초고속망에서의 국악정보 데이터베이스 구축기법 및 컨텐츠 검색 시스템의 모형개발에 관한 연구

(A Study on the Design Method and Contents Retrieval System of Kukak Audio Database in High Speed Network)

1999. 9. 30.

주관연구기관 숭실대학교 부설 창업지원 연구센타

정 보 통 신 부

제 출 문

정보통신부장관 귀하

본 보고서를 “초고속망에서의 국악 정보 데이터 베이스 구축 기법 및 컨텐츠 검색 시스템의 모형 개발에 관한 연구”의 최종 연구개발결과보고서로 제출합니다.

1999 년 9 월 30 일

주관연구기관 : 숭실대학교 부설 창업지원연구센타
정보통신전자공학부 신호처리연구실

연구책임자 : 이 광 형 교 수

참여 연구원 : 김정호, 강철호, 윤정남, 박영규, 김상선, 전문석, 김현숙, 김은환, 박재표, 이상철, 이진이, 박재두, 신경철, 이종석, 박정배, 명상태, 허진원, 이상민, 최웅규, 박우식, 배성범, 김신영

요 약 문

1. 제 목

초고속망에서의 국악 정보 데이터 베이스 구축 기법 및 컨텐츠 검색시스템의 모형 개발에 관한 연구

2. 연구개발의 목적 및 중요성

초고속 통신망에서 국악 정보의 멀티미디어 데이터베이스를 구축하는 것은 국악 정보를 검색, 활용하여 우리 나라의 전통 음악의 계승 발전 및 우리 나라를 해외에 알리는데 목적이 있다.

3. 연구개발의 내용 및 범위

내용: 초고속망이나 인터넷망을 통한 멀티미디어 국악 자료의 검색 서비스.
범위: 국악 악기 자료의 이미지와 동영상 내용 서비스.
악곡의 설명과 동영상 검색서비스와 가사 검색 서비스, 국악 관련 인물 정보 서비스

4. 연구개발결과

- 기존의 데이터베이스 구축 방법을 통한 DB 구축
- 국악 데이터베이스와 Network 연동 및 홈페이지 구축
- 내용검색을 위한 오디오 신호분석 방법 및 검색 모델제시

5. 활용에 대한 건의

본 연구에서의 내용기반 검색의 접목은 지금까지의 데이터베이스보다 검색 방법의 다양화와 고급화를 목적으로 하는 멀티미디어 데이터베이스에서 모두 적용될 수 있다.

본 국악 데이터 베이스 검색 모델은 국악의 진흥을 위한 국악 자료 연구분야와 문화 홍보를 위한 웹 사이트와 연계될 수 있다. 또한, 국악 교육이나 국악 VOD 등에 활용될 수 있다.

6. 기 대 효 과

가. 기술적 파급효과

(1) 취약한 정보기반 구축의 활성화
● 기존 아날로그 자료의 디지털화 촉진
● 멀티미디어 자료의 일괄적 데이터베이스 구축가속.
● 응용 인프라 구축용이.
● 멀티미디어 자료형태의 범용성 증대 및 기술 확대.

(2) 기반 요소 기술의 확보
● 멀티미디어 산업의 기반 기술의 발전에 기여.
● 외국산 검색엔진에 대한 경쟁력 강화.
● 차세대 멀티미디어 통신 표준안으로의 도입.

(3) 응용 기술 개발의 가속화
● 멀티미디어 검색엔진의 고능률 및 고효율화 추진 발판.
● 방대한 영상데이터에서 요구하는 자료의 고속 및 최적 검색 가능.
● 자료 형태별 기반 검색기술의 발전 도모
● VOD, EOD, MOD 등의 응용 서비스에 도입 및 활용화.
● 인터넷 멀티미디어 서비스의 고품질화.
● Audio / Video의 인터넷 방송의 프로그램 자료 활용 및 서비스 확대가능.

● 통신과 방송의 융합에 대한 기반 기술 적용.
● 기존 인터넷 쇼핑몰 등, 사용자 검색서비스의 고속화에 응용가능.

나. 경제적 파급효과

● 멀티미디어 가공 및 검색 등의 응용 소프트웨어 시장 활성.
● 기반 기술 국산화에 따른 2차 가공 산업 생성 가능.
● 국내 멀티미디어 개발 기업의 기술적 지원 효과.
● 컨텐트 검색 등, 응용 서비스시장의 부가가치 획득.
● 국내 멀티미디어 소프트웨어 산업 시장에의 기여.
● 컨텐트 검색 등 수입 시장의 반을 대체했을 때 연간 150억원의 대체 효과 기대.

SUMMARY

In this report, we devise the method structuring Kukak database,. Expecially the content-based indexing using wavelet transform is developed for super-highway and internet networks.

Amounts of audio data used in several computer application have necessitated the development of audio database systems with newer features such as content-based queries and similarity searches to manage and use such data. Fast and accurate retrievals for content-based queries are crucial for such systems to be useful. Efficient content-based indexing and similarity searching schemes are keys to providing fast and relevant data retrievals. This report presents a method for indexing of Korean Traditional Music audio data based on wavelets.

This report performs singnal analysis of Janggu rhythm which is the most difficult to analyze among korean traditional instruments. We study on indexing to archive and retrieve as audio contents. The distances are calculated among Semachi, Gutgori rhythm and so on, through signal analysis of FFT, Wavelet and LPC, finally,. We propose an algorithm to recognize the Janggu rhythms. This study is needed to design a database and retrieve amount of audio data by contents rather than key words in internet environment.

Like any other music, Korean traditional music make a beautiful compound melody of many music instruments. In this paper, we separate melody especially played by two instruments, that is Gayageum., Piri(Korean pipe) analysing each audio signal. Gayageum, Piri have a unique frequency components for each sound hight. Therefore each melody of them can be expressed into each sheet of notation separately and MIDI codes. We expect that this paper will benefit all the people studying and instructing Korean music, Kukak, Also, these results will be the bases for contests-based DB.

CONTENTS

Chapter 1 Introduction

Chapter 2 Audio Indexing for Content-Based Retrieval
Section 2-1 Extraction of DWT Coefficients
Section 2-2 Index Extraction from DWT Coefficients
Section 2-3 Proposed Content-Based Audio Retrieval

Chapter 3 Signal Analysis and Rhythms Recognition of Janggu
Section 3-1 FFT, Wavelet, LPC Signal Analysis
3-1-1. FFT Frequency Analysis
3-1-2. Wavelet Analysis
3-1-3. LPC Analysis
Section 3-2 Janggu
Section 3-3 Signal Analysis of Janggu Rhythms
3-3-1. Time Waveform of Seven Sound of Jangu
3-3-2. Frequency Analysis of Janggu sounds
3-3-3. Wavelet Analysis of 'Dong', 'Dok', 'Gung' in Semachi rhythms
3-3-4. LPC analysis of Janggu rhythm

Chapter 4 Separation of Gayageum and Piri Played in Concert
Section 4-1 Theory for Rhythms Separation
Section 4-2 Separation of kukak Instrument Rhythms
Section 4-3 Separation Algorithm of Sound played in Concert

Chapter 5 Experiment Environment and Result
Section 5-1 Content-Based Retrieval Experiment
Section 5-2 Recognition Experiment of Janggu rhythms
5-2-1. Time Waveform and Note of Semachi and Gutguri
5-2-1. Recognition Algorithm of Janggu Rhythms

Chapter 6 Development of Service of DB Retrieval
Section 6-1 Method and Environment of DB Development
Section 6-2 Database Content
Section 6-3 Service Method and Network Connection

Chapter 7 장 Conclusion
Reference

목 차

제 1 장 서 론

제 2 장 내용기반 검색을 위한 오디오 색인 연구
2-1 절 소파 변환 계수 추출
2-2 절 색인을 이한 계수 선택
2-3 절 제안된 오디오의 내용기반 검색

제 3 절 장구 신호분석 및 장구 장단 인식
3-1 절 FFT, Wavelet, LPC 신호분석
3-1-1. FFT 주파수 분석
3-1-2. Wavelet 분석
3-1-3. LPC 분석
3-2 절 장 구
3-3 절 장구 장단의 신호분석
3-3-1. 7가지 장구 장단의 시간 파형
3-3-2. 주파수 영역에서의 장구 연주 분석
3-3-3. wavelet을 이용한 장구 세마치 장단 중 '덩', '덕', '쿵' 신호분석
3-3-4. 장구 장단의 LPC 분석

제 4 장 가야금과 피리 소리 합주금의 분리
4-1 절 선율 분류를 위한 이론
4-2 절 국악 악기 음의 분리
4-3 절 합주음 분리 알고리즘

제 5 장 실험환경 및 시뮬레이션 결과
5-1 절 오디오 내용기반 검색 실험
5-2 절 장구 장단 인식 실험
5-2-1 세마치 와 굿거리 장단의 파형과 악보
5-2-2 장구 장단의 인식 알고리즘

제 6 장 데이터베이스 검색 서비스 개발
6-1 절 데이터베이스 개발환경 및 방법
6-2 절 데이터베이스 내용
6-3 절 서비스 방법 및 네트워크 연동

제 7 장 결 론

참고문헌

제 1 장 서 론

멀티미디어 데이터가 빠르게 증가되면서 데이터베이스의 구축이 증가하였고 이러한 데이터들을 고속 검색하기 위하여 많은 검색 방법이 도입되었다. 그러나 오디오의 색인화에 대한 연구는 오디오의 데이터 특성상 다른 다중매체들의 색인화에 비해 주목할만한 연구가 없었다.
본 연구에서 우리는 일반적인 목적을 지원하는 데이터가 묘사에 접근하는 원래의 오디오로부터 내용에 기반한 색인의 유도에 초점을 맞춘다. 그리고 색인을 끌어내기 위해 소파 변환의 사용을 제안한다. 소파변환이 신호처리나 데이터 압축에서 널리 연구, 사용되고 있더라도, 오디오 및 멀티미디어 데이터베이스 색인화에는 넓게 적용되지 않았다.

전통적인 데이터베이스의 검색은 핵심어와 같은 문자열 기반의 색인을 사용한다. 오디오 데이터와 같은 멀티미디어 데이터를 위한 문자열 기반의 색인은 매우 제한적이다. 이것은 오디오 데이터의 일정하지 않은 성질과 데이터 표현의 다양성, 그리고 이것을 표현하기 위한 문자열 기반의 색인의 형식화가 어렵고, 데이터 표현이 주관적 판단에 근거하는 이유 때문이다. 따라서 내용기반 응용에서는 데이터의 효과적인 사용을 위한 다양한 질의 표현에 대응한 색인 구조가 요구된다. 본 보고서에서는 단지 소파변환을 사용하는 색인 유도에 초점을 둔다.

장구의 장단을 인식하고 악보로 표현하기 위해서는 각 연주 형태마다 정확한 신호처리 과정이 필요하다. 본 연구에서는 차후 효율적인 국악 데이터베이스 구축을 위해 한국 전통 음악 연주곡에서 악보와 악기를 색인화 할 수 있다는 가능성을 보이고자한다.

현재 MIDI Code는 컴퓨터와 전자악기사이에 널리 쓰이는 규약이지만 이를 국악 악기에 적용하기 위해서는 많은 연구가 필요하다.
본 연구에서는 국악 악기 중에서 신호특성이 복잡한 장구의 다양한 장단을 주파수 분석, wavelet 분석 그리고 LPC 분석한다. 이를 통해 장구 연주 형태를 인식하고 기보법에 따라 장구장단의 악보를 기록하도록 하는 연구이다. 이렇게 얻어진 특징과 패턴들은 차후 합주 연주곡에서 사용된 악기를 분리, 추정하고 또 악기 마다의 음을 악보로 표현하는 요소가 된다.

여러 연주곡들을 분류하고 데이터베이스화하기 위해 위해서는 연주 악기를 분석하여 악보를 추정하는 작업이 중요하다. 본 연구에서는 한국 전통 음악(국악) 연주곡에서 악보와 악기를 추정하여 차후 국악 데이터베이스 구축에 색인으로 사용할 수 있도록 가능성을 보인다. 서양악기는 컴퓨터와 전자악기와 통신하기 위해서 MIDI로 Code화 되어 있으나 국악 악기에 적용하기 위해서는 많은 연구가 필요하다. 본 연구에서는 국악기 중 피리와 가야금의 주파수 성분 분석을 통해 각 악기별 음정마다 고유한 특징을 파악하고, 음정의 표현을 위한 주파수 패턴을 구한다. 이렇게 얻어진 특징과 패턴들은 합주 연주곡에서 각각의 악기를 분리, 추정하고 각 악기의 음을 MIDI 악보로 표현하기 위한 요소들이 된다.

초고속망과 인터넷 환경에서 홈페이지를 작성하고 내용기반의 국악 DB를 구축하여 네트워크에 연동하도록 ASP를 이용한 웹 데이터 베이스 시스템의 구축방법을 제시한다.

제 2 장 내용기반 검색을 위한 오디오 색인 연구

기존 데이터베이스의 전형적인 다 차원 색인구조의 자세한 내용은 {5, 6, 7, 8}과 그것의 참조를 참고하기 바란다.
일반적으로 오디오를 위한 색인화 방법은 다음과 같이 분류할 수 있다. 첫 번째로 신호의 통계에 기반한 색인화 방법으로 이 방법에서는 샘플들의 평균, 편차, 영 교차(zero-crossing), 자기 상관, 히스토그램과 샘플들의 차이 같은 전체 데이터 또는 데이터 블록 중 어느 한쪽의 신호 통계가 사용된다. 다음으로 음향의 특성에 기반한 색인화로 이 방법은 오디오 신호의 측정할 수 있는 양을 사용하여, 음조 같은 음향 속성, 음량, 명료성, 그리고 고조파가 유도된다. 그 결과로 통계적인 분석(평균, 편차 등)은 색인화와 탐색에 사용되는 특징 벡터를 끌어내기 위해 적용된다. 그리고 변환에 기반한 색인화 방법으로 이 방법은(DCT 같은 변환)이 데이터(블록)에 적용되어지고, 적당한 계수가 선택되어진다. 그리고 이것을 탐색과 검색을 위한 색인처럼 사용한다. 이것은 사용될 적절한 변환과, 블록의 크기, 유지되어야 할 계수의 수 등 고려되어야 할 요소가 있다. DCT나 소파 변환에 의한 색인방법은 이 같은 변환 기반의 방법에 속한다.
소파 변환은 주어진 데이터로부터 서로 다른 주파수 성분을 끌어내고 이것의 크기에 맞는 해상도를 갖는 성분을 구한다. 소파 분석에 사용되는 스케일이라는 용어는 주파수의 역, 또는 시간해상도와 일치한다.
크게 두 가지 기법이 있는데 (1) 연속 소파 변환(CWT)과 (2) 이산 소파 변환(DWT)이다. CWT에서는 선택된 분석 소파가 소파 함수에 의해 곱해지고 그 변환은 시간 축 신호의 분리된 다른 구획에서 따로따로 계산되어진다. 이것은 STFT 또는 DCT와 다른 소파 변환의 가장 큰 특징이다.

2-1 절 소파 변한 계수 추출

DWT는 신호를 서로 다른 주파수 대역에서 신호분해에 의해 다른 해상도로 근사 계수와 상세 계수로 분석한다.

DWT는 스케일링 함수와 소파 함수라 불리는 두 집합을 사용하며, 각각은 저역 통과 필터와 고역 통과 필터로 구성된다. 서로 다른 주파수 대역에서의 신호 분해는 시간 영역 신호의 연속하는 저역 통과와 고역 통과 필터링과 필터링후의 다운 샘플링에 의한 신호를 얻는다.
그림 1은 DWT / 3 계층 동안의 서브밴드 부호화 처리를 보이며, H[n]과 G[n]에서는 DWT에 의한 저역 통과와 고역 통과 필터를 사용한다. 본 보고서의 소파 변환 기반 색인화 방법에서는 오디오 데이터의 분석을 위해 MATLAB의 WAVEDEC 함수를 사용한다. WAVEDEC는 신호의 다층 1-차원 소파 분해를 행한다.
출력 분해 구조는 Wavelet 분해 벡터 C와 부기 벡터 L을 포함한다. 분해 벡터 C는 DWT 계수의 집합으로 되어 있고, 근사 계수와 상세 계수로 구성되어 있다. 출력 분해 구조는 다음에 의해 분석된다.

$$C=[\ {}_{C}A_{N}\ ,\ {}_{C}D_{N}\ ,\ \ldots\ ,\ {}_{C}D_{1}\ ]$$
$$L=[\ length({}_{C}A_{N}),\ length({}_{C}D_{N}),$$
$$\ldots\ ,\ length({}_{C}D_{1}),\ length(_{S})] \qquad (2\text{-}1)$$

그림 1은 소파변환을 이용하여 4개의 부대역으로 신호를 분해하는 절차를 보이고 있다.

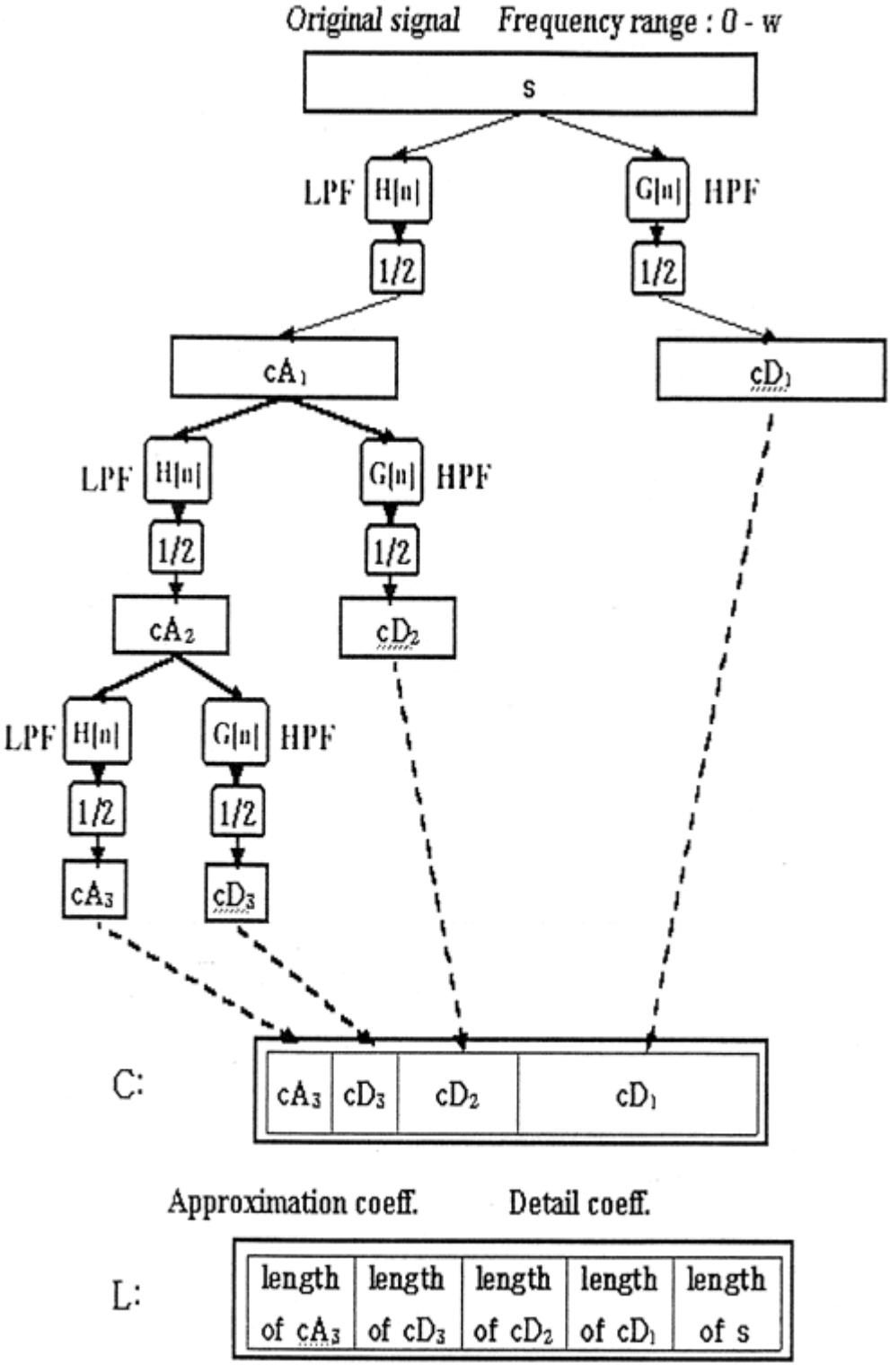


Fig. 1 DWT subband decomposition process.

본 보고서에서의 검색은 한국 전통 악기(이하 국악 악기)에 의해 독주된 오디오 데이터를 대상으로 한다. 한국 전통 악기는 악기의 재료, 연주기법, 연주 형태 등이 서양악기에 비해 다양하다. 또한 피아노와 같은 서양 악기는 정현파에 가까운 소리를 연주하나 가야금과 같은 국악 악기는 뜯거나, 밀거나, 퉁기는 등, 연주 기법의 다양한 특성 때문에 악기의 정확한 분석 알고리즘 구현이 서양악기에 비하여 용이하지 않다.

서양악기는 박자, 음정, 음압 등의 몇 가지 정보로도 연주가 가능하지만 국악 악기는 이외에도 다양한 연주 주법 표현이 요구되므로 연주에 필요로 하는 정보가 훨씬 많다. 따라서 국악 오디오 데이터의 분석을 위해서는 보다 많은 정보를 포함할 필요가 있다.

그림 2는 국악 오디오 원음의 시간파형을 4개의 부대역 시간파형으로 분해하고 전체시간에서 그리고 각 부대역별로 분절시간에서 시간파형을 보이고, 부호책 길이를 나타낸다.

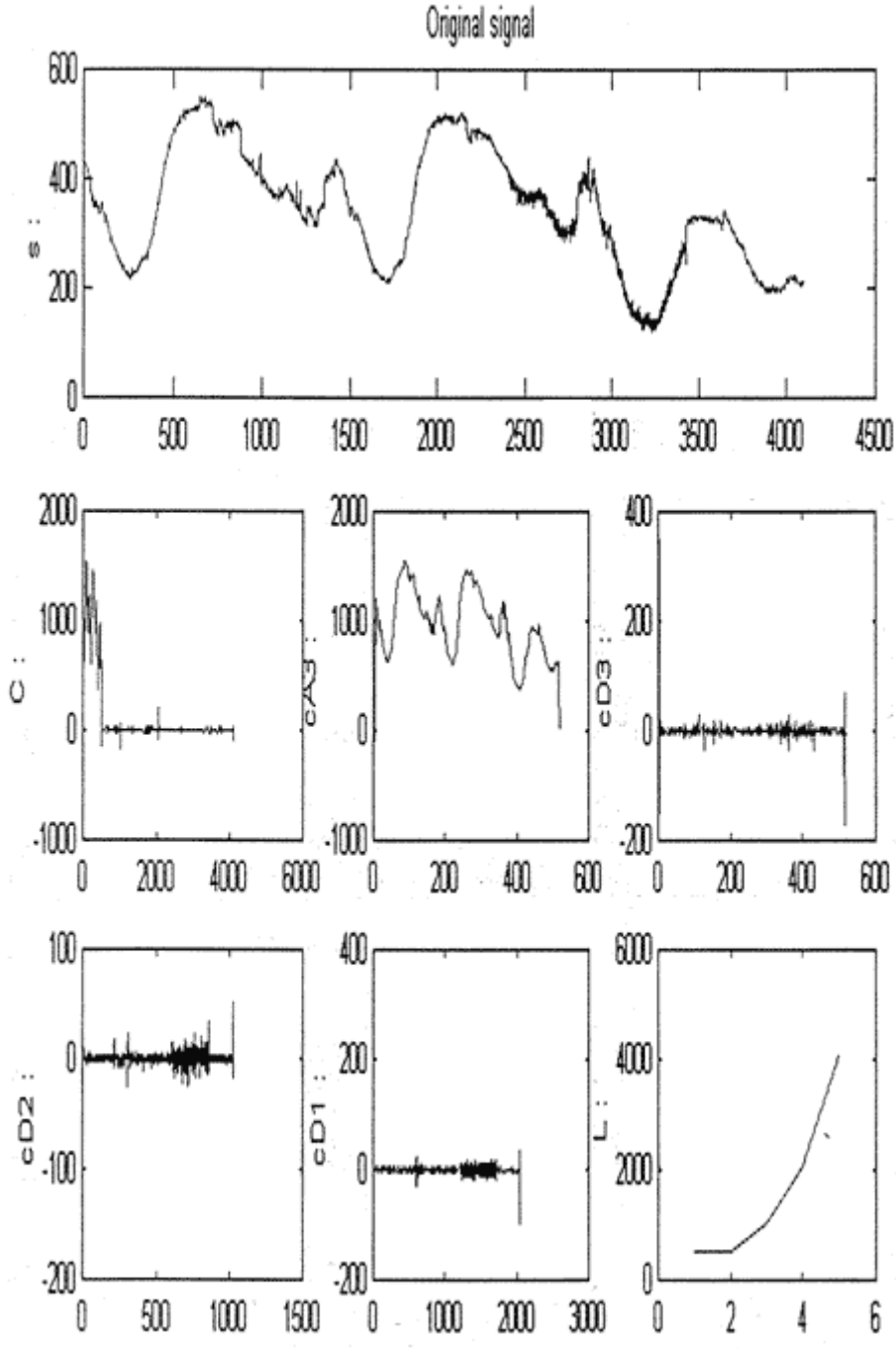


Fig. 2 1-D DWT Coefficients.

본 보고서 2장에서는 병주나 합주 데이터의 분석은 고려하지 않았다. 합주 데이터의 경우는 더 많은 분석 알고리즘이 필요하며, 오디오 검색에서 두 악기 이상의 합주나 병주에 대한 연구는 아직 활발히 진전되지 못하고 있다.

Wavelet 분해는 적당한 Wavelet 필터를 사용하여 N번 데이터에 적용되었다. 그림 2는 임의의 데이터를 Daubechies Wavelet(db4)를 사용하여 계수 분리한 것을 보이고 각각 s는 원신호 C는 분해 벡터, L은 부기 벡터, cD1, cD2, cD3는 각각 계층별 상세 계수이며, cA3는 근사 계수를 보인다.

그림 3과 그림 4는 한국 전통 악기 중 가야금과 거문고에 의해 연주된 오디오 신호에 소파 분해를 적용한 예이다.

2-2 절 색인을 위한 계수 선택

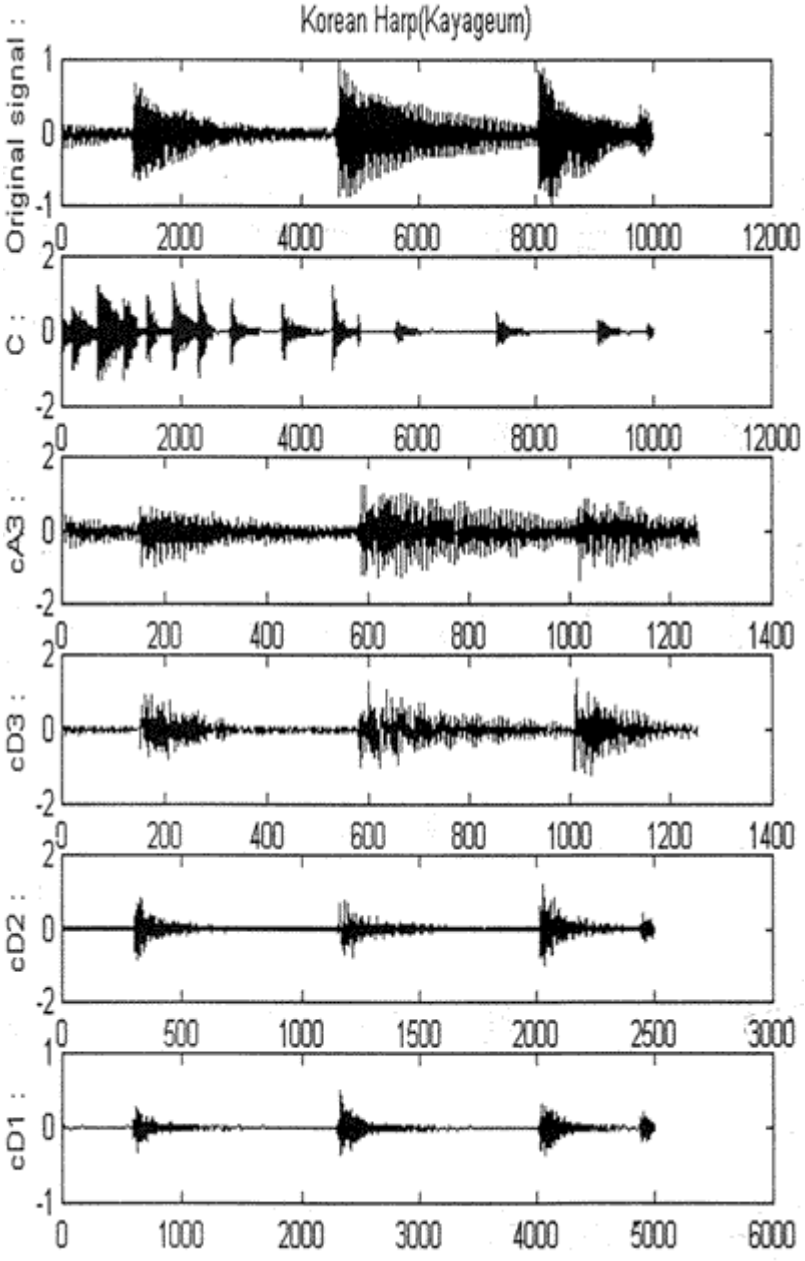


Fig. 3 Wavelet decomposition of Kayakeum audio.

그림 5는 그림 2와 같은 신호의 소파 변환에 의한 계수들의 상관성을 보인다.
소파 변환 계수의 색인 이용에는 여러 가지 방법을 생각해 볼 수 있다. 각각의 방법에서 근사 계수는 원 신호의 대개의 에너지를 갖는 저주파 성분들이므로 모두 사용한다. 그리고 각각의 방법에서 상세 계수들의 색인을 위한 추출 방법이 고려된다.

첫 번째 방법으로는 각각의 상세 계수의 일정 개수를 색인을 위한 정보로 사용한다. 이 방법은 고주파 성분들의 에너지 분포를 고려하지 않았기 때문에 필요 없는 정보를 포함할 경우가 있다.

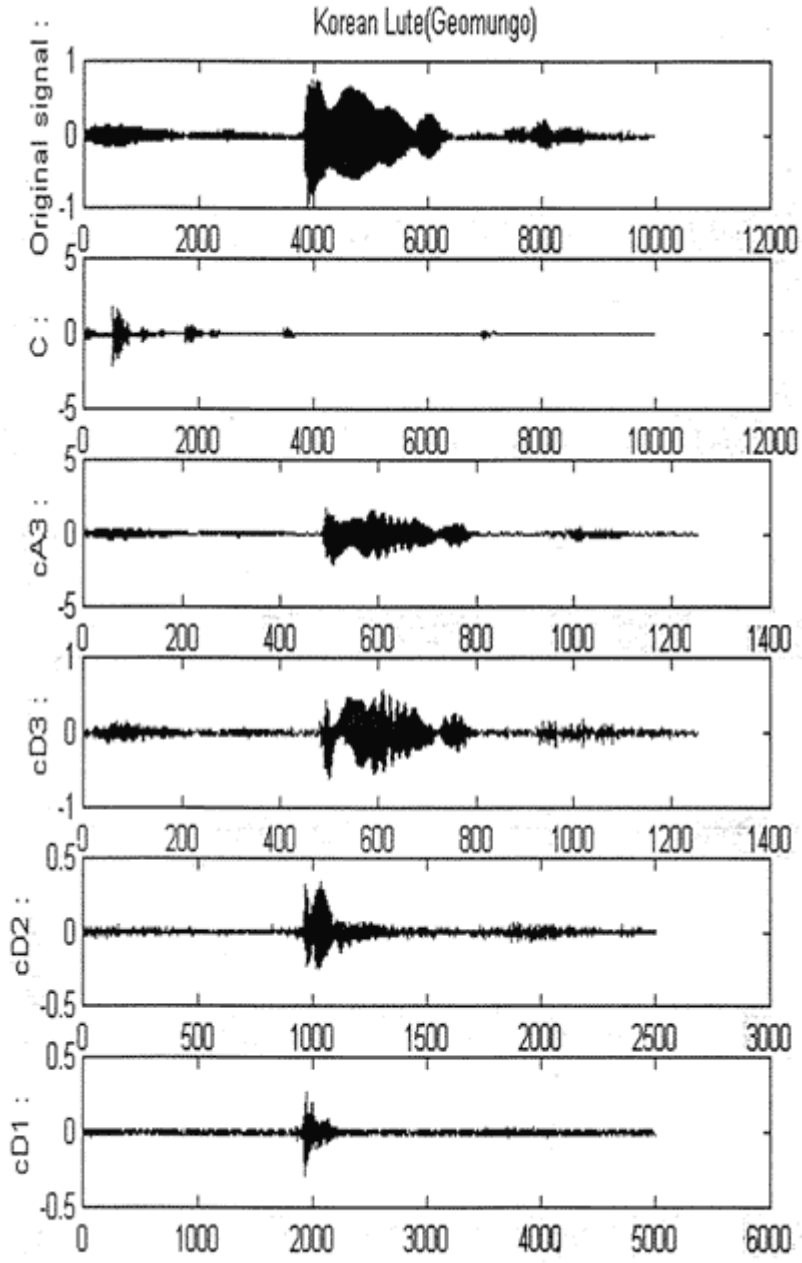


Fig. 4 Wavelet decomposition Geomungo audio.

두 번째 방법은 각층의 상세 계수들로부터 에너지를 갖는 계수들의 일정량을 사용하는 것이다. 이 방법은 사용될 계수들의 위치정보를 함께 포함해야 하고, 분석되어야 할 데이터마다 위치 정보가 다르다.

$$C = [\ {}_{C}A_{N}\ ,\ {}_{C}D_{N}\ ,\ \ldots\ ,\ {}_{C}D_{1}\ ]$$
$$L(1) = length({}_{C}A_{N}),$$
$$L(j) = length({}_{C}D_{N-j+2})$$

for j = 2, ..., N+ 1 and L(N+ 2) = $length(_{S})$ (2-2)

라 할 때,

첫 번째 방법에서 3 계층 분해(N=3)이고 n'_a 와 n'_j 가 각각 선택된 근사 계수와 i 층의 상세 계수의 수를 의미한다고 할 때, 색인을 위하여 추출될 C_{indes} 와 L_{inedx} 는 다음과 같다.

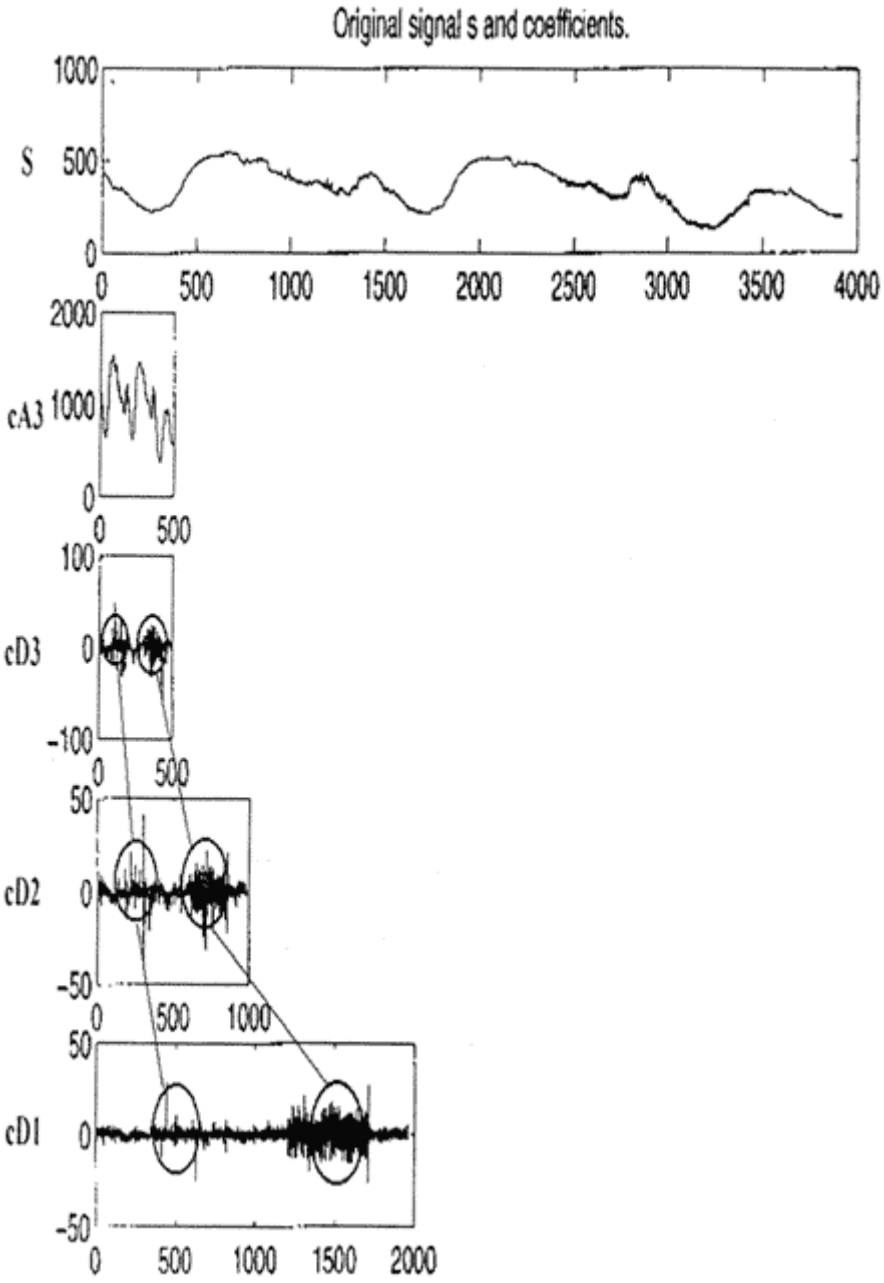


Fig. 5 Characteristic of DWT coefficients.

$$C_{index} = [\ C(1{:}n'_a\ ),\ C(L(1) + 1{:}L(1) + n'_3\ ),\ C(L(1) + L(2) + 1 : L(1) + L(2) + n'_2\ ),$$
$$C(L(1) + L(2) + L(3) + 1{:}L(1) + L(2) + L(3) + n'_1\ )\ ]$$
$$L_{index} = [\ (L(1),\ n'_a\ ),\ (L(2),\ n'_3\ ),\ (L(3),\ n'_2\ ),(L(4),\ n'_1\ ),\ L(5)\ ] \qquad (2\text{-}3)$$

두 번째 방법에서는 C'의 상세 계수들은 원래 C의 서로 다른 층에서의 최고 값들의 일정한 개수(색인의 크기를 맞추기 위하여)를 선택한다. 그러므로 각 층에서 선택된 계수들의 위치는 일정하지 않다. 따라서 선택된 계수들의 위치 정보를 L_{index}에 포함시키다. p_1, ... p_{ni}를 L에서 i층에서의 상세 계수들의 위치를 의미한다고 하면, L_{index}는 다음과 같다.

$$L_{index} = [\ (L(1),\ n'_a),\ (L(2),\ n'_3,\ p_1,\ \ldots\ ,\ p_{n'3}),$$
$$(L(3),\ n'_2,\ p_1,\ \ldots\ ,\ p_{n'2}),\ ,(L(4),\ n'_1,\ p_1,\ \ldots\ ,\ p_{n'1})] \qquad (2\text{-}4)$$

본 보고서에서 제안한 방법은 두 번째 방법에서 상세 계수들의 상관성을 이용하여 저주파성분에 가장 가까운 상세 계수의 전체를 사용함으로써 다른 층 상세 계수들의 최고 값들과 최고 값들의 일정량을 추출하기 위한 계산을 해야 하는 것과 위치정보를 포함해야하는 것을 없앴다. 또한 서로 상관성 있는 위치의 계수를 반복하여 검사하는 계산을 없앤다. 이를 위해서 제안한 방법의 계수 선택은 단지 cA3와 cD3를 갖는 C_{index}와 그리고 부가 정보(위치정보, 샘플 크기)를 위하여 L_{index}를 사용한다. 예를 들어 3 계층 분해(N=3)를 고려해 볼 때, 제안한 방법에서 색인을 위하여 사용될 C_{index}와 L_{index}는 다음과 같다.

$$C_{index} = [\ C(1{:}L(1),\ C(L(1) + 1{:}L(2)\ ]$$
$$L_{index} = [\ (L(1),\ (L(2)\ ] \qquad (2\text{-}5)$$

그림 6은 앞에서 설명한 색인을 위한 계수 추출 개념을 보인다.

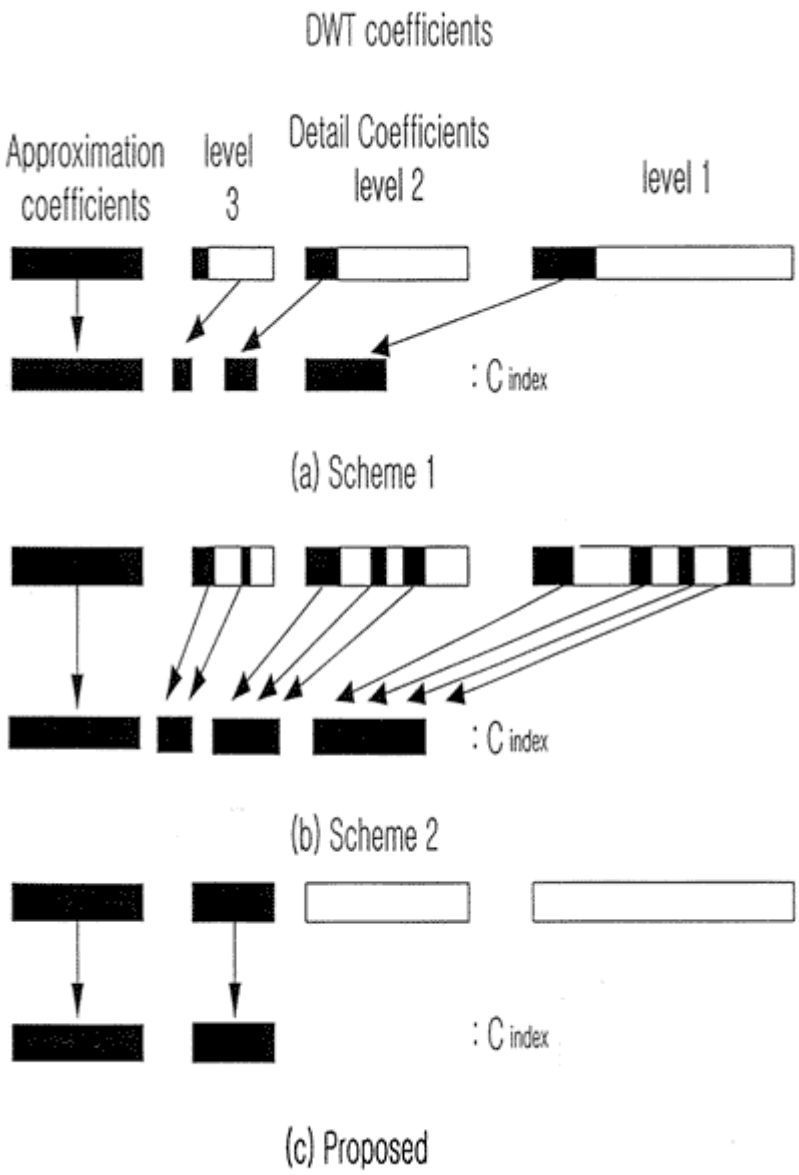


Fig. 6 Index extraction from DWT coefficients.

계수는 탐색과 검색에 사용되기 위해 선택된다. 색인 생성을 위한 의사코드와 추출은 그림 5에 주어진다.

그림 7의 알고리즘은 *.wav 파일을 입력으로 받아 헤더정보를 제거하고 실제 데이터를 Wavelet 변환하여 색인을 위한 계수정보를 저장하는 과정을 나타내고 C 언어에 의해 헤더 정보 제거 및 실제 데이터의 추출을 구현하고, 저장된 실제 데이터는 MATLAB 의 1차원 Wavelet 변환에 의해 계수 값들을 얻는다. 색인을 위한 계수의 추출은 계수들의 상관성이 고려되며, 이것은 색인을 위한 계수 정보의 중복을 피하고 색인을 위한 데이터의 크기를 줄이기 위함이다.

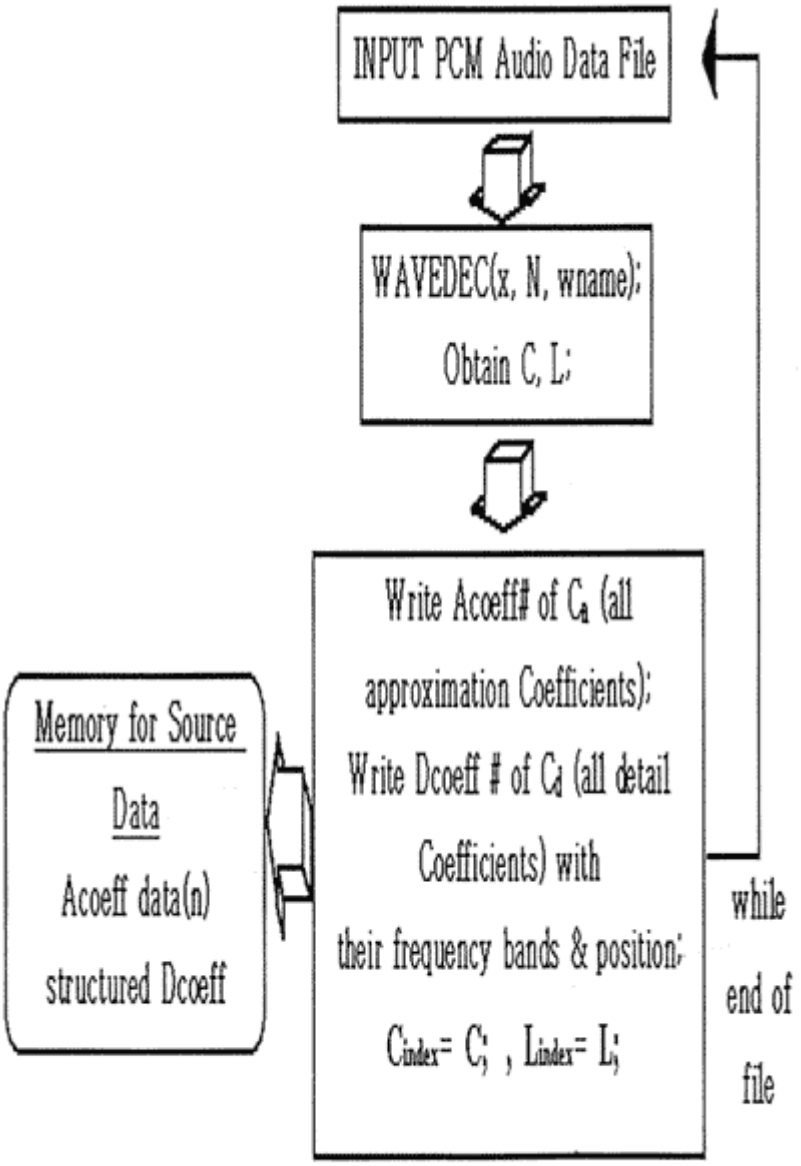


Fig.7 색인을 위한 계수선택 알고리즘 흐름도

2-3 절 제안된 오디오의 내용기반 검색

그림 7의 알고리즘은 이미 저장된 색인들과 입력된 현재의 데이터와의 유사성을 검색하여 검색 결과를 출력 각각의 리스트를 출력할 수 있도록 한다. 또한 Wavelet 변환에 의해 획득된 색인들에 기반한 탐색을 설명한다.

이것은 일반적인 탐색이고 구조적인 색인들의 데이터 구조에 특정한 동작을 고려하지 않는다는 점을 주의해야 한다. 따라서, 여기에서의 주목적은 오디오 데이터를 위한 색인으로 Wavelet 변환 계수의 사용 가능성을 입증하기 위함이다.

제안된 Wavelet 변환 방법에 의한 색인 기법은 Intel Pentium-Ⅱ 400 PC에서 MATLAB과 C language를 이용하여 구현하고, 9종류 악기(거문고, 단소, 양금, 대금, 해금, 당적, 가야금, 피리, 사물놀이 악기)의 100개 이상의 국악 오디오 데이터를 대상으로 실험하였다.

제 3 장 장구 신호분석 및 장구 장단 인식 알고리즘 개발

3-1 절 FFT, Wavelet, LPC 신호분석

3-1-1. FTT 주파수 분석

오디오 신호는 시간파형으로 PCM 웨이브 파일을 만든다. 주파수 영역으로 직교변환을 하면 대개의 신호는 정보가 대폭적으로 압축되어 나타난다. 이산 프리에 변환(DFT)의 정의식:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)\, W_N^{nk} \quad , \; k = 0,\ 1,\ \ldots\ ,\ N\text{-}1 \tag{3-1}$$

Where

$$W_N^{nk} = e^{-j\frac{2\pi nk}{N}} \tag{3-2}$$

식(1)을 대칭성을 이용해서 이산 프리에 변환의 핵인 회전 위상자 W_N^{nk}의 신호와 곱셈하면 고속 알고리즘(FFT)이 얻어진다.

3-1-2. Wavelet 분석

푸리에 변환은 정상 상태의 진폭을 갖는 여러 주파수들의 진폭을 포함하는 시간파형의 신호 속에 얼마나 어떤 주파수 성분이 들어 있는가 조사하는 것이다. 핵을 신호에 곱하면 직교변환이 이루어진다. STFT는 균등 시간 분석구간으로 균일 주파수 분해능을 갖게 구해진다. 소파변환은 시간, 공간 분해능을 달리하면서 최소의 데이터로 분석한다.
Daubechies DWT 정의식:

$$W_{df}(m,n) = a^{-m/2} \int_{-\infty}^{\infty} \phi(a_0^{-m}x - nb_0) f(x) dx \qquad (3\text{-}3)$$

3-1-3. LPC 분석

LPC 분석 방법은 과거의 N개 신호를 참고로 현재 신호를 예측하여 그 오차와 예측계수를 부호화하면 정보량은 크게 압축된다.
선형예측 오차는

$$e[n] = x[n] - \hat{x}[n] = \sum_{m=0}^{N-1} a[m]x[n-m] \qquad (3\text{-}4)$$

전방과 후방예측 오차와의 편자기 상관함수를 구하면 PARCOR 계수를 얻고 이 값은 다음 범위값을 갖는다.

$$-1 \leq k \leq 1 \qquad (3\text{-}5)$$

3-2 절 장 구

장구는 우리나라의 북 계통의 악기를 대표하는 매우 중요한 장단연주 타악기이다. 장구라는 명칭은 '채로 치는 북'이라는 뜻에서 붙여진 이름이다. 장구는 그림 8과 같이 크게 가죽으로 만든 북편과 채편의 2개 북면, 그리고 오동나무로 만드는 울림통으로 세부분으로 나누어져 있다. 장구 연주에는 덩, 덕, 쿵, 더러러러, 기덕, 더 쿠쿵의 7가지 종류이다. 왼편(북편, 궁편)은 말가죽이나 소가죽, 노루가죽을 사용하며 가죽이 좀 두껍고 소리가 낮다. 오른편(채편)은 말가죽이나 개가죽을 사용하며 가죽이 얇고 높은 소리를 내는 것이 특징이다. 왼편의 연주는 '덕', '더러러러', '기덕', '더'가 있으며, 오른편에는 '쿵', '쿠쿵' 그리고 동시에 치는 '덩'이 있다. 이러한 요소들이 어우러져 일정한 기듬 형의 장단을 만들어 낸다. 여러 장단중 세마치장단, 굿거리장단, 중모리장단의 악보를 나타낸다. 표 1은 장단의 기보법으로 부호, 명칭, 구음, 음표표기 그리고 연주법을 설명한다.

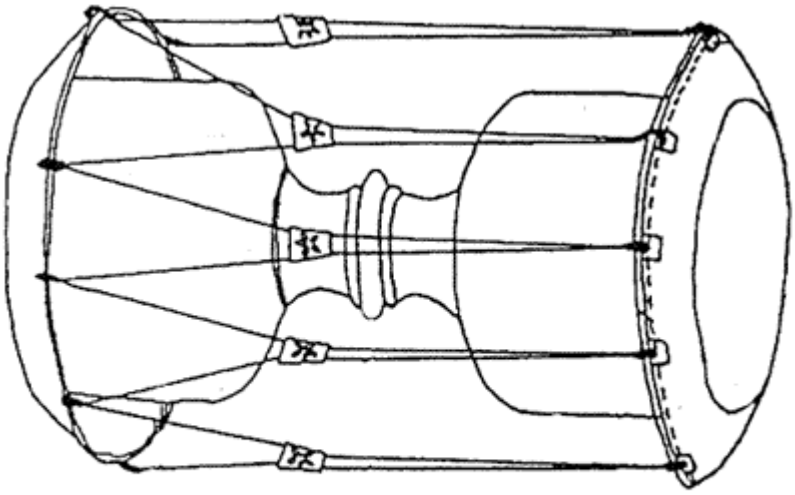


그림 8. 장구의 생김새와 구조

표 1. 장구 장단의 기보법

부호	명칭	구음	음표표기	연주법
ⓘ	합창단	떵(덩)		채편과 북편을 함께 친다.
|	채 편	덕		오른손의 채로 채편을 친다.
○	북 편	쿵		왼손으로 북편을 친다.
⋮	채굴림	더러러러		오른손의 채로 채편을 굴린다.
⋮	겹 채	기덕		오른손의 채로 채편을 겹쳐 친다.
·	채찍음	더		오른손의 채로 채편을 찍는다.
⊜	겹 북	쿠쿵		왼손으로 북편을 겹쳐 친다.

3-3 절 장구 장단의 신호분석

3-3-1. 7가지 장구 장단의 시간 파형

그림 9는 7가지 연주의 시간 파형을 나타낸다. (a)는 '덩'으로써 오른편과 왼편을 동시에 연주했을 때의 시간 파형이다. 그러나 실제로는 왼편보다 오른편을 먼저 치는 경향이 있다. (b)는 '덕'으로 오른편을 채로 칠 때 나타난 파형이다. (c)는 '쿵'으로서 왼편을 왼손으로 연주한 파형을 (d)는 '더러러러'로서 오른편을 채로 채편을 굴리므로 나타난 파형이다. (e)는 '기덕'으로 오른편을 채로 연속으로 친 파형을 (f)는 '더'로 오른편을 채로 찍은 연주의 파형을 (g)는 '쿠쿵'으로 왼편을 연속으로 친 파형을 나타낸다.

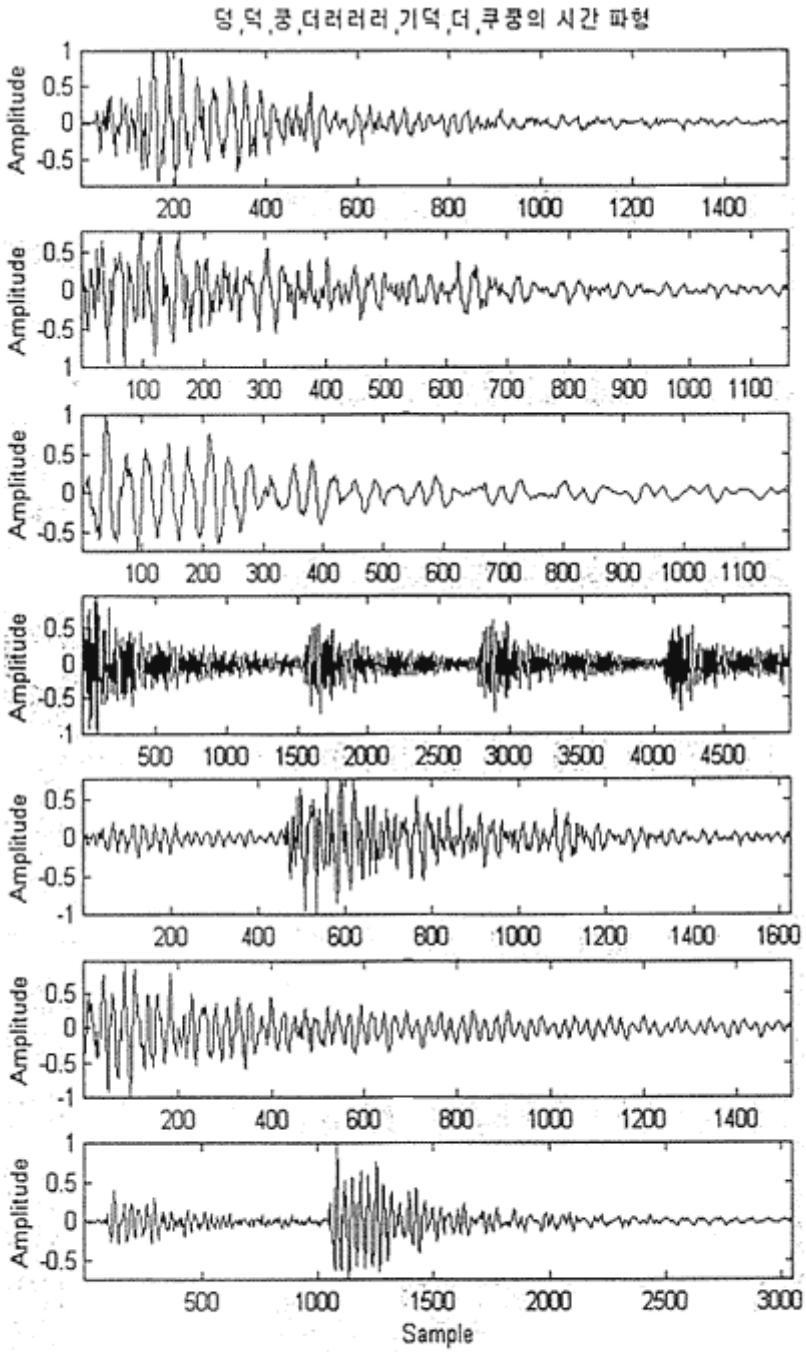


그림 9. 장구 장단의 7가지 연주 주법에 따른 시간파형
(a)'덩' (b)'덕' (c)'쿵' (d)'더러러러' (e)'기덕' (f)'더' (g)'쿠쿵'

3-3-2. 주파수 영역에서의 장구 연주 분석

그림 3은 장구의 7가지 연주의 주파수 파형을 나타낸 그림이다. 장구는 모든 주파수 성분을 갖고 있어서 오히려 노이즈에 가까워 보인다. 왼편을 연주한 쿵의 경우 330~340㎐ 범위의 고조파 성분을 많이 갖고 있으며 오른편(채편)의 타격 경우는 232~240㎐ 범위와 500㎐ 부근 그리고 760㎐ 부근의 고조파 성분이 많이 존재한다. 그러나 7가지의 연주법을 각각 구별하는데에는 별로 차이가 없이 눈으로 보기에도 구별하는데 많은 어려움이 존재한다.

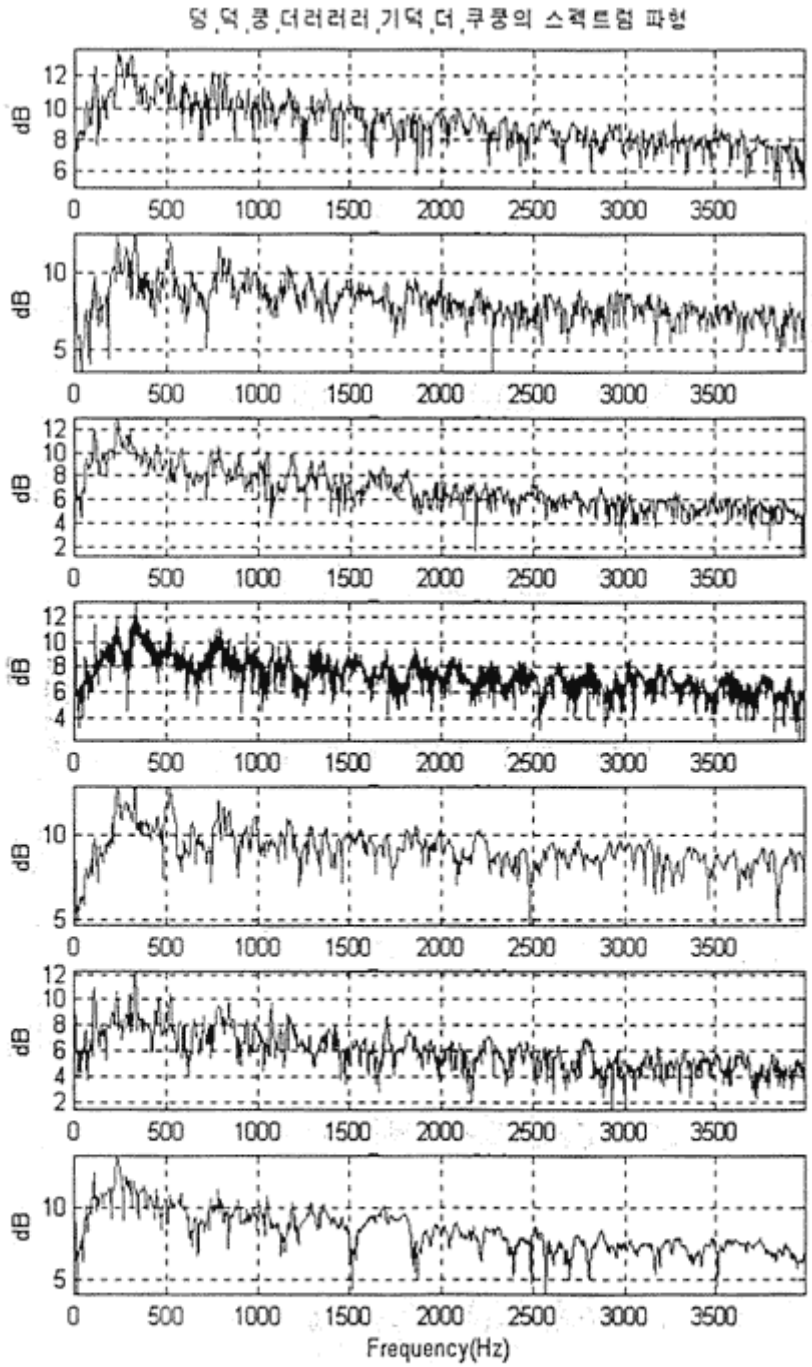


그림 10. 장구 장단의 기보법에 따른 스펙트럼 파형
(a)'덩' (b)'덕' (c)'쿵' (d)'더러러러' (e)'기덕' (f)'더' (g)'쿠쿵

3-3-3. wavelet을 이용한 장구 세마치 장단 중 '덩', '덕', '쿵' 신호분석

MATLAB을 이용하여 Daubechi 4로 장구 세마치 장단의 신호분석을 수행하였다. 그림 9 (a)는 시간 장구장단 "덩"의 시간 본래 파형이고, (b)는 소파 변환한 출력와 LPF 출력 (c)와 BPF 출력 (d) 그리고 BHPF의 출력 (e)와 HHPF의 출력 (f)를 네 시간구간으로 합성해 표시한 시간파형이다.
그림 9는 "덕" 연주의 시간파형 (a)이고, 소파 변환한 후 (b)는 합성파 C이고, (c)는 저주파 필터 출력 시간파형이고, (d)는 대역필터 출력 시간파형이고, (e)는 고대역 필터 출력 시간파형이고, (f)는 고고대역 필터 출력 시간파형이다.

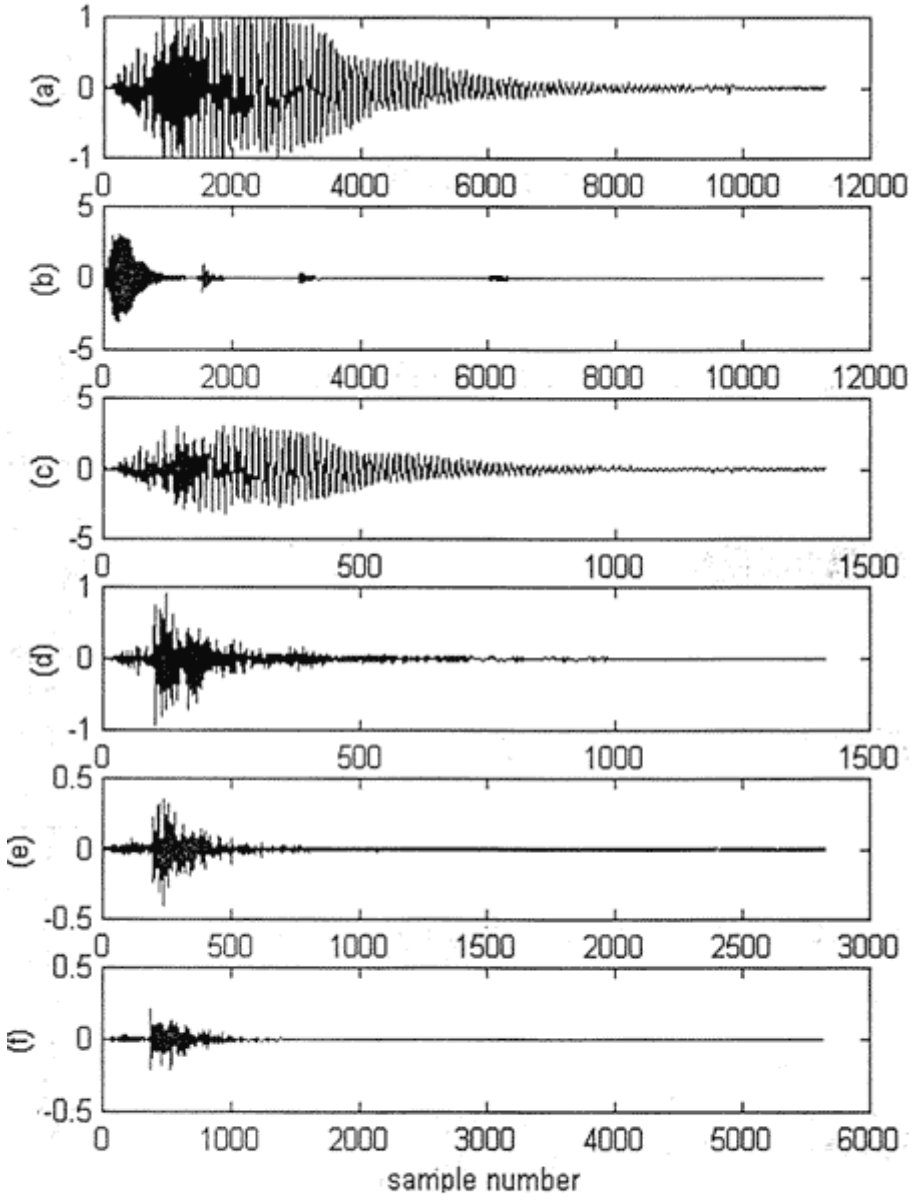


그림 11. '덩' 신호의 wavelet 변환 파형

(a)본래 파형 (b)C (c)cA3 (d) cD3 (e)cD2 (f)cD1

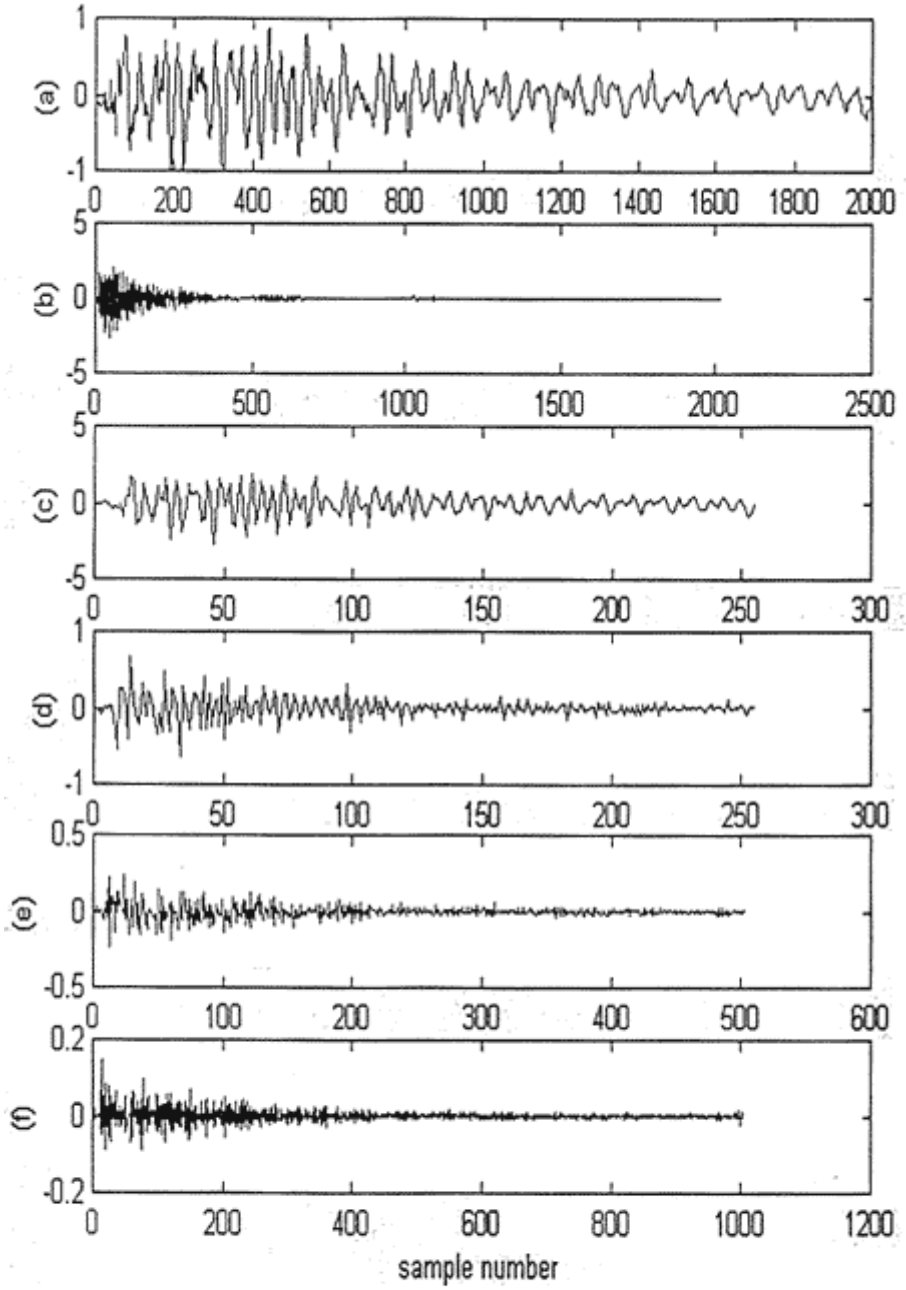


그림 12. '덕' 신호의 wavelet 변환 파형
(a)본래 파형 (b)C (c)cA3 (d) cD3 (e)cD2 (f)cD1

그림 13은 왼손만을 타격한 “쿵” 신호의 분석을 보이고 있다. 우리는 장단 덩, 덕, 쿵에 따라서 소파 변환한 파형의 모양이 시각적으로 다르게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이것을 좀 더 명확히 구분하기 위하여 LPC 분석을 수행한다.

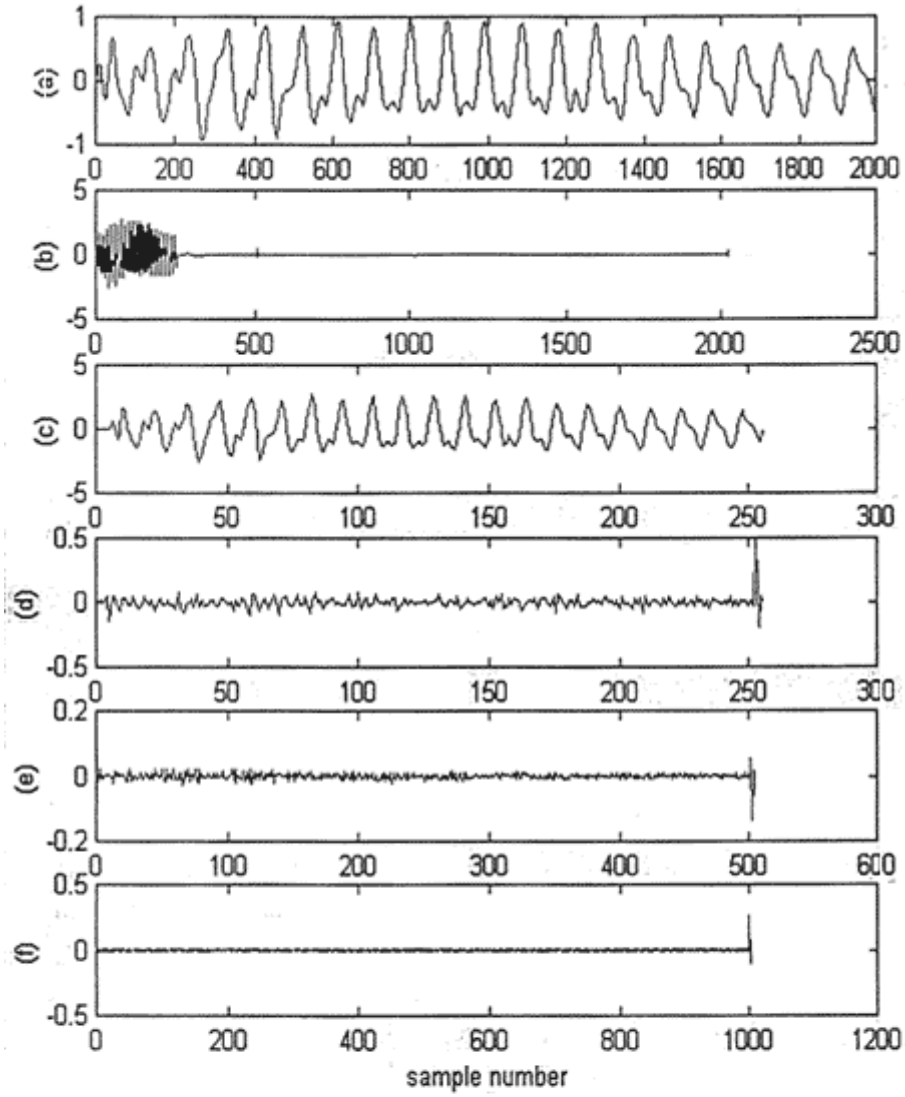


그림 13. '쿵' 신호의 wavelet 변환 파형
(a)본래 파형 (b)C (c)cA3 (d) cD3 (e)cD2 (f)cD1

3-3-4. 장구 장단의 LPC 분석

표 2는 소파 변환한 파형을 다시 LPC 분석하였다. 덩, 덕, 쿵, 기덕, 더러러러, 기덩의 연주 종류에 따라서 반사계수 값의 분포가 일정하게 나타남을 알 수 있다.

표 2. 장구 장단 반사계수

	덩	덕	쿵	기덕	더러러러	기덩
k1	-0.6382	-0.2361	-0.7759	0.0325	-0.3846	-0.6511
k2	0.5593	0.6963	0.8211	0.8207	0.5726	0.5237
k3	-0.2201	-0.1136	-0.3901	0.5767	-0.4659	-0.2712
k4	0.4111	0.0437	0.5133	0.0006	0.1504	0.4732
k5	0.3338	0.3635	0.2302	0.1295	0.5701	0.5483
k6	0.1525	-0.0335	0.5443	0.2192	0.4845	0.2196
k7	0.4375	-0.0551	0.6507	0.0846	-0.1657	0.2533
k8	0.5147	0.3629	0.3191	0.3687	0.5537	0.4889
k9	0.4754	0.2251	0.0793	-0.1957	0.2808	0.3378
k10	0.5820	0.5794	-0.0226	0.0847	0.0557	0.4857
k11	0.1411	-0.0147	-0.1937	0.1115	-0.1634	0.0268
k12	-0.0043	-0.4129	0.1251	-0.0498	-0.2559	-0.0007

제 4 장 가야금과 피리 소리 합주음의 분리

4-1 절 선율 분류를 위한 이론

피아노를 예로 들어보자, C4는 기본 주파수 261.6Hz를 갖고, 한 옥타브 위인 C5는 523.2Hz를 그리고 한 옥타브 아래인 C3은 130.8Hz를 갖는다. 식(4-1)은 음정

$$freq(C) = 2*freq(C_{n-1}) \quad (4-1)$$

마다 고유한 주파수 특성을 갖고 있음을 설명해 준다. 뿐만 아니라 서로 다른 음정도 일정한 규칙성을 갖고 주파수 특성이 변화하고 있다.
국악 악기인 가야금이나 피리에서도 이와 같은 주파수 규칙성이 적용된다. 그러나 본 보고서에서는 선율을 분류해야 하기 때문에 기본 주파수만 가지고 고려할 수가 없다. 가야금과 피리는 겹치는 주파수 범위를 갖고 있기 때문에 제 1고조파, 2고조파, 3고조파, 심지어 가야금의 경우는 7고조파 까지 고려해 주어야 한다. 또, 가야금의 경우는 피아노나 피리 악기와는 다르게 현악기이다. 현울 뜯어야 하기 때문에 음표마다 주파수 특성이 복잡하고 다양한 피크 정보를 갖고 있어야 선율을 명확히 분류할 수 있게 된다.

4-2 절 국악 악기 음의 분리

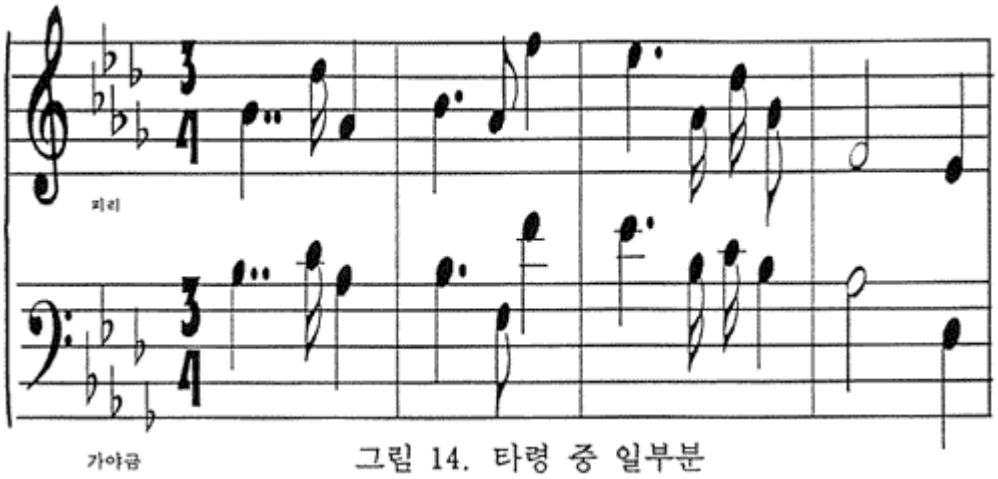


그림 14. 타령 중 일부분

그림 14은 타령 노래의 일부 악보를 나타내었다. 상단은 피리 독주 악보를 표시하고 하단은 가야금 독주 악보를 표시하고 있다. 전체적으로 두 선율이 합주되어 하나의 선율을 만들어 내고 있다. 본 보고서에서는 피리 악보에서는 있는 2분 음표(F4)를 가지고 분석하였다. 가야금에서는 역시 동시에 연주되어 지는 2분 음표($G^{\#}3$)을 가지고 각각 분석하였다. 그리고 두 개의 음이 동시에 연주되었을 때의 오디오 신호를 가지고 마찬가지로 시간 및 주파수 분석을 해 보았다.
뿐만 아니라 그림 14에 있는 피리 악보와 가야금 악보로 한정하여 음정 정보를 나타내는 Look up table을 각각 작성하였다.

그림 15의 (a)는 피리 F4음을 748㎳ 동안 연주한 시간 파형을 FFT(고속 퓨리에 변환)을 취한 주파수 파형을 나타낸다. 그림 2의 (b)는 가야금 $G^{\#}3$음을 피리와 같은 시간 동안 연주한 시간 파형을 역시 FFT 취한 그래프이다. 마지막으로 그림 15의 (c)는 피리의 F4음과 가야금의 $G^{\#}3$음을 합주로 연주했을 때의 FFT 취한 파형을 그림으로 보인다.
피리 독주시 F4의 주파수 패턴은 그림과 같이 기본주파수 370㎐를 비롯해 제2고조파 740㎐, 제3고조파 1110㎐, 제4고조파 1480㎐, 제5고조파 1850㎐, 제6고조파 2220㎐로 나타낸다.

여기서 피리의 F4는 기본 파형의 370Hz로 일정한 간격으로 주파수 피크가 나타내고 있다. 가야금의 G#3에서는 기본주파수 185Hz를 비롯해 제 2고조파 370Hz, 제 3고조파 555Hz, 제 4고조파 755Hz, 제 5고조파 925Hz, 제 6고조파 1110Hz, 제 7고조파 1295Hz, 제 8고조파 1510Hz를 나타낸다. 역시 가야금 G#3에서도 기본 주파수 185Hz만큼의 일정한 간격으로 고조파가 나타나고 있다.

표 3. 피리 악보 Look up table

피크 / 순서	fp1	fp2	fp3	fp4	fp5	fp6	fp7	fp8	fp9
6	669	1338	2007	2676	3345	4014	4683	5352	6021
7	595	1190	1785	2380	2975	3570	4165	4760	
1	424	848	1272	1700	2124	2548			
11	370	740	1110	1480	1850	2220			
3	349	788	1182	1576	1970	2364	2758	3152	3546
12	296	592	888	1184	1480	1776	2072	2368	

표 4. 가야금 악보 Look up table

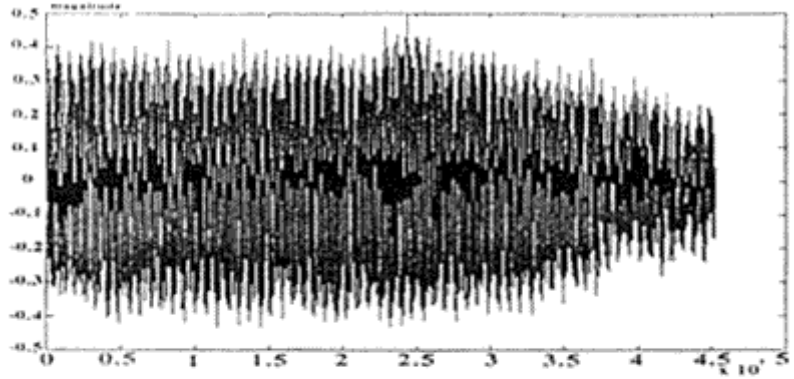
피크 / 순서	fk1	fk2	fk3	fk4	fk5	fk6	fk7	fk8	fk9
6	329	658	987	1316	1645	1974			
7	297	597	891	1188	1485	1782	2079	2376	2673
1	291	438	657	876	1095	1314	1533	1752	1971
11	185	370	555	755	925	1110	1295	1510	
12	148	297	444.5	592.5	740.5	888.5	1036.5	1184.5	

표 5. 피리와 가야금의 주파수 패턴 비교

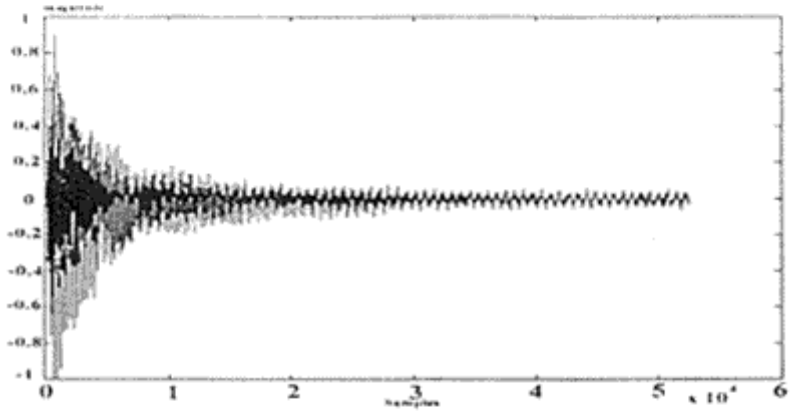
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f10	f11
피리		370		740		1110		1480		1850		2220
가야금	185	370	555	755	925	1110	1295	1510				
합주	185	370	555	740	925	1110	1295	1480		1850		2220

합주되었을 때의 주파수 패턴은 그림 15의 (c)에서 알 수 있듯이 피리 독주시 주파수 패턴과 가야금 독주시 주파수 패턴이 그대로 겹쳐진다. 다시 말하면 피리의 370Hz의 간격마다 나타나는 고조파 패턴과 가야금에서 185Hz 간격으로 나타나는 고조파 패턴이 겹쳐져서 나타내고 있다. 그림 15의 (c)에서 알 수 있듯이 피리의 제 4고조파 까지는 사이사이 마다 가야금의 패턴이 나타났다.

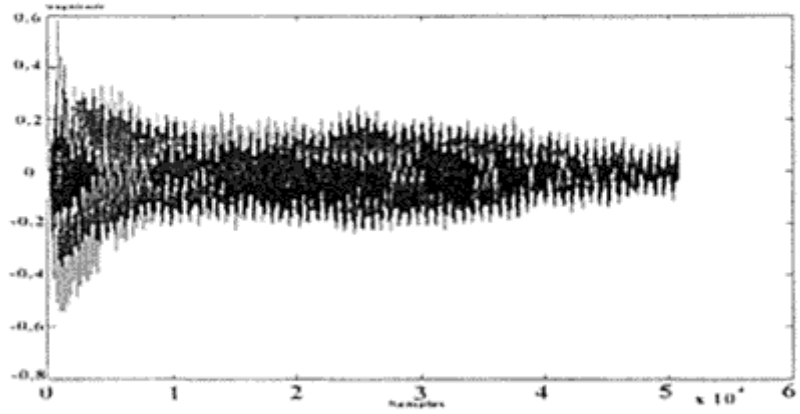
그러나 피리의 1850Hz대역 이후로는 가야금의 주파수 패턴은 사라지고 역시 370Hz 간격으로 피리의 주파수 패턴만이 존재한다.



(a) 피리(F4)의 시간 파형

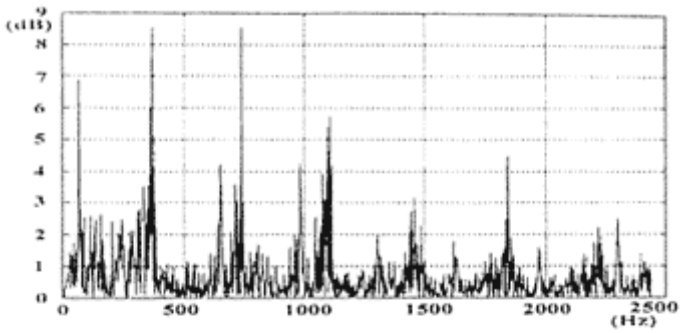


(b) 가야금(G'3)의 시간 파형

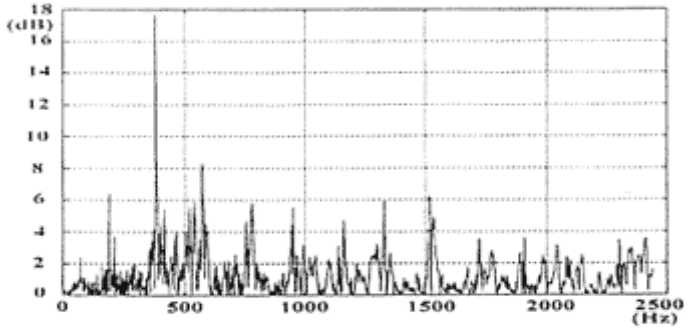


(c) 가야금 피리 합주 시간 파형

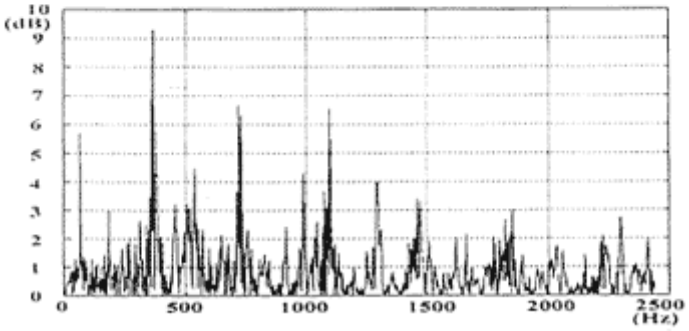
그림 15. 시간 파형 비교



(a) 피리(F4)의 주파수 파형 (독주)



(b) 가야금(G 3)의 주파수 파형(독주)



(c) 가야금피리(F4+G 3)의 주파수 파형(합주)

그림 16. 주파수 파형 비교

본 보고서는 이러한 사실을 기초로 악기의 고유한 주파수 특성을 고려하여 각각의 선율을 분리한다. 그리하여 합주된 음악을 갖고도 가야금과 피리의 독립적인 선율을 분리할 수 있게 된다.

4-3 절 합주음 분리 알고리즘

그림 17 알고리즘은 DB로 저장되어 있는 가야금과 피리의 Look up table을 가지고 두 선율이 합주되었을 대를 비교하여 분리하는 과정을 나타낸 그림이다. 두 악기를 Look up table에서 비교할 수 있는 이유는 고조파가 N*fk처럼 기본주파수에 N배로 증가하기 때문에 만약 fkn(가야금의 n번째 고조파) ≠ N*fk(가야금의 기본주파수의 정수배)이라면 다른 악기의 선율이 섞여 있음을 의심할 수 있다. 만약 fp(피리의 기본주파수) 주파수가 새롭게 발견되었고 fpn(피리의 n번째 고조파) = fp*N(피리의 기본주파수의 정수배) 같이 주기적으로 나타낸다면 역시 피리 악기의 선율을 Look up table에서 찾아내어 해당하는 음표를 출력하여 음정을 표시할 수 있다. 이러한 루프를 계속 돌면서 만약 주파수 패턴이 일정한 한계치 이상을 넘어버린다면 다른 음정으로 바뀌었음을 인식하게 되고 그때까지의 시간을 계산한다. 이때의 시간은 한 음정이 유지된 시간 즉 장단이 된다. 이러한 과정을 되풀이한다면 각 악기마다의 음정과 장단을 찾아내어 연속된 선율을 찾아낼 수 있다. 결과적으로 그림 14과 같이 악기마다의 분리된 선율을 얻게 된다.

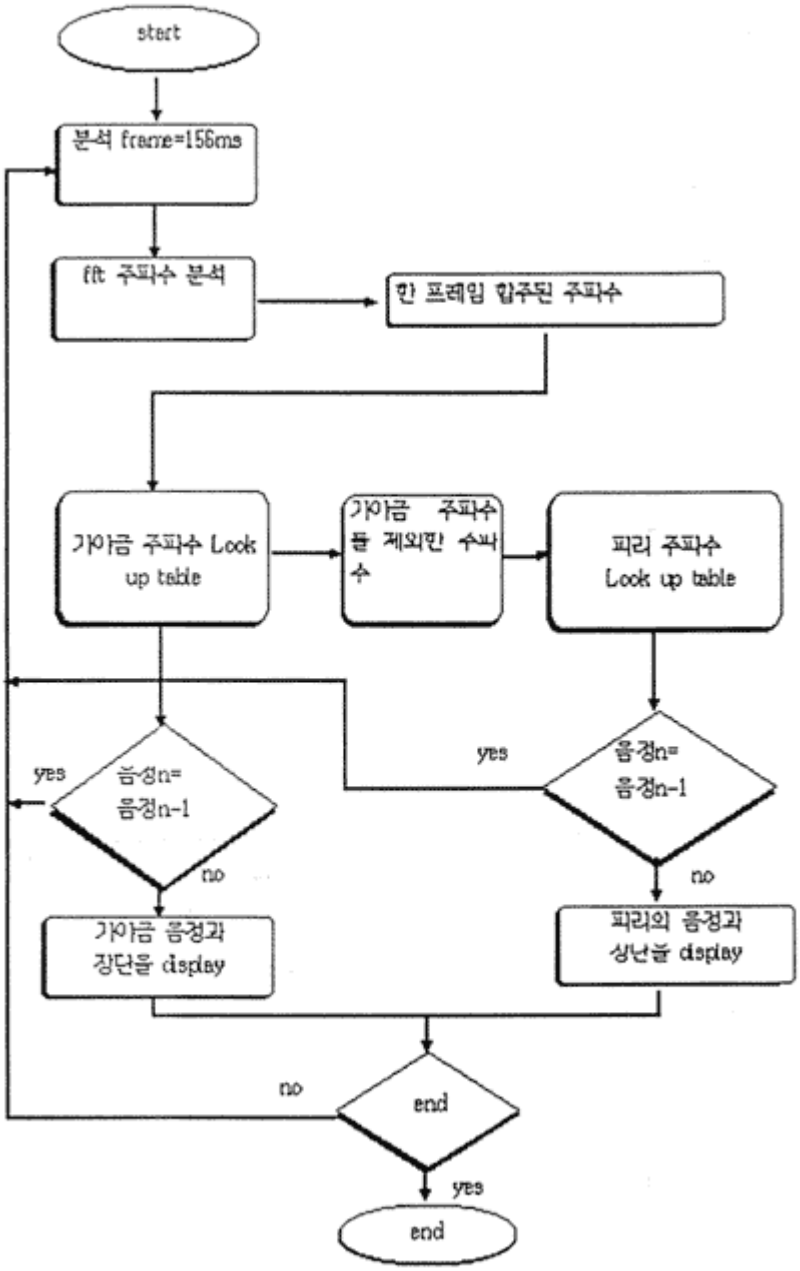


그림 17. 가야금, 피리 선율 분리 알고리즘

제 5 장 실험환경 및 시뮬레이션 결과

5-1 절 오디오 내용기반 검색 실험

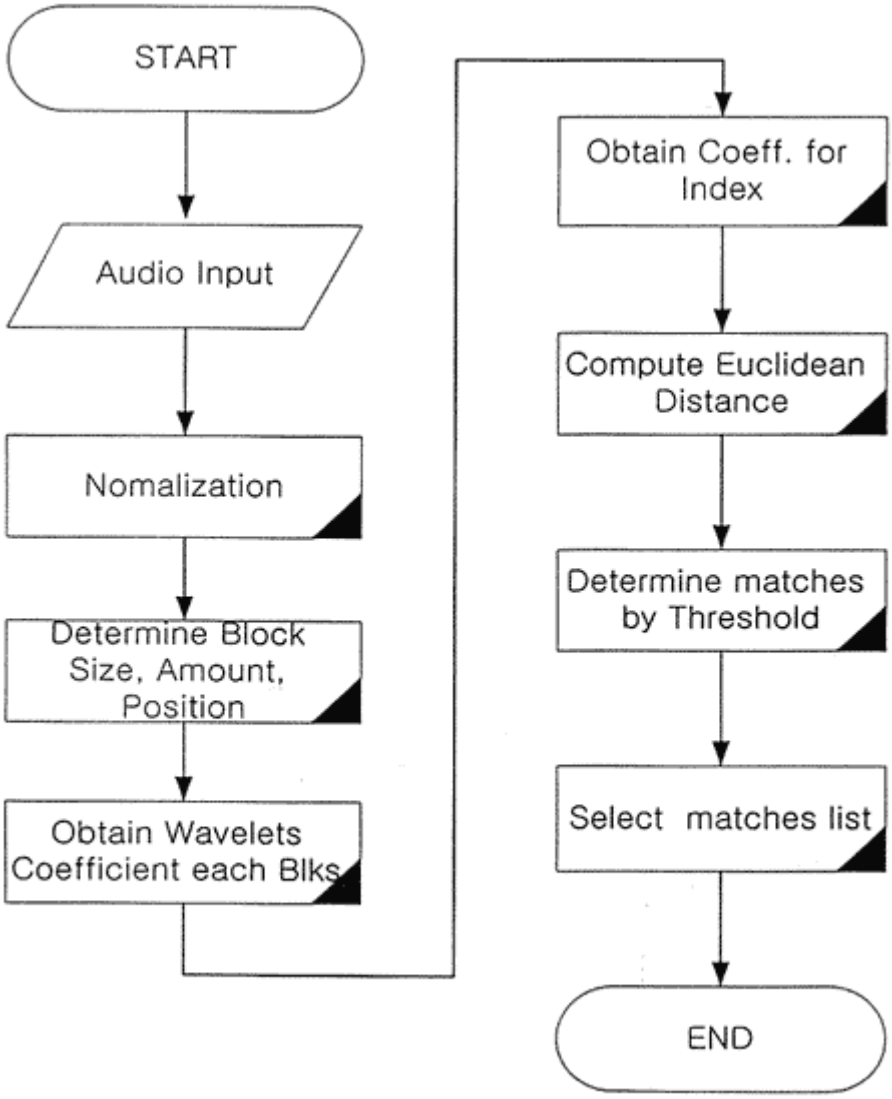


Fig. 18 Searching flowchart

각 데이터는 .wav 형식으로 44바이트의 헤더정보를 가진다. 그리고, 샘플링은 8Khz, 8-bit, Mono를 사용하였다.
DWT 계수를 끌어내기 위해 Mother Wavelet으로 Daubechies-4를 사용한다. 블록의 크기는 고정크기(512 sample.)로 하고 블록 수는 10과 20일 때, 실험은 10개의 예에 의한 질의를 대상으로 이루어졌으며, 질의에 약간의 잡음이 더해졌다. 소파 계수 추출을 위한 데이터들은 각각 정규화 과정을 거친다.

모든 방법에서 적합성은 유클리드의 거리가 사용되었으며 측정식은 다음과 같다.

$$D_{xy} = \sum_{i=1}^{\rho} (x_i - y_i)^2 / [(\sum_{i=1}^{\rho} x^{2_i}) \cdot (\sum_{i=1}^{\rho} y_i^2)]^{1/2} \qquad (5\text{-}1)$$

미터법의 성능은 검색정밀도 이고 우리는 이것을 검색 결과 출력의 검색 정확성의 확률(정밀도)로 비교하였고 정의는 다음과 같다.

$$\text{정밀도} = \frac{\text{적합한결과물의수}}{\text{총검색결과물의수}} \ \text{X} \ 100(\%) \qquad (5\text{-}2)$$

실험 결과 기존의 색인을 위한 계수 추출 방법과 거의 같은 품질의 검색 정밀도를 보였다. 또한 분해 벡터 전체를 색인으로 사용하여 검색했을 경우와 거의 비슷한 결과가 나오는 것을 실험적으로 알 수 있었다.

표 6, 검색정밀도의 비교

Precision		
Qry.	10 biocks	20 blocks
	Pre.(%)	Pre.(%)
1	13.04	14.30
2	28.57	66.66
3	49.13	60.00
4	11.15	33.33
5	30.00	66.66
6	66.57	59.11
7	42.86	40.00
8	40.00	66.66
9	33.33	42.86
10	40.00	66.66

표 1의 검색 정밀도 비교는 Wavelet 기반의 색인 방법에서 하나의 오디오 데이터 파일, 즉 8 kHz × 10 sec 의 80000개의 고정 크기의 샘플을 갖는 파일을 각각 512개 샘플 개수를 갖는 블록의 개수가 파일당 10개와 20개일 때의 정밀도이고, 대체로 만족할 만한 수준은 아니나, 블록의 개수가 늘수록 높은 정밀도를 갖는다. 본 보고서에서는 일정한 크기의 오디오 데이터를 사용하였다. 그러나 실제의 데이터베이스에서는 각각의 오디오 데이터의 크기가 다르므로 차후 실험에서는 가변적인 파일 크기에 대응하는 색인 구조를 가져야 하겠다.

5-2 절 장구 장단 인식 실험

5-2-1. 세마치와 굿거리 장단의 파형과 악보

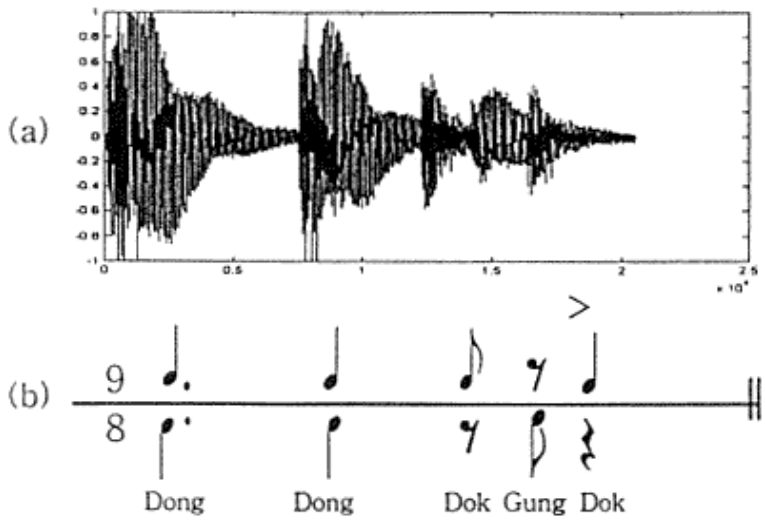


그림 19. Semachi rhythm(세마치장단)
(a)시간 파형 (b) 악 보

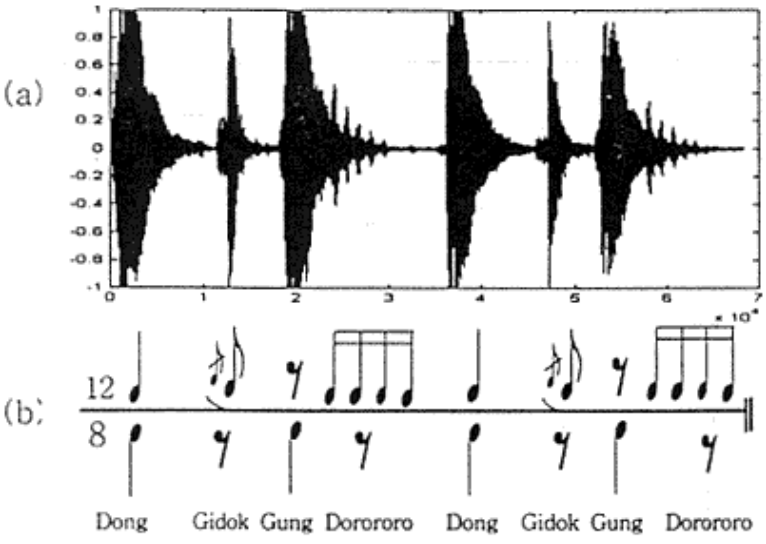


그림 20. Gutgori rhythm(굿거리장단)
(a)시간 파형 (b) 악 보

표 7은 아리랑 민요의 세마치 장단 덩, 덩, 덕, 쿵, 덕의 CA3 파형의 반사계수를 가지고 거리계산한 결과를 보인다. 여기서 구음 뒤에 붙은 숫자의 의미는 순서를 구별하기 위해서 붙여진 것이다. 이때 거리 계산식은 유크리트 식을 이용했다.

$$D_{xy} = \sum_{i=1}^{N}(x_i - y_i)^2 / [(\sum_{i=1}^{N} x_i^2) \cdot (\sum_{i=1}^{N} y_i^2)]^{1/2} \qquad (5\text{-}3)$$

표 3에서 덩 1의 저장값에 시허입력신호거리는 0이고, 덩 2와는 0.0668로 적은 값이나 그외 신호와는 거리가 멀다. 덕 1도 자기 신호에는 거리가 0이나 덕 2와는 0.1698으로 가깝게 나타나고 있다.
표 4는 천안삼거리 민요의 굿거리 장단을 보이고 있다. 표 4에서 덩 1과 덩 2, 덩 3, 덩 4는 거리가 매우 가까움을 알 수 있다.

표 7. 세마치 장단의 거리오차

DB / test	덩1	덩2	덕1	쿵	덕2
덩1	0	0.0668	0.5163	0.4355	0.3391
덩2	0.0668	0	0.6032	0.3892	0.4324
덕1	0.5163	0.6032	0	1.1348	0.1693
쿵	0.4355	0.3892	1.1348	0	0.7780
덕2	0.3391	0.4324	0.1693	0.7780	0

표 8. 굿거리 장단의 거리오차

DB / test	덩1	기덕1	덩2	더러러1	덩3	기덕2	덩4	더러러2
덩1	0	1.3305	0.0221	0.4481	0.0408	1.2617	0.0375	0.5257
기덕1	1.3305	0	1.3598	1.3608	1.3887	0.0649	1.3462	1.3834
덩2	0.0221	1.3598	0	0.4001	0.0340	1.2965	0.0455	0.4731
더러러러1	0.4481	1.3608	0.4001	0	0.4874	1.3256	1.3256	0.0153
덩3	0.0408	1.3887	0.0340	0.4874	0	1.3131	0.0264	0.5632
기덕2	1.2617	0.0649	1.2965	1.3256	1.3131	0	1.2828	1.3746
덩4	0.0375	1.3462	0.0455	1.3256	0.0264	1.2828	0	0.5049
더러러러2	0.5257	1.3834	0.4731	0.0153	0.5632	1.3746	0.5049	0

5-2-2. 장구 장단의 인식 알고리즘

장구 장단을 인식하기 위하여서는 우선 각 연주의 시작 끝점을 검출한다. 소파변환으로 신호해석한 후 LPC 분석하고, 거리계산 하여서 시험 입력 장구음의 종류를 저장된 값과 비교하여 인식하게 된다.

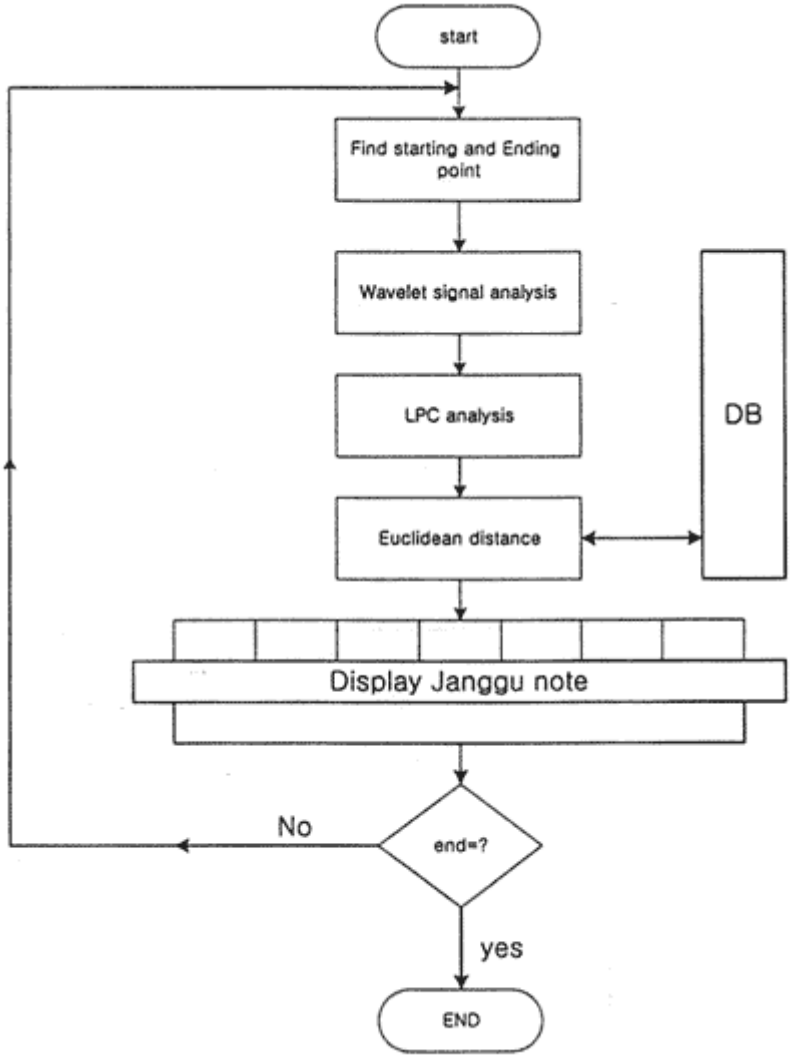


그림 21. 장구 인식 알고리즘

제 6 장 데이터베이스 검색 서비스 개발

6-1 절 데이터베이스 개발환경 및 방법

본 연구에서는 데이터베이스 구축을 위하여 현재 서버 운영체제로서 보편적으로 사용되고 있는 마이크로소프트사의 윈도우즈 NT를 사용한다. 이것은 개발자 환경에서 GUI환경에 의한 개발의 편의성과 보편적으로 인정되는 안정성을 착안한 것이다. 또한 같은 회사 계열의 데이터베이스 관리시스템인 MS-SQL을 사용함으로써 데이터베이스 연동의 편의와 호환성을 고려하였다.

인터넷망이나 초고속망을 통하여 국악 데이터베이스를 서비스하기 위하여 홈페이지를 구축하였다. 관리자의 데이터베이스 원격 관리를 위하여 윈도우즈 NT 기반의 ASP(active server pages) 기법을 사용하였는데, 이는 서버 측에서 구현되는 스크립트로서 웹 서버가 스크립트를 처리하고 처리 결과 생성된 순수한 HTML만 사용자에게 전송한다. 사용자는 실제 스크립트 코드를 볼 수 없으며 또한 어떠한 브라우저로도 인식이 가능한 플랫폼 독립적인 어플리케이션을 개발할 수 있다. 또한 ASP는 각 사용자의 세션관리를 자동화할 수 있으며 고도로 동적이고 상호 대화적인 애플리케이션을 개발할 수 있게 한다. 이러한 작업은 관리자용 전용 인터페이스를 구축함으로써 지역적으로 떨어져 있는 시스템에서도 국악 데이터베이스의 자료등록, 삭제 갱신을 할 수 있도록 하였다. 사용자들을 위한 인터페이스 구축은 HTML을 이용하여 제작하였다.
본 연구에서 데이터베이스 개발을 위한 환경을 보면 표 1과 같다.

표 9. 데이터베이스 개발 환경

소프트웨어	사용 환경	비 고
운영체제 (OS)	윈도우즈 NT 4.0 server	
데이터베이스 관리시스템 (DBMS)	MS-SQL Server 7	
관리자 인터페이스	ASP(active server pages)	
사용자 인터페이스	HTML(hyper text markup language)	
응용 프로그램	Visual C++ 5.0	
하드웨어 구성	사용 환경	비 고
CPU	Pentium II 450 dual	
Memory	128 Mbyte	
HDD	16 Gbyte Raid	

6-2 절 데이터베이스 내용

국악 데이터베이스 구축을 위한 국악 자료의 분류체계는 아직 표준화 되어있지 않고 다만 권고하는 분류들이 있다. 본 연구에서 국악 데이터베이스 구축을 위한 분류체계는 표 2와 같다. 본 국악 데이터베이스 구축 모형 개발에서는 이 체계를 기본으로 하여 데이터베이스의 테이블을 구성하였고, 기타 세부적인 자료와 분류가 애매한 자료들은 확장 필드를 이용하여 분류하였다. 따라서 본 연구에서 테이블 필드는 표 10, 11, 12, 13, 14의 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류 이외의 세세세분류와 기타 몇 개의 여유필드를 가지고 있어 차후 분류체계 표준화에 따른 확장성에 대비할 수 있도록 하였다.

표 10. 국악 분류 체계-1

대분류	중분류	소분류	세분류	제분류	체분류
궁중음악 (궁정음악)	제례악	종묘제례악	보태평(11곡), 정대업(11곡), 기타(5곡)		
		문묘제례악	5곡		
		경모궁제례악	11곡		
		기타제례악	2곡		
	연례악	연례악	여민락(4곡), 낙양춘, 보허자, 수제천, 동동, 평조회상(8곡), 관악영산회상(8곡)		
		정재음악	정재반주음악(11곡), 정재(5종), 창사( )		
	행악	취고수음악	대취타		
		세악수음악	취타 외 5곡		
		거동음악	여민락 외 5곡		
풍류방음악 (선비음악)	성악	가곡	우조	남창우조	초수대엽 외 11곡
				여창우조	초수대엽 외 11곡
			계면조	남창계면조	초수대엽 외 15곡
				여창계면조	초수대엽 외 14곡
		가사	백구사 등 12곡		
		시조	경제시조	평시조 등 14곡	

표 11. 국악 분류 체계-2

대분류	중분류	소분류	세분류	제분류	체분류
			내포제시조	평시조, 사설시조	
			완제시조	평시조, 사설시조	
			영제시조	평시조, 사설시조	
			기타	반영제(2곡), 영우장제(2곡), 석암제(2곡)	
	기악	영산회상	민영산(9곡), 별곡(13곡), 가진회상(13곡), 향제줄풍류(15곡)		
		보허자	3곡		
		여민락			
		천년만세	3곡		
		입창	경기입창 7곡		
			서도입창 4곡		
			남도잡가 8곡		
	민요	통속민요	경기민요 22곡		
			서도민요 20곡		
			동부민요 13곡		
			남도민요 12곡		
			제주민요 6곡		
향토민요	경기도	14개시군			
	강원도	12개시군			
	충청도	25개시군			
	전라도	36개시군			
	경상도	35개시군			
	제주도	논가는소리등 29종			
	평안도	논가는소리등 29종			
	황해도	논가는소리등 29종			
	함경도	논가는소리등 29종			
민속기악1	산조	가야금 13개 유파			
		거문고 6개 유파			
		대금 7개 유파			
		해금 3개 유파			
		피리 4개 유파			
		아쟁 3개 유파			

표 12. 국악 분류 체계-3

대분류	중분류	소분류	세분류	제분류	체분류
		기타 퉁소(2), 단소(1), 철현금(1), 풀피리(1), 호적(1)			
	시나위	경기시나위 (독주 및 합주)			
민속성악1	판소리	춘향가, 심청가, 홍보가, 수궁가, 적벽가, 기타			
	단가	광대가 등 61곡			
	병창	단가병창(19곡), 판소리병창(24곡), 민요병창( )			
	잡가	좌창	경기잡가	긴잡가(12곡)	
				수잡가(2곡)	
				휘모리잡가 (11곡)	
			서도잡가	공영가 등 11곡	
		남도시나위 (독주 및 합주)			
	봉장취(독주 및 합주)				
	거상음악	삼현육각	해서삼현육각 14곡		
			경기삼현육각 18곡		
			호남삼현육각 18곡		
			영남삼현육각 6곡		
		사관풍류 3곡			
		무용반주음악 10곡			
	행악	대취타, 취타염불, 취타굿거리			
	기타 6곡				
농악	경기, 충청농악 (8개지역농악)				
	영동농악 (6개지역농악)				

표 13. 국악 분류 체계-4

대분류	중분류	소분류	세분류	제분류	체분류
	호남우도농악 (17개 지역농악)				
	호남좌도농악 (14개 지역농악)				
	영남농악 (8개지역농악)				
불교음악	경제불교음악	영혼천도의식	상주권공재		
			시왕각배제		
			영산재		
			생전예수재		
			수륙제		
		점안의식			
		이운의식			
		장례 및 천도의식			
		예경의식			
		연중행사			
		수계의식			
		복장의식			
		기악			
	영제불교음악	팔공산제			
		경상도제			
	완제불교음악				
	탁발음악	염불소리, 회심곡, 기타			
무속음악	서울				
	경기남부				
	강원도				
	충청도				
	전라도				
	경상도				
	제주도				
	평안도				
	황해도				
	함경도				
	축원소리, 무무 기타				
연회 및 기타	탈놀이(12개종)				
	굿놀이(3개종)				
	민속놀이(13개종)				
	창우집단광대놀이	고사소리, 줄소리			

표 14. 국악 분류 체계-5

대분류	중분류	소분류	세분류	제분류	체분류
	남사당놀이				
	민속무용				
현대국악	현대성악	독창			
		중창, 합창			
		노래극	신작판소리		
			창극		
			기타노래극		
	현대기악	독주			
		병주, 실내악			
		관현악			
		타악기합주	사물놀이		
			기타		
		무용곡			
	기타				

테이블은 악기와 악곡, 인물 등으로 구성되었으며 다른 검색 서비스를 위하여 차후에 추가가 가능하다.

DB 입력데이터는 VIR테이프로부터 연주장면의 동영상정보를 입력하였고, 또한 오디오신호를 동시 입력시켰다.
슬라이드 자료와 악기사진은 정지여앙으로 입력시켰고, 서적문헌은 텍스트모드로 입력하고, 고문헌 그림악보는 이미지 정보로 입력시켰다.

6-3 절 서비스 방법 및 네트워크 연동

본 연구에서는 기존의 검색 기법 구축과 내용에 기반 한 데이터베이스 검색 모델을 제시한다. 기존의 검색방법으로 목차에 의한 찾아가기 형식의 검색방법과 핵심어에 의한 검색방법이 홈페이지의 검색 페이지의 입력 창에 의하여 사용자의 입력을 서버로 전달하여 이를 데이터베이스로부터 찾아 다시 서버가 사용자에게 전달하는 방법을 채택하고 있다.

핵심어 검색 방법으로는 테이블의 필드를 대상으로 검색하고 이를 비교하여 찾아진 대상을 결과로 이 레코드에 해당하는 자료를 검색결과로 돌려주거나, 아니면 몇 개의 필드를 선택적으로 출력할 수 있다. 본 연구에서는 기존의 핵심어 기반의 검색방법을 응용하여 가사의 내용에 의한 검색을 할 수 있도록 하였다. 그림 22은 사용자가 기존의 검색방법을 통하여 검색된 결과물을 얻는 방법을 나타낸다.

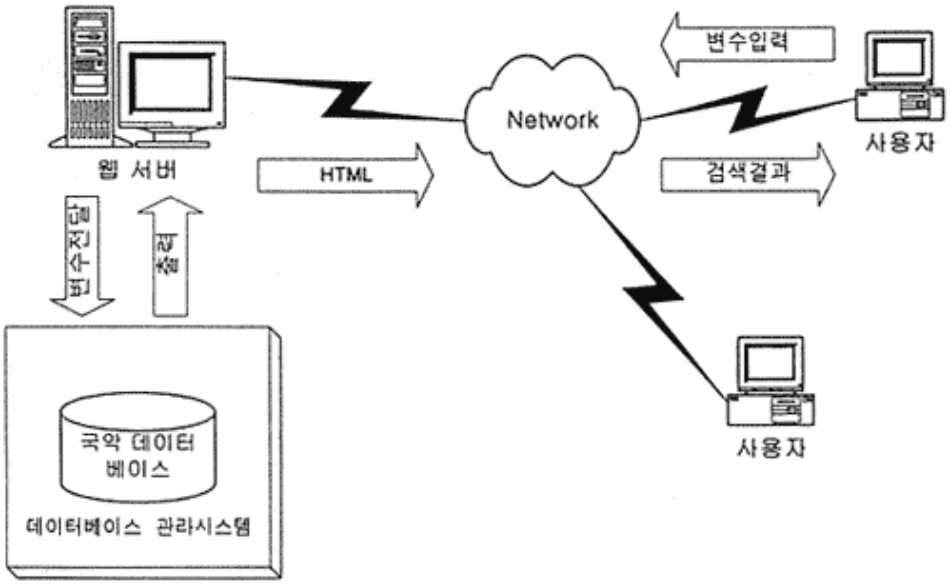


그림 22. 네트워크를 통한 기존 검색 서비스

지금까지의 목차에 의한 방법이나 핵심어 또는 그의 응용에 의한 방법은 그림, 동영상, 오디오와 같은 멀티미디어 자료에는 부적당하다.

이것은 이러한 데이터의 일정하지 않은 성질과 데이터 표현의 다양성, 그리고 이것을 표현하기 위한 문자열 기반의 색인의 형식화가 어렵고, 데이터 표현이 주관적 판단에 근거하는 이유 때문이다. 따라서 이러한 특징을 갖는 데이터의 검색을 위해서는 정보의 내용에 기반한 검색방법이 요구된다. 또한 이러한 내용기반 응용에서는 데이터의 효과적인 사용을 위해 다양한 질의 표현에 대응한 색인 구조가 요구된다. 현재 내용에 기반한 검색방법연구는 영상 신호처리연구 분야에서 활발히 진행되고 있고 음성이나 오디오에 대한 연구도 이루어지고 있지만, 비정형 데이터의 특성에 의해 정확성에서 커다란 성과는 아직 보이지 못하고 있다.

본 연구에서는 내용기반 검색을 인터넷이나 초고속망에서 국악 정보 서비스에 접목시키는 방법의 모델을 제시함으로써 차후 멀티미디어 데이터베이스 검색에 필수 불가결한 내용기반 검색 응용의 방향을 제시한다.
내용기반 검색을 위해서는 기존의 검색방법에서의 텍스트와 같은 필드의 내용을 대신할 멀티미디어 데이터의 특징(즉, 핵심어 기반에서의 핵심어와 같은)으로 추출된 비트열 데이터를 필드의 내용으로 한다. 이를 검색대상의 필드와 비교하여 그 차이(유사성 정도)를 이용하여 검색결과물로 적당한가를 판단(여기에서의 판단은 권리자나 사용자가 정의한다.)하여 사용자에게로 서비스하는 형태를 갖는다. 그림 23는 내용기반 검색 서비스를 위한 모델을 보여준다. 여기에서 오디오데이터의 내용기반 검색을 위한 전처리 과정이나 색인 추출방법은 5장에서 나타내었다.

그림 24는 데이터베이스와 네트워크와의 연동의 개요를 보이고 있다. 그림 25는 ASP 응용 프로그램의 작동 흐름을 보이는데 여기서 ASP는 사용자의 컴퓨터가 아닌 서버에서만 동작함으로써 사용자 시스템의 부하를 줄일 수 있다.

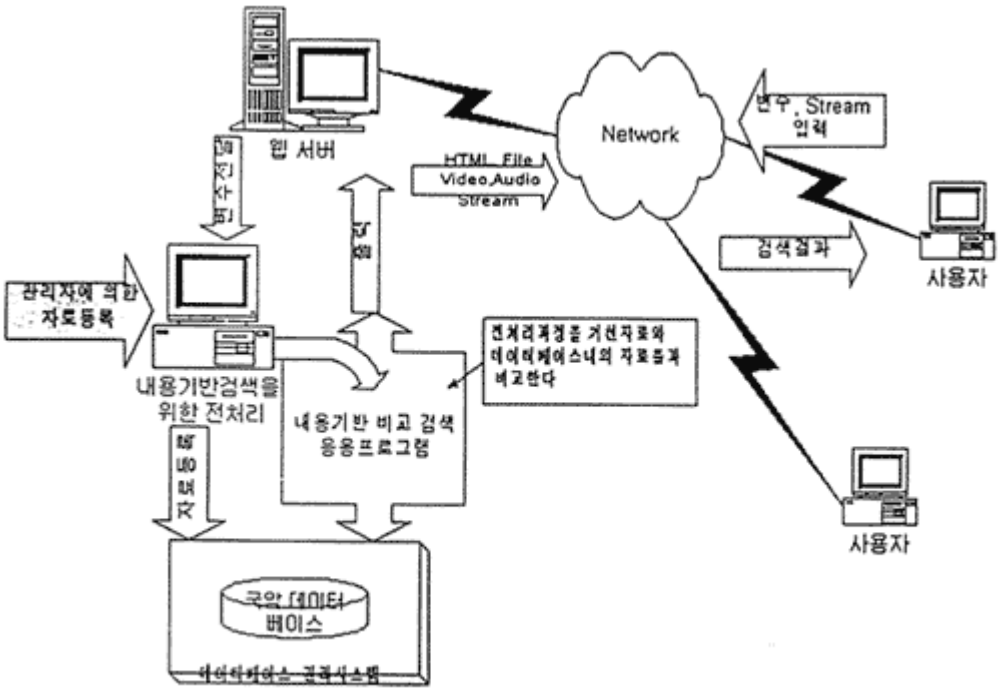


그림 23. 내용기반 검색 서비스 모델

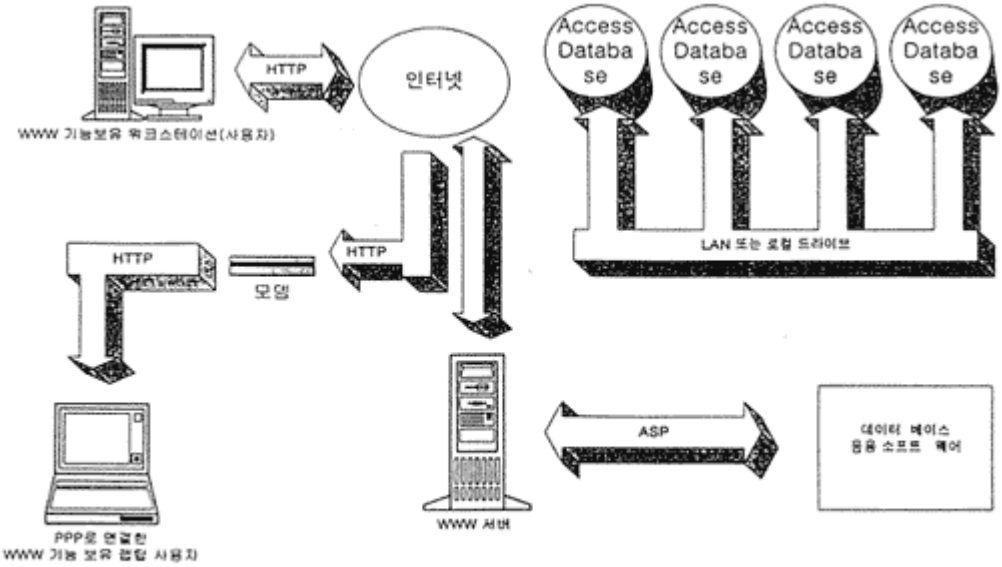


그림 24 ASP를 이용한 PC 기반의 웹 데이터베이스 시스템

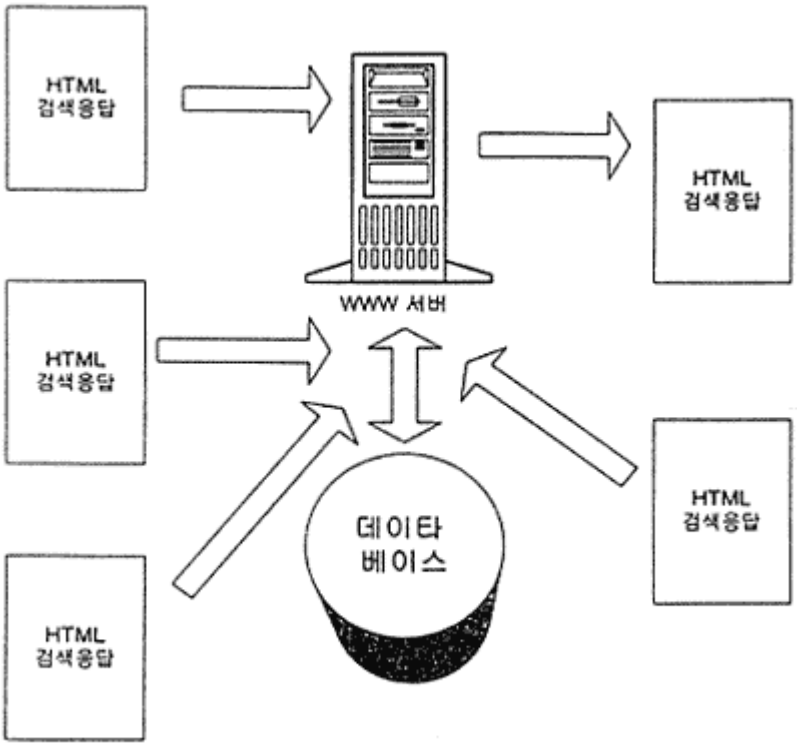


그림 25 ASP 응용프로그램에서의 데이터의 흐름

다음의 그림들은 국악정보 데이터베이스 구축기법 및 컨텐츠 검색 시스템을 위한 홈페이지 중 일부이다.

그림 1은 main화면으로서 홈페이지의 처음화면을 나타낸 것이다.

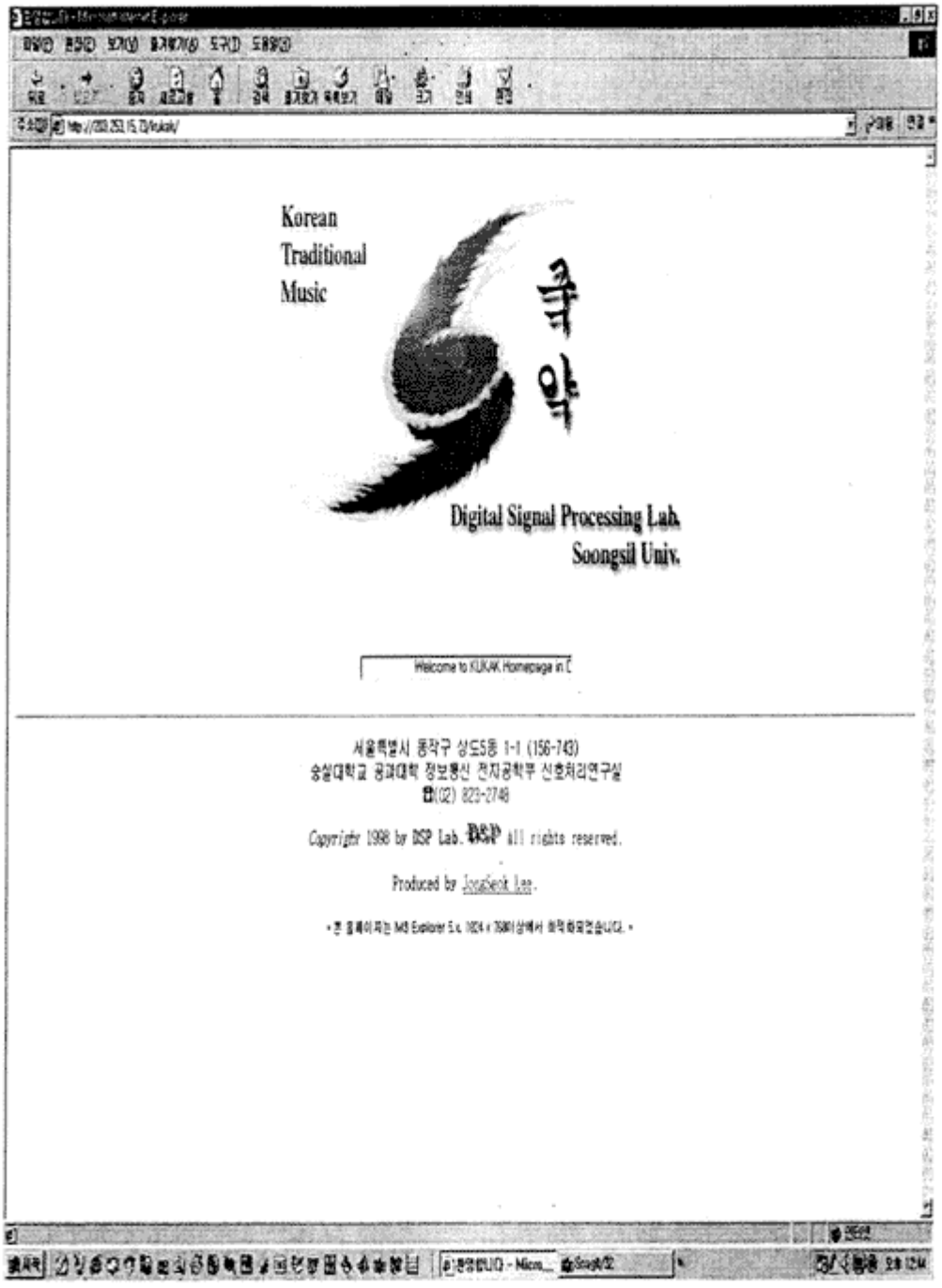


그림 1. 홈페이지의 메인화면

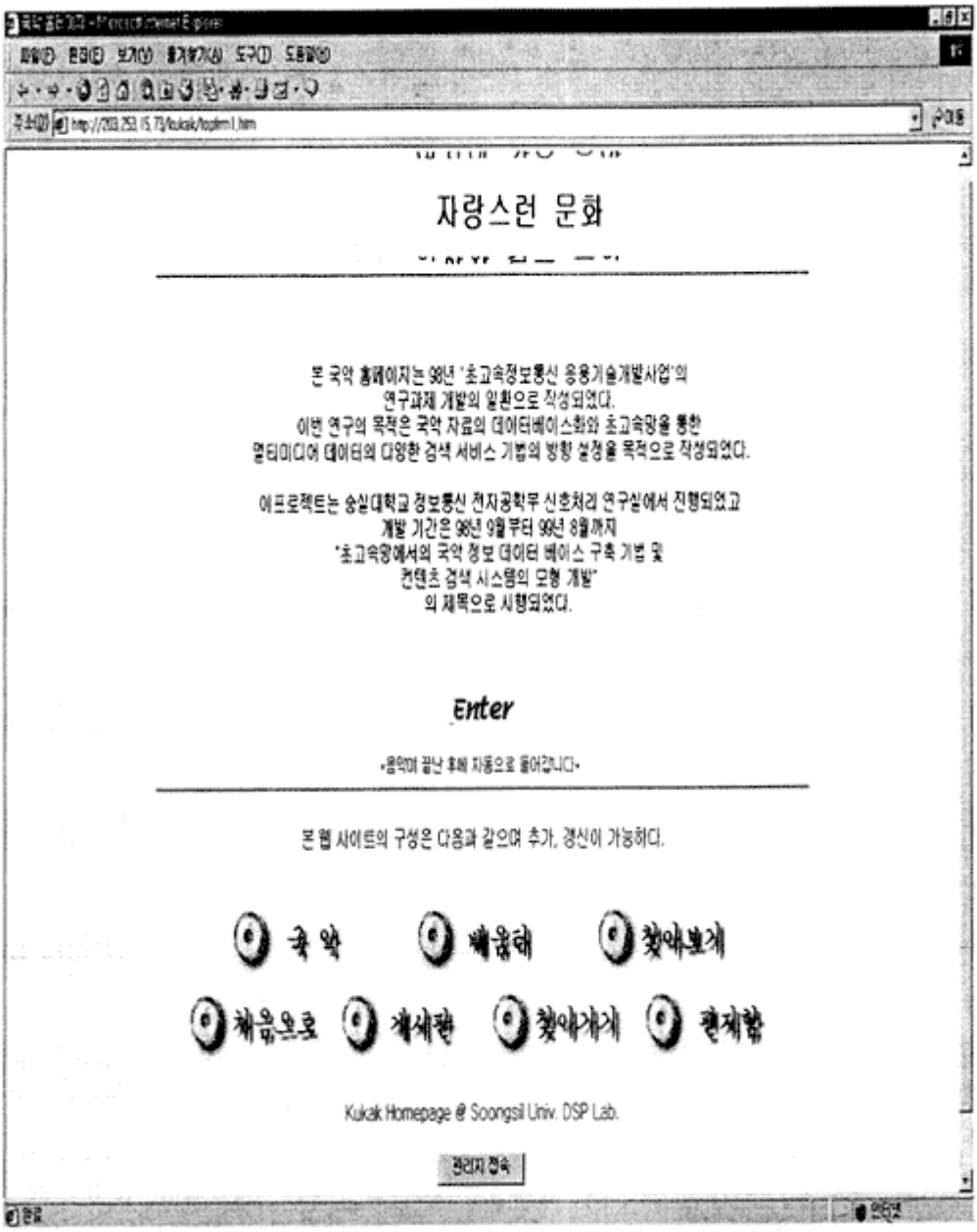


그림 2. kukak-CDB 홈페이지 메뉴표 안내화면

본 국악 홈페이지는 98년 '초고속정보통신 응용기술개발사업'의 연구과제와 연계하여 작성되었다.

이번 연구의 목적은 국악 자료의 데이터베이스화와 초고속망을 통한 멀티미디어 데이터의 다양한 검색 서비스 기법의 방향 설정을 목적으로 작성되었다.

이 프로젝트는 숭실대학교 정보통신 전자공학부 신호처리 연구실에서 진행되었고 개발 기간은 98년 9월부터 99년 8월까지 '초고속망에서의 국악 정보 데이터베이스 구축 기법 및 컨텐츠 검색 시스템의 모형 개발'의 제목으로 시행되었다.

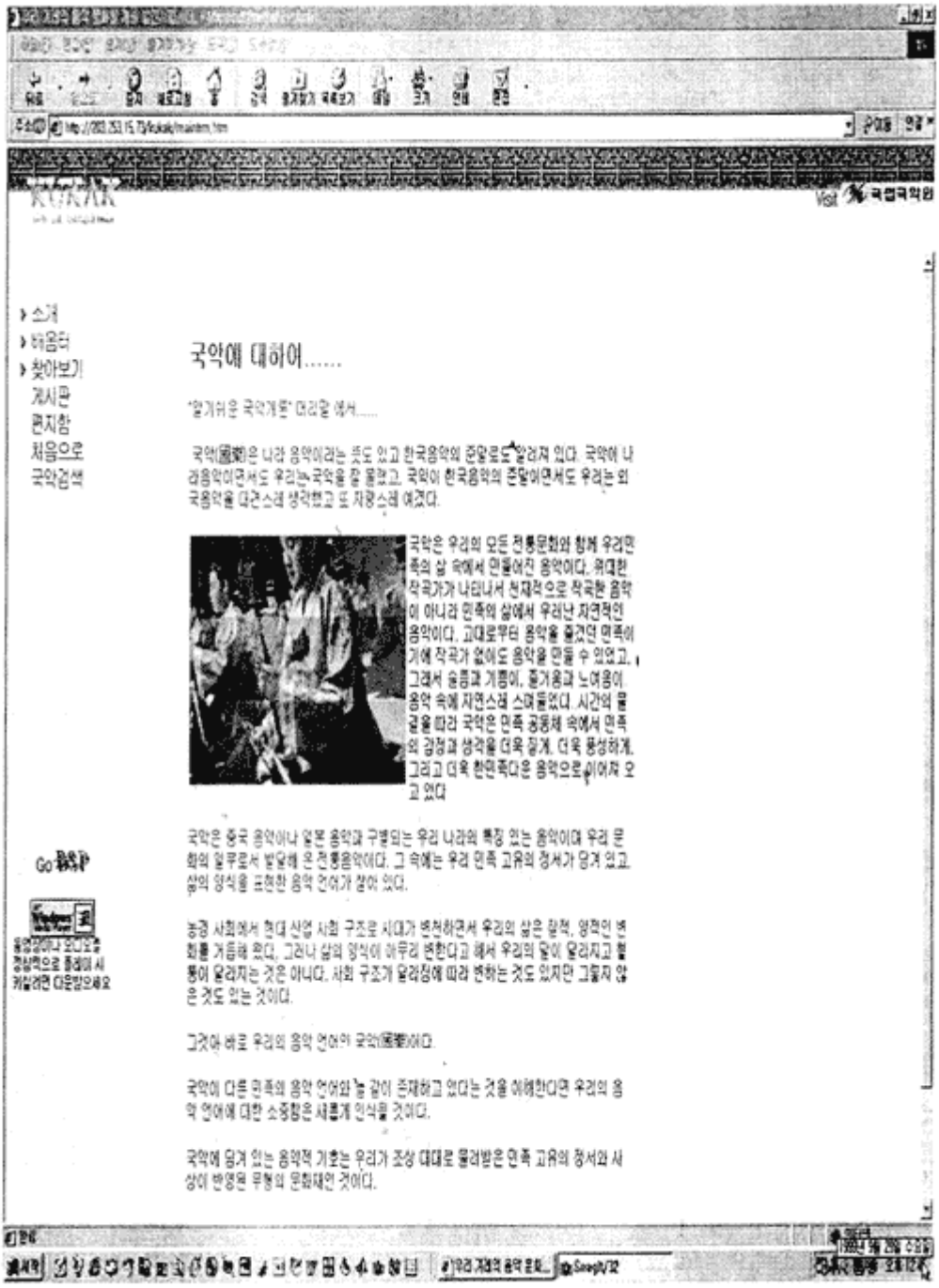


그림 3. 국악의 개요설명과 연주 동영상 접속화면

다음은 현악기 중 정지영상으로 된 악기 그림과 동영상으로 된 연주 모습을 함께 보여주고 있다.

그림 4. 가야금과 가야금 연주 모습

그림 5. 거문고와 거문고 연주 모습

그림 6. 아쟁과 아쟁 연주 모습

그림 7. 해금과 해금 연주 모습

다음은 관악기 중 정지영상으로 된 악기 그림과 동영상으로 된 연주 모습을 함께 보여주고 있다.

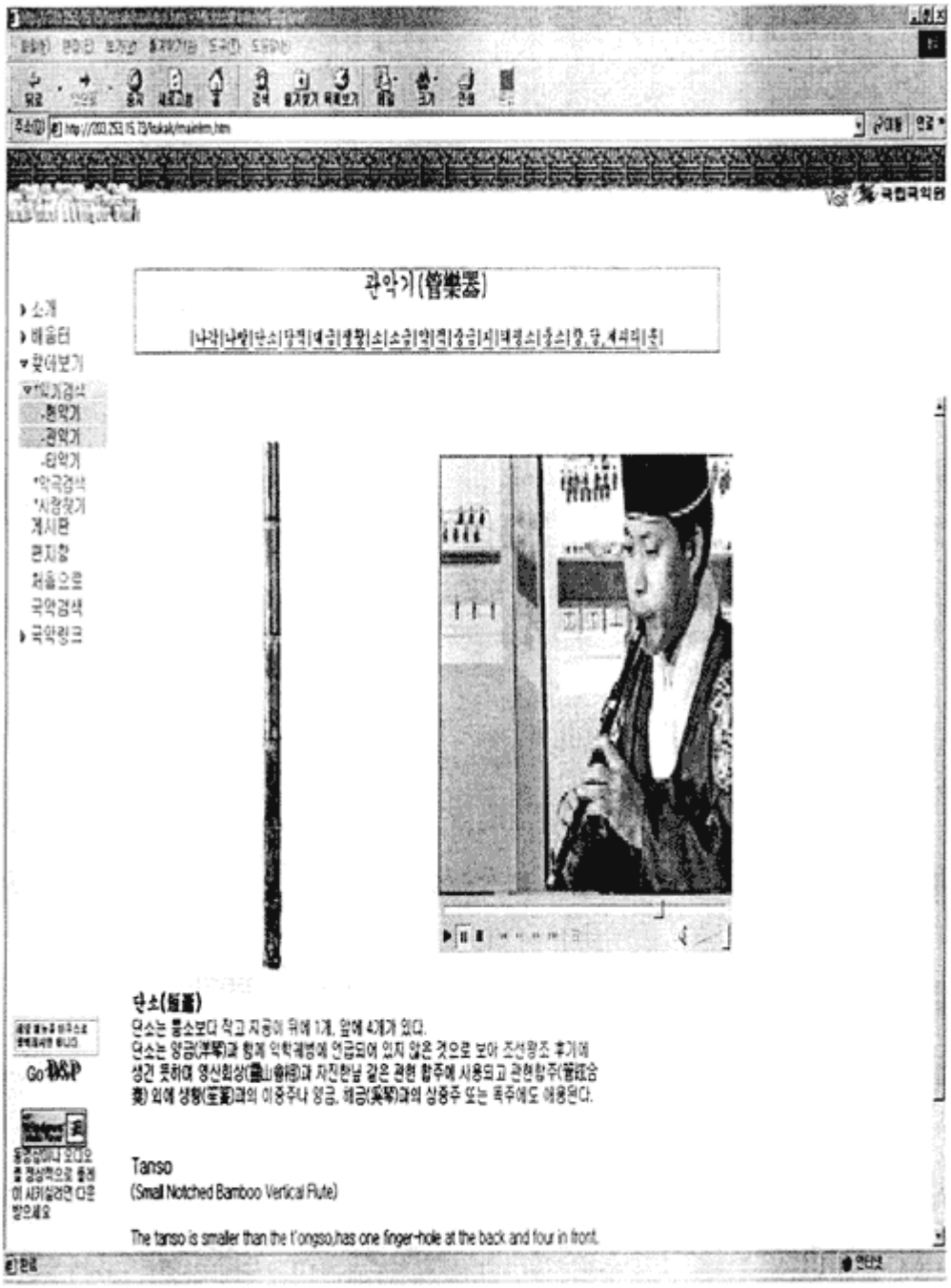


그림 8. 단소와 단소 연주 모습

그림 9. 대금과 대금 연주 모습

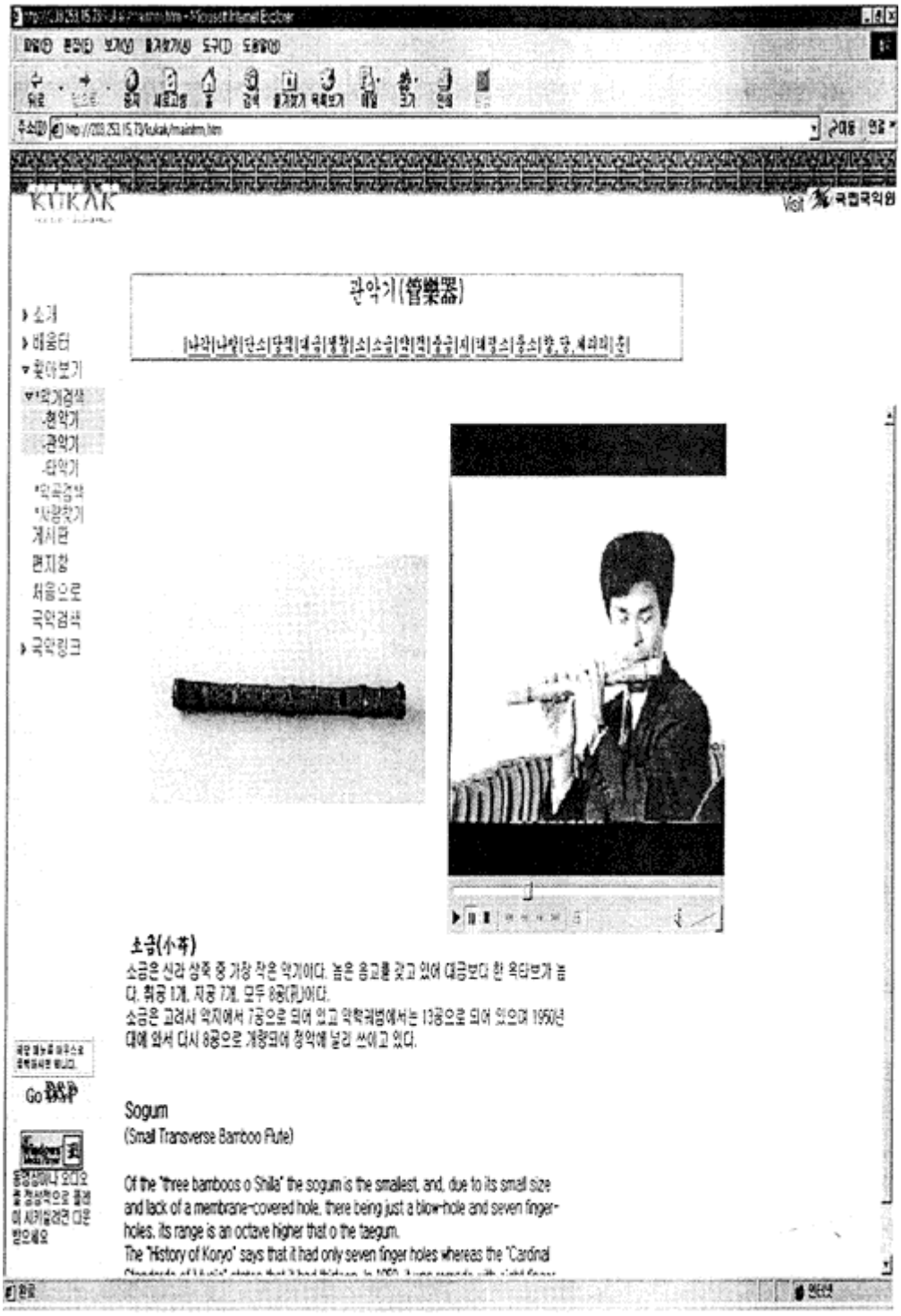


그림 10. 소금과 소금 연주 모습

다음은 타악기 중 정지영상으로 된 악기 그림과 동영상으로 된 연주 모습을 함께 보여주고 있다.

그림 11. 꽹과리와 꽹과리 연주 모습

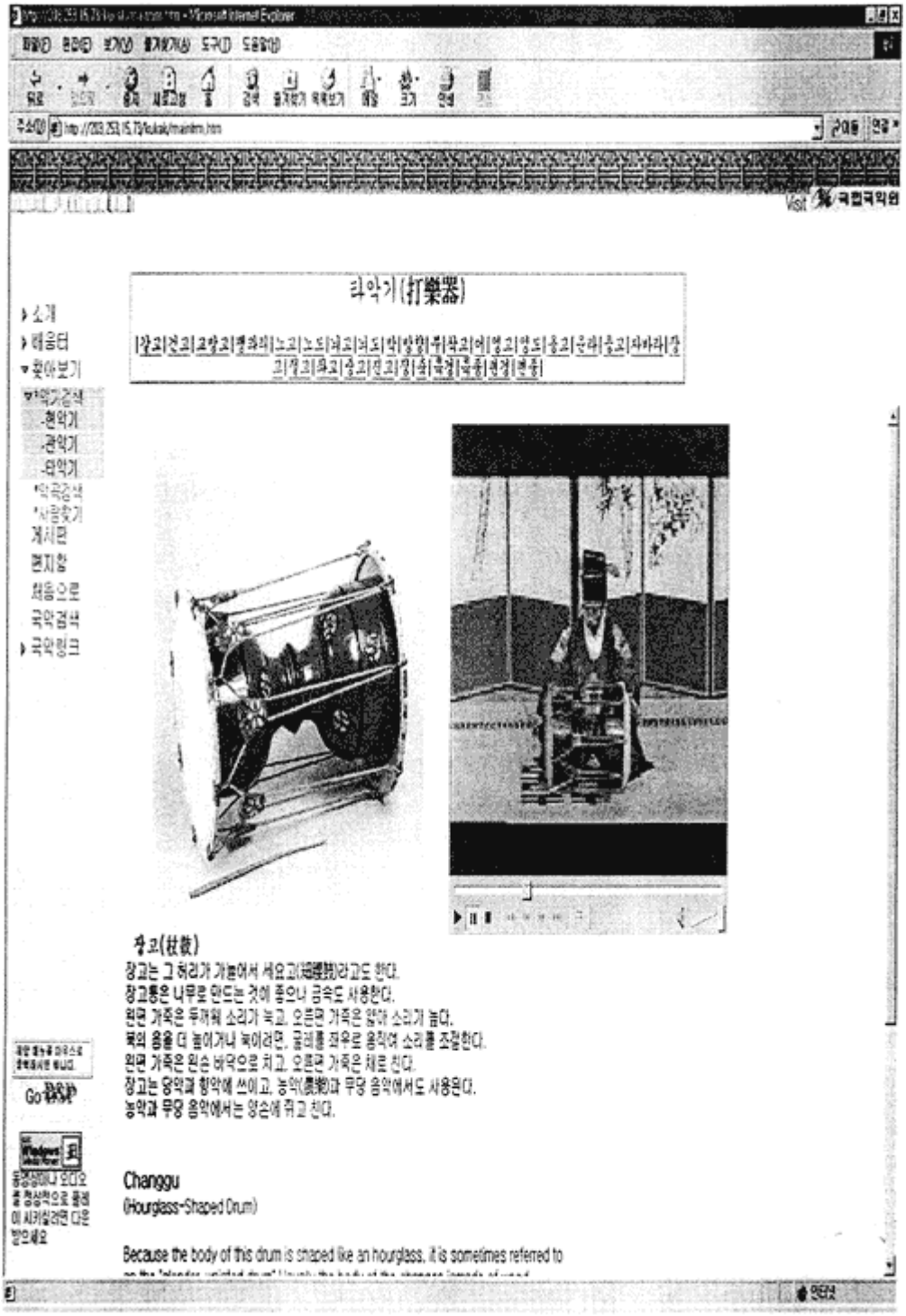


그림 12. 장고와 장고 연주 모습

그림 13. 징과 징 연주 모습

악곡 검색에 있는 동영상 연주 모습을 보이고 있다.

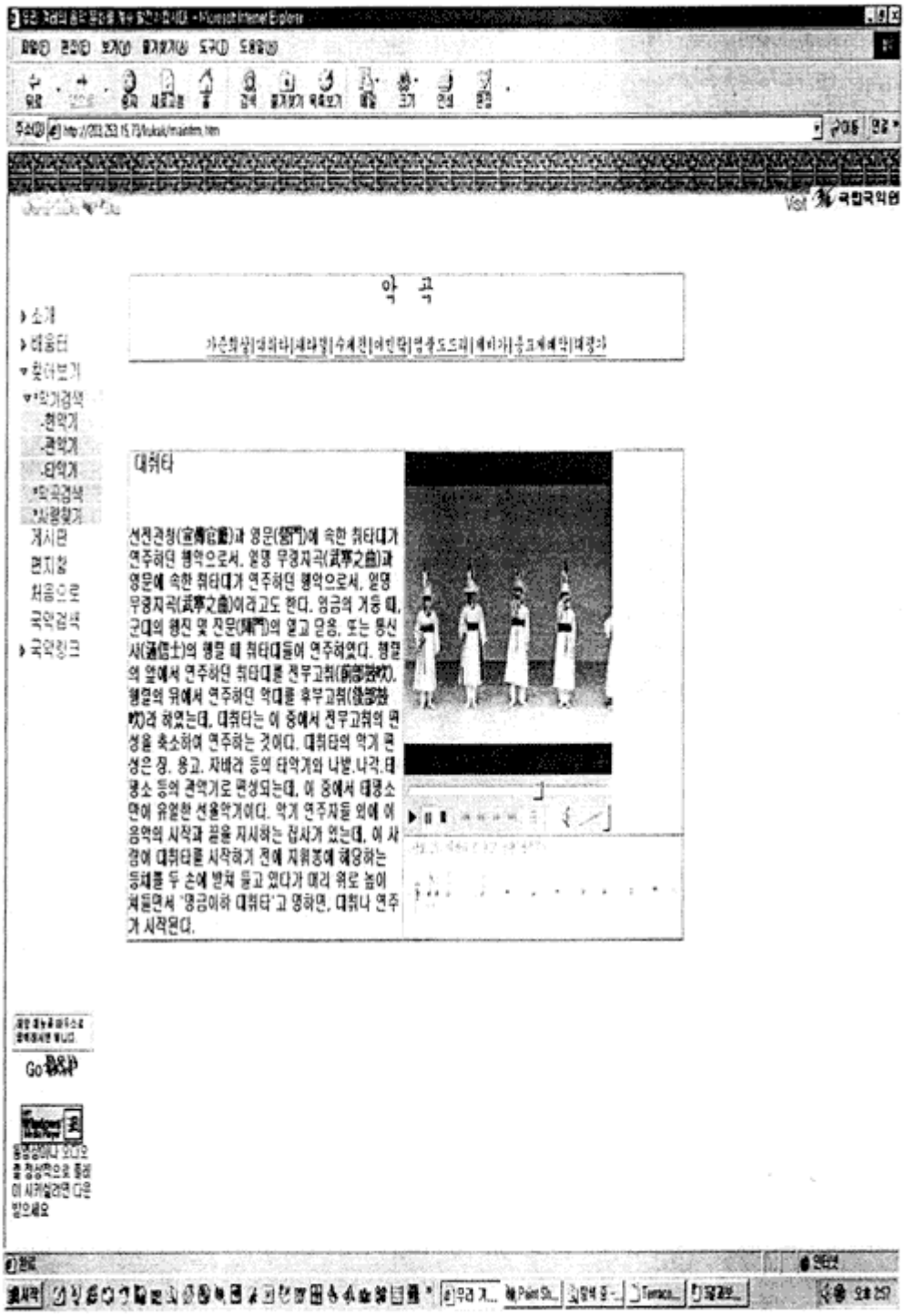


그림 14. 대취타에관한 설명, 악보와 연주 모습

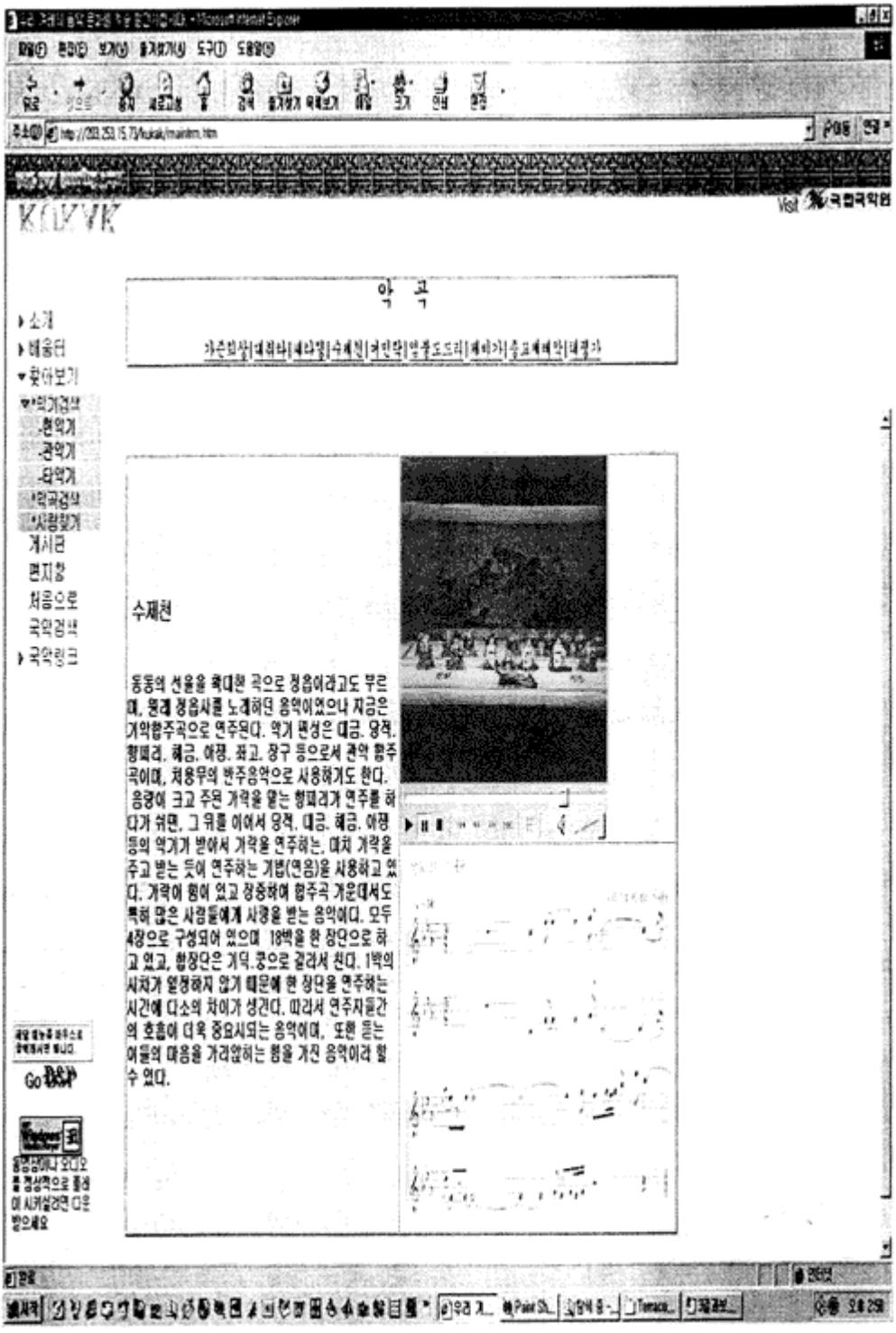


그림 15. 수제천에관한 설명, 악보와 연주 모습

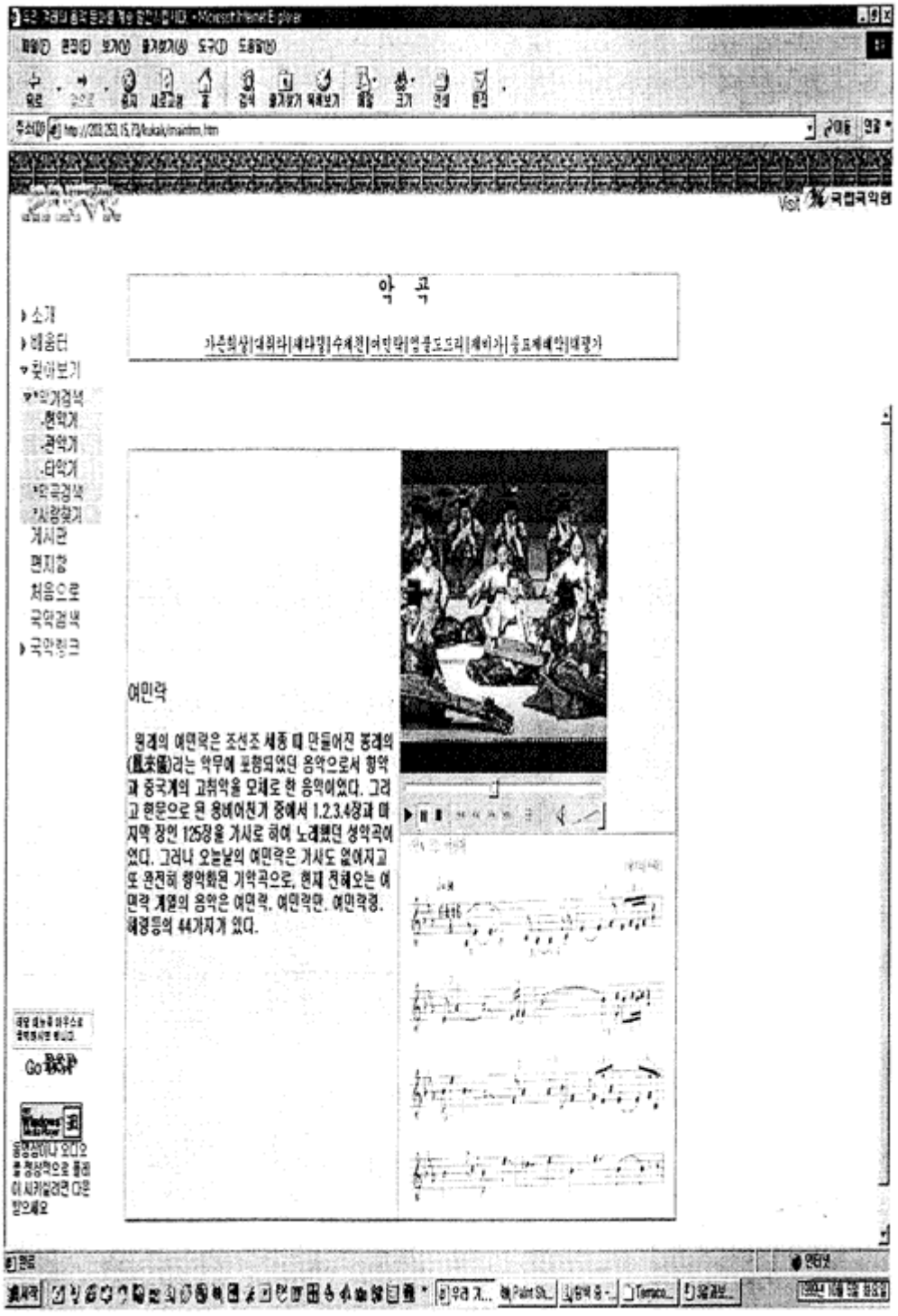


그림 16. 여민락에관한 설명, 악보와 연주 모습

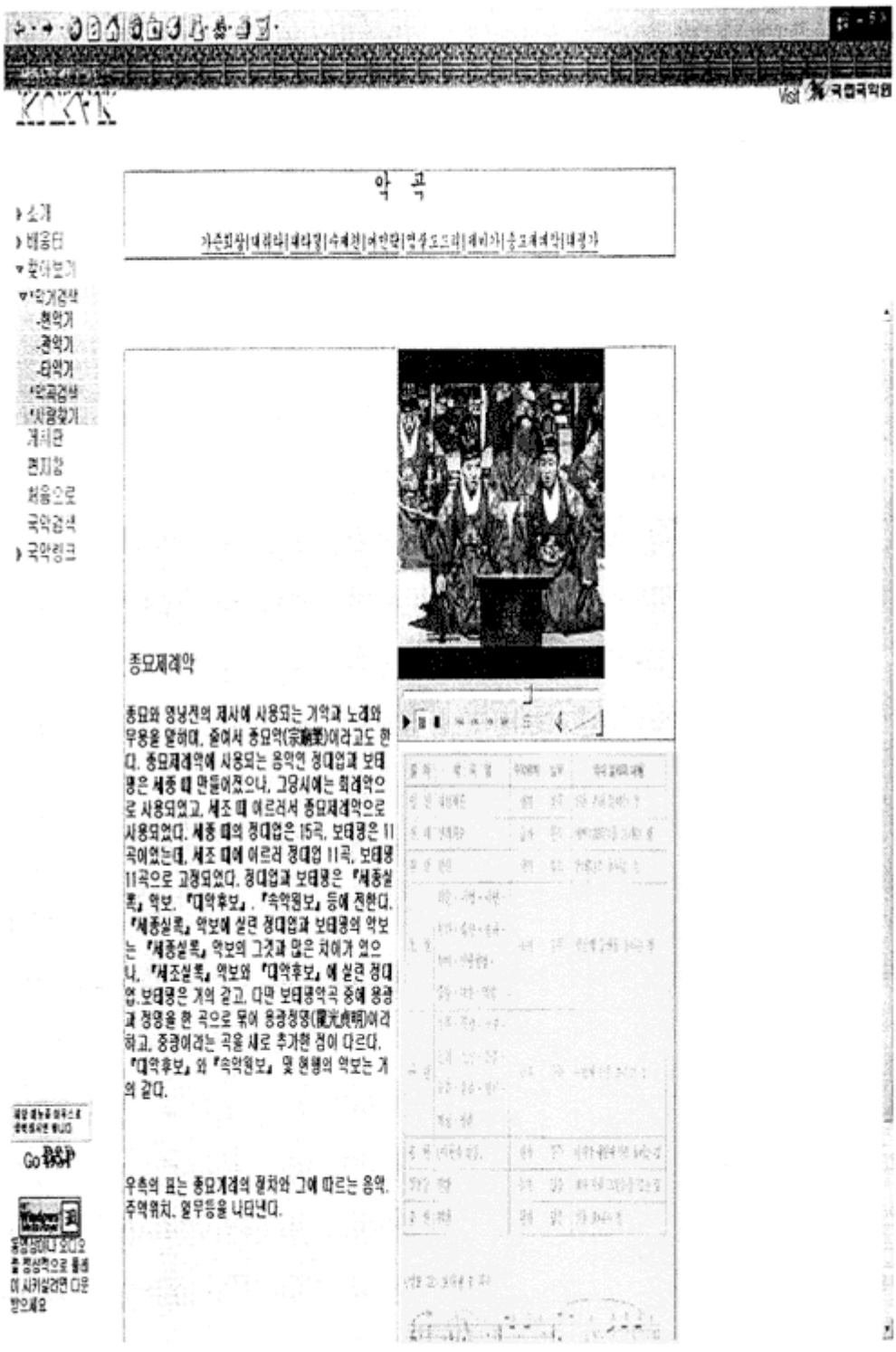


그림 17. 종묘제례악에관한 설명과 연주 모습

그림 18. 국악의 역사중 상고사 설명 접속화면

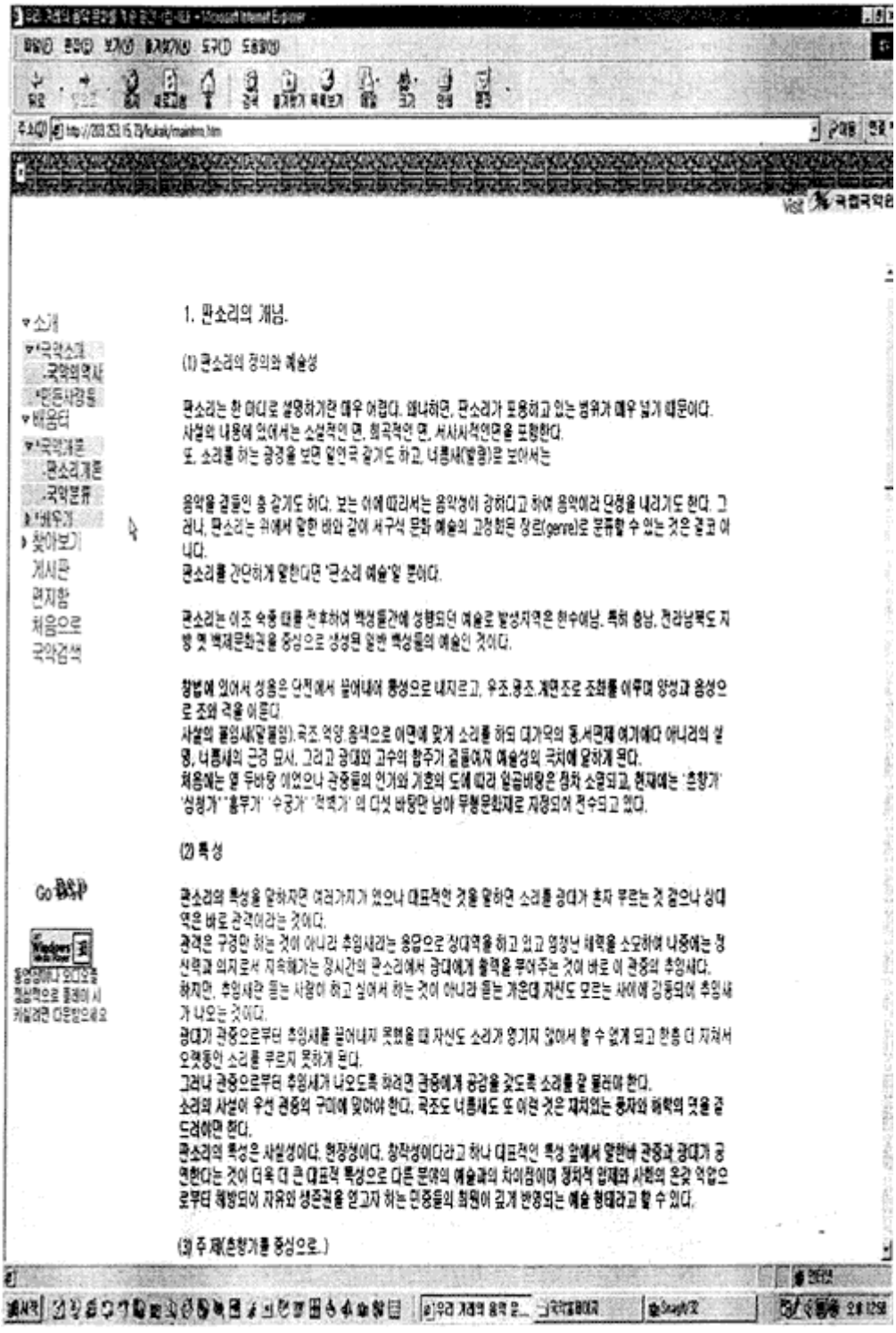
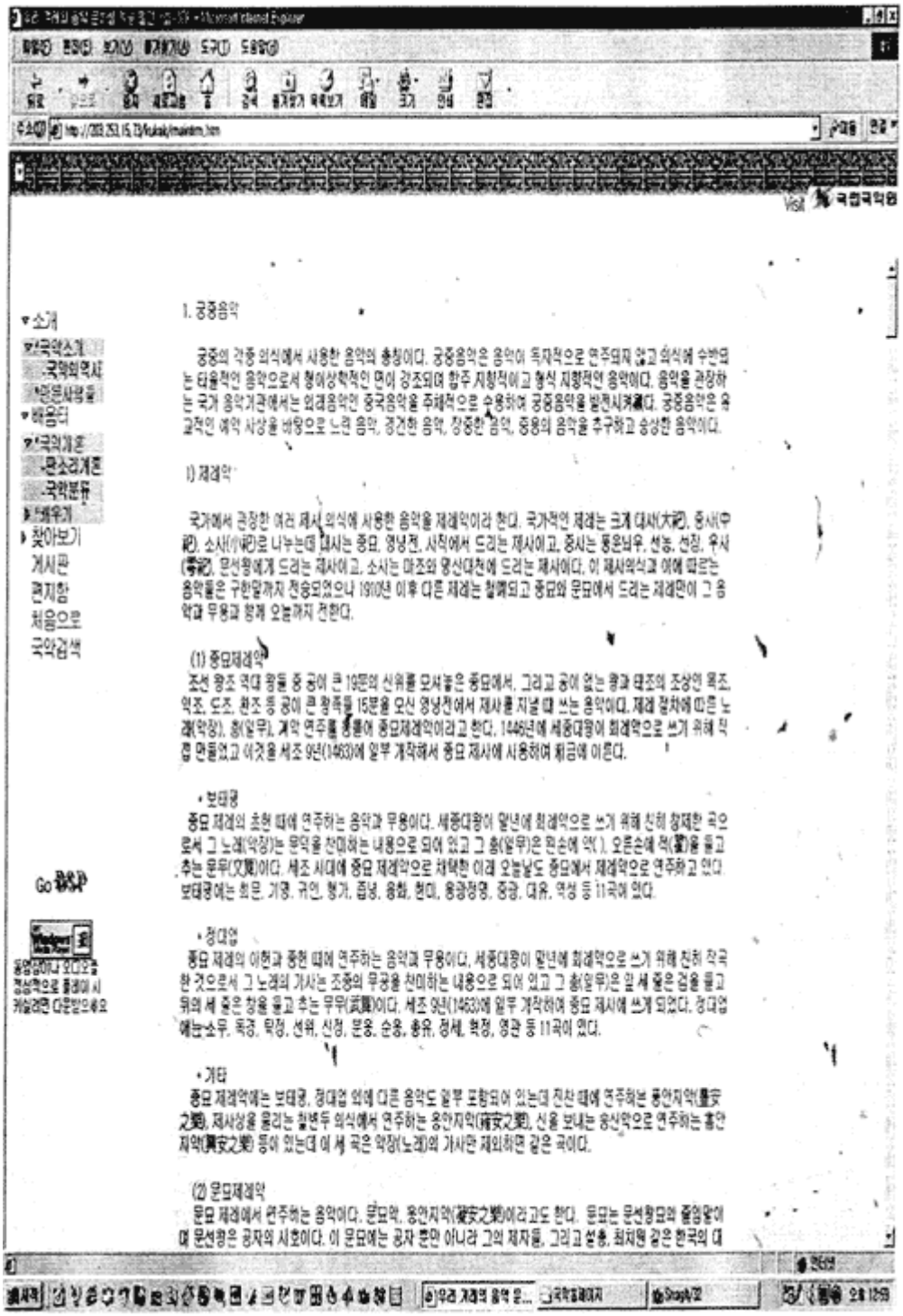


그림 19. 판소리의 개념의 정의, 예술성, 특성을 서술하는 화면



1. 궁중음악

궁중의 각종 의식에서 사용한 음악의 총칭이다. 궁중음악은 음악이 독자적으로 연주되지 않고 의식에 수반되는 타율적인 음악으로서 형이상학적인 면이 강조되며 합주 지향적이고 형식 지향적인 음악이다. 음악을 관장하는 국가 음악기관에서는 외래음악인 중국음악을 주체적으로 수용하여 궁중음악을 발전시켜왔다. 궁중음악은 유교적인 예악 사상을 바탕으로 느린 음악, 경건한 음악, 장중한 음악, 중용의 음악을 추구하고 숭상한 음악이다.

1) 제례악

국가에서 관장한 여러 제사 의식에 사용한 음악을 제례악이라 한다. 국가적인 제례는 크게 대사(大祀), 중사(中祀), 소사(小祀)로 나누는데 대사는 종묘, 영녕전, 사직에서 드리는 제사이고, 중사는 풍운뇌우, 선농, 선잠, 우사(雩祀), 문선왕에게 드리는 제사이고, 소사는 마조와 명산대천에 드리는 제사이다. 이 제사의식과 이에 따르는 음악들은 구한말까지 전승되었으나 1910년 이후 다른 제례는 철폐되고 종묘와 문묘에서 드리는 제례만이 그 음악과 무용과 함께 오늘까지 전한다.

(1) 종묘제례악

조선 왕조 역대 왕들 중 공이 큰 19분의 신위를 모셔놓은 종묘에서, 그리고 공이 없는 왕과 태조의 조상인 목조, 익조, 도조, 환조 등 공이 큰 왕족들 15분을 모신 영녕전에서 제사를 지낼 때 쓰는 음악이다. 제례 절차에 따른 노래(악장), 춤(일무), 계악 연주를 통틀어 종묘제례악이라고 한다. 1446년에 세종대왕이 회례악으로 쓰기 위해 직접 만들었고 이것을 세조 9년(1463)에 일부 개작해서 종묘 제사에 사용하여 최금에 이른다.

• 보태평

종묘 제례의 초헌 때에 연주하는 음악과 무용이다. 세종대왕이 말년에 회례악으로 쓰기 위해 친히 창제한 곡으로서 그 노래(악장)는 문덕을 찬미하는 내용으로 되어 있고 그 춤(일무)은 왼손에 역( ), 오른손에 적(翟)을 들고 추는 문무(文舞)이다. 세조 시대에 종묘 제례악으로 채택한 이래 오늘날도 종묘에서 제례악으로 연주하고 있다. 보태평에는 희문, 기명, 귀인, 형가, 즙녕, 융화, 현미, 용광정명, 중광, 대유, 역성 등 11곡이 있다.

• 정대업

종묘 제례의 이헌과 종헌 때에 연주하는 음악과 무용이다. 세종대왕이 말년에 회례악으로 쓰기 위해 친히 작곡한 것으로서 그 노래의 가사는 조종의 무공을 찬미하는 내용으로 되어 있고 그 춤(일무)은 앞 세 줄은 검을 들고 뒤의 세 줄은 창을 들고 추는 무무(武舞)이다. 세조 9년(1463)에 일부 개작하여 종묘 제사에 쓰게 되었다. 정대업에는 소무, 독경, 탁정, 선위, 신정, 분웅, 순응, 총유, 정세, 혁정, 영관 등 11곡이 있다.

• 기타

종묘 제례악에는 보태평, 정대업 외에 다른 음악도 일부 포함되어 있는데 진찬 때에 연주하는 풍안지악(豊安之樂), 제사상을 물리는 철변두 의식에서 연주하는 옹안지악(雍安之樂), 신을 보내는 송신악으로 연주하는 흥안지악(興安之樂) 등이 있는데 이 세 곡은 악장(노래)의 가사만 제외하면 같은 곡이다.

(2) 문묘제례악

문묘 제례에서 연주하는 음악이다. 문묘악, 옹안지악(凝安之樂)이라고도 한다. 문묘는 문선왕묘의 줄임말이며 문선왕은 공자의 시호이다. 이 문묘에는 공자 뿐만 아니라 그의 제자들, 그리고 설총, 최치원 같은 한국의 대

그림 20. 국악분류중 궁중음악에서의 서술문 화면

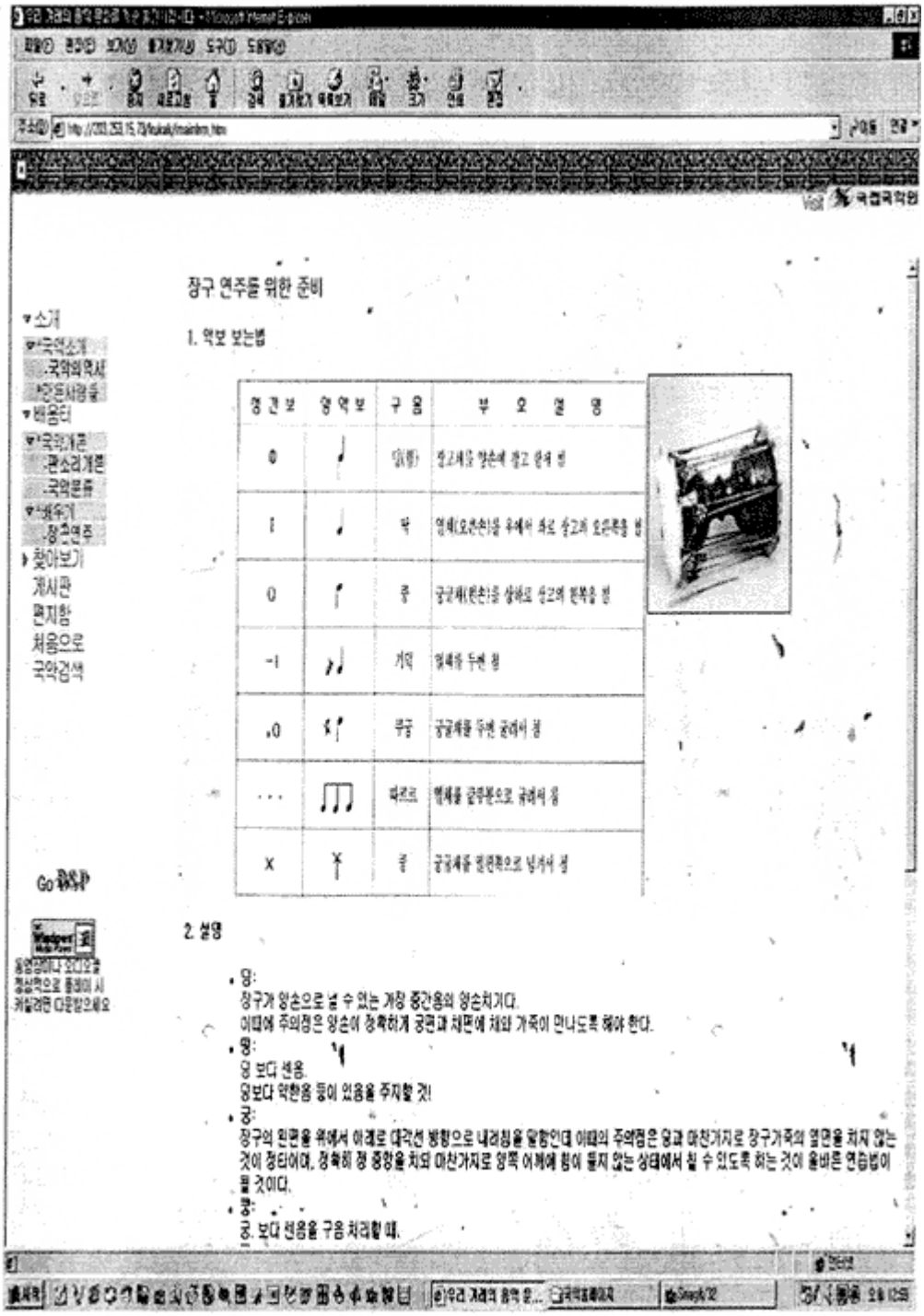


그림 21. 장구연주의 악보, 장단 설명화면

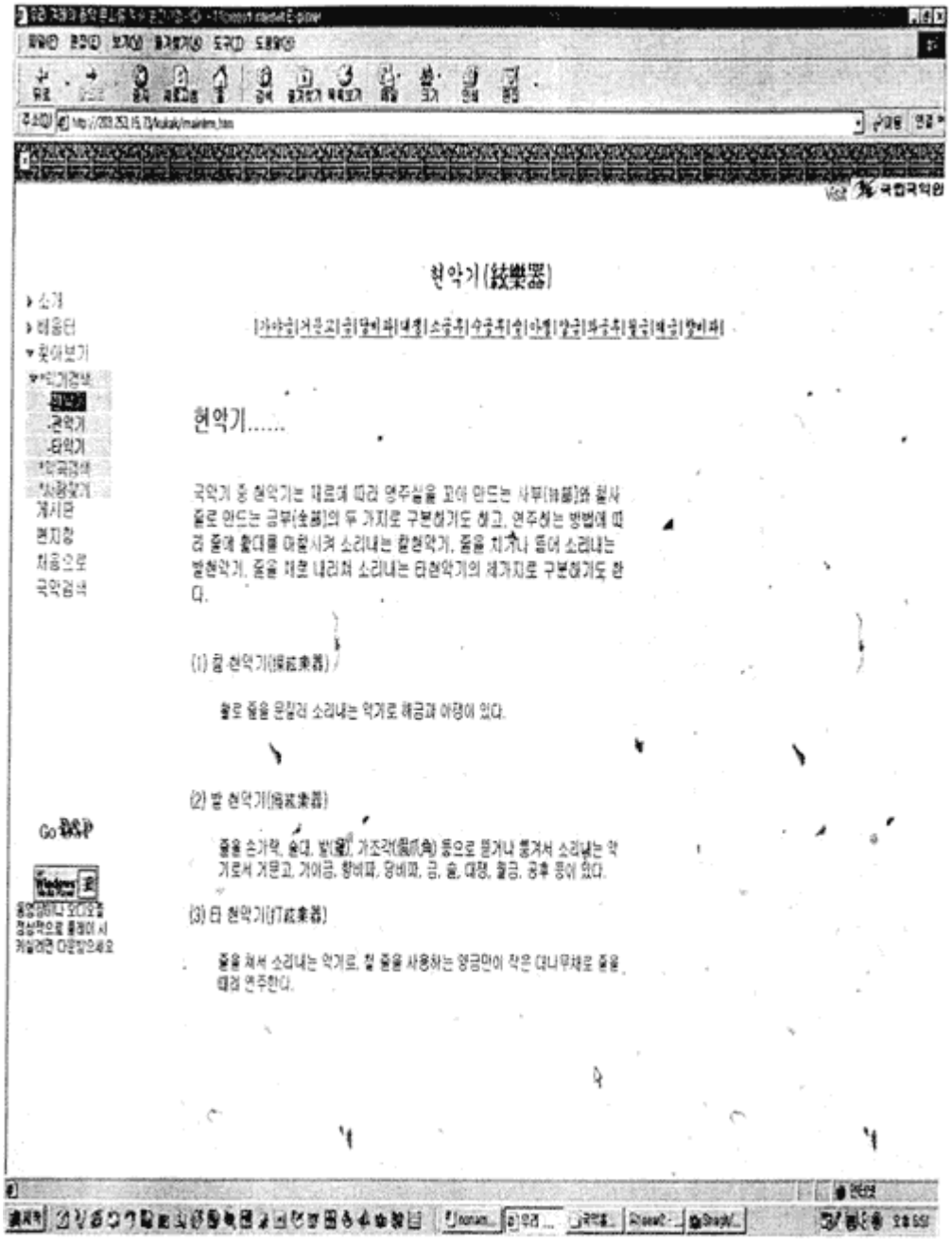


그림 22. 악기 검색사이트중의 현악기에 관한 설명화면

그림 23. 게시판 화면

그림 23는 게시판으로서 홈페이지를 방문하시는 분들의 의견이나 알고 있는 정보를 공유하거나 기타 홈페이지의 소식들을 전해주는 곳으로서 다양한 사람들의 필요를 충족시켜주는 곳이다.

그림 24. kukak-CDB중 다중매체 DB구축 페이지화면

그림 24은 멀티미디어 국악 자료들의 데이터베이스를 구축하고 정보 검색을 위한 페이지로서 현재는 악기, 악곡, 인물 검색으로 원하는 정보를 검색할 수 있으나 검색의 종류는 확장이 가능하며 사용자의 취향에 맞추어 서비스할 수 있는 장점이 있다.

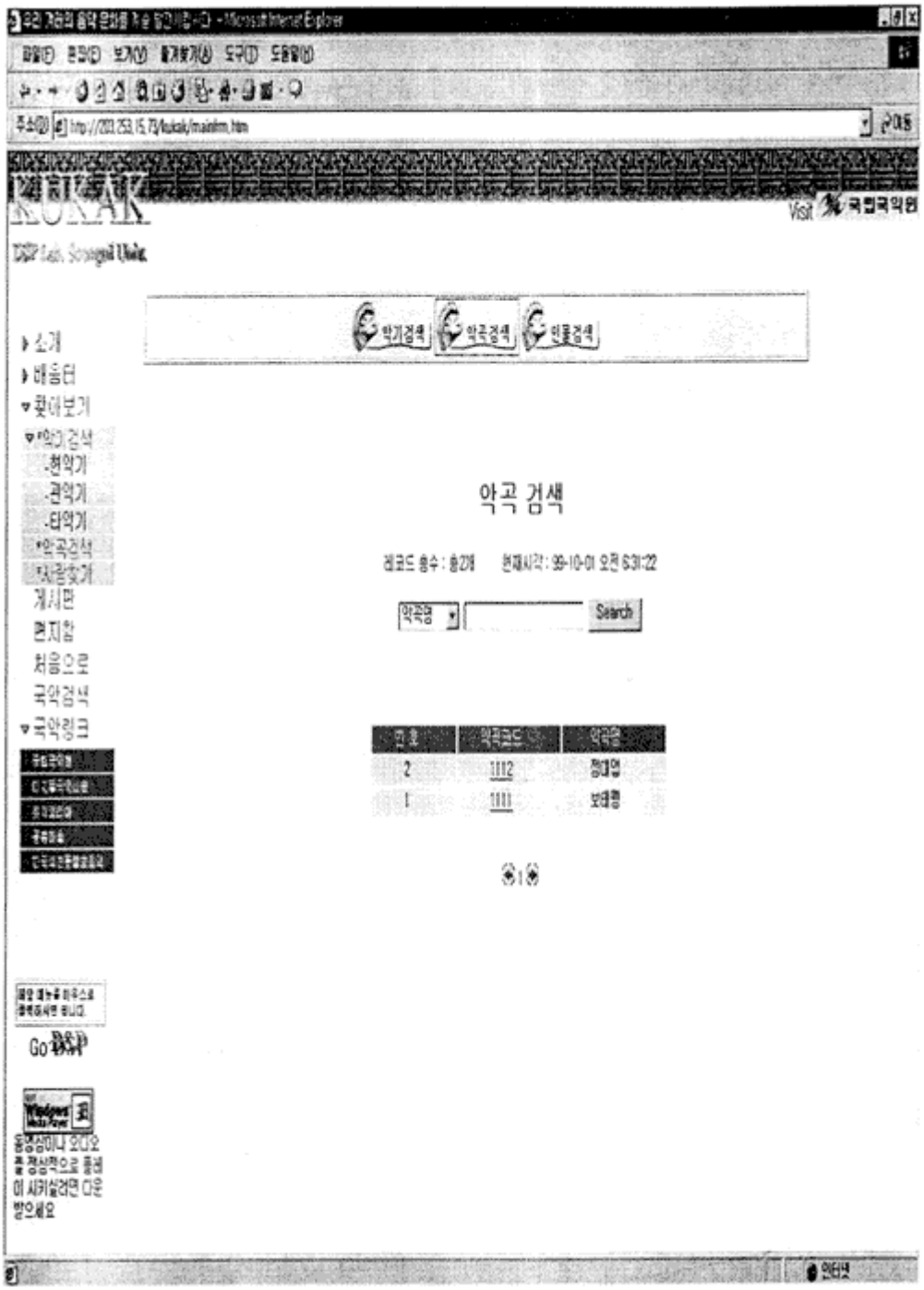


그림 25. 부분 가사로부터 악곡명을 탐색하는 화면

그림 25은 악곡으로 검색한 결과이다. 여기서는 세가지 방식으로 검색할 수 있는데 악곡명, 악곡코드, 가사가 그것이다. 악곡명은 악곡의 제목을 넣으면 그에 해당하는 악곡의 가사와 악보 그리고 동영상으로 된 연주가 나오며, 악곡 코드는 데이터베이스 자료의 코드를 말하는데 관리자에게 필요하다.

그리고 가사검색은 악곡의 제목을 모르는데 극히 일부의 가사만을 알고 있을 때 사용하는 것이다.

다음은 국악 홈페이지의 관리자를 위한 곳이다. 자료등록 및 삭제, 갱신을 할 수 있다.
첫 번째로 악곡등록화면이다.

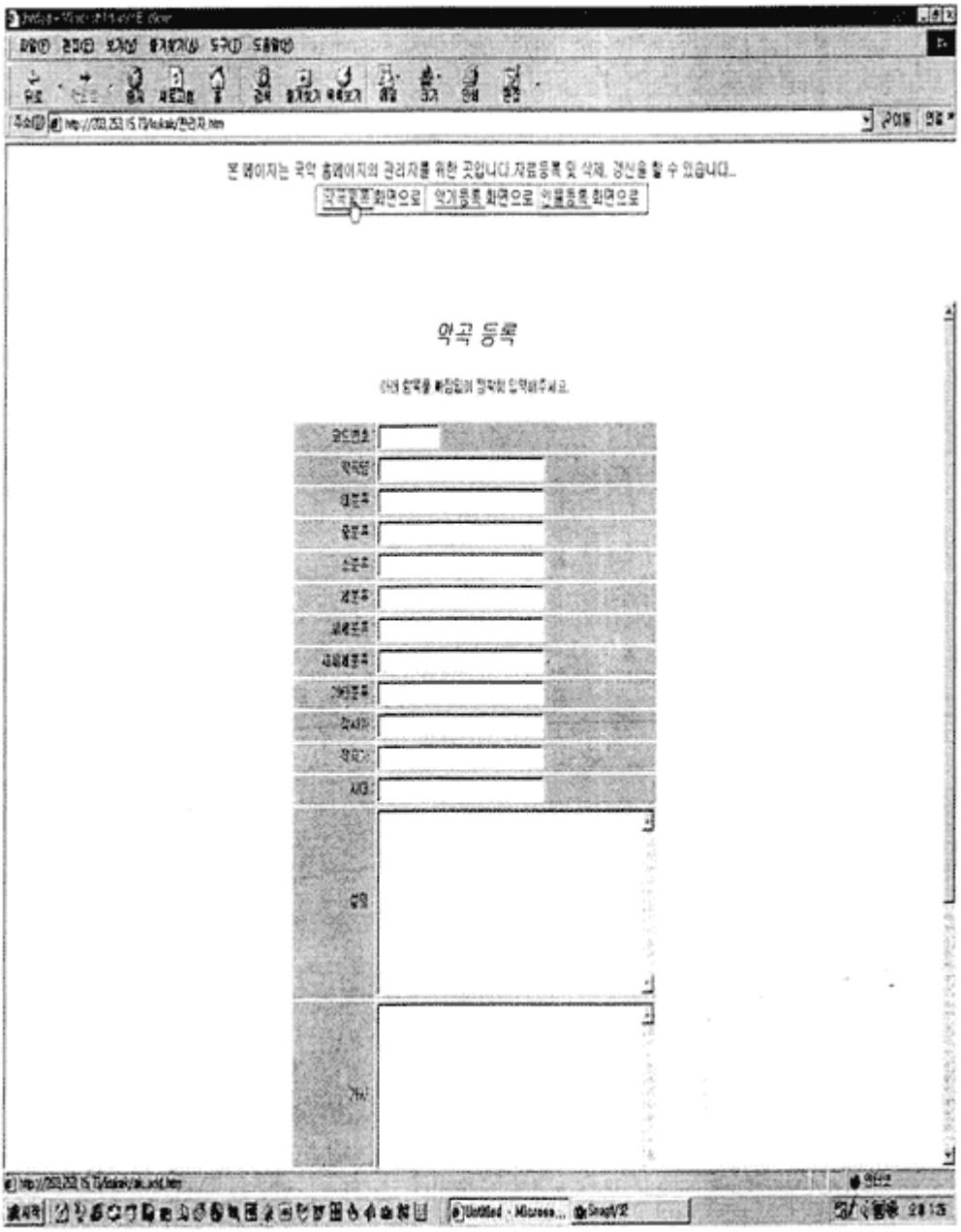


그림 26. 악곡등록 필드화면

두 번째로 악기등록화면이다.

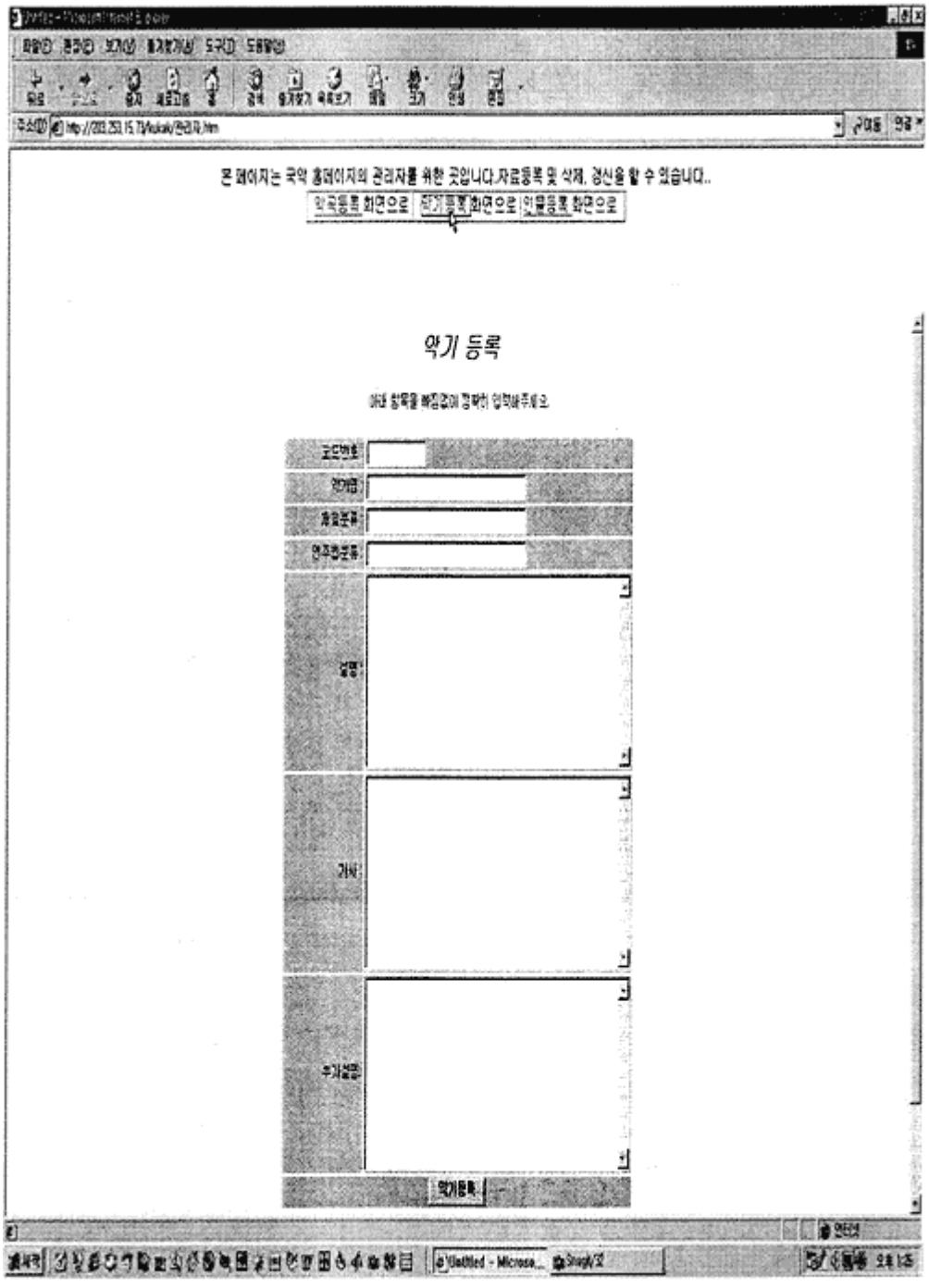


그림 27. 악기등록 필드화면

그림 28는 인물 등록화면이다.

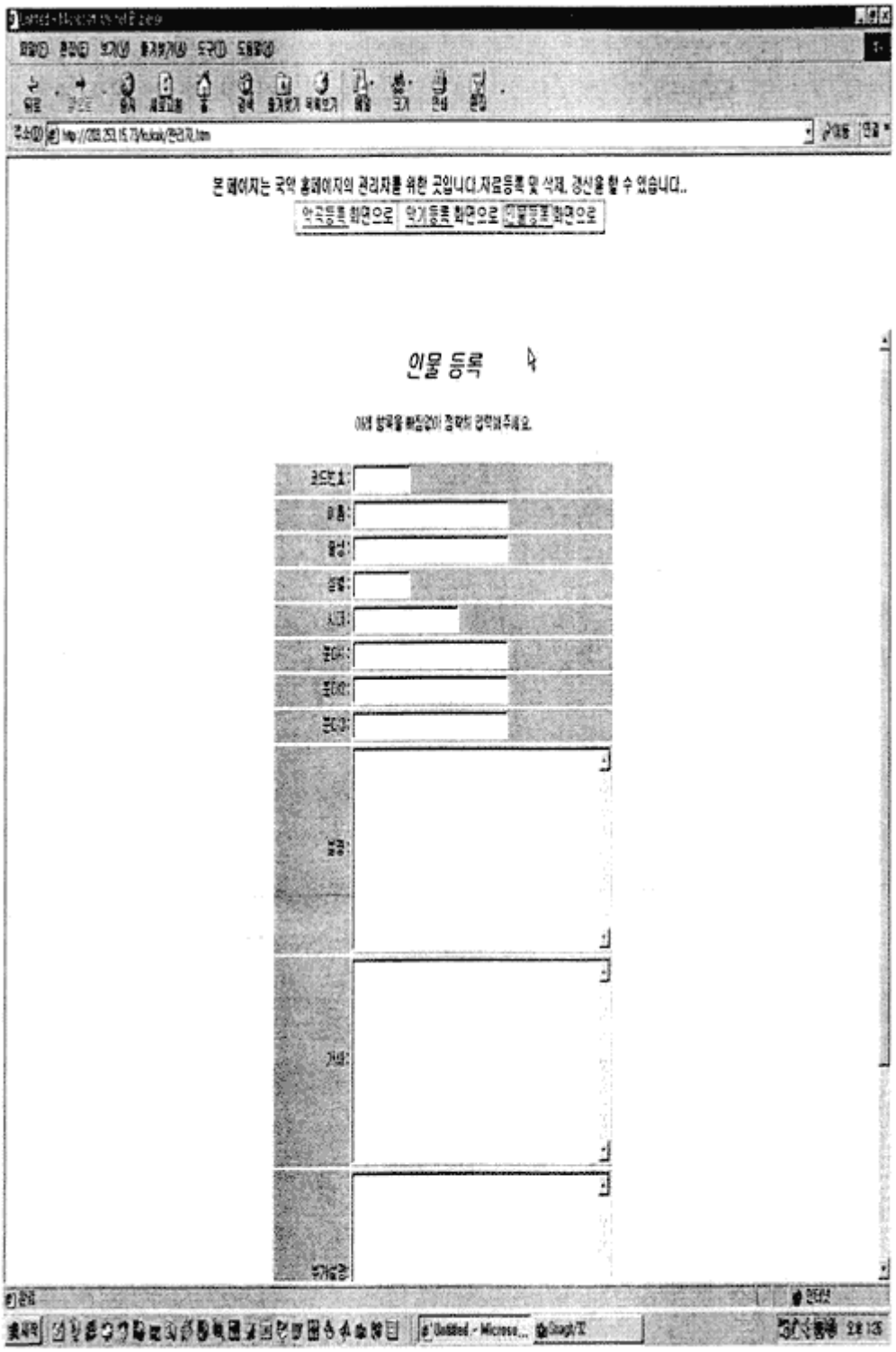


그림 28. 관리자용 인물등록 화면

제 7 장 결 론

멀티미디어 데이터베이스에서 오디오 데이터의 내용에 근거한 정확한 검색을 수행하기 위해서는 적절한 색인들의 유도가 필요하다. 각각의 색인들은 오디오 데이터의 특징을 고려하여 구조적으로 나타낼 필요가 있다.
본 보고서에서는 예제 기반의 질의를 위한 오디오 데이터베이스에서의 오디오 데이터 색인을 위해 소파를 이용한 방법을 제안했다. 또한, 실험적으로 소파 변환이 국악 오디오 데이터베이스에서의 내용 기반 검색에 사용될 수 있음을 보였다.
향후 내용기반 오디오 검색을 위한 연구 방향으로는 더 정확한 검색을 제공하는 유연한 색인들의 다른 소파 필터들에 대한 연구와 국악 오디오 데이터와 같은 변화가 심한 데이터의 조작과 짧은 질의를 위한 연구가 필요하며, 나아가 소파에 수반하는 다른 변환 방법과의 병행에 관한 연구가 필요하다.

본 보고서는 국악 악기 중 특히 신호분석이 난해한 장구 세마치와 굿거리 장단의 신호분석으로 색인이 가능함을 보였다. 앞으로의 연구 과제로는, 국악 악기 분석의 많은 어려움을 극복하기 위해서 국악 악기의 다양한 연주 형태와 재질에 따른 신호분석이 연구되어야 한다. 그리고 악기들간에 유사한 주파수 형태를 갖고 있을 때 음정과 악기를 구분하기 위한 연구도 진행되야 한다. 또한 국악의 표준화가 정립되지 않은 상태에서 악기의 음을 분석하여 범용적으로 사용할 수 없다. 따라서 국악 악기 연주 음의 표준화에도 많은 연구가 이루어져야 한다. 그리하면 국악을 컴퓨터 응용 분야에 활용함으로써 세계 공용 음악으로 발전시킬 수 있으리라 생각된다.
장구 장단, 세마치와 굿거리의 Daubichies 소파 변환 해석을 수행하고, LPC 분석을 수행하여 명백히 각각 구분할 수 있는 방법을 수립하였다.

본 보고서는 국악 악기 중 가야금과 피리의 주파수 특징 분석을 이용하여 선율 분리방법을 수립 하였고 피리와 가야금 악보의 고조파 주파수 Look up table을 이용하였다. 이러한 각각의 악기에 대한 table을 얻어냄으로써 국악 악기의 음을 분석하여 음정과 장단 및 악기를 추정할 수 있다는 것을 보였다. 따라서 국악 악기에 의한 연주곡의 색인화 가능성과 색인에 필요한 특징 분석의 형태를 조명했으며 MIDI와 같은 형태의 표준화 가능성도 보였다.

앞으로의 연구 과제로는, 국악 악기 분석의 많은 어려움을 극복하기 위해서 국악 악기의 다양한 연주 형태와 재질에 따른 신호분석이 연구되어야 한다. 그리고 악기들간에 유사한 주파수 형태를 갖고 있을 때 음정과 악기를 구분하기 위한 연구도 진행되야 한다. 또한 국악의 표준화가 정립되지 않은 상태에서 악기의 음을 분석하여 범용적으로 사용할 수 없다. 따라서 국악 악기 연주 음의 표준화에도 많은 연구가 이루어져야 한다. 그리하면 국악을 컴퓨터 응용 분야에 활용함으로써 세계 공용 음악으로 발전시킬 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

[1] E. Wold et. al., "Content-based Classification, Search and Retrieval of Audio Data," IEEE Multimedia Magazine, 1996.

[2] A. Ghias et. al., "Query by Humming," Proc. ACM Multimedia Conf., 1995.

[3] S. R Subramanya et. al., "Transform-based Indexing of Audio Data for Multimedia Databases", IEEE Int'l Conference on Multimedia Systems,
Ottawa, June 1997.

[4] S. R. Subramanya, "Experiments in Indexing Audio Data" Tech, Report, GWU-IIST, January 1998.,

[5] N. Beckmann et. al., "The R*-tree: An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles", ACM SIGMOD, May 1990, pp322-331.

[6] D. B. L and B. Salzberg, "The hb-tree: A Multiattribute Indexing Method with Good Guaranteed Performance", ACM ODS, 15(4), Dec. 1990. 625-658.

[7] J. T .Robinson, "the k-D-B-tree: A Search Structure for Large Multidimensional Dynamic Indexes", Proc. ACM SIGMOD, 1981, pp10-18.

[8] J. Nievergelt et. al., "The Grid File: An Adaptable Symmetric Multi-key File Structure", ACM Trans. on Database Systems, Vol. 9,
No. 1, 1984.

[9] M. Vetterli et. al., "Wavelet and Subband Coding", Prentice-Hall PTR, New Jersey 1995.

[10] The National Center for Korean Traditional Performing Arts, "Korean Traditional Music Practical Materials for Teacher of Elementary. Middle
School", pp 103-130, 1990.

[11] Jong-seok Lee et. al., "Audio Indexing Using Wavelet Transform for Content-based Retrieval in Kukak Database", ICSP'99.

[12] Asig Ghias, "Query by Humming Musical Information Retrieval in an Audio Database", Multimedia'95.

[13] Aditya Sri-Krishna, "FFT based Fast Architecture for Discrete Wavelet Transform", SPIE Vol. 2491.

[14] Toshio Modegi, Shun-ichi Iisaku, "Proposals of MIDI Coding and its Application for Audio Authoring", IEEE Multimedia Systems, June, 1998.

[15] 「한국음악중광」, 국립국악원, PP.82-89.

[16] 지정규, 오해석, “오디오 데이터베이스의 효율적 검색을 위한 선율질의 처리기”, Vol. III, No.1. PP.38-60, 1998.

[17] 김재용의 “FM 방식을 이용한 가야금 음의 합성에 관한 연구” 한국음향학회, 1997.

[18] 김정예,,「현대인을 위한 가야금교본」, 세광음악출판사, PP 1-29.

[19] 이석호, 안영경, “음악정보처리시스템의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회, 제5호, 1999, 11.

[20] Asig Ghias, "Query by Humming musical information Retrival in An Audio Database", Multimedia'95.

[21] Aditya Sri-Krishna, "FFT based fast architecture for Discrete Wavelet Transform", SPIE Vol. 2491.

[22] Toshio Modegi, Shun-ichi Iisaku, "Proposals of MIDI Coding and its Application for Audio Authoring", IEEE Multimedia systems'98, June, 1998.

[23] 이성천 외, “알기 쉬운 국악개론”, 풍남, 1994.

[24] 한국국악학회, “한국음악연구지”, 민속원, 1993.

[25] 박범훈, “국악기 이해”, 세광유통

[26] 이성재, “국악길라잡이-재미있는”, 서울미디어, 1994.

[27] 장사훈, “국악총론-최신”, 세광유통

[28] 이성천, “국악개론-알기 쉬운(국악을 해결합니다.)”, 풍남, 1994.

[29] 정병욱, “한국의 판소리”, 집문당, 1996.

[30] 오해석, “데이터베이스 총론”, 정익사, 1996.

[31] Bing J. Sheu et. al., "Multimedia Technology for Applications", IEEE press, 1998.

[32] Gavin Smith et. al., "Quick Audio Retrieval using Active Search", IEEE, 1998.

[33] Subramanya, S. R et. al., "Transform-Based Indexing of Audio Data for Multimedia Databases", IEEE Int' l Conference on Multimedia systems,
Ottawa, June 1997.

[34] Christopher Raphael, "Automatic Segmentation of Acoustic Musical Signals Using Hidden Markov Models", IEEE Transactions on Pattern
Analysis and Machine Intelligence, Vol. 21, No. 4, April 1999.

[35] Michael J. Witbrock and Alexander G. Hauptmann, "Speech Recognition for a Digital Video Library", Journal of the American Society for
Information Science, 49(7):619-632, 1998.

[36] Digital imaging-Digital interferometer reconstructs 3-D images 저자명 Noaker PM

[37] Audio sound reproduction based on nonlinear interaction of acoustic waves 저자명 Dong WG, Wu QL

[38] Boost for real-time multimedia 출처 SOURCE IEEE Design & Test of Computer, V. 16, N.3, 9-10, 19990701 PUBLISHER(Country) IEEE(us)

[39] Special issue: Multimedia information systems 저자명 Subrahmanian VS, Tripathi SK

[40] Design and Evaluation of an Hpvm-Based Windows NT Supercomputer 저자명 A. Chien, L. Giannini, M. Lauria, G. Koehig, R. Pennington,
S. Krishnamurthy, M. Showerman, Q. Liu, G. Iannello, S. Pakin, M. Buchanan, G. Sampemane, K. Connelly

[41] DOMAIN USAGE TRACKING FOR WINDOWS NT 저자명 Paul Trout

연구개발결과 보고서 요약문

<table>
<tr><td>① 연구(개발)분야</td><td colspan="6">초고속정보통신응용기술개발사업</td></tr>
<tr><td>② 연구개발과제명</td><td colspan="6">초고속망에서의 국악정보 데이터베이스 구축기법 및 컨텐츠 검색 시스템의 모형개발</td></tr>
<tr><td>③ 주관연구기관</td><td colspan="6">숭실대학교 부설 창업지원 연구센터</td></tr>
<tr><td>④ 연구개발책임자</td><td>소 속</td><td>숭실대학교</td><td>직위(급)</td><td>교 수</td><td>성 명</td><td>이 광 형</td></tr>
<tr><td>⑤ 연구개발사업비</td><td colspan="6">70,000천원</td></tr>
<tr><td>⑥ 연 구 기 간</td><td colspan="6">1998 년 9 월 1 일부터 1999 년 8월 31 일 까지(1년)</td></tr>
<tr><td>⑦ 연 구 인 력</td><td colspan="6">명(내부 : 8 명, 외부 : 명)</td></tr>
<tr><td>⑧ 연구개발주체</td><td colspan="6">정부( ), 학계(○), 산업계( ), 국책연구소( ), 사업자( )</td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑨ 공동(위탁)연구</td><td colspan="2">참여기업명 또는 기관명</td><td colspan="2">대표자(성명)</td><td colspan="2">연 락 처</td></tr>
<tr><td colspan="2">비아이티 정보기술 연구소</td><td colspan="2">김 정 호</td><td colspan="2">02-3424-8780~82</td></tr>
<tr><td colspan="7">⑩ 연구목표 및 내용

초고속 통신망에서의 전통국악 내용 기반 데이터베이스 구축방법의 모형개발,
멀티미디어 데이터를 이용한 국악 정보의 입력방법, 분류방법 수립
사용자와의 대화형 인터페이스 제공.
인터넷 통신망을 사용한 동시 다수의 사용자 지원.
국악정보의 홈페이지 작성, 내용 기반 CDB작성법, 연동법, 서비스 방법제시..</td></tr>
<tr><td colspan="7">⑪연구결과
1) 동영상, 정지영상, 국악자료 분류표 제시.
2) 각종 멀티미디어 국악자료 입력방법 수립.
3) 종래의 DB 색인검색법에 의한 국악정보 웹 데이터베이스 작성.
4) FFT, LPC, 소파변환 이용한 신호분석으로 내용기반 색인화 방법 확립.
5) 부분가사로부터 악곡명 검색방법 개발.
6) 피리, 가야금 신호분리 추정법 수립으로 기초수립.
7) 장구장단의 신호분석법 확립으로 내용기반 색인기초 수립.</td></tr>
<tr><td colspan="7">⑫ 키워드
내용기반, 검색, 색인, 소파 변환, FFT, Wavelet, LPC 신호분석, 장구장단 인식
(MIDI, ASP, 가야금, 피리, 합주음 분리, 악곡명 검색)</td></tr>
</table>