

국가산업융합지원센터/대한산업공학회
“산업융합 활성화 방안 및 사례 연구 논문 공모전”

논 문 자 료 집

◆ 일시: 2015년 11월 7일(토) 9:30~12:00

◆ 장소: 연세대학교(서울) 경영관

- ▶ 주최: 국가산업융합지원센터/대한산업공학회
- ▶ 주관: 연세대학교 정보산업공학과
- ▶ 학술대회 홈페이지: <http://kiie.org/conference>

국가산업융합지원센터/대한산업공학회
“산업융합 활성화 방안 및 사례 연구 논문 공모전”

논 문 자 료 집

- ◆ 일시: 2015년 11월 7일(토) 9:30~12:00
- ◆ 장소: 연세대학교(서울) 경영관

- ▶ 주최: 국가산업융합지원센터/대한산업공학회
- ▶ 주관: 연세대학교 정보산업공학과
- ▶ 학술대회 홈페이지: <http://kiie.org/conference>



국가산업융합지원센터
Korea National Industrial Convergence Center



대한산업공학회



목차

▷ 산업융합 활성화 방안 및 사례 연구 논문 공모전

▶ 편도 카셰어링의 차량 재배치 최적화

김경훈, 이영훈(연세대학교 정보산업공학) 1

▶ 플랜트 설계 및 운영 데이터 통합관리 시스템 설계

서은솔, 양혜지, 이재현(대구대학교 산업경영공학과),
서효원(한국과학기술원 산업시스템공학과) 9

▶ 확산모형을 이용한 게임제품의 흥행요소 분석

송성민(서울과학기술대학교 데이터사이언스학과),
조남욱(서울과학기술대학교 산업정보시스템공학) 17

▶ 산업 내 경쟁자와 신규진입자의 등록특허 분석을 통한

ICT 산업 융합기술 도출

안재형, 김규웅, 노희용 이성주(아주대학교 산업공학과) 22

▶ 특허 키워드 분석을 활용한 기술인문융합 현황 분석

김지은, 이성주(아주대학교 산업공학과) 37

▶ 차량 내 정보 디스플레이의 시각적 복잡도 측정 모형 개발에 관한 연구

황보환, 지용구(연세대학교 정보산업공학과) 45

국가산업융합지원센터 /대한산업공학회

산업융합 활성화 방안 및 사례 연구 논문 공모전

장소: 연세대학교(서울) 경영관

발표 1

편도 카셰어링의 차량 재배치 최적화

김경훈, 이영훈(연세대학교 정보산업공학)

발표 2

플랜트 설계 및 운영 데이터 통합관리 시스템 설계

서은솔, 양혜지, 이재현(대구대학교 산업경영공학과),
서효원(한국과학기술원 산업시스템공학과)

발표 3

확산모형을 이용한 게임제품의 흥행요소 분석

송성민(서울과학기술대학교 데이터사이언스학과),
조남욱(서울과학기술대학교 산업정보시스템공학)

발표 4

산업 내 경쟁자와 신규진입자의 등록특허 분석을 통한
ICT 산업 융합기술 도출

안재형, 김규웅, 노희용 이성주(아주대학교 산업공학과)

발표 5

특허 키워드 분석을 활용한 기술인문융합 현황 분석

김지은, 이성주(아주대학교 산업공학과)

발표 6

차량 내 정보 디스플레이의 시각적 복잡도 측정 모형 개발에
관한 연구

황보환, 지용구(연세대학교 정보산업공학과)

편도 카셰어링의 차량 재배치 최적화

Vehicle relocation optimization for one - way carsharing

이영훈, 김경훈

연세대학교 정보산업공학

youngh@yonsei.ac.kr, hoonkim@daum.net

Abstract

Carsharing is becoming one of the fastest growing industries. In contrast to a round-trip system, the one-way carsharing system permits to return the rented vehicle to another station. Inevitably, a one-way system results in vehicle inventory imbalance issues and periodical vehicle relocations are required as a result. This paper deals with the issue using two optimization models: CARsharing NO relocation with MAXimal demand satisfaction (CANOMA) and Carsharing RElocation with MAXimal demand satisfaction (CREMA). The CANOMA model looks into the optimal solution of vehicle inventory and allocation without vehicle relocation, while the CREMA model searches for optimal solution of vehicle inventory, allocation and relocation with periodic vehicle relocation. Various experiments are performed to prove the vehicle relocation. In comparison with CANOMA, CREMA shows a lower level of vehicle inventory, a higher level of vehicle allocation and utilization required for meeting same customer demand *via* efficient vehicle relocation.

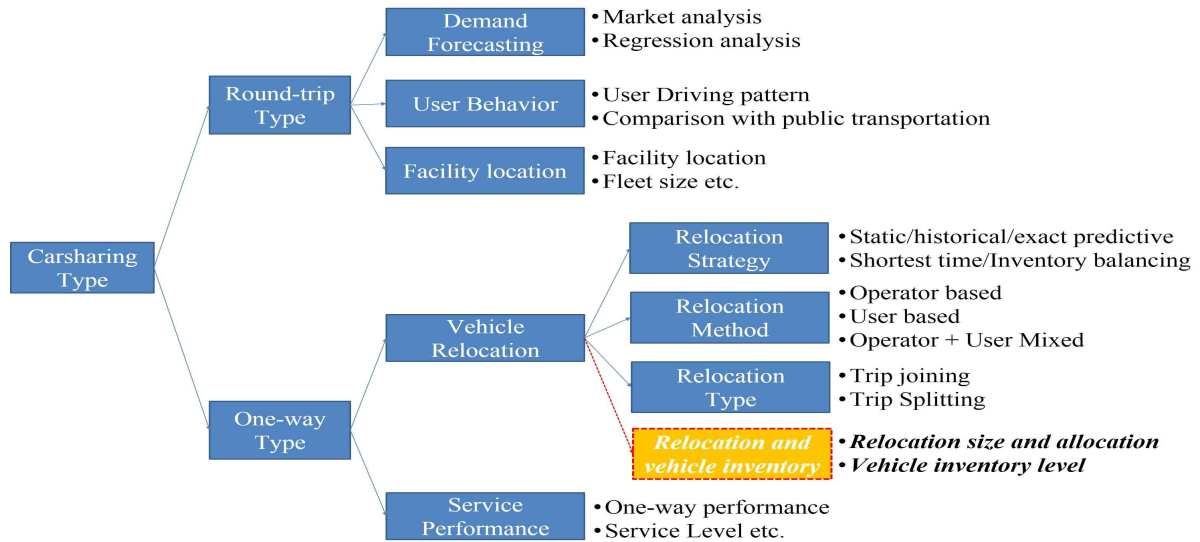
1. Introduction

카셰어링은 1948년 스위스의 협동조합에서 공용차 활용을 유래로 시작 되어(Kek et al., 2006) 1990년대 이후 미국에서 상업적인 잠재 가치가 부각됨에 따라 전 세계적으로 확산 되기 시작하였다.(Febbraro et al., 2012) 대중 교통의 효율성과 자가용의 편리함 사이의 간극을 메워줄 수 있는 카셰어링은 회원제로 운영된다. 즉 등록된 회원은 인근의 대여지점에 있는 차량을 사전에 예약하여 시간단위로 쓰고 싶은 만큼 대여하여 사용 후 반환하는 방식이다.(Mukai and Watanabe, 2005) 개념적으로는 단기 렌터카 형태(Kuntzky et al., 2010)라고도 할 수 있는 카셰어링이지만, 대도시의 차량 집중 현상을 줄이고 동시에 환경 오염 유발도 줄일 수 있다는 친환경성(Wang

et al., 2013)을 가지고 있다는 점에서 점차 관심이 고조되고 있다.

카셰어링 시스템은 빌린 지점에 다시 반납을 하는 왕복(round-trip) 방식과 빌린 지점 이외의 지점에 반납을 할 수 있는 편도(one-way) 방식으로 구분이 된다.(Febbraro et al., 2012; Uesugi et al., 2007). 편도운행 방식은 반납지점에서의 자유로움 때문에 사용자들에게는 선호되지만, 그로 인해 각 대여 지점별로 차량 보유 재고량의 불균형(imbalance)을 유발한다.(Correia and Antunes; 2012 ,Ciari and Dobler, 2012) 어떠한 인기 대여지점은 차량이 계속 부족하고 또 반대로 어떠한 대여지점은 계속 차량이 남게 되는 그러한 불균형을 해소하기 위해, 차량을 주기적으로 재배치하는데 적지 않은 시간과 비용이 소요 된다.(Boyaci et al., 2013)

이러한 편도운행 방식의 카셰어링에 대한 학술적 연구도 아직은 부족한 실정이다. 특히 편도 운행 방식에 있어서 필연적으로 발생하는 지점별 차량 재고의 불균형을 해소하는 차량 재배치(vehicle relocation)(Jorge and Correia, 2013)에 대한 연구는 더욱 그러한데, 차량 재배치라는 작업을 정성적인 측면이 아닌 정량적으로 시뮬레이션이나 최적화(optimization)를 활용하여 수리적으로 모델링 하여 실험 하는 것이 쉽지 않기 때문이다. 본 논문은 주어진 기간 안에 요청된 다양한 수요(대여 요청)를 최대한 충족할 수 있는 기간별 대여 지점별, 기초 차량 재고와 차량 재배치 수량을 최적화 할 수 있는 운영(operational)적 관점에서의 수리 모델들을 모형화 하였고, 또 재배치에 대한 효율성을 정량적으로 검증하였다는 점에서 새로운 연구의 의의를 찾을 수 있다. 논문은 구성은 다음과 같은데, 2장에서는 관련 선행 연구에 대해서 살펴보고, 3장에서는 모델에 대한 수리화 모형을 제시하고, 4장에서는 모델 구동 벤치마킹 테스트를 진행하고, 5장에서는 서울시 교통 데이터 기반의 케이스 스터디 결과에 대해서 분석하고 마지막으로 6장에서는 결론을 제시하는 순서로 이루어져 있다.



<그림 1. 카셰어링 연구 계통도>

2. Previous research

카셰어링에 관한 학술 연구는 2000년을 전후로 비로소 시작되었다고 할 수 있다. 회귀 분석에 의한 고객의 행동 연구, 시장 분석, 수요 예측 및 서비스 수준 설정 등의 수요 모델링에 대한 연구와 시뮬레이션 및 시스템 최적화에 의한 대여점 입지선정, round trip 시스템 검증 및 one-way 시스템에서의 차량 재배치 기법 등의 시스템 모델링에 대한 연구로 양분 된다.(Jorge and Correia, 2013) 그 중 최적화에 의한 one-way 카셰어링 시스템에 대한 연구는 2008년 이후부터 본격적으로 주목을 받고 있는데, one-way 시스템에 대한 산업적인 관심의 증가와 함께 시스템 최적화가 필요한 모델, 문제들에 대해서 많은 양의 제약 조건들이 존재함에도 빠른 시간 안에 최적해를 제시해 주는 IT 솔루션의 비약적인 발달과도 무관하지 않다. 그림 1은 카셰어링의 연구 체계를 도표로 정리한 것이고 본 연구는 optimization에 의한 “relocation and vehicle inventory”에 속한다고 볼 수 있다.

Barth and Todd(1999)는 one-way 방식의 shared vehicle system에서 차량 가용성, 차량의 재배치 등에 대한 성과를 관찰하기 위해서 시뮬레이션 기법을 이용하였다. 차량 재배치를 활용할 경우 실험지역의 데이터 상에서 100번 운행(trip)당 공동 차량 3~6대가 적정하다는 결론을 제시하였다. 아울러 재배치에 대한 메커니즘 static relocation, historical predictive relocation 및 exact predictive relocation로 제시하였는데 완전한 고객 수요 정보를 가진 상태에서 재배치되는 exact predictive relocation 기법이 고객 대기 시간이 가장 짧은 경우라고 하였다. 본 논문은 처음으로 차량 재배치를 정량적 기법으로 검증하였다는 점에서 의의가

있다고 할 수 있다.

Barth et al.(2004)는 one-way 방식의 multi station share-use vehicle systems에서 고객에 의한 차량 재배치 기법에 대해서 시뮬레이션을 활용해 실험, 연구하였다. 고객에 의한 차량 재배치 기법은 전체 차량의 분포가 균형이 맞지 않는 경우에 차량을 예약한 고객사용자에게 trip splitting(목적지에 차량이 부족 시에 동승한 고객과 따로 차량을 운전해 이동하는 방식)과 trip joining(목적지에 차량이 과잉 시에 다른 고객과 합승하여 같이 이동하는 방식)을 제안하여 실행하는 것이다. 제안 받은 고객이 수락을 한다는 가정 하에 이러한 재배치 기법을 활용 시에 staff를 통해서 재배치를 시키는 방식에 비해 재배치 차량이 42%까지 절감된다는 결과를 도출하였다. 또 trip splitting이 trip joining보다 더 효율적인 기법이란 결과도 도출되었는데, 본 논문은 staff가 아닌 customer에 의한 차량 재배치 기법을 정량적으로 검증 하였다는 점에서 그 의의가 있다고 할 수 있다.

Kek et al.(2009)은 one-way 방식의 carsharing system에서 staff에 의한 차량 재배치 활동, 유지보수 활동 및 대기 시간 등을 감안한 전체 비용의 최소화 대해서 수리적 모델(formulation)및 최적화(Optimization) 기법을 활용해 실험, 연구 하였다. OTS 시스템(Optimizer-Trend filter-relocation Simulator)이라 명명된 의사결정 시스템은 먼저 Optimizer가 수리모델의 최적화된 해인 staff 등의 리소스 양을 계산하고 Trend filter가 휴리스틱 방법을 이용해서 그 계산된 해를 개선시키고 최종적으로 relocation Simulator를 활용해 relocation으로 인한 개선효과를 검증하는 식으로 구성된다. 그 결과 실제 생성된 과거 데이터 기준으로 staff 인건비가 50% 절감

되고 차량의 추가 공급에 따라 재배치가 37% 절감 되었다. 본 논문은 최초로 Optimization 기법을 활용해 재배치에 대해 모델링 하고 그 해를 구했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

Correia and Antunes(2012)는 one-way 방식의 carsharing 시스템에서 대여지점간 운행 차량, 재배치 량, 대여지점의 사이즈, 가용 차량 등을 결정변수로 하는 운영관점에서의 최대 이익을 산출하는 수리적 모델(formulation) 및 최적화(Optimization) 기법을 활용해 실험, 연구하였다. 해당 논문에서는 3가지의 운행 수요의 요청에 대해 선택하는 trip-selection 기법이 실험되었는데, 첫 번째는 Controlled-service로 카셰어링 운영 사업자가 수요 요청에 따른 trip-selection을 임의로 조정하는 방식이고 두 번째는 Full-service로 모든 수요 요청을 수용하는 것이고 세 번째는 Conditional-service로 가용한 차량 범위 내에서 요청된 수요들을 수용하는 것이다. 이익을 많이 창출하는 모델 순서는 Controlled-service, Conditional-service, Full-service 순으로 나타났다. 본 논문은 재배치를 포함한 운영관점에서의 총 이익을 극대화하는 모델을 Optimization 기법으로 해를 구했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

Bruglieri et al.(20123)는 전기차 기반의 one-way carsharing 시스템에서 주어진 차량 재배치 수요를 최대한 만족할 수 있는 staff의 최소 수량을 산출하는 수리 모델을 일명 EVRP(Electric Vehicle Relocation Problem)로 정의하여 최적화 기법을 활용하여 해를 구하였다. 10~40건에 이르는 차량 운행 요청 경우들을 대상으로 소요되는 최소의 staff는 2명이 적당하다는 실험 데이터상의 해가 도출 되었다. 본 논문은 차량 재배에 대해서 pickup and delivery problem에 대한 개념을 기반으로 소요되는 최소 staff를 산출했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

3. Model description

<표 1. 본 연구의 두 모형 비교>

모델명	목적
CANOMA (Carsharing NO relocation with MAXimal demand satisfaction)	이익 극대화 (전체 기간 동안의 운행수익 - 차량 재고보관비용 - 미배치 벌금비용)
CREMA (Carsharing RElocation with MAXimal demand satisfaction)	이익 극대화 (전체 기간 동안의 운행수익 - 차량 재고보관비용 - 미배치 벌금비용 - 차량 재배치비용)

본 논문에서 정의하는 모델은 표1 에서 처럼 2가지이다. 첫 번째는 재배치가 없는 일정 기간 동안의 편도 운행 카셰어링 모델로 **CANOMA**(Carsharing **NO** relocation with **MAX**imal demand satisfaction)로 명명하는데 CANOMA 모델은 재배치가 존재하지 않은 환경 하에서 전체 기간 동안에 최대한 고객 운행 요청(수요)을 만족시켜서 이익을 극대화하기 위한 기간별 기초재고와 차량 운행 할당량을 결정 하는 모델이다. 두 번째는 재배치가 존재 하는 일정 기간 동안의 편도 운행 카셰어링 모델로 **CREMA**(Carsharing **RE**location with **MAX**imal demand satisfaction)로 명명하는데 CREMA 모델은 재배치가 존재하는 환경 하에서 전체 기간 동안에 최대한 고객 운행 요청(수요)을 만족시켜서 이익을 극대화하기 위한 기간별 기초재고, 차량 운행 할당량 및 차량 재배치량을 결정하는 모델이다. CANOMA는 CREMA와의 비교를 위해서 필요한 기본 모델이며 CREMA는 CANOMA와의 성능 비교를 통해 차량 재배치의 필요성 및 효과를 정량적으로 측정 해 볼 수 있는 최적화 모델이라 할 수 있다.

본 논문에서 원활한 모델링과 실험을 위해서 적용된 5가지 가정은 다음과 같다. 1) 차량 대여점의 위치는 이미 결정되어 있고 운영 기간 동안 위치가 변하지 않고 휴무일도 없음 2) 모든 고객 운행 요청(수요)은 운행 전 예약으로 사전에 알려져 있음 3) 출발지에서 목적지까지의 1번의 운행 요청에 대하여 차량 이동(할당)은 1번만 실시되며 차량 재배치도 단위 시간 별로 1번만 실시됨 4) 운영 기간 동안의 차량의 증가나 감소는 없음 5) 차량 미배치는 차량 운행 요청에 대해서 가용 차량이 부족하거나 전체 이익 향상을 위해서 미배치가 유리할 때에 허용되고 그에 따른 벌금이 부과됨 논문에서 사용된 파라미터와 결정변수는 다음과 같다.

<파라미터>

i, j : 지점 번호

V : 전체 지점 집합(1, 2,...,i,j)

t : 시간 (unit-time period)

d_{ijt} : 지점 $i \rightarrow j$ 로의 t 시간에 요청된 운행 수요(demand)

E_{ij} : 지점 $i \rightarrow j$ 로의 운행에 따른 수익(Earning)

H_j : 지점 j 의 차량 재고 보관비용(Holding)

P_{ij} : 지점 j 의 차량 미배치에 따른 벌금(Penalty)

R_{ij} : 지점 j 의 차량 재배치 인건 비용(Relocation)

C_{ij} : 지점 j 의 차량 재배치 운행 비용(Cost)

<결정변수>

X_{jt} : 각 지점 j 의 t 시간대의 차량 기초 재고량

Y_{ijt} : 지점 $i \rightarrow j$ 로의 t 시간에 운행 할당된 차량 수

Z_{ijt} : 지점 $i \rightarrow j$ 로의 t 시간에 재배치되는 차량 수

CANOMA의 수리 모델은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_i \sum_{j \neq i} \sum_t E_{ij} Y_{ijt} - \sum_j \sum_t H_j X_{jt} \\ & - \sum_i \sum_j \sum_t P_{ij} (d_{ijt} - Y_{ijt}) \end{aligned} \quad (1)$$

Subject to

$$X_{jt} \geq \sum_{i \neq j} Y_{jit} \quad \forall j \in V, t \quad (2)$$

$$d_{jit} \geq Y_{jit} \quad \forall i, j \neq i \in V, t \quad (3)$$

$$X_{jt} + \sum_{i \neq j} Y_{ijt} - \sum_{i \neq j} Y_{jit} = X_{jt+1} \quad \forall j \in V, t \quad (4)$$

$$X_{jt} \geq 0, \quad Y_{ijt} \geq 0 \quad (5)$$

목적함수(1)은 전체 기간 동안의 운영 수익의 최대화인데 첫 번째 항은 운행 수입을 두 번째 항은 차량재고 보관비용을 그리고 세 번째 항은 차량 미할당에 따른 벌금비용을 의미한다. 제약조건식 (2)는 기간별, 대여점별 차량 기초재고에 대한 설정으로 점별로 기초재고보다는 점별 유출량이 적어야 함을 의미한다. 식 (3)은 기간별, 대여점별의 운행 요청량(수요)과 운행 할당량간의 관계에 대한 설정인데 즉, 점별로 운행 요청량보다는 유출량이 작아야 함을 의미한다. 식 (4)는 점별로 기초 재고의 이월에 대한 설정으로 즉 현재 기간 기초재고를 기점으로 차량 유입 할당량과 차량 유출 할당량의 가감에 따라 다음 기간의 기초재고가 결정 된다는 의미이다. 식 (5)는 결정변수의 비-음수 조건을 의미한다.

CREMA의 수리 모델은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_i \sum_{j \neq i} \sum_t E_{ij} Y_{ijt} - \sum_j \sum_t H_j X_{jt} \\ & - \sum_i \sum_j \sum_t (R_{ij} + C_{ij}) Z_{ijt} - \sum_i \sum_j \sum_t P_{ij} (d_{ijt} - Y_{ijt}) \end{aligned} \quad (6)$$

Subject to

$$X_{jt} \geq \sum_{i \neq j} Y_{jit} \quad \forall j \in V, t \quad (7)$$

$$d_{jit} \geq Y_{jit} \quad \forall i, j \neq i \in V, t \quad (8)$$

$$\begin{aligned} X_{jt} + \left(\sum_{i \neq j} Y_{ijt} - \sum_{i \neq j} Y_{jit} \right) + \left(\sum_{i \neq j} Z_{ijt} - \sum_{i \neq j} Z_{jit} \right) \\ = X_{jt+1} \quad \forall j \in V, t \end{aligned} \quad (9)$$

$$X_{jt} + \sum_{i \neq j} Y_{ijt} - \sum_{i \neq j} Y_{jit} \geq \sum_{i \neq j} Z_{jit} \quad \forall j \in V, t \quad (10)$$

$$X_{jt} \geq 0, \quad Y_{ijt} \geq 0, \quad Z_{ijt} \geq 0 \quad (11)$$

목적함수(6)은 전체 기간 동안의 운영 이익의 최대화인데 첫 번째 항은 운행 수입을 두 번째 항은 차량재고보관비용을 세 번째 항은 차량 재배치비용을 그리고 네 번째 항은 차량 미할당에 따른 벌금비용을 의미한다. 제약조건식 (7)은 기간별, 대여점별 차량 기초재고에 대한 설정으로 점별로 기초재고보다는 점별 유출량이 적어야 함을 의미한다. 식(8)은 기간별, 대여점별의 운행 요청량(수요)과 운행 할당량간의 관계에 대한 설정인데 즉, 점별로 운행 요청량보다는 유출량이 작아야 함을 의미한다. 식 (9)은 점별로 기초 재고의 이월에 대한 설정으로 즉 현재 기간 기초재고를 기점으로 차량 유입 할당량과 차량 유출 할당량의 가감과 차량 재배치 유입량과 재배치 유출량의 가감에 따라서 다음 기간의 기초재고가 결정 된다는 의미이다. 식(10)은 기간별, 점별 차량 재배치량에 대한 설정인데 즉, 차량 재배치량은 기초재고를 기점으로 차량 유입 및 유출 하고 남은 최종 재고량 보다 클 수는 없음을 의미한다. 식 (11)은 결정변수의 비-음수 조건을 의미한다.

4. Benchmark test

앞의 두 수리모형에 대한 기본적인 구동 실험을 위해 25 X 25개 단위 cell로 구성된 가상의 matrix 공간을 설정하고 대여지점이 20개(case1), 60개(case2) 및 100개(case3)인 3가지 케이스를 준비하여 각 케이스별로 대여 지점들은 랜덤하게 maxtrix 내에서 그 위치를 정하였고 지점들 간의 거리는 Euclidean distance로 계산하였다. 실제 카셰어링 수요를 모방하여 인기 및 비인기대여점그룹으로 나누어 두 그룹간의 수요에 편차를 두었으며 각종 파라미터 값은 표 2와 같이 지점간 거리를 기준으로 설정 하였다.

<표 2. 3가지 케이스 파라미터 설정>

항목	값
t	전체 기간을 14 days(2 weeks)로 설정함
d_{ijt}	각 지점수의 50%는 0~(지점수/2)-1의 값을 그리고 나머지 50%는 (지점수/2)~(지점수-1)값을 랜덤으로 생성하여 점간 운행 수요로 설정 Ex: 60개 지점 case인 경우 - 30개 점(비인기점): 0~29 중 1개 값을 설정함 - 나머지 30개점(인기점): 30~59중 1개 값을 설정함
E_{ij}	점간 운행 수익, 점간 거리 값의 150%로 설정함
H_j	점별 차량 보관비, 점간 거리 값의 30%로 설정함
P_{ij}	점간 차량미할당 벌금, 점간 거리 값의 200%로 설정함
R_{ij}	점간 재배치인건비, 점간 거리 값의 90%로 설정함
C_{ij}	점간 차량운행비, 점간 거리 값의 50%로 설정함

<표 3. CANOMA 벤치마킹 실험 결과>

케이스 (지점수)	총수요 (a)	첫째기간 수요합 (b)	단위기간 기초 재고합(c)	(c)/(b) (%)	총운행 할당량 (d)	(d)/(a) (%)	미배치량 /(a) (%)	차량 가동율 (%)
case1(20)	53,112	3,777	5,097	134.95	41,386	77.92	22.08	58.00
case2(60)	1,459,352	104,616	137,383	131.32	1,137,602	77.95	22.05	59.15
case3(100)	6,857,523	490,140	626,615	127.84	5,346,452	77.96	22.04	60.94

<표 4. CREMA 벤치마킹 실험 결과>

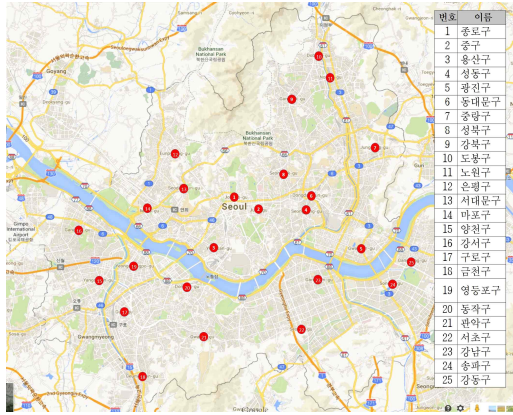
케이스 (지점수)	총수요 (a)	첫째기간 수요합 (b)	단위기간 기초 재고합(e)	(e)/(b) (%)	총운행 할당량 (f)	(f)/(a) (%)	미배치량 /(a) (%)	재배치량 /(a) (%)	차량 가동율 (%)
Case1(20)	53,112	3,777	3,621	95.87	50,373	94.84	5.16	19.64	99.37
Case2(60)	1,459,352	104,616	100,712	96.27	1,405,364	96.30	3.70	21.44	99.67
Case3(100)	6,857,523	490,140	475,039	96.92	6,629,507	99.67	3.33	20.75	99.68

실험은 ILOG CPLEX Optimization Studio 12.6 버전을 이용해 코딩 및 진행되었으며 인텔 i5 CPU(1.7Ghz) 및 4G memory가 탑재된 컴퓨터를 이용하였다. CANOMA모델은 차량 재배치가 없는 편도운행 모델이므로 일정 기간 동안 운영 시에 자연스럽게 차량 재고의 불균형이 발생할 수밖에 없다. 표 3을 보면 단위기간 기초재고합이 첫째기간 수요합에 비해서 3가지 케이스 평균 129.58%로 높은 것을 알 수 있는데 이는 전체 실험 기간 동안의 이익을 극대화하고 한편으로는 미배치벌금을 최소화하기 위해서 운행 요청량(수요)에 비해서 기초 재고를 첫째기간 부터 충분히 많이 보유하고자 하기 때문이라고 판단된다. 단위기간 기초 재고를 충분히 보유함에도 불구하고 운행요청에 대한 차량 미배치가 약 3가지 케이스 평균 22.06%로 발생하게 되는데 이는 전체 이익을 위해서는 운행을 포기 하는 것이 더 유리하여 고의로 차량 할당을 하지 않거나 혹은 다음 단위 기간의 수익이 더 큰 운행 요청을 감안하여 현재 기간의 운행요청을 거부하기 때문이라고 보여 진다. 모든 케이스에서 보여지듯이 비교적 높은 기초재고수준과 낮은 차량 운행 할당에 따라 전체 기간 동안의 차량 가동율은 3가지 케이스 평균 59.36%로 비교적 낮은 편이다. 종합적으로 CANOMA 모델은 차량 재배치가 허용되지 않는 편도 운행 모델로서 비교적 높은 수준의 기초재고를 보유함에도 불구하고 운행 할당율 및 차량 가동율은 그리 높은 수준이 아니라고 판단된다. CREMA 모델은 차량 재배치가 허용되는 편도운행 모델이므로 일정 기간 동안 운영 시에 발생하는 차량 재고의 불균형을 재배치를 통해 해소할 수 있다. 표 4를 보면 단위기간 기초재고합이 첫째기간 수요합에 비해 3가지 케이스 평균 96.35%로 낮은것을 알 수 있는데 이는 기초재고를 최소로 보유하여도 주기적인 재배치를 통하여 고객의 운행 요청량을 최대한 커버할 수 있기 때문이라 판단된다. 또 단위기간 기초 재고를 최소로 가져 감에도 불구

하고 세가지 케이스 평균 95.94%의 높은 운행 할당율이 달성되는데 총 수요 대비하여 세가지 케이스 평균 20.61%의 차량 재배치가 이를 가능하게 해 주는 것으로 보여지고 CANOMA에 비해서 차량 미배치도 세가지 케이스 평균 4.06%로 낮은 편이다. 종합적으로 CREMA 모델은 차량 재배치가 허용되므로 최소한의 기초 재고를 가지고 효율적인 차량 재배치를 통해서 높은 수준의 차량 할당을 지원해 주어 차량 가동율도 높은 편이라고 할 수 있다.

5. Case study

본 논문에서 제시한 CANOMA 및 CREMA에 대해 서울시를 대상으로 실제 교통 데이터를 활용한 case study로 모델의 정확성을 검증해 보았다. 서울시의 자치 행정 구역인 25개 구 전체를 카셰어링 사업 대상 지역으로, 25개 구청을 가상의 차량 대여점으로 설정하였다. 그림 2는 서울시의 25개 구청의 위치 및 실험에 사용된 파라미터의 단위 및 설정을 보여주고 있는데 전체 면적은 약 605 km² 이고 두 구청 간에 가장 가까운 거리는 약 12.8 km(성동구청-동대문구청)이고 가장 먼 거리는 약 40.2km(도봉구청-금천구청) 이다. 실험에 사용된 파라미터의 단위 및 설정 중 대여점간 거리와 각종 요금 들은 현재 서울에서 통용되는 값들을 적용하였다. 카셰어링 수요의 경우 편도 운행형 카셰어링이 실제 없으므로 서울시 25개 구간의 일일 평균 차량 이동량을 조사하여 그 이동량의 0.5%를 기본 수요로 추정하였다. 기본수요 값에 일주일간의 서울 시내 차량 이동 증감 비율을 적용하여 일주일간의 수요를 도출하였으며 재배치 효과를 구체적으로 살펴보기 위해서 인기대여점그룹 및 비인기대여점그룹으로 양분하여 대여점들간의 상대적 수요의 편차를 두었다. 운행수입, 미배치벌금 및 재배치운행비용 등은 구청간 이동 택시비를 기준으로 설정하였다.



* 비용단위는 목적함수 값의 overflow로 1/1000로 줄임

항목	단위	설명
대여 지점수	Stations	서울시 내 25개 구청을 대여지점으로 가정함
지점 간 거리	km	지점 간 실제 차량 이동 거리 산출(네이버 길찾기)
운행 시간	days	교통 이동 패턴이 서로 다른 일주일의 기간으로 설정함
운행 수요	# of Requests	“구” 간 차량 이동량의 0.5%를 카셰어링 일일 수요로 가정 - 13개 구는 인기점으로 분류, 일일 수요 대비 2배로 증가 (종로구, 중구, 용산구, 광진구, 동대문구, 마포구, 구로구, 영등포구, 동작구, 서초구, 강남구, 송파구, 강동구) - 나머지 12개 구는 비인기점으로 분류, 일일 수요 대비 1/2로 감소
운행 요금	₩/1,000*	구청간 실제 이동 택시비의 1.5배로 설정함
보관 비용	₩/1,000*	서울 시내 평균 일주차 요금의 1/2 인 ₩5,000원을 기준으로 각 구별 부동산 가격을 상대적 비율로 적용하여 설정 함
미배치 벌금	₩/1,000*	구청간 실제 이동 택시비의 2배로 설정함
재배치인건비	₩/1,000*	서울 시내 권역별 대리운전 비용으로 재배치 비용을 설정함
재배치운행비	₩/1,000*	구청간 실제 이동 택시비의 0.5배로 설정함

<그림 2. 서울시 25개 카셰어링 대여점(구청) 위치 및 파라미터 설정>

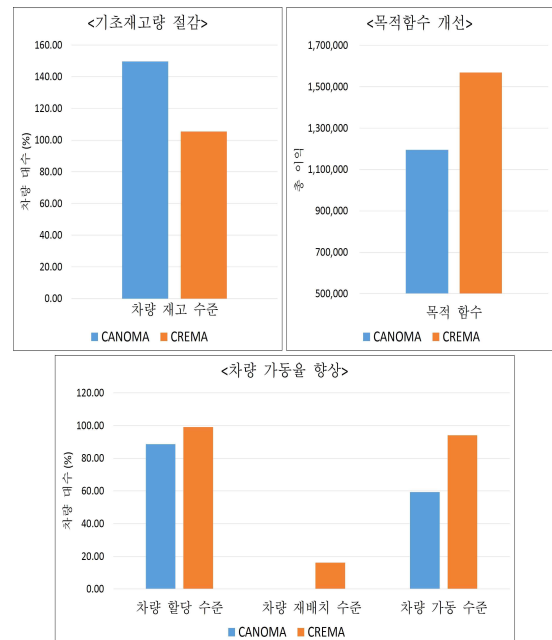
실험은 CANOMA 및 CREMA 모델에 대해 각각 독립적으로 진행 되었고 일주일간의 수요변화를 기반으로 그에 필요한 차량 기초재고, 차량 운행할당량 및 차량 재배치량 등의 결과가 표 5에 소개 되어 있다. 총 운행 요청량(수요량) 162,221건에 대해 재배치 없는 CANOMA 모델의 경우 34,684대의 일 기초재고차량(수요 대비 149.66%), 총 143,879건의 차량 할당량(88.69%)과 총 18,342건의 차량 미할당량(11.31%)이 도출 되었다. 재배치 있는 CREMA 모델의 경우 24,434대의 일 기초재고차량(105.44%), 총 160,905건의 차량 할당량(99.19%), 총 1,316건의 차량 미할당량(0.81%) 및 총 26,078건의 차량 재배치량(16.08%)이 도출 되었다.

CANOMA 모델의 경우 재배치가 허용되지 않으므로 첫째 날부터 기초재고를 수요 대비 149.66% 수준으로 넉넉히 가져가고 최대한 수요를 충족하면서 미할당 벌금을 최소화함과 동시에 총 이익을 극대화 하려고 한다. 이에 비해서 CREMA 모델은 총 수요 대비 16.08% 수준의 효율적인 일자별 차량 재배치를 통해서 CANOMA 모델보다 상대적으로 적은 기초재고량을 가지고도 더 높은 차량 운영을 할

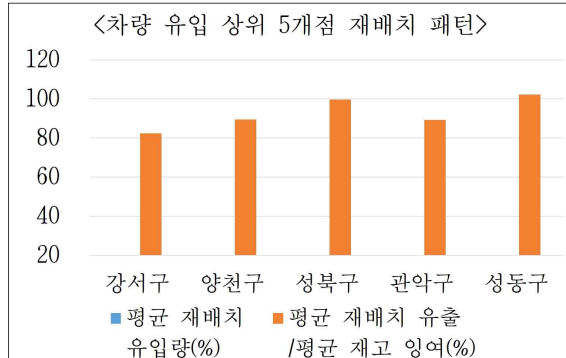
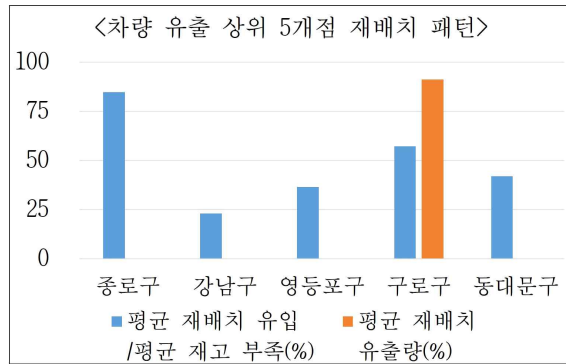
<표 5. 두 모델의 실험 결과 값 비교>

일 자	운행 요청 (수요)	CANOMA			CREMA			
		기초 재고량	할당량	미배치 량	기초 재고량	할당량	미배치 량	재배치 량
월	22,744	34,684	20,694	2,050	24,434	22,633	111	3,517
화	22,372	34,684	20,552	1,820	24,434	22,372	-	4,017
수	22,372	34,684	20,319	2,053	24,434	22,372	-	5,086
목	22,982	34,684	20,656	2,326	24,434	22,982	-	6,149
금	24,537	34,684	21,994	2,543	24,434	24,434	103	4,864
토	25,204	34,684	21,292	3,912	24,434	24,285	919	2,445
일	22,010	34,684	18,372	3,638	24,434	21,827	183	-
계	162,221	242,778	143,879	18,342	171,038	160,905	1,316	26,078
총수요 대비(%)		149.66	88.69	11.31	105.44	99.19	0.81	16.08

당하는 것으로 나타났다. 두 모델 다 각각 11.31%와 0.81%의 차량 미할당이 존재하는데 이는 전체 이익 최대화의 관점에서는 차량 미할당이 결국 목적함수에 더 도움이 되기 때문에 수요 충족을 위한 차량 할당을 거부하기 때문에 발생하는 현상이라 보여 진다. CREMA모델은 CANOMA 모델과 비교 시에 주기적인 차량의 재배치를 통해서 시간의 흐름에 따른 대여 지점간의 차량 재고 불균형을 적극적으로 해소하게 된다. 즉 재배치를 통해서 본 모델에서 결정 변수로 정해진 기초재고량, 차량 할당량 및 차량 재배치량에 긍정적인 개선 영향을 준다. CANOMA 모델에 비해서 CREMA 모델은 상대적으로 기초재고량은 낮게, 차량 운행 할당량은 높게(차량 운행 미할당량은 낮게), 차량 가동율은 높게 그리고 최종적으로 운영 이익도 높게 가져 갈 수 있는 데 그림 3에 그 개선 효과가 명기되어 있다.



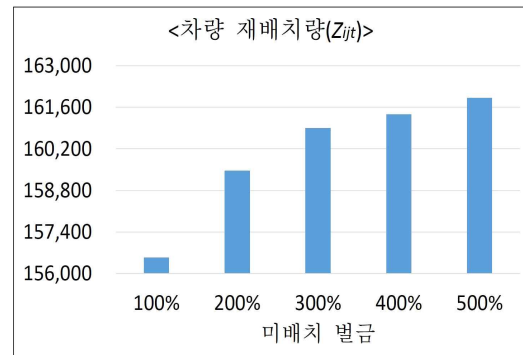
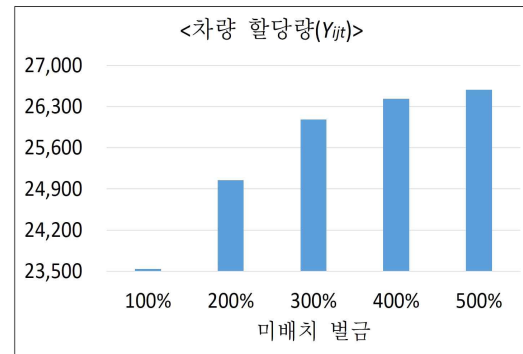
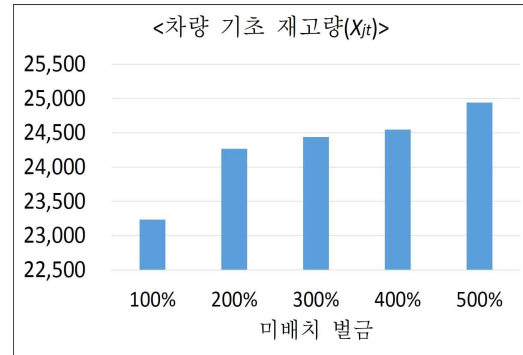
<그림 3. 차량 재배치에 따른 정량적 효과>



<그림 4. 차량 유출(유입)상위 5개점의 차량 재배치 패턴>

재배치가 있는 CREMA 모델을 통해서 실제로 전체 기간 동안의 각 대여점들간의 재배치 패턴에 대해서 살펴보면 그림 4와 같다. 그림 4의 위쪽 그림은 평균적으로 차량 운행 유입보다 유출이 많은 ‘재고 부족 상위 5개점’에 대한 재배치 패턴인데 항상 재고 보유가 부족하기 때문에 재배치 유입을 통해서 보유 재고 균형을 맞추려 한다. 그림 4의 아래쪽 그림은 평균적으로 차량 운행 유출보다 유입이 많은 ‘재고 잉여 상위 5개점’에 대한 재배치 패턴인데 항상 재고가 남기 때문에 재배치 유출을 통해서 보유 재고 균형을 맞추려 하는 것으로 나타났다. 결국 운행 후 차량의 재배치 유입 및 재배치 유출을 통해서 재고가 부족하거나 남는 대여점들은 효율적으로 차량 재고 균형을 유지하는 것으로 나타났다.

CANOMA 모델 및 CREMA 모델 둘 다 이익 최적화라는 목적함수의 특성상 차량 미배치가 허용이 된다. 차량 미배치란 운행 요청한 수요에 대해서 차량의 부족 및 전체 이익극대화의 관점에서 도움이 되지 않기 때문에 운행 요청을 거부하고 이에 따른 벌금(기회비용)이 부과됨을 의미한다. 이 벌금의 증감에 따라 본 모델의 결정변수들이 영향을 받게 되므로 벌금 값에 따른 결정변수 값의 변화 즉, 민감도 분석을 한 결과가 그림 5에 나타나 있다. 그림 5에서는 CREMA 모델에서의 그 영향 정도를 알 수 있는데 벌금의 증가는 기초 재고의 증가를 유발시키고 전체 이익(목적함수)은 감소시키는 것으로 나타났다. 또 CREMA 모델에서의 차량 미배치에 따른 벌금이 100%에서



<그림 5. 벌금값 증가 따른 민감도 분석(CREMA기준)>

200%로 증가함에 따라 벌금 부과에 대한 부담으로 기초 재고를 더 많이 가져가려 하고 그에 따라 차량 운행 할당도 증가하고 차량 재배치도 그만큼 증가하게 됨을 알 수 있다. 아울러 미배치 벌금의 증가에 따라 재고 수준과 재배치 수준이 증가하므로 결국 전체 이익(목적함수)은 감소하게 되는 것으로 나타났다. 즉 모델의 구조를 기반으로 예측 가능하듯이, 벌금 값에 대한 목적함수의 영향도 정도를 분석한 결과 일정수준까지 벌금 값이 증가하면 그에 대한 두려움으로 인해 차량 기초 재고를 많이 가져가게 되고 이에 따라 차량 운행 할당량 및 차량 재배치 수준도 증가하는 것으로 나타났다.

6. Conclusion

본 논문에서는 차량 재고 불균형 해소를 위한 차량 재배치 문제에 대해서 CANOMA

모델 및 CREMA 모델 두 가지를 활용하여 일정 기간 동안의 기초 재고량, 차량 할당량 및 재배치량 등에 대해 수리 모델을 제시하고 실험을 통하여 최적해를 찾아보았다.

모델의 구동 테스트를 위해 25 X 25개 단위 셀로 구성된 가상의 matrix 공간에서 세 가지 케이스에 대한 벤치마킹 테스트를 진행하여 그 작동성을 살펴보았다. 또 모델의 정합성 검증을 위해 서울시의 25개 구청을 가상의 차량 대여점으로 설정하고 교통 패턴의 한 주기라고 할 수 있는 일주일간의 실제 교통 흐름 데이터를 기반으로 실험을 진행해 보았는데 CREMA 모델이 효율적인 차량 재배치(16.08%)를 통해서 CANOMA 모델에 비해서 기초 재고량은 낮게(44.22% 감소) 차량 할당은 높게(10.5% 증가)나타 났다. CREMA 모델의 경우 유입보다 유출이 많은 재고 부족 상위 5개점은 전체 기간 동안에 재배치 유입을 통해서 부족한 재고를 보충하려 하고 유출보다 유입이 많은 재고 잉여 상위 5개점은 전체 기간 동안에 재배치 유출을 통해서 남는 재고를 타 대여점에 보내어 차량 재고의 균형을 맞추려 하는 것으로 나타났다. 파라미터 설정에 대한 민감도 분석 중 미배치 벌금에 대한 값을 대상으로 분석해 본 결과 차량 미할당에 따른 벌금 비용의 증가에 따라 벌금 부과에 대한 부담으로 CANOMA 모델 및 CREMA 모델 둘 다 기초 재고를 더 많이 가져가려 하고 그에 따라 차량 운행 할당도 증가하고 차량 재배치도 그만큼 증가하게 되는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 첫 번째 의의는 카셰어링 산업에서의 편도 운행 방식에서 필연적으로 발생하는 차량 재배치 문제에 대하여 수리모델을 활용해서 주어진 운행 요청 하, 최적의 점별 차량 기초재고량, 차량 운행할당량 및 차량 재배치량을 정량적으로 도출 하였다는 것이다. 두 번째 의의는 서울시의 실제 교통 데이터를 활용한 실증 실험을 통해서 본 논문에서 제시하는 수리 모델 및 데이터들의 정합성을 검증해 보았다는 것인데 특히 재배치가 없는 CANOMA 모델보다 재배치가 있는 CREMA 모델이 편도 운행형 카셰어링에서 훨씬 효율적임을 알 수 있었다.

향후에는 본 연구 성과를 기반으로 실제 카셰어링 환경에 부합하는 총 차량 가용 대수 제약, 총 주차 가용 면적 제약 및 차량 재배치 인력 제약 등에 대한 즉 자원 제약 환경에서 효율적인 차량 재배치 기법과 정책 등에 대해서 연구해 보고자 한다. 아울러 차세대 카셰어링 차량으로 부각되고 있는 전기차에 대해서 전기차라는 특성(차량 충전 및 운행에 따른 1회 충전 시 총 운행 거리 제약 등)을 모델에 반영하여 최적의 전기차 충전시설의 입지 선정 등에 대해서도 연구해 보고자 한다.

References

- Barth, M. and Todd, M. (1999). Simulation model performance analysis of a multiple shared vehicle system, *Transportation Research Part C*, 7(4), 237-259.
- Barth, M., Todd, M. and Xue, L. (2004). User-Based Vehicle Relocation Techniques for Multiple-Station Shared-Use Vehicle Systems. Paper presented at the Transportation Research Board 83rd Annual Meeting, Jan. 2004, Washington DC.
- Boyaci, B., Geroliminis, N. and Zografos, K.(2013). An optimization framework for the development of efficient one-way car-sharing systems, *Urban Transport Systems Laboratory*, 13th Swiss Transportation Research Conference, April 24~26, 2013
- Bruglieri, M., Colomi, A. and Lue, A.(2013). The vehicle relocation problem for the one-way electric vehicle sharing, *arXiv preprint arXiv:1370.7198*.
- Ciari, F., and Dobler, C. (2012). *Modeling one-way shared vehicle systems: an agent-based approach*, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, IVT, Institute for Transport Planning and Systems.
- Correia, G. and Antunes, A. (2012). Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(1), 233-247.
- Febbraro, A., Sacco, N. and Saeednia, M. (2012). 'One-way carsharing: solving the relocation problem. Paper presented at the Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Jan. 2012, Washington DC.
- Jorge, D. and Correia, G.H.(2013). Carsharing systems demand estimation and defined operations: a literature review. *Eur. J. Transport Infrastruct. Res.* 13 (3), 201-220.
- Kek, A., Cheu, R. and Chor, M. (2006). Relocation Simulation Model for Multiple-Station Shared-Use Vehicle Systems, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1986, 81-88.
- Kek, A., Cheu, R., Meng, Q. and Fung, C. (2009). A decision support system for vehicle relocation operations in carsharing systems', *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), 149-158.
- Kuntzky, K., Wittke, S., and Herrmann, C. (2013). Car and Ride Sharing Concept as a Product Service System—Simulation as a Tool to Reduce Environmental Impacts, In *The Philosopher's Stone for Sustainability*, 381-386
- Mukai, N., and Watanabe, T. (2005). Dynamic location management for on-demand car sharing system, In *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems*, 768-774.
- Uesugi, K., Mukai, N., and Watanabe, T. (2007). Optimization of vehicle assignment for car sharing system, In *Knowledge-based intelligent information and engineering systems*, 1105-1111.
- Wang, H., Cheu, R., and Lee, D. H. (2010). Dynamic Relocating Vehicle Resources Using a Microscopic Traffic Simulation Model for Carsharing Services, In *Computational Science and Optimization (CSO)*, Vol. 1, 108-111

플랜트 설계 및 운영 데이터 통합관리 시스템 설계

An information system design for plant lifecycle data management

서은솔[†], 양혜지[†], 이재현[†], 서효원^{*}

[†]대구대학교 산업경영공학과, ^{*}한국과학기술원 산업시스템공학과

Abstract

플랜트에는 설계, 조달, 시공, 하자보수와 운전, 유지보수 과정이 있으며 각각의 과정에서 다양하고 방대한 양의 데이터가 발생한다. 이 데이터들은 상호 복잡한 관계를 가지고 있지만 각 과정의 데이터들이 흩어져 있어 고장이 발생하거나 유지보수를 시행할 때 필요한 데이터들을 모으는 데 어려움이 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 본 논문에서는 각 과정의 데이터들을 한 시스템 안에서 관리 할 수 있는 플랜트 정보 관리 시스템을 구현한다. 데이터베이스를 설계할 때, 플랜트의 공정, 기기, 구조물들의 설계 설치 정보와 플랜트 운영 과정에서 발생하는 운전 조건과 센서 데이터, 플랜트 설비의 유지보수 이력정보 등의 데이터를 통합하여 저장할 수 있는 데이터큐브 구조를 차용한다. 이 구조는 플랜트 유지보수를 위한 지식관리 시스템의 적용을 돕기 위해 설계되었다. 플랜트 정보 시스템 화면 설계와 활용 시나리오를 제시하여 본 정보관리 시스템의 활용성을 간접적으로 검증한다.

1. 서론

최근 사물인터넷(IoT: Internet of Things)과 대용량 데이터 처리기술 발전에 따라 정유 플랜트 분야에서도 정유 플랜트에 설치된 센서 네트워크를 활용한 플랜트 운영과 유지보수 최적화 접근방법들이 개발되고 있다. 과거에는 중요설비의 고장예방관리(Preventive maintenance)를 위해 특정 설비에 설치된 몇몇 센서로부터 얻은 센서 데이터를 분석하여 설비의 고장상태를 판단하는 방법들이 개발되었다. 하지만 최근에 건설되는 플랜트들은 센서 데이터를 실시간으로 전송할 수 있는 네트워크 인프라를 갖추고기 때문에 여러 설비와 공정 운전 상태를 동시에 수집이 가능하다.

플랜트 설비의 유지보수 최적화를 위해서는 개별 설비의 최적화보다는 공정에 시스템적으로 연결된 설비들 상태를 종합적으로 분석하는 기술이 필요하다. 플랜트의 설비들 각각 독립적으로 운영되기 보다는 하나의 공정을 운영하기 위해 시스템적으로 연결되어 있기 때문이다. 특정 설비의 고장은 해당 설비만의 문제일 수도 있지만, 공정에 연결된 다른 설비의 문제로 파급될 수도 있다. 또한, 공정 운전조건의 변화에 따라 지속적인 영향을 받아 설비의 문제가 발생한 것일 수도 있다.

저자들은 [1] 논문에서 플랜트에 설치된 다양한 센서 데이터들을 종합적으로 분석할 수 있는 가상플랜트 플랫폼 정보시스템을 제안하였다. 이 플랫폼 정보시스템을 제안한 배경은 현재 플랜트 산업에서 활용되는 정보시스템들만으로는 센서

데이터를 종합적으로 분석할 수 없기 때문이다. 플랜트 산업에서 활용되는 정보시스템은 크게 플랜트 EPC(Engineering, Procurement, Construction)기업에서 활용하는 PLM(Plant Lifecycle Management) 시스템과 플랜트 운영자가 활용하는 플랜트 CMMS(Computerized Maintenance Management System) 시스템으로 분류할 수 있다. PLM 시스템의 경우 플랜트 설계에 관련된 데이터들을 관리하고 있으며, CMMS 시스템의 경우 플랜트 유지보수를 위한 플랜트 운전정보와 유지보수 관련 데이터를 관리하고 있다. 플랜트의 센서 데이터를 종합적으로 분석하기 위해서는 플랜트의 설비 유지보수 데이터 뿐만 아니라 그 설비와 연결된 다른 설비와 공정의 설계 데이터들이 함께 필요하다. 하지만, 현재 상용 플랜트 정보시스템은 플랜트 설계부터 설치, 운전, 유지보수에 이르는 플랜트 수명주기(Lifecycle) 데이터를 통합적으로 관리하기 위한 데이터 구조를 제공하지 못하고 있다.

가상플랜트 플랫폼 정보시스템이 통합적 플랜트 수명주기 데이터와 수집된 센서데이터들 체계적으로 관리한다면 플랫폼 시스템으로써 다양한 기능들을 추가할 수 있을 것이다. 예를 들어, 플랜트 공정, 기기, 구조물(ex. 파이프, 밸브, 등)의 개별 이상상태를 진단하는 기능, 그리고 공정, 기기, 구조물들을 종합적으로 고려한 이상상태 진단하는 기능, 그리고 플랜트 운전 및 유지보수 최적화 기능들이 플랫폼 시스템에 단계적으로 추가될 수 있을 것이다.

본 논문은 가상플랜트 플랫폼 정보시스템의 핵심이 되는 통합 플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템의 설계 아이디어를 제안한다. 기존 [1] 논문에서는 개념적인 데이터 구조와 활용 가능성을 제안하였고, 본 논문은 이를 확장하여 통합 데이터관리 시스템의 상세 데이터 구조와 사용자화면 설계를 제안한다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 2 장에서는 센서데이터 분석을 활용한 설비 고장진단 방법들에 대한 기존 연구들을 살펴보고, 종합적 플랜트 센서데이터 분석을 위해 기존 플랜트 PLM 시스템과 CMMS 시스템들이 제공하는 기능의 한계점을 설명한다. 3 장에서는 가상플랜트 플랫폼 정보시스템의 개요와 플랜트 수명주기 데이터를 관리하기 위한 데이터 구조 설계 접근방법을 설명한다. 4 장에서는 플랜트 통합 데이터관리 시스템의 요구사항 분석 결과와 주요 기능구조도를 제시한다. 5 장에서는 각 기능들의 화면 설계 결과를 시스템 사용 시나리오를 기반으로 설명한다. 6 장에서는 플랜트 수명주기 데이터 구조를 ERD(Entity Relationship Diagram)로 표현하고 설명한다. 마지막으로 7 장에서는 결론과 향후 연구방향을 설명한다.

2. 기존 연구

통합 플랜트 수명주기 데이터 관리시스템의 필요성을 설명하기 위해 먼저 센서 데이터들을 바탕으로 플랜트 설비이상을 진단하는 기존 접근방법들을 알아본다. 그리고, 기존의 상용 플랜트 정보시스템의 기능들을 설명하고 상용 시스템들이 플랜트 센서데이터로 플랜트 설비상태를 진단하기 위해 부족한 점이 무엇인지 설명한다.

2.1 센서데이터 기반 설비이상 진단 방법

센서데이터를 바탕으로 설비의 유지보수활동을 하는 것을 CBM(Condition-based Maintenance)라고 한다[2]. Garcia et al.[3]은 플랜트에서 수집한 센서데이터를 분석하여 설비의 이상을 진단하는 접근방법을 제안하였다. 각각의 센서로부터 수집된 데이터는 시계열 데이터이고 몇 개월에 걸쳐 수집된 데이터이기 때문에 그 양이 방대하다. 방대한 센서 데이터들로부터 특정 패턴을 찾기 위해 시간창(time window)의 크기를 다양하게 변화시키면서 센서데이터들의 그래프상 움직임을 단순화 시키는 DFA(detrended fluctuation analysis)[4] 방법을 적용한 후 데이터마이닝 기법을 적용하였다. 또한, 서로 다른 센서 데이터들

간의 상관관계를 분석하기 위해 cross-correlation 기법을 적용하였다. Fort et al.[5]은 설비의 유지보수에 HMM(Hidden Markov Model)을 적용하는 접근방법을 제안하였다. HMM에서 관찰되는 데이터가 설비의 상태 모델이라면 숨겨진 모델은 설비의 유지보수 활동모델이라 할 수 있다. 설비 유지보수 이력에서 어떤 업체가 언제 유지보수 활동을 했는지에 따라 설비의 상태가 변화를 추정할 수 있는 HMM을 만들 수 있다고 제안하였다. Banerjee and Das[6]는 모터에 부착된 여러 센서데이터들로부터 SVM(Support Vector Machine) 기법을 활용해 모터의 이상상태를 예측할 수 있는 방법을 제안하였다. Djurdjanovic은 여러 센서들로부터 수집한 센서데이터를 바탕으로 설비의 기대수명을 예측하는 접근방법을 제안하였는데, 한 설비의 수명을 예측하기 위해 설계모델 데이터, 전문가 지식, 과거 운전 정보와 센서데이터를 종합적으로 분석하는 접근방법이었다. 이처럼 센서데이터를 기반으로 플랜트 설비의 이상을 진단하기 위해서는 수집된 센서데이터만으로는 데이터 분석에 한계가 있으며, 설계 데이터와 과거 유지보수 이력 정보, 전문가 지식이 종합적으로 필요하다.

2.2 상용 플랜트 정보시스템의 관리 데이터

상용 플랜트 정보시스템은 크게 플랜트 EPC 에서 사용되는 PLM(Plant Lifecycle Management) 시스템과 플랜트 운영단계에서 사용되는 CMMS(Computerized Maintenance Management System)으로 구분할 수 있다. 상용 PLM 시스템으로는 Intergraph[7], AVEVA[8], Siemens[9]사의 제품 등이 있으며, 상용 CMMS 시스템으로는 SAP[10], ORACLE[11], IBM[12]사의 제품 등이 있다. PLM 시스템은 플랜트 설계 및 건설 지원을 위한 데이터를 관리하는데, 대표적인 플랜트 설계 데이터로는 PFD(Process Flow Diagram), P&ID(Piping and Instrumentation Diagram), 플랜트 2D, 3D 모델, 설비 및 구조물 사양서 등이 있다. CMMS는 플랜트 자산 운영을 지원하기 위한 데이터를 관리하는데, 대표적으로는 설비 자산, 유지보수 업무, 설비 매뉴얼, 설비 계약 및 구매 관련 자료들이 있다. 최근 상용 PLM 이나 CMMS 시스템들은 관리 대상 데이터의 범위를 확장하여 상호간의 관리 데이터를 포함하려고 노력하지만 기술적/정책적 한계로 인해 수명주기 데이터의 통합을 핸드오버(Handover) 데이터베이스 구축과 같은 별도의 서비스를 통해 추진하고 있다.

3. 플랜트 수명주기 데이터 통합 접근방법

3.1 플랜트의 통합 DB: ‘스마트 큐브’

데이터큐브는 OLAP(On-line Analytical Processing) 시스템에서 데이터를 여러 측면에서 분석하기 위해 사용하는 데이터 모델링 기법이다. 본 논문에서는 제안하는 플랜트 수명주기 데이터 통합을 위한 데이터 구조로 데이터큐브 구조를 활용한다.

데이터큐브의 세 가지 축을 각각 공종, 시간, 지식화 수준으로 정의한다 (Fig. 1 참조). 공종 축은 플랜트의 공정, 기기, 구조물 등 서로 다른 의미를 갖는 데이터 종류들을 가지고 있다. 시간축은 플랜트 운전 시간에 따라 발생하는 각 공종들의 데이터를 지칭한다. 마지막으로 지식화 수준축은 센서데이터, 측정척도, 상태정보, 의사결정결과 수준을 포함하여 플랜트 운전 및 유지보수 과정에서 발생하는 데이터, 정보, 지식들의 관계를 표현한다. 일반적인 데이터큐브와는 달리 지식화 수준을 표현하기 때문에 본 논문에서 이러한 데이터 구조를 ‘스마트큐브’라 이름을 붙였다.

스마트큐브의 핵심은 서로 다른 공종들 간의 물리적 연결관계를 바탕으로 플랜트 유지보수 최적화를 지원할 수 있는 데이터구조라는 것이다. 기존의 센서데이터 분석기반 설비상태 진단방법은 특정 설비의 센서데이터만을 분석 대상으로 하였다. 하지만, 스마트큐브는 플랜트에 설치된 공정, 기기, 구조물들 설계 및 설치 정보와 이들 간의 구조적 연결관계를 제공하고, 이들에게 설치된 여러 센서데이터들을 수집하여 상호간의 상관관계를 분석할 수 있는 데이터 구조를 제공한다.

스마트큐브의 플랜트 수명주기 데이터 통합 데이터 구조는 플랜트 수명주기 데이터 통합을

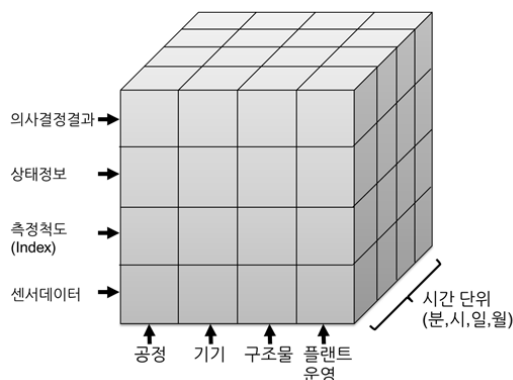


Fig. 1 A plant data cube structure

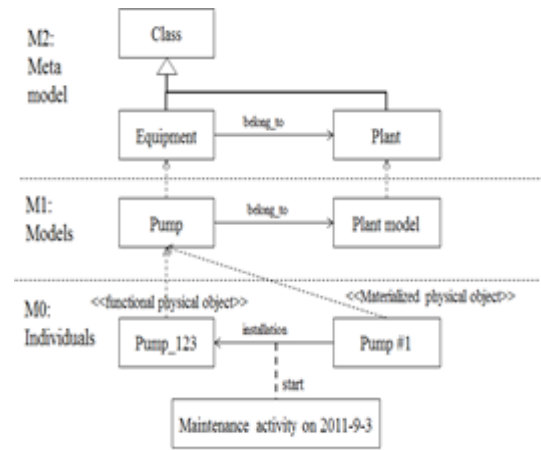


Fig. 2 A plant data modeling requirement example

통해 궁극적으로 공정의 최적화, 설비 유지보수의 최적화 등에 활용될 수 있다.

3.2 ISO-15926 표준모델

스마트큐브는 플랜트 수명주기 데이터 통합을 위한 상세 데이터 모델로 ISO-15926의 데이터 모델 요구사항을 반영하였다.

ISO 15926 설명 자료[13]에 따르면 플랜트의 유지보수 정보를 모델링 하기 위한 특수 요구사항을 기술하고 있다. 플랜트의 경우, 플랜트 설계 모델(M1)을 이용하여 플랜트 설계 도면(M0)을 만들었을 때, 설계 모델에서 정의된 ‘Pump’ 모델(M1)이 플랜트 설계 도면에 여러 번 사용될 수 있는데, 각 사용처의 Pump 들이 서로 다른 것임을 인식할 필요가 있어 서로 다른 아이디(Identification)를 제공해야 한다는 것이다. 또한, 플랜트 설계 도면에 나타난 서로 다른 사용처의 Pump 들(ex. Fig 2의 ‘Pump_123’)마다 물리적인 Pump 들(ex. Fig 2의 ‘Pump#1’)이 설치되거나 다른 것으로 교환되는데, 그 정보 또한 관리해야 한다는 요구사항이다.

스마트큐브의 데이터 모델을 설계할 때 ISO-15926에서 제시한 데이터 모델링 요구사항을 반영하여 설계하였다.

플랜트 수명주기 데이터 모델을 설계하기 위한 기본적인 구조를 설명하였다. 4 장에서는 센서기반 가상플랜트의 요구사항으로부터 도출한 통합 데이터베이스 관리 시스템의 주요 기능들을 설명하고, 사용자 화면 시나리오 설계 결과를 5 장에서 제시하여 최종적으로 6 장에서 ERD 데이터 모델 설계 결과를 제시하겠다.

4. 플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템 요구사항과 기능 분석

플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템에 대한 요구사항 중 정보제공 관점의 요구사항들을 정리하여 표 1로 나타내었다.

플랜트 기초정보와 구조적 관계, 연결관계 정보 제공:

플랜트의 통합데이터를 구성하기 위해서는 먼저 가장 기본이 되는 플랜트에 대한 기초 정보들을 필요로 한다. 기본적인 정보들에는 공정, 기기, 구조물, 센서의 이름과 설명, 주요기능에 대한 정보가 있다. Fig. 3은 플랜트의 구조적 관계를 보여주는 플랜트의 P&ID의 일부이다. P&ID는 플랜트 설계도로써 각 기기들이 어떻게 연결되어 있고 어떤 센서들이 부착되어 있는지 상세히 알 수 있다.

플랜트 정보요소들간의 구조적 관계는 여러 개의 설비/부품들이 모여 하나의 시스템/설비를 이루고 있을 때 이를 표현하기 위한 관계를 뜻한다. 구조적 관계 정보는 배관 및 계측도면(P&ID)에서의 위치정보와 Material 입/출력 관계정보가 있으며, 기기세트(set)소속 기기 간의 관계, 공정-기기-구조

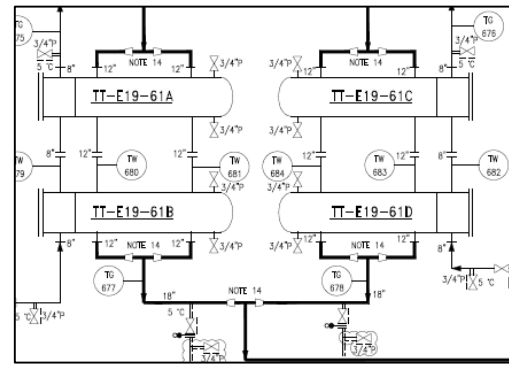


Fig. 3 Plant P&ID example

물과 센서 간의 관계 정보가 있다.

연결관계는 플랜트를 구성하는 공정과 설비, 구조물, 센서들이 특정 공정의 운영을 위해 연결되어 있는 관계를 뜻한다. 기기들은 특정 재료(Material)을 처리하기 위해 입/출력 재료들로 연결되어 있다. 입/출력 재료들의 종류와 상태 정보들은 공정의 운전 조건과 함께 설비의 이상상태에 영향을 미치기 때문에 설비들 간의 연결관계와 함께 관리 되어야 한다. 또 기기,

Table 1 Requirements of a plant data management system

제공정보 종류	상세 요구사항
플랜트 기초 정보 제공	공정,기기, 구조물 기초 정보 제공 센서기초정보 제공
플랜트 구조적 관계정보 제공	공정-기기-구조물의 P&ID 위치정보 제공 공정-기기-구조물의 Material 입출력 관계제공 기기 세트(set)소속 기기 간의 구조적 관계 정보 제공 (공정-기기-구조물)센서 간의 구조적 관계 정보제공
연결관계 정보 제공	Material 입/출력 관계 기반 공정-기기-구조물의 선후관계 정보 제공 Material 입/출력 관계 기반 센서들의 선후관계 정보 제공 기기, 구조물 관련 문서(매뉴얼, 유지보수 지침 등) 정보제공
센서 데이터 정보 제공	특정 센서의 현재 데이터 값 보기 특정 센서의 기간 내 데이터 값 (리스트, 그래프) 보기 여러 센서들의 현재 데이터 값들 보기 여러 센서들의 기간 내 데이터 값 (비교 표, 비교 그래프) 보기
센서 데이터 분석 정보 제공	특정 센서 시간 구간별 데이터 변화도 보기 여러 센서의 시간 구간별 데이터 변화도 비교 보기
센서 데이터의 패턴 분석 결과 정보 제공	공정, 설비, 구조물 센서 데이터의 패턴 분석 결과(규칙, 그래프) 보기 공정, 설비, 구조물 종합적 센서 데이터의 패턴 분석 결과(규칙, 그래프) 보기
상태 예측 정보 제공	공정, 기기, 구조물의 현재 상태 보기 공정, 기기, 구조물의 예측 이상상태 정보 보기
의사결정 결과 정보 제공	현재/과거 공정 운전 조건 보기 기기, 구조물의 유지보수 계획 보기 운전조건 변화 또는 유지보수 계획 변화에 따른 예상 파급 효과 보기 유지보수 이력 정보 제공
유지보수 이력 정보 제공	현재 운전 중인 기기, 구조물의 자산 정보 보기 기기, 구조물의 유지보수 과거 기록 보기

구조물에 관련된 메뉴얼, 유지보수지침 등의 문서정보도 연결관계를 갖는다.

센서데이터 관련 정보제공: 센서데이터는 플랜트의 이상상태를 예측하거나 유지보수 활동을 위해 필요하다. 이 때문에 센서데이터를 여러 측면에서 분석한 결과를 사용자에게 제공하는 기능이 필요하다. 센서데이터의 기본정보로 특정 센서데이터의 현재값을 보여주어야 하고, 원하는 기간 내의 데이터 값 리스트와 그래프를 통해 센서데이터의 추이를 보여줄 수 있어야 한다. 또 여러 센서들의 현재 데이터 값들을 한 화면에서 비교해 볼 수 있으며, 여러 센서들의 사용자가 원하는 기간 내의 데이터 값을 비교할 수 있는 비교표 또는 비교 그래프를 보여준다.

센서데이터 분석결과 정보제공: 설비 유지보수 최적화를 위해서는 수집한 센서데이터들의 분석이 필요하다. 설비 이상상태에서의 센서데이터 패턴을 분석하고 사전에 설비 이상상태를 감지하여 예방조치를 할 수 있어야 한다. 이를 위해 센서데이터의 데이터 값 뿐만 아니라 많은 센서데이터들을 분석한 결과를 보여준다. 특정 센서데이터를 시간 구간별 변화도 제공이 필요하다. 또 여러 센서들의 시간 구간별 데이터 변화도를 한 화면에서 비교하며 볼 수 있도록 하여 데이터 패턴을 확인할 수 있도록 한다.

이상상태 예측 및 의사결정 결과 정보제공: 공정과 설비, 구조물 별 각각 센서데이터와 플랜트 종합적인 센서데이터의 패턴을 분석하고 찾아낸 규칙과 그래프를 보여주어야 한다. 그 밖에도 상태예측 정보를 제공하여 공정, 기기, 구조물의 현재상태와 예측되는 이상상태를 보여준다. 또 의사결정 결과 정보제공을 위해 현재와 과거 운전조건들과 기기, 구조물의 유지보수계획을 보여주고 이런 운전조건이나 유지보수 계획의 변화가 어떤 파급효과를 보여주는 가를 예측한 정보를 제공한다.

5. 사용자 화면설계

사용자 화면은 스마트큐브에 저장되어 있는 데이터들을 사용자가 확인할 수 있도록 구성하였다. 사용자 화면설계를 통해 스마트큐브에 어떤 플랜트 데이터와 상세 속성들이 정의되어야 하는지 간접적으로 확인할 수 있다. 화면 설계시 4장에서 정의한 요구사항과 기능들을 모두 고려하였다.

사용자 화면은 Failure, Process, Equipment, Sensor, Structure facility, Document, Material으로 나누어져 있고 이 들은 기본정보를 보여주는 ‘Information’,

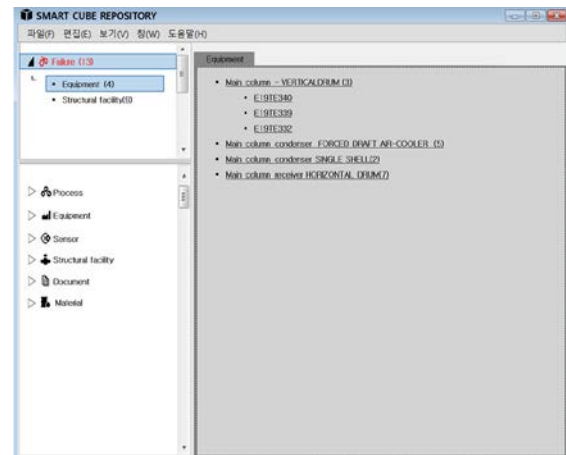


Fig. 4 Screen-shot example #1

관련된 다른 구성을 링크로 보여주는 ‘Link’, 센서 데이터 값을 보여주는 ‘Sensor’ 유지보수이력을 보여주는 ‘Maintenance’, 유지보수를 통해 교체된 물리적 자산정보 ‘Asset’, P&ID 상의 위치를 보여주는 ‘P&ID’ 탭들로 구성되어있다. Failure 라는 메뉴는 센서데이터에서 이상을 보이는 기기 또는 구조물들의 링크를 보여준다.

기기의 고장을 예측하는 시나리오를 가정하여 사용자 화면들을 설명한다. 사용자는 먼저 Fig. 4처럼 좌측의 Failure 트리뷰를 통해 현재의 이상 기기들을 파악 할 수 있다. Failure에는 Equipment 와 Structural Facility 트리노드들에서 각각 이상이 있는 기기 또는 구조물을 확인하고 링크를 통해 관련 정보를 얻을 수 있다. 이들의 하위 항목에는 기기나 구조물에 연결되어 있는 센서들 중 이상이 있는 센서들을 링크로 보여준다. 이상기기의 링크 옆 괄호 안의 숫자는 이상이 있는 센서들의 개수를 나타낸다. 이 화면을 통해 이상이 감지되는 기기들을 확인한 사용자는 링크를 통해 Fig. 5와 같은 해당 기기화면을 볼 수 있다. 이 화면에서

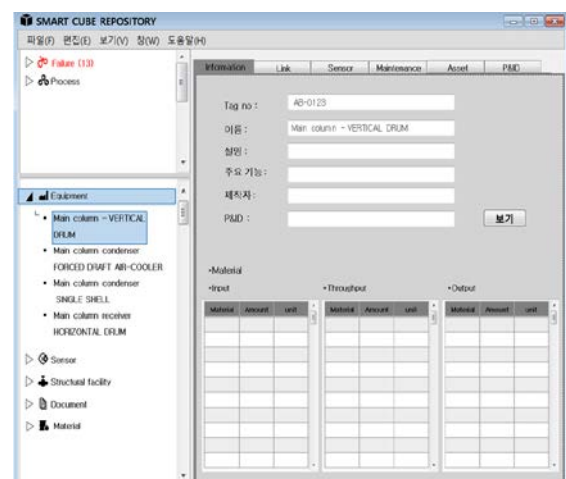


Fig. 5 Screen-shot example #2

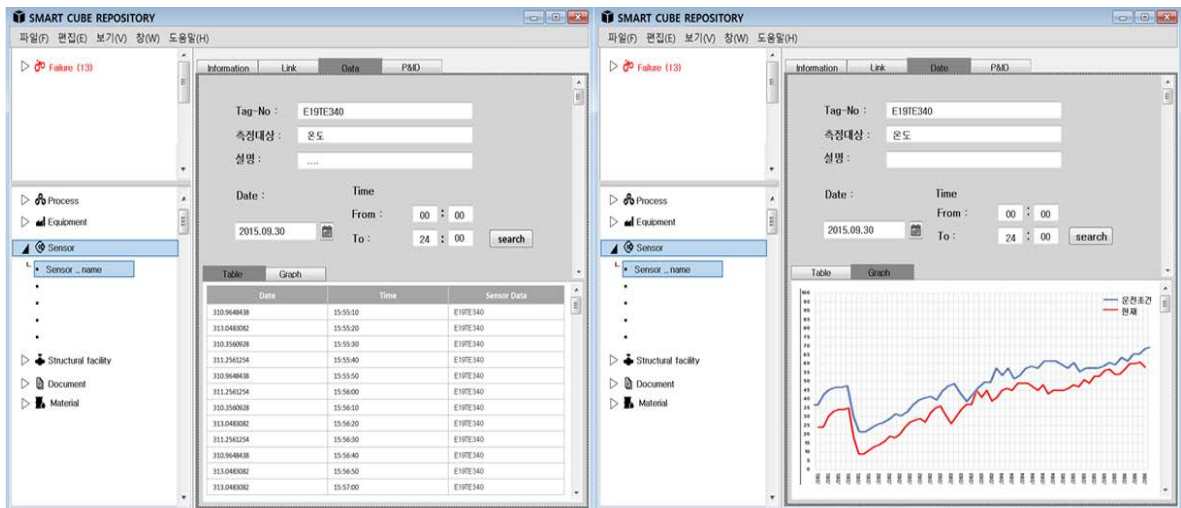


Fig. 6 Screen-shot example #3

사용자는 기기의 이름이나 P&ID위치, 주요기능, 유지보수이력, 자산 정보 등 필요로 하는 정보들을 볼 수 있다. 기기에 관한 필요한 정보를 모은 사용자는 Fig.5의 화면에서 이상상태와 관련 있는 센서로 이동한다.

기기 링크에서와 마찬가지로 센서 링크에서도 해당 센서에 대한 기본정보와 P&ID 위치 그리고 관련 링크들을 확인할 수 있다. 특히 센서데이터에서는 Fig.6과 같이 화면에서 센서데이터의 값을 테이블과 그래프를 통해 알 수 있다. 이 화면에서는 기본운행 조건과 현재의 데이터를 그래프를 통해 비교할 수 있으며 원하는 날짜와 시간대의 그래프를 검색하여 확인할 수 있다. 센서들의 비교를 통해 해당 기기나 구조물들이 서로 어떤 영향을 미치는지 알 수 있고 기기에 고장이 발생했을 경우 그 원인이 해당 기기 안의 문제인지 다른 기기나 구조물에 있는 지를 쉽고 빠르게 파악하여 유지보수 단계로 넘어 갈 수 있도록 한다.

6. 데이터 모델 (ERD) 설계

앞서 정의한 요구사항 및 기능 분석 결과와 사용자 화면설계 결과를 바탕으로 스마트큐브의 상세 데이터 모델 설계를 Fig. 7과 같이 진행하였다. Fig. 7에서 상단 좌측과 우측은 각각 요구사항과 기능들에 해당하고 하단 좌측과 우측은 각각 그에 해당하는 사용자 화면과 ERD (Entity-Relationship Diagram) 설계 결과이다.

각 화면들이 정보제공 관점에서 정의되었기 때문에 ERD의 여러 엔티티와 관계들도 센서기반 가상 플랜트의 정보제공 관점에서 필요한 데이터들을 모두 커버한다고 할 수 있다.

Table 2는 ERD에서 정의된 엔티티들의 리스트를 보여주고 있다.

Table 2 Entity list

엔티티 명	설명
Equipment	기기
Structural_Facility	구조물
Process	공정
P&ID	P&ID 도면
Material	재료
Sensor	센서
SensorType	센서 종류
PFD	공정 흐름도
Measured_Date_XML	센서데이터 XML 파일
Saved_Graph	센서데이터 분석그래프
Facility_Connect	설비 연결관계
Document	문서
File	파일
Material_Type	재료 종류
Company	회사

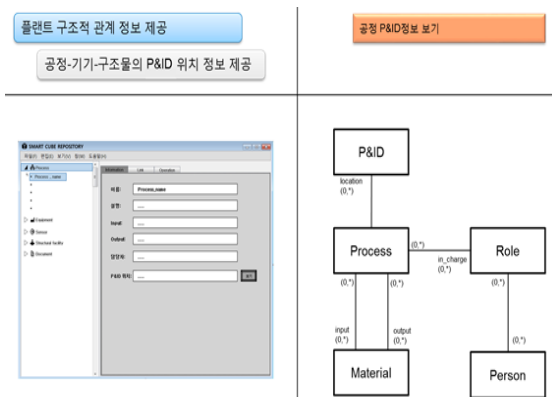


Fig. 7 ERD design strategy

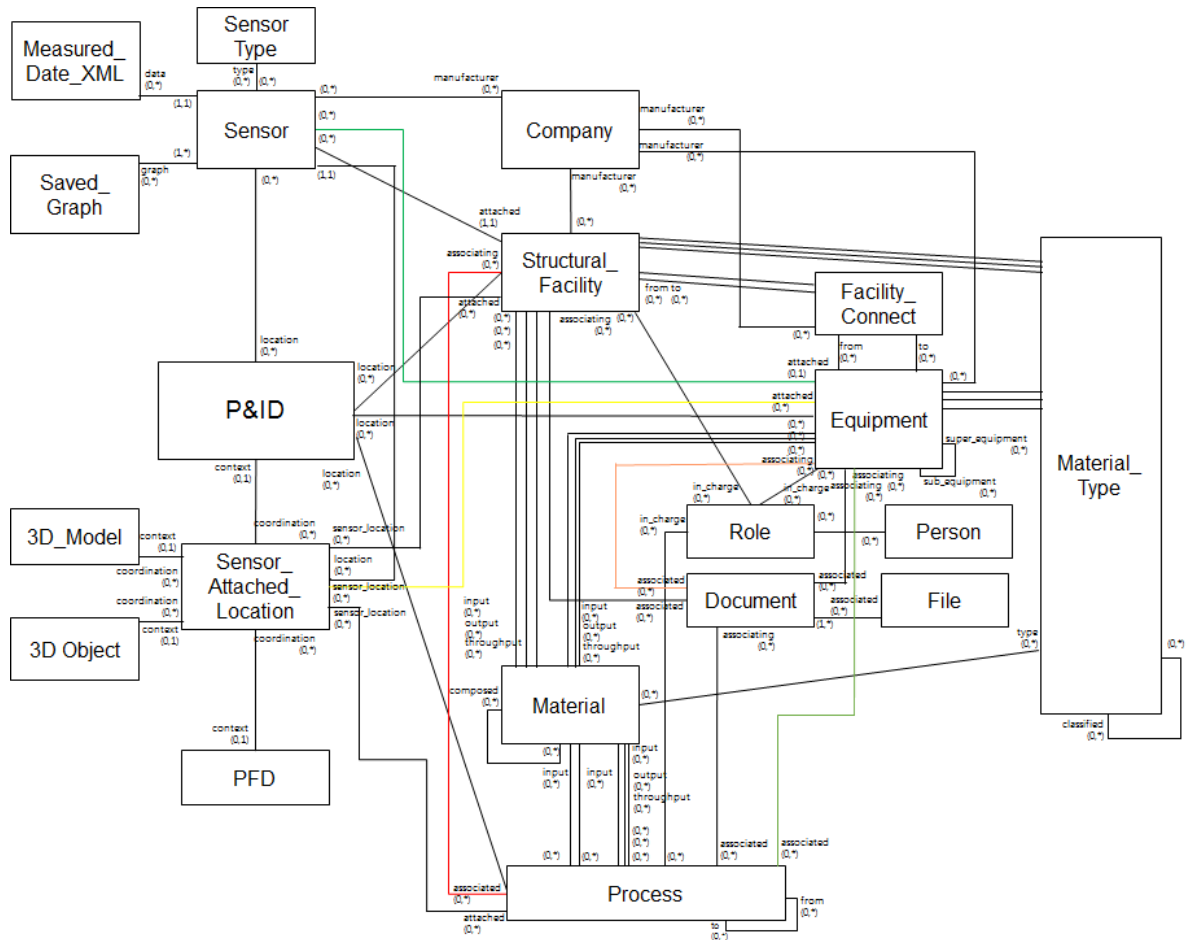


Fig. 8 Entity-Relationship Diagram for the smart-cube

Fig. 8 은 엔터티와 관계들을 종합하여 작성한 전체 ERD 이다. ERD 를 보면 플랜티 설계 데이터의 핵심인 P&ID 자료로부터 플랜트의 여러 공중 정보들이 연결관계를 가지고 있음을 알 수 있다. 또한, 공정, 기기, 구조물들이 갖는 재료의 입출력을 통해 연결관계가 명시적으로 표현되고 있다. 각 구성요소에 연결된 센서데이터들은 시계열 데이터로써 각 센서별로 별도의 XML 파일을 이용하여 관리하는 것을 제안하고 있다. 센서 데이터를 분석한 결과들은 각 구성요소들의 속성값으로써 관리될 것이다. 상세 속성들은 지면 제약으로 생략하였다.

7. 결론

본 논문에서는 가상플랜트 정보시스템의 핵심이 되는 통합 플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템을 제안하였고, 이를 개발하기 위한 스마트큐브 설계 결과를 제시하였다. 통합 플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템의 상세 데이터 모델을 설계하기 위하여 시스템 요구사항과 기능들을 분석하였고, 사용자 화면 설계를 통해 구체적인 정보

요구사항을 도출하였다. 스마트큐브의 상세 데이터 모델은 ERD로 표현하였다.

통합 플랜트 수명주기 데이터 관리 시스템의 개발은 현재 진행중에 있다. 본 논문에서 제시한 설계결과를 바탕으로 구현 및 적용 과정을 통해 설계결과를 개선할 필요가 있다. 또한, 여러 센서데이터 분석방법들 중 플랜트에 적용 가능한 방법들을 연구하여 스마트큐브에 적용가능하도록 설계를 개선하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 이재현 and 서효원, Cybrid 가상플랜트 시스템 요구사항 분석과 개념적 설계, 2015 한국CAD/CAM학회 하계학술대회, 명지대학교, 한국, pp. 5-11.
2. Shin, J. H. and Jun, H. B., 2015, On condition based maintenance policy, *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(2), pp. 119-127.
3. Garcia, A. C. B., Bentes, C., Melo, R. H. C. d., Zadrozny, B. and Penna, T. J. P., 2011, Sensor data analysis for equipment monitoring, *Knowledge Inference System*, 28, pp. 333-364.
4. Peng, C., Buldyrev, S., Goldberger, A., Havlin, S., Mantegna, R., Simons, M. and Stanley, H., 1995,

- Statistical properties of dna sequences, *Phys A*, 221(1-3), pp. 180-192.
5. Fort, A., Mugnaini, M. and Vignoli, V., 2015, Hidden Markov Models approach used for life parameters estimations, *Reliability Engineering & System Safety*, 136, pp. 85-91.
 6. Banerjee, T. P. and Das, S., 2012, Multi-sensor data fusion using support vector machine for motor fault detection, *Information science*, 217, pp. 96-107.
 7. Intergraph, SmartPlant® Enterprise, URL(<http://www.intergraph.com/products/ppm/smartplant/>).
 8. AVEVA, Solutions for the Plant Industries, URL(http://www.aveva.com/en/Products_and_Services/AVEVA_for_Plant.aspx).
 9. Siemens, Explorer Teamcenter and discover your solution, URL(http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/teamcenter/index.shtml).
 10. SAP, Enterprise asset management, URL(https://help.sap.com/saphelp_hba/helpdata/en/07/5af680cb654f37b32db655fe66d939/content.htm).
 11. ORACLE, Oracle enterprise asset management, URL(<http://www.oracle.com/us/products/applications/060286.html>).
 12. IBM, Maximo asset management, URL(<http://www-03.ibm.com/software/products/en/maximoassetmanagement>).
 13. Leal, D., 2005, ISO 15926 life cycle data for process plant: overview, *Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP*, 60(4), pp. 629-637.

확산모형을 이용한 게임제품의 흥행요소 분석

Analysis of success factors in games by using Diffusion model

송성민¹, 조남욱²

¹서울과학기술대학교 데이터사이언스학과,

²서울과학기술대학교 산업정보시스템공학

¹smsong@seoultech.ac.kr, ²nwcho@seoultech.ac.kr

Abstract

As the international game market is rapidly growing and the market has been more competitive, the analysis of success factors of games has become important. In this paper, we applied Bass Diffusion Model and Clustering analysis to identify the success factors of games based on data from Steam, an international game platform. By using a diffusion model, we first categorize the game products into two groups: successful and unsuccessful games. Then, each group has been analyzed by using clustering analysis based on their features such as genres, price, and minimum system requirement. As a result, success factors of a game have been identified. The result shows that the genres and the minimum system requirement of each genre have a significant effect.

1. 서론

전 세계 게임시장이 가파르게 성장하면서 대중화됨에 따라 개발되는 게임 제품도 다양해지고 있다. 게임 제품의 개발은 긴 시간과 많은 비용이 소요되기 때문에 게임 시장에서 성공하기 위해서는 게임 시장 분석이 중요하다.

본 연구는 Bass 확산모형과 군집분석을 이용하여 출시된 게임들의 흥행요소를 분석함으로써 게임 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 관련 이론

본 연구에서는 게임의 흥행여부를 판단하기 위해 Bass 확산모형을 사용하였다. Bass 모형은 가장 널리 사용되는 확산모형으로 한 개인이 어떤 상품이나 서비스를 채택하는 데에 영향을 주는 요인으로 외부 영향과 내부

영향을 함께 고려하는 혼합 영향 모형이다. 외부 영향은 모든 개인에게 고루 작용하며 개인의 독자적인 판단이 구매에 미치는 영향을 의미하며 Bass 모형에서는 혁신계수 p 로 표현된다. 내부 영향은 타인과의 의견교류 또는 구매자들의 구전효과 등이 구매에 대한 개인의 판단에 미치는 영향으로 Bass 모형에서 모방계수 q 로 표현된다.

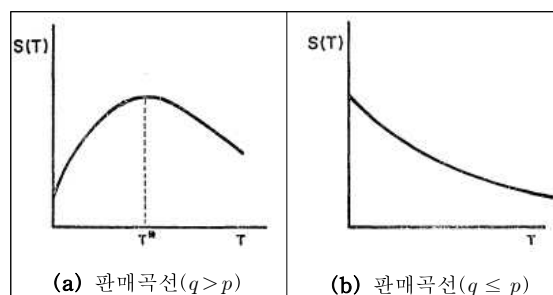


그림 1 계수 간 차이에 따른 판매곡선

<그림 1>에서 나타나듯이, 흥행에 성공한 제품의 판매곡선은 시간이 지남에 따라 점차 증가하다가 감소하는 모습을 보이는 반면 흥행에 실패한 제품의 판매곡선은 출시 초기부터 계속 감소하는 모습을 보인다.

본 연구는 각 게임에 확산모형을 적용하여 모수를 추정한 뒤, 모방계수 q 가 혁신계수 p 보다 큰 게임을 흥행게임으로 판단하고, 그렇지 않은 게임을 비흥행게임으로 판단하였다.

3. 분석절차

3.1. 데이터

본 연구는 국제 게임 시장을 분석하기 위해서 분석 대상 게임의 정보를 시장 점유율이 가장 높으며, 보유하고 있는 게임도 가장 많은 Steam (<http://store.steampowered.com/>)상의 게임들의 정보로 선정하였다. 또한 게임 산업의 최근 동향을 분석하여 최신 흥행요소를 파

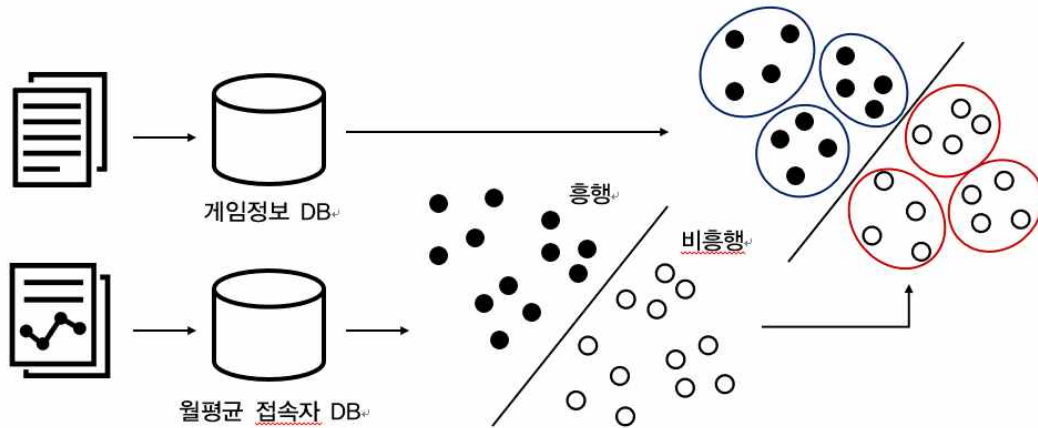


그림 2 연구분석 절차

악하기 위해 2015년 5월 10일 기준으로 월평균 이용자수가 상위 5000위에 속하는 게임들 중 2013년 1월 1일부터 2014년 12월 31일의 기간 동안 출시된 게임만을 분석 대상으로 삼았다.

분석 대상 게임들의 속성으로는 각 게임의 이름, 출시연월, 가격, 장르, 시스템 최소요구사항과 같은 기본정보와 월평균 이용자수가 있다. 장르는 Steam 상의 전체 게임의 1% 이상이 포함하고 있는 장르인 인디, 액션, 어드벤처, 전략, 롤플레이팅, 캐주얼, 대규모멀티플레이어, 스포츠, 레이싱과 정실 출시 이전에 예약판매가 진행되었는지의 여부를 판단하는 '앞서해보기'로 구성되어 있다. 또한 장르의 경우 하나의 게임이 여러 장르를 포함하고 있다. 시스템 최소요구사항은 Window OS 기준으로 각 게임이 요구하는 PC의 최소 시스템 사양으로 CPU성능, 메모리 용량, 그래픽카드 성능으로 구성되어 있다. 분석에 활용된 게임의 수는 총 594개이다.

3.2. 연구분석 절차

본 연구의 분석 절차는 <그림 3>과 같다. 수집된 게임들의 월평균 이용자수에 Bass 확산모형에 적합시켰다. 모방계수와 확산계수를 이용하여 흥행게임과 비흥행게임으로 분류하였다. 단, 각 게임별로 게임이 출시된 월과 데이터를 마지막으로 수집한 월의 데이터는 불완전하다고 판단되어 제외하였다.

흥행게임과 비흥행게임 간의 차이를 분석하기 위해 앞서 각 분류별 세부군집을 탐색하였다. 세부군집을 탐색하기 위한 군집화에는 게임들의 기본정보들의 사용되었으며, 게임의 장르는 더미변수로 변환하여 사용하였다. 게임의 CPU성능과 그래픽카드 성능에 대한 요구사항은 CPU의 칩셋 모델명과 그래픽카드 칩셋 모델명으로 되어있는데, 군집분석에 활용하기 위해 각 칩셋의 모델명을 기준으로 PassMark

Software (<http://cpubenchmark.net/>)로부터 각 모델의 벤치마크 점수를 수집하여 수치화하였다. 그 결과 흥행게임과 비흥행게임은 각 세 개의 군집으로 나뉘어 총 6개의 군집이 나타났다.

4. 분석결과

4.1. 확산모형 결과

본 연구에서는 수집된 게임의 월별 접속자 수 데이터를 토대로 Bass 확산모형에 적합(fit)시킨 다음 각 게임별로 혁신 계수(p)와 모방계수(q)를 추정하였다. 모방계수가 혁신계수보다 큰 게임을 흥행게임으로 판단하고, 그렇지 않은 게임을 비흥행게임으로 판단하여, 294개의 흥행 게임과 260개의 비흥행게임으로 구분하였다. 군집분석에 앞서 흥행게임과 비흥행게임 간의 차이를 탐색해보았다.

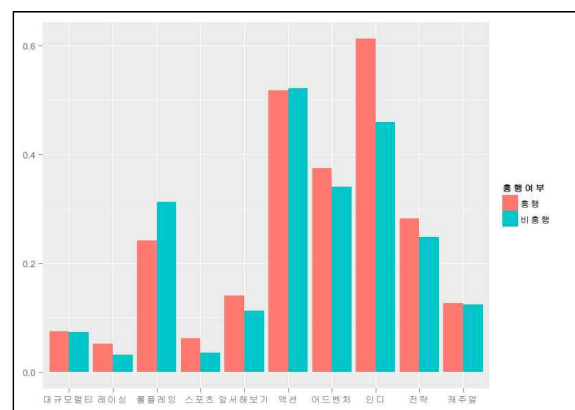


그림 3 흥행게임과 비흥행게임 간의 장르 비교

<그림 4>는 흥행게임과 비흥행게임 간의 장르 차이를 보여주고 있다. 흥행게임과 비흥행게임의 장르 또한 대체로 유사하게 나타났

지만 흥행게임은 인디 비율이 비흥행게임에 비해 상대적으로 높은 반면 비흥행게임은 롤플래잉 비율은 상대적으로 높게 나타났다. 인디와 액션은 두 분류에서 모두 높게 나타났는데, 인디의 경우 소규모 개발자들이 적은 투자 비용으로도 우수한 콘텐츠를 가진 게임을 만들어 배포하고 있는 최근 시장의 동향이 반영되었다고 볼 수 있다. 반면 액션의 경우 게임 시장의 전통적인 강호로써 줄곧 높은 비중을 차지하고 있었으나 흥행게임 내에서 인디에 비해 작은 비중을 차지하게 되어 국제 게임시장 내의 세대교체가 이루어졌다고 볼 수 있다.

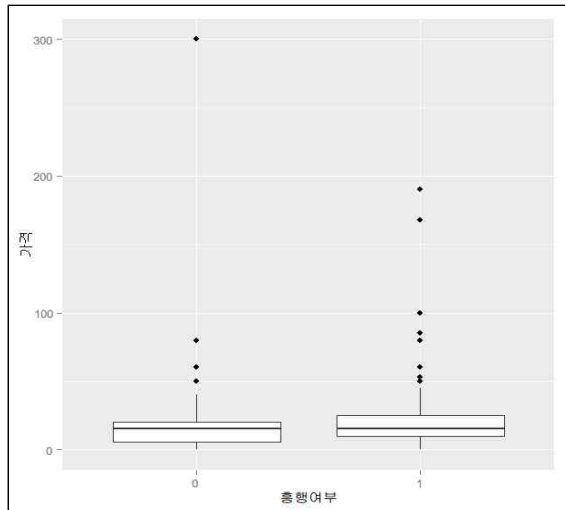


그림 4 흥행게임과 비흥행게임 간의 가격 비교

<그림 5>를 통해 알 수 있듯이, 흥행게임과 비흥행게임의 가격 역시 유사한 모습을 보였다. 두 분류의 가격 평균의 차이는 거의 없었으나 비흥행게임의 가격이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 게임의 가격이 전반적인 흥행에 커다란 영향을 미치지 못한다고 볼 수 있다.

4.2. 군집분석

군집분석을 통해, 우리는 흥행게임 군집과 비흥행게임 군집이 각각 3개씩 형성되어 총 6개의 군집이 형성됨을 알 수 있었다. 흥행게임의 군집 3개와 비흥행게임의 군집 3개가 각각 게임의 시스템 요구사항 측면에서 고사양, 중간사양, 저사양 그룹으로 구분되었다. <표 1>은 6개 군집에 대한 기본정보를 요약하고 있다.

표 1 전체 군집 요약

흥행여부	흥행			비흥행		
항목	C1	C2	C3	C4	C5	C6
수	85	89	120	168	35	56
가격*	19.99	14.99	13.49	11.49	19.99	19.99
시스템	CPU 성능*					
	1395	1254	727	1103	1395	1395

최소 요구사항	메모리 용량*	3072	2048	2048	1024	4096	2048
그래픽카드 성능*	454	151	140	141	747	284	
장르	인디**	42.35	71.91	66.67	54.17	42.86	23.21
	액션**	58.82	60.67	40.00	45.83	74.29	57.14
	어드벤처**	24.71	100.0	0.00	37.50	17.14	33.93
	전략**	27.06	14.61	39.17	29.17	20.00	14.29
	롤플래잉**	18.82	25.84	26.67	35.71	25.71	21.43
	캐주얼**	12.94	12.36	12.50	15.48	5.71	7.14
	대규모 멀티플레이어**	9.41	3.37	9.17	7.74	8.57	5.36
	스포츠**	8.24	1.12	8.33	2.98	0.00	7.14
	레이싱**	7.06	4.49	4.17	1.19	2.86	8.93
앞서 해보기**		16.47	14.61	11.67	8.33	25.71	10.71

* 각 군집 내 해당 속성의 중앙값

** 각 군집 내 해당 장르의 백분율

군집에 포함된 게임의 수는 C4가 168개로 가장 많았으며, C5가 35개로 가장 적었다. 가격은 무료 게임부터 \$200이 넘는 게임부터 천차만별이지만 군집들의 가격의 중앙값의 최고가가 \$19.99, 최저가가 \$11.49로 큰 차이를 보이지 않았다.

장르의 경우, C2의 인디 게임 비중이 71.91%로 가장 높았고 C6의 인디 게임 비중이 23.21%로 가장 낮았다. 액션 게임의 비중은 C5가 74.29%로 가장 높았고, C3이 40%로 가장 낮았다. 어드벤처의 경우 흥행군집 내에서 극명한 비율차이가 드러났는데, C2의 경우 군집 내 모든 게임이 어드벤처 게임인 반면 C3에는 어드벤처 게임이 단 한 개도 존재하지 않았다. 반면 비흥행게임 군집에서는 C4와 C6의 어드벤처 비율이 30% 이상의 상대적으로 높은 비율을 보였다. 전략 장르의 경우 C3가 39.17%로 타 군집에 비해 높은 비율을 보였다. 롤플래잉의 경우 C4가 35.71%로 상대적으로 높은 비율을 보였다. 그 밖의 캐주얼, 대규모 멀티플레이어, 스포츠, 레이싱 장르는 대체로 10% 초반이거나 10% 미만의 비율을 보였다. 그 밖에 ‘앞서 해보기’는 C5가 25.71%로 가장 높은 비율을, C4가 8.33%로 가장 낮은 비율을 보였다.

시스템 최소요구사항의 경우, CPU 성능은 1395가 최고치고 727이 최저치로 C3을 제외한 다른 군집들은 유사한 CPU 성능을 요구하는 것으로 나타났다. 이는 실제 게임이 CPU 성능에 높은 의존도를 가지기 보다는 각 게임을 구동할 수 있는 최소 OS 사양이 CPU 성능에 의존적이기 때문이라고 볼 수 있다. 메모리 용량의 경우 C5가 4096으로 가장 높았으며, C4가 1024로 가장 낮았다. 게임 성능에 가장 큰 영향을 미친다고 알려진 그래픽카드 성능의 경우 C5가 747로 가장 높았으며, C1이 454, C6가 284로 차례대로 높았다. 반면 C2, C3, C4는 매우 유사한 값을 가졌는데, 이는 상대적으로 저품질의 그래픽 사양을 가진 인디 게임이 50% 이상 차지하기 때문으로 보인다. 이처럼 군집별로 서로 다른 시스템 요구사항을 가지지만 흥행게임과 비흥행게임에서 각각 고사양, 중간사양, 저사양 군집으로 나눌

수 있었으며, 이와 같은 기준으로 C1과 C5를 고사양군, C2와 C6를 중간사양군, C3와 C4를 저사양군으로 분류하였다.

(1) 흥행군집 C1 : 블록버스터급 인디 게임

군집 C1은 고사양 고가의 흥행게임으로 이루어진 군집이다. 군집에서 액션과 인디가 차지하는 비율이 각 58.8%와 42.4%로 서로 유사한 것을 알 수 있다. 액션의 비중이 인디보다 높음에도 불구하고 C1을 인디 게임 군집이라 명명한 이유는 “Dead Rising3”나 “Far Cry4”와 같은 고사양 흥행 액션게임 외에는 C1에 속한 게임들의 대다수가 액션·인디 게임이기 때문이었다. 군집 C1에 속한 인디 게임들은 콘텐츠는 참신하지만 그래픽이 조악하고 완성도가 떨어진다는 인디 게임에 대한 편견을 깨는 고사양 게임들로, 일반적인 인디 게임보다 가격이 비싼데도 흥행에 성공한 것으로 보였다.

(2) 흥행군집 C2 : 어드벤처는 성공의 어머니

군집 C2는 중간사양 중간가격의 어드벤처 게임 그룹이다. 인디 비율은 6개 군집 중 가장 높으며 (71.91%), 액션 비율도 두 번째로 높다 (60.67%). 군집 C2의 특징을 가장 잘 나타내는 게임으로 “Edge of Space”로, 군집 C2이 대체로 인디 게임 특유의 독특한 세계관과 전형적인 액션 어드벤처 요소가 가미된 게임들로 구성되어 있었다.

우리는 군집 C2를 통해, 중간사양의 고객층을 대상으로는 일반적으로 높은 사양을 요구하는 액션 위주의 게임보다는 스토리라인이 강조되는 어드벤처 게임이 흥행에 더 유리한 것으로 나타났다. 나아가 스토리라인에 독창적인 인디 요소를 가미하는 것이 흥행에 있어 더 경쟁력을 가진다고 볼 수 있다.

(3) 흥행군집 C3 : 특성화 인디 게임

군집 C3에서 가장 높은 비중을 차지하는 두 장르는 인디 (66.7%)와 액션 (40.0%)이다. 하지만 군집 C3이 다른 군집과 다른 점은 여러 군집에서 높은 비중을 차지하는 어드벤처가 0%인 반면에 상대적으로 낮은 비중을 차지하는 전략의 비중이 액션보다 0.8% 낮은 39.2%라는 점이다. 군집 C3의 흥행은 저사양 인디 게임들이 흥행에 성공하기 위해서는 전략 요소와 같은 특성화가 필요하다는 사실을 시사하고 있다.

(4) 비흥행군집 C4 : 맛있는 섞여져개

군집 C4는 전체 군집 중 시스템 최소요구

사양이 가장 낮은 군집인 동시에 가격의 중앙값도 가장 작은 군집이다. 반면 군집 C4에서 4개 장르의 비율이 30%를 넘고, 전략의 비중도 29.17%로 상대적으로 높은 편이다.

군집 C4 내의 게임들의 흥행 실패는 낮은 사양에도 불구하고 전략적인 접근 없이 여러 장르의 요소를 마구잡이로 섞어서 결국 어느 하나도 제대로 구현하지 못한 점에서 비롯되었다고 볼 수 있다.

(5) 비흥행군집 C5 : 소문난 잔칫집

군집 C5는 전체 군집 중에 시스템 최소요구 사양이 가장 높으면서 액션 비중이 가장 높고 가격대도 가장 높은 군집이다. 또한 군집 C5의 ‘앞서 해보기’ 비중도 25.71%로 가장 높다. 이를 종합해볼 때, 군집 C5 내의 대부분 게임들이 출시 이전부터 소비자들의 이목을 집중시켰던 유명 고사양 액션게임들임을 알 수 있다. 대표적인 예로 “Call of Duty: Ghosts”는 “Call of Duty” 시리즈의 7번째 작품으로 출시 이전부터 큰 관심을 받았지만, 출시 이후 이전 시리즈의 명성에 걸맞지 않는다는 혹평으로 흥행에 실패한 게임이다.

이로써 군집 C5는 고사양 고품질과 과거의 옛 명성이 더 이상 흥행의 보증수표가 되지 않는다는 점을 시사하고 있다.

(6) 비흥행군집 C6 : 전통의 몰락

군집 C6은 인디의 비중이 유일하게 30% 미만인 군집이다. 반면 가장 높은 비중을 차지하는 장르가 액션과 어드벤처로써, 군집 C6에는 전통적인 액션·어드벤처 게임들이 주를 이루고 있다고 볼 수 있다.

4.3 사양별 흥행요소 분석

게임의 시스템 최소요구사항은 해당 게임의 퍼포먼스를 결정짓는 중요한 요소인 동시에 고객이 게임을 즐기기 위한 최소한의 관문이다. 같은 콘텐츠를 구현하더라도 높은 최소사양을 요구하는 게임들은 높은 퍼포먼스를 보일 가능성이 높고, 고객들도 이들 게임에게 높은 퍼포먼스를 기대하게 된다. 그래서 우리는 각 군집들 내의 게임들의 시스템 최소요구 사양에 따라 군집을 고사양, 중간사양, 저사양 군집으로 분류하였다. 고사양, 중간사양, 저사양 군집들을 서로 비교하여 흥행요소를 탐색하였다.

(1) 고사양 군집 : C1과 C5

흥행게임 군집인 C1은 비흥행 군집인 C5에 비해 시스템 최소요구사양이 상대적으로 낮지만 가격에서 경쟁우위를 보였다. 또한 군

집 C1은 C5와 마찬가지로 액션이 주였지만 어드벤처와 전략 요소가 가미되어 있었다. 결론적으로 소비자들은 전통적인 고사양 액션 게임보다는 상대적으로 사양이 낮더라도 다채로운 콘텐츠가 가미된 액션 게임을 선호한다는 사실을 알 수 있었다.

(2) 중간사양 군집 : C2와 C6

홍행군집 C2와 비홍행군집 C6의 차이로는 인디의 비중과 액션 어드벤처 간 비율 순위를 들 수 있다. 홍행게임 군집인 C2의 인디 비중은 높은 반면 비홍행게임 군집인 C6의 인디 비중이 낮은 점을 볼 때, 중간사양의 소비자들 또한 인디 성향을 선호하고 있다는 걸 알 수 있다. 또한 과거에는 같은 수준의 시스템 사양의 시장이 군집 C6과 같이 어드벤처보다는 액션에 편중되어 있었다면, 현재는 소비자들 중 중간사양 수준의 액션에 만족하지 못하고 있고, 이를 충족하기 위해 게임을 어드벤처 중심으로 제작해야 한다는 사실을 알 수 있었다.

(3) 저사양 군집 : C3과 C4

홍행군집 C3과 비홍행군집 C4는 모두 인디 게임 위주의 군집이지만, C3은 전략적 요소를 가미한 특색 있는 인디 게임 군집인 반면, C4는 여러 가지 장르를 무분별하게 혼합한 인디 게임 군집이다. 우리는 C3과 C4의 서로 다른 홍행여부를 통해, 저사양 인디 게임이 시장에서 살아남기 위해서는 전략적 요소를 통한 게임 콘텐츠의 차별화가 필요하며, 낮은 사양으로 너무 많은 콘텐츠를 소화하려해서는 안 된다는 사실을 알 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 특정 기간 동안에 Steam 국제 게임 플랫폼에 출시된 게임들의 월평균 이용자수를 토대로 홍행여부를 판단하고, 각 게임의 속성을 이용하여 군집화를 진행하여 홍행게임의 홍행요소를 분석하였다.

확산모형을 통해 Steam에 출시된 554개의 게임을 294개의 홍행게임과 260개의 비홍행게임으로 분류하였다. 그리고 전체 홍행게임과 전체 비홍행게임 간의 장르, 가격, 시스템 최소요구사항을 비교하였다. 홍행게임과 비홍행게임에 대해 각각 군집분석을 시행하여, 각 분류별 세 개의 군집을 도출해내었다. 각 군집별 속성들을 토대로 군집을 정의하였고, 군집들의 시스템 최소요구사항을 토대로 홍행게임 군집과 비홍행게임 군집을 1:1로 묶어 홍행요소를 분석하였다. 고사양에서는 액션 게임, 중간사양에서는 어드벤처 게임, 저사양에서는 인디 게임이 강세를 보였지만 고객들은 전반적

으로 다양한 콘텐츠로 특성화된 게임을 선호한다는 사실을 알 수 있었다. 반면 게임의 가격은 해당 게임의 홍행에 유의미한 영향을 미치는 요소가 아닌 것으로 나타났다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 본 연구의 분석대상은 특정 기간에 Steam에 출시된 게임으로 한정되었다. 소비자는 Steam을 통해 특정 게임을 1회 구입하면 계속 사용가능하다. 월평균이용자수에 확산모형을 적용하기 위해서는 제품을 구입한 소비자가 해당 제품을 사용하는 것이 재구매에 해당된다는 가정이 필요하다. 추후 연구에서는 초기구매와 재구매를 구분한 확산모형을 적용한다면 더욱 엄격하게 홍행여부를 판단할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Bass, F. M. (1969), "A New Product Growth Model for Consumer Durables, Management Science, 15(5), 215-227.
- Ji Hun Lee, Heon Soo Jung, Hyoung Gil Kim, Chang Ik Jang (2004), "The Demand Forecasting of Game Products by Bass Model", Journal of Korea Game Society, 4(1), 34-40
- Tae Gu Kim, Nam Wook Cho, Jung Sik Hong (2014), "Characteristics of Korean Film Market by Using Social Network Analysis", 14(6), 93-107
- Jung Sik Hong, Tae Gu Kim, Hoon Young Koo (2011), "A Parameter Estimation of Bass Diffusion Model by the Hybrid of NLS and OLS", 37(1), 74-82
- Christophe Van den Bulte, Yogesh V. Joshi (2007), "New Product Diffusion with Influentials and Imitators", 26(3), 400-421
- Vijay Mahajan, Eitan Muller, Frank M. Bass (1995), "Diffusion of New Products: Empirical Generalizations and Managerial Uses", 14(3), 79-88
- 한국콘텐츠진흥원 (2015), 2015년 1분기 콘텐츠산업 동향분석보고서 <게임산업편>
- 한국콘텐츠진흥원 (2013), 2013 대한민국 게임백서 1부
- 한국콘텐츠진흥원 (2014), 2014 콘텐츠산업 통계조사, 172-192

산업 내 경쟁자와 신규진입자의 등록특허 분석을 통한 ICT 산업 융합기술 도출

**Deduction for the convergence technology in the ICT industry by analyzing
the Registered patents of the intra-industry competitors and the new enterers**

안재형, 김규웅, 노희용 이성주

아주대학교 산업공학과 (duqwlq90@ajou.ac.kr)

아주대학교 산업공학과 (dongul@ajou.ac.kr)

아주대학교 산업공학과 (nhy6692@ajou.ac.kr)

아주대학교 산업공학과 (sungjoo@ajou.ac.kr)

초록

As The ICT is an industry which is the basis of the technology convergence, It is the driving force of development for new business opportunities and existing industries. But, Most of the existing studies for ICT convergence have identified the trend for convergence in technological terms. So, It is difficult to identify the convergence trend in the subject innovation perspective which lead the innovation activities In the ICT industry. The newly entered companies in the ICT industry are key indicators to identify the convergence trend. They have two specific characteristics that show the wide range of the convergence technology and the application rate of the convergence. Because previous studies did not take into account these two characteristic of the newly entered companies, So it is hard to analyze the exact convergence trend. Therefore, In this paper, we classify the patents for the ICT industry depending on the subject innovation. Then, we deduct the core convergence technology in the ICT industries and application area of the non-ICT industries.

서론

최근 경제적 부가가치의 많은 부분은 산업 융합에서 비롯됨에 따라 전 세계적으로 융합 기술 연구개발이 활발하게 이뤄지고 있다. 융합은 최소 두 개 이상의 분리된 기술, 시장, 산업 사이의 경계가 모호해지는 것으로 정의되며 (Curran & Leker, 2011), 세계 각국에서는 미래 시장에서의 주도권 선점을 위한 융합 기술 개발이 적극적으로 수행되고 있다 (강희종 외 2006). 그 중에서도, ICT(Information & Communication Technology) 산업은 기존산업의 생태계를 뒤엎는 파괴적 혁신(Disruptive innovation)이 발생하는 분야로서 더욱 다양한 산업 분야와 융합되어 비즈니스 기회 창출을 위한 요구가 증대되고 있다(김민식 외, 2014).

ICT 산업은 혁신 주체관점에서 글로벌 기업 주도의 플랫폼 경쟁에 따른 발전 유형과 전문적인 벤처 투자를 통한 신규기업에서 비롯되는 발전 유형으로 나뉘며, 제품기술 관점에서는 소프트웨어 및 하드웨어 유형으로 구분 될 수 있다(정보통신정책연구원, 2012). 그러나 대부분의 ICT 융합 연구는 최근까지도 제품기술 관점에만 국한되어(김병정 외, 2014; 한장엽 외, 2015), 혁신주체 관점에서의 ICT 융합연구는 제한적인 실정이다. 기술의 융합은 신규 비즈니스기회의 창출을 위한 혁신활동에 포함되

며(Hacklin, 2008), 혁신주체 관점에서 신규기업은 기존 기업과 달리 경영자원 및 경영역량의 집중적인 투자를 통한 세부 기술 융합분야의 비즈니스 기회를 창출하는 특성을 지닌다. 또한 신규진입기업의 지속적인 기회창출은 국가경제 전체의 산업 변화의 역동성을 증진시킬 수 있다는 점에서 그 중요성이 커지고 있다(임형록, 2008). 우리나라의 경우 대기업 및 계열사 중심으로 관련 핵심부품(반도체 및 디스플레이) 및 Set(스마트폰 및 태블릿PC) 부문에서 위상을 유지하고 있으나, 신생기업의 경우 전문적인 벤처 투자기업 등이 미국 등에 비해 발전하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 ICT산업에 신규 진입한 기업들의 특성에 맞게 그들이 보유한 세부 기술과 접목할 수 있는 비 ICT 산업기술을 도출하여 실제 적용 가능한 융합분야를 도출하고자 한다. 본 연구는 최근 5년 이내 ICT 산업에 진출한 신규기업 관점에서 융합동향을 분석하고자 하며, 특허동시분류(Patent Co-classification) 기법을 활용한다. 특허동시분류기법을 통해 다수의 특허에서 공동으로 나타나는 IPC(International Patent Classification)를 도출할 수 있으며, 이는 실제 융합 가능한 기술 영역과 실질적인 활용 가능 영역에 대한 정보를 제공한다. 도출한 IPC를 평가하기 위해 융합정도, 융합규모, 융합증가율, 융합범위를 나타내는 지표를 사용하여 융합 동향 및 융합 포트폴리오를 생성하고, 최종적으로 ICT 산업과 융합이 활발히 이뤄지고 있는 비 ICT 산업분야를 도출한다. 본 연구의 이론적 측면에서 연구결과는 기술관점이 아닌 혁신주체 관점에서 핵심 융합 분야를 도출하여, 미래 다양한 산업융합 분석에 활용될 것으로 기대된다. 또한 실무적 측면에서 연구결과는 벤처기업과 같은 신규진입 기업들이 본 연구의 방법론을 실질적으로 적용하여 자신의 기술 분야에 맞는 신규 융합 분야를 찾고, 새로운 비즈니스 기회를 창출하는데 활용될 수 있을 것이다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 우선 제 2장에서는 ICT산업융합 및 특허를 활용한 융합연구 사례와 관련된 기존연구

들을 정리하고, 제 3장에서는 연구 방법론을 제시한다. 제 4장에서는 제시된 연구 방법론에 따라 ICT 산업의 융합 동향 및 핵심 융합분야에 대한 연구 결과를 제시하고, 제 5장에서는 본 연구에서 제공할 수 있는 시사점을 기술한다. 마지막으로 제 6장에서는 연구의 기여도와 한계점을 서술한다.

2. 이론적 배경

2.1 ICT 산업 융합 연구의 필요성

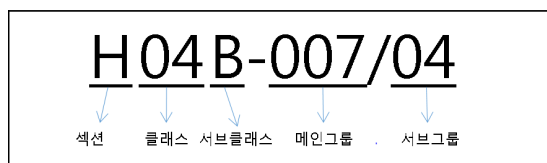
ICT는 IT라는 큰 개념에서 통신(Communication)에 관련된 사업만을 지칭하며, 소셜네트워크, 플랫폼, 모바일 콘텐츠, 클라우드, e러닝 등의 산업 등을 포함한다. 플랫폼 기반 상호연결성(Interconnectivity)과 모듈화된 개방방식을 통해 파괴적 혁신활동(Disruptive Innovation)이 활발하게 이뤄지며, 관련 제품 및 서비스의 수명주기(Life Cycle)가 지속적으로 단축되고 있는 산업이다(김민식 외, 2013). 또한 최근 스마트폰, 태블릿PC등에서 다양한 어플리케이션을 이용하면서 인터넷과 연결할 수 있는 스마트 정보통신기기의 등장은 전통적인 ICT 산업에 큰 변화를 가져오고 있으며, 기존의 가치사슬 중심의 ICT 산업이 새로운 비즈니스 생태계로 재편되고 있다(유지은 외, 2012).

미래창조과학부 출범 이후 ICT 산업은 현 정부가 추구하고 있는 창조경제의 핵심동력으로 주목 받고 있으며, 경제 전반에 걸쳐 창조경제의 핵심요소를 강화시키는 역할을 수행하고 있다. ICT 산업은 그 자체가 지식·아이디어의 생성과 확산, 창업, 성장에의 기여라는 측면에서 매우 중요할 뿐만 아니라, 다양한 기술·산업 간 융합의 핵심 요소로 사용된다. 또한 정보통신기술은 네트워킹(networking), 컴퓨팅(computing), 센싱(sensing), 실행(actuating) 등 기반기술의 속성을 지니고 있으므로, 타 기술 및 산업과의 접목이 용이함에 따라 신규 산업 창출과 기존 산업의 발전의 원동력으로 작용하고 있다(한장협 외, 2015). 따라서 본 연구에서는 위와 같은 필요성을 근거로 타산업과 융합에 있어 높은 부가가치를 창출하며, 융합가능성이

높은 ICT 산업을 분석대상으로 선정하였다.

2.2 특허정보를 활용한 융합연구

기존의 산업·기술 융합 연구의 대부분이 사례기반의 연구나 전문가에 의존한 정성적인 방법을 활용해왔기 때문에, 높은 인적·재정적 자원이 요구되어왔다. 기존 방식의 시간 및 비용에 따른 한계점을 개선하기 위해서, 근래에는 특허정보를 활용한 정량연구에 초점을 맞춘 산업·기술 융합 연구들이 나타나고 있다. 특허를 활용한 대부분의 융합연구는 특허 내 분류된 IPC(International Patent Classification)를 사용하며, IPC 레벨은 <그림 1>과 같이 섹션, 클래스, 그룹수준으로 구성된다. 대다수의 융합연구는 IPC 클래스 수준을 활용하며, 경우에 따라 산업을 정의하기 위해 IPC를 산업에 매칭한 분류표(Concordance table)를 자체 개발한 연구도 존재한다(Kang et al., 2006).

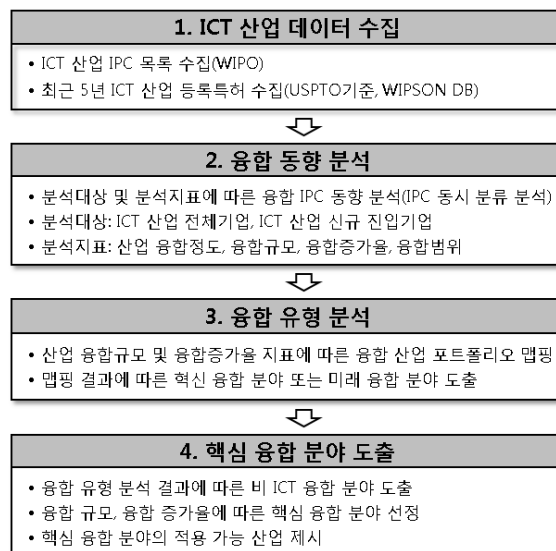


<그림 1> 국제특허분류체계(IPC) 예시

특허정보를 활용하여 기술 융합성을 측정하는 연구의 분석지표는 대체로 세 가지 유형으로 구분되는데, 1)특정 산업분야 내 기술이 타 분야에서 활용되거나, 반대로 2)해당기술이 타 분야 기술을 활용하거나, 또는 3)두 개 분야가 유사한 기술을 보유하는 정도로 나뉜다(Fai & Tunzelmann, 2001; Breschi, Lissoni & Malera, 2003; Joo & Kim, 2010; Makri, Hitt & Lane, 2010). 그 중 세 번째 유형에 속하는 ‘특허동시분류분석(Patent Co-classification)’ 기법은 특허 IPC를 활용한 연구에서 가장 빈번히 사용되는 방식으로, 이종의 IPC 분류코드에 동시에 할당된 특허들을 분석하는 접근법으로 설명된다. 만약 다른 두 클래스에 동시에 할당된 특허들이 다수 존재한다면 이것 역시 두 기술 클래스 간에 융합의 가능성이 높다고 판단할 수 있으며(노희용 외, 2013), 이러한 기법은 융합동향을 판단하고 융합성을 평가하는데 널리

사용되어왔다(Curran & Leker, 2011; Tijssen, 1992). 그러나 특허를 활용한 대다수의 기술융합성 측정연구는 오직 기술 자체만을 분석관점에 한정하므로, 분석결과를 활용할 대상에게는 실질적인 정보를 적용하기 어렵다는 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 산업 내 혁신주체 관점에 맞춤화된 융합적용 분야를 도출하기 위해서 혁신주체에 따른 특허분류를 선행한 다음 특허동시분류분석 기법을 활용한다. 혁신주체 관점에서 적용가능성이 높은 융합분야를 도출하여 실질적으로 활용도가 높은 기술 분야를 제안한다.

3. 연구 프레임워크



<그림 2> 연구 프로세스

본 연구는 기존 기술관점에 국한된 융합연구의 한계를 해결하고, ICT 산업에 신규 진출한 기업들의 융합동향을 파악하기 위해 특허동시분류 기법을 분석도구로 활용하였다. 전체 연구는 위 <그림 2>의 흐름에 따라 진행되었으며, 산업융합 동향을 파악하기 위해 융합정도, 융합규모, 융합증가율, 융합범위 지표를 개발하였다. 네 가지 융합 지표 중 융합규모와 융합증가율 지표를 활용하여 IPC 별 융합 유형을 분석하고, 최종적으로 비 ICT 분야 핵심 융합 분야를 도출한다.

3.1 데이터 수집

본 연구에서는 ICT 분야의 특허를 활용하기 위해 2008년 World Intellectual Property Organization (WIPO)에서 정의한 이동통신 기술의 국제특허분류를 활용하였으며, 포함된 IPC 및 관련 특허검색식은 아래 [표 1]과 같으며 상세 설명은 <Appendix>에 수록하였다. 해당 IPC로 WIPSON 특허DB에서 검색을 통해, 최근 5년(2010.01.01-2014.12.31) 동안 미국특허청(USPTO)의 등록특허를 수집하였다.

[표 1] WIPO 정의 ICT산업 IPC 목록

ICT 산업 IPC
G08C, H01P, H01Q, H03B, H03C, H03D, H03H, H03K, H03L, H03M, H04B, H04H, H04J, H04K, H04L, H04M, H04Q, H04N-001, H04N-007, H04N-011

3.2 융합동향분석

본 단계에서는 ICT 산업 전체기업 및 신규 진입기업이 보유한 특허 중에서 비 ICT 분야 IPC와 동시 분류된 특허를 대상으로 융합동향을 파악하였다. ICT 산업의 IPC로 분류된 특허가 하나 이상의 비 ICT 산업의 IPC로 분류될 경우 타 산업과 융합된 것으로 정의한다.

융합된 특허 수의 절대 크기 및 연간 증가율은 융합규모와 융합증가율을 나타내며, 융합특허에 분류된 IPC의 개수는 기술의 융합 범위를 나타낸다. 전체 특허 수에서 융합된 특허수가 차지하는 비율이 높을수록 융합정도가 높아지며, 융합정도는 융합증가율을 계산하는데 사용된다. 네 가지 지표를 활용하여 전체기업 및 신규진입자를 대상으로 ICT 산업 IPC의 융합동향을 분석할 수 있으며, 모든 지표 값은 표준화된 t점수로 대체해서 사용된다.

3.2.1 신규진입기업 정의

임형록(2008)에 따르면 특정 산업의 신규진입 기업은 아래 [표 2]와 같이 5가지 유형으로 정의될 수 있으며, 이 같은 유형들을 적용

하기 위해선 기업의 명확하고 구체적인 설립 정보가 필요하다. 그러나 특허에서는 기업정보가 제한적이고, 시간에 따라 변경되므로 분석데이터의 신뢰성을 확보하기 어렵기 때문에 신규기업을 정의할 수 있는 새로운 방법이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 신규기업을 분석대상인 특허정보에 적용하기 위해 신규기업의 정의를 ‘기존 산업의 기술 수명주기(Life Cycle) 이전에 특허를 보유하지 않았다가, 수명주기 내에 새롭게 특허를 보유한 기업’으로 정의한다. 기술 수명주기는 특정기술의 도입기-성장기-확장기-성숙기-쇠퇴기로 이어지는 과정이며(한민규 외, 2010) 기술수명주기에 따라 대상기술의 산업 내 활용 여부를 판별할 수 있다. 만약 특정 산업에 포함된 기술수명주기의 평균이 t 년일 때, 기술수명 적용 시작년도(현재년도 - t 년) 이후 출원된 특허기술은 기술수명주기 내에 존재하므로 산업 내에서 활용되는 기술임을 알 수 있다. ICT 산업의 기술수명주기는 분석대상이 ICT 산업 기술인 관련연구에서 최소 3년에서 최대 10년을 기준으로 정하였으나, ICT 산업 내 기술의 종류에 따라 수명주기가 다르게 나타나는 특징을 보인다(박현우, 2011; 양창규, 2012). 따라서 본 연구에서는 ICT 산업 전체를 고려하였기 때문에 ICT 기술수명주기를 전체 기술 평균값인 5년으로 두고, ICT산업 신규기업의 정의를 ‘과거 ICT 산업 특허를 보유하지 않았다가, 최근 5년 내 ICT 산업 특허를 보유한 기업’으로 정의 한다

[표 2] 기존연구의 신규진입기업 정의

진입유형	정의
신생기업 (Startup)	창업자 포함 소수의 인원 (약 1-5명)으로 설립된 기업
자회사 (Subsidiary)	기존기업, 미국정부, 의회, 비영리 단체에 의하여 설립된 기업
인수합병 (M&A Firm)	두 개 이상의 기업의 인수 및 합병에 의하여 설립된 기업
계열사 (Spinoff)	기존 기업의 특정부서가 계열회사로 설립된 기업
제휴사 (Joint Venture)	두 개 이상의 기업의 합작투자에 의하여 설립된 기업

3.2.2 융합정도(DC_i)

$$\begin{aligned} PN_i &= \sum_{l=1}^m P_{il} \\ CPN_i &= \sum_{k=1}^n CP_{ik} \\ DC_i &= \frac{CPN_i}{PN_i} \end{aligned} \quad (1)$$

IPC_i = ICT 산업에 포함되는 i 번째 IPC

$IPC^{\sim}$ = ICT 산업에 포함되지 않는 IPC 집합

P_{il} = IPC_i 로 분류된 l 번째 특허

CP_{ik} = IPC_i 로 분류된 특허 중 $IPC^{\sim}$ 에 포함되는 IPC와 동시 분류된 k 번째 특허

i : ICT 산업 IPC, $i = 1, \dots, 20$

l : 전체특허 번호, $l = 1, \dots, m$

k : 융합특허 번호, $k = 1, \dots, n$

PN_i 는 ICT 산업에 포함되는 IPC_i 로 분류된 전체 특허 수를 나타내며, CPN_i 는 ICT 산업에 포함되는 IPC_i 로 분류된 융합특허의 전체 개수를 나타낸다. DC_i 는 IPC_i 의 비 ICT 산업과의 융합 정도를 나타내며, 비율이 높을수록 타 산업과의 융합이 활발히 일어나는 기술임을 나타낸다.

3.2.3 융합규모(SC_i)

$$SC_i = \sum_{j=1}^5 CPN_{ij} \quad (2)$$

CPN_{ij} = j 시기에 IPC_i 와 $IPC^{\sim}$ 로 동시 분류된 융합특허 수

i : ICT 산업 IPC, $i = 1, \dots, 20$

j : 특허 등록년도, $j = 1, \dots, 5$

SC_i 는 융합의 절대적인 비중을 나타내는 지표로서 최근 5년간 CPN_i 의 총합으로 계산한다. 특정 ICT 기술 분야 i 의 SC_i 값이 다른 기술에 비해 높을 때, 타 기술에 비해서 타 산업과의 융합 비중이 높아 활용되는 정도가 큰 기술임을 나타낸다.

3.2.4 융합증가율(IRC_i)

$$IRC_i = \sum_{j=2}^5 w_j \cdot \frac{DC_{ij} - DC_{i(j-1)}}{DC_{i(j-1)}} \quad (3)$$

$w_j = (w_2, w_3, w_4, w_5) = (0.1, 0.2, 0.3, 0.4)$

i : ICT 산업 IPC, $i = 1, \dots, 20$

j : 특허 등록년도, $j = 1, \dots, 5$

IRC_i 는 융합의 상대적인 증가율을 나타내는 지표로서, 전체 특허 대비 융합특허의 연간 증가율에 가중치의 곱으로 계산한다. w_j 는 특허 등록년도에 따른 가중치를 나타낸 것으로, 최근 연도에 가까울수록 상대적으로 높은 값을 갖는다. 특정 ICT 기술 분야 i 의 IRC_i 값이 다른 기술에 비해 높을 때, 타 산업에 비해 기술 융합 정도의 상승폭이 높아 융합 수요가 점차 증가하는 기술임을 나타낸다.

3.2.5 융합범위(RC_i)

$$RC_i = \frac{\sum_{k=1}^n CPI_{ik}}{CPN_i} \quad (4)$$

CPI_{ik} = CP_{ik} 에 분류된 전체 IPC 개수

i : ICT 산업 IPC, $i = 1, \dots, 20$

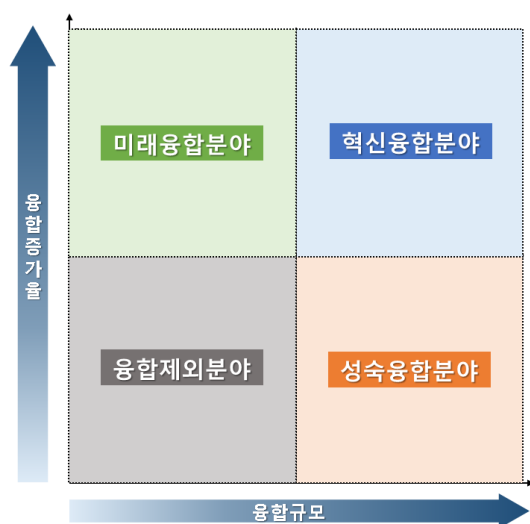
k : 융합특허 번호, $k = 1, \dots, n$

RC_i 는 융합의 적용범위를 나타내는 것으로, 융합특허에 분류된 IPC 개수의 평균값으로 계산한다. 특정 ICT 기술 분야 i 의 RC_i 값이 다른 기술에 비해 높을 때, ICT 외 여러 기술 분야와 융합되어 적용범위가 넓은 기술임을 나타낸다.

3.3 융합유형분석

본 단계에서는 3.2절에서 도출한 융합증가율 및 융합 규모에 따라 ICT 산업 IPC를 4분면의 융합포트폴리오에 맵핑하여 IPC별 융합유형을 도출하는데, [표 3]에서는 융합유형의 정의를 설명하고 <그림 3>에서는 융합포트폴리오를 나타낸다. ICT 산업 전체 IPC의 융합규

모 총합 및 융합증가율의 총합 평균값을 기준으로 융합 포트폴리오의 4분면을 구분하며, 융합범위 지표는 개별 IPC 맵핑과는 별개로 맵에 표시된 노드들의 상대적인 크기를 나타낸다. 최종적으로 전체기업 및 신규진입기업에 따라 두 개의 융합 포트폴리오가 생성되고, 혁신주체 관점별로 4가지 융합유형에 해당하는 IPC가 개별 포트폴리오 상에 맵핑된다. 최종 생성된 두 개의 포트폴리오를 통해 전체기업 및 신규진입자가 집중하는 IPC의 융합규모와 융합증가율에 따른 상대적인 융합수준 및 융합 적용 범위를 알 수 있다.



<그림 3> 융합 포트폴리오 기본 모형

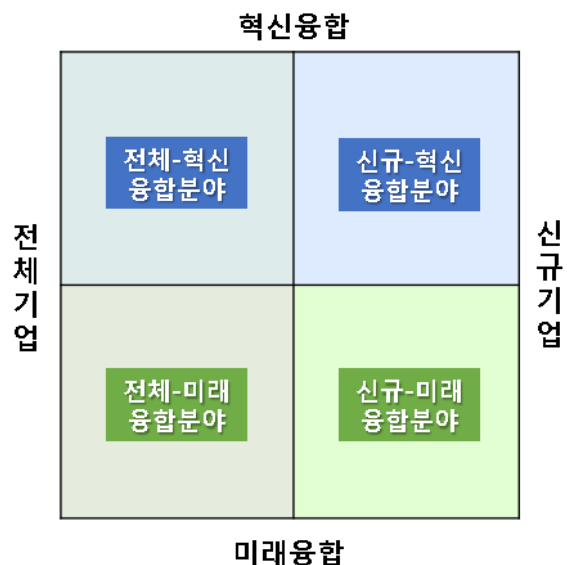
[표 3] 융합 유형 정의

유형	정의
혁신융합	타 산업과의 융합 규모가 높은 동시에 융합증가율이 높아, 현재 융합이 활발히 이뤄지고 또한 미래에도 융합이 일어날 것이라 예상되는 기술분야
미래융합	타 산업과의 융합 규모가 낮지만 융합증가율이 높아 미래에는 융합이 활발히 일어날 것이라 예상되는 기술분야
성숙융합	타 산업과의 융합 규모가 높지만 융합증가율이 낮아 새로운 융합기회 창출 가능성이 낮은 기술분야
융합제외	타 산업과의 융합 규모 및 융합증가율이 동시에 낮기 때문에 융합에서 제외되는 기술 분야

3.4 핵심 융합분야 선정

3.4.1 ICT 핵심융합 분야 선정

본 단계에서는 3.3절에서 도출한 두 개의 포트폴리오 상의 혁신융합분야 및 미래융합분야를 하나의 ‘핵심융합 ICT 분야’로 통합하고, 선정된 ICT분야에 융합을 적용할 수 있는 비 ICT 분야를 ‘비 ICT 적용분야’로 나타낸다. ‘핵심융합 ICT분야’는 <그림 4>과 같이 나타나며, 기존 융합 포트폴리오와 동일한 ICT IPC가 맵핑된다.



<그림 4> ICT 핵심융합 분야

3.4.1 비 ICT 융합 적용 분야 선정

‘비 ICT 적용분야’는 <그림 5>와 같으며, 기존 ICT 산업과 융합될 수 있는 비 ICT 산업의 IPC가 선정된다. 융합적용분야는 ICT융합분야에 따라 총 4개의 기본 융합적용분야 및 5개의 공통 융합적용분야가 도출된다. 비 ICT 적용분야가 2개 이상의 유형에 중복되어 나타날 경우 공통-혁신&미래 융합적용분야, 전체&신규-공통 융합적용분야로 선정되고, 3개 이상 중복될 경우 다분야 공통적용분야로 선정된다. ‘비 ICT 적용분야’의 IPC를 도출하기 위해, 3.2절의 융합지표 중 융합규모 및 융합증가율을 활용하여, t점수로 표준화한 두 지표의 평균값을 기준으로 분야별 상위 5개 IPC를 도출한다.

		혁신융합			신규기업
전체기업		전체-혁신 융합적용분야	공동-혁신 융합적용분야	신규-혁신 융합적용분야	
		전체-공동 융합적용분야	다분야 공동 융합적용분야	신규-공동 융합적용분야	
		전체-미래 융합적용분야	공동-미래 융합적용분야	신규-미래 융합적용분야	
		미래융합			신규기업

<그림 5> 비 ICT 융합 적용분야

3.4.1 비 ICT 융합규모(SC_{rp})

$$SC_{rp} = \sum_{j=1}^5 CPN_{rpj} \quad (5)$$

IPC_p = 핵심 융합 ICT 분야에 선정된 IPC

IPC_r = 비 ICT 산업의 r 번째 IPC

CPN_{rpj} = j 시기에 IPC_p 와 IPC_r 로 동시 분류된 융합특허 수

p : 핵심융합 ICT 분야, $p = 1, \dots, 4$

r : 비 ICT 산업 기술분야, $r = 1, \dots, n$

j : 특허 등록년도, $j = 1, \dots, 5$

SC_{rp} 는 핵심 융합 ICT 기술분야 p 에 융합되는 비 ICT 기술분야 r 의 융합규모를 나타내는 지표로서, SC_{rp} 의 값이 다른 비 ICT 산업 기술보다 높을 때 ICT 기술 r 과 융합 비중이 높아 활용되는 정도가 큰 기술임을 나타낸다.

3.4.2 비 ICT 융합증가율(IRC_{rp})

$$IRC_{rp} = \sum_{j=2}^5 w_j \cdot \frac{DC_{rpj} - DC_{rp(j-1)}}{DC_{rp(j-1)}} \quad (6)$$

$w_j = (w_2, w_3, w_4, w_5) = (0.1, 0.2, 0.3, 0.4)$

r : 비 ICT 산업 IPC, $r = 1, \dots, n$

j : 특허 등록년도, $j = 1, \dots, 5$

IRC_{rp} 는 핵심 융합 ICT 기술분야 p 에 융합되는 비 ICT 기술분야 r 의 상대적인 융합

증가율을 나타내는 지표로서, IRC_{rp} 의 값이 다른 비 ICT 산업 기술보다 높을 때 ICT 기술 r 과 융합 정도의 상승폭이 높아 융합 수요가 점차 증가하는 기술임을 나타낸다.

3.4.3 비 ICT 융합평가 (EC_{rp})

$$EC_{rp} = \frac{SC_{rp}[t] + IRC_{rp}[t]}{2} \quad (7)$$

EC_{rp} 의 값은 t 점수로 변환한 SC_{rp} 와 IRC_{rp} 의 평균값으로 계산되며, ICT 기술 분야 p 에서 EC_{rp} 점수가 높은 상위 5대 IPC를 비 ICT 적용분야로 도출한다. 도출한 비 ICT 분야는 융합 ICT 기술분야 p 에 해당하는 융합 적용분야로 선정되며, 비 ICT 분야가 다른 적용분야에도 동시에 선정될 시 공통 융합 적용분야로 선정한다.

4. 연구결과

4.1 데이터 수집

WIPSON 데이터 베이스를 이용하여 WIPO에서 지정한 ICT산업 IPC로 분류된 등록 특허(미국 특허청 기준) 총 165,834건을 수집하였고 20,238건의 특허가 신규진입 기업에 포함되었다. [표 4]에서는 분석에 사용된 연도별 기업 수 및 특허 수 기준으로, 전체기업 대비 신규기업의 비율을 나타낸다. 최근 연도에 가까워질수록 ICT 산업에 신규 진입한 기업이 차지하는 기업 분포 비율 및 특허 비율이 지속적으로 증가하고 있으며, 2014년의 경우 전체기업 대비 신규기업의 비율이 38.9%로 나타났다.

[표 4] 연도별 ICT 분야 기업 및 특허 수

연도	해당 기업 수			해당 특허 수		
	전체기업	신규기업	비율 (%)	전체기업	신규기업	비율 (%)
2010	4,154	128	3.1	26,023	543	2.1
2011	5,014	146	2.9	27,106	1,178	4.3
2012	4,966	292	5.9	32,074	2,629	8.2

2013	5,873	618	10.5	35,668	4,876	13.7
2014	7,308	2,845	38.9	44,963	11,012	24.5
총합	27,315	4,029	14.7	165,834	20,238	16.7

[표 5]는 ICT 산업 전체특허를 대상으로 신규기업 및 전체기업의 융합정도를 분석한 결과를 나타낸다. 신규기업은 전체기업의 융합비율보다 0.12 높은 값을 나타내며, 이는 신규기업들이 보유한 특허 중 ICT 산업 외 IPC로 동시 분류된 특허의 비율이 전체기업에 비해 높음을 나타낸다. 따라서 ICT 산업에 신규 진입한 기업들의 기술은 타 산업과 융합이 더욱 많은 융합이 되는 특성을 보이며, 이는 신규 진입 기업의 혁신활동의 특징이 혁신주체 관점에서 전체기업과 상이하다는 본 연구의 취지에 부합한다.

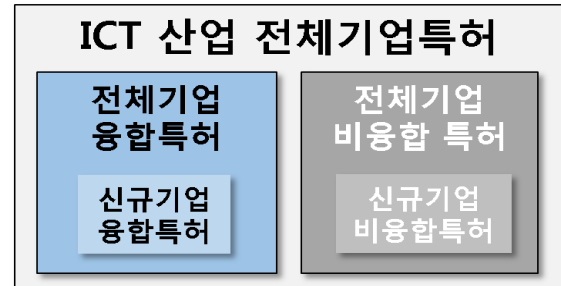
[표 5] 융합 특허 비율

구분	등록특허 수			융합 비율
	전체 특허	융합 특허	비융합 특허	
신규 기업	20,238	8,314	13,362	0.41
전체 기업	165,834	49,217	116,617	0.29

4.2 융합동향분석

본 분석에서는 융합정도, 융합규모, 융합증가율, 융합범위 지표에 따른 개별 ICT산업 IPC의 융합 동향을 분석하는 단계로서, 해당 ICT 산업 기술의 융합특성을 파악할 수 있다. ICT 산업 전체특허(전체 165,834개)에 분류된 평균 IPC개수는 1.63개이며, 그 중 융합된 특허(전체 49,217개)의 평균 IPC개수는 2.71개로 나타났다. <그림 6>은 신규기업 및 전체기업특허의 포함관계를 나타내며, 혁신주체별로 융합특허를 구분한다. 융합특허에 분류된 개별 ICT IPC를 대상으로 융합지표를 분석하며, 특정 IPC에 해당하는 특허 수(융합정도, 융합규모, 융합증가율) 또는 IPC개수(융합범위)에 따라 결과 값이 도출된다. 예를 들어, ICT 산업에 해당하는 IPC 중 H04L(디지털 전송)의 융합규모를 도출

하기 위해서는, 1) 전체기업에서 신규기업의 등록특허를 나누고, 2) 각 특허목록에서 융합특허를 구분한 뒤, 3) 융합특허 중 H04L의 특허개수를 판단하는 단계로 구성된다.



<그림 6> 융합동향 분석 대상

세부 ICT 산업 IPC 수준에서 분석을 수행하기 위해 앞서 혁신주체 관점에서 전체 융합동향을 파악한 결과는 [표 6]과 같다. 전체IPC 융합동향은 개별 IPC 융합지표 분석 결과 값의 총합을 분석에 사용된 IPC 개수로 나눈 값으로서, 융합지표별 전체 IPC의 평균을 의미한다. 개별 IPC의 평균값을 사용하기 때문에, [표 6]에서 나타난 융합정도값은 [표 5]의 융합비율과는 다른 값을 나타낸다, 신규기업과 전체기업의 융합정도값은 비슷하게 나타나며, 신규기업의 특허 수가 융합 전체 특허 수의 1/10 정도를 차지하기 때문에 융합규모값은 신규기업이 전체기업에 비해 매우 작은 값을 보인다. 이는 융합증가율의 경우 신규기업의 IPC들이 평균적으로 0.12만큼 더 높은 상승폭을 보이며, 이는 해당 기술이 타산업과 융합되는 속도가 전체기업에 비해서 빠르다는 것을 나타낸다. 융합범위의 경우 신규기업의 ICT 기술은 평균 3.4개의 산업과 융합하는 반면, 전체기업은 평균 3.27개의 산업과 융합하는 것을 보여준다.

[표 6] 전체IPC 융합동향 분석 결과

구분	융합 정도	융합 규모	융합 증가율	융합 범위
신규 기업	0.43	442	0.39	3.40
전체 기업	0.44	4,720	0.27	3.27

4.2.1 융합정도

[표 7]에서는 ICT 산업 IPC별 상위 10대 융합정도를 도출한 결과로서, 신규기업과 전체 기업에는 거의 비슷한 IPC 종류로 파악되었다. 그 중 H04J(다중통신), H01Q(기본적 전기소자)는 신규기업 관점에 단독으로 랭크됐으며, H01P(도파관), H03H(임피던스 회로망)는 전체 기업관점에서 단독으로 랭크되었다. 신규기업과 전체기업 둘 다 공통적으로 높은 분야는 H04N-011(컬러 텔레비전 시스템), G08C(제어 신호 또는 유사신호 전송방식), H04N-001(문서 전송 또는 재생), H04N-007(텔레비전 시스템), H04H(방송통신)으로 분석되며, 이 기술 분야는 타 산업과 융합되는 비율이 높은 특성을 지닐 수 있다.

[표 7] ICT IPC 상위 10대 융합정도

순위	신규기업		전체기업	
	IPC	융합 정도	IPC	융합 정도
1	H04N-011	0.69	H04N-011	0.69
2	G08C	0.66	H04N-001	0.67
3	H04N-001	0.63	G08C	0.63
4	H04N-007	0.58	H04N-007	0.57
5	H04H	0.52	H04H	0.53
6	H04L	0.47	H04Q	0.46
7	H04M	0.47	H01P	0.46
8	H04Q	0.46	H04L	0.45
9	H04J	0.44	H04M	0.45
10	H01Q	0.41	H03H	0.44

4.2.2 융합규모

[표 8]에서는 ICT 산업 IPC별 상위 10대 융합규모를 도출한 결과로서, 융합정도에서 랭크된 IPC와 상이한 IPC들이 랭크되었다. 신규기업과 전체기업의 IPC 순위는 거의 비슷하게 나타났으며, 그 중 H04L(디지털 정보 전송), H04B(전송), H04M(전화통신), H04N-007(텔레비전 시스템), H04J(다중통신)에 해당하는 IPC가 높은 융합규모 점수를 갖는다. H04N-001(문서의 전송 또는 재생)의 경우 오직 신규기업에만 융합규모가 높은 IPC로 랭크되었다.

[표 8] ICT IPC 상위 10대 융합규모

순위	신규기업		전체기업	
	IPC	융합 규모	IPC	융합 규모
1	H04L	165.06	H04L	131.82
2	H04B	99.53	H04B	90.96
3	H04M	96.44	H04M	73.29
4	H04N-007	82.61	H04N-007	73.78
5	H04J	64.38	H04J	62.97
6	H03K	56.20	H03K	51.96
7	H04Q	53.35	H03M	47.37
8	H04N-001	51.71	H04Q	50.36
9	H03M	50.68	H01Q	47.67
10	H01Q	49.79	H03L	42.46

4.2.3 융합증가율

[표 9]에서는 ICT 산업 IPC별 상위 10대 융합증가율을 도출한 결과로서, 융합규모에서 상위권에 나타났던 IPC들이 거의 존재하지 않는다. 융합증가율이 높은 분야는 H03(기본전자 회로)에 포함되는 IPC로 나타났고, 신규기업 및 전체기업이 동시에 높은 기술분야는 H03M(복호화), H03L(전자진동), H03K(펄스(Pulse) 기술)이며, 신규기업만이 높게 나타난 분야는 H03C(변조), H03H(임피던스 회로망)으로 나타났다.

[표 9] ICT IPC 상위 10대 융합증가율

순위	신규기업		전체기업	
	IPC	융합 증가율	IPC	융합 증가율
1	H03M	75.72	H03M	77.29
2	H03C	66.64	H03L	74.28
3	H03L	65.80	H04L	56.62
4	H03H	63.13	H01Q	53.53
5	H04K	52.54	H01P	52.20
6	H03D	52.25	H03D	52.03
7	H03K	50.12	H03K	50.64
8	H04B	48.88	H04Q	49.55
9	H04L	48.52	H04B	49.45
10	H04J	47.31	H03B	49.07

4.2.4 융합범위

[표 10]에서는 ICT 산업 IPC별 상위 10대 융합범위를 도출한 결과로서, 앞에 지표값에서 계산한 결과들과는 상이한 IPC들이 랭크되었다. 신규기업 및 전체기업에서 동시에 높은 상

위 3위 IPC는 G08C(측정치), H03C(변조), H04Q(선택(스위치, 계전기, 셀렉터))등으로 나타났고, 신규기업에서는 평균적으로 4개 이상의 산업 기술 분야와 융합되는 분야임을 알 수 있다.

[표 10] ICT IPC 상위 10대 융합범위

순위	신규기업		전체기업	
	IPC	융합범위	IPC	융합범위
1	G08C	4.54	G08C	4.49
2	H03C	4.06	H03C	4.26
3	H04Q	4.03	H04Q	3.97
4	H04N-011	3.69	H04J	3.51
5	H04J	3.61	H04N-011	3.49
6	H01Q	3.55	H04H	3.49
7	H04H	3.48	H03D	3.48
8	H04K	3.48	H04K	3.46
9	H03L	3.38	H03B	3.13
10	H03D	3.35	H01Q	3.13

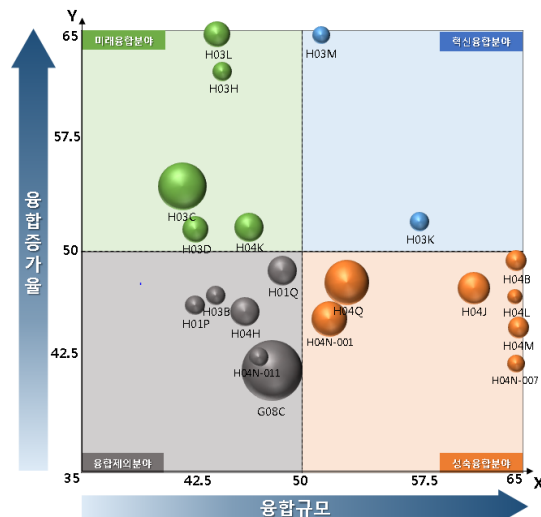
4.3 융합유형분석

본 단계에서는 4.2절에서 분석한 IPC 별 융합지표 값을 대상으로 융합규모, 융합증가율에 따라 융합 유형을 선정하고, 융합포트폴리오 상에서는 융합범위에 따라 각 노드의 크기가 결정된다. 융합정도 지표의 경우 융합증가율 지표에 포함되기 때문에 포트폴리오 상에 표시하지 않았다.

4.3.1 신규기업 기준 융합 유형분석

<그림 7>은 신규진입기업 관점에서 융합규모 및 융합증가율에 따라 2개의 혁신융합 분야 IPC(H04L, H03K)와 5개의 미래융합 분야 IPC(H03M, H03L, H01Q, H01P, H03D)가 융합포트폴리오 상에 맵핑된 결과를 보여준다. 융합혁신분야 및 미래융합분야에 맵핑된 대부분의 IPC들의 융합범위는 성숙융합분야 및 융합제외분야에 비해서 작은 것을 알 수 있지만, 그 중 융합범위와 융합증가율이 큰 H03C(변조)는 다양한 산업과 융합이 되는 동시에 융합수요 또한 높은 기술임을 나타낸다. 성숙융합분야는 핵심융합분야 선정을 위한 분석 대상에 포함되지 않지만, 전문가의 검토를 받아 추후

분석대상에 추가할 수 있을 것이다. [표 11]에서는 혁신융합분야 및 미래융합분야에 포함되는 IPC와, 추가적으로 성숙융합분야에서 분석대상에 포함될 것으로 예상되는 IPC 목록을 나타낸다.



<그림 7> 신규기업 융합 포트폴리오

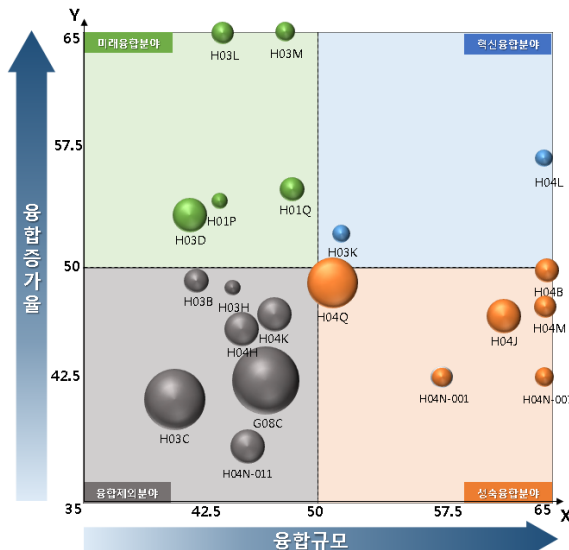
[표 11] 신규기업 기준 융합유형 IPC 설명

융합유형	IPC	설명
혁신융합	H03M	복호화 또는 부호변환 일반
	H03K	펄스(PULSE) 기술
미래융합	H03H	임피던스회로망
	H03L	전자적 진동 또는 펄스발생기의 자동제어, 기동, 동기 또는 안정화
	H03C	변조
	H04K	비밀통신
	H03D	하나의 반송파로부터 타반송파에의 복조 또는 변조의 변환
성숙융합	H04Q	선택(스위치, 계전기, 셀렉터)
	H04J	다중통신

4.3.2 전체기업 기준 융합 유형분석

<그림 8>은 전체기업 관점에서 융합규모 및 융합증가율에 따라 2개의 혁신융합 분야 IPC(H04L, H03K)와 5개의 미래융합분야 IPC(H03L, H03M, H01P, H01Q, H03D)에 맵핑된 결과를 보여준다. [표 12]에서는 혁신융합분야 및 미래융합분야에 속한 IPC와 추가적으로

성숙융합분야에서 분석에 포함될 것으로 예상되는 IPC 목록을 나타낸다.



<그림 8> 전체기업 융합 포트폴리오

[표 12] 전체기업 기준 융합유형 IPC 설명

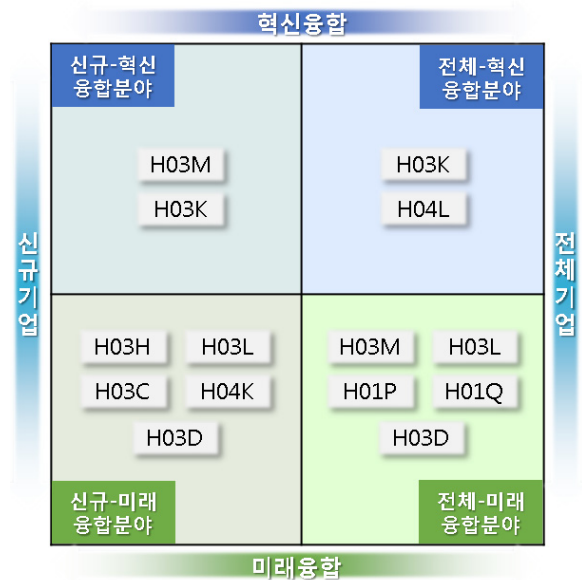
융합유형	IPC	설명
혁신융합	H04L	디지털 정보 전송
	H03K	펄스 기술
미래융합	H03M	복호화
	H03L	전자적 진동 또는 펄스발생기의 자동제어
	H01P	도파관
	H01Q	안테나
	H03D	하나의 반송파로부터 타반송파에의 복조 또는 변조의 변환
성숙융합	H04Q	선택(스위치, 계전기, 셀렉터)
	H04B	전송

4.4 핵심융합분야 선정

4.4.1 ICT 핵심융합분야 선정

본 단계에서는 4.3절에서 도출한 신규기업 및 전체기업의 융합포트폴리오의 혁신융합분야와 미래융합분야를 하나로 통합하여 'ICT 핵심융합분야'로 도출하였다. <그림 9>에서는 신규기업 및 전체기업 융합포트폴리오(<그림 7>, <그림 8>에서 추출한 혁신융합분야와 미래융합

분야를 병합한 것으로, ICT 핵심융합분야별로 선정된 IPC를 나타내며, 개별 IPC 설명은 [표 11]와 [표 12]과 동일하다.



<그림 9> ICT 핵심융합분야

4.4.2 비 ICT 융합 적용분야 선정

본 단계에서는 ICT 핵심융합분야에 융합을 적용할 수 있는 비 ICT 기술분야를 도출하였으며, 결과는 [표 13]과 같다. 핵심융합분야별 비 ICT 융합평가 (EC_{rp}) 점수가 높은 상위 5개 비 ICT산업 IPC를 도출하였으며, 중복된 IPC를 제외하고 전체 14개의 적용분야가 ICT 산업과 융합이 높은 비 ICT산업 기술분야로 선정되었다. <그림 10>에서는 각 IPC가 융합분야별로 공통으로 존재하거나, 단독으로 존재하는 경우에 따라 9사분면에 표시하였고, 관련 IPC와 관련된 기술은 [표 14]에 표기하였다.

[표 13] ICT 융합분야별 적용 비 ICT IPC

순위	신규-혁신	신규-미래	전체-혁신	전체-미래
1	G06F	G06F	G06F	G06F
2	G06K	H03F	G02F	H04W
3	H04W	H04W	G01D	G11B
4	G11C	H01F	A61B	G06T
5	G09G	G01R	H05K	G01R

내 기술 분야에서 최근 활용정도는 미약하지만 미래 활용가능성이 높은 융합분야를 선점하는 것이 비즈니스 성공에서 중요한 열쇠가 될 것이다. 또한 최근 융합활용도와 융합수요가 증가되는 정도를 파악하여 특정기술의 융합역량을 파악할 수 있다면 ICT 기술을 평가하는 지표로서 사용될 수 있을 것이다.

최근 ICT 산업의 신규진입기업들은 ICT 산업 분야 중 ‘기본전자회로(H03)’ 기술을 활용하여 다른 비 ICT 적용분야와 융합하는 경향을 보인다. 그 중 오직 신규진입기업만의 혁신·미래 융합 ICT 핵심분야는 미래융합분야의 H03C(변조) 기술로 나타났으며, 융합되는 범위 또한 가장 넓은 기술이다. 변조기술은 신호의 세기를 달리함으로써 스피커로 재생될 소리나 텔레비전 화소의 명암을 나타내는 것으로, 주로 라디오 중파 방송이나 항공 무선 통신 등에 사용된다. H03C 기술에서 사용되는 최신의 변조기술은 필터 직교 주파수 분할 다중 방식(Filtered-Orthogonal Frequency Division Multiplexing, F-OFDM)으로서, 전파간섭 등의 혹독한 채널 환경에서도 원활한 통신 속도를 구현하게 하며, 차세대 사물인터넷(IOT) 시대에서의 대기시간 감소 및 대규모 트래픽 처리 환경에 적합한 기술로 평가되고 있다. 변조기술과 융합되는 비 ICT 분야 기술은 G06F(전기에 의한 디지털 데이터 처리), H03F(증폭기), H04W(무선통신네트워크), H01F(자석, 인덕턴스, 변성기), G01R(전기변량의 측정)등이 나타났는데, 전 분야에서 공통으로 나타나는 IPC를 제외하면, 순위가 높은 H03F를 핵심 융합적용 분야로 고려할 수 있다. 증폭기술은 전기신호의 전압·전류 등을 크게 하는 장치로서, 방송국에서 보내는 전파, 라디오, 텔레비전의 신호를 증폭하여 선명한 신호를 수신하는데 사용된다. ICT 산업에서는 변조방식과 전력증폭 기술이 융합되어 직교주파수분할 변조를 위한 선형성을 유지하면서, 장치 내부의 칩 출력 전력을 적절히 제공하기 위해서 사용된다. 따라서 ICT 산업의 신규기업들은 미래 ICT 시장에서 비즈니스 기회를 선점하기 위해서, 가장 융합이 활발하게 이뤄질 기반기술인 변조기술관련 세부

기술의 개발과 동시에 융합이 활발히 이뤄지는 비 ICT 산업 증폭기술의 융합적용 기술 개발에 주목해야 될 것이다.

6. 결론

본 연구에서는 혁신주체 관점에서 산업융합 동향 및 융합적용분야를 도출하기 위해서 특허 동시분류 기법을 적용하고, 네 가지 융합지표를 개발하였다. 혁신주체는 기존의 전체기업과 신규기업으로 구분되고, 신규기업은 과거 ICT 산업관련 특허를 보유하지 않았다가, 수명주기 내에 특허를 보유한 기업으로 정의된다. 신규기업 및 전체기업의 특허가 ICT 산업 외 IPC와 동시 분류될 때 융합특허로 정의되며, 특정 ICT IPC로 분류된 융합특허의 융합정도, 융합규모, 융합증가율, 융합범위 지표에 따라 융합동향을 파악할 수 있다. 파악된 융합동향을 바탕으로 전체기업 및 신규기업의 융합포트폴리오를 도출하고, 최종적으로 융합가능성이 높은 비 ICT 산업 적용대상을 도출한다.

본 연구의 첫 번째 의의는 ICT 산업에 신규 진출한 기업의 혁신활동 특성을 도출한 것으로, 신규기업이 보유한 기술은 융합을 적용할 수 있는 평균 기술범위가 넓기 때문에, 더욱 다양한 분야의 산업과 융합이 이뤄지며, 특정 산업과 융합이 진행되는 속도 또한 기존기업에 비해 더 빠르게 증가하는 특성이 갖는다. 추후 신규기업이 전체 ICT 시장에서 차지하는 비율은 점점 더 높아질 것으로 예상되며, 신기술 융합분야 발굴은 신규진입 기업 혁신활동의 성패를 결정할 핵심 비즈니스 요소가 될 것이다. 두 번째 의의는 신규진입 기업의 핵심 ICT 기술 분야 및 융합가능성이 높은 비 ICT 적용분야를 함께 도출한 것으로, 핵심 ICT 융합분야로는 변조기술(H03C)이 선정되었고, 그에 대응하는 비 ICT 적용분야는 증폭기술(H03F)이 채택되었다. ICT산업의 신규기업들은 융합이 활발하게 이뤄질 기반기술인 변조기술 관련 세부기술의 개발 및 융합이 적용되는 비 ICT 산업 증폭기술 개발에 주목하여 새로운 비즈니스 기회를 선점할 수 있을 것이다.

하지만 이러한 기여도에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 갖는다. 먼저, ICT 산업에 해당하는 IPC의 선정에 있어서 2008년 WIPO에서 정의한 IPC 기준을 사용했기 때문에, 최근 ICT 산업의 기준과 조금 상이할 수 있다. 또한 특허 정보의 제한으로 신규진입자의 유형을 세분화하지 못했다는 한계점이 있다. 따라서 추후 연구에서는 최근 연구 논문 및 기관 보고서 등에 ICT 기술 목록을 먼저 수집한 뒤 실제 영역에서 활용되는 IPC를 도출하고, 신규진입 기업의 유형을 세분화 할 수 있는 지표를 개발하는 연구를 수행하고자 한다.

<참고문헌>

강희종, 엄미정, 임동명 (2006), 특허분석을 통한 유망융합기술의 예측, 기술혁신연구, 14(3), 93-116.

김민식, 정원준. (2014). ICT 산업의 발전과 빅뱅과파 혁신의 이해 - 파과적 혁신과의 비교를 중심으로 -, 정보통신방송정책, 26(1),

김병정, 손영우, 배영철. (2014). ICT 분야 국가 R&D 과제특의 특허 성과 분석. 한국전자통신학회 논문지, 9(10), 1161-1168.

남기창, 김호철, 권범선. (2014). ICT 융합 의료기기. 한국통신학회지(정보와통신), 31(12), 44-50.

박현우. (2011). 기술가치평가를 위한 경제적 유효수명 결정방법에 관한 연구. 한국기술혁신학회 학술대회. 79-93

안형준. (2013). 기계 산업의 현황과 ICT 융합. 한국통신학회지(정보와통신), 30(10), 32-37.

양창규. (2012). ICT 시장의 모방효과와 생존기간에 관한 연구.

임형록. (2008). 신생기업의 경영성과와 기업, 산업효과와의 연계성 분석. 경영학연구, 37(1), 197-224.

유지은, 이기백, 최문기, 조항정. (2012). ICT 생태계 구축을 위한 기업 전략 분석 및 정책 제안. 한국통신학회논문지, 37(11), 1058-1071.

한민규, 김병수, 유지연, 변순찬. (2010). 기술성장모형에 기반을 둔 기술수준평가 결과 및 시사점. 기술혁신학회지, 13(2), 252-281.

한장협, 나중규, 김채복. (2015). 특허정보를 활용한 ICT 기술융합 분석과 발전방향에 관한 연구: 경북지역을 중심으로, 지식재산연구, 10(3), 203-238.

Breschi, S., Lissoni, F., and Malerba, F. (2003), Knowledge-relatedness in firm technological diversification, Research Policy, 32, 69-87.

Curran, C. S., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT. Technological Forecasting and Social Change, 78(2), 256-273.

Fai, F., & von Tunzelmann, N. (2001). Industry-specific competencies and converging technological systems: evidence from patents. Structural Change and Economic Dynamics, 12(2), 141-170

Hacklin, F. (2008). Management of convergence in innovation. Heidelberg: Physica-Verlag.

Joo, S. H. and Kim, Y. (2010), Measuring relatedness between technological fields, Scientometrics, 83, 435-454.

Makri, M., Hitt, M. A., and Lane, P. J. (2010), Complementary technologies, knowledge-relatedness, and invention outcomes in

high technology mergers and acquisitions.
Strategic Management Journal, 31(6), 602-628.

Tijssen, R. J. (1992). A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology: co-classification analysis of energy research. Research Policy, 21(1), 27-44

<APPENDIX> ICT 분야 기술 분류

<표 1> ICT 산업 IPC 정의

IPC	정의
G08C	측정치, 제어신호 또는 유사 신호를 위한 전송방식
H01P	도파관; 도파관형의 공진기, 선로 또는 기타장치
H01Q	안테나
H03B	진동의 발생, 직접 또는 주파수 변조에 의한 진동의 발생
H03C	변조
H03D	하나의 반송파로부터 타반송파에의 복조 또는 변조의 변환
H03H	임피던스회로망, 예. 공진회로; 공진기
H03K	펄스(PULSE)기술
H03L	전자적 진동 또는 펄스발생기의 자동제어, 기동, 동기 또는 안정화
H03M	복호화 또는 부호변환 일반
H04B	전송
H04H	방송 통신
H04J	다중 통신
H04K	비밀 통신
H04L	디지털 정보의 전송, 예. 전신통신
H04M	전화통신
H04Q	선택(스위치, 계전기, 셀렉터)
H04N-001	문서 또는 그와 유사한 것의 주사, 전송 또는 재생, 예. 팩시밀리 전송;
H04N-007	텔레비전 시스템
H04N-011	컬러 텔레비전 시스템

특허 키워드 분석을 활용한 기술인문융합 현황 분석

Issues for technology-humanities convergence

: Patent keyword analysis

김지은¹, 이성주²

아주대학교 산업공학과

¹topdogje@naver.com, ²sungjoo@ajou.ac.kr

Abstract

This paper analyzed the status of technology-humanities convergence. For this analysis, types of human's needs are classified based on Maslow's hierarchy need theory and keywords for patent analysis are extracted. Then, trends of the technology and humanities are analysed by time series and technology types by patent keyword analysis.

1. 서론

융합은 오늘날 혁신기술의 특성을 대변하는 핵심 키워드이다. 융합은 무한한 혁신성과 발전 가능성을 기반으로 개인의 역량, 사회구조, 국가의 기술 및 사회 시스템을 변화시킬 수 있는 새로운 기술패러다임으로 인정받고 있다(KIET, 2009; Kim and Jung, 2013). 이미 여러 분야에서 융합을 통한 기술혁신을 이룩하였고, 성공적인 융합을 위한 심도 있는 연구들이 수행되고 있다.

융합의 정의는 1960년대(Resenberg, 1963) 이후로 꾸준히 진화되어 왔다. 정의가 달라짐에 따라 융합의 대상과 목적 또한 변화하였다. 초기 융합의 대상이 기술이었다면, 2000년대 이후 융합의 대상은 이중 지식 및 학문분야를 포함한다(National Science and Technology Commission, 2008; Hyun and Kim, 2008). 초기 융합의 목적이 단순한 기술적 문제 해결이었다면 현재는 기술적·경제적·사회문화의 변화로까지 확장되었다. 그럼에도 불구하고 기존의 융합연구를 살펴보면, 융합은 기술과 기술 간의 융합으로 한정되고 있다. 이러한 현상은 융합결과물의 기능적인 개선과 시장보급의 신속함에 중점을 둔 결과이다. 하지만 이러한 관점의 융합이 지속될 경우 융합은 그저 기능개선을 위한 도구로 정체될 것이다. 지속가능한 기술혁신을 주도하기 위해 융합은 단순한 기술혁신 도구가 아닌 인간의 능력, 사회적 성과, 그리고 국가 생산성과 삶의 질을 개선하는 새로운 개념으로 인식되어야 한다(Ahn, 2010). 이러한 맥락에서 혁신 결과물이 인간 삶의 질을 어느 정도 향상시킬 수 있는가를 강조하는

기술-인문 간 융합의 필요성이 제기되고 있다.

기술인문융합은 이미 여러분야에서 시도되고 있으며, 성공한 사례도 상당하다. 사용자의 편리성을 고려한 스마트폰 UX 디자인(애플), 사용자의 안전을 고려한 날개 없는 선풍기(다이슨), 사용자의 신체적 특징을 고려한 주사기 심지아(Cmzia, SMART DESIGN) 등이 대표적인 예이다. 하지만 기술인문융합은 아직 많은 사람들에게 생소한 개념이다. 국내 중소기업 277개를 대상으로 설문한 결과, 기술인문융합에 대해 들어본 적이 있는 기업이 약 70%인 반면, 일상에서 친숙하게 활용하거나 종종 듣는다고 응답한 기업은 12%에 불과하다(Kim et al., 2014). 기술인문융합창작소(Technology Humanities Atelier : THA)는 기술인문융합을 '기술적인 문제해결을 넘어서 다양한 사회 이슈를 기술을 통해 해결하고자 하는 일련의 방법론 및 프로세스로, 여기서 인문학은 인간공학·디자인·인지심리학·문화인류학 등 주로 인간에 대한 이해를 목적으로 하는 학문영역이다'라고 정의한다. 하지만 기술인문융합 분야가 활성화되기 위해서는 더욱 구체적이고 이해하기 쉬운 정의가 제시되어야 한다.

본 연구에서는 기술인문융합을 '인간의 니즈를 만족시키기 위한 기술개발'로 정의하고, 기술인문융합의 동향 및 현황을 분석하고자 한다. 이를 위해 매슬로우(Abraham H. Maslow)의 욕구이론(Hierarchy of needs theory)을 바탕으로 인간 니즈의 유형과 관련 키워드를 정의하고, 특허 키워드 분석을 통해 기술인문융합의 연도별 분야별 특성을 도출하였다. 본 연구는 기술인문융합 분야의 초기연구로써, 이론적 측면에서 융합의 범주를 확장하고, 기술인문융합이라는 새로운 학문영역을 구축하기 위한 초석이 될 것으로 기대된다. 또한 방법론적 측면에서 특허정보를 기반으로 기술인문융합의 현황에 대한 정량적인 분석을 시도함으로써 기술혁신 전략 수립에 있어 방향 설정을 위한 의사결정에 도움이 될 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1 기술인문융합

기술인문융합은 독립적인 학문영역이 부재

한 상황이다. 따라서 기술인문융합에 대한 직접적인 연구보다는, 기술인문융합이 강조하는 인간 중심의 관점에서 인간 삶의 편리성과 감성적인 만족도를 향상시키고자 한 간접적인 연구가 주를 이룬다. 기술인문융합을 직접적으로 언급한 연구를 보면, 국내 중소기업을 대상으로 기술인문융합의 현황을 분석한 사례(Kim and Lee, 2014)가 있다. Kim and Lee(2014)는 문헌연구를 기반으로 기술인문융합의 정의 및 범위를 제시하고, 설문조사를 통해 국내 중소기업(277개)의 기술인문융합에 대한 인식 및 수행현황을 분석하였다.

그 외의 연구들은 기술인문융합이 추구하는 ‘인간중심’의 의미를 반영하고 있는가를 기준으로 HCI(Human Computer Interaction), 디자인, 마케팅 분야 등에서 사례를 정리해 볼 수 있다. 먼저, HIC 분야에서는 유비쿼터스 환경의 도시를 구축 하고(Jeoung, 2007), 원격의료 시스템을 개발함으로써(Elgazzar et al., 2012) 인간의 삶이 편리하고 건강할 수 있는 방안을 연구한다. 다음으로, 디자인 분야에서는 단순한 외관의 디자인을 넘어서 디자인과 공학·마케팅·인문과학의 결합을 통해 혁신의 차별화된 전략 포인트를 찾고자 한다. 특히 감성적 요인이 중요하게 언급되는데, 인간이 추구하는 가치 혹은 니즈가 감성적 가치로 치환하여 이를 충족시킬 수 있는 방안을 모색한다. 감성 중심의 디자인 연구는 휴대폰(Kim and Kim, 2011), 건축(Hong and Lee, 2013), 서비스(Lee and Nah, 2013)에 이르기 까지 다양한 분야에서 수행되고 있다. 산업계 에서도 인간 중심의 디자인 개발이 핵심 이슈가 되고 있다. 아이디오(IDEO)는 ‘인터랙션 디자인(Interaction design)’을 추구하는 글로벌 디자인컨설팅 회사로, 사용자에게 편리한 인터랙션 디자인을 구현하기 위해 인간적인 요소 연구에 주력한다. 개발사례로는 사용자 중심의 개인결제시스템, 집안의 위생시설 솔루션등이 있다. 프로그(FROG)는 애플디자인과 소니 브랜드의 아이덴티티를 세운 글로벌 이노베이션 기업으로 감성을 만족시키는 제품이 사용자에게 미치는 정신적 영향력이 그것의 기능적 효율성 만큼 크다고 주장한다. 대표적인 디자인 성공 사례로는 사용자 편리성에 최적화된 안드로이드 스마트폰 용 UX 디자인 ‘Feel UX’가 있다. 스마트 디자인(SMART DESIGN)은 생활용품 디자인 옥소(OXO)의 제품디자인으로 유명한 회사로, 독창적인 사용자 경험개발 프로세스를 구비하고 있다. 스마트 디자인은 관절염 환자의 신체적 특성을 고려한 주사기 심지아(Cmzia)를 디자인 하여 2010 의료디자인 어워드(Medical Design Excellence Awards)에서 금상을 수상한 바 있다(Korea Institute of Design promotion, 2014). 또한 마케팅 분야는 고객의 니즈를 분석하고 이를 토대로 마케팅 전략을 수립한다는 점에서 기술인문융합의 조건을 충족한다. 고객

의 니즈를 정확히 파악하기위해 고객의 유형을 분류하고(Hong and Shin, 2011), 이를 기반으로 시장세분화(Heo et al., 2007)를 통해 마케팅 전략을 수립하고자 하는 연구가 주를 이룬다. 산업계에서의 대표적인 성공사례는 스웨덴의 가구기업 이케아(IKEA)을 들 수 있다. 이케아는 가격은 높고, 선택 폭은 좁으며, 배송은 너무 느린 가구시장에서 노동자들이 느끼는 니즈를 파악하여 조립형 가구를 완제품 보다 30~50% 쉰 가격으로 제공함으로써 판매액 신장에 성공한 바 있다.

기존연구를 리뷰한 결과 기술인문융합이라는 독립적인 학문영역이 필요하며, 이를 위해서는 가장 먼저 구체적이고 이해하기 쉬운 범주에서 기술인문융합의 정의가 필요함을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 기술인문융합은 ‘인간의 니즈를 충족시키기 위한 기술개발’로 정의하고 특허문서를 통해 기술인문융합의 전반적인 현황을 파악하고자 한다.

2.2 인간의 니즈 분류 체계

기술인문융합의 범주에 속하는 기존 연구들을 살펴보면, 감성적인 가치를 상당히 강조하고 있음을 알 수 있다. 이는 기술영역으로부터 오는 기능적 편리성외에 인간의 5감을 만족시킬 수 있는 요인으로부터 인간의 니즈를 충족시키고자 한 결과이다. 하지만 감성적인 가치만으로 인간이 추구하는 모든 가치를 대변하기에는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구는 인간이 추구하는 가치를 더욱 포괄적인 수준에서 유형화 하고자 한다.

인간의 니즈는 일반적으로 생리적·문화적·심리적·사회적 니즈 구분된다. Kim and Kim(1997)의 문헌조사 결과에 따르면 인간의 니즈는 학자에 따라 Table 1과 같이 분류할 수 있다.

Table 1. Classification of human's needs

학자	니즈분류
맥그리거 (D. McGregor)	사회적 니즈(Social needs) 자아니즈(Ego needs) 자기 달성적 니즈(Self-fulfillment needs)
히스 (H.G.Hicks)	생물적 니즈(Biological needs) 사회적 니즈(Social needs)
피코트 (D.A.Pecott)	생리적 니즈(Physiological needs) 사회적 니즈(Social needs) 자아적 니즈(Ego and integrate needs)
찰맨 (Challman)	유기적 니즈(Organic needs) 인격적 니즈(Personality needs)
알더퍼 (Alderfer)	생존니즈(Existence needs) 관련니즈(Relatedness needs) 성장니즈(Growth needs)
매슬로우 (A.H.Maslow)	생리적 니즈(Physiological needs) 안전에 대한 니즈(Safety and security needs) 소속감과 사랑에 대한 니즈(Belongingness)

	and love needs)
	존경에 대한 니즈(estem needs)
	자아실현 니즈(self-actualization needs)

본 연구에서는 인간의 니즈를 유형화하기 위한 기준으로 매슬로우의 욕구이론을 활용한다. 매슬로우의 욕구이론은 인간의 욕구를 비교적 세부적으로 분류하고 있으며, 심리적 특성에 따른 고객의 집단을 분류하고(Value and lifestyle list, stanford research institute), 고객의 만족도를 측정하는 기준(Kondo, 2001)으로 활용되고 있는 점을 고려해 볼 때, 본 연구에 적합한 분류체계라고 판단하였다.

매슬로우의 욕구이론에 따르면 인간의 욕구는 행동을 일으키는 동기요인으로써 5단계, 7단계, 8단계로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 인간의 니즈를 더욱 세부적으로 분류하기 위해 8단계를 활용하였다. 매슬로우는 각 욕구들이 계층적으로 발생된다고 주장한다. 예를 들어 생리적 욕구가 만족이 된 후에 안전의 욕구가 생겨난다는 것이다. 하지만 욕구에 우선순위가 있는가에 대해서는 의견이 분분하다. 따라서 본 논문에서는 각 욕구간의 계층적 특성은 배제하고 매슬로우가 분류한 욕구의 유형만 활용하기로 한다. 매슬로우의 8단계 욕구는 Figure 1과 같다.



Figure 1. Maslow's hierarchy of needs

3. 연구방법

본 연구의 프로세스는 Figure 3과 같다. 먼저, 매슬로우의 욕구이론을 바탕으로 인간의 니즈 유형을 정의하고, 니즈별 관련 키워드를 선정한다. 다음으로, 1단계에서 수집된 각 니즈별 키워드 중 일부를 선택하여 특허검색을 위한 키워드를 생성한 뒤, 이를 활용하여 미국등록특허(2000년~2014년)를 수집한다. 마지막으로 키워드 기반의 특허 분석을 통해 기술인문융합의 연도별 동향과 분야별 현황을 분석한다.

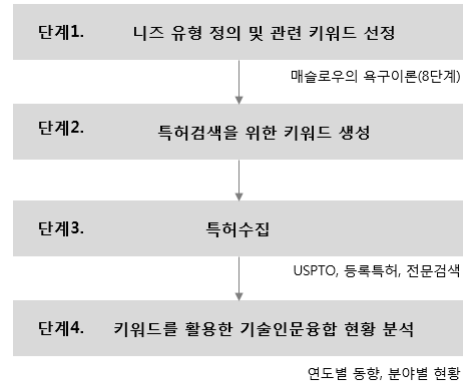


Figure 2. Overall research framework

3.1 니즈 유형 정의 및 관련 키워드 선정

매슬로우의 욕구이론을 바탕으로 인간의 니즈를 8개 분류하고(Table 2), 관련 키워드를 수집한다. 매슬로우가 분류한 욕구 가운데 가장 최상위의 초월적인 욕구는 그 의미가 다소 추상적이고, 특허문서상에서 명확한 의미를 찾기 힘들 것으로 판단하여 인간 니즈의 유형으로 분류는 하되 특허분석 대상에서는 제외하였다.

Table 2. Definition of human's needs

니즈 유형		관련 키워드
N7	자아실현의 욕구 (Self-actualization needs)	personal growth, personal development, actualization, challenge, new experiences
N6	심미적 욕구 (Aesthetic needs)	beauty, form, balance, aesthetic
N5	인지적 욕구 (Cognitive needs)	knowledge, understanding, learning, meaning, awareness
N4	자아존중감의 욕구 (Ego needs)	recognition, reputation, achievement, competition, status, fame
N3	사회적 욕구 (Social needs)	belonging, love, affection, approval relationships, acceptance, family
N2	안전의 욕구 (Safety and security needs)	protection, security, order, law, stability, being free of fear and deprivation
N1	생리적 욕구 (Physiological and biological needs)	air, water, food, drink, shelter, sleep, warmth, waste elimination, sex, health, fitness

3.2 특허분석을 위한 키워드 생성

Table 2의 각 니즈별 관련 키워드 가운데 일부를 선택하여 특허검색을 위한 키워드를 생성한다. 키워드 생성을 위한 세 가지 조건은 (1)인간의 니즈를 반영할 수 있는 키워드이고, (2)특허문서상에서 검색이 가능하며, (3)기술적인 용어로 다의적 의미를 갖지 않는 것이다. 각 니즈별로 생성된 키워드는 Table 3과 같다. 특허 검색 키워드에 사용된 연산·절단 기호는 위즈도메인(www.wisdomain.com)의 매뉴얼을 기준으로 하였다.

3.3 특허 수집

특히 DB로부터 등록특허를 수집한다. 등록 특허는 기술혁신의 성과를 나타내는 대용지표로써 기술혁신의 변화를 파악하기에 유용한 정보원이다. 특허 검색은 인간니즈별 관련 키워드를 활용하여 ‘특허전문’을 대상으로 한다. 특허 키워드 검색은 명칭·요약·대표청구항·전체청구항·상세설명 등을 대상으로 할 수 있다. 기술인문융합에서 보고자 하는 인간의 니즈는 단순히 기술적 편리성을 추구하는 것이 아니기 때문에 기술에 대한 ‘상세설명(description)’ 부분에 주목할 필요가 있다. 상세설명에는 해당 기술에 대한 효과가 기술되어 있는데, ‘효과(effect of innovation)’으로 따로 명시되기도 하고, 상세설명의 문맥상에 반영되기도 한다(Figure 3). 검색 범의에 따라 검색된 특허의 건수차이도 상당하다. 예를 들어 ‘beauty’라는 키워드의 경우 명칭·요약·청구항을 대상으로 검색할 경우 검색된 특허는 약 2400건이었던 반면, 전체문서를 대상으로 검색할 경우 약 1,3000 건이 검색된다. 따라서 본 연구에서 특허 전문을 대상으로 검색된 특허를 분석에 활용하였다. 특허수집에 사용된 키워드는 Table 3과 같다.

Table 3. Keywords for patent analysis by human needs

니즈 유형		특허검색 키워드
L1	L2	
N7	N7_1 (personal growth)	“personal growth”
	N7_2 (personal development)	“personal development”
	N7_3 (new experiences)	“new experiences”
N6	N6_1 (aesthetic)	aesthetic*
	N6_2 (beauty)	beaut*
N5	N5_1 (learning)	“learning”
N4	N4_1 (fame)	“fame”
N3	N3_1 (love)	“love”
	N3_2 (affection)	“affection”
	N3_3 (belongingness)	belongingness
N2	N2_1 (safety)	safe*
	N2_2 (security)	secur*
	N2_3 (free of fear)	“free of fear”
	N2_4 (privation)	“privation”
N1	N1_1 (air)	“air”
	N1_2 (water)	“water”
	N1_3 (food)	“food”
	N1_4 (drink)	“drink”
	N1_5 (shelter)	“shelter”
	N1_6 (sleep)	sleep
	N1_7 (warmth)	“warmth”
	N1_8 (waste elimination)	“waste elimination”
	N1_9 (sex)	sex* not(sexed or sexing or sexes)
	N1_10 (health)	health*
	N1_11 (fitness)	“fitness”

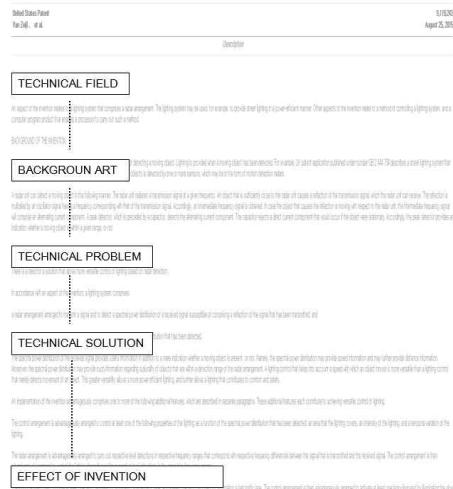


Figure 3. Structure of description part in patent document

3.3 키워드를 활용한 기술인문융합 현황 분석

기술인문융합 현황은 크게 연도별 동향과 분야별 현황 관점에서 융합규모와 패턴을 분석한다. 분석내용은 Table 4와 같다. 연도별 동향에서는 융합규모 관점에서 각 니즈별로 연도별 등록특허건수를 분석한다. 또한 정규융합도의 개념을 활용하여 시간의 흐름에 따라 기술이 니즈를 충족시키는 패턴을 분석한다. 분야별 현황에서는 융합규모 관점에서 특정 기술이 특정 니즈를 만족시키는데 있어 기여하는 정도를 분석한다. 전체 니즈 고려 시 니즈를 만족시키는 정도(RP)가 큰 상위 5개의 기술을 기술인문융합의 핵심기술로 분류한다. 융합패턴 관점에서 RP값이 큰 IPC들을 대상으로 유사한 니즈를 만족시키는 기술들의 집합을 분석한다.

4. 연구결과

본 연구에서는 기술인문융합의 현황을 파악하기 위해 2000년~2014년에 미국 특허청(United States Patent and Trademark Office)에 등록된 특허를 대상으로 다음과 같은 분석을 수행하였다.

4.1 연도별 동향

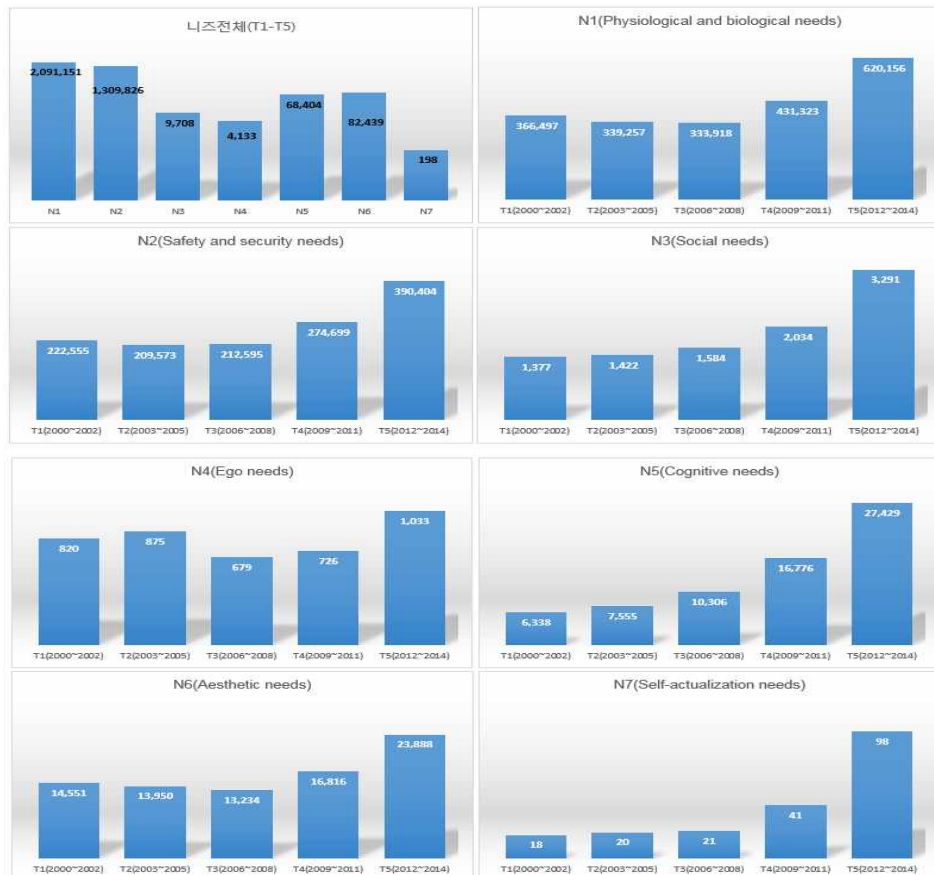
4.1.1 융합규모

각 니즈별 연도별 특허 건수는 Figure 4와 같다. N1(2,091,151건)과 N2(1,309,826건)의 특허 건수가 다른 니즈들에 비해 월등히 많았으며, N7(198건)의 특허 건수가 가장 적은 것으로 나타났다.

Table 4. Perspectives for trends analysis of technology-humanities convergence

관점		정의	
연도별 동향	융합 규모	분석목적 및 내용: 연도별 각 니즈의 등록특허 건수 분석 절대 융합도 $SC_i = \sum_{t=1}^n NP_{it}$	SC_i =니즈 i 관련 등록특허건수 ($i=1,2,\dots,7$) NP_{it} =시기 t 에 등록된 니즈 i 관련 등록특허건수 ($t=1,\dots,n$)
	융합 패턴	분석목적 및 내용: 시간의 흐름에 따라 기술이 니즈를 충족시키는 패턴 분석 정규 융합도 $y_{it} = \frac{x_{it} - Min_i}{Max_i - Min_i}$	y_{it} =시기 t 에 등록된 니즈 i 관련 등록특허건수 정규화 값 ($t=1,\dots,n$) x_{it} =시기 t 에 등록된 니즈 i 관련 등록특허건수 ($t=1,\dots,n$) Min_i =T($t=1,\dots,n$)의 니즈 i 관련 등록특허건수 중 최소값 Max_i =T($t=1,\dots,n$)의 니즈 i 관련 등록특허건수 중 최대값
분야별 현황	융합 규모	분석목적 및 내용: 특정 기술이 특정 니즈를 만족시키는데 있어 기여도 분석 전체 니즈 고려시 만족시키는 정도(RP)가 상위 5위인 기술 도출 절대 기여도 $RP_k = \sum_{t=1}^7 RP_{ik}$	RP_k =전체 등록특허건수 중 IPC k 에 해당하는 등록특허건수 비율 RP_{ki} =니즈 i 관련 전체 등록특허 중 IPC k 해당 등록특허건수 비율 NPI_{kit} =니즈 i 관련 전체 등록특허 중 IPC k 해당 등록특허건수
	융합 패턴	분석목적 및 내용: 유사한 니즈를 만족시키는 기술들의 집합 분석 IPC 별 정규기여도 데이터의 유사도에 따라 IPC의 클러스터링 수행 정규 기여도 $y_{ki} = \frac{x_{ki} - Min_i}{Max_i - Min_i}$	y_{ki} =니즈 i 관련 IPC k 등록특허 건수 정규화 값 x_{ki} =니즈 i 관련 IPC k 등록특허 건수 Min_i =니즈 i 관련 IPC k 등록특허 건수 최소값 Max_i =니즈 i 관련 IPC k 등록특허 건수 최대값

Figure 4. Number of patent by human needs



4.1.2 융합패턴

연도별 각 니즈(L2수준)의 등록특허 건수를 대상으로 군집분석을 수행한 결과는 Table 5와 같다. K-means 방법을 사용하였고, 계층적 분석 방법을 통해 군집을 개수를 3개로 설정하였다. 3개의 군집은 5개의 기간에서 뚜렷한 차이를 보인다. 군집2는 전 기간에 걸쳐 니즈가 높은 것으로 나타났다. 군집2에 묶인 니즈들을 보면 N1_1(air), N1_2(water), N2_2(security)등이 있다. 이를 통해 인간의 생리적 욕구와 안전에 대한 욕구는 인간의 삶을 유지하기 위한 필수적인 니즈로써, 기간에 상관없이 중요하게 인식되고 있음을 알 수 있다. 반면, 군집1에 묶인 니즈들을 보면, N7_1(personal growth), N6_1(aesthetic), N4_1(fame)등이 된 것을 볼 때, 군집1과 같은 결과는 인간 삶에 있어 중요한 니즈로 인식되는 정도와 그 니즈가 기술혁신에 반영되는 정도에는 차이가 있음을 짐작할 수 있다.

Table 5. Result of K-means clustering

	군집		
	1	2	3
T1	0.028	0.988	0.367
T2	0.029	0.973	0.370
T3	0.030	0.930	0.380
T4	0.033	0.907	0.400
T5	0.039	0.903	0.435

4.2 분야별 현황

4.2.1 융합규모

핵심기술을 도출한 결과는 Table 6과 같다. 핵심IPC로 분류된 A61(99.98%), C12(90.86%), C07(88.24%), G06(72.49%), H04(71.24%)는 N1과 N2를 충족시키기 위해 주로 활용되고 있음을 알 수 있다. IPC 분류기준에 따라 매칭해본 핵심기술 분야는 Table 7과 같다. 핵심기술의 하위 범주를 살펴보면, **A61**은 진단·수술·물리적 요장치·환자용설비·살균장치·치료효과·화장품, **C07**은 유기화학 및 펩티드, C12는 발효와 유전자 공학을 포괄하는 기술분야이다. 따라서 A61, C07, C12는 **N1의 범주 안에서** 인간이 웰빙(맛있게 먹고, 예쁘게 꾸미고, 건강한 삶을 사는 것)할 수 있도록 하는 데 필수적인 기술들로 볼 수 있다. 반면 전기통신기술, 비밀통신, 무선통신 분야와 밀접한 H04와, 디지털 컴퓨터·데이터의 입출력 시스템과 관련된 G06은 인간의 삶에서 육체적 정신적 안전·안정을 유지할 수 있도록 하는 기술들로 볼 수 있다.

Table 6. List of core IPC

니즈	핵심기술 후보 (전체니즈 IPC 특허건수 대비 각 니즈별 IPC 특허건수)	핵심IPC (RC top 5)
N1	C12(0.9048)	A61(99.98%) C12(90.86%) C07(88.24%) G06(72.49%) H04(71.24%)
	C07(0.8824)	
	A61(0.7137)	
N2	H04(0.6274)	
	G06(0.5989)	
	A61(0.2573)	
N3	H04(0.0074)	
	G06(0.0060)	
	A61(0.0021)	
N4	H04(0.00045)	
	C12(0.0038)	
	G06(0.0011)	
N5	G06(0.1008)	
	H04(0.730)	
	A61(0.0126)	
N6	B32(0.0739)	
	G06(0.0178)	
	A61(0.0141)	
N7	A63(0.0039)	
	G06(0.0003)	
	H04(0.002)	

Table 7. Definition of core technology

핵심기술 분야	정의
A61	위생학; 의학 또는 수의학
C12	생화학; 맥주; 미생물학; 유전자공학
C07	유기화학
G06	산술논리연산; 계산; 계수
H04	전기통신기술

4.2.2 융합패턴

K-means분석을 통해 RP값이 큰 IPC들을 대상으로 유사한 니즈를 만족시키는 기술들의 집합을 도출하였다. 3개의 군집으로 분류하였고, 1번 군집에는 A61과 C12, 2번째 군집에는 C07, 3번째 군집에는 G06과 H04가 분류되었다. 결과에 따라 같은 군집으로 묶인 A61과 C12, G06과 H04를 유사기술로 분류할 수 있다.

Table. Core IPC and needs satisfaction

니즈 유형	A1	C07	C12	G06	H04
N7_1 (personal growth)	8	0	0	12	0
N7_2 (personal development)	6	0	0	30	17
N7_3 (new experiences)	12	0	0	34	14
N6_1 (aesthetic)	5,585	0	0	3,645	435
N6_2 (beauty)	2,014	134	306	2,324	371
N5_1 (learning)	6,762	3,020	826	337,827	10,972
N4_1 (fame)	90	282	663	385	674
N3_1 (love)	803	728	957	1700	890
N3_2 (affection)	323	166	132	270	208
N3_3 (belongingness)	4	1	0	27	13
N2_1 (safety)	80,044	25,715	13,397	52,128	11,683

N2_2 (security)	58,100	0	0	148,764	82,647
N2_3 (free of fear)	18	3	1	5	0
N2_4 (privation)	6	1	4	12	3
N1_1 (air)	74,934	27,934	13,063	25,003	29,240
N1_2 (water)	127,509	1714	112,355	33,655	0
N1_3 (food)	40,107	25,270	26,234	9,869	0
N1_4 (drink)	3,473	596	614	1,969	134
N1_5 (shelter)	73	0	0	352	161
N1_6 (sleep)	18,704	4,533	345	12,275	10,470
N1_7 (warmth)	1,140	204	64	145	125
N1_8 (waste elimination)	29	4	6	2	0
N1_9 (sex)	9,559	7,208	6,749	1,312	266
N1_10 (health)	106,150	46,566	42,778	27,947	1,771
N1_11 (fitness)	1,592	755	1,423	3,198	266

6. 결론

본 연구는 특허 키워드 분석을 통해 기술인문융합의 현황을 분석하고자 하였다. 분석에 앞서, 아직 독립적인 학문영역이 구축되지 않은 기술인문융합에 대한 이해를 돕기 위해 기술인문융합을 ‘인간의 니즈를 만족시키기 위한 기술개발’ 정의하였다. 기술인문융합의 현황분석을 위해 매슬로우의 욕구이론을 바탕으로 인간의 니즈를 8가지 유형과 관련 키워드를 정의하고 이를 활용한 특허 키워드 분석을 통해 기술인문융합의 연도별 동향 및 분야별 현황을 분석하였다.

본 연구는 다음과 같은 기여점을 갖는다. 먼저 학문적인 관점에서 융합연구의 범주를 넓힘으로써 융합영역에 새로운 발전가능성을 상기시키고자 하였다. 또한 기술인문융합을 직접적으로 정의하고 현황을 분석함으로써, 기술인문융합이 독립적인 연구분야로 거듭날 수 있는 계기를 마련하였다. 다음으로 방법론적 관점에서 기술인문융합 현황에 대한 정량적인 분석을 시도함으로써 기술혁신의 진화해 나아가야 할 방향성에 대한 신뢰도를 높이고자 하였다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 갖는다. 먼저, 키워드 선정 및 특허검색 과정에서 몇 가지 미흡한 점이 있다. 첫째, 니즈 유형별 키워드를 추가할 필요가 있다. N1의 키워드가 11개인 경우를 제외하면, 나머지 니즈 유형별 키워드는 1개~4개 수준이다. 본 연구에서 활용된 키워드는 매슬로우의 욕구이론을 만들 참고한 것으로 더욱 다양한 키워드를 정의할 필요가 있다. 이를 위해 추후연구에서는 기존의 키워드를 통해 검색된 특허들을 대상으로 텍스트 마이닝 분석을 수행하여, 각 니즈별 관련키워드를 보충할 것이다. 둘째, 더욱 정확한 특허 검색을 위한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구에서는 검색식을 통해 최대한 인간니즈와 관련된 특허를 검색하고자 하였다. 하지만 이러한 방법은 문맥상의 의미차이를 구

분하기에는 한계가 있다. 본 연구는 다량의 데이터를 분석하여 기술인문융합의 전반적인 현황을 보고자 하였기 때문에, 특허검색 과정에서 일부 의도치 않은 의미의 특허가 포함되어 있다 하더라도 크게 문제가 되지 않을 것으로 판단하였다. 하지만 더욱 정확한 분석을 위해서는 검색의 정확도를 높일 필요가 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 기존의 키워드를 통해 검색된 특허들을 대상으로 SAO분석을 수행하여 인간니즈 관점에서 함께 쓰이는 주어·동사·목적어를 키워드로 활용할 수 있을 것이다.

또한 융합패턴 분석에 있어서, 본 연구에서 수행한 군집분석은 어떤 니즈들이 함께 묶이는지를 개략적으로 볼 수 있었지만, 시간 흐름에 따른 구체적인 패턴을 파악하기에는 한 어려움이 있다. 따라서 추후 연구에서는 DTW(Dynamic Time Warping) 기법을 활용해 기술인문융합의 패턴을 더욱 세부적으로 제시하고자 한다.

참고문헌

- Ahn, Y. S. (2010), A Study on the advanced planning process of the basic convergence research and development in the perspectives of national technology strategy : Based on the practice Analysis of EU, Japan, US, *Journal of Asia-Europe Research*, 7(1), 25-45.
- Elgazzar, K., Aboelfotoh, M., Martin, P., and Hassanein, H. S. (2012), Ubiquitous Health Monitoring Using Mobile Web Services, *Procedia Computer Science*, 10, 332-339.
- Heo, T., Yoo, Y., and Kim Y. (2007), A study on market expansion strategy via two-stage customer pre-segmentation based on customer innovativeness and value orientation, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 10(1), 73-97.
- Hong, E. S. and Shin, H. Y. (2011), A study on ethical consumption behaviors of college students: Classification and Analysis according to the ethical consumption Behaviors, *Korean Journal of Human Ecology*, 20(4), 801-817.
- Hong, L. Y. and Lee J. S. (2013), Analysis of the influence of texture and color on building exterior materials on sensibility, *Korean Society of Color Studies*, 27(2), 51-60.
- Hyun, J. H. and Kim, H. J. (2008), Reorganization plan for industrial technology innovation structure by technology convergence, Korea Evaluation Institute of Industrial Technology, Policy issue 08-06.
- Jeong, K. C. (2007), Implementation Strategies for Future Ubiquitous Cities Based on u-City Service Model, *Entrue Journal of Information*

- Technology*, 6(1), 81-100.
- Kim, B. and Kim Y. (2011), A study on emotional interface design based on each smart-phone application category, *Korean DesignKonwledge Journal*, 20, 181-192.
- Kim, H. and Kim, M. (1997), A study on the structure of customer needs in products, *Korean Society of Color Studies*, 381-386.
- Kim, J. and Lee S. (2014), Issues and Efforts for Technology-Humanities Convergence : Empirical Analysis of Korean SMEs, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 40(5), 451-461.
- Kim, K. and Jung, J.-Y. (2013), A Typology of Industry Convergences Based on Sources for Convergence Industries and Analysis of Critical Success Factors, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 39(3), 204-211.
- Kondo, Y. (2001), Customer satisfaction: How can I measure it?, *Total Quality Management*, 12(7), 867-872.
- Korea Institute of Design Promotion (2014), Read the design process_case studies of international design consulting company, Report on the design strategy 2013/2014.
- Korean Institute for Industrial Economic and Trade (2009), Problems of technology convergence in Korea and policy implications, *e-KiET*, 446.
- Lee, K. A. and Nah K. (2013), A study on the service design process based on emotion-experience, *Journal of Digital Design*, 13(1), 415-426.
- National Science and Technology Commission (2008), *Plans of national convergence technology development (2009~2013)*.
- Resenberg, N. (1963), Technological change in the machine tool industry, 1840~1910, *The Journal of Economic History*, 23(4), 414-443.

차량 내 정보 디스플레이의 시각적 복잡도 측정 모형 개발에 관한 연구

Development of a model for measuring visual complexity of in-vehicle information display

황보환, 지용구

연세대학교 정보산업공학과

hwan976@yonsei.ac.kr, yongguji@yonsei.ac.kr

Abstract

In the recent years, advanced intelligent vehicle technology provides the variety of in-vehicle information to drivers. Due to increased amount of information, in-vehicle complexity was also increased. With the aim of resolving this complexity issue, the present study attempt to examine the relationships between the design elements of in-vehicle information and the perceived visual complexity (PVC). The visual complexity of in-vehicle information display is measured based on three dimensions of PVC—quantity, variety, and relation. Based on the proposed measurement framework, we establish a statistical model for quantifying the PVC of in-vehicle instrument cluster. The results of the study not only support the existing understanding of cluster design but also demonstrate the strong association between the property of each design component and the PVC level of the instrument cluster. These findings are expected to be useful in that they would provide valuable information to practitioners about the design considerations for in-vehicle instrument clusters.

1. Introduction

정보통신 기술의 고도화 경향에 따라, 차량-IT 산업간의 융합이 가속화되는 추세에 있다. 텔레매틱스를 비롯한 차량 내 정보시스템(In-vehicle Information System; IVIS)과 운전자 보조 시스템(Advanced Driver Assistance System; ADAS)의 도입과 보급에 따라 운전자의 행동과 주행의 맥락에 여러 변화가 일어났다[1]. 차량 내에서 운전자가 수행하는 과업의 종류 또한 다양해지고 복잡해졌으며, 차량과 운전자 간의 관계 또한 운전자의 일방적인 제어가 아닌 차량

과 운전자간의 지속적인 상호작용을 강화하는 방향으로 변화하고 있다. 이러한 변화는 전체적인 관점에서 운전자의 주행 편의성과 경험, 안전성을 향상시킨 것으로 받아들여지고 있으나, 한편에선 지나치게 과도한 정보로 인해 발생하는 주행 중 주의분산 및 정보 과부하에 대한 우려가 존재한다[2,3].

운전자의 사소한 부주의나 실수가 치명적인 사고로 이어질 수 있는 주행 환경의 특성 상, 주행 중 정보시스템이나 통신기기의 사용, 정보량의 수준 및 작업 부하가 운전자의 인지적, 신체적 수행 능력에 미치는 영향에 대한 연구가 여러 분야에 걸쳐 이루어졌다[4,5]. 그러나 대부분의 연구가 주행 중의 과업 수행도(driving performance)를 중심으로 이루어져 왔으며, 차량 내의 정보 시스템에 대한 평가는 한정적으로 수행되었다. 특히, 정보 디스플레이는 주행에 가장 중요한 시각 정보처리와 밀접하게 연관되어 있는 장치임에도 불구하고, 종합적 관점에서의 평가 또는 정량적 지표와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 또한, 대부분의 연구가 사용 편의성과 같은 추상적인 지표에 의존하고 있어 실제 설계 단계에서의 적용이 용이하지 않은 문제가 있다.

이에 본 연구에서는 점차 복잡해지는 인간-기계 상호작용 환경에서의 정보 설계 및 평가에 관한 이슈를 다루기 위해 복잡도(complexity) 개념을 도입하고자 하였다. 복잡도는 일반적으로 특정 계(system)를 구성하는 요소들과 그 관계로 인해 해당 시스템을 이해하기 어려운 정도를 의미한다. 학술적인 측면에서, 복잡도의 정의는 분야와 학자들에 따라 서로 다르며, 일반적으로 합의된 정의 또한 존재하지 않는다[6]. 과거의 복잡도 연구는 주로 물리학, 생물학 및 사회학 등에서의 거시적인 시스템을 연

구하기 위해, 또는 소프트웨어나 계산 공학, 생산 및 물류 연구분야 등에서 시스템이나 문제 해결의 구조적 복잡성을 분석하기 위해 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 개인용 정보통신 기기의 발전과 정보통신 기술의 융합 경향으로 인해 개인적 정보 공간(personal information space)의 복잡성이 크게 증가함에 따라 웹 사이트와 사용자 인터페이스 분야 등 보다 개인적이고 미시적인 영역에서의 적용이 시도되는 추세이다[7,8].

본 연구에서는 복잡도 개념을 적용하여 차량의 정보 디스플레이를 분석하는 것을 목적으로 한다. 복잡성과 관련된 여러 개념 중 정보 디스플레이의 시각적 복잡도(visual complexity)를 중심으로 연구를 진행하였다. 선행 연구에 대한 고찰을 통해 복잡도의 근본적 정의를 기반으로 시각적 복잡도를 재 정의하였으며, 시각적 복잡도를 측정하기 위한 지표체계를 제시하였다. 사용자 평가 데이터를 기반으로 제시된 지표 체계와 지각된 시각적 복잡도(perceived visual complexity)간의 통계적 관계를 규명하였으며, 기존의 복잡도 측정 지표와의 비교 분석을 통해 개발된 모형의 타당성과 예측력을 검증하고자 하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 복잡도 및 시각 복잡도에 대한 선행 연구 분석을 통해 시각적 복잡도를 정의하기 위한 근본 개념을 고찰하고, 측정 지표 수집을 위한 이론적 기반을 수립한다. 3장에서는 이를 토대로 차량 정보디스플레이의 복잡도 측정을 위한 측정 모형을 제시하며, 4장에서는 사용자 평가 실험을 기반으로 한 통계적 관계 분석 및 복잡도 측정 결과, 그리고 기존 지표와의 비교 분석에 관해 기술한다. 5장에서는 본 연구의 결론 및 추후 연구 방향에 대해 논의하고자 한다.

2. Literature Review

서론에 언급한 바와 같이, 복잡도는 그 분야와 연구 목적에 따라 다양한 형태로 정의되어 왔으며, 아직까지 합의된 일반적 정의가 존재하지 않는 개념이다[6]. Edmonds(1995)는 복잡성의 이러한 특징을 지적하며, 복잡성과 관련된 5가지의 개념적인 기반으로 크기, 무지(ignorance), 최소 기술 크기(minimum description size), 다양성, 그리고 질서/무질서를 반영해야 함을 주장하였다[9]. Heylighen(1997)은 복잡성에 대한 구조적이고 다차원적인 속성을 보다 강조하며 복잡성을 구조적 복잡도(structural

complexity)와 기능적 복잡도(functional complexity)로 분류하였으며, 복잡성을 유발하는 주요한 두 가지의 기제로 차별화(differentiation)와 통합(integration)이 있음을 주장한 바 있다. 그에 따르면, 구조적 복잡도는 시간에 따른 시스템의 총체적 변화를 포함하는 개념으로 거시적 시스템 분석을 위해 주로 적용되어 온 반면, 기능적 복잡도는 공간적으로 일정하고 단일한 시스템의 분석에 적합한 개념으로 볼 수 있다[10].

Henneman과 Rouse(1986)은 그보다 앞서, 심리학과 인간-기계간 상호작용(human-machine interaction; HMI) 분야에서 복잡도를 적용하기 위해 행동적 복잡도(behavioral complexity) 개념을 제시한 바 있다[11]. 이는 기존에 소프트웨어 공학 및 컴퓨터과학 분야에서의 복잡도 개념이 시스템의 작동 원리 및 문제의 구조적 측면에 집중하는 것과 달리, HMI환경에서의 복잡도는 해당 시스템과의 상호작용, 즉 사용자의 인지적 측면을 포함해야 한다는 것을 의미한다. 해당 연구에서는 이러한 행동적 복잡도를 지각적 복잡도(perceptual complexity)와 문제 해결 복잡도(problem solving complexity)로 나누었는데, 이는 인간의 정보처리 과정의 특성을 반영한 접근으로 볼 수 있다.

본 연구의 중심 개념인 시각 복잡도는 지각적 복잡도 분야의 대표적인 연구 영역에 해당하며, Heaps and Handel(1999)는 시각적 복잡도를 “이미지에 대한 언어적 기술의 어려운 정도”로 정의한 바 있다[12]. 시각 복잡도에 대한 연구는 장면(scene)을 구성하는 객체와 질감, 색상 및 맥락과 인간의 시각적 정보 처리간의 관계를 규명하기 위해 주로 수행되었다. 초기에는 단일 개체의 패턴과 텍스처의 복잡성 연구가 주로 수행된 반면, 최근에는 장면을 구성하는 개체들을 종합적으로 고려하려는 시도가 주를 이루며, 개체들의 개별적인 특성과 함께 대칭성과 규칙성, 조직화 원리 등의 구조적 측면을 보다 적극적으로 고려하는 추세이다[13,14].

심리학 및 시각 이미지 분야의 기초 연구들을 통해 시각 복잡도가 인간의 시각 이미지 인지와 그 이후의 정서 및 태도 형성에 있어서도 중요한 역할을 수행한다는 사실이 알려짐에 따라, 다양한 영역에서 시각 복잡도와 인간의 시각 과업 수행 간의 관계를 규명하기 위한 시도가 이루어졌다[8]. Lindgard(2006)에 따르면, 상호작용형 시스템에 대한 사용자의 초기 지각을 통해 형성된 인상이 이후 상호작용 과정에 전반적인 영향을 미치는 것으로 나타난 바 있다[15]. Tuch et al.(2012)은 웹 사이트의 시각적 복

잡도가 인간의 인지와 감성, 인상 표현, 자동화된 신경 반응, 과업 수행도, 기억 등에 다양한 형태로 영향을 미친다는 것을 보고한 바 있으며, 같은 맥락에서 Reinecke et al.(2013)은 웹사이트의 색채적 다양성과 시각적 복잡도를 통해 해당 사이트에 대한 사용자의 첫 인상을 예측할 수 있음을 주장하였다[7,8].

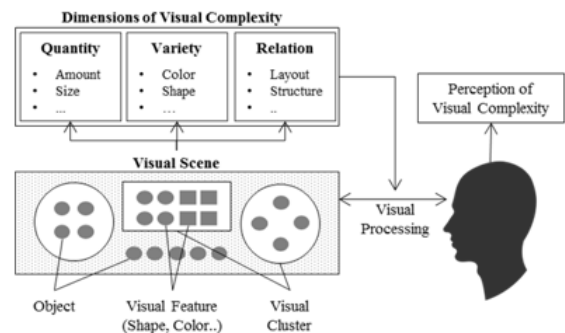
한편, 최근 인간과 컴퓨터의 상호작용(human computer interaction; HCI) 분야를 중심으로 웹사이트와 사용자 중심 설계, 대규모 시스템 제어와 같은 다양한 영역에 대한 복잡도의 측정과 관리가 중요한 이슈로 부각되었다. 이러한 연구는 시각 이미지의 복잡도 측정 방법을 비롯한 기존의 복잡도 측정 지표를 수집 및 응용하는 방식으로 수행되었는데, 이러한 과정에서 복잡도를 설명하는 개념적 틀의 필요성이 제기되었다[14]. 이는 Xing and Manning (2005)의 연구에서 보다 구체화되었는데, 해당 연구자들은 복잡도의 다차원적인 속성으로 인해 기존의 단일 지표 위주의 측정 방법에는 한계가 있으며, 이를 반영하기 위해 복잡도를 구성하는 세 가지의 차원으로 양(Quantity)과 다양성(Variety), 관계성(Relation)을 제시하였다[16].

선행 연구에 대한 문헌 고찰을 통해, HMI 분야에서의 복잡도를 분류하고 정의하기 위한 이론적 기반을 수립하였다. 기존의 복잡도 연구에 따르면, 본 연구에서의 복잡도는 개념적인 차원에서 기능적인 복잡도로 분류될 수 있으며, 관계적 차원에서는 행동적 복잡도에 해당하는 개념으로 볼 수 있다. 개념적 분류체계에 기반한 고찰과 선행 연구에서의 복잡도에 대한 정의를 토대로, 본 연구에서는 HMI에서의 복잡도를 “시스템을 구성하는 요소들과 인적 요인들의 특성, 그리고 해당 요인들간의 관계들로 인해 발생하는, 인간이 시스템을 이해하고 상호작용하기 어려운 정도”로 정의하였다.

3. Framework for Measuring Visual Complexity

2장에서 수행된 선행 연구 고찰과 HMI 관점에서의 복잡도에 대한 정의를 토대로, 시각적 복잡도를 측정하기 위한 개념적인 틀을 수립하였다. 본 연구에서는 Xing과 Manning(2005)의 연구에서 제시된 양과 다양성, 관계를 중심으로 측정 프레임워크를 구성하였으며, 이를 시각적 정보 디스플레이에 적용하기 위한 분석단위와 측정치, 그리고 작업자와 시스템간의 관계를 포괄적으로 고려하였다. 본 연구에서 제안된 측정 모형의 개념적인 다이어그램은

[그림 1]과 같다.



[그림 1] 디스플레이와 시각복잡도 간의 개념적 관계

본 연구에서는 시각 디스플레이를 하나의 시각적 장면(visual scene)으로 대치하였으며, 분석의 단위로 개체, 특성, 군집의 세 가지를 선정하였다. 시각적 개체(visual object)는 형태를 가지고 시각 정보 디스플레이를 구성하는 최소의 정보 단위를 의미하며, 시각적 특성(visual feature)은 특정 개체를 다른 개체와 구분 짓는 시각적 특징(형태, 색상 등)으로 정의하였다. 또한, 정보 디스플레이의 특성 상 특정 정보의 의미를 전달하기 위해 여러 개체들로 구성된 정보 집단들이 존재하는데, 이를 시각적 군집(visual cluster)으로 정의하였다. 이에 따르면, 시각적 장면은 개체, 특성, 군집들의 다양한 조합에 의해 구성되며, 이는 복잡도의 차원에서 서로 다른 수준의 양, 다양성, 관계적 차원에서의 복잡도를 형성하게 되는 것으로 볼 수 있다.

개념적 분석 모형에 기반하여, 본 연구에서는 복잡도를 구성하는 3가지의 차원에 대해, 지각된 시각적 복잡도에 영향을 이칠 것으로 예상되는 10가지의 변수를 선별하였다.

먼저, 양(Quantity)적인 차원은 여러 연구자들에 의해 복잡성의 기본 원리로 언급된 개념으로, 본 연구에서는 시스템 상에 존재하는 정보 요소(basic information element)의 개수와 관련이 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 양적 요인으로 시각적 디스플레이를 구성하는 개체들의 개수와 관련된 지표를 주로 선별하였다. 기존 연구에서는 크기(Size) 또한 양적인 부분과 연관된 주요 지표로 언급된 바 있었으나, 차량 내 정보 디스플레이의 경우, 상대적으로 시각적 개체의 크기가 일정한 편이며 전체적인 시각적 정보 공간의 크기 또한 일정한 수준이기 때문에 본 연구의 범위에서 제외하였다. 이를 토대로, 양적인 차원에서의 복잡성 영향 지표로는

문자 정보량의 수준(amount of alphanumeric information; AAI)과 기호 정보량의 수준(amount of iconic information; AII), 그리고 보조 정보량 수준(amount of supplemental information)을 선별하였다. 문자 정보량은 디스플레이 내에 존재하는 문자 또는 숫자의 개수를 의미하며, 기호 정보량은 아이콘을 비롯한 심볼 형태로 표시된 정보의 개수를 의미한다. 마지막으로 보조 정보량 수준은 문자나 숫자는 아니지만, 다른 정보를 강조하거나 정보 인지를 돕기 위한 보조적 시각 개체들을 의미하며, 시각적 장면 내의 개수를 통해 측정하였다.

다양성(Variety)의 차원에서는 색채와 형상적 다양성을 중심으로 접근하였다. 복잡도는 시스템을 구성하는 개체들의 이질성(heterogeneity)의 수준에 비례하여 증가하는 경향이 있다. 시각적 측면에서, 색채와 형상은 특정 개체를 다른 개체와 구별 짓는 가장 큰 요인으로 볼 수 있다. 본 연구에서의 색채적 다양성은 지각된 다채로움(level of perceived colorfulness; LPC)을 통해 측정하였으며, 형상적 측면의 다양성은 시각 군집을 구성하는 형상의 종류(total number of distinctive shapes; TNDS)와, 사용된 전체 형상의 개수와 사용된 형상 종류의 비율(ratio of distinctive shapes; RDS)을 통해 측정하였다.

<표 1> 시각 복잡도 측정 변수

Variables	Description
AAI	Total number of alphanumeric characters in a display
AII	Number of visual objects in a display represented by iconic and symbolic forms
ASI	Total number of supplemental visual objects in a display
RDS	Ratio of number of distinct shapes to total number of used shapes for clustering visual information
TNDS	Total number of distinct shapes in a display
LPC	Perceived level of colorfulness on the basis of color, hue, saturation, gradation, etc.
LVS	Total number of visual clusters in a display
RODA	Proportion of occupied area by a visual object in the total visual cluster area
LPS	Degree of subjective feeling that the visual display was symmetrically organized horizontally/vertically
DOI	Degree of unequal distribution of visual objects in a display

마지막으로, 관계성(Relation)의 측면에서는 보다 구조적인 차원의 지표를 주로 선정하였다. 시각적인 차원에서의 관계성은 주로 정보의 그룹화와 배치, 조직화와 관련되어 있다. 본 연구에서는 관계성과 관련하여 정보들의 시각적 집 단화 수준(level of visual segmentation; LVS), 개체와 시각 군집의 비율(ratio of object-division area; RODA), 전체적인 시각적 장면의 대칭 수준(level of perceived symmetry; LPS), 그리고 각 군 집 별 배치된 정보의 불균형한 정도(degree of imbalance; DOI)를 보고자 하였다. LVS의 경우에는 시각 군집의 개수로 측정하였으며, RODA는 전체 시각 군집 영역 대비 시각 개체 영역의 비율로 측정하였다. 대칭 수준(LPS)은 시각적 디스플레이에 대한 수직적/수평적 대칭 정도에 대한 설문을 통해 측정하였으며, 각 시각 군집 별 개체수의 표준편차로 DOI를 측정하였다. 수집된 변수의 목록과 간략한 설명은 <표 1>과 같다.

4. Case Study: In-vehicle Instrument Cluster

제안된 변수들과 시각적 복잡도 간의 연관관 계를 규명하고, 모형의 타당성과 예측력 검정 을 위해 차량 내 정보 디스플레이 중 대시보드 영역을 대상으로 본 모형을 적용하여 복잡도를 분석하였다.

4.1. Stimuli and data gathering

시각적 복잡도는 시스템과의 직접적인 상호 작용이 아닌, 시각적 장면에 대한 초기 지각과 연관된 개념이다. 따라서 본 연구에서는 차량 용 대시보드의 시각 이미지를 대상으로 시각적 복잡도를 측정하였다. 이를 위해 온라인으로 총 56가지의 차량용 대시보드 이미지를 수집하 였으며, 이미지가 왜곡되거나 차량용 대시보드 의 기능적 성격과 맞지 않는 이미지를 제외하 고 총 29가지의 이미지를 최종적으로 선정하였 다. 모든 이미지는 동일한 픽셀(928 x 354)의 JPEG 형태로 변환하였다.

29가지의 각 이미지에 대해, 3장에서 정의된 측정 변수들을 계산하였으며, 2가지의 주관적 평가 지표(LPC, LPS)와 지각된 시각적 복잡도 수준(Perceived Visual Complexity)의 측정을 위해 주관적 평가 세션을 별도로 수행하였다. 주관 적 평가는 총 54명을 대상으로 수행되었으며, 운전면허를 가지고 주기적으로 차량을 운전하 는 사람들로 선발하였다. 2가지의 주관적 평가

지표 중 지각된 다채로움(LPC)은 Hasler와 Suesstrunk(2003)의 연구에서 사용된 1문항 질문을 활용하였으며, 지각된 대칭 수준(LPS)의 경우 기존의 시각 패턴 및 이미지의 대칭성 관련 연구에서 활용된 질문을 이용하여 측정하였다[17,18]. 평가자들은 모니터 상에 임의의 순서로 제시되는 29가지의 이미지에 대해 지각된 시각적 복잡도와 다채로움, 대칭 수준을 평가하였으며 모든 질문은 7점 척도의 리커트 스케일을 적용하여 진행하였다.

4.2. Results and discussion

지각된 시각적 복잡도(PVC)와 독립변수간의 통계적 연관관계를 분석하고, 시각적 복잡도 예측 모형을 구성하기 위해 회귀분석을 수행한 결과는 <표 2>와 같다. 회귀 모형 수립 단계에서, 사용된 형상 종류의 개수(TNDS)와 대칭성(LPS) 변수의 경우, 타 변수들과의 중복적인 상관관계가 관찰되어, 다중공선성의 문제가 발생할 수 있어 모형 수립 단계에서 제외하였다. 또한, 보조 정보량 수준(ASI)의 경우 종속변수인 PVC에 대해 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나 제외하였다.

수립된 회귀모형은 통계적으로 유의하였으며($p < 0.001$), adjusted R-square의 값은 0.447로 수집된 데이터 분산의 44.7%가량을 설명하는 것으로 나타났다. <표 2>의 통계량을 분석한 결과, 모형에 포함된 모든 변수가 유의한 것으로 나타났다. 또한, 다중공선성 문제의 진단을 위해 공차(tolerance)와 분산팽창계수(VIF)를 확인한 결과, 모든 변수에 대한 공차값이 0.1 미만이며, 10 이상의 분산팽창계수가 관측된 변수 또한 존재하지 않았으며, 모형의 고유값 또한 0.01 이상으로 나타났기 때문에 다중공선성이 존재하지 않는 것으로 판단하였다.

<표 2> 회귀분석 결과

DV	B	SE B	B	p
(Constant)	-1.357	.198		.000
AAI	.006	.001	.087	.000
AII	.033	.004	.200	.000
RDS	1.544	.204	.177	.000
LPC	.691	.044	.373	.000
LVS	.101	.014	.197	.000
RODA	.555	.273	.055	.043
DOI	-.085	.010	-.196	.000

<표 2>의 변수별 통계량을 토대로 각 변수들간의 관계와 영향력을 복잡도의 세 가지 관점에서 살펴보면, 우선 양(quantity)적 복잡도와 관계된 지표 중에서는 문자 정보량(AAI)과 기호 정보량(AII)이 예측변인으로 관측되었다. 표준화된 베타 계수를 통해 상대적으로 기호 정보량이 더 많은 영향을 미침을 알 수 있다. 이는 기호 정보의 경우 특정한 의미를 표상하기 위해 문자와 여러 시각적 개체들을 복합적으로 사용하며, 시인성을 위해 시각적 신호(cue)들이 더 많이 사용되었기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

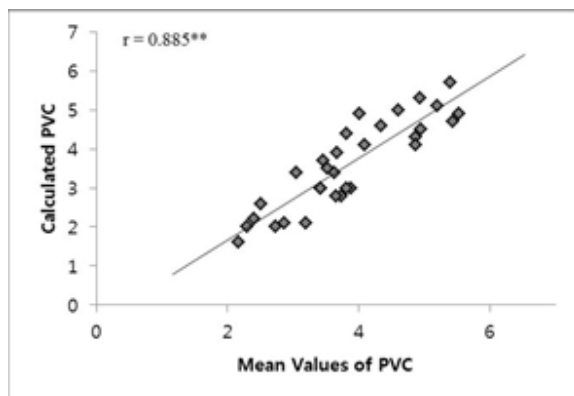
다양성(Variety)의 차원에서는 다채로움(LPC)과, 형상적 다양성 비율(RDS)이 PVC의 예측요인으로 나타났으며, 색채적 다양성이 형상적 다양성에 비해 강한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 흥미로운 부분은, RDS의 경우 비율 지표로, 1에 가까울수록 형상적 일치성이 높으며 0에 가까울수록 형상적 다양성이 높은 지표임에도 불구하고, PVC와 정적 연관이 있는 것으로 나타났다. 이는 참가자들이 다양한 형상을 활용해 디스플레이를 군집화한 경우 오히려 복잡성을 낮게 인지하였다는 의미로, 지각적 복잡도의 특성에 따르면, 인간 관측자는 완전히 복잡한 상태 보다는 중간 수준의 복잡도를 더 복잡한 것으로 지각한다는 기존의 주장을 지지하는 결과로 해석할 수 있다[11]. 다만, 본 연구에서는 각 변수들의 개별적인 효과를 규명하기 보다는 상대적 영향력을 비교하고 통합적인 예측 모형을 수립하는 것에 초점을 맞추었기에, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

관계성의 차원에서, 군집화 수준(LVS)과 개체-군집 비율(RODA), 불균형성(DOI)이 모두 유의미한 변인으로 관측되었다. 군집화 수준의 경우, 군집의 개수가 더 많은 디스플레이가 더 높은 복잡도를 갖는 것으로 나타났는데, 이는 절대적 정보량과의 상호작용 효과가 의심되는 부분으로, 추가적인 연구가 필요하다. RODA의 경우 상대적 영향력이 매우 낮은 것으로 나타났다. DOI 지표의 경우, 시각 디스플레이의 정보가 불균등하게 분포될수록 복잡도는 오히려 낮아지는 것으로 나타났는데, 이는 다양성 부분의 RDS 변인과 같은 맥락에서 해석될 수 있으며 한편으로는 불균등한 정보 분포로 인해 디스플레이 상의 여유 공간이 상대적으로 많아진 것으로 지각되었을 수 있다. 전반적으로, 관계성 차원의 경우 지표들의 유의미성은 확인되었지만 해석적인 측면에서 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단된다. 혹은 관계성의 경우 본 연구에서 가정한 PVC와의 직접적인 연관관계

가 아닌, 양적 요인 및 다양성 요인과의 상호 작용을 통해 PVC에 영향을 미친다는 가정 또한 고려할 수 있을 것으로 해석된다.

4.3. Model validation

수립된 모형의 전반적인 타당성과 예측력을 검증하기 위해, 추가적인 이미지를 대상으로 재 분석을 실시하였다. 모델 수립 단계와 동일한 조건으로 추출된 31가지의 표본 이미지에 대해, 앞서 산출된 회귀 계수로 구성된 예측 모형을 적용한 결과는 [그림 2]와 같으며, 지각된 시각적 복잡도와 강한 상관관계가 관측되었다 ($r=0.885$, $p<0.001$). 반면, 기존의 연구에서 시각 복잡도의 강한 예측지표로 언급된 JPEG 파일 사이즈를 통해 계산한 복잡도의 경우에는, 실제 PVC와의 관계가 없는 것으로 나타났다 ($r = 0.278$, n.s.). 이러한 결과는, 지각된 시각 복잡도(PVC)는 기존의 이미지 처리 등의 분야에서 사용된 computer vision 중심의 계산적 시각 복잡도와는 다른 맥락에서 형성되는 것을 의미하며, HMI에서의 복잡도를 연구하기 위한 새로운 접근 방식의 유의미함과 필요성을 시사하는 결과로 볼 수 있다.



[그림 2] PVC 측정값과 실제 PVC간 산점도 분석 결과

5. Conclusion

본 연구에서는, 차량 내 시각 디스플레이의 시각적 복잡도를 분석하기 위해 시각 정보 구성 요소와 구성 원리가 시각적 복잡도에 미치는 영향 관계를 규명하였다. 이를 위해 복잡도에 대한 근본적인 고찰을 기반으로 시각 복잡도 분석을 위한 측정 프레임워크를 수행하였으며, 차량 내 정보 대시보드를 대상으로 해당 모형의 유의성과 예측력, 그리고 정보 구성 요

소와 시각적 복잡도 간의 통계적 연관 관계를 규명하였다. 연구 결과를 토대로 HMI의 맥락에서 복잡도를 분석하기 위한 정의와 이론적 기반을 수립하였으며, 복잡도를 구성하는 핵심적인 세 가지의 구성 요소와 기존의 주요 시각 복잡도 측정 지표간의 개념적 연관성을 수립하였다. 아울러, 수립된 통계 모형에 대한 분석 결과를 토대로 향후 추가적인 연구의 가능성을 모색하였다. 본 연구에서는 탐색적 모형 수립을 위해 독립 변수와 종속변수 간의 선형적 관계를 가정하였으나, 일부 변수들의 결과를 통해 볼 때 이는 재 검토되어야 할 필요성이 있다. 또한 후속 연구에서는 보다 다양한 통계적 기법을 적용하거나, 주행 맥락을 반영하기 위한 실험 설계와 연동하는 등의 다양한 접근법을 응용할 수 있을 것으로 보인다.

차량과 IT 산업간의 경계가 점차 모호해지는 오늘날의 추세를 고려할 때, 차량 내의 정보 환경은 앞으로 더욱 고도화되고 복잡해질 것으로 전망되고 있다. 이러한 상황에서 본 연구는 차량-IT 산업간 융합 과정에서 발생하는 문제에 대해 복잡성이라는 새로운 개념을 중심으로 접근하였고, 그 이론적 기반을 제시했다는 측면에서 융합 연구로서의 학술적 의의가 있다. 또한, 정보 설계 요인들과 복잡도간의 영향 관계를 실증적으로 규명함으로써, 정보 설계 단계에서의 직접적인 적용이 가능하다는 측면에서 실용적 의의를 갖는다. 아울러, 윈드실드와 내비게이션 등 대시보드 이외의 정보 표시 영역에 대한 추가적인 연구를 통해 본 연구의 실효성과 적용성을 검증할 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No.2013R1A2A2A03014150)

References

- [1] Horrey, W. J., Wickens, C. D., & Consalus, K. P. (2006). Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 12(2), 67.
- [2] McGehee, D. V. (2001). New design guidelines aim to reduce driver distraction. *Human Factors and Ergonomics Society Bulletin*, 44(10), 1-3.
- [3] Wong, I. Y., Smith, S. S., & Sullivan, K. A. (2012).

The relationship between cognitive ability, insight and self-regulatory behaviors: Findings from the older driver population. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 316-321.

[4] Bellotti, F., De Gloria, A., Montanari, R., Dosio, N., & Morreale, D. (2005). COMUNICAR: designing a multimedia, context-aware human-machine interface for cars. *Cognition, Technology & Work*, 7(1), 36-45.

[5] Lee, J. D., Caven, B., Haake, S., & Brown, T. L. (2001). Speech-based interaction with in-vehicle computers: The effect of speech-based e-mail on drivers' attention to the roadway. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 43(4), 631-640.

[6] Alhadeff-Jones, M. (2008). Three generations of complexity theories: Nuances and ambiguities. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 66-82.

[7] Tuch, A. N., Presslauer, E. E., Stöcklin, M., Opwis, K., & Bargas-Avila, J. A. (2012). The role of visual complexity and prototypicality regarding first impression of websites: Working towards understanding aesthetic judgments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(11), 794-811.

[8] Reinecke, K., Yeh, T., Miratrix, L., Mardiko, R., Zhao, Y., Liu, J., & Gajos, K. Z. (2013, April). Predicting users' first impressions of website aesthetics with a quantification of perceived visual complexity and colorfulness. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2049-2058). ACM.

[9] Edmonds, B. (1995). What is Complexity?-The philosophy of complexity per se with application to some examples in evolution. *The evolution of complexity*.

[10] Heylighen, F. (1999). The growth of structural and functional complexity during evolution. *The evolution of complexity*, 17-44.

[11] Henneman, R. L., & Rouse, W. B. (1986). On measuring the complexity of monitoring and controlling large-scale systems. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 16(2), 193-207.

[12] Heaps, C., & Handel, S. (1999). Similarity and features of natural textures. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(2), 299.

[13] Palmer, S. E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology* (Vol. 1). Cambridge, MA: MIT press.

[14] Oliva, A. M., Shrestha, M. L., & Peeper, M. A. 2004 Identifying the perceptual dimensions of visual complexity of scenes. In *Proceedings of the 26th*

Annual Meeting of the Cognitive Science Society. Chicago August.

[15] Lindgaard, G., Fernandes, G., Dudek, C., & Brown, J. (2006). Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression!. *Behaviour & information technology*, 25(2), 115-126.

[16] Xing, J., & Manning, C. A. (2005). Complexity and automation displays of air traffic control: Literature review and analysis (No. DOT/FAA/AM-05/4). FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION OKLAHOMA CITY OK CIVIL AEROMEDICAL INST.

[17] Hasler, D., & Suesstrunk, S. E. (2003, June). Measuring colorfulness in natural images. In *Electronic Imaging 2003* (pp. 87-95). International Society for Optics and Photonics.

[18] Lederman, S. J., & Wing, A. M. (2003). Perceptual judgement, grasp point selection and object symmetry. *Experimental Brain Research*, 152(2), 156-165.