論文
3-8-10

기타음향 입력 장치 및 분석용 Data Base 구성에 관한 연구 (A study on the Sound Input Device and Data Base Configuration for Guitar Manufacturing)

정 병 태*
(Byung-Tae Chung)

요 약

기타는 내부 구조와 재질에 따라, 기타 음의 특성이 달라진다. 개발된 장치는 기타 내부 구조와 재질의 변동에 따른 기타 음의 분석을 컴퓨터로 처리하여 data base화 할 수 있도록 한 장치이다.

시스템의 구성은, 기타 내부 구조를 쉽게 변경할 수 있도록 한 기구부와, 다 채널의 음향 입력을 A/D 변환하여 DSP 보드에서 처리 한 후 RS232C를 통하여 PC 에 입력하는 방법으로 음량를 수집할 수 있는 입력 장치부와, 입력된 데이터를 컴퓨터에서 data base화 하여 쉽게 조회 및 분석 할 수 있도록 하는 소프트웨어로 구성되어 있다.

ABSTRACT

Characteristics of a guitar sound changes according to the internal structure a guitar. The developed system uses a PC to analyze a guitar sound, which will have different characteristics in accordance with the internal structure of the guitar and the material that the guitar made, and make a data base.

The developed system consist of three parts; a mechanical body which holds a guitar and the internal structure of the guitar can be changed easily; DSP sound acquisition boards which have multi channel sound input and A/D converting abilities with RS232C data transfer to PC abilities; and software which runs on a PC to analyze the input sound and make a data base.

1. 서론

기타가 오늘날 전 세계적으로 널리 애용되고 사랑을 받고 있는 것은 이상한 일이 아니다. 그 이유는 기타는 선율악기인 동시에 화음악기로서 음색이 매우 우아하며 발현악기 중에서도 가장 섬세하고 다채로운 음색과 풍부한 표현력을 갖고 있기 때문이다.

내부의 자판[8]에는 금속으로 프렛이 17-22개 박혀 있는데 목과 몸통의 경계는 12프렛에 위치하며, 줄 매듭 나무에서 줄받침(Bridge)까지의 거리는 65cm가 표준이다.

* 정회원 : 인천전문대학 전자계산과 교수

논문접수 : 2002. 7. 18.
심사완료 : 2002. 8. 12.

※ 본 연구는 인천전문대학 교내 연구비 지원에 의한 논문임.

오늘날은 6줄을 사용하며 6번줄부터 E, A, d, g, b, e로 명칭하며, 음역은 E에서부터 높은 라까지 광범위하게 소리낼수 있는데 악보로 적을 때에는 편의상 높은음 보표를 사용하며 실제음보다 한 옥타브 높여서 적는다. 줄의 품질이 악기의 음질을 크게 좌우하는데 제1, 2, 3현은 나일론 현을, 나머지는 명주실에 구리선을 감아서 사용하지만 현재는 나일론 줄을 쓰는 경우도 많다. 이러한 기타 음의 생명은 기타줄에서 발생한 음을 공명시키는 공명통 이다. 이 공명통의 구조나 재질에 따라서 소리가 변화를 하므로 공명통의 설계는 바로 기타 생산의 생명이라 할 수 있다. 그러나 공명통의 구조나 재질에 따른 소리의 변화에 대한 노하우가 없으므로 기타 설계나 생산자는 새로운 재질이나 새로운 디자인의 기타를 설계할 때 마다 기타를 수없이 제작하여 소리를 들어보고 디자인이나 재질을 교체하여 또다시 제작하여 실험하는 등, 제작과 실험(소리테스트)과 또 다른 제작을 반복하여 새로운 하나의 기타를 설계하고 있다. 따라서 이에 소요되는 기간 및 제작비가 부담으로 가중되는 실정이다.

2. 기본 이론

2.1 훌륭한 음에 대한 기준

기타의 훌륭한 음에 대한 견해는 다분히 주관적이어서 기준을 정하기가 어렵지만, 제작가 마다 약간의 차이가 있지만 진동수 A=440으로 조율했을 때를 기준으로 정한다.

(1) 충분한 음량을 가져야한다.

좋은 기타는 충분히 큰 음량을 가져야 함이 필수이다. 무조건 소리가 크다고 좋은 악기는 아니다. 따라서, 소리가 크면서도 맑고 깨끗한 소리가 나야 한다. 고급 기타의 경우는 음량이 크면서도 맑은 소리가 나는 명기들이 있다.

(2) 소리에 힘이 있고 오래 지속되어야 한다.

실제로 많은 기타들이 가까이에서는 소리가 크게 느껴지다가도 무대에서는 전혀 소리가 멀리 전달되지 않는 경우가 간혹 있다. 소리가 크면서도 맑고 고운데다가 힘이 있어서 그 소리가 멀리멀리 울려퍼질 수 있는 악기가 되어야 한다.

(3) 고음과 저음의 밸런스가 잘 맞아야 한다.

하나의 공명통에서 고음과 저음이 모두 잘 나도록 하는 것은 여간 어려운 기술이 아니다. 고음이 선명하고 고우면서도 저음이 풍부하고 힘이 있어 이상적인 밸런스를 갖추어야 한다.

(4) 음정이 정확해야 한다.

음정이 정확해야 함은 두말할 필요도 없다. 진동수 A=440으로 조율하거나 피아노에 맞추어 조율한 후 저음부와 고음부에서 골고루 화음이나 음계를 맞추어 보아야 한다.

(5) 자판 전체에서 모두 고른 소리가 나야 한다.

가장 예민한 부분으로서 자판의 모든 음역에서 모두 똑같은 음질의 소리가 나야 함은 당연한 듯 하지만 만드는 사람이나 구입하는 사람이 구별하기에 가장 어려운 부분이다. 공명통의 구조가 가장 이상적으로 조화를 이루어야만 가능한 경우이다. 결론적으로 훌륭한 음향을 얻으려면 유명악기(기타)의 내부구조나 재질을 분석하여 모의 실험을 되풀이 해 보고 더 나은 음의 특징에 따른 구조와 재질을 개발해야한다.

2.2 분석구간의 설정

분석을 위한 한 구간 내에는 기타음의 주기적인 반복의 특성이 포함되어 있어야 한다. 그러므로 한 구간은 적어도 3번 이상은 반복되어야 한다. 반면에 구간의 길이가 너무 긴 경우에는 발생인자의 시간에 따른 변화현상이 명백해지므로 정상작용이라는 가정에 무리가 온다. 그러므로 피치[15]주기의 약 3~4배 안팎의 길이로서 분석구간의 단위를 정하는 것이 적당하다.

예를 들어 8kHz의 표본화율의 디지털 신호의 경우에 사람의 목소리의 기본주기는 표본수 30에서 90개 정도이다. 그러므로 한 분석구간의 표본개수는 150에서 240정도가 적당하다.

2.3 기타음의 검출

처리대상의 신호가 '있다' 와 '없다'를 가려야한다. 우선 처리대상 기타음 신호가 있다는 것 자체는 미리 전제가 되어있지만 그 대상 가운데에서도 기타음이 있는 부분만을 처리대상에 포함시키고자 하는 것이다. 이것을 기타음의 검출이라 한다. 이 과정이 원활히 처리되면 기타음의 압축비를 높이는 데에도 큰 기여를 하게된다.

기타음의 검출도 역시 분석구간 단위로 행해지는데 대상구간에서 양적 측정값들을 구하여 이들을 기준으로 기타음 신호의 유무를 판별한다. 이들 양적 측정값은 절대에너지와 영교차율이다.

한 분석구간의 절대에너지는 다음과 같이 정의된다.

$$E = \sum_{i=0}^{N} | x(i) | \qquad (1)$$

이 값이 에너지 상한값 TU를 넘으면 이 구간은 기타음이 있다고 간주한다. 절대에너지 값이 TU보다 작으면 에너지 하한값 TL보다 큰가 확인한다. 만약 TL 보다 크면 바로 이전 구간이나 바로 이후 구간이 유기타음 구간이면 유기타음으로, 바로 이전 구간이나 바로 이후 구간이 무기타음 구간이면 무기타음으로 간주한다. 물론 에너지 하한값 TL 보다 작으면 무조건 무기타음으로 간주한다. 적합한 TU와 TL의 결정은 표본신호의 산술적 처리시의 수치값에 따라 영향을 받으므로 실제 구현할 때 그 환경에 맞게 설정하는 것이 바람직하다. 여기서는 8비트 데이터를 처리할 경우에 TU 는 800, TL 은 200정도로 한다.

2.4 기본주기의 검출

반복주기의 검출에는 평균차함수법, 단순화역여과추적법, 역주파수표방식등이 있다.

평균차함수법은 복잡한 연산이 필요 없어 수행속도가 빠른 장점이 있다. 그러나 이 방법으로는 처음 기타음이 시작될 때 혹은 무기타음에서 무기타음으로 천이될 때와 같이 아무런 사전 자료 없이 기본주기를 구할 때 에 그 안정성이 충분하지 못하다.

단순화역여과추적법은 정확한 주기검출에 방해되는 많은 요소들을 극복해 가는 과정이 있으므로 비교적 안정된 반복주기검출을 할 수 있다. 그러나 아무래도 4분의 1의 저표본화 과정을 거치기 때문에 다시 복원과정을 거쳤다 하더라도 평균차함수법에 의해 정확히 검출되었을 경우보다 원음의 감각을 살리지 못하는 단점도 있다.

역주파수표에 의한 반복주기 검출은 사실상 기타음 신호정보의 성질을 보이기 위한 좋은 예로써 들은것이지 계산량의 방대함 때문에 실제적인 응용을 위한 것이라고 보기는 힘들다. 단 고속 푸리에 변환을 일거에 해결하는 고성능의 계수신호처리기(Digital Signal Processor)[16],[17]를 사용한다면 고려해 볼만 하다. 계속적으로 분석작업을 해야하는 일반적 상황에의 응용에서는 단순화역여과추적법이 안정성을 어느 정도 제공할 수 있어 적합하다.

2.5 파형변수의 추출

자기상관계수법에서는 분석구간의 전후부를 창 씌음에 의해 감쇄 시켜야 하는데 이에 따른 정보의 손실과 구간중복설정(overlap)에 따른 압축비의 감소등의 단점이 있다. 단 연산과정이 공분산계수법보다 간단하다는 장점이 있다. 이러한 덧씌움 과정이 필요없는 공분산계수법은 대체적으로 나은 품질을 얻을 수 있으나 결과값의 안정이 이론적으로 보장되어야 한다.

3. 시스템 구축

3.1 구축

① 최대 20 채널까지의 음향신호를 동시에 받아 메모리 저장할 수 있는 DSP 보드 개발에 샘플링 시간이 최소 40KHz 이상 목표로 했다.

② 개발된 DSP 보드를 이용하여 기타 공명통에 최대 20개까지의 음향센서를 부착하여 DSP 보드로 음향신호를 입력시키는 소프트웨어 개발

③ 음향신호 입력 및 DSP 보드에 입력된 음향신호를 PC로 전송 시기는 등, PC의 지령을 받아 DSP 보드를 구동 시키는 제어 및 통신 소프트웨어 개발.

④ DSP 보드로부터 입력된 음향신호를 받아 시각적인 디스플레이 분석을 위한 PC용 소프트웨어 개발

⑤ 공명통의 재질 및 구조 분석에 따른 음향신호에 대한 데이터화를 할 수 있는 음향 데이터베이스 개발

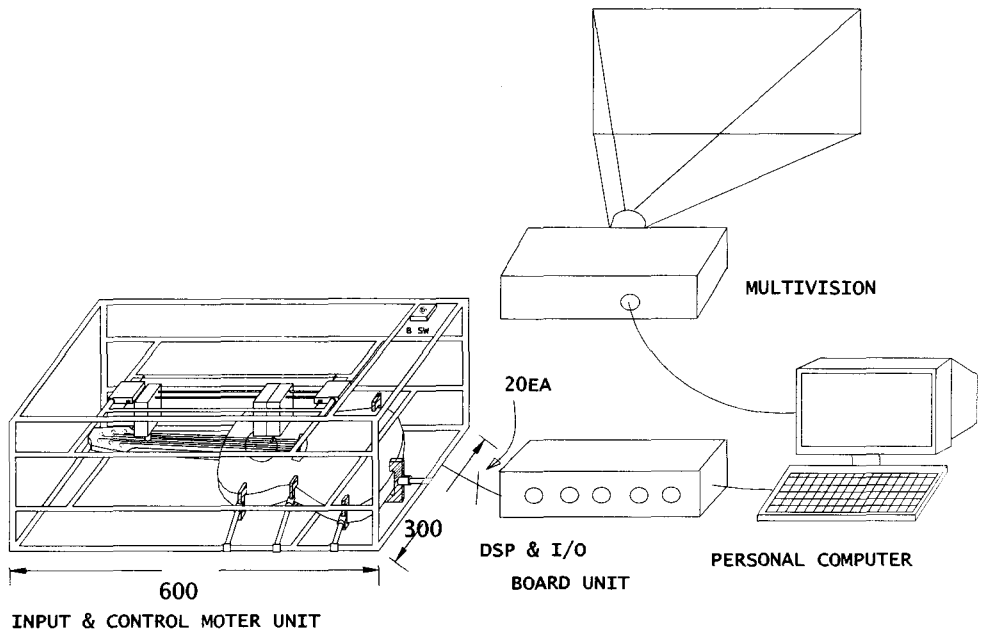
⑥ 데이터베이스를 바탕으로 공명통의 재질 및 구조 변경시 예측되는 음향합성 방법 설계 및 이를 외부 음향발생기(스피커)를 통하여 출력하는 PC용 소프트웨어 설계

⑦ 공명통 뒷판의 재질과 구조에 따른 n번줄 m플렛음의 음향을 입력하기 위한 입력구조물 장치로 뒷판의 변경을 용이하도록 하고 일정한 음향을 발생 하도록 일정한 임펄스를 발생하는 모터임펄스 장치개발의 목표로 추진하였다.

3.2 시스템 구성

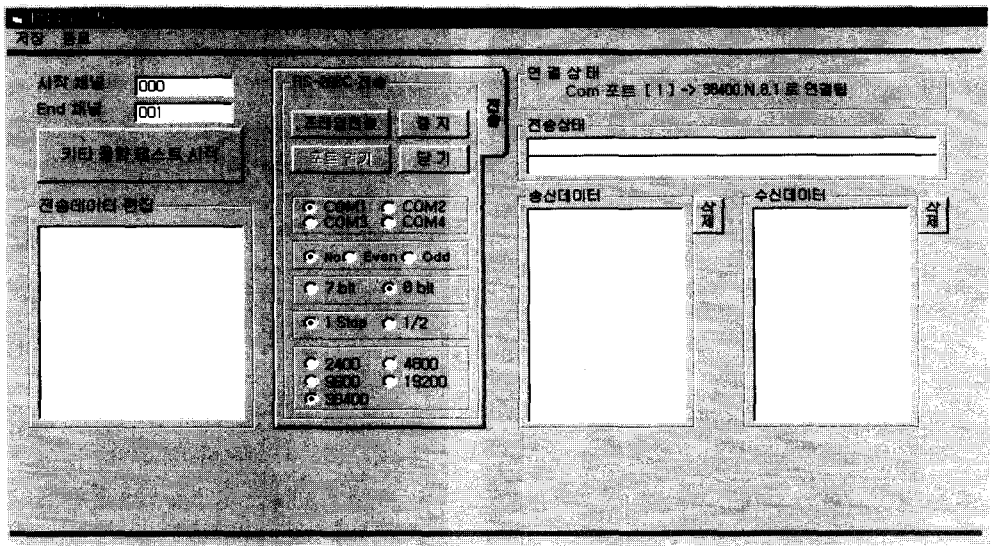
개발된 시스템은 [그림 1]과 같이 크게 I/O제어 및 모터 임펄스 장치[4], 신호의 입력을 하는 음향신호센서부, 입력된 신호를 증폭 및 A/D 변환하는 A/D변환보드,디지털 신호를 처리하는 DSP 보드, PC로 데이타를 입력창 프로그램인 [그림 2]로부터 전송받아서 음향신호를 데이터 베이스화 및 분석 처리하는 소프트웨어부로 구성되어 있다.

음향신호 센서는 최대 20개 까지 기타의 공명통에 부착되어 공명통의 각 부분의 음향신호를 픽업하여 처리 하여 A/D 변환 및 DSP 보드로 전송한다. DSP 보드는 다시 음향신호 입력 및 출력부, 메모리(저장)부, PC와 통신부 및 기능 제어부[6],[7] 로 [그림 3] 과 같이 구성되어 있다.



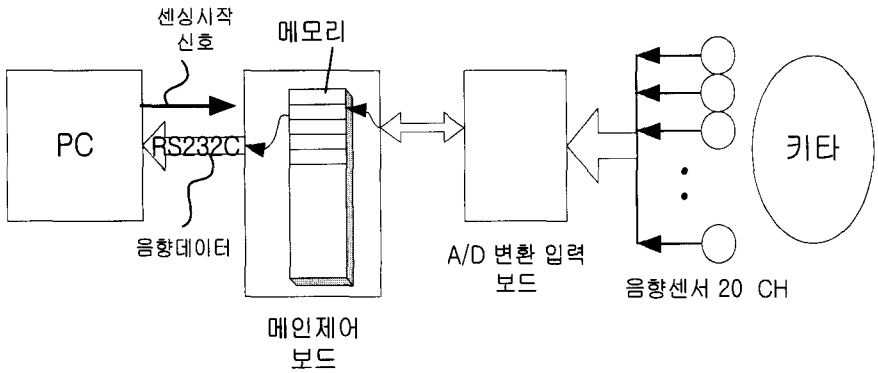
[그림 1] 기타구조 음향 분석 시스템

[Fig. 1] The sounds analysis system about the guitar structure



[그림 2]입력창 화면

[Fig. 2]The input window screen



[그림 3] 데이터 흐름도

[Fig. 3] The stream diagram of data

(1) 메인제어보드

CPU는 DSP TI320C32 - 50MHz 사용 하고 메모리는 4개의 K6R4016 - 15ns 사용하고 8253 카운터/타이머 내장과 순간정전 대비 메모리 내용 보존 회로 내장, RS-232C 외부기기 연결용 버스 코넥터로 내장하였다.

(2) 음향신호입력 및 출력부

모터임펄스 발생장치[3],[4] 줄 플렛 고정 장치 뒤판 재료 구조물 변경장치 센서부착장치를 구성하고 모터임펄스 제어보드회로는 무선으로 조작 할 수 있게 수신기를 넣어 설계하였다.

(3) PC의 Software

입력된 데이타는 비주얼베이직 6.0[5]으로 데이타베이스[DB]를 구축했다. 음향신호의 음향DB와 재료구조, 재질 등의 영상 DB로 분류한다.

전체 시스템의 구성은 그림 [4]와 같다.

4. 기타음향분석장치 데이터베이스 관리 소프트웨어

4.1. 데이터베이스 구조 및 환경

① 개발환경은 윈도우즈 98이상의 환경으로 윈도우즈 98, 윈도우즈 ME, 윈도우즈 2000 Advanced Server에서 개발, 테스트를 하였다.

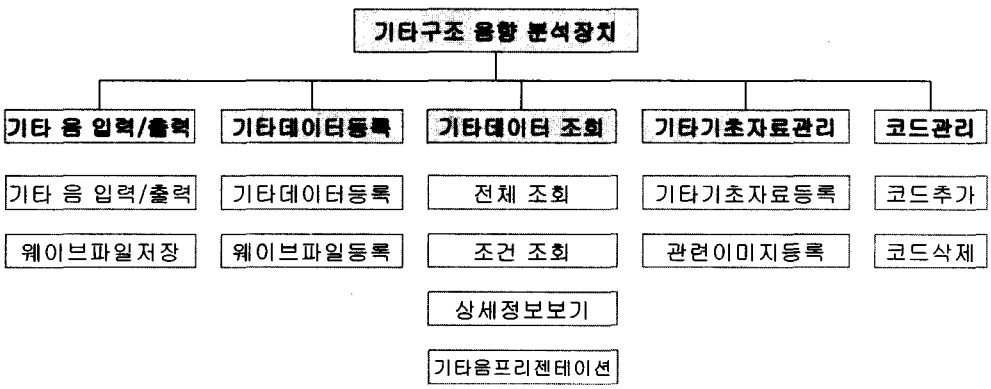
② 개발언어는 비주얼베이직 6.0을 사용하였으며 데이터베이스는 액세스를 이용하여 ADO를 이용하여 데이터베이스를 연동하였다. 그러므로 프로그램사용시 시스템에 윈도우즈 98의 경우는 MDAC 2.1이 윈도우즈 2000이상의 경우는 MDAC 2.5를 설치를 하여야 한다.

③ 기타 음향 분석 장치 데이터베이스 관리 소프트웨어는 기타공명장치로부터 일정시간 음향신호를 입력받아 웨이브파일로 저장을 하여 이 웨이브파일을 기타종류, 기타구조, 재료종류, 재료형태에 따라 관리[11],[12],[13]할 수 있도록 데이터베이스에 저장, 관리, 프리젠테이션, 연주 기능을 주 기능으로 한다 .

④ 전체 프로그램 구성도 에서는 기타음 입/출력, 기타 데이터등록, 기타 데이터 조회[1],[2], 기타 기초자료관리, 코드 관리로 나뉘어 진다.

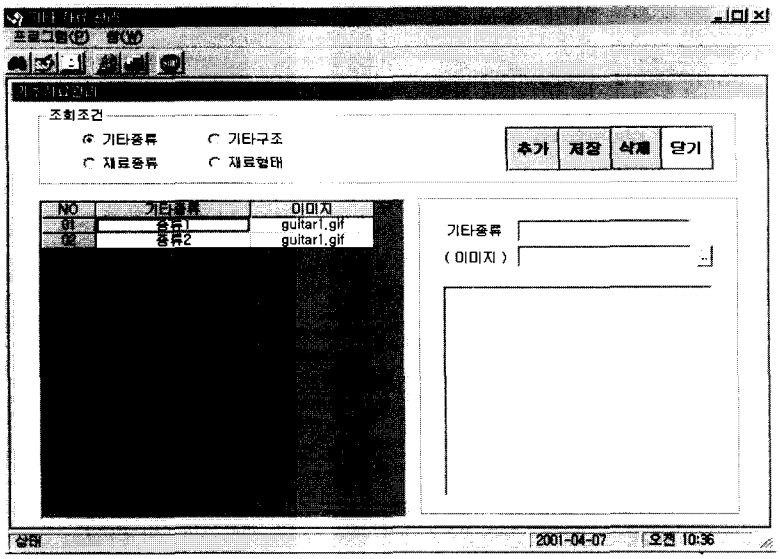
⑤ 소프트웨어 설치 환경 : 윈도우즈 98이상의 운영체제의 윈도우즈 기반의 시스템환경에 윈도우즈 98의 경우 MDAC 2.1, 윈도우즈 2000 이상의 경우 MDAC 2.5가 설치되어야 한다.

⑥ 실행방법 : 설치가 완료되면 프로그램메뉴에 기타자료관리라는 프로그램이 등록이 된다. 아래 화면과 같이 윈도우즈의 시작버튼을 클릭하여 프로그램의 기타자료관리 v1.2를 클릭하여 메인화면이 나타나면 임펄스신호를 보내고 음향을 입력하고 자료를 저장 또는 갱신한다.



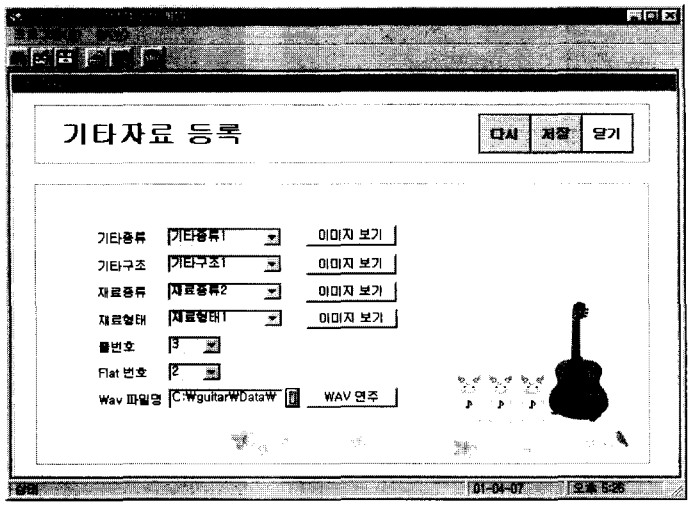
[그림 4] 타구조 음향 분석 장치 소프트웨어 전체프로그램 구성도

[Fig. 4] The diagram of entire s/w program about the sunds analysis device of the guitar structure



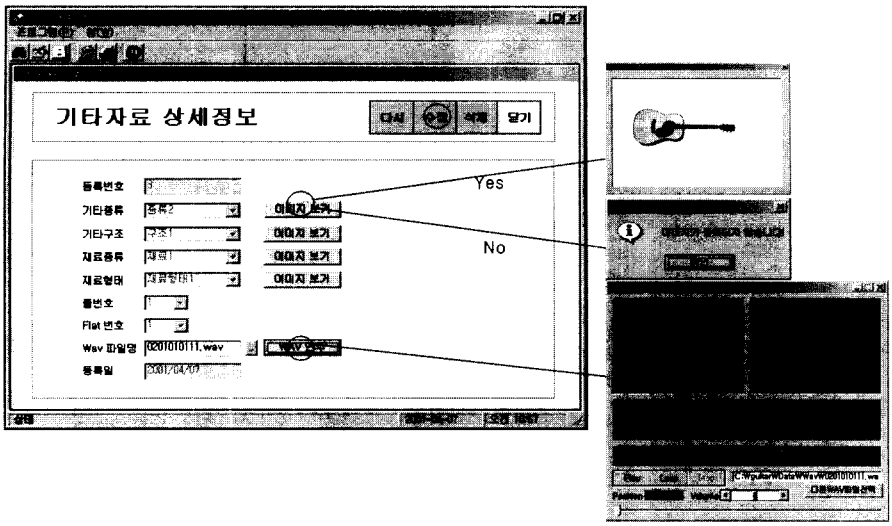
[그림 5]자료관리 화면

[Fig. 5] The screen about the data management



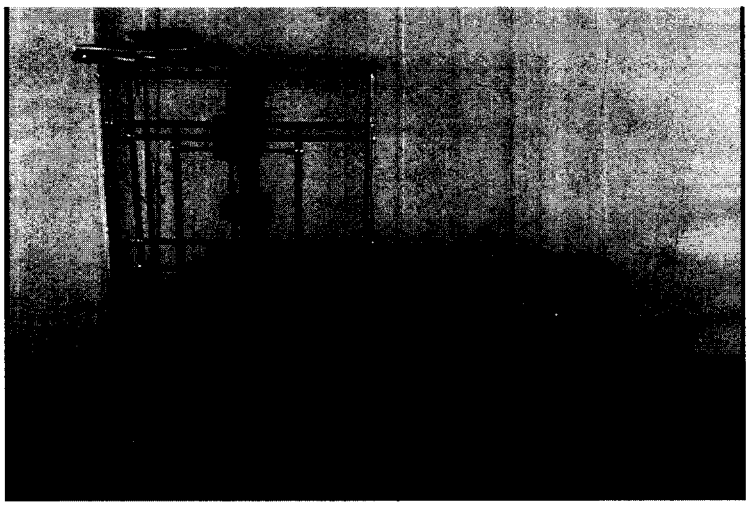
[그림 6] 자료 등록 화면

[Fig. 6] The screen of the guitar datas register



[그림 7] 자료 상세정보 화면

[Fig. 7] The screen of detail information about the guitar datas



[그림 8] 전체시스템 사진

[Fig .8] The picture of the entire system

5. 결론

본 연구 기간 동안에는 최대 20 채널까지의 음향 신호를 동시에 받아 메모리 저장할 수 있는 DSP 보드 개발에 역점을 두었으며, 1차적으로 최대 20개까지의 음향 센서로부터 신호를 받을 수 있는 I/O Board가 개발 되었으며, DSP 보드로 음향신호를 입력시키는 소프트웨어의 개발과 음향신호를 받아 시각적인 디스플레이[10],[14] 분석을 음의 DB화와 재질구조에따른 영상 DB를 볼 수 있는 PC용 소프트웨어[18]를 개발 했다. 특히, 데이터베이스를 바탕으로 공명통의 재질 및 구조 변경시 예측되는 음향합성 방법 설계 및 이를 외부 음향발생기(스피커)를 통하여 출력하는 PC용 소프트웨어 설계로 ,기타 설계나 생산자는 새로운 재질이나 새로운 디자인의 기타를 설계할 때 마다 기타를 수없이 제작하여 소리를 들어보고 디자인이나 재질을 교체하여 또다시 제작하여 실험하는 등, 제작과 실험(소리테스트)과 또 다른 제작을 반복하여 새로운 하나의 기타를 설계하는 불필요한 과정을 절약할 수 있다. 따라서 이에 소요되는 기간 및 제작비가 부담으로 가중되어 시대에 유행하는 새로운 재질이나 디자인을 반영하지 못하게 되어 수출 및 판매에 막대한 지장을 주는 일은 없앨 수 있고 생산 증가를 꾀할 수 있다.

※ 참고문헌

[1] 지은미, "Solution by Access 2000", pp470, 2000, 정익사.

[2] 조은석, "비주얼 베이직 6.0 - 고급데이터베이스", pp445, 1999, 이한 출판사

[3] 차영배, "초보자를 위한 One-chip MICRO COMPUTER 8051", pp598, 1998, 다다미디어

[4] 엄봉심, "자동제어 실험, "pp473, 1996., 세진사.

[5] Michael Amundsen & Curtis Smith, "Sams Teach Yourself Data Base rogramming with Visual Basic 5 in21 Days", pp1030, 1997. Sams Publishing.

[6] 이이표, 김병세, "Inside Active X & OLE 실무 프로그래밍" pp516, 1998, 삼양 출판사.

[7] 주경민, 박성완, 김민호, "Visual Basic Programming Bible Ver.6.X" pp1600, 1998, 영진 출판사.

[8] 노왕금, "독학 통기타 완전 마스터 교본" pp333, 1997, 오선 출판사.

[9] 최영록, "cd 레코딩 한번에 끝내기" pp470, 2000, 한컴 프레스.

[10] 오상식, "포토 영상 cd 만들기" pp302, 2000, 일진사.

[11] 장성수, "mp3. com" pp356, 2000, 아이북스.

[12] 박운영, "미디오케스트레이션(기초)" pp277, 1997, 혜지원.

[13] 박운영, "미디오케스트레이션(중급)" pp332, 1997, 혜지원.

[14] 백광우, "혼자서도 할 수 있는 3dMAX" pp683, 영진 출판사.

[15] 한진이 외 3 "전처리된 가변대역폭 LPF에 의한 피치검출법 "PP221-224, 제12회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집(한국음향학회) 1995.6

[16] 삼성첨단기술연수소"DSP 기초이론"1990

[17] 연세대학교 신호처리 연구센터 "99 DSP 실무자를 위한 단기강좌 "1999.8

[18] 박운영" PC 가선물하는 환상적인 음악이야기" 혜지원 ,1996

정 병 태

'68 - '75 : 광운대학교
전자공학과(공학학사)
'78 - '81 : 고려대학교 대학원
전자공학과(공학석사)
'96 - '99 : 한양대학교 대학원
전자통신과(박사과정 수료)
'74 - '76 : 주식회사 홍전사
개발부 계장
(초고주파 필터 개발)
'76 - '78 : 남미산업 개발과장
(자동 기계 전자제어 개발)
'78 - '79 : 경남기업
기전부 사원 (바레인 근무)
'82 - '85 : 인천전문대학
전자과 전임
'85 - '87 : 인천전문대학
전자계산과
'87 - '88 : 인천전문대학
전자계산 소장
2002 : 현 인천전문대학
전자계산과 교수