

개방형BIM기반 2D도면 자동 생성 프로그램 개발에 관한 연구

김인한¹ · 이민재¹ · 최중식^{1†} · 김구택²

¹경희대학교 건축학과, ²(주)코스펙이노랩

Development of an Application to Generate 2D Drawings in Automation using Open BIM Technologies

Inhan Kim¹, Minjae Lee¹, Jungsik Choi^{1†}, and Gutaek Kim²

¹Department of Architecture, Kyung Hee Univ.

²Cospec Innolab Co., Ltd.

Received 11 October 2016; received in revised form 17 October 2016; accepted 23 October 2016

ABSTRACT

Especially for resolving BIM data compatibility issue, as one of recently raised BIM technology issues, has also been improved by using open BIM, representatively using IFC (Industry Foundation Classes) format. As shown in many case studies, usefulness of BIM technology is increasing day by day, and the IFC-based open BIM technology is essential in recent AEC projects where the productive collaboration is of importance. One of current problems in actual projects is that there is a conflict between conventional ways and newly developed BIM ways. Using both conventional and new technologies leads construction workers to having more work loads, consequently the efficiency and productivity of on-site workers have been decreased. Thus, it is strongly necessary to facilitate 3D BIM models to extract and generate 2D precision drawings in automation, especially using open BIM technologies. Some native BIM authoring tools have limitations in their automatic generation of 2D drawings, and there is no standardized mechanism to generate 2D drawings from heterogeneous applications. For this reason, this paper aims to develop an automated stand-alone program to generate 2D drawings in automation using IFC file, totally independent from various BIM authoring tools. By using the application described in this paper, any type of general drawings such as plan, section and elevation can be extracted without additional efforts. The development approach described in this paper, based on the open BIM technologies, has a strong impact to the current process especially in the perspective of enhancing productivity when we need to find out a trade-off in-between conventional and new approaches.

Key Words: Building Information Modeling (BIM), Industry Foundation Classes (IFC), 2D drawings generating

[†]Corresponding Author, jungsikchoi@gmail.com

1. 서 론

최근 스마트기기의 보급과 인공지능과 같은 자동화 기술의 적용으로 다양한 산업분야에서 업무 혁신을 위한 기술 적용에 많은 노력을 기울이고 있다. 건설 분야 역시 업무 혁신을 위해 개방형 BIM(Building Information Modeling)을 도입하여 생산성과 품질을 높이기 위해 노력하고 있다. 개방형 BIM의 도입은 생산성 향상이라는 측면에서 건설 비용의 절감과 업무 자동화를 통한 효율을 높일 수 있어 각 건설 주체는 BIM기술에 대한 긍정적인 효과를 기대하고 있다. 하지만 높은 시설 투자비와 실무자 재교육은 새로운 기술의 도입을 가로막고 있다. 또한 기대하는 효과에 비해 개방형 BIM기반 기술은 아직 초보단계에 머물러 있어 건설 프로세스 전반에서 BIM기술을 원활하게 활용하기 위해서는 현재 개발된 기술보다는 고도화되어야 하는 실정이다. 이러한 이유로 개방형 BIM에 대한 높은 관심과 효과에도 불구하고 건설 주체마다 BIM도입의 시기가 다르고 낮은 단계의 BIM활용으로 건설 주체간 BIM 기술 격차가 발생하여 실무에서 건설 프로세스가 2D 도면 중심에서 3D BIM을 중심으로 전환되어도 인허가를 진행할 때 BIM 모델과 2D 도면을 함께 제출해야 한다. 따라서 BIM도입에 있어 경제적, 기술적 어려움으로 BIM모델과 2D도면을 모두 작성하는 업무의 중복을 방지하고 기술 격차에 따른 어려움을 극복할 수 있는 개방형 BIM기반 2D도면 자동 생성 기술이 필요하다. 그러나 현재 사용되는 BIM 저작 도구의 도면 생성 모듈은 해당 도구에서만 활용이 가능하여 앞서 언급한 BIM 시설 투자가 어렵거나 실무자의 기술 격차가 있는 경우에는 사용하기 어렵다. 따라서 본 연구의 목적은 인허가 단계에서 설계사의 인허가 담당이 모델 작성이 완성된 후 인허가 제출을 위해 IFC (Industry Foundation Classes) 기반의 도면을 사용하며 향후 인허가권자가 필요한 도면을 자체적으로 추출하여 BIM의 효과를 극대화하고 BIM도입의 과도기인 상황에서 중복 업무를 줄이고 업무 효율을 제고하기 위하여 도면 생성에 필요한 건축물 요소들을 분석하고 이를 2D도면 자동 생성 프로그램으로 구현한 개방형 BIM기반 도면 자동 생성 프로그램을 개발하는 것이다.

2. 현황 및 이론적 고찰

2.1 개방형 BIM의 이론적 고찰

BIM은 건축물의 정보를 전자적 정보로 생성하고 표현하는 것이며 이러한 정보를 활용하여 건축물의 기획, 설계, 엔지니어링, 시공, 유지관리, 해체 등 전 생애주기에 필요한 정보를 획득하고 관리하는 프로세스와 기술을 말한다^[1]. BIM을 통하여 건축물과 관련된 정보는 전산화되어 관리되고 활용되며, 이로써 정보의 정확성이나 저장성 등의 컴퓨터가 가진 수많은 장점을 활용할 수 있다. 하지만 건설 산업이 방대하고 복잡하여 건설 주체가 다양하고 분야별로 전산화된 정보를 처리하기 위해 사용되는 소프트웨어도 다양한데, 이러한 소프트웨어 간에 정보를 교환하는 데 있어 정보 누락과 의미 전달 오류가 발생한다^[2]. 이에 대한 해결 방안으로 buildingSMART에서 제시한 개념이 개방형 BIM이다.

개방형 BIM은 특정 소프트웨어 또는 제품군에 종속되지 않고 각 소프트웨어 간 정보의 상호 호환성과 상호 운용성을 확보하기 위한 개념이다. 이를 위해 국제 표준 데이터 포맷으로 buildingSMART에서 IFC 포맷을 개발하였으며 지속적인 개발을 거듭하여 2013년에 새로운 버전인 IFC4버전이 ISO16739 표준으로 채택되어 발표되었다^[3]. IFC는 건설 산업의 다양한 분야에서 사용되고 있는 BIM 소프트웨어 간의 BIM데이터 교환과 정보 호환을 위한 국제 표준의 중립 파일 포맷이다. 이 데이터 구조 안에서 건축물의 객체와 객체가 가지는 속성정보의 관계로 건축정보를 표현한다.

2.2 2D도면 자동 생성 필요성

BIM도입과 함께 2D도면이 사라질 것이라는 예측과 달리 2D도면에 대한 건설 주체들의 요구는 계속되고 있다. 최근 연세대학교 건설IT연구실에서 BIM을 사용자와 비 사용자를 대상으로 설문 조사한 '2016년 국내 BIM도입현황 조사결과'^[4]에 따르면 BIM 도입 장애요인으로 'BIM 모델과 별개의 도면으로 인한 이중 작업'에 대한 응답이 80%로 가장 많은 것으로 나타났고, 비 사용자를 대상으로 'BIM도입 시 고려 요인'으로는 각종 단면, 입면, 투시도 등 도면 생성 용이가 62%로 가장 높은 영향력을 가지고 있었다. 이렇듯, BIM 도입 초

기단계에서는 3D시각화 기술에도 불구하고 2D도면을 동시에 생산해야 하는 이중 작업이 계속 되어 BIM 정착에 장애물이 되고 있다. 이러한 이중 작업이 발생하는 대표적인 이유는 수많은 건설 주체간 기술수준의 차이로 볼 수 있다. 설계-인허가-시공-유지관리 단계까지 많은 주체들이 참여하지만 설계단계부터 BIM 활용이 시작되고 있는 상황에서 다른 주체들은 기존의 방법으로 프로젝트를 진행할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 이러한 이유로 BIM발주가 늘어나고 BIM모델 설계를 진행하더라도 계약 조건에는 2D도면 요구와 이에 따른 실무자들의 이중 작업이 계속되고 있는 상황에서 이를 해소하기 위해 2D도면 자동 생성 프로그램이 필요하다. 이를 통해 BIM을 도입한 주체들의 작업량을 줄여 생산성을 제고하고 기술 격차를 줄이는 역할을 통해 BIM도입에 대한 부정적인 요소를 제거할 수 있을 것이다.

2.3 2D도면 자동 생성 프로그램 및 연구 현황

BIM모델에서 2D도면을 생성하는 다양한 방법이 있다. 상용 저작도구에는 2D도면 생성 모듈이 결합되어 있어 도면을 생성할 수 있다. 조용상 외¹⁵⁾는 BIM저작도구에서 활용하는 2D도면 생성 모듈의 단점으로 CAD와 같은 수준의 실시설계도면 작성의 어려움과 시공 수준의 접합 상세가 나오지 않는 문제점, 효과적으로 상세를 더할 수 있는 모델링기능이 부족하다는 문제점을 지적하였다. 또한 채갑수 외¹⁶⁾는 BIM 저작도구로 2D도면을 작성하는 과정에서 문제가 발생하며, 이로 인해 기존 방식의 2D도면을 병행하여 작성해야 하는 문제를 제기하였다. 이병권 외¹⁷⁾는 BIM모델에서 생성되는 도면이 시공현장에서 사용할 수 있는 수준으로 제공되지 않는 것을 지적하며, 건축 골조를 대상으로 3차원 골조 모델을 이용하여 철근 배근 시공도와 가공 일람표를 관련 기준에 따라 정확히 작성되는 모듈을 제안하였다.

BIM모델을 활용한 2D도면 자동 생성과 관련한 선행연구의 고찰 결과, 대부분의 선행 연구는 BIM 저작도구를 활용한 2D도면 생성에 대한 설명이나, 템플릿을 활용한 설계 프로세스의 변경 또는 시공현장에서 활용하는 일부 도면의 자동 생성하는 모듈에 그쳤다. 그러나 IFC나 BIM설계도서 최적화 작성 기준 등 표준을 적용한 2D도면 생성 방법은 전무한 것으로 보이고 현재 2D도면 생성 방

법의 문제점을 해결해 주는 실무적인 연구도 미비한 상태이다.

2.4 소결

BIM은 가상공간에 실제 건축물을 구현함으로써 업무 효율을 높일 수 있다. 하지만 BIM도입 초기인 현재는 2D와 3D프로세스가 공존하여 실무자는 두 프로세스를 만족하기 위해 BIM모델 작성과 2D도면을 작성하는 업무 중복이 발생한다¹⁸⁾. 이에 실무자들은 업무에 부담을 느끼고 있지만 현존하는 BIM모델에서 2D도면 생성 방법은 기술 상해 표현 불가, 생성 도면의 수준 미달로 활용할 수 없고, 또한 생산성을 높이기 위한 최적화 기준이나 표준 포맷을 활용한 도면 생성 방법에 대한 연구가 미비한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 표준 포맷인 IFC 구조를 분석하여 저작 도구의 종류와 관계없이 BIM모델을 뷰잉할 수 있고 BIM도입 수준과 기술 격차에 따른 불편함 없이 누구나 원하는 부위의 도면을 IFC모델에서 생성할 수 있는 개방형 BIM기반 2D도면 자동 생성 프로그램을 개발하였다.

이는 사용자의 기술 수준과 관계없이 2D도면을 생성하기 위해 표준 포맷을 활용하여 기존 연구와 차별성을 갖고 있고, 실무환경에서 실용성을 높이기 위해 최적화 기준을 적용함으로써 건설 업무의 생산성 향상과 업무 효율 제고에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

3. 2D도면 자동 생성 프로그램의 구현

3.1 2D도면 자동 생성 프로그램의 개요

3.1.1 IFC기반의 2D도면 생성 프로세스

IFC기반의 2D도면 생성 프로세스는 다음의 Fig. 1과 같다. 우선, IFC파일의 시각화를 위하여 IFC정보를 파싱(parsing)하여 객체의 속성정보와 모델의 형상 표현을 위한 프레젠테이션 정보를 구분하는 작업을 진행한다. 이렇게 분리되어 메모리에 저장하면 형상정보인 프레젠테이션 정보에서 솔리드 정보¹⁹⁾를 생성하고 Open Cascade 라이브러리를 활용하여 3D형상 표현을 위한 메쉬(mesh)로 변환한다. 변환된 메쉬 정보를 3D형상으로 가시화하기

¹⁹⁾정점, 능선, 면 및 질량을 표현한 형상 모델로서, 형상만이 아닌 물체의 다양한 성질을 좀 더 정확하게 표현하기 위해 고안된 방법이다.

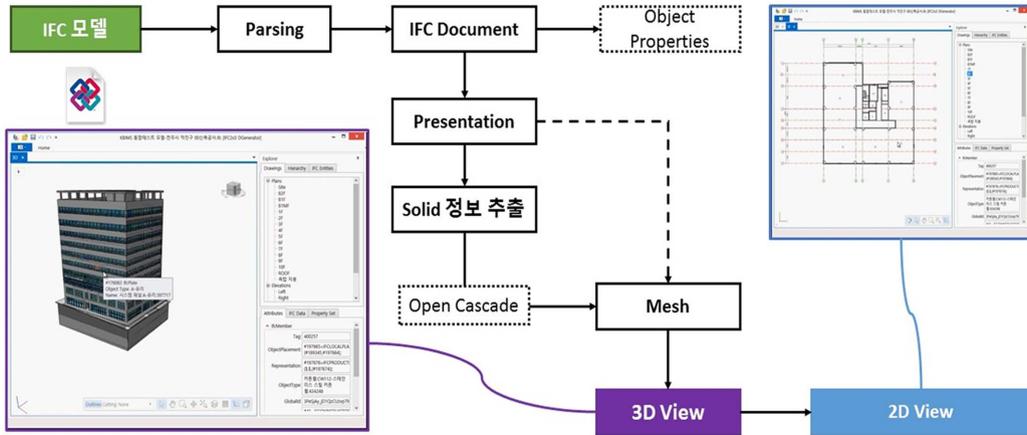


Fig. 1 Process diagram to depict the development of the open-BIM based automated generation of 2d drawing application described in this paper

위해 Direct X 라이브러리를 이용하여 사용자가 IFC파일을 3D 화면으로 볼 수 있도록 구현한다. 평면도 및 단면도 생성을 위해서는 메쉬 절단(mesh cutting) 알고리즘 등을 통해서 2D 도면을 위한 시각화 화면을 생성한다. 이 때, 메쉬 절단으로 생성된 단면 반대쪽에 남아 있는 선들은 도면 생성을 위해 불필요한 요소이므로 은선 제거 알고리즘을 통해 제거하고 출력용 벡터 정보를 생성한다. 이후 생성된 도면에서 필요로 하는 주석 요소(치수, 그리드, 레벨 등)의 작성을 위해 IFC 모델에서 정보를 생성하여 생성된 도면에 가시화 한다.

3.1.2 프로그램의 기본 구조

IFC모델에서 생성된 정보는 다음과 같은 시스템 구조에 의해 시각화 된다. Structure는 IFC의 기본 구조를 클래스화 하는 부분이다. 개발된 시스템은 객체 지향 C언어인 C#으로 개발되어 캡슐화를 통해 효율적으로 정보를 활용할 수 있다. 이렇게 클래스화 된 IFC정보는 IFC Parser 모듈을 통해 효율적으로 정보를 활용할 수 있다. 이렇게 클래스화 된 IFC정보 중 솔리드 연산이 필요한 부분에 대한 연산을 수행하는 모듈인 Solid Calculation을 통해 시각화를 위한 데이터로 가공된다. 이를 Visualization 모듈을 통해 컴퓨터 화면에 정보를 시각화 하였다.

3.1.3 객체 형상 데이터 구조

3D 모델에서 평면도, 입면도, 단면도를 생성하기 위해서는 이에 적합한 모델의 형상 데이터 구

조가 효과적인 방식으로 정의되어 있어야 한다. 이 데이터 구조는 절단면을 기준으로 단면 자르기가 효과적으로 이루어질 수 있어야 하며, 단면 절단 결과가 오차 없이 정확하게 표현될 수 있는 방식이어야 한다. 3차원 형상정보를 표현하기 위한 객체 형상 데이터 구조는 일반적으로 삼각망 메쉬를 주로 이용한다. 하지만 본 연구에서는 단면의 절단과 해당 면에서의 단면선 생성 등의 작업이 이루어져야 하므로 삼각망 메쉬를 이용할 경우에는 상대적으로 복잡한 연산이 필요하며, 단면선 이외에 불필요한 선이 발생될 수 있다. 본 연구에서는 단면 형상 생성의 작업이 주로 이루어져야 하므로 다음과 같은 객체 형상 데이터 구조를 만들어 해당 작업이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하였다.

객체의 기본 형상 구조는 다음의 Fig. 2와 같이 구멍(hole)을 가진 폴리 라인(polyline)으로 이루어진 다각형으로 정의하였다. 아래의 예시는 사각형에 하나의 구멍을 가진 형상이지만, 본 연구에서 제시하는 방식은 다각형에 여러 개의 구멍이 가능한 형태이다. 이 방식에서는 아래의 구조와 같이 절단면(cutting plane) 기준의 커팅이 이루어지고 이후에 삼각망을 이용하여 메쉬를 생성한다.

3.2 2D도면 자동 생성

3.2.1 입면, 단면, 평면의 생성

(1) 입면도의 생성

입면도는 기본적으로 전후 좌우의 입면 형상을 표현한다. 입면도에서 표현되는 선은 두 가지로 구

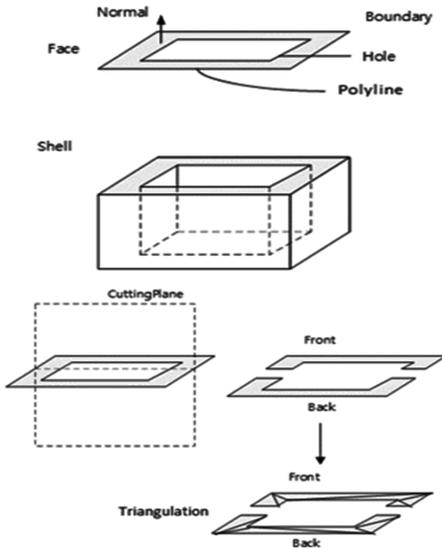


Fig. 2 Fundamental data structure to project 3d shape into 2d drawing

분할 수 있다. 첫 번째는 객체 면의 교차로 형성되는 경우와 두 번째는 면의 교차가 이루어지지 않지만 돌출부의 경계가 되는 윤곽을 형성되는 경우를 들 수 있다. 예를 들어 곡면의 경우 Fig. 3과 같이 면의 교차로 형성되는 선은 없지만, 입면 형성 방향에 따라 윤곽선이 표현되어야 하는 부분이 발생하게 된다. 두 면 사이의 윤곽선은 시선의 방향에 따라 가시화가 결정된다.

시스템의 인터페이스 화면에서 입면도를 표시할 때는 카메라의 방향을 X(Left), -X(Right), Y(Front), -Y(Back) 축에 맞추고 투영 방식을 직교 모드로 하여 화면에 표시한다. IFC 모델을 시각화한 화면에서 입면도를 보여줄 때는 해당 입면도에 표현되는 객체들의 면 뒤에 보이지 않는 객체들이 가려져 보이지 않는 형태로 표현된다. 컴퓨터 화면에서 입면도를 표현하기 위해서는 가려진 객체들의 삼각면들이 배경색으로 그려진다. 이는 입면에서 보이는 선 외에 나타나지 않아야 할 선들이 배경색으로 나타나 보이지 않는 결과를 가져올 수 있다. 따라서 가려지는 객체에 대한 별도의 제거 연산을 사용하지 않아 빠르고 효과적인 방법으로 입면을 화면에 나타낼 수 있다.

(2) 단면도의 생성

단면도의 생성은 사용자가 원하는 단면도의 면을 기준으로 BIM모델을 절단하고 단면에 수직인

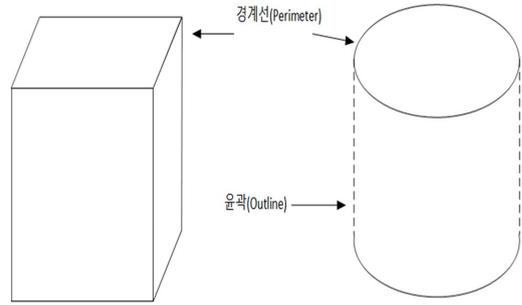


Fig. 3 Perimeter and outline of the elevation

방향으로 등각 투영하여 이루어진다. 단면도에는 기준 면으로 잘려진 절단선과 잘리지 않은 입면선으로 구성된다. 기준면으로 건물을 자르는 방법은 다음과 같다. 절단 기준면의 좌표를 기준으로 카메라의 위치가 정해지고 단면과 수직인 절단 평면에 의해 교차하는 모든 객체들이 절단된다. 절단된 면들의 경계선은 화면에 표시되는 경계선이 된다. 입면도를 생성할 경우와 마찬가지로 신속한 단면의 표현을 위해서 화면상에서 단면도를 표시할 때는 객체의 단면이 표현되도록 하여 단면의 뒤쪽 객체들은 가려지도록 되어 있는 구조이다. 단면의 생성을 위해서 본 연구에서는 Fig. 4와 같이 단면도의 기준선을 평면상에서 사용자가 원하는 위치에 설정할 수 있는 인터페이스를 제공하여 단면도를 생성하도록 하였다. 현재 단면선은 직선으로만 작성할 수 있다.

(3) 평면도 생성

평면도 생성은 단면도를 생성하는 방식의 특수한 형태로, 각 층의 경계 바닥면에서 상부방향으

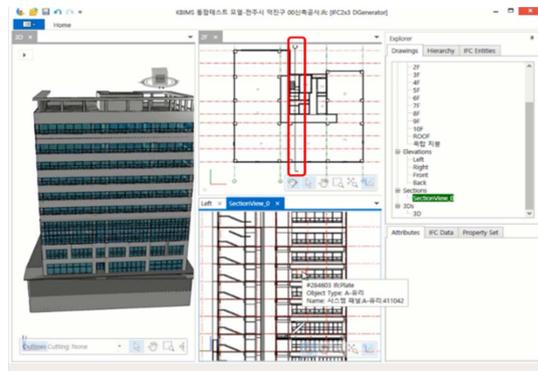


Fig. 4 Selecting a section profile to generate any given section drawings of interest

로 1.2 m 기준선에서 절단하여 수직 하방으로 등 각 투영된 방법을 사용한다. 평면도 생성의 연산 시간을 단축시키기 위해 단면도 생성 연산 방법과 달리 평면도를 생성할 때 객체들이 가지고 있는 바닥면(bottom face)의 외곽선 등의 정보를 활용하는 방법으로 활용하였다.

IFC 공간 객체의 속성정보는 Fig. 5와 같이 2D 기반의 정보를 포함하고 있는 풋프린트(Footprint)와 3D정보를 포함하고 있는 Body 정보로 표현된다. 본 연구에서 개발하는 프로그램은 풋프린트 정보를 활용하여 평면 정보를 신속하게 생성하도록 구현되었다. 하지만 평면도에는 실제 3D형상의 단면만으로는 표현되지 못하는 정보가 있다. 예를 들어, 여닫이문의 경우 문이 열리는 방향과 문의 궤적이 표현되어야 한다. 문의 개방 방향을 위한 출입구의 정보는 IFCDOOR에서 생성할 수 있다. IFCDOOR는 위치 정보와 개방 방향에 대한

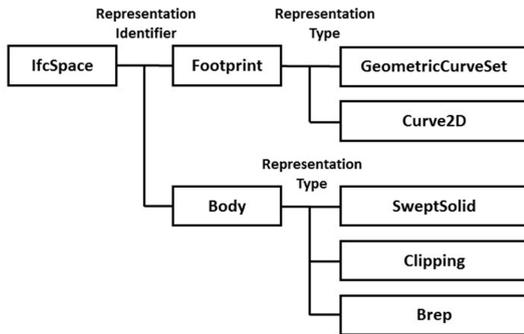


Fig. 5 Footprint property structure of IfcSpace

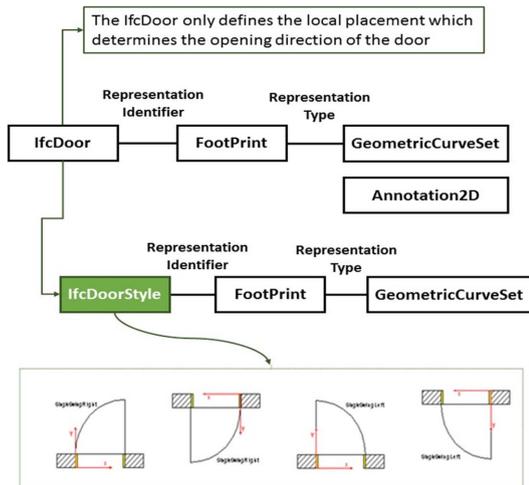


Fig. 6 Derivation process to use IfcDoor data

정보만 포함하고 있다. 상세한 문의 형태와 유형 등을 살펴보기 위해서 IfcDoorStyle 파라미터에서 Profile 레프리젠테이션(representation)을 참고하여야 한다. 이와 함께 풋프린트 레프리젠테이션 식별자를 이용하여 2D 형상을 정확하게 생성할 수 있다. IfcDoor는 별도의 풋프린트라는 속성정보를 가지고 있다. 이 정보에는 3D 형상에서는 표현되지 않지만, 문의 개폐 방향 등을 2D 도면에 나타낼 수 있는 정보를 담고 있다. 본 개발 프로그램은 문 객체의 평면도 작성을 위해 해당 속성 정보를 활용한다.

이렇게 생성된 평면 정보는 Fig. 7과 같이 2D Scene이 아닌 3D Scene에서 Direct X 3D라이브러리를 이용하여 표현될 수 있도록 하여 빠르게 화면에 나타나도록 한다.²⁾ 단, 아직은 풍부한 2D정보의 표현에는 제약이 많이 향후 개선점이 많은 것으로 사료된다.

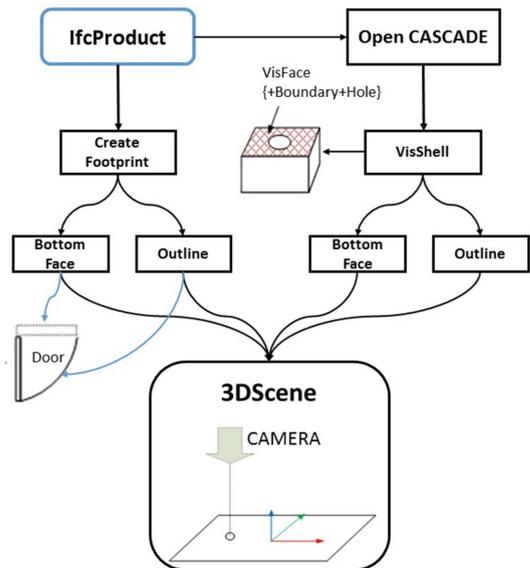


Fig. 7 Fundamental algorithm to generate the plan drawing

²⁾2D요소(Line, Polyline, Polygon, Text)를 화면에 그리는데 윈도우 라이브러리로는 GDI, GDI+, Direct2D, WPF 등이 있으며, 라인 두께, 그림자 등을 이용하여 2D표현을 풍부하게 한다. Direct3D의 기본 데이터는 점, 선, 면(삼각형)으로 이루어지며, 데이터는 그래픽 메모리에 저장되어 GPU에서 병렬로 처리됩니다. 별도의 메모리와 프로세서로 데이터가 처리되므로 2D 방식에 비해 빠르게 가시화 된다.

4. 2D도면 자동 생성 프로그램의 활용

4.1 IFC 뷰어 및 정보 규격 확인

본 연구에서 개발된 프로그램은 BIM모델의 작성 후 사용자의 필요에 따라 원하는 부분의 2D도면을 생성하여 활용할 수 있도록 하여, 설계 업무의 중복을 줄이고 요청에 따라 정확한 도면을 생성하게 함으로써 업무의 효율을 높여 생산성을 높이는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 국제표준포맷 인 IFC를 활용한다. 이는 다양하게 사용되고 있는 저작 도구의 보유 여부를 떠나 임의의 사용자가 원하는 위치의 도면을 생성하여 활용할 수 있고, 단계별 주체들의 기술 수준의 차이가 있어도 IFC파일을 활용하여 원하는 부분의 도면을 생성 할 수 있다.

또한 IFC파일의 정보를 확인할 수 있는 IFC뷰어로 활용될 수도 있다. IFC를 기반으로 설계된 본 연구의 성과는 저작 도구에서 만들어진 IFC파일의 정확성을 확인하기 위해 3D뷰어와 함께 정보의 위치, 규격 등을 사용자에게 알려주어 표준 포맷 활용에 있어 정보전달의 오류를 줄일 수 있다. 이는 인허가-시공 단계에서 요구 사항을 만족하거나 기술의 차이로 인한 어려움을 해소하기 위함 뿐만 아니라 설계과정에서 각 단계의 대안 검토를 위한 각종 BIM검토 도구를 활용할 때 정보의 정확성을 쉽게 검토하기 위해 유용하게 활용될 수 있다.

4.2 BIM 설계도서 최적화 작성 기준 반영

본 연구에서 개발된 개방형BIM기반 2D도면 자동 생성 프로그램은 BIM 설계도서 최적화 작성 기준^[9]에 따라 2D도면을 생성할 수 있도록 설계되었다. 이는 향후 건축물 인허가 단계에서 필요한 제출 서류를 IFC 파일에서 본 연구 개발 성과를 이용하여 최적화 기준에 맞게 자동으로 2D 도면을 생성하여 제출할 수 있음을 의미한다. 따라서 관련 실무자는 BIM설계도서 최적화 작성 기준서를 별도로 숙지하지 않고 본 연구의 성과물을 활용하여 인허가에 필요한 도면을 생성 할 수 있게 된다. 따라서 실무자는 BIM모델과 인허가를 위한 2D도면 작성의 중복 작업을 피해 업무의 양을 줄일 수 있고, 기준서에 따라 정확한 인허가 도면을 자동으로 생성함으로써 오류 수정으로 인한 재작업 시간이 줄어들고 나아가 인허가 소요시간도 단축할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 BIM 모델에서 2D도면을 생성하기 위해 도면을 나타내는 방법을 도출하고 IFC파일의 정보를 분석하여 설계단계 뿐만 아니라 건설 프로젝트 전반에서 활용 될 수 있는 프로그램을 개발하였다. BIM기술의 발달로 다양한 저작도구가 개발되었고 저작 도구 마다 데이터 규격이 달라 BIM의 효율이 저하된다^[10]. 따라서 다양한 BIM 도구의 데이터가 호환성을 갖기 위해 표준 포맷의 활용이 필수적이다^[11].

본 논문에서는 저작 도구와 상관없이 활용 할 수 있는 개방형 BIM의 개념을 적용하였으며, 실무 활용성을 높이기 위해 BIM설계도서 최적화 작성 기준과 연계하여 인허가용 제출 도면을 자동으로 생성 할 수 있게 개발하였다. 이를 통해 설계자는 BIM모델 작성 후 인허가용 도면 작성을 위한 이중 작업을 피할 수 있으며, 인허가 담당 공무원, 시공자는 별도의 저작 도구를 구비할 필요 없이 설계자가 보낸 IFC파일을 활용하여 원하는 부분의 도면을 생성할 수 있어 건설 프로세스 전반의 업무를 효율적으로 처리할 수 있다.

다만, 본 논문에서는 기존 3D모델에서 평면도, 단면도, 입면도를 생성하는 연구를 중심으로 기술되었다. 현재 2D도면 자동 생성 프로그램의 도면 생성은 사용자가 선택한 절단면의 뒷부분은 배경

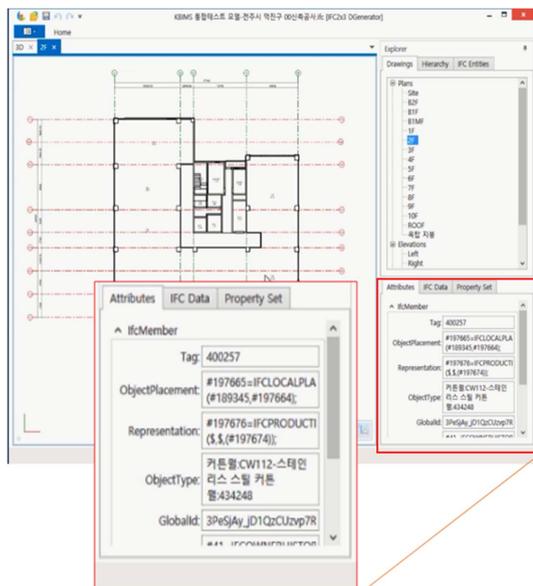


Fig. 8 Checking the IFC data

색과 동일하게 하여 보이지 않게 숨기는 방법으로 표시하였다. 하지만, 생성된 도면을 dwg나 pdf로 추출하기 위해서는 절단면에 해당하는 선들을 생성하고 보이지 않게 숨겨놓은 선들의 제거 알고리즘을 활용하여 도면을 추출하는 방법에 관한 서술이 필요하다. 또한 앞서 문 객체의 도면 표현과 같이 3D형상의 단면만으로 2D도면에서 필요한 정보를 모두 얻을 수 없는 경우(그리드, 치수선, 보이드 표현, 공간정보 표시 등)도 IFC파일에서 별도의 정보를 생성하여 표현하는 연구가 계속 되어야 한다. 또한 인허가 제출을 위해 BIM모델에서 추출된 2D도면의 책임을 명확하게 하기 위한 인허가 제도에 대한 개선 연구도 필요하다.

개방형 BIM기반으로 개발된 2D도면 자동 생성 프로그램은 BIM환경에서 설계-인허가-시공-유지관리 단계까지 전체 단계에서 활용됨으로써 BIM모델의 활용 범위를 확대시켜 BIM의 효과를 극대화시킬 수 있다. 또한, 건설 주체별 부분적으로 적용된 BIM기술력의 차이를 극복하여 BIM기술 도입의 연착륙을 도와 건설 산업에서의 BIM활용을 활성화시킬 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 저작 도구의 종류나 BIM 기술 수준에 따라 중복 작업이나 재 작업을 피하기 위해 특정 저작 도구를 활용하거나 2D도면과 BIM모델을 별도로 작성해야 하는 이전의 프로세스와 달리 개방형BIM을 적용한 2D도면 생성 프로그램을 통해 BIM환경에서 건설 프로젝트의 전체 과정에서 업무 효율과 프로세스를 개선하여 건설 주체의 효율적인 BIM활용을 지원 할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(15AUDP-C067809-03)에 의해 수행되었습니다.

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2015R1A2A2A01008315).

References

1. Kim, I., Kim, M. and Choi, J., 2015, Improvement of Open BIM-based Building Permission Process Using EPI (Energy Performance Index), *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 16(6), pp.124-135.
2. Choi, J., 2014, *A Study on the Development of Code Checking System for Building Administration Process Applying Open BIM-based Process*, M.A. Thesis, Kyung Hee Univ.
3. buildingSMART, <http://www.buildingsmart.org>
4. An, Y. and Lee, G., 2016, Survey on the Status of BIM Adoption in Korea, *The BIM*, 2016 spring, pp.8-12.
5. Cho, Y. and Lee, H., 2013, A Study on the Possibility of 2D Design Drawing Implementation by Revit Architecture, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 14(10), pp.5243-5250.
6. Chae, K., Lee, E., Jun, H., Lee, M., Kim, K., Choi, J. and Yoo, S., 2008, A Research on Drawing Representation for BIM (Building Information Modeling), *The Computational Structural Engineering Institute*, pp. 470-475.
7. Lee, B. and Kim, C., 2011, Design and Implementation of the Quantity Surveying and Shop Drawing System for Structures, *Proceedings of the Computational Structural Engineering Institute Conference*, 2011, Apr. 14, pp.132-135.
8. Seo, H., Oh, J. and Kim, J., 2012, The Analysis of Job Stress of Workers in the Architectural Design Firm After the Introduction of BIM, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 13(4), pp.120-131.
9. BIM Guideline for Architectural Design Drawings, 2016, Architectural Institute of Korea.
10. Moon, H., Kim, B. and Ju, K., 2013, The Developing Strategy of BIM Library for Road Facilities based on Detailed Standard Drawing, *Korea Institute of Construction Engineering and Management*, pp. 36-43.
11. Oh, H., Jung, J. and Lee, J., 2013, A Guideline for Structural Drawings Based on BIM, *Journal of the Architectural Institute of Korea: Structure & Construction*, 29(3), pp.39-46.



김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 졸업
 1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학
 건축학 석사
 1994년 영국 Strathclyde 대학 건축
 학 박사
 1996년~현재 경희대학교 공과대학
 건축학과 교수
 2002년~현재 한국CDE학회 이사
 2004년~2008년 (사)STEP센터
 회장, 지식경제부
 2008년~현재 (사)빌딩스마트협회
 수석 부회장
 2010년~현재 대한건축학회 이사
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), CAAD, 데이터모델링
 및 통합 전산설계환경(STEP, IFC),
 건축정보기술, Digital Design
 Media



최 중 식

1999년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2001년 경희대학교 건축공학(건축
 정보기술) 석사
 2011년 경희대학교 건축공학(건축
 정보기술) 박사
 2009년~2013년 (사)빌딩스마트협회
 기술연구소 수석연구원
 2013년 미국 버클리국립연구소
 (LBNL) Postdoctoral Fellow
 2013년~현재 경희대학교 공과대학
 연구교수
 2016년~현재 한국CDE학회 이사
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), BIM Quality Control,
 자동화법규검토(Automated Code
 Checking), 데이터모델링 및 통합
 전산설계환경(STEP, IFC), 건축
 정보기술, BIM기반 에너지 성능
 평가, BIM기반 물량/견적



이 민 재

2014년 경희대학교 건축학과 졸업
 2015년~현재 경희대학교 건축학과
 석사과정
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), IFC(Industry Founda-
 tion Classes), BIM Quality
 control, 자동화 법규 검토
 (Automated Code Checking), 디
 지털 설계



김 구 택

1996년 경희대학교 건축공학과 졸업
 1998년 경희대학교 건설관리 석사
 1998년~2000년 경희대학교 건설관
 리 박사수료
 2000년~2012 (주)코스팩정보 연구원/
 연구소장
 2012년~현재 (주)코스팩이노랩 대표
 관심분야: BIM(Building Infor-
 mation Modeling), 도면생성
 자동화(Automated Drawing
 Generatrion), 법규검토 자동화
 (Automated Code Checking)