



# 개인 맞춤형 IoT 스마트 미러 기술 개발

## Development of IoT smart mirror technology

류호진 (Ho-Jin Ryu) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국외국어대학교, 컴퓨터전자시스템공학부; rhj1216@naver.com

1

2 **한글 요약:** 본 논문에서는 얼굴 인식과 음성 인식을 활용한 개인맞춤형 스마트미러  
3 개발을 소개한다. 얼굴인식으로 잠금화면을 해제하고 음성인식으로 원하는 콘텐츠를  
4 나타내는 스마트미러를 개발하였다. 시중의 판매하고 있는 스마트 미러는 비싼 가격이고  
5 라즈베리파이 혹은 아두이노로 개발 되어 왔다. 본 논문에서 제작한 스마트미러는  
6 안드로이드 앱을 통해 개발되어 스마트미러에 개발의 편의성이 타 개발엔진보다  
간편하다. 얼굴인식, 음성인식으로 편리하게 이용할 수 있다.

본 논문은 2021 학년 12월에 제출된  
한국외국어대학교 컴퓨터공학부  
졸업논문이다. 2021.11.24

8 **핵심어:** 스마트 미러, IOT(사물인터넷), 잠금화면, 얼굴인식

지도교수: 윤일동

9 **영문 요약:** In this paper, we introduce the development of personalized smart mirrors using  
10 face recognition and voice recognition. We developed a smart mirror that unlocks the lock  
11 screen with face recognition and displays desired content through voice recognition. Smart  
12 mirrors on the market are expensive and have been developed with Raspberry Pi or Arduino.  
13 The smart mirror produced in this thesis is developed through an Android app, so the devel-  
14 opment of smart mirror is simpler than other development engines. It can be conveniently  
15 used with face recognition and voice recognition.

서명: \_\_\_\_\_

참여한 캡스톤 설계 (해당자만)

설계명: AI 얼굴 인식 분석 기능을 활용한  
개인 맞춤형 IoT 스마트 미러

16 **Keywords:** Smart Mirror, IOT (Internet of Things), Lock Screen, Face Recognition

팀원명:  
강하늘, 박선민, 김유영, 류호진

### 1. 서론 - Introduction

스마트 미러란 거울과 디스플레이의 결합으로 탄생한 차세대 디스플레이다.  
평소에는 거울이지만, 사용자가 접근을 하면 근접센서가 반응을 하여 사용자가  
원하는 정보를 디스플레이해주는 차세대 디스플레이다. 작동 방식과 거울과  
디바이스의 종류에 따라 다양한 종류의 스마트 미러가 존재한다.[1]

이 논문은 얼굴분석기능을 활용한 스마트미러 기술개발에 관해 기술한다.  
얼굴인식이 가능하고 음성인식을 통해 다른 앱을 실행이 가능하게 한다.  
안드로이드 앱으로 거울이 작동할 수 있어야 한다.

안드로이드 앱을 통해 스마트 미러에 개발의 편의성을 제공할 수 있다.

**Copyright:** © 2021 by the authors.  
Submitted for possible open access  
publication under the terms and  
conditions of the Creative  
Commons Attribution (CC BY)  
license  
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

스마트 미러는 지금까지는 없었던 새로운 콘텐츠를 제공할 수 있는 플랫폼이다.  
스마트 미러를 통하여 다양한 콘텐츠들을 제공하여 수익원을 확보할 수 있다.

서비스 산업에서는 미용실, 쇼핑몰과 같은 많은 거울을 사용하는 장소에서 스마트 미러를 설치해 거울의  
기능을 하며 다양한 광고효과를 볼 수 있습니다. 이렇듯 스마트미러는 범용성이 넓어 다른 IoT 제품들의

운영에 있어 중심이 되도록 설정할 수 있다. 의료 산업에서는 얼굴인식이 가능한 전신 스마트 미러를 통해 걸음걸이, 자세와 같은 건강을 분석할 수 있다. 또한 헬스장과 같은 운동장소에선 올바른 자세와 운동기구 사용법을 트레이닝 받음으로써 향상된 운동 효과를 기대할 수 있다.

캡스톤 설계 과목으로 산업체와 연계하여 하드웨어를 지원받아 제작할 수 있는 좋은 기회라고 판단하여 스마트 미러를 제작하였다.

시중의 판매하고 있는 스마트미러는 비싼 가격이고 라즈베리파이 혹은 아두이노로 개발 되어 왔다. 본 논문에서 제작한 스마트미러는 안드로이드 앱을 통해 개발되어 스마트 미러에 개발의 편의성이 타 개발엔진보다 간편하다.[2]

따라서 기존의 스마트미러 제작 방식이 아닌 안드로이드를 기반으로 얼굴 인식과 음성인식이 작동되는 스마트 미러를 제작하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 스마트 미러의 결과물에 대해 설명하며, 제 3 장에서는 결과 분석을, 제 4 장에서는 결론 및 토론을 서술한다.

## 2. 연구 방법 및 결과

### 2.1. 전체적인 프로젝트 설명

#### 2.1.1. 잠금화면

- MainActivity
- LockScreen Util
- LockScreenService
- LockScreenActivity

#### 2.1.2. 얼굴인식

#### 2.1.3. 음성인식

### 2.1. 전체적인 프로젝트 설명

캡스톤 프로젝트의 최종 목표는 얼굴인식으로 잠금 화면을 해제하고 음성인식으로 앱 실행이 가능한 안드로이드 앱을 개발하여, 산업체에서 만든 하드웨어에 연결하는 것이다.

첫번째, 음성인식에선 Android Speech-to-Text API를 이용해 음성인식 기능을 사용하였고, 'ㅇㅇㅇ 실행'이라 말하면 문자열 변수로 음성인식 결과를 저장하여 유튜브, 인스타그램 사이트를 실행할 수 있도록 하였다. 실제로 구현단계에서 유튜브 실행이 가능한 것을 확인하였다.

두번째, 얼굴인식에선 Android 오픈소스가 공개되지 않아 따로 구현했다. 잠금화면과 얼굴인식 기능 구현을 성공해 두개의 기능을 취합했다.

최종적으로, 안드로이드앱으로 잠금화면을 밀어서 해제하면 음성인식과 얼굴인식 기능을 수행하는 버튼과 추가적으로 다른 앱을 터치하여 실행할 수 있는 버튼도 만들었다. 또한 안드로이드앱을 스마트미러에 적용해 화면을 띄우고 얼굴인식과 음성인식 기능이 작동되는 것을 확인하였다.

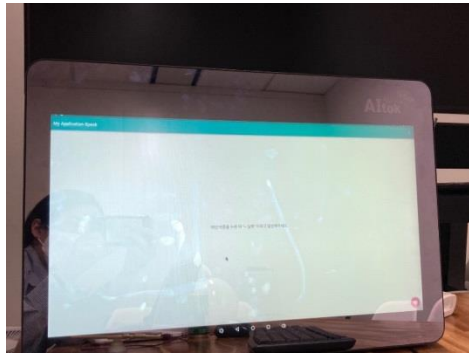


사진 1. 음성인식 앱이 실행된 스마트 거울

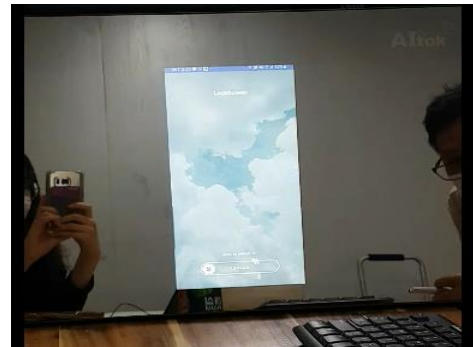


사진 2. 잠금화면 구현 모습

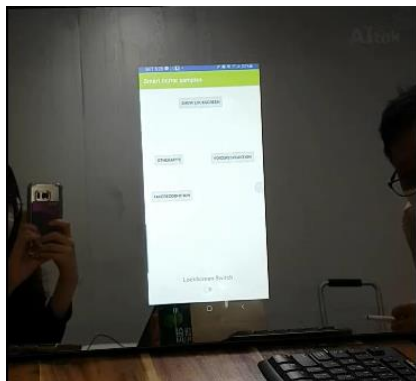


사진 3. 얼굴인식, 음성인식 버튼을 수행하는 화면

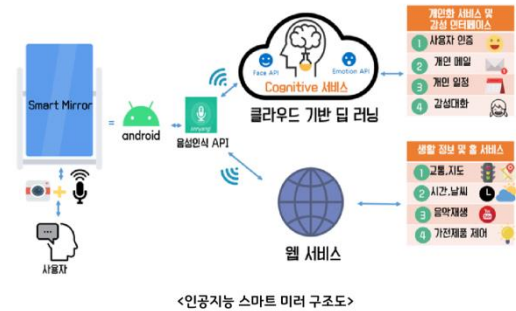


사진 4. 스마트 미러의 구조도

최종적으로, 안드로이드 앱으로 잠금화면을 밀어서 해제하면 음성인식과 얼굴인식 기능을 수행하는 버튼과 추가적으로 다른 앱을 터치하여 실행할 수 있는 버튼도 만들었다. 또한 안드로이드 앱을 스마트미러에 적용해 화면을 띄우고 얼굴인식과 음성인식 기능이 작동되는 것을 확인하였다.

### 2.1.1. 잠금화면

프로젝트 진행 중 본인이 맡았던 부분은 얼굴인식 파트와 어플의 메인 틀이 되는 잠금화면 파트였다. 아래는 잠금화면이 작동되는 화면이다. 잠금화면은 보안상의 이유로 오픈소스로 공개되어 있지 않으므로 다음과 같은 순서로 만들었다.

1. 잠금화면인 LockScreen Activity
2. 서비스를 제공하는 LockScreen Util
3. 실행하는 LockScreenService

화면 가장위로 화면 액티비티를 보여주어 다른 안드로이드 어플을 가리도록 잠금화면을 구현하였고, 잠금해제 버튼을 통하여 잠금화면 및 다른 액티비티 화면을 볼 수 있도록 수정하다.

기본적으로 잠금화면에서 오른쪽으로 넘기면 잠금이 해제되고 아래 UnLock 의 자물쇠 아이콘을 오른쪽으로 넘기면 얼굴인식으로 넘어간다. 얼굴인식으로 사용자가 확인되면 잠금이 해제된다.

- MainActivity

MainActivity 에서 잠금화면 State 를 변경 할 수 있다.

어플의 버튼을 누를 경우 잠금화면 Service 상태와 상관없이 LockScreenActivity 을 볼 수 있다.

LockScreen Service 를 스위치로 변경 할 수 있다.

2.1.3. 음성인식으로 연결하여 음성인식을 버튼으로 사용할 수 있다.

- LockScreen Util

Application 단에서 context 를 가져온다.

LockScreen Service 를 실행하고, 멈춘다.

isActive 를 통해 서비스가 실행 중을 파악한다.

Oreo 오류시, start Foreground Service 를 사용하여 서비스를 시작한다.

getLockScreenStatus 를 사용해 잠금화면 스위치 상태를 가지고 온다.

- LockScreenService

서비스가 생성 될 때 Oreo 오류일 경우 Notification 을 실행한다.

서비스가 종료될 때 리시버를 제거해준다.

디바이스 화면이 꺼질시, phoneState 를 가져와 통화가 없을 경우에 Lockscreen 이 켜지도록 한다.

- LockScreenActivity

잠금화면의 생명주기는 보통 Activity 와 다르다. onResume 에 기능을 넣었고 onPause 에 메모리를 clear 했다. startActivity 가 호출되면 onResume 함수부터 불리기 시작하기 때문에 onResume 에서 데이터가 변경되게 해주어야 한다.

핸드폰 뒤로가기 버튼을 막아준다.

2.1.2. 얼굴인식으로 연결하여 얼굴인식이 확인될 시, MainActivity 를 호출한다.

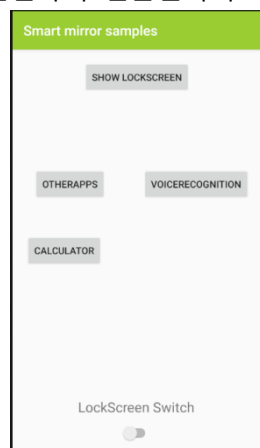


사진 5. 잠금화면이 해제된 화면사진

사진 6. 잠금화면이 실행된 화면

(LockScreen Activity)

### 2.1.2. 얼굴인식

프로젝트 진행자 (김유영,류호진)

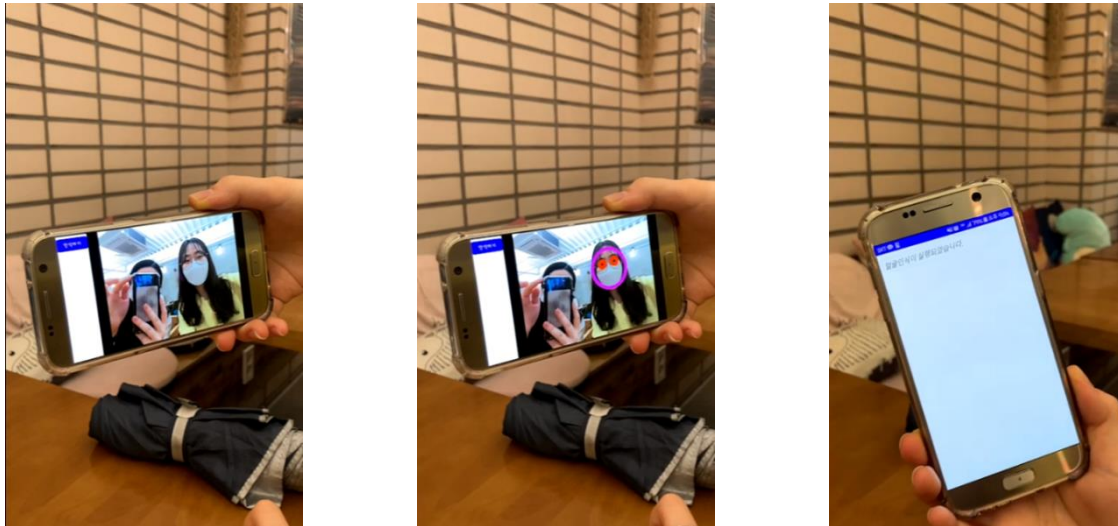


사진 7. 얼굴인식이 작동하는 사진

해당 앱에서 얼굴인식 과정은 OpenCV 에 있는 얼굴검출 C++ 코드를 이용하여 동작하도록 하였다. 얼굴과 눈을 검출하기 위해 미리 학습시킨 분류기를 불러옵니다. 그 후에 Cascade Classifier 를 생성한 후에 JAVA 로 넘긴다. JAVA 에서 어플이 작동하는 카메라로 이미지가 들어오면 Cascade Classifier 를 매개체로 얼굴 위치에 대한 좌표 정보를 받아 실시간으로 검출 결과가 타원 형태로 영상에 나타나게 된다.

얼굴영역 안의 눈 부분을 검출해내어 저장되어있는 얼굴영역과 눈 부분의 모양이 일치하는 지 확인하여 얼굴이 사용자의 얼굴인지 확인한다.

사용자의 얼굴과 눈 모양이 저장된 형태와 일치하는 경우 2.1.1. 잠금화면이 해제 되도록 설정하였다.

### 2.1.3. 음성인식

프로젝트 진행자 (강하늘,박선민)

프로젝트 진행 당시에는 본인의 영역이 아니었지만 이후 공부를 통하여 구현하였습니다.

안드로이드 스튜디오에서 음성인식 과정은 Android Speech-to-Text 의 API 를 중심으로 음성에서 텍스트로의 변환기능을 활용하였다. 앱 실행시 안드로이드 버전에 따른 오류가 없다면 사용자에게 '음성인식 가능'의 toast 메시지가 출력된다. 이후 음성으로 입력하면 자동으로 텍스트 형태로 변경된다. 그러면 사용자는 음성으로 스마트 미러에 텍스트를 입력할 수 있다.

str 변수로 음성인식 결과값을 저장하고 이를 바탕으로 str 문자열을 비교해 페이스북, 유튜브, 인스타그램 사이트를 실행할 수 있는 코드를 설계하였다.

이후 프로젝트를 확장하여 str 변수를 이용하여 뒤로가기 버튼과 특정 명령어에 해당하는 명령(소리 줄이기, 소리키우기)을 실행할 수 있도록 코드를 추가 하였다. 안드로이드 시스템의 고유 버튼에 해당하는 함수를 호출하여 사용하였다.

### 3. 결과 분석

#### 3.1. 전체적인 프로젝트 설명

##### 3.1.1. 잠금화면

##### 3.1.2. 얼굴인식

##### 3.1.3. 음성인식

#### 3.1. 전체적인 프로젝트 설명

결과적으로 산업체(수동예림)와의 협력 래에 안드로이드로 작동하는 스마트미러를 제작하였습니다. 라즈베리 파이로 제작한 스마트미러 보다 안드로이드로 작동하는 스마트미러는 여러 장점이 있었다. 첫째, 안드로이드를 기반으로 하기 때문에 여러가지 종류의 기본 어플을 사용할 수 있었다. 그리고 핸드폰으로 먼저 실험을 한 후 스마트미러로 프로젝트를 이식하면서 스마트미러로의 접근이 쉬웠다. 음성인식을 실행 할 때 이 부분이 매우 큰 장점이었다. 둘째, 안드로이드와 라즈베리파이와의 시장의 규모가 차이가 난다. 안드로이드 개발의 시장이 훨씬 큰 만큼 다양한 오픈소스들과 다양한 관점에서 스마트미러를 제작할 수 있다. 셋째, 시장에 유통되는 다른 종류들의 어플을 스마트미러로 따로 손 볼 필요 없이 바로 이식이 가능했다. 그러나, 단점으로는 제작과정이 어려웠고 만든 스마트미러와 연결하려면 블루투스를 사용해야 하는 번거로움이 있었다.

##### 3.1.1. 잠금화면

잠금화면 구현 이론이 보안상의 이유로 안드로이드 오픈소스로 공개되지 않아서 잠금화면 만드는 법을 공부하여 구현 해내었습니다. 화면 가장위로 화면 액티비티를 보여주어 다른 안드로이드 어플을 가리도록 잠금화면을 구현하였고, 잠금해제 버튼을 통하여 잠금화면 밑 다른 액티비티 화면을 볼 수 있도록 제작하였다. 잠금화면을 띄우는 것은 비교적 간단하게 구현 할 수 있었지만 잠금화면 빠져나가게 막는 것 이 어려웠다. 안드로이드에 내장된 버튼들을 재정의 내려 잠금화면을 빠져나가는 것을 막았다.

##### 3.1.2. 얼굴인식

얼굴 인식을 하기 위해서 Harr Cascade 객체 검출 방법을 이용한 분류기를 이용하였다. 이 방법은 직사각형 영역으로 구성되는 특징을 사용, 픽셀을 직접 사용하는 것 보다 동작 속도가 빠르다. 찾으려는 다수의 객체 이미지(ex. 얼굴) 와 객체가 아닌 이미지를 하르 특징 분류기로 트레이닝 시켜서 객체가 검출되는 방법이다.

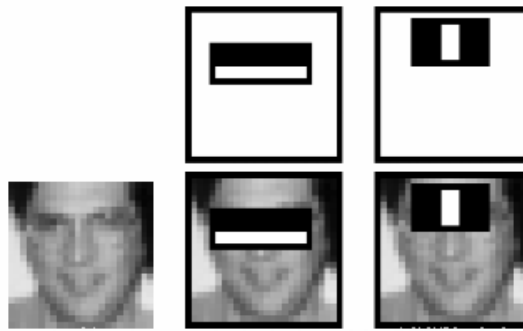


사진 7. 하르 특징분류기로 얼굴인식

(사진출처 : [https://docs.opencv.org/4.1.0/d7/d8b/tutorial\\_py\\_face\\_detection.html](https://docs.opencv.org/4.1.0/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html))

위 사진처럼 가로방향의 사각형들이 존재하는 경우 뺄보다 눈부분이 더 어두운 점을 사용한다. 세로 방향의 사각형들이 존재하는 경우 양 눈이 코보다 더 어두운 점을 사용한다.

이미지 전체에서 얼굴영역이 차지하는 영역이 작고, 이미지의 모든 영역에서 적용하기에는 시간이 너무 오래 걸리기 때문에 현재 영역이 얼굴 영역인지를 눈이 있는지를 통하여 먼저 체크 한 뒤, 얼굴 영역이라고 판단이 되면 Haar Features 을 사용하여 이미지를 분류한다. [3]

Harr Cascade 는 빠르게 object detection 을 이용한다. 얼굴을 인식하고 기존에 저장된 얼굴과 비교하는 시간이 매우 빠르게 진행되었다.

그러나 CNN 보다 정확도가 낮아, 비슷한 얼굴형과 눈을 가지고 있으면 쉽게 해제되는 단점이 있다.

얼굴인식을 하는 어플을 교체하면 얼굴인식 기법을 변경할 수 있습니다.

### 3.1.3. 음성인식

Android Speech-to-Text api 를 통하여 간단하게 구현할 수 있었다. [4] 공개된 SpeechRecognizer 사용법을 참조하여 구현하였다.

Android Speech-to-Text api 는 안드로이드에 내장되어 있는 기능임으로 스마트미러의 os 가 안드로이드라 가능했던 것 같다. 음성인식의 정확도가 아주 우수하여 보다 정확한 명령들을 수행할 수 있었다. 잠금화면을 구현하며 사용했던 버튼 사용을 적용하여 간단한 버튼들을 누르는 것을 음성인식으로 가능하도록 만들 수 있었다.

Android Speech-to-Text api 대체재로는 카카오 음성 api 를 고려하여 실행하였으나,실시간으로 적용하는 것이 아닌 녹음된 음성을 분석하여 텍스트로 변경하는 과정을 거쳐서 Android api 보다 인식하는 시간이 더 걸렸다.

## 4. 결론 및 토론

얼굴 인식과 음성 인식을 활용한 개인맞춤형 스마트미러 개발을 소개했다. 얼굴인식으로 잠금화면을 해제하고 음성인식으로 원하는 콘텐츠를 나타내는 스마트미러를 개발하였다. 본 논문에서 제작한 스마트미러는

안드로이드 앱을 통해 개발되어 스마트미러에 개발의 편의성이 타 개발엔진보다 간편하다. 얼굴인식, 음성인식으로 편리하게 이용할 수 있다.

캡스톤 설계과목을 진행한 후 혼자 공부를 더 진행하고 파일을 수정하고 수동예림측의 스마트 미러를 사용하면서 프로젝트를 더 진행한 결과 캡스톤설계 때 생겼던 문제들을 수정하고 작동하지 않던 기능을 실행하는데 성공했다. 음성인식만 작동하는 것이 음성인식으로 기능을 수행하도록 수정되었고 얼굴인식만 되던 것이 얼굴인식으로 잠금이 해제되도록 수정할 수 있었다.

만들어진 스마트미러를 활용 하는 방안에 대한 연구가 미진했던 것 같다. 다양한 기능들을 첨부 할 수 있을 것 같은데, 다양한 기능을 추가하지 못해 아쉬움이 남는다. 좀더 많은 스마트 미러의 기능을 활용할 방안을 생각해 앱을 개발한다면 충분한 수익원이 될 수 있을 것 이다. 이는 라즈베리 파이와 아두이노로 만들어진 스마트미러와의 차이점이 될 것이다.

스마트 미러는 새로운 콘텐츠를 제공할 수 있는 플랫폼이다. 스마트미러를 통하여 다양한 콘텐츠들을 제공할 수 있을것이다. 또한 거울이라는 장점을 활용해 전신거울, 욕실거울 등 거울종류에 따라 다양한 스마트 미러로 사용할 수 있을것이다.

**Acknowledgments:** 캡스톤 설계를 통하여 만났던 수동예림 회사 측과, 프로젝트를 함께 수행했던 동료들에게 감사를 전한다.

## 참고문헌 – References

1. naverblog, <https://m.blog.naver.com/planuri,https://m.blog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=planuri&logNo=220560781956> [인터넷 자료]
2. 린즈밍(Zhi-Ming Lin),and 김철원(Chul-Won Kim). "Raspberry Pi를 이용한 스마트 미러 개발." 한국전자통신학회 논문지 16.2 (2021): 379-384. [논문]
3. [https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py\\_tutorials/py\\_objdetect/py\\_face\\_detection/py\\_face\\_detection.html](https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_objdetect/py_face_detection/py_face_detection.html) [인터넷 자료]
4. <https://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer>[인터넷 자료]