

시각장애인용 음성합성기에 대한 장/단기 사용성 평가

A Short-term and Long-term Usability Testing of the Speech Synthesizer for the People with Visual Impairments

이희연*, 홍기형

H. Y. Lee, K. H. Hong

요 약

본 논문은 시각장애인용 보조공학기기인 스크린리더용 음성합성기의 장기 및 단기 사용성 평가에 대한 것이다. 총 20명의 시각장애인이 단기 사용성 평가에 참가하였고, 그 중 10명이 장기 사용성 평가에도 참여하였다. Mean Opinion Score(MOS)를 통해 합성음 음색의 자연성과 명료성 등을 살펴보고, 순위조사를 통해 음색의 선호도를 조사하였으며, 자유 피드백을 통하여 사용자의 만족도와 기타 요구사항 등을 평가하였다. 또한 장기 사용성 평가를 통해 합성음의 장시간 청취 시 자연성, 명료성, 선호도, 귀의 피로도 등을 조사하여 단기 사용성 평가결과와 비교분석하였다.

ABSTRACT

We conducted a long-term and short-term usability testing on the built-in speech synthesizer of a screen-reader for the people with visual impairments. A total of 20 persons with visual impairments participated in the short-term usability testing, and 10 of them participated in the long-term usability testing. Naturalness and clarity of the synthetic speech were evaluated by MOS scores, preference for various synthetic speeches was examined through a preference test, and the users' satisfaction level and other requirements for the synthetic speech were evaluated by open feedback. We also examined naturalness, clarity, preference, and user requirements for the synthetic speech through a long-term usability testing. Then, we compare and contrast the long-term and short-term usability testing results.

Keyword : Usability Testing, Speech Synthesizer, Synthetic Speech, Screen-reader, Visual Impairments

1. 서론

1.1 음성합성기의 개발목표 및 기대효과

본 시각장애인용 음성합성기의 개발목표는 시각장애인들의 요구에 적합한 고속·고품질의 다음색 합

성음을 개발하여 시각장애인용 보조기기인 화면읽기프로그램(스크린리더: Screen-Reader)에 활용하는 것이다. 스크린리더라고 하는 화면읽기프로그램은 컴퓨터 화면을 볼 수 없는 시각장애인들에게 모니터에 제시된 그림이나 글자를 음성이나 점자로 읽어주는 프로그램으로 시각장애인들의 웹을 통한 정보접근성을 향상시켜 줄 수 있는 유용한 보조공학기기이다 [1]. 이외에도 정보커뮤니케이션을 위한 음성도서용 DAISY플레이어, 저시력자용 독서확대기, 점자정보단말기 등이 시각장애인들에게 유용한 보조공학기기로 활용되고 있다 [2].

스크린리더용 내장형 음성합성기의 구체적인 개발목표는 다음과 같다: 다양한 시각장애인 사용자들의 연령과 성별을 고려한 다음색의 합성음을 개발

접 수 일 : 2015.01.23

심사완료일 : 2015.02.16

게재확정일 : 2015.02.28

* 이희연 : 경인교육대학교 특수(통합)교육과 조교수

hylee@ginue.ac.kr (주저자)

홍기형 : 성신여자대학교 IT학부 교수

kihyung.hong@gmail.com (교신저자)

하여 시각장애인 사용자들에게 음색 선택을 기회를 확장해 주고, 자연 발화에 가까운 명료하고 자연스러운 합성음을 개발하며, 장시간 스크린리더를 사용하는 시각장애인들의 귀의 피로도를 감소시켜 주기 위해서 중저음의 남성 합성음을 개발하는 것이다.

이를 통하여 시각장애인의 요구에 적합한 고속, 고품질의 합성음을 스크린리더에 적용함으로써 시각장애인들의 정보접근성 및 일상생활 참여를 촉진하여 전반적인 삶의 질을 향상하는데 본 연구의 기대효과 및 의의가 있다.

1.2 음성합성기 사용성 평가의 목적

앞서 시각장애인들의 합성음 청취속도가 청취한 문장의 친숙도[3]나 청취자의 스크린리더 사용경험[4,5]과 상관관계가 있는지의 여부에 대한 연구들이 실행되었으며, 내장형 음성합성기의 품질과 음색에 대한 시각장애인 대상의 사용성을 평가한 결과, 합성음의 자연성과 명료성 개선에 대한 요구, 사용자들의 다양한 성별과 연령대를 고려한 다음색 합성음 개발에 대한 요구, 장시간 합성음 청취시 귀의 피로도를 경감할 수 있는 중저음의 남성 음색 개발 등에 대한 사용자들의 요구사항들이 도출되었다[6]. 특히 업무나 학업 및 독서/음악 감상/웹서핑 등과 여가활동을 즐기기 위해서 매일 장시간동안 스크린리더를 사용하는 시각장애인의 경우 장시간 합성음 청취에 따른 귀의 피로도 개선에 대한 요구가 매우 높게 나타났다. 또한 일회성의 단기 사용성 평가로는 합성음의 명료도, 자연성, 선호도 등을 정확히 평가하기 어려우며, 새로운 합성음을 청취하고 그 음색에 적응하는 데에는 어느 정도의 시간이 걸리므로 보다 정확한 평가를 하기 위한 장기 사용성 평가에 대한 필요성도 제기되었다[6].

이러한 사용자의 요구사항들을 반영한 본 사용성 평가의 목적은 다음과 같다: 화자적응기술을 적용한 11개의 내장형 다음색 합성음에 대한 자연성과 명료도 정량 평가에서 5점 기준에 평점 3.0이상을 성취하는 것, 새로 개발된 남성 음색을 포함한 11개의 다음색에 대한 사용자들의 선호도를 조사하는 것, 사용자들의 다음색 합성음에 대한 선호도, 청취 시의 피로

도, 전반적인 만족도, 요구사항 등을 조사함으로써 시각장애인들의 요구에 적합한 고품질의 음성합성기를 개발하는데 도움이 될 수 있는 피드백을 제공하는 것, 장기 사용성 평가를 통해서 합성음을 장시간 청취할 때 남성/여성 합성음에 따른 귀의 피로도에 차이가 있는지를 조사하는 것이다.

2. 평가 방법

2.1 평가 참가자

사용자 중심 사용성 평가의 중요성을 고려하여 [7] 본 사용성 평가는 총 20명의 시각장애인을 대상으로 진행되었다. 참가자들은 스크린리더 사용 경험이 많은 사람(최소 3년 이상)으로 시각 이외의 다른 중복장애가 없는 성인들 중에서 선정되었다. 모든 참가자들은 현재 국내에서 가장 많이 보편적으로 사용되고 있는 스크린리더인 ‘센스리더(Sense Reader)’를 사용하고 있었으며, 센스리더가 제공하는 여러 합성음 중에서 기본으로 설정되어 있는 ‘유미’ 음색을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 단기 사용성 평가에 참여한 총 20명의 참가자들에 대한 기본 정보는 아래의 <표 1>에 기술되어 있다. 장기 사용성 평가는 단기 사용성 평가 참가자 20명 중에서 5일 동안의 장기간의 평가에 참가할 수 있다고 자원한 10명만을 대상으로 진행되었다.

표 1. 참가자 기본정보

번호	나이	성별	장애 정도	장애유형	배속	사용 기간
1	38	여	전맹 (1급)	후천성	4	10년
2	38	남	전맹 (1급)	후천성	4	9년
3	50	여	저시력 (1급)	선천성	4	10년
4	23	남	전맹 (1급)	선천성	10	11년
5	19	남	전맹 (1급)	선천성	10	8년
6	21	남	저시력 (1급)	선천성	5	3년
7	20	여	저시력 (1급)	선천성	6	5년
8	42	남	전맹 (1급)	후천성	3	11년
9	24	남	전맹 (1급)	선천성	7	8년

10	24	남	저시력 (1급)	선천성	8	5년
11	35	남	저시력 (1급)	후천성	4	7년
12	36	남	저시력 (2급)	선천성	6	5년
13	31	여	저시력 (2급)	후천성	-	-
14	36	남	저시력 (1급)	선천성	8	20년
15	25	여	전맹 (1급)	선천성	8	14년
16	33	여	저시력 (1급)	선천성	5	5년
17	32	여	저시력 (1급)	후천성	5	6년
18	35	여	전맹 (1급)	후천성	7	10년
19	34	남	저시력 (1급)	선천성	3	13년
20	33	여	전맹 (1급)	후천성	6	5년

* 배속과 사용기간은 스크린리더 사용배속과 사용경력을 의미함.

2.2 평가 일정

본 시각장애인용 음성합성기에 대한 단기 사용성 평가는 시각장애인들의 이동상의 제한성을 고려하여 참가자들이 평소 자주 이용하는 서울 소재의 시각장애인 관련 센터에서 하루에 10명씩 2일에 걸쳐 개별적으로 진행되었다. 장기 사용성 평가는 각 참가자들의 집에서 자기 보고식으로 5일에 걸쳐 실행되었다. 이 기간 동안 참가자들은 USB에 저장된 새로 개발된 다음색 음성합성기가 적용된 스크린리더 프로그램을 본인의 컴퓨터에 설치한 후 본인이 가장 선호하는 남성 음색 하나와 여성 음색을 하나씩 선택하여 그 음색들을 하루에 최소 각 1시간 이상씩 5일 동안 청취하도록 요청되었다.

2.3 평가도구

본 단기 사용성 평가에 사용된 주요 평가 도구는 참가자 기본정보 설문지, (주) 보이스웨어에서 제공하는 11개의 합성음 파일이 내장된 파워포인트 슬라이드, 합성음의 자연성과 명료성에 대한 5점 척도 평가지, 음색 선호도 및 자유 피드백 평가지 등으로 구성되었으며, 장기 사용성 평가에 사용된 주요 평가 도구로는 새로 개발된 남성과 여성의 다음색 합성음들이 추가된 스크린리더 프로그램이 저장된

USB, 장시간 청취 시의 귀의 피로도에 대한 평가지, 장시간 합성음 청취 시의 음색 선호도 및 자유 피드백 평가지 등으로 구성되었다. <표 2>는 평가에 사용된 각 합성음들의 특성을 나타내며, <그림 1>은 단기 사용성 평가에 사용된 합성음 파일들이 장착된 파워포인트 슬라이드를 보여준다.

표 2. 합성음의 특성

음색	성별	연령	음색 특성
준우	남	30대	명료성이 높은 중음
유미	여	30대	중음 신뢰감 있는 중음
다영	여	20대	빠르고 짧은 고음
초롱	여	10대	고음의 어린아이 목소리
혜련	여	20대	빠르고 명료한 고음
현아	여	30대	여유 있는 중음
지민	여	30대	긴장감 있는 고음
지훈	남	20대	부드러운 중음
세나	여	20대	또박또박 명료한 고음
유라	여	20대	편안하며 안정적인 고음
새음색	남	30대	중저음의 목소리

그림 1. 합성음 평가용 파워포인트 슬라이드

2.4 평가절차

본 사용성 평가는 다음의 절차들을 통해 실행되었다.

(1) **오리엔테이션:** 평가를 실행하기 전에 사용성 평가의 목적 및 기대효과, 평가에 사용되는 평가 도구, 평가 절차, 응답 방식(시각장애인 참가자들은 자신의 5점 척도 응답을 직접 응답지에 작성을 할 수 없고 소리를 내서 말로 응답하는 경우에는 다른 사람들의 응답에 영향을 미칠 수 있기 때문에 각 합성음 문장을 듣고 손가락 펴는 개수로 응답을 하도록 요청됨) 등에 관한 전반적인 오리엔테이션을 제공하였다.

(2) **참가자 기본정보 설문:** 참가자들의 기본 정보에 관한 설문에서는 참가자의 나이, 성별, 시각장애 유형과 정도 및 원인, 스크린리더 사용 이력 및

하루 평균 사용 시간, 센스리더 이외에 사용 해 본 스크린리더 등에 관한 배경 정보들을 조사하였다 (표1 참조).

(3) 자연성과 명료도 MOS (Mean Opinion Score) 평가: 참가자들은 한 문장으로 구성된 11개의 합성음 음식들을 일상의 평균적인 대화 속도인 1배속과 약간 빠른 1.6배속으로 각각 들은 후에 각 합성음의 자연성과 명료성을 5점 척도로 평가하도록 요청되었다.

(4) 음식 선호도 평가: 참가자들은 11개의 합성음 음식들을 무작위 순서대로 자유롭게 청취해 본 후에, 선호하는 음식들을 우선순위로 3가지 선택하도록 요청되었다.

(5) 자유 피드백: 참가자들은 본 평가에 사용된 다음색 합성음들을 청취하면서 추가된 음식들에 대한 만족도, 개선이나 보완이 필요하다고 생각되는 점, 기타 다음색 합성음 개발에 도움이 될 만한 개인적인 의견이나 제안 등을 자유롭게 작성하도록 요청되었다.

(6) 장기 사용성 평가: 장기 사용성 평가에서는 11개의 다음색 합성음에 대한 MOS 평가 대신에, 새로 설치한 스크린리더에서 가장 선호하는 남성 음식과 여성 음식을 한 가지씩 선정한 후에, 그 음식들을 최소 3일 동안 각각 한 시간 이상씩 일상생활에서 사용하도록 요청되었다. 그 후에 남성/여성 합성음 음식이 장시간 청취 시에 귀의 피로도에 미치는 영향, 자연성과 명료성의 측면에서 차이가 있는지에 관해 자유롭게 의견을 제시하는 방식으로 평가가 진행되었다.

3. 평가결과

3.1 합성음의 자연성과 명료도 단기 평가 결과

시각장애인용 내장형 음성합성기의 자연성과 명료성에 대한 MOS 평가 결과 1배속에서는 지민(4.15)>혜련(3.90)>유미(3.70) 순으로 자연성과 명료도 평점이 높게 나타났으며, 1.6배속에서는 세나(4.0)>현아(3.85)>지민(3.80) 순으로 높게 나타났다. 혜련의 음식은 1배속에서는 평점 3.90으로 상대적으로 높은 평가를 받았으나 속도가 빨라진 1.6배속에서는 평점 2.95로 배속에 따른 자연성과 명료도의 차이가 크게 나타났다. 준우, 초롱, 유라의 음식은 1배속과 1.6배속 모두에서 평점이 2점대로 상대적으로

로 낮은 평가를 받았다. 11개 합성음의 음식별 자연성과 명료도 MOS 평점은 다음의 <표 3>과 <그림 2>에 제시되어 있다.

표 3. 합성음 자연성과 명료도 MOS 평가 결과

	1배속		1.6배속	
	M	SD	M	SD
준우	2.70	0.80	2.60	0.82
유미	3.70	0.80	3.30	0.86
다영	3.55	1.00	2.75	0.72
초롱	2.95	1.00	2.80	1.11
혜련	3.90	0.79	2.95	0.76
현아	3.00	1.21	3.85	0.75
지민	4.15	0.88	3.80	0.89
지훈	3.55	0.83	3.40	0.99
세나	3.30	0.98	4.00	0.56
유라	2.80	1.15	2.55	0.89
새음색	3.40	1.05	3.65	0.88



그림 2. 자연성과 명료도 MOS 평가 결과

3.2 음식 선호도 단기 평가결과

11개의 음식들을 무작위 순서로 자유롭게 반복 청취해 본 후에 가장 선호하는 음식을 1순위부터 3순위까지 선택하는 음식 선호도를 평가한 결과, 1-3순위에 가장 많이 포함된 음식은 지민>혜련>지훈 순으로 높게 나타났다. 기존의 센스리더에 기본으로 설정되어 있는 유미 음식과 유라 음식은 3순위권 내에 아무에게도 선택되지 않은 것으로 나타났다. 3순위권 내에 선정된 음식별 선호 빈도수는 다음의 <표 4>에 제시되어 있다.

표 4. 음식 선호도 평가결과

음식명	지민	혜련	지훈	세나	현아	새음색	유미	다영	준우	초롱	유라
인원	14	12	10	7	6	5	3	1	1	1	0

3.3 장기 사용성 평가결과

장기 사용성 평가에서 시각장애인 사용자들은 가장 선호하는 남성 음색으로 10명 모두 '지훈'의 음색을 선택하였으며 합성음의 자연성, 명료도, 피로도, 전반적인 만족도는 5점 만점에 각각 평점 4.10/3.30/1.60/3.90으로 나타났다.

여성 음색은 참가자별로 다양한 선호도를 나타냈는데 10명의 사용자 중에서 4명이 '세나' 음색을, 3명은 '유미'음색을, 나머지 두 명은 각각 '현아'와 '지민' 음색을 가장 선호하는 음색으로 선택하였다 10명의 시각장애인들이 평가한 선호하는 남성/여성 음색에 대한 장기 사용성 평가결과는 다음의 <표 5>에 제시되어 있다.

표 5. 장기 사용성 평가결과 (N= 20)

평 가	남성 음색			
선호음색	지훈 (n = 10)			
자연성	4.10 (0.57)			
명료도	3.30 (0.67)			
피로도	1.60 (0.70)			
만족도	3.90 (0.74)			
평 가	여성 음색			
선호 음색	세나 (n=4)	유미 (n=3)	현아 (n=1)	지민 (n=1)
자연성	4.25 (0.50)	4.33 (0.58)	4.00 (0.00)	4.00 (0.00)
명료도	4.50 (0.58)	4.33 (0.58)	5.00 (0.00)	3.00 (0.00)
피로도	2.75 (0.50)	1.67 (1.15)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)
만족도	4.0 (0.00)	4.00 (0.00)	4.00 (0.00)	3.00 (0.00)

* 괄호안의 숫자는 표준편차를 의미함.

3.4 자유 피드백 평가 결과

3.4.1 단기 평가 자유 피드백

한 문장으로 구성된 11개의 합성음 음색들을 청취 한 후에 좋은 점, 개선이 필요한 점, 기타 사용자 의견 등을 조사한 단기 평가 자유 피드백 결과는 다음의 <표 6>에 제시되어 있다.

표 6. 단기 평가 자유 피드백

새 음색이 준우 음색보다는 좋은 것 같다

헤런의 경우 이야기가 잘 들린다. 명료성을 조금 더 높이면 좋을 듯 하다.
지훈이 목소리가 괜찮다.
발음이 명료성은 여성 엔진이 낮고, 자연스러운 대화의 흐름으로 말하기는 남성 엔진이 낮다.
개선이 필요한 점
준우의 자연스러움이 덜할 것 같다.
배속이 빨라질 때 명료성이 떨어지는 것 같은데 그 부분이 개선되어야 할 것 같다.
문장의 끝 단어가 잘리는 것 같다.
배속이 조정될 때 톤이 바뀌면 안 되는데 톤이 높아지는 것이 있음.
1배속에는 잘 들리는데, 배속이 빨라지면 음이 잘 안 들리고 몽개지며 울리는 것이 있다.
끝자리의 명료성이 떨어지는 경향(특히 준우)
남자 음색이 귀는 편하고 좋은데 몇 음절이 불분명할 단어가 더 있는 것 같다.
초롱이 또랑또랑해서 너무 좋긴 한데 톤이 좀 부드러워지면 정말 좋을 것 같다. (톤이 높아지면 찢어지고 날카로운 느낌)
초롱의 경우 장기 청취 시 피곤해질 것 같음.
여자 음색은 고음이 더 분명히 들리고 굴곡이 있을 때 잘 들림.
남자음색은 중저음이 더 분명히 들리고 굴곡이 없이 모노 톤일 때 더 잘 들림.
남자음색은 고음이 되면 불분명하고, 오히려 일정한 톤이 지루할 수도 있지만 명료하게 들림.
배속이 빨라질 땐 남자 음색이 듣기에 더 좋음.
준우 음색에서 속도가 빨라지면 끝자리의 명료성이 떨어지는 경향이 있다.
새 음색은 북한사람 같고 무서운 느낌이 든다.
성숙한 중년의 여성 목소리가 없다.
현아 목소리가 이상하다.
귀의 피로도도 확실히 남성이 나운데, 명료도가 많이 떨어진다. 그리고 자연성도 떨어져서 로봇 소리처럼 들린다.
헤런과 세나 음색이 별로 구별이 안 된다. 헤런은 저음이고 세나는 조금 하이톤일 뿐이다.
초롱은 음색은 명료성은 좋은데 이상하다.
전체적으로 명료성은 괜찮은데 자연성이 떨어진다.
지훈은 자연성은 좋은데 명료성이 떨어진다.
새음색의 명료성이 좋다.

기타 피드백

유미가 잘못 발음하는 단어들 있음.
개인에게 판매가 되면 좋겠다.
음성엔진별로 코드를 넣어서 입체낭독을 해 주는 기능이 있으면 좋겠다.
TTS엔진을 이용한 다중 낭독 표준이 마련되면 좋겠다.
본 평가에서는 안 나오지만 숫자가 있는 경우 일/이/오, 삼/사 등이 헷갈릴 때가 있는데 이러한 부분에서 수정이 필요하다.

3.4.1 장기 평가 자유 피드백

합성음 음색들을 장시간 청취 한 후에 각 합성음에 대한 만족도, 선호도, 기타 요구사항 등을 조사

한 장기 평가 자유 피드백 결과는 아래와 같이 <표 7>에 정리되었다.

표 7. 장기 평가 자유 피드백

남성 음색 피드백	
중간 속도까지는 괜찮은데 빨리 들으면 명료도가 떨어진다.	
속도를 느리게 하면 괜찮은데 빨라지면 기계음 같고 문장 끝이 잘 안 들리게 된다.	
자연성은 좋으나 속도가 빨라지면 듣기 힘들다.	
반응속도는 괜찮은데 음질이 별로다.	
발음이 너무 로보같다.	
여성엔진 유미보다 명료도가 떨어진다.	
남성 음색은 오래 들어도 별로 피곤하지 않다.	
음높이가 낮아서 피로도는 적으나 명료성이 떨어진다.	
톤이 낮아서 듣기에 무난하다.	
남성엔진이 추가돼 선택 폭이 넓어지면 좋겠다.	
한글엔진과 영어엔진을 따로 사용해야 하는데, 같이 사용할 수 있는 기능을 추가하면 좋겠다.	
영어에서 F와 P 발음 구별을 확실히 해 주면 좋을 것 같다.	
프로그램의 가상커서 단축키가 이상하다. (Ctrl+F8은 편집장인데 작동을 안 한다. Ctrl+F4는 Alt+F4처럼 창이 꺼져버린다.)	
여성 음색 피드백	
특별히 불편한 점은 없었고 무난하다.	
속도가 빨라지면 시끄러워진다. 음질 개선이 필요하다	
목소리의 고저를 더 낮게 해 주었으면 좋겠다.	
발음은 좋은데 피로도가 너무 높다.	
헤런 엔진과 세나 엔진간의 음색 차이가 없는 것 같다. 음색에 차이를 주었으면 좋겠다.	
남성 음색과 비교했을 때는 전체적으로 목소리가 높아서 약간 피로하다.	
전체적으로 음이 높아 명료성이 높으나 쉽게 피로해진다.	
여자 엔진들은 전체적으로 톤이 높아서 대체로 오래 들으면 귀가 아프다.	

4. 결 론

총 11개의 다음색 합성음에 대한 단기 사용성 평가결과 1배속에서는 지민>헤런>유미>다영, 지훈>새음색>세나>현아>초롱>유라>준우 순으로 자연성과 명료도가 높게 나타났으며, 1.6배속에서는 세나>현아>지민>새음색>지훈>유미>헤런>초롱>다영>준우>유라 순으로 높게 나타났다. 헤런이나 유미의 음색처럼 1배속에서는 자연스럽게 명료하게 들렸던 음색이 속도가 빨라짐에 따라서 부자연스럽고 불명확하게 들리기도 하고 세나의 음색처럼 1배속에서

는 높은 평가를 받지 못했던 음색이 1.6배속으로 빨리 청취할 때에는 자연스럽게 명료하게 평가받는 반대의 현상이 발생하기도 한다. 이러한 비일관적인 평가결과는 합성음의 자연성과 명료성에 대한 평가가 청취 시 합성음의 속도와 큰 관련이 있음을 나타낸다.

11개의 다음색 합성음들을 한 문장씩 무작위 순서로 자유롭게 반복 청취해 본 후에 가장 선호하는 음색을 1순위부터 3순위까지 선택하는 단기 음색 선호도 평가결과에서, 1-3순위에 가장 많이 포함된 음색은 지민>헤런>지훈 음색 순으로 높게 나타났다. 지민, 헤런, 지훈의 음색들은 모두 합성음의 자연성과 명료성에 대한 단기 1배속 MOS 평가에서 각각 1순위, 2순위, 4순위로 높은 평가를 받은 음색들로, 이는 사용자들이 자연스럽게 명료한 음색들을 선호함을 보여준다.

그러나 사용자들이 합성음을 한 문장씩 청취한 후에 자연성과 명료성을 평가하는 단기 사용성 평가결과와는 달리, 장시간 합성음을 청취한 후에 자연성과 명료성, 귀의 피로도 등을 평가하는 장기 사용성 평가에서는 다소 상이한 결과가 나타났다. 준우, 지훈, 새 음색의 3가지 남성 음색 가운데 10명의 장기 사용성평가 참가자 모두 가장 선호하는 남성 음색으로 지훈 음색을 선택하였다. 1배속 단기 사용성 평가에서는 남성 음성 가운데 지훈 음성이 1순위였지만 1.6배속에서는 새 음색보다 낮은 평가를 받았었는데 장기 평가에서는 3가지의 남성 음색 중 모두 지훈 음색을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

8개의 여성 음색 가운데 장기 사용성평가 참가자들이 선호하는 여성 음색은 세나>유미>현아>지민 순으로 매우 다양하게 나타났다. 특히 1배속의 단기 사용성평가에서는 7순위였지만 1.6배속의 평가에서는 가장 자연스럽게 명료하다는 평가를 받은 세나의 음색이 장기 사용성평가에서도 여성 음색으로 가장 선호되었다. 이는 자유 피드백에서도 제기되었던 1배속에서 자연스럽게 명료하게 들리던 음색들이 속도가 빨라짐에 따라 음질이 떨어지거나, 톤이나 피치가 높아서 장시간 청취 시 귀의 피로도가 가중되기 때문인 것으로 보인다.

이러한 결과들은 합성음을 단시간 청취했을 때의 자연성과 명료도, 선호도 등이 장시간 청취한 후 듣고 평가한 결과들과는 비일관적임을 보여준다. 처음 들었을 때에는 자연스럽게 명료하게 들리나 계속 들으면 귀가 쉽게 피로해 지거나 질리는 음색이 있는 반면에, 처음에는 덜 명료하게 들리는 음색이라

도 계속 장시간 들었을 때 적응이 되면서 자연스럽게 덜 피로하게 느껴지는 음색들이 있기 때문에, 추후의 연구들에서는 합성음의 자연성과 명료성에 대한 보다 정확한 평가를 위해서 장기적인 사용성 평가를 실행할 필요가 있다.

장기 사용성 평가의 자유 피드백 의견들을 종합해 본 결과, 전반적인 자연성과 명료도는 여성 음색이 남성 음색에 비해 높게 나타났으나, 장시간 청취 시 귀의 피로도와 음색에 대한 전반적인 만족도는 남성 음색이 여성 음색에 비해 높은 것으로 나타났다. 참가자들은 여성 음색이 또박또박 들리기 때문에 명료도는 남성 음색에 비해 좋지만 툠과 피치가 높기 때문에 장시간 청취하기에는 귀가 쉽게 피로해지는 경향이 있고, 반대로 남성 음색은 처음에는 여성 음색에 비해 상대적으로 덜 명료하게 들리지만 중저음이기 때문에 장시간 청취해도 더 편안하고 만족도가 높다고 평가하였다. 참가자들은 합성음의 성별도 중요하지만 성별과 상관없이 중저음의 음색을 선호하며, 좀 더 다양한 중저음의 남성 음색이 개발되어 선택의 폭이 넓어졌으면 좋겠다는 의견들을 제시하였다.

이러한 연구결과는 기존의 스크린리더들이 주로 여성 음색의 합성음들을 제공하고 있는데 반하여 장시간 합성음을 청취하는 시각장애인들의 귀의 피로도를 감소시켜주기 위해서는 다양한 연령대의 중저음 남성 음색을 더 많이 개발하여 스크린리더에 활용할 필요가 있음을 시사한다.

기타 사용자들의 요구사항으로는 비슷하게 들리는 여성 음색 간의 차별화가 요구된다는 의견, 스크린리더의 속도가 느리거나 보통일 때는 괜찮은데 배속이 빨라질수록 명료도가 떨어져 기계음 같고 문장 끝이 잘 안 들리게 되는데 이를 개선해 주면 좋겠다는 의견, 한글 엔진과 영어 엔진을 따로 사용해야 하는데 한번에 같이 사용할 수 있는 기능을 추가해 주면 좋겠다는 의견, 영어에서 F와 P 등의 발음 구별을 정확하게 구분해 주면 좋을 것 같다는 의견들이 제기되었다.

후속 연구에서는 이러한 사용자들의 요구사항들을 반영하여 기존의 시각장애인용 음성합성기를 수정, 보완한 후에, 이에 대한 시각장애인 사용자들의 장기적인 만족도를 지속적으로 평가할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] 김정호, "Sense Reader를 사용한 웹 접근성 실제," (주)엑스비전테크놀로지, <http://www.wah.or.kr>

[2] 한성민, "일본의 시각장애인을 위한 촉각디스플레이 개발," 재활복지공학회논문지, 4(1), pp. 63-70, 2010.

[3] C. Asakawa, H. Takagi, S. Ino, and T. Ifukube, "Maximum listening speeds for the blind," in Proc. International Conference on Auditory Display, Boston, USA, pp. 276 - 279, July. 2003

[4] 이희연, 홍기형, "스크린리더를 사용하는 시각장애인의 한국어 합성음 청취속도 연구," 말소리와 음성과학, 5(3), pp. 63 - 69, 2013

[5] H. Lee, Y. Jang, and K-H. Hong, "A Comparison of the Listening Speed of the Korean TTS for the Blind: Based on Their Screen Reader Experiences," in LNCS. 14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Linz, Austria, pp.49-52, July, 2014

[6] 이희연, 홍기형, "시각장애인용 음성합성기에 대한 사용자 요구 분석," 특수교육, 제 11권, 제2호, pp. 55-75, 2012

[7] C.M. Barnum, Usability Testing and Research, New York, USA: Longman Publishing, pp. 244-250, 2002

이 희 연



1997년 2월 이화여자대학교 특수교육학과(학사)

2001년 5월 Boston College 특수교육 전공 졸업(석사)

2011년 5월 University of Minnesota 특수교육 전공 졸업(박사)

2011년-2014년 서울대학교 QoLT센터 선임연구원

2014년 9월-현재 경인교육대학교 특수(통합)교육과 교수

관심분야 : 발달장애, 지적장애, 보완대체의사소통(AAC) 시스템



홍 기 형

1985년 2월 서울대학교컴퓨터공학과 졸업(학사)

1987년 2월 KAIST 전산학과 졸업(석사)

1994년 2월 KAIST 전산학과 졸업(박사)

1994년 - 1998년 한국전자통신연구원 선임연구원

1998년-현재 성신여자대학교 IT학부 교수

관심분야 : 삶의 질 향상 기술, 웹정보시스템, 사용자인터페이스