

승강기 산업의 영업설계 경쟁력 강화를 위한 승강기 설치도면 자동생성 프로그램 개발

고영준¹, 김병익², 한관희³*

¹한국승강기대학교 교수, ²(주)모두솔루션 이사, ³국립경상대학교 산업시스템공학부 교수

Development of Automatic Drawing Program for Elevator Installation Drawing to Strengthen Competitiveness of The Elevator Industry

Young-joon Ko¹, Byoung-ik Kim², Kwan-hee Han³*

¹Professor, Korea Lift College

²Director, Modoo Solusion Co. Ltd.

³Professor, Dept. of Industrial & Systems Engineering/Engineering Research Institute, GyeongsangNat'l Univ

요약 최근 승강기 산업에서 설치도면과 설계요소에 대하여 설계자동화가 요구되고 있다. 이는 현장 적응성 확보와 설계오류의 감소 그리고 수출 경쟁력 강화에 중요한 역할로 인식되고 있다. 그러나 규모가 작은 기업의 경우 프로그램 개발에 투입할 자원이 충분하지 못해 도면 설계 자동화 프로그램을 개발에 어려움을 겪고 있다. 따라서 규모가 작은 기업도 손쉽게 투자하여 사용할 수 있으면서 사용자들이 생산적인 업무에 집중 할 수 있도록 하는 도면 자동생성 프로그램이 필요하다. 본 논문에서는 파라메트릭 코딩기법을 이용한 도면 자동생성 프로그램 개발하여 제시한다. 이 프로그램은 웹서비스와 연계되어 사용자가 현장 정보를 웹상에 입력하면 자동으로 도면을 작성하여준다. 이는 승강기 도면 작성시간이 줄어 승강기 설치 및 유지 보수에 유용하다.

주제어 : 설계자동화프로그램, 설계 템플릿, 엘리베이터 설계, 파라메트릭 기법, 파라메트릭 코딩

Abstract Recently, design automation of installation drawings and design elements has been required in the elevator industry. This is recognized as an important role in securing adaptability on site, reducing design errors, and enhancing export competitiveness. However, in case of a small company doesn't have enough resources to develop the program, and it is difficult to develop a design automation program. Therefore, it is necessary to have an automatic drawing generation program that enables small companies to easily invest and use, while allowing users to concentrate on productive tasks. In this paper, we propose an automatic drawing generation program using parametric coding technique. This program is linked with the web service and automatically creates the drawing when the user enters the site information on the web. This is useful for elevator installation and maintenance due to reduced drawing time for elevator drawings.

Key Words : Design Automation Program, Design Template, Elevator Design, Parametric Technique, Parametric Coding

*This study was supported by the industrial - academic cooperation technology development project by Ministry of SMEs and Startups in 2013

*Corresponding Author : Kwan-Hee Han(hankh@gnu.ac.kr)

Received January 9, 2019

Revised January 22, 2019

Accepted February 20, 2019

Published February 28, 2019

1. 서론

1.1 현재 영업설계 현황

승강기는 건물 내의 수직 교통수단으로 표현되고 있다[1]. 그러므로 승강기 산업의 영업설계 분야에서 승강기 도면의 정확한 표현은 매우 중요하다. Fig. 1에서 보듯이 전체 영업설계는 업무프로세스의 초입에 해당하며 빠른 대응과 정확성이 필요하다. 영업설계 분야에서는 BOM(Bill of Material)설계를 위한 Layout 구성에 대한 업무 비중이 가장 높다. 영업설계 과정에서 생성되는 도면은 승강기 설치 후 법정검사를 위한 신청 서류에도 첨부되어야 하므로 매우 중요하다. 각 업체들의 영업설계의 도면 생성 과정을 살펴보면 시장 점유율이 높은 회사들은 오류를 줄이고 효율을 극대화하기 위하여 표준 모델을 구성 후 전문 설계업체에 의뢰하여 도면을 생성하는 경우가 많다. 그렇지 않은 경우, 주로 중소기업들 중에서 규모의 확장을 위해 업무표준 유형의 도면을 주로 취급하고자 노력하고 있다. 그러나 대부분의 업체들은 반복적인 설계도면 작성 작업에 시간을 할애하는 경우가 많다.

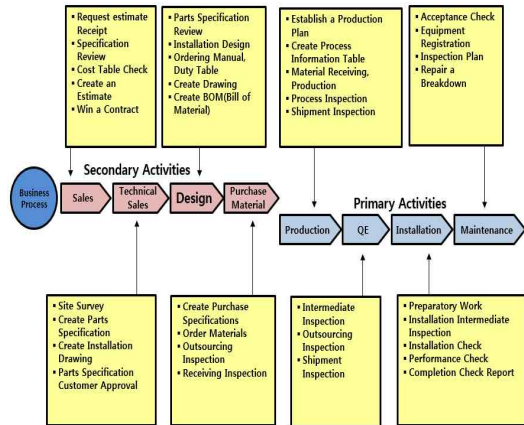


Fig. 1 Lift Product Process Standard

1.2 연구의 필요성

오늘날 시장에서는 빠른 대응을 요하는 작업들이 증가하고 있다. 이러한 현실 속에 승강기 시장 또한 짧은 납기에 대하여 기술영업팀의 빠른 대응이 어느 때보다 중요해지고 있다. 여기서, 빠른 대응을 위해 설치 도면 작성 시간을 줄이는 것은 매우 중요하다. 승강기 산업은 일반 제조업과 달리 공장에서 완제품이 나오는 것이 아니라 현장에서 설치를 하도록 되어있기 때문에 더더욱

정확한 도면 작성이 필요하다. 승강기 설치 현장의 상황에 따라서 설치 도면이 반복적으로 변경되는 경우도 발생한다. 상황에 따른 반복적인 설계와 같은 작업은 컴퓨터를 이용한 자동화 프로그램 개발에서 적절한 소재이다. 빠른 대응이 필요한 반복적인 작업을 컴퓨터 프로그램으로 하게 되면, 엔지니어들은 단순 작업보다 고부가가치의 작업에 집중할 수 있게 된다. 이는 전자적으로 생산성을 높이고, 효율적인 조직 운영을 가능하게 한다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고, 도면 자동 생성 프로그램을 개발하지 못하는 주된 이유는 프로그램 개발에 투입할 자원이 충분하지 않기 때문이다. 규모가 작은 중소기업의 경우 자체 인력으로 프로그램을 개발하기에는 개발 인력 배정 등 현실적으로 어려움이 많다. 또한 외부 개발업체를 이용하여 프로그램을 개발하면 비용 측면의 부담이 적지 않다. 하나의 도면 자동생성 프로그램을 만드는 데에 있어서 많은 자원이 소비되므로 프로그램 제작비용은 그에 비례하여 높아진다. 프로그램 제작 프로젝트를 진행함에 있어서 가장 많은 시간과 인력을 사용하게 되는 부분은 프로그래밍이다. 이는 프로그램을 만드는 데에 제일 핵심적인 부분이라고 할 수 있다. 이 부분에서 소모되는 시간이나 인력을 줄일 수 있다면 프로젝트 비용을 획기적으로 줄일 수 있다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해 규모가 작은 기업에서도 쉽게 투자하여 사용할 수 있는 도면 자동생성 프로그램을 개발하여 사용자들이 생산적인 업무에 집중할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

1.3 대안

적지 않은 비용을 들여 프로그램을 제작했다 하더라도 추후 생성된 표준 도면이나, 규격에 변경 사항이 생길 수 있다. 특히 승강기 산업에서는 승강기 사용자 안전에 관한 관련 법규의 개정이나 기술 개발 등에 따른 표준 도면의 변경이 많이 발생하는 편이다. 승강기에 사용되는 각종 장치들의 부품 수는 모두 약 3만개이다. 이는 웬만한 자동차의 부품수보다 많다. 그렇다보니 관련 부품의 개정이나 변경이 발생할 경우를 위해 설계도면 생성 프로그램을 제작한 업체와 구입한 승강기 제작 업체 사이에는 유지보수 계약을 체결하여 유지보수 기간에 발생하는 법률 개정에 의한 변경사항, 또는 업체의 요구사항을 반영하여 프로그램을 수정해야 하는 작업이 필요하다. 유지보수를 하게 되면 그에 따른 유지보수 비

용을 매년 지급해야 한다. 비용을 지불하지 않으면 수정이 필요한 사항이 생겨도 프로그램에 반영할 수 없게 된다. 이 유지보수 비용도 중소기업에는 상당한 부담으로 작용된다. 이러한 부담을 줄이기 위해서는 변경사항이 발생했을 때, 프로그램을 사용하고 있는 업체에서 변경사항을 자체적으로 즉시 수정할 수 있도록 하는 기술이 필요하다. 이를 해결 할 수 있는 방법이 파라메트릭 기법을 이용하여 표준 템플릿을 프로그램 개발자가 아니라 승강기 설계 엔지니어가 직접 관리하는 것이다. 따라서 최초의 자동화 프로그램 개발 시에는 상당한 양의 공수를 절약할 수 있다. 그리고 이후의 지속적인 변화에 대응하기 위한 유지보수 활동도 획기적으로 감소시킬 수 있다.

2. 본론

2.1 선행연구 사례

승강기 설치도면의 자동생성 프로그램을 연구하거나 발표된 논문은 없다. 유사 경우의 사례를 보면 건설 분야의 업무 혁신을 위해 연구된 김인환의 ‘개방형BIM 기반 2D도면 자동 생성 프로그램개발에 관한 연구’를 들어 볼 수 있다[2]. 이 연구는 개방형BIM(Building Information Modeling)을 도입하는 과정에서 중복 업무를 줄이고 인허가 과정에서 필요한 각종 도면을 자동 생성할 수 있도록 함으로써 업무효율을 꾀하고자 했다. 여기에서도 필요한 도면 생성을 2D로 구현하였고, 2D평면도 및 단면도 구현을 위해 3D화면을 구현한 다음 매쉬 절단 알고리즘을 통해 2D도면을 위한 시각화 화면을 생성하여 원하는 도면을 생성하도록 개발 되었다. 정효상의 ‘자동차 헤밍 금형의 레이아웃 자동설계 시스템 개발’에서는 자동차에서 헤밍 공정이 필요한 보닛 등의 설계 시 설계자가 많은 시간을 필요로 하므로 이를 자동화하여 금형설계의 자동화를 구현하고자 하였다[3]. 여기서는 타이밍 선도와 링크의 배치의 유기적 관계를 매개변수로 정의하여 자동설계를 구현하고자 했다. 김인한 의 연구는 3D 모델링 기반의 2D 구현 방식이고 정효상의 연구는 타이밍 선도의 작성 방법 및 설계 요령에 기반을 두고 있다. 이와 달리 승강기 레이아웃은 창작 형 도면이 아니다. 제시된 형태의 도면이 구성되어있고 목표가 명확하다. 그렇지만 건축 도면과 시방서를 도면에 담아내기 위한 형상의 정의와 파라메타의 구성이 필요하다. 제품 설계

의 초기 단계에서 신속한 원가 추정을 위한 연구로는 한관희의 연구를 들 수 있는데, 이 연구에서는 제품 구조 측면에서 조립품과 단품 모두를 대상으로 하고 원가 구성 요소 측면에서는 가공비 뿐 아니라 제품 원가 구성 요소 전체를 대상으로 하며, 원가 추정 방법은 기업의 ERP 및 PDM 시스템과 통합된 변성형 방법을 이용하여 보다 광범위한 범주의 제품 구조와 공정을 포괄할 수 있는 일반적인 원가 추정 시스템의 구조와 기능을 제시하였다[4]. 그리고 설계에서 생산에 걸친 전 과정에서 기술 데이터를 통합적으로 관리하기 위한 연구로 한관희의 ‘생산 현장 중심의 설계/생산 통합 정보 시스템 개발’을 들 수 있는데, 이 연구에서는 항공기 기체 부품 생산에 있어서 생산 현장에서 요구되는 다양한 정보를 통합적인 형태로 사용하기 쉽게 제공하기 위해 필요한 기능 요구사항 및 시스템 요구사항을 분석하고 필요 정보들의 종류와 내용을 체계화하며 이를 기반으로 생산 현장 중심의 설계/생산 통합 정보 시스템을 구현하였다[5]. 이는 승강기 산업의 설계/생산 통합 시스템의 가능성을 보여준다.

2.2 승강기 설치도면의 이해와 표준 형상의 정의

승강기 설치도면의 기본구성은 6장의 도면으로 구성되어 있다. 6장의 도면은 승강로 평면도, 기계실 평면도, 피트 평면도, 승강로 단면도, 승강장 도어 평면도, 승강장 평면도로 구성되어있다. 이 도면은 건축 도면에 표시된 승강로의 전체 규격과 시방서를 바탕으로 승강기를 설치하기 위해 필요한 도면으로 재구성하는 것이다. 여기서 구성된 승강기 설치도면 즉 Layout도면은 2D CAD도면[6]으로 구성되며 현장에 자재를 공급하기 위한 부품 생산을 위해 만들어질 부품도면 즉, BOM(Bill of Material)의 기반이 된다. 그래서 설계자동화 구현을 위해 각 도면별 도면 자동 생성을 위한 파라메타를 어떤 요소를 입력할 것인가에 대하여 연구하고 표준형상을 정의하였다.

2.2.1 승강로의 평면도

가) 승강기, 균형추를 포함한 승강로 평면도 - Fig. 2는 승강로와 승강기, 균형추, 도어 등의 주요 구성 요소들이 모두 포함된 가장 기본적인 평면도 중 하나를 보여주고 있다.

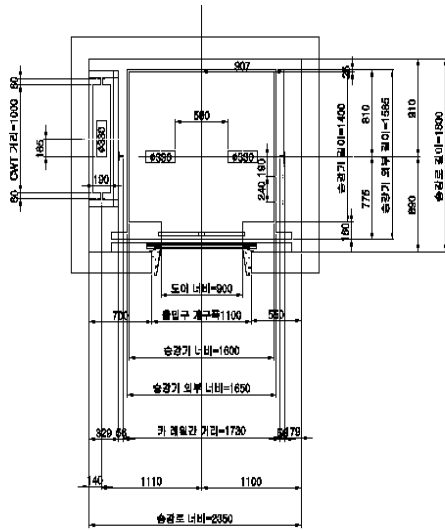


Fig. 2. Standard Elevator Floor Plan

나) PIT - Fig. 3은 피트 바닥 부분의 평면도이다. 피트는 카가 운행 되는 최상층 승강장의 하부 승강로이다. 이곳에는 완충기, 조속기 풀리, 하부 구동 형일 경우 머신룸 역할을 수행하는 곳이다. 궁극적인 역할은 완충지대 역할로 매우 중요한 공간이다.

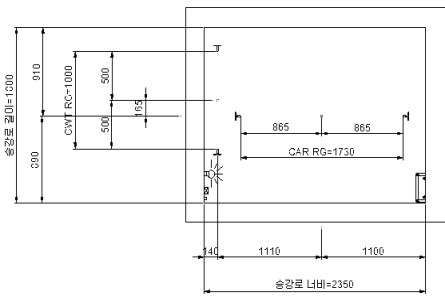


Fig. 3. PIT Standard Contour Definition

다) 기계실 TM - Fig. 4은 MRL(기계실 없는 승강기) 타입의 최상부에 TM을 얹기 위한 빔들의 평면도를 나타낸다. 이는 최상층 오버헤드의 법적인 규격 및 카케이지의 높이 등과 매우 연관이 깊다. MRL타입은 승강로 천정부위에 머신룸(기계실)이 위치하므로 승강로 상부 공간의 해석이 매우 중요하다.

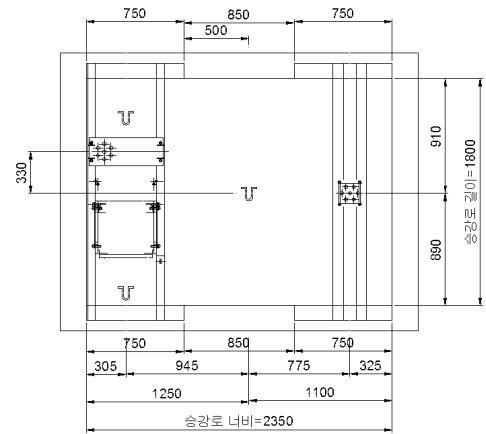


Fig. 4 Machine to Beam Floor Plan

라)오버헤드 - Fig. 5는 최상부의 오버헤드 단면도를 나타낸다. 각 빔의 포켓이나 후크, 머신 빔의 높이 등을 표시해주고 있다. 우리는 편의상 과거의 관행에 따라 오버헤드라고 부르고 실제 설계자는 그렇게 이해하며 작업하기도 한다.

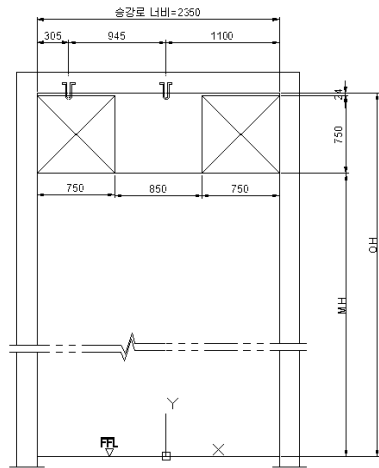


Fig. 5 Overhead Section

최근의 EN-CODE(EN81-1)[7]나 우리나라의 규정[8]은 상부 여유거리라는 표현을 쓰고 있고 상황에 따라 여러 규정을 만들어 놓고 있다. 우리가 생각해야 할 부분은 카가 최상층에 도착했을 때 카의 구조 중 가장 높은 위치에 있는 것과 천정까지의 거리일 것이다. 이것은 최소

$1m+0.035V^2$ (여기서, V는 m/sec단위를 갖는 엘리베이터의 정격속도 임)의 거리를 유지해야 한다.

2.2.2 승강기 부품 및 표준 형상 정의

승강기 표준 형상에 부여하는 파라미터는 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째는 캐드 프로그램이 치수 구속을 부여할 때 자동으로 할당해주는 치수 파라미터이고, 두 번째는 사용자가 형상의 원하는 곳에 임의의 파라미터를 부여하는 사용자 정의 파라미터이다. 본 논문에서는 승강로 평면도 치수 구속만 예로 소개하며, 치수 구속 자동 파라미터는 제외한다. 사용자가 임의로 지정하는 파라미터들을 도면 별로 살펴보면 아래와 같다.

예) 승강로 평면도 - CD1, CD2, CDD, CW, DD, DW, GHD, GVD, SD1, SD

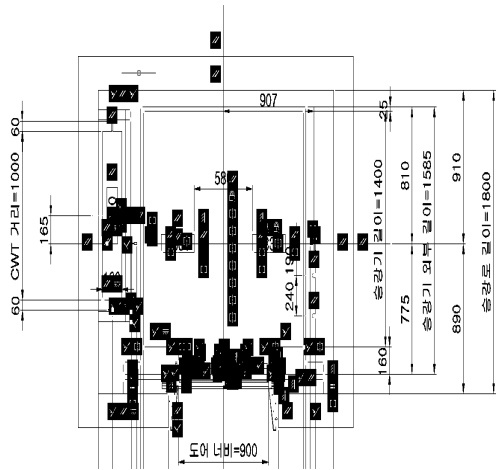


Fig. 7. Example of Applying Parameters to Elevator Floor Plan

▣ 사용자 매개변수

CD1	615	615.0000	실제
CD2	785	785.0000	실제
CDD	580	580.0000	실제
CW	1600	1600.0000	실제
DD	890	890.0000	실제
DW	2000	2000.0000	실제
GHD	907	907.0000	실제
GVD	190	190.0000	실제
SD1	890	890.0000	실제
SD2	910	910.0000	실제
SW1	1250	1250.0000	실제
SW2	1100	1100.0000	실제
SW3	SW1-926	324.0000	실제
SW4	1110	1110.0000	실제

Fig. 6. Elevator Floor Plan Parameters

Fig. 6은 도면 별 사용자 파라미터 값과 실제 값을 매핑 한 것을 보여주고 있다.

2.3 파라메트릭 기법을 적용한 도면 작업

2.3.1 승강로 평면도에 적용된 파라미터

아래 Fig. 7과 같이 표준화한 승강로 평면도에 오토캐드의 파라미터 기능을 이용하여 파라미터를 설정한 후, Solving 했을 때 주어진 변수 값대로 변화하는 지를 일일이 확인해야 한다. 이러한 반복 작업을 하며 최종적으로 원하는 형태로 변경되어진 형상을 템플릿으로 사용한다.

2.3.2 PIT

PIT는 기본적으로 승강로의 바닥을 의미하며 승강로 평면도와 동일 크기의 값을 가진다. PIT 바닥에는 승강기 추락에 대비하여 버퍼 역할을 하는 스프링, 오일, 또는 우레탄 버퍼 타입의 완충 장치가 설치되고, 법적 기준치를 충족해야 한다. 그 외 카 레일이나 균형추 레일의 게이지 값이 표시되며, PIT 바닥으로 이동할 수 있게 작업자용 사다리 혹은 진동, 배수 장치 등 다른 요소가 표시될 수 있다. PIT에는 0.5m×0.6m×1.0m 이상의 장방형 블록을 수용할 수 있는 충분한 공간이 있어야하고, 카의 가장 낮은 부품과 PIT바닥 사이의 수직거리는 0.5m 이상이어야 한다. 또한, 움직이는 카 또는 균형추의 하부구조물과 피트 바닥사이의 수직거리는 0.3m를 초과하여야 한다.

2.4 규격 데이터 테이블 작성 및 UI 작성

2.4.1 CAD 적용 UI

규격 데이터 테이블은 별도 파일에 기술되어 있다. 해당 파일에 정의되어 있는 규격 데이터를 자동화 프로그램의 초기 설정 값을 표시하거나 기본 검증 방식을 적용하기 위해 사용한다. 데이터 입력의 편의성을 도모하기 위하여 사용자 UI는 최대한 간략하게 정의하였다. UI 구성은 CAD와의 호환을 위해 비주얼베이직을 사용하였다.

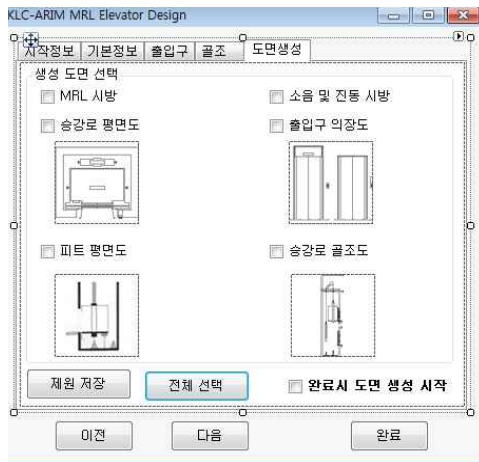


Fig. 8. UI Template

Fig. 8과 같이 개별 템플릿에 적용된 형상 구속 조건과 치수 구속 조건을 사용하여 VB.NET으로 나머지 부분 코드들을 작성하였다[9,10]. 이를 통해서 기존 소스 코드 작성 방식에 비해 많은 프로그램 소스 코드를 줄일 수 있게 되었다.

2.4.2 WEB Service

승강기 설계 엔지니어가 아닌 일반 사용자의 경우에는 CAD 사용법을 알지 못하여 자동 작도 기능이 구현되어 있어도 사용하지 못하는 경우가 있다. 이에 영업현장에서 현장정보를 웹상에서 입력하면 해당정보를 WEB Service를 통해 사내의 CAD 서버가 받아서 5 ~ 10분 이후에 도면을 그려서 DWG 혹은 PDF 포맷으로 제공할 수 있다.

이를 위해 몇 가지 간단한 WEB Service 기능을 아래와 구현해 보았다.

가) getQueueList - Fig. 9와 같이 사전에 입력된 코드에 따라 요청 Queue의 상태값 전송. WEB에서 CAD로 요청이 있는 경우,

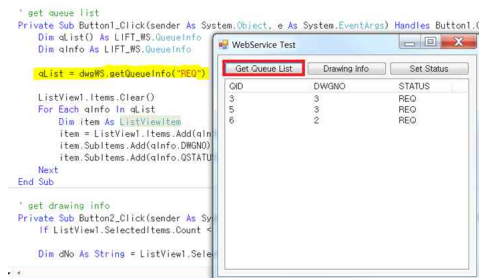


Fig. 9. Get Queue List

나) getDrawingInfo - WEB을 통해 전달받은 승강기 제원을 모두 가져와 표시하며 Fig. 10이 이를 보여준다.

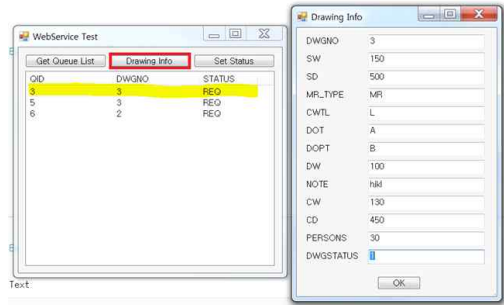


Fig. 10. Drawing Info

3. 결론

3.1 결론

배경 설명에서 제기하였던, Fig. 11의 3가지 문제를 처리해 줄 수 있는 전담 자동 프로그램은 성공적으로 개발되었다.

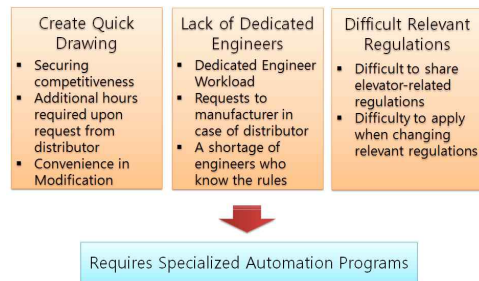


Fig. 11. The Need for an Automation Program

그동안 도면 난이도에 따라 엔지니어들이 적게는 2, 3시간부터 많게는 이틀씩 소요되던 작업이 대부분 5분 이내의 빠른 시간 안에 도면이 작성되었다. Fig.12는 자동 설계 구조를 보여주고 있다. 자동화된 도면 작도 프로그램 개발은 숙련된 전담 엔지니어의 노하우를 시스템화함으로써 숙련되지 않은 엔지니어들과 CAD 프로그램을 사용하지 못하는 영업 사원들까지 손쉽게 승강기 설치도면을 생성 할 수 있게 되었다. 이는 비 숙련자는 숙련자의 노하우를, 영업사원의 승강기 설치도면의 이해를 돕는데 중요한 역할을 할 수 있다. 물론 계속 변화하는 어려운 규정들은 숙련된 엔지니어의 검토 후에 시스템에 반영되기 때문에 비숙련 엔지니어들과 영업

사원들은 크게 신경 쓰지 않아도 되게 되었다. 또한, 일반적인 성과로는 반복 작업의 감소 및 인적 오류의 감소다. 또한 현장의 경쟁력을 강화하기 위해 웹 기반에서의 작동 메커니즘을 함께 구성해서 활용성을 증대시켰다. 이번 자동 도면 작도 프로그램 연구를 통해 우리는 Fig. 13과 같이 향후 유지보수 과정에 있어서 획기적인 성과를 가지게 되었다. 프로그램 개발자가 대부분의 수정 작업을 처리하느라 지속적인 유지보수에 큰 부담을 가져야 했던 많은 제조업체들이 파라메트릭 기능의 활용하여 대부분의 유지보수 업무를 엔지니어 같은 사용자가 직접 처리할 수 있게 되었다. 이는 Fig.12에서 보듯이 많은 부분의 작업이 사용자에 의해 제어되는 영역으로 속하게 되었음 보여준다.

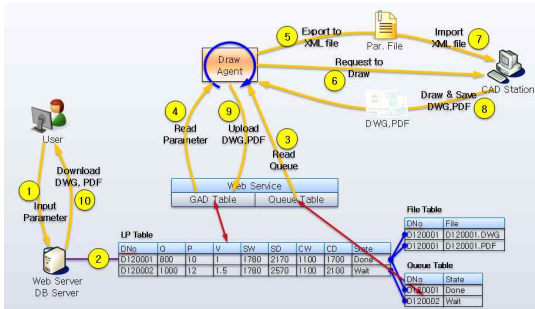


Fig. 12. Drawing Generation Specification

과제를 시작하고 1차 성공 이후 법규의 개정 등과 설계기준의 변경을 추적하며 최근까지 상용화에 노력한 결과 중소기업들의 단체와 협업으로 웹상에서 지원하는 상용화 버전을 가동 중이며 지속적인 노력이 진행 중이다.

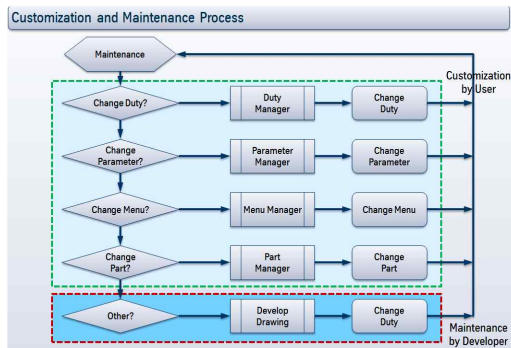


Fig. 13. Maintenance Flow Chart According to Future Rule Changes

3.2 향후과제

표준도면 자동생성에서 멈추지 않고 비표준 도면 작성에까지 연구를 확장시킨다면 사용 가치가 더 높은 프로그램을 완성시킬 수 있을 것이다. 현재 승강기 업계에서 대기업을 중심으로 설계 자동화에 나서고 있지만 중소기업은 대형 현장의 수주 및 표준화 작업에 설계자동화가 절실한 형국이다. 또한, BOM자동화를 연계하여 선행연구에서 보았던 설계/생산 통합 시스템의 개발이 승강기 산업의 경쟁력 강화에 큰 도움이 되고 이는 융복합 시대의 승강기 산업의 RPA(Robotic Process Automation)[11]를 발전시키는 계기가 될 것으로 사료된다. 또한, 설계 자동화는 해외 진출 시 설계의 유연성을 확보할 수 있고 고객의 요구에 신속한 대응이 경쟁력 강화에 중요한 역할을 하기 때문에 절실한 과제이다. 앞으로 우리나라는 2019년 승강기검사기준의 전면 개편을 앞두고 있다. 다행히 우리나라의 승강기분야의 검사 및 인증 기준은 국제규격에 뒤지지 않는다. 따라서 새로운 규정에 맞는 자동설계프로그램의 개선과 노력은 우리나라 중소기업의 경쟁력을 한층 강화 시키리라 기대한다. 변경되는 규정을 쫓으며 수년을 달려온 만큼 변화에 쉽게 적응하는 메커니즘을 향후 연구과제로 진행할 예정이다.

REFERENCES

[1] G. R. Strakosch & R. S. Caporale. (2010). *The vertical transportation handbook 4th edition*. Hobokon, NJ US : John Wiley & Sons, Inc.

[2] I. H. Kim, M. J. Lee, J. S. Choi & G. T. Kim. (2016). Development of an Application to Generate 2D Drawings in Automation using Open BIM Technologies. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 21(4), 417-425.

[3] H. S. Jung & Y. H. Cho. (2005). Lay-out Auto-Design system development for an Automated hemming die design, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, (2005.1), 715-719.

[4] K. H. Han, C. W. Park, G. B. Lee. & T. I. Hwang. & K. Y. Kim. (2003), The Development of an Product Cost Estimation System at the Product Design Stage. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 8(2), 101-108.

[5] K. H. Han, C. W. Park, J. S. Oak. & K. S. Kim. (2005), The Development of a Shop Floor-Centered Information System for the Integration of Design and Manufacturing

Data, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 10(4), 237-243.

- [6] Y. S. Moon, H. Y. Kim. & H. W. Park. (2013). *AutoCAD 2014*. Seoul : EasysPublishing Co., Ltd.
- [7] British Standards Institution (2015). *BS EN 81-1:1998+A3:2009 Safety Rules for the Construction and Installation of Lifts: Electric*. British : British Standards Institution.
- [8] Ministry of The Interior and Safety, (2018). *Elevator Safety Inspection Standard*. Jinju Korea : Korea Elevator Safety Agency.
- [9] E. N. Ko, (2007). *Visual Basic Programming*. Seoul : Hanbit Publishing Network, Inc.
- [10] J. S. Choe. (2016). *Excel 2016 Macro & VBA Bible*. Seoul : Hanbit Publishing Network, Inc.
- [11] Y. G. Hyun & J. Y. Lee. (2018). Trands Analysis and Future Direction of Business Process Automation, RPA(Robotic Process Automation)in the Times of Convergence. *Journal of Digital Convergence*, 16(11), 313-327.

고 영 준(Ko, Young joon)

[정회원]



- 1999년 2월 : 안양대학교 전기공학과 (공학사)
- 2010년 10월 : 연세대학교 경제대학원 (금융공학석사)
- 2016년 2월 : 국립경상대학교 대학원 산업시스템공학부(공학박사수료)
- 2013년 4월 ~ 현재 : 한국승강기대학교 승강기공학부 교수
- 관심분야 : 승강기, 산업공학, IT설계, 승강기 설계 자동화, 스마트 승강기, 프로세스 혁신, 스마트 제조
- E-Mail : yjoonko@kic.ac.kr

김 병 익(Kim, Byoung ik)

[정회원]



- 1997년 2월 : 건국대학교 산업공학과 (공학사)
- 1997년 ~ 2002년 : (주)성우시스템 기술지원팀
- 2015년 10월 : PMP
- 2017년 11월 : 정보관리기술사

- 2004년 6월 ~ 현재 : (주)모두솔루션 정보기술연구소 수석연구원
- 관심분야 : IT기획, 개념설계, 빅데이터
- E-Mail : bikim@modoosol.com

한 관 희(Han, Kwan hee)

[정회원]



- 1982년 : 아주대학교 산업공학과 (공학사)
- 1984년 : 한국과학기술원 산업공학 (산업공학석사)
- 1996년 : 한국과학기술원 자동차 및 설계공학과(공학박사)

- 2003년 3월 ~ 현재 : 국립경상대학교 산업시스템공학부 교수
- 관심분야 : 비즈니스프로세스관리, 스마트 팩토리, 제조시스템모델링/시뮬레이션
- E-Mail : hankh@gnu.ac.kr