

해외 자동차 업체의 CAD/CAM/CAE/PDM 통합 Engineering System

이 이 민 혁
SDRC Korea

The Status of Concurrent Engineering Systems in Foreign Automotive Companies

Yiminhyuk Lee

ABSTRACT

To survive in the intensive world wide automotive market, more and more automotive companies are investing their resources into concurrent engineering systems (CE) based on the combined CAD/CAM/CAE/PDM technology. The main objectives of CE in automotive companies are the quality improvement of products and the reduction of cost and time to market. Remarkable effects are appearing from some of these companies. As shown in this paper, these successful automotive companies have been focusing on establishing the new process and methodology in applying CE into their car development process.

Key words: Concurrent Engineering, CAD, CAM, CAE, PDM, C3P, FPDS, MDI, Automotive, Digital Mock-up, Virtual Factory

1. 서 론

자동차 산업은, 하나의 새로운 제품을 개발하는데 장기간에 걸쳐 다양한 기술, 대규모 자본투자 그리고 수많은 인력들의 협동 작업을 필요로 하는 대형 복합 산업이라고 볼 수 있다.

그러나 한편으로는 시장 상황과 소비자의 기호에 빠르게 대처하여 제품을 출시하지 못하면 회사는 치명적인 손실을 입고 치열한 시장 경쟁에서 도태되어 버리므로 기민성을 요구하는 산업이기도 하다.

세계적인 자동차 회사들에서는 오래 전부터 이와 같이 대규모이면서도 기민성이 필요한 자동차 산업의 특성에 따라 시장상황에 유연하게 대처하고 고품질의 자동차를 더욱 빠르게 저비용으로 개발하고자 Concurrent Engineering 기법을 바탕으로 각 회사에 알맞은 차량개발 프로세스와 생산방식 등을 연구해 왔다. 그리고 방대한 연구개발 조직, 생산조직과 협

력회사를 지닌 각 자동차 회사들로서는 최적의 차량 개발 프로세스를 뒷받침하기 위해 범세계적 조직까지도 지원할 수 있는 정보 관리 시스템도 함께 필요하게 되었다.

자동차 회사들의 이와 같은 요구와 최근의 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어 및 네트워크 분야의 급속한 기술발전이 맞물려 세계적인 자동차 회사들에서는 2000년을 전후하여 그 완성을 목표로 하는 전사적 차량 개발시스템을 수년 전부터 준비하여 왔으며 몇몇 회사들에서는 벌써 가시적인 성과를 거두고 있다.

이와 같은 회사들은 Concurrent Engineering 시스템에 기초한 차량 개발 과정에 3차원 CAD 기술을 철저히 접목시키고 PDM을 토대로 전사적 정보관리 체계를 구축함으로써 새로운 차량개발 시스템을 완성시켜 나가고있다.

그러나 이러한 물리적 환경에 앞서서, 각 사의 경

험, 기술력 그리고 과거의 프로세스에 대한 면밀한 검토 작업을 바탕으로 하여 매우 구체적이고 실천 가능한 방법론의 설정이야말로 새로운 차량개발 시스템의 성공의 관건이 되고 있다.

본 자료에서는 Mazda의 MDI 시스템과 Ford의 FPDS 시스템을 예로 들어 해외 자동차 업계에서의 차량개발 시스템의 진행상황을 살펴 보기로 한다

2. Mazda의 MDI 프로젝트

Mazda의 MDI(Mazda Digital Innovation) 프로젝트는 차량 개발 과정을 전면적으로 컴퓨터화 하자는 목표 아래 1994년 3월부터 시작한 전사적인 프로젝트이다.

96년 4월부터 99년 3월까지의 1단계에서는 개발 생산성 향상을 목표로 하고 여기에는 Digital Mock Up, Digital Factory, Intelligent NC, Collaboration 지원, PIM 구축 등이 포함된다.

97년 8월부터 99년 3월의 제 2단계에서는 Virtual Test, Digital Shop Floor Management의 실현을 목표로 하고 있다.

2.1 MDI의 목표

MDI는 Mazda의 경쟁력을 강화하기 위해, 3차원 CAD/CAM/CAE 시스템을 기초로 하고 Concurrent Engineering을 활용하여 제품의 개발기간을 단축하고 개발에 소요되는 비용을 절감하는 것이 그 주요 목표이다.

MDI가 최종적으로 실현되는 2000년까지 Mazda 자동차는 제품개발 기간을 현재의 27개월에서 평균 18개월, 최고 15개월로 단축하고 개발에 필요한 Man-Hour와 설비투자비를 종래의 절반으로 줄일 계획이다.

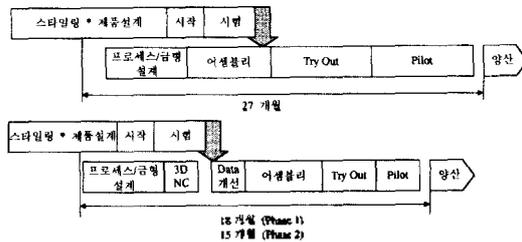


그림 1. MDI Process

MDI 프로젝트가 완성되면 대량생산은 물론 소량 생산에서도 이익을 낼 수 있는 차량 개발 프로세스를 실현할 수 있을 것으로 Mazda에서는 기대하고 있다.

2.2 MDI의 방향

일반적인 차량개발 과정에서는, 설계자는 차량의 외관 디자인을 기초로 제품을 설계하고, 제작(試作) 부서에서 이 설계를 토대로 시작품을 제작 조립한 후, 시험부서에서 시작품을 대상으로 각종 시험을 실시하게 된다.

시험의 결과는 다시 설계자에게 보내어져 설계자는 시험에서 나타난 미비한 점을 보완하기 위한 설계변경 작업을 하게 된다.

각 자동차 회사의 기술력과 회사의 사정에 따라, 세부적인 방법에는 다소 차이가 있을 수 있겠지만 설계, 시작품 제작, 시험이라고 하는 과정이 하나의 사이클을 이루고 수 차례에 걸친 사이클을 반복하여 최적화된 모델을 결정하게 된다.

그러나 이와 같은 전통적인 차량 개발 프로세스에서는 CAD 시스템 등의 도입에 따라 각 단계에서 어느 정도 업무속도의 향상은 이룰 수 있겠지만, 사이클 내부의 각 단계를 순차적으로 실시해야 하므로 전체적인 프로세스 관점에서 혁신적으로 기간을 단축하는 것은 거의 불가능하다.

MDI에서는 2차원 설계도면이 아닌 3차원 솔리드 모델을 축으로 하여 CAD/CAM/CAE 데이터를 일원화하고 설계, 해석, 제조 담당자가 설계 초기단계에서 이 데이터들을 공유하면서 작업을 진행할 수 있도록 이에 적합한 환경과 프로세스를 개발하는 것을 주요 내용으로 하고 있다.

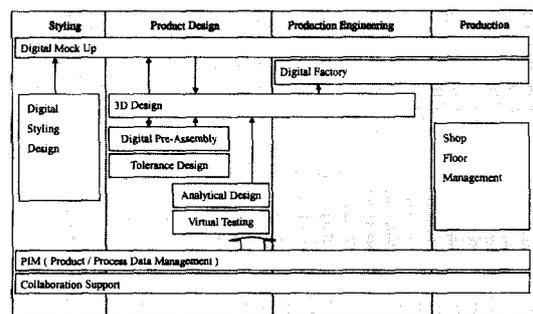


그림 2. The Concept of MDI

2.3 MDI의 효과

단일화된 3차원 솔리드 CAD를 프로세스의 기반으로 하여 Digital Factory의 개념을 도입하고 PDM에 의해 프로젝트를 관리하는 MDI 시스템의 효과는 다음과 같다.

첫째, 공정과 공정 또는 부서와 부서 사이에서 발생하는 시간적 손실을 대폭 줄일 수 있다.

이것은, 시간 소모가 많이 발생하는 도면 작업을 줄이거나 자동적으로 처리한다고 하는 3차원 CAD 본래의 장점과 한가지의 3차원 CAD 소프트웨어를 모든 작업의 축으로 한다고 하는 전략이 결합되어 나타나는 효과이다.

그러나 복잡한 차량 개발과정에서 발생하는 수많은 CAD 데이터들과 이들의 변경 내용들을 효과적으로 관리하고 전사적으로 공유하지 못하면, 전사적으로 단일 3차원 CAD 소프트웨어를 사용한다고 하더라도 개발기간을 단축하는데 큰 효과를 얻기는 힘들다.

이러한 이유로 MDI에서는 PDM 시스템을 도입하여 전사적인 정보관리를 시도하고 있다.

MDI의 두번째 효과는, Digital Pre Assembly와 Digital Factory 라는 개념을 도입하여 시작차 제작과 시험에 소요되는 비용 및 시간 부담을 최소화 한다는 점이다.

지금까지 대부분의 자동차 회사에서는 신차 개발과정 중에서 시작차의 제작은 필수적이고 당연한 것이었다. 소량 제작한 시작차를 이용하여, 개발 중인 차량에서 발생할 수 있는 문제점들을 양산 전에 미리 찾아내고 걸러내는 과정이 반드시 필요하기 때문이다.

그러나 MDI의 Digital Pre Assembly 과정과 Digital Factory 과정에서는 실물과 같은 3차원 솔리드 모델을 이용하여 시작차의 역할을 대신할 수 있도록 하고 있다.

Digital Pre Assembly는 엔진, 차체, 샤시 등의 유닛 단위에 적용되는데 이 각각의 유닛을 컴퓨터 상에서 조립하면 제품전체가 3차원 모델화 된 Digital Mock Up이 만들어 지게 된다. 이 Digital Mock Up을 활용하여 간섭체크, 기구부 동작 체크, 구조해석, 소음진동 해석 등을 실시하여 개발 중인 차량 자체의 문제점들을 파악할 수 있을 뿐만 아니라, Digital Factory 과정에서는 이 Digital Mock Up으로 조립성

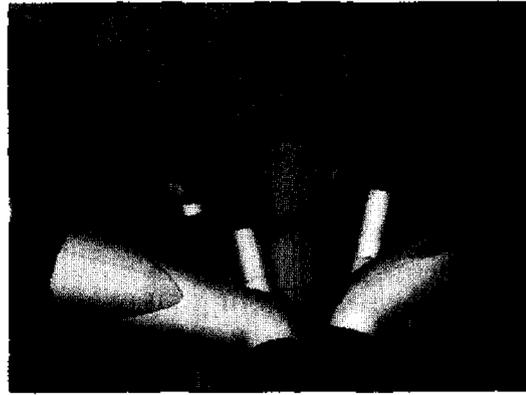


그림 3. 3D Model of Cylinder Head



그림 4. Digital Factory

과 양산성 등 생산라인에서 발생할 수 있는 문제들까지 미리 파악할 수 있다.

이것은 Digital Mock Up으로 시작/시험 과정을 대체하고 있다는 의미인데, 대다수의 자동차 회사에서 개발 차량에 숨어있는 문제들의 약 80% 정도를 시작과정과 시험과정에서 찾아내어 해결하고 있다는 점을 감안할 때, MDI에서 Digital Pre Assembly를 통해 Digital Mock Up을 얼마나 철저하고 세밀하게 구성하느냐 하는 것이 종래의 시작/시험과정 단축에 직접적으로 영향을 미치는 요소임을 알 수 있다.

2.4 MDI의 성과

MDI는 이미 테스트 단계를 끝내고 반복적인 실무 가동에 들어갔다. MDI를 처음으로 시험 삼아 적용한 것이 신차 “데미오” 프로젝트이며 설계부터 라인

이 안정되기까지의 기간을 대폭 단축하는데 기여하였다.

이 "데미오" 차종은 96~97 년의 "RJC New Car of the Year"와 "일본 Car of the Year 특별상"을 수상하였다.

97년 11월 14일 발표한 Mazda의 중간 결산에 따르면 경상이익은 전년도 동기 대비 2.5배 증가한 52억엔, 영업이익 71억엔 흑자, 매출은 11% 증가한 7,462억엔을 기록한 것으로 나타났다.

3. FORD의 FPDS

FORD의 FPDS(FORD Product Development System)는 1995년 4월, Alex Trotman 회장이 FORD 2000 이라고 하는 Reorganization Program의 출범을 선포하면서 개발하게 된 차량개발 프로세스이다.

FPDS에 대해 알아보기 전에, 먼저 Ford 사가 FORD 2000을 시작하게 된 배경에 대해 살펴 보기로 한다.

3.1 FORD 2000의 출범

Ford 사는 연간 차량 판매량 800만대, 매출액 약 1,470억불, 전세계에 걸친 200여개의 생산공장, 365,000명의 직원, 수백개를 헤아리는 협력회사로 표현할 수 있는 방대한 기업조직을 지니고 있다.

이와 같은 대규모 조직을 효율적으로 운영하면서 신속하게 시장상황에 대처할 수 있는 제품개발 체계를 구축하여 이윤을 극대화 해야만 자동차 시장의 치열한 경쟁에서 살아 남을 수 있다는 인식이 바로 FORD 2000의 출범 배경이었다. FORD 2000의 주요

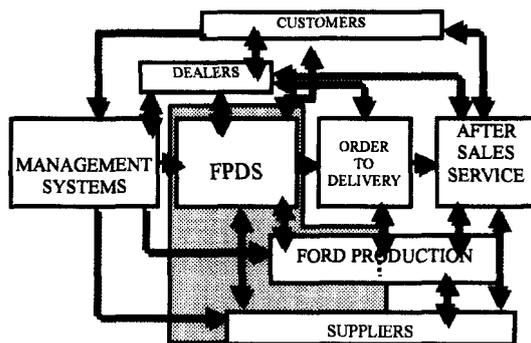


그림 5. FPDS and C3P in FORD 2000

태마도 바로 "Global Operation," "Matrix Organization," "Innovative Thinking"을 바탕으로 고품질(Quality)의 자동차를 저비용(Cost)으로 경쟁사보다 빠르게(Speed) 시장에 내놓음으로써 수익성을 증대하겠다는 것이다.

3.2 새로운 제품개발 시스템의 필요성

FORD 2000의 핵심이 되는 Quality, Cost, Speed의 목표를 성취하기 위해서 Ford 사는 제품개발 프로세스를 기존의 WCP(World Class Process)에서 FPDS(Ford Product Development System) 체제로 바꾸기로 결정하였다. 즉 FPDS는 FORD 2000을 실현하는 구체적 수단이 된 것이다.

FPDS의 전반적인 목표로서, 날로 확대되는 자동차 시장에 대응할 수 있도록 현재보다 더욱 많은 신차 개발 프로그램을 효과적으로 진행할 수 있는 능력을 보유하며 차량 개발과 품질 보증에 소요되는 제반 비용을 줄이는 것으로 설정하였다.

그리고 각 차량 개발 프로그램에서의 구체적 목표로서, 개발 과정을 정형화하고 작업 공정을 가급적 병렬화하여 개발기간을 종래보다 25%~30% 까지 줄이고, 개발기간 단축과 기존 설비를 재활용하여 Man Hour는 30%~40% 까지, 시제품은 30%~35% 까지 줄이는 것으로 설정하였다.

FPDS에 대한 이해를 돕기 위해 우선 종래의 Ford 사의 차량개발 프로세스, 즉 WCP의 문제점들을 간단하게 살펴 보기로 하자.

WCP의 가장 두드러진 특징은 각 부서별로 CAD/CAM/CAE 환경을 별도로 구축하여 사용한다는 점이다. 따라서 부서의 업무에 최적화된 시스템을 구축할 수 있었고 부서내의 업무를 효율화 하는데 상당한 기여를 하였다.

그러나 네트워크 기술이 발전함에 따라 Ford 사는 전세계적인 네트워크 시스템을 갖추게 되었고, 각 부서간 정보교환이 과거 어느때 보다 쉬워졌지만 부서간 CAD 데이터 호환의 문제가 심각하게 발생하였다. 물론 각 소프트웨어에서 제공하는 Translator가 도움이 되기는 하였지만 다른 소프트웨어에서 만들어진 CAD 데이터를 복구하는데 시간이 걸릴 뿐만 아니라 복구된 데이터도 완전한 것이 아니었기 때문에 해당 부서에 맞도록 재작업을 하는 일이 빈번하게 발생하였다.

CAD 데이터의 호환성 문제보다 더 심각한 것은,

어느 부서에서 설계변경이 발생할 경우, 관련 부서들은 설계변경 사실을 즉각 알 수가 없으므로, 설계변경 전의 데이터에 기초하여 작업을 진행하는 비생산적 상황이 계속되었고 이것은 협력 업체들도 마찬가지였다. 즉 네트워크 환경은 충분히 갖추었지만 이를 충분히 활용할 수 있는 유기적인 체제가 아직 마련되어 있지 않았다는 것이 WCP에서의 가장 큰 문제점이었다.

3.3 FPDS 확립 과정

Ford 사에서는 부서간에 Data를 원활하게 전달하고 정보를 효율적으로 관리하고 공유한다고 하는 두 가지 목적을 달성하기 위해 여러가지 방안을 모색하였다.

그 결과, Data 호환문제는 전사적으로 단일화된 3차원 CAD 시스템을 사용하고 이를 핵으로 하여 Ford가 자체 개발하거나 외부로부터 들어 오는 응용 소프트웨어들을 덧붙이는 방법으로 해결하기로 하였다.

그리고 PDM 시스템을 구축하여 전세계에 걸친 Ford 자동차의 조직과 협력 업체들을 연결하고 차량 개발에 필요한 수많은 자료들을 효율적으로 관리하기로 하였다.

Ford 사가 FPDS 시스템을 계획하는 과정에는, 수많은 실무자들이 참가하여 자동차 개발 과정의 세밀한 부분과 각 부서별 역할을 철저히 정의한 후, 이를 다시 정리하고 수 차례의 Workshop을 통해 검토한 후 최종적으로 새로운 자동차 개발 프로세스, 즉 FPDS를 확립하였다. 이 작업에 총 400명의 현장 전

문가들이 1년 동안 단계별로 나뉘어 투입되었다. 표 1은 현재의 FPDS에서 수행되는 각 단계를 표시한 것이다.

표 1에 표시된 과정은 FPDS를 매우 개략적으로 나타낸 것이다. FPDS에서는 다시 각 단계마다 차량 전체 단위, 엔진, 파워트레인, 차체, 샤시, 전장 등의 System 단위, Subsystem 단위, component 단위에 이르기까지 매우 세세하게 업무지침을 정해 놓고 있다.

FPDS는 신모델 개발 뿐만 아니라, 기존 모델을 변경하는 경우에도 전체 과정이 모두 적용된다. 다만 변경의 대소에 따라 개발시간만 증감되도록 하는 Scalability 개념을 도입한 것이다.

이렇게 전체 프로세스를 확립한 이후, Ford 사는 FPDS에서 사용할 소프트웨어 시스템을 선정하기 위한 과정을 거치게 된다.

시스템 선정과정은 4개 단위의 조사작업으로 이루어져 있다. 첫째는 Ford 내의 CAD/CAE 엔지니어와 관리자들의 의견수렴 작업, 둘째로 외부 컨설팅 업체와 Ford 협력사들의 평가, 세번째는 각 시스템 벤더의 발표회와 벤더사 방문조사, 끝으로 각 벤더사별 고객 조사와 벤더실사라고 철저한 조사 및 평가 작업으로 이루어져 있다.

복잡한 선정과정을 거친 후 Ford 사는 SDRC 사의 I-DEAS와 Metaphase를 표준 소프트웨어로 정하고 여기에 Ford의 자체개발 소프트웨어들과 기타 외부 소프트웨어들을 덧붙임으로서 FPDS에서 사용할 시스템을 최종적으로 결정하였다. 바로 이 시스템을 Ford에서는 C3P라고 명명하고 FPDS 전과정에 걸쳐 C3P를 활용하게 된다.

표 1. FPDS Process

단 계	내 용
SI	Strategic Intent
SC	Strategic Confirmatin
PH	Proportions & Hardpoints
PA	Program Approval
AA	Appearance Approval
PT	Powertrain Complete
PR	Product Readiness
CP	Confirmation Prototype
CC	Change Cut-Off
LR	Launch Readiness
LS	Launch Sign Off
JI	Job #1
FS	Final Status

3.4 FPDS 실행을 뒷받침하는 C3P

C3P는 앞서 말한 바와 같이 Metaphase와 I-DEAS, Ford 자체 개발 프로그램, 그리고 기타 각종 응용 소프트웨어들을 조화시킨 일종의 소프트웨어 군이라고 할 수 있다.

그림 6에 표시된 바와 같이 PDM 소프트웨어인 Metaphase는 전체 FPDS에서의 각종 자료를 통합하고 관리하는 역할을 맡고, I-DEAS는 FPDS 전과정에 걸쳐 기타 응용 소프트웨어에 3차원 솔리드 모델과 CAE 해석 모델을 제공하는 기반으로 위치하고 있다.

차량개발 과정 중 스타일링, 설계, 매뉴팩처링, 시

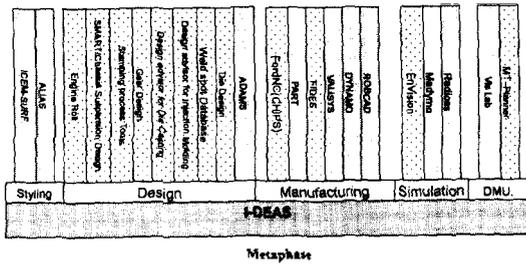


그림 6. C3P System

플레이션, Digital Mock Up과 같은 세부적 단계에서 I-DEAS의 기능을 보충하기 위해 Ford에서 자체 개발한 소프트웨어와 외부 소프트웨어들이 접목되어 있다.

이와 같이 C3P는 여러가지 소프트웨어들이 단지 모여있는 것이 아니라 이들이 하나의 시스템으로서 기능을 발휘해야 하므로 표준 소프트웨어들을 제공 하는 SDRC사와 Ford사는 직원교육, 시스템 설치, 소프트웨어 기능 개발 등 전 분야에서의 긴밀한 협조 체계를 유지해야만 한다.

3.5 FPDS/C3P 진행 상황 및 성과

1998년 6월 2일, Ford사가 발표한 "C3P Midterm Report"에 따르면 현재 Ford내에서만 약 3,600명의 설계 인력들이 C3P 시스템을 활용하고 있으며, 연말에는 그 숫자를 4,100명까지 늘일 계획이다. Ford내 부인력 뿐만 아니라 약 400여개의 협력 업체들까지 C3P 시스템이라고 하는 단일 시스템으로 차량개발 초기과정부터 참여하고 있다고 밝히고 있다.

1998년 말에 이르면 설계부문에서 25%의 생산성 향상을 기대하고 있다. 또한 C3P 시스템으로 유럽



그림 7. 3D Engine Model

수출 차종 B-Segment Car의 초기 개념설계를 진행 하던 중 Front Rail이 양산 과정에서 문제를 발생시키는 사실을 밝혀낸 것 등을 예로 들면서 Ford사에서는 이 한가지 사례에서만 무려 6천만 달러를 절감한 것으로 발표하고 있다.

Ford사는 C3P 시스템을 1997년 7개 차종 개발에 적용한 것을 시작으로 '98년중 24개 차종에, 2000년부터 모든 차종에 적용할 예정이다.

4. 결 론

이상에서 소개한 Mazda와 Ford의 사례 외에 Benz, Chrysler, GM 등의 자동차 회사에서도 원가절감과 제품개발 기간 단축을 목표로 전사적으로 3차원 CAD 시스템과 PDM 시스템을 개발 또는 구축하고 있는 것으로 알려져 있다.

MDI와 FPDS의 예에서 알 수 있듯이 해외 자동차 업계에서의 제품개발 시스템 구축에서는 시스템 환경 보다는 프로세스를 더욱 중시하고 있다. 그리고 이 프로세스를 성공적으로 수행하기 위해 현장 실무 부서 단위에서의 세부적인 업무 방법과 지침을 설정한 이후 적합한 시스템을 선정하는 단계를 거치고 있다.

이상의 결과를 종합해 보면 원가 절감과 제품 출시기간 단축을 위한 신제품 개발 시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는, 첫째 제품개발 시스템에서 각 부서의 역할과 업무방법에 대한 구체적인 설정, 둘째, 3차원 CAD 기술의 철저한 활용, 셋째, PDM을 도입함으로써 전체 조직에 걸쳐 정보의 효율적인 관리와 조정을 가능케 했다는 점이 반드시 필요함을 알 수 있다.

참고문헌

1. Bart Huthwaite, Strategic Design, A Guide to Managing Concurrent Engineering, The Institute for Competitive Design, 1994.
2. Peter Marks and Kathleen Riley, Aligning Technology, Design Insite, 1995.
3. MDA 시스템과 제품개발, 日經BP企劃, 1997.
4. Mike Mikowski, From Art to Part with C3P, Working IDEAS, No. 2, 1997.