

3차원 접촉식 측정기구의 네트워크를 통한 형상 복원에 관한 연구

고 덕 현(경희대 대학원), 이 순 겐(경희대)

The Study of reconstruction for 3D contact-measurement using TCP/IP communication

Deok-Hyeon Ko(Graduate School, Kyunghee Univ.), Soon-Geul Lee(Kyunghee Univ.)

ABSTRACT

The authors have realized reconstruction of 3D shape using contacting method with pins and TCP/IP communication. In this paper, the working principal of the mechanism is proposed and tested. A special sensor system is designed as 148 matrix form to measure 3D shape. When contact occurs between pin and the plate of the sensor matrix, the position information of pins is sent to computer and raised height data of the pin is obtained by counter which accumulates encoder signal. So, all datum which contain 3-dimensional coordinate, is transferred using TCP/IP communication. Finally, 3D shape is reconstructed by Web browser of remote computer. The measuring result shows that the proposed mechanism is reliable and promising as a remote measuring device through Internet.

Key Words : 3D shape (3차원 형상), measuring device (측정기기), sensor matrix(센서 매트릭스), contact(접촉)

1. 서 론

최근 통신기술에 발달과 그에 따른 인프라의 구축으로 인해 인터넷의 사용은 갈수록 그 범위를 확대되고 있다. 이제는 전문가들만이 아니라 일반인들도 세계 어디서든지 인터넷에 접속하여 그 편리함을 공유할 수 있게 되었다. LAN을 설치하여 사용하고 있는 곳뿐만 아니라 일반가정이나 무선전화를 이용하여 인터넷에 접속할 수 있는 오늘날에 있어서 원격지의 상황을 파악하는데 인터넷을 이용하는 것은 당연한 결과이다. 현재 빠르게 발전하고 있는 인터넷 기술은 사용자가 공간적 제약을 뛰어넘어 손쉽게 원하는 자료를 획득하고 배포할 수 있게 해준다.

이러한 진보된 네트워크의 기술과 컴퓨터의 발전에 따른 그래픽 및 멀티미디어를 기반으로 하는 기술은 화상데이터와 같은 대용량의 자료를 용이하고 손쉽게 이동, 취득할 수 있게 하였다⁽⁶⁾. 특히 가상현실과 같은 고도의 그래픽 기술에서는 기존의 형상을 현실감 있게 표현하는 것이 그 관건이 된다^{(1) (7)}.

물체의 형상측정기술은 단순한 모양인식에 그치지 않고 물체의 해석, 형상인식에 따르는 수치해석 제어 및 공구경로의 생성 등으로 널리 이용되고 있다. 뿐만 아니라 문화재의 보존, 민속학이나 인류학에 대한 자료의 데이터베이스화 등의 연구에도 적극적으로 활용될 수 있으며, 또한 의료분야나 의상디자인에서 인체의 체형계측 등 인간감각의 계측이나 평가에도 기여할 수 있다⁽¹¹⁾. 그러나, 이러한 측정기술의 중요성에도 불구하고 기존의 3차원 측정기는 범용으로 제작되어 자주 사용되지 않는 많은 기능을 탑재하고 있으며, 이로 인해 높은 가격 대를 형성하고 있다. 또 많은 기능으로 인해 조작을 위해 교육이 많이 필요한 상태이다. 즉, 스캐너나 디지털 카메라와 같은 도구를 사용하여 여러 각도 또는 여러 단면의 2차원 이미지를 얻고, 이의 저장 및 교환을 통해 얻는다. 이와 같은 방법은 여러 2차원 정보로부터 3차원으로의 조합과 복잡한 변환과정을 거쳐야 하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 기존의 3차원 계측기의 단점을 보완하고 인터넷 기술과 간이형 계측장비를 이용하여 생산 현장 계측에 적용하고 생산현장에 작업자가 공간적, 지리적 한계를 넘어 원하는 데이터를 실시간으로 획득하고 이와 더불어 가상현실 기법을 이용하여 인터넷을 통해 계측된 데이터를 형상화하는 시스템을 구현하였다.

2. 시스템의 구성

시스템의 구성은 크게 서버와 클라이언트, 그리고

3차원계측기로 구분된다. 서버는 클라이언트로부터의 메시지를 처리하는 웹서버와 계측기의 데이터를 취득하고 평가하는 인터페이스로 구성되어있다. 클라이언트는 서버에서 보내온 데이터를 가공처리 하여 복원하는 자바애플릿으로 되어있고, 마지막으로 형상을 계측하기 위해 간이형으로 제작된 소형 3차원측정기가 전체 시스템의 구성이다.

3. 서 버

서버는 웹서버의 기능을 하며 클라이언트와 메시지를 교환한다. 또한 인터페이스를 위해 계측기의 측정데이터를 통신을 통해 전달한다. 웹서버의 역할을 수행하기 위해 일반적으로 널리 사용되고 있는 Window NT 4.0 을 운영체제로 선택하였다. Window NT 서비스 팩에 포함되어있는 IIS를 설치함으로써 손쉽게 웹서버를 구축할 수 있었다. 인터페이스는 비주얼 베이직으로 프로그램되어있으며 어플리케이션프로그램과 함께 다음과 같은 두가지 역할을 수행한다. 첫 번째는 클라이언트와 소켓통신을 하는 것이고 두번째는 계측기와 인터페이스를 하는 것이다.

서버 어플리케이션의 단점으로는 선택한 언어상의 제약으로 인해 쓰레드 구성이 불가능하다는 점이다. 따라서, 소켓모듈에 의해 연결이 성공적으로 이루어진 후에 서버와 클라이언트간에 시분할을 이용한 멀티 쓰레드를 사용하여 주고받는 데이터교환이 이루어지지 못하고, 시간 순서에 의한 명령전달방식을 선택했다. 서버의 인터페이스부는 구입한 DAQ보드를 서버 PC에 장착하여 데이터를 취득한다.

4. 클라이언트

클라이언트의 필요한 사양은 다음과 같아야 한다. 첫째로, 사용자가 시간과 장소에 제약을 받아서는 안되며 두번째, 계측기를 원격지에서 운용하는데 용이해야 하며, 마지막으로 안정되고 정확한 정보를 취득할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 이러한 사항을 만족하기 위해 자바언어를 사용하였다. 자바언어는 특성상 모든 웹브라우저 상에서 실행이 가능하며, 자체 보안

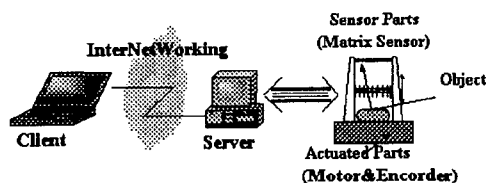


Fig. 1 System Overview

에 의해 데이터 손실의 위험이 적다. 또한, 네트워크 모듈이 잘 구성되어 있어 프로그램 작업을 용이하게 해준다. 이러한 기본적인 장점 외에도 다양한 라이브러리가 API형태로 제공된다는 점도 또 다른 이점이라 할 수있다. 특히, 형상 복원을 하기 위해 본 논문에서는 Jazz3D라는 라이브러리를 사용하였다. 일반적으로 3차원 형상을 구현하기 위해서는 고속 통신망구축과 고가의 시스템 사양이 요구된다. 입체형상을 표현하기 위한 모듈은 OpenGL, 3DMAX등과 같이 다양한 종류가 있으나, 이 또한 앞에서 언급한 것처럼 시스템의 성능에 좌우되기 때문에 느린 속도로 수행된다.

본 연구에서 소개되는 라이브러리는 웹상에서 실시간으로 3차원 영상을 구현해주는 라이브러리이며, API함수형태로 제공된다. 이를 이용하여 구, 피라미드, 사각상자, 반구들을 실시간으로 생성할 수 있고, 3DS나 GEO파일을 불러오는 기능이 내장되어있으므로 외부에서 제작된 3차원 파일들을 인터넷에서 불러올 수 있다. 순수 자바언어로 작성된 라이브러리로 속도는 크게 빠르지 않으나, 자바언어와의 호환성과 개발자가 손쉽게 취득하여 사용할 수 있다는 장점이 있다. Jazz3D 라이브러리를 사용하여 친숙한GUI환경을 제작하게 되었다. 즉, 웹브라우저 상에 원격지의 계측기와 동일한 형상의 모델이 형성되고 이 모델을 통해 대상 기구를 운용할 수 있다. 또한, 원격지에서 취득한 대상 물체의 3차원데이터를 웹상에서 복원함으로써 사용자에게 현실감을 부여할 수 있는 GUI환경을 제공할 수 있다.

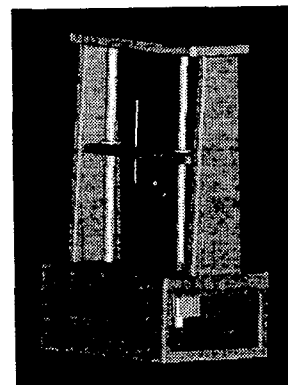


Fig. 2 3D Model of Measurement Device

5. 계측기기

Fig. 3은 제작된 시스템의 실물 사진이고, Fig. 4는 그 동작을 설명하기 위한 구성을 나타낸 그림이다. 사진과 구성 모식도에서 보듯 측정 시스템의 원리는 측정 대상물을 측정대에 올려놓고 그 위에 동일한 길이

의 탐침을 수직으로 배열한 후, 그 탐침을 홀더에 고정된 상태로 상향 이동시켜 센서 매트릭스판과 접촉하는 탐침의 위치를 파악하고 그 순간 구동부에 부착된 인코더에 의해 높이를 인식하는 방법이다.

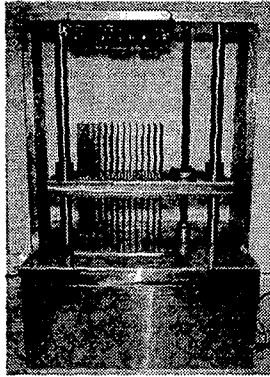


Fig. 3 Shape of Measurement device

형상을 인식하기 위한 검출부는 탐침판과 센서 매트릭스로 구성되어 있다. 탐침판은 핀 홀더에 가로 14, 세로 8개의 매트릭스 형태로 균일하게 배열되어 있다. 일정한 고정력을 작용시켜 구동부에 의한 이송중 핀이 임의로 흘러내리지 않도록 자석이 삽입되어 있다. 핀 홀더와 대응되는 위치에 부착된 센서 매트릭스판은 직사각형의 기판위에 가로 14, 세로 8개의 접촉단자로 구성되어 있고 각 단자는 저항으로 Vcc(+5V)에 풀업되어 있다. 각 단자는 Fig. 4(b)와같이 2개의 다이오드에 의해 매트릭스 신호를 발생할 수 있도록 되어 있다. 측정장치는 전체가 접지되어 있고 이에 고정된 탐침판 또한 접지 되어 있다. 따라서 탐침핀이 센서 매트릭스판의 대응단자에 접촉되면 그 단자와 연결된 세로회로 및 가로신호는 모두 +5V에서 0V로 바뀌게 된다. 즉, 신호전압의 변화에 의해 탐침핀의 단자접촉 유무가 판별된다. 이때, 다이오드는 같은 신호선으로 연결된 다른 단자의 전압이 접촉단자의 전압에 의해 영향을 받지 않도록 하는 역할을 한다.

구동부는 핀 홀더를 이송시키는 볼스크류와 스텝 모터 그리고 인코더로 구성 되어 있다. 볼스크류와 스텝 모터 그리고 스텝모터와 인코더는 유연한 커플링으로 연결되어 있다. 물체의 형상을 검출하기 위해 스텝 모터 구동축, 즉 볼스크류를 회전시키고 그에 따라 핀 홀더는 가이드 바를 따라 상하로 움직이게 된다. 초기 위치를 Fig. 4(a)의 상태 1에서 설정하고 대상 물체를 위치시킨 후, 모터 구동에 따라 핀 홀더를 아래로 이송시키면 핀들은 물체의 표면라인에 따라 배치된다 (Fig. 4(a)상태 2). 이 핀 높이는 전술한 바와 같이 자석에 의해 고정되어 핀이 위치하는 평면의 (x, y)좌표에 대응하는 물체의 z축 높이에 위치하게 된다. 모든 핀이

대상물체에 접촉되면 핀들은 측정대상물의 형상에 따른 폭면에 대응하는 높이에 위치하게 되며, 이때 핀

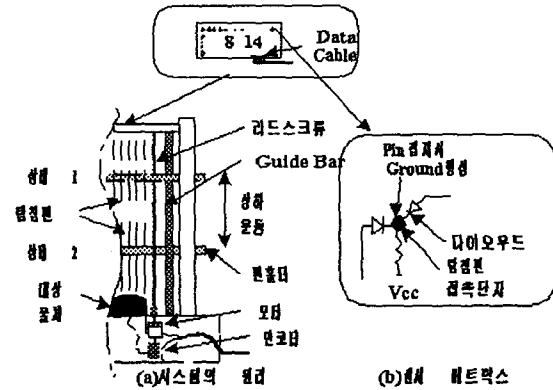


Fig. 4 Principle of Measurement

홀더는 다시 위로 이송된다.

핀 홀더가 계속 상승하여 핀이 센서 매트릭스판의 단자에 접촉하게 되면 그에 따라 가로 및 세로 측정 접촉점과 인코더에 의한 핀 높이를 측정할 수 있다. Fig. 5에서와 같이 접촉단자로부터 생성되는 매트릭스 형태의 가로 14개의 신호는 2 포트의 디지털 입력으로 연결되고 세로 8개의 신호는 1포트의 디지털 입력으로 컴퓨터에 인터페이스 된다. 한편, 인코더의 출력신호는 각각 상향 이동시 발생하는 펄스와 하향이동시 발생하는 펄스출력으로 디코딩되어 2개의 카운터 입력으로 사용된다.

PC에 의한 디지털 출력은 적절한 구동속도와 동작제어를 프로그램을 통하여 스텝모터 구동을 위한 펄스

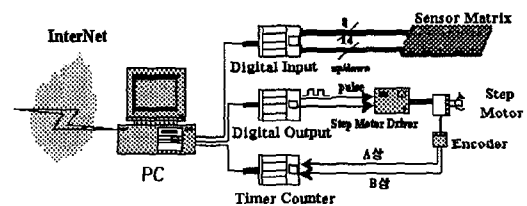


Fig. 5 Interface-part

프임력으로 사용되어 모터를 구동하게 된다.

5.1 측정 알고리즘

본 서비시스템의 제어 프로그램은 Visual Basic 환경에서 프로그래밍 되었다. Visual Basic 자체가 하드웨어 직접제어를 지원하지 않으므로 직접 입출력 모드를 지원하는 DLL(dynamic linked library)을 사용하였다.

시스템이 동작을 시작하면, 계측기와 연결된 서

버컴퓨터는 서버소켓을 초기화하고, 클라이언트의 접속

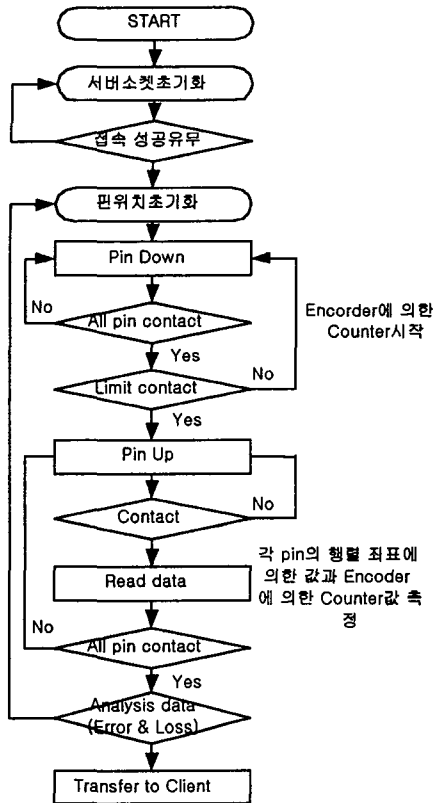


Fig. 6 Flowchart of Measurement Algorithm

을 기다린다. 클라이언트와의 접속이 성공되지 않았을 경우에 서버컴퓨터는 소켓을 다시 초기화하게된다.

접속이 성공적으로 이루어지면 서버컴퓨터는 연결의 상태를 클라이언트로 전달하게되고, 사용자는 계측기의 상태를 파악한다.

핀 위치의 초기화가 이루어지고, 계측준비가 완료되면 핀 홀더는 가이드바를 따라 모든 핀이 계측대상 물체에 접촉할 때까지 내려오게된다. 이때, 하강하는 핀 홀더가 물체에 닿지 않도록 제한값을 설정하였다.

모든 핀이 제한값을 넘지 않는 범위내에서 대상물체를 접촉하여 다시 핀들이 상승할 때, 인코더는 동작을 하게된다. 인코더는 상승하는 모든 핀들이 계측기 상충부의 센서 매트릭스에 도달할 때까지 측정한다.

센서 매트릭스에 의해 검출된 높이 데이터들이 0의 값을 가질 때, 인코더는 동작을 멈추고 데이터를 분석한다. 분석의 결과는 전술한바와 같이 3차원 데이터 형태로 저장된다. 즉, 센서 매트릭스의 가로14,세로8의 x, y축과 인코더의 의하여 측정된 높이 정보 z가 서로 연결되어 복원의 필요한 테이블을 구성한다.

계측대상물체의 3차원정보를 취득, 분석한후 서버

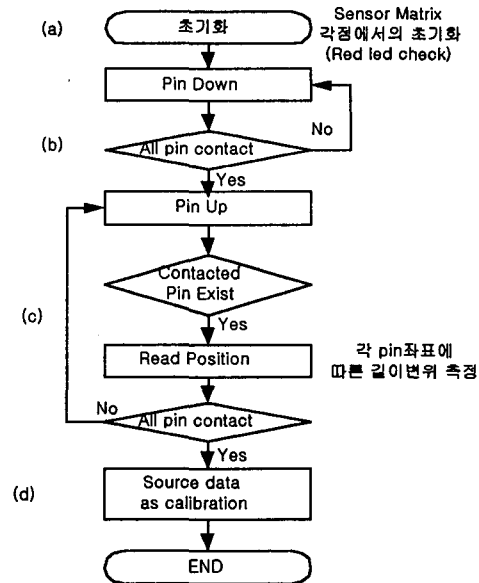


Fig. 7 Flowchart of compensation Algorithm

컴퓨터는 연결된 클라이언트 컴퓨터로 작성된 형상정보 테이블을 전송하게된다.

5.2장치의 보정

핀들은 제작시 발생하는 가공오차 및 조립시 발생하는 오차 그리고 측정시 발생하는 여러 오차 원인들을 가지고 있다. 이러한 오차를 보정하기 위해 대상물체를 측정하기 전, 핀 홀더의 상하운동을 통하여 핀들의 편차를 보정하는보정 데이터 표를 구해야 한다. Fig. 7는 이와 같은 보정 데이터를 구하기 위한 흐름도를 보여준다. 보정은 측정대 위를 비우고 시작한다. 먼저 장치의 변수들을 설정하고 동작이상을 판별하는 초기화 루틴 (Fig. 7(a))을 실행한 후 모든 핀이 측정대에 접촉이 되어 핀의 하단이 정렬이 되도록 한 후 (Fig. 7(b)) 핀 홀더를 상승시켜 핀 높이 위치를 검출하면 (Fig. 7(c)) 탐침핀 간의 보정 데이터(Fig. 7(d))를 얻을 수 있다.

6.구 현

클라이언트 컴퓨터에서 웹 브라우저를 실행하고 서버컴퓨터에 지정된 IP주소로 접속한다. 접속에 성공하면 Fig. 8같은 GUI환경을 얻게된다. GUI상에서 모니터링부분에 해당하는 텍스트박스(Fig. 8(c))는 이러한 초기 네트워크연결유무 및 연결 상태, 메시지교환에 따른 명령전달을 출력하고 모니터링한다. 서버와의 연결이 성공적으로 이루어지면 알고리즘에 따라 계측을 시작하게된다. 먼저, Home Positioning버튼을 실행시키면

원격지에 위치한 3차원측정기에 부착된 센서 매트릭스의 편들은 가이드바 상단으로 이동하여 초기 배열을 하게된다.

초기화가 완료된 후 Home Positioning 하단의 Measurement 버튼을 실행하면 전술한 알고리즘에 의해 계측이 시작된다. 본 연구에서는 측정물체를 주위에서 흔히 볼 수 있는 볼 마우스를 대상으로 실험하였다. 대상물체의 높이에 따라 각 편들의 접촉 순간은 장착된 센서 매트릭스에 의해서 검출되고, 가로 및 세로 신호에 의해 접촉편의 x 및 y 위치를 대응시킬 수 있다. 편 접촉을 검출하기 위한 샘플링 타임은 소프트웨어 타이머로 설정하였으며, 여기서는 샘플링 주기를 5msec로 설정하였다. 접촉이 감지되면 그 순간의 카운터 값이 접촉편 위치에서의 물체높이라고 할 수 있다. 이때 카운터는 전술한 바와 같이 인코더의 신호를 누적하여 높이에 해당하는 수치로 변환한다. 이때, 서버는 그에 따른 3차원 데이터를 DAQ보드를 통해 취득하고, 클라이언트로 전송한다. TCP/IP 소켓통신을 이용하여 클라이언트 즉, 자바애플릿은 이 데이터를 기반으로 하여 측정물체를 웹브라우저상에 입체모델로 복원하게 된다.

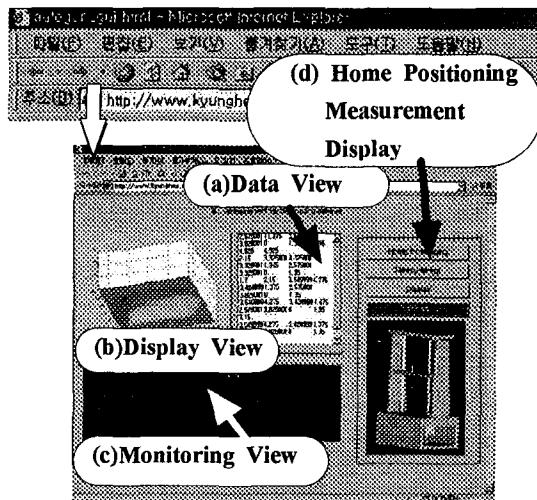


Fig. 8 Client GUI

7.결 론

본 연구에서는 간이형 3차원 계측기를 제작하여 원격지에서 측정된 대상 물체의 형태 복원을 수행하였다. 자바애플릿과 서버어플리케이션과의 TCP/IP통신을 이용하여 취득된 데이터를 원격지로 송신하고 자바 3D라이브러리를 이용하여 웹브라우저상에 계측된 형상을 복원하였다.

시스템은 기존의 계측장비를 네트워크 통신기술과 결합함으로써 얻는 장점을 고찰하는데 의의가 있다. 현장에서 이와 같이 계측기와 통신기술을 접목시킨다면 현장의 사용자는 작업의 효율과 능률을 높일 수 있다.

적용된 계측기기가 정밀한 센싱기술과 표면처리방법, 많은 현상복원에 관한 방법이 개발된다면 보다 정확한 측정 및 복원이 될 것이다. 인터넷을 이용한 데이터 취득방법에 VRML과 같은 고급 영상처리 기술을 도입한다면 현실감을 높일 수있을것이다.

참고문헌

1. 윤희상, "인터넷 상에서의 원격탐사 영상처리 시스템의 설계와 구현", 대한원격탐사학회지, 1997, 03 v.13, n.1, pp.31-46
2. 변문현, "PC를 이용한 3차원 입체형상 모델생성 연구", 대한기계학회논문집, 1989.1.v.13, n.1, pp.59-66
3. 천현재, "3차원 가상현실을 이용한 웹기반 원격제어 시스템 개발", 고려대 대학원, 1999
4. 김주황, "JAVA를 이용한 원격제어에 대한 연구", 경희대 대학원, 1999
5. 손재범, "원격제어 시스템의 모델링 및 제어", 포항공대 대학원, 1996
6. 송주환의 2인, "멀티미디어 정보의 서비스 품질 향상을 위한 새로운 멀티미디어 동기화 모델과 이를 전송 프로토콜 상에서 구현", 한국자동제어학술회의논문집 (KACC) 1999년, pp.b44-b47
7. 민계철, JAVA를 이용한 3D 만들기, 삼각형프레스
8. 이원희, 강훈, "3D 스캐너 개발", Proceeding of the 13th KACC, October 1998
9. KATHRYNA.INGELE, REVERSEENGINEERING, McGraw-Hill, 1994
10. 이시혁, "REVERSE ENGINEERING기법의 레이저 스캐너를 이용한 의치상의 정확도에관한 연구, 서울대학교
11. 최세환, 디지털 영상처리를 이용한 비접촉 3차원 인체계측의 자동화, 경희대학교, 1997