 사용성이 100점에 근접할 것인지 월록순 순위부호 검정을 통해 대응 2 표본검정을 실시한다.

각 등급의 응답치가 만점보다 낮더라도 통계적 차이가 없다면 만점에 근접하였기에 사용성 개선의 여지는 없다고 결론 내릴 수 있다. 따라서 전체 응답치에 대해 만점과 각 등급 간의 유의성을 분석한다. 만점 기준과 비교한 3개 등급이 모두 Z값 -3.823에서 p-value 0.000으로 유의한 차이를 보인다. 이것은 B, C 이하 등급뿐만 아니라 사용성이 높다고 분류된 A등급의 앱(A9)도 개선할 점이 있다는 것을 의미한다. 19개 문항 모두의 평균 순위가 음(-)으로 나와 만점 응답치는 모든 항목에서 다른 등급에 비해 높다.

평가항목 19개 중 개선을 고려해야 할 항목을 도출하기로 한다. 개선항목을 발견하기 위해 만점 응답치를 내림차순으로 정렬한 후 순위가 낮은 2개 항목부터 차례로 투입하여 만점과 각 등급 응답치와 비교 탐색한다 [표 10].

표 10. 측정항목별 만점기준 내림차순 정렬

순위	문항	만점	A	B	C이하	순위	문항	만점	A	B	C이하
1	Q5	13.70	12.45	11.00	7.41	11	Q12	3.90	3.30	2.98	2.12
2	Q11	12.30	9.91	8.72	6.44	12	Q17	3.70	3.11	2.61	2.04
3	Q4	8.20	7.31	6.51	4.45	13	Q10	3.20	0.88	0.92	0.74
4	Q16	7.30	6.09	5.52	4.27	14	Q18	3.20	2.38	2.22	1.58
5	Q1	5.90	5.12	4.37	3.41	15	Q7	3.10	2.67	2.42	1.88
6	Q15	5.90	5.09	4.40	3.28	16	Q3	3.00	2.50	2.14	1.55
7	Q8	5.10	4.25	3.92	2.84	17	Q2	2.60	2.20	1.96	1.42
8	Q6	4.90	4.34	3.78	2.73	18	Q19	2.60	2.21	1.98	1.40
9	Q13	4.90	4.20	3.59	2.59	19	Q14	2.20	1.76	1.50	1.11
10	Q9	4.30	3.61	3.33	2.38	합계	100	83.4	73.9	53.6	

만점 응답치에서 순위가 낮은 Q14, Q19와 각 등급의 Q14, Q19를 비교하여 차이가 발생하지 않는다면 각 등급의 Q14, Q19는 만점 기준에 가까운 사용성을 가진다고 판단 할 수 있다. 차이가 발생하지 않으면 유의한 차이를 보이는 항목이 발견될 때까지 항목을 추가 투입하여 함께 검정한다.

유의한 항목이 나타나면 해당 항목부터 중위수의 변화를 주는 요소로 판단할 수 있다. 19개 항목을 순위대로 투입하여 탐색한 결과 Q3, Q2, Q19, Q14 항목까지는 각 등급의 p-value가 모두 0.068로 유의수준 0.05 이상이었다[표 11].

표 11. 측정문항별 사용성 점수

4개 항목(Q3, Q2, Q19, Q14) 투입					5개 항목(Q7, Q3, Q2, Q19, Q14) 투입						
구분	N	평균 순위	Z	유의 확률	구분	N	평균 순위	Z	유의 확률		
A - 만점	-순위	4	2.50	-1.826	0.068	A - 만점	-순위	5	3.00	-2.023	0.043
	+순위	0	0.00				+순위	0	0.00		
	동률	0					동률	0			
	합계	4					합계	5			
B - 만점	-순위	4	2.50			B - 만점	-순위	5	3.00		
	+순위	0	0.00				+순위	0	0.00		
	동률	0					동률	0			
	합계	4					합계	5			
C이하 만점	-순위	4	2.50			C이하 만점	-순위	5	3.00		
	+순위	0	0.00				+순위	0	0.00		
	동률	0					동률	0			
	합계	4					합계	5			

그러나 Q7 항목을 투입한 시점부터 p-value가 0.043으로 유의함을 보였다. 이후 항목을 순차적으로 투입



했을 때 모든 항목에서 p-value 0.05이하로 유의함을 나타내 편리함(convenience), 만족감(satisfaction), 즐거움(hedonic), 친근함(user friendly)의 4개 항목을 제외한 모든 항목이 개선대상이 될 것이다. 순위가 높은 항목부터 반대로 탐색한 결과 역시 동일하였다.

물류 앱은 전반적으로 편리함과 만족감을 충족하며 사용상 즐거움과 친근함을 제공한 것으로 보인다. 그러나 과제 정답을 찾는데 네비게이션의 문제가 있으며 사용법을 익히는 노력 없이는 원만한 사용이 어려운 점을 보였다. 그리고 콘텐츠, 기능, 메뉴, 레이아웃의 매력 떨어지며 사용관련 질의 등 소통방법의 부재를 보여 개선이 요구된다.

6개 물류 분야별 개선 항목은 만점을 기준으로 순위를 정렬한 후 하위순위 4개 항목 Q3, Q2, Q19, Q14을 비교한 결과 p-value가 모두 0.05 이상으로 차이가 없다. 그러나 하위 5개 항목부터 차이를 보이기 시작하여 이후 모든 항목에서 p-value는 0.05 이하였다. 그러므로 물류 분야에서도 개별 앱 분석 결과와 동일하게 편리함(convenience), 만족감(satisfaction), 즐거움(hedonic), 친근함(user friendly) 4개 항목 이외를 개선사항으로 판단할 수 있다.

사용성 개선 순서는 개선 시 사용성 점수가 만점에 가장 근접할 항목을 우선 개선해야 한다. 즉, 만점 대비 응답치 차이가 큰 항목부터 개선 할 때 사용성 점수가 만점에 가까워진다. 따라서 (만점 응답치 - 각 등급 응답치)에서 차이가 큰 항목부터 개선한다[표 12].

표 12. 사용성 개선 우선순위

개선 순서	A등급	B등급	C등급
1	Q11 궁금한 질의에 대한 답변 방법 및 절차	Q11 궁금한 질의에 대한 답변 방법 및 절차	Q5 과제 정답 찾기의 수월성
2	Q10 콘텐츠, 메뉴의 영어지원	Q5 과제 정답 찾기의 수월성	Q11 궁금한 질의에 대한 답변 방법 및 절차
3	Q5 과제 정답 찾기의 수월성	Q10 콘텐츠, 메뉴의 영어지원	Q4 과제를 찾는 소요시간
4	Q16 통일되고 일관성 있는 메뉴와 레이아웃	Q16 통일되고 일관성 있는 메뉴와 레이아웃	Q16 통일되고 일관성 있는 메뉴와 레이아웃

5	Q4 과제를 찾는 소요시간	Q4 과제를 찾는 소요시간	Q15 메뉴 클릭 시 상황예측
6	Q8 사용 중 오류 및 쉬운복구	Q1 콘텐츠, 기능, 데이터 등의 가치와 유용성	Q1 콘텐츠, 기능, 데이터 등의 가치와 유용성
7	Q18 사용상 원활한 피드백	Q15 메뉴 클릭 시 상황예측	Q10 콘텐츠, 메뉴의 영어지원
8	Q15 메뉴 클릭 시 상황예측	Q13 원하는 방식의 작업진행	Q13 원하는 방식의 작업진행
9	Q1 콘텐츠, 기능, 데이터 등의 가치와 유용성	Q8 사용 중 오류 및 쉬운복구	Q8 사용 중 오류 및 쉬운복구
10	Q13 원하는 방식의 작업진행	Q6 익히기 쉬운 사용법	Q6 익히기 쉬운 사용법
11	Q9 특별한 노력 없이 사용가능	Q17 매력적인 콘텐츠와 기능	Q9 특별한 노력 없이 사용가능
12			Q12 단순한 사용 방법

사용성에 유의한 차이가 없는 하위 4개 항목(Q3, Q2, Q19, Q14)을 만점과 동일하다고 가정했을 때 나머지 15개 항목 중 A등급은 Q11, Q10, Q5 등으로 11개 항목, B등급은 Q11, Q5, Q10 등 11개 항목 순으로 개선해야 한다. C등급 이하는 Q5, Q11, Q4 등 12개 항목 순으로 개선하면 전체의 p-value가 0.068로 만점 대비 통계적 차이를 보이지 않게 된다.

A, B등급에서는 다른 항목에 우선하여 ‘궁금한 질의에 대한 답변방법 및 절차’를 강화하는 것과 외국어 지원, 통일된 레이아웃의 개선이 필요하다. 그러나 C등급 이하에서는 ‘과제 정답 찾기의 수월성’이 가장 시급한 개선사항으로 도출되어 네비게이션 탐색의 전반적 개선이 필요하다.

개선 우선순위 상위 5개를 보면 A,B 등급은 질의에 대한 소통방법, 통일된 레이아웃 등 유사한 개선내용을 보이고 있으나 C등급 이하에는 과제를 찾는 것과 메뉴 클릭 시 예측의 어려움이 있어 앱의 구조를 다시 점검해야 할 것이다. 특이점으로 사용상 피드백 측면은 오히려 A등급에만 개선해야 할 점이며 콘텐츠의 매력은 B등급에서만 개선해야 할 부분으로 나타났다.

## 5.5 빅데이터 분석

사용성이 높은 기업이 좋은 성과를 낼 수 있는지를 알아보았다. 인터넷 기업은 대중의 관심도가 높을수록 기업가치가 높으며, 매출액이 증가할 가능성이 높다고 판단할 수 있다. 사용성 점수가 가장 높은 A9(81.5)와 가장 낮은 A3(44.4)을 대상으로 네이버 데이터 랩을 사용하여 최근 1년간 빅데이터 관심도 분석을 실시하였다. 빅데이터 평균점수는 A9(67.1), A10(36.6), A3(1.95), A4(0.49)로 A9가 A3보다 매우 높은 관심도를 보였으며 A9는 모든 앱 중에서도 가장 관심도가 높았다. 그러므로 사용성이 높을수록 대중의 관심도도 높다는 것을 알 수 있었다.

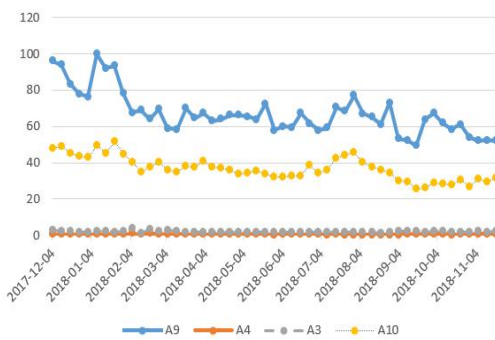


그림 1. 빅데이터 분석

## VI. 결론

4차 산업혁명은 스마트 물류를 추진하는 물류 스타트업에 등장시켰다. 물류 스타트업의 플랫폼은 모바일 애플리케이션 형태이므로 물류스타트업의 성공여부는 모바일 애플리케이션이 얼마나 사용 친화적이며 목표를 달성할 수 있도록 설계되어 있는지에 달려있다고 볼 수 있다. 모바일 애플리케이션의 사용성 평가는 모바일 폰의 특성 때문에 웹과는 차별화된 평가기준을 사용하여야 한다. 본 연구에서는 문헌고찰을 통해 사용성 기준을 도출한 후 국내 대표적인 물류 스타트업 모바일 앱을 대상으로 사용성 테스트 방법을 사용하여 사용성을 평가하였다.

모바일 앱의 평균 사용성 점수는 69.6점으로 아주 높지는 않았으며 개선이 필요하다. 물류 분야별로는 창고 보관이 77.7점으로 가장 높았고 택배가 61.6점으로 가장 낮았다. 택배 시장이 확장되고 있는 추세이지만 모바일 앱은 여전히 개선이 필요하다고 볼 수 있다. 1위를 차지한 앱은 배달의 민족, 요기요와 함께 국내 3대 배달앱에 포함되는데 배달앱 시장규모가 3조원으로 추정되고 급속도로 성장 추세와 부합되게 사용성도 만족스럽다는 결과를 보여주고 있다.

사용성 평가에 고려해야할 주요 항목에는 효과성, 상호작용, 일관성, 예측성, 유용성 순으로 조사되었고, 사용성이 다소 높은 (A, B 등급) 앱은 특히 상호작용과 효과성을 높인다면 아주 높은 사용성에 이를 수 있다는 것을 보여주었다.

본 연구의 기여도는 물류분야에 최초로 시작된 연구로, 물류스타트업의 성과향상과 물류산업육성 정책 수립에 활용될 수 있다.

본 연구의 한계점은 다양한 인구 통계적 분석을 실시하지 않은 점과 보다 많은 피실험자를 포함시키지 않은 점을 들 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] L. Barreto, A. Amaral, and T. Pereira, "Industry 4.0 implications in logistics: an overview," *Procedia Manufacturing*, Vol.13, pp.1245-1252, 2017.
- [2] 이순교, 정태수, "빅데이터 시대에서의 스마트 물류," *IE 매거진*, Vol.23, No.4, pp.13-20, 2016.
- [3] 노홍승, 정승주, 채미나, 김태욱, *신성장 동력 확보를 위한 ICT 융합형 물류 스타트업 지원 및 활성화 전략연구* 한국교통연구원, 2015.
- [4] 엄지용, "세상을 바꿀 대한민국 물류스타트업 33선," *Chief Logistics Officer*, 2016.3.7.
- [5] 국토교통부, "쑥쑥 커지는 물류 스타트업 시장-기업 수 2배 늘고 투자유치액 스타트업 내 10% 넘어," *보도자료*, 2017.1.26.

- [6] V. Venkatesh and V. Ramesh, "Web and wireless site usability: understanding differences and modeling use," *MIS Quarterly*, Vol.30, No.1, pp.181-206, 2006.
- [7] H. Hoehle and V. Venkatesh, "Mobile application usability: conceptualization and instrument development," *MIS Quarterly*, Vol.39, No.2, pp.435-472, 2015.
- [8] S. Hooper, "How do users really hold mobile devices?," *UXmatters*, February 18, 2013. <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php>.
- [9] V. Roblek, M. Meško, and A. Krapež, "A complex view of industry 4.0," *SAGE Open*, April-June, pp.1-11, 2016.
- [10] S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, "Implementing Smart Factory of Industry 4.0: An Outlook," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Vol.12, No.1, pp.1-10, 2016.
- [11] H. C. Pfohl, B. Yahsi, and T. Kurnaz, "The impact of industry 4.0 on supply chain," *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics(HICL)-20*, August, pp.31-58, 2015.
- [12] E. Hofmann and M. Rusch, "Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics," *Computers in Industry*, Vol.89, pp.23-34, 2017.
- [13] 정승주, "2017년 물류정책 연구방향과 과제," *KOTI Special Edition*, Vol.227, 2016.
- [14] 해양수산부, "고부가가치 물류산업으로 세계 10위권 물류국가 도약-물류 신산업 육성, 스마트 물류기술개발 등 국가물류기본계획('16-'25) 수립," *보도자료*, 2016.8.3.
- [15] 송상화, *ICT 기반 활용 물류산업 활성화 정책연구*, 연구보고서, 한국무역협회 국제무역연구원, 2016.
- [16] K. Witkowski, "Internet of things, big data, industry 4.0-Innovative solutions in logistics and supply chains management," *Procedia Engineering*, Vol.182, pp.763-769, 2017.
- [17] L. M. Galindo, "The challenges of logistics 4.0 for the supply chain management and the information technology," *Master Thesis*, Norwegian University of Science and Technology, pp.1-84, 2016.
- [18] M. Heutger and M. Kuckelhaus, "Logistics trend radar," *DHL Customer Solutions & Innovation*, 2016. [http://www.dhl.com/en/about\\_us/logistics\\_insights/dhl\\_trend\\_research/trendradar.html](http://www.dhl.com/en/about_us/logistics_insights/dhl_trend_research/trendradar.html).
- [19] D. Uckelmann, "A definition approach to smart logistics," *Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking*, Lecture Notes in Computer Science, Vol.5174, pp.273-284, 2008.
- [20] World Economic Forum, "Impact of the fourth industrial revolution on supply chains," Oct., pp.1-22, 2017. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Impact\\_of\\_the\\_Fourth\\_Industrial\\_Revolution\\_on\\_Supply\\_Chains\\_.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Impact_of_the_Fourth_Industrial_Revolution_on_Supply_Chains_.pdf).
- [21] 김대진, "물류스타트업 기업의 부상과 시사점," *Weekly KDB Report*, 2016(10).
- [22] ISO 9241-11, "Guidance on usability," *International Organization for Standardization (ISO)*, Geneva, 1998.
- [23] J. Nielsen, *Usability Engineering*, Morgan: Kaufmann, 1994.
- [24] ISO 9126-2, "Software engineering-Product quality-Part 2: external metrics," *International Organization for Standardization(ISO)*, Geneva, 2001.
- [25] A. Seffah, M. Donyaee, R. B. Kline, and H. K. Padda, "Usability measurement and metrics: A

- consolidated model,” *Software Quality Journal*, Vol.14, No.2, pp.159-178, 2006.
- [26] D. Zhang and B. Adipat, “Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications,” *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.18, No.3, pp.293-308, 2005.
- [27] A. Kekäläinen, A. Kaikkonen, A. Kankainen, M. Cankar, and T. Kallio, “Usability testing of mobile applications: a comparison between laboratory and field testing,” *Journal of Usability Studies*, Vol.1, No.1, pp.4-17, 2005.
- [28] J. Heo, D. H. Ham, S. Park, C. Song, and W. C. Yoon, “A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors,” *Interacting with Computers*, Vol.21, No.4, pp.263-275, 2009.
- [29] K. Kim, J. Jacko, and C. Salvendy, “Menu design for computers and cell phones: review and reappraisal,” *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.27, No.4, pp.383-404, 2011.
- [30] F. Nayebi, J. M. Desharnais, and A. Abran, “The state of the art of mobile application usability evaluation,” *Electrical & Computer Engineering*, 25th IEEE Canadian Conference, pp.1-5, April 29-May 2, 2012.
- [31] R. Baharuddin, D. Singh, and R. Razali, “Usability dimensions for mobile applications—a review,” *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, Vol.5, No.6, pp.2225-2231, 2013.
- [32] J. S. Lai and D. Zhang, “Extended thumb: a target acquisition approach for one-handed interaction with touch-screen mobile phones,” *IEEE Trans. Human Machine Systems*, Vol.45, No.3, pp.362-370, 2015.
- [33] J. Nielsen and R. Budiu, *Mobile Usability*, New Riders Press, 2012.
- [34] V. Venkatesh, R. Aljafari, and H. Hoehle, “Leveraging Microsoft’s mobile usability guidelines: Conceptualizing and developing scales for mobile application usability,” *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.89, pp.35-53, 2016.
- [35] 정광재, 이보경, *모바일 웹과 앱의 이용패턴 비교와 모바일 인터넷 서비스의 생태계정보통신정책연구원*, 2016.

## 저 자 소 개

변 대 호(Dae-Ho Byun)

정회원



- 1985년 2월 : 고려대학교 산업공학과(공학사)
- 1987년 2월 : KAIST 산업공학과(공학석사)
- 1996년 2월 : POSTECH 산업공학과(공학박사)

- 2002년 6월 ~ 2003년 7월 : 일본 동경공업대학 경영공학과 객원연구원
- 2009년 7월 ~ 2010년 7월 : 호주 Bond 대학 연구교수
- 1996년 3월 ~ 현재 : 경성대학교 경제금융물류학부 교수

<관심분야> : 스마트 물류, 사용성 평가, 모바일 앱 개발