

발성장애아동을 위한 발성훈련시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Speech-Training System for Voice Disorders

정은순* 김봉원** 양옥렬** 이용주****
Eun-Soon Jeong Bong-Wan Kim Ok-Yul Yang Yong-Ju Lee

요약

본 논문에서는 발성장애아의 음성적 특징을 중심으로 컴퓨터 기반 발성훈련시스템을 설계 및 구현하였다. 본 발성훈련시스템은 선행훈련, 발성인지훈련, 발성강화훈련 단계로 구성되어 있으며, 발성장애 아동의 발성의 상황과 레벨을 분석하고 반복학습 및 개별학습이 가능하도록 하였다. 컴퓨터를 기반으로 발성장애아의 음성을 디지털 신호처리하기 위해 음성적 파라미터 즉, 음성의 강도, 음성의 고저, 유·무성음을 추출하였다. 추출된 음성적 파라미터는 이동체의 움직임 벡터값으로 변환하여 이미지, 애니메이션, 게임적 요소와 같이 시각적으로 피드백 할 수 있도록 하였다.

Abstract

In this paper, we design and implement computer based speech training system for voice disorder. The system consists of three level of training : precedent training, training for speech apprehension and training for speech enhancement. To analyze speech of voice disorder, we extracted speech features as loudness, amplitude, pitch using digital signal processing technique. Extracted features are converted to graphic interface for visual feedback of speech by the system.

1. 서론

정보통신 기술은 인간으로 하여금 고도의 합리화를 추구할 수 있게 하며 시간·공간의 장벽이 없는 사이버 공간을 통하여 다양한 서비스를 제공한다. 또한 정보통신기술의 활용으로 폭넓은 지적 능력과 행동범위를 가질 수 있게 되며 자신의 능력을 마음껏 발휘할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 이러한 정보화 사회는 컴퓨터의 역할이 중심이 되고 교육에 있어서도 사회의 특성에 적극적으로 대응할 수 있도록 정보를 습득하는 방법 및 정보를 효율적으로 가공, 처리하는 기능과 다양한 사고 및 창의력을 가르칠 것을 요구한다.

인간이 가지고 있는 능력중의 하나가 말을 할 수 있는 능력이다. 인간이 사용하는 언어는 내용이나 의미가 담겨져 있으며 의사소통의 기본수단으로 인간 상호관계를 연결해 주는 매체의 역할을 한다. 그러나 언어 및 청각 장애자의 경우, 발음에 대한 자기 피드백을 느끼는데 어려움이 있어 청각적 자기 피드백을 얻기 위해 고의적으로 조음기관과 공명기관을 비정상적으로 자극하여 발생하게 됨으로써 조음 및 음성에 문제가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 특수공학분야에서는 컴퓨터를 이용한 훈련(CBT : Computer Assisted Training)이 점차 확산되어 가고 있으나 특수교육에서 CBT의 활용은 그다지 많지 않다. 또한 언어훈련 대부분이 특별히 설계, 제작된 기기로써 성능 자체는 우수하지만 가격이 높아 특수학교에서 집단용 또는 개인용으로 쉽게 활용할 수 있도록 실용화되어 있는 기기는 흔치 않다. 따라서 언어발달의 지체나 언어장애를 나타내는 아동들을 위해 교육현장에서 사용이 간편하

* 정 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과
true@gaebok.wonkwang.ac.kr

** 정 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과
tacanemo@gaebok.wonkwang.ac.kr

*** 정 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과
cache@wonkwang.ac.kr

**** 종신회원 : 원광대학교 컴퓨터공학과 교수
yilee@wonkwang.ac.kr

고 효율적인 도구가 개발될 필요가 있다[1].

본 논문은 발성이 부자연스럽거나 불명확하여 다른 사람과 의사소통 하는데 어려움이 있는 발성장애아동의 발성을 훈련시키기 위한 발성훈련 시스템을 개발하는데 그 목적이 있다. 장애아의 경우 발성에 대한 청각적 피드백을 얻기 어려우므로 자신의 발성에 대한 오차를 인식할 수 있도록 시각적 피드백을 이용함으로써 학습의 효과를 높일 수 있도록 해야 한다. 또한 장애아가 쉽게 이용할 수 있고 학습을 극대화하기 위해서는 특수아동의 수준에 적절해야 하며 아동의 관심과 흥미를 끄는 훈련 도구이어야 한다. 이러한 목적을 충족시키기 위해 컴퓨터를 기반으로 발성장애아의 음성을 디지털 신호 처리하여 발성에 대한 즉시적인 파라미터 추출과 발성의 상태를 시각적으로 표현함으로써 흥미를 높일 수 있도록 하였다. 또한 최적의 음성을 유지하기 위한 지속적인 고 반복훈련이 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 제2장은 관련 연구에 대해 서술하고 제3장에서는 본 시스템의 전체 구성과 발성훈련단계에 대해 기술한다. 제4장에서는 학습자 관리 및 발성분석에 대해 기술한다. 마지막으로 제5장에서는 본 연구에 대한 결론을 내리고 현재의 문제점을 진단함과 동시에 앞으로 개선되어야 할 연구방향을 기술한다.

2. 관련 연구

음성은 소리라고 하는 물리적 에너지를 발생시켜 그 변환에 말의 정보 또는 의미를 싣고 가는 과정이다. 음성은 다양한 구성 요소가 언어의 규칙에 따라 구성된 것이므로 음향적 성질을 하나의 기호로 표현할 경우에는 동일한 소리라도 단독으로 발음될 경우와 단어나 문장으로 발음되는 경우가 다르며 의미나 감정에 의해서도 변화하기 때문에 특수하고 복잡한 구조를 갖는다[2].

장애인을 위한 훈련 시스템들은 투자비용이 많고 장애의 유형에 따라 다양한 시스템들이 요구

되므로 시장성이 매우 낮게 평가되고 있어 국내의 장애인을 위한 치료 프로그램은 극소수에 그치고 있다. 이로 인해 국내에서는 외국의 언어훈련 시스템에 의존하고 설정이다[3]. 언어 및 청각 장애자를 위한 외국의 언어 훈련 시스템들은 KAY사의 Realtime Biofeedback 프로그램인 CSL(Computerized Speech Lab)[4]과 Visi-Pitch III[5], Aero-phone II[6], 미국 IBM의 Speech Viewer-III[7], Micro Video사의 Video Voice Speech Training System[8] 등이 있다. 이러한 시스템들은 대부분 고가의 장비이며, 특정 하드웨어 시스템으로 구성되어 있어 전문가만이 다룰 수 있으므로 보편적으로 사용하는데 어려움이 있다. 또한 언어 훈련 시스템은 언어의 습득과 관련하므로 외국의 언어 시스템을 사용하는데 제약을 안고 있다.

따라서 본 논문에서는 국내의 발성·발어 훈련기기 개발의 극소수로 인해 장애아들이 훈련기기를 통한 교육의 훈련 기회가 부족함에 따라 발성장애아 중심의 컴퓨터 기반 발성훈련 시스템을 개발하여 보편적으로 사용할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

2.1 발성장애

음성적 특징으로 볼 때 발성장애는 다음과 같이 구분할 수 있다[9,10].

- 음도장애

성대의 주파수 특성이 너무 높거나 너무 낮은 경우로 원인은 성대 무게의 증가 등이 있다.

- 강도장애

음성이 너무 크거나 너무 작은 경우로 청력손실이나 성대의 결절 등으로 발생할 수 있다.

- 음질장애

후두원음이상이나 공명의 장애로 숨소리가 인음성, 목쉰소리 또는 콧소리가 또는 콧소리가 너

무 많이 섞인 과비성, 콧소리가 전혀 나지 않거나 아주 적게 나는 무비성 등이 있다.

2.2 컴퓨터 기반 발성훈련시스템

컴퓨터는 학습자를 가르칠 수 있는 제1차적 교육적 도구로써 다른 첨단 기술과 종합해서 CAI의 효과를 더욱 증진시킬 수 있으며, 특히 시각, 청각 자료 등의 응용은 장애아동의 교육 효과를 높이는 주요 자료이다[11]. 실제로 인간이 듣기만으로는 전달 내용의 20%를 기억하고, 듣고 보는 것을 통해서 40%, 듣고 보고 실행한 것은 75%이상 기억한다고 알려져 있다.

컴퓨터를 기반으로 하는 발성훈련시스템은 음성 생성의 문제점 평가와 언어 및 발성훈련에 대한 상태나 레벨 분석 및 평가, 피드백 디스플레이 방법을 기반으로 하며, 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다[12,13].

- 컴퓨터 기반 발성훈련시스템은 장애아의 음성 생성 문제에 대한 정확한 평가방법과 효율적이고 능률적인 훈련 프로그램이어야 한다. 또한 발성훈련의 상태나 레벨의 평가 결과를 충당할 수 있는 커리큘럼의 계획이 가능해야 한다.
- 장애아가 이해하기 쉬운 음성 샘플 및 모델을 제공하여 훈련 전·후의 발성을 저장, 재생할 수 있어야 하며 장애아에게 정확하게 피드백 할 수 있도록 해야 한다.
- 음성 생성의 특징은 음성의 전자물리학적 신호, 조음 움직임, 음향적 웨이브 폼에 의해서 추출할 수 있으며 이것은 컴퓨터 기반 발성훈련시스템의 기본적 피드백으로 이용한다.
- 발성에 대한 피드백 디스플레이는 스펙트로그램, 피치 대 시간, 진폭 대 시간과 같은 정보를 다룬다. 피드백 폼은 컴퓨터 스크린

에 시각적 표현으로 다양한 그래픽을 이용하여 실시간 게임, 애니메이션, 그래픽 차트 등으로 표현한다.

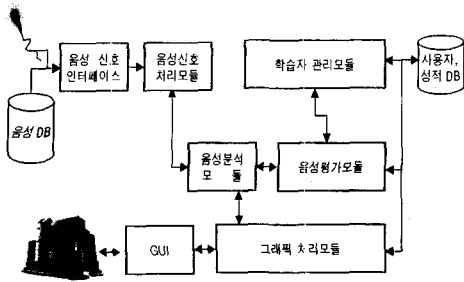
- 올바른 음성생성의 판단과 음성특징을 알려주기 위한 평가표준은 언어 치료사 등의 표준화된 샘플을 이용하는 것과 장애아의 음성을 샘플이나 모델로 사용하는 방법이 있다. 이러한 평가방법은 발성자의 성별, 나이, 성도의 특징에 대한 타당성 있는 모델을 제시하여 평가하는 방법과 발성자의 과거의 훈련과 비교하여 평가하는 방법이 있다.
- 발성에 대한 평가는 발성훈련의 전·후의 피드백 정보처리 레벨과 음성으로부터 추출한 정보의 타입과 양에 관해 분석함으로써 발성훈련에 대한 진행 상황을 한눈에 볼 수 있어야 한다.

3. 발성훈련시스템 설계 및 구현

발성장애아의 발성에 대한 음성 신호처리와 분석 및 평가를 위해 Delphi 4.0을 사용하였으며, 게임적 요소와 그래픽, 애니메이션, 사운드 등 멀티미디어 요소의 사용으로 인해 처리속도가 떨어지는 문제점을 보완하기 위해 DirectX 6.0을 이용하였다[14].

3.1 시스템의 구성

발성장애아의 음성을 DC성분의 제거, Pre-Amphasis, 주파수 분석 등을 위한 음성신호처리모듈과 발성에 대한 고저, 강도, 유·무성음 등에 대한 음성적 특성을 추출하는 음성 분석 모듈, 그리고 발성훈련에 대한 분석 및 평가를 위한 음성 평가 모듈, 발성훈련을 시각적으로 피드백함으로써 훈련효과를 높이기 위한 그래픽 처리 모듈, 훈련자의 히스토리 및 훈련결과에 대한 데이터 관리를 위한 학습자 관리 모듈로 구성되어 있다.



(그림 1) 전체 시스템 구성도

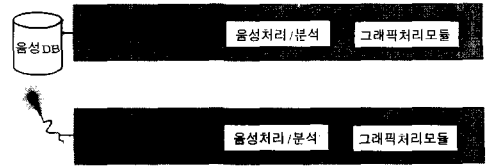
3.2 발성훈련단계

컴퓨터를 이용한 훈련 프로그램 중 일반적으로 적용되는 교수-학습 방식은 반복 학습형이다. 반복학습은 학생들이 이미 습득한 지식을 유지하고, 강화시키는데 그 목적을 두고 있다. 개별학습을 위해 모듈별로 훈련시스템을 설계하였으며, 선행훈련의 평가 결과에 의해서 발성의 상황과 레벨을 판단하고 판단된 결과를 이용하여 학습자의 발성상황에 적합한 훈련모듈을 선택하도록 하였다.

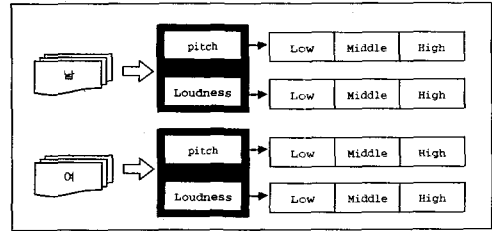
발성훈련단계는 선행훈련, 발성인지단계, 발성강화단계로 구성된다. 선행훈련은 발성장애 아동의 발성의 상황과 레벨을 분석하기 위한 단계이다. 발성인지단계는 선행훈련을 기반으로 발성장애가 나타나는 부분의 반복학습 및 개별학습을 하기 위한 단계이다. 발성강화단계는 자연스런 발성을 유도하기 위한 훈련단계이다.

3.2.1 선행훈련

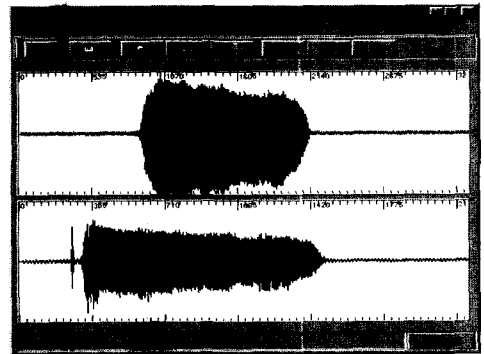
언어치료사에게는 훈련의 목표를 설정하고, 발성장애아에게는 학습의 목표를 확정짓는 단계이다. 발성장애아의 음성 파라미터중 음의 높이와 크기에 대한 결손부분을 찾아내어 발성장애아로 하여금 학습 성취목표를 제시하는 훈련단계이다. 훈련방법은 웨이브폼이나 스펙트로그램을 통해 음의 높이와 크기를 훈련하며, 소스 음성의 제시는 그림 3과 같이 성별, 연령을 고려하여 음의 높이와 크기 각각에 대해 Low, Medium, High로 구분하여 제시한다.



(그림 2) 선행훈련 과정



(그림 3) 선행훈련 음성제시 방법

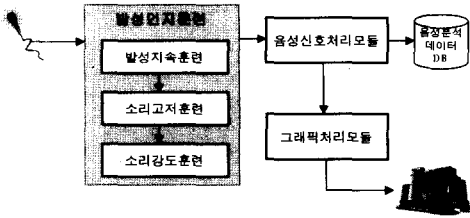


(그림 4) 웨이브폼을 이용한 선행훈련 화면

그림 4는 발성 /아/에 대한 웨이브폼을 이용한 선행훈련 실행 화면이며, 제시된 음성을 반복적으로 훈련함으로써 발성장애아의 발성 중에 결손이 있는 음의 높이와 크기를 분석할 수 있다.

3.2.2 발성인지훈련

장애아동의 경우 발성에 대한 인지력이 부족한 경우가 많으므로 발성에 대한 청각적 자기 피드백을 시각적 피드백으로 구현함으로써 발성장애아 자신의 발성에 대한 인지를 높이기 위한 훈련단계이다. 발성인지훈련은 그림 5와 같이 발성지속훈련, 소리고저훈련, 소리강도훈련으로 구성된다.



(그림 5) 발성인지훈련 구성도

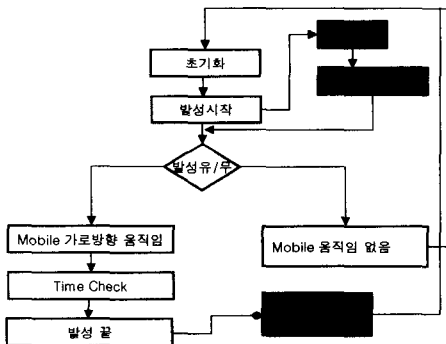
● 발성지속훈련

발성의 유·무에 따라 발성이 지속되는 시간을 측정하는 훈련단계이다. 발성장애아의 음성신호로부터 발성의 유·무를 검출은 음성신호에서 시작점 및 끝점을 추출하여 알아낼 수 있다. 발성의 시작점과 끝점 검출을 위한 알고리즘은 단구간 에너지와 영교차율을 이용하였으며 에너지와 영교차율은 다음과 같이 정의된다. 여기서 N은 window size이다[15].

$$E = \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad \text{식(1)}$$

$$Z = \sum_{i=1}^N |sign[x_i] - sign[x_{i-1}]| \quad \text{식(2)}$$

발성지속훈련의 흐름도는 그림 6과 같다.



(그림 6) 발성지속훈련 흐름도

● 소리고저훈련

발성장애 중 발성이 너무 높거나 너무 낮은 음도

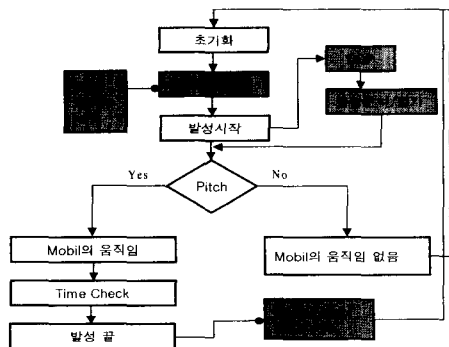
장애를 위한 훈련 단계이다. 선행훈련을 기반으로 발성장애아의 장애를 수반하는 음도 대역을 설정하여 반복적으로 훈련이 가능하게 설계하였다. 또한 음도 대역을 낮은 음도에서 높은 음도까지 단계적으로 설정하여 여러 음도 대역을 훈련할 수 있다.

발성의 높낮이를 찾기 위해 시간영역 피치 검출방법 중 하나인 AMDF(Average Magnitude Difference Function)를 이용하여 피치를 추출하였으며 AMDF는 다음과 같다.

$$AMDF(d) = \sum_n |x(n) - x(n+d)| \quad \text{식(3)}$$

이 방법은 두 신호의 차를 구하는 것으로 주기적인 신호에 있어서 주기 d만큼 떨어져 있는 신호의 차가 0이 되는 즉, $x(n) - x(n+d) = 0$ 인 성질을 이용한 것이다. 피치주기는 AMDF(d)가 최소치를 갖는 점의 d값이다. AMDF 방법은 더하기 연산을 주로 함으로 계산이 간단하고 연산시간이 짧다는 장점이 있다[15].

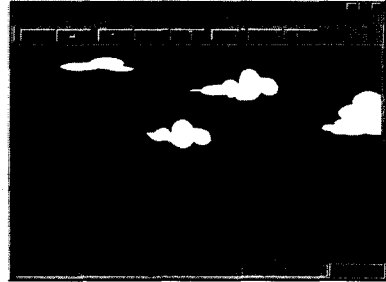
마이크로부터 입력된 음성은 샘플비트는 16bit, 샘플율 16000로 A/D변환한다. 이 음성신호에 윈도우 함수를 곱하여 샘플을 추출한다. 이 과정을 거친 음성신호는 AMDF법에 의해 피치를 구한다. 이 수치는 그림 7과 같이 셋업된 음도 대역과 비교하여 피치값이 일정 범위 안에 있을 때 이동체가 움직이며 음도 대역을 벗어나면 이동체가 정지하도록 구현하였다.



(그림 7) 소리고저훈련 흐름도

● 소리강도훈련

발성장애 중 발성이 너무 크거나 너무 작은 경우 또는 강도에 변화가 없는 강도장애를 위한 훈련단계이다. 선행훈련을 기반으로 발성장애아의 장애를 수반하는 소리강도범위, 즉 소리지르는 음성, 정상음성, 속삭이는 소리의 훈련을 통해 장애아가 환경과 상황에 알맞은 음성강도를 발성할 수 있도록 훈련하는 단계이다.



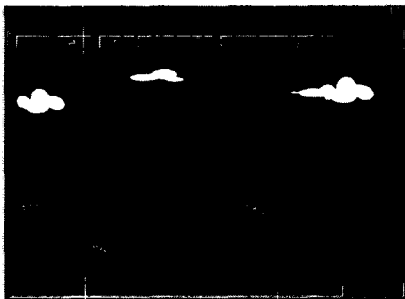
(그림 9) 소리고저훈련 실행화면

(표 1) 소리강도에 따른 애니메이션 생성

```

If 소리강도훈련 then begin
  case 에너지 of
    소리없음 : AnimCount:=0;
    Low : AnimCount:=trunc(Image.PatternCount/4);
    Medium:
      AnimCount:=trunc(Image.PatternCount/2);
    High : AnimCount:=Image.PatternCount;
  end;
  AnimLooped:=true;
  AnimSpeed:=15/1000;
  AnimStart:=0;
end;
    
```

음의 세기는 성대의 진동에 의한 것으로 에너지에 의해 큰소리와 작은 소리 등으로 구별할 수 있다. 그러므로 음성신호에서 시간에 따른 에너지를 구함으로써 음의 세기를 알아낼 수 있다. 추출된 음의 세기는 표 1과 같이 음의 세기에 따라 이동체의 크기를 다르게 보여줌으로써 발성장애아동이 소리의 강도를 자각할 수 있도록 하였다.



(그림 8) 발성지속훈련 실행화면



(그림 10) 소리강도훈련 실행화면

3.2.3 발성강화훈련

발성인지훈련단계를 보완 및 강화하기 위한 단계로 발성의 유동성과 언어의 멈춤, 불규칙과 같은 음의 리듬을 훈련시켜 자연스런 발성을 유도하는데 목적이 있다. 훈련단계는 소리고저강화훈련, 소리강도강화훈련, 유·무성음훈련으로 구성되어 있으며 발성장애아의 흥미를 유발하기 위해 2차원 애니메이션을 이용한 게임적 요소를 활용하였다.

● 소리고저강화훈련

발성장애아가 최적의 음도를 기반으로 여러 음역대를 자연스럽게 발성할 수 있도록 훈련시키는 단계로 발성장애아가 발성의 높고 낮음을 보다 명확하게 자각시키기 위한 단계이다. 음의 높이를 산출하기 위한 피치의 산출은 위의 소리고저훈련에서 사용한 방법과 동일한 방법으로 구하며 소리고저에 대한 제어는 장애물을 이용하여 훈련한다.

● 소리강도강화훈련

음의 세기를 자연스럽게 발성훈련 할 수 있도록 하여 상황에 적합한 소리의 크기를 유도하는 훈련단계이다. 음의 세기는 발성지속훈련에서 이용한 에너지 함수를 이용하여 산출한다.

(표 2) 장애물 생성

```
while (Low(CollisionAdventTable)
    <=FColliAdventPos) and FColliAdventPos
    <=High(CollisionAdventTable)) do
begin
    with CollisionAdventTable[FColliAdventPos] do
    begin
        Enemy := C.Create(DxSpriteEngine1.Engine);
        Enemy.x := x;
        Enemy.y := y;
    end;
    Inc(FColliAdventPos);
end;
```

표 2, 3은 자연스런 발성훈련을 위해 장애물을 생성하고 장애물에 충돌시 발성장애아의 자각을 위해 이미지를 생성하여 준다.

(표 3) 충돌 발생시 2차원 이미지 생성

```
Procedure TPlayerSprite.DoCollision(Sprite:
    TSprite; var Done:Boolean);
begin
    if Sprite is TEnemy then begin
        Collisoned:=False;

        //이미지 바꾸기
        Image:=
            MainTrainForm.DxImageList1.Items.Find('충
                돌이미지');

        Width:=Image.width;
        Height:=Image.Height;

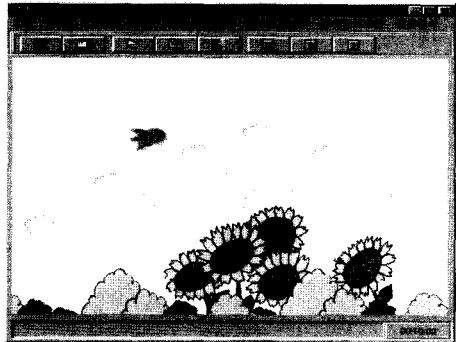
        AnimCount:=Image.PatternCount;
        AnimLooped:=True;
        AnimSpeed:=15/1000;
        Animpos:=0;
    end;
end;
```

● 유·무성음 훈련

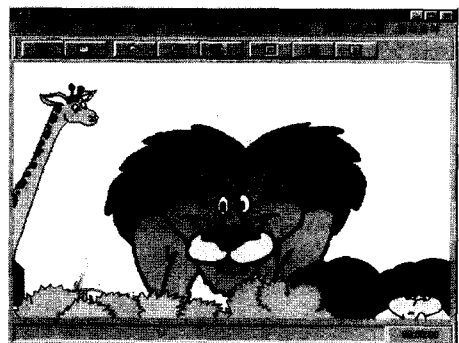
발성에 있어서 유·무성음의 자각이 되지 않으면 발음·발어의 요령을 터득하기 어렵다. 그러므로 발성장애아에게 자신의 발성에 대해 성대의 진동 유·무를 자각시킴으로써 발성요령을 터득 시키는데 효과를 높이고자 한다.



(그림 11) 소리고저강화훈련 실행화면



(그림 12) 소리강도강화훈련 실행화면



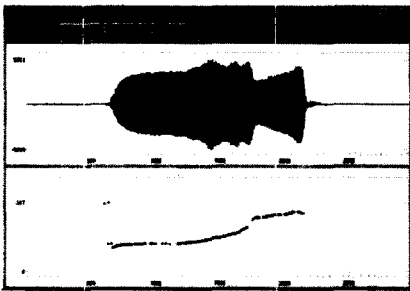
(그림 13) 유·무성음 훈련 실행화면

음성신호에서 유·무성음에 대한 파라미터 검출은 여러 가지 제안되어 있는데 그 중 유성음의 경우 성대의 울림에 의하여 피치값이 나타나고 무성음의 경우 성대의 진동이 발생하지 않으므로 피치값이 나타나지 않게 된다. 따라서 본 논문에서는 소리고저훈련에서 이용한 피치 함수를 이용하여 피치의 유·무에 의해서 유·무성음을 구분한다.

4. 학습자 관리 및 발성분석

발성장애아의 훈련과정의 히스토리를 관리하기 위한 학습자 관리모듈과 발성훈련에 대한 분석 및 평가를 위한 단계이다.

음성훈련과 음성평가는 독립적인 관계가 아니므로 효과적인 음성치료를 위해서는 반복적인 훈련과 평가를 필요로 한다. 그림 14, 15는 발성 /아에 대한 음의 높이와 크기에 대한 분석화면이다.



(그림 14) 발성 /아에 대한 음의 높이 분석



(그림 15) 발성 /아에 대한 음의 크기 분석

5. 결론 및 향후 연구방향

정보통신의 발달과 함께 정보사회가 도래함으로써 컴퓨터는 정상인 뿐만 아니라 장애인들에게 많은 영향을 주고 있다. 컴퓨터는 의사교환 도구, 동기유발 도구, 학습 도구, 치료 도구 등 장애자를 위한 교육시스템으로 등장하고 있다.

이러한 컴퓨터를 이용한 학습 및 훈련은 보다 정확하고 신속한 훈련 및 분석이 가능하게 하며 언제 어디서나 손쉽게 이용할 수 있는 도구로 특수교육에서 활용하고 있다.

본 논문에서는 발성장애아를 위한 발성훈련시스템의 필요성을 인지하고, 이를 위한 컴퓨터 기반 발성훈련시스템을 설계하고 구현하였다. 기본적으로 음성의 파라미터 중 소리고저, 소리강도, 유·무성을 기반으로 하여 시스템을 설계하였으며, 발성장애아의 발성 상태나 레벨에 따라 개별 훈련 및 반복훈련 할 수 있도록 모듈별로 설계하였다. 또한 장애아 자신의 발성을 자각시키기 위해 이미지, 2차원 애니메이션 등을 이용하여 시각적 피드백 할 수 있도록 하였다.

본 시스템은 발성장애아가 자신의 발성에 대한 자각과 인지가 가능하며 훈련에 대한 흥미를 유발함으로써 지속적이고 반복적인 훈련이 가능할 것으로 기대된다. 또한 발성장애아 뿐만 아니라 교사, 가수 등과 같은 음성을 많이 사용하는 정상인을 위한 훈련시스템으로도 활용될 수 있다.

향후 연구과제는 첫째, 발성장애아의 훈련에 대한 흥미 및 동기유발을 위해 보다 많은 유형의 시각적 화면 및 게임적 요소를 추가하고자 한다. 둘째, 장애자의 음성은 정상인과 달라 성대의 진동이 불규칙하다. 피치주기의 불규칙성을 측정하기 위한 Jitter와 진폭변화의 불규칙성을 측정하기 위한 Shimmer와 같은 파라미터를 추가하여 기능을 강화한다. 셋째, 본 시스템에 대한 실제 특수교육현장에서 훈련 효과에 대한 검증 및 평가가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 원광대학교 1999년도 교비연구의 결과임.

참고문헌

- [1] 여경연, 시·청각 피드백 제공 프로그램이 청각장애아의 발성·발어에 미치는 효과, 대구대학교 재활과학대학원 석사학위논문, 1997.
- [2] Kenneth N.Stevens, 'Theoretical Aspects of Speech Production', The Volta Review, 1992.
- [3] 한국전산원 연구보고서, 장애인의 정보통신 서비스 이용 활성화 방안, 1997.
- [4] <http://www.kayelemetrics.com/cslalpha.htm>
- [5] <http://www.kayelemetrics.com/vpiii.htm>
- [6] <http://www.kayelemetrics.com/aerophon.htm>
- [7] <http://www-3.ibm.com/able/snsspv3.html>
- [8] <http://www.videovoice.com/>
- [9] 정옥란, 음성과 음성치료, 원미사, 1996.
- [10] 한국언어병리학회편, 언어장애의 이해와 치료, 군자출판사, 1994.
- [11] 한성희, 특수교육과 컴퓨터기술, 제9회 한국 특수교육학회 심포지엄, 1994.
- [12] Charles S. Watson and Diane Kewley-Port, 'Advances in computer-based speech training : Aids for the profoundly hearing impaired', The Volta Review, 1989.
- [13] Lynne Bernstein, 'Computer-Based Speech Training for Profoundly Hearing Impaired Children: Some Design Consideration', The Volta Review, 1989.
- [14] Jhon Ayres, Delphi Graphics and Game 'Programming Exposed with DirectX, WORDWARE, 2000.
- [15] LawrenceR. Robiner, Ronaldw. Schafer, Digital Processing of Speech Signals, Prenticehall, 1978.

◎ 저자 소개 ◎



정 은 순

1993년 원광대학교 컴퓨터공학과 (학사)
2000년 원광대학교 교육대학원 전자계산교육전공 (석사)
관심분야 : 원격교육, 멀티미디어 CAI, WBI, HCI, 멀티미디어 데이터베이스
E-mail : true@gaebiyok.wonkwang.ac.kr



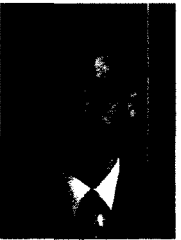
김 봉 완

1995년 원광대학교 컴퓨터공학과 (학사)
1997년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 (석사)
1999년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 (수료)
관심분야 : 음성인식, HCI
E-mail : tacanemo@gaebiyok.wonkwang.ac.kr



양 옥 렬

1995년 원광대학교 컴퓨터공학과 (학사)
1997년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 (석사)
1999년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 (수료)
1998년~2000년 BNS Media Tech 대표
관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, HCI, 멀티미디어 CAI, WBI, 멀티미디어 저작도구 원격교육, XML, JAVA
E-mail : cache@wonkwang.ac.kr



이 용 주

1976년 고려대학교 전자공학과 (학사)
1980년~1994년 한국전자통신연구소 자동통역연구실 실장(책임연구원)
1987년 고려대학교 대학원 전자공학과 (석사)
1992년 고려대학교 대학원 전자공학과 (박사)
1994년~현재 원광대학교 공과대학 컴퓨터 및 정보통신공학부 교수
관심분야 : HCI, 음성합성, 음성인식, 음성DB, 복지공학, 멀티미디어시스템
E-mail : yjlee@wonkwang.ac.kr