

건물의 전력관리를 위한 (1) 자동화방법

Automation System for Power
Control in the Building

김 성 모

대한전기협회 교육위원회 위원장

1. 머리말

전력설비의 관리는 공장이나 사업장에서의 생산과 업무에 필요한 전력을 수전 또는 발전하여 구내의 부하에 안전하고 원활하게 공급하기 위한 종합관리를 말하는 것으로서, 계획-실시-평가의 "관리 사이클"에 따른 업무를 말한다.

현재보다 경제적이고 합리적인 전력의 사용율도모하기 위해서는 건물의 고층화와 대형화, 기능의 복잡성에 따른 전력관리를 자동화 시스템의 도입으로 설비전반을 유기적으로 연계 운용하여 각 설비의 운전과 조작 등에 있어서의 인력절감은 물론 에너지 절약 제어에 의한 운영에서 경제성과 효율성 향상을 도모하고 생활공간에 안전성과 편리성의 확보, 쾌적환경의 유지관리, 긴급시의 신속, 쾌적한 조치 등을 행하여야 한다.

이를 위한 자동화 시스템은 각종 현장설비 기기들의 작동상태를 알 수 있는 관련정보를 광, 기, 온도, 압력, 변위, 전압, 전류, 센서 등을 통하여 수집, 분석하여 원격제어하는 것으로서 컬러 그래픽 처리가 가능하며 작업자가 눈으로 보고 감시제어 할 수 있는 동시에 사용자의 요구에 따른 공정운용 및 관리결과를 일, 주, 월

간 보고서 형태로 자동기록토록 하여 수변전설비, 공조냉난방설비, 위생설비, 조명설비, 승강기설비, 주차장설비, 방재방법설비, 자동집중점침설비 등의 각종 프로세스 기기를 종합적으로 집중제어 감시할 수 있도록 하기 위한 것이다.

전기기술이 일렉트로닉스화 되고, 전력설비의 관리 측면에서 건물용도의 다변화와 복잡화, 입주자의 생활수준 향상과 인건비의 상승에 따라 쾌적한 환경, 안정성, OA화를 포함한관리성이 향상됨에 따라 우리 전기기사들은 관리측면에서 최신기술의 습득과 그 동향에 대한 연구점토가 있어야 하고 자동화를 위한 전력설비의 관리 포인트를 계획, 실시 평가하는 데 노력을 경주하여야 한다.

2. 자동화의 도입현황

에너지의 효과적 이용을 위하여 복잡한 설비에 숨겨져 있는 손실을 찾아내고 에너지 절약화를 위하여 자동화의 작업이 활발히 전개되고 있다. 이러한 시점에서 국내의 공급업체들은 하드웨어의 국산화 및 소프트웨어 개발에 주력하고 있으며, 운용자나 엔지니어도 각 시스템을 특성에 맞게 프로그램을 수정하고 응용이 용이한 소

프트웨어 시스템의 공통화, 표준화에 주력하고 있다. 외국 공급업체도 종래에는 5~7 개사에 불과하던 것이 최근에는 20개사로 늘어났다.

예를 들어 미국의 하니웰사를 비롯 존슨 콘트롤스, MCC 파워즈, 메트라, 피셔, 폭스보르, 메일리, 테일러, 리드앤드럼사와 일본의 히다찌, 도시바, 요코가와 후스킨, 영국의 트랜스미턴사, 그리고 스위스의 랜드스기아, 사우터, 스테퍼사 등이 판촉에 나서고 있다.

국내 공급업체들로 외국과 기술제휴가 되고 있는 현황을 보면, 금성하니웰사-미국의 Honeywell, 삼성전자-미국의 Johnson Control, 동양화학-미국의 Metra, 국제 컨트롤-영국의 Searchwell, 스테파 코리아-스위스 Staefa, 조광 엔지니어링-미국 MCC Powers, 토탈 오토메이션-스위스랜드기아, 나라제전-스위스 Sauter, 정한상사-일본 Toshiba 등으로서, 자체개발에 의한 국산화와 일부 국내생산과 소프트웨어 개발 등을 하고 있는 실정이다.

1977년 이후 국내 건물 자동화 시스템을 국내 5개 업체에서 공급한 현황을 살펴 보면 1981년 이전에는 17업소에 지나지 않았던 것이 도심 재개발과 더불어 '83년 이후에는 급격히 증가하여 1년간에 50여개 업소에 시설을 하는 현상으로 급상승 일로에 있다.

이 밖에도 조명 제어 등의 부분 자동화 시스템과 한 회로에 여러 신호를 송수신할 수 있는 반송파를 이용하거나 전력선 데이터 통신을 활용함으로써 별도의 배선이 없이도 감시 제어할 수 있는 간이자동화 시스템이 보급되고 있으며 기존건물 등에 많이 사용되고 있는 것으로 나타나고 있다.

최근에는 가사 자동화(HA) 시스템의 발달과 보급의 확대로 주택과 소형 건물 등이 안정성과 편리성 및 경제성 등을 높일 수 있게 되었으며, 화재나 방범, 가스 누출 등을 자체 컴퓨터의 조작으로 경보음을 내거나 해서 이상유무를 알게 되고 전화로 통해 전열 기구 등을 제어할 수 있게 되었다.

가정용 자동화 시스템은 입출력 점수가 감지 : 6~8회로, 전기기기 : 4~6회로로서 지정 시간에 전기를 ON/OFF하며 전화회선을 이용, 전력기기 등을 ON/OFF 할 수 있으므로 먼 거리에 있는 기기들의 조작은 물론 실내 내부에 있는 전등, 방범, 화재 등을 점지하여 원거리에서 점검 할 수 있다. 방송국 계통 등에서는 송신소나 먼 거리에 있는 펌프실 등의 점검 조작 등에도 많이 활용되고 있다.

3. 시스템의 구성, 기능 및 기기의 동향

가. 시스템의 구성

건물의 초고층화와 대규모화에 따라 감시제어 대상도 많아졌으며 복잡화되고, 처리기능의 고도화 등으로 인하여 정보 처리량이 대폭 증가하였고 현장제어소 등에서는 처리량도 복잡화되고 있다.

이에 대응하여 자동화 시스템은 피관리 대상의 분포를 고려하여 감시제어 기능을 분산시키고 호스트/프론트계, 전송계 및 프론트 엔드계로 계층 구성함으로써 상위에 설치한 관리 시스템과 연결하여 시스템 전체의 효율화를 기할 수 있으며, 집중관리 및 제어의 분산처리방식을 채용하여 기능과 위험을 분산시키고 있다.

이와 같이 감시제어 대상을 한 곳에서 집중관리 함으로써 감시제어 성능의 향상뿐 아니라 에너지 절약과 인력절감을 도모할 수 있는 자동화 시스템의 도입이 확대되고 있다. 더욱이 고신뢰성이 요구되는 건물 시스템의 경우 CPU의 이중화는 물론 보조기억장치, CRT Display, Typewriter 등도 필요에 따라서 이중화 시스템으로 구성한다.

시스템의 구성은 호스트/프론트계 (Host/Front System), 전송계 (Transmission) 및 프론트 엔드계 (Front End System)의 계층구성으로 하고 각각의 제어용 컴퓨터 및 마이크로 컴

퓨터 등으로 인텔리гент화를 도모한 분산제어방식을 채용하여 기능과 위력을 분산시켜 하드웨어와 소프트웨어의 양면에 대한 확장성을 향상시키는 방식이 주류로 되어 있고 이 방식이 계속 추진될 것이다.

이와 같이 시스템은 각각 독자적인 미니컴이나 마이컴 등 분산된 컴퓨터를 탑재하고 각각 자기 시스템내의 처리성과 신뢰성, 확장성 등을 추구하여 최적화를 도모하는 동시에 업무의 제충화에 의하여 시스템 전체의 최적화를 도모한다.

호스트/프론트계에 관리를 집중하고 제어는 각 분산 컴퓨터에 실행시키는데 위험의 분산, 호스트 부하의 저감, 고속응답을 실현할 수 있고, 한편 관리를 호스트 컴퓨터에 집중시킴으로써 보수관리의 일원화 및 효율적인 시스템 운용을 도모하고 또 전 시스템으로서의 처리성, 응답성, 신뢰성, 확장성의 향상을 실현할 수 있다.

나. 시스템의 기능

(1) 감시제측기능

감시 제측기능은 프로세스 컬러 디스플레이를 중심으로 표시되는 전체 프로세스를 전력, 공조, 위생, 방재관계 등 설비기능별로 분할하고 각각을 일괄해서 표시하여 CRT 화면 인덱스를 하는 오버뷰(Overview), 계통단위 또는 장소별로 구분하여 자세한 데이터를 표시하는 디테일뷰(Detailview), 주요 데이터의 트렌드를 감시하는 트렌드뷰(Trendview) 및 캐릭터 표시를 주제로 한 각종 리스트, 엔지니어링 데이터 표시를 기본으로 하고 있다.

이와 같이 CRT에 의해 다량의 정보를 그래픽이나 리스트 등 이해하기 쉬운 형태로 표시하기 때문에 감시효율이 매우 향상되고 또 조작이나 설정 등의 각종 오퍼레이션도 CRT와 대화하면서 할 수 있기 때문에 조작성이 대폭으로 향상된다. 따라서 이와 같이 맨머신성이 매우 우수한 CRT는 감시제측, 조작 등이 주류로 되어 있다. 또 관리접수나 관리기능, 내용, 그리고 CRT의 분담기능 등에 의하여 복수화되는 경향이

있고, 이것에 의하여 맨머신성 및 리턴턴스가 보다 개선된다.

(2) 제어기능

제어기능의 내용으로 단순히 각종 설비의 정상운전을 도모하는 경우와 정상운전에서 보다 고효율의 운전을 목적하는 경우, 그리고 비상시나 긴급시의 인원, 재산의 안전을 확보하기 위한 제어의 3종류가 있다. 첫째의 경우는 스케줄 제어 등이 해당되고, 둘째의 경우는 각종 에너지 절약을 위한 제어 등에 해당한다. 셋째의 경우는 화재나 정전시의 각종 비상제어에 해당한다. 여기에서의 각종 기능은 전력화, 에너지 절약화 및 안전의 확보에 크게 관계되고 자동화를 도입한 효과의 중요한 부분으로 되어 있다.

자동화는 기억장치에 파일되어 있는 프로세스 정보를 사용하여 각종 연산이나 논리판단을 하여 각 설비의 다원적인 운용을 하고 운전효율이 라든가 운전시간, 부하경감, 외기 에너지, 열 회수, 운전역률, 전력기본요금의 운용 등 최적화를 목적으로 하여 에너지 절약제어를 한다.

(3) 기록기능, 분석기능

프로세스 데이터의 기록기능으로서는 각종 프린터에 의하여 자동적으로 전력 데이터 분석, 트러블 원인분석, 보수작업에 크게 기여하고 있지만 인쇄된 용지의 관리나 용지의 보충, 프린터의 보수라는 점에서 불필요한 기록은 제외하고 필요 최소한의 데이터 기록에 그쳐야 할 것이다.

또 필요정보는 기억장치내에 파일화하여 필요할 때 필요한 정보만을 인쇄하는 방법이 취해질 것이다. 또 프린터에 CRT 코피 기능을 부여하여 CRT에 표시된 각종 리스트나 데이터, 그래프 등을 프린터에 코피하여 프린터 인쇄 포맷과 CRT 포맷의 공용화를 도모, 소프트웨어의 경감을 도모하는 방법도 이용될 것이다.

최근에는 건물내의 각 테넌트나 구분소유자에 대한 전기요금, 수도요금, 하수요금 등, 공공요금의 최적 안배를 자동화에 의하여 하고 그 결과

를 자동인쇄 또는 청구서 인쇄를 하는 경우가 있지만 계산식이나 원단위, 테넌트 등의 변경, 추가 등에의 대응 및 오차나 미스가 발생하면 신용상 큰 문제가 되기 때문에 충분한 검토와 신중한 대응이 필요하다.

에너지 원단위 해석을 자동화 시스템이 수집하는 데이터를 기초로 하여 원단위 악화 요인을 규명하고 그것을 기준으로 단위개선 요인 제안을 할 수 있다. 따라서 자동화 시스템은 에너지 관리의 해석수법을 위한 데이터 베이스의 정비에 대하여 매우 중요하다. 이 데이터 베이스는 단지 원단위 해석뿐 아니라 각종 에너지 절약해석이 사용된다.

(4) 설정기능, 보수기능

각종 설정기준은 CRT활용에 의하여 계측 스케일, 상하한치 설정에 의한 스케줄, 각종 제어 부하설정에 의한 디맨드 운전시간 등에 의한 설정 포인트와 입출력 포인트의 추가에 의한 조작 기능과 인쇄기능의 변경으로 보수기능을 행하며, 특히 관리 시스템이 운전후의 변경에 대하여 설정조작을 CRT와 대화형으로 함으로써 메뉴얼이나 취급명세서를 보지 않더라도 운전자가 쉽게 조작할 수 있도록 하는 것이 필요할 것이다.

그리고 자동화 시스템의 계획단계 또는 제작 중에 사용자와 제작자가 여러번 타협점을 찾아 조절한 후 가동에 들어가야 한다. 따라서 앞으로는 어느 정도 소프트웨어를 사용자에게 개방하여 전체로서의 신뢰성이나 처리성을 손상함이 없이 제한된 범위에서는 소프트웨어나 프로그래밍을 마스터하지 않아도 간단한 키보드에 의한 대화형 절차에 의하여 사용자라도 경미한 변경에 대해 대응할 수 있는 소프트 보수기능이 실용되어야 될 것이다.

4. 관리대상 설비와 제어방식

관리대상 설비는 감시제어 시스템이 도입되기 시작하면서 전력, 공조계를 중심으로 많은 제어

프로그램이 개발되어 컴퓨터 제어로서의 효과를 나타내기 시작하였으며, 에너지 절약차원에서 특성을 고려한 최적화 제어기술이 발전하게 되었다. 특히 근대에는 공조설비의 분산화가 추진되어 실내환경을 국부적으로 제어함으로써 최적화를 추구하게 되었다.

에너지 절약 차원에서 중앙감시실에서 컴퓨터를 이용한 감시, 확인, 조정, 통제를 할 수 있는 대상설비로는 수변전설비의 차단기, 단로기의 개폐상태, 전압, 전류, 전력, 무효전력, 주파수, 역률, 전력량, 계측 상하한 전력 디맨드, 전동 스케줄 제어, 정 복전시 부하제어, 발전기 부하제한 등을 행하며 공조냉난방설비, 위생 설비, 승강기설비, 비상전원설비, 방재·방범설비, 통신설비, 주차장설비, 자동검침설비 등을 들 수 있다. 이들 설비를 제어하기 위한 방식에는 시퀀스 제어, 스케줄 제어, 피드백 제어, 피드퍼워드 제어 등이 있고 이외에 설정값 제어(SPC), 직접 디지를 제어(DDC), 컴퓨터 감시제어(SCC), 최적제어방식 등이 적용되고 있다. 각 방식별로 구분하여 설명하면 다음과 같다.

가. 시퀀스 제어와 스케줄 제어

시퀀스 제어는 프로그램 제어와 조건제어로 분류되며, 프로그램 제어는 핀보드, 테이프, 카드, 챔 등에 의해 미리 제어동작이 정해져 있어 그 정해진 순서대로 동작을 하는 제어방식이고, 조건제어는 위치, 전기량, 물리량 등이 미리 정해진 조건에 만족되었을 때 그 조건에 따라 동작을 하는 제어방식이다.

스케줄 제어는 정상적인 시퀀스 제어와 정량적인 피드백 제어로 구분된다. 또 시퀀스 제어는 시간적으로 진행되는 현황에 따라 순서 프로그램 제어와 시한 프로그램 제어로 분류할 수 있다. 여기서 애널로그 설정의 목표값이 미리 정해진대로 변화를 하는 제어, 즉 공조설비의 온도 스케줄 제어를 생각하면 이것은 피드백 제어를 시한 프로그램 제어에 의해 진행하는 것으로 생각할 수 있어 이것을 스케줄 제어라 한다.

나. 피드백 제어와 피드퍼워드 제어

피드백 제어는 피드백에 의해 제어량의 값을 목표값과 비교하여 일치하도록 정정동작을 하는 제어방식이며, 많은 기기가 피드백 제어에 의해 자동운전되고 있다. 피드백 제어는 제어결과가 제어편차에 반영되는데 대해 피드퍼워드 제어는 제어결과에 의하지 않고 목표값으로부터 제어량을 변위시키는 요인을 미리 예측, 제어할 양을 결정하여 제어를 하는 것이다. 이 제어의 특징은 목표값으로부터 제어량을 변위시키는 요인을 파악하여 그 행동을 예측함으로써 다음에 제어할 조작량을 결정하기 때문에 원리적으로는 제어편차가 발생하지 않고 예측을 하는 데에도 온라인에 의한 예측 연산이 필요하기 때문에 컴퓨터에 의한 디지털 제어가 대부분이며 비교적 대규모 장치가 있어야 한다.

다. 직접 디지털 제어와 컴퓨터 감시제어

컴퓨터에 의한 직접 디지털 제어방식은 샘플 값에 따라 컴퓨터로 하여금 제어량을 연산 직접 제어하는 방식이고, SCC방식은 현재 현황에 대해 최적조건을 연산, 자동적으로 제어대상의 설정치를 변경 그것에 따라서 제어하는 방식이다.

이것을 공조제어의 한 예로 설정하면 DDC방식은 현재의 실온을 측정, 이것을 설정값과 비교하여 그 차이에 따라 공조기에 보낼 냉 온수량을 연산, 직접 밸브 제어를 하는 방법이고, SCC 방식은 먼저 외기의 상태를 측정 한 다음에 따라 현재 설정된 실내온도가 최적인가를 판단하여 현재의 최적값을 연산하여 설정값을 자동적으로 설정하고 현재의 실내온도와 비교하여 공조기에 보낼 송수량을 제어하는 방식이다.

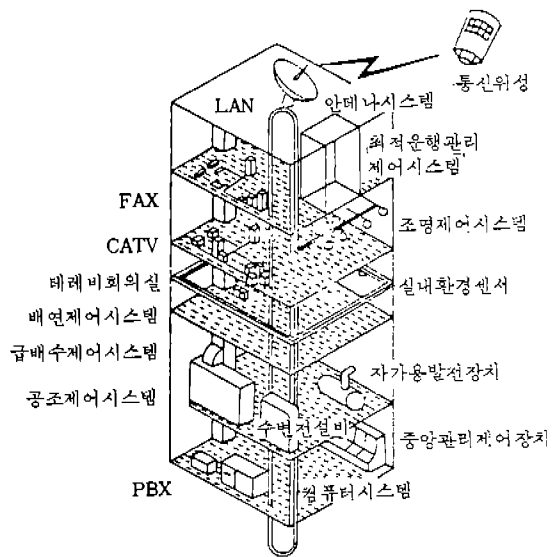
라. 집중제어와 분산제어

컴퓨터를 사용함으로써 고도의 유기적인 제어가 가능해진 한편 이것을 실현하는 컴퓨터 자체 및 프로그램이 차차 복잡해져서 하나의 시스템을 1대의 컴퓨터로 제어하는 방식은 개발이나

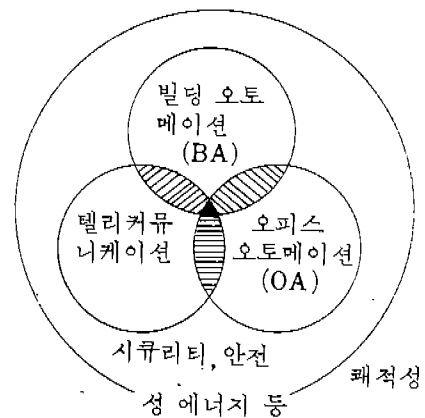
운용에 문제가 생기기 시작했다. 그래서 하나의 시스템에 복수의 컴퓨터를 사용하고 각 컴퓨터에 하나의 기능을 할당하고 아울러 자동제어 시스템을 실현하는 방식이 고안되었다. 전자를 집중제어 방식이라고 하고 후자를 분산제어방식이라 한다.

5. 인텔리전트화에 따른 관리

인텔리전트라는 개념은 미국의 UTC사의 Intelligent Office Building에서 유래되었으며,



〈그림 1〉 인텔리전트 빌딩의 구성개념도



〈그림 2〉 인텔리전트 빌딩의 구성요소

건물설비중에서, 공조, 전력, 조명, 엘리베이터, 안전, 방재 등의 설비에 컴퓨터 조정방식을 도입한 고도의 건물관리 시스템을 갖추고 있고, 고도의 정보통신 네트워크 시스템이 장비되어 있는 임대 빌딩사업을 가리키는 것이다.

우리나라는 아직까지 고도정보화 빌딩이라고 부를만한 빌딩을 갖고 있지 않으나 한국종합무역센터 건물이나 포철본사 빌딩, 동방플라자, 한국통신공사 빌딩, 롯데월드, 럭키금성의 쌍둥이 빌딩 등이 부분적으로 빌딩을 인텔리전트화 하고 있다. 그러나 통신부분이 현재의 애널로그 체제에서 점차 디지털 체제로 바뀌고 교환시설이 발달하여 컴퓨터 정보기기, 단말기기 등을 대규모로 공유하게 되면 우리나라에도 고도정보화 빌딩이 점차 생겨날 것이다.

그러나 지금까지는 사무자동화(OA), 빌딩 오토메이션(BA) 구내통신시설의 확장 등이 개별적, 부분적으로 진행되고 있고 사설교환기(PABX), 구역내 통신망(LAN), 부가가치 통신망(VAN), 인사관리 시스템, 화재 및 도난방지 시스템 등 개별 시스템을 갖춘 사무실은 많으나 미국, 일본 등에서 등장하고 있는 고도화 정보화 빌딩은 미약한 상태이다. 앞으로 도시의 정보화가 확산화될 수 있도록 하여야 할 것이다.

우리나라에서 인텔리전트 기능을 갖고 운영되고 있는 것을 들어 보면 우편전달 시스템 정도로서, 알루미늄 트랙 위를 운행하는 카(Car)에 부착된 우편함에 문서를 넣고 키보드로 보내고 자 하는 해당층의 문서실 번호를 지정하면 카가 자동적으로 이동하여 수신자에게 서류를 신속, 정확하게 전달하여 서류 등을 사람이 들고 다닐 필요가 없는 것이다. 그 밖에 정보사회를 겨냥한 LAN, 전자회의실, 다기능 사설교환기, 유선 TV, 공기·조명조절, 화상회의, 전자우편, 동시통역시설을 완비한 국제회의, 대형 전산실의 운영관리 등을 들 수 있다. 이와 같이 자동화 기능을 발휘할 수 있도록 개발된 관련 시스템은 여러가지가 있다.

사무자동화 기기의 증대와 24시간 근무체제의

정착에 대응하여 부분적으로 냉난방시설을 고도화하고 야간이나 휴일 등에 건물 일부분만 냉난방시설을 가동시킬 수 있는 분산형 공조 시스템을 들 수 있다.

또 조명을 실내 상황에 따라 자동으로 끄고 켜기도 하며 채광상태에 따라 맑은 날에는 창측의 전등을 자동으로 소등하고 창측에서 먼 곳의 조명은 밝게 유지하는 시스템이 있고, 엘리베이터의 기다리는 시간을 최소화하고 동력, 전력비용을 절약하게 하며, 화재발생을 각종 센서로 정확히 포착하는 동시에 상수도 시스템과 연결, 화재진화를 효율적으로 할 수 있도록 한다.

또한 컴퓨터실 등 고도의 기밀성을 유지하는 사무실에는 신분증 판독기를 설치, 각종 센서에 의해 입실을 체크할 수 있는 신원 체크시스템도 있다. 미국등지에서는 신분증 대신 사람마다 고유한 지문을 인식해서 출입을 통제하는 신원 체크시스템이 등장하고 있다.

또한 자신의 퇴근시간을 자동화 기기에 입력시켜 주면 이에 따라서 조명, 냉난방 시스템이 자동조절하여 운영비를 절감할 수 있도록 하고 있다.

또 옥내회선의 공용으로 통신 코스트를 삭감할 수 있다. 예를 들어 하나의 건물에 집단전화관을 가설, 건물 전체의 통신을 지원할 경우와 입주자마다 별도의 사설교환시설을 갖춘 경우 통신 코스트의 차이는 크다. 그리고 건물과 건물간의 통신을 위한 시설을 갖추거나 통신위성과의 정보 송수신이 가능한 통신시설을 구비한 인텔리전트 건물이 많이 들어설 경우 이 같은 고도통신시설이 제공하는 서비스는 입주자에게 보이지 않는 경제적 이익을 준다.

또 건물자체에 상당한 첨단시설을 보유하고 있기 때문에 입주자가 기술혁신에 따른 기기의 낙후화에 대해 걱정할 필요가 없어진다. 더우기 인텔리전트 건물에 입주하고 있다는 그 자체가 고객에게 좋은 이미지와 신뢰성을 주어 사업 추진에 보이지 않는 도움을 얻게 된다.

〈다음 호에 계속〉