

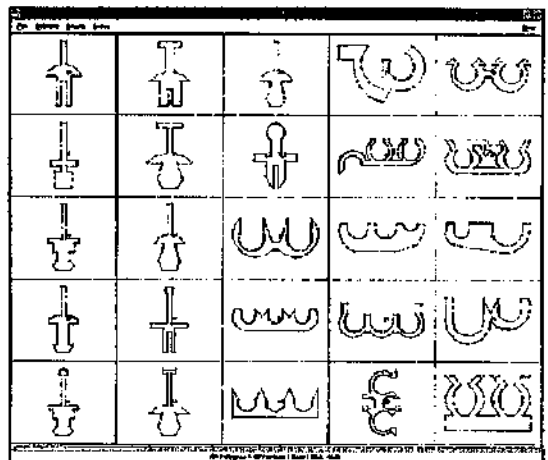
부품 재사용을 도와주는 형상 인덱싱

발췌인 _ 김인호 _ 동명대학교 _ ihkim@tu.ac.kr

2006년 9월 14일 - 부품수의 급증은 제조업체의 주요비용이 되고 있다. 각 개별 부품은 설계, 공급, 추적 및 저장이 되어야 한다. 공정중 재고의 운반비용은 제조비용에 일부 비용을 추가시키며, 이 비용은 재고 회전율에 영향을 준다. 제품 설계가 변경되어 부품이 쓸모없게 되었을 때, 그 폐품의 재고비용은 훨씬 더 높다(각 폐품에 대해서는 100%가 손실비용이다). 제조업자들이 승인한 부품 목록에 필요 이상의 많은 부품을 갖는 것은 비용을 낭비하는 것이다. 만일 두 부품이 매우 유사하여 한 부품이 다른 부품의 기능을 수행할 수 있다면, 유사 부품을 제거함으로써 경비를 절감할 수 있을 것이다.

하나의 불필요한 부품을 제거함으로써 얼마나 많은 경비를 절감할 수 있는냐 하는 것은 기늠하기 어렵다. 현재까지 출간된 신뢰할만한 통계자료는 드물고 부정확하다. 1997년도에 ACM SIGMOD 국제 학회에서 독일 연구자인 Stefan Berchtold 와 Hans-Peter Kriegel의 데이터 관리에 관한 연구는 자동차 산업에 사용된 고정 핀의 제조업자와 저자의 경험을 기초로 비용절감에 대한 정량화를 시도했다. '만일 유사부품을 발견할 수 있다면 새 부품의 설계 및 제조에 드는 비용을 연간 1백만 - 5백만불 줄일 수 있을 것이다.'라고 보고했

는데, 이는 단위 비용을 1센트의 일부까지 추적하는 유명한 산업체로서는 매우 넓은 비용범위의 보고이다.



1997년 독일의 고정핀 생산업자는 중복설계를 분류하고 제거함으로써 수백만불을 절감할 수 있을 것이라고 평가했다

1999년 이후에 미 국방부의 부품 표준화 및 관리위원회에 의해 출간된 한 보고서에 의하면, 하나의 부품을 제조업자의 승인된 부품 목록에 추가하는 비용으로 약 20,000불을 추정하였으며 아래 표와 같다. 이

표의 데이터는 비용을 계산하는 미 국방부 위원회의 방법을 사용하면 다르게 해석할 수 있다. 예를 들면 공학해석 및 설계 비용인 9300불은 높은 비용처럼 보이는 반면에, 검사비용 700불과 제조비용 1750불은 상대적으로 낮은 것 같아 보인다.

부품표준화 및 관리 위원회에 의한 새 부품의 비용산출표

분야	비용
공학해석 및 설계	\$9,300
검사	\$700
제조	\$1,750
구매	\$3,800
제고	\$875
분류	\$3,750
합계	\$20,175

제조업자가 보유한 재고품 가운데 많은 부품들은 결코 설계되지 않았으며 공급자로부터 구매되었다. 따라서 미 국방부의 분석은 여분의 부품들에 대한 제조비용을 무시하는 데, 그렇더라도 각 부품의 비용으로 수십만불은 아니더라도 수만불의 비용은 들어갈 것이며, 필자의 결론인 - 불필요한 부품은 손실비용을 부풀린다는 것을 - 피할 수는 없다.

분류의 필요성

나는 아직도 부품수가 너무 많을 때 문제를 일으키지 않는 대형 제조업자를 찾지 못했다. 소규모 조직에서는 핵심 엔지니어들이 그들의 머리 속에 모든 부품을 파악하고 있으며, 만일 하나의 부품을 재사용할 수 있다면 그들은 그 부품을 찾도록 설계자에게 알려준다. 반면에 대규모 회사에서는 의사소통과 습관적인 기억들이 잘 작동하지 않는다. MRP시스템에서 수만 부품을 취급할 때, 공학자들은 어떤 부품이 이미 승인되었고 공급되었는지를 모른다. 결과적으로 그들은 부품을 탐색하고 검색하는 빠른 방법을 필요로 한다. 효

과적으로 탐색하기 위해서, 검색시스템은 부품들을 체계적인 방법으로 분류할 필요가 있다.

공학자와 수학자들은, 저자가 1981년 8월 부품분류에 관한 첫 번째 자료를 작성하기 수년전에 이미 부품분류에 관한 시스템을 개발하고 있었다. John Deere는 부품분류시스템의 개발과 전개에 있어서 선구자였다. 25년 이상 동안의 작업에도 불구하고, 농지 및 중장비 거장인 그는 아직도 유사부품의 분류 및 검색에 효과적인 비용 절감법을 찾고 있는 중이다.

분류의 문제점

부품 분류에 관한 많은 학문적인 연구가 수년 동안 행해졌다. 많은 신생기업들이 제품들을 현장실험했다. 이들은 Computervision이 확보한 Industrial Research, Brisch, Birm and Partners의 조직으로부터 만들어진 Miclass 시스템과, Brigham Young University의 CAM 실험실에서 개발한 Dclass, InPart Design, 및 Parametric Technology가 확보한 Nitidus Technology를 포함하는데, 어떤 제품도 대규모 사업화가 되지 못했다. 초기의 부품분류 시스템이 실패한 이유는 인간의 판단을 필요로 하는 복합적인 수치제어시스템에 맞추어서 부품을 분류하도록 구성했다는 것이다. Novellus Systems의 공학정보시스템부서 관리자인 Jim Doxey에 따르면, 그 시스템은 모든 사람이 부품을 약간씩 다르게 분류할 수 있기 때문에 효과적이지 않았다고 한다. 초기분류시스템은 기껏해야 회전형상부품의 2D 형상을 대상으로 작동했으며, 사람들이 복잡한 부품을 대상으로 분류했을 때 그 시스템은 고장이 났다. Doxey는 BYU의 학생이었을 때 Dclass 시스템을 작동했으며, 이후에 보잉항공사에서 공구분류 프로젝트를 수행했다.

형상 인덱싱

솔리드 모델을 적용한 3D CAD 시스템이 1990년대에 나왔을 때, 연구자들은 3D 형상들을 분류하는 자동화 시스템을 연구하기 시작했다. 연구는 기계공학에

●●● 국내외 CAD/CAM 뉴스

만 제한되지는 않았으며, 생화학자들은 신속히 다른 분자에 부착되는 대규모의 분자탐색을 돕기 위하여 형상 인덱싱 알고리즘을 개발했다.

UGS에서 형상인덱싱 소프트웨어를 담당하는 부사장인 Don Vossler에 따르면 1990년 이후에 500개 이상의 연구들이 3D형상의 유사성을 수학적으로 정의하기 위하여 발표되었다. 지금까지 이런 연구는 4개의 상용 제품을 발생시켰는데, 이들은 순전히 형상에만 기초하여 유사부품을 인식할 수 있도록 한다.

형상 인덱싱의 장점은 공학자가 부품 분류에 개입하지 않고도 명시된 치수와 형상들을 이용하여 탐색할 수 있다는 것이다. 인덱스는 다양한 형태의 독점적 소유와 특허의 방법에 따라 자동 생성된다. 형상을 이용하여 제품 목록을 작성하기 위해, 현재 이용가능한 상용 제품은 다음과 같다.

Geolus 탐색

파라메트릭 테크놀로지의 모델체크(Modelcheck)를 제외하고, Geolus 탐색은 생산분야에서 어떤 다른 형상탐색 소프트웨어 벤더들보다도 많은 주요 고객들을 확보하고 있다. 2006년 6월에 UGS는 소프트웨어 설계 및 관리회사인 sd&m으로부터 Geolus 형상 소프트웨어를 구입했다. 독일에 있는 그 소프트웨어 및 관리회사는 30개국 60,000명의 사람을 고용하는 프랑스의 기술, 상담 및 아웃소싱 회사인 Capgemini 사의 자회사이다.

전형적으로 긴축을 요하는 시기에, UGS는 그 소프트웨어를 구입했으나 Capgemini사의 프로그래머, 현장 엔지니어, 또는 영업사원들 중 어떤 사람도 고용하지 않았다. Vossler에 따르면, 'sd&m은 Geolus 주위에 서비스와 관계되는 일을 할 수 있는 능력을 유지하기를 원했으며, UGS는 Geolus 기술을 계속해서 개발할 수 있는 많은 재능을 갖고 있었고, 피고용인을 관여시키지 않기 때문에 훨씬 더 쉽게 기술을 확보할 수 있었다.'고 말한다. 진행중인 Geolus의 지원 및 개

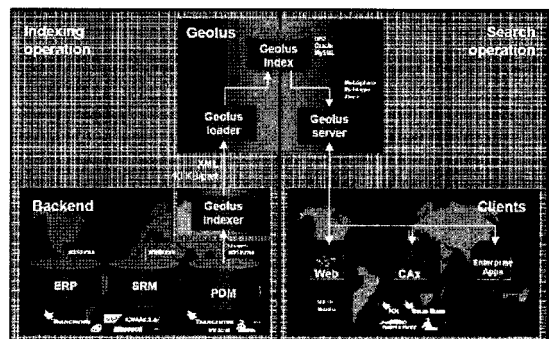
발은 이제 UGS의 Cambridge 영국 사무소에서 행해지고 있으며, 거기서는 또한 파라솔리드와 D-큐브형 소프트웨어 툴키트를 개발한다. sd&m의 프로그래머들은 UGS의 프로그래머들을 훈련시켰다. UGS의 계획은 고객에게 제품을 판매, 설치 및 고객화하기 위한 자체 판매 및 상담조직원들을 고용하는 것이다.

UGS에 따르면 다음의 4개 회사(이중 3개회사는 독일에 위치하고 있음) 생산에서 Geolus 탐색을 설치했다.

- 다임러 클라이슬러의 트럭그룹 - 상용 트럭
- 미쓰비시-푸소 - 상용 트럭
- 코니히 - 바우어회사(K&B AG) - 상용 인쇄 프레스기계
- 그레머 - 자동차, 버스, 트럭, 기차, 건설장비 및 농업기계를 포함하는 기구들에 대한 좌석 조립 및 부품들

Geolus는 원래 서비스부서의 동의 하에 다임러클라이슬러를 위해 개발되었다. 일본의 미쓰비시-푸소는 다임러클라이슬러가 85%를 소유하고 있으며, 동일한 Geolus 데이터베이스를 공유하고 있다. 다른 두 회사는 UGS가 아닌 sd&m 사로부터 소프트웨어를 구입했지만, UGS는 그 소프트웨어를 평가하는 많은 고객들을 추가로 확보하고 있다고 말한다.

Geolus는 3D 데이터를 STL, VRML, 또는 UGS의



탐색시스템 구조의 다이어그램

자체 JT 형태와 같이 작은 형태로 읽어들인다. 이 소프트웨어는 3D 부품의 한 특징이 되는 1kB의 형상벡터를 만들기 위해 3D 데이터를 사용하며, 동시에 3D 부품의 매우 작은 이미지를 생성한다. Vossler에 따르면, 이 과정은 하나의 묶음생산에서 수행될 때에 부품당 15초 이내에서 행해진다. 형상벡터와 매우 작은 형상은 Geolus 인덱스라 하는 SQL 데이터베이스에 저장된다. 고객들은 유사한 형상벡터를 갖는 부품들을 찾기 위하여 그 데이터베이스를 탐색한다.

Geolus 인덱스의 각 레코드는 재료, 기능적 특성(뿔프 또는 변압기 용량과 같은) 및 고객이 찾기를 원하는 다른 정보들에 대한 텍스트형태의 정보를 갖고 있다. 고객은 웹 브라우저를 통하여 Geolus를 접근하며, 고객용 소프트웨어는 필요하지 않다. 유니그래픽스 NX의 사용자들은 그들의 CAD 시스템에서 부품을 생성할 수 있도록 플러그인을 활용하여 전개하고, Geolus 인덱스에서 유사 부품들을 탐색한다. Vossler는 UGS가 이뿐 아니라 다른 CAD 소프트웨어(예를 들면 CATIA V5를 위해 개발된 유일한 sd&m과 같은 것)을 위한 플러그인을 제공한다고 말했다.

UGS는 Geolus를 하나의 표준제품으로 변환했으며, Geolus 탐색시스템은 아래의 3개 소프트웨어 요소들로 구성된다.

- 인덱서는 사이트를 기초로 허용되며 Geolus 데이터베이스를 위한 인덱스들을 생성한다.
- 적재장치는 부품 특징을 데이터베이스에 장착한다. UGS는 이런 서비스를 위해 부품 한 개당 비용을 부과한다.
- Geolus 서버는 기본적으로 한 사람당 라이선스를 부여한다.

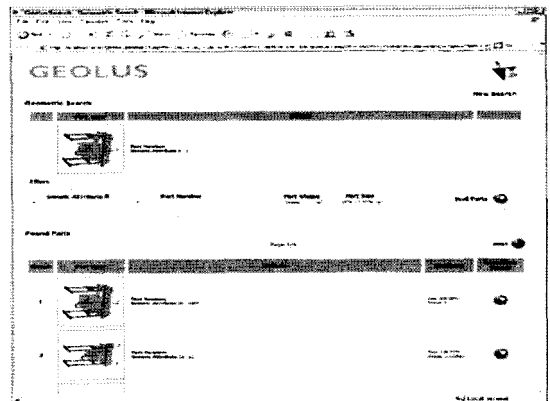
UGS는 1만개 부품에 대한 데이터베이스를 구축할 때 10명의 사용자가 사용하는 시스템은 약 86,000불이 들 것으로 추정한다. 10만개 부품의 데이터베이스를 가진 250명의 사용자 시스템은 375,000불이 들 것이다. Vossler는 '미래에는 고객의 입장에서 핵심 제

품에 대한 최소한의 주문자생산방식을 기대한다'고 말했다. 그러나, 소비자들은 고객용 CAD 소프트웨어의 플러그인과 SAP 또는 UGS의 팀센터와 같은 다른 데이터베이스와의 통합에 대한 추가 비용을 예산에 포함해야 한다.

셉 자지러(Sepp Jagiella) 박사는 Koenig과 Bauer (K&B)사 CAD부서의 관리자인데, 자신의 회사가 약 1년동안 Geolus 탐색 시스템을 적용했다고 말했다. K&B사는 자체 데이터베이스에 약 205,000개의 부품을 갖고 있으며, 약 30명의 인원이 그 시스템을 규칙적으로 사용한다. 자지러 박사는 그 시스템이 주로 CAD 전문가가 아닌 사람들에 의해 사용되도록 고안되었다고 말하는 데, 이들은 구매 에이전트, 스케줄러, 제품계획자, 및 서비스 기술자들을 포함한다.

Geolus 탐색을 적용함에 있어서 가장 중요한 것 중 하나는 구매였다. 구매자들이 새로운 부품에 대하여 거래가를 알기 원할 때, 기존 형상들 중 새로운 것과 유사한 부품의 가격을 데이터베이스에서 탐색한다. 이런 비용은 새 부품의 가격과 비교함으로써 그 부품에 대한 가격이 합리적인지 아닌지를 판단할 수 있다.

자지러 박사는 Geolus 소프트웨어가 신뢰할만하며, 적용했을 때 탐색에 걸리는 시간은 5초 이하라고 말



범용 웹브라우저에서 작동되는 Geolus 탐색 인덱스의 사용자 인터페이스

●●● 국내외 CAD/CAM 뉴스

한다. 그는 K&B가 그 시스템으로부터 완전한 경제적 이윤을 얻기까지는 1년이 걸릴 것이라고 생각한다. 왜냐하면 작업자들이 여전히 그 시스템의 능력을 이용하는 방법을 배우고 있기 때문이다. 그가 믿기는 형상에 기초한 탐색 및 검증의 실행에 있어서, 문화적인 도전이 기술적인 문제보다 더 힘들다고 한다.

Geolus 탐색의 주요 장점은 여러 가지이다. 4종류의 생산 환경에서 검증된 추적레코드를 갖고 있다. 그것은 고객용 소프트웨어가 필요 없으므로, 누구라도 조각망에서 또는 확장된 공급자망에서 그 시스템 사용을 허락한다. 그 시스템은 대형 CAD 및 PDM 소프트웨어 제작자들 중 하나에 의해 설치되고, 서비스 되고, 지원된다.

CADseek

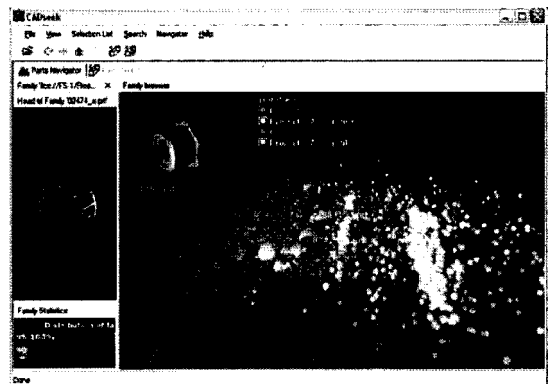
CADseek는 iSeek사의 제품이다. 이 회사는 아이오와주립대학의 두 전직교수인 Abir Qamhiyah와 Don Flugrad가 설립한 소규모 회사이다. 그 제품은 생산에 따른 고객이 없지만 산업계의 주요 인물들이 평가해 준다.

표면적으로 유사하게 보이는 CADseek와 Geolus의 두 시스템은, 인덱스에 저장할 부품의 주요 특징을 만들기 위해서 JT나 STL 형태의 작은 면의 모델을 사용한다. 이들은 CAD 모델에서 새롭게 표현된 작은 면을 기존의 인덱스된 모델과 비교할 수 있다.

CADseek이 형상벡터를 생성하기 위해 사용하는 계산은 Geolus의 계산방법과 다르며, 이런 점에서 어느 것이 더 좋은 지를 얘기하는 것은 어려운 일이다. 둘 다 속도면에서는 빠르다. Geolus는 부품당 15초 이내에서 큰 부품데이터베이스를 분류할 수 있다. Qamhiyah 박사는 CADseek는 부품당 평균 4초가 걸린다고 주장한다.

Geolus는 고객이 웹브라우저로부터 부품의 인덱스를 질문할 수 있게 한다. CADseek는 사용자 컴퓨터에 반드시 설치되어야 할 고객용 프로그램인 비주얼 네비게이터를 사용한다.

CADseek사의 비주얼 네비게이터는 사용자가 부품 데이터를 볼 때 혁신적인 그래픽 방법을 제공한다. 그것은 유사 부품들을 구형(spherical) 집단으로 자동으로 그룹을 형성한다. 고객들은 개별 부품의 형태를 찾기 위해서 커서를 각 집단너머로 지나가게 하면 된다. 이런 접근법은 사람들에게 그들이 필요로 하는 부품 형태에 제빨리 집중하도록 하고 또한 부품형태에 대해 직접 질문을 하게 한다. 비주얼 네비게이터는 또한 각 데이터베이스에 어떤 종류의 부품이 있으며 그리고 각 부품 종류에 얼마나 많은 부품들이 속해있는가를 보여준다.



유사형상의 부품들을 구형 영역으로 그룹화하는 iSeek 비주얼 네비게이터

Geolus는 형상이나 텍스트의 성질을 이용하여 부품을 찾는 반면에, CADseek는 단지 형상에 기초하여 부품을 찾는다. UGS는 제품에 대한 정가표를 갖고 있으며, 수분내에 대략적인 가격산정을 할 수 있다. Qamhiyah 박사는 'iSeek는 변동고객용 라이선스 또는 기업용 라이선스를 이용하여 고객들의 필요에 따라 가격을 책정한다' 고 말했다. 이런 반응은 그 회사가 가격을 책정함에 있어서 애매모호함을 암시하며, 따라서 값을 깎을 준비를 해야 한다. CADseek는 비주얼 네비게이터를 보기 위해서라면 평가할만한 가치가 있다.

모델체크 형상인덱싱

2000년에, 파라메트릭 기술은 원래 Rand Worldwide에서 개발한 모델체크 소프트웨어의 형상인덱싱을 소개하였다. 형상인덱싱은 중요 CAD소프트웨어 공급자가 최초로 고객이 형상으로 모델을 찾을 수 있도록 시도한 것이다. 목적은 엔지니어들이 생산시스템에서 새로운 부품을 내어 놓기 전에 유사한 부품을 찾을 수 있게 하는 것이었다. 모델체크의 형상인덱싱 버전은 3초 이내에 10만개의 부품을 구성한 데이터베이스를 탐색할 수 있도록 하는 것이었다. 그러나 그 버전은 프로엔지니어 고객들과 재빨리 접촉을 시도할 수 없었다.

한 고객은 '형상인덱싱에 대한 PTC의 스타일은 부품들의 단면을 확인함으로써 그 부품들의 특징을 나타낸다'고 말했다. 이런 접근법은 부품의 모든 3D 특징형상을 고려한 접근법보다는 유효성이 떨어진다. PTC는 모델체크 형상인덱싱이 왜 더 이상 널리 전개되지 않는 지에 대해 언급하기를 거절했다. 프로엔지니어 고객들은 경쟁력있는 기술뿐만 아니라 모델체크에서 형상인덱싱을 평가해야 한다. 형상인덱싱과는 다르게 모델체크의 능력은 사용할 가치가 있다. 미래에 PTC는 또한 모델체크의 형상인덱싱 능력을 사용자가 더욱 사용하게 하고 개정할 것이다.

CADfind

CADfind는 원래 2D AutoCAD 도면작성을 위해 개발되었다. David Cohn은 2004년 11월 4일에 이를 재검토했다. 그 이후, 영국 버닝검의 응용탐색기술회사(Applied Search Technology Ltd.)의 CADfind 개발자는 2D 모델과 3D스케치를 작업할 수 있는 솔리드 워크의 신 버전을 소개했다. 회사의 웹사이트를 보면 그 제품의 탐색알고리즘은 여전히 3D부품에 대해서 2D 단면을 기초로 하고 있음을 알 수 있으며, 이전 버전의 제조사에서 발견된 단점도 여전히 존재함을 알 수 있다.

Caveats

형상 인덱싱 시스템의 구매자들은 그들 자신을 구글(Google) 탐색에서 비교하기를 좋아하지만 이는 적절하지 않다. 각 사용자가 먼저 인터넷 전체를 인덱싱해야 하고 탐색전에 그 결과를 파일 서버에 저장해야 한다면, 범용 구글이 어떻게 해야 할 것인지를 상상해보라. 이것은 형상 인덱싱 시스템의 판매자들이 고객들에게 요구하는 것이다. 구글은 공공정보들에 대해 색인을 달고 있다. CAD 모델 라이브러리는 사적인 것이다.

형상 인덱싱 시스템이 효과적이 되기 위해서는 형상에 기초한 저장 및 검색 시스템의 사용자들을 위해 3D 모델에 대한 광범위한 라이브러리를 필요로 한다. 많은 회사들은 3D 모델로서 저장되는 일부 모델들과 2D 도면으로 저장되는 다른 모델들을 혼합한 형태로 작동시킨다. CADfind 시스템은 2D 형상을 취급할 수 있으나 잘 작동하지는 않는다. 현실 세계에서의 부품 저장 및 검색은 형상 및 속성에 기초한 탐색을 필요로 한다. 부품을 적절히 분류하면, PDM 시스템은 속성 탐색을 수행할 수 있다. Geolus 탐색은 작성할 때 아들을 모두 제공하며, Teamcenter 기업의 UGS 주요 PDM 제품의 통합된 부품은 아니다.

현재 대부분 이용가능한 소프트웨어는 새로운 것이며 실제 생산환경에서 간단한 실적만 있다. UGS는 단지 기성제품만을 제공하며, 그 도구는 기존의 CAD, ERP 및 PDM데이터베이스와의 연결을 위해서 부차적인 투자를 요구한다. 잠재 고객들은 형상에 기초한 설계검색시스템을 실행하기 전에 그러한 위험요소들을 고려해야 한다.

Human Factors

설계검색의 목적은 제조자들의 가공비용을 줄이도록 도와주는 것이다. 물리적으로 또는 기능적으로 유사한 부품들을 찾으면, 새로운 설계의 계획, 가공, 저장, 분배하는 비용은 절감될 수 있다. 구매 대행사들은 유사한 부품들의 비용분석을 위하여 설계-검색시

시스템을 사용할 수 있다. 현장서비스기술자들은 보유한 기계류들 중에서 대체 부품을 찾을 수 있다.

속성이나 형상으로 탐색할 수 있는 효과적인 설계 검색 시스템은 중복 설계를 제거하기 위하여 필수적인 도구이다. 만일 공학자들이 재빨리 그리고 쉽게 신제품의 개념으로 작동할 기존 설계를 발견할 수 없다면, 새롭게 설계해야 한다. CAD는 새 모델의 생산비용을 줄임으로써 이 문제를 악화시켰다.

그러나 기술만으로는 제조업자가 불필요한 신 설계를 제거하도록 할 수 없다. 모든 단계에서 관리자들은 재사용에 대한 규칙을 설정해 놓을 필요가 있다. 이런 관리시스템은 여러 형태를 받아들일 수 있다.

일부 회사들은 신규 품번의 요청이 있을 시, 품번이 부여되기 전에 기존 설계를 탐색하도록 부품공학자에게 탐색요청을 한다. 설계 점검자들은 신규 조립 모델을 승인하기 전에 신규 부품에 대하여 정밀하게 탐색하도록 훈련을 받아야 한다. 공학자는 재사용할 기존 부품이 신규 설계보다 낮은 비용으로 더 신뢰할만한

제품이 될 것인지를 확신해야 한다.

기술이 용의주도한 관리시스템과 잘 결합되면 비용 절감은 극적이 될 수 있다. 그러나 진행중인 사업을 바꾸는 데는 특히 대규모 조직에서는 많은 시간이 소요된다. 사소한 문제들이 분출되고, 절차의 존재를 이해하지 못하는 관리자들은 변화가 두려워 저항한다. 기술판매자들은 신속한 판매에 따른 이윤에 관심이 많으며 이런 부분에는 과소평가하는 경향이 있지만, 현명한 고객은 새로운 기술을 사기 전에 이런 부분에 대한 계획을 먼저 세워야 한다.



본 기사는 동명대학교 김인호 편집위원이 CAD/CAM NET의 Sep. 2006판에서 발췌하였으며 CAD/CAM Publishing, Inc.의 연락처는 다음과 같다.

Tel: +1-858-488-0533

Fax: +1-858-488-6052

E-mail: circulation@cadcamnet.com

Website: <http://www.cadcamnet.com>