

Analyzing Factors Influencing the Introduction of Smart Factory : Focusing on Type of Manager and Firm age

Dasol Lee* · Jeman Boo** · Hunsik Jung***†

*Graduate School of Management, Hanyang University

**School of Business Administration, Hanyang University

***Department of Global Business Administration, Konyang University

스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인 분석 : 경영인 유형과 업력을 중심으로

이다솔* · 부제만** · 정헌식***†

*한양대학교 일반대학원 경영학과

**한양대학교 경영대학

***건양대학교 글로벌경영학과

In order to provide priorities of the factors affecting the introduction of Smart Factory, This study reconstructed the factors and calculated the priorities through AHP (Analytic Hierarchy Process). The first layer of the hierarchy have 4 factors; productivity increase, brand image improve, marketing improve, cost reduction. The second layer of the hierarchy have 3 factors belong to the first layer, so the total number of second layer is 12. We divided the characteristics of enterprises into type of manager and age. The C.R. (consistency ratio) values of the respondents were found to be less than 0.1 and were judged to be a 'reasonable test'. As a result, the weights of the higher layer and the lower layer were obtained respectively, and then the weights of the higher layer and the weights of the lower layer were multiplied to obtain the total weights. Unlike previous studies that only surveyed factors that companies consider when introducing smart factory, (1) weighing and prioritizing factors were achieved. There are differences in priorities, (2) smart factory can be studied with the type of manager and firm age. When establishing policies, it is a practical implication (3) to assess its strategy not only for government officials but also for executives.

Keywords : Smart Factory, Manufacturing Industry Analytic Hierarchy Process, AHP

1. 서 론

1.1 연구의 배경

전통적 제조강국인 독일, 미국, 일본은 저렴한 인건비,

무역장벽, 원료의 조달 등의 이유로 공장을 이전하고 중국이나 인도, 베트남에게 제조강국의 자리를 내주었다. 제조업 부진으로 일자리 부족, 내수시장 침체 등의 사회·경제적 불안요소가 증대하게 된다. 이에 전통 제조강국들은 신흥국을 견제하고 침체된 제조업을 살리고자 4차 산업혁명이 적용된 스마트팩토리를 통해 자국의 경쟁력을 확보하려 한다. 해외에 있던 공장을 다시 자국으로 이전하는 리쇼어링(Re-shoring)의 방법으로써 스마트팩토리의 성공적인 사례는

Received 29 May 2020; Finally Revised 21 June 2020;

Accepted 22 June 2020

† Corresponding Author : jhs3010@konyang.ac.kr

독일과 미국에 있다. 2016년 독일의 아디다스는 동남아에 있던 공장을 닫고 독일에 스피드팩토리(Speed Factory)를 세웠다. 단 10명의 인력으로 빅데이터(Big data)를 통해 고객의 요구에 맞춘 디자인-마케팅, 공급사슬의 전 과정에 ICT기술의 접목했다. 미국의 경우, GE사(General Electric)의 Industrial internet(산업 인터넷) 전략추진, 중소기업들의 리쇼어링(re-shoring)에 대한 인식변화로 인한 경제·사회적 반향을 일으켰다[28].

주요국들의 스마트팩토리 도입이 잇따르는 가운데, 한국의 경우 제조업비중이 부가가치(GDP)기준으로 상대적으로 높다[28]. 2017년 OECD 통계에 따르면 GDP 기준 제조업 비중이 독일 21.1%, 일본 20.7%, 미국 11.4%임에 반해, 한국은 27.6%로 제조업 의존도가 높다[20].

문제는 국내 제조업의 90%가 중소기업이라는 점이다[2]. 대기업 및 중견기업의 경우 전문 부서를 보유하고 관련 기술, 장비 기업의 M&A를 통한 역량 확충과 신축 공장의 시범적용으로 도입 리스크를 줄였다. 그러나 중소기업은 초기 인프라 구축에 어려움을 겪었으며, 스마트공장 지원사업을 통해 구축된 스마트팩토리의 수준을 분석한 결과, 76.4%가 기초단계에 머물렀다[2, 34].

1.2 연구의 목적

스마트팩토리는 세계 경제의 저성장 장기화에 따른 새로운 성장 패러다임이다. 전통적 제조 선진국의 위기 상황에서 지속적인 경쟁우위를 위한 대안으로 제시된다. 또한 소비자의 요구가 다양해져 다품종 소량생산으로의 전환과 인구 구조 변화로 생산인구 감소에 따른 제조업의 변화가 불가피함에 있어 스마트팩토리 도입은 필수이다. 이에 기업들은 4차 산업혁명을 대변하는 기술들을 받아들여 제조 혁신을 이루어야 한다.

한국도 스마트팩토리 도입에 노력하고 있으나 대기업과 달리 중소기업들은 제조 혁신에 대한 인식과 대응 수준이 매우 저조하다. 이러한 문제를 극복하기 위해 본 연구는 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 스마트팩토리 도입 우선순위를 도출하고자 한다. 따라서 다음과 같은 연구 목적을 갖는다. 첫째, 기업의 특성을 경영자 유형과 기업 업력으로 세분화하여 스마트팩토리에 대한 도입 우선순위를 AHP 방법으로 계량 분석한다. 둘째, 정책 수립 시 우선순위를 바탕으로 실효성 있는 정책을 추진한다. 셋째, 기업의 스마트팩토리 도입 시 본 연구의 우선순위를 참고하여 목표와 방향을 설정한다.

2. 이론적 배경

2.1 스마트팩토리의 개념과 현황

2011년부터 독일은 자국 전체의 산업과 제조업의 활성

화를 위한 정책 전략 중 하나로 'Industry 4.0'을 처음 사용하였다. 4차 산업혁명(Industry 4.0)은 다보스포럼을 통해 전 세계 정치, 경제, 사회, 문화에 본격 사용되기 시작하였으며 세계경제포럼(WEF)은 제4차 산업혁명이 도래하였다고 발표하였다[36].

스마트팩토리는 4차 산업혁명을 설명하는 키워드들인 사물인터넷(IoT), 5G, 빅데이터, 로봇, 인공지능(AI), 3D프린터 등을 통합한 결과물의 집합체이다. 스마트팩토리는 생산 및 가치 사슬(Value chain) 전 과정에 정보통신기술(ICT, Information Communication Technology)을 적용하여 제조의 전 과정이 디지털화, 자동화되고 모든 공정이 상호간 실시간 연동되는 생산체계가자 최소시간 및 비용으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 것이라고 정의한다[8, 25].

스마트팩토리를 과거의 공장자동화(factory automation)의 연장선으로 보기도 한다. 그러나 스마트팩토리는 생산 설비들의 수직적 통합과 고객의 요구에 맞춰 제조공정에 대한 가치 사슬의 수평적 통합으로 확장된다. 따라서 단순히 생산시설을 무인화 및 자동화하였을 뿐, 전체 공정이 유기적이지 않은 공장자동화와 차이가 있다[25].

스마트팩토리의 주요 특징은 (1)수직적 통합(vertical integration), (2)수평적 통합(horizontal integration) 그리고 (3)종단 간 기술 통합(end-to-end engineering integration)이다. 수직적으로는 ICT기술이 융합해 공장 내 장비 부품들이 서로 데이터를 교류하면서 최적의 생산 및 체계를 구축해 현장자동화, 제어자동화를 통해 해당 공정의 통합을 이룬다. 수평적으로는 설계, 개발, 유통, 물류, 판매 등 제품개발(R&D)부터 생산, 시장 수요 예측, 유통 및 서비스, 판매의 전체 가치 사슬이 하나의 공장처럼 통합한다. 가치 사슬의 모든 프로세스는 센서와 사물인터넷, 사이버물리 시스템(cyber physical system) 등과 접목되어, 데이터를 자유롭게 연계하여 다품종 복합 생산뿐만 아니라 고객 맞춤형 제품 생산도 가능한 생산체계를 구현하며 이는 총체적인 관점에서 전후공정 간 최적화를 이룬다[36].

세계 스마트팩토리의 시장규모 가치는 연평균 11.9%씩 성장하여 2023년에는 2,991억 달러에 이를 것으로 전망된다. 골드만삭스(Goldman Sachs)는 스마트팩토리 6대 핵심 기술(제품라이프사이클관리, 산업용인터넷, 협동로봇, 3D프린팅, 무인운반차, RFID,무선인식)의 시장규모가 2020년에 2,500억 달러에 이를 것으로 전망했다[5].

선진국들도 스마트팩토리 시장 선점을 위한 정책들을 수립하였다. 독일은 'Industry 4.0'을 시작으로 'Platform Industry 4.0'으로 확대했고, 미국은 산업인터넷컨소시엄(IIC)을 구성해 대기업 주도의 기술 개발 및 사업을 추진한다. 중국은 'Made in China 2025'를, 일본은 'Connected Industries'를 통해 제조업 혁신을 도모한다. 한국 역시 제조업의 성장 동력 강화를 위해 제조업과 IT 융합을 제조업

전반으로 확산하고자 ‘제조업혁신3.0’ 전략을 마련하였다[19, 26].

한국도 제조업의 경쟁력을 높이기 위해 2014년부터 ‘제조업혁신 3.0’ 전략을 마련하였다. 또한 중소기업의 보급·확산 사업을 적극 지원하는 산업 혁신운동 2단계 전략도 추진 중이다. 그러나 디지털 전환 기술 도입을 한 중소기업은 19.2%에 불과하며, 공정 자동화 수준에 머물러 있는 경우가 대다수이다[10]. 이에 급변하는 산업생태계의 적응 및 선도를 위해서는 기업들의 인식 재고와 정책적 지원을 통해 제조업의 경쟁력을 높여야 한다.

2.2 소유경영인과 전문경영인 연구

경영자는 기업활동상 수행되어야 할 여러 가지 업무를 계획·조직·조정·지휘하고 통제하는 등 기업 전반의 기능을 결정한다[23]. 경영자의 전략과 계획 결정은 장단기적으로 기업의 가치와 미래에 주요한 변화를 가져온다[14].

경영자의 유형은 크게 소유경영인(Owner manager)와 전문경영인(Professional manager, Expert manager, Chief Executive Officer)로 나뉜다. 소유경영인은 소유경영자와 혈연관계가 있는 경영자에게 소유경영체제를 유지하는 것이며 전문경영인 승계는 전문경영인에게 경영을 일임한다[16].

소유경영인과 전문경영인의 차이는 다음과 같다. 소유경영인은 다른 주주들에 비해 기업에 대한 정보우위를 가지며 이를 통해 적극적인 경영 참여의 이점이 있다[1, 9]. 반면 전문경영인은 개인의 역량은 물론, 경영과 관련된 전문지식에 대해 이미 인정받았으며, 소유경영인에 비해 상대적으로 산업특성에 적합한 지식, 경력 등이 고려되어 선발된다[24].

경영자는 기업 내부적으로 기업 유지와 발전, 종업원, 후계자 양성에 대한 책임뿐만 아니라, 대외적으로는 이해조정과 공해에 대한 책임을 부담한다[23]. 경영자의 역할이 중요함에 따라, 경영자의 유형이 경영성과에 미치는 영향을 확인하는 연구가 다수 이루어졌다. 그러나 경영인의 유형 중에 어느 것이 더 나은 유형인가에 대해서는 아직까지도 연구 결과가 분분하다[6, 15].

전문경영인의 필요성을 주장한 연구들은 급변하는 경영환경에 능동적으로 대처하기 위해서는 소유경영을 탈피하는 내부경영체제의 혁신이 필요하다고 주장한다[23, 29]. 그러나 해외기업들과 달리 국내기업들은 대부분 소유와 경영이 일치하는 소유경영체제를 가진다. Claessens 외[7]는 아시아에서 소유와 경영이 분리된 경우는 매우 희박하다고 밝혔으며, 김아리 외[14]는 약 6000개의 표본 기업 중 소유경영일치기업이 89.48%임을 확인하며 이를

뒷받침했다[7, 14]. 90%에 달하는 소유경영기업들이 단기간에 경영세습 탈피와 지배구조개선을 이뤄내기 어려울 것이며, 따라서 소유경영체제 내에서 내부 혁신을 받아들이 수 있는 방법을 모색해야 한다.

본 연구는 국내 기업들이 스마트팩토리 도입 시 기대하는 효과들의 우선순위를 조사하여, 경영자의 유형에 따라 우선순위를 비교하고자 한다. 경영자 유형에 따른 우선순위 비교 연구를 통해 다음과 같은 시사점을 갖는다. 첫째, 경영자의 유형에 우위를 가리기 어렵지만 두 경영자의 특성이 상이하기 때문에 스마트팩토리 도입에 대한 시각도 차이가 날 것이다. 둘째, 해당 경영자의 기업은 자신들의 도입 우선순위가 특정 유형의 시각에 맞춰 편향되어 있지 않은지 확인할 수 있다.

또한 경영자의 소유유형을 구분하는 방식이 기존의 연구들 간에 차이를 보이고 있다. 소유경영인의 지분율 수준, 창업가족의 지분율, 계열사 지분보유에 따라 구분하기도 한다. 본 연구는 소유지분의 정도에 따라 영향력이 비례하는 것이 아니라는 선행연구들[1, 6, 14]에 따라, 지분율이 아닌 소유주가 경영에 참여하는가 여부로 경영자의 유형을 구분하는 방법을 따랐다.

2.3 업력 상하 연구

기업 업력(Firm age)이 기업 성장과 상관관계를 갖는다는 주장은 Jovanovic에서부터 시작된다. 일정한 기업규모를 가정한다면, 기업 업력은 기업 성장과 반비례한다는 가설을 제시한다[13]. 이후 진행된 연구들은 상반된 결과를 보인다.

먼저 Jovanovic의 가설을 지지하는 연구는 생산경험을 통해 습득한 비효율성의 감소를 산출물로 보고 업력이 낮은 기업이 높은 기업에 비하여 더 빠르게 성장한다고 보고 있다[22, 32]. 반면, 기업 업력이 높아질 경우 기존의 방식 하에서 의사결정하고 행동할 가능성이 높아 새로운 혁신에 대해 관성 혹은 저항이 커지게 되어 도태된다는 연구도 존재한다[4, 27]. Hsieh 외[12]는 미국, 멕시코, 인도 제조업의 비교를 통해 업력에 따른 생산성 증가율의 차이가 발생하는 원인으로 사업체의 매출액이나 고용규모에 따른 규제, 세금구조 등이 불리하게 작용한다고 지적했다[12]. 이와 같이 기업 업력이 미치는 영향에 대한 연구는 매우 많지만, 표본집단 국가 및 기업에 따라 다양하게 나타난다.

본 연구는 기업 업력의 수준에 따라 스마트팩토리 도입 고려 시 어떤 선택 속성을 더 중요하게 고려하는 지, 우선순위를 조사하고자 한다. 기업 업력에 따른 우선순위 비교를 통해 다음과 같은 시사점을 갖는다. 첫째, 기업 업력의 수준에 따라 스마트팩토리 도입에 대한 시각도

차이가 있을 것이다. 둘째, 해당 업력의 기업은 스마트팩토리 도입 우선순위가 특정 유형에 맞춰 선택되지 않았는지 확인할 수 있다.

기존 연구들에서는 기업 업력을 구분하는 방식에도 차이를 보이고 있다. 기업 업력 3년 미만은 제외하거나, 종업원의 수가 10명 도달을 기준으로 구분하기도 한다. 본 연구는 한국기업의 3년 생존율이 73.9%이며, 중소기업의 평균 업력이 11.2년이라는 선행 조사[33]에 따라, 평균 업력으로 기업 업력을 구분하는 방법을 따랐다.

3. 연구 설계

3.1 AHP 기법

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 1976년 미국 펜실베이니아 주립대학교의 Tomas L. Saaty교수가 미국 국무부의 의사결정능률을 개선하기 위해 개발한 기법이다. 다기준 의사결정기법 중 하나로, 여러 평가기준이 존재할 때 의사결정을 수립해야 하는 경우 사용한다. 다수의 속성들을 계층 구조로 체계화시켜 각 계층의 요소를 쌍대 비교하여 기하평균을 이용, 산출한 가중치를 이용하여 의사결정안을 도출한다[30].

AHP의 특징은 다음과 같다. 첫째, 정량적인 속성뿐만 아니라 정성적인 속성과 비가시적인 정보를 포함할 수 있다. 따라서 복잡한 기준을 단순하게 처리할 수 있다. 둘째, 계층을 구조화하는 과정을 통해 논리적 일관성을 유지할 수 있고 직관적으로 전체 구조를 파악할 수 있어 효율적이다. 셋째, 응답자들의 일관성을 검증할 수 있기 때문에 일관성이 높은 응답들을 통해 도출한 상대적 중요도의 신뢰성을 높일 수 있다. 넷째, 중요도의 강도는 상호 조건을 충족하므로 속성1이 속성2보다 X배 더 선호되는 경우, 속성2는 속성1보다 1/X배 더 선호된다고 해석할 수 있다[3, 35].

AHP는 의사결정계층 설정, 상/하위 요소의 쌍대비교, 상대적인 가중치 도출, 일관성 검증의 순서로 진행된다.

1단계 : 의사결정계층 설정

의사 결정 단계를 세분화하여 계층적 구조로 나타낸다. 계층 구조의 최상위에는 의사결정의 목적, 그 아래로 상위 결정 요인, 하위 결정 요인의 순으로 구조화한다. 이때, 계층과 세부 속성들의 관계를 파악하여 속성들간의 독립성을 명확히 해야 한다.

2단계 : 상/하위 요소의 쌍대비교

쌍대 비교 응답 표를 작성하여 동일한 계층 내의 속성

들을 등간 척도로 측정한다. 각 요인에 부여되는 가중치를 나타내는 응답을 수집하는 단계이다. 각 요인들을 1:1로 비교를 하여 요인들의 중요도를 쌍대비교하게 된다. n개의 요인이 있다면, 쌍대비교는 n(n-1)/2회 이루어진다.

3단계 : 정방행렬로 나타내기

수집된 쌍대 비교 응답을 쌍대 비교 행렬로 변환한다. 행렬은 n×n의 정방행렬로 이루어지며, 비교하는 두 요인의 중요도가 같은 경우 1을 기입한다.

4단계 : 상대적 가중치 도출

고유치(Eigenvalue)방법을 활용하여 상대적인 가중치를 추정한다. 원소기하평균법에 의해 구한 최대 고유치 값을 정규화하여 쌍대비교에서의 결정요인 간 가중치를 산정한다. 고유치를 λ 라 하면, 쌍대 비교 행렬의 고유값을 구하는 식은 식 (1)과 같다[30].

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n w_j \times a_{ij}}{w_i} \quad (1)$$

5단계 : 일관성 비율 검증

일관성 검정을 통해 검증결과의 일관성을 검증한다. 일관성지수(Consistency Index)와 일관성비율(Consistency Ratio)을 이용하여 일관성을 검토한다. C.I.과 C.R.를 산출하는 식은 식 (2), 식 (3)와 같으며 R.I.는 무작위 지표(Random Index)를 말한다.

$$C.I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (3)$$

AHP 기법의 개발자 Tomas L. Saaty교수는 C.R값이 0.1 이하이면 합당한 검증(reasonable)이라고 판단할 수 있으며 0.2 이내까지는 수용할 수 있고(tolerable) 0.2를 초과할 경우 수용 불가능한 검증이라고(reject) 주장했다[21, 30]. 그러나 Saaty의 일관성비율 견해에 대한 타당성 조사에 따르면, 응답 대상이 전문가 집단인 경우를 제외하면 0.1 이하는 지나치게 엄격한 기준이라고 하였다[18, 35].

AHP 기법은 매출 규모, 설비 투자액과 같은 기존의 정량적인 지표에서 벗어나, 스마트팩토리에 대한 기업들의 기대, 인식 등의 정성적 지표를 정량화 할 수 있다. 또한 요인을 계층화하여 종합 우선순위를 산출하는 데에 효과적이다. 이에 본 연구는 AHP 분석기법으로 정성적 요인을 정량적 지표로 구조화하고 계량화하고자 하였다.

3.2 연구방법

본 연구의 AHP 계층구조를 구성하는 요인은 선행 연구와 문헌 조사를 통해 선정하였으며, <Table 1>로 정리하였다. 제1계층에 사용된 요인은 생산성 향상, 브랜드 이미지 향상, 마케팅 향상, 비용 절감의 네 가지이며, 제1계층의 하위 요인인 제2계층은 다음과 같다. 생산성 향상의 하위 요인은 불량률 감소, 생산량 증가, 적정 재고 유지로 분류하였고, 브랜드 이미지 향상의 하위요인은 고객 친화 이미지, 산업선도 이미지, 제품 만족도 증가로 구분하였다. 마케팅 향상의 하위요인은 새로운 영업 기회, 충성 고객 증가, 새로운 트렌드 창출로 분류하였고, 비용 절감의 하위 요인은 생산인건비 절감, 비생산인건비 절감, 재고비용 절감으로 구분하였다. 본 연구의 C.R. 값은 0.1 이하로 나와 합당한 검정이라고 판단하였다. 상위 계층과 하위 계층의 가중치를 각각 구한 뒤, 상위 계층의 가중치와 하위 계층의 가중치를 곱하여 종합 가중치를 구하였다.

본 연구는 기업에 종사하고 있거나 기업을 운영하고 있는 임직원을 대상으로 2019년 6월 1일부터 6월 16일까지, 16일에 걸쳐 대면과 온라인 설문 방식을 병행하여 설문하였다. 전체 90부의 설문을 배포하였으며, 이 중 응답 오류 및 부적합 설문지를 제외한 81부를 바탕으로 분석을 실시하였다.

4. 분석 결과

4.1 인구통계학적 특성

유효한 응답을 한 응답자들의 인구통계학적 특성은 <Table 2>와 같다. 조사대상자들의 성별은 남성 76.54%, 여성 23.45%였으며, 연령은 20대가 14.81%, 30대가 25.92%, 40대가 43.20%, 50대가 16.04%를 차지했다. 경영의사결정을 내릴 수 있는 임직원을 대상으로 설문하였기 때문에 특정 성별과 연령에서 높은 응답률을 보였다. 직장 내 지위

는 CEO가 27.16%로 가장 높았으며, 직장 내 업무는 관리직이 55.55%로 가장 많이 응답했다. 산업별로는 서비스가 28.39%, IT&ICT가 22.22%로 뒤를 이었으며, 업태별로는 제조업이 37.03%, 서비스업이 35.80%의 순으로 나타났다.

<Table 2> Demographic Characteristics

		Frequency (persons)	Percentage (%)
Gender	Male	62	76.54
	Female	19	23.45
Position in Company	Clerk(Staff)	17	20.98
	Manager	10	12.34
	General Manager	7	8.64
	Director	8	9.87
	Executives	12	14.81
	CEO	22	27.16
	Others	5	6.17
Industry	IT & ICT	18	22.22
	Machinery/Manufacture	7	8.64
	Software	4	4.93
	Construction	6	7.40
	Cosmetics/Chemical	7	8.64
	Retail and Distribution	6	7.40
	Service	23	28.39
	Others	10	12.34
Age	20~29	12	14.81
	30~39	21	25.92
	40~49	35	43.20
	50~59	13	16.04
	Above 60	0	0
Job in Company (Multiple Response)	Management	45	55.55
	Administration	26	32.09
	R&D	9	11.11
	Human Resources	3	3.70
	Purchasing	4	4.93
	Support	4	4.93
	Others	12	14.81
Type of Business	Manufacturing	30	37.03
	Distribution	7	8.64
	Service	29	35.80
	R&D	8	9.87
	Others	7	8.64

<Table 1> Definition of Factors of Smart Factory Introduction

Goal	1st layer	2nd layer	Definition	Prior Research
Factors of Smart Factory Introduction	Productivity Increase	Defect Rate Reduction	Reducing the rate of defectives contributing to productivity improvement	Davis[8], Hong[11], Kim[17], Koo[19], Na[25], Park[28], Wang[36]
		Increase Productivity	Increase of output contributing to productivity.	
		Maintain optimal Inventory	Maintain adequate inventory to contribute to productivity improvement	
	Brand Image Improve	Consumer-Friendly Brand image	Customer-friendly image contributing to image enhancement	
		Leading Industry image	Industry-leading image contributing to image improvement	
		Increasing product satisfaction	Increase of product-satisfaction contributing to image improvement	
	Marketing Improve	New Business Opportunity	Increase of new sales opportunities contributing to marketing improvement	
		Increasing Loyal Customer	Increase of loyal customers contributing to marketing improvement	
		Creating New Trend	Creating new trends contributing to marketing improvement	
	Cost Reduction	Saving Production Labor Cost	Reduction of production labor costs contributing to cost savings	
Saving Non- Production Labor Cost		Reduction of non-production labor costs contributing to cost savings		
Saving Inventory Cost		Reduction of inventory costs contributing to cost savings		

4.2 전문경영인집단과 소유경영인집단 분석 결과

전문경영인집단(이하 전문경영인)과 소유경영인집단(이하 소유경영인)의 스마트팩토리 고려요인의 분석 결과는 <Table 3>와 <Table 4>로 나타났으며 이를 살펴보면 다음과 같다.

상위 요소의 경우, 전문경영인은 비용절감 0.3855, 생산성 향상 0.2674, 마케팅 향상 0.2015, 이미지 제고 0.1456의 순으로 중요시했으며, 소유경영인은 이미지 제고 0.3459, 마케팅 향상 0.2678, 비용절감 0.2337, 생산성 향상 0.1516의 순으로 중요하게 고려했다. 전문경영인이 1위로 고려한 비용절감을 소유경영인은 3위로, 소유경영인이 1위로 고려한 이미지 제고를 전문경영인은 4위로 선정하였다. 특히 이미지 제고의 가중치 차이가 약 2.3배 나고, 비용절감의 가중치는 약 1.6배 남에 따라 두 경영인의 의견차가 존재한다.

하위 요소의 경우, 크게 3가지로 구분하여 분석한다. 첫째, 상위 요소와 비슷한 맥락으로 비용절감의 하위요소와 이미지 제고의 하위요소의 종합 순위에서 큰 차이를 보였다. 전문경영인이 1위로 고려한 비용절감의 하위요

소인 생산인건비 절감과 비생산인건비 절감은 전체 4위와 3위이지만, 소유경영인에게서는 각각 10위와 8위로 나타났다. 반면, 소유경영인이 1위로 고려한 이미지 제고의 하위요소인 고객친화, 산업선도, 제품만족은 전체 2위, 1위, 6위이지만, 전문경영인은 9위, 12위, 10위로 나타났다.

둘째, 상위 요소 가중치와 하위 요소의 가중치가 상반되게 나온 경우이다. 전문경영인은 생산성향상을 상위요소 2위로 꼽았으나, 그 하위요소인 적정재고의 가중치가 0.4295로 매우 높아 전문경영인 전체 순위 2위이다. 반대로, 소유경영인은 이미지 제고를 1위로 고려하였으나, 하위 요소인 제품만족의 가중치가 0.2642로 낮아 소유경영인 전체 순위 6위로 낮았다.

셋째, 전문경영인과 소유경영인이 유사하게 높은 순위로 고려한 요인이 있다. 비용절감의 하위요소인 재고비용절감을 전문경영인은 전체 순위 1위로, 소유경영인은 전체 순위 3위로 주의깊게 고려하였다. 특히 소유경영인은 상위요소인 비용절감 상위요소 순위를 3위로 낮게 평가했지만, 하위요소인 재고비용절감의 가중치가 0.4573로 높아 전체 순위가 높게 측정됐다.

<Table 3> Total Analysis in Professional Manager

1st layer	1st weight	2nd layer	2nd weight	Total weight	Rank
Productivity Increase	0.2674	Defect Rate Reduction	0.3132	0.08375	5
		Increase Productivity	0.2562	0.068508	8
		Maintain optimal Inventory	0.4295	0.114848	2
Brand Image Improve	0.1456	Consumer-Friendly Brand image	0.4475	0.065156	9
		Leading Industry image	0.2137	0.031115	12
		Increasing product satisfaction	0.3387	0.049315	10
Marketing Improve	0.2015	New Business Opportunity	0.3997	0.08054	6
		Increasing Loyal Customer	0.2089	0.042093	11
		Creating New Trend	0.3914	0.078867	7
Cost Reduction	0.3855	Saving Production Labor Cost	0.2486	0.095835	4
		Saving Non- Production Labor Cost	0.2963	0.114224	3
		Saving Inventory Cost	0.4650	0.179258	1

<Table 4> Total Analysis in Owner Manager

1st layer	1st weight	2nd layer	2nd weight	Total weight	Rank
Productivity Increase	0.1516	Defect Rate Reduction	0.4291	0.065052	9
		Increase Productivity	0.3010	0.045632	11
		Maintain optimal Inventory	0.2699	0.040917	12
Brand Image Improve	0.3459	Consumer-Friendly Brand image	0.3428	0.118575	2
		Leading Industry image	0.3930	0.135939	1
		Increasing product satisfaction	0.2642	0.091387	6
Marketing Improve	0.2678	New Business Opportunity	0.3456	0.092552	5
		Increasing Loyal Customer	0.2642	0.070753	7
		Creating New Trend	0.3903	0.104522	4
Cost Reduction	0.2337	Saving Production Labor Cost	0.2446	0.057163	10
		Saving Non- Production Labor Cost	0.2980	0.069643	8
		Saving Inventory Cost	0.4573	0.106871	3

4.3 기업 업력 상 집단과 기업 업력 하 집단 AHP 분석 결과

기업 업력을 평균 업력 기준으로 기업 업력 상(이하 업력 상)과 기업 업력 하(이하 업력 하)로 구분하여 분석한 결과인 <Table 5>와 <Table 6>를 살펴보면 다음과 같다.

상위 요소의 경우, 업력 상은 마케팅 향상 0.2885, 생산성 향상 0.2763, 이미지 제고 0.2200, 비용절감 0.2152의 순서로, 업력 하는 이미지 제고 0.3221, 마케팅 향상 0.2585, 비용절감 0.2170, 생산성 향상 0.2023의 순으로 중요하게 고려했다. 두 집단 모두에서 마케팅 향상이 각각 1위와 2위로 상위권이었으며, 비용절감은 4위와 3위로 하위권을 기록했다. 업력 상의 경우 상위요소들의 가중치가 최고 0.2885에서 0.2152로 비슷하지만, 업력 하의 경우 최고 0.3221에서 최하 0.2023으로 다소 차이가 있다.

하위 요소의 경우, 4가지로 구분하여 분석한다. 첫째, 상위요소의 순위가 차이남에 따라 종합순위도 차이를 보였다. 업력 하에서 상위요소 1위인 이미지 제고의 하위요소인 고객친화, 산업선도는 종합순위 각각 2위, 1위를

차지했으나, 업력 상에서는 이미지 제고가 3위로 낮아 고객친화, 산업선도가 11위, 7위를 기록했다.

둘째, 상위 요소가 1위임에도 하위 요소의 전체 순위가 낮은 요소가 2개 있다. 먼저, 업력 상에서 상위 요소 1위인 마케팅 향상의 하위요소인 충성고객의 종합 순위는 8위로 낮았다. 마찬가지로 업력 하에서 상위요소 1위인 이미지 제고의 하위요소인 제품만족은 종합순위 6위로 낮은 순위를 기록했다.

셋째, 상위요소가 1위가 아님에도 생산성 향상의 적정재고가 업력 상에서 전체 1위이다. 업력 상에서 생산성 향상은 상위요소 2위이나, 하위 요소인 적정재고가 0.3966로 높은 가중치를 보여 전체 순위 1위로 마케팅 향상의 하위요소들을 제쳤다.

넷째, 두 집단에서 공통적으로 낮은 상위 요소 순위이나 전체 순위에서 상위권을 차지한 요소가 있다. 상위요소인 비용절감은 업력 상과 업력 하에서 4위와 3위로 낮은 순위이지만, 그 하위요소인 재고비용절감은 전체 순위에서 각각 4위와 3위로 12개 항목 중 상위권이다. 특히 재고비용절감은 전문경영인과 소유경영인 집단에서도 공통적으로 높은 순위로 나타난 이력이 있다.

<Table 5> Total Analysis in Firm Age Olded

1st layer	1st weight	2nd layer	2nd weight	Total weight	Rank
Productivity Increase	0.2763	Defect Rate Reduction	0.3302	0.091234	5
		Increase Productivity	0.2731	0.075458	9
		Maintain optimal Inventory	0.3966	0.109581	1
Brand Image Improve	0.2200	Consumer-Friendly Brand image	0.2647	0.058234	11
		Leading Industry image	0.3642	0.080124	7
		Increasing product satisfaction	0.3771	0.082962	6
Marketing Improve	0.2885	New Business Opportunity	0.3755	0.108332	2
		Increasing Loyal Customer	0.2711	0.078212	8
		Creating New Trend	0.3534	0.101956	3
Cost Reduction	0.2152	Saving Production Labor Cost	0.3003	0.064625	10
		Saving Non- Production Labor Cost	0.2618	0.056339	12
		Saving Inventory Cost	0.4379	0.094236	4

<Table 6> Total Analysis in Firm Age Young

1st layer	1st weight	2nd layer	2nd weight	Total weight	Rank
Productivity Increase	0.2023	Defect Rate Reduction	0.3943	0.079767	7
		Increase Productivity	0.2564	0.05187	12
		Maintain optimal Inventory	0.3493	0.070663	9
Brand Image Improve	0.3221	Consumer-Friendly Brand image	0.3085	0.099368	2
		Leading Industry image	0.4411	0.142078	1
		Increasing product satisfaction	0.2504	0.080654	6
Marketing Improve	0.2585	New Business Opportunity	0.3327	0.086003	5
		Increasing Loyal Customer	0.3699	0.095619	4
		Creating New Trend	0.2974	0.076878	8
Cost Reduction	0.2170	Saving Production Labor Cost	0.2448	0.053122	11
		Saving Non- Production Labor Cost	0.3030	0.065751	10
		Saving Inventory Cost	0.4522	0.098127	3

5. 결론

5.1 연구결과 요약

본 연구는 경영자 유형과 기업 업력에 따른 스마트팩토리 도입 고려 시 선택 속성의 우선순위를 AHP 기법으로 도출하였다. 이를 위해 선행연구를 통한 문헌연구를 바탕으로 스마트팩토리 도입 요인을 도출하여 전문경영인기업, 소유경영인기업, 기업 업력 상(上), 기업 업력 하(下) 각각의 우선순위를 파악하였다.

스마트팩토리 선택 속성들은 총 2단계로 계층화하였다. 제1계층은 생산성향상, 이미지 제고, 비용절감, 마케팅향상을 선정하였고, 제1계층의 하위 계층인 제2계층은 각각 3가지 요소로 구성되어 제2계층은 총 12개 요소로 구성하였다. 설문지는 경영자나 기업책임자를 대상으로 대면 설문하였다. 응답을 바탕으로 각 계층별 가중치를 도출하였으며, 도출된 제1계층과 제2계층의 가중치를 곱하여 종합순위를 도출하였다.

본 연구의 결과를 경영인 유형과 기업 업력으로 구분하여 요약하면 다음과 같다.

경영인 유형의 경우, 첫째, 상위 계층의 1순위는 전문경영인기업이 비용절감(소유경영인기업은 3위로 고려), 소유경영인기업이 이미지 제고(전문경영인기업은 4위로 고려)를 차지해 차이를 보였다. 둘째, 상위계층의 순위가 차이남에 따라, 종합순위에서도 비용절감과 이미지 제고의 종합 순위도 비슷한 양상을 띄며 차이가 났다. 셋째, 재고비용절감은 두 경영인 유형이 유사하게 높게 고려한 요소로 전문경영인기업은 1위, 소유경영인기업은 3위를 기록했다.

기업 업력의 경우, 첫째, 상위 계층에서 두 집단 모두 마케팅 향상이 상위권을, 비용절감이 하위권을 기록했다. 둘째, 업력 상에서는 이미지 제고가 3위였으나, 업력 하에서는 1위로 차이나, 종합순위에서도 큰 격차가 났다. 셋째, 업력 상은 상위 계층 결과와 달리 생산성 향상(상위 계층 2위)의 적정재고가 전체 1위를 차지했다. 넷째, 두 집단 모두 재고비용절감이 상위권을 차지했고, 경영인 유형에서도 재고비용절감은 높은 순위로 나타났다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 갖는다. 기업들이 스마트팩토리 도입 시 고려하는 요인에 대한 설문조사에 그친 선행연구들과 달리, 요인들의 가중치를 구하고 우선순위를 매김으로서 학문적 시사점을 제시하였다. 기업을 경영인 유형과 기업 업력으로 구분하여 정책 수립 시 타겟 집단에 맞춰 스마트팩토리 도입을 장려할 수 있도록 하였다. 정부관계자 뿐만 아니라 실무자에게도 자사의 전략을 평가할 수 있는 실무적 시사점이 된다.

5.2 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 전체 중소기업을 대상으로 조사하였기 때문에, 산업별 적용의 어려움이 있다. 둘째, 문헌 조사를 통해 고려 요인을 계층화하였지만, 계층 이외의 요인들이 존재할 수 있다. 따라서 향후 연구는 산업군을 세분화하여 더 많은 기업을 대상으로 요인을 다양화한 연구가 이루어지길 기대한다.

References

- [1] Anderson, C.R. and Reeb, D.M., Founding-family ownership and firm performance : evidence from the S&P500, *Journal of Finance*, 2003, Vol. 58, No. 3, pp. 1301-1328.
- [2] BISTEP, The Government's Science and Technology Policy of the Fourth Industrial Revolution and Busan's Response to the Development of Smart Factories by Small and Medium-sized Enterprises for Manufacturing Innovation, *BISTEP Report*, 2018, pp. 1-10.
- [3] Boo, J.M., Lee, T.W., and Kim, K.T., A study on the use of new AHP application for multi-sample processing, *Project Management Review*, 2013, Vol. 3, No. 2, pp. 37-48.
- [4] Bromiley, P., *The Behavioral Foundations of Strategic Management*, first ed., Wiley, 2005, p. 16.
- [5] Cho, H.J., *The Manufacturing Innovation with ICT, Smart Factory*, *IITP Report*, 2017, Vol. 17, No. 11, pp. 1-28.
- [6] Choi, W.S. and Lee, W.B., Is family ownership a determinant of firm performance?, *The Korean Journal of Finance*, 2005, Vol. 18, No. 1, pp. 121-155.
- [7] Claessens, S., Djankov S., and Lang, L.H.P., The separation of ownership and control in east Asian corporations, *Journal of Financial Economics*, 2000, Vol. 58, No. 1, pp. 81-112.
- [8] Davis, J., Edgar, T., Porter, J., and Sarli M., Smart manufacturing intelligence and demand-dynamic performance, *Computers and Chemical Engineering*, 2012, Vol. 47, No. 1, pp. 148-156.
- [9] Demsetz, H. and Villalonga, B., Ownership structure and corporate performance, *Journal of Corporate Finance*, 2001, Vol. 7, No. 3, pp. 209-233.
- [10] Han, P.H., Strategies for Digital Transformation of Manufacturing Industries, *NRC Report*, 2018, pp. 1-11.
- [11] Hong, S.H., Kwon, H.M., Lee, M.K., and Jeong, H.R.,

- Successful quality strategies for building smart factory, *Journal of Korean Society for Quality Management*, 2019, Seoul, Korea, pp. 156-156.
- [12] Hsieh, C.T. and Klenow, P.J., The life cycle of plants in India and Mexico, *The Quarterly Journal of Economics*, 2014, Vol. 129, No. 3, pp. 1035-1084.
- [13] Jovanovic, B., Selection and the evolution of industry, *Econometrica*, 1982, Vol. 50, No. 3, pp. 649-670.
- [14] Kim, A.R. and Cho, M.H., A study on the influence of ownership type on management performance, *Korean Strategic Management Society*, 2010, Vol. 2010, No. 4, pp. 190-215.
- [15] Kim, A.R. and Cho, M.H., CEO Turnover in owner-managed firms : the choice between owner-manager and professional CEO, *Journal of Strategic Management*, 2011, Vol. 14, No. 2, pp. 57-75.
- [16] Kim, J.J. and Lee, K.E., A study on the interaction effect of CEO succession types and reasons on firm performance, *Korea Journal of Business Administration*, 2009, Vol. 22, No. 3, pp. 1563-1582.
- [17] Kim, M.S. and Choi, J.H., Understanding the Fourth Industrial Revolution from the Perspective of Industrial Innovation, *KISDI Report*, 2017, Vol. 29, No. 8, pp. 1-15.
- [18] Ko, K.K. and Lee, K.J., Statistical characteristics of response consistency parameters in analytic hierarchy process, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 2001, Vol. 26, No. 4, pp. 71-82.
- [19] Koo, B.J., Lee, J.S., Lee, M.H., and Son, S.H., Smart Manufacturing Policy and Support Status and Improvement Plan in Korea, *KISTEP Report*, 2018, pp. 1-34.
- [20] Koo, Y.T., Changes in domestic industrial structure and implications, *Financial Supervisory Service Issue Journal*, 2019, Vol. 2019, No. 2, pp. 1-70.
- [21] Lee, D.S., Lee, S.M., and Park, S.H., A study on influencer characteristic factors by using AHP, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2019, Vol. 42, No. 2, pp. 184-192.
- [22] Lee, I.K., Korean enterprises' growth, survival, and variability of growth by age, *Association of Korean Economic Studies*, 2001, Vol. 7, No. 1, pp. 5-35.
- [23] Lee, K.H., The characteristics of professional manager and the structure of management control, *The Journal of Professional Management*, 1998, Vol. 1, No. 1, pp. 1-41.
- [24] Limb, S.J. and Jeong, H.C., A Study on the relationships among industry structure, CEO demography and firm performance, *Journal of Strategic Management*, 2001, Vol. 4, No. 1, pp. 1-23.
- [25] Na, H.B. and Hwang, I.K., The method of improvement through current analysis current situation of smart factory in small to medium sized industries, *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 2018, Vol. 23, No. 3, pp. 59-69.
- [26] Na, J.H. and Choi, D.R., Smart Factory Strategies of the U.S., Germany and Japan, *LGERI Report*, 2016, pp. 1-37.
- [27] Park, S.M. and Kang, S.H., The impact of firm age and size on the adoption of management innovations : moderating effects of external knowledge search, *Korea Journal of Business Administration*, 2013, Vol. 26, No. 7, pp. 1753-1770.
- [28] Park, Y.R., Lee, G.S., Kim, G.N., Lee, D.H., and Lee, E.M., A Study on the Innovation of Manufacturing Industry through the Utilization of ICT, *KISDI Report*, 2014, pp. 1-61.
- [29] Park, Y.Y. and Kim, T.H., A study on the international competitiveness and chief executive officer(CEO) System of the german enterprise -with a focus on the case of SCHOTT- group, *The Journal of Professional Management*, 2000, Vol. 3, No. 2, pp. 39-68.
- [30] Saaty, T.L., The principal eigenvector necessary, *European Journal of Operational Research*, 2003, Vol. 145, No. 1, pp. 85-91.
- [31] Saaty, T.L., A scaling method for priorities in hierarchical structures, *Journal of Mathematical Psychology*, 1977, Vol. 15, No. 3, pp. 234-281.
- [32] Shin, D.R., An empirical study on the relationship between firm size, age and growth of korean manufacturing companies, *The Korean-Japanese Journal of Economics and Management Studies*, 2011, Vol. 51, No. 1, pp. 67-92.
- [33] Shin, S.C., Current Status of Long-Term Enterprises in Korea and Its Policy Implications, *KSBI Report*, 2018, Vol. 2018, No. 20, pp. 1-24.
- [34] The Presidential Committee on the 4th industrial revolution, Strategies for the Spread and Advancement of Smart Factories, *4th IR Report*, 2018, pp. 1-26.
- [35] Vargas, L., An overview of the analytic hierarchy process and its applications, *European Journal of Operational Research*, 1990, Vol. 48, No. 1, pp. 2-8.

- [36] Wang, S., Wan, J., and Zhang, C., Implementing smart factory of industrie 4.0 : an outlook, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 1-10.

ORCIDDasol Lee | <http://orcid.org/0000-0002-7861-9837>Jeman Boo | <http://orcid.org/0000-0001-8894-8098>Hunsik Jung | <http://orcid.org/0000-0002-1219-6827>