



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0094345
(43) 공개일자 2014년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 19/00 (2011.01) G06F 17/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0007074
(22) 출원일자 2013년01월22일
심사청구일자 2013년01월22일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93
(72) 발명자
박홍석
울산 중구 운곡3길 24, 101동 1305호 (다운동, 삼성아파트)
박진우
울산 중구 다운6길 16, 103동 111호 (다운동, 다운아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 20 항

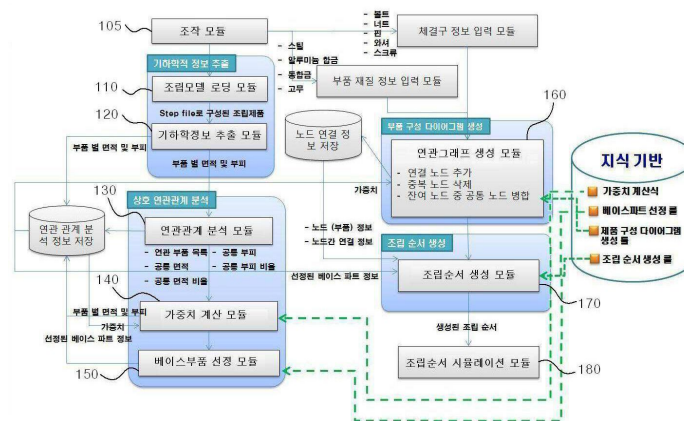
(54) 발명의 명칭 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 부품의 조립순서 자동 생성방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 복수의 각 부품이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩하는 단계와, 상기 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석하는 단계와, 상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산하는 단계와, 상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정하는 단계와, 상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성하는 단계, 및 상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 단계를 포함하는 부품의 조립순서 자동 생성방법을 제공한다.

상기 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치에 따르면, 조립모델을 구성하는 부품들의 연관 관계를 분석하고 이를 부품들 간의 연관 그래프로 표현하여 부품의 조립 순서를 자동으로 편리하게 생성할 수 있는 이점이 있다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10033163
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	c-MES 공정지원 플랫폼 기술(4)
기 여 율	1/1
주관기관	한국과학기술연구원
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 각 부품이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩하는 단계;

상기 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석하는 단계;

상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산하는 단계;

상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정하는 단계;

상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성하는 단계; 및

상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 단계를 포함하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 공통 면적 비율(RR_{CAR}) 및 공통 부피 비율(RR_{CVR})은 아래의 수학식으로 정의되는 부품의 조립순서 자동 생성 방법:

$$RR_{CAR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 면적}{A의 전체 면적} + \frac{A와 B의 공통 면적}{B의 전체 면적} \right) \times \frac{100}{2},$$

$$RR_{CVR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 부피}{A의 전체 부피} + \frac{A와 B의 공통 부피}{B의 전체 부피} \right) \times \frac{100}{2}$$

여기서, A와 B는 연결되는 두 부품으로서, A는 B의 상대 부품, B는 A의 상대 부품을 의미한다.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 가중치(wf)는 아래의 수학식으로 정의되는 부품의 조립순서 자동 생성방법:

$$wf = \frac{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR} + \log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR}}{CCP} \right)} + e^{\left(\frac{\log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}$$

여기서, CA는 상기 A와 B의 공통면적, CV는 상기 A와 B의 공통부피, CCP는 상기 A에 연결되어 있는 모든 상대 부품의 개수를 나타낸다.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품의 면적과 부피를 추출하는 단계를 더 포함하고,

상기 베이스 부품을 선정하는 단계는,

상기 각 부품에 대한 상기 면적과 부피 및 상기 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 각 부품 중 베이스 부품을 선정하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 베이스 부품을 선정하는 단계는,

상기 각 부품 중에서 상기 면적 또는 상기 부피가 가장 크고, 상기 상대 부품의 개수 가장 많은 부품을 상기 베이스 부품으로 선정하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 연관 그래프를 생성하는 단계는,

상기 연관 그래프를 구성하는 노드의 개수가 상기 조립모델을 구성하는 부품의 개수와 동일할 때까지, 상기 가중치를 고려하여 상기 노드의 삭제, 병합, 추가 중 적어도 하나를 수행하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 연관 그래프를 생성하는 단계는,

임의 레벨에 속하는 각 노드 중 가장 가중치가 높은 노드에 대한 하위 레벨의 노드가 상기 임의 레벨 내에 중복 존재하면, 상기 임의 레벨 내의 해당 노드 및 상기 해당 노드에 대한 하위 레벨의 노드를 모두 삭제하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 연관 그래프를 생성하는 단계는,

임의 레벨에 속하는 각 노드 중 적어도 두 노드의 하위 레벨에 동일한 노드가 중복 존재하면 상기 동일한 노드를 한 개의 노드로 병합하고,

상기 병합된 노드와 중복 연결된 상기 임의 레벨 내의 적어도 두 노드 중 상기 병합된 노드를 기준으로 가중치가 가장 높은 노드와의 연결만을 유지하고 나머지 노드와의 연결을 제거하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 연관 그래프를 생성하는 단계는,

상기 가중치가 가장 높은 노드에 해당되는 부품이 체결구인 경우, 상기 병합된 노드는 상기 체결구에 해당하는 노드와의 연결은 제거하고 다음 순위의 가중치에 해당하는 노드와의 연결만을 유지하는 부품의 조립순서 자동 생성방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 단계는,

상기 베이스 부품과 직접 연결된 노드들을 상기 베이스 부품과 함께 메인 어셈블리로 나열하는 단계;

상기 베이스 부품과 직접 연결되지 않은 노드 중에서 3개 이상의 노드와 연결된 노드를 추출하는 단계;

상기 추출된 노드에 직접 연결된 상기 3개 이상의 노드들을 상기 추출된 노드와 함께 서브 어셈블리로 나열하는 단계;

상기 메인 어셈블리와 공통되는 노드가 상기 서브 어셈블리 내에서 선두에 위치하도록 상기 서브 어셈블리의 나열 순서를 변경하는 단계;

상기 각 부품들 중에서 상기 메인 어셈블리 및 상기 서브 어셈블리에 나열되지 않은 노드를 검색하고, 상기 연관 그래프 상에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드를 검색하는 단계;

상기 서브 어셈블리 내에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드의 후미에 상기 나열되지 않은 노드를 추가하는 단계; 및

상기 서브 어셈블리를 상기 메인 어셈블리와 결합하여 상기 조립 순서를 생성하는 단계를 포함하는 부품의 조립 순서 자동 생성방법.

청구항 11

복수의 각 부품이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩하는 조립모델 로딩 모듈;

상기 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석하는 연관관계 분석 모듈;

상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산하는 가중치 계산 모듈;

상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정하는 베이스부품 선정 모듈;

상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성하는 연관그래프 생성 모듈; 및

상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 조립순서 생성 모듈을 포함하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 공통 면적 비율(RR_{CAR}) 및 공통 부피 비율(RR_{CVR})은 아래의 수학식으로 정의되는 부품의 조립순서 자동 생성 장치:

$$RR_{CAR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 면적}{A의 전체 면적} + \frac{A와 B의 공통 면적}{B의 전체 면적} \right) \times \frac{100}{2},$$

$$RR_{CVR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 부피}{A의 전체 부피} + \frac{A와 B의 공통 부피}{B의 전체 부피} \right) \times \frac{100}{2}$$

여기서, A와 B는 연결되는 두 부품으로서, A는 B의 상대 부품, B는 A의 상대 부품을 의미한다.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 가중치(wf)는 아래의 수학식으로 정의되는 부품의 조립순서 자동 생성장치:

$$wf = \frac{e^{\left(\frac{\log_{CA}RR_{CAR} + \log_{CV}RR_{CVR}}{CCP}\right)}}{e^{\left(\frac{\log_{CA}RR_{CAR}}{CCP}\right)} + e^{\left(\frac{\log_{CV}RR_{CVR}}{CCP}\right)}}$$

여기서, CA는 상기 A와 B의 공통면적, CV는 상기 A와 B의 공통부피, CCP는 상기 A에 연결되어 있는 모든 상대 부품의 개수를 나타낸다.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품의 면적과 부피를 추출하는 기하학정보 추출 모듈을 더 포함하고,

상기 베이스부품 선정 모듈은,

상기 각 부품에 대한 상기 면적과 부피 및 상기 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 각 부품 중 베이스 부품을 선정하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 베이스부품 선정 모듈은,

상기 각 부품 중에서 상기 면적 또는 상기 부피가 가장 크고, 상기 상대 부품의 개수 가장 많은 부품을 상기 베이스 부품으로 선정하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 연관그래프 생성 모듈은,

상기 연관 그래프를 구성하는 노드의 개수가 상기 조립모델을 구성하는 부품의 개수와 동일할 때까지, 상기 가중치를 고려하여 상기 노드의 삭제, 병합, 추가 중 적어도 하나를 수행하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 연관그래프 생성 모듈은,

임의 레벨에 속하는 각 노드 중 가장 가중치가 높은 노드에 대한 하위 레벨의 노드가 상기 임의 레벨 내에 중복 존재하면, 상기 임의 레벨 내의 해당 노드 및 상기 해당 노드에 대한 하위 레벨의 노드를 모두 삭제하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 연관그래프 생성 모듈은,

임의 레벨에 속하는 각 노드 중 적어도 두 노드의 하위 레벨에 동일한 노드가 중복 존재하면 상기 동일한 노드를 한 개의 노드로 병합하고,

상기 병합된 노드와 중복 연결된 상기 임의 레벨 내의 적어도 두 노드 중 상기 병합된 노드를 기준으로 가중치가 가장 높은 노드와의 연결만을 유지하고 나머지 노드와의 연결을 제거하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 연관그래프 생성 모듈은,

상기 가중치가 가장 높은 노드에 해당되는 부품이 체결구인 경우, 상기 병합된 노드는 상기 체결구에 해당하는 노드와의 연결은 제거하고 다음 순위의 가중치에 해당하는 노드와의 연결만을 유지하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

청구항 20

청구항 11에 있어서,

상기 조립순서 생성 모듈은,

상기 베이스 부품과 직접 연결된 노드들을 상기 베이스 부품과 함께 메인 어셈블리로 나열한 다음,

상기 베이스 부품과 직접 연결되지 않은 노드 중에서 3개 이상의 노드와 연결된 노드를 추출하고, 상기 추출된 노드에 직접 연결된 상기 3개 이상의 노드들을 상기 추출된 노드와 함께 서브 어셈블리로 나열하고, 상기 메인 어셈블리와 공통되는 노드가 상기 서브 어셈블리 내에서 선두에 위치하도록 상기 서브 어셈블리의 나열 순서를 변경한 이후,

상기 각 부품들 중에서 상기 메인 어셈블리 및 상기 서브 어셈블리에 나열되지 않은 노드를 검색하고, 상기 연관 그래프 상에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드를 검색하며, 상기 서브 어셈블리 내에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드의 후미에 상기 나열되지 않은 노드를 추가한 다음,

상기 서브 어셈블리를 상기 메인 어셈블리와 결합하여 상기 조립 순서를 생성하는 부품의 조립순서 자동 생성장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 조립 모델을 구성하는 각 부품의 조립순서를 자동으로 도출할 수 있는 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 오늘날 설계와 제조 사이의 정보 교환 및 통합은 여전히 많은 시간과 비용을 요구하고 있다. 공정 설계는 설계와 제조를 연결하는 작업으로서 신속한 공정 설계를 수행하기 위해서 다양한 CAPP(Computer Aided Process Planning) 도구와 방법론들이 사용되고 있다. 특히, 자동차 엔진 등과 같은 조립군들은 가공과 조립의 단계를 거쳐 제조되고 있다. 그 중 CAPP를 활용한 조립 공정 계획에 있어 조립 순서를 최적화하고 자동으로 생성하는 연구는 항상 끊임없이 연구되고 있으며 많은 연구자들이 다양한 방법으로 조립 순서 생성을 위한 연구에 몰두하고 있다.

[0003] 또한 조립 순서 생성 자동화와 관련된 연구 역시 꾸준히 관심 받아 온 주제이다. 기존에는 유전자 알고리즘, 인공 신경 회로망 알고리즘 등을 통해 제품의 조립 순서 생성 및 최적화가 이루어지고 있다. 대부분의 최적화 알고리즘은 조립 순서의 조합을 최적화하여 프로세스의 효율성을 향상시키고 있으나, 복잡한 제품에 대한 초기 조건 및 매개 변수의 상대적인 영향에 따라 생성되는 조립 순서가 좌우되며 이에 따라 부분의 최적해에서 수렴되는 경향이 종종 일어나게 된다. 이러한 경우 생성되는 조립 순서가 많아지므로 가장 적합한 조립 순서를 사용자가 최종 선택해야 하며 사용자 편의성이 떨어지는 문제가 있다.

[0004] 본 발명의 배경이 되는 기술은 국내공개특허 제1997-032351호(1997.06.26 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 조립모델을 구성하는 부품들의 연관 관계를 분석하여 부품의 조립순서를 도출할 수 있는 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은, 복수의 각 부품이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩하는 단계와, 상기 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석하는 단계와, 상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산하는 단계와, 상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정하는 단계와, 상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성하는 단계, 및 상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 단계를 포함하는 부품의 조립순서 자동 생성방법을 제공한다.

[0007] 여기서, 상기 공통 면적 비율(RR_{CAR}) 및 공통 부피 비율(RR_{CVR})은 아래의 수학적식으로 정의될 수 있다.

$$[0008] \quad RR_{CAR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 면적}{A의 전체 면적} + \frac{A와 B의 공통 면적}{B의 전체 면적} \right) \times \frac{100}{2},$$

$$[0009] \quad RR_{CVR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 부피}{A의 전체 부피} + \frac{A와 B의 공통 부피}{B의 전체 부피} \right) \times \frac{100}{2}$$

[0010] 여기서, A와 B는 연결되는 두 부품으로서, A는 B의 상대 부품, B는 A의 상대 부품을 의미한다.

[0011] 또한, 상기 가중치(wf)는 아래의 수학적식으로 정의될 수 있다.

$$[0012] \quad wf = \frac{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR} + \log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR}}{CCP} \right)} + e^{\left(\frac{\log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}$$

[0013] 여기서, CA는 상기 A와 B의 공통면적, CV는 상기 A와 B의 공통부피, CCP는 상기 A에 연결되어 있는 모든 상대 부품의 개수를 나타낸다.

[0014] 그리고, 상기 부품의 조립순서 자동 생성방법은, 상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품의 면적과 부피를 추출하는 단계를 더 포함하고, 상기 베이스 부품을 선정하는 단계는, 상기 각 부품에 대한 상기 면적과 부피 및 상기 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 각 부품 중 베이스 부품을 선정할 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 베이스 부품을 선정하는 단계는, 상기 각 부품 중에서 상기 면적 또는 상기 부피가 가장 크고, 상기 상대 부품의 개수 가장 많은 부품을 상기 베이스 부품으로 선정할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 연관 그래프를 생성하는 단계는, 상기 연관 그래프를 구성하는 노드의 개수가 상기 조립모델을 구성하는 부품의 개수와 동일할 때까지, 상기 가중치를 고려하여 상기 노드의 삭제, 병합, 추가 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 연관 그래프를 생성하는 단계는, 임의 레벨에 속하는 각 노드 중 가장 가중치가 높은 노드에 대한 하위 레벨의 노드가 상기 임의 레벨 내에 중복 존재하면, 상기 임의 레벨 내의 해당 노드 및 상기 해당 노드에 대한 하위 레벨의 노드를 모두 삭제할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 연관 그래프를 생성하는 단계는, 임의 레벨에 속하는 각 노드 중 적어도 두 노드의 하위 레벨에 동일한 노드가 중복 존재하면 상기 동일한 노드를 한 개의 노드로 병합하고, 상기 병합된 노드와 중복 연결된 상기 임의 레벨 내의 적어도 두 노드 중 상기 병합된 노드를 기준으로 가중치가 가장 높은 노드와의 연결만을 유지하고 나머지 노드와의 연결을 제거할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 연관 그래프를 생성하는 단계는, 상기 가중치가 가장 높은 노드에 해당되는 부품이 체결구인 경우, 상기 병합된 노드는 상기 체결구에 해당하는 노드와의 연결은 제거하고 다음 순위의 가중치에 해당하는 노드와의 연결만을 유지할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 단계는, 상기 베이스 부품과 직접 연결된 노드들을 상기 베이스 부품과 함께 메인 어셈블리로 나열하는 단계와, 상기 베이스 부품과 직접 연결되지 않은 노드 중에서 3개 이상의 노드와 연결된 노드를 추출하는 단계와, 상기 추출된 노드에 직접 연결된 상기 3개 이상의 노드들을 상기 추출된 노드와 함께 서브 어셈블리로 나열하는 단계와, 상기 메인 어셈블리와 공통되는 노드가 상기 서브 어셈블리 내에서 선두에 위치하도록 상기 서브 어셈블리의 나열 순서를 변경하는 단계와, 상기 각 부품들 중에서 상기 메인 어셈블리 및 상기 서브 어셈블리에 나열되지 않은 노드를 검색하고, 상기 연관 그래프 상에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드를 검색하는 단계와, 상기 서브 어셈블리 내에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드의 후미에 상기 나열되지 않은 노드를 추가하는 단계, 및 상기 서브 어셈블리를 상기 메인 어셈블리와 결합하여 상기 조립 순서를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 그리고, 본 발명은 복수의 각 부품이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩하는 조립모델 로딩 모듈과, 상기 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석하는 연관관계 분석 모듈과, 상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산하는 가중치 계산 모듈과, 상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정하는 베이스부품 선정 모듈과, 상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성하는 연관그래프 생성 모듈, 및 상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성하는 조립순서 생성 모듈을 포함하는 부품의 조립순서 자동 생성장치를 제공한다.

[0022] 여기서, 상기 부품의 조립순서 자동 생성장치는, 상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품의 면적과 부피를 추출하는 기하학정보 추출 모듈을 더 포함하고, 상기 베이스부품 선정 모듈은, 상기 각 부품에 대한 상기 면적과 부피 및 상기 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 상기 각 부품 중 베이스 부품을 선정할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치에 따르면, 조립모델을 구성하는 부품들의 연관 관계를 분석하고 이를 부품들 간의 연관 그래프로 표현하여 부품의 조립 순서를 자동으로 편리하게 생성할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 부품의 조립순서 자동 생성장치의 구성도이다.

도 2는 도 1을 이용한 부품의 조립순서 자동 생성방법의 흐름도이다.

도 3은 도 2의 흐름에 대응되는 전체 모듈의 구성도이다.

도 4는 도 2의 S230 단계를 설명하기 위한 연관율 기반의 부품 결합 상태의 예시를 나타낸다.

도 5는 도 2의 S250 단계의 실시예를 나타낸다.

도 6은 도 2의 S260 단계를 설명하는 도면이다.

도 7은 도 2의 S270 단계를 설명하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 시스템 인터페이스의 구현 예를 나타낸다.

도 9는 도 8을 이용한 조립모델의 로딩을 나타내는 화면 예이다.

도 10은 도 9에 의해 로딩된 조립 모델을 표시하는 화면 예이다.

도 11은 도 10의 로딩에 따른 각 부품별 수집 데이터들의 예를 나타낸다.

도 12는 도 10에서 연관 부품 분석 버튼 클릭시 진행 화면의 예이다.

도 13은 도 12에 의한 부품 연관관계 분석 데이터의 업데이트 예를 나타낸다.

도 14는 도 12에 의한 부품 연관관계 분석 데이터가 저장된 예이다.

도 15는 도 12에서 베이스 부품 분석 버튼 클릭시 베이스 부품 정보가 업데이트된 화면을 나타낸다.

도 16은 도 12에서 조립순서 생성 버튼 클릭 시에 생성된 다이얼로그 박스의 화면 예이다.

도 17 내지 도 21은 연관 그래프 생성 과정의 예를 나타낸다.

도 22는 도 21에 따라 도출된 조립 순서의 결과를 나타낸다.

도 23은 도 22에 따른 조립 순서의 시뮬레이션 모습을 나타낸다.

도 24는 본 실시예에 따른 조립순서 생성 방법의 검증에 사용된 제품 및 부품 연관성 그래프를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 부품의 조립순서 자동 생성장치의 구성도이다. 상기 부품의 조립순서 자동 생성장치(100)는 조립모델 로딩 모듈(110), 기하학정보 추출 모듈(120), 연관관계 분석 모듈(130), 가중치 계산 모듈(140), 베이스부품 선정 모듈(150), 연관그래프 생성 모듈(160), 조립순서 생성 모듈(170)을 포함한다.
- [0027] 조립모델 로딩 모듈(110)은 복수의 각 부품들이 조립되어 구성된 조립모델의 정보를 로딩한다. 기하학정보 추출 모듈(120)은 상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품의 면적과 부피를 추출한다.
- [0028] 연관관계 분석 모듈(130)은 조립모델을 구성하는 각 부품에 대하여, 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석한다. 가중치 계산 모듈(140)은 상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산한다.
- [0029] 베이스부품 선정 모듈(150)은 상기 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정한다. 여기서, 각 부품에 대한 면적과 부피 및 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 베이스 부품 하나를 선정한다.
- [0030] 연관그래프 생성 모듈(160)은 상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고, 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성한다.
- [0031] 조립순서 생성 모듈(170)은 상기 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성한다.
- [0032] 이하에서는 상기 부품의 조립순서 자동 생성장치(100)를 이용한 부품의 조립순서 자동 생성방법에 관하여 상세히 설명한다. 도 2는 도 1을 이용한 부품의 조립순서 자동 생성방법의 흐름도이다. 도 3은 도 2의 흐름에 대응되는 전체 모듈의 구성도이다.
- [0033] 먼저, 조립순서 생성이 요구되는 임의의 조립모델에 대한 로딩을 사용자로부터 선택받는다. 이는 조작 모듈(105)을 통해 수행한다.
- [0034] 그러면, 조립모델 로딩 모듈(110)은 선택받은 해당 조립모델의 정보를 로딩한다(S210). 여기서, 조립모델의 정보란 step file 혹은 stp file로 제작된 조립부품의 정보를 나타낸다.
- [0035] 이후, 기하학정보 추출 모듈(120)은 상기 로딩된 조립모델을 구성하는 각 부품에 대한 면적과 부피를 추출한다(S220). 여기서, 추출된 정보로는 부품명, 저장 경로, 로딩 순서, 부품의 면적, 부품의 부피 등을 포함할 수 있다. 이러한 각 부품에 대한 정보들은 1차원 배열을 통해 동적 할당되며 별도의 저장소에 보관된다.
- [0036] 다음, 연관관계 분석 모듈(130)은 상기 조립모델을 구성하는 각 부품에 연결되는 상대 부품의 목록을 검색하고, 상기 상대 부품과의 연관율인 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석한다(S230).
- [0037] 부품 간의 연관관계 분석에는 부품 간 상호 접촉된 공통면적과 공통부피, 그리고 연결된 상대 부품의 개수에 관한 정보를 필요로 한다. 연결된 상대 부품의 개수는 상대 부품의 목록을 참조한다. 이러한 각각의 정보들은 2차원 배열을 통해 새로운 데이터 구조체로 동적 할당되어 접촉 관계가 포함된 부품 정보로서 저장소에 보관하게 되며, 추후 연관율 및 가중치 계산에 활용된다.
- [0038] 부품의 연관관계 분석 과정(S230)에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 하나의 부품에 존재하는 조립 특징

형상과, 이에 결합되는 타 부품의 조립 특징 형상은 항상 맞물려 있다는 것으로부터 시작한다. 그러나 이러한 조립 특징 형상의 수는 종종 복잡하고 다양한 차원을 포함하기 때문에 그 수가 불확실하여 정확한 조립 순서 도출에 어려움을 준다. 따라서 조립 특징 형상에 대한 활용 정보를 단순화할 필요가 있다.

[0039] 도 4는 도 2의 S230 단계를 설명하기 위한 연관율 기반의 부품 결합 상태의 예시를 나타낸다. 조립된 두 부품은 항상 맞물려 있다는 것과, 이에 해당되는 기하학적 정보들로부터 두 부품이 접촉되어 있다는 것은 공통의 면적이 발생한다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 실시예의 경우 조립 순서의 도출을 위해 '두 부품이 조립되어 있다는 것은 두 부품 간에 공통 면적 및 공통 부피가 존재한다'는 것으로 정의한다.

[0040] 본 실시예의 경우, 두 부품 간의 상호 연관성 결정을 위해, 부품 간의 연관율(RR; Related Ratio)을 정의한다. 연관율은 공통 면적 비율(RR_{CAR} ; Common Area Ratio) 및 공통 부피 비율(RR_{CVR} ; Common Volume Ratio)로 구분된다. 즉, 부품 간의 연관율은 각 부품의 총 면적(또는 총 부피)과 공통 면적(또는 공통 부피)의 상대적 비율의 합으로 산정할 수 있다.

[0041] 상기 공통 면적 비율(RR_{CAR}) 및 공통 부피 비율(RR_{CVR})은 아래의 수학식 1 및 수학식 2로 정의된다.

수학식 1

$$[0042] \quad RR_{CAR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 면적}{A의 전체 면적} + \frac{A와 B의 공통 면적}{B의 전체 면적} \right) \times \frac{100}{2}$$

수학식 2

$$[0043] \quad RR_{CVR}(\%) = \left(\frac{A와 B의 공통 부피}{A의 전체 부피} + \frac{A와 B의 공통 부피}{B의 전체 부피} \right) \times \frac{100}{2}$$

[0044] 여기서, A와 B는 연결되는 두 부품으로서, A는 B의 상대 부품, B는 A의 상대 부품에 해당된다. 공통 면적 비율과 공통 부피 비율의 연산 시에는 부품 A와 B에 대한 공통면적과 공통부피가 각각 사용됨을 알 수 있다. 각 부품별 전체면적은 앞서 기하학정보 추출 과정에서 획득된 정보를 사용한다.

[0045] 이와 같이 연관율 산정에 있어서 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 사용하는 목적은 부품의 결합도를 용이하게 파악할 수 있고 한 부품과 상대 부품들 간의 우선순위를 추론할 수 있으며 접촉 조립 및 끼움 조립의 우선순위를 고려할 수 있기 때문이다.

[0046] 수학식 1 및 수학식 2에 의해 연관율이 크다는 것은 부품 간의 결합도가 크다는 것으로 파악될 수 있다. 본 실시예에서는 조립모델을 구성하는 모든 부품들에 대해 연관율 즉, 공통 면적 비율 및 공통 부피 비율을 분석한다. 이러한 부품 간의 연관율은 추후 부품의 조립 순서 결정을 위한 가중치 계산에 활용된다.

[0047] 즉, 이상과 같은 연관관계 분석 이후, 가중치 계산 모듈(140)은 상기 각 부품별로 상기 공통 면적 비율과 공통 부피 비율을 이용하여 상기 상대 부품에 대한 가중치를 연산한다(S240).

[0048] 상기 가중치(wf)는 아래의 수학식 3으로 정의된다.

수학식 3

$$[0049] \quad wf = \frac{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR} + \log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}{e^{\left(\frac{\log_{CA} RR_{CAR}}{CCP} \right)} + e^{\left(\frac{\log_{CV} RR_{CVR}}{CCP} \right)}}$$

- [0050] 여기서, CA(Common Area)는 상기 A와 B의 공통면적, CV는 상기 A와 B의 공통부피, CCP(Count of Connected Parts)는 상기 A에 연결되어 있는 모든 상대 부품의 개수를 나타낸다. CA 값과 CV 값은 수학적 식 1과 수학적 식 2에서 각각의 분자 값들로 사용된 바 있다.
- [0051] 상기 수학적 식 3은 실험 및 경험을 기반으로 작성된 것이다. 이러한 수학적 식 3은 추후 부품 연관 그래프 작성 시에 요구되는 정보로서 조립 순서 결정을 위한 가중치를 계산하기 위한 것이다.
- [0052] 본 실시예에서는 조립 순서 도출을 위한 연관 그래프 작성에 사용되는 가중치 계산을 위해 아래와 같은 영향들을 파악하였으며 이를 수학적 식 3에 반영하고 있다.
- [0053] 그 하나는 알고리즘 상 면적 비율과 부피 비율에 의해 끼움 조립의 우선순위가 높다는 점이다. 이는 논리적인 조립 순서 생성에 유리한 방향으로 작용한다. 경우에 따라 상호 간 조립 순서가 바뀔 위험이 있으므로 이의 보완을 위해 체결구(ex, 볼트, 너트, 핀, 스크류)의 개념을 도입하고 있다.
- [0054] 또한, 어느 한 부품과 그에 연결되는 다른 상대 부품들 간의 연결 우선 순위를 고려하기 위하여 'log'를 도입하고 있다. 수학적 식 1에서 공통 부피(CV)가 0에 가까울 경우 $\log_{\text{CAR}} \text{RR}_{\text{CAR}}$ 의 영향이 커지는 것을 알 수 있다. 이는 서로 연결된 부품들은 공통 면적(CA)이 항상 존재하지만 공통 부피(CV)가 항상 발생하지는 않으며, 공통 부피(CV)가 발생하는 순간 끼움 조립의 가능성이 높아진다는 것을 의미한다.
- [0055] 그리고, 일반적으로 다수의 부품들과 연결된 부품의 중요도가 높다. 다수의 부품과 연결될수록 베이스 부품이 될 확률이 높아진다.
- [0056] 또한, 공통 면적 비율에 비해 공통 부피 비율의 작용력이 순서 생성에 큰 영향을 미치는데, 이에 따라 조립 순서가 왜곡될 수 있으므로 공통 부피 비율의 영향력을 상쇄하기 위해 지수 'e'를 도입하고 있다.
- [0057] 이상과 같이 도출된 조립 순서 가중치는 향후 조립 제품 연관 그래프 작성에서 노드의 추가, 삭제 및 병합의 단계를 수행할 때 활용되며, 작성된 연관 그래프에서 조립 순서를 도출할 경우에 역시 활용된다.
- [0058] 이후 베이스부품 선정 모듈(150)은 상기 조립모델을 구성하는 각 부품 중에서 베이스 부품을 선정한다(S250).
- [0059] 베이스 부품의 선정 시에는 각 부품에 대한 면적, 부피, 그리고 연결된 상대 부품의 개수 중 적어도 하나를 이용한다. 예를 들면, 각 부품 중에서 면적 또는 부피가 가장 크고, 연결된 상대 부품의 개수 가장 많은 부품을 베이스 부품으로 지정하는 것이다.
- [0060] 도 5는 도 2의 S250 단계의 일 실시예를 나타낸다. 이러한 도 5는 Base Part 선정 과정 이전에 해당하는 부품 로딩 과정 내지 연관 관계 분석(가중치 도출) 과정을 포함하여 도시하고 있다.
- [0061] 도 5에서 Base Part 선정 과정을 살펴보면, 먼저 조립모델을 구성하는 각 부품들 중에서 최대 부피의 부품을 선정하고, 최대 면적의 부품을 선정한다. 그리고 최대 연관 부품(상대 부품)의 개수를 가진 부품을 선정한다. 여기서, 최대 부피, 최대 면적, 최대 연관 부품 개수를 모두 만족하는 부품이 매칭된다면, 매칭된 해당 부품은 베이스 부품으로 선정한다. 만약, 매칭되는 부품이 없다면 최대 부피 및 최대 연관 부품 개수를 만족하는 부품이 있는지 매칭하며, 매칭되는 부품이 있다면 해당 부품을 베이스 부품으로 선정한다. 여기서 매칭되는 부품이 없다면, 최대 부피를 만족하는 부품이 있는지 확인하고 그러한 경우 해당 부품을 베이스 부품으로 선정한다. 또한, 그렇지 않은 경우 최대 연관 부품 개수에 해당하는 부품을 베이스 부품으로 선정한다. 최대 연관 부품 개수에 해당하는 부품이 매칭되지 않는다면 첫 번째 부품을 베이스 부품으로 선정한다. 선정된 베이스 부품은 저장소에 데이터 업데이트된다. 물론, 베이스 부품의 선정 과정은 반드시 도 5의 구성으로 한정되는 것은 아니다.
- [0062] 이상과 같이, 베이스 부품이 선정되면, 연관 그래프 생성 모듈(160)은 상기 베이스 부품을 최상위 레벨의 노드로 하고, 상기 각 부품별 상대 부품의 가중치를 고려하여 상기 각 부품에 대해 그 상대 부품을 하위 레벨의 노드로 방사형으로 연결하여 복수의 레벨을 갖는 연관 그래프를 생성한다(S260).
- [0063] 연관 그래프를 작성하는 방법은 노드 추가, 노드 삭제, 병합, 링크 삭제의 순서로 이루어진다. 연관 그래프를 생성하는 단계는 상기 연관 그래프를 구성하는 노드의 개수가 조립모델을 구성하는 전체 부품의 개수와 동일해질 때까지, 상기 가중치를 고려하여 노드의 삭제, 병합, 추가를 수행하며 이루어진다.
- [0064] 이하에서는 연관 그래프 생성 단계에 관하여 보다 상세히 설명한다. 먼저, 각 부품의 정보를 저장소로부터 불러온 다음 각 부품을 상대 부품의 개수가 많은 순으로 정렬한다.

[0065] 표 1은 그래프 작성 설명을 위한 임의 부품들의 상호 연결 정보를 나타낸 것이다. 표 1에는 임의 8개 부품(노드)들에 대한 정보와, 각 부품과 연결되는 상대 연결 부품 번호 정보들이 기재되어 있다.

표 1

[0066]

부품 번호	상대 연결 부품 번호
1	2
	3
	4
	5
	6
2	1
	3
	4
3	1
	2
	5
4	1
	7
	8
5	1
	3
6	1
7	4
8	4

[0067] 조립모델을 구성하는 8개의 부품들은 상대 부품의 개수가 많은 순으로 정렬되어 있다. 여기서, 상대 부품의 개수가 가장 많은 1번 부품을 베이스 부품으로 한다.

[0068] 그리고, 각 부품과 연결된 상대 부품 번호는 가중치가 높은 순으로 나열되어 있다고 가정한다. 예를 들어, 부품 1번과 연결되는 상대 부품은 총 5개(2,3,4,5,6번)이고, 상대 부품은 2,3,4,5,6번 순으로 나열되어 있다. 이는 1번과 2번 부품, 1번과 3번 부품, 1번과 4번 부품, 1번과 5번 부품, 1번과 6번 부품에 대하여 수학적 3에 따른 가중치를 각각 연산한 결과, 1번과 2번 부품 간에 연산된 가중치 값이 가장 크고, 1번과 6번 부품 간의 연산된 가중치가 가장 작은 것을 의미한다. 나머지 부품들의 가중치 값에 대한 설명은 생략한다.

[0069] 이후에는, 베이스 부품으로 지정된 1번 부품을 중심으로 연관율이 높은 순으로 이와 연결된 상대 부품들을 방사형으로 나열하여 연결하여 주고, 상위 레벨에 이미 존재하는 노드들은 삭제한다. 가중치가 높은 노드들이 상위 레벨의 후반부에 존재할 때에는 상위 레벨의 후반부에 존재하는 중복 노드 및 이의 하위 레벨을 모두 삭제한다. 이러한 과정을 도면을 바탕으로 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0070] 도 6은 도 2의 S260 단계를 설명하는 도면이다. 이러한 도 6은 표 1의 실시예에 따른 그래프 작성 예시에 해당된다.

[0071] 먼저, 도 6의 '1. 노드 추가'를 참조하면, 베이스 부품으로 선정된 노드 1이 최상위 레벨에 추가된다. 즉, 베이스 부품을 중심 노드로 설정하여 최상위 레벨인 제1 레벨을 형성한다.

[0072] 다음, 노드 1에 대한 상대 부품(2,3,4,5,6)의 가중치 순서(표 1 참조)에 따라, 노드 2,3,4,5,6이 각각 노드 1을 기준으로 방사형으로 연결되어 추가된다. 즉, 중심 노드인 노드 1을 기준으로 그 상대 부품의 노드(노드 2,3,4,5,6)를 각각 가중치의 순으로 방사형으로 연결하여 제1 레벨에 대한 하위 레벨인 제2 레벨을 형성한다. 이후 제1 레벨의 노드와 중복되는 노드가 제2 레벨에 있는지를 검사한다. 물론 제2 레벨에는 노드 1이 없으므로 노드의 삭제나 병합 과정은 진행되지 않는다.

[0073] 다음, 제2 레벨에 있는 노드 2,3,4,5,6 각각에 대한 상대 부품을 앞서 제시한 방법과 같이 방사형으로 연결하여 추가한다. 즉, 제2 레벨에 속하는 각 부품의 노드(2,3,4,5,6)를 기준으로 그 상대 부품의 노드를 각각 가중치의 순으로 방사형으로 연결하여 제2 레벨에 대한 하위 레벨인 제3 레벨을 각 노드(2,3,4,5,6)에 대해 형성한다. 예를 들어, 제2 레벨 내의 노드 2의 경우, 그 상대 부품은 노드 1,3,4 이며(표 1 참조), 그 중에서 노드 1은 앞서 베이스 부품으로 부가된 바 있으므로, 노드 2에 대해서는 노드 3,4만 추가된다. 동일한 방법으로 노드 3에 대해

서는 노드 2,5가 추가되고, 노드 4에 대해서는 노드 7,8이 추가된다. 제2 레벨의 노드 6은 연결 부품이 노드 1만 존재하므로 추가되는 노드는 없다.

- [0074] 이렇게 추가된 노드들은 제3 레벨에 해당된다. 다음, 도 6의 '2. 노드 삭제'를 참조하면, 제2 레벨에 존재하는 공통 노드들에 대한 중복 검사를 수행하여 중복되는 노드들의 삭제 작업이 진행된다.
- [0075] 즉, 제2 레벨에 속하는 노드 2의 하위에 연결된 노드 3,4는 제3 레벨에 해당되는데, 이러한 노드 3,4는 제2 레벨에도 포함되어 있다. 따라서, 제2 레벨에 있는 노드 3,4와, 그 하위 노드들(노드 3과 연결된 노드 5,2, 노드 4와 연결된 노드 7,8)은 모두 삭제한다.
- [0076] 이를 정리하면, 임의 레벨(ex, 제2 레벨)에 속하는 각 노드 중 가장 가중치가 높은 노드(ex, 노드 2)에 대한 하위 레벨의 노드(ex, 노드 3,4)가 상기 임의 레벨(제2 레벨) 내에 중복 존재하면, 상기 임의 레벨(ex, 제2 레벨) 내의 해당 노드(노드 3,4) 및 상기 해당 노드에 대한 하위 레벨의 노드(노드 3의 경우 노드 5,2, 노드 4의 경우 노드 7,8)를 모두 삭제한다.
- [0077] 이렇게 중복 노드들이 모두 삭제된 이후, 노드 병합의 단계가 수행되어 진다. 이는 도 6의 '3. 병합, 링크 삭제'를 참조한다. 이는 노드의 병합, 그리고 링크의 삭제 과정을 포함하고 있다.
- [0078] 먼저, 노드의 병합을 수행하는데, 제3 레벨에서는 노드 3이 중복으로 2개가 존재한다. 즉, 노드 2와 노드 5에서 그 하위 레벨로 노드 3을 공통으로 보유하고 있다. 이러한 경우 두 개의 노드 3이 하나의 위치로 병합된다(도 6의 3번 항목 내의 두 화살표 참조).
- [0079] 그런데, 이렇게 병합된 노드 3은 여전히 노드 2와 노드 5와 공통으로 연결되어 있다. 즉, 노드 3에 대한 연결 링크는 두 개로 중복되어 두 링크 중 하나는 삭제되어야 한다. 이를 위해, 노드 3에 대한 상대 부품의 가중치(표 1)를 참조하게 된다. 표 1에서 노드 3에 대해서는 노드 2가 노드 5보다 가중치가 높은 것을 알 수 있다. 이에 따라, 가중치가 높은 노드 2는 살리고 노드 5의 링크는 제거한다. 즉, 노드 5와 노드 3 사이의 링크 부분은 삭제하고, 노드 2와 노드 3 사이의 링크는 유지한다. 다만, 노드 2가 체결구(볼트, 너트, 핀, 스크류) 속성의 부품인 경우는 가중치가 높더라도 링크를 삭제하도록 하며 그 다음 순위의 노드가 링크를 유지하도록 한다.
- [0080] 즉, 노드 병합 및 링크 삭제 과정을 정리하면, 임의 레벨(ex, 제2 레벨)에 속하는 각 노드 중 적어도 두 노드(ex, 노드 5, 노드 2)의 하위 레벨에 동일한 노드(ex, 노드 3)가 중복 존재하면 상기 동일한 노드(ex, 노드 3)를 한 개의 노드로 먼저 병합한다. 그런 다음, 상기 병합된 노드(ex, 노드 3)와 중복 연결된 상기 임의 레벨 내의 적어도 두 노드(ex, 노드 5, 노드 2) 중에서 상기 병합된 노드(ex, 노드 3)를 기준으로 가중치가 가장 높은 노드(ex, 노드 2)와의 연결만을 유지하고 나머지 노드(ex, 노드 5)와의 연결을 제거하도록 한다. 여기서, 물론 상기 가중치가 가장 높은 노드에 해당되는 부품(ex, 노드 2)이 체결구인 경우, 상기 병합된 노드(ex, 노드 3)는 상기 체결구에 해당하는 노드(ex, 노드 2)와의 연결은 제거하고, 다음 순위의 가중치에 해당하는 노드와의 연결만을 유지한다.
- [0081] 이상과 같은 병합 및 링크 삭제 과정을 종료한 이후에는, 부족한 노드를 다시 추가하게 된다. 이는 병합 및 링크 삭제 이후에 총 노드의 수는 6개(노드 1,2,3,4,5,6)로서 나머지 2개가 부족하기 때문이다.
- [0082] 즉, 도 6의 '노드 추가' 과정을 참조하면, 제3 레벨에 해당하는 노드 4에 대하여 그 상대 부품인 노드 7,8(표 1 참조)을 추가하게 되며 노드 삭제 및 병합을 반복한다. 만약, 노드들의 개수가 모든 부품들의 개수와 같아질 경우 그래프 그리기는 종료된다. 이상과 같은 실시예의 경우, 도 6의 '노드 추가' 과정에 따라 최종적인 연관 그래프가 생성된 것을 확인할 수 있다.
- [0083] 추후, 조립순서 생성 모듈(170)는 상기 생성된 연관 그래프를 바탕으로 상기 조립모델의 조립 순서를 생성한다(S270).
- [0084] 상기와 같이 구성된 제품 연관 그래프를 통해 조립군의 구분도 가능하게 된다. 작성된 그래프는 조립 순서 생성에 활용된다.
- [0085] 조립 순서 생성 규약은 다음의 순서로 요약된다. 선정된 베이스 부품(Base Part)이 조립 순서의 시작 부품이 된다. 그리고, 상관성에 의한 가중치에 의해 조립 순서가 진행된다. 분기점에서는 가중치가 높은 방향으로 진행된다(예외: 체결구(볼트, 너트, 핀, 스크류 등)는 후 순위). 순서 진행 중에 체결구가 선정될 시는 다른 방향으로 진행한다.
- [0086] 또한, 순서 진행 중 해당 부품이 다수의 상대 파트너를 가질 경우 해당 부품을 조립하고, 아울러 지나친 체결구

노드를 추가한다. 그리고, 모든 부품이 사용된 후 조립 순서를 종료한다.

- [0087] 도 7은 도 2의 S270 단계를 설명하는 도면이다. 조립 제품을 구성하는 부품들의 수가 적을 경우에는 조립군의 구분은 크게 중요한 사항이 아니지만 구성 부품들의 수가 많아질 경우 조립 순서 생성 및 조립 방법 등의 도출에 있어 조립군의 구分的 중요도는 상당히 올라간다. 이러한 이유로 생성된 조립 연관성 그래프를 바탕으로 조립군을 편성하는 방법이 마련되어야 한다.
- [0088] 도 7에 제시된 임의의 8개 부품을 예로 하여 조립군을 편성하는 방법에 대해 설명하고자 한다. 조립군 분류 방법은 크게 5단계로 구분되며 다음의 순서로 진행된다.
- [0089] 1단계로, 베이스 부품과 직접 연결된 노드들을 베이스 부품과 함께 메인 어셈블리(MA; Main Assembly)로 나열한다. 즉, 베이스 부품(노드 1)과 직접 연결된 링크(노드 2,5,6)들을 메인 어셈블리로 나열한다. 나열된 정보는 "MA 1-2-5-6"로 정리된다.
- [0090] 2단계로, 베이스 부품과 직접 연결되지 않은 노드 중에서 3개 이상의 노드와 연결된 노드를 추출한다. 그리고, 상기 추출된 노드에 직접 연결된 상기 3개 이상의 노드들을 상기 추출된 노드와 함께 서브 어셈블리(SA; Sub Assembly)로 나열한다. 즉, 베이스 부품(노드 1)과 연결된 링크를 포함하지 않고 3개 이상의 링크를 보유한 노드 즉, 노드 4(도 7의 점선 부분 참조)를 추출한다. 추출된 노드에 따른 정보는 "SA1 4-7-8-2"와 같다.
- [0091] 여기서, SA1의 첫 부품 '4'는 MA 내의 순서들에 포함되지 않으므로 연속성이 결여된다. 이에 따라, MA와 SA1의 공통 부품인 부품 '2'를 SA1의 선두로 이동시키며, 그 결과는 "SA1 2-4-7-8"과 같다. 즉, 메인 어셈블리와 공통되는 노드가 상기 서브 어셈블리 내에서 선두에 위치하도록 서브 어셈블리의 나열 순서를 변경한다. 물론, 이와 유사하게 최초 제시된 SA들의 선두 부품의 종류가 체결구이거나 선두 파트 재질이 고무일 경우에도 자리 변경 수행하도록 한다.
- [0092] 3단계로, MA와 SA1에 추가된 부품들의 목록과, 조립모델을 구성하는 전체 부품들의 목록을 비교하여, MA 및 SA1에 추가되지 않은 나머지 부품들과, 그 나머지 부품들과 연결된 링크들을 나열한다. 즉, 조립모델을 구성하는 각 부품들 중에서 상기 메인 어셈블리 및 상기 서브 어셈블리에 나열되지 않은 노드를 검색하고, 상기 연관 그래프 상에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드를 검색한다. 이후, 상기 서브 어셈블리 내에서 상기 나열되지 않은 노드와 직접 연결된 노드의 후미에 상기 나열되지 않은 노드를 추가한다.
- [0093] 여기서, MA와 SA1에 추가되지 않은 부품은 부품 '3'이다. 또한, 부품 '3'이 포함된 링크 목록으로는 부품 '2'와 연결된 4-1-3이 있다. 따라서, 부품 '3'은 부품 '2'의 후미에 추가된다. 이에 따라 앞서 "SA1 2-4-7-8"는 "SA1 2-3-4-7-8"로 정리된다.
- [0094] 4단계로, 앞서 도출된 SA들("SA1 2-3-4-7-8")을 MA("MA 1-2-5-6")에 결합한다. 그 결과, "1-SA1-5-6"이 된다. 즉, 서브 어셈블리를 메인 어셈블리와 결합하게 된다. 메인 어셈블리 내에서 서브 어셈블리의 선두 노드와 동일한 노드 자리에 서브 어셈블리 전체를 결합한다.
- [0095] 5단계로, 조립모델을 구성하는 전체 부품의 수가 10개 이하일 경우, SA의 구분 없이 전체를 표기한다. 그 결과, 부품의 조립 순서는 "1-2-3-4-7-8-5-6"가 된다.
- [0096] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 조립순서 생성 방법의 실제 설계 및 구현 예에 관하여 설명한다. 개발 시스템의 구체적인 구조는 앞서 도 3을 참조한다. 시스템 구조는 기하학 정보 추출, 상호 연관관계 분석, 부품 연관성 그래프 생성, 조립 순서 생성 등의 네 가지 인터페이스로 구분되며 이들은 각각 세부적인 모듈로 구성되어 있다.
- [0097] 그 구성을 간단히 요약하면, 기하학정보 추출 모듈(120)은 사용자가 조립모델을 로딩할 수 있도록 한다. STEP file로 구성된 조립 제품이 그 대상이다. 파일이 로딩되면 기하학정보 추출 모듈(120)은 조립을 구성하고 있는 모든 부품들에 대한 면적 및 부피를 도출하여 연관 관계 분석 인터페이스로 그 정보를 전송한다.
- [0098] 상호 연관관계 분석 인터페이스는 부품 연관관계 분석 모듈(130), 가중치 계산 모듈(140), 베이스부품 선정 모듈(150) 등으로 구성되어 있다. 부품 연관관계 분석 모듈(130)은 조립모델을 구성하는 모든 부품들에 대해 그들이 가지는 연결 부품들을 검색하고 연결된 부품들과의 공통 면적, 공통 면적비율, 공통 부피, 공통 부피 비율, 연관 부품 목록 등의 정보를 계산하게 된다. 이 정보들은 가중치 도출을 위해 가중치 계산 모듈(140)로 전송된다.
- [0099] 이어서 베이스부품 선정 모듈(150)은 정해진 룰에 의해 베이스 부품을 선정하게 된다. 부품 연관성 그래프 생성

인터페이스에서는 조립품의 구조를 2차원으로 나타내어 조립 순서 생성을 위한 부품 간 연결 정보를 제공한다. 연관그래프 생성 모듈(160)은 노드 추가 모듈, 노드 삭제 모듈, 노드 병합 모듈로 구성되어 있다. 생성된 부품 연관성 그래프는 노드 정보와 노드 간 연결 정보를 조립순서 생성 모듈(170)로 전송하여 룰에 의해 최종적으로 조립 순서를 생성하게 된다.

- [0100] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 시스템 인터페이스의 구현 예를 나타낸다. 시스템의 인터페이스는 크게 ① 부품 로딩, ② 연관부품 분석, ③ 베이스 부품 선정, ④ 조립순서 생성, ⑤ 조립품 정보 트리, ⑥ 디스플레이부 ⑦ 그래프 디스플레이부, ⑧ 연관 그래프 그리기, ⑨ 조립 순서 추출 등으로 구성되어 있다.
- [0101] 도 9는 도 8을 이용한 조립모델의 로딩을 나타내는 화면 예이다. 도 10은 도 9에 의해 로딩된 조립 모델을 표시하는 화면 예이다. 도 8의 ①번 버튼(Object load) 클릭 시에 도 9와 같이 파일 로드 다이얼로그 박스가 생성되고 STEP Files를 불러온다. 그런 다음 사용자로부터 해당 파일을 선택받으면 도 10과 같이 로딩이 완료되고 디스플레이 뷰에 불러온 부품들이 그려진다.
- [0102] 도 11은 도 10의 로딩에 따른 각 부품별 수집 데이터들의 예를 나타낸다. 6개의 각 부품(볼트, 와셔, 시트1, 시트2, 바디, 너트)에 대한 로딩 순서, 파일경로, 면적(총면적), 부피가 각각 수집된다. 이는 기하학정보 추출 모듈(120)에 의해 얻어진 것이다.
- [0103] 도 12는 도 10에서 연관 부품 분석 버튼 클릭시 진행 화면의 예이다. 도 10 이후 ②번 버튼 즉, 연관부품 분석 버튼 클릭 시에는 디스플레이 뷰에 표시된 부품들의 색깔이 변경되어 부품별 분석 진행을 확인할 수 있다. 연관 부품 분석이 완료되면 검색이 완료되었다는 완료 메시지가 발생한다.
- [0104] 도 13은 도 12에 의한 부품 연관관계 분석 데이터의 업데이트 예를 나타낸다. 부품 연관관계 분석 데이터가 도 13과 같이 업데이트 된다. 이때 상호 연결(연관)되는 부품 간의 연관율(공통 면적 비율, 공통 체적 비율)이 분석된다. 물론, 공통 면적, 공통 면적 비율, 공통 체적, 공통 체적 비율이 각각 분석되고 그 결과가 업데이트 된다. 도 14는 도 12에 의한 부품 연관관계 분석 데이터가 저장된 예이다. 분석 데이터의 상세 정보는 오른쪽 1~9번 항목을 참조한다.
- [0105] 연관부품 분석이 끝난 뒤, ③번 베이스 부품 버튼 클릭 시에 베이스 파트 정보를 업데이트시킨다. 도 15는 도 12에서 베이스 부품 분석 버튼 클릭시 베이스 부품 정보가 업데이트된 화면을 나타낸다. 본 실시예의 경우, 부피가 최대이고 연관 파트 개수가 최대인 부품을 베이스 부품으로 선정하고 있으며, 선정된 베이스 부품은 부품의 트리 정보에 'true'로 업데이트된다.
- [0106] 이후, ④번의 조립순서 생성 버튼을 클릭하면 부품 연관성 그래프 생성 다이얼로그 박스가 생성된다. 도 16은 도 12에서 조립순서 생성 버튼 클릭 시에 생성된 다이얼로그 박스의 화면 예이다.
- [0107] 부품 연관성 그래프 생성 다이얼로그는 상단 체결구 입력 버튼, 그래프 작성 버튼, 하단의 그래프 표시부로 구성되어 있다. 물론 체결구 정보는 사전에 미리 구성되어 별도의 입력 없이 진행될 수도 있다.
- [0108] 그래프 생성이 완료될 경우 완료 메시지가 발생하고 사용자는 조립 순서 버튼을 클릭하여 조립 순서를 생성하게 된다. 사용된 구현 도구로는 VC++ 8.0 (VS2005), OpenCASCADE6.5.2이다.
- [0109] 도 16의 상단에 있는 다이어그램(Diagram) 버튼은 연관 그래프를 자동으로 생성하는 것으로서 클릭 시 부품들이 모두 구성될 때까지 루프를 수행한다. 그 우측의 Add, Delete, Combine 버튼은 연관 그래프의 작성 절차 확인을 위한 수동 버튼들에 해당된다.
- [0110] 도 17 내지 도 21은 연관 그래프 생성 과정의 예를 나타낸다. 도 17은 베이스 부품(노드 1)이 최초로 추가되어 제1 레벨을 형성하고, 도 18은 노드 1을 중심으로 그 상대 부품들이 가중치에 따라 방사형으로 연결이 추가되어 제2 레벨을 형성한 것이다. 도 19는 제2 레벨에 대해 하위 노드가 추가되어 제3 레벨을 형성한 것이다. 도 20은 본 실시예에 따른 연관 그래프 생성 방법에 따라 노드들이 삭제된 모습이다. 도 21은 본 실시예에 따른 연관 그래프 생성 방법에 따라 노드들이 병합된 모습이다. 물론 병합 시에는 가중치가 낮은 링크의 노드가 삭제되었다.
- [0111] 이후에는 상기의 연관 그래프 생성을 기반으로 부품들의 조립 순서를 도출한 다음 이를 시뮬레이션 한다. 이는 조립순서 시뮬레이션 모듈(190)을 통해 수행한다. 도 22는 도 21에 따라 도출된 조립 순서의 결과를 나타낸다. 도 23은 도 22에 따른 조립 순서의 시뮬레이션 모습을 나타낸다. 조립 순서는 5-4-3-2-1-6의 순으로 도출되었다.
- [0112] 이하에서는 본 실시예에 따른 조립순서 생성 방법을 검증하여 본다. 도 24는 본 실시예에 따른 조립순서 생성

방법의 검증에 사용된 제품 및 부품 연관성 그래프를 나타낸다. 시스템 구동 테스트를 위해 사용된 조립품은 도 24의 (a)와 같이 ① 볼트, ② 와셔, ③ 두꺼운 판 1, ④ 얇은 판, ⑤ 두꺼운 판 2, ⑥ 너트를 포함하는 6개의 부품으로 구성된 조립모델이다.

[0113] 베이스 부품으로는 ⑤ 두꺼운 판 2(면적 14054.5 mm², 부피 84973.5 mm³)가 선정되었다. 도 24의 (b)와 같이 제품 구성 그래프가 작성되었고 조립 순서 생성 규약에 따라 조립 순서가 도출된다.

[0114] 연관성 그래프 생성을 위한 부품 간 연결 정보 및 가중치는 표 2에 나타내어져 있다.

표 2

[0115]

부품 번호	연결 부품 번호	가중치
5	6	1.157912286
	4	0.843103591
	1	0.727038092
4	5	0.843103591
	3	0.840463612
	1	0.610701379
3	2	1.054392711
	4	0.840463612
	1	0.743825521
2	3	0.829554356
	1	0.693442128
1	2	1.906162892
	6	1.790621593
	3	1.48652417
	5	1.385181471
	4	1.048446756
6	5	0.892178127
	1	0.834170187

[0116] 도 24 (b)의 조립 순서 생성 규약 I에 따라 최초 베이스 부품인 ⑤ 두꺼운 판 2가 조립 순서의 시작이 되며, 이어서 규약 II에 따라 ④ 얇은 판이 순서에 추가된다. 이후 규약 III(분기점 관련 규약)에 따라 ③ 두꺼운 판 1이 순서에 추가되며, 규약 IV에 따라 ① 볼트를 순서에 추가하지 않고 분기점 이후의 노드를 검사하게 된다. 이어 규약 V에 따라 ② 와셔를 추가한 이후 기존에 지나친 ① 볼트를 순서에 추가한다. 마지막으로 ⑥ 너트가 추가되면 모든 부품이 구성되어 지므로 조립 순서를 종료하게 된다. 따라서 생성된 그래프 및 조립 순서 생성 규약에 따라 도출된 최종 조립 순서는 ⑤→④→③→②(와셔)→①(볼트)→⑥(너트)이다. 이에 따라 개발된 시스템에서 제안된 조립 순서의 정확성을 확인할 수 있다.

[0117] 본 실시예에 따른 조립 순서 생성 방법과 기존의 방법들의 비교는 표 3을 참조한다. 기존의 방법들 즉, 상태 그래프, 다이아몬드 그래프, AND/OR 그래프를 기반으로 유전자 알고리즘 또는 신경망 알고리즘 등의 최적화 방법을 사용한 조립 순서 생성은 CAD 파일의 기하 정보를 활용하여 가능한 모든 순서를 고려하기 때문에 많은 컴퓨터 저장 용량이 필요하다. 또한 이러한 많은 정보를 연산하는 데에 많은 시간이 소요되는 단점이 있다.

[0118] 본 실시예에 따른 방법을 통한 조립 순서 생성 시에는 요구되는 저장 용량이 낮으며 조립 순서 생성 규약에 따른 조립 순서 생성 시간이 상대적으로 짧다. 또한 기존 방법들을 활용하기 위해서는 사용자에게 의해 요구되는 조립품들의 기하 정보를 수동으로 입력하여야 하고 이를 통해 기하학적 추론이 이루어지며 도출되는 가능한 조립 순서가 많아지게 된다. 때문에 가장 적합한 조립 순서는 사용자가 최종적으로 선택하여야 하므로 사용자 편의성이 그리 높지 않음을 알 수 있다. 그러나 본 실시예에 따른 조립 순서 생성 방법은 시스템이 필요한 정보(접촉 면적, 부피 등)들은 자동으로 추출되어 지며 그래프 생성 후 최종적으로 제안되는 조립 순서는 하나가 되게 된다. 도출되는 순서는 사용자에게 의해 검토되어 지며 필요에 따라 수정이 이루어지므로 사용자 편의성이 향상될 수 있다.

표 3

	그래프 생성 방법	최적화 방법	저장 용량	순서 생성 시간	사용자 편의성
기존 방법	상태 그래프	유전자 알고리즘/ 신경망 알고리즘	높음	높음	보통
	다이아몬드 그래프				
	AND/OR 그래프				
본 실시예방법	가중치 기반 연관성 그래프	조립 순서 생성 규약	낮음	낮음	높음

[0120] 이상과 같은 본 발명에 따른 부품의 조립순서 자동 생성방법 및 장치에 따르면, 조립모델을 구성하는 부품들의 연관 관계를 분석하고 이를 부품들 간의 연관 그래프로 표현하여 부품의 조립 순서를 자동으로 편리하게 생성할 수 있는 이점이 있다.

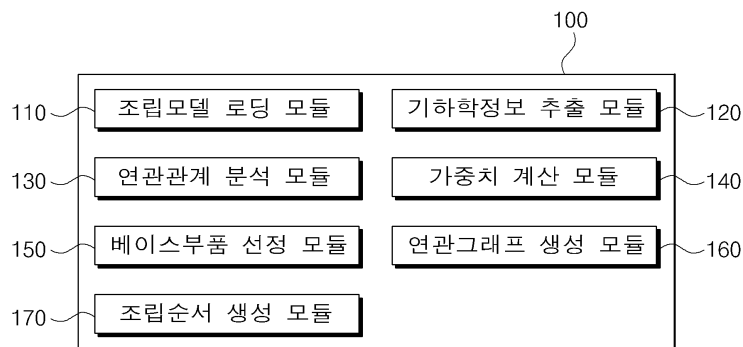
[0121] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

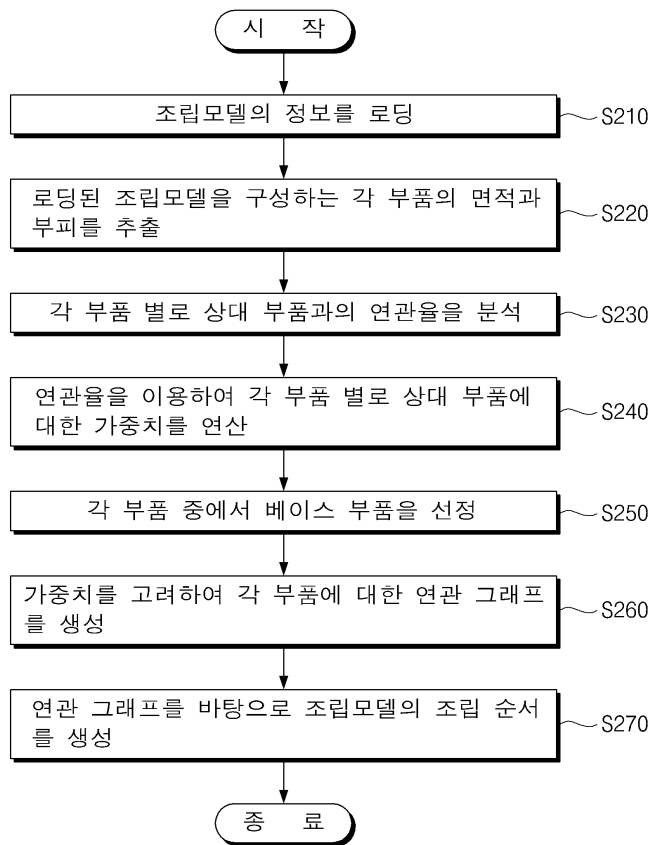
- [0122] 100: 부품의 조립순서 자동 생성장치
 110: 조립모델 로딩 모듈 120: 기하학정보 추출 모듈
 130: 연관관계 분석 모듈 140: 가중치 계산 모듈
 150: 베이스부품 선정 모듈 160: 연관그래프 생성 모듈
 170: 조립순서 생성 모듈

도면

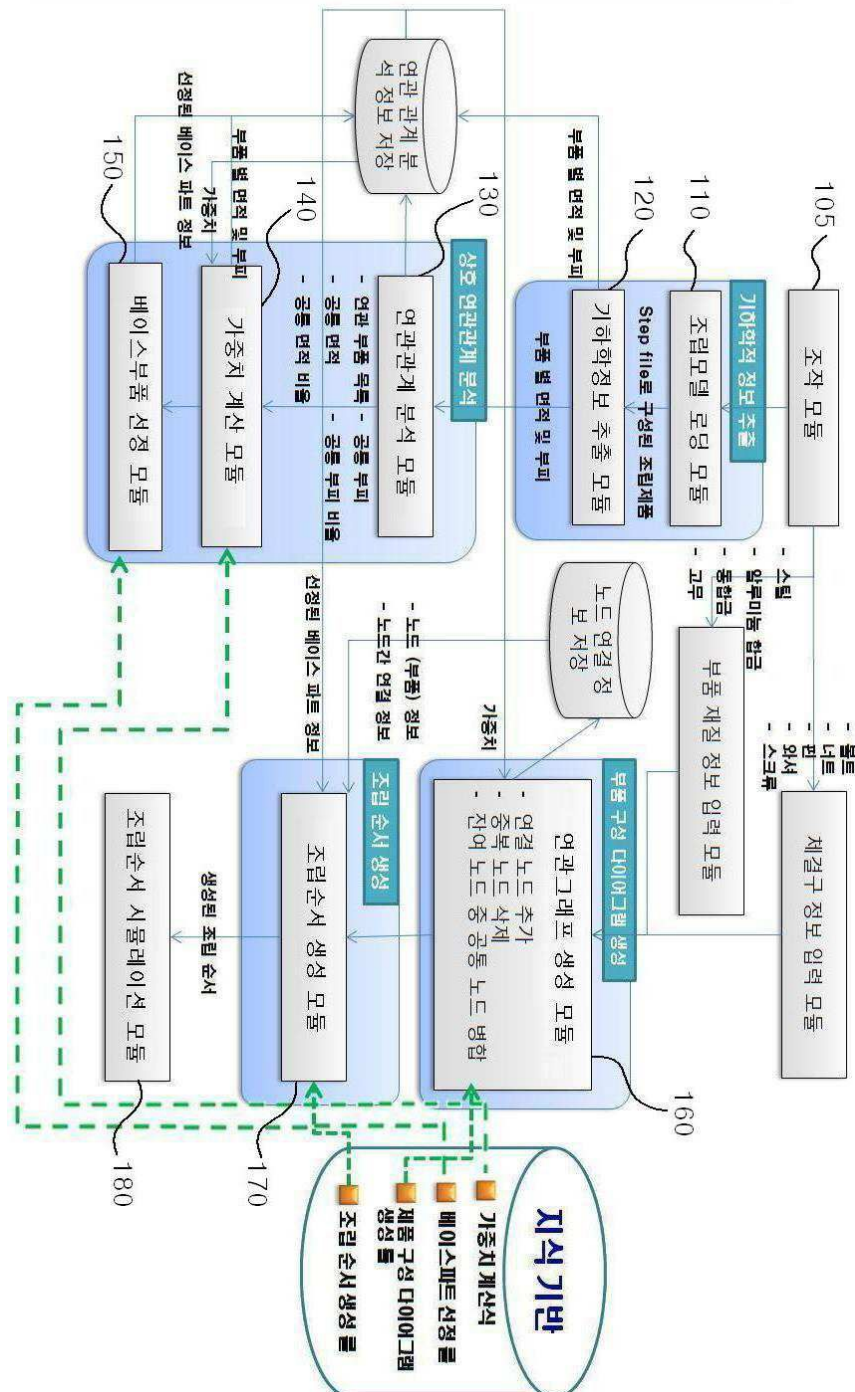
도면1



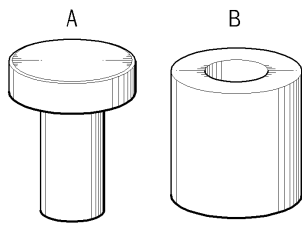
도면2



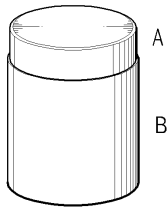
도면3



도면4

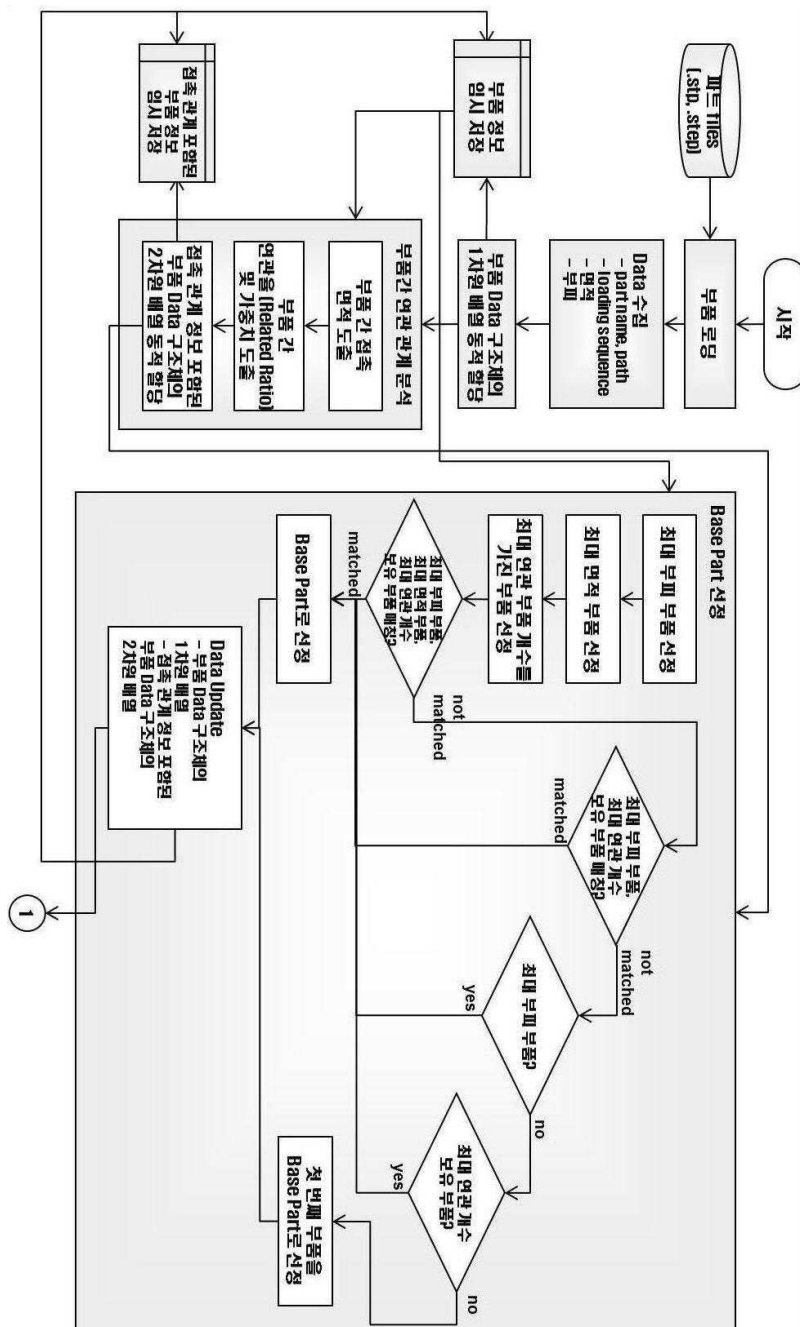


* $A \cap B$ 연관율 = 0% (면적비율)
(a) 두 부품이 떨어져 있는 경우

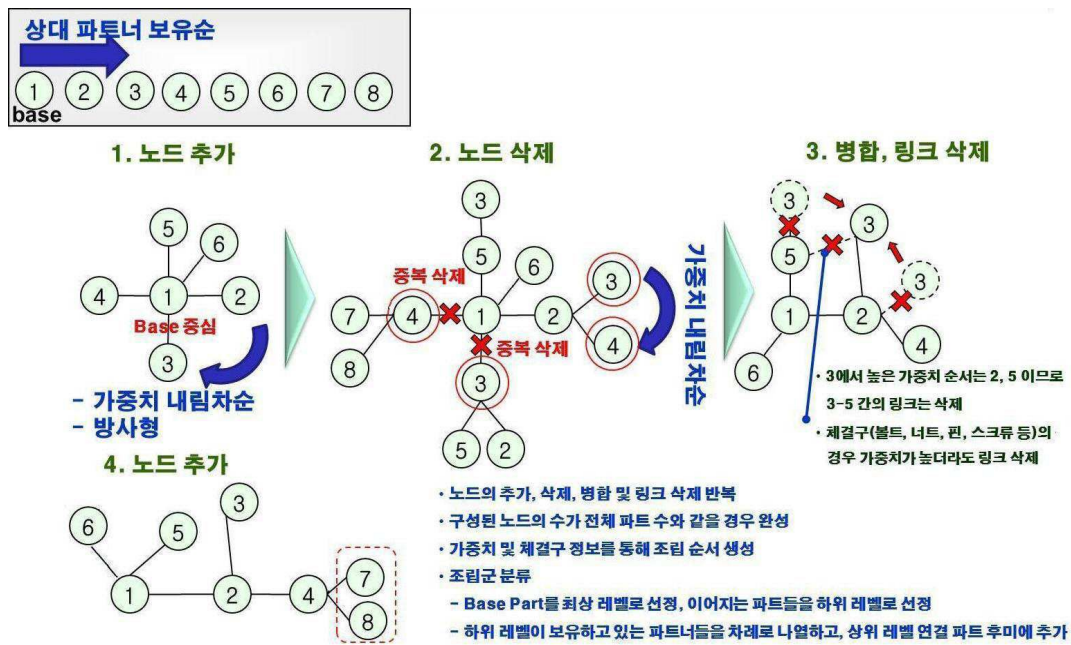


* $A \cap B$ 연관율 = 30% (면적비율)
(b) 두 부품이 결합되어 있는 경우

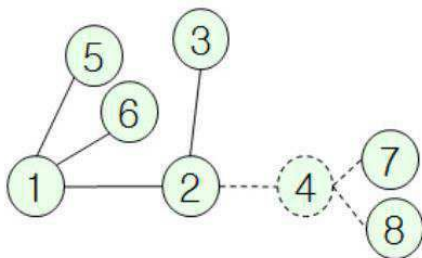
도면5



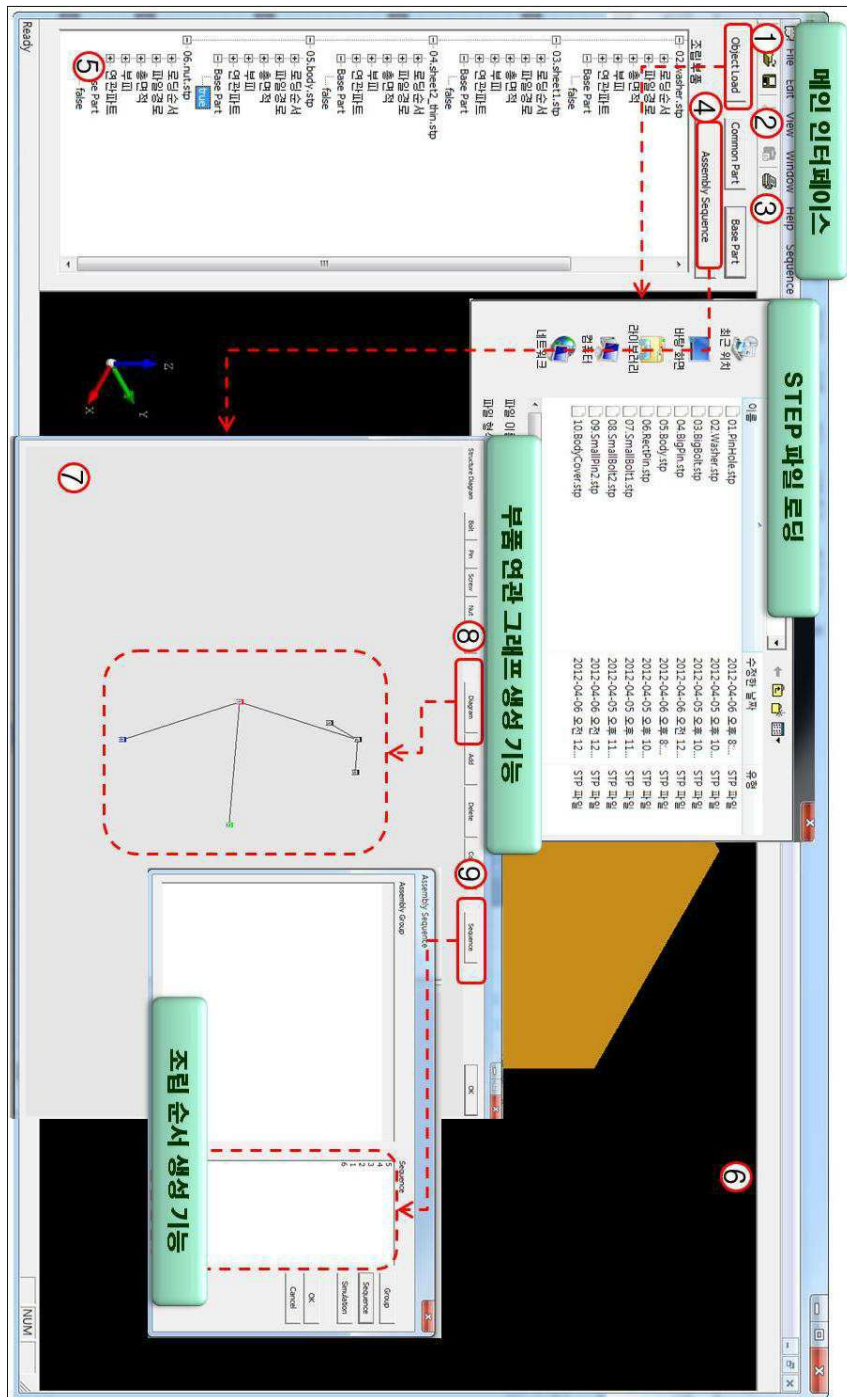
도면6



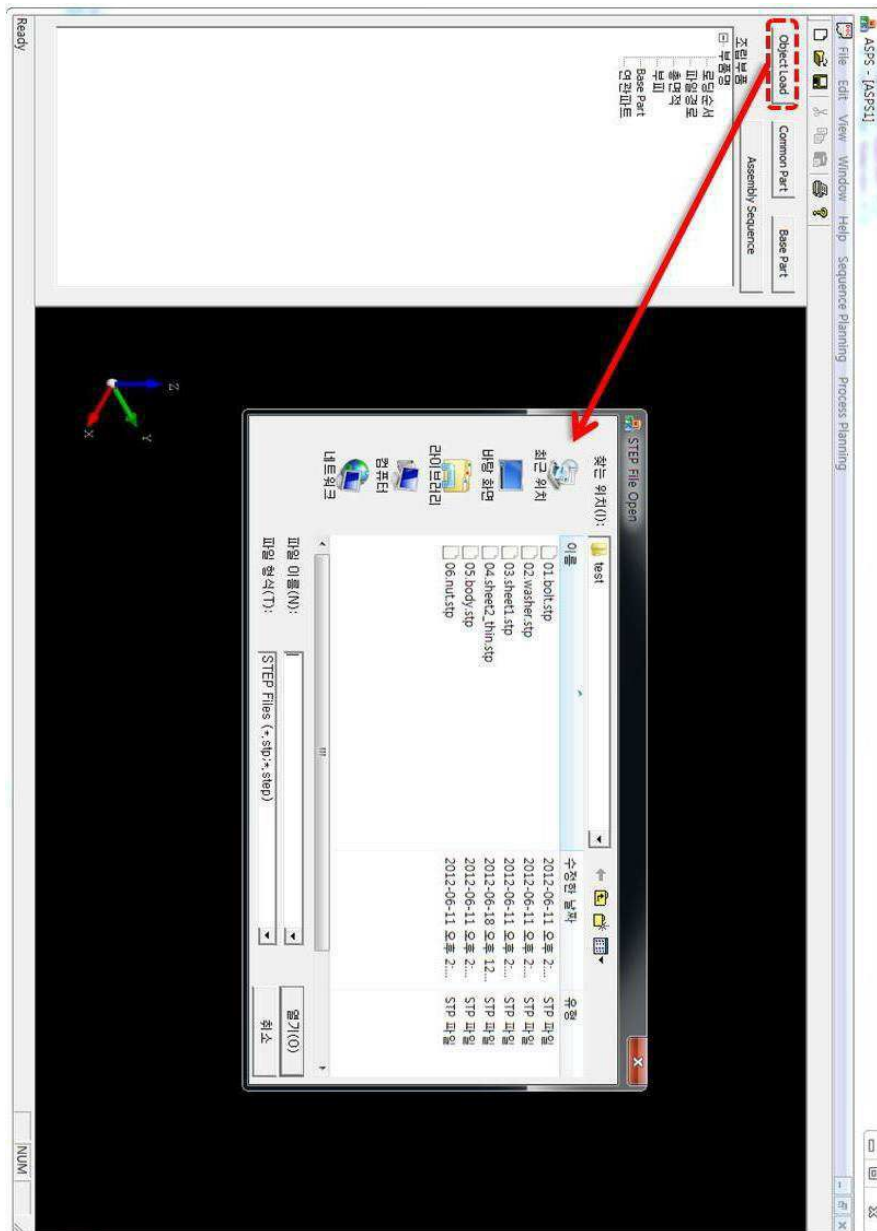
도면7



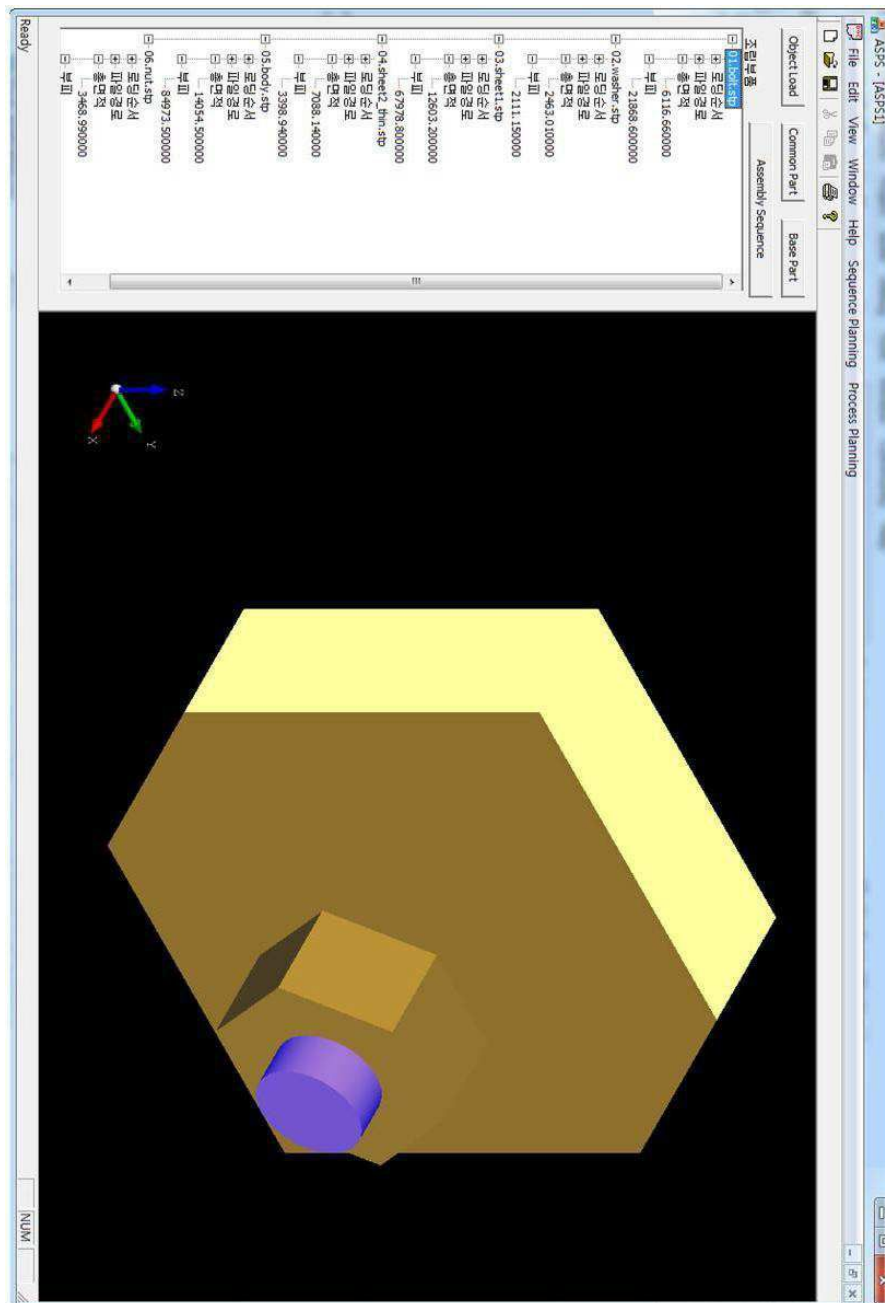
도면8



도면9



도면10

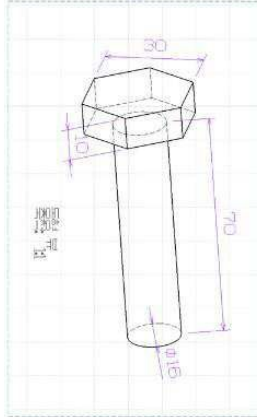


도면11

* 파일별 수집 데이터들

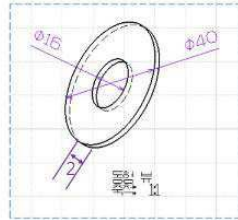
1.bolt

- 로딩순서 : 1
- 파일경로 : -
- 총면적 : 6116.66 (mm²)
- 부피 : 27868.6 (mm³)



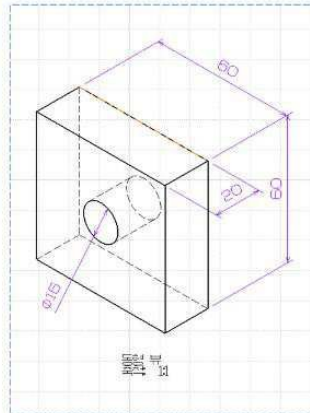
2.washer

- 로딩순서 : 2
- 파일경로 : -
- 총면적 : 2463.01
- 부피 : 2111.15



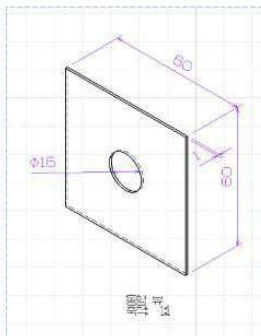
3.sheet1

- 로딩순서 : 3
- 파일경로 : -
- 총면적 : 12603.2
- 부피 : 67978.8



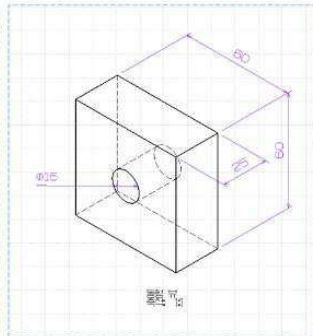
4.sheet2_thin

- 로딩순서 : 4
- 파일경로 : -
- 총면적 : 7088.14
- 부피 : 3398.94



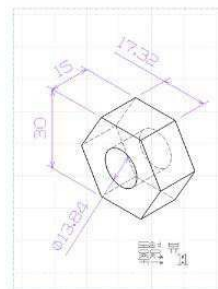
5.body

- 로딩순서 : 5
- 파일경로 : -
- 총면적 : 14054.5
- 부피 : 84973.5

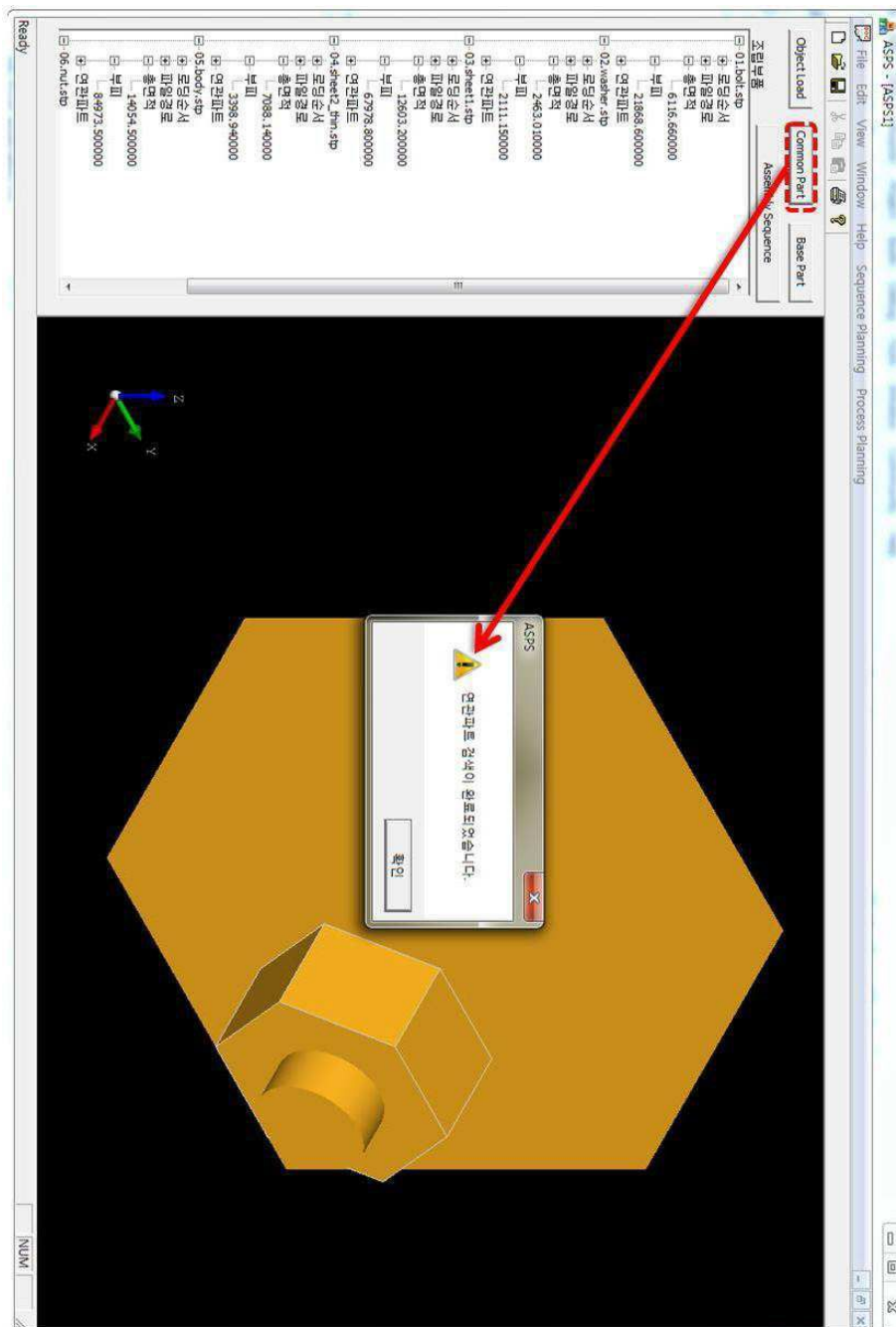


6.nut

- 로딩순서 : 6
- 파일경로 : -
- 총면적 : 3468.99
- 부피 : 9436.38

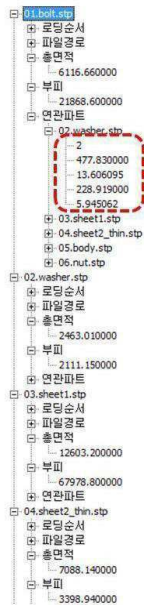


도면12



도면13

(2) 연관 관계 분석 2



* $A \cap B$ 연관율 (Related Ratio) - 면적, 체적

$$\text{* 공통면적 비율} : \left(\frac{A, B \text{공통면적}}{A \text{총면적}} + \frac{A, B \text{공통면적}}{B \text{총면적}} \right) / 2$$

$$\text{* 공통체적 비율} : \left(\frac{A, B \text{공통체적}}{A \text{체적}} + \frac{A, B \text{공통체적}}{B \text{체적}} \right) / 2$$

* 트리 정보

- 연결된 상대 파트 로딩순서 : 2
- 공통 면적 : 477.8
- 공통 면적 비율 : 13.6
- 공통 체적 : 228.9
- 공통 체적 비율 : 5.9

* 공통 면적 및 공통 면적 비율 사용 목적

- 공통 면적 및 비율은 파트의 결합도를 파악할 수 있음
- 1대 다수의 연관 관계 시 해당 파트들 사이의 중요도 파악

* 공통 체적 및 공통 체적 비율 사용 목적

- 끼움 조립의 파악
- 단순 평면 접촉 조립과 끼움의 조립 순위를 비교할 경우 해당 파트들 사이의 중요도 파악

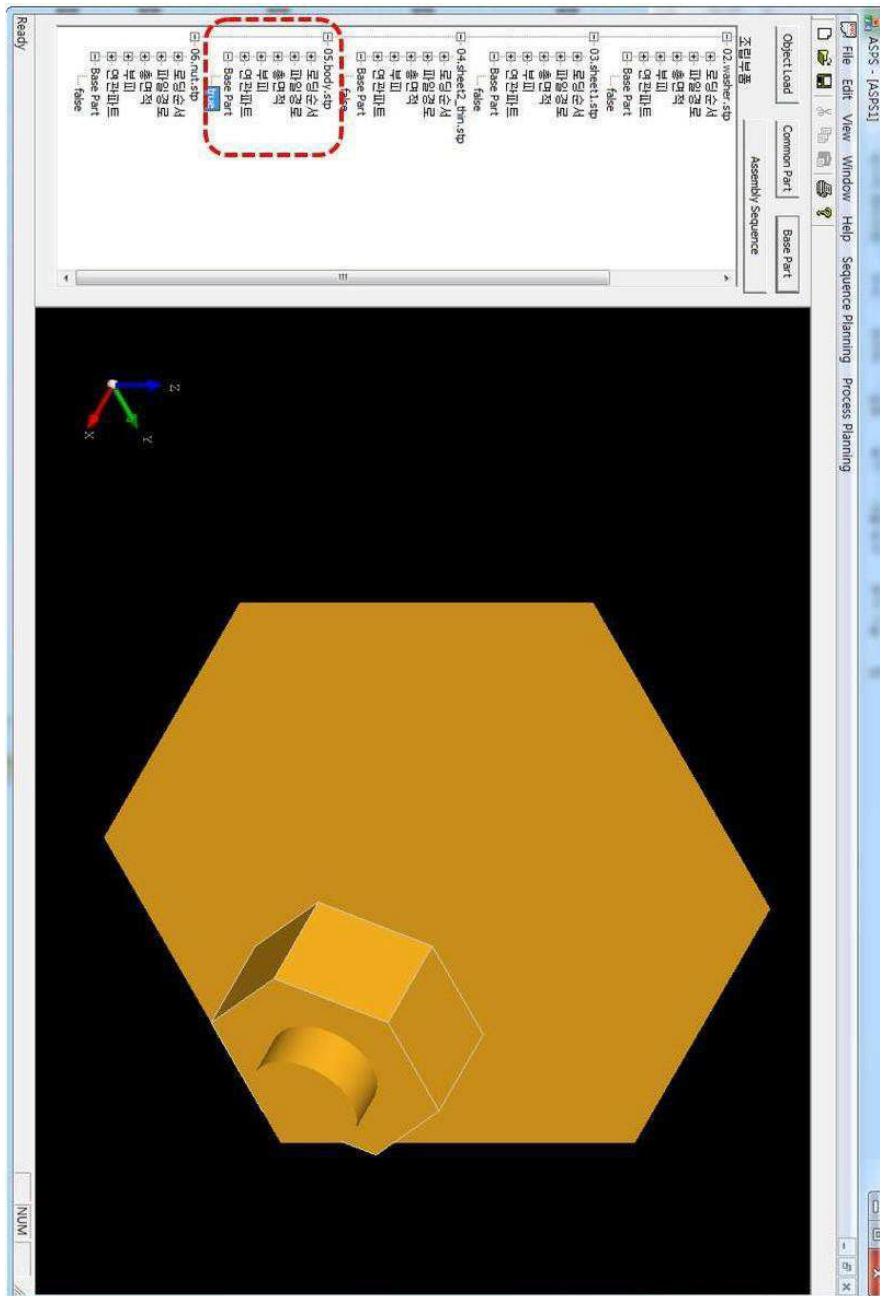
* 분석 데이터 저장

이름	수정일 날짜	유형	크기
1.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-area.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-separation.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-CommonCenterMassX.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-CommonCenterMassY.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-CommonCenterMassZ.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-connectNumber.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-partarea.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-partvolume.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-height.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-width.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-volume.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
1-weightfactor.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-area.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-separation.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-CommonCenterMassX.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-CommonCenterMassY.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-CommonCenterMassZ.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB
2-connectNumber.txt	2012-07-09 오후 4:09	텍스트 문서	1KB

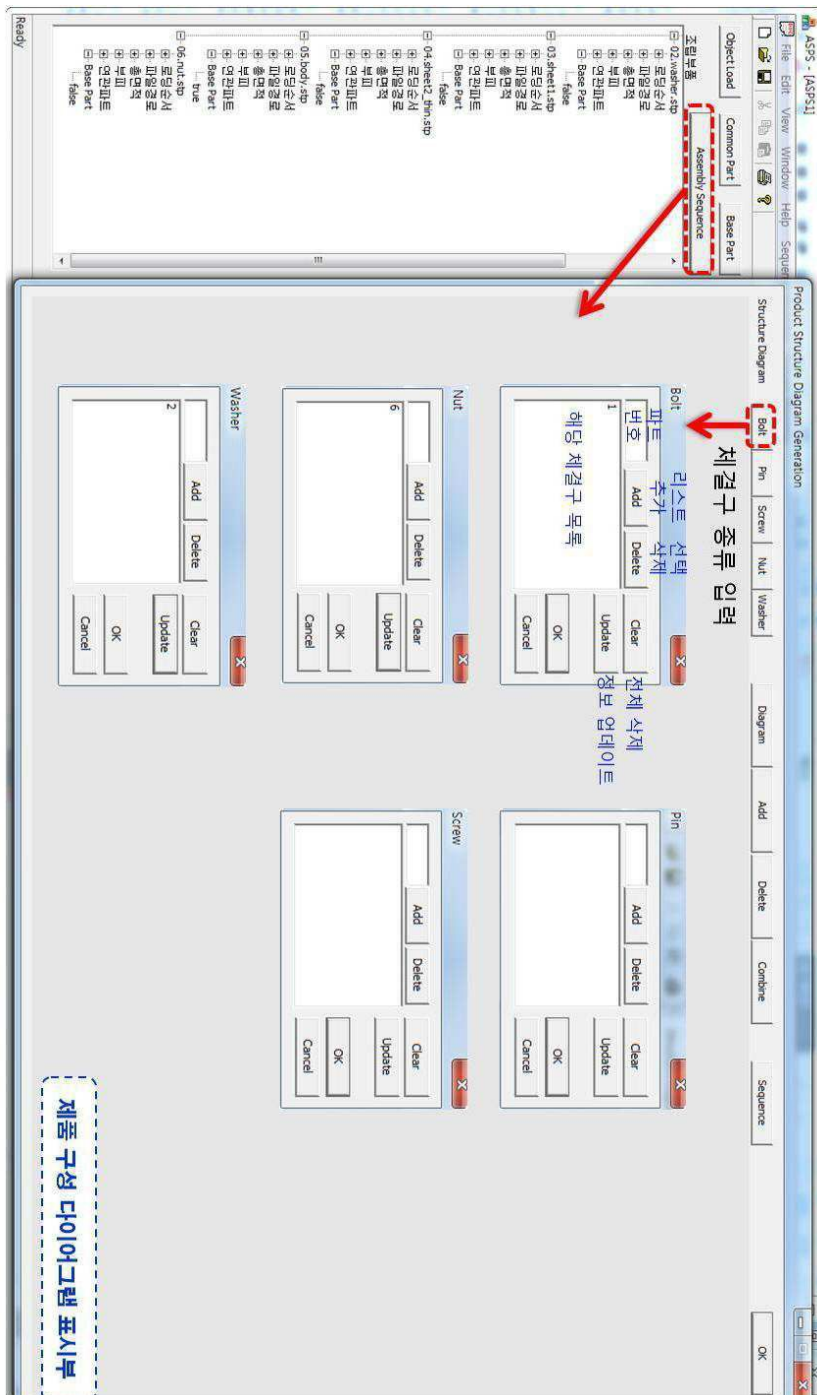
1. 대상 파트와 연결된 파트들의 목록
2. 연결된 파트들과의 공통 면적 비율
3. 연결된 파트들과의 공통 체적 비율
4. 연결된 파트들과의 공통 체적 비율
5. 연결된 파트들과의 공통 체적 비율
6. 가중치
7. 가중치
8. 가중치
9. 연결된 파트들이 가진 연관 파트 개수

파일이	면적(이)	서식(이)	표기(N)	도움말(H)
1.txt - 메모장	4771.880000	6003.188000	604.413000	753.982000
2.txt - 메모장	13.882635	17.335531	10.005125	17.000604
3.txt - 메모장	228.919000	4021.240000	5005.550000	2010.620000
4.txt - 메모장	12.151812	3.417821	14.450336	15.23034
5.txt - 메모장	1.137719	1.088717	1.537823	1.855962
6.txt - 메모장	1.137719	1.088717	1.537823	1.855962
7.txt - 메모장	1.137719	1.088717	1.537823	1.855962
8.txt - 메모장	1.137719	1.088717	1.537823	1.855962
9.txt - 메모장	1.137719	1.088717	1.537823	1.855962

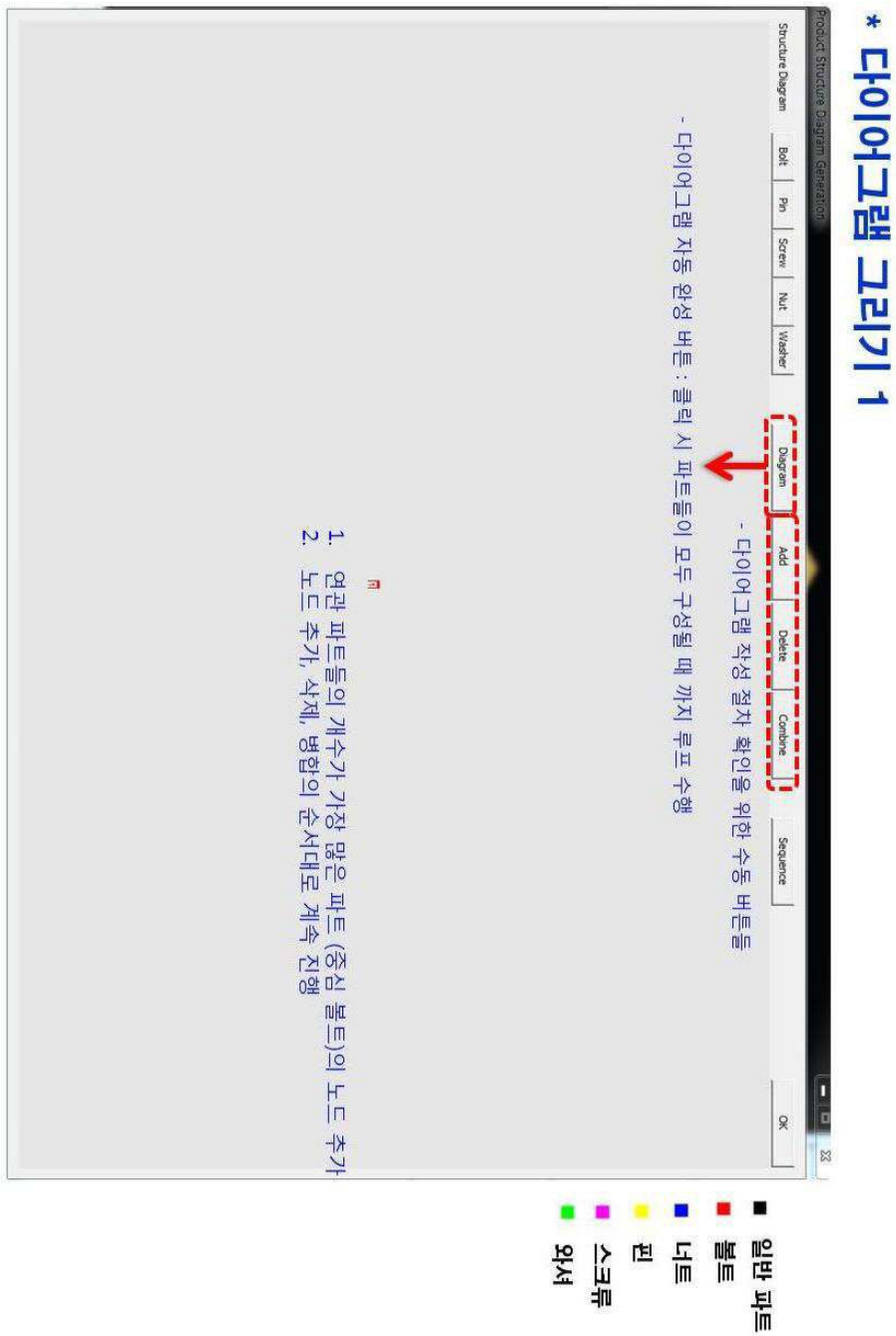
도면15



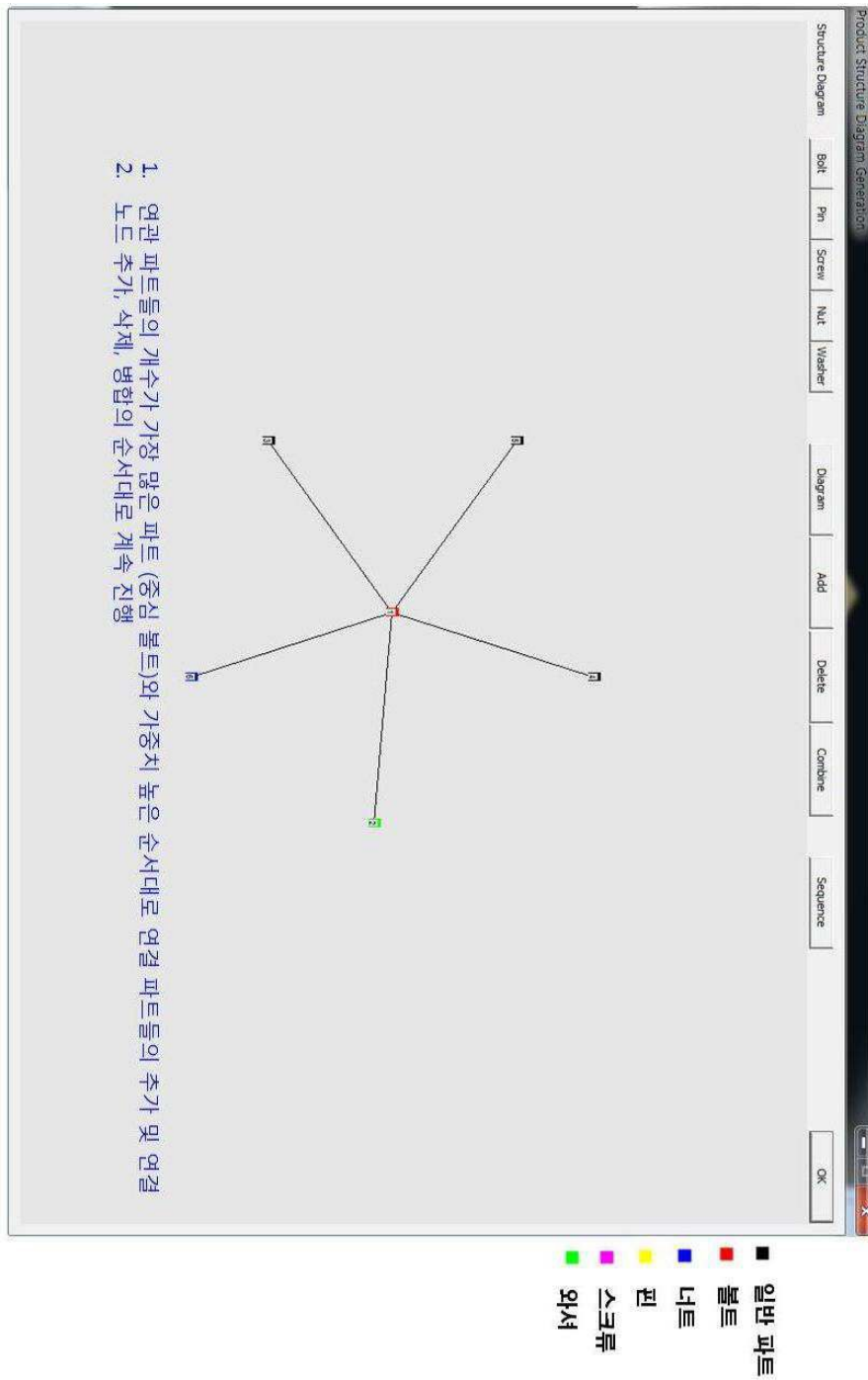
도면16



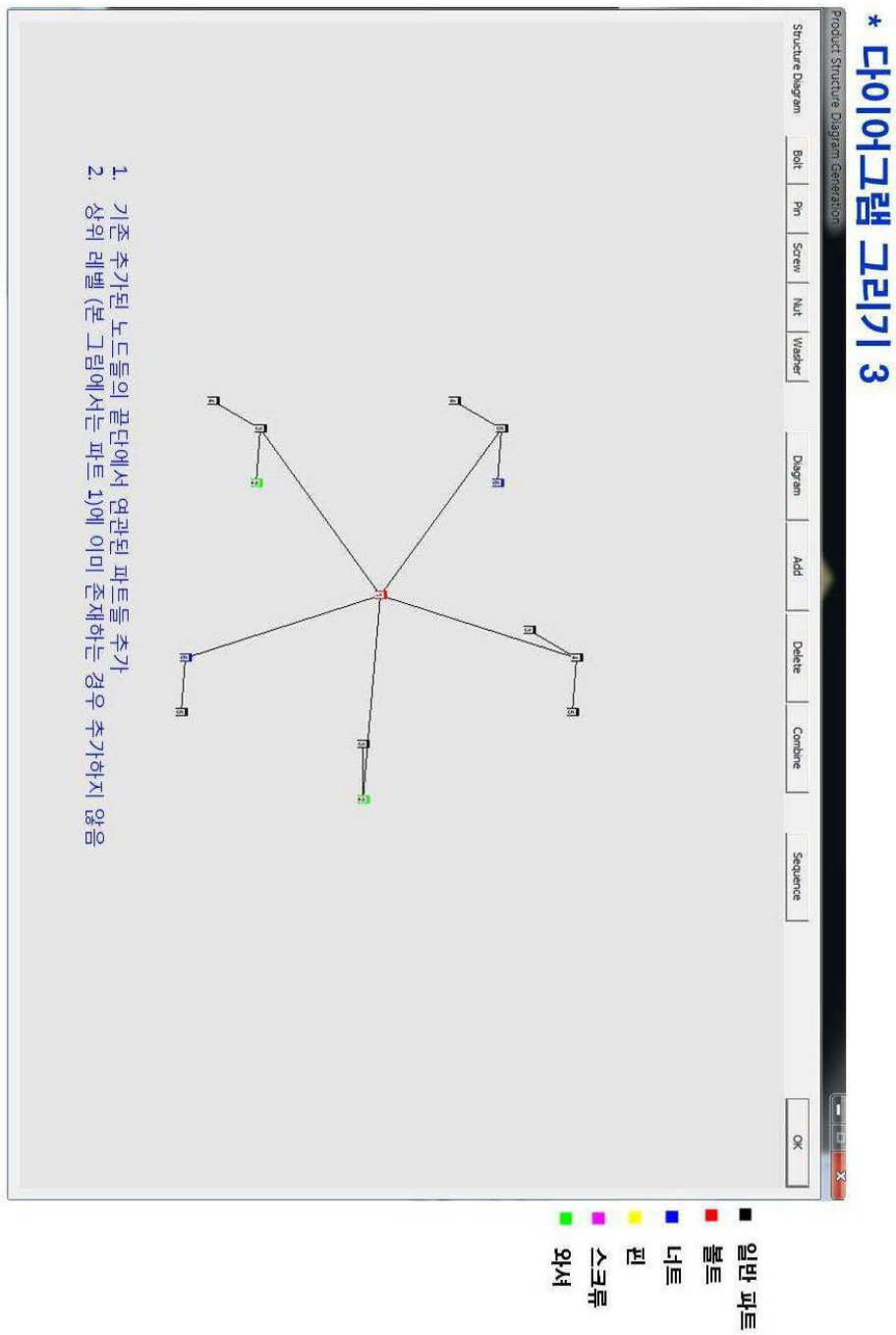
도면17



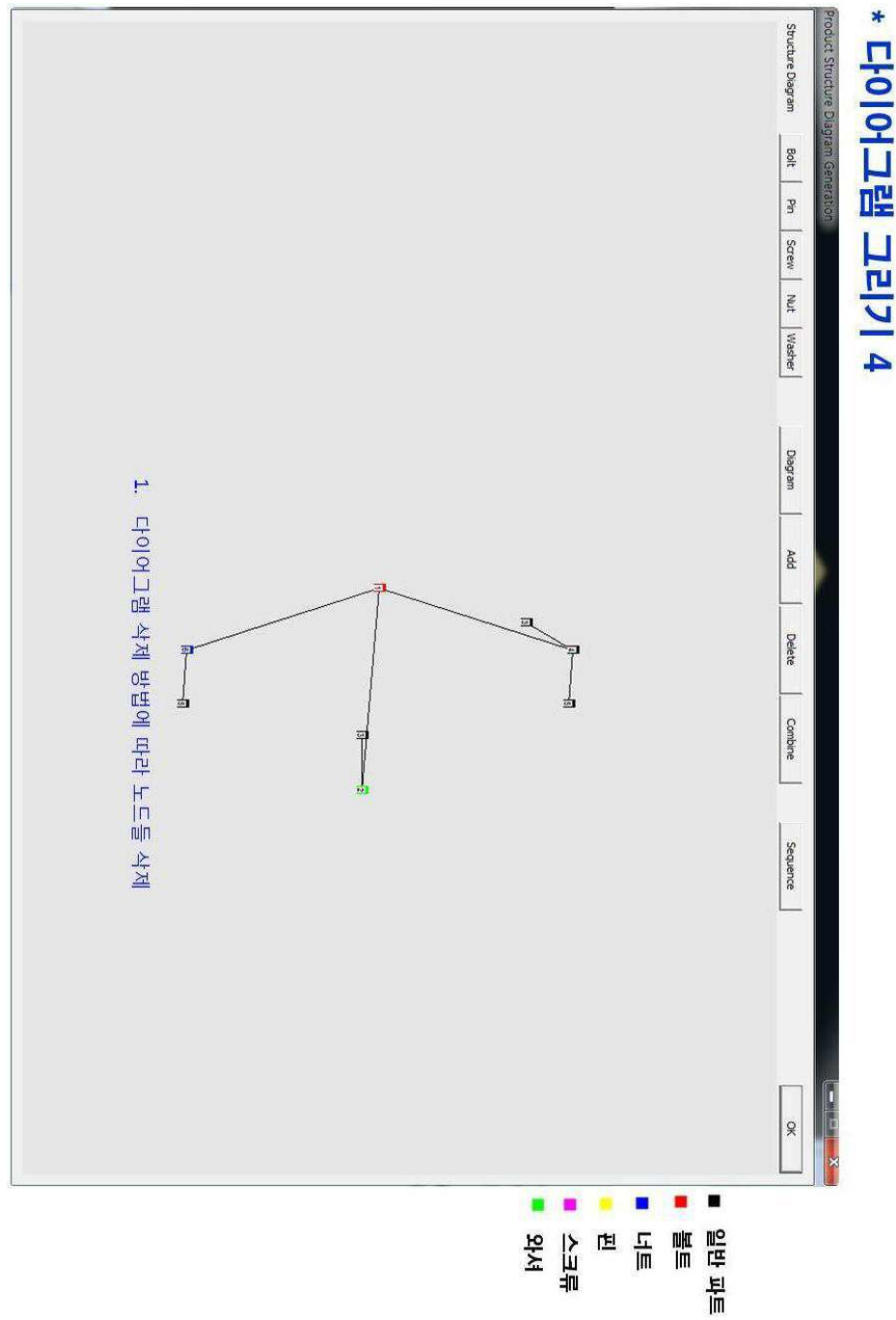
도면18



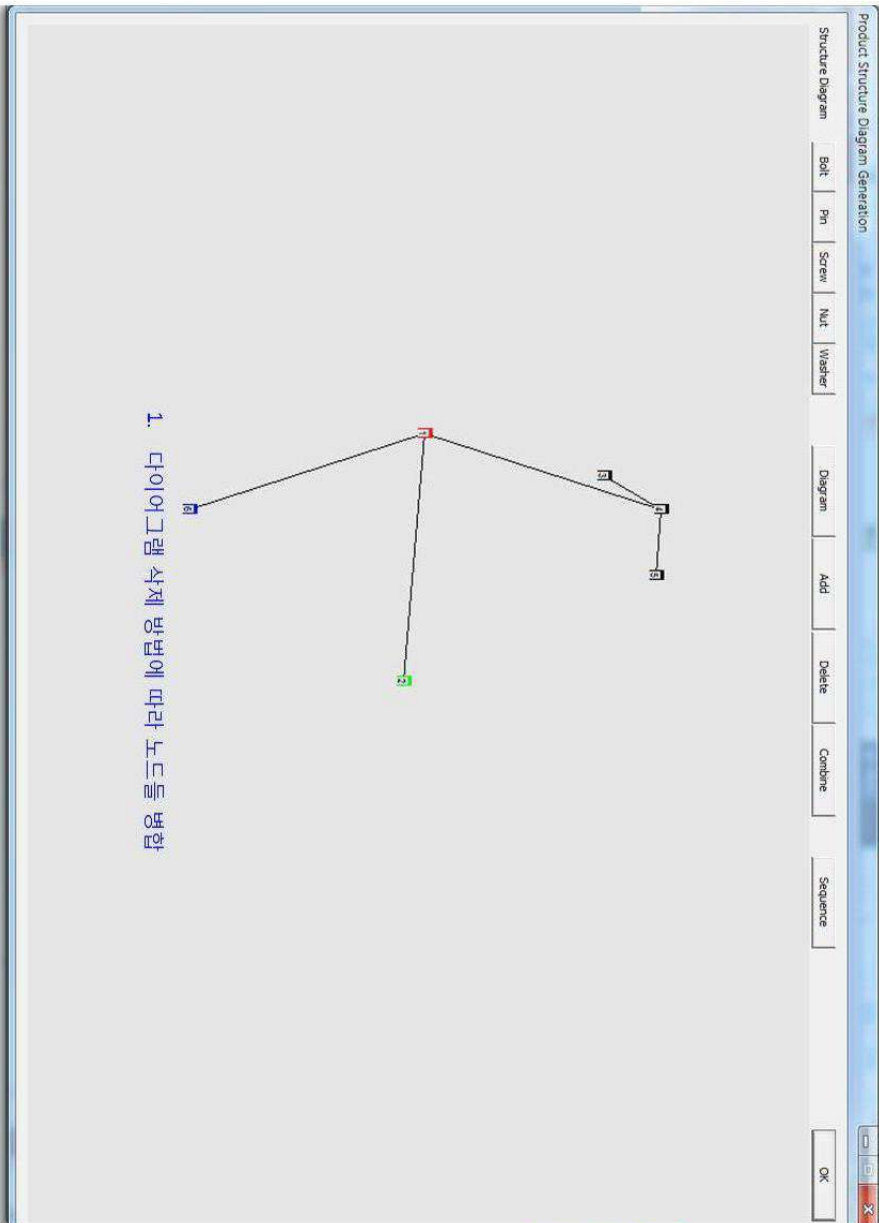
도면19



도면20



* 다이어그램 완성

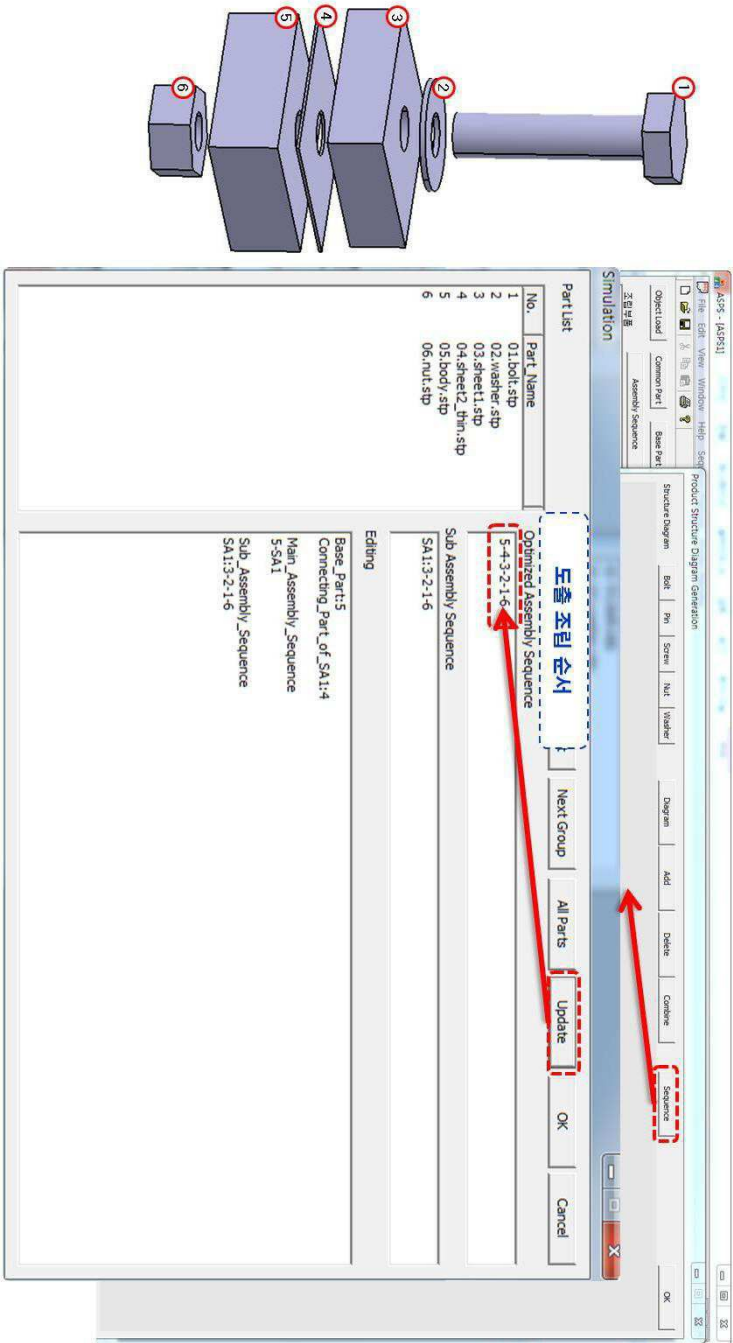


■ 일반 파트
■ 볼트
■ 너트
■ 핀
■ 스크류
■ 와셔

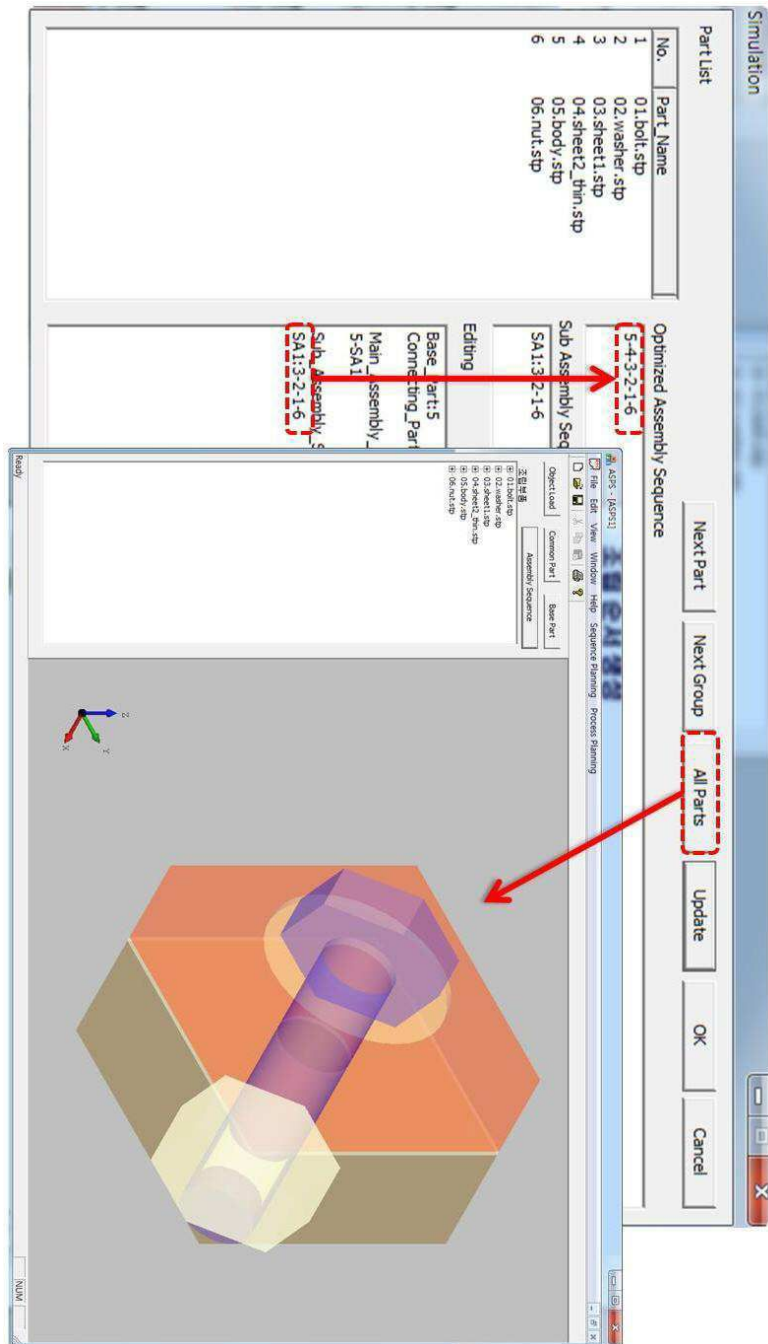
도면21

- 노드 병합 시 병합하려는 두 노드의 종류가 파트-파트를 제외한 나머지의 관계에서는 정상적으로 병합 진행
- 파트-파트 간의 병합은 공통으로 연결된 중간 파트의 질량 중심의 두 축에서의 값이 같고 나머지 한 축에서의 값이 두 파트들의 가운데에 있을 때 병합 진행

도면22



도면23



도면24

