

# 승강기 원격 감시·진단시스템

박종현 / 임계영

LG산전(주)연구소 산업기계연구단

## 1. 서 론

### 1.1 승강기 개요

안전장치가 달린 근대 엘리베이터가 Otis에 의해 1857년 처음 개발된 이후 승강기는 빌딩을 이용하는 사람들의 수직 및 수평 운송수단으로 필수 불가결한 요소가 되어가고 있으며 최근에는 아파트, 사무용 건물, 백화점, 호텔 등 대부분의 건물들이 고층화되고 대형화되면서 승강기 수요가 급증하고 소득의 증대와 고령화사회로 진행되면서 개인 건물에서도 승강기를 설치하는 경우가 점차 늘어나고 있다.

현재 전 세계적으로 가동중인 승강기는 약 500만대에 이르는 것으로 추정되며, 전 세계 승강기 수요는 대략 한국과 일본, 아세안을 중심으로 한 동남아가 20%, 유럽과 북미가 각각 20%와 10%, 기타 지역이 50%를 차지한다. 각국의 승강기 연간 수요량은 90년대 들어서면서 크게 신장되고 있으며 그 추세는 당분간 지속될 전망이다[1, 2].

세계 승강기 시장은 Otis를 비롯한 Schindler와 Mitsubishi 등의 선진국 회사들에 의해 절반 이상이 점유되고 있으며 국내 업체들의 세계시장 점유는 중저가형을 중심으로 최근 들어 꾸준히 증가하고 있으나 아직은 미미한 상태다.

승강기 시장은 크게 보아 새로운 건물에 신규로 설치하는 신규 시장과, 기존에 설치된 승강기 중 수명이 다한 것이나 구기종을 속도와 성능면에서 우수한 새 것으로 교체해 주는 개보수 시장, 설치된 승강기들의 고장을 수리하고 점검하며 운행 효율이 극대가 되도록 하는 유지·보수 시장으로 분류할 수 있으며 선진 업체일수록 신규 시장과 함께 부가가치가 높은 개보수 및 유지·보수 시장 확보에 열중하고 있다.

승강기 보급 대수가 급증하고 이용객이 많아지면서 승강기 분야의 관심은 성능과 효율 및 속도를 높이는 일과 빌딩

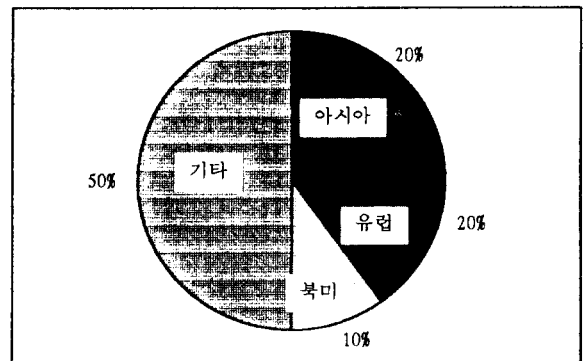


그림 1. 세계 승강기 시장의 지역별 분포.

내 전체 승강기들의 운행효율을 최적화하고 이들을 최소의 비용으로 관리 운영하는 일, 고장시 승객들의 안전을 보장하는 일, 고장이나 점검 때문에 불가동되는 시간을 최소화하는 일, 건물 설계시 예상되는 이용객의 양과 특성에 알맞게 승강기 용량과 위치 등을 설계하는 엔지니어링, 유지·보수를 효율적으로 수행하기 위한 조직과 제도를 갖추는 일, 체계적인 품질 개선과 신제품 개발을 위한 자료를 수집하는 일 등에 모아지고 있다.

따라서, 승강기 기술은 1) 구조물과 안전장치의 최적 설계 및 소음과 진동문제 등을 다루는 기계부와 2) 카를 고속으로 움직이기 위해 모터를 제어하는 인버터 제어부, 3) 200여 종류의 입출력 조건에 따라 운전 시퀀스를 제어하는 운전 제어부, 4) 건물내 운행되는 전체 승강기의 운행 효율(승객의 평균 대기시간 최소화, 장시간 대기율 최소화, 에너지 소비 최소화, 서비스 예보에 대한 신뢰성 극대화 등)을 최적화하기 위해 각 승강기의 운영을 관리하는 군관리

부 5) 한 건물내 모든 승강기의 운행상태와 고장을 모니터링하고 카내에 설치된 비상전화를 1차적으로 접수처리하며, 승강기의 각종 사양을 변경하고 관리하며, 화재 및 지진, 정전 등과 같은 긴급 상황이 발생하면 관리요원이 비상관제운전을 하도록 입출력 수단을 제공하는 on-site 모니터링부와 6) 유지보수 계약에 의해 국내외에 설치된 승강기의 고장상태와 운행상태, 운행성능 등을 전화선을 이용하여 원격으로 모니터링하고, 소비자의 고장신고를 신속하게 접수처리하며, 카내 설치된 비상전화를 on-site 모니터링부에서 일정시간 이상 받지 않을 경우 자동으로 접속되어 접수처리하는 원격감시제어부로 나뉘며 이 밖에도 엘리베이터 엔지니어링과 합리적인 서비스콜 제도 운영에 대한 기술들이 있다. 이러한 각 분야의 기술들은 마이크로 프로세서를 엘리베이터 제어에 응용하면서 눈부시게 발전하고 있으며, 본 논문에서는 특히 최근 들어 관심이 집중되고 있는 승강기 원격감시·진단 시스템의 발전 현황과 전망에 대해 중점적으로 알아보기로 한다.

### 1.2 승강기 원격감시 시스템 개요

마이크로 프로세서가 승강기에 채용되기 전에는 승강기 감시와 관리를 위해 로비층이나 방재실에 건물내에서 운행되는 모든 승강기의 현재 위치와 진행방향, 출입문 상태, 각종에 등록된 부름들의 상태 등을 표시하고 화재와 지진 같은 재난과 정전시에 관제운전을 할 수 있도록 입출력 조작반을 갖춘 디스플레이 패널을 설치하고 건물 관리인이 승강기가 정상적으로 운행하는지 여부와 각종 운행성능들을 직접 모니터링하는 것이 일반적이었으며 현재에도 일부 소규모 건물들에서 이용하고 있다. 이러한 디스플레이 패널방식은 각종 모니터링 정보가 기록되지 않으므로 승강기 관리자는 디스플레이 패널을 항상 감시해야 하며 고장발생시 어떤 원인에 의해 발생되었는지 추적이 어려우며 운행성능에 대한 정확한 측정도 불가능한 단점이 있었다[3].

반도체 기술이 발달함에 따라 승강기 제어에 마이크로 프로세서가 도입되면서 승강기 원격감시에도 전통적인 디스플레이 패널의 문제점을 보완하고자 마이크로 컴퓨터가 도입되기 시작하였다. 마이크로 컴퓨터를 이용한 원격감시에서는 CRT 화면에 디스플레이 패널에서 표시되던 내용들은 물론 디스플레이 패널에서는 불가능했던 승강기 전체의 운행 효율(대기 시간, 에너지 효율, 가감속 시간, 불가동 시간, 승객 발생주이 등)에 대한 모니터링이 가능하게 되었고, 승강기 고장과 운행에 대한 모든 이력이 컴퓨터에 기록됨으로써 고장 발생시 고장원인의 추적과 운행효율의 개선 등에 활용할 수 있게 되었다[3].

마이크로 컴퓨터를 이용한 승강기 원격감시가 전통적인 디스플레이 패널에 비해 그 기능과 역할면에서 모니터링 수준을 한 단계 올려 놓은 것은 사실이나 운행 도중에 화재나

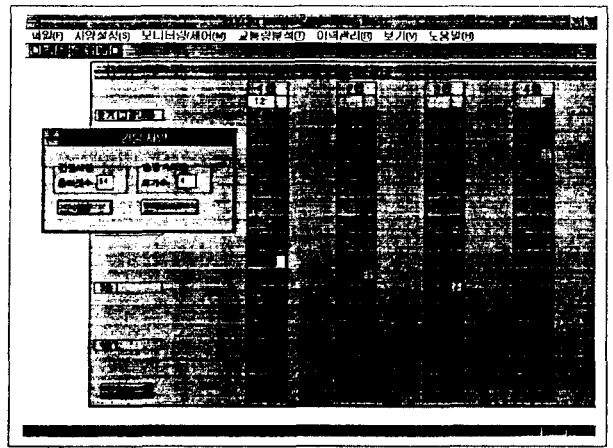


그림 2. 마이크로 컴퓨터를 이용한 on-site 모니터링 시스템 (CRT 감시반)의 감시모습.

지진과 같은 재난이 발생하거나 정전이나 고장 등에 의해 승객이 카 안에 갇히는 사고가 발생할 경우, 건물 관리자가 부재중이더라도 즉시 구출되도록 조치를 취할 수 있는 24시간 상시 감시체계를 갖춘 신뢰성 있는 원격 감시시스템의 필요성이 대두되었다. 따라서, 유지보수회사에서는 모든 승강기에 원격으로 고장과 운행상태, 운행효율, 운행성능, 운행환경 등을 종합적으로 모니터링 하기 위해 센서와 데이터 수집장치(Data Acquisition Unit : DAU)를 설치하여 자동으로 감시하는 체계를 구축하기에 이르렀으며 유지·보수회사는 DAU를 통하여 수집된 각종 누적자료를 분석함으로써 각 건물내에서 운행되는 승강기의 전체 운행효율이 최적화 되도록 균관리 방식과 파라미터 조정을 제안하고, 고장 발생시 그 원인을 진단하고 분석하여 고장의 재발 방지와 수리시간 감축을 꾀하고 있으며, 성능의 열화 과정이나 소음과 진동, 과전류 같은 고장 전조증상들을 측정함으로써 고장을 예측하고, 운행 환경에 따른 각종 부품이나 설비의 내구연한을 학습함으로써 잔여수명을 예측하여 고장을 예방하는 예방중심의 유지·보수 개념으로 전환하고 있다[4,5].

최근 승강기 보급 대수가 급격히 늘어나면서 승강기의 유지·보수를 전담하는 회사들이 속속 출현하고 있고 이런 회사들은 승강기 이용자와 관리인들의 고장신고를 24시간 접수하고 즉시 수리원을 출동시켜 최단 시간내에 문제가 해결되도록 하는 서비스콜 제도를 운영함은 물론 인터폰이나 전화기를 승강기내에 설치하여 탑승객이 갇히거나 위험을 느끼면 승강기내에서 탑승객이 직접 유지·보수회사를 호출하도록 하는 비상 통화장치를 설치 운영하고 있으며, 최근 들어서는 건물들이 대형화·고급화·지능화되면서 건물내에 관리해야 할 설비들이 늘어나고 그에 따른 관리원들의 인건비 부담이 가중되면서 승강기를 비롯한 건물내 냉난방 설비들을 통합하여 무인으로 관리 운영하고자 하는 요구가 점점

고 있어 유지·보수회사에서는 승강기 원격감시를 위한 각종 유틸리티들을 확장하여 건물내 각종 설비들의 고장과 운행 상태, 운행 성능 등을 자동감시함으로써 빌딩 통합 서비스 개념으로 발전하고 있다[4, 5, 6].

따라서, 승강기 원격 감시·진단과 관련하여 대두되고 있는 기술적인 내용들로는 통합 보수운영체계를 어떻게 효율적으로 구성하고 운영할 것인가 하는 구조에 관한 문제와, 수리 및 점검 계획을 최적화하고 작업자를 배치하는 스케줄링에 관한 문제, 각 부품 및 설비의 최적 교체시기를 결정하고 고장을 예측하기 위한 수명과 고장에 대한 모델링과 의사결정에 관한 문제, 승강기의 운행효율이 최대가 되도록 각 건물의 환경에 맞게 군관리 방법과 파라미터를 조정하는 시뮬레이션에 관한 문제들이 있다.

본 논문의 구성은 1장의 서론에 이어 2장에서는 승강기 제어 시스템의 계층적 구성과 군관리 시스템에 대해 알아보고, 3장에서는 승강기 원격 감시·진단 체계의 구조와 기능을 분석한 다음 앞으로 발전 방향에 대해 기술하고, 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. 승강기 제어시스템 구성

승강기 제어 시스템은 공장 자동화시스템과 유사하게 제어 구조가 계층적으로 이루어져 있다. 그림 3 에서와 같이 승강기 제어 시스템은 크게 승강기 한 대의 운전 시퀀스와 모터를 제어하기 위한 승강기 제어부와, 빌딩내에 인접되게 설치된 여러 승강기들의 서비스 효율을 극대화 하기 위해 이들을 그룹으로 묶고 각 승강기에게 서비스를 최적으로 분담시키는 군관리 제어부, 건물 관리자로 하여금 설치된 모든 승강기의 정상적인 운행 여부를 한 곳에서 집중하여 감시하고 정전이나 고장 등에 의해 승객이 갇히거나 화재나 지진 등과 같이 승객들에게 위험한 경우가 발생하면 즉시 승객들을 안전하게 대피시키도록 하는 on-site monitoring system, 건물내에 승강기 관리자를 별도로 두지 않거나 관리자가 부재중일 경우라도 모든 승강기의 운행상태와 고장 여부를 항상 자동으로 감시하고 그 결과를 원격 감시센터에 보고하도록 하여 고장이나 이상 상태가 즉시 해결되도록 조치를 취하고 수집된 누적자료를 분석함으로써 고장을 예방하고 개선을 위한 정보들을 제공하는 원격 감시, 진단 시스템으로 구성된다.

승강기 원격 감시·진단 시스템을 논하기에 앞서 본절에서는 승강기 제어 시스템을 구성하는 부분들 중 특히 운전 제어부와 군관리 제어부에 대하여 이들의 역할과 기능을 중심으로 발전과정과 기술적인 관심사들에 대해 알아본다.

### 2.1 운전 제어부

일반인이 느끼기에는 단순해 보이지만 승강기 한 대를 운

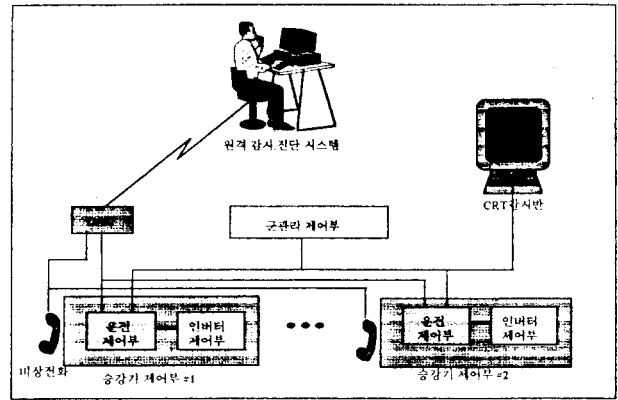


그림 3. 승강기 제어 및 관리체계의 계층적 구조.

전하는 데 필요한 입출력 신호는 승강기의 속도와 건물의 층수에 따라 다소 차이가 있으나 표 1에 정리된 바와 같이 200여개 이상이 된다. 승강기 운전 제어부는 운전에 필요한 각종 입출력 신호들을 지속적으로 감시하면서 입출력 상태의 조합에 따른 운행 규칙에 의거해, 그에 맞도록 제어하는 일을 담당하는데 이를 요약하면, 1) 운전 시퀀스상의 에러나 모터 제어상의 에러, 조작자의 조작 미숙, 노이즈, 고장 등의 원인에 의해 출입문을 연채 달리거나, 카가 규정속도 이상으로 과속되거나, 승강기가 통로의 천정이나 바닥에 충돌할 위험이 있는지 여부 등을 2중3중 또는 그 이상으로 철저히 감시하고 제어하는 일과 2) 카 내부와 각층에 설치된 부름 단추로부터 부름을 등록받고 카를 목적층까지 정확하고 안락하게 도착하도록 주행 프로파일을 만들고 카가 이를 따라가도록 속도를 제어하며 부하에 따라 로프가 늘어나거나 가감속시 로프의 미끄러짐과 엔코더 노이즈 등에 의해 발생할 수 있는 위치오차를 보정하여 목적층에 정확하게 도착하도록(3mm 이내) 제어하는 일과 3) 각층에 대기중인 승객과 카내 탑승객들과 인터페이스를 위해 카의 현재 위치와 진행 방향, 카 도착에 대한 예보, 만원표시(full load) 등을 알려주는 각종 입출력 제어를 담당하며, 4) 그룹 제어기와 on-site 모니터링 시스템, 원격감시 시스템, 진단 및 수리용 단말장치, 간이 조작용 단말장치, 음성과 문자정보 표시장치 등과 같은 각종 외부 장치들과의 통신을 담당한다.

최근 들어 운전 제어부는 과거에 표준형만을 생산하여 소비자에게 제공하던 것에서 탈피하여 승객과 건물주 및 건물 관리인 같은 소비자는 물론 설치자와 유지·보수 및 생산, 설계자들의 다양한 요구를 수용할 수 있는 매우 융통성이 높은 구조로 발전하고 있으며 그 내용을 요약하면, 1) 승강기 입출력이 집중되어 있는 곳마다 별도의 통신용 마이크로 프로세서를 두고 이들을 네트워크로 묶어 메인프로세서와 접속시킴으로써 승강장과 카내에 각종 입출력장치의 추가나 변경이 용이함은 물론 생산과 설치·보수가 용이한 분산제어가 최근 들어 관심을 모으고 있으며[7], 2) 승강기의 지능

표 1. 승강기 운전을 위한 입출력 요약.

구 분	종 류
안전 진단 및 제어	리미트 스위치, 전원 체크, 브레이크, 과속 체크, 출입문 개폐 스위치,
주행 및 착상 제어	모터 속도 및 카 위치측정기, 부하 측정기, 속도 명령, 부하보상 명령
출입문 제어	출입문 개폐 상태, 출입문 개폐 명령, hatch, 출입문 개폐 리미트 스위치
고장 감시 및 처리	온습도 센서, 소음진동 센서, 인버터 고장, watch dog, 전원이상 인터럽트
승객 및 승무원과의 인터페이스	부름 단추, 열림/닫힘 단추, 승무원 조작용 각종 스위치, 부름과 각종 서비스 요구 등록 표시등, 카의 위치와 방향, 도착 예보 표시등
외부장치와 터페이스	그룹 제어기와 on-site 모니터링 시스템, 원격 감시 시스템, 진단 및 수리용 단말장치, 간이 조작용 단말장치, 음성과 문자정보 표시장치

을 향상시키고 운행 효율을 높이며 고장이나 재난을 조기에 검출하고 운행 효율을 저하시키는 탑승객들의 장난이나 승강기의 단순한 고장을 검출하여 이를 강제로 복구시키는 등의 기능을 갖추기 위해 각종 센서의 이용이 늘어나고 있고, 3) 승객이 많이 몰리는 시간대에 단독운전 제어에도 각종의 부름에 대하여 장시간 대기하는 일이 없도록 한다든지 승객이 많은 층에 대해 집중 서비스를 하는 등의 개념이 도입되고 있으며, 4) 고장 검출과 진단, 운행 효율과 운행 성능의 측정, 고장 예방과 부품손상 예방 등을 위한 각종 정보의 수집과 가공, 다양한 외부 장치들과의 접속 등을 위해 MPU 용량이 32bit 까지 확대되고 이들 대부분은 범용 실시간 운영체계를 사용하고 있다. 최근 들어서는 방법과 안전은 물론 승객들에게 다양한 정보를 제공하기 위한 AV 시스템의 응용이 시도되고 있으며[15], 정전이나 고장이 발생하더라도 자체적으로 탑승객을 안전하게 구출할 수 있는 자동 구출운전에 대한 기능들이 보장되고 있는 추세다[1, 7].

## 2.2 군관리 제어부

군관리란 건물내에 두 대 이상의 승강기가 서로 인접하여 운행되는 경우, 인접된 승강기를 그룹으로 묶고 별도의 군관리 제어부를 두어 그룹에 속한 각 승강기들의 서비스를 적절히 분담시킴으로써 이들을 독립적으로 운행시키는 것에 비해 전체적인 성능을 향상시키는 것이다. 군관리 성능 평가를 위한 기준은 매우 다양하나 공통적으로 사용되는 것은 표 2와 같이 승객들의 대기시간을 줄이되 가급적 균형을 이루며 장시간 기다리는 일이 없도록 하는 것과 만원 통과나 교통량 예측의 잘못으로 서비스 예약 승강기 표시가 틀리는

표 2. 군관리 성능평가 기준의 예.

군관리 성능평가 기준	목 표
평균 대기시간	감 소
대기시간의 분산	감 소
장시간 대기율	감 소
서비스 예약 변경	감 소
만원 통과	감 소
전력 소모	감 소

일이 적도록 하며, 가급적 운행 대수와 운행 수를 줄여 전력 소비를 줄이는 것 등이다. 최근 들어서는 군관리 성능평가 기준으로 과거의 물리적인 양보다는 심리적인 양을 중시하는 경향으로 measure 개발이 이루어지고 있다[8].

군관리 기술에 있어서 중요한 점은 현재 각 승강기의 상태(속도, 위치, 방향, 출입문 상태, 탑승인수, 탑승객 목적층)와 등록된 승강장 부름은 물론 앞으로 발생할 승객량과 부름들을 종합적으로 고려하여 전체 승강기의 성능이 최대가 되도록 각 승강기의 운행 스케줄을 제어하는 것이며, 이를 위해서는 현재 대기중이거나 탑승중인 승객들은 물론 가까운 시간내에 발생할 승객들에 대한 발생 시각과 출발 및 목적층 등을 예측하는 것이 중요하나 이제까지의 승강기 설치 및 운영에 관한 관행이나 표본공간(sample space)의 부족 등으로 인하여 많은 어려움이 있다. 즉, 승강기 설치 및 운영에 관한 관행상 승강장에 부름이 있는 경우, 몇 명의 사람이 어느 층을 가기 위해 기다리고 있는지 알 수 없고 단지 알 수 있는 것은 어느 층에서 어느 방향으로 가고자 하는 승객이 한 명 이상 있다는 것 뿐이고, 같은 이유로 현재 탑승한 승객들에 대해서도 현재 등록된 목적층에 몇 명의 승객이 내릴지 알 수 없다는 점과 승강기는 대개 평균 대기 시간이 20초 이하가 되도록 운행 대수와 용량을 결정하므로 군관리를 위해서는 1분 이내에 발생할 승객을 예측하게 되나 교통량이 많은 시간대의 로비층과 식당층 같은 특수층을 제외하고는 대부분의 경우 각종의 승객발생에 대한 예측의 신뢰성이 극히 불량하므로 이를 극복하기 위한 여러 가지 알고리즘들이 개발되고 있다[8~12].

군관리 알고리즘에 관한 연구는 1) 교통량 예측의 신뢰성을 높이기 위하여 load cell 이나 컴퓨터 비전, sensitive pad, 적외선 센서 등을 이용하여 탑승객과 대기중인 승객들을 측정하고 이를 바탕으로 교통량 변화의 추이를 대표적인 몇 개의 패턴으로 분류하여 학습하고 추론하는 교통량 모델링에 관한 것과 2) 각 승강기의 운행 스케줄을 최적화하는데 있어 기준이 되는 평가지표가 물리적인 양과 감성을 고려하여 이용자와 건물 운영자에게 만족스럽게 되도록 개발하고 각 평가지표들간의 상호 관계에 대한 분석을 통하여

### 3. 원격 감시·진단 시스템

승강기 원격 감시·진단 시스템은 고장과 운행내용, 운행 환경, 운행성능 등을 전화선을 통하여 원격으로 항상 감시 하고 이를 통하여 수집된 자료를 분석하여 고장을 예방하고 진단하는 보수운영체제로 이를 올바르게 이해하고 앞으로의 발전 방향을 분석하기 위해서는 원격 감시·진단 시스템을 통하여 승강기 이용자와 건물주, 건물 관리자, 설치 및 유지 보수회사, 생산자들이 원하는 것이 무엇인지를 분석할 필요가 있다.

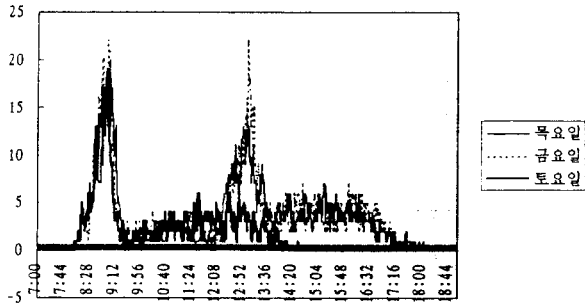


그림 4. 무역센터 로비층에서 탑승하는 승객수의 요일별 분포도.

각각의 가중치를 교통량 변화에 따라 적절하게 변화도록 하는 군관리 성능 평가지수 개발에 관한 것과 3) 승강장에서 대기중인 승객들에게 어느 승강기를 할당할 것인가 하는 의사결정은 NP 문제로 승강기가 많거나 등록된 승강장 부름이 많을 경우 실시간 의사결정이 불가능하여 이를 극복하기 위한 각종 heuristics 개발과 탐색 공간을 최소화하기 위한 다양한 기법(A\*, simulated annealing, 유전자 알고리즘)의 개발에 관한 것, 4) 군관리 효율을 높이기 위하여 각 승강기의 서비스 영역을 2~3(상층부, 저층부 등) 구간으로 나누어 운행한다든지, 두 대의 카를 상하로 묶어(double deck)서 운행한다든지, 초고층의 경우 중간층에서 갈아타게 한다든지 하는 등의 여러 가지 군관리 운영 방법 개발에 관한 것들이 있다[8~12].

이밖에도 지금까지 고가의 별도 군관리 제어기에 의해서만 가능하던 기능들을 염가로 저급기종에까지 확산시키기 위해 군관리 역할을 각 승강기의 운전 제어부에 분산시켜 처리토록 하는 분산 군관리가 새롭게 시도되고 있고[7], 군관리 성능이 건물 이용자의 특성과 교통환경에 따라 크게 영향을 받으므로 건물의 환경에 맞도록 미리 알고리즘을 선정하고 파라미터를 튜닝하기 위한 시뮬레이션 및 학습 방법들이 개발되고 있으며[8], 군관리 효율을 높이기 위한 한 방법으로 승강장에 대기중인 승객들을 적절히 유도하거나 자신들의 목적층을 미리 등록하도록 하는 등의 방법으로 승객들을 군관리에 적극적으로 참여시키려는 시도도 있다[8,13].

#### 3.1 필요성

최근 이탈리아의 한 조사기관에서 엘리베이터 이용자들을 대상으로 행한 인터뷰 결과에 의하면 이용객들의 최대 관심사는 안전성과 비상시 외부와 통화장치, 비상시 구출 장치 등에 관한 것으로 나타났으며 안락함이나 속도 등에 대한 관심은 상대적으로 적은 편이었다[15]. 이런 결과는 안전 엘리베이터가 개발된 지 100여년이 지났음에도 불구하고 아직까지 엘리베이터 이용객들이 카가 추락하거나 카내에 갇히게 되는 것을 두려워하고 있음이 분명한 것 같다. 안전에 관한 이용자들의 절대적인 요구 못지않게(인터뷰 질문 항목에 들어 있지 않아 정확한 통계자료는 알수 없으나) 많은 이용자들의 소망은 승강기를 점검하거나 고장 때문에 이용할 수 없는 시간을 최소화하거나 아예 없게 하는 것이며 이러한 바람은 고층부 아파트에 거주할수록, 이용자의 몸이 불편할수록 더욱 절실할 것이다. 따라서, 승강기 이용객들의 최대 관심은 안전하고 신뢰성 있는 승강기이며 고장이 나거나 카안에 갇히더라도 이를 감지하여 즉시 해결할 수 있는 체계와 외부와 통화할 수 있는 비상통화장치이다.

승강기를 운영하는 건물주의 경우 승강기를 이용하는 사람들이 위험에 처하거나 잦은 고장과 점검에 의해 불편하지 않아야 함은 물론, 어떤 문제가 발생하더라도 이를 유지보수회사에서 즉시 인지하고 출동하여 최단 시간내에 해결되도록 함으로써 승강기의 불가동 시간이 최소가 되도록 하는 것이며 승강기를 유지하고 운영하는 데 필요한 비용(승강기 관리원 인건비, 전기료, 보수비, 수리 및 교체비 등)이 예산

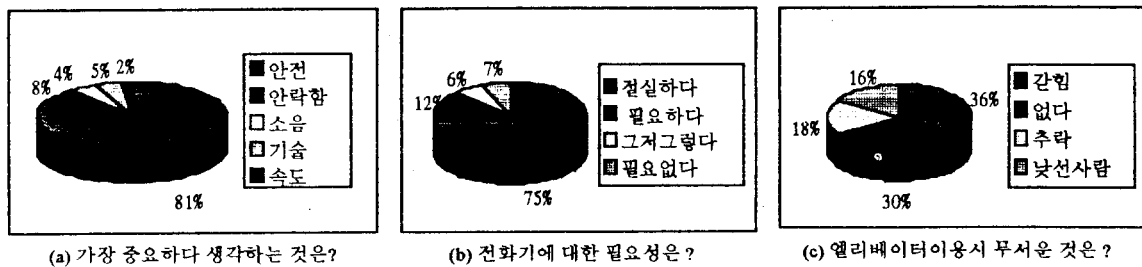


그림 5. 승강기 이용객들에 대한 설문조사 결과.

책정시 반영될 수 있도록 예측이 가능하고 저렴해야 한다. 또한, 가능하다면 빌딩내 냉난방 장치와 같은 빌딩 설비들을 승강기와 함께 통합 관리되도록 하여 빌딩운영에 필요한 장비와 인원을 최소화하고 빌딩내 관리원이 자리를 비우더라도 문제가 발생하면 즉시 유지·보수회사에서 이를 감지하고 필요한 조치를 취할 수 있어야 한다.

승강기 유지보수를 담당하는 회사들이 경쟁력을 갖기 위해서는 원격 감시·진단 시스템을 통해 고장을 최소화하고 문제 발생시 이를 바로 인지하여 조치를 취함으로써 소비자들을 만족시켜야 함은 물론 매년 승강기 유지보수 계약 대수가 급격히 늘어남에 따라 비대해지는 유지보수 조직을 효율적으로 관리하고 운영하기 위한 컴퓨터 통합 운영체계를 갖추어 보수시장을 확대해 나갈 수 있어야 한다. 컴퓨터 통합 운영체계에서는 고장 접수에서부터 수리 및 점검을 위한 작업계획과 작업자 배치, 작업 내용 조언, 작업 결과 확인 등과 같은 직접적인 지원과 자재 관리, 성과 관리, 보고자료 출력과 같은 간접지원에 이르는 전 과정이 유기적으로 연결될 수 있는 수단을 제공해야 한다.

승강기를 공급하는 생산자는 생산된 제품들을 빨리 안정화시킬 수 있도록 원격 감시·진단 시스템을 통하여 승강기를 운영하면서 발생하는 모든 고장의 근본적인 원인과 성능의 열화과정 등을 분석할 수 있는 상세한 자료와 신제품 개발과 연구를 위한 운행 환경과 건물의 특성, 사용자 특성, 교통량 등에 대한 자료수집이 필요하다.

### 3.2 기 능

앞서 살펴본 바와 같이 원격 감시·진단 시스템에 대한 각 분야의 다양한 요구를 요약하면 고장 예방과 비상시 외부와 전화 통화, 문제 발생시 신속한 감지와 복구, 불가동 시간의 단축, 유지보수원 1인당 관리 대수의 증가, 유지 보수 조직의 효율적인 운영, 제품 개선과 연구를 위한 자료 수집 등이며 이런 내용들이 원격 감시·진단 시스템을 개발할 때 최대한 수용되어야 한다.

#### 가. 원격 감시기능

이상적인 원격 감시를 위해서는 접속된 모든 승강기의 상태가 감시센터에서 투명하게 보여야 하므로 이를 위해 기계실에 있는 각 승강기 제어부의 모든 내용을 감지하여 이를 감시센터로 보고하는 데이터 수집장치 DAU를 설치한다. DAU는 감시센터의 명령에 따라 감시 내용과 주기 등을 변경할 수 있으며 DAU에 수집된 모든 정보는 내부에서 일차적으로 분류되어 긴급한 고장은 즉시 감시센터로 보고되고 그렇지 않은 것들은 가공하여 내부 메모리에 누적하고 있다가 필요할 때마다 감시센터로 보고된다.

DAU에 의해 감시되는 내용은 운전 제어부의 종류와 기능에 따라 차이가 있으나 표 3에 정리된 바와 같이, 1) 고

표 3. 승강기 원격 감시 내용 요약.

구 분	내 용
고장 내용	승강기 고장, 정전, 지진, 화재, 승객 감힘
운행 내용	안전계통 상태, 출입문 상태, 각종 입출력 상태, 중요한 내부변수 상태, 단기 상세 운행이력, 외부와 인터페이스 상태
운행 효율및 성능	운행 전과정에 대한 주요 상태변화 이력, 서비스 시간, 서비스 효율, 승차감, 착상오차, 출발 및 정지시 쇼크
운행 환경	온도, 습도, 탁도, 진동, 소음
기 타	비상전화(인터폰) 호출

장의 종류, 정전이나 지진, 화재와 같은 위급한 상황이 발생했는지 여부, 승객이 카내에 갇혀 있는지 여부, 비정상적인 운전을 하는지 여부와 이런 내용들을 구체적으로 판단하기 위한 보충 자료 2) 고장 진단과 부품 및 설비의 수명 예측, 신규 설치 후 성능 분석과 미비점 분석을 위한 자료, 보수와 점검 내용 확인을 위한 각종 입출력 내용과 변수들의 상태 변화과정에 대한 이력, 3) 승객을 태우고 출발해서 목적층에 도달하여 문을 여닫기까지의 전과정을 통하여 승강기의 결합과 고장을 예견할 수 있고 서비스 효율이 나빠지는 것을 진단할 수 있는 중요한 상태들의 시간에 따른 변화과정, 4) 승객의 부름에 대한 서비스 시간 분포, 주행중의 승차감, 목적층에 도착할 때 착상오차, 출발하고 정지할 때 쇼크의 크기 등과 같이 운행 효율과 성능을 진단하기 위한 내용, 5) 부품과 설비의 교체시기 판단에 대한 신뢰성 향상과 기계실 과열을 방지하기 위한 온도도 및 먼지 센서, 기계부품의 심각한 고장을 미리 예견하고 고장 부위를 진단하기 위한 진동 및 소음센서의 측정 결과들이다.

#### 나. 원격 진단 및 예방 기능

원격 감시센터의 모니터 요원들은 운행중인 승강기에 문제가 발생되었음이 DAU나 고객들로부터 신고되면 즉시 신고된 고장 종류를 근거로 고장 내용과 원인을 정확히 진단하기 위하여 고장난 승강기에 대한 과거 수리 및 점검 이력을 참조하고, 현재 입출력과 내부 변수들의 상태, 고장 나기 전까지의 운행에 대한 상세 이력, 운행 성능의 변화 과정, 운행 환경에 대한 측정자료 등을 종합적으로 분석하며 필요할 경우 DAU에 전화를 걸어 승강기 제어부의 상태에 대한 추가적인 내용을 온라인으로 요청하여 검색한다.

이와 같이 원격 진단에 의해 고장의 내용과 원인이 파악되면 문제 해결에 필요한 인원과 부품, 공구, 자료 등을 미리 준비할 수 있어 보다 신속하고 정확한 문제 해결을 꾀할 수 있으며 경력이 많은 사람을 모니터 요원으로 활용하여

표 4. 예방의 종류 및 예방을 위한 자료.

예방 종류	참조 자료
고장 예측	과거 이력, 운행 성능, 소음 및 진동, 구동부 과전류
부품 및 설비 잔여수명 예측	과거 교체 이력, 운행 이력, 운행 환경, 설치 및 유지보수 담당자
서비스 효율 개선 방안 제안	운행 이력, 운행 효율, 운행 성능
유지보수 비용계획	부품 및 설비의 잔여수명 예측

고장진단을 담당하게 하고 나머지 사람들을 현장에 투입함으로써 유지보수 요원들의 교육기간을 줄일 수 있음은 물론 경력자와 비경력자 모두를 활용할 수 있다는 점에서 유지보수 요원들의 잦은 이직에 의한 경력자 부족문제를 어느 정도 보완할 수 있고 인력 활용도 극대화할 수 있는 이점이 있다.

원격 감시·진단 시스템에서 매력을 갖는 부분은 감시센터에서 모니터 요원에 의해 이루어지는 일련의 진단 과정들을 확률·통계적 분석과 AI이론 및 전문가 시스템의 활용등을 통하여 모델링할 경우 문제가 발생되기 이전에 이를 인지하여 미리 적절한 조치를 취하도록 하는 예방적 유지·보수가 가능하다는 점이다. 이러한 예방 기능은 유지·보수 운영을 지금까지의 사후 대응 체계에서 사전 대응 체계로 바꾸는 획기적인 계기가 될 것이며, 사전 대응 체계가 될 경우 고장률이 현저히 감소됨은 물론 유지·보수 효율을 향상시킬 수 있으며 부품 수급과 비용을 미리 예산에 반영할 수 있는 등 많은 장점을 갖고 있다. 그러나, 사전 대응만을 너무 강조할 경우 빈번한 점검과 부품교체 때문에 이용자가 불편함은 물론 건물주와 유지보수회사 모두에게 비용의 증가를 초래할 수 있기 때문에 사전 대응의 정도와 그에 따른 대가를 반드시 염두해 두고 그 수준을 결정해야 한다.

다. 스케줄링 기능

지금까지는 대부분 유지·보수원들이 미리 계획된 점검 항목에 따라 모든 승강기를 월 1회 이상 정기적으로 점검하며, 서비스센터에서 고장신고를 접수하면 상황판을 보고 현장에 가장 빨리 접근할 수 있는 사람에게 수리명령을 내렸으나 유지·보수 조직이 커지면서 예방을 위한 체계로 바뀌고 승강기 보수와 점검에도 기능을 요하는 일이 많아지면서 체계적이고 효율적으로 보수와 점검 작업을 계획하고 분담시킬 수 있는 스케줄링 기술이 필요하게 되었다. 따라서, 서비스센터에서는 고장이 접수되거나 예방을 위한 점검과 수리요청이 들어오면 필요한 작업의 종류와 내용을 파악하고 작업자들의 현재 상태와 현장까지 이동 시간, 작업에 필요

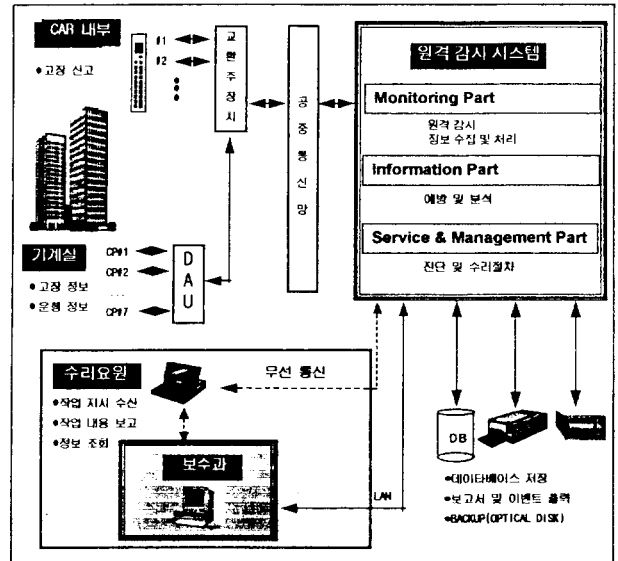


그림 6. LG산전 서비스센터 운영 구조.

한 기능과 장비의 준비 여부, 담당 지역, 다른 작업자들과의 형평성 등을 종합적으로 고려하여 작업 계획을 세우고 그 결과에 따라 각 담당자에게 작업 내용을 통보하게 되며 작업자는 통보받은 작업을 끝내는 대로 휴대용 컴퓨터 단말기를 이용하여 작업 내용 중 누락되거나 잘못된 것이 없는지 체크하고 작업 결과를 서비스센터에 알려준다.

이 밖에도 서비스센터에서는 각 승강기 유지·보수에 필요한 모든 정보를 종합적으로 기록하고 관리함으로써 고장 진단과 예방은 물론 작업자 배치와 작업결과 확인, 작업자 조인, 자재 관리, 관련 부서에 자료 제공, 보고자료 출력 등과 같은 일련의 작업들이 서비스센터의 데이터베이스를 중심으로 유기적으로 이루어지도록 하는 컴퓨터 통합 보수체제로 발전하고 있다.

3.3 구 성

원격 감시·진단 시스템의 운영체계는 고장 감시와 접수, 작업자 배치, 고객과 고장에 대한 이력관리 등을 각 지역 서비스 센터에서 독립적으로 수행하는 분산형 구조와 중앙의 서비스센터 한 곳에서 집중하여 담당하는 중앙 집중형 구조로 구분된다. 분산형 구조의 한 예로 일본 미쓰비시의 빌딩테크노서비스 회사를 들 수 있으며 12만대의 승강기와 10만대의 공조기, 5천대의 빌딩설비를 관리하기 위해 일본 전역 10개 지역의 정보센터를 운영하고 있다[6]. 중앙 집중형 구조의 대표적인 예로는 미국 Otis사의 Otis Line을 들 수 있으며 이곳에서는 인공위성을 통한 전세계 서비스망 구축을 추진하고 있다[17].

LG 산전은 서울, 부산, 대구, 광주, 대전 5곳에 서비스센터를 독립적으로 운영하고 있으며 서비스센터 내부에서 승강기 원격 감시·진단을 위한 시스템 운영은 그림 6과 같이

client-server 방식을 취하고 있다.

#### 4. 결 론

언뜻 보기에 단순한 것처럼 보이는 승강기를 제어하고 효율적으로 관리하기 위해서는 1) 인버터 기술, 시퀀스 제어, 진동 및 소음 제어와 같은 제어공학과 2) traffic modeling, multi-objective 의사결정, 스케줄링과 같은 산업공학, 3) 고장 모델링, 부품의 내구수명 모델링, 실험 계획, 최적 의사 결정 등과 같은 확률, 통계학, 4) 인공지능과 데이터 베이스, 네트워크, 운영체제, user interface 등과 같은 전산학, 5) 운송도는 물론 진동과 소음, 탑승객 및 대기승객을 감지하는 센서공학, 컴퓨터에 의한 통합 유지·보수 관리기술, 분산 제어와 원격 감시를 위한 멀티미디어 통신기술 등 매우 다양한 분야의 기술이 필요하다. 승강기 제어 및 원격 감시·진단 시스템은 공장 자동화 시스템과 그 구성요소는 물론 구조와 기술면에서 많은 유사점을 갖고 있어 공장 자동화와 관련된 많은 기술들이 승강기에 활용될 수 있을 것으로 기대되며 최근 들어서는 산학협동 연구를 통하여 몇몇 단체와 학교에서도 승강기 기술에 관심을 갖게 되었다.

전세계적으로 현재 운행중인 승강기는 대략 500만대에 이르고 매년 30만대 정도가 새로 설치되고 있으며 도시화가 급격히 진행되고 고령화 사회로 변하면서 승강기 시장은 많은 성장 가능성을 갖고 있다. 우리나라는 적지않은 기간동안의 승강기 생산 경험을 통하여 생산기술을 확보하고 있으며 아시아지역 시장의 성장 잠재력을 감안 할 때 승강기 시장에서의 세계 석권에 매우 유리한 위치에 있으나 아직까지는 공장 자동화에 비해 학계는 물론 일반인들의 관심이 적어 기술발전에 많은 어려움이 있다. 본 논문을 통해 저자는 비록 엘리베이터 시스템의 일부분이긴 하지만 운전제어와 원격 감시·진단 시스템을 소개함으로써 승강기에 대한 관심이 많아지기를 바라는 마음이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] LGt산전 연구소 번역자료, “승강기 기술의 전망”, 1991.
- [2] J. Ho, “Elevator/Escalator Trends in Southeast Asia”, Hitachi Reviews Vol.42, No.5, pp.179-184, 1993.
- [3] The Staff of KJA Consultants, INC., “Remote Monitoring Comes of Age”, Elevator World July 86, pp. 63-72, 1986.
- [4] “엘리베이터 원격감시·진단시스템”, 엘리베이터. 주차설비 9312, pp. 128-132, 1993.
- [5] 신이치로 가와노 외 3, “예방보수기능을 채용한 원격 지능형 엘리베이터 진단 시스템”, 엘리베이터. 주차설비 9407, pp. 70-75, 1994.
- [6] A. Takeuchi and H. Kamaike, “Mitsubishi’s Maintenance Information Center”, Elevator World, pp. 54-58, May 1991.
- [7] LG산전 연구소, “분산제어형 엘리베이터 제어기 개발 보고서”, 1994.
- [8] LG산전 연구소, “엘리베이터 군관리 특허분석(한, 미, 일 출원내용)”, 1993.
- [9] Marja-Liisa Siikonen, Jussi Leppala, “Elevator Traffic Pattern Recognition”, KONE Elevators Research Center, IFSA, 1993.
- [10] L.R.Al-Sharif, “The Use of Moving Average in Filtering Lift Traffic Patterns”, Control Systems Center, UMIST, 1991.
- [11] L.R.Al-Sharif and G.C. Barney, “The Inverse S-P Method Deriving Lift Traffic Patterns from Monitored Data”, Control Systems Center, UMIST, 1991.
- [12] G. Shenquan and F. Song, “Up-Peak Traffic Simulation of Elevators”, Suzhou Shindler Elevator Co. Ltd.
- [13] G.R. Strakosch., “Vertical Transportation : Elevators and Escalators(2nd edition)”, John Wiley & Sons, 1983.
- [14] G.C. Barney, “Elevator Technology 5”, Proceedings of ELEVCON '93, 1993.
- [15] G.C. Barney, “Elevator Technology 6”, Proceedings of ELEVCON '95, 1995.
- [16] K. Kawai and H. Ikejima, “Advanced Safety Features for Elevators”, Elevator World Dec. 91, pp.74-77, 1991.
- [17] LG산전 연구소 번역자료, “오티스 엘리베이터사의 비즈니스 리엔지니어링 사례”.





**박 종 현**

1959년 충남 아산 출생  
 1965~71년 송남국민학교 졸업  
 1971~74년 송남중학교 졸업  
 1974~77년 온양고등학교 졸업  
 1982~86년 고려대학교 공과대학  
 전자공학과 학사  
 1986~88년 한국과학기술원 전기

및 전자공학과 석사  
 1988~94년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사  
 1993~현재 LG산전(주) 연구소 선임연구원



**임 계 영**

1953년 광주 출생  
 1958~64년 광주 서림국민학교 졸업  
 1964~67년 광주서중학교 졸업  
 1967~70년 광주 제일고등학교 졸업  
 1971~75년 서울대학교 공과대학 전  
 기공학과 학사  
 1982~83 State University of New

York at Stony Brook, Dept. of Electrical Engineering 석사  
 1983~85년 State University of New York at Stony  
 Brook, Dept. of Electrical Engineering 박사  
 1978~81년 국방과학연구소 연구원  
 1982~85 State University of New York at Stony Brook,  
 Research & Teaching Assistant  
 1986년 New York Institute of Thechnology, Visiting  
 Professor  
 1986~현재 LG산전(주) 연구소 이사  
 TEL/(0343)50-7500 FAX/(0343)50-7599  
 경기도 안양시 동안구 호계동 533 LG산전(주) 연구소