

규칙 합성음의 이해성 평가를 위한 단어표 구성 및 실험법

(A Word List Construction and Measurement Method for Intelligibility Assessment of Synthesized Speech by Rule)

金 成 漢*, 洪 鎮 祐**, 金 淳 協**

(Sung Han Kim, Jin Wŏo Hong, and Soon Hyob Kim)

要 約

최근에 음성합성 기술이 발전됨에 따라 이러한 기술을 이용한 새로운 통신 서비스가 등장하고 있으며, 그 표준 설정에 있어서 음성 품질은 아주 중요한 요인이 된다. 따라서, 시스템 알고리즘의 진단적 평가 및 평가치의 상호 비교를 위해 품질평가 방법을 개발하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 규칙합성음의 품질평가 (이해성)를 위한 기본적인 사항과 개념을 설명하고, 평가에 사용되는 단어표를 구성하는 방법과 단어 선택법을 제안한다. 또한, 단어표에 의해 생성된 규칙합성음에 대한 단어 이해성 평가의 실험 방법 및 평가 결과에 대해 기술한다.

Abstract

As a result of recent progress in speech synthesis techniques, the those new services using new techniques are going to introduce into the telephone communication system. In setting standards, voice quality is obviously an important criterion. It is very important to develop a quality evaluation method of synthesized speech for the diagnostic assessment of system algorithm, and fair comparison of assessment values.

This paper has described several basic concepts and criterions for quality assessment (intelligibility) of synthesized speech by rule, and then a word selection method and the word list to be used in word intelligibility test were proposed. Finally, a test method for word intelligibility is described.

I. 서 론

최근 음성 합성기술의 발전과 적용 범위가 넓어짐에 따라 다양한 방법에 의한 합성방식 (녹음편집 방식, 분석합성 방식, 규칙합성 방식)이 대두되고 있어 각 방식에 의한 합성 음성의 품질을 평가하고자 하는 연구의 필요성이 점차 확산되고 있다.^[5]

녹음 편집 방식이나 분석 합성 방식에 의한 합성 음성은 품질면 (명료성, 자연성)에서 상당히 양호한 단계에 도달하였지만 한계성 (기억 용량의 과다, 발성 음성의 제한 등)이 있어 특수한 목적에만 사용되고 일반적 범용성을 갖지 못하는 단점이 있게된다. 이러한 단점을 제거하는 방법으로 규칙 합성 방식에 의한 합성음성 (이하 규칙 합성음이라 한다)의 개발이 점진적으로 증가하고 있으나 규칙 합성음의 품질은 자연음성과 비교하여 명료성, 자연성에 있어 아직 불충분한 단계이지만 초기에 비하여 상당히 품질이

*準會員, **正會員, 光云大學校 電子計算機工學科
(Dept. of Computer Eng., Kwangwoon Univ.)

接受日字: 1991年 10月 11日

향상되고 있는 실정이다.¹⁷⁾ 이러한 상황에서 규칙 합성음의 품질을 정량화 할 품질 평가법을 확립한 필요가 있으며, 이에 기초한 평가 분석에 의해 합성방식의 연구, 개발에 유효한 지침을 제공해줄 수 있다.

본 논문에서는 규칙 합성음의 단어 이해도 평가를 위해 필요한 일반적 사항들을 검토하고, 이해도 시험에 사용되는 단어표를 작성하기 위해 한국어 단어의 빈도 분포 특징을 분석함은 물론 단어 선택을 위한 지침 및 작성 방법을 제안한다. 또한 이해도 평가 시험을 수행하기 위해서 단어표를 이용한 평가 시험 조건 및 환경을 설명하고 평가 시험의 결과에 대해 기술한다.

II. 평가를 위한 단어표 구성

1. 기준설정

1) 평가 항목

규칙 합성 방식에서는 합성 단위 및 접속 규칙에 대해 아직 불충분한 점이 있기 때문에 발생한 합성음은 자연음성과 다른 특성을 가지고 있어 반복하여 청취를 하게 되면 규칙 합성음에 대한 학습효과 즉, 합성음의 특징에 피험자가 익숙해져서 이해도가 향상된다. 이러한 학습효과는 사람에 따라 효과의 정도가 다르게 나타나기 때문에 규칙 합성음의 이해성 평가의 시험을 수행하는 경우 학습효과 및 피험자의 청취 능력에 대한 개인차를 고려하여 평가할 필요가 있다.¹⁸⁾

2) 평가단위

규칙 합성음의 이해성 평가를 수행하는 경우 평가 단위는 매우 중요하다. 평가 단위에는 “음절”, “단어”, “문장” 등이 있으며 각각 평가대상 및 평가목적에 따라 구분하여 사용할 필요가 있다.

음운의 접속에 따른 품질 열화의 가능성이 있는 규칙 합성 방식에서는 단어나 문장이 평가 단위로서 매우 중요하다. 이 중 문장을 이용하여 규칙 합성음의 이해성 평가를 수행할 경우 평가 결과가 문장의 내용에 따라 영향을 받기 쉬우며 또, 조건의 수가 많아지면 방대한 문장이 필요해지고 평가 시험을 실시할 때 시간상, 처리상 어려움이 발생하는 문제점이 있다. 따라서, 본 논문에서는 기본 연구로써 단어를 평가 단위로 선정한다.

3) 평가 단어의 선택

평가 단위로서 단어를 사용하여 규칙 합성음에 대한 이해성 평가를 수행하는 경우 선택되는 단어에 따라 평가 결과에 커다란 차이가 발생되기 때문에 시험용 단어의 범위를 가능한 한 넓혀야 한다.

그러나, 단어의 범위를 넓힘에 따라 합성음의 이해성에 대한 품질면에서 이해도의 차가 생길 것이다. 즉, 시험용 단어에서 단어의 수가 적게 제한되고 평이한 단어로 구성되어 있으면 그 단어를 반복하여 시험에 사용할 경우 피험자가 한번 청취한 단어의 대부분을 기억해버리는 결과를 초래하기 때문에 이해성 평가에 부적당하게 된다.

따라서, 합성 방식의 개선된 정도를 조사하는 경우와 다른 방식과의 우월을 비교하는 경우등에 있어서 가능한 한 많은 단어를 이용하여 평가 시험을 수행하여서 합성음의 이해성을 정량화시킬 필요가 있으며 본 논문에서는 이와같은 입장을 고려하여 규칙 합성음의 이해도 시험용 단어표를 작성한다.

4) 모집단의 선택

단어표 작성을 위해 근거가 되는 모집단을 선택하여야 하는데 본 논문에서는 한국 심리학회에서 국민학교 학생용 교과서에 나타난 한국어 어휘들의 출현 빈도를 조사해 놓은 “한국어 어휘 빈도조사” 자료를 선택하였다(총 17,883 단어 수록)¹⁹⁾. 그 이유는 모집단이 우리가 일상 생활에 평범하게 사용하는 모든 단어의 대부분을 포함할 수 있고, 또한 같은 뜻을 나타내는 단어라도 평이한 단어로 표현되기 때문에 이해성 평가시험을 수행할 때에 피험자의 교육 수준에 따른 영향을 최소화시킬 수 있다고 판단하였기 때문이다.

이 모집단에서 단독으로 발생되지 않는 부속어 및 접미사에 의한 파생어 등을 제거하고, 편의상 청취시험에서 불필요한 동음 이의어는 중요도가 최고인 단어만 남겨놓고 제거하였다. 이러한 예비 선택에 의해 얻어진 유효 단어 13,883 단어를 모집단으로 선정하였다.

5) 단어표에 고려해야할 속성

이해도 시험에 사용하는 단어를 모집단에서 선택할 때의 기준은 가능한 한 모집단의 속성 분포와 동일하도록 선택하는 것이다.

본 논문에서는 한국어 음성의 중요한 속성이라고 생각되는 (1) 품사류, (2) 단어의·길이, (3) 중요도, (4) 변칙 발음 현상,²⁰⁾ (5) 음운의 종류 등 5개의 속성을 고려하였다.²¹⁾

2. 단어표의 구성

1) 모집단의 통계적 성질 분석

단어표내의 분포를 모집단의 분포에 일치시키기 위해서 각 속성을 너무 많은 영역으로 분할하면 이해도 시험을 수행하기에 부적합하고, 현실 가능한 단어수를 선택하기가 어렵기 때문에 이 점을 고려하여

각 속성의 영역 분할수를 결정할 필요가 있다.

본 논문에서는 분할해서 만들어지는 각 영역에 포함되는 단어수가 가능한 한 균등하게 되도록 배려하여 각 속성의 분할수를 결정하였는데 각 속성 및 영역에 대한 모집단의 분석 결과는 표1과 같으며 결과로 얻어진 전체 영역수는 864 (4*4*3*2*9 영역)이다.

표 1. 각 속성의 영역 분할 및 빈도분포

Table 1. Classified regions and frequency distributions of each attribute.

속성	영역의 분류	영역수	단어수	비율(%)
품사류	명사	195	9162	66
	동사	136	2967	21
	형용사	131	808	6
	부사	141	946	7
단어 길이	1 음절	67	422	3
	2 음절	166	5396	39
	3 음절	190	4199	30
	4 음절 이상	180	3866	28
중요도	상	198	2319	17
	중	197	3200	23
	하	208	8364	60
변칙 발음	있음	273	3957	29
	없음	330	9926	71
음운의 종류	단모음	78	1452	10
	평음	79	4448	32
	경음	71	498	4
	격음	63	749	5
	마찰음	75	2153	16
	비음	76	1660	12
	복모음	70	820	6
	유음	15	34	0
	과열음	76	2069	15

한개의 영역당 어느 정도의 단어수가 포함되어 있는 지를 그림1에 나타내었다. 가로축은 한개의 영역 중에 포함된 단어수를 나타내고, 세로축은 영역중의 단어수가 가로축의 대응값 이하인 영역수의 누적율을 나타낸다.

그림1로부터 한 영역당 단어수가 30단어 이하인 영역이 전체 영역에 차지하는 비율은 83%이고, 영역당 한 단어도 포함하지 않는 영역은 30% (261영역)이기 때문에 한 단어이상 포함하는 영역 (유효영역)의 수는 603이다.

2) 단어표의 요구조건

앞절에서 기술한 내용들을 바탕으로 하여 단어표를 작성할 때 요구 조건으로서 (1) 단어표 내의 단어

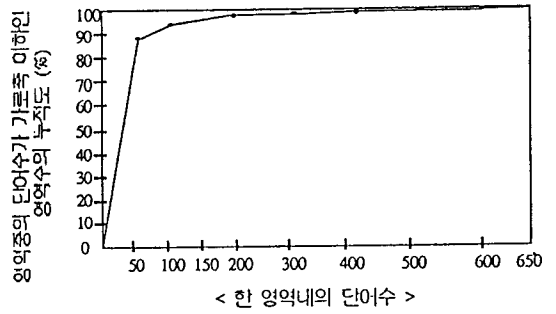


그림 1. 한 영역당 단어수와 영역비와의 관계
Fig. 1. Relation of the ratio of word to region number.

가 일상적으로 사용되는 한국어의 특성을 그대로 반영하고 있을 것. (2) 반복하여 시험을 실시하는 경우 단어를 기억해 버리는 영향을 가능한 한 작게할 것. (3) 모집단과 평형을 유지하면서 시험 환경 및 시험 조건을 고려하여 단어표내의 단어수가 가능한 한 적게할 것 등이 있으며,⁶⁾ 본 논문에서는 3가지 조건을 고려하여 다음과 같은 단어표 작성법을 적용하였다.

첫째, 시험에 사용하는 단어표는 모집단과 가능한 한 동일한 분포를 갖도록 5가지 속성 모두에 대해 평형을 주어 작성한다.

둘째, 단어표 중의 단어가 고정되지 않도록 모집단에서 임의로 선택할 수 있게 한다.

셋째, 한개의 단어표 내의 단어수는 빈도분포와 단어수를 고려한 단어 선택법을 적용하여 선택한다.

3) 단어의 선택법

평가 대상으로 하는 단어는 기본적으로 실제로 존재하는 한국어의 모든 단어이기 때문에 이해도 시험에 있어서 가능한 한 많은 단어를 사용하는 것이 좋지만 시험의 효율성을 감안하면 가능한 한 적은 단어수로 전체의 이해도를 파악할 수 있는 것이 바람직하기 때문에 이윤배반적인 문제가 제기된다. 따라서, 본 논문에서는 실제의 단어 이해도 시험에 사용되는 단어수를 양쪽을 고려한 최적점으로 선택하기 위해 다음과 같은 선택법을 적용하였다.

고려한 5가지 속성에 대해 모집단의 빈도 분포에 따라 단어를 선택할 경우 전체 단어수를 AN, 선택하고 싶은 단어수를 SN, 어떤 영역에 포함되는 단어수를 n이라 했을 때 그 영역에서 최소한 한 단어가 선택되는 조건은 식(1)과 같이 표현된다.

$$(SN/AN) * n \geq 1 \tag{1}$$

즉, 다음 식(2)를 만족시키는 영역에서 단어가 선택된다.

$$n \geq (AN/SN) \quad (2)$$

이 때, SN을 작게하면 한 단어도 선택할 수 없게되는 영역의 비율이 증가해서 모집단에 대한 근사도가 떨어진다. 또 앞의 식을 만족하는 영역에서 선택되는 단어수의 합 SN은 정수만을 취해야 하기 때문에 처음에 의도했던 단어수 SN보다 적게된다. 여기서, 유효 영역수 (ERN=603)에 대해 단어표 중의 각 단어가 속해있는 영역의 수 (BRN)의 비율을 “영역의 cover율 (BRN/ERN*100[%])”이라 하고, 전체 단어수 (AN)에 대해 이 영역에 포함되는 전체 단어수 (RAN)의 비율을 “단어의 cover율(RAN/AN*100[%])”이라고 정의한다. 가능한 한 많은 영역에서 단어를 선택하기 위해서는 SN을 크게하면 좋지만 어느 정도 이상이 되면 영역 및 단어의 cover 율은 포화상태가 되고, 무작정 SN을 크게하면 시험 규모를 크게할 뿐 모집단에 대한 근사도는 그만큼 증가하지 않는다.

그림2는 SN에 대한 단어의 cover율과 영역의 cover 율과의 관계를 나타낸 것으로서 이러한 현상을 입증한다. 실제로, 단어 이해도 시험에 사용되는 단어를 선택할 경우 한 단어표 당의 단어수는 5가지 속성을 고려해 앞의 조건식을 만족하는 영역에서 선택한다.

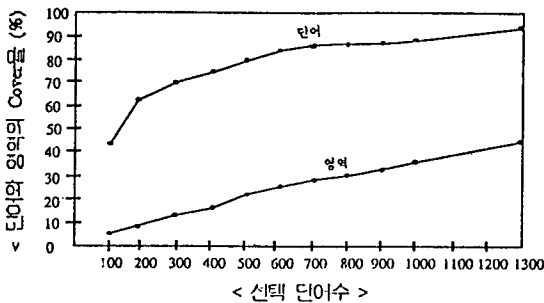


그림 2. SN에 대한 단어와 영역의 cover율
Fig. 2. Cover rate of word and region to SN.

4) 단어표 작성

먼저 단어표내의 단어수를 어느정도 비율로 하면 선택 효율이 좋은가에 대해 고찰한다. 그림3은 단어의 선택에 대한 영역의 cover율과 단어의 cover율과의 관계를 나타내고 있다. 이 그림에서 각 영역의

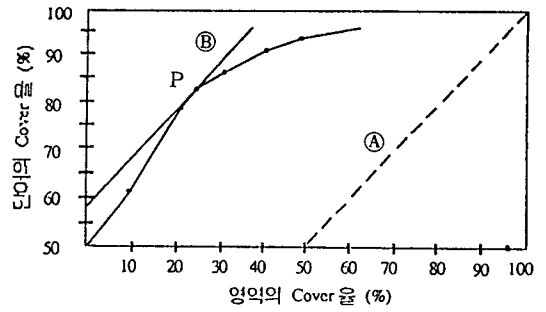


그림 3. 영역의 cover율과 단어의 cover율과의 관계
Fig. 3. Relation of cover rate between region and word.

단어수가 동일하다고 하면 점선 A와 같은 분포가 되지만 실제로 단어의 분포는 A의 분포와 비교할때 상당히 편중되어 있음을 알 수 있다.

여기에서 영역의 cover율과 단어의 cover 율을 모두 고려하여 단어를 선택할 경우 가장 효율이 좋은 것은 그림3의 점선 A에 평행한 직선B가 분포곡선에 접하는 P점이다. P점보다 낮은 쪽에서는 단어의 cover율을 향상시키는 영역의 cover율이 비율적으로 향상되지 않는 범위이고, P점보다 높은 쪽은 반대로 영역의 cover율을 향상시켜도 단어의 cover율이 비율적으로 향상되지 않는 범위이다. 이 P점에서 단어의 cover율이 약 83%로 되어있기 때문에 그림2로부터 단어표당 단어수는 540 단어가 된다. 이것이 이해도 시험에 사용되는 단어수의 최적치이다. 단어표에 포함되는 해당 영역으로 부터 몇개의 단어를 선택할 것인가는 각 영역내에 포함된 단어수의 전체 분포를 고려하여 결정한다.

III. 평가시험 및 결과 고찰

본 논문에서 제안한 단어 선택법에 의해 작성된 단어표를 이용하여 규칙 합성음의 품질 평가 시험을 실시하였다. 합성음성이 많은 응용 분야에 적용되고 있지만 본 논문에서는 공중 통신망을 이용한 자동응답 시스템에 적용한 서비스에서의 품질을 평가하기로 한다.

1. 시험 조건 선택

기존 전화통신망을 모델화한 OTS (opinion test system) 장비를 이용하여 선택된 단어표를 사용해서 규칙 합성음의 단어 이해성을 측정하였다.⁽⁴⁾ 측정 시험은 2회에 걸쳐 실시하였으며 두번째 측정 시험은 첫번째 시험에서 나타난 피험자수의 부족, 고정된 잡

음과 loudness의 문제점을 보완하여 실시하였다. 이 실험에 사용된 합성음은 현재 개발중인 것으로 각각 반음절 규칙합성 방식과 자모 음소의 규칙합성 방식을 적용한 2종류의 합성장치로 부터 합성한 규칙 합성음을 사용하였다. 이하에서는 “합성음 A”, “합성음 B”라고 한다.

- 1) 주관적 평가 기준(평가척도) : 이해도
- 2) 피험자의 수 : 실험 I에서는 4명, 실험 II에서는 10명의 남녀 (20-30세) (실험 I의 피험자중 1명은 합성음성에 익숙한 혼련자)
- 3) 시험조건 선택
 - 청취레벨 : 62dB SPL
 - 청취환경 : 방음부스에서 헤드폰에 의해 청취
- 4) 음성 시료의 준비 : 일반 녹음기로 녹음한 규칙 합성음의 테이프와 방음 부스에서 녹음된 자연 음성 테이프
- 5) 실험 설계
 - 회선조건 : 2선식 통화로, 300-3400Hz 및 100-700Hz 주파수 대역제한
- 6) 시험관리
 - 시험지시문 : “들리는 단어는 모두 유의미 단어이며, 각 단어에 대해 이해한 대로 양식에 맞추어 받아쓰시오”

2. 평가 시험 및 결과

본 논문에서 1차, 2차로 실시한 평가 실험은 표2와

표 2. 이해성 평가 시험의 분류
Table 2. Classification of intelligibility test.

	실험 I	실험 II
1	규칙 합성음A noise: -71dBm freq:300-3400Hz	freq:300-3400Hz noise: -71dBm loudness: att=10
2	1과 동일	freq:100-7000Hz noise: -71dBm loudness: att=10
3	자연 음성 freq:300-3400Hz noise: -71dBm	freq:300-3400Hz noise: -53dBm loudness: att=10
4	규칙 합성음B freq:300-3400Hz noise: -71dBm	freq:300-3400 noise: -71dBm loudness: att=25
5	규칙 합성음B freq:100-7000Hz noise: -71dBm	freq:100-7000Hz noise: -71dBm loudness: att=25
6	자연음성 freq:100-7000Hz noise: -71dBm	1과 동일 조건

같은 순서에 의해 모두 6번 수행되었다.

여기에서 실험 I은 합성음 A, 합성음 B, 그리고 자연음성을 사용한 실험이며 이 중 1), 2), 3), 4)는 기존의 전화통신망에서 사용하는 300-3400Hz의 주파수 대역 제한을 부여한 환경에서 5), 6)은 앞으로 제공될 광대역 음성 서비스 (현재 CCITT에서 권고중임)를 위해 100-7000Hz 주파수 대역 제한을 부여한 환경에서 실시한 시험이다. 이 경우 모든 실험은 잡음이 없는 조건에서 실시하였다. 실험 II는 합성음 A만을 사용하여 실험 I에서 고려하지 않은 잡음 조건과 소리의 크기 (loudness)를 변경하여 실시한 실험이다. 합성음 B를 제공하는 합성장치가 본 논문에서 제안한 단어포내의 모든 단어를 합성할 수 없기 때문에 광대역 주파수 제한을 부여한 실험은 실시하지 않았다. 각 실험에 의한 평가 조건은 표 3과 같으며 실험결과는 그림4와 같다.

표 3. 각 실험에 의한 평가 조건
Table 3. Assessment condition by each test.

/	실험 I	실험 II
학습효과	1과 2	1과 6
주파수 변화	1과 5, 2와 6	1과 2
자연음성과 규칙음의 편차	1과 3	-
규칙음 A와 비교	1과 4	-
noise 영향	-	1과 3
loudness 영향	-	1과 4, 2와 5

1) 자연 음성과 규칙 합성음의 이해도 차

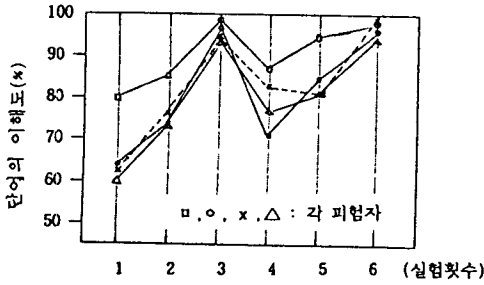
그림4로 부터 자연 음성과 합성 음성의 이해도 차를 알 수 있다. 자연 음성에 대해서조차도 모든 피험자가 완벽하게 이해할 수 없는 것을 보이며, 자연음성과 규칙 합성음의 이해도는 숙달된 피험자의 경우 10%정도, 미혼련자의 경우 20% 정도의 차를 보였다. 또한, 자연 음성에 비해 규칙 합성음의 이해도는 피험자별 호트러짐 (분포)이 큰 것을 알 수 있다.

2) 학습효과

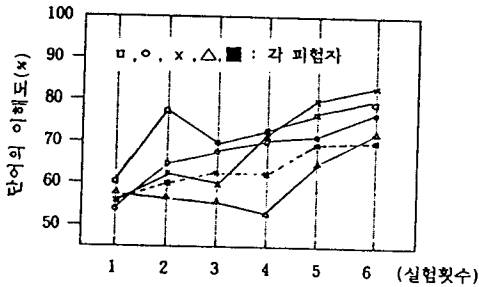
반복 실험에 의한 이해도 차가 현저히 달라지는 것을 알 수 있으며, 약 10% 이상으로 혼련자와 미혼련자에 대해 이해도 차가 큰 것을 알 수 있다. 따라서, 학습효과는 단어 이해도 평가에 영향을 미치는 중요한 요인이 될 수 있음을 확인하였다.

3) 품질 열화 요인

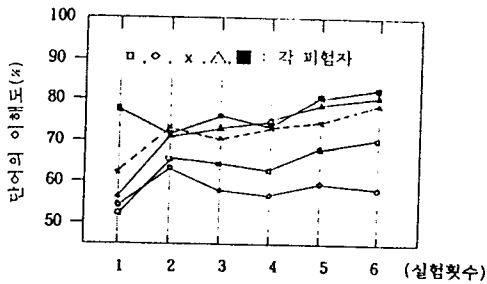
품질 열화 요인에는 다양한 종류가 있으나 본 논문에서는 주파수 대역 제한에 대한 영향과 잡음 침



(a) 실험 I에서의 각 피험자별 단어 이해도 (4명)



(b) 실험 II에서의 각 피험자별 단어 이해도 (1-5명)



(c) 실험 II에서의 각 피험자별 단어 이해도 (6-10명)

그림 4. 각 실험별 이해도 평가 결과

Fig. 4. Assessment results of intelligibility by each test.

가의 영향, 그리고 loudness의 영향을 고찰하였다. 주파수 대역 제한에는 두 종류의 주파수 대역을 이용하였다(300Hz-3400Hz와 100Hz-7000Hz). 주파수 대역을 제한함으로써 발생하는 음성 정보의 손실에 대한 이해도의 영향을 볼 수 있으며 주파수 대역 제한에 의한 이해도 평가는 한계 통화로계에 적용하는 경우와 적용하지 않는 경우를 고려하여 평가 할 필요가 있다고 사료된다. 그리고, 잡음의 영향과 loudness의 영향을 그림4의 실험 II에서 볼 수 있다.

4) 규칙 합성 장치간의 비교

합성장치에서 발생되는 음성에 대해 이해도를 기

준으로 각 장치간 성능을 비교하려고 시도한 것이며 그 결과는 그림4의 실험 I에서 실험1), 2) 및 실험 4)와 같다.

5) 단어의 속성에 의한 영향

전체 단어표중 단어의 각 속성을 분석하고 각 속성에 의한 이해도 평가의 영향을 살펴보았다. 이 중 동사에 해당하는 단어는 품사류 중 빈도 분포가 두 번째로 많은 반면 다른 품사에 비해 낮은 결과를 보였다. 이것은 동사에 해당하는 단어를 합성할 경우는 다른 품사에 비해 좀 더 새로운 규칙이나 합성 단위를 고려해야 됨을 보인다. 단어 길이를 고려할 경우 인간의 귀는 청각시에 약 0.3초 정도의 휴지시간후에 인간의 귀에 인지되는 데, 단어의 길이가 길수록 인간의 귀에 잔상으로 남아있는 시간이 길며, 단어중 어느 부분의 음절만 이해해도 단어를 이해할 수 있기 때문에 이해도가 증가될 것이라고 판단하였으나 실험 결과는 다른 양상을 보이고 있다. 이것은 실험상의 단어표의 크기 및 시험 간격때문에 발생한 문제점인 것 같다. 중요도에 의한 단어 이해도는 중요도가 증가할수록 이해도가 증가됨을 보이고 있다.

음운의 종류는 무성 파열음과 파찰음에 대해 이해도가 떨어짐을 알 수 있다. 이 결과로부터 단어중 파열음 및 파찰음에 해당하는 음운에 대해 더 세부적인 음운학적 연구가 필요함을 보이고 있다. 변칙 발음 현상에서는 변칙 발음이 있는 단어의 이해도가 더 좋은 현상을 보이고 있는데 이것은 합성음을 생성할 때 변칙 발음의 속성에 대한 영향을 특별히 부여한 결과로 사료된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 규칙 합성음의 단어 이해도 평가를 위한 기준 설정 및 평가 시험용 단어표 작성 방법에 대해 기술하였고, 작성된 단어표를 이용한 이해도 평가 시험의 수행 방법 및 시험 결과에 대한 고찰을 기술하였다.

모집단의 빈도 분포를 이용하여 이해도 평가 시험에 사용할 단어를 선택하기 위한 조건 및 효율적인 선택 방법을 제시하였고, 이에 따른 단어표를 구성하였다. 그리고 구성된 단어표를 이용하여 이해도 평가 시험을 수행하기 위한 평가 방법 및 평가 시험을 실시하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 규칙 합성음의 이해도는 피험자별 흐트러짐이 자연 음성에 비해 크다.

2) 규칙 합성음의 학습 효과는 매우 크게 나타나기 때문에 평가하는 입장을 명확히하여 평가 시험을 수행하여야 한다.

3) 대역 제한에 의한 품질 열화 요인에 따라 이해도 차가 발생하는 것을 확인하였고, 이때문에 한계 통화로계를 적용하는 경우와 적용하지 않는 경우의 평가 환경을 구분하여 실험할 필요성이 있다.

4) 모집단의 빈도 분포를 추출하기 위해 적용한 단어 속성에 따라 이해도 차가 크게 달라지는 것을 알 수 있었다.

앞으로 합성 장치를 개발하는 입장에서는 이러한 현상을 충분히 고려할 필요가 있으며 본 논문의 결과가 합성음 평가를 위한 국내 기준 및 규격에 참고 자료로서 활용되기를 바라는 바이다.

參 考 文 獻

[1] 김영채, 한국어 어휘 빈도조사, 한국어심리학회지, vol. 5, no. 3, pp216-285, 1986.
 [2] 박창해, 한국어 구조론 연구, (주) 탐 출판사, 1990.

[3] 남광우, 이철수, 유만근, 한국어 표준 발음사전, 한국정신문화연구원, 1985.
 [4] 한국전자통신연구소, 통화품질 평가법 및 표준화에 관한 연구, 연구보고서, 1989. 12.
 [5] N. Kitawaki, K. Itoh, and K. Kakehi, "Speech Quality Measurement Methods for Synthesized Speech," *Review of ECL*, vol. 29, no. 9-10, Sep. 1981.
 [6] T. Watanabe, "Intelligibility Assesment of Synthesized Speech Using Word Intelligibility Score, NTT R&D, vol. 38, no. 10, pp. 1143-1152, 1989.
 [7] N. Higuchi, S. Yamamoto, and T. Shimizu, "Evaluation of Intelligibility and Naturalness of the Synthetic Speech Generated with a Japanese Speech Synthesizer by Rule,"
 [8] N. Kitawaki, H. Nababuchi, "Quality Assessment of Speech Coding and Speech Synthesis Systems," *IEEE Comm. Magazine*, Oct. 1988.
 [9] CCITT Recommendation P. Series

著 者 紹 介

金 成 漢 (準會員)

1965年 3月 26日生. 1989年 2月 광운대학교 전자계산기공학과 졸업(공학사). 1991年 8月 광운대학교 대학원 전자계산기공학과 졸업(공학석사). 1991年 9月~ 현재 한국전자통신연구소 신호처리연구실 연구원. 주관심분야는 음성인식, 품질평가 등임.



洪 鎭 祐 (正會員)

1959年 4月 15日生. 1982年 2月 광운대학교 응용전자공학과 졸업(공학사). 1984年 2月 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1990年 3月~현재 광운대학교 대학원 전자계산기공학과 박사과정에 재학중. 1984年 3月~현재 한국전자통신연구소 선임연구원. 주관심분야는 음성인식 및 합성, 통신 품질평가 등임.

金 淳 協 (正會員) 第28卷 B編 第7號 參照
 현재 광운대학교 전자계산기공학과 교수