

6시그마 GB 교육을 위한 실습형 e-learning 과정 개발

김종만*† · 홍선영*

* 삼성경제연구소 6시그마실

The Development of e-learning Contents for The Six Sigma Green Belt

Chong Man Kim*† · Sun Young Hong*

* Department of Six Sigma, Samsung Economic Research Institute

Key Words : Six Sigma, e-learning, Catapult Simulator, Automatic Grading Function

Abstract

This paper considers the development of e-learning training program for the six sigma green belt. Comparative studies of existing e-learning programs are performed and a new one is proposed. A catapult simulator is developed and the automatic grading function which immediately computes the result of the catapult simulation and gives feedback to the trainees is presented. An illustrative example is also given.

1. 서 론

6시그마 경영활동은 초일류 기업을 지향하는 기업들이 최근에 채택하고 있는 품질경영기법이다. 6시그마는 기업이 최고의 품질수준을 달성할 수 있도록 유도하면서, 고객에 초점을 맞추고 데이터에 기반을 둔 방법론이다[12, 16, 17]. 초일류 기업이란 급변하는 시장에서 불확실성을 미리 예견하고 이에 대비할 수 있는 경쟁력을 갖춘 기업을 의미하는데, 6시그마는 이러한 노력을 경주하는 기업에게 불확실성을 제거해주는 매우 원칙적이면서 통계에 근간을 둔 시스템적 접근방법이다[10, 15]. 따라서 6시그마는 복잡한 시장환경에서 의사결정자로 하여금 문제해결에 필요한 아이디어를 떠오르게 하고, 당면한 문제를 체계적으로 해결하도록 지원한다(김계수, 1999). 6시그마 경영활동의 이와 같은 강점은 세계적인 대기업들의 문화, 운용체계, 이익 등에 커다란 영향을 미쳤다. 대표적인 예로서, 모토로라는 1988년 6시그마를 통하여 제 1회 말콤 볼드

리지상을 수상할 수 있었으며, 이를 통해 3년에 걸쳐 9.4억 달러의 비용을 절감할 수 있었다(Hahn et al., 1999). 모토로라가 처음으로 제조업분야에 적용한 이후, 6시그마는 1990년대에 접어들면서 GE, Citibank, Allied Signal 등 선진기업과 삼성, LG, POSCO 등 국내기업에 도입되어 현재는 제조업뿐만 아니라 금융업을 비롯한 서비스업과 공공기관에 이르기까지 폭 넓게 적용되고 있다(홍성훈 등, 2004).

이러한 6시그마는 SQC, TQM/TPM, BPR 등 종전의 경영혁신 방법론과는 몇 가지 차별화된 특징을 가진다. 첫째, 대상영역의 확대이다. 기존의 경영혁신이 주로 제조업에 초점을 맞추는데 반해 6시그마는 제조업뿐만 아니라 서비스업과 사무간접분야로 적용분야를 확장시켜왔다. 둘째, 방법론의 정교화이다. 6시그마는 기존 도구 중심의 방법론을 다양한 기법과 체계화된 로드맵으로 발전시켰다. 셋째, 추진주체의 내실화이다. 통상 혁신활동이 품질부서 중심으로 이뤄지던 반면에, 6시그마는 벨트제도를 통해 내부전문가를 양성하여 전사적으로 추진한다는 차이점이 있다(이팔훈 등, 2004). 이와 같은 특징들로 인해 MBB, BB,

† 교신저자 chongman.kim@samsung.com

GB 등과 같은 추진 인력을 양성하는 교육은 6시그마 추진에 있어 매우 중요한 요소이고, 기업들은 많은 시간과 비용을 들여 벨트인력 양성을 위한 교육을 실시하고 있다(홍성훈 등, 2004).

이러한 6시그마 교육은 집합교육 위주로 진행되는 데 규모가 큰 기업의 경우 과도한 비용, 장소의 제약, 강사에 따른 강의 수준의 편차 등의 문제점이 발생한다. 따라서 삼성, LG, POSCO 등 대기업에서는 상대적으로 난이도가 낮고 교육대상자 수가 많은 GB 교육을 중심으로 e-learning을 통해 벨트를 양성하고 있다.

6시그마 교육에 대한 연구는 홍성훈, 송재웅(2003)은 삼성전자, 현대자동차, LG화학, 한국표준협회, 한국능률협회의 GB 교육프로그램을 비교 연구한 후 합리적인 교육교재의 구성과 도구를 제안하였고, 홍성훈 등(2004)은 GB 교육을 위한 대학교과과정을 제안하고 e-learning 강의로 구현하였다. Harry(2004)는 e-learning은 신속하고, 저렴하고, 유연하며, 효과적인 방법이고, 표준화된 교육과 검증된 과정이며, 모든 규모의 기업에 적용할 수 있기 때문에 3세대 6시그마의 추진동력으로 평가하였다. 또한 Burns(2005)는 6시그마 e-learning이 지니는 장점과 갖춰야 할 요소에 대해 기술하였다.

그러나 e-learning은 여러 가지 장점에도 불구하고, 원격에서 인터넷을 이용하여 학습하는 특징으로 인해 실습을 할 수 없다는 단점이 있다. 이로 인해 데이터를 취득하여 분석한다는 6시그마 본연의 취지를 살리지 못하고 이론 위주의 주입식 교육이 되는 경우가 대부분이다.

따라서 본 논문에서는 6시그마 GB 교육을 위한 실습형 e-learning 방식을 제안하고자 한다. 이를 위해 온라인 상에서 실습하기 위한 투석기 시뮬레이터를 개발하고, 투석 실습한 결과에 대해 학습자 개개인에게 맞춤형 피드백을 제공해주는 자동채점 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 각 기관별 6시그마 e-learning 프로그램의 특징을 조사하였다. 제 3장에서는 실습형 e-learning을 위한 투석기 시뮬레이터를 개발하였다. 또한, 제 4장에서는 학습자가 투석기 시뮬레이터를 이용하여 얻은 데이터로 분석한 결과에 대해 맞춤형 피드백을 제공하는 자동채점 방식을 제안하고, 예제를 통해 활용방법을 소개하였다. 끝으로 제 5장에서는 본 논문의 내용과 e-learning

과정 개발결과를 요약하였다.

2. 각 기관별 e-learning 특징

교육은 성공적인 6시그마 추진을 위한 핵심 요인이다. Blakeslee(1999)는 '추진 리더의 교육'을 6시그마 핵심 성공 요인 중의 하나로 제시하였고, Lee and Choi(2006)는 6시그마 활동 중 '교육 및 훈련'이 기업의 경쟁력 강화에 상당한 영향을 준다는 사실을 실증적으로 확인하였다.

이와 같이 교육은 6시그마 활동 중 매우 중요한 비중을 차지함에도 불구하고, 교육 시 장소의 제약과 고비용으로 인해 대다수의 기업들이 교육을 시행하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 중소기업의 경우 그 정도가 더 클 수밖에 없다(Green, 2006). 따라서 e-learning을 활용하는 경우가 많은데 6시그마 GB를 위한 e-learning 콘텐츠를 제공하는 기관은 크게 6시그마 컨설팅 업체, 학교, e-learning 업체 등으로 구분할 수 있다. 이 장에서는 기관별 e-learning 교육의 특징에 대해 살펴보고자 한다.

2.1 6시그마 전문 컨설팅 업체

6시그마 컨설팅 및 교육을 하는 전문 컨설팅 업체를 의미한다. 이들은 오프라인 교육과 온라인 교육을 병행함으로써 시너지 효과를 얻을 수 있고, 프로젝트 지도와 숙제 제시 등 과정 중 MBB의 참여를 통해 학습효과를 높일 수 있는 다양한 기능을 제공하고 있다. 상대적으로 많은 교육시간인 80~100시간 정도의 과정을 진행하며, 과정을 성공적으로 마무리하게 되면 GB 인증을 수여한다. BMG(Break Through Management)와 ASQ(American Society for Quality) 등의 GB 과정이 이에 해당된다.

2.2 대학교

대학교에서 6시그마 e-learning을 제공하는 경우이다. 이론적인 내용이 과정에 상대적으로 많이 포함되어 있고, 텍스트나 동영상의 형태로 강의를 제공한다. 80시간 이하의 과정을 진행하며 별도의 인증을 수여하지는 않는다. 또한, virtual office나 학습 게시판 등과 같이 학습자의 편의를 증진시키기 위한 별도의 기능을 제공하지는 않는다. 전북대학교와 아리조

나 주립대학교 등에서 6시그마 GB e-learning 과정을 운영하고 있으며, 아리조나 주립대학교의 경우 마이클 해리가 직접 강의한 동영상を提供하고 있다.

2.3 e-learning 업체

전문적으로 e-learning 사업을 하는 기업에서 운영하는 과정 중의 하나로 6시그마 GB 과정을 개설하는 경우이다. 플래쉬 등을 활용하여 학습자의 접근성을 향상시키고 체계적인 교수설계를 통해 50~60시간 정도의 효과적인 커리큘럼을 제공한다. 또한 MBB가 튜터(tutor)로 참여하여 수강생의 질의에 게시판 등을 통해 응대한다. Credu 등에서 6시그마 온라인 GB과정을 운영 중이다.

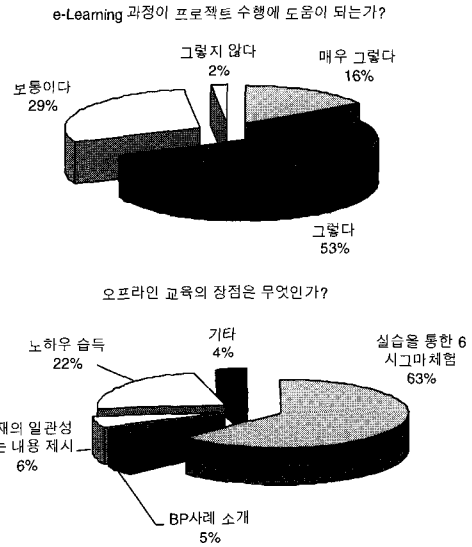
이러한 기존의 e-learning 콘텐츠들은 오프라인 교육에 비해 2가지 문제점을 안고 있다. 첫째, 실습 없이 이론 위주의 과정이 진행된다는 점과 둘째, 학습에 대한 효과적인 피드백 없이 일방적인 강의와 숙제로 과정이 구성되어 있는 점이다. 이로 인해 오프라인 교육에 비해 학습효과가 저하되고 6시그마 프로젝트 진행 시 교육받은 내용을 효과적으로 적용하기 힘들게 된다.

따라서 본 연구에서는 위의 2가지 문제점을 해결하기 위하여 투석기 시뮬레이터와 자동채점 방식을 제안하고자 한다.

3. 투석기 실습

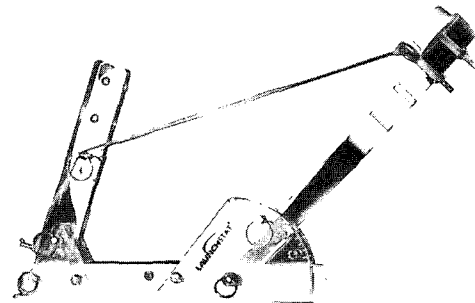
본 연구를 위해 기존의 6시그마 e-learning 과정을 수강한 GB 302명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. <그림 1>은 설문조사의 일부로써 각각 'e-learning이 프로젝트 수행에 어느정도 도움이 되는가?'와 'e-learning에 비해 오프라인 교육이 가지는 장점은 무엇인가?'에 대한 설문 결과이다. 이로부터 'e-learning은 프로젝트 수행에 도움이 되지만(69%) 오프라인 교육에 비해 실습이 없다는 점이 가장 큰 단점이다(63%)'라는 사실을 확인하였다.

투석기 실습은 6시그마를 도입한 GE, 모토로라, 삼성, LG, POSCO 등 세계 각국의 많은 회사들이 교육 과정에서 가장 많이 활용하는 일반적인 실습 프로그램이다. 투석기 실습에서는 고대의 전쟁무기였던 투석기를 간단한 모형으로 제작하여 공이 날아간 거리를 분석하는데 활용하고 있다.



<그림 1> GB대상 설문 결과

<그림 2>는 6시그마 오프라인 교육에서 사용되는 실습용 투석기이다. 투석기 실습의 목표는 투석 프로세스를 표준화하고 목표지점에 투석하기 위한 최적조건을 찾아 명중시키는 것이다. 학습자들은 목표한 지점에 공이 떨어지지 않는 다양한 원인을 찾고 개선하는 과정을 통해 DMAIC 방법론을 전개해나감으로써 6시그마 로드맵을 보다 효과적으로 이해할 수 있다.



<그림 2> 실습용 투석기

3.1 투석기 시뮬레이터의 개발

본 연구에서는 오프라인 교육에서 사용되는 투석기와 동일한 효과를 얻을 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 제안하는 투석기 시뮬레이터는 다음과 같은 특징을 가진다.

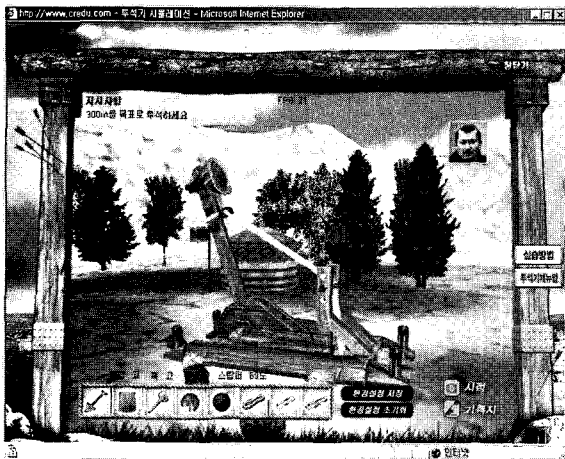
- ① 실제 투석기의 모든 인자를 고려하여 설계함으로

- 써 DMAIC 전 단계에 걸쳐 활용할 수 있다.
- ② 동역학 모델을 수립하여 개발하였기 때문에 실제 투석기 실습을 통해 얻는 데이터에 근사한 결과를 얻을 수 있다.
 - ③ 사용자 입장의 인터페이스 구현을 통해 편리하고 현실성 있는 투석 실습이 가능하다.

이상의 특징에 대해 상세히 살펴보도록 하자.

3.1.1 시뮬레이터 인자 설계

본 연구에서는 실제 투석기의 인자인 각도, 투석기 팔의 길이, 고정대 위치, 볼캡의 위치, 핀의 위치, 고무줄의 종류, 볼의 종류 등을 모두 고려하였다. 이러한 인자의 변화에 따른 투석거리의 차이를 통해 학습자는 M단계의 공정능력분석, A단계의 가설검정, I단계의 실험계획법 및 C단계의 관리도 등을 실습할 수 있게 된다. 또한 투석거리를 측정하는 인물에 따른 측정 오차를 시뮬레이터에 반영함으로써 M단계의 측정 시스템분석을 실습하도록 하였다. 투석기 고정정도는 투석기 설치 시 샅으로 돌을 골라내고 모래를 채우는 과정으로 바닥을 평평하게 하는지 여부와 말뚝으로 투석기를 바닥에 고정시키는 정도로 표현하였다. 이를 통해 학습자는 표준운영절차에 대해서도 체험할 수 있게 된다. <그림 3>은 본 연구에서 개발한 투석기 시뮬레이터 화면이다.



<그림 3> 투석기 시뮬레이터

3.1.2 시뮬레이터 모델 수립

본 연구에서는 동역학 시뮬레이션을 통한 실제 투석 상황을 실현함으로써, 오프라인 교육에서 사용되

는 투석기 실습과 동일한 데이터를 취득할 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 고무줄의 탄성과 투석기 팔의 회전 운동 등을 고려한 동역학 모델을 만들고, 이 모델을 수치해석을 이용해 투석기의 움직임을 추적하고 변화하는 힘과 운동을 분석하였다. 이를 통해 투석거리에 대한 확정적 모델을 만들었다. 또한 실제 투석 실습환경에서는 동일한 인자조건에서도 산포가 발생하므로 다음 식과 같이 확정적 모델에 변동 요인을 추가하였다. 이로부터 투석거리 d 는 다음과 같은 식으로 표현될 수 있다.

$$d = f(x_1, x_2, \dots, x_7) + \epsilon, \quad \epsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

위의 식에서 x 변수들은 투석기의 인자인 각도, 투석기 팔의 길이, 고정대 위치, 볼캡의 위치, 핀의 위치, 고무줄의 종류, 볼의 종류 등이며, $f(x_1, x_2, \dots, x_7)$ 는 확정적 모델에 해당한다. 변동요인 ϵ 에는 투석기를 고정하는 정도가 반영되어 있다. 동역학 모델에 대한 상세한 내용은 김종만 등(2006a)이 출원한 특허를 참고하기 바란다.

3.1.3 시뮬레이터 구현

학습자들이 현실과 같은 느낌으로 조작할 수 있도록 하기 위하여 시뮬레이터는 3D 프로그램을 이용하여 개발되었다. 학습자는 직접 마우스로 투석기에 있는 핀의 위치를 조정하여 투석기 인자를 설정할 수 있도록 하였다. 투석은 투석기의 발사대를 클릭하여 뒤로 끌어당긴 후 놓으면 공이 발사되어 날아갈 수 있도록 하였다. 발사된 투석거리는 기록지 화면에 자동으로 저장되어 학습자들이 쉽게 데이터를 활용할 수 있도록 개발하였다.

3.2 투석기 시뮬레이터의 활용

본 연구에서 개발된 시뮬레이터는 1200년대 징기스칸의 금국정벌을 시대배경으로 하고 있다. 학습자는 교육과정에서 제시된 상황을 바탕으로 직접 징기스칸의 핵심부하인 '저배'로 활동하면서 가상의 시뮬레이터로 제공되는 투석훈련 과정을 개선하게 된다. 저배의 임무는 징기스칸의 금국 정벌을 위해 투석기의 성벽공격 정확도를 향상시키는 6시그마 프로젝트를 수행하는 것이다. 투석기 시뮬레이터는 가설검정과 실험계획 같은 통계분석 도구 학습에만 이용되는

것이 아니라, Process map, C&E Diagram, X-Y Matrix등과 같은 정성적인 분석도구 학습에도 활용될 수 있다. 투석기 시뮬레이터를 활용한 실습방법에 대해서는 4장의 예제에서 상세히 다루고자 한다.

4. 자동채점 방식

e-learning은 언제 어디서나 교육할 수 있고, 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 학습자가 스스로 학습진도를 조정할 수 있는 등 많은 장점을 가지고 있으나 반면에 단점도 가지고 있다.

Marx(2006)의 조사에 의하면 6시그마 전문가들은 6시그마 e-learning의 가장 큰 단점으로 '상호작용(interaction)의 부재'와 '실시간 질의응답 부족'을 꼽았다.

실제로 기존의 e-learning 교육 프로그램을 보면 학습자와 강사 간의 상호작용이 전혀 없이 일방적인 지식의 전달이 이뤄지거나 상호작용이 있더라도 많은 시간이 소요된다. 즉, 강의안을 일방적으로 설명한 후 학습내용 평가를 위해 동일한 문제에 대해 동일한 답을 제공하는 형식이며, 질의사항은 게시판이나 e-mail을 통해 진행되는 것이어서 즉각적인 답변이 이뤄지기 어렵다. 이는 시간과 비용을 절감하기 위해 진행되는 e-learning의 기본 사상과 배치될 뿐만 아니라 학습효과가 반감되는 문제점이 있다.

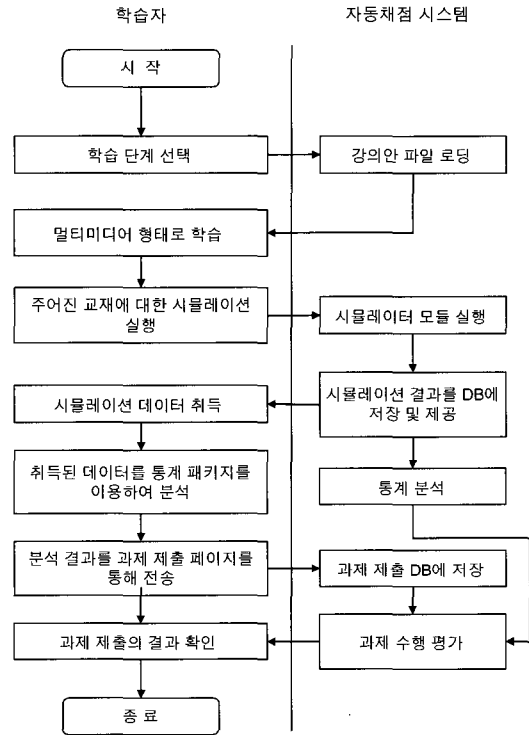
따라서 본 연구에서는 기존 e-learning 방식의 단점인 '상호작용의 부재 및 실시간 질의 응답의 부족'을 극복하고 학습효과를 제고하기 위해 투석기 시뮬레이터를 활용한 실습 및 자동채점 방식을 제안하고자 한다.

자동채점 방식을 활용한 과정진행 절차는 다음 과 같다.

- ① 학습자가 해당 수업의 강의안에 대해 학습을 실시한다.
- ② 학습자가 주어진 과제에 대해 투석 시뮬레이션을 실시한다.
- ③ 투석 실습으로 생성된 데이터는 학습창과 자동채점시스템에 동시에 저장된다.
- ④ 학습자는 생성된 데이터를 가지고 미니맵과 같은 통계 패키지를 활용하여 분석을 실시한다.
- ⑤ 학습자가 분석한 결과를 학습창에 입력한다.
- ⑥ 자동채점시스템에서 학습자의 투석 결과를 이용하

여 정답을 생성한 후, 정답과 학습자의 입력 결과를 비교하여 채점한다.

<그림 4>는 이상과 같은 자동채점의 절차를 나타내고 있다.



<그림 4> 자동채점 개념도

시뮬레이터를 활용하여 취득한 데이터는 학습자에 따라 다르고 그 분석 결과 또한 학습자에 따라 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 학습자의 실습 데이터를 토대로 분석결과를 도출하고 이를 학습자가 분석한 결과와 비교하여 정오답 여부를 알려주는 시스템을 개발하였다. 이는 기존의 일괄적인 데이터를 학습자에게 제공하고 그 데이터에 대한 분석결과가 이미 정해진 방식과 큰 차이가 있다. 기존의 방식이 학습자에게 단일 데이터에 대한 분석을 요구하는 방식인데 반해, 시뮬레이터와 자동채점을 이용한 방식은 학습자 개개인이 실습을 통해 생성한 서로 다른 데이터를 각기 분석함으로써 개인별로 다른 답을 도출하고 이를 자동으로 채점하는 방식이다. 즉, 투석기 실습을 통해 정확한 데이터를 수집하고, 올바른 분석을 수행한 학습자는 최종적으로 높은 시그마 수준을 결과를

연게 되는 반면, 실습을 잘못하여 부정확한 데이터를 얻거나 통계분석 방법이 잘못되어 분석결과가 틀린 학습자는 낮은 시그마 수준을 얻게 되는 것이다. 자동 채점 시스템에 관한 상세한 내용은 김종만 등(2006b)이 출원한 특허를 참고하기 바란다.

자동채점 시스템은 학습자가 수행한 통계분석 결과에 대해 정답 여부를 즉각적으로 학습자에게 알려준다. 이를 통해 학습자가 6시그마의 단계별로 활용되는 통계 분석 도구를 올바르게 분석할 수 있도록 유도한다. 따라서 자동채점 시스템의 통계 분석 결과는 학습자가 사용하는 통계 분석 툴의 분석 결과와 동일해야 한다. 통계 분석 툴은 6시그마에서 많이 사용되는 미니탭을 사용하였으며, DMAIC 로드맵에 따라 필요한 통계적 분석들을 선별하여 자동채점 시스템을 구성하였다. 선별한 통계적 분석들은 <표 1>과 같다.

<표 1> 자동채점 방식 활용분야

| 단계 | 자동채점 활용분야 |
|----|---------------------|
| M | 측정시스템 분석, 공정능력 분석 등 |
| A | 평균검정, 비율검정, 회귀분석 등 |
| I | 실험계획법 등 |
| C | 관리도 등 |

이러한 방식을 통해 학습자 개개인의 투석 실습 결과에 대해 자동채점을 해줌으로써 실시간으로 상호작용하는 효과를 얻을 수 있다.

자동채점 방식이 가지는 또 다른 장점은 학습의 충실도를 높일 수 있다는 점이다. 즉, 학습자가 개별적으로 실습을 하고, 그 결과를 통해 분석한 결과를 제출해야 되기 때문에 과거와 같이 단순히 학습 페이지를 넘기기만 하여 진도율을 달성하는 것을 원천적으로 방지한다.

다음의 예제를 통해 자동채점 절차를 살펴보도록 하자.

[예제] M단계에서 투석거리에 영향을 미치는 인자 중 하나로 '탄환(불)의 종류'가 선정되었고, A단계에서 이에 대한 가설 검정을 통해 Vital Few X's인지의 여부를 파악하기 위한 실험이다. 즉, 탄환이 바위일 때와 화약일 때의 투석거리가 같은지를 검정하는 실험이다.

$$H_0 : \mu_{\text{바위}} = \mu_{\text{화약}} \quad \text{vs.} \quad H_1 : \mu_{\text{바위}} \neq \mu_{\text{화약}}$$

먼저 학습자는 주어진 지시에 따라 탄환이 바위일 때와 화약일 때 투석기 시뮬레이터를 이용하여 <그림 5>와 같이 각각 10회씩 투석한다.



<그림 5> 투석 화면

투석 실습을 통해 학습자는 <그림 6>과 같은 학습자 고유의 투석 데이터를 획득하게 되며, 투석 완료 후 제출 버튼을 누르면 투석 데이터는 자동채점시스템에도 동시에 저장된다.

| 탄환의 종류 | 투석 거리 |
|--------|-------|
| 바위 | 226.6 |
| 바위 | 224.1 |
| 바위 | 218.5 |
| 바위 | 245.8 |
| 바위 | 207.8 |
| 화약 | 231.2 |
| 화약 | 223.5 |
| 화약 | 221.5 |
| 화약 | 188.1 |
| 화약 | 201.8 |
| 바위 | 236.6 |
| 바위 | 198.3 |
| 바위 | 211.4 |
| 바위 | 213.0 |
| 바위 | 237.6 |

<그림 6> 투석 결과 데이터

투석을 마친 학습자는 미니탭을 활용하여 투석데이터를 분석하게 된다. 이 경우 투석 탄환의 종류에 따른 투석거리의 차이를 알기 위한 분석이므로 가설을 검정하기 위해 2-sample t-test를 수행한다. 단, 유의수준은 5%로 고정되어 있다.

미니탭을 활용하여 분석한 결과를 과제 제출 페이지에 입력한 후 제출한다. 미니탭의 분석을 통해 얻은 결과를 입력하게 되면 해당 학습자의 데이터를 가지고 자동채점 시스템의 통계적 분석을 통해 <그림 7>

과 같이 정오답을 제시하게 된다.

| |
|--|
| <p>과제 1. 단환 종류에 따른 투석거리 데이터에 대해 정규성을 검증하세요.</p> <p><결과해석> 비외모 투석한 투석거리 데이터의 정규성 검증 결과 P-값은 0.909 (정답) 이므로 정규성을 보인다고 할 수 있다. (정답)</p> <p><결과해석> 외모로 투석한 투석거리 데이터의 정규성 검증 결과 P-값은 0.03 (정답:0.634) 이므로 정규성을 보인다고 할 수 없다. (정답:없다.)</p> |
| <p>과제 2. 단환 종류에 따른 투석거리의 동분산성을 검증하세요.</p> <p><결과해석> 비외모와 외모로 각각 투석한 투석거리 데이터가 정규성을 보임으로 동분산 검정에서는 F검정의 결과를 확인하면 된다. F-검정에서의 P값이 0.01 (정답:0.079) 로 단환의 종류에 따른 투석거리의 분산의 차이는 유의하다. (정답:유의하지 않다.)</p> |
| <p>과제 3. 단환의 종류에 대한 2-Sample t-test에서 아래 빈칸을 채워주세요</p> <p><결과해석> 단환의 종류에 대한 t검정 결과 p값이 0.327 로 단환의 종류에 따른 투석거리의 차이는 유의하지 않다. (정답)</p> |

<그림 7> 자동채점 정오답 화면

만약 실습을 제대로 수행하지 못하여 잘못된 데이터를 수집하게 되면 분석을 제대로 하더라도 틀린 결론을 내리게 된다. 즉, 단환의 종류가 유의하지 않은 인자임에도 불구하고, 유의하다고 결론을 내리게 되는 것이다. 따라서 실제 6시그마 프로젝트와 마찬가지로 데이터 수집과 분석을 정확히 한 학습자는 DMAIC 전 단계가 끝나고 나면 높은 시그마 수준을 얻게 되는 반면, 실습이나 분석이 잘못된 학습자는 낮은 시그마 수준을 얻게 되는 것이다.

이 외에 비율검정, 회귀분석, 실험계획법 등도 유사한 방식으로 자동채점을 함으로써 개별 학습자에게 학습결과에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있도록 하였다.

5. e-learning 과정의 구성

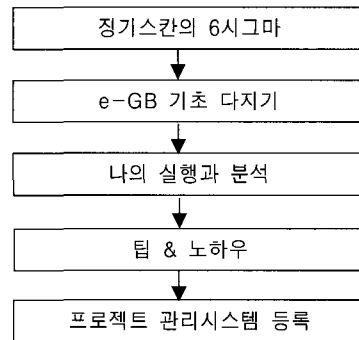
5.1 각 차시별 학습 구성

본 논문에서 제안한 e-learning 과정은 6시그마의 Define, Measure, Analyze, Improve, Control의 5단계 및 15step으로 구성되며, 이를 <표 2>와 같이 24차시로 구분하여 전개하였다.

또한 각 차시는 <그림 8>과 같이 '징기스칸의 6시그마', 'e-GB 기초 다지기', '나의 실행과 분석', '팁 & 노하우' 및 '프로젝트 관리시스템 등록'의 순서로 구성되어 있다.

<표 2> e-learning 학습구성

| 단계 | 스텝 | 차시 | 내용 | |
|---------|--------|--------------------------|--------------------------|---------|
| 학습도우미 | 1 | 1 | 학습방법 소개 | |
| | Define | 1 | 2 | 프로젝트 선정 |
| | | 2 | 3 | 프로젝트 정의 |
| 3 | | 4 | 프로젝트 승인 | |
| Measure | 4 | 5 | Y의 확인 | |
| | | 6 | 현수준 확인-측정시스템분석 | |
| | 5 | 7 | 현수준 확인-관리도 작성 | |
| | | 8 | 현수준 확인-공정능력 분석 | |
| | 6 | 9 | 잠재원인변수 발굴 ① | |
| | | 10 | 잠재원인변수 발굴 ② | |
| Analyze | 8 | 7 | 11 | 데이터수집 |
| | | 12 | 데이터분석-2Sample t-test | |
| | | 13 | 데이터분석-ANOVA | |
| | | 14 | 데이터분석-2-Proportion | |
| | | 15 | 데이터분석-Chi-Square | |
| | | 16 | 데이터분석-상관회귀분석 | |
| 9 | 17 | Vital Few X's의 선정 | | |
| Improve | 10 | 18 | 개선안 수립 | |
| | | 19 | Vital Few X's 최적화-실험 계획법 | |
| | 20 | Vital Few X's 최적화-개선안 도출 | | |
| 12 | 21 | 결과 검증 | | |
| Control | 13 | 22 | 관리계획 수립 | |
| | | 23 | 관리계획 실행 | |
| | | 24 | 문서화 확산 | |



<그림 8> 과정 흐름도

5.1.1 징기스칸의 6시그마

본 논문에서 제안한 과정은 앞서 3장에서 언급한

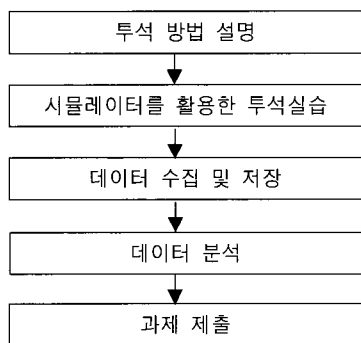
바와 같이 징기스칸의 몽골군이 금국정벌을 위해 투석 훈련과정을 개선하는 시나리오로 구성되어 있다. 즉, 징기스칸의 핵심부하인 저베가 GB가 되어 투석기의 정확도를 향상시키기 위한 6시그마 프로젝트를 수행하는 형식이다. 따라서 첫 단계인 ‘징기스칸의 6시그마’에서는 각 차시의 수업목적에 맞는 스토리를 소개하고 수행해야 할 학습목표를 요약하여 설명하고 있다.

5.1.2 e-GB 기초다지기

‘e-GB 기초 다지기’는 해당 차시에서 반드시 이해하고 있어야 할 기본 이론을 소개하는 단계이다. 사진에 6시그마 지식이 없는 학습자라도 ‘e-GB 기초 다지기’의 내용을 학습한다면 프로젝트를 충분히 수행할 수 있도록 핵심적인 내용을 담았다. 이는 기존 e-Learning 과정의 학습자 VOC를 조사한 결과, 6시그마의 내용이 어렵기 때문에 GB과정에서는 많은 설명보다는 반드시 알고 있어야 하는 내용만을 전달하는 것이 효과적이라고 지적했기 때문이다. 따라서 본 과정에서는 꼭 필요한 지식만을 압축하여 쉽게 설명하는 것에 주안점을 두었다.

5.1.3 나의 실행과 분석

‘나의 실행과 분석’은 ‘징기스칸의 6시그마’에서 제시된 학습목표를 달성하도록 학습자들이 직접 프로젝트를 수행하는 단계이다. 즉, 학습자들이 해야 할 내용을 과제화 하였다. 학습자들은 지시한 내용에 따라 과제를 수행한 후 과제를 제출하도록 한다. ‘나의 실행과 분석’은 다음과 같은 순서로 학습하게 된다.



<그림 9> 나의 실행과 분석

투석 방법 설명 단계에서는 학습자가 시뮬레이터에서 어떠한 인자를 바꾸어가며 투석해야하는지를 설명하고 있다.

이 설명에 따라 3장에서 소개한 투석기 시뮬레이터를 이용하여 투석을 실시한다. 투석이 완료된 다음에 수집된 데이터를 저장하면 투석한 결과를 확인할 수 있다.

투석한 결과를 학습자들이 미니탭을 활용하여 분석한 후, 4장에서 소개한 바와 같이 분석한 결과를 과제 제출 페이지에 입력한 후 제출하면 자동채점 시스템을 통해 정답이 확인된다.

5.1.4 팁 & 노하우

스텝이 종료될 때마다 스텝을 마무리하는 과정으로 프로젝트 수행 상의 활용 팁과 노하우가 제시된다. 이는 오프라인 교육 시 많은 질문을 받는 항목들로 구성되었다. e-Learning 과정에서 질문방이 있으나 대개 답변 시간이 오래 걸린다는 단점을 극복하기 위해 미리 FAQ 형태로 제공하고 있다.

5.1.5 프로젝트 관리시스템 등록

6시그마가 타 혁신방법론과 비교해서 가지는 가장 큰 특징 중의 하나가 바로 톨게이트 리뷰(tollgate review)이다. 이를 위해서 6시그마를 추진하는 대다수의 기업들이 프로젝트 관리시스템을 이용하여 온라인상에서 각 단계별로 과제를 점검 및 관리하고 있다. 본 과정에서도 가상의 프로젝트 관리시스템을 구현하여 각 단계가 마치게 되면 학습자가 수행한 과제가 이 시스템에 등록하도록 하였다.

5.2 DMAIC 단계별 투석 실습 내용

본 논문에서 제안한 실습형 e-learning 교육 프로그램은 DMAIC 단계 별로 다음과 같은 절차로 실습을 진행하게 된다.

5.2.1 Define 단계

Define 단계에서는 실습의 이해를 높이기 위해 징기스칸 부대가 투석 프로세스 개선으로 투석 거리의 정확도를 높인다는 목적을 제시한다.

5.2.2 Measure 단계

Measure 단계에서는 Y지표를 투석거리로 정하고 목표거리를 설정한다. 측정 시스템분석을 위해 <그림 10>과 같이 3명의 측정자가 동일한 투석거리에 대하여 각각 반복 측정한다. 이를 통해 학습자들은 재현성의 크기를 파악하고 반복성이 우수한 측정자를 찾아

낼 수 있다. 만약 이 단계에서 실습이나 분석이 잘못 하게 되면 반복성과 재현성이 낮은 측정자를 선택하기 때문에 이후 분석에서 정확한 데이터를 취득하기 어렵게 된다.



<그림 10> 투석기 시뮬레이터의 구성요소

다음엔 Y지표의 현 수준 파악을 위해, 목표거리를 명중할 수 있도록 투석기 인자를 조정하여 여러 차례 투석 실습을 한다. 이 실습 데이터로 관리상태 여부를 확인하고 공정능력 분석을 실시하여 시그마 수준을 구한다.

또한, 학습자는 프로세스 맵과 C&E Diagram 작성을 통해 투석거리에 영향을 미치는 각도나 핀의 위치와 같은 잠재원인변수를 발굴하고 XY-Matrix를 통해 잠재원인변수의 우선 순위를 정한다.

5.2.3 Analyze 단계

Analyze 단계에서는 Measure 단계에서 도출한 잠재원인변수들이 실제도 투석거리에 영향을 미치는지 확인하는 실습을 하게 된다. 이 단계에서 잠재원인변수에 대한 유의성 검정은 <표 3>과 같은 내용으로 구성되어 있다.

<표 3> Analyze 단계의 통계적 분석방법

| 잠재원인 변수 | 분석방법 | 핵심잠재원인 변수 여부 |
|---------|-----------------|--------------|
| 탄환종류 | 2 Sample t-test | |
| 탄환 컵 위치 | 2 Sample t-test | |
| 핀 위치 | ANOVA | 0 |
| 힘줄종류 | ANOVA | 0 |
| 투석각도 | 상관분석/회귀분석 | 0 |

투석에 사용되는 탄환을 '바위'와 '화약'으로 달리 했을 때의 투석거리 차이와, 탄환 컵 위치를 '고'와 '저'로 설정했을 때의 투석거리 차이는 2-sample t-test로 분석한다. 마찬가지로, 핀의 위치를 '고', '중', '저'로 다르게 설정했을 때의 투석거리 차이와 힘줄(고무줄)의 종류를 '소', '말', '양'의 힘줄로 달리 했을 때의 투석거리 차이는 ANOVA test로 분석한다. 투석각도를 변화시켰을 때의 투석거리 변화는 상관분석과 회귀분석을 통해 검정한다. 5개 잠재원인변수 중 유의한 핵심잠재원인변수는 '핀의 위치'와 '힘줄의 종류', '투석각도'이다. 본 과정에서는 모든 학습자들이 이 세 변수들이 모두 유의한 결과가 나올 수 있도록 시뮬레이터를 제작하였다.

5.2.4 Improve 단계

Improve 단계에서는 Analyze 단계에서 통계적으로 유의한 결과가 나온 핵심잠재원인변수에 대해 실험계획법을 실시하여 최적조건을 수립한다. 최적 조건 하에서 여러 번 투석한 후, 시그마 수준을 계산하여 개선 효과를 검증한다. 결과 검증 시, Analyze 단계에서 핵심잠재원인변수를 제대로 도출하고, Improve 단계에서 실험계획을 정확히 수행한 학습자는 6시그마 수준에 가까운 명중률을 나타내겠지만, 그렇지 못한 학습자는 낮은 시그마 수준을 얻게 된다.

5.2.5 Control 단계

Control 단계에서는 프로젝트 종료 이후에도 계속하여 관리할 수 있도록 관리지표를 정의하고 관리계획을 수립한다. 관리계획 실행은 Measure 단계의 현 수준 파악과 같은 방식으로, 목표거리를 명중할 수 있도록 투석기 인자를 조정하여 여러 차례 투석실습을 한다. 이 단계에서는 투석기 인자를 실험계획에서 구한 최적조건으로 설정하여 투석하게 되므로 Measure 단계에 비해 투석거리가 목표에도 가깝고 산포도 훨씬 줄어들게 된다. 전체적으로 본 과정을 제대로 학습한 학습자라면, 개선 전과 개선 후의 차이를 관리도를 통해 뚜렷하게 확인할 수 있을 것이다.

6. 결 론

본 논문은 GB를 대상으로 한 실습형 e-learning 교육에 관한 것이다. 기존의 e-learning 교육 프로그램은 실습 없이 과정이 진행되므로 오프라인 교육에

비해 학습효과가 반감되고 향후 6시그마 프로젝트 수행 시 교육받은 내용을 효과적으로 적용하기 힘들다는 단점이 있다. 또한 학습에 대한 효과적인 피드백 없이 일방적인 강의와 숙제로 인해 주입식 교육이 야기되고 이는 학습효과의 저하를 가져온다.

따라서 본 연구에서는 위의 2가지 문제점을 해결하기 위하여 투석기 시뮬레이터와 자동채점 방식을 개발하였다. 실제 투석기와 동일하게 작동하도록 투석기 시뮬레이터를 개발하여 오프라인 교육에서의 투석실습과 동일한 효과를 낼 수 있도록 하였고, 개개인마다 다른 투석 결과에 대해 자동으로 채점하여 피드백을 전해줌으로써 학습자 맞춤 교육이 가능하도록 하였다.

본 과정을 수강한 GB 158명을 대상으로 설문조사를 한 결과, 주요 장점으로서는 ‘시뮬레이션을 통한 실습’, ‘개별 데이터에 대한 즉각적인 피드백’, ‘미니탭 활용 능력 배양’ 등이 꼽혔고, ‘과정 진행에 많은 시간이 소요된다’는 것이 가장 큰 단점으로 선정되었다. 단점을 보완하기 위해 투석횟수를 조정하였고, 사용자 컴퓨터 환경에 따라 3D 시뮬레이터가 다소 느리게 구동되는 경우에 대비하여 2D 시뮬레이터를 추가 개발하였다.

또한 기존과정과의 비교를 위해 본 논문에서 제안한 과정을 수강한 GB 158명과 같은 기간 동안 기존 e-learning 과정을 수강한 GB 410명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. <표 4>의 설문조사 결과는 5점 척도(5: 매우 그렇다 ~ 1: 전혀 그렇지 않다)로 응답한 결과의 평균을 의미하며, 모든 항목에서 제안한 과정이 학습자들로부터 높은 평가를 받았음을 알 수 있다.

<표 4> 기존 e-learning 과정과의 비교

| 질의 항목 | 기존 과정 | 제안한 과정 |
|--------------------------------------|-------|--------|
| 학습 참여도: 본 과정을 열심히 수강하였습니까? | 3.78 | 4.08 |
| 수강 목적 만족도: 본 과정은 수강목적에 만족시켰습니까? | 3.76 | 3.92 |
| 활용성: 본 과정에서 배운 것을 실제로 활용할 기회가 있었습니까? | 3.88 | 4.06 |
| 전체 만족도: 본 과정에 대해 전반적으로 만족합니까? | 3.85 | 3.92 |

본 연구 결과는 노동부의 e-learning 콘텐츠 평가에서 A등급을 받았고, S사 임직원들을 대상으로 GB

보수교육에 활용되고 있다(참고로 최근 3년간 노동부에서 지정받은 훈련기관 전체 콘텐츠 1,837개 과정 중 등급 A과정은 총 8개이다). 또한 시뮬레이터와 자동채점 방식은 각각 특허로 출원 중이다[2, 3].

추후연구로는 사무간접 부분에 적용하기 위한 ‘DFSS 실습 시뮬레이터 및 e-learning 과정 개발’ 등을 고려할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김계수(1999), “프로세스 품질경영 성과개선을 위한 6시그마 프로그램에 관한 연구”, 『대한품질경영학회지』, 27권, 4호, pp. 266-279.
- [2] 김종만, 박정술, 홍선영(2006a), “투석기 시뮬레이팅 장치 및 방법”, 출원번호(제 10-2006-0039412호).
- [3] 김종만, 박정술, 홍선영(2006b), “인터넷에서 시뮬레이션을 이용한 학습 시스템 및 방법”, 출원번호(제 10-2006-0029872호).
- [4] 이팔훈, 이승현, 홍선영(2004), 『경영혁신, 불황탈출의 엔진』, CEO information, 삼성경제연구소.
- [5] 홍성훈, 송재웅(2003), “6시그마 그린벨트 교육 프로그램의 비교연구”, 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, pp. 11-16.
- [6] 홍성훈, 최영식, 최익준, 송재웅, 권혁무, 이민구(2004), “그린벨트 양성을 위한 6시그마 사이버 교육”, 『IE interfaces』, 17권, 3호, pp. 384-396.
- [7] Blakeslee Jr., J. A.(1999), “Implementing the Six Sigma Solution”, *Quality Progress*, July, pp. 77-85.
- [8] Burns, T.(2005), “E-Learning : The Future of Quality Training”, *Quality Progress*, February, pp. 50-56.
- [9] Green, F. B.(2006), “Green Belt Six Sigma at a Small Company”, *Int. J. of Six Sigma and Competitive Advantage*, Vol.2, No. 2, pp. 179-189.
- [10] Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W., and Zinkgraf, S. A.(1999), “The impact of six sigma improvement - A glimpse into the future of statistics”, *The American Statistician*, Vol. 53, pp. 208-215.

-
- [11] Harry, M.(2004), "Practical and Affordable Deployment for Six Sigma Generation III", 2004 Six Sigma Mega Conference.
- [12] Islam, K. A.(2004), "E-Learning : Gaining business value through six sigma", *Chief Learning Officer*, January, pp. 28-33.
- [13] Lee, K. C. and Choi, B.(2006), "Six Sigma Management Activities and their Influence on Corporate Competitiveness", *Total Quality Management*, Vol. 17, No 7, pp. 893-911.
- [14] Marx, M.(2006), "Online Six Sigma Training", *isixsigma magazine*, september, pp. 31-40.
- [15] Roberts, C. M.(2004), "Six sigma signal : Process encourages continuous workplace improvement", *Credit Union Magazine*, January, pp. 40-43.
- [16] Rowlands, H.(2003), "Six sigma : A new philosophy or repacking of old ideas?", *Engineering Management*, April, pp. 18-21.
- [17] Weiner, M.(2004), "Six sigma : Applied research for improved public relations", *Communication World*, January-February, pp. 26-29.
-