

선박 환경에서 Gabor 여파기를 적용한 입술 읽기 성능향상

정희원 신도성*, 이성로**, 권장우***

Improvement of Lipreading Performance Using Gabor Filter for Ship Environment

Do-sung Shin*, Seong Ro Lee**, Jang Woo Kwon*** *Regular Members*

요 약

이 논문에서는 해양 선박 안의 잡음 환경에서 현저하게 떨어지는 음성 인식률을 높이기 위해 기존 음성인식 시스템에 화자의 입술의 움직임 변화를 입력정보로 이용하려는 입술 읽기에 대해서 연구하였다. 제안한 방법은 획득한 입력 영상에 Gabor 여파기를 이용하여 전처리과정의 성능을 향상 시켜 인식률을 높였다. 실험은 기본 시스템의 조명의 변화가 발생하는 선박 안의 환경에서 시간에 따라 입술 영상을 획득하여 수행하였으며, 인식 성능 비교를 위해서 획득한 입력 영상을 이산여현과변환을 수행한 뒤 얻은 입술 관심영역에 대해 Gabor 여파기를 이용하여 얻어진 영상에 입술 접기를 수행하여 인식하는 방법과 입술 접기를 수행한 영상에 대해 인식을 수행하는 방법으로 실험하였다.

제안한 방법을 적용한 선박환경에서 실험 결과는 관심영역 영상에 Gabor 필터링을 이용하였을 때 기본 시스템에 견주어 매개변수가 거의 줄어들지 않았으며 그 인식률은 44%이었다. 한편, 입술 접기를 수행한 영상을 Gabor 여파하여 조명의 영향에 의한 성분을 제거한 바, 인식률이 11%쯤 높아진 55.8%를 나타내었다.

Key Words : Lip-reading, Gabor filter, speech recognition, visual-audio, multimodal, ship

ABSTRACT

In this paper, we work for Lipreading using visual information for ship environment. Lipreading is studied for using image information including lips of a speaker at the existing speech recognition system. This technique is a compensation method to increase recognition rate decreasing remarkably in noisy circumstances. Proposed way improved the rate of recognition improving methode of preprocessing using the Gabor Filter for Ship Environment. The experiment were carried out under changing of light with time in the ship environment with lip image. For Comparing with recognition, make a compare with between method of lip region of interest (ROI) before Gabor filtering and after Gabor filtering. In the case of using method of lip ROI before Gabor filtering, the result of the experiments applying to the proposed ways recognition resulting in 44% of recognition.

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093828)

** 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-C1090-1021-0007)

* 목포대학교 정보산업연구소(saintds@mokpo.ac.kr), ** 목포대학교 정보전자공학과(srlee@mokpo.ac.kr)

*** 경원대학교 컴퓨터공학과(jwkwon@kyungwon.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-02-069, 접수일자 : 2010년 2월 9일, 최종논문접수일자 : 2010년 6월 18일

Also in the case of performing lip image folding after Gabor filtering, it showed 55.8% of recognition rate by eliminating factors influenced by illumination.

In this paper, we applied to use Gabor filtering on the system, because the proposed ways brought in better recognition rate than the basic system, resulting in the improvement of the system, to show over 11% performance improvement in the light of quality experiments.

I. 서 론

우리나라는 지리 형태학상 삼면이 바다로 이루어져 있어 수요에 따라 해양 인프라 여건이 우수하고 수려한 해양 관광 자원과 해양 레저를 즐기려는 인원의 증가에 따라 차후 선박에 대한 요구가 늘어날 것으로 예상되고 있다. 이에 따라 선박에 대한 전문적인 지식이 없는 사람도 손쉽게 선박의 운항을 할 수 있는 인간 친화적인 선박 시스템의 개발의 필요성이 요구된다.

실제 항해자는 선박 운항과 안전에 관한 매우 많은 양의 정보를 제공받아 이를 바탕으로 항해에 관한 판단을 하고 결정을 내려야 한다. 이 과정에서 눈과 손은 항해자에게 안전 운항을 하기 위한 중요한 요소이다. 음성인식 시스템을 적용한 해양 선박 환경에 대한 연구는 선박 운항자의 눈과 손을 자유롭게 함으로써 정확한 상황 판단을 할 수 있는 환경을 제공하여 운항의 안정성과 편리성을 확보할 수 있다. 그러나 선박이 운용되는 환경은 해양이라는 특수한 환경에서 다양한 해양 잡음에 노출되어 있어 인식의 정확도가 떨어질 수 있으며 일반적으로 단말이 설치된 곳은 선박 항해 업무를 처리하기 위한 인원들이 발생하는 운항 관련 단어의 발생을 통해 오동작을 할 수 요건이 발생한다. 이와 같은 상황은 선박 운항에 많은 장애요소를 발생시킬 수 있으며 선박의 안전에 위협을 초래하는 상황이 발생하는 원인을 제공할 수 있다. 따라서 이 논문에서는 잡음 요소가 많이 발생하는 해상 선박 환경에서 영상으로 음성인식을 서비스를 제공할 수 있는 잡음에 강한 입술 읽기에 대해서 연구하였다.

음성인식 분야는 주로 실험실이나 실내 환경에서 잡음에 강한 음성인식을 위한 입술 읽기 기술의 적용에 대한 연구와 노력은 다각도로 진행되어 왔으나 해양이라는 특수한 환경에 노출되어 있는 환경에서 음성인식의 적용을 위한 입술 읽기 연구는 거의 수행되고 있지 않은 상황이다.

선박 환경에서 영상정보를 이용한 음성인식을 위한 입술 읽기에 관한 연구를 요약하면 다음과 같다.

입술 읽기는 음성과 영상을 이용하여 잡음이 심한 환경에서 음성인식률이 떨어지는 것을 보상하기 위한 방법인 바, 입술 영상 정보를 이용하는 멀티모달 인간-

컴퓨터 지능형 상호작용 기술을 가리킨다¹⁾.

입술 읽기에서 중요한 점은 입술 영상에서 어떻게 가장 좋은 특징점을 추출하는가이다. 기존의 연구로는 가장 잘 알려진 이미지를 기반으로 특징점을 추출하는 이산여현파변환 (discrete cosine transform: DCT)²⁾, 주성분 해석 (principal component analysis: PCA)³⁾, Gabor wavelet transform⁴⁾ 과 같은 것들이 있다.

입술 읽기 연구에서 인식률에 영향을 미치는 요소는 첫째 다양한 조명환경에 따른 명암의 변화에 따른 부분 반사와 음영으로 인한 획득 이미지의 왜곡과 둘째 사용자의 얼굴 움직임에 따라 입술 모양이 일정한 형태를 유지하지 않음 등이 있다⁵⁾.

이 논문에서는 선박모니터링시스템에 입술 읽기 기술을 접목시키기 위한 기초 연구로 기존에 구현된 기본 입술 읽기 시스템을 기반으로 하여 인식 성능 향상을 위해 영상 전처리 과정에서 Gabor 여파기를 사용하여 인식률을 향상시키는 방법에 대해서 연구하였다.

II. Gabor 여파기를 이용한 입술영상 전처리

입술 읽기 시스템에서 가장 고려해야 할 부분은 어떤 입술 정보를 이용할 것인가와 각 입력에서 얻은 정보를 어떻게 결합하느냐에 있다. 입술 정보를 이용하는 입술 읽기의 수행 방법은 특징 매개변수를 추출하는 방법에 따라 이미지 기반, 영상 모션 기반, 모형 기반 등으로 구분할 수 있다.

이 논문에서는 이미지 기반 방법을 사용하여 매개변수를 추출하였다. 이렇게 추출된 입술 정보는 음성 정보와 결합하게 되고, 이때 인간의 인지기조를 모방하는데 기초를 두고 얼마나 효율적으로 결합하느냐에 따라서 인식률에 영향을 미치게 되므로 시스템 성능에 중요한 요소라고 할 수 있다⁶⁾.

2.1 Gabor 여파기 특성

Gabor 여파기의 가장 큰 특징은 지역적인 특징 요소의 변화를 여러 방위에 걸쳐서 얻어 낼 수 있다. 이와 같은 특성을 이용하면 기본 함수 한 개에서 다중 방향의 여파기를 구성할 수 있어 저역 공간 주파수 여파기로는 전역적인 분석이 가능하고 고역 공간 주파

수 여파기로는 지역적인 분석이 가능하므로 Gabor 여파기를 사용하게 되면 보편적인 2차원 영상 인식에 유용하다.

이 연구에서 사용한 2차원 Gabor 여파기의 응답은 다음 식 (1)과 같다^[4].

$$s(x,y) = \exp(j(2\pi(u_0x + v_0y) + P)) \quad (1)$$

여기서 (x, y) 는 여파기의 중심점을 기준으로 x 축과 y 축의 거리를 이용한 영상에서 위치를 나타내고 (u_0, v_0) 는 변조 주파수로서 공간 주파수와 정현파를 나타내며 P 는 위상으로 정의된다. 이 정현파의 실수부와 허수부는 아래 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} Re(s(x,y)) &= \cos(2\pi(u_0x + v_0y) + P) \\ Im(s(x,y)) &= \sin(2\pi(u_0x + v_0y) + P) \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 매개변수 u_0 와 v_0 는 데카르트 좌표에서 정현파의 공간 주파수는 다음과 같이 정의된다. 이 공간 주파수는 식 (3)에 표현된 것과 같이 극좌표에서 크기 F_0 와 방향 w_0 으로 표현할 수 있게 된다.

$$\begin{aligned} F_0 &= \sqrt{u_0^2 + v_0^2} \\ w_0 &= \tan^{-1}\left(\frac{v_0}{u_0}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

그림 1은 식 $P = 0$ 값을 가질 때 Gabor 여파기의 정규 응답 특성을 보여주고 있다.

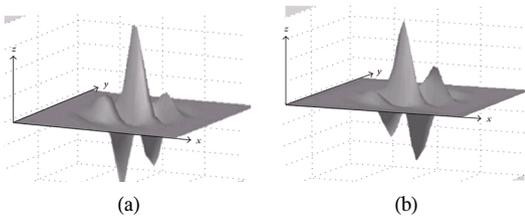


그림 1. Gabor 여파기의 정규 특성 (a) 실수부 (b) 허수부^[4]

2.2 Gabor filter를 이용한 영상 전처리

입술 영상을 기반으로 음성을 인식하는 때 성능을 떨어뜨리는 가장 큰 요인으로 조명의 영향과 인식자의 움직임 등을 꼽을 수가 있다. 선박 안의 e-navigation에 입술 읽기를 적용할 때 외부에서 투영되는 빛의 조사방향과 명암에 따라 전혀 다른 형태의 입술 이미지가 생성되어 신뢰성 높은 동작을 기대할 수 없

게 된다.

입술 읽기 과정 가운데 전처리 과정은 영상 인식의 정확도에 많은 영향을 미치게 되므로 이와 관련한 연구가 다양하게 진행되어 왔다.

Gabor 여파기를 이용하면 기본 함수 한 개에서 다중 해상 다중방향의 여파기를 구성할 수 있어 저역 공간 주파수 여파기로는 전역적인 분석이 가능하고 고역 공간 주파수 여파기는 지역적인 분석이 가능하여 여러 방향으로 적용하면 원하는 방향으로 입술 윤곽을 강조할 수 있다. 또한 입술 영상의 변화와 조명 변화에 때문에 발생하는 민감한 반응도 어느 정도 감소시킬 수 있다.

이 논문에서는 이와 같은 Gabor 특징을 이용하여 기준 입술 읽기 시스템의 전처리 과정에 정현파적 특성과 정규 특성을 모두 갖추어 영상의 밝기 변화를 추출해 내는데 좋은 특성을 갖는 2D-Gabor 여파기를 사용하였다. 다음 그림 2은 입술 영상에 대한 Gabor 여파기의 응답 영상을 나타내고 있다.

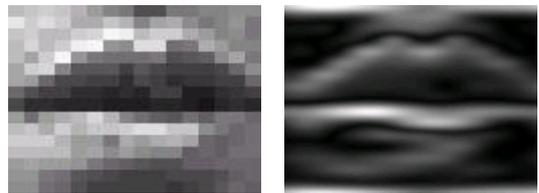


그림 2. 2-DCT 수행 뒤 Gabor 여파된 영상

III. 기본 Lip-reading 시스템 구성

실험을 위한 기본 입술 읽기 시스템은 참고 문헌 [7]에서 사용된 시스템을 바탕으로 하여 인식을 비교를 수행하였다. 이 논문에서 기준이 되는 입술 읽기 시스템에 대해서 간단히 기술하면 다음과 같다. 그림 3에 이 논문의 실험을 위해 구현한 기본 입술 읽기 시스템의 알고리즘 블록도를 도식하였다.

제안한 입술 읽기 시스템에서는 인식 알고리즘으로 은닉 마르코프 모형을 사용하였으며 이를 위해서는 입력 영상을 특징정보를 갖는 은닉 마르코프 모형의 인식 매개변수로 변환시켜야 할 필요가 있다. 입력된 입술 영상을 그레이 영상 형태로 변환한다. 그 뒤 2진 영상 변환을 수행하여 입술 안쪽 영역을 찾는 과정을 거친다. 입술 안쪽 영역을 찾게 되면, 입술 관심영역을 구성하고 매개변수 수와 처리속도 향상을 위해 입술 영상을 절반으로 접어 다음 처리과정에 소요되는 데이터 처리량을 줄인다. 영상 프레임 간의 필터링을

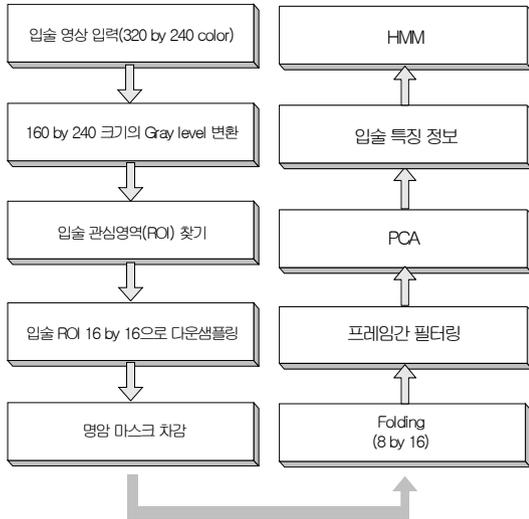


그림 3. 기본 입술 읽기 알고리즘 블록도

통해 조명에 의한 영상 찌그러짐으로 발생하는 왜곡을 제거한다. 이후 입력 정보를 은닉 마르코프 모형 인식 알고리즘에 적용하기 위한 특징 매개변수로 변환시키기 위한 처리단계로 영상 선형 변환을 과정을 수행한다.

기본 입술 읽기 시스템에서 응용한 여파기는 시간적으로 처리되는 프레임 사이사이에서 필터링을 수행하여 매개변수를 처리하는 방법을 이용하였다. 이 여파기는 잡음 환경에서 강인하게 잡음을 제거할 수 있는 특징을 가지고 있다.

V. 실험 결과

4.1 실험 방법

입술 읽기 성능 평가를 위하여 기본 입술 읽기 알고리즘을 이용하여 얻은 결과와 Gabor 여파기를 사용하여 전처리를 한 결과를 비교하였다.

실험 방법은 해양 선박 환경에서 획득한 데이터를 입력 영상의 프레임이 시간축에 따라 각각의 이미지로 전개되는 특성을 그대로 이용하기 위해서 시간축에서 수행하는 필터링 과정은 그대로 유지하기로 하였다. 참고 문헌 [7]에서 밝힌 바와 같이 시간영역에서 필터링과정은 두 가지 방법 가운데 인식률이 더 좋게 나타나는 선 필터링 후 PCA 수행 방식의 결과를 기준으로 결정하여 기본 시스템의 장점을 그대로 활용하고 더 높은 인식률을 올릴 수 있는 방안으로 전처리 단계에서 Gabor 여파기를 이용해 조명에 대한 영향을 줄인 이후에 획득한 영상에 대해서 시간영역

표 1. 해양 선박 환경에서 구축한 데이터베이스 정보

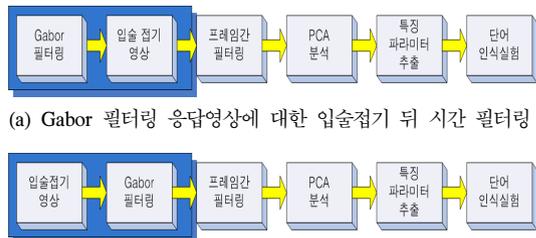
정보	발성자 수	5명 (20대 남성)
영상 데이터	음성 데이터	20 개 독립 단어
	단어 반복 회수	1인당 10회
음성 데이터	날씨	맑은 날, 비오는 날
	시간	9시, 12시, 18시
	이미지 해상도	320 × 240 color

필터링을 수행하는 방법을 통해 실험을 한 인식 결과를 비교하였다. 그리고 성능 실험에 사용하는 입술 영상은 동적인 변화가 없는 상태로 움직임이 없는 고정된 자세에서 발성한 영상을 사용하였다. 그림 4에 각각의 실험 방법에 대해서 도식하였다.

그림 4에서 a)방법은 입력된 입술 영상에 대해 Gabor 여파한 다음에 입술접기 영상을 획득하는 방법으로 실험을 수행하였다. 이 방법은 Gabor 여파기에서 입술 그레이 영상에 대한 윤곽선을 찾아서 입술 대칭 접기 과정을 거치기 때문에 프레임간 필터링과 PCA를 수행하게 되면 많은 정보 데이터들이 소실되어 인식률이 크게 떨어졌다.

그림 4에서 b)방법은 2D-DCT를 사용하여 얻은 관심영역 영상을 입술의 좌우 대칭점을 이용하여 접어진 입술 이미지를 획득하여 선형변환을 수행한다. 관심영역 단계에서 최종으로 얻은 접어진 관심영역 영상에 대해 입술 접기를 수행한 뒤 관심영역 단계에서 최종으로 접어진 입술 관심영역 영상에 대해 Gabor 여파기를 이용하여 전처리를 수행하였다. 여기서 얻은 영상을 대상으로 시간영역필터링을 과정을 거친 뒤 PCA를 적용하여 입술 모양이 갖는 통계적인 특징 정보를 최대한 많이 갖는 주성분으로 집약하였다.

PCA를 수행하게 되면 입술 영상의 입술 특징정보가 대부분 포함되는 소수 m 차원 매개변수로 축약된다. 그리고 여기서 추출된 주성분들이 최종적 은닉 마르코프 모형 인식 알고리즘에 사용될 입술 특징 매개변수들로 확정된다.



(a) Gabor 필터링 응답영상에 대한 입술접기 뒤 시간 필터링

(b) 접은 입술 영상에 대한 Gabor 필터링 뒤 시간 필터링

그림 4. 실험 방법 비교

4.2 실험 결과

실험은 해양 선박 환경에서 총 22 단어에 대하여 입술 관심영역을 찾는 매개변수를 가지고 은닉 마르코프 모형 알고리즘을 통하여 단어를 학습화하고 이를 인식하는 실험을 하였으며, 남성 화자 5 명이 각각의 상태 곧 시간대별 빛의 방향별로 받은 것을 테스트하였다.

이 실험에서는 두 실험 방법 가운데 더 좋은 성능을 보였던 실험 방법 (b)를 사용하여 선박환경에서 인식 실험을 하였다. 곧 입술 관심영역을 선택한 뒤 Gabor 필터링을 통하여 일차적으로 조명 왜곡을 줄이고 프레임간의 시간영역 필터링을 통해서 잡음을 제거한 뒤 PCA를 거쳐 중요한 매개변수만 추출하여 미리 학습화된 데이터와 비교하였다.

그림 5는 입술 관심영역을 받을 접어 Gabor 필터링을 수행한 뒤 프레임간 필터링을 수행하고 95% PCA를 이용한 시간대 별 인식률을 보이고 있다. 이 그림에서 보는 바와 같이 오전처럼 명암이 두드러지지 않는 시간대가 태양에 빛에 의해 진한 그림자가 입술 주변에 생겨 입력 영상을 왜곡하는 정오나 암연이 드리우는 저녁 시간대에 비해서 좋은 인식률을 보였다.

그림 5에서 보는 바와 같이 해양 환경은 실내 환경과는 달리 입술 영역을 찾는 과정에서 많은 변수의 영향을 받는다. 특히 너무 강한 빛은 입술의 정보를 손실시켜 단어를 인식하는데 좋지 못한 결과를 나타낼 수 보인다.

이는 Gabor 여파를 하여 조명에 대한 왜곡을 먼저 보정하더라도 입술 입력 영상 정보가 조명에 의해 손실된다는 것을 의미하며 특히 정오의 강한 빛은 입술 경계의 특징점을 정확히 인식하지 못해 단어를 인식하는데 있어 좋은 결과를 낼 수 없었다. 오후의 때 주위가 어두워져 어둠에 의해 입술 영상 자체에서 입술 경계를 추출하는데 있어 어려움이 많았다. 이때는

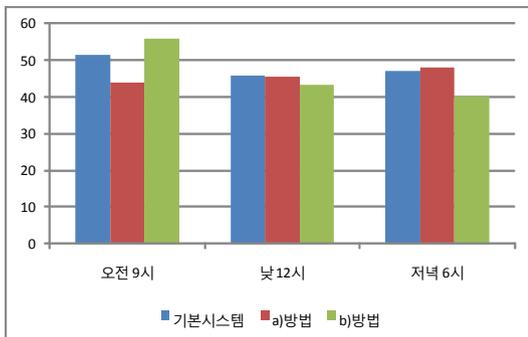


그림 5. 선박 환경에서 시간 변화에 따른 인식률

Gabor 여파를 하더라도 윤곽을 쉽게 구분하지 못했다. 하지만 선내의 항해와 관련한 업무를 취급하는 환경은 대부분 실내조명을 이용하여 조명에 대한 영향을 줄일 수 있고 입술 읽기 기술이 적용되는 기기에 보조 조명 장치를 장착하여 입술 영상이 조사량의 감소에 의해 사라지는 현상을 어느 정도 해결할 수 있을 것으로 본다. 실제 이 연구에서도 그림 5에서 보는 바와 같이 기준 입술 읽기 시스템 인식을 위해 획득한 실내 조명환경에서 얻은 영상 데이터를 이용하여 제안된 입술 읽기 방법으로 인식 실험을 하였을 때 11%의 더욱 향상된 인식률을 얻을 수 있었다.

인식 실험을 한 결과 Gabor 여파기의 특성 때문에 연산이 어렵고 처리시간의 증가와 Gabor 여파를 하는 과정에서 양자화 잡음이 증가하는 단점이 발생하였으나 이산여현과변환 수행 뒤 관심영역을 획득할 때 발생하는 블록화 현상과 이 때문에 발생하는 입술 영역의 경계의 모호함을 제거할 수 있었으며 시간영역 필터링 과정을 그대로 수행함으로써 입술 읽기에 있어서 불필요한 정보를 제거하여 Gabor 여파 과정에서 발생하는 시간 지연을 최소화하였다.

표 2에 선박 환경에서 실험방법에 따른 PCA 개수를 비교한 결과를 나타내었다. 비교하여 보면 그레이 영상에 대해 Gabor 여파기를 적용한 방법보다는 입술 영상 접기 뒤에 Gabor 여파를 한 결과가 주성분 분석의 개수도 더 작으면서도 환경과 같은 선박 환경에 대해서 더 낮은 인식률을 보이므로 실제 환경에서 사용하기에 좋은 방법이라 할 수 있다.

표 2. 실험방법에 따른 PCA 개수 비교

실험방법	PCA 90%	PCA 95%
기준 시스템	6	14
a) 방법	22	41
b) 방법	8	16

VI. 결 론

이 논문에서는 해양 선박 잡음환경에 강인한 음성 인식 서비스를 제공하여 선박의 안전 장비를 지원할 수 있는 입술 읽기 성능에 관하여 연구를 하였다.

영상을 이용한 음성 인식은 특히 조명 변화에 따른 왜곡 심하게 영향을 받아 인식률이 떨어진다는 사실에 착안하여 필터링을 통해 불필요한 정보를 제거함으로써 조명변화에 강인하도록 시스템을 개선하였다.

제안한 방법은 위해 조명에 영향을 받는 부분 공간

에서 직교하는 Gabor 여파기의 특성을 이용하여 그 결과 이미지에 대해서 시간 영역에서 필터링을 하였으며, 제안한 방법이 기존 입술 읽기 방식에 비해 11% 인식 성능을 개선한 결과를 보여주었다. 하지만 실험 결과 Gabor 여파기를 사용한 결과 기존의 시스템에 비해서 전처리 과정을 한 단계 더 거치고 Gabor 여파기의 복잡한 연산으로 인해 처리 속도가 감소하였다.

입술 읽기가 응용되는 궁극적인 범위는 선박 모니터링 시스템이나 e-navigation 등 안전과 직결된 곳에서 음성 인식을 수행해야 하고 입술 읽기의 운영 환경이 선박 내부의 안정적인 실내의 조명이 제공되는 곳뿐만 아니라 외부 조명의 영향을 받는 곳에서 운영되어야 한다는 점에서 향후 연구에서는 구현된 시각음성인식 시스템의 성능향상을 위해 다양한 잡음에 대한 처리와 보상법에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 입술 읽기 기술이 선박의 안전과 항해에 관한 중요한 정보를 제공하는 기기에 적용하기 위해서는 정확성뿐만 아니라 처리속도의 향상에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. S., V. L. Pavlovic, and T. S, Huang, "Toward Multimodal Human Computer Interface", *Proc. IEEE*, Vol.85, No.5, pp. 853-869, May 1998.
- [2] G. Potamianos, H. P. Graf, and E.Cosatto. "An image transform approach for HMM based automatic lipreading." *Proc. Int. Conf. Image Process*, Chicago, USA, pp.173-177, 달, 1998.
- [3] 한학용, 패턴인식 개론: MATLAB 실습을 통한 입체적 학습, 한빛미디어, pp.247-250, 2009.
- [4] J. R. Movellan, Tutorial on Gabor Filters, <http://mplab.ucsd.edu/wordpress/tutorials/gabor.pdf>.
- [5] 신도성, 김진영, 이주현, "동적 환경에서의 립리딩 인식성능저하 요인분석에 대한 연구, 한국음향학회지", 제21권, 제5호, pp.471-477, 달 2002.
- [6] P. L. Silsbee and A. C. Bovik, "Computer lipreading for improved accuracy in automatic speech recognition," *IEEE Trans.*

Speech, Audio Process., Vol.4 No.5, pp.337-351, Sep. 1996.

- [7] 신도성, 김진영, 최승호, "시간영역 필터를 이용한 립리딩 성능향상에 관한 연구", 한국음향학회지, 제22권, 제5호, pp.375-382, 달 2003.

신 도 성 (Dosung Shin)

정회원



1993년 2월 동신대학교 정보통신공학과
1999년 2월 전남대학교 전자공학과 석사
2004년 2월 전남대학교 전자통신공학과 박사

2009년 12월~현재 목포대학교 정보산업연구소 전임연구원

<관심분야> 음성 및 신호처리, 임베디드시스템, 이동 및 무선통신시스템, 선박 통신 및 e-navigation

이 성 로 (Seong-ro Lee)

정회원



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 학사

1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사

1996년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사

2005년 3월~현재 목포대학교 정보공학부 정보전자공학과 부교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템, 생체인식시스템

권 장 우 (Jang-Woo Kwon)

정회원



1990년 2월 인하대학교 전자공학과

1992년 2월 인하대학교 전자공학과 석사

1996년 2월 인하대학교 전자공학과 박사

1998년~2009년 동명대학교 컴퓨터 공학과 부교수

2010~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 교수

2006~현재 정보통신산업진흥원 인력양성단장

<관심분야> 인력양성정책, 공학인증, 공학교육