creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학전문석사 학위 연구보고서

다중 신기술 적용 평가 방법론 : 프린팅 시스템 사례 연구

2021년 2월

서울대학교 공학전문대학원

응용공학과 응용공학전공

문 지 원

다중 신기술 적용 평가 방법론 : 프린팅 시스템 사례 연구

지도 교수 서 은 석

이 프로젝트 리포트를 공학전문석사 학위
연구보고서로 제출함
2021년 2월

서울대학교 공학전문대학원
응용공학과 응용공학전공
문 지 원

문지원의 공학전문석사 학위 연구보고서를 인준함
2021년 2월

위 원 장 _____ 오 병 수 _____ (인)

위 원 _____ 서 은 석 _____ (인)

위 원 _____ 박 진 우 _____ (인)

국문초록

제품 생애 주기를 가지고 있는 시스템들은 시간 경과에 따라 기술적 가치와 효용성이 떨어지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 끊임없이 새로운 기술을 개발하고 지속적인 업데이트를 통한 성능 향상이 필요하다. 이 과정에서 성능 개선을 위한 복잡한 시스템 요구 사항이 발생되지만, 기존 제품과 시스템에 신기술이 적용되는 과정과 영향을 평가하는 공식적인 방법 연구는 거의 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 고객의 요구로 인한 새로운 기술이 제품에 적용되어야 할 때 투입해야 할 새로운 기술을 정량적으로 구분하고 평가하기 위한 방법론을 제시한다.

제안된 방법론은 품질의 집 도구를 이용하여 고객의 소리로부터 연결되는 기술적 요소의 우선순위를 도출한다. 도출된 기술적 요소는 최종적으로 적용되어야할 부품과 연결되며, 연결이 확인된 부품은 설계 구조 행렬로 제품 내부에 연결된 부품을 확인하고 기술 적용의 영향도를 정량적으로 추정한다. 이러한 과정은 신기술이 제품에 적용될 때 관련된 인자를 체계적인 방법을 통하여 중요도 순으로 빠짐없이 확인할 수 있어 신기술 적용의 효율성과 완성도를 높여 준다. 적용이 예상 되는 신기술은 기술별로 투입되는 투자비를 산출하여 순현가법 분석 및 내부 수익률 기법 등으로 경제성 분석을하여 적용되는 최적 기술을 선정 할 수 있다. 이 연구는 여러 시스템에서 반복적 사용이 가능하며 적용되는 다중 기술의 상호 분석을 통하여 신기술 적용법과 복잡한 시스템 요구 사항에 대한 최적의 의사 결정 방법론을 제안하였다.

주요어 : 시스템 복잡도, 기술 적용, 품질의 집, 설계 구조 행렬, 순현가

학 번 : 2019-24726

목 차

제 1 장 서 론 1

1.1. 연구 배경 1

1.2. 연구 목적 및 기대 효과 3

제 2 장 문헌 조사 5

2.1. 시스템 아키텍처 및 신기술 적용 5

2.1.1. 시스템 아키텍처 5

2.1.2. 신기술 적용 6

2.2. 시스템 설계변경 기법 7

2.2.1. 이해관계자 분석 7

2.2.2. 품질 기능 전개 8

2.2.3. 설계 구조 행렬 10

2.3. 경제성 분석 11

2.3.1. 순현가법 11

2.3.2. 내부 수익률 12

2.4. 선행 연구의 한계 13

제 3 장 다중 신기술 적용 방법론 14

3.1. 방법론 개요 14

3.2. 신기술 적용 설계 방법론 15

3.2.1. 기본 모델 분석 15

3.2.2. 고객의 소리 분석 16

3.3.3. 품질의 집 분석 18

3.3.4. 설계 구조 행렬 구성 20

3.3.5. 설계 구조 행렬 변화량 21

3.3. 경제성 분석 22

3.3.1. 투입 비용 분석 22
3.3.2. 경제성 분석 23
3.4. 기술 적용 시나리오 분석 25

제 4 장 프린팅 시스템 사례 연구 26
4.1. 프린팅 시스템의 이해 26
4.1.1. 프린터의 역사 26
4.1.2. 전자 사진방식 프린팅 시스템 구성 27
4.2. 프린팅 시스템 신기술 적용 방법론 29
4.2.1. 모델 분석 29
4.2.2. 고객의 소리 분석 31
4.2.3. 품질의 집 분석 33
4.2.4. 설계 구조 행렬 41
4.2.5. 설계 구조 행렬 변화량 44
4.3. 경제성 분석 50
4.3.1. 투입 비용 분석 50
4.3.2. 사례별 경제성 분석 52
4.4. 신기술 적용 시나리오 분석 54

제 5 장 결 론 60
5.1. 결론 및 고찰 60
5.2. 향후 연구 방향 62

참고문헌 63

Abstract 68

표 목차

[표 1-1] 현대 그랜저 자동차 기술 변천사 1
[표 3-1] 적용 신기술별 부품별 소요 비용 23
[표 3-2] 적용 신기술 사례별 투자 비용 23
[표 4-1] 프린터 대상 고객의 소리 분석 33
[표 4-2] 품질의 집 고객의 소리 35
[표 4-3] 기술적 요구 사항과 기술적 파라미터 36
[표 4-4] 품질의 집 검토용 적용 부품 38
[표 4-5] 인쇄 속도 증가에 따른 적용 부품 우선 순위 39
[표 4-6] 화질 개선에 따른 적용 부품 우선 순위 40
[표 4-7] 설계 구조 행렬 연결 표기 41
[표 4-8] 각 신기술별 적용 부품 리스트 45
[표 4-9] 사례별 요소간 연결 현황 48
[표 4-10] 각 신기술에 적용되는 부품의 투자비 현황 50
[표 4-11] 사례별 투자비 현황 51
[표 4-12] 신기술 적용 사례별 순현가 55
[표 4-13] 신기술 적용 방법의 사례별 장단점 59

그림 목차

[그림 1-1] 시간에 따른 기술 가치의 영향도 2
[그림 1-2] 제품 생애 주기 4
[그림 2-1] 신기술 적용 방법론 6
[그림 2-2] 품질의 집 개략도 9
[그림 2-3] 시스템 구성요소와 설계 구조 행렬의 예 10
[그림 3-1] 신기술 적용 가치 평가 방법론 14
[그림 3-2] 가격 구조와 판매 가격 16
[그림 3-3] 고객의 가치 반영에 따른 판매 가격 변화 18
[그림 3-4] 연구의 품질의 집 개략도 18
[그림 3-5] 연속적 기능 연결 품질의 집 19
[그림 3-6] 여러 요소의 설계 구조 행렬 예시 20
[그림 3-7] 일반적인 설계 구조 행렬 변화량의 예 21
[그림 3-8] 신모델 판매 물량과 수익액 예시 24
[그림 3-9] 신기술 적용별 누적 수익액 예시 24
[그림 3-10] 신기술 적용별 순현가 예시 25
[그림 4-1] 최초의 전자사진 화상 26
[그림 4-2] 레이저 프린터 출력 원리 28
[그림 4-3] 감광체 드럼(좌)과 토너가 흡착된 감광체 드럼(우) 28
[그림 4-4] 프린터 시스템의 도식화 예 29
[그림 4-5] 프린터 시스템의 기술 트랜드 변화 30
[그림 4-6] 모델군별 고객의 소리 예시 32
[그림 4-7] 연구의 품질의 집 분석 계략도 34
[그림 4-8] 프린터 구성 요소 37
[그림 4-9] 현상기 유닛 부품간 기계적 연결 설계 구조 행렬 42
[그림 4-10] 현상기 유닛 물질 이송 설계 구조 행렬 43
[그림 4-11] 프린터 모델의 설계 구조 행렬 44

[그림 4-12] 속도 증가 기술 적용의 설계 구조 행렬 변화량 46
[그림 4-13] 화질 개선 기술 적용의 설계 구조 행렬 변화량 47
[그림 4-14] 설계 구조 행렬 변화량 (속도 증가 + 화질 개선) 48
[그림 4-15] 사례별 설계 변경 건수 49
[그림 4-16] 사례별 투자 비용 상세 구분 51
[그림 4-17] 사례별 재료비 증가량 52
[그림 4-18] 연도별 투자 수익액 예측 53
[그림 4-19] 연도별 누적 수익액 예측 54
[그림 4-20] 사례별 순현가 비교 56
[그림 4-21] 프린터 제품군별 주요 요구사항 58

제 1 장 서 론

1.1. 연구 배경

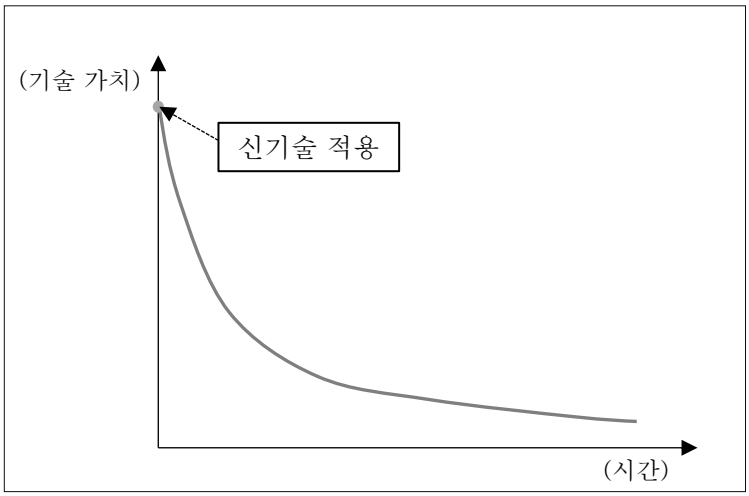
날이 갈수록 기술들은 빠른 속도록 발전하고 신기술들이 제품들이나 시스템들에 적용되어 출시되는 주기는 짧아지고 있다. 그러나 소비자의 요구 조건이 나날이 복잡하고 다양해지면서 시스템에 적용되는 기술의 난이도와 복잡도가 매우 증가하고 있다 [1].

[표 1-1] 현대 그랜저 자동차 기술 변천사 [2]

세대		1세대	2세대	3세대	4세대	5세대	6세대
이름		그랜저	뉴 그랜저	그랜저 XG	그랜저 TG	그랜저 HG	그랜저 IG
출시년도		1986년	1992년	1998년	2005년	2011년	2016년
디자인	사진						
	사양	직선의 디자인, 의전용	외관 곡선	하드탑 스타일	곡선추가, 볼륨감 높임	웅장하고 진보적인 스타일	젊어진 디자인 고급 패밀리 세단
크기 (mm)	전장	4865	4980	4865	4895	4910	4930
	전고	1450	1440	1420	1495	1470	1470
	전폭	1725	1810	1825	1850	1860	1865
주요 기술		. 전자제어 연료 분사 엔진 . 대형차 최초 전륜 구동	. 국내최초 에어백 . 전자제어 서스펜션 . 전동접이 사이드미러 . 글라스 안테나	. 시스마 3.0V6엔진 . 5단H-매틱 자동변속기	. 람다엔진 . 6단 자동 변속기 . 버튼 시동 블루 투스 핸즈프리	. 스마트 크루즈 . 동급 최초 주차 보조 시스템 . 타이어 공기압경보 . 급제동 경보	. 지능형 안전기술 . 9 에어백 . 스마트 트렁크
최고 출력 (ps/rps)		164 / 5000	225 / 5500	196 / 6000	264 / 6000	294 / 6400	290 / 6400
연비(km/l) (자동최대)		9.04	9.53	11.3	11.3	11.3 (복합)	11.2 (복합)
판매량(대)		92,571	164,927	31,251	406,798	506,202	판매중 (2020기준)

이에 따라 기업들은 신제품 출시 이후 지속적인 성능 향상을 통해 꾸준한 신모델 출시로 소비자의 눈높이를 맞추고 있다. [표 1-1]은 국내 준대형급의 대표적인 모델의 변경 과정을 보여주고 있다. 최초 출시 모델 이후 그랜저 모델은 지속해서 시장의 소리를 반영하여 새 모델이 출시될 때마다 새로운 고객을 확보하기 위하여 신기술들을 적용시켰다. 1세대 그랜저의 출시 이후 지속해서 엔진 및 편의 사양을 향상 시켰으며, 세대가 변경될 때마다 최고 출력은 높아지지만 연비 또한 증가하였다.

제품 생애 주기를 가지고 있는 시스템들은 [그림 1-1]에서 보는것과 같이 시간 경과에 따라 기술적 가치와 효용성이 떨어지게 된다. 이 문제점을 해결하기 위해서는 지속적으로 새로운 기술 개발이 필요하다. 이 과정에서 성능 개선을 위한 복잡한 시스템 요구 사항이 발견되지만 많은 기업이나 회사의 경우 신기술이 제품이나 시스템에 반영되었을 때 예상되는 비용이나 경제성에 대한 정량적으로 구분하고 평가하지 못하여 미래 현실성이 없거나 상대적으로 경제성이 낮은 기술을 투입하는 경우가 발생하게 된다.



[그림 1-1] 시간에 따른 기술 가치의 영향도

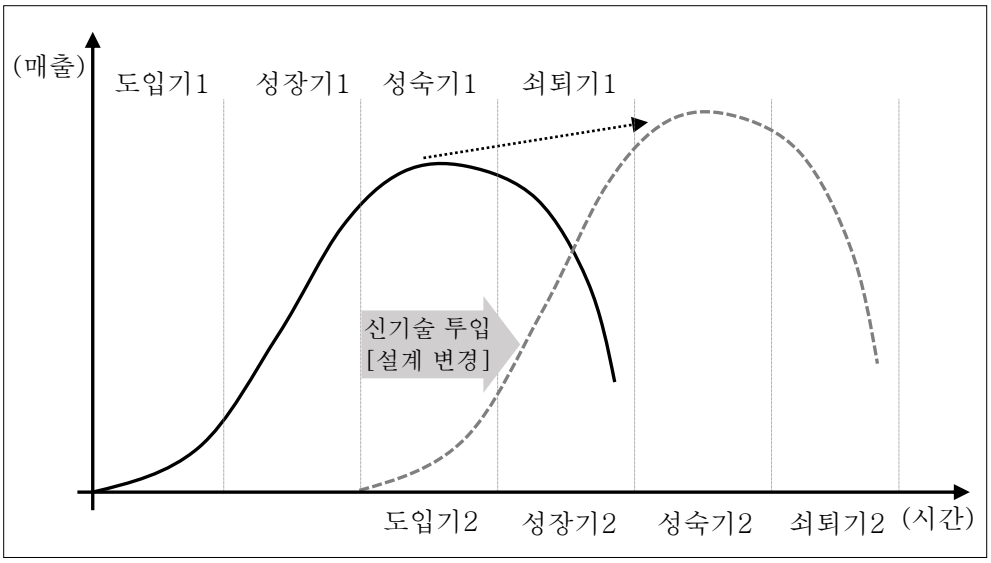
1.2. 연구 목적 및 기대 효과

많은 기업과 회사들은 작게는 몇 개월 많게는 몇 년에 걸쳐서 신기술을 개발하고 제품에 적용하기 위해 많은 인력과 자본을 투자하여 기술을 완성시킨다. 그러나 모든 신기술이 시장에서 큰 성공을 거두는 것은 아니다. 때에 따라서는 많은 투자로 개발된 기술이 시장 상황에 뒤처지거나 혹은 너무 시대를 앞서 발표되는 경우, 그리고 기술적 결함 등의 이유로 소비자의 선택을 받지 못하는 경우는 기업에 막대한 손실로 돌아오게 된다. 기업에서 가장 보편적이고 위험요소가 적은 신기술의 적용 방법은 [그림 1-2]에서 보는 것과 같이 기존 제품이 출시되고 쇠퇴기가 접어들기 전에 새로운 기술을 적용한 신기술이 출시되어 새로운 시장을 확보하는 것이다. 이것은 신기술이 적용된 제품이 시장에 출시가 되고 나면 주변의 경쟁 기업 등에서 더욱 개선된 기술을 끊임없이 개발하여 출시하기 때문에 한번 시장에 출시된 신기술은 시간이 지남에 따라 기술의 효용 가치는 떨어지게 된다. 따라서 지속해서 시장에서의 기술 가치를 인정받고 시장의 판매를 이어가기 위해서는 기업이 고객의 요구사항을 정확히 인식하고, 신기술에 대한 적용 범위와 투자비, 예상 시장 등을 구체적으로 예측하여 가장 성공 가능성이 높은 기술을 적기에 적용하여야 할 것이다 [3].

그러나 많은 기업이나 회사에서는 시장의 제품 판매의 영속성을 위해서는 끊임없이 새로운 기술을 적용한 제품을 만들어야 하지만 새로운 기술이 시스템에 적용되어야 할 때 투입해야 할 새로운 기술을 정량적으로 구분하고 평가하기 공식적인 방법이나 연구가 부족하다. 이로 인하여 신기술 적용 이후에 시장에 출시된 제품에서 예상 밖의 기능, 성능 문제가 빈번히 발생하는 것을 자주 접하게 된다. 또한 원가 및 투자비 등의 경제성 측면에서 검토가 부족하여 제품 판매 이후에 수익성 악화나 판매 부진, 또는 신기술의 적용 시점이 부적절하여 경제성이 낮은 신제품을 출시하는 경우가 발생하게 된다.

본 연구는 기업이나 회사에서 신기술 적용을 위해 고객의 소리를 반영한 신기술 적용의 체계적인 방법론을 제시한다. 이것은 고객의 요구 사항으로

출발하여 가장 필요한 요구 기술과 각 기술의 경제성을 분석하여 새롭게 적용되는 기술의 가장 합리적이고 최적화된 방안을 도출하게 된다. 이 방법론은 적용되는 기술에 대한 일관된 방법론을 적용하여 적용 대상 기술의 우선순위를 정량화하여 정할 수 있으며, 각 기술에 대한효과 및 경제성 분석으로 기술 간의 상호 작용에 대한 효과 분석이 용이하다. 또한, 각 기술의 경제성 및 시장 효과 등으로 필요 신기술 적용에 대하여 정확하고 신속한 의사 결정을 할 수 있게 된다.



[그림 1-2] 제품 생애 주기

제 2 장 문헌 조사

2.1. 시스템 아키텍처 및 기술 적용

2.1.1. 시스템 아키텍처

시스템은 필요한 기능을 수행하기 위해 연관된 요소를 특정한 규칙에 따라 조합하거나 집합시켜둔 단위를 이야기한다. 제품 아키텍처는 제품의 기능을 형태로 바꾸는 과정에서 만들어진 결과이다. 아키텍처는 제품의 구성 요소인 컴포넌트와 서브 시스템 그리고 그들 간의 인터페이스로 구성되는데 이들의 상호 연결되어 다양한 기능을 하려는 구상이라고 할 수 있다. 제품의 설계를 의미하는 제품디자인과 제품 아키텍처의 가장 큰 차이점은 제품 아키텍처는 '모양을 이루는 기능(Function to Form)'을 의미하며 제품 디자인은 모양을 내는 기능(Form to Form)을 의미한다고 할 수 있다. 즉, 제품의 아키텍처란 제품의 구조와 기능을 대응시키려는 제작자의 의도와 개념이 포함된 결과물이라고 할 수 있다 [4].

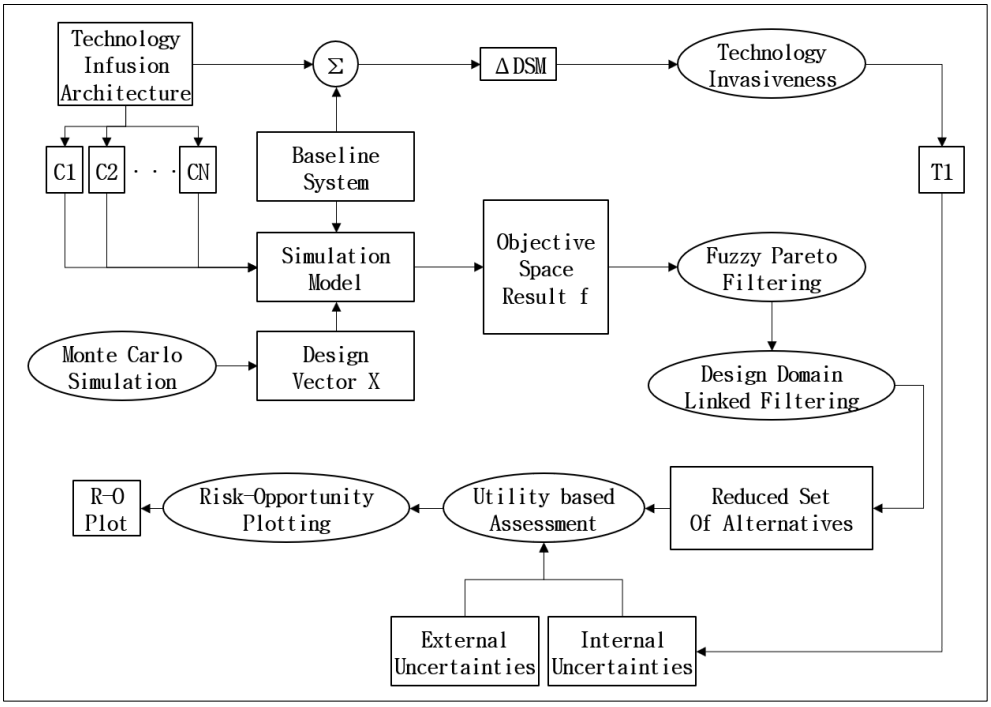
시스템 아키텍처(System Architecture)는 시스템의 구조와 연결 상태 그리고 더 복잡하고 많은 컴포넌트의 연결을 정의하는 개념적 모형이다. 이러한 시스템 목적을 달성하기 위해 시스템 하위의 컴포넌트가 무엇이며 각 컴포넌트는 어떻게 연결되어 상호작용하는지, 정보가 어떻게 전달되는지를 설명한다 [5]. 다양한 시스템 아키텍처에 대한 정의 중 간단히 종합하면 다음과 같이 정의 할 수 있다 [6].

- 시스템 구성 및 동작 원리, 연결 상태를 나타내고 있다.
- 시스템 구성 요소인 컴포넌트의 설계 및 구현을 지원할 수 있도록 상세히 기술된다.
- 구성 요소 간의 연결 및 시스템 외부와의 관계가 묘사된다.
- 시스템의 요구 사양 및 시스템 전체 수명 주기를 고려한다.
- 시스템의 전체적인 최적화를 목표로 하고 있다.

2.1.2. 신기술 적용

학계에서는 그동안 많은 연구자가 신기술 적용(Technology Infusion)에 관한 연구가 있었다. 기존 시스템에 신기술이 적용되는 맥락에서, 우리는 중요한 연구 개발 자원을 투자하기 전에 개념 설계 중에 신기술의 잠재적인 비용/성능 절충을 계산적으로 평가할 수 있는 능력을 찾고 있다 [7]. 이것은 제시한 기술 개발 및 통합 프레임워크의 전략적 단계에 대응된다 [8]. 여기에 제시된 기술 적용 방법론은 [그림 2-1]과 같이 도식화 할 수 있으며 아래의 5가지 중요한 특성으로 요약할 수 있다 [7].

- 첫 번째, 제품 기반의 아키텍처에서 서로 다른 기술 개념(C1, C2, CN)이 개발되어 시뮬레이션 모델로 성능 및 비용 영향을 추정 한다.
- 두 번째, 「Fuzzy Pareto Frontier」의 개념의 도입을 통해, (처음에는 「최적」이라고 여겨지는 것뿐만 아니라) 보다 폭넓은 솔루션 집합 분석을 집중한다.



[그림 2-1] 신기술 적용 방법론 [7]

• 세 번째, 설계 도메인 연계 필터링 방법(세부사항)의 도입으로 후속 설계 단계에서 높은 수준의 다양성을 유지한다.

• 네 번째, 새롭게 개발된 기술침투 지수를 활용하여 기술침투가 시스템 레벨에 더 큰 영향을 미치는 시스템에 추가 리스크를 부여한다.

• 다섯 번째, 유틸리티 기능을 사용하여 시스템 성능 기여자를 전체 기술 위험 및 기회 메트릭으로 집계하고, 외부 불확실성도 고려한다.

2.2. 시스템 설계 변경 기법

2.2.1. 이해관계자 분석

이해관계자(Stakeholder) 이론과 관리는 가치 창출과 가치 교환, 그리고 효과적인 경영관리 방안을 설명한다. '효과적인' 경영관리란 '가능한 한 많은 이해관계자를 위해 가능한 한 많은 가치를 창출'한다는 의미로 볼 수 있다. 이해관계자 이론으로 가치 창출과 가치 교환의 문제를 해결하고자 한다면 이해관계자 간의 관계를 통해 비즈니스를 설명할 수 있어야 한다.

이해관계자 모형은 이해관계자 분석과 대응을 통해 조직을 둘러싼 다양한 이해관계자를 확인과 분석에 활용된다. 이해관계자 확인과 분석이 이루어진 뒤에는 이해관계자 그룹의 전략을 수립할 수 있다. 이해관계자 분석의 목적은 조직 행동에 영향을 주거나 조직 행동으로 인해 영향을 받을 수 있는 개인과 그룹을 정의하고 예상된 영향에 따라 그들을 분류하는 것이다.

이해관계자 분석을 통해 다양한 이해관계자를 파악하고 관계관리 방안에 대한 계획을 수립할 수 있다. 이해관계자 분석은 다양한 이해관계자와의 관계에서 강점과 약점, 기회와 위협을 확인하고 그에 따라 자원을 할당하는 데 도움이 된다. 또한, 조직이 각 이해관계자의 이익에 얼마나 기여하고 있는지 한눈에 보여준다. 이해관계자 분석은 프로젝트 계획 수립, 정책 수립, 프로그램 기획 등 여러 활동에서 이해관계자의 이해를 어떻게 다루어야 하는지 정의하는 데 사용된다. 이해관계자의 요구가 충족될수록 조직에 대한 지원은 늘어나고 저항은 줄어든다 [9].

2.2.2. 품질 기능 전개

품질 기능 전개(Quality Function Deployment)의 역사는 1960년 후반 일본의 아카오 요지에 의해 연구되기 시작하였다 [10]. 이후 1972년 미쓰비시 중공업의 조선소에서 최초로 적용된 이후로 제조업에서 고객 소리에 부합하는 제품을 설계하기 위해 고객의 소리, 설계, 제조의 구성요소로 이어지게 되는 역사가 오래된 품질 경영 도구이다 [11]. 또한 품질 기능 전개를 고객의 요구 사항을 정의하고 이들을 설계 및 생산 과정까지의 연결을 통해 목적과 수단, 방법의 계열에 따라 전개하는 포괄적인 계획과 과정이라고 정의하고 있다 [12].

품질의 집(House of Quality)은 품질 기능 전개가 추구하는 목적을 달성하기 위하여 개발된 기법으로, 고객의 요구사항이 제품이나 서비스의 특성으로 변환되고 고객이 요구하는 것을 어떻게 설계하고 생산할 것인지를 서로 관련 지어 나타내는지에 관한 매트릭스를 이용하여 고객의 제품과 서비스에 대한 기대를 충족시키는 것이 품질 기능 전개의 핵심이다 [13]. 품질의 집에는 고객의 요구사항을 나타내는 고객 특성과 서비스 혹은 제품의 설계 요구사항을 나타내는 기술적 특성, 설계상의 목표 제품과 서비스의 경쟁력 평가 등의 내용이 포함되어 있다 [14]. 품질의 집을 구성하는 요소들은 순차적인 방식으로 필요한 정보를 입력해야 하는데, 가장 기본이 되는 사항은 고객의 소리이며, 이것은 여러 가지 방법으로 도출될 수 있다. 고객의 소리는 시장조사, 설문조사, 고객 불만, 인터뷰 등 다양한 방법으로 고객의 소리를 수집 할 수 있으나 결국 고객의 소리가 얼마나 자세하고 다양하며, 사실적인가 정량화되어 있는가에 따라 품질의 집의 내실성이 결정된다고 할 수 있다. [그림 2-2]는 일반적인 품질의 집의 형태와 작성 순서를 보여주고 있다 [15]. 품질의 집 작성 순서는 아래와 같이 진행하는 것이 일반적이다.

- 첫 번째, 고객의 요구 사항을 기록한다. 이것은 여러 가지 조사 방법을 통하여 얻을 수 있다.
- 두 번째, 제품이나 서비스 특성에 맞는 기술 특성을 기능 구조에 맞추어 기술한다. 여기서는 해당 제품이 기능이나 성능을 발휘하기 위한 모

든 기술적인 요구 사항을 제시한다.

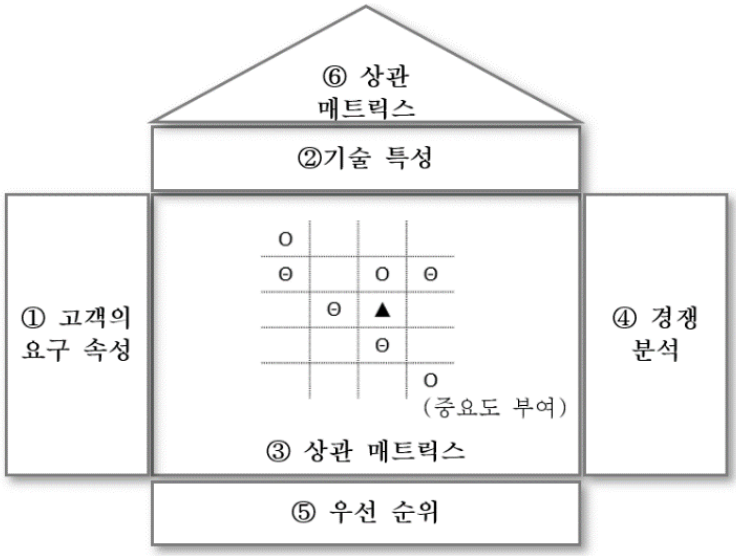
• 세 번째, 고객의 요구 사항과 기술적 특성의 상관관계를 파악한다. 일반적인 경우 3가지 경우(예: 9점, 3점 1점 등)로 우선순위 점수를 부여하며 높은 점수는 연관 관계가 높음을 의미한다.

• 네 번째, 경쟁 관계에 있는 회사와의 비교를 위하여 고객의 요구사항에 대항하는 각 회사의 점수를 표기한다.

• 다섯 번째, 기술 특성의 우선순위에 관해 확인 한다. 여기에서 기술 특성의 우선순위는 고객의 요구사항을 만족하기 위한 기술적 특성에 대한 우선순위를 의미한다.

• 여섯 번째, 기술 특성들 사이에서의 연관성을 확인하기 위하여 기술 특성에 대한 상관성을 분석하는 단계이다.

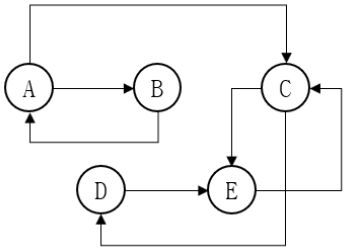
이러한 여섯 가지 단계가 일반적인 품질의 집 작성 및 분석의 단계이며, 여기서 도출되는 기술 특성을 또 다른 요구 속성으로 연속하여 분석하면 고객의 요구 속성에서 연결되는 상관관계를 지속해서 분석 할 수 있게 된다.



[그림 2-2] 품질의 집 개략도

2.2.3. 설계 구조 행렬

설계 구조 행렬(DSM : Design Structure Matrix)은 복잡한 시스템 표현하는 방법의 하나다. 이것은 시스템을 이루는 구성요소 간의 연결성을 다양한 방법으로 나타내는 정사각행렬 형태의 구조이다. 설계 구조 행렬은 복잡한 시스템 분석을 위해 널리 쓰이는 모델링 기법으로써, 특히 시스템의 분해(Decomposition)와 통합(Integration) 그리고 시스템의 추가가 될 경우에 시각적으로 확인이 용이한 도구이다. 설계 구조 행렬을 활용하면 시스템의 구성요소 간 복잡한 관계를 간단한 행렬로 나타낼 수 있으며, 이 행렬은 다양한 분석 기법에서 활용이 가능하다. 설계 구조 행렬에서 각 구성요소가 각 행·열에 표시되며, 각 구성 요소 자신을 나타내는 대각 성분을 제외한 나머지 부분에 구성요소 간 의존관계(Dependency)가 표시된다. 설계 구조 행렬의 열은 기능을 주는 요소(Input source), 행은 기능을 받는 요소(Output source)를 의미한다 [16]. 예를 들면, 어떤 시스템이 [그림 2-3]의 좌측과 같은 구성 요소 사이의 관계를 갖는다면, 이것을 [그림 2-3]의 우측의 설계 구조 행렬로 표현 할 수 있다. 여기서 (A, B)에 해당하는 컬럼은 구성요소 B가 A에 미치는 영향을 뜻하며, (B, A)에 해당하는 컬럼은 구성요소 A가 B에 미치는 영향을 뜻한다. DSM은 표현 방법에 따라 [그림 2-3]의 중앙 그림과 같이 연결 상태만을 나타내는 이진법적 설계 구조 행렬(Binary DSM)과 우측의 구성 요소의 연결 강도를 같이 나타내는 수치적 설계 구조 행렬(Numerical DSM)로 분류할 수 있다.



	A	B	C	D	E
A		1			
B	1				
C	1				1
D			1		
E			1	1	

	A	B	C	D	E
A		0.1			
B	0.5				
C	0.2				0.1
D			0.3		
E			0.4	0.2	

[그림 2-3] 시스템 구성요소와 설계 구조 행렬의 예 [17]

이진법적 설계 구조 행렬(Binary DSM)은 구성요소의 관계에 대한 영향도 유무만을 표현하지만, 수치적 설계 구조 행렬(Numerical DSM)은 관계 영향도의 유무뿐만 아니라, 그 강도까지 함께 표현하는 것으로, 이진법적 설계 구조 행렬(Binary DSM)보다 더 다양한 정보를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 어떤 제품에 대해 각 부품의 기계적인 연결 상태에 대한 시스템을 분석할 경우 우리는 간단히 이분법적 설계 구조행렬을 통하여 각 부품의 연결 상태에 관해 확인해 볼 수 있다. 반면 특정 제품 내에서 에너지 전달이나 정보 전달이 되는 과정을 표현하기 위해서는 연결된 각 부품에서 정보나 에너지가 흘러가는 방향 및 전달되는 양 등을 [그림 2-3]의 우측 그림과 같이 수치적 설계 구조 행렬(Numerical DSM)로 표현 할 수 있다.

2.3. 경제성 분석

2.3.1. 순현가법

순현가법(NPV : Net Present Value)은 총투자비와 투자 기간에 투자로 발생하는 현금 유입을 할인율을 적용하여 얻은 현가와 비교하는 법을 말하는 것으로 재무관리에서 가장 기본이 되는 원리 중의 하나로 아래 수식(1)과 같이 계산할 수 있다. 이 방법은 기업이나 사업의 미래 현금흐름에 위험할증을 고려한 자본 할인율을 적용함으로써 기업이나 사업의 가치를 구하는 기법이다 [18]. 순현가법은 향후 사업의 위험을 충분히 예측할 수 있으면 즉, 현재 및 미래에 비교적 안정된 현금흐름이 예상되는 사업에 적합하여 실물로 투자한 사업의 재무 타당성 분석에 폭넓게 이용됐다 [19]. 이 방법은 기대 현금 흐름과 자본의 기회비용(할인율)에 의해서만 결정되므로 계산 과정이 어렵지 않을 뿐 아니라, 경영자나 주주, 회계 담당 등의 취향, 처리 방식 등에 영향을 받지 않는다. 일반적으로 순현가가 양이면 투자할 가치가 있고 음이면 투자할 가지가 없다고 해석한다. 하지만 순현가가 투자비와 비교하여 양이냐, 음이냐는 단순히 투자 가치의 기준뿐만 아니라 차익거래 기회의 유무를 의미하기도 한다.

$$NPV = \frac{C}{(1+r)} + \frac{C_1}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{C_{n-1}}{(1+r)^n} - I_0 \qquad (1)$$

N : 사업 전체 기간

C_t : 시간 t에서의 순현금흐름

C_0 : 투자액

r : 내부 수익률

2.3.2. 내부 수익률

투자에 대한 수익률을 계산하는 방법은 여러 가지가 있지만, 그중에서 공학적인 투자사업의 성과 측정에 현금흐름 할인법과 동일한 결과를 낳는 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)을 가장 많이 사용하고 있다 [20]. 내부 수익률은 일반적으로 투자에 소요되는 지출액의 현가가 투자로 부터 발생되는 기대 수입의 현가와 동일하게 되는 할일율이다. 즉, 투자사업의 순현재가치를 0으로 만드는 이자율로 정의할 수 있다. 또한 공업 경제학이나 재무 분야의 많은 문헌에서도 내부수익률은 사업의 현재가치가 0이 되는 이자율(할인율)로 정의되고 있다 [21]. 따라서 투자 발생 이후에 미래의 현금과 투자되는 현금의 가치를 일치시켜주는 할인율을 찾는 것으로 아래 수식(2)를 만족시키는 할인율(r)을 찾는 것이다.

$$\frac{A_1}{(1+r)^1} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{A_n}{(1+r)^n} = A_0 \qquad (2)$$

An : n 기간(보통 1년)말에 발생하는 순현금흐름

n = 0, 1, 2,……, N.

위의 식에서 우변의 항을 좌변으로 옮기면, 좌변은 검토 중인 사업의 현재가치를 구하는 식이며 그 값은 0이 된다. 따라서 내부수익률은 그 사업의 현재가치를 0으로 만드는 할인율(이자율)로 정의하기도 한다. 여러 선행연구에서 정의한 내부 수익률의 의미를 찾아보면 투입된 비용과 발생한 수

익의 합이 0이 되는 이자율 [22], 일련의 수입과 지출을 현가로 바꾸어 0이 되게 하는 이율 [23], 수익률을 대안의 현금 유입의 현재가치와 현금유출의 현재가치를 같게 해주는 손익분기 이자율 [24] 등으로 정의했다.

2.4. 선행 연구의 한계

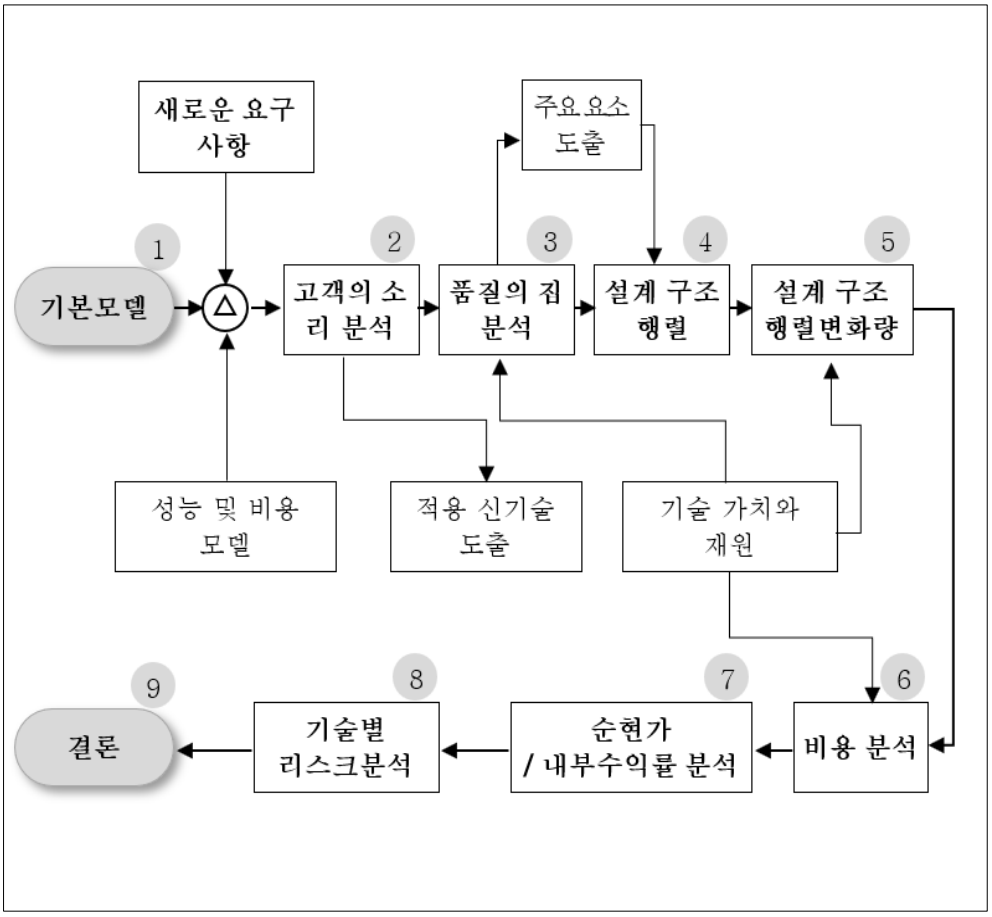
기존 운영 중인 모델에 신기술을 적용하는 일은 현장에서도 수없이 많이 일어나고 반복되고 있다. 그러나 기존 모델에 신기술을 적용하거나 설계변경을 진행할 때 정형화된 최적의 설계 변경 시스템 방법이 없어 시스템 속성 분석 작업 수행이 부족하였다. 이로 인하여 비효율적인 설계 변경이 반복되고 있는 것이 현실이다. 또한 기존의 신기술 적용에 대한 방법론은 대부분 기존 제품에 새로운 신기술 하나만을 시험적으로 적용하는 것을 대상으로 연구되어 실제 현장에서 일어나는 다중 신기술 적용에 대한 연구가 부족하였다. 이러한 다중 신기술 적용에 대한 연구는 복잡한 시스템에 여러 가지 기술이 적용될 때 기술이 선별적으로 적용될 수 있는 경우의 수가 많이 발생하여 사례별 적용 기술의 경제성 분석도 상세하게 따라야 할 것이다.

본 연구는 기존 모델에 신기술이 적용되는 과정을 정형화하고, 선별적으로 적용되는 신기술에 대한 경제성을 분석한다. 적용되는 신기술은 한 개의 신기술 혹은 다중의 신기술을 모두 적용 할 수 있으며, 사용자의 상황에 맞게 최적의 의사결정을 하는 해법을 제시한다. 이것은 개발 프로세스를 적용하여 운영하는 모든 설계자, 기업 등에 유용하게 활용될 것으로 기대한다.

제 3 장 다중 신기술 적용 방법론

3.1. 방법론 개요

이 장에서는 신기술 적용에 대한 구체적인 방법론을 설명한다. 기존 모델에 새로운 요구 사항으로 신기술이 적용될 때 [그림 3-1]과 같이 체계적이고 정형화된 방법을 따라 신기술을 적용하게 된다. 우선 시장에서 운영 중인 기존 모델에 대한 고객의 소리를 분석한다. 이것은 향후 설계 변경에 필요한 기술과 요소를 파악하는 매우 중요한 단계라 할 수 있다.



[그림 3-1] 신기술 적용 가치 평가 방법론

이후 기존 모델에 반영되어야 할 고객의 소리를 품질의 집 도구에 적용하여 고객의 소리로부터 도출되는 설계적인 변경사항과 부품까지 우선순위 순으로 연결한다.

- 제1단계 : 신기술이 적용될 모델에 대하여 시스템적인 모델링을 구축한다.
- 제2단계 : 기존 모델에 대하여 사용 중이거나 앞으로 사용 가능성이 큰 고객의 소리를 정확히 입수하여 우선순위를 분석한다.
- 제3단계 : 분석된 고객의 소리를 품질의 집에 대응 시켜 고객의 소리에서 출발하여 필요한 기술과 구성 요소들을 도출한다.
- 제4단계 : 도출된 구성 요소 간의 연결 고리를 빠짐없이 확인한다.
- 제5단계 : 신기술이 시스템에 적용될 때 설계 변경 범위를 나타내는 모델을 만든다.
- 제6단계 : 신기술 적용에 필요한 비용을 산출한다. (설계, 금형, 시험비, 자재비, 인건비)
- 제7단계 : 적용되는 신기술에 대하여 경제성에 대한 가치 평가를 진행한다.
- 제8단계 : 신기술이 적용된 시스템의 가치를 확인하고, 적용할 신기술을 확정한다.

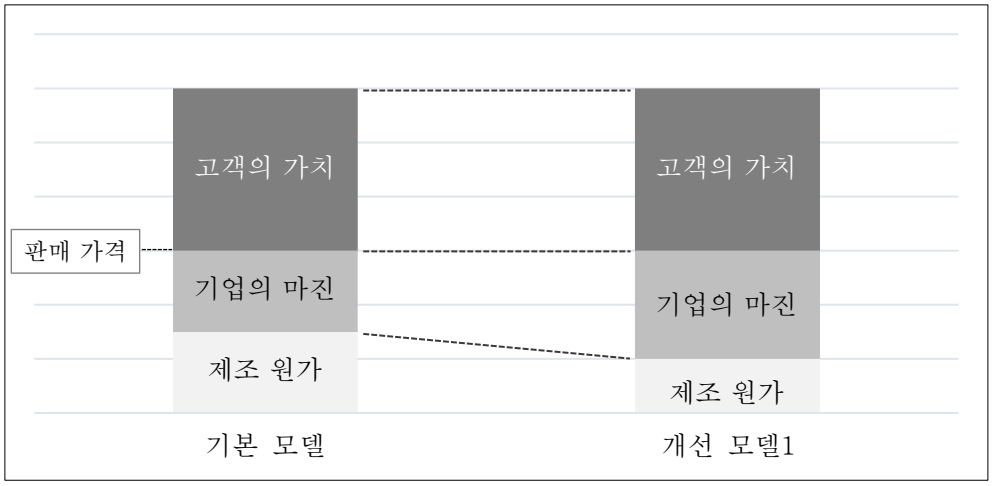
3.2. 신기술 적용 설계 방법론

3.2.1. 기본 모델 분석

신기술 적용에 있어 우선 진행되어야 할 사항은 대상이 되는 기본 모델을 선정하고 그 모델에 대한 분석이 선행되어야 한다. 기업은 제품에 대한 판매 가격은 [그림 3-2]에서 보는 것과 같이 고객이 기대하거나 요구하는 가치에 적합하게 책정한다 [3]. 이 판매 가격은 제품의 원가와 기업의 마진을 충분히 확보된 가격이어야만 지속적인 이윤 창출이

가능하다. 기업은 고객의 가치를 일정하게 유지하면서 기업의 마진을 더욱더 확보하기 위해서 제품의 기능과 성능을 동일하게 유지하면서 원가를 줄일 수 있는 방법을 지속해서 적용한다. 하지만 제조 원가를 줄이는 것에는 한계가 있어 동일한 제품에 지속적인 제조원가를 낮추는 방법은 시간이 지날수록 효과가 떨어진다.

또한 기술의 가치는 시간이 지남에 따라 급속히 떨어지기 때문에 일정한 판매 가격을 유지하기 어렵다. 기술의 가치 하락은 판매 가격의 하락으로 기업의 매출 하락에 직접적인 영향을 준다. 이에 따라 기업은 지속적인 매출 증가와 이윤을 창출하기 위해서는 새로운 기술을 지속적해서 출시하여야 한다.



[그림 3-2] 가격 구조와 판매 가격

3.2.2. 고객의 소리 분석

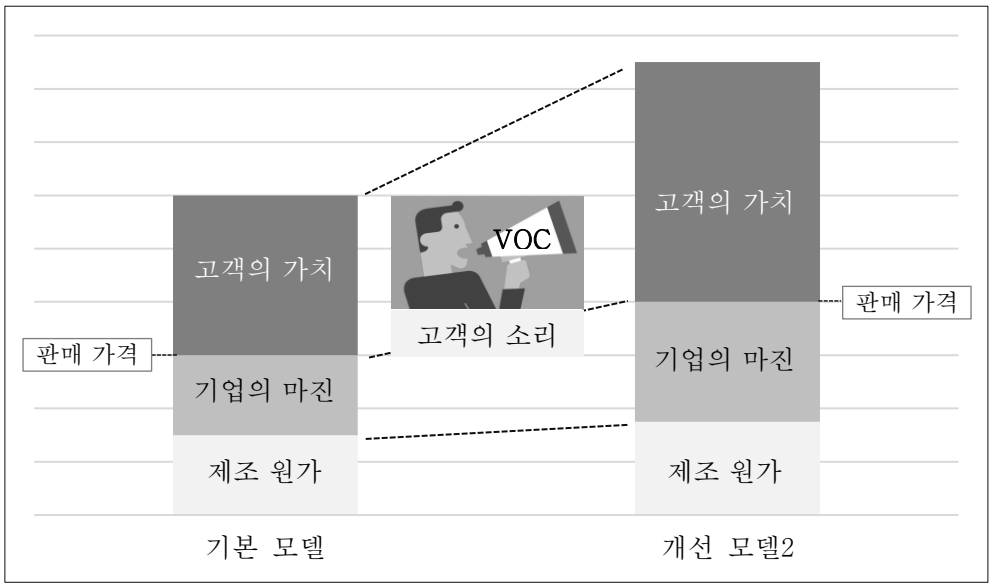
신기술시장에서 경쟁이 심화되고 소비자의 요구수준이 다양해짐과 동시에 요구의 수준이 높아짐에 따라 수많은 기업이 소비자 소리를 중점적으로 반영하여 경영활동을 실천하고 있다. 기업의 소비자 중심 경영에는 고객의 소리(VOC: Voice of Customer)가 중요한 역할을 하고 있으며, 많은 기업이 통합 VOC 시스템을 구축하여 소비자의 의견을 수집, 저장, 가공하여 기업의 경영 자산으로 적극 활용하고 있다 [25]. 그리고 기업

입장에서 고객의 소리의 중요성을 세 가지로 제시하고 있다 [26].

- 첫 번째, 기업은 고객의 소리를 통하여 고객들이 제품이나 서비스에 관하여 인지하고 있는 것을 구체적으로 이해할 수 있으며, 이런 이해를 기반으로 기업은 고객의 선호와 니즈에 대하여 고객이 요구하는 사항(Customer Requirements)을 명확하게 규정할 수 있다 [27].
- 두 번째, 고객의 소리는 고객이 가장 중요하다고 생각하는 제품의 특성이나 개선점, 그리고 다양한 가치 속성이 무엇인지를 알게 해준다.
- 세 번째, 고객의 소리를 통해서 기업이 내부적으로 공통으로 공유할 수 있는 언어로 발전적인 전략 방향을 제안할 수 있다.

위에서 제시한 고객의 소리의 중요성 중 추가적인 것은 위의 세 가지 항목이 각각 중요한 의미를 가지기도 하지만, 고객의 소리를 관리하고 운영하는 단계 또는 과정이라고 볼 수도 있다. 기업 내부적으로 고객의 소리가 제품.서비스에 대한 고객의 선호와 니즈에 대하여 '고객 요구(Customer Requirements)'라는 것을 인지하게 되면 고객의 소리를 수집, 분류, 분석하여 고객의 요구사항을 명확하게 정의할 수 있다. 또한 수집된 고객의 소리를 처리, 분석 과정에서 고객이 가장 중요하게 생각하는 요구 사항과 제품의 속성, 개선이 필요한 부분 등을 발견할 수 있다. 그리고 기업은 내부적으로 고객의 소리를 처리 및 분석 결과를 전사적으로 공유하면서 제품 및 서비스 개선과 개발에 피드백하여, 궁극적으로 고객의 소리를 경영 자산화 할 수 있다 [25].

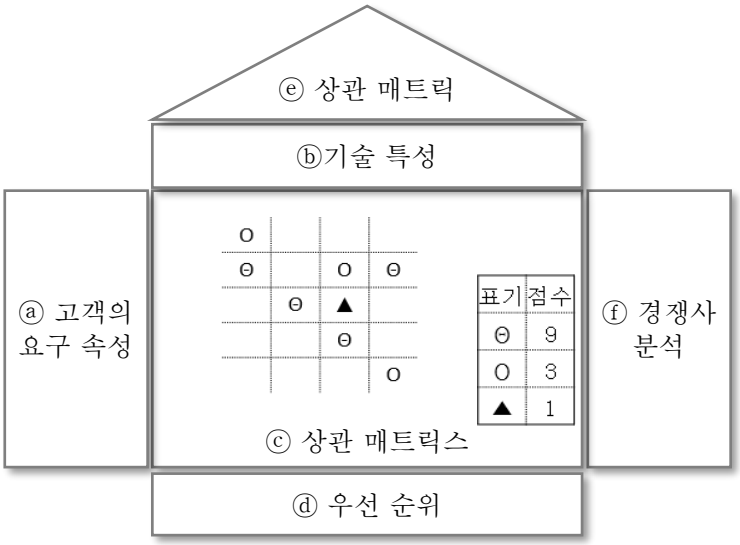
기본 모델에서 고객의 가치를 높이기 위해서는 고객의 소리를 정확히 제품에 반영하여야 할 것이다. 이는 고객이 제품으로 느끼는 가치를 향상시키는 가장 적극적인 방법이다. 고객이 제품으로부터 느끼는 가치 증가는 제품 판매 가격 상승을 만들어 내고 이것은 기업의 매출과 이익 상승 작용을 가져오게 된다. [그림 3-3]과 같이 고객의 요구 사항을 반영하여 제조 원가가 높아지더라도 판매 가격 향상으로 발생하는 마진이 제조 원가의 향상보다 큰 효과가 있어 전체적으로 기업 이익 증대를 실현하게 된다.



[그림 3-3] 고객의 가치 반영에 따른 판매 가격 변화

3.2.3. 품질의 집 분석

기본 모델에서 고객의 소리를 명확히 분석하였다면 고객의 소리를 품질의 집(HOQ : House of Quality) 도구에 적용하여 고객의 소리와 가장 관련성이 높은 기술과 관련 부품들을 도출한다.



[그림 3-4] 연구의 품질의 집 개략도

• 첫 번째, 고객의 요구와 소리를 파악하고 수집하여 [그림 3-4]의 ⓐ에 위치시킨다. 고객의 소리에 대해서는 중요도를 파악하여 가중치를 줄수 있다.

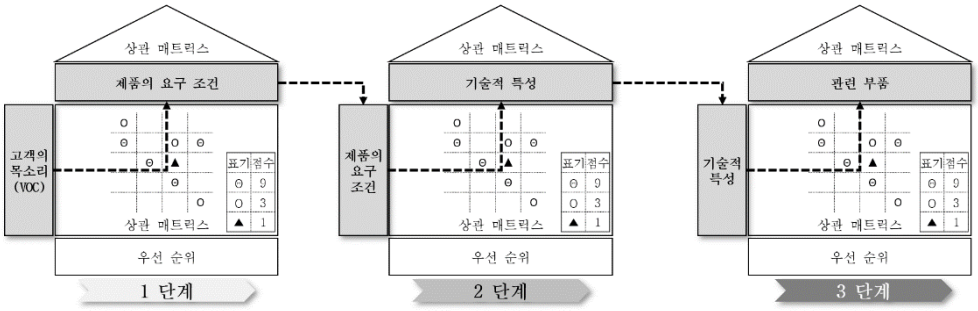
• 두 번째, 고객의 소리를 실현할수 있는 기술 특성을 도출하여 ⓑ에 위치시킨다.

• 세 번째, 기술팀, 관련 전문가들의 합의 도출에 근거하여 고객의 요구 속성과 기술 특성을 상관 관계 매트릭스에 위치시킨다. 관련성의 정도는 일반적으로 절대 평가로 우선순위를 준다.

• 네 번째, 상관 매트릭스로 이어진 기술 특성을 중요도에 따라 분류 할 수 있다. 중요도 가점은 여러가지 형태로 부여할 수 있고, [그림 3-4]에서 보는것과 같이 9점, 3점, 1점 순서로 가중치를 부여하는 것이 일반적이다.

• 다섯 번째, 우측 ⓕ 경쟁사 분석은 고객의 요구 속성에 대한 경쟁사의 대응 정도를 표기한다. 경쟁사 분석은 적용하고자 하는 기술과 제품에 따라 경쟁사의 검토가 필요 없을 경우 미반영 할 수도 있다.

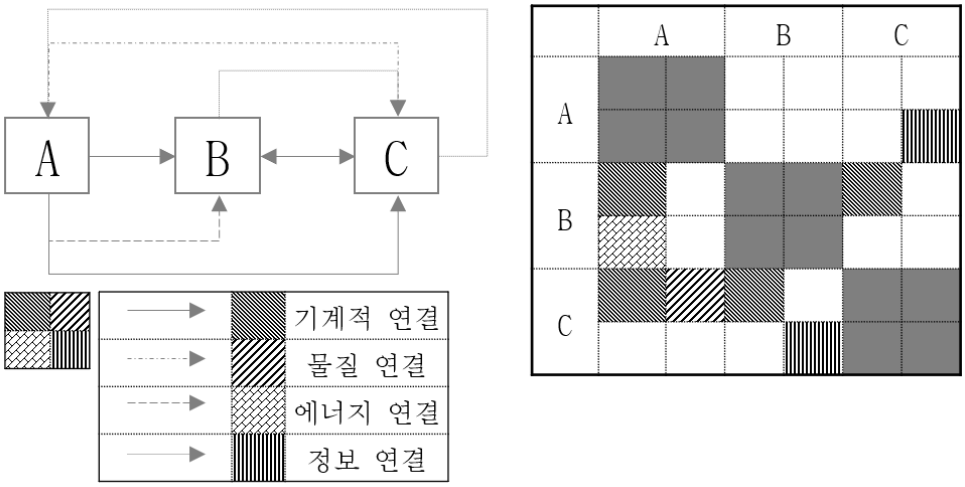
• 여섯 번째 [그림 3-5]와 같이 예를 들어 기술 특성을 또 다른 세로축으로 두고 가로축에 다른 변수를 두어 상관관계를 연속적으로 분석하면 고객의 요구 조건이 최종 변수와의 우선순위에 따라 연결할 수 있다.



[그림 3-5] 연속적 기능 연결 품질의 집

3.2.4. 설계 구조 행렬

품질 기능 전계로부터 도출된 관련 부품들은 [그림 3-6]과 같이 설계 구조 행렬(DSM : Design Structure Matrix)로 각 부품 간의 연결 고리를 확인 할 수 있다. 품질 기능 전계로부터 도출된 각각의 관련 부품들은 [그림 3-6]의 우측 행렬 구조의 메트릭스 가로축과 세로축에 각각 위치시킨다. 가로축과 세로축에 대항하는 대각선 영역은 동일 부품 자체의 연결로 특별한 연결 고리가 없다. 가로축과 세로축의 각 부품은 특성별로 연결 및 전달의 방향에 맞추어 설계 구조 행렬을 구성한다. 부품간 연결은 단순한 기계적인 연결로 시스템의 연결 상태를 확인 할 수도 있으며, 보다 구체적으로 기계적 연결 이외에 물질 이동에 따른 연결과 에너지 이동에 따른 연결, 그리고 정보의 이동에 따른 연결 등 다양한 특성에 따른 연결 고리를 구축할 수 있다. 연결의 표현은 단순 연결만을 표현 할 수도 있고, 연결의 강도에 따른 가중치를 주어 표현 할 수도 있다. 본 연구에서는 가중치를 반영하지 않고 부품 사이의 연결과 방향만을 고려하여 설계 구조 행렬을 설계 하였다. 이러 특성에 따른 설계 구조 행렬을 구성하면서 각 부품과 연결된 부품과의 상관관계를 확인하고, 설계 변경에 영향이 인자인지를 빠짐없이 확인한다.

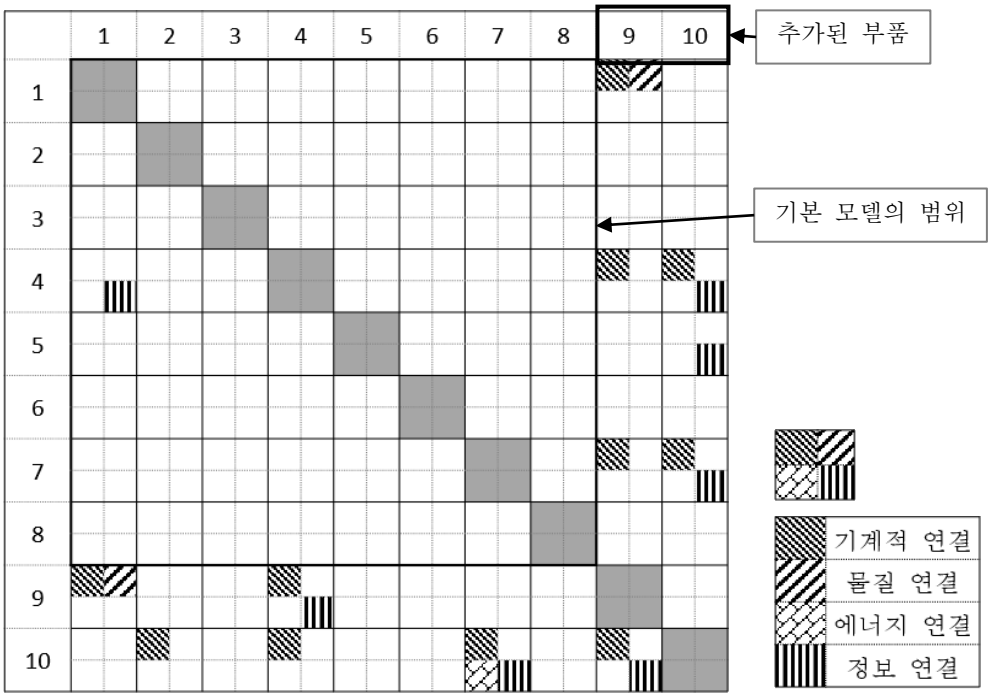


[그림 3-6] 여러 요소의 설계 구조 행렬 예시

3.2.5. 설계 구조 행렬 변화량

이 장에서는 [그림 3-7]과 같이 품질의 집과 설계 구조 행렬에서 도출된 설계 변경 부품을 기존의 설계 구조 행렬에 추가하여 설계 변경이 전체 시스템에 차지하는 비율과 정도를 확인해보게 된다.

- 첫 번째, 기존의 설계 구조 행렬의 내부 연결 고리는 모두 삭제한다.
- 두 번째, 설계 변경을 위해 추가되는 부품을 가로, 세로축에 위치한다.
- 세 번째, 새로 추가된 부품의 연결 상태를 확인 한다. 연결은 각 특성치에 따라 개별적으로 모두 확인한다.
- 네 번째, 기존에 반영된 부품의 변화가 발생하는 부분의 연결 고리 변경이 있는 부분을 확인한다.
- 다섯 번째, 전체 영역에 대한 연결고리가 발생되는 부분의 비율을 확인하여 전체 시스템에 변경이 발생되는 부분에 대한 비율을 확인한다.



[그림 3-7] 일반적인 설계 구조 행렬 변화량의 예

기술 적용 노력 (TIE : Technology Infusion Effort)는 아래 수식(3)과 같이 설계 구조 행렬 변화량에서 채워진 숫자와 기본적으로 구축된 설계구조 행렬에서 연결로 채워진 숫자의 비료 표현 할 수 있다 [3].

$$TIE = \frac{NEC_{\Delta DSM}}{NEC_{DSM}} = \frac{\sum_{i1}^{N2}\sum_{j=1}^{N2}\Delta DSM_{ij}}{\sum_{i=1}^{N1}\sum_{j=1}^{N1}DSM_{ij}} \quad (3)$$

NEC_{DSM} = DSM 에서 채워진 숫자

$NEC_{\Delta DSM}$ = ΔDSM 에서 채워진 숫자

N_1 : DSM의 구성 숫자

N_2 : ΔDSM의 구성 숫자

3.3. 경제성 분석

3.3.1. 투입 비용 분석

적용되는 신기술의 적용 부품이 확정되면 기술별 필요 비용을 산출한다. 이 비용은 금형비, 실험에 필요한 자재비 그리고 인건비 및 평가 비용 등을 포함한 공통 경비 등으로 세분화하여 작성한다. [표 3-1]은 고객의 요구 사항을 반영하기위해 다중의 신기술이 적용되어야 할 경우 적용되는 부품의 비용을 구분하여 기술별로 투입되는 금액을 정리하였다. [표 3-1]에서 보듯이 고객의 요구 사항이 달라도 같은 부품이 적용될 수 있다. 예를 들어 기술 X만 또는 기술 Y만 혹은 두 기술 모두 적용하더라도, 부품 A-2와 부품 B-2는 3가지 경우 모두 적용이 필요한 것이다.

고객의 요구 사항을 반영하기 위해 여러가지 기술들을 적용할 경우 각 기술 단독 혹은 여러 조합 등의 여러가지 방법으로 기술 적용을 검토 할 수 있다. [표 3-2]와 같이 적용되는 신기술이 2가지라면 각 기술을 독립적으로 적용할 경우와 두 기술을 조합해서 적용하는 경우를 합하여 3가지의 기술 적용 사례를 검토할 수 있다.

[표 3-1] 적용 신기술 별 부품별 소요 비용

(단위:상수)

유닛	부품	재료비 증가	적용신기술		금형비	자재비	인건비			공통 경비
			기술 X	기술 Y			인원 (/월)	개월	인건비	
유닛 A	부품A-1	100	O		35	5	2.0	12	20	5
	부품A-2	50	O	O	24	6	3.0	9	23	5
	부품A-3	20			55	8	1.5	11	14	5
유닛 B	부품B-1	35		O	12	3	1.0	6	5	5
	부품B-2	90	O	O	45	11	3.0	6	15	5
	부품B-3	45			22	3	2.0	12	20	5
유닛 C	부품C-1	27		O	14	2	1.0	12	10	5
	부품C-2	65	O		25	8	3.0	12	30	5

[표 3-2] 적용 신기술 사례별 투자 비용

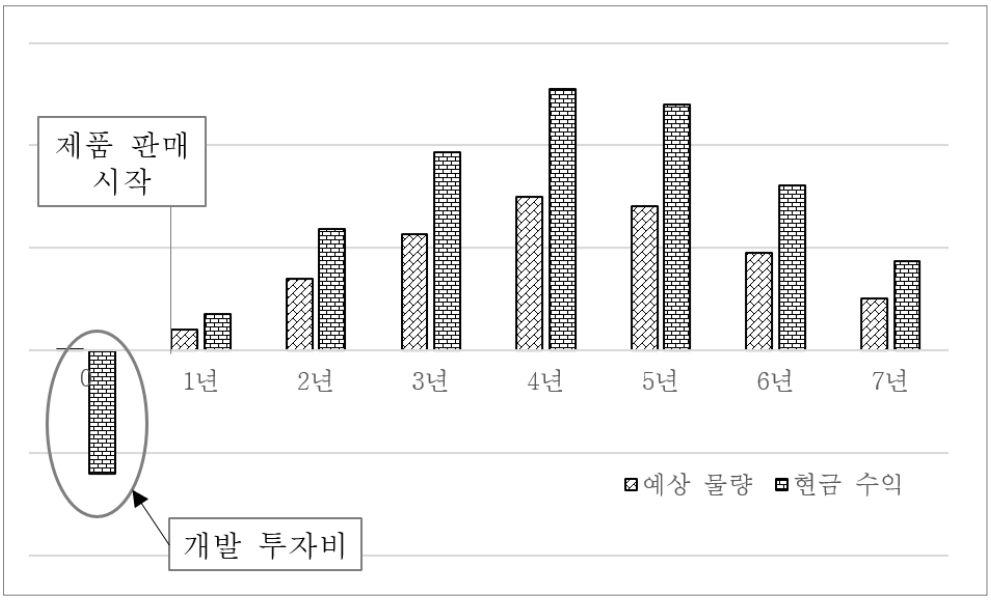
(단위:상수)

적용 신기술	금형비	자재비	인건비	공통경비	총합
신기술 X + 신기술 Y	232	46	136	40	454
신기술 X	184	38	101	25	348
신기술 Y	95	22	53	20	190

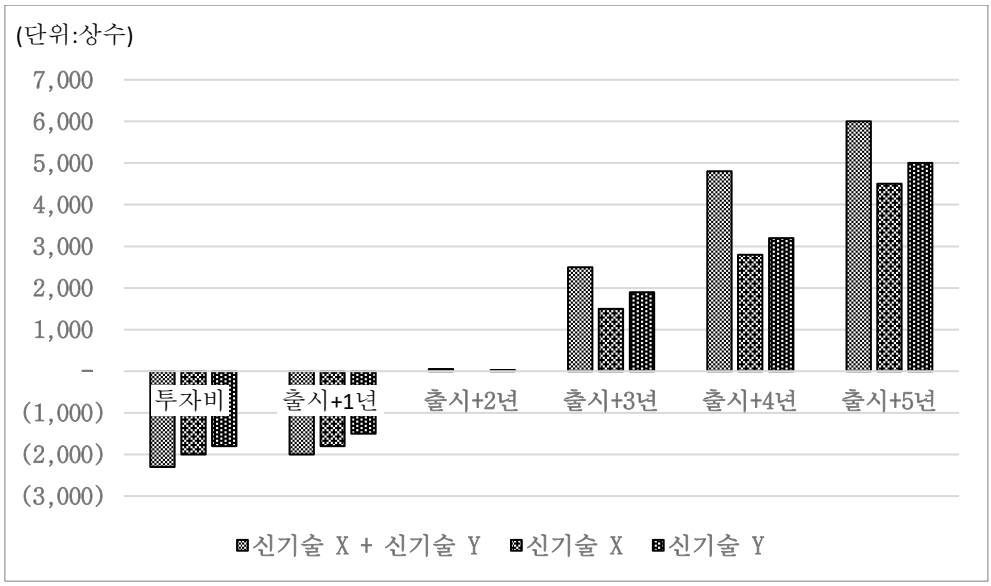
3.3.2. 경제성 분석

제품 출시 이후에 판매가 시작되면 매출과 수익이 발생하게 된다. 초기에는 개발비 및 투자비로 [그림 3-8]과 같이 음의 수로 수익이 표시된다. 이후 판매가 시작되면 판매량에 따른 수익이 발생하게 된다. 제품이 지속적으로 판매될 수록 누적 수익액이 높아 질 것이다. [그림 3-8]은 신모델 물량과 그에 따른 수익액을 보여준다.

[그림 3-9]는 신기술별 누적 수익액 예시를 보여주고 있다. [그림 3-8]과 같이 신기술 별 판매 물량에 따라 수익액이 발생하고, 발생 수익액의 누적액을 [그림 3-9]와 같이 확인 할 수 있다.

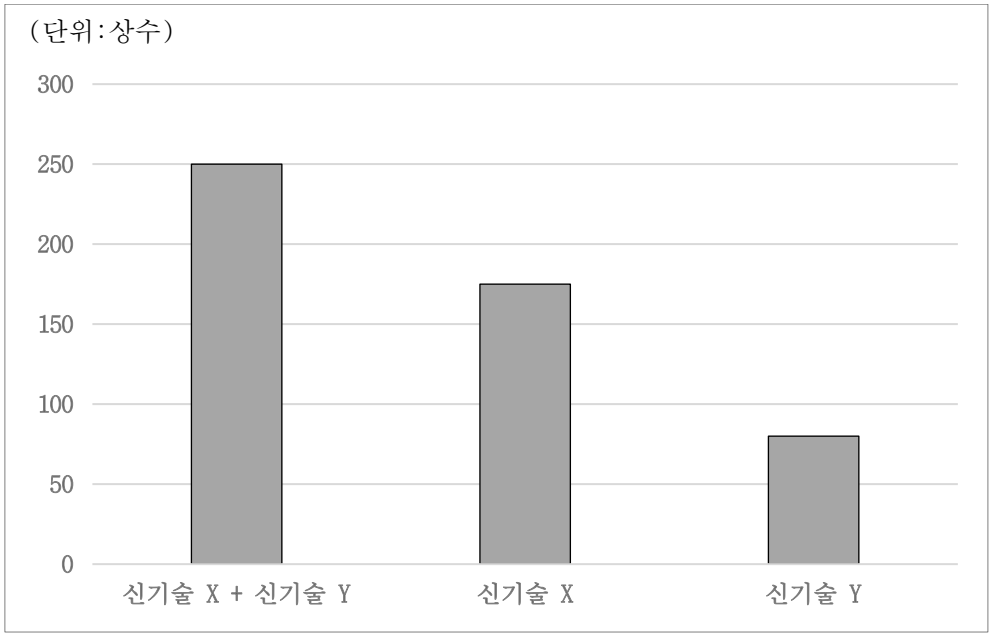


[그림 3-8] 신모델 판매 물량과 수익액 예시



[그림 3-9] 신기술 적용별 누적 수익액 예시

신기술별 누적 수익액의 차이가 발생하는 이유는 기술별 적용 재료비와 투자비가 다르기 때문이다. 이에 따라 [그림 3-10]과 같이 기술별 기대되는 순현가도 다르게 발생한다.



[그림 3-10] 신기술 적용별 순현가 예시

3.4. 신기술 적용 시나리오 분석

앞에서 분석한 기술별 경제성을 확인 후 가장 경제성이 높은 신기술을 적용 기술로 확정할 수 있다. 보편적으로 순현가를 분석하여 높은 값을 나타내는 것은 경제적 효용이 높다고 할 수 있다.

그렇지만 일반적인 기업의 경우 기술 개발 투자비에 가장 많은 부분을 차지하는 것이 인건비이며, 이것은 유동적으로 적용하기에는 한계가 있어 순현가 분석을 통한 결과가 가장 적절하다고 하기는 어렵다. 적용을 고려하는 여러 기술 중에 적용 신기술을 확정하기 위해서는 기술의 경제성뿐만이 아니라 기술의 적용 시기와 시장 상황을 고려하여 시기적절하지 않거나, 또는 기술 획득에 리스크가 높은 것은 경제성 이외의 것에 추가로 고려해볼 필요가 있다. 또한 적용하고자 기술이 시장의 요구사항에 정확히 부합하는지와 향후 기술 트렌드 등을 고려하여 적용 신기술을 결정할 필요가 있다.

제 4 장 프린팅 시스템 사례 연구

4.1. 프린팅 시스템의 이해

4.1.1. 프린터의 역사

레이저 프린터는 다른 표현으로 전자 사진 시스템이라고 표현을 한다. 이러한 전자 사진의 역사는 복사기의 탄생과 함께 시작되었다고 할 수 있다. 복사기는 1837년 프랑스의 다게르가 은판 위에 물체의 모습을 고정시키는 사진술을 발명한 때부터 시작한다. 그 뒤, 미국의 체스터 칼슨이 1938년 10월에 정전식 복사기를 최초로 발명하였다. [그림 4-1]은 칼슨의 복사기로 출력한 최초의 전자사진 화상이다. 이후 칼슨의 복사기를 개선, 상품화를 이룬 것은 Haloid 社(이후 1961년 Xerox 社로 변경)가 1950년에 제록스 1호기를 생산하면서부터이다. 그리고 전자 사진이 대중화를 이루게 된 결정적인 계기는 1959년에 보통 종이에도 복사가 가능한 자동 고속 복사기 Xerox 914가 개발되면서부터이다.

한국에 복사기가 처음으로 소개된 것은 1960년 신도교역(현 신도리코)이 일본의 리코 社에서 들여온 것으로, 서울 명동 미우만 백화점(지금의 미도파백화점)에 설치한 것이 최초였다. 한국에서 최초로 만들어진 복사기는 1964년 12월 신도리코에서 제작한 디아조식 복사기 Ricopy 555이다. 근래에는 입체 컬러 복사기와 디지털 복사기 등도 개발되고 있다 [28].

[그림 4-1] 최초의 전자사진 화상 [29]

전자사진 기술의 발전은 각각의 방식에 따라 다음과 같이 디아조식,사진식, 정전식, 감열식, 컬러식 5가지로 분류할 수 있으며 이와 같이 방식의 변화에 따라 전자사진 기술의 역사가 쓰여져 왔다고 볼 수 있다.

4.1.2. 전자사진 방식 프린팅 시스템 구성

전자 사진 방식 프린터는 이미지를 광 수신 장치(photoreceptor, 감광 드럼)에 보내기 위해 레이저 빔이 사용되는 방식의 레이저 프린터가 주를 이루고 있다. 다음 [그림 4-2]는 레이저 프린터의 내부 구성도를 간략하게 나타낸 것이다. 여기서 인쇄를 위한 일련의 프로세스는 다음과 같다.

(1) 컴퓨터로부터 인쇄될 내용의 정보를 받으면 프린터 내부의 메모리상에 이미지 처리를 하게 된다.

(2) 대전(Charging): 감광 드럼의 표면에 일정 전압을 균일하게 형성시킨다.

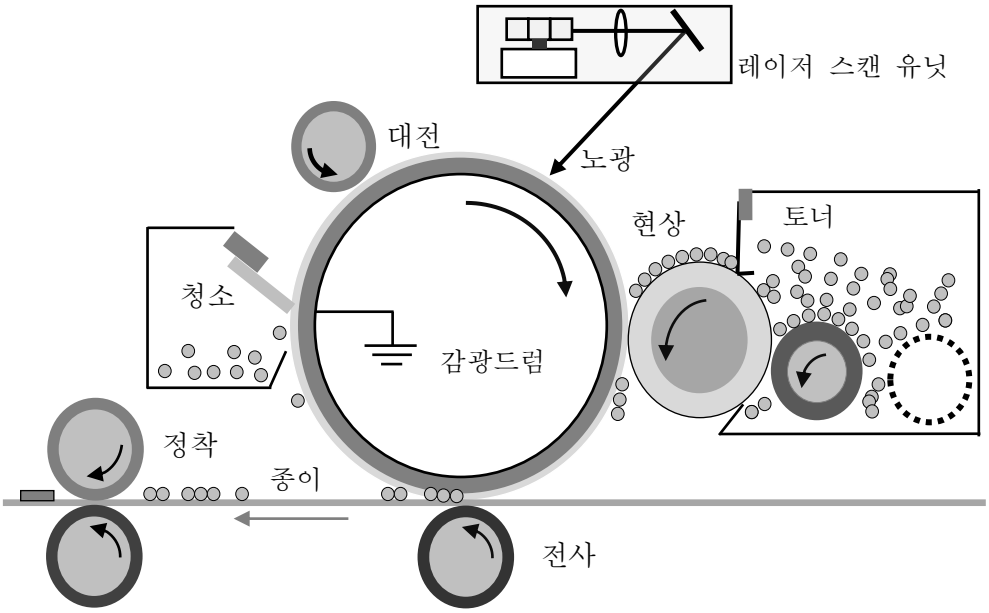
(3) 노광(Expose) : 인쇄될 내용은 레이저 다이오드를 통해 레이저를 감광 드럼 위에 조사하게 된다. 레이저 프린터의 생명인 감광 드럼은 빛을 받으면 이온화가 된다.

(4) 현상(Developing) : 이 이온화된 감광 드럼 위를 현상부의 마이너스(-)로 대전 된 토너가 접촉, 혹은 전압 공급에 의해 감광 드럼 상으로 이동하게 된다.

(5) 전사(Transfer) : 감광 드럼 위의 현상된 토너가 종이로 이송되어 우리가 출력하고자 하는 이미지를 용지에 형성한다.

(6) 정착(Fusing) : 감광 드럼상에 흡착된 토너는 열과 압력이 가해지면서 정착되어 종이 위에 달라붙게 된다.

(8) 최종적으로 열과 압력받아 정착된 토너가 인쇄된 용지는 용지 가이드를 통하여 프린터 외부로 출력된다.

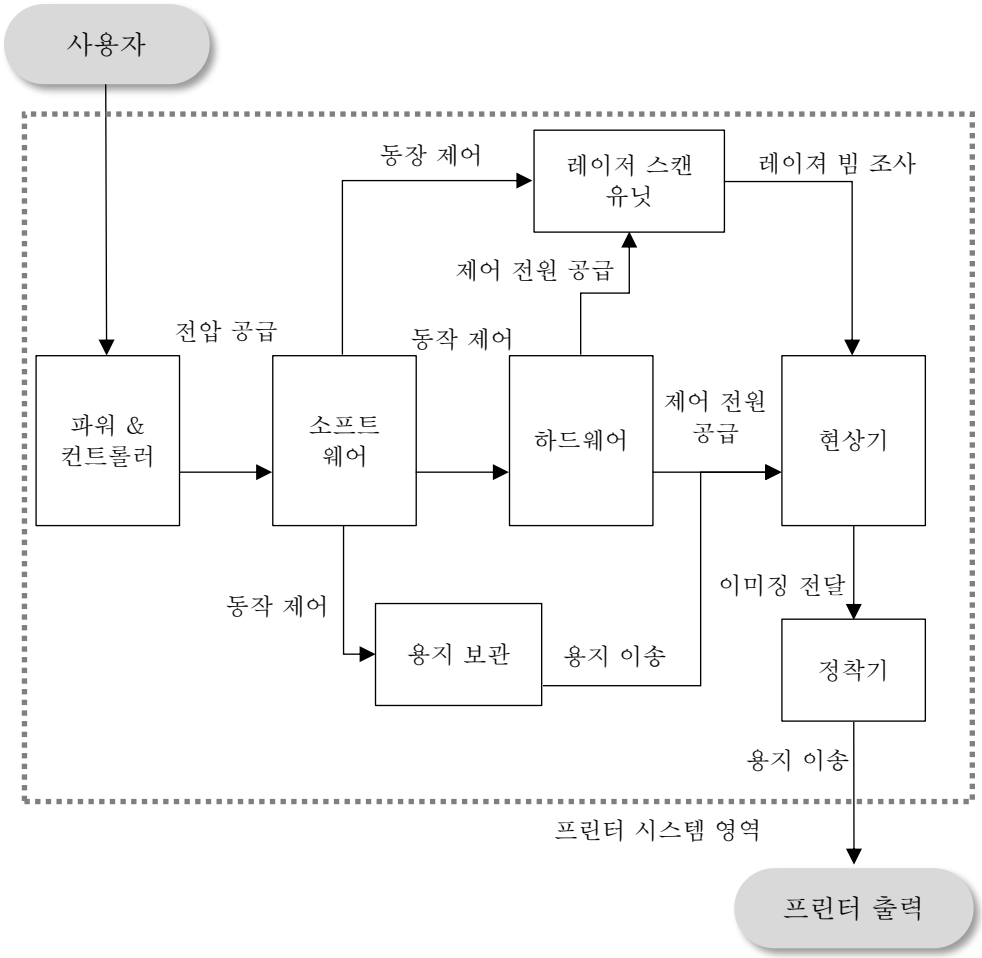


[그림 4-2] 레이저 프린터의 출력 원리

[그림 4-3] 감광체 드럼(좌)과 토너가 흡착된 감광체 드럼(우)

[그림 4-3]은 감광 드럼 사진과 대전되어 토너가 흡착된 후의 감광 드럼 사진을 나타낸 것으로 토너가 흡착된 드럼 사진을 보면 역상 화상 형성된 글씨가 토너에 의해 형성되어 드럼에 현상 되어 있는 것을 확인할 수 있다. 최종적으로 이렇게 드럼에 붙어 있는 토너가 종이에 옮겨지게 되는 것이다.

[그림 4-4]는 레이저 프린터의 인쇄원리를 간략히 도식화 하여 나타낸 것이다. 사용자가 컴퓨터를 통하여 프린터 실행 명령을 내리면 내부 제어 동작을 통하여 프린터 내부의 각 유닛에 동작 명령을 내린다. 이후 각 유닛은 제어 동작에 맞추어 필요한 동작을 수행하고 상기의 현상 프로세스를 거쳐 인쇄된 종이가 프린터 밖으로 출력되게 되는 것이다.



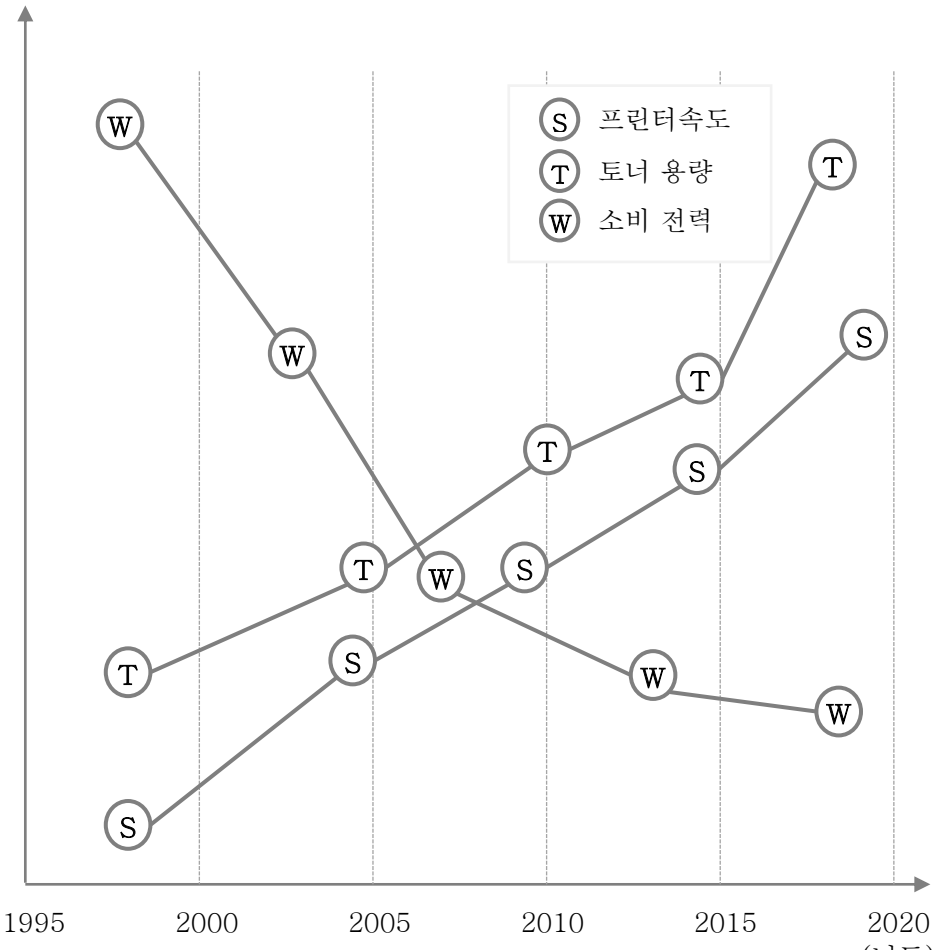
[그림 4-4] 프린터 시스템의 도식화 예

4.2. 프린팅 시스템 신기술 적용 방법론

4.2.1. 모델 분석

세계 프린터 시장은 인터넷, 무선 통신 등 정보 통신 산업의 활성화로 PC 출력 수요가 증가하여 프린터 판매가 지속해서 증가해 왔다. 특히 세계 경제 침체 시기였던 '97~98년 이후 급속한 성장이 이루어 지고 있으나 최근 스마트 기기와 데이터 통신의 활성화로 프린터 전체 시장은 정체기를 맞이하고 있다. 또한 프린터 시장은 극심한 가격 경쟁과 기술의 변화가

가속화가 진행 되고 있다 [30]. 특히 잉크젯 시장이나 낮은 등급의 레이저 프린터의 경우 판매가격이 제조 원가 수준이나 제조 원가보다 더욱 낮아 시작을 확보하기 위한 출혈 경쟁이 심각한 수준이다 [31]. 이러한 프린터 시장의 기술 [그림 4-5]와 같이 아래와 같은 변화를 보이고 있다.



· A4 제품 기준으로 일반화하여 표기함
· 소비 전력은 TEC (*) / PPM (**) 으로 일반화 함

(*)TEC : Typical Electricity Consumption. (**)PPM : Paper Per Minute

[그림 4-5] 프린터 시스템의 기술 트랜드 변화

- 첫 번째, 디지털 미디어 기계 및 휴대 전화를 포함한 휴대용 카메라 등의 보급으로 컬러 출력에 대한 수요가 급속히 증가하였다.

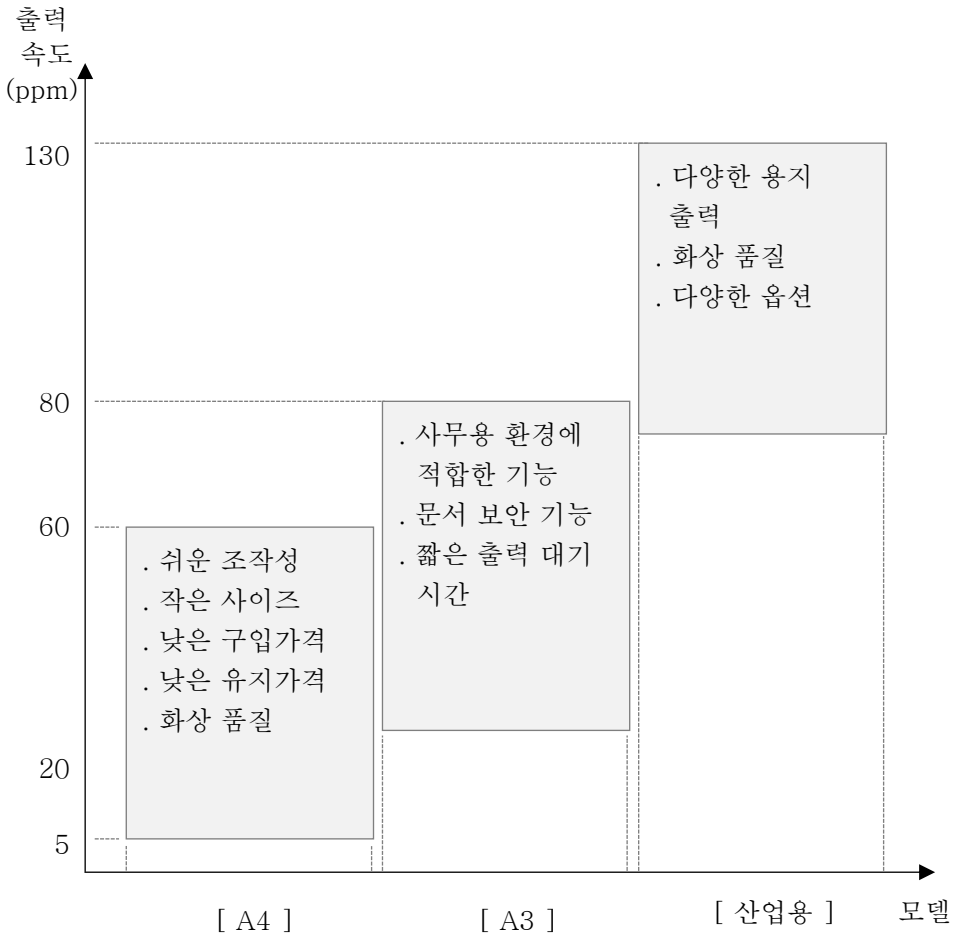
• 두 번째, 프린터의 유지비를 줄이기 위한 장당 소모되는 비용의 절감을 위해 소모품 카트리지의 토너 용량이 꾸준히 증가하고 있다. 또한, 프린터 동작을 위한 소비 전력은 꾸준히 감소하고 있다. 프린터의 경우 일반적으로 출력을 하지 않은 대기시간 동안 전원이 연결된 상태가 대부분이고, 출력하는 동안도 고온의 정착열이 종이의 토너를 녹여 붙여 인쇄를 함에 따라 높은 전력 소비가 발생하게 된다. 따라서 이러한 전력 소비를 줄이기 위한 노력을 지속해서 하고 있다.

• 세 번째, 프린터 출력 속도는 점점 빨라지고 있다. 이것은 짧은 시간에 많은 출력량을 얻을 수 있어 출력 시간 절약과 출력 대기 시간이 줄어 업무 효율을 높일 수 있다.

4.2.2. 고객의 소리 분석

프린터 모델은 출력 속도와 사용 용도에 따라 크게 A4 모델, A3 모델, 산업용 모델로 구분된다. 각 모델 군의 사용처를 명확히 구분 하기 어려우나 대체로 사용 군을 구분할 수 있고, 모델 군에 대한 고객의 요구 사항 또한 [그림 4-6]과 같이 구분 할 수 있다. A4 모델은 개인용, 가정용, 작은 사무실에서 사용되고 있다. 이 모델의 사용자는 프린터 구매부터 사용까지, 구매와 출력에 발생하는 비용에 민감하며, 쉽게 조작이 가능한 프린터를 선호하는 경향이 있다. 또한 최근 스마트폰의 보급과 휴대용 디지털 카메라가 급속히 확산하여 개인적으로 촬영한 영상을 사진으로 출력하는 소요가 크게 증가하여 인쇄 화상의 품질에도 높은 관심을 보이고 있다. 따라서 최근들어 고속의 출력 속도와 저전력 고효율 에너지 사용의 프린터 수요의 요구가 높은 모델이다. A3 모델은 중/대 기업용이나 도면 작업등의 전문적인 분야에 주로 사용되고 있다. 특히나 A3 프린터는 기존의 아날로그 복사기를 대체하는 역할을 하고 있어 빠른 출력 속도와 장수명 사용에도 문제 되지 않는 높은 내구성을 요구받고 있다. 또한 주기적인 서비스 작업이 필요하여 쉬운 서비스와 낮은 유지비에 대한 고객의 소리가 높아지고 있다. 산업용 프린터는 빠른 출력 속도와 고화질 인쇄로 인쇄 산업에 주로 사용되고

있다. 산업용에 쓰이는 프린터는 다양한 옵션이 결합 할 수 있어야 하고 다양한 용지를 출력할 수 있어야 한다. 또한 사용자가 원하는 시장에 필요한 솔루션을 다양하게 제공하여야 소비자의 만족도를 높일 수 있다.



[그림 4-6] 모델 군별 고객의 소리 예시

본 연구에서는 A4,A3 프린터를 대상 모델로 연구를 진행 하였다. [표 4-1]와 같이 A4, A3 프린터를 다루는 리셀러를 대상으로 고객의 소리를 설문 하였고, 설문의 결과를 우선순위에 따라 정리하였다. 설문은 리셀러 1,020명 대상으로 진행 하였다. 그 결과 가격, 출력 풀질, 출력 속도, 예열 시간, 스캔 시간 등의 순서로 고객의 소리의 점유율이 높은 것을 알 수 있었다.

프린터를 사용하는 고객은 출력 속도를 더 높이는 것에 대한 체감적 영향은 다소 적으며, 반면 프린터 구매가 발생되는 비용에는 매우 민감하게 반응을 하였다. 이것은 소형의 저가 프린터보다 구매 비용이 높은 프린터에 대한 최초 구매 비용에 많은 영향을 받을 것으로 예상된다.

[표 4-1] 프린터 대상 고객의 소리 분석

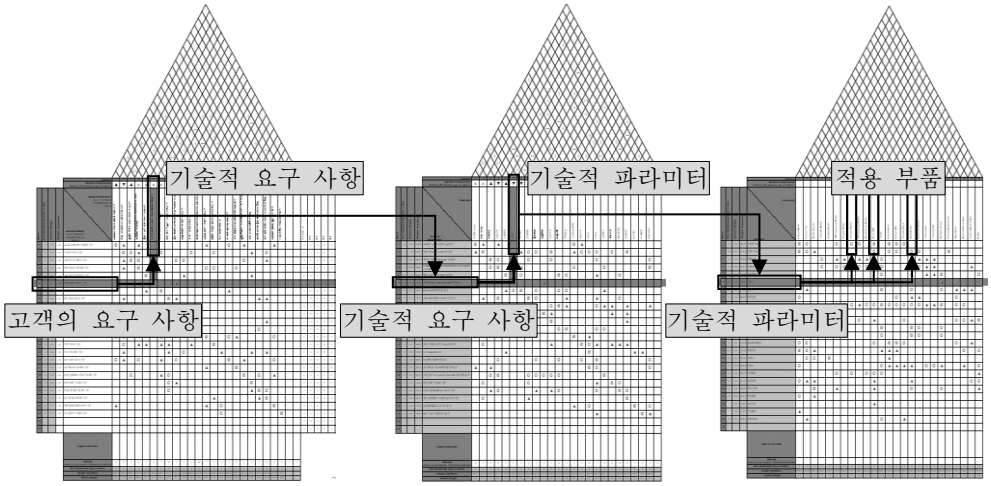
(분석 대상 : 1,020명, 리셀러 대상)

번호	고객의 소리	점유율
1	가격	34%
2	화상 출력 품질	20%
3	라인 출력 품질	12%
4	출력 속도(ppm)	10%
5	예열 시간	9%
6	스캔 스피드	8%
7	용지 보관량	5%
8	사용자 인터페이스	1%

4.2.3. 품질의 집 분석

품질의 집(House of Quality)은 품질 기능 전개가 추구하는 목적을 달성하기 위하여 개발된 기법으로, 최고의 제품 개발 솔루션을 찾기 위해 고객의 요구 사항이 제품이나 서비스의 특성으로 변환되고, 고객의 요구 사항이 어떻게 설계하고 생산, 제조될지를 서로 관련지어 매트릭스를 이용하여 고객의 제품과 서비스에 대한 기대를 충족시키는 것이 품질 기능 전개의 핵심이다 [32]. 본 연구에서는 [그림 4-7]과 같이 3단계의 품질의 집 분석을 통하여 고객의 요구 사항으로부터 연결관 기술적 요구 사항, 그리고 기술적 요구 사항과 연결되는 기술적 파라미터, 마지막으로 기술적

파라미터와 상관관계가 있는 적용 부품까지 확인하는 작업을 진행하였다. 고객의 요구사항은 앞에서 언급한 것과 같이 고객의 소리로 부터 도출된 내용을 반영 하였다. 그리고 기술적 요구 사항과 기술적 파라미터는 일반적인 프린터 모델에서 적용되는 기술적 요구 사항과 파라미터를 나열 하였다. 적용 부품은 수 많은 프린터 부품중 전문가 집단을 통해 도출된 프린터 시스템 구성에 있어 가장 중요하다고 판단되는 50가지 부품을 선정하여 품질의 집 분석을 수행 하였다.



[그림 4-7] 연구의 품질의 집 분석 계략도

[표 4-2]는 고객의 요구 사항은 고객의 소리 분석에서 확인되었던 데이터를 기반으로 중요도 순서로 작성하였다. 프린터 모델에서 고객의 소리 중 “소모품 교체 비용이 저렴해야 한다.”, “사이즈가 작아야 한다.”, “부품 내구성이 좋아야 한다.”와 같이 낮은 가격, 작은 크기, 높은 신뢰도의 내구성 등이 상위권을 차지하였다. 반면 “많은 용지를 적재해야 한다.”, “잔량 정보를 정확히 알아야 한다.”, “무선 출력이 가능해야 한다.” 등의 요구 사항은 하위권을 차지하였다. 이것은 산업용 모델을 사용하는 고객이 아닌 상대적으로 작은사이즈의 A3, A4 모델을 주로 사용하는 고객을 대상으로 진행한 설문과 고객의 소리를 반영한 결과이기 때문으로 판단 된다.

[표 4-2] 품질의 집 고객의 소리

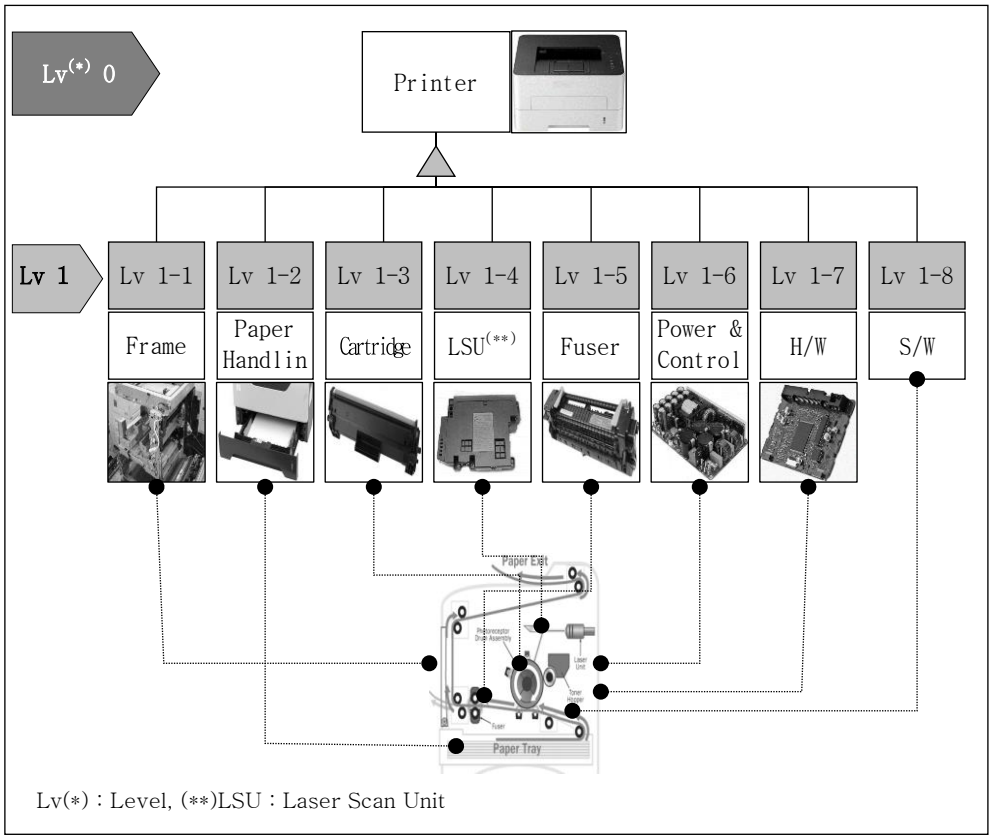
번호	고객의 소리
1	소모품 교체 비용이 저렴해야 한다.
2	사이즈가 작아야 한다.
3	부품 내구성이 좋아야 한다.
4	제품 서비스가 용이해야 한다.
5	소비 전력이 적게 들어야 한다.
6	이미징 품질이 좋아야 한다.
7	사용에 인체에 무해해야 한다.
8	용지 걸림이 없어야 한다.
9	인쇄 속도가 빨라야 한다.
10	스캔 속도가 빨라야 한다.
11	소음이 적어야 한다.
12	출력 대기 시간이 적어야 한다.
13	소모품 교체가 용이해야 한다.
14	무게가 작아야 한다.
15	복사가 용이해야 한다.
16	토너 누출이 없어야 한다.
17	설치 메뉴얼이 상세해야 한다.
18	다양한 환경에서 사용이 가능해야 한다.
19	양면 인쇄가 가능해야 한다.
20	다양한 용지를 지원해야 한다.
21	많은 용지를 적재해야 한다.
22	잔량 정보를 정확히 알아야 한다.
23	무선 출력이 가능해야 한다.

기술적 요구 사항과 기술 파라미터는 [표 4-3]과 같이 프린터에 대한 요구 사항을 전문가 집단을 대상으로 하여 24개 항목을 도출하였다. 기밀성 때문에 상세한 기술적 요구사항의 일부 데이터는 표기하지 않았다.

[표 4-3] 기술적 요구 사항과 기술적 파라미터

번호	기술적 요구사항	기술 파라미터
1	소포품의 재료비가 저렴할 것	분리형 Toner
2	제품 사이즈가 ** Liter 이하일 것	외관 사이즈
3	프린터 수명이 ***K page 이상일 것	제품수명
4	1 UMR (Unscheduled Maintenance and Repair) / * years	부품수명
5	출력 시 소비 전력 ***W 이하일 것	소비전력
6	이미징 Dot 이 **00 by **00 dpi 를 구현할 것	선명도
7	Emission 평가를 만족할 것	환경규격
8	Jam 발생 비율이 1/*000 이하일 것	용지걸림
9	출력 속도가 A4 용지 기준 **ppm(page per minute) 이상일것	출력속도
10	스캔 속도가 ** ipm(imaging per minute) 이상일 것	스캔속도
11	인쇄 시 **dB 이하일 것	소음크기
12	FPOT(First Print Out Time)이 **초 이내일 것	정착성능
13	소모품 교체시 *단계 이하일 것	정착방식
14	복합기 제품의 무게가 **kg 이하일 것	소모품교체방법
15	*.*" Capacitive UI(User Interface)	제품무게
16	유통 규격을 만족 할 것	사용성
17	설치 메뉴얼 기준 UER 평가를 만족할 것	안정성
18	온습도가 **~**도/**~**% 에서 정상 작동 할 것	사용환경
19	양면 인쇄가 가능해야 한다.	양면인쇄
20	다양한 용지를 출력 할 수있어야 한다.	미디어지원
21	용지 보관 용량이 ***매 이상이여야 한다.	급지용량
22	소모품에 메모리 칩이 위치할 것	보안기능
23	WIFI 기능이 지원되어야 할 것	무선출력
24	서비스가 용이할 것	제품서비스

적용 부품은 실제 프로젝트에 적용되는 모델을 [그림 4-8]과 같이 적용 유닛별 구분하였다. 본 연구에서는 프린터를 크게 8개 유닛으로 구분 하였다. [표 4-4]는 유닛별로 확인된 주요 부품 50개 보여주고 있다. 각 유닛 하위 부품은 [표 4-4]에서 표시한것과 같이 “유닛명 - 알파벳 순”으로 표기 하였다. 예를들어 프레임 유닛의 부품은 “FRAME-A, B, C, …”와 같이 부품명을 표기 하였다. 또한 [그림 4-8]에 나타난 유닛에는 없지만 포장 부품도 프린터 제품에는 중요한 기능을 하기때문에 중요 부품으로 분류하여 추가 하였다.



[그림 4-8] 프린터 구성 요소

[표 4-4] 품질의 집 검토용 적용 부품

번호	유닛	부품	번호	유닛	부품
1	프레임	FRAME-A	26	급지	PAPER-A
2	프레임	FRAME-B	27	급지	PAPER-B
3	프레임	FRAME-C	28	급지	PAPER-C
4	프레임	FRAME-D	29	급지	PAPER-D
5	프레임	FRAME-E	30	급지	PAPER-E
6	현상기	CARTRIDGE-A	31	급지	PAPER-F
7	현상기	CARTRIDGE-B	32	급지	PAPER-G
8	현상기	CARTRIDGE-C	33	급지	PAPER-H
9	현상기	CARTRIDGE-D	34	LSU	LSU-A
10	현상기	CARTRIDGE-E	35	LSU	LSU-B
11	현상기	CARTRIDGE-F	36	LSU	LSU-C
12	현상기	CARTRIDGE-G	37	스캔	SCAN-A
13	현상기	CARTRIDGE-H	38	스캔	SCAN-B
14	현상기	CARTRIDGE-I	39	Power	POWER-A
15	현상기	CARTRIDGE-J	40	Power	POWER-B
16	정착기	FUSER-A	41	Power	POWER-C
17	정착기	FUSER-B	42	Power	POWER-D
18	정착기	FUSER-C	43	HW	HW-A
19	정착기	FUSER-D	44	HW	HW-B
20	정착기	FUSER-E	45	HW	HW-C
21	정착기	FUSER-F	46	HW	HW-D
22	구동	DRIVE-A	47	HW	HW-E
23	구동	DRIVE-B	48	포장	PACKAGE-A
24	구동	DRIVE-C	49	포장	PACKAGE-B
25	구동	DRIVE-D	50	포장	PACKAGE-C

본 연구에서는 프린터의 속도 증가와 화질 개선에 대한 신기술 적용 검토를 하고자 한다. 이에 속도 증가와 화질 개선에 관한 고객의 소리로 부터 연결 관계를 확인한다. 상관관계는 9점, 3점 1점으로 구분하여 가중치를 적용하였고, 상관관계 연결은 프린터 개발팀 전문가 집단의 의견을 참고하여 반영하였다.

• 첫 번째, [표 4-5]는 인쇄 속도 증가의 고객의 소리리로 부터 연결되는 부품에 대해 가중치를 적용하여 가중치가 높은 순서로 정리한 테이블이다. 인쇄 속도 증가를 위해 우선 순위가 높은 부품은 CARTRIDGE-G, FUSER-E, FUSER-A 순서로 나타났다. 이것은 인쇄 속도가 증가 함에 따라 토너의 내구성과, 정착성에 깊은 관계가 있어 해당 부품이 가장 관계가 깊은 부품으로 선정된 것이라 하겠다.

[표 4-5] 인쇄 속도 증가에 따른 적용 부품 우선 순위

우선순위	부 품	우선순위	부 품
1 순위	CARTRIDGE-G	3 순위	POWER-D
	FUSER-E		FRAME-C
	FUSER-A		CARTRIDGE-D
2 순위	POWER-B		FUSER-C
	FRAME-A		FUSER-D
	CARTRIDGE-A		PAPER-B
	CARTRIDGE-B		PAPER-E
	CARTRIDGE-C		HW-A
	CARTRIDGE-E		HW-B
	CARTRIDGE-F		FUSER-C
	CARTRIDGE-H		FUSER-D
	CARTRIDGE-I		PAPER-H
	CARTRIDGE-J	4 순위	FRAME-D
	FUSER-B		PAPER-F
	DRIVE-A		PAPER-G
	DRIVE-B		SCAN-B
	PAPER-A		SCAN-A
	PAPER-C		FRAME-B
	PAPER-D		DRIVE-C
	LSU-B		POWER-C
	POWER-A		PACKAGE-A
	HW-C		PACKAGE-B
	HW-D		PACKAGE-C
	HW-E		
	DRIVE-D		

• 두 번째, [표 4-6]은 고화질 출력 요구에 따른 고객의 소리리로 부터 연결되는 부품에 대해 가중치를 적용하여 가중치가 높은 순서로 정리한 테이블이다. 화질 향상에 대한 고객의 소리는 CARTRIDGE-F과 LSU-A 부품이 가장 연관성 높은 부품으로 확인 되었다. 이는 이미징을 직접 현상하는 CARTRIDGE-F 부품과 레이저 빛이 통과하는 부품의 상태에 따른 연관성이 높다고 할 수 있다

[표 4-6] 화질 개선에 따른 적용 부품 우선순위

우선순위	부 품	우선순위	부 품
1 순위	CARTRIDGE-F	3순위	LSU-B
	LSU-A		SCAN-B
2 순위	CARTRIDGE-C		CARTRIDGE-H
	CARTRIDGE-E		CARTRIDGE-I
	FUSER-A		HW-C
	FUSER-B		FRAME-A
	DRIVE-A		CARTRIDGE-J
	SCAN-A		DRIVE-B
	HW-D		POWER-A
	HW-E		POWER-B
	CARTRIDGE-G		DRIVE-D
	FUSER-E	4 순위	DRIVE-C
3 순위	FRAME-D		PAPER-B
	CARTRIDGE-A		FRAME-B
	CARTRIDGE-B		POWER-D
	CARTRIDGE-D		HW-B
	FUSER-C		HW-A
	FUSER-D		PAPER-H
	PAPER-A	5 순위	PACKAGE-C
	PAPER-C		POWER-C
	PAPER-D		PACKAGE-A
	PAPER-E		PACKAGE-B
	PAPER-F	6 순위	FRAME-C
	PAPER-G		

4.2.4. 설계 구조 행렬

설계 구조 행렬은 복잡한 시스템에서 그 구성 요소와 그 관계를 연결하여 표시할 수 있고 시스템 구조를 개선, 변경하는 데 사용할 수 있는 매트릭스 기반의 분석 기법이다. 이것은 시스템의 연결 상태를 쉽게 확인 할 수 있으며, 연결 상태 등을 기준으로 중요한 패턴이나 조합을 보이는 연결 고리는 모듈로 구성하기 쉽고, 불필요한 연결 고리는 이동이나 삭제하는 등 시스템을 확인하고 재구성하는데 용이하다. 따라서 설계구조행렬 분석을 사용하면 기능을 추가하거나 삭제하는 등의 변경이 발생할 때 전체 시스템에서의 그 영향도를 예측해 볼 수 있다 [33].

본 연구는 품질의 집에서 사용되었던 적용 부품 50개에 대하여 설계 구조 행렬을 구성하여 부품 간의 연결 고리 및 물질, 에너지, 정보의 연결 및 전달 방향을 확인한다. 이것은 부품의 변경이나 추가, 삭제 시에 부품 상호 간의 기계적인 연결 고리 이외에 영향을 줄 수 있는 인자를 모두 확인하여 부품 변경에 따른 영향도를 최대한 확인 하는 데 용이하다. 우선 유닛별로 적용 되는 부품을 나열한다. 그리고 50개 부품에 대한 상관 관계를 확인 한다. 이 연구에서 각 부품의 연결 고리를 4가지 분야로 구분하여 확인하였다. 연결은 기계적 연결, 물질 연결, 에너지 연결, 정보 연결이며 [표 4-7]과 같이 각 연결의 영어 약자로 표기 하였다.

[표 4-7] 설계 구조 행렬 연결 표기

C	기계적 연결
M	물질 연결
E	에너지 연결
I	정보 연결

- 첫 번째, 기계적인 연결이다. 이것은 각각의 부품이 어떠한 체결 수단이나 물리적으로 접촉되어 있는 상태를 확인하는 것이다. [그림 4-9]는 프린터 시스템의 일부중 현상기 유닛을 예를 들어 설명하였다. [그림 4-9]에서 보듯이 Cartridge-A 부품은 항상 Cartridge-F와 Cartridge-I부품에 물리적으로 접촉하고 있다. 물리적인 접촉은 항상

두 부품 상호 간에 발생하는 양방향 접촉 현상으로 가로, 세로 대칭적으로 표시되게 된다.

• 두 번째, 물질 흐름의 연결이다. 프린터 시스템에서는 다양한 형태의 물질 흐름이나 이동이 발생한다. [그림 4-10]는 물질의 흐름을 토너의 흐름으로 반영하였다. 프린터 내부의 물질은 토너로 정의하고, 토너의 이송에 따른 연결을 나타 내었다. 이것으로 설계 구조 행렬에 대입하면 아래와 같은 형태의 매트릭스를 보여준다. 이것은 물리적인 결합 구조의 대칭 형상이 아닌 토너가 어떤 부품을 거쳐서 이동하는가를 확인하는데 용이하다

	유닛	현상기																			
유닛	부품	CARTRIDGE-A		CARTRIDGE-B		CARTRIDGE-C		CARTRIDGE-D		CARTRIDGE-E		CARTRIDGE-F		CARTRIDGE-G		CARTRIDGE-H		CARTRIDGE-I		CARTRIDGE-J	
현상기	CARTRIDGE-A											C						C			
	CARTRIDGE-B									C				C		C					
	CARTRIDGE-C							C				C						C			
	CARTRIDGE-D					C												C			
	CARTRIDGE-E			C								C		C		C					
	CARTRIDGE-F	C				C		C		C								C		C	
	CARTRIDGE-G			C				C		C						C		C			
	CARTRIDGE-H			C				C		C				C				C			
	CARTRIDGE-I	C				C						C		C		C				C	
	CARTRIDGE-J											C						C			

[그림 4-9] 현상기 유닛 부품간 기계적 연결

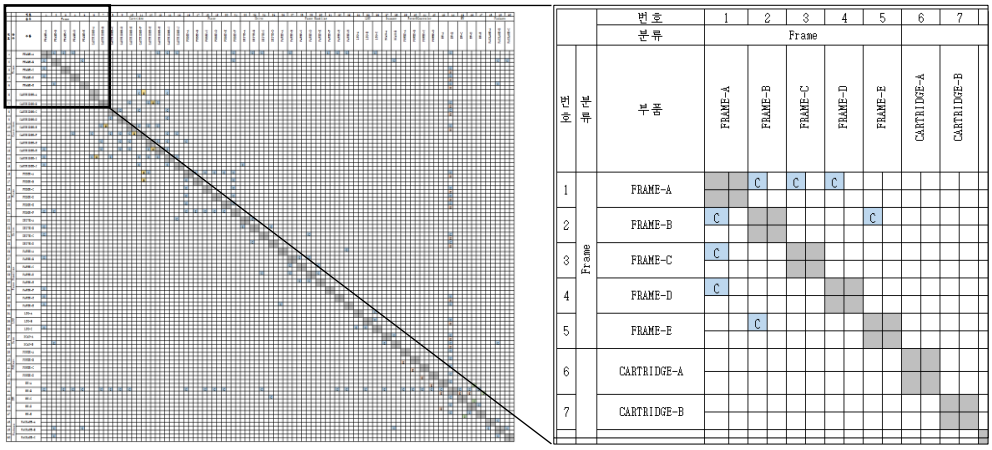
	유닛	현상기																			
유닛	부품	CARTRIDGE-A		CARTRIDGE-B		CARTRIDGE-C		CARTRIDGE-D		CARTRIDGE-E		CARTRIDGE-F		CARTRIDGE-G		CARTRIDGE-H		CARTRIDGE-I		CARTRIDGE-J	
현상기	CARTRIDGE-A											C	M					C			
	CARTRIDGE-B									C				C	M	C					
	CARTRIDGE-C							C				C						C			
	CARTRIDGE-D					C												C			
	CARTRIDGE-E			C	M							C		C		C					
	CARTRIDGE-F	C				C		C		C	M							C		C	
	CARTRIDGE-G			C				C		C						C		C			
	CARTRIDGE-H			C				C		C				C	M			C			
	CARTRIDGE-I	C	M			C						C		C		C				C	
	CARTRIDGE-J											C						C			

[그림 4-10] 현상기 유닛 토너 이송 설계 구조 행렬

- 세 번째, 에너지 흐름의 연결이다. 이것은 프린터 내부에 전기적인 흐름이나 열적인 흐름 등을 나타낼 수 있다. 본 연구의 에너지 흐름은 전기적인 흐름을 나타내었다.
- 네 번째, 정보 흐름의 연결이다. 정보 에너지의 결합은 CPU에서 생성된 프린터 명령이 어떠한 부품을 통하여 이동되는지를 확인하였다.

[그림 4-11]은 품질의 집에서 도출된 50개 부품을 기본으로 하여 검토된 설계 구조 행렬이다. 각 부품 간의 결합은 물리적, 물질적, 에너지, 정보의 결합으로 나누어 확인 하였다. 50개 부품의 각 연결 고리가 발생할 수 있는 수는 총 2,450개이다. 이중 물리적 결합은 항상 두 부품 상호 간에

발생하는 양방향 접촉 현상으로 가로, 세로 대칭적으로 표시되어 실제 연결 개수의 절반을 반영하였다. 그 결과 물리적 결합은 92개, 물질 흐름의 결합은 8개, 에너지 흐름의 결합은 24개, 정보 흐름의 결합은 4개로 확인되었다



[그림 4-11] 프린터 모델의 설계 구조 행렬

4.2.5. 설계 구조 행렬 변화량

우리는 기본적인 설계 구조 행렬을 완성한 이후 품질의 집에서 도출한 속도 증가와 품질 향상에 대한 부품의 우선 순위에 따라 각각의 부품 연결 현황을 확인하고, 각 부품에서 신 기술을 위한 변경 사항이나 추가되어야 할 부품이 없는지를 확인 한다. 그리고 속도 증가와 품질 향상에 대한 추가적인 기술은 파레토 분석 등을 통하여 추가로 발굴 하게 된다. 신기술에 해당하는 부품들은 기본 설계 구조 행렬에 추가되어 부품 간의 연결상태를 확인 한다. 신기술을 위해서는 기존의 부품을 수정하는 경우도 있으며, 신규로 적용되는 경우도 있다. 또한 한가지 부품이 속도 증가와 화질 개선 모두를 만족하는 경우도 발생하게 된다.

[표 4-8]은 속도 증가와 화질 개선의 기술에 적용 되는 기술을 표기하였다. 개선 부품은 설계 구조 행렬에서 표기된 부품을 기준으로 검토된 부품을 반영하였다.

[표 4-8] 각 신기술별 적용 부품 리스트

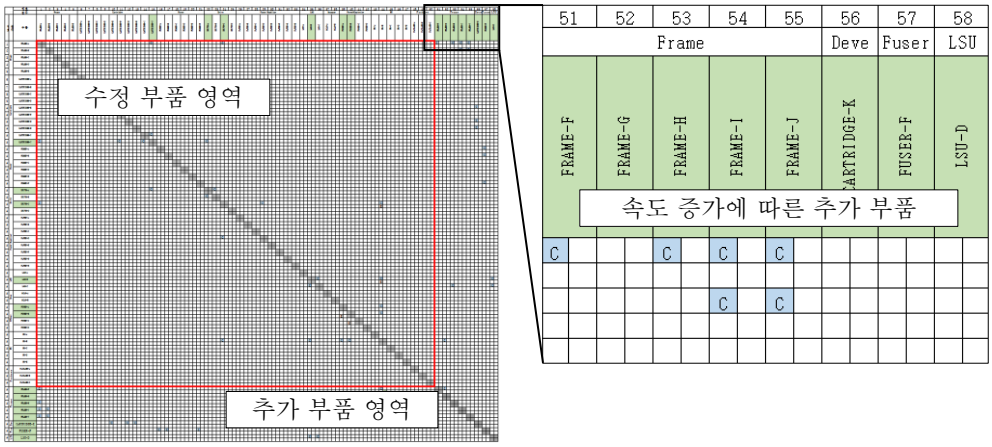
유닛	개선 부품	개선 사항		
		속도 증가	화질 개선	공통
현상기	CARTRIDGE-J	O	O	
	CARTRIDGE-L		O	
	CARTRIDGE-K	O		
	CARTRIDGE-N		O	
	CARTRIDGE-O		O	
정착기	FUSER-F	O		
	FUSER-E		O	
프레임 / 커버	FRAME-F	O		
	FRAME-G	O		
	FRAME-H	O	O	
	FRAME-I	O		
	FRAME-J	O		O
구동	DRIVE-A	O	O	
	DRIVE-C	O		
LSU	LSU-B	O		
	LSU-D	O		
HW	POWER-A	O		
공통				O

설계 구조 행렬의 변화량을 확인 하기 위하여 아래와 같이 진행한다.

- 첫 번째, 기본 설계구조 행렬의 연결 고리를 모두 삭제한다.
- 두 번째, 새롭게 추가되는 부품이나 기존의 부품 중에 삭제되거나 변경되는 부품을 확인한다.
- 세 번째, 추가되는 부품은 기존의 설계 구조 행렬의 가로, 세로축에 추가로 기입한다.
- 네 번째, 신기술을 위해 적용되는 부품의 연결 고리를 재설정 한다.

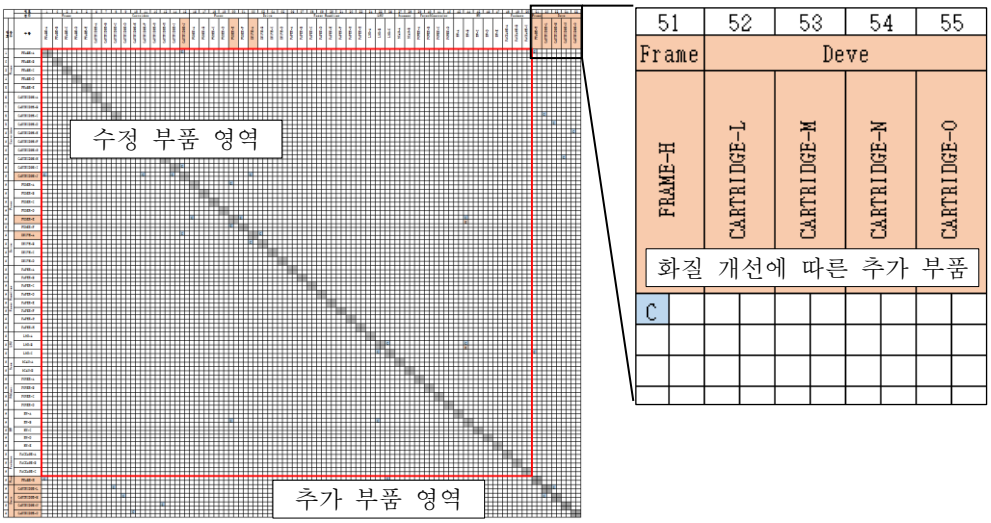
이러한 순서로 신기술에 해당하는 프린터 출력 속도 증가와 화질 개선에 해당되는 새롭게 추가되는 부품의 연결 상태를 확인한다. 프린터 출력 속도 증가와 화질 개선을 나누어 검토함으로써 출력 속도 증가, 화질 개선, 그리고 출력 속도와 화질 개선을 동시에 적용하는 3가지 경우에 대한 검토를 할 수 있다.

- 첫 번째, 먼저 기계적인 결합은 기계적으로 상호 연결 되어 연결 개수를 확인할 경우 가로축과 세로축의 사이의 경사를 기준으로 대칭되게 표기되어 있어 결합 개수는 표시된 연결 개수의 절반으로 산출 한다. 또한 기존 프린터 시스템에 도출한 50개 부품중 수정되어야 하는 부품이 발생할 수 있으며 동시에 50개 이외에 추가로 적용되어야 하는 부품이 발생하게 된다. [그림 4-12]의 좌측 설계 구조 행렬의 그림에 수정 부품 영역과 추가 부품 영역을 표기 하였다. 추가 되는 부품의 이름은 각 유닛에 적용되는 부품에 따라 "유닛명-알파벳"순으로 지정하였다. 출력 속도 증가만 적용하는 경우 [그림 4-12]와 같이 6개의 수정 부품과 8개의 추가 부품이 발생하게 된다. 그리고 부품 수정에 의한 물리적인 결합 12개, 부품 추가에 의한 물리적 결합은 17개이다. 물질 이동의 결합 0개, 에너지 연결의 부품 수정에 의한 결합은 4개, 정보 흐름 결합은 부품 추가 부분에 1개의 연결 결과를 확인 할 수 있다.



[그림 4-12] 속도 증가 기술 적용의 설계 구조 행렬 변화량

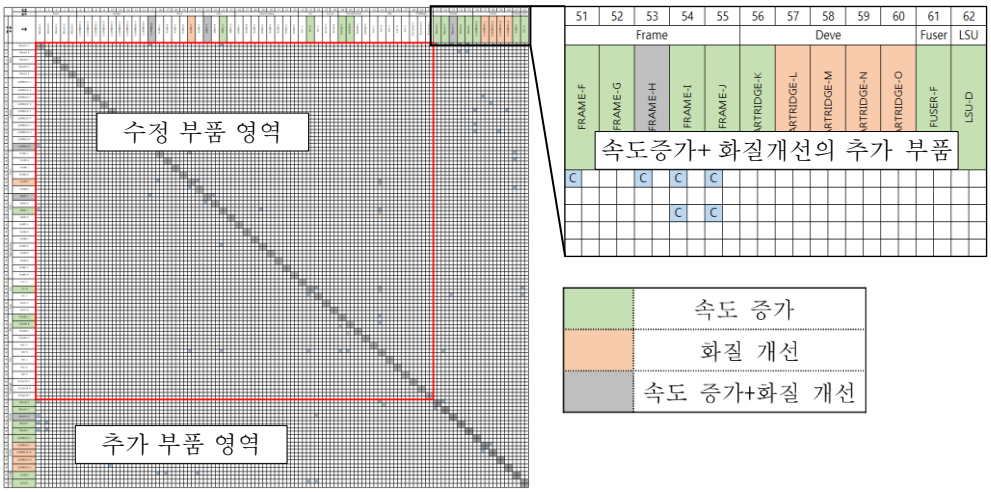
• 두 번째, 화질 개선 기술만 적용하는 경우이다. [그림 4-13]은 화질 개선 기술을 적용하 나타낸 설계 구조 행렬 변화량이다. 화질 개선 기술만을 반영할 경우 3개의 수정 부품과 5개의 추가 부품이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이 경우 추가로 발생되는 부품 수정에 의한 물리적인 결합 17개 이고 이중 부품 수정에 의한 기계적 연결은 10개 부품 추가에 의한 기계적 연결은 7개로 확인할 수 있다. 물질 이동의 결합 관계는 부품 수정과 부품 추가 모두 0개이며, 에너지 흐름에 의한 결합은 부품 수정에 의해 2개의 결과값을 가지며 부품 추가는 없었다. 정보 흐름 결합은 부품 수정과 추가 모두 0개의 결과를 확인 할 수 있다.



[그림 4-13] 화질 개선 기술 적용의 설계 구조 행렬 변화량

• 세 번째, [그림 4-14]는 출력 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용하는 경우의 설계 행렬 변화량을 보여주고 있다. 앞에서 속도 증가와 화질 개선 기술이 적용될 때 수정 부품은 각각 6개와 3개이며 추가 부품은 각각 8개와 5개로 확인 되었다. 그러나 두 기술을 동시에 적용할 경우 수정 부품은 7개, 추가 부품은 12개가 발생한다. 이것은 몇가지 부품들은 속도 증가와 화질 개선 기술에 동시에 적용되기 때문이다. 속도 증가와 화질 개선 기술을 동시에 적용할 때 추가로 발생되는 부품 수정에 의한 물리적인 결합 15개, 부품 추가에 의한 물리적 결합은 22개로 확인

되었다. 그리고 물질 이동의 연결은 부품 수정과 추가 모두 0개로 나타났으며, 에너지 흐름의 의한 연결은 부품 수정이 5개이며 부품 추가에 따른 연결은 없었다. 정보 연결은 추가 되는 부품에 의해 1개 연결을 확인 할 수 있었다.



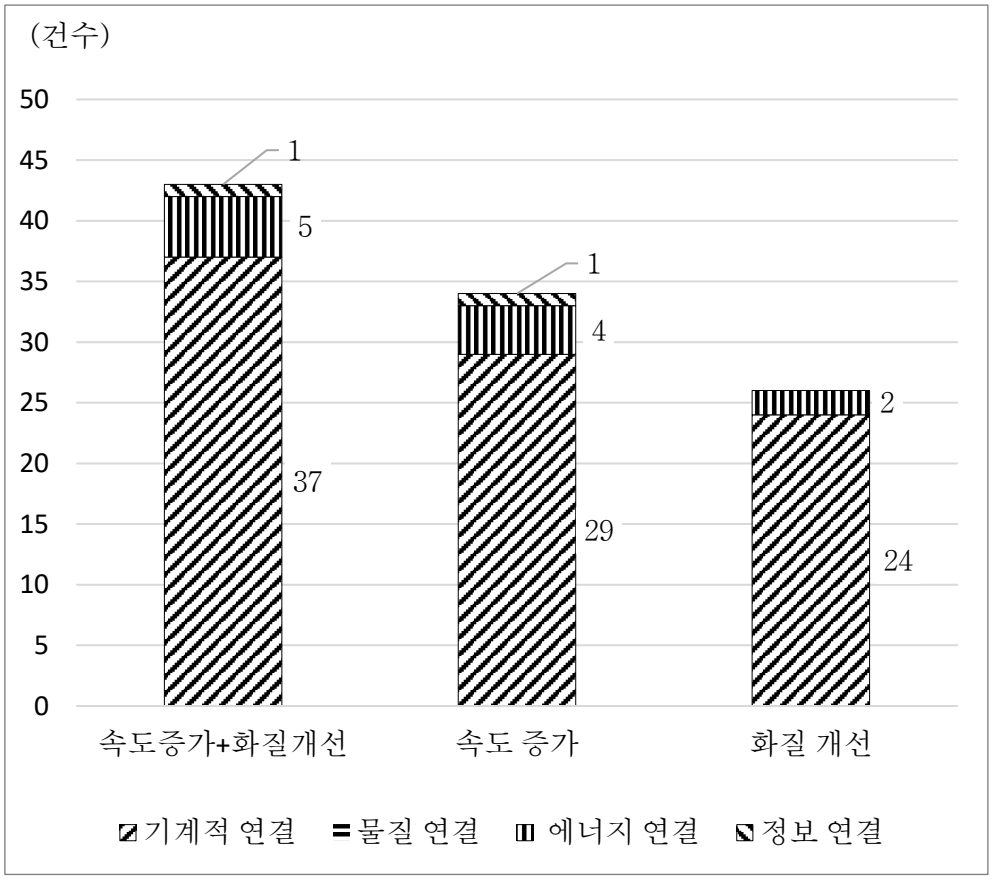
[그림 4-14] 설계 구조 행렬 변화량 (속도증가+ 화질 개선)

[표 4-9] 사례별 요소간 연결 현황

사례	연결관계	기존 모델	신기술 적용		
			부품수정	부품추가	제품전체
속도 증가	기계적 연결(C)	92	12	17	109
	물질 연결(M)	8	0	0	8
	에너지 연결(E)	24	4	0	24
	정보 연결(I)	4	0	1	5
화질 개선	기계적 연결(C)	92	10	7	99
	물질 연결(M)	8	0	0	8
	에너지 연결(E)	24	2	0	24
	정보 연결(I)	4	0	0	4
속도 증가 +화질 개선	기계적 연결(C)	92	15	22	114
	물질 연결(M)	8	0	0	8
	에너지 연결(E)	24	5	0	24
	정보 연결(I)	4	0	1	5

[표 4-9]는 속도 증가, 화질 개선, 속도 증가와 화질 개선이 동시에 적용되는 경우에 기존 모델의 연결량과 각 기술 적용에 따른 기계적 연결, 물질 연결, 에너지 연결, 정보 연결에 따른 연결 결과값을 보여 주고 있다. 특히 적용되는 모든 3가지의 경우 기계적 연결 변화량이 가장 많이 나타났고 물질의 이동에 의한 연결은 발생되지 않음을 알 수 있다.

[그림 4-15]는 속도 증가와 화질 개선 기술이 동시에 적용될 경우와 속도 증가 및 화질 개선의 기술이 각각 적용되었을 때의 부품 수정 또는 추가되는 부품에 대한 연결 갯수를 도식화한 것이다. 이를 통하여 부품 수정이나 추가 등의 변경이 필요한 경우의 수량은 속도 증가와 화질 개선 기술을 동시에 적용할 경우, 속도 증가 기술만 적용할 경우 그리고 화질 개선 기술만을 적용할 순서로 나타나는 것을 알 수 있다.



[그림 4-15] 사례별 설계 변경 건수

4.3. 경제성 분석

4.3.1. 투입 비용 분석

신기술 적용을 위해 해당 부품이 확정되면 각 부품을 적용하기 위한 투자비를 확인한다. 이것은 부품별로 어떠한 신기술과 연관되어 있는지를 확인하고 각 부품을 적용하기 위한 금형비와 자재비, 공통 경비 및 인건비로 나누어 구체적으로 확인한다. [표 4-10]은 각 신기술에 대한 투자비를 보여주고 있다. 이 연구에서는 자료의 보안을 위하여 구체적인 각 신기술에 대한 투자비를 일반화된 상수로 표기하였다.

[표 4-10]과 같이 각 유닛별 개선 항목을 취합하여 신기술별 투입되는 자원을 정리하여 기술별 투입되는 투자비를 확인하였다.

[표 4-10] 각 신기술에 적용되는 부품의 투자비 현황

(단위:상수)

유닛	개선 항목	개선 사항			투자비용 (단위:상수)			
		속도 증가	화질 개선	공통	금형비	자재비	공통 경비	인건비
현상기	Deve-A	o	o		3,333	11,111	10,000	37,778
	Deve-B		o		33,889	11,111	10,000	47,222
	Deve-C	o			0	11,111	10,000	70,833
	Deve-D		o		56,667	16,667	10,000	47,222
	Deve-E		o		11,111	11,111	10,000	23,611
정착기	Fuser-A	o			0	2,778	2,778	37,778
	Fuser-B		o		0	5,556	2,778	56,667
프레임	Frame-A	o			14,444	8,333	8,333	47,222
	Frame-B	o			21,111	8,333	8,333	33,056
	Frame-C	o	o		11,111	8,333	8,333	28,333
	Frame-D	o			0	11,111	8,333	47,222
커버	Cover -A	o		o	55,000	2,778	2,222	47,222
구동	Drive-A	o	o		5,556	11,111	8,333	37,778
	Drive-B	o				8,333	11,111	37,778
LSU	LSU-A	o				5,556	5,556	23,611
	LSU-B	o				833	5,556	23,611
HW	HW-A	o				25,000	16,667	70,833
공통				o	563,889	80,000	57,222	1,119,167
총 투자비					776,111	239,167	195,556	1,836,944

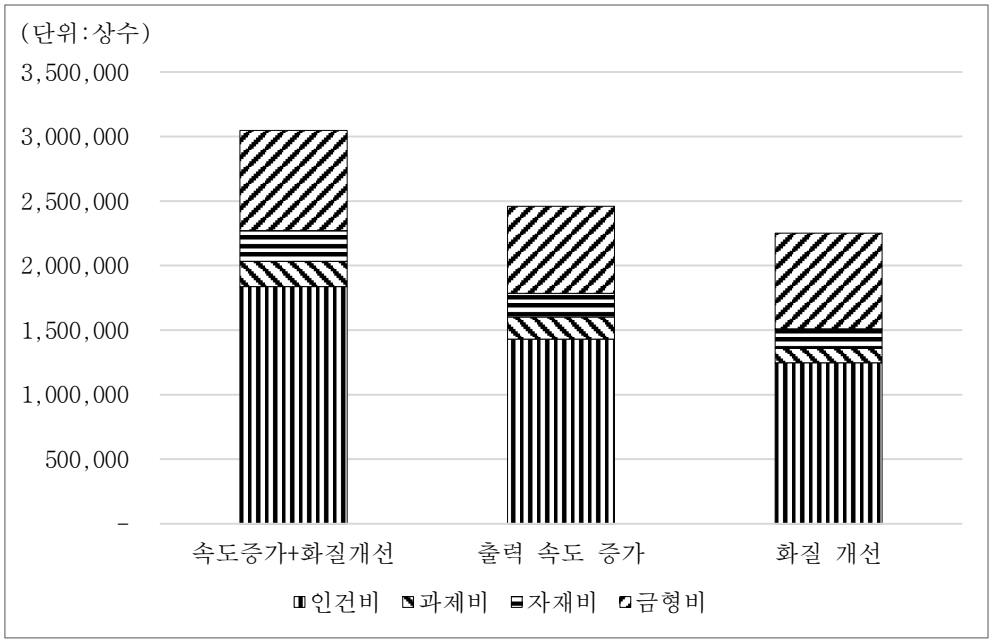
[표 4-11]과 같이 출력 속도의 증가와 화질 개선을 위한 총투자비는 3,047,778로 확인되었고 출력 속도 증가만을 위한 총투자비는 2,145,500 이였다. 마지막으로 화질 개선만을 위한 총투자비는 2,250,556 이였다.

[표 4-11] 사례별 투자비 현황

(단위:상수)

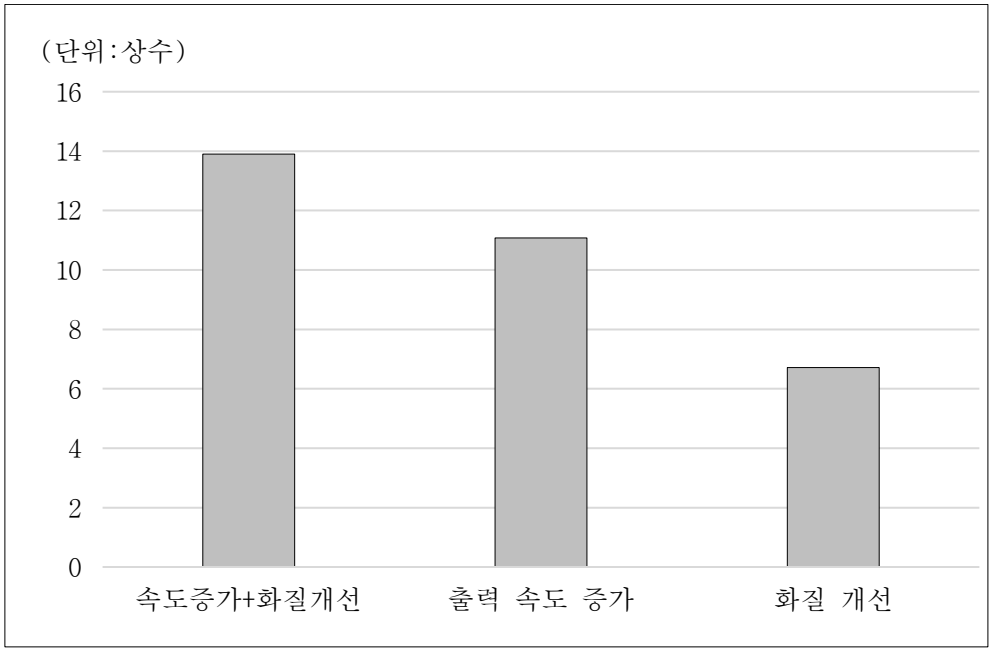
사례	신기술	금형비	자재비	과제비	인건비	총 투자비
기본모델	속도증가 + 화질개선	776,111	239,167	195,556	1,836,944	3,047,778
사례 1	속도 증가	674,444	183,611	170,556	1,430,833	2,459,444
사례 2	화질 개선	740,556	151,111	112,222	1,246,667	2,250,556

[그림 4-16]은 사례별 투자비를 보다 구체적으로 나누어 설명하고 있다. 출력속도 증가+ 화질 개선, 출력 속도의 증가, 화질 개선의 3가지 사양 모두 투자비의 절반 이상이 인건비가 차지하고 있다. 다음으로 금형비, 자재비, 과제공통 경비 순으로 투자비가 발생함을 알 수 있다.



[그림 4-16] 사례별 투자 비용 상세 구분

사례별 투입되는 기술이 차이가 발생하고 그에 따른 적용 부품이나 부품 수의 차이도 발생하게 된다. 이럴 경우 각 기술을 반영하는 모델의 순수 재료비의 차이도 발생하게 된다. 순수 원가 재료비는 판매 마진과 직접적으로 연관되어 경제성 분석에 중요한 인자가 된다. 본 연구에서 [그림 4-17]과 같이 확인된 사례별 재료비 증가량을 확인한 결과 출력 속도 증가와 화질 개선을 반영할 경우, 출력 속도만 증가 시기는 기술을 반영할 경우 그리고 화질 개선을 위한 기술을 반영할 경우의 순으로 재료비 증가량을 보였다.



[그림 4-17] 사례별 재료비 증가량

4.3.2. 사례별 경제성 분석

신기술에 따른 개별 투자비를 확인하였다면 각 기술에 대한 경제성 분석을 시행한다. 이것은 개별 기술 또는 여러 기술이 합쳐졌을 때 발생하는 경제성을 분석하고 가장 최적의 기술을 적용하기 위한 의사 결정에 중요한 데이터가 된다. 경제성 분석은 순현가 분석을 기초로 시행한다. 본 연구에서는 다음과 같은 조건을 기준으로 경제성을 분석하였다.

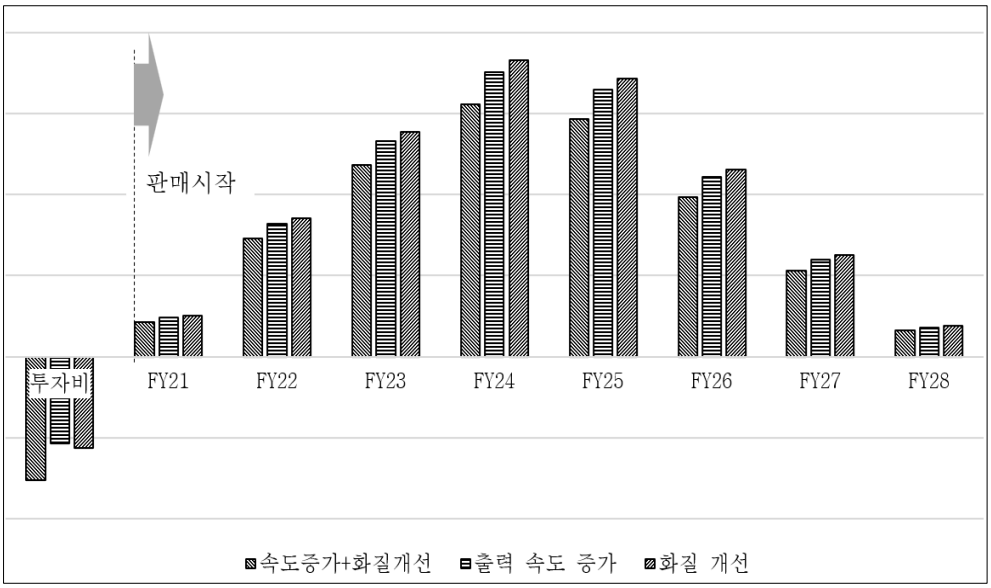
• 첫 번째, 출력 속도 증가와 화질 개선을 위한 모든 기술이 반영된 모델이나 출력 속도의 증가, 화질 개선 기술만을 적용된 모든 모델의 판매량과 판매가가 출력 속도 증가와 화질 개선을 위한 기술이 적용된 모델과 동일하게 적용된다.

• 두 번째, 목표 수익률은 20%로 정한다.

• 세 번째, 판매 마진율은 기본 3%로 반영한다.

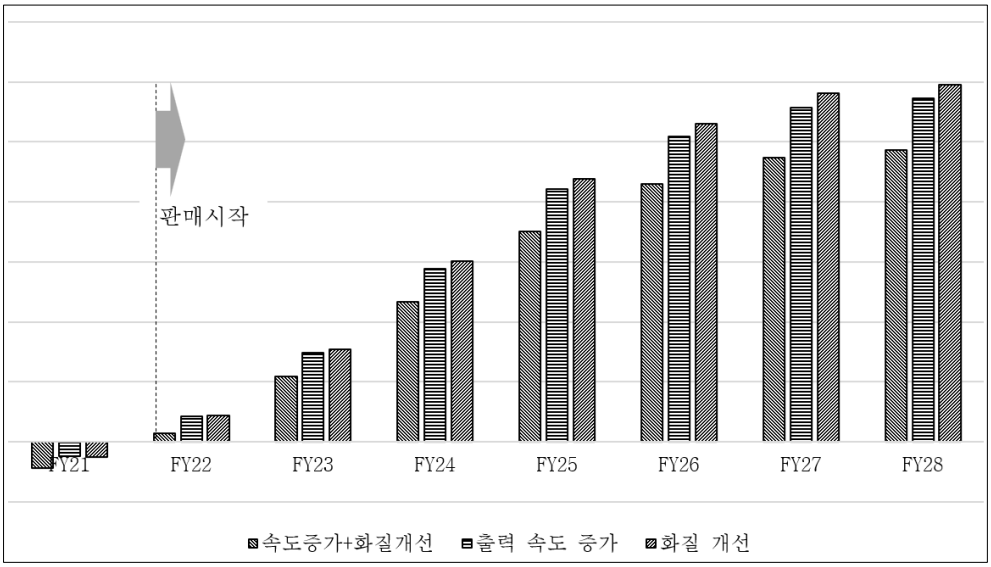
• 네 번째, 재료비 절감에 따른 원가의 차이도 마진율에 반영한다.

[그림 4-18]과 같이 제품의 출시 전 초기 투자비 단계에서는 투자비만 발생하여 음의 수로 나타나고 판매가 시작되면 수익액이 발생하게 된다. 수익액은 예측 판매량에 따라 증가한다. 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용할 경우와 속도 증가와 화질 개선의 기술을 각각 적용했을때의 예측 수익애이 다르게 보이는 것은 [그림 4-17]에서 보듯 각각의 경우에 따라 재료비 증가량이 달라 제품의 원가가 달라지게 되고, 판매가는 동일한 가격으로 책정하였기 때문이다.



[그림 4-18] 연도별 투자 수익액 예측

우리는 연도별로 발생하는 수익액을 누적하여 산출해 볼 수 있다. 이것은 제품이 판매되는 기간에 총 발생하는 수익액을 산술적으로 합하였다. [그림 4-19]에서 보는 것과 같이 화질 개선, 출력 속도 증가, 출력 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용하는 순서로 누적 수익률을 보이고 있다.



[그림 4-19] 연도별 누적 수익액 예측

4.4. 신기술 적용 시나리오 분석

본 연구에서는 출력 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용하는 경우, 출력 속도 증가 기술만을 적용하는 경우, 화질 개선 기술만 적용하는 이상의 3가지 경우에 대한 순현가 분석을 통하여 각 경우에 대한 경제성을 확인하였다.

- 첫 번째, 출력 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용하는 것을 기본 모델로 설정하였다.
- 두 번째, 출력 속도 증가, 화질 개선 기술을 적용하는 경우 기본 모델의 판매 예측량을 기준으로 10% 단위로 판매 물량이 줄어드는 것에 관하여

순차적으로 순현가 분석을 진행하였다.

- 세 번째, 기본 모델의 판매량 기준에 순현가와 출력 속도 증가 기술만 적용할 경우와 화질 개선 기술만을 적용했을 때의 판매 물량별 순현가와 비교하여 얼마 정도의 판매 부진 마진이 있는지 확인하였다.

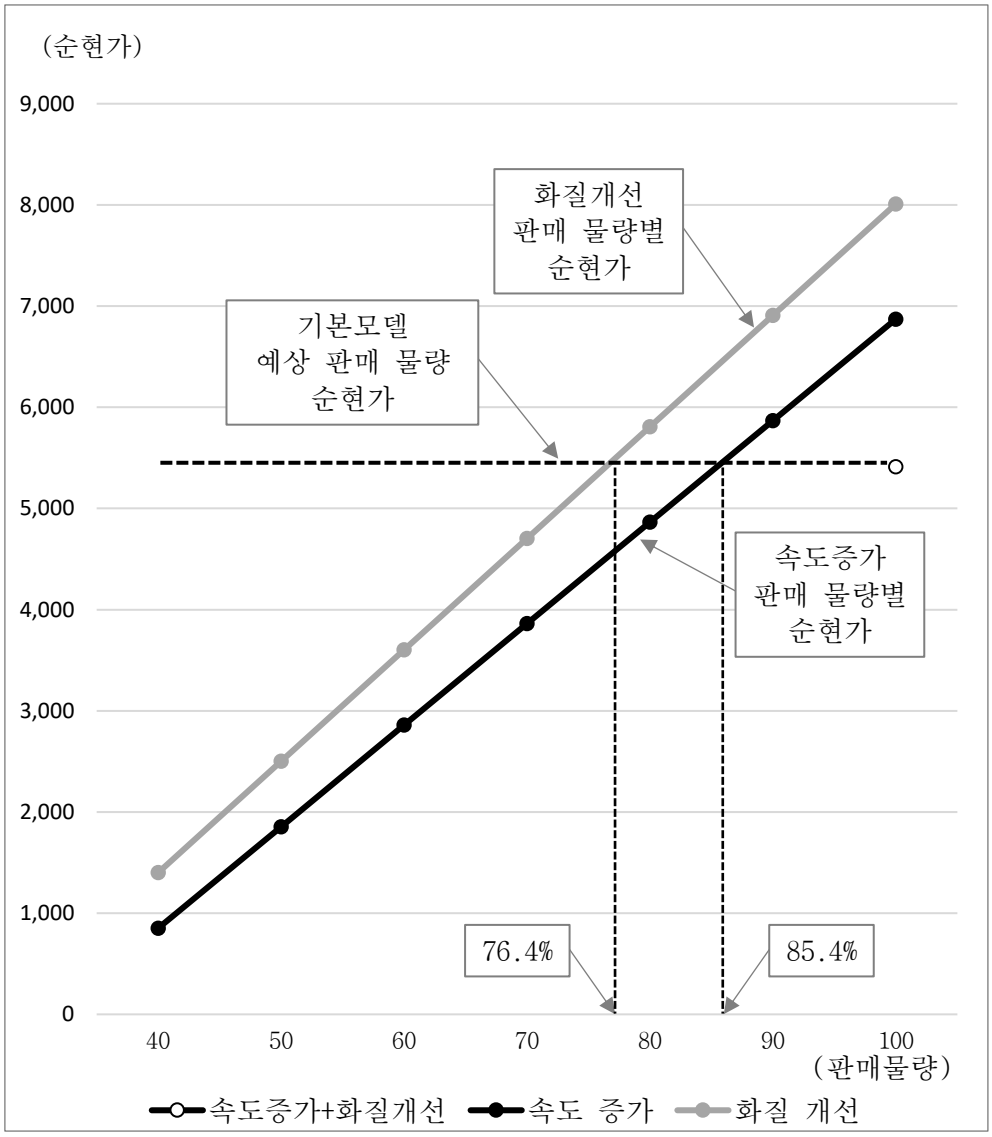
[표 4-12]에서 보는 바와 같이 출력 속도의 증가와 화질 개선을 동시에 적용할 경우 예상되는 순현가는 5,411이며 동일 판매량에서의 속도 증가 기술만 적용할 경우는 6,872, 화질 개선 기술만 적용할 경우는 8,010으로 나타났다. 이것은 동일한 판매량을 기준으로 사례별 투자비가 상이하여서 발생되는 문제임을 알 수 있다.

[표 4-12] 신기술 적용 사례별 순현가 분석

(단위:상수)

물량(%)	기본 모델 (속도증가+ 화질개선)	사례 1 (속도 증가)	사례 2 (화질 개선)
100	5,411	6,872	8,010
90	-	5,869	6,908
80	-	4,865	5,807
70	-	3,862	4,705
60	-	2,858	3,603
50	-	1,855	2,502
40	-	852	1,400

[그림 4-20]은 판매 물량을 줄여가면서 속도 증가 기술 적용과 화질 개선 기술 적용의 경우에 대한 순현가 분석을 진행한 결과 값이다.



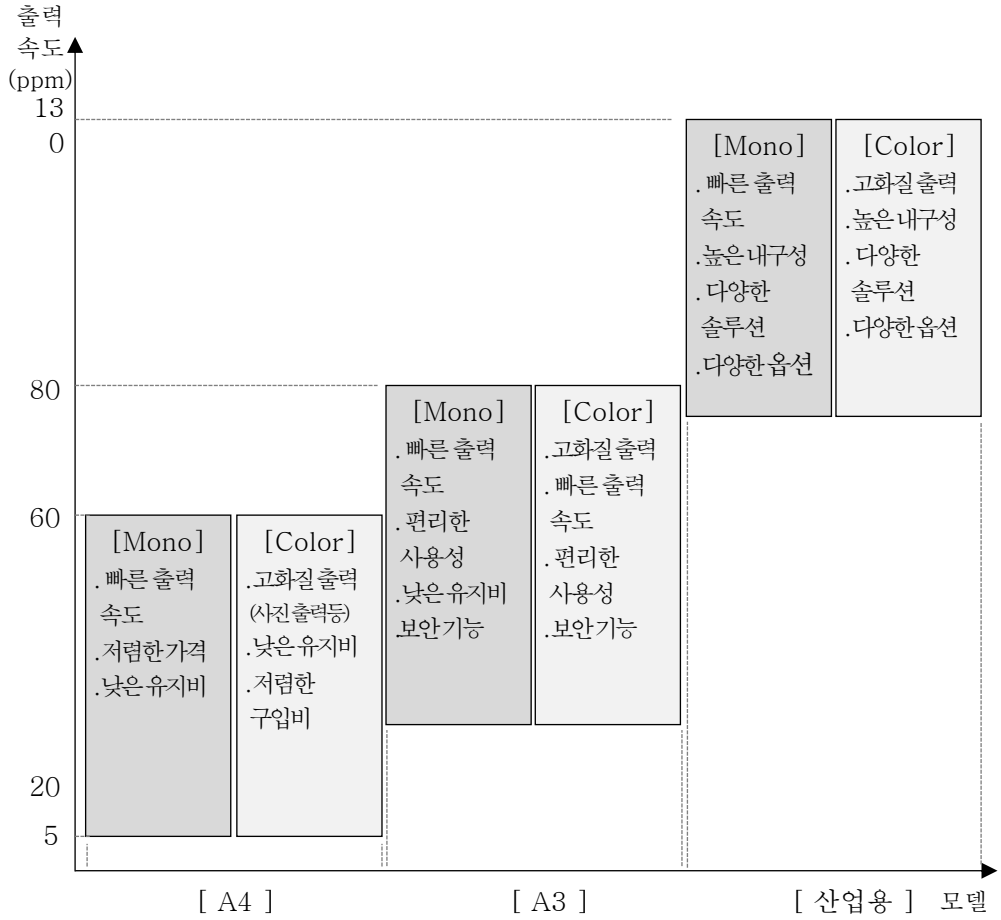
[그림 4-20] 사례별 순현가 비교

두 모델은 다른 기울기를 가지면서 물량이 줄어드는 것에 따른 순현가도 선형적으로 줄어 드는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 판매량에 따른 이익이 줄어들어서 발생하는 것이라 할 수 있다. 이때 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용할 경우의 순현가인 5,411에 도달하는 물량은 출력 속도 증가

기술만을 적용할 경우 기존 예상 물량의 85.4%, 화질 개선 기술만 적용할 경우 기존 예상 물량의 76.4%임을 알 수 있다. 이것은 출력 속도 증가 기술 적용 사례와 화상 품질 향상 기술에 투입되는 투자비가 상이하여 사례별 판매량이 출력 속도 증가와 화질 개선을 동시에 적용할 경우의 예상 물량대비 각각 85.4%, 76.4%까지 발생되어도 동일한 순현가가 발생된다는 것을 의미한다. 위와 같이 동일한 판매 물량 기준에서 순현가로서 경제성을 분석하여 순현 가치가 높은 경우를 확인 할 수 있지만, 적용 모델의 특성을 고려하여 의사 결정이 되어야 할 것이다. 주로 흑백 프린터는 화질보다는 출력 속도에 대한 요구 사항이 높다. 이는 흑백 프린터를 사용하는 주요 대상이 사무용 문서 출력이나, 레포트용 위주의 텍스트 출력 고객이 대부분인 것과 연관이 된다. 반면 컬러 프린터를 사용하는 이용자는 화상 품질에 관심이 높다. 최근 보급화된 디지털 미디어 및 사진 출력 등으로 컬러 출력을 위해 고화질의 프린터를 선호도가 높아지고 있다. 그리고 A4 모델은 주로 개인 사용자 혹은 규모가 작은 사무실에서 많이 사용되고 있어 초기 구매 비용에 관심이 많고, A3 또는 산업용 프린터의 경우에는 중급 이상의 사무실이나 회사에서 운영하는 경우가 대부분으로 낮은 프린터 유지비에 더 많은 요구 사항이 있다.

[그림 4-21]은 프린터 제품군별 주요한 요구 사항을 보여 주고 있다.

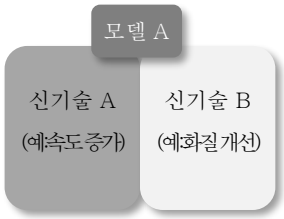
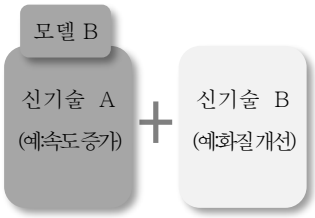
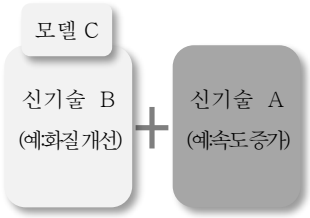
신기술 적용에 있어 적용 기술을 동시에 적용하는 경우와 또는 여러 가지 사정으로 고려하고 있는 전체 기술중 선별적으로 일부분을 우선 적용하고, 추후에 나머지 기술을 적용하는 것을 생각해 볼 수 있다. [표 4-13]은 신기술 적용을 위해 준비된 여러가지 기술의 적용 방법에 대한 사례에 대해 설명하고 있다. 시장의 요구에의해 다중기술 적용이 필요할 경우 한꺼번에 필요 기술을 적용할 때는 시장의 요구를 선제적으로 기술 대응하여 시장을 선점할 수 있으며, 여러 기술들을 동시에 적용하여 설계의 자유도가 높다. 반면 한꺼번에 많은 투자비와 자원이 투입되어야 하며, 시장의 요구사항 변화에 신속히 대응하지 못하는 위험이 있다.



[그림 4-21] 프린터 제품군별 주요 요구사항

이와는 달리 시장의 요구사항에 대한 반영으로 일부 기술을 우선 적용하고 추후 나머지 기술들을 적용할 경우 많은 기술을 선별적으로 적용하여 초기 투자비가 낮아지고, 가장 요구 사항이 높은 항목을 먼저 적용하여 시장의 요구사항 변화에 신속히 대응 할 수 있다. 그러나 기술 선점이 늦어져 시장 장악력이 떨어지고, 여러 번의 개발 과정을 거치게 되어 한꺼번에 다중 기술을 적용할 경우와 비교하여 평가비, 인건비 등의 신기술 적용에 공통으로 적용되는 경비가 발생하여 총투자비가 증가하게 된다. 그리고 완성된 모델에 추가로 신기술을 적용하는 것에 대한 설계 자유도가 낮아져 개발의 난이도가 다소 높아 질 수 있는 단점이 발생하게 된다.

[표 4-13] 신기술 적용 방법의 사례별 장단점

Case1 : 모델 A (속도 증가 + 화질 개선)	Case 2 : 모델 A' (속도 증가 이후 화질 개선)	Case 3 : 모델 A" (화질 개선 이후 속도 증가)
. 신기술 A와 신기술 B를 동시에 적용하는 모델	. 신기술 A를 먼저 적용 이후, 신기술 B를 추가로 적용	. 신기술 B를 먼저 적용 이후, 신기술 A를 추가로 적용
. 총 투자비 : 5,584	. 총 투자비 : 5,930 (Case1대비 6.2% 상승)	. 총 투자비 : 6,205 (Case1대비 11.1% 상승)
		
[장점] . 시장의 기술 선점 . 두 기술을 한번에 적용하여 투자비 절약 및 설계의 자유도가 높음	[장점] . 시장에 가장 원하는 요구 사항만을 반영하여 초기 자원 투입(자본 및 인력 등)이 낮음 . 시장의 변화 흐름에 맞추어 추가할 기술을 결정할 수 있어 시장 예측성이 높아짐	
[단점] . 많은 자원 투입 (자본 및 인력 등)이 발생 . 시장 요구 사항 변화에 예측성이 낮아짐	[단점] . 기술 선점이 늦어져 시장 확보 기회가 줄어듬 . 신기술을 적용할때 마다 개발 과제의 공통 경비가 발생되어 총 자원 투자비가 증가함 . 기존 시스템에 신기술이 투입되어 설계의 제약이 발생됨	

제 5 장 결 론

5.1. 결론 및 고찰

본 연구는 기존의 모델이나 시스템에 전략적으로 다중 신기술이 적용되어야 할 때, 투입해야 할 새로운 기술을 정량적으로 구분하고 평가하기 위한 전략적인 신기술 적용 및 평가를 위해서 아래와 같은 8단계의 방법론을 제시하였다.

- 1단계 : 신기술이 적용될 모델에 대하여 시스템적인 모델링 구축
- 2단계 : 기존 모델에 대하여 사용 중이거나 앞으로 사용 가능성이 높은 고객의 소리를 정확히 입수하여 우선순위를 분석
- 3단계 : 분석된 고객의 소리를 품질의 집에 대응 시켜 고객의 소리에서 출발하여 필요한 기술과 구성 요소들을 도출
- 4단계 : 설계 구조 행렬을 이용하여 구성 요소 간의 연결 고리를 빠짐없이 확인
- 5단계 : 설계 구조 행렬의 변경량을 확인하여 신기술이 시스템에 적용되는 설계 변경 범위를 나타내는 모델을 구축
- 6단계 : 신기술 적용에 필요한 비용을 산출
- 7단계 : 적용되는 신기술에 대하여 경제성에 대한 가치 평가
- 8단계 : 적용 기술의 가치 확인 및 적용 신기술을 확정

우리는 이러한 방법론을 통하여 도출된 다중 신기술을 적용할 때 각 기술에 대한 경제성 분석을 진행 할 수 있고, 순현가 분석으로 현시점에서의 사례별 분석을 통해 가장 최적의 경제성을 보이는 사례를 확인할 수 있다. 일반적으로 순현가가 양이면 투자할 가치가 있고 음이면 투자할 가치가 없다고 해석하며 순현가의 값이 높을 수록 경제적 가치가 높다고 해석한다. 본 연구의 방법론을 따라 프린터 사례 연구 결과 고객이 요구 사항에 대하여

구체적은 설계 변경 부품을 도출 할 수 있었고, 적용 신기술에 대한 가치 평가도 확인이 되었다. 본 연구에서 수행한 프린터 모델에서의 순현가 분석 결과 (사례2) > (사례1) > (기본 모델) 순서로 순현가가 높음을 확인 하였다. 또한 기본 모델과 비교하여 동일한 순현가 시점의 판매량을 사례1과 사례2는 각각 85.4%, 76.4% 시점임을 예측할 수 있었다. 그러나 순현가 값만으로 적용하고자 하는 신기술을 결정하기에는 한계가 있다. 그것은 현재 기업의 투자 가능성이나 향후 기업의 이미지, 기술력 확보 등의 무형의 자산 가치를 고려하여 적용 신기술을 결정하는 것이 바람직하기 때문이다. 이것은 기술 적용이 필요한 신모델이 어느 제품군에 속해 있으며 그 제품군은 어떠한 요구 사항이 있는지를 검토하여 신기술 적용의 의사결정에 있어 매우 중요한 사항이 될 것이다.

또한 신기술을 적용을 위하여 상기에 제시한 방법론을 사용할 경우 신기술 적용 범위에 따라 상기에 제시된 방법론을 부분적으로도 적용할 수 있다. 예를 들면 복잡한 시스템에서 고객의 소리를 통하여 설계 요소를 분석하고 각각의 요소의 연결 과정을 확인해야 할 경우는 상기에 제시한 8단계의 방법론을 적용 할 수 있다. 그러나 단순한 사양 변경의 기술 적용이나 전체 시스템의 일부분에 대한 새로운 기술을 적용할 경우는 정해진 시스템 내에서 단순 변경으로 간주하여 1단계에서 3단계를 생략하고 4단계부터 시작하여 방법론을 적용할 수 있다. 이것은 정해진 시스템에서 일부분에 대한 변경으로 고객의 소리에서부터 품질을 집을 통하여 연결되는 요소를 도출하는 방법은 현재 시스템에서 반영되어있다는 것을 근거로 4단계부터 제시한 방법론을 사용할 수 있는 것이다. 본 연구는 다중 신기술 적용에 대한 방법론과 경제성 분석을 프린터 시스템을 대상으로 사례 연구를 진행하였다. 하지만 본 연구에서 제시한 방법론은 프린터 시스템 이외에 다양한 산업용 제품에 신기술 적용을 위한 방법론으로 사용 될 수 있다.

5.2. 향후 연구

향후 신기술 적용에 있어 더욱 정확하고, 예측 가능한 방법을 연구하기 위해 다른 각도나 적용 시점에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 신기술의 적용 시점이 시장의 기술 트랜드와는 별개로 검토되어 이 부분에 대한 추가 연구가 필요 할것으로 생각된다.

따라서 향후 신기술 적용 시점과 시장 조건의 연관성에 관한 연구가 필요하다. 이것은 시장의 요구사항을 어떠한 신기술로 어느 시점에 적용하는지와 매우 밀접한 연관이 있으며, 이것은 기업의 투자비와 자원을 언제 얼마나 확보하는지와 직접적으로 연관된다.

또한 기술 트랜드를 반영한 적용 예상되는 기술에 대한 선 투자에 의한 경제성 분석, 그리고 신기술 적용과 제조 및 공급망과의 연관성에 관한 연구 필요성이 제기된다.

참 고 문 헌

[1] 서은석 (2013). "[Case Material] 전략적 신기술 적용 가치 평가 방법론 및 응용 사례." ie 매거진 20(4): 44-48.

[2] News.hmgjournal.com. 2020. 그랜저 1세대부터 6세대까지 한눈에 보는 30년 변천사. [online] Available at: <https://news.hmgjournal.com/Group-Story/Infographics-Grandeur-30th> [Accessed 29 December 2020].

[3] Suh, E. S., Furst, M. R., Mihalyov, K. J., & Weck, O. D. (2010). Technology infusion for complex systems: A framework and case study. Systems Engineering, 13(2), 186-203.

[4] 최성춘. (2019). 고객 관점의 플랫폼 아키텍처 구상 및 적용을 위한 방법론 연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원 석사 논문).

[5] Jaakkola, H., & Thalheim, B. (2010). Architecture-Driven Modelling Methodologies. In EJC (pp. 97-116).

[6] ko.wikipedia.org.2020.시스템 아키텍처. [online] Available at: <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C_%EC%95%84%ED%82%A4%ED%85%8D%EC%B2%98> [Accessed 29 December 2020].

[7] Smaling, R., & Weck, O. D. (2007). Assessing risks and opportunities of technology infusion in system design. Systems engineering, 10(1), 1-25.

[8] Schulz, A. P., Clausing, D. P., Fricke, E., & Negele, H. (2000). Development and integration of winning technologies as key to competitive advantage. Systems Engineering, 3(4), 180-211.

[9] 폰스 트롬페나스, 피에트 하인 코에 베르흐. (2016). 「경영의 모델 100+ : 가장 강력한 100가지 경영 기술의 핵심지식 총망라」. 와이즈베리.

[10] Jung, Y. (2014). A case study on applying QFD to improve library service quality. Journal of Korean Library and Information Science Society, 45(1), 319-338.

[11] 이슬기, 김아영, 홍상필, 이승제, & 이민아. (2015). 품질기능전개 (Quality Function Deployment) 방법을 적용한 고추장 소스 콘셉트 개발: 미국과 중국 시장을 중심으로. 한국식품영양과학회지, 44(9), 1388-1398.

[12] Kwak, S. H., & Lee, W. I. (2014). The effects of the activities of quality management on business performance for start-ups. Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship, 9(2), 147-161.

[13] Lee, S. S. (2013). A study on the application of quality function deployment for the success of social commerce. Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, 18(1), 71-79.

[14] Costa, A. I. A., Dekker, M., & Jongen, 4. 7. 4. W. (2000). Quality function deployment in the food industry: a review. Trends in food science & Technology, 11(9-10), 306-314.

[15] Temponi, C., Yen, J., & Tiao, W. A. (1999). House of quality: A fuzzy logic-based requirements analysis. European Journal of Operational Research, 117(2), 340-354.

[16] Browning, T. R. (2001). Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: a review and new directions. IEEE Transactions on Engineering management, 48(3), 292-306.

[17] 윤종이, 김정환, 강상혁, & 서종원. (2013). Design Structure Matrix 를 활용한 플랜트 설계의 최적 협업 체계에 관한 연구. 대한토목학회논문집, 33(1), 337-346.

[18] Whittock, S. P., Greaves, B. L., & Apiolaza, L. A. (2004). A cash flow model to compare coppice and genetically improved seedling options for Eucalyptus globulus pulpwood plantations. Forest Ecology and Management, 191(1-3), 267-274.

[19] G McClure, K., & Berhanu Girma, P. (2004). Modified Net Present Value (MNPV): a new technique for capital budgeting. Zagreb International Review of Economics & Business, (1), 67-82.

[20] 이현주, 차동수, & 김진욱. (2002). 내부수익률을 이용한 수익률분석법에 대한 이해. 산업경영시스템학회지, 25(5), 9-14.

[21] Steiner, H. M. (1996). Engineering economic principles.

[22] 유일근, (2017). 최신경제성공학. 형설출판사.

[23] 함효준, (1998), (최신)경제성공학. 동현출판사.

[24] Park, C. S., & 김진욱외. (11). 인 역, 현대 공업경제학, 경문사, 2000.

[25] 황진주, & 여정성. (2016). 고객의 소리 (VOC) 관리 개선방안 연구: 식품회사의 문의 VOC 현황 분석을 중심으로. 소비자정책교육연구, 12(2), 91-119.

[26] Lee, H., Han, J., & Suh, Y. (2014). Gift or threat? An examination of voice of the customer: The case of MyStarbucksIdea.com. Electronic Commerce Research and Applications, 13(3), 205-219.

[27] Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). The voice of the customer. Marketing science, 12(1), 1-27.

[28] Airsoft-unity.ru. 2020. 레이저 프린터 : 이야기. 레이저 인쇄의 역사. [online] Available at: <https://airsoft-unity.ru/ko/plan-schetov/lazernye-printery-istoriya-poyavleniya-istoriya-lazernoi-pechati.html> [Accessed 29 December 2020].

[29] KIPOST(키포스트). 2020. Xerox Celebrates Creation Of Xerography. [online] Available at: <https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=69660> [Accessed 29 December 2020].

[30] 박용우, (2000). 세계 프린터 시장 동향 및 특징: 62-64

[31] Korea Optical Industry Association. (2007). 세계의 프린터 시장 동향 및 예측. The Optical Journal, 27-31.

[32] Chen, L. H., Ko, W. C., & Tseng, C. Y. (2012). Fuzzy approaches for constructing house of quality in QFD and its applications: a group decision-making method. IEEE Transactions on Engineering Management, 60(1), 77-87.

[33] Browning, T. R., Fricke, E., & Negele, H. (2006). Key concepts in modeling product development processes. Systems Engineering, 9(2), 104-128.

Abstract

Multiple Technology Infusion Assessment Methodology: A Framework and Printing System Case Study

JIWON MOON
Department of Engineering Practice
Graduate School of Engineering Practice
Seoul National University

Systems with product life cycles lose their technical value and utility over time. In order to solve these problems, it is necessary to constantly develop new technologies and improve performance through continuous updates. In this process, complex system requirements for performance improvement arise, but few formal method studies have been conducted to evaluate the process and impact of injecting new technologies into existing products and systems. This project presents a methodology for quantitatively classifying and evaluating new technologies to be introduced when new technologies to be introduced into the system due to customer requests. The proposed methodology derives the priorities of technical elements connected from the voices of customers using house of quality (HOQ) tools. The technical components derived here

use the design structure matrix (DSM) to quantitatively estimate the impact of technology infusion. New technologies infused through this process can be analyzed for economic feasibility using the net present value (NPV) method analysis and the internal rate of return (IRR) method. This project can be used repeatedly in several systems, and the optimal decision-making methodology for the application of new technologies and complex system requirements is proposed through mutual analysis of multiple technologies injected.

Keywords: Complex System, Technology Infusion, HOQ, DSM, NPV
Student Number: 2019-24726