안드로이드기반 스마트폰을 이용한 승강기 안전진단 시스템 설계 및 구현

최성현* · 김종수** · 김태석***

A Design and Implementation of the Lift Safety Inspection System
using Android Smart Phone

Sung-Hyun Choi* · Jong-Soo Kim** · Tai-Suk Kim***

요 약

논문에서는 승강기의 자체점검 또는 안전검사를 효율적으로 수행할 수 있는 안드로이드 스마트폰 애플리케이션을 설계하고 구현하는 방법을 제안한다. 현재 승강기 자체점검은 점검자가 전반적인 승강기상태를 확인한 후 양식에 맞추어 수작업으로 기록하는 방법을 사용하고 있다. 본 논문에서는 승강기의 유지보수산업을 분석한 후, 안드로이드 OS를 사용하는 스마트폰에서 효율적인 자체점검업무를 진행하기 위한 시스템 설계방법을 소개한다. 승강기 자체점검에 스마트폰을 이용함으로써 자체점검의 품질을 향상시키고, 안전항목에 대한 정보 데이터베이스를 구축하여 이력을 관리할 수 있다는 장점이 있다.

ABSTRACT

This thesis suggests how to design and implement an Android smart phone application which can perform self check or safety inspection of lifts effectively. The safety checks of lifts go in the way that inspectors check the lifts' conditions generally and record manually following a form at the moment. This thesis analyses lift maintenance industry and introduces how to design a system to proceed effective self check using a smart phone with Android OS. By using a smart phone to check lifts, we can have advantages to improve the quality of self check and maintain careers establishing information database about safety items.

키워드

스마트 폰, 안드로이드, 승강기, 안전진단, 유지보수

Key word

Smart Phone, Android, Lift, Safety Inspection, Maintenance

* 정회원 : 한국승강기대학 시스템관리과
** 정회원 : 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과
*** 정회원 : 동의대학교 (교신저자,tskim@deu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 11. 10
심사완료일자 : 2011. 12. 12

I. 서 론

1990년을 전후로 승강기 보급이 크게 늘어나 안전사고의 위험이 높아지고 잦고 사고를 미연에 방지하기 위한 관련법규의 제정이 시급한 것으로 지적되었다. 정기 점검과 보수를 위한 업체가 난립하고 있었으나 자격 및 규정 등을 제한하는 법규가 없어 사고발생시 책임소재가 불분명한 시점이었다. 이런 문제점이 발생하자 업계에서는 시설된 승강기의 정기점검을 실시할 수 있는 자격요건을 법규로 지정하여 안전사고를 방지하여야 한다고 주장하고 관련법규제정을 정부에 건의하여 1991년 승강기에 관한 법률이 제정되었다.

불특정 다수가 사용하는 승강기 이용자의 안전을 확보하기 위해서 “승강기시설 안전관리법”이 제정되었고 승강기의 자체점검은 법 제17조에 의해 승강기의 관리주체는 대통령령이 정하는 바에 의하여 자체적으로 승강기 운행의 안전에 관한 점검을 실시하고, 그 점검기록을 작성, 보존하여야 한다.

승강기 자체점검을 대행하는 협력업체에서는 승강기 자체점검업무와 관련된 서류를 수작업으로 작성하고 있다. 본 논문에서는 수작업으로 진행되고 있는 승강기 자체점검업무를 분석하여 안드로이드 OS 기반 스마트폰을 사용하여 자체점검업무를 진행하기 위한 애플리케이션을 설계하는 방법을 보인다[1][2].

비용의 절감을 위해서는 승강기 자체점검 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 설계가 중요하다. 많은 클라이언트들이 접근하는 데이터베이스는 자원의 효율적인 관리가 가능하도록 설계되어야 한다. 효율적인 DB 설계를 위해 설계 도구를 활용하는 것이 필요하며 효율적인 소프트웨어 설계를 위해서는 객체 지향적 설계 기법을 적용할 수 있다[3][4].

안드로이드기반 스마트폰을 이용한 승강기 안전진단 시스템을 설계하고 구현하는데 있어서 특히 스마트폰에 내장된 3축 가속도 센서와 마이크를 이용하여 기존의 진단장비 없이 엘리베이터의 진동·소음을 측정할 수 있었다. 승강기 안전진단을 위한 안드로이드 스마트폰용 애플리케이션은 원격지에서 승강기 진단 이력을 데이터베이스화 할 수 있다는 장점이 있다[5][6].

II. 관련연구

스마트 기술의 발전과 더불어 안드로이드 OS도 계속 버전이 갱신되고 있다. 2010년 12월부터 진저브레드를 사용할 수 있게 되었으며, 사용자 측면에서 인터페이스와 속도 향상에 많은 개선이 이루어졌다[7][8].

사용자가 판단하는 기준을 안전기준에 적합하다는 기준아래 소음과 진동부분으로 결정하고 이번 연구에서는 소음에 관하여 정의하고 기준을 잡았다. 그림 1은 2007년도에 한국승강기안전관리원에서 조사한 보수업체의 보수·점검의식에 관한 설문 결과다.

그림 1. 보수업체의 보수·점검 의식에 관한 설문
Fig. 1 Survey of the subcontractors' consciousness about the repair and check

보수업체의 보수·점검 의식을 상태를 나타낸 것으로 지금 우리나라의 자체점검 보수 의식 및 수준을 나타내는 자료다. 현재에도 다소 형식적으로 보수점검 업무를 진행하고 있는 사용자와 관리자가 적극적으로 유지보수관리를 하기위해 새로운 방식의 관리기법이 요구되는 시점으로 정해진 안전기준의 적합여부 뿐만 아니라 사용자가 실질적으로 느낄 수 있도록 자체점검업무를 분석한 후 표준화 자료를 만들어서 시스템을 설계하고 분석하는 단계로 진행되었다. 표 1은 엘리베이터 진단의 주요 장비와 측정내용을 보여준다.

표 1. 엘리베이터 진단 주요 장비
Table. 1 mainly diagnostic equipment of the elevator

장비명	주요측정내용	비고
전동기상태진단	전동기의 상태 진단	SOKEN
가이드레일측정	가이드레일 직진도 측정	LAT(중국)
로프테스터	로프 소선 파단 측정	일본
진동·소음계	승강기 진동 시험	PMT(미국)
소음계	소음 측정 및 분석	일본
이하생략...		

승강기 안전진단은 크게 엘리베이터와 에스컬레이터로 나누어진다. 현재 엘리베이터와 에스컬레이터의 주요 측정 장비는 동일항목에 대해서는 같은 장비를 사용하고 있고, 에스컬레이터에는 없고 엘리베이터에만 있는 정밀진단 항목을 측정하기 위한 추가적인 장비가 있다.

승강기 정밀진단 장비의 대부분은 외국산이다. 이러한 장비 중에서 소음측정을 위하여 사용되는 장비는 진동·소음계(EVA-625)과 노트북 장비다. 승강기의 카 내에서 발생하는 소음의 정도를 측정하여 승강기 주행 소음을 확인한다. 그림 2는 진동기 절연열화상태 측정 장치(좌), 진동·소음계와 노트북(우) 이다.

그림 2. 승강기 안전진단 측정 장비의 예
Fig. 2 Example of the lift safety diagnostic equipment

엘리베이터의 진동을 측정하는 방법은 진동·소음계를 카 바닥 중앙에 놓은 후, 최하층에서 최상층까지 카를 상승·하강 시키면서 측정한다. 승강기가 운전 중에 발생하는 진동과 소음을 측정하기 위해 스마트폰의 마이크와 3축자이로 센서를 사용하면 기존 장비의 측정을 대신할 수 있다.

III. 승강기 안전진단 시스템 설계

3-Tire 시스템의 일반적인 구성은 클라이언트 측에 프레젠테이션 로직을 작성하고, 서버 측에는 데이터베이스 층과 이것을 조작하여 클라이언트와 정보를 주고받는 비즈니스 로직 층이 위치한다.

개발의 확장성 측면에서 이기종 H/W와 데이터베이스가 구축되어도 데이터의 정합성을 보장할 수 있고 확장성이 뛰어나다. 재사용 측면에서도 동일한 비즈니스 로직을 필요로 하는 프레젠테이션 로직을 다양하게 구현할 수 있어서 비즈니스 로직을 모듈화 하여 클라이언트/서버 환경과 웹환경에서 동시에 사용가능하다는 장점이 있다. 시스템 개발환경은 표 2와 같다.

표 2. 시스템 개발환경
Table. 2 System develop environment

프로그램개발도구	Eclipse : Indigo Release(30110615)
Android	Android 2.3.3
데이터베이스	MySQL Server 5.5
DB 모델링 도구	Version : ErWin 7.1
웹서버	Apache Tomcat Version 7.0.21
스마트폰	갤럭시 탭 10.1 : SHW-M380K

승강기 안전진단 업무프로세스를 분석하여 데이터베이스를 설계하였다. 그림 3은 업무분석을 토대로 설계된 데이터베이스의 ERD를 보여준다.

그림 3. 승강기 안전검사를 위한 ERD
Fig. 3 ERD for the lift safety inspection

업무분석을 토대로 생성된 ERD(Entity Relationship Diagram)를 바탕으로 생성된 스키마 집합은 MySQL DBMS에 생성되었다. 엘리베이터 안전진단에 대한 정보를 저장하기 위해서 Lift 데이터베이스를 생성하여 전체 테이블을 생성하였다.

IV. Application 구현

승강기의 안전진단에 사용되는 다양한 설비의 통신 인터페이스를 일부 개선함으로써 스마트폰을 이용한 승강기 진단업무가 가능하며, 또한 스마트폰에 내장된 다양한 센서를 내장하고 있는 스마트폰의 기능을 이용하면 기존의 엘리베이터 진단업무를 대체할 수 있다.

승강기 안전진단 장비를 위하여 측정된 데이터는 안드로이드 기반 스마트폰을 이용하여 데이터베이스 형태로 저장될 수 있다. 그림 4는 스마트폰을 이용하여 진

동·소음을 측정하는 애플리케이션의 메뉴 화면과 검사 자료를 등록하는 화면이다.

그림 4. 진동 소음 측정 앱

Fig. 4 App for the vibration and sound level meter

주 메뉴를 처리하는 MainActivity 클래스와 MainActivity 클래스에서 Intent로 호출되는 Inspector Activity로 구성되어 있다. Inspector Activity를 사용하여 측정된 데이터를 등록하는 알고리즘은 그림 5와 같이 구현되었다.

그림 5 MainActivity와 Inspector Activity 구현

Fig. 5 Implementation for the main and Inspector Activity

2개 Activity의 사용자 인터페이스 디자인은 Android Manifest.xml이 관리하는 res.layout 폴더에 main.xml과 inspect.xml로 관리된다.

그림 6은 구글맵을 이용하여 엘리베이터가 설치되어 있는 건물 위치를 조회하는 지도화면과 앱상에서 웹검색을 실행한 화면을 보여준다.

스마트폰의 GPS센서의 위도와 경도를 이용하여 역방향 지오코딩(Reverse Geocoding) 기능을 이용하여 점검 위치의 주소를 추가적으로 나타낼 수 있다.

그림 6. 구글맵과 구글을 이용한 검색

Fig. 6 Search using the Google map and Google

지도 서비스를 위해서 마이크로소프트웨어에서 제공하는 Bing Map을 이용할 수도 있지만 본 논문에서는 구글맵을 이용하였다. 구글맵을 이용한 클래스의 코드는 다음과 같이 구현되었다.

ElevatorInspector.java

```
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.main);

    //MapView 객체의 참조 얻기
    MapView myMapView =
        (MapView)findViewById(R.id.myMapView);
    //Map View's controller 참조 얻기
    mapController = myMapView.getController();

    myMapView.setSatellite(true); //맵의 환경 설정
    myMapView.setStreetView(true);

    //MyPositionOverlay를 추가한다.
    positionOverlay = new MyPositionOverlay();
    List<Overlay> overlays = myMapView.getOverlays();
    overlays.add(positionOverlay);

    LocationManager locationManager;
    String context = Context.LOCATION_SERVICE;
    locationManager=(LocationManager)getSystemService(context);
}
```

MapView를 확장한 ElevatorInspect 클래스는 주요 메서드인 onCreate()를 overriding해서 MapView 클래스의 인스턴스인 myMapView를 생성하여 Map을 생성하고, Map을 관리할 수 있는 MapController 핸들러를 생성된 myMapView 객체로부터 얻는다.

현재의 위치를 표시하기 위한 Overlay 클래스를 상속 받은 MyPositionOverlay 클래스의 draw() 메서드를 구현

하여 현재위치를 지도상에 표시한다. 구글맵으로 구현된 지도에서 보듯이 지도의 중간에 원으로 표시된 “점검 위치”라는 글자를 볼 수 있다.

V. 분석 및 평가

엘리베이터 진동·소음 진단 애플리케이션을 사용하여 건물에 설치된 엘리베이터에서 측정된 정보를 애플리케이션을 이용하여 원격지 DB에 전송하였다. “Lift”로 명명된 데이터베이스 인스턴스에 저장된 데이터를 그림 7에서 볼 수 있다.

그림 7. Lift 데이터베이스에 진단정보 조회
Fig. 7 Query for the inspection data in the lift DB

진동·소음측정방식은 소음계를 카 바닥 중앙에 놓은 후 최하층에서 최상층까지 카를 상승·하강 시키면서 측정하며, 같은 방식으로 기계실에서 측정한다. 엘리베이터에서의 소음 기준은 표 3을 기준으로 한다. 단, 소유자의 요구 및 설계치 반영 시 기준 값은 변경될 수 있다.

표 3. 엘리베이터 소음 안전 기준
Table. 3 Safety standards for the elevator noisy

평가기준			비교대상	
카내	로프식	55[dB]	에어컨 실내기	43
			에어컨 실외기	54

엘리베이터의 진동·소음을 측정하는 목적은 승강기의 가속, 감속, 주행 시 카 내에서 발생하는 진동의 정도를 측정하여 승강기 주행상태 및 승차감 등을 확인하기 위함이다. 스마트폰의 3축 가속도센서(3-Axis Accelerometer Sensor)를 이용하여 엘리베이터 카의 진동을 측정할 수 있다. 진동 판단 기준은 표 4를 기준으로 한다.

표 4. 진동 안전 기준
Table. 4 Safety standards for the vibration

평가기준	대상주파수	기준(단위 : gal)
카 바닥	횡진동	1 ~ 10 [Hz]
	종진동	1 ~ 10 [Hz]

그림 8은 실제 엘리베이터의 진동·소음 측정으로 최대값이 88dB 최소값이 35dB로 주행구간의 소음은 40dB 전중반인 것으로 측정되어 표 3의 판단 기준으로 양호한 것임을 알 수 있다.

그림 8. 소음측정용 앱
Fig. 8 Noisy inspection App

그림 9. 자체점검양식 예
Fig. 9 Example of the self-checkup form

이러한 진단 앱을 자체점검에 접목하여 소비자에게 비주얼한 자료를 제시하여야 하며 자체점검기록도 그림 9와 같이 소비자의 입장으로 개선될 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서 안드로이드기반 스마트폰을 사용하여 승강기 안전진단 시스템 구현에 필요한 사용자 화면과 서버 측 설계의 예와 구현 방법을 보였다. 엘리베이터 주요 진단 장비중의 하나인 진동·소음계를 스마트폰의 마이크와 3축 가속도 센서를 대치하여 측정함으로써 효율적인 진단업무를 진행할 수 있다는 장점이 있었다.

스마트폰으로 전송된 데이터는 원격지 데이터베이스 서버에서 관리되어 진단 이력을 관리할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 통계 자료를 바탕으로 주기적으로 교체가 필요한 엘리베이터 설비 부품을 파악할 수 있다. 또한 각 건물에 설치된 엘리베이터의 진단결과를 DB로 구축함으로써, 추후 승강기 안전 검사와 진단업무의 통계 자료로 활용될 수 있다.

승강기 안전 진단에 있어서 안드로이드 기반 스마트폰을 이용한 애플리케이션을 사용하면 모바일 기기가 가진 블루투스, Wi-Fi, 카메라, 마이크, 조도센서, 자기장 측정센서등과 같은 내장장치를 이용하여 검사업무의 효율을 높일 수 있다는 장점이 있다.

참고문헌

- [1] 나운지, "다중 계층 구조의 혼합형 멀티미디어 시스템의 설계," 학술지정보처리학회지, 제12-B권 제7호 통권 제103호 (2005. 12) pp.789-794
- [2] 김태석, 김종수, "Swing 컴포넌트를 이용한 인터넷 기반 공정관리시스템 설계와 구현," 한국멀티미디어학회지, 제13권, 제8호, pp.1163-1170, 2010년 8월
- [3] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan, 데이터베이스 시스템 4판, 한국맥그로힐(주), 서울, 2003.
- [4] Jin-Oh Choi, "Design of Client/Server System for Meteorological Map Service Using Mobile Phone Sensor," *International Journal of Information and Communication Engineering*, vol. 7, no.4, pp.525-529, 2009.
- [5] 김평중, "안드로이드 플랫폼과 서비스 기반 모바일 어플리케이션," 한국멀티미디어학회지, v.15, no.1, pp.10-21, 2011년 3월
- [6] 박진호, 정민수, "스마트 네트워크 카드를 이용한 계측기 원격 제어 시스템 설계 및 구현," 한국멀티미디어학회논문지, v.11, no.10, pp.1366-1375, 2008년 10월
- [7] Teuk-Seob Song, and Seung-Ho Choi, "Design and Implementation for Web Page Visualization Techniques using Android Smartphone," *International Journal of Information and Communication Engineering*, vol. 8,

no.4, pp.416-420, 2010.

- [8] Sung-Shin Kim, Gyeong-Dong Baek, Soo-Jin Lee, and Tae-Ryong Jeon, "Sensor Fault Detection and Analysis of Fault Status using Smart Sensor Modeling," *International Journal of Information and Communication Engineering*, vol. 6, no.2, pp.207-212, 2008.

저자소개

최성현(Sung-Hyun Choi)

1994 ~ 2009년 한국승강기안전
관리원 책임검사원
2010년 동의대학교 컴퓨터소프트
공학 박사 과정

2009년~ 한국승강기대학교 조교수
※관심분야: 승강기, IT 융합, 정보시스템

김종수(Jong-Soo Kim)

2006년 동의대학교 소프트웨어
공학과 박사
2010년 ~ 동의대학교 산업기술개발
연구소 연구원

※관심분야: 소프트웨어 설계, 게임

김태석(Tai-Suk Kim)

1993년 일본 KEIO대학 이공학부
계산기과학전공(공학박사)
1994년 ~ 동의대학교 컴퓨터소프트
웨어공학과 교수

※관심분야: 정보시스템, 기계번역, 인터넷비즈니스