

제품개발 초기단계의 개념적 공정설계 지원을 위한 기계부품의 외형형상 합성에 관한 연구

임진승*, 김용세#, 에릭왕**

A Study on Mechanical Part Configuration Shape Synthesis for Supporting Conceptual Process Planning in the Early Design Stage

Jin Seung Lim*, Yong Se Kim# and Eric Wang**

ABSTRACT

Tight integration of product design and process planning in the early design stage would make bigger impact as wider spectrum of design and manufacturing alternatives can be pursued and evaluated. Thus the development of systematic computer-based supporting for this integration is desirable. For this integration and process planning in the early design stage, the systematic method to synthesize shape of part from functional requirements is crucial. This research presents the methods of functional decomposition from overall function of product and synthesizing shape of part based on functional relations extracted from functional decomposition using planetary gear transmission system as an example.

Key Words : Early design stage(제품개발 초기단계), Functional relation(기능적 관계), Functional Interface(기능수행부위), Function Bridge(기능통합부위), Shape synthesis(형상합성), Planetary gear transmission system(플래닛 기어 시스템)

1. 서론

제품의 전 주기에 있어, 제품개발 초기단계가 차지하는 비중은 매우 크다. 더욱이 제품개발 초기 단계에서의 제품에 대한 개념적 공정설계의 수행은 상세개발 단계에서 발생할 수 있는 여러 가지 오류 등을 사전에 점검하여 해결할 수 있게 함으로써 제품의 품질향상과 생산원가를 절감할 수 있도록 할 수 있다. 즉 제품개발 초기단계에서의

제품설계와 공정설계를 통합함으로써 보다 폭 넓은 설계와 생산 상의 대안을 추구하고 평가할 수 있기 때문에 더욱 큰 효과를 가져올 수 있다. 따라서 제품개발 초기단계에서의 제품 설계와 개념적 공정설계의 체계적 통합을 위한 컴퓨터 원용 지원 시스템의 개발이 필요하다.

제품개발 초기단계에서는, 부여된 추상적 수준의 기능적 요구조건으로부터 이를 반영한 제품의 형상과 그리고 공간적 구속조건이 결정되게 된다. 이후 중요한 기능적 요구조건을 반영한 핵심적인

접수일: 2004년 1월 5일; 게재승인일: 2004년 8월 13일

* 성균관대학교 기계설계학과 대학원

교신저자: 성균관대학교 기계공학부

E-mail yskim@me.skku.ac.kr Tel. (031) 290-7452

** 성균관대학교 기계기술연구소

형상들만이 유기적으로 결합되어 있는 부품의 형상으로 합성되며, 이렇게 합성된 개념적 외형형상을 이용하여 개념적 공정설계가 수행될 수 있다. 이러한 개념적 공정설계의 수행은 상세설계단계에서의 공정설계의 경우와 같이 합성된 개념적 부품의 외형형상으로부터 가공 특징형상을 인식함으로써 가능하다.

따라서 컴퓨터 원용 지원 시스템을 이용한 개념적 공정설계의 수행을 위한 핵심요소로서 공정설계 대상 부품의 기능적 요구조건으로부터 부품의 개념적 외형형상을 합성할 수 있도록 하는 방법론을 필요로 한다. 이에 본 연구에서는, 기계부품의 최상위 기능적 요구조건으로부터 부품이 필요로 하는 세부 하위 기능들을 분화하고 이에 대응하는 개념적 형상들을 찾아내어 최종적으로 부품의 외형형상을 합성해내는 방법론을 소개한다.

2. 기계부품의 형상과 기능의 관계

2.1 기계부품의 형상합성을 위한 가정

본 절에서는 기계부품의 개념적 외형형상을 합성하기 위해 사용된 몇 가지 기본 가정들을 소개한다.

- **가정 1:** 모든 기계부품은 조립상태에서만 그 기능을 수행할 수 있으며, 그 기능의 의미가 명확해진다.

이는 Fig. 1(a)와 같이 볼트가 독립적으로 존재할 경우에는 볼트의 기능이 무엇인지를 명확히 할 수 없다. 그러나 Fig. 1(b)에서 보이는 것과 같이 볼트와 두 개의 평판이 서로 조립되어 있는 경우에는 볼트의 기능이 두 개의 평판을 서로 고정하기 위한 것임을 명확히 할 수 있다.

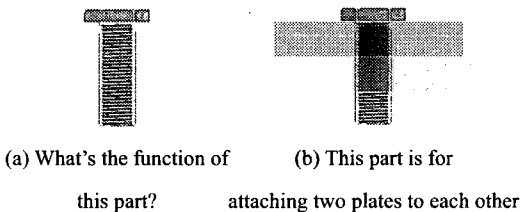


Fig. 1 Function of a bolt of an assembled structure

- **가정 2:** 기계부품이 수행하는 기능은 부품이 가지고 있는 특정 경계형상을 통하여 수행되며, 이러한 특정 경계형상은 상대부품의 특정 경계형상과 밀접한 관련성을 가지고 있다.

Fig. 2(a)의 경우와 같이 나사산이 없는 볼트는 두 개의 평판을 서로 고정시킬 수 있는 기능을 수행할 수 없다. (물론, 볼트의 직경이 평판의 구멍 직경보다 큰 경우 억지끼워맞춤을 통하여 두 개의 평판을 서로 고정시킬 수는 있으나, 이와 같은 특수한 경우는 본 연구에서 고려하지 않는다.) 그러나 Fig. 2(b)의 경우와 같이, 나사산을 가진 볼트는 역시 나사산을 가진 두 개의 평판을 서로 고정시킬 수 있다. 이렇듯 기계 부품의 기능은 부품이 가지고 있는 특정 경계형상을 통하여 수행되며 이러한 특정 경계형상을 본 연구에서는 기능수행부위(Functional Interface, FI)로 정의하였다.

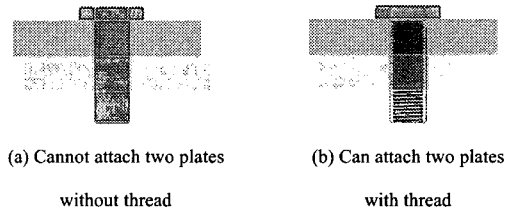


Fig. 2 Functional Interface of a bolt

- **가정 3:** 기계부품의 형상은 개념적으로, 기능을 수행하는 기능수행부위와 이 기능수행부위를 통합하여 하나의 부품의 형상이 되도록 하는 기능통합부위(Function Bridge, FB)로 구분할 수 있다.

볼트가 수행하는 고정기능을 위한 기능수행부위와 이 기능수행부위를 통합하는 기능통합부위(나사산과 볼트머리의 원형 평면)를 Fig. 3(a, b)에 나타내었다. Fig. 3(a)에 보이고 있는 기능수행부위는 고정기능을 위한 경계형상으로서, 3 차원 공간상에서 서로 연결되어 있거나 떨어져 있을 수도 있다. 또한 기능수행부위들은 경계형상이기 때문에 실제부품의 형상을 갖도록 하기 위해서는 경계형상들을 서로 연결시켜 하나의 통합된 부품의 형상을 갖도록 하는 Fig. 3(b)와 같은 기능통합부위가

필요하다. 이와 같이 기능수행부위는 기능통합부위에 의하여 Fig. 3(c)과 같은 특정기능을 수행할 수 있는 부품의 최종 형상을 갖추게 된다.

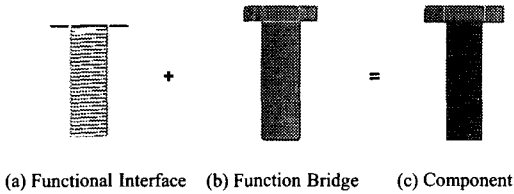


Fig. 3 Geometric composition of a component

- **가정 4:** 가정 1 ~ 가정 3 에 의하여, 기계부품의 기능분화를 통하여 얻어질 수 있는 기계부품의 세부기능들에 대응하는 기능수행부위를 얻을 수 있다면, 기계부품의 개념적 형상을 합성할 수 있다.

즉, 기계부품의 개념적 형상은 조립체 내에서의 대상부품(형상을 합성하고자 하는 부품)이 조립체 내에서 상대 부품들에 대하여 수행하는 기능들을 제품의 기능분화를 통하여 구해내고, 이에 대응하는 상대부품의 경계형상을 얻어냄으로써 대상부품이 수행하는 기능을 만족시킬 수 있는 기능수행부위들을 얻을 수 있다. 이렇게 얻어진 기능수행부위들을 하나의 통합된 부품의 형상을 갖기 위하여 가정 3 에 따라 기능통합부위를 생성해 줌으로써 최종적으로 기능적 요구조건을 수행하는 부품의 개념적 외형형상을 얻어낼 수 있다.

2.2 기능설계의 기본 개념

제품을 설계하는 데에는 크게 두 가지 방식이 있다. 첫 번째는, 현대 CAD 시스템이 제공하는 막강한 부품 설계기능에 기반한 상향식 설계 방식으로 부품의 형상을 설계한 후 이들을 조립하여 하나의 제품으로 구성하는 것이고, 두 번째는 추상적인 기능적 요구조건을 구체적인 하위 기능들로 분화하여 최하위 기능들에 대한 부품의 형상을 설계하는 하향식 설계 방식이다.² 후자의 경우는 제품개발 초기단계, 즉 개념설계 단계에서 적용될 수 있다. 이러한 하향식 설계 방식을 사용하기 위하여는 제품의 기능을 표현하는 체계화된 분류체계가 필요하며, 이에 Kirschman 등은 기계제품의

기능들을 Motion, Control, Power/Matter 그리고 Enclosure 의 4 가지 기본 기능그룹으로 분류하였으며, Table 1 의 우측에 표시된 단어들을 조합하여 기계부품의 기능을 표현할 수 있게 하였다.³

Table 1 Basic function groups³

Function	Description
Motion	- Rotary, Linear, Oscillatory, Other - Create, Convert, Modify, Transmit - Flexible, Rigid
Control	- Power, Motion, Information - Continuous, Discreet - Modification, Indication
Power/Matter	- Store, Intake, Expel, Modify, - Transmit - Electrical, Mechanical, Other
Enclosure	- Cover, View, Protect - Removable, Permanent - Support, Attach, Connect - Guide, Limit

본 연구에서는 예제부품으로 사용된 플래닛 기어 시스템의 하향식 기능설계를 수행하기 위하여, Table 1 에 굵게 강조하여 나타낸 기능들을 사용하였다.

3. 플래닛 캐리어의 기능설계

가정 1 에 의하여, 부품의 외형 형상을 합성하기 위하여는 대상부품이 그 기능을 수행하는 조립체의 총체적 기능 및 대상부품과 기능적으로 연관되어 있는 부품과의 상관관계를 알고 있어야 한다. 이러한 상관관계는 부품의 기능설계를 통하여 구해질 수 있다.

부품의 기능설계 결과와 부품의 형상과의 관계를 컴퓨터 시스템 상에서 연결하기 위하여는 기능설계 단계에서부터 기능과 관련된 데이터 구조를 갖추고 있어야 한다. Gui 등은 하향식 기능설계를 위한 컴퓨터 시스템을 제안하였다.⁴ 이 시스템에서 표현되는 개념적 조립체는 멀티그래프 구조로 구조화되며, 그래프의 각 노드는 부품을 나타내는 컴포넌트 또는 컴포넌트들 간의 조립관계를 나타내는 커넥터로 표현된다. 홍진웅은 Gui 등이 제안한 멀티그래프 구조를 이용하여 기계제품의 하향식 설계 및 설계과정을 모델링 할 수 있으며, 더불어 기능설계의 진행 단계마다 비다양체

모델을 사용하여 하향식으로 제품의 형상설계를 수행할 수 있는 시스템을 제안하였다.⁵ 한편으로는 다단기어 시스템과 같은 특정 기계 시스템에 국한하여 구성부품들간의 배치를 최적화하여 할 수 있는 알고리즘 개발에 관한 연구가 진행되었다.⁶ 그러나 이상의 연구들은 제품개발 초기단계에서의 공정설계를 수행할 수 있는 수준을 갖는 부품의 형상합성보다는 조립체의 조립관계 또는 기계시스템의 설계과정의 모델링에 중점을 둔 것이다.

Gui 등이 제안한 멀티그래프 구조는 본 연구의 기능설계 방법론의 개발에 동기가 된 것으로, 이를 더욱 확장하여 활용하고자 Fig. 4 에서 보이는 바와 같이 4 개의 설계요소를 정의하였다. 팔호 형태로 표현된 요소는 제품의 총체적 기능을, 사각형의 설계요소는 기계부품이 수행하는 기능의 입력과 출력 요소를 표현하기 위한 것이다. 그리고 다이아몬드와 타원의 설계요소는 각각 부품간의 기능적 관계와 부품을 나타낸다.

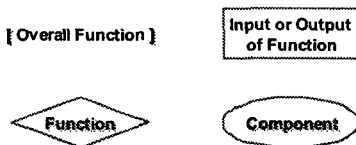


Fig. 4 Design entities for functional design

본 연구의 예제로 사용된 플레닛기어 시스템은 외부로부터 회전운동을 입력으로 받아, 링기어, 플레닛기어, 그리고 썸기어의 조합에 의하여 속도를 변환하여 다시 회전운동으로 출력해주는 기계장치이다. 본 연구에서는 플레닛기어의 총체적 기능을 “Transmit rotary motion (of input part) to rotary motion (of output part)”으로 정의하였으며, 이는 본 연구에서 형상을 합성하고자 하는 플레닛캐리어가 수행해야 할 기능이기도 하다. 플레닛기어 시스템은 기어들의 조합에 의하여 여러 가지 모드로 작동할 수 있으나 본 연구에서는 회전속도를 증가시키는 증속모드를 선정하여 기능설계를 수행하였다. Fig. 5 에 플레닛기어 시스템의 증속 메커니즘을 간략히 도식화하였다. 회전 속도를 증가시키기 위해서는 외부로부터의 회전운동이 (a)스플라인축을 통하여 (b)플레닛캐리어로 전달되고, 이어 플레닛

캐리어의 회전운동은 (c)플레닛기어의 회전운동으로 전달되는데, 이때 썸기어를 고정 상태로 두면, 플레닛기어는 자전과 공전을 병행하게 되며, 이에 연결되어 있는 (d)링기어가 회전하게 되어 출력으로 회전운동을 전달하게 된다. 여기서 썸기어는 고정되어 있는 상태로 플레닛기어의 회전운동을 안내하는 기능을 수행하기 때문에, 운동의 전달경로를 나타내는 메커니즘에는 표현되지 않는다.

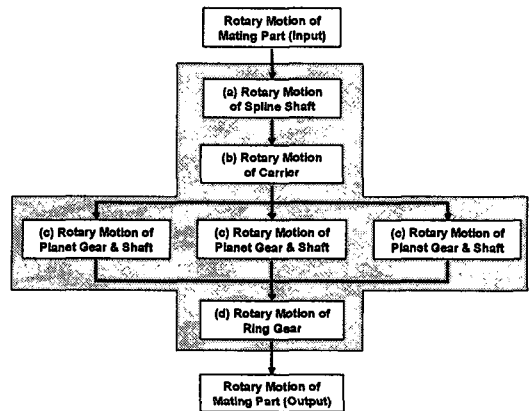


Fig. 5 Mechanism of speed up mode of planetary gear transmission

Fig. 6 에는 본 연구에서 정의된 4 개의 설계요소를 사용하여 플레닛기어 시스템이 회전운동을 전달하기 위한 기능을 수행할 수 있는 가장 간단한 개념적인 기능설계를 수행하여 나타내었다. 기능분화를 수행하기 위하여 정의된 “Transmit rotary motion to rotary motion”의 총체적 기능으로부터, 회전운동의 입력과 이를 다시 회전운동의 출력으로 전달해 주는 기능으로 구체화 할 수 있으며 입력의 회전운동을 수행하는 기계요소와 출력의 회전운동을 수행하는 기계요소를 각기 스플라인축과 링기어로 선정할 수 있다. 여기서 스플라인축의 회전운동을 링기어의 회전운동으로 전달하기 위하여 전달기능은 다시 캐리어를 통한 회전운동의 전달로 세분화될 수 있으며, 캐리어로부터 링기어로의 회전운동의 전달은 다시 플레닛축과 플레닛기어를 통하여 전달될 수 있도록 기능분화하였다. 도시한 바와 같이, 기능분화와 기능수행의 방향은 각기 “점선+화살표”와 “실선+화살표”로 그

리고 입/출력과 이를 수행하게 되는 부품간의 연관성은 “원+실선+원”의 관계요소를 사용하여 표현하였다. 여기서 전달기능은 “기능-모션-기능”의 형태로 분화될 수 있는데 분화된 두 개의 좌우 하위

기능 중 적어도 하나는 상위 기능의 표현을 그대로 사용하도록 하였으며 나머지 하위 기능은 Enclosure 그룹의 기능을 사용할 수 있다.

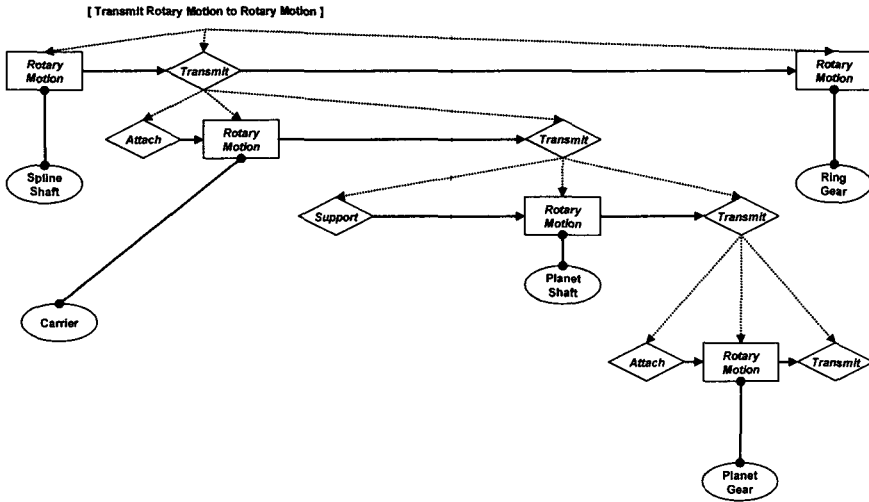


Fig. 6 Functional design of a planetary gear transmission system for speed-up

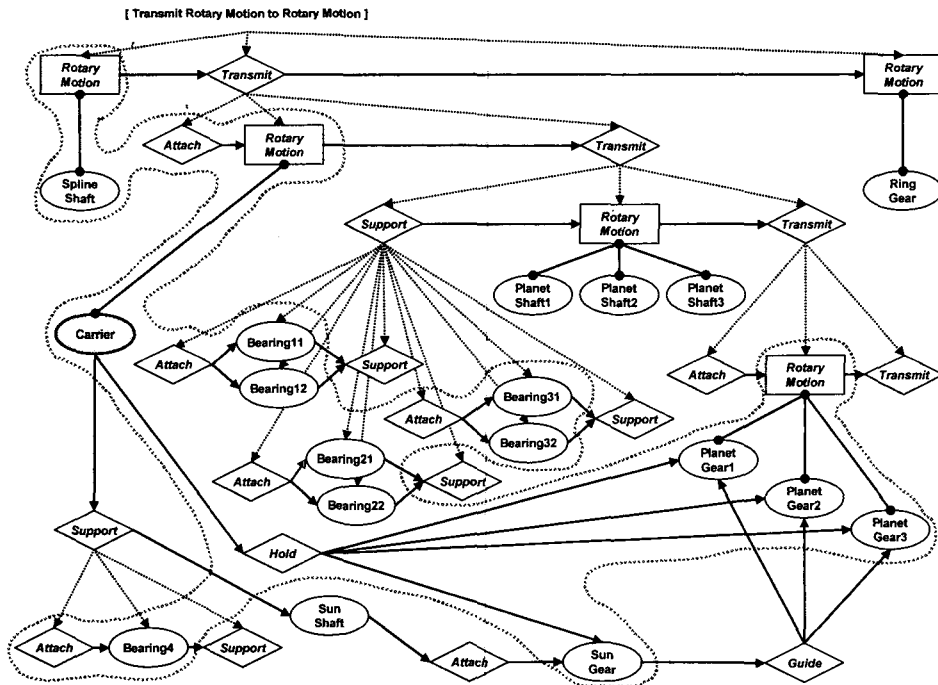


Fig. 7 Final functional design of a planetary gear transmission system for speed-up

앞서 언급한 바와 같이, 증속모드에서 썸기어는 회전운동의 전달기능에 있어 직접적인 기능을 수행하지 않기 때문에 Fig. 6 에 보이고 있는 기능설계도에는 표현되어 있지 않다. 그러나 플래닛기어의 회전운동을 안내하는 기능의 필요에 의하여 썸기어를 기능설계에 포함시킬 수 있으며, 다시 썸기어는 캐리어의 지지를 받는 썸기어 축에 고정되어 안내 기능을 수행할 수 있다. 이상의 기능설계에 대하여 보다 세부적으로 기능분해를 수행할 수가 있는데, 최종적인 기능설계 결과를 Fig. 7 에 도시하였다. 캐리어로부터 플래닛축으로의 회전운동 전달기능의 하위 기능인 지지기능은 다시 “고정-베어링-지지”로 분화될 수 있다. 여기서 베어링에 의한 지지는 두 개의 베어링에 의하여 축의 양단을 지지하도록 하였다. 다시 회전운동을 하는 플래닛기어의 개수를 세 개로 정의를 하면, 이에 따라서 두 개의 플래닛축과 두 개의 베어링 쌍이 추가로 필요하게 된다. 이와 동일하게 캐리어에 의한 썸기어 축의 지지는 축의 한쪽 단만을 베어링에 의해 지지되도록 기능분해를 수행할 수 있다. Fig. 7 에 표현된 안기의 기능은 기어와 같이 회전운동을 하는 부품과의 간섭이 없으면서, 회전운동 등을 위한 공간제공기능을 표현한다.

4. 플래닛 캐리어의 형상합성

4.1 기능적 관계 추출

플래닛기어의 형상을 합성하기 위하여는 Fig. 7 과 같은 기능설계의 결과로부터 플래닛기어가 수행하는 기능 및 그 기능의 대상이 되는 부품들의 정보를 추출해야 한다. Fig. 8 에는 Fig. 7 의 기능설계 결과에서 강조하여 나타낸 부분의 정보들만 추출하여 재 구성된, 플래닛캐리어의 기능적 관계를 보이고 있다.

4.2 기능수행부위 추출

추출된 플래닛캐리어의 기능적 관계를 이용하여 형상을 합성하기 위하여, 각각의 기능적 관계에 대한 기능수행부위를 생성하여야 한다. 기능수행부위는 가정 2 에 의하여 수행기능의 대상이 되는 부품의 특정경계영역의 형상과 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며, 이는 실제 부품에 있어 부품의 의도기능을 수행할 수 있도록 기계가공을 통하여 생성되는 가공 특정형상의 경계형상과도 매우 밀접

한 관계를 가지고 있다.⁷ Fig. 9 에는 플래닛캐리어가 수행하는 기능의 상대부품들이 보여지고 있다. 본 연구에서는 상대부품들은 이미 설계되어있다고 가정하였다.

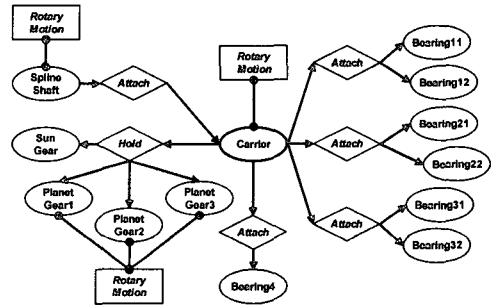
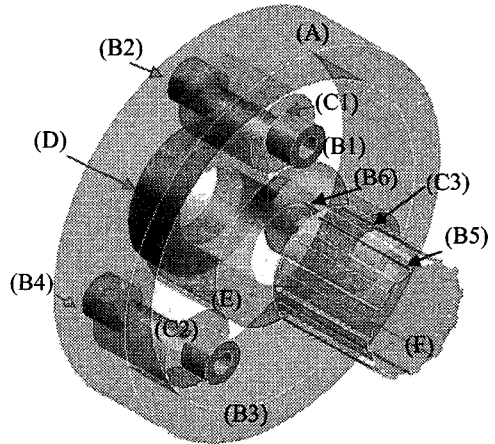


Fig. 8 Extracted functional relations of a carrier

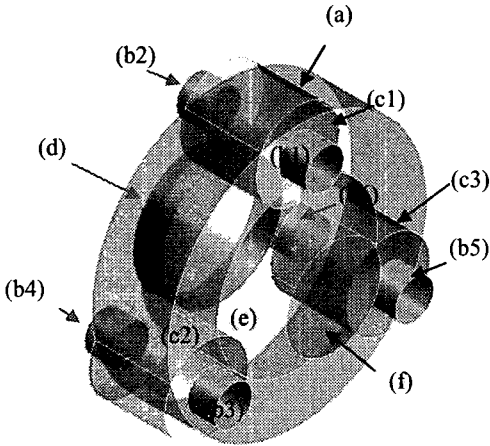


Symbol	Description
(A)	링기어
(B1) ~ (B6)	플래닛기어 베어링
(C1) ~ (C3)	플래닛기어
(D)	썸기어 베어링
(E)	썸기어
(F)	스플라인축

Fig. 9 Assembled structure of a conceptualized mating parts

Fig. 10 에는 Fig. 8 에서의 기능적 관계로부터의 정보와 Fig. 9 에 보이고 있는 상대부품들의 형상 정보를 이용하여 생성되는 기능수행부위들이 보여지고 있다. 이러한 상대부품의 형상정보를 이용한

기능수행부위의 생성은 상대부품의 3 차원 솔리드 모델의 기능수행부위의 정보를 추출함으로써 가능하며, 생성된 기능수행부위는 상대부품의 기능수행부위와 정반대의 방향성을 가지게 된다. (즉 법선벡터의 방향이 정반대가 된다.)



Symbol	Description
(a)	링기어에 의한 기능수행부위
(b1)~(b6)	플래닛기어 베어링에 대한 기능수행부위
(c1)~(c3)	플래닛기어에 대한 기능수행부위
(d)	선기어 베어링에 대한 기능수행부위
(e)	선기어에 대한 기능수행부위
(f)	스플라인축에 대한 기능수행부위

Fig. 10 Functional Interfaces of a carrier

4.3 형상 합성

기능수행부위들은, 그 각각이 경계형상을 나타내기 때문에 3 차원 솔리드의 형상을 갖는 최종 부품으로 합성되기 위해서는 기능통합부위를 생성하여야 한다. 이와 같은 기능통합부위의 생성은 Fig. 11 ~ Fig. 14 에서 보이는 바와 같이, 각각의 기능수행부위에 대한 closed halfspace 를 생성한 후 불리언 연산을 통하여 생성할 수 있다. Fig. 11 은 Fig. 10 에서의 (b2), (b4), (b6)플래닛기어 베어링에 대한 기능수행부위들과 (d)선기어 베어링에 대한 기능수행부위들의 closed halfspace(화살표의 방향이 halfspace 를 의미함)들의 불리언 연산에 의해 생성된 3 차원 솔리드 형상을 보이고 있다. Fig. 11 에서 보이고 있는 형상의 경우 최외각 경계면의 역할을 할 기능수행부위가 존재하지 않기 때문에 자유곡면으로

표현된 경계면은 그 형상이 아직까지 확정되지 않은 상태이다.

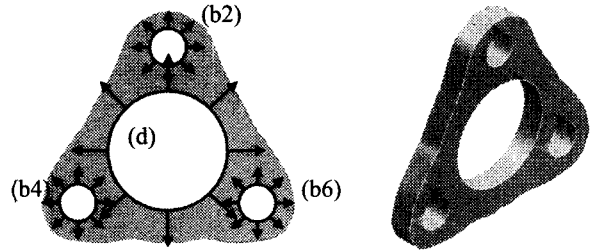


Fig. 11 Closed halfspaces of Functional Interfaces for attaching bearings and Boolean operation of halfspaces
(See (b2), (b4), (b6) and (d) of Fig. 10)

Fig. 12 는 Fig. 10 의 (a)링기어에 의한 기능수행부위와 (c1), (c2), (c3) 플래닛기어에 대한 기능수행부위들의 closed halfspace 들의 불리언 연산에 의해 생성된 솔리드 형상을 보이고 있다. Fig. 12 에 보여지고 있는 솔리드 형상의 경우 링기어에 의한 기능수행부위가 최외각 경계면의 역할을 하므로 Fig. 11 의 경우와 달리 불리언 연산의 결과가 완전한 경계형상들로만 이루어진 세 개의 솔리드 형상을 얻을 수 있다.

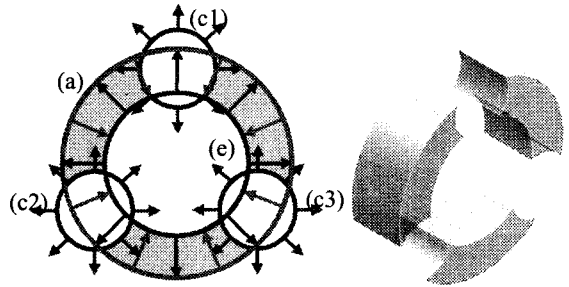


Fig. 12 Closed halfspaces of Functional Interfaces for holding gears and Boolean operation of halfspaces
(See (a), (c1), (c2) and (c3) of Fig. 10)

Fig. 13 은 Fig. 10 의 (b1), (b3), (b5) 플래닛기어 베어링에 대한 기능수행부위들의 closed halfspace 들의 불리언 연산에 의해 생성된 3 차원 솔리드 형상을 보이고 있다. Fig. 11 의 경우와 마

찬가지로 최외각 경계면의 역할을 할 기능수행부위가 존재하지 않기 때문에 자유곡면으로 표현된 경계면은 그 형상이 아직까지 확정되지 않은 상태이다.

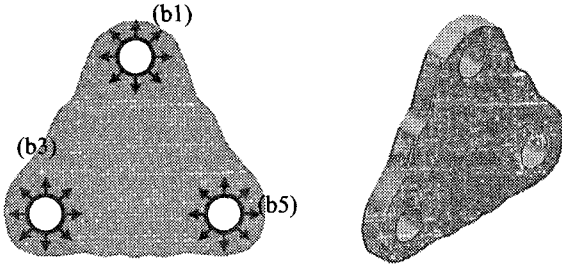


Fig. 13 Closed halfspaces of Functional Interfaces for attaching bearings and Boolean operation of halfspaces



Fig. 14 Closed halfspace of Functional Interface for attaching spline shaft (See (f) of Fig. 10)

Fig. 14 는 Fig. 10 의 (f)스플라인축에 대한 기능수행부위의 closed halfspace 를 보이고 있다. Fig. 15 에는 각각의 기능수행부위들 간의 불리언 연산을 통하여 얻어진 3 차원 솔리드 형상들이 보여지고 있다. 이 각각의 솔리드 형상을 통합하여 하나의 통합된 부품형상을 얻기 위하여 불리언 유니온을 수행하게 된다. 이상과 같이 생성된 기능수행부위들에 대한 closed halfspace 들의 불리언 연산을 통한

하나의 부품형상의 합성은, 부품의 개념이 상호연관성을 가지고 있는 특징형상들의 조립체라는 것과 그 맥락을 같이한다.⁸

Fig. 15 에서와 같은 불리언 연산을 통해 생성된 하나의 통합된 솔리드 형상 또한, Fig. 15(a, c)와 같이 아직까지 최외각 경계면의 형상이 결정되지 않은 부분이 존재하기 때문에 최종적인 최외각 경계면의 형상이 결정되지 않았다. Fig. 16(a)에 보이고 있는 플래닛캐리어의 개념적 형상은 Fig. 15(b)에서와 같이 회전체인 링기어에 의해 생성되는 최외각 경계면의 형상을 반영하여 합성된 결과이다.

이와 같이, 최외각 경계면의 형상을 유추할 수 있는 기능수행부위가 존재하지 않을 경우에는 본 예제 부품이 회전체라는 구속조건에 의하여 최외각 경계면의 형상을 원통형으로 정의할 수도 있을 것이다.⁹ 또한 부품의 대략적인 최외각 경계면의 형상은 주조나 용접 등과 같은 1 차 가공공정에 크게 영향을 받으므로¹⁰, 이를 최외각 형상에 대한 구속조건으로 사용할 수도 있다. 여기서 전제되어야 할 것은 본 연구의 궁극적인 목표가 개념단계에서 합성된 부품의 형상을 이용한 공정설계의 수행임을 고려하여 최외각 형상 또한 개념단계 수준에서 가공이 가능할 수 있도록 간단한 형상으로 구현되어야 한다.

Fig. 16(c)에 보이고 있는 플래닛캐리어의 형상은 플래닛기어 베어링에 대한 기능수행부위가 삼각형의 배치 특성을 가지고 있는 것을 반영하여 합성된 결과이다.¹¹ Fig. 16(b, d)는 각각 Fig. 16(a, c)에서 보이는 것과 같은 개념적으로 합성된 플래닛캐리어와 상대부품들간의 조립체를 보이고 있다.

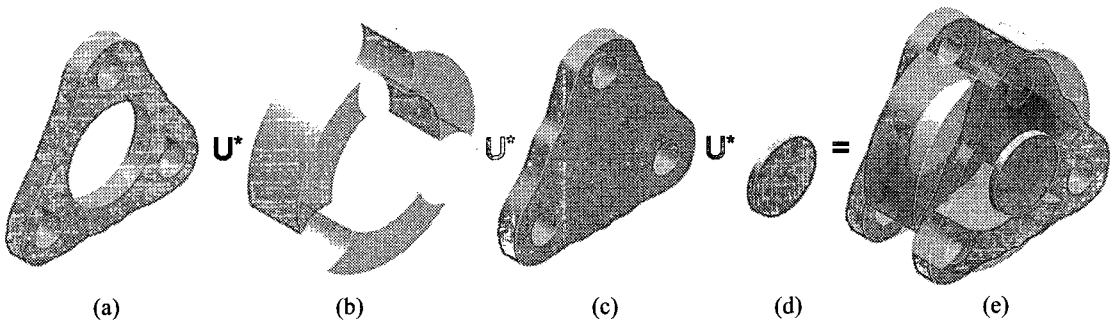


Fig. 15 Boolean operation of discrete solids generated from Functional Interfaces

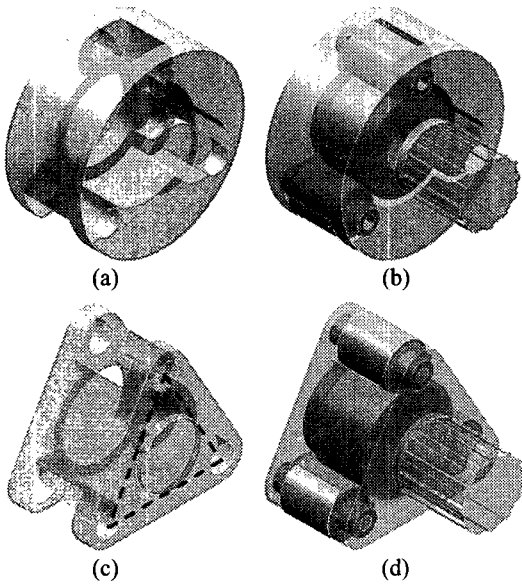


Fig. 16 Synthesized shapes of carrier and assembled structures (Not showing ring gear)

5. 결론

본 연구에서는 회전운동을 전달하는 플래닛 기어 시스템을 예제로 하여, 개념단계에서의 기능 설계와 부품의 공정설계 수행을 위한 부품의 형상 합성 방법론을 제시하였다. 더불어 부품의 형상은 조립체 내에서 요구되는 의도기능을 수행할 수 있도록 하는 기능수행부위와 이러한 기능수행부위를 통합하여 하나의 부품형상을 갖도록 하는 기능통합부위로 구분될 수 있으며, 이들을 이용하여 개념 단계에서의 공정설계 수행에 있어 필요한, 부품의 개념적 형상이 합성될 수 있음을 보였다. 본 결과를 기반으로 하여 실제 산업체의 다양한 부품의 기능과 형상의 관계에 관한 지속적인 연구 및 부품의 형상합성을 진행 중에 있다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2001-000-01106-0) 및 과학기술부 국가지정 연구실 사업(M1-0318-00-0054) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Nederbragt, W., Allen, R., Feng, S., Kaing, S., Sriram, R. and Zang, Y. "The NIST Design/Process Planning Integration Project," Proc. of AI and Manufacturing Research Planning Workshop, pp. 135- 139, 1998.
2. Van Holland, W., "Assembly Features in Modeling and Planning," Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, 1997.
3. Kirschman, C. F. and Fadel, G. M., "Classifying Functions for Mechanical Design," Journal of Mechanical Design, Vol. 120, No. 3, pp. 475 - 482., 1998.
4. Gui, J. K. and Mäntylä, M., "Functional Understanding of Assembly Modelling," Computer-Aided Design, Vol. 26, No. 6, pp. 435 - 451, 1994.
5. Hong, J. W., "Framework of CAD System Supporting Top-down Functional Design and Design Process Modeling of Mechanical Products," Ph. D. Thesis, Seoul National University, Korea, 1991.
6. Chong, T. H., Lee, S. J., Bae, I. and Park, G., "Development of a Design System for Multi-Stage Gear Drives (1st Report: Proposal of Formal Processes for Dimensional Design of Gear)," J. of the KSPE, Vol. 17, No. 9, pp. 202 - 209, 2000.
7. Lim, J. S. and Kim, Y. S., "A Study on the Relations among the Feature, Function and Manufacturing Process to Integrate the Part Design and Process Planning in the Early Design Stage," Proc. of the KSPE, pp.540 - 545, May 2002.
8. Shah, J. J. and Rogers, M. T., "Assembly Modeling as an Extension of Feature-based Design," Research in Engineering Design, Vol. 5, pp. 218 - 237, 1993.
9. Kim, Y. S. and Feng, S. C., "Case Studies to Understand the Relations among Function, Form and Manufacturing Process for Integration of Process Planning into Early Design Stage," Proc. of ASME Conf. Comp. and Inform. in Eng., Las Vegas, 1999.
10. Boothroyd, G., Dewhurst, P. and Knight, W., "Product Design for Manufacture and Assembly," Marcel Dekker, 1994.
11. Lim, J. S., Kim, Y. S. and Wang, E., "A Study on Part Configuration Shape Synthesis for Process Planning in the Early Design Stage," Proc. of the KSPE, pp.899 - 904, June 2003.