

자전거 편집설계를 위한 부품형상 정보 모델 기반 CAD 라이브러리 제어 방법

명병수^a, 이재선^a, 김병철^b, 문두환^{a*}, 이한민^c, 박성환^c

Method of Controlling CAD Library Based on Part-shape Information Model for Bicycle Configuration Designs

B.S. Myung^a, J. Lee^a, B.C. Kim^b, D. Mun^{a*}, H. Lee^c, S. W. Park^c^a Department of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook National University, Republic of Korea^b Department of Mechanical Engineering, Dong-A University, Republic of Korea^c Mechanical Systems Safety Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials, Republic of Korea

ARTICLE INFO

Article history:

Received	27	August	2013
Revised	24	October	2013
Accepted	20	November	2013

Keywords:

Bicycle configuration design
 CAD library control
 Parametric modeling
 Part shape information model

ABSTRACT

A library of parametric CAD models should be provided for the reuse of design data in configuration design. Mechanical products have many options and parameters, which in turn, require a large number of CAD models for configuration designs. Existing methods for library construction are limited in their ability to decrease the number of CAD models and ensure independency between the configuration design system and the library. To solve these problems, we propose a method that controls a CAD library based on part-shape information model, and also present its technical details. To verify the proposed method, a CAD library for bicycles was constructed and design modification experiments using a prototype part-shape controller were performed. From the experiments, we found that the proposed method can effectively decrease the required number of CAD models by reusing models for configuration designs.

1. 서론

국내 자전거 제조업체는 선진 업체에 비해 규모가 영세하고 설계, 생산 및 연구개발 능력이 부족하여 신제품 개발이나 해외 시장 진출에 많은 어려움을 겪고 있다^[1]. 설계 자동화 측면에서 자전거 설계 지식을 전산화한 편집설계 시스템을 개발하여 설계 과정을 자동화하고 구조해석이나 시제품 제작 등에 활용하면 자전거 제조업체의 개발 역량을 강화하는데 도움이 된다.

현재 판매되고 있는 상용 자전거 편집설계 시스템은 BikeCAD^[2], RattleCAD^[3], Linkage^[4] 등이 있다. 이 시스템들은 부품 치수 변

경, 규격 부합 검사, 기구학 해석 기능을 제공 한다. 그러나 이 시스템들은 2D CAD 모델 기반의 편집설계 시스템이어서, 구조해석이나 시제품 제작 등을 지원하는데 한계가 있다. 따라서 3D CAD 모델 기반의 편집설계 기능^[5]을 제공하는 자전거 설계 자동화 시스템 개발이 필요하다.

편집설계 시스템에서 사용자는 라이브러리를 검색하여 적합한 콘텐츠(CAD 모델)를 찾은 후 설계요구에 따라 CAD 모델을 변경한다. 따라서 편집설계를 위해서는 설계 변경이 가능한 파라메트릭 CAD 모델이 제공되어야 한다^[6-9].

CAD 라이브러리 구축을 위한 기존 방법들은 CAD 모델의 수를

* Corresponding author. Tel.: +82-54-530-1271

Fax: +82-54-530-1278

E-mail address: dhmun@knu.ac.kr (Duhwan Mun).

줄이고 편집설계 시스템과 CAD라이브러리 간의 독립성을 확보하는데 한계가 있다.

편집설계 시스템용 CAD 라이브러리를 구축할 때는 파라메트릭 모델링 기법에 기반 한 파트 패밀리 기능을 활용하여 형상을 변경할 수 있는 CAD 모델을 제작한다^[10]. 파트 패밀리 기능을 사용하면, 치수, 수식, 특정형상의 유무, 그리고 단품의 유무를 제어할 수 있고, 조건식의 처리가 가능하다. 그러나 치수와 수식의 제어를 제외한 다른 기능들의 제공 여부는 CAD 시스템마다 다르다. 따라서 범용성 측면에서는, CAD 모델링 작업에 치수와 수식만을 사용하는 것이 유리하다. 그러나 CAD 라이브러리 구축에 필요한 CAD 모델의 수를 줄이는 것은 매우 어렵게 된다. 예로, 자전거 프레임 부품의 편집설계를 위해서는 약 천만 개의 CAD 모델이 필요하다.

파트 패밀리 기능을 사용하여 CAD 라이브러리를 구축할 경우 앞에서 설명한 부품 형상의 제어에 관한 주요 정보들이 CAD 모델 내에 저장된다. 부품 형상에 관한 정보가 CAD 모델 내에 저장되면, 이 정보에 접근하기가 어려워 정보의 재사용이 힘들다. 이에 따라 편집설계 시스템은 부품의 형상을 제어하는데 필요한 정보를 얻을 수 없다. 이로 인해 편집설계 시스템과 CAD 라이브러리간의 독립성을 확보하는데 한계가 존재한다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서, 부품형상 정보 모델에 기반하여 CAD 라이브러리를 제어하는 방법을 제안하고 상세 기술을 설명한다. 그리고 자전거 CAD 라이브러리를 구축하고 프로토타입 부품형상 제어기를 이용한 CAD 모델 변경 실험을 수행하여 제안하는 방법을 검증한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절에서는 편집 설계용 CAD 라이브러리 구축에 관한 기존 연구들을 살펴본다. 3절에서는 자전거를 구성하는 주요 부품들을 설명한다. 4절에서는 자전거 부품의 분석을 통해, 부품의 주요 옵션 및 파라미터를 식별하고 분류한 후, 이를 바탕으로 부품형상 정보 모델을 정의한다. 5절에서는 프로토타입 부품형상 제어기를 구현하여, 자전거 부품의 CAD 모델을 변경하는 실험의 수행결과를 논의한다. 마지막으로 6절에서는 결론을 맺고, 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

문두환 등^[10]은 e-Catalog 시스템에서 CAD 모델을 생성하기 위해서 CAD 시스템에서 제공하는 파트 패밀리 기능을 활용하여 테이블 파라메트릭 모델을 정의한 후 설계 파라미터 세트를 이용하여 설계 치수를 변경하는 방법을 제안하였다.

이강수 등^[11]은 고체 추진기관의 기본 설계를 위해서 자전거 CAD 라이브러리를 구축하였다. 부품들간의 조립과 관련되는 상관 치수의 경우, 부품 CAD 모델에서 동일한 파라미터를 사용하여

설계 치수가 변경될 시에 관련된 부품 CAD 모델들이 자동으로 변경될 수 있도록 하였다.

장석 등^[12]은 전투기의 구성품을 Front Body, After Body, Wing, Horizontal Tail, Vertical Tail, Canopy, Nozzle로 구분한 후 각각의 부품들에 대한 CAD 모델을 생성하였다. CAD 모델의 생성을 위해서 파라미터와 수식을 이용한 기본 파라메트릭 모델링 기능을 사용하였다.

이상현 등^[13]은 금형 설계 지원 시스템을 개발하기 위해서 CAD 시스템의 파트 패밀리 기능을 사용하여 금형 부품에 대한 CAD 라이브러리를 구축하였다. 그리고 온톨로지 기반으로 부품의 설계 치수 등을 명세하여 설계 변경에 활용할 수 있도록 하였다.

박병진 등^[14]은 최적화 기법을 적용한 댐퍼 스프링의 설계 자동화를 위해 파라메트릭 CAD 모델을 사용하였다. 댐퍼 스프링 CAD 모델 생성 시, 스윕 곡면(swept surface)의 스케치 및 궤적 곡선을 파라미터와 수식을 이용하여 모델링 하였다.

Lin과 Hsu^[15]는 인발 금형(drawing die) 자동화 설계 시스템의 개발을 위해서 금형 부품의 CAD 라이브러리를 구축하였다. 파라메트릭 CAD 모델의 생성을 위해서 3D 기계 CAD 시스템인 CATIA V5의 파트 패밀리 기능을 사용하였다. CAD 라이브러리 구축 시, 설계 프로세스 모델링(design process modeling)을 통해 분석된 각 부품의 치수, 부품들간의 위치 관계 등을 활용하여 CAD 모델의 주요 파라미터를 결정하였다.

Liu과 Xi^[16]는 하향식 설계(top-down design) 방법을 사용하여 터테이블의 3D CAD 조립체 모델링을 하였다. 터테이블의 개념 레이아웃을 정의하여 구성 부품들간의 연관 관계를 표현함으로써 단품의 변경에 따라 조립체가 자동으로 변경될 수 있도록 하였다. 하향식 모델링 기법을 활용한 CAD 모델 생성은 다른 연구들^[17,18]에서도 찾아볼 수 있다.

지금까지 살펴본 연구들은 일반적인 파라메트릭 모델링 기능을 사용하여 CAD 모델의 수를 줄이는데 한계가 있거나 부품형상에 관한 정보를 재활용하기에 어려운 문제점이 있다. 파트 패밀리 기능 및 조건식 처리 기능 등을 활용하여 CAD 모델의 수를 절감하는 연구들^[10,13,15]의 경우, 상업용 3D 기계 CAD 시스템들이 제공하는 특수 기능(예로, CATIA V5의 Design Table과 Knowledge Advisor)을 사용하였다. 그러나 이 과정에서 부품의 형상 제어에 관한 정보가 CAD 모델 안에 저장 되어 재활용성이 떨어지게 된다.

3. 자전거의 주요 구성 부품

3.1 CAD 라이브러리 구축 대상 자전거 부품 선정

자전거를 구성하는 주요 부품들을 분류하면, Fig. 1과 같이, 차체부(body), 구동부(driving parts), 차륜부(wheel parts), 조향부

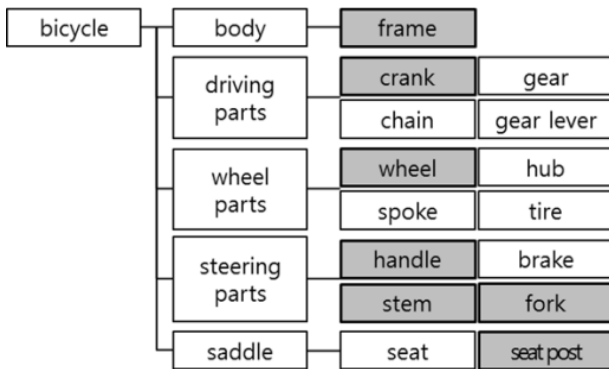


Fig. 1 Types of bicycle parts

(steering parts), 안장부(saddle)로 나뉜다.

차체부는 자전거의 골격을 이루는 프레임(frame)을 지칭한다. 프레임은 자전거의 성능과 특성을 결정하는 중요한 부품으로 탑 튜브(top tube), 시트 튜브(seat tube), 헤드 튜브(head tube), 다운 튜브(down tube), 시트 스테이(seat stay), 체인 스테이(chain stay)로 구성된다. 구동부는 인력을 바퀴로 전달하는 장치로, 크랭크(crank), 체인(chain), 기어(gear), 변속장치(gear lever)로 구성된다. 차륜 부는 스포크(spoke), 허브(hubs), 휠(wheel), 타이어(tire)로 구성된다. 조향부는 핸들(handle), 스템(stem), 브레이크(brake), 포크(fork)로 구성되며 주행 방향과 속도를 제어 한다. 안장부는 시트(seat), 시트 포스트(seat post)가 포함되며 운전자의 자세를 조정하는 부품을 지칭한다.

이 연구에서는 자전거의 주요 구성 부품 중에서 프레임, 크랭크, 포크, 휠, 핸들, 스템, 시트 포스트를 대상으로 CAD 라이브러리를 구축하였다. 다른 부품들은 기성품 형태로 구매하거나 외주 제작을 하는 경우가 많아 CAD 모델 수정 요구가 적어 구축 대상에서 제외하였다.

3.2 자전거 부품별 수요 CAD 모델의 개수 계산

치수와 수식을 이용한 일반적이 파라메트릭 모델링 기법을 사용하여 CAD 모델을 생성할 때 부품 형상의 위상(topology)이 다른 경우, 부품의 특정 형상의 존재 유무, 형상 치수를 결정하는 수식의 정의가 다른 경우에 여러 개의 파라메트릭 CAD 모델이 필요하게 된다. 이와 같은 기준으로 자전거 부품에 대한 CAD 라이브러리를 구축하기 위해서 필요한 CAD 모델의 개수를 계산하면 Table.1과 같다.

프레임 부품은 시트 튜브, 탑 튜브, 다운 튜브, 헤드 튜브, 체인 스테이, 시트 스테이, 리어 드롭 아웃(rear dropout)으로 구성 된다. 시트 튜브, 탑 튜브, 다운 튜브의 경우 단면 형상 옵션 2가지와 경로 형상 옵션 3가지로 이루어져 총 6가지의 형상 조합이 가능하다. 헤드 튜브의 경우는 단면 형상 옵션 3가지로 이루어져 총 3가지의

Table 1 Number of parametric CAD models required for bicycle configuration design

Part name	Option type	Option no.	
frame	seat tube	variable(const), aero	2
		straight, curved once, curved twice	3
	top tube	variable(const), aero	2
		straight, curved once, curved twice	3
	down tube	variable(const), aero	2
		straight, curved once, curved twice	3
	head tube	aero, const, variable	3
	chain stay	drive side, non-drive side	2
		wishbone, non-wishbone	2
		straight, curved once, curved twice	3
		straight, curved once, curved twice	3
	seat stay	drive side, non-drive side	2
		wishbone, non-wishbone	2
		straight, curved once, curved twice	3
		straight, curved once, curved twice	3
	rear dropout	socket, plate	2
		derailleur hanger	2
		eyelets	3
	cranks	chain ring	3
		spider	9
fork	style	3	
handle	drop bar, mountain bar, bullhorn bar	3	
stem		1	
seat post	type	3	
wheel		1	
Total: 6*6*6*3*36*36*12 + 27 + 3+ 3+ 1+3+1 = 10,077,734			

형상 조합이 가능하다. 체인 스테이와 시트 스테이는 좌측과 우측 스테이의 구분에 따른 형상 옵션 2가지, 위시본(wish bone) 유무에 따른 형상 옵션 2가지, 경로 곡선 형상 옵션 6가지로 이루어져 총 36가지의 형상 조합이 가능하다. 리어 드롭 아웃은 소켓(socket)과 플레이트(plate)의 선택에 따른 형상 옵션 2가지, 행거(derailleur hanger) 유무에 따른 형상 옵션 2가지, 아이렛(eyelet)의 개수에 따른 형상 옵션 3가지로 이루어져 총 12가지의 형상 조합이 가능하다. 프레임 구성부의 형상 조합을 모두 곱하면 프레임은 약 1천만개의 파라메트릭 CAD 모델이 필요하다.

이와 같은 방법으로 다른 구축 대상 자전거 부품인 크랭크, 포크, 핸들, 스템, 시트 포스트, 휠을 계산하면 각각 27, 3, 3, 1, 3, 1개의 파라메트릭 CAD 모델이 필요하다.

4. 자전거 CAD 라이브러리 구축을 위한 부품형상 정보 모델

4.1 자전거 CAD 라이브러리 구축 방법

기계 3D CAD 시스템에서 치수와 수식을 이용한 일반적인 파라메트릭 모델링 기법을 사용하여 CAD 모델을 생성할 경우, 하나의

CAD 모델에서 부품의 다양한 설계 변경 조건을 만족시키는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 이와 같은 문제를 해결하기 본 연구에서는 다음의 두 가지 방법을 개발하였다.

첫번째, 치수와 수식의 제어만으로 처리하기 힘든 부품 옵션을 Fig. 2(b)와 같이 CAD 단품 파일 내에서 여러 개의 바디(body)로 분할하여 모델링을 한 후 사용자 선택한 옵션 값에 대응되는 바디는 활성화하고 그 외의 바디는 비활성화한다. 예를 들어, 프레임 부품을 구성하는 헤드 튜브는 Fig. 2(a)와 같이 단면 옵션으로 constant, aero, variable 가 있고 각 옵션별로 사용자가 결정해야 할 치수 파라미터의 종류가 다르다. 이 경우, 세 가지 옵션에 해당되는 바디를 Fig. 2(b)와 같이 CAD 단품 파일 내에 별도의 바디로 모델링을 한다. 바디의 활성화 및 비활성화는 Fig. 3(5)와 같이 편집 설계 시스템의 부품형상 제어기에서 CAD 시스템이 제공하는 API (application programming interface)를 사용하여 제어한다.

두 번째, 자전거 부품의 분석을 통해 자전거 부품의 주요 치수 파라미터와 옵션을 식별한 후 자전거 부품의 형상 변경에 관한 정

보를 명세할 수 있는 자전거 부품 형상 정보 모델을 Fig. 3(1)과 같이 정의하였다. 부품형상 제어기는 Fig. 3(3)과 같이 부품형상 정보 모델로부터 자전거 부품별 주요 형상 정보를 입력 받아 사용자에게 부품별로 변경 가능한 형상 옵션 및 치수 파라미터를 동적으로 전시하고 Fig. 3(4)와 같이 자전거 CAD 파일 정보를 입력 받아 편집 설계 시스템에 CAD 파일을 로딩한다. 사용자가 편집 설계 화면에서 원하는 옵션을 선택하고 파라미터 값을 입력하면 부품형상 제어기는 Fig. 3(5)와 같이 자전거 부품 CAD 모델의 형상을 변경한다.

CAD 라이브러리 구축 측면에서 자전거 부품형상 정보 모델을 활용하는 장점은 부품의 형상 제어에 관한 정보를 명시적으로 표현함으로써 시스템 개발 업무와 CAD 라이브러리 구축 업무를 독립적으로 수행할 수 있다는 점이다. 즉, 부품형상 정보 모델이 정의되면 부품형상 제어기 개발자는 Fig. 3(3)과 (4)와 같이 부품형상 옵션과 치수 파라미터 정보 및 CAD 파일 정보를 이 모델로부터 직접 얻어 제어기를 구현할 수 있다. 그리고 CAD 모델링 작업자는 Fig. 3(2)와 같이 부품형상 정보 모델에 명세된 자전거 부품별 형상 옵션과 치수 파라미터를 참조하여 시스템 개발 과정과 독립적으로 CAD 모델을 생성할 수 있다.

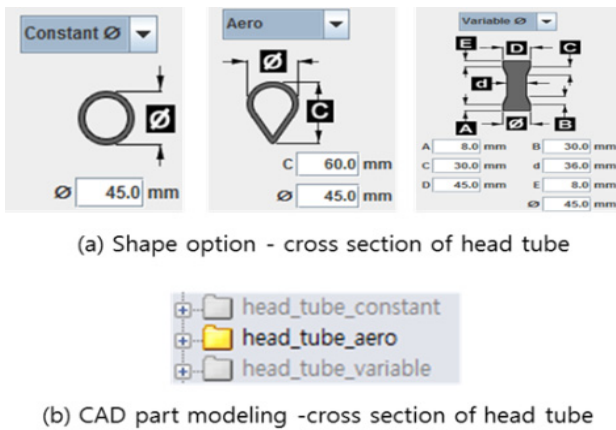


Fig. 2 CAD part modeling of cross section options of head tube

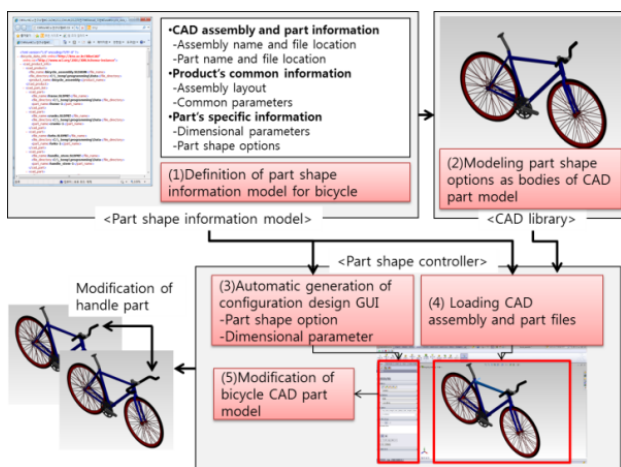


Fig. 3 Control of CAD part model using part shape information model

4.2 자전거 부품형상 정보 모델

4.2.1 자전거 부품형상 정보 모델의 주요 특징

(1) 제품 레이아웃 모델의 정의

자전거를 구성하는 부품들 간에는 공간 배치, 물리적 체결, 그리고 기능 측면에서 다양한 연관관계를 가진다. 예를 들어, 프레임의 시트 튜브의 위치와 지름이 변경되면 시트 포스트의 위치와 지름도 같이 변경되어야 한다. 이 연구에서는 자전거 부품들의 공통적인 정보(각 부품들의 위치와 방향, 부품들 간의 체결과 관련된 치수 파라미터 및 옵션)를 분석하여 제품 레이아웃을 정의하면 한 부품의 변경에 따라 영향을 받는 다른 부품들을 자동적으로 변경할 수 있다^[18]. 이 연구에서 정의한 자전거 레이아웃 모델은 Fig. 4와 같다.

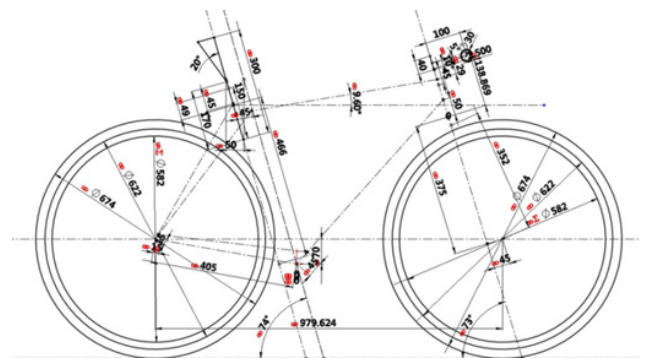


Fig. 4 Product layout model of a bicycle

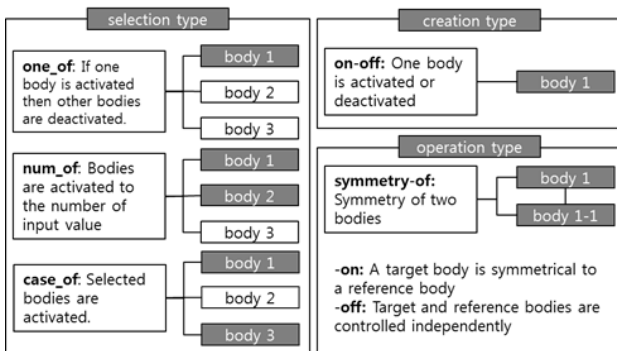


Fig. 5 Classification of part shape option types

(2) 부품형상 옵션의 분류

이 연구에서는 치수와 수식의 제어만으로 처리하기 힘든 부품 옵션을 CAD 단품 파일 내에서 여러 개의 바디로 분할하여 모델링을 한 후 사용자가 선택한 옵션 값에 따라서 선택적으로 활성화 및 비활성화하는 방법을 적용하였다. 옵션을 구성하는 바디 목록들의 구체적인 활성화 및 비활성화 방법은 옵션의 타입에 따라 달라지기 때문에 자전거 부품에서 허용 가능한 부품형상 옵션을 분석하여 자전거 부품형상 옵션을 Fig. 5와 같이 분류 하였다.

자전거의 부품형상 옵션은 Selection타입, Creation타입, Operation 타입으로 구분된다. Selection타입은 다시 one_of, num_of, case_of타입으로 분류된다. Creation 타입으로는 on_off가있다.

마지막으로 Operation 타입으로는 symmetry_of가 있다. Selection 타입은 여러 개의 바디 중에서 한 개 또는 여러 개의 바디를 활성화하고 나머지는 비활성화하는 옵션이다. Creation 타입은 특정 바디를 활성화 및 비활성화 하는 옵션이다. Operation 타입은 참조(reference) 바디와 대상(target) 바디의 대칭 여부를 설정하는 옵션이다.

4.2.2 자전거 부품형상 정보 모델의 정의

자전거의 부품형상에 관한 정보를 명세하기 위해서 정보 모델은 Fig. 6과 같이 정의하였다. 부품형상 정보 모델은 CAD 조립체 파일과 CAD 단품 파일들의 목록, 제품 레이아웃, 부품별 바디 목록, 바디별 치수 파라미터 목록, 부품별 형상 옵션 목록의 명세가 가능하다.

자전거 부품형상 정보는 CAD 파일 정보(Fig. 6(a))와 부품 정보(Fig. 6(b))로 구분된다. CAD 파일 정보는 자전거의 CAD 모델을 로딩하는데 필요한 자전거 CAD 조립체 파일 정보(Fig. 6(a-1))와 부품 CAD 단품 파일(Fig. 6(a-2)) 정보를 담고 있다.

부품 정보는 부품 공통 정보(Fig. 6(b-1))와 부품 고유 정보(Fig. 6(b-2))로 구분된다. 부품 공통 정보는 레이아웃 모델에 해당된다. 부품 공통 정보의 구조는 바디(body_item)에 포함된 파라미터 정

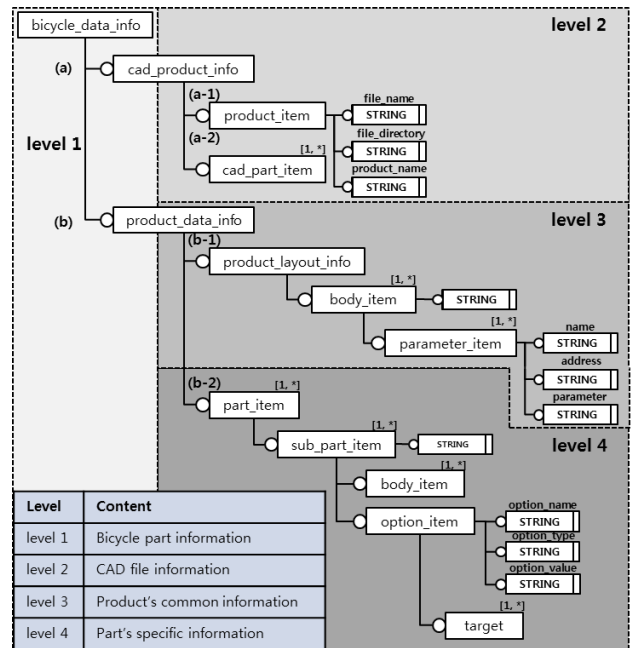


Fig. 6 Part shape information model for a bicycle

보(parameter_item)로 구성된다. 파라미터 정보는 파라미터 이름(name), 파라미터에 대응되는 CAD 모델 내 치수 파라미터의 이름(address), 초기 파라미터 값(parameter)을 속성으로 갖는다.

부품 고유 정보는 하위 부품 정보(sub_part_item)를 가진다. 하위 부품 정보란 프레임의 헤드튜브, 탑 튜브와 같이 부품의 구성요소별로 부품의 형상 정보를 그룹핑한 것이다. 하위 부품 정보는 바디 정보(body_item)와 옵션 정보(option_item)로 구성된다. 옵션 정보는 옵션 이름(option_name), 옵션 타입(option_type), 옵션 초기값(option_value), 옵션과 관련된 대상 바디를 속성으로 갖는다.

5. 구현 및 실험

5.1 부품형상 제어기의 구현

CAD 라이브러리 내의 CAD 모델의 형상을 제어하기 위해서 그림(Fig. 7)과 같이 부품형상 제어기를 개발 하였다. 부품형상 제어기는 C++ 언어로 구현되었고, 외부 라이브러리로 SolidWorks 2011 API, MS XML 4.0를 사용하였다. 부품형상 제어기는 부품형상 정보를 추출하는 모듈(part shape information extraction module), 부품 형상 정보를 관리하는 모듈(part shape information management module), 그리고 자전거 부품 CAD 모델의 형상을 변경하는 제어 모듈(bicycle CAD model control module)로 구성된다.

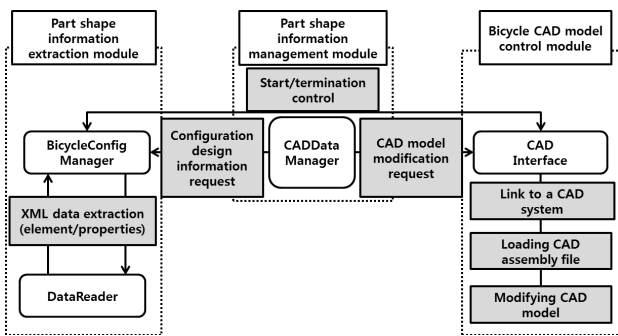


Fig. 7 System architecture of part shape controller

부품형상 정보 추출 모듈은 부품형상 정보 모델 데이터로부터 CAD 라이브러리에 관한 CAD 파일 정보, 부품 공통 정보, 부품 고유 정보를 읽는다. 부품형상 정보는 관리 모듈은 제어기의 전반적인 실행을 관리한다. 자전거 CAD 모델 제어 모듈은 CAD 시스템과의 인터페이스를 담당하며 CAD 조립체 파일을 로딩하고 CAD 단품 파일을 변경한다.

5.2 부품형상 제어를 이용한 자전거 부품 CAD 모델의 변경

제안하는 CAD 라이브러리 구축 방법에 따라 자전거를 구성하는 6개의 주요 부품들에 대한 CAD 단품 모델을 SolidWorks 2011을 사용하여 생성한 결과가 Fig. 8에 나타나 있다. CAD 단품 모델은 기계 3D CAD 시스템에서 제공하는 일반적인 파라메트릭 모델링 기능인 치수와 수식만을 사용하여 모델링이 되었다. 구축 결과, CAD 라이브러리를 구축할 때 기존의 방법으로는 수천만 개가 필요한 CAD 모델의 수를 6개로 줄일 수 있었다. 핸들과 스템의 경우 별도의 부품으로 취급하나 스템의 형상 변경이 많이 일어나지 않고 스템을 핸들과 체결하여 사용하기 때문에 두 부품을 하나의 CAD 단품 파일로 모델링을 하였다.

CAD 단품 파일별로 적용된 형상옵션을 정리한 결과가 Table. 2이다. 휠을 제외한 모든 CAD 단품 파일에 부품 형상 옵션이 적용되었다. 형상옵션 중에서 one_of 옵션이 다수 적용되었다. 뒷바퀴의 좌·우에 배치되는 체인 스테이와 시트 스테이에는 symmetry_of 형상옵션이 적용 되었다.

프레임의 보강을 위해서 탑 튜브나 헤드 튜브 등과 추가적으로 연결될 수 있는 시트 스테이에는 case_of 형상옵션이 적용되었다. 리어 드롭아웃의 경우 아이렛(eyelet)의 개수를 변경할 수 있어 num_of 형상옵션이 적용 되었다.

유사하게 크랭크의 경우 체인링의 수(chainrings_num)를 변경할 수 있어 num_of 형상옵션이 적용되었다. 특정 형상을 덧붙이거나 제거할 수 있는 시트 튜브, 리어 드롭아웃, 포크의 경우 on_off 형상 옵션이 사용되었다.

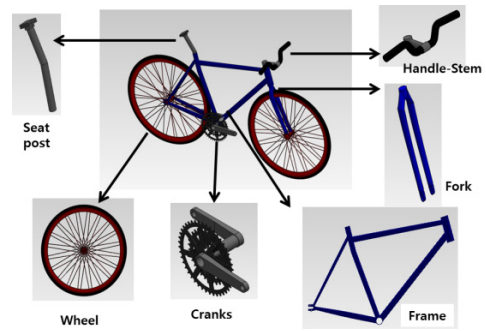


Fig. 8 Construction result of bicycle CAD model library

Table 2 Application of part shape options to bicycle CAD part files

Part name	Sub part name	Shape option group	Shape option name
frame	seat tube	selection type	one_of
		creation type	on_off
	top tube	selection type	one_of
	down tube	selection type	one_of
	head tube	selection type	one_of
	chain stay	operation type	symmetry_of
		selection type	one_of
	seat stay	operation type	symmetry_of
		selection type	case_of
	rear dropout	selection type	one_of
selection type		num_of	
creation type		on_off	
crank	selection type	one_of	
	selection type	num_of	
fork	selection type	one_of	
	creation type	on_off	
handle-stem		selection type	one_of
seat post		selection type	one_of
wheel			'No shape option'

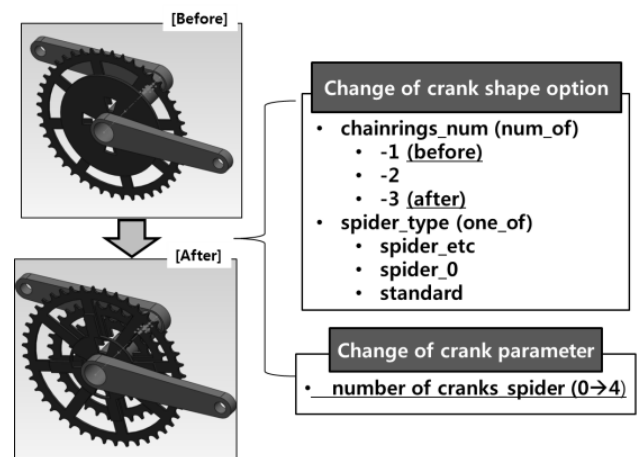


Fig. 9 Experiment of 3D CAD part model modification for a crank part using the part shape information model

부품형상 제어를 활용하여 크랭크 자전거 부품에 대해서 형상 변경 실험을 수행하였다. 실험에서 사용자는 Fig. 9와 같이 크랭크의 chainrings_num 부품형상 옵션의 값을 1에서 3으로 변경하였고, crank_spider 치수 파라미터의 값을 0에서 4로 변경하였다.

그리고 부품형상 제어기는 입력 받은 값에 따라 크랭크 부품의 형상을 오류 없이 변경하였다. 이 실험을 통해 부품형상 정보 모델을 기반으로 자전거 부품의 형상 정보를 명세 하고 부품형상 제어기를 이용하여 CAD 단품 모델을 효과적으로 변경할 수 있음을 확인하였다.

6. 결론

부품형상 정보 모델을 활용하여 자전거 편집설계 시스템의 개발에 필요한 CAD 라이브러리를 구축하고 제어하는 방법을 제안하였다. 부품형상 정보 모델은 CAD 조립체 파일과 CAD 단품 파일들의 목록, 제품 레이아웃, 부품별 바디 목록, 바디별 치수 파라미터 목록, 부품별 형상옵션 목록의 명세가 가능하다. 제안하는 방법의 유효성을 검증하기 위해서 SolidWorks 2011을 사용하여 자전거 CAD 라이브러리를 구축하고 부품형상 제어기를 구현하여 부품 CAD 모델의 형상 변경 실험을 수행하였다. 실험을 통해 부품형상 정보 모델 기반으로 자전거 부품 CAD 모델을 효과적으로 변경할 수 있음을 확인하였다.

CAD 라이브러리 구축 측면에서 자전거 부품형상 정보 모델을 활용하는 장점은 부품의 형상 제어에 관한 정보를 명시적으로 표현함으로써 시스템 개발 업무와 CAD 라이브러리 구축 업무를 독립적으로 수행할 수 있다는 점이다. 또한 3D 기계 시스템에서 일반적으로 제공하는 파라메트릭 기능인 치수 파라미터와 수식만을 사용해도 CAD 라이브러리 구축에 필요한 CAD 단품 모델의 개수를 상당히 줄일 수 있는 장점이 있다.

후 기

이 논문은 지식경제부의 1인용 이동수단 기술개발사업(No. 10038543) 및 산업원천기술개발사업(No. 10040162)과 2012학년도 경북대학교 학술연구비의 지원으로 수행된 연구 결과의 일부를 밝힙니다.

References

- [1] Han, J., Yang, J., Park, S., Lee, H., 2012, Development of Bicycle Design Automation System, Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference.
- [2] BikeCAD, n.d., viewed 6 April 2011, <<http://www.bikecad/bikecadpro>>.
- [3] rattleCAD, n.d., viewed 1 February 2012, <<http://rattlecad.sourceforge.net>>.
- [4] Linkage, n.d., viewed 1 February 2012, <<http://www.bikechecker.com>>.
- [5] Oh, Y., Han, S., 2001, Collaborative Design using Parts Database on the internet, Journal of the Korea Society of Precision Engineering, 18:5 23-28.
- [6] Park, C., Lee, S., 2004, A Design of Press Die Components by Use of 3D CAD Library, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 9:4 373-381.
- [7] Lee, C., Park, G., Kim, Y., 1999, A Study on Implementation of 3D CAD Library for Injection Mold Base and Mold Components, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 12:3 480-486.
- [8] Kim, B., Lee, K., Lee, D., 2008, A Study on the 3D Injection Mold Design Using Unigraphics API, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 10:6 381-39.
- [9] Kim, J., Park, J. Mun, C., Hwang, Y., 2005, A Study on Implementation of 3D CAD Library for Injection Mold Base and Mold Components, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 12:3 480-486.
- [10] Mun, D., Kim, H., Jang, K., Cho, J., Kim, J., Han, S., 2006, Data Structure for the Design Program of Solid Rocket Motors, Journal of Computing and Information Science in Engineering, 6:3 308-314.
- [11] Lee, K., Kim, W., Lee, B., 2012, A Method for Automatic Generation of Parametric CAD Models in a Mold Base e-Catalog System, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 17:5 364-374.
- [12] Jang, S., Kim, B., Nam, H., 2011, A Study of Design Automation for Initial Shaping of Fighter using CATIA Automation, Proceedings of the Korean Society for Aeronautical Space Sciences Annual Conference.
- [13] Lee, S., Kang, M., Eum, K.H., 2011, Development of Ontology-based Intelligent Mold Design System, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 16:3 167-177.
- [14] Park, B., Hwang, G., Kim, J., 2007, Design Automation for Torque Converter Damper Spring Using Optimization, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 12:3 163-170.
- [15] Lin, B.T., Hsu, S.H., 2008, Automated design system for drawing dies, Expert Systems with Applications, 34:3 1586-1598.
- [16] Liu, Q., Xi, J., 2011, Case-based parametric design system for test turntable, Expert Systems with Applications, 38:6 6508-6516.
- [17] Mun, D., Kim, H., Jang, K., Cho, J., Kim, J., Han, S., 2004, A Table Parametric Method for Automatic Generation of Parametric CAD Models in a Mold Base e-Catalog System, The Journal of Society for e-Business Studies, 9:4 117-136.
- [18] Hwang, J., Mun, D., Han, S., 2009, Representation and propagation of engineering change information in collaborative product development using a neutral reference model, Concurrent Engineering: Research and Applications, 17:2 147-157.