



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0051459
(43) 공개일자 2009년05월22일

(51) Int. Cl.

G06Q 50/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0117861

(22) 출원일자 2007년11월19일

심사청구일자 2007년11월19일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

한승우

인천 남구 용현3동 인하대학교 공과대학 건축학부

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 9 항

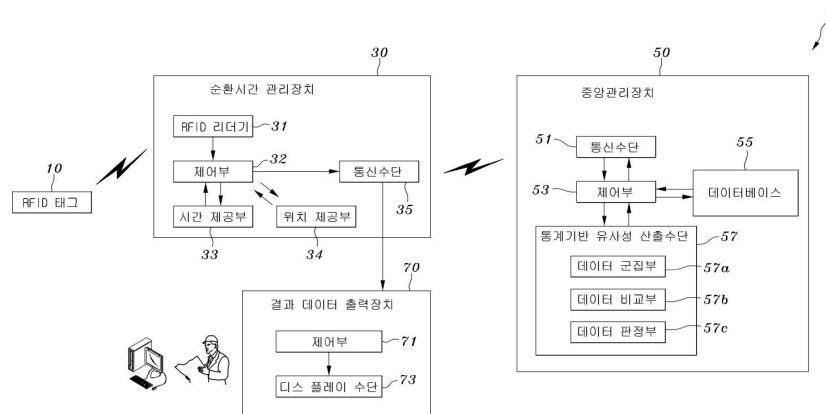
(54) 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법

(57) 요약

본 발명은 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법에 관한 것으로서, 건설공사의 각 공정별로 설정된 목표 생산량에 따른 기준 순환시간과, 실제 순환시간을 객관적으로 비교 및 분석가능한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법을 제공하기 위한 것이다.

그 기술적 구성은 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 건설공사의 각 장비의 구동 시각 및 위치를 기반으로, 상기 각 장비가 수행하는 각 공정별 순환시간을 실시간으로 제공하도록 구비되는 순환시간 제공장치; 상기 순환시간 제공장치로부터 실시간으로 출력된 각 공정별 순환시간을 입력받고, 각 공정에서 기 설정된 생산성에 따라 최적화된 기준 순환시간과 비교하여 유의확률(P-value)을 산출하며, 각 공정별로 설정된 신뢰도인 유의수준과 상기 유의확률을 비교하여 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간 간의 유사한 정도를 출력하는 중앙관리장치; 상기 중앙관리장치에서 출력된 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간의 유사도가 낮은 경우, 각 공정에서 발생된 지연 요인을 제거하도록 사용자에게 출력하는 결과데이터 출력장치;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

건설공사의 각 장비의 구동 시각 및 위치를 기반으로, 상기 각 장비가 수행하는 각 공정별 순환시간을 실시간으로 제공하도록 구비되는 순환시간 제공장치;

상기 순환시간 제공장치로부터 실시간으로 출력된 각 공정별 순환시간을 입력받고, 각 공정에서 기 설정된 생산성에 따라 최적화된 기준 순환시간과 비교하여 유의확률(P-value)을 산출하며, 각 공정별로 설정된 신뢰도인 유의수준과 상기 유의확률을 비교하여 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간 간의 유사한 정도를 출력하는 중앙관리장치;

상기 중앙관리장치에서 출력된 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간의 유사도가 낮은 경우, 각 공정에서 발생된 지연 요인을 제거하도록 사용자에게 출력하는 결과데이터 출력장치;

를 포함하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 중앙관리장치는

각 공정별로 상기 순환시간 관리장치에서 전달된 각 장치의 실시간 순환시간과, 기 설정된 기준 순환시간이 각 장치의 그룹을 이루도록 구비되는 데이터 군집부;

상기 데이터 군집부에서 군집된 데이터를 이용하여 상기 순환시간과 상기 기준 순환시간을 비교하고, 통계기반으로 유의확률을 산출하는 데이터 비교부;

상기 유의확률을 상기 유의수준과 비교하되, 상기 유의확률이 상기 유의수준을 초과하면 상기 각 순환시간이 유사한 것으로 판단하고, 상기 유의확률이 상기 유의수준 미만이면 상기 각 순환시간이 상이한 것으로 판단하는 데이터 판단부;

로 구성되는 통계기반 유사성 산출수단;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 유의수준은 각 공정별 또는 각 장비별로 설정가능한 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 유의수준은 99% 또는 95% 또는 90% 중 어느 하나로 선택되는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 결과데이터 출력장치는 해당 공정이 진행되는 위치에 구비된 상기 순환시간 관리장치와 연결되는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 결과데이터 출력장치는 상기 지연 요인이 발생하는 해당 공정 또는 해당 장비를 구분가능하도록 출력하는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 순환시간 제공장치는 건설공사의 각 장비를 식별가능하도록 부착된 RFID 태그를 이용하고, 상기 RFID 태그를 일정 영역에서 읽어들이는 RFID 리더기를 포함하는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 순환시간 제공장치와 상기 중앙관리장치와 상기 결과데이터 출력장치 간은 무선 통신 또는 유선 통신으로 연결되는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 순환시간 제공장치와 상기 중앙관리장치 간은 근거리 무선통신 또는 장거리 무선통신으로 연결되는 것을 특징으로 하는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법에 관한 것으로, 건설공사의 각 공정별로 지체요인을 제거하여 목표 생산량에 도달할 수 있도록 구비되는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 일반적으로, 건설의 공정별 생산량은 건설 프로젝트의 성공 여부를 결정하는 중요한 요소이기 때문에, 현장 상황 및 해당 공정에 대한 정보를 수집하고, 예상 생산량을 분석하여 공정 계획을 수립한다.
- <3> 그리고, 수립된 공정 계획에 따른 생산량에 도달하도록 건설현장의 해당 공정에 대한 실시간 순환시간을 파악하는 것은, 인적자원에 의존한 방식이 이용되고 있어 많은 시간과 노력이 필요한 반면, 파악된 순환시간은 해당작업이 종료되면 일일 생산성을 산정하는 용도에 한정된다.
- <4> 또한, 건설현장의 공정관리는 인적자원에 의존하기 때문에, 실제 각 공정별 순환시간과, 목표 생산량에 따른 각 공정별 기준 순환시간의 유사성은 개인적인 경험 및 지식에 따라 변경된다.
- <5> 예를 들면, 임의의 건설공사 공정에서 계획된 목표 생산량이 시간당 12 순환(Cycle)이고, 실제 생산량이 시간당 10 순환(Cycle)인 경우에, 사용자의 주관적인 판단에 의하여 상기 두 데이터의 유사도는 달라질 수 있다.
- <6> 이는, 각 공정별 기준 및 데이터를 해석하는 엔지니어의 개인적인 판단에 의해 변경가능하며, 일관성 없는 데이터 처리방식이 적용됨으로써 건설현장에서 발생하는 공정관리에 어려움을 가져올 수 있다.
- <7> 따라서, 건설공사의 각 공정별로 목표한 데이터와 획득한 데이터에 대해, 주관적이고 일관성이 부족한 건설데이터 처리방식을 객관적이며 체계적인 처리방식으로 전환할 필요성이 요구되며, 데이터 획득 및 해석에 이르기까지 일관성있는 객관적인 결과를 도출할 수 있는 시스템의 개발이 시급한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <8> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 건설공사의 각 공정별로 설정된 목표 생산량에 따른 기준 순환시간과, 실제 순환시간을 객관적으로 비교 및 분석가능한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <9> 본 발명의 다른 목적은 각 공정별 기준 순환시간과, 실제 순환시간의 오차허용범위를 순환시간을 변동시킬 수 있는 다양한 변수에 맞도록 유동적으로 조절가능한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <10> 본 발명의 다른 목적은 각 공정별 지체요인 및 각 장비별 지체요인을 구분가능하도록 파악할 수 있는 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 및 분석방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <11> 본 발명은 건설공사의 각 공정별로 설정된 목표 순환시간과, 실제 획득된 순환시간을 윌콕슨 부호순위 테스트(Wilcoxon Signed Rank Test) 통계기법을 이용하되, 각 공정별 또는 각 장비별로 설정된 신뢰도인 유의수준과 상기 목표 순환시간 및 획득 순환시간 간의 유의확률을 비교하여 두 데이터 간의 유사도를 판단한다.

효 과

- <12> 이상에서 설명한 바와 같이 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명은 건설공사의 각 공정별 계획을 객관적이며 일관적으로 수립하여 수행할 수 있으며, 지체요인이 발생한 해당 공정 또는 해당 장비를 실시간으로 파악가능하고, 이에 따라 해당 공정의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 각 공정별로 오차허용범위를 각기 다르게 설정할 수 있어 다양한 지체요인에 대한 변수에 따라 유연하게 적용하여 분석가능하고, 기준 순환시간 및 실제 순환시간의 유사성을 객관적으로 판단하여 체계적이고 효율적으로 모니터링할 수 있는 등의 효과를 거둘 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <13> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 건설공사의 각 장비의 구동 시각 및 위치를 기반으로, 상기 각 장비가 수행하는 각 공정별 순환시간을 실시간으로 제공하도록 구비되는 순환시간 제공장치; 상기 순환시간 제공장치로부터 실시간으로 출력된 각 공정별 순환시간을 입력받고, 각 공정에서 기 설정된 생산성에 따라 최적화된 기준 순환시간과 비교하여 유의확률(P-value)을 산출하며, 각 공정별로 설정된 신뢰도인 유의수준과 상기 유의확률을 비교하여 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간 간의 유사한 정도를 출력하는 중앙관리장치; 상기 중앙관리장치에서 출력된 상기 순환시간 및 상기 기준 순환시간의 유사도가 낮은 경우, 각 공정에서 발생한 지연 요인을 제거하도록 사용자에게 출력하는 결과데이터 출력장치;를 포함한다.
- <14> 바람직하게는, 상기 중앙관리장치는 각 공정별로 상기 순환시간 관리장치에서 전달된 각 장치의 실시간 순환시간과, 기 설정된 기준 순환시간이 각각의 그룹을 이루도록 구비되는 데이터 군집부; 상기 데이터 군집부에서 군집된 데이터를 이용하여 상기 순환시간과 상기 기준 순환시간을 비교하고, 통계기반으로 유의확률을 산출하는 데이터 비교부; 상기 유의확률을 상기 유의수준과 비교하되, 상기 유의확률이 상기 유의수준을 초과하면 상기 각 순환시간이 유사한 것으로 판단하고, 상기 유의확률이 상기 유의수준 미만이면 상기 각 순환시간이 상이한 것으로 판단하는 데이터 판단부;로 구성되는 통계기반 유사성 산출수단;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <15> 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 예시도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.
- <16> 도 1은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치를 개략적으로 도시한 블록구성도이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 의한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치(1)는 건설공사의 각 공정별로 각 장비가 식별가능한 코드를 무선으로 출력하고, 이를 기반으로 건설공사의 각 공정별로 계획된 생산량에 따른 기준 순환시간(Cycle Time)과의 유사성을 비교 및 분석하여 목표 생산량에 근접했는지의 여부를 실시간으로 사용자에게 출력한다.
- <17> 이를 위하여, 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치(1)는 건설공사의 각 공정에 따른 각 장비를 식별코드를 이용하여 구분하도록 부착되는 RFID 태그(10)와, 상기 각 장비가 각 공정에서 소요하는 순환시간을 체크하여 순환시간에 따른 데이터를 관리하는 순환시간 관리장치(30)와, 상기 순환시간 관리장치(30)로부터 전송된 데이터를 수신받아 통계기반으로 생산성 도달 여부를 분석하는 중앙관리장치(50)와, 상기 중앙관리장치(50)의 분석 데이터를 사용자에게 출력하는 결과데이터 출력장치(70)를 포함한다.
- <18> 여기서, RFID 태그(Radio Frequency Identification Tag, 10)는 대상물인 각 공정에 따른 장비에 부착되는데,

대상물의 각종 정보를 담은 소형의 칩을 내장하며, 이 정보는 전파식별(電波識別) 판독기인 상기 RFID 리더기(31)를 통하여 유선은 물론 무선 통신 등의 다양한 통신 라인과 연동되어 관리 시스템에 이용된다.

- <19> 더불어, 상기 RFID 태그(10)는 수동형으로 구비되어 상기 RFID 리더기(31)로부터 전원을 얻는 것이 바람직하나, 능동형으로 형성되어 자체 전원으로 데이터를 송신하도록 형성되는 것도 가능하다.
- <20> 또한, 순환시간 관리장치(30)는 상기 RFID 태그(10)의 식별코드를 읽어들이는 RFID 리더기(31)와, 상기 RFID 리더기(31)가 식별코드를 읽어들이는 시간에 동기되어 상기 RFID 태그(10)가 읽히는 시각을 출력하는 시간 제공부(33)와, 상기 RFID 리더기(31)가 위치한 위치를 출력하는 위치 제공부(34)가 구비된다.
- <21> 그리고, 상기 RFID 리더기(31)가 읽은 식별코드, 시간 제공부(33)의 시각, 위치 제공부(34)의 위치를 입력받아 송신을 위하여 출력 및 제어하는 제어부(32)와, 상기 제어부(32)의 제어에 의해 데이터를 근거리로 송신하기 위한 통신수단(35)을 포함하여 구성된다.
- <22> 이때, 제어부(32)는 상기 RFID 리더기(31)가 식별코드를 읽어들이는 시각을 입력받기 위하여, 상기 RFID 리더기(31)로부터 식별코드가 들어오면, 시간 제공부(33)를 동기시켜 식별코드를 읽는 시각을 출력하도록 제어한다.
- <23> 그 이유는, 상기 RFID 태그(10)가 부착된 장비가 상기 RFID 리더기(31)를 지나갈 때의 시각을 얻으면, 상기 RFID 리더기(31)가 상기 장비가 시작되는 시각 및 종료되는 시각을 알 수 있으며, 상기 장비가 임의의 한 공정 에 투입되는 시간을 알 수 있고, 이에 따라 생산성을 가늠할 수 있기 때문에, RFID 리더기(31)가 상기 RFID 태그(10)를 읽어들이는 시각을 출력하도록 제어한다.
- <24> 또한, 위치 제공부(34)는 상기 RFID 리더기(31)가 구비된 위치를 제공하도록 구비되는데, 상기 순환시간 관리장치(30)가 고정형일 경우에는 그 좌표를 기 저장할 수 있지만, 상기 순환시간 관리장치(30)가 이동형일 경우에는 그 좌표를 정확히 파악할 수 없기 때문에, 상기 시간 제공부(33)와 동일한 매커니즘으로 동기되어 좌표를 출력하도록 구비된다.
- <25> 바람직하게는, 상기 시간 제공부(33)와 위치 제공부(34)는 GPS(Global Positioning System)로 통합되어 구비되는 변경도 가능하다.
- <26> 그리고, 통신수단(35)은 상기 중앙관리장치(50)가 근거리 내에 위치할 경우에 데이터의 전송을 위하여 구비되는데, 중앙관리장치(50)가 원거리에 있을 경우에는 통신수단(35) 외에, 장거리 통신을 위한 모듈이 더 구비된다.
- <27> 본 발명에 따른 도 1에서는 통신수단(35)과 중앙관리장치(50)가 근거리에 있는 경우를 도시하여 이에 따라 설명하며, 중앙관리장치(50)가 원거리에 있는 경우는 이하 실시예에서 설명하기로 한다.
- <28> 여기서, 통신수단(35)은 바람직하게는 무선랜(Wireless LAN)으로 구비되는 것이 바람직한데, 전자파 또는 광(적외선) 등의 전선 이외의 전송로를 이용하여 통신망을 형성하고, 일정 구간 내에서 통신이 가능한 무선랜은 개인용 PC에 무선랜을 위한 랜카드만 장착되면 통신이 가능하기 때문에 중앙관리장치(50)가 근거리에 있을 경우에는 이를 이용하는 것이 바람직하다.
- <29> 또한, 통신수단(35)으로부터 중앙관리장치(50)로 데이터가 전송됨에 있어서, 일정 구역 내에 무선망을 형성시키기 위한 무선접속장치(AP: Access Point, 미도시)가 더 구비될 수 있고, 이를 통하여 일정 구간 내에서 무선으로 인터넷을 이용할 수 있도록 이루어지고, 망 내에서 랜카드를 통하여 인터넷 서비스를 이용할 수 있다.
- <30> 더불어, 중앙관리장치(50)는 상기 무선접속장치(미도시)를 통하여 상기 순환시간 관리장치(30)로부터 송신된 각 데이터를 수신받기 위한 통신수단(51)과, 상기 통신수단(51)에서 전달된 데이터를 이용하여 각 장비의 순환시간을 업데이트하고, 이에 따른 생산성을 분석하며, 데이터베이스(55)에 각 데이터를 저장하도록 제어하는 제어부(53)를 포함하여 이루어진다.
- <31> 여기서, 본 발명의 특징에 따른 통계기반 유사성 산출수단(57)이 포함되는데, 이는 상기 순환시간 관리장치(30)로부터 수신된 실시간 건설 데이터인 각 공정별 각 장비의 순환시간과, 각 공정별로 목표한 생산성에 따른 각 공정별 각 장비의 순환시간을 비교하고, 목표치에 근접하지 못한 순환시간을 가지는 공정이 파악되면 이를 사용자에게 출력하여 지연 요인을 제거하도록 구비된다.
- <32> 다시 말하면, 목표한 건설 생산성을 각 공정별 순환시간을 기준으로 파악하는데, 실시간으로 획득된 각 공정별 순환시간이 목표 생산량에 따른 기준 순환시간에 근접한지, 즉 실시간 순환시간과 기준 순환시간의 유사도를 통계기반으로 파악하고, 각 공정별로 설정된 유사도 범위 내이면 『유사하다』라고 판단하여 계속적으로 실시간으로 각 공정별 순환시간을 모니터링하지만, 각 공정별로 설정된 유사도 범위 외이면 『상이하다』라고 판단하여

해당 공정으로 순환시간 지연(Delay) 요인을 파악하도록 사용자에게 출력하는 것이다.

- <33> 그래서, 통계기반 유사성 산출수단(57)은 상기 데이터베이스(55)로 각 공정별로 획득된 순환시간 데이터 및 기 저장된 기준 순환시간 데이터를 읽어들인다.
- <34> 그리고, 데이터 군집부(57a)에서 일정시간동안 축적된 실제 순환시간 데이터들은 해당 계획 순환시간 데이터와 각각 군집을 이루어 통계기반 유사성 분석을 위한 입력 데이터 형태로 구성시키고, 상기 데이터 군집부(57a)의 출력을 이용하여 데이터 비교부(57b)에서는 실제 순환시간 데이터와 기 저장된 계획 순환시간 데이터의 유사도를 산출하기 위해 통계기반으로 비교하며, 데이터 판정부(57c)에서는 역시 통계기반으로 『유사하다』 또는 『상이하하다』를 판단하여 출력한다.
- <35> 여기서, 데이터를 비교하여 유사도를 산출하는 통계기법으로 불특정 두 집단 간의 비교에 널리 적용되는 윌콕슨 부호순위 테스트 (Wilcoxon Signed Rank Test) 기법을 사용하여 본 발명에 따른 통계기반 유사성 산출수단(57)을 구현하도록 한다.
- <36> 윌콕슨 부호순위 테스트는 비정규분포를 이루고 있는 한 쌍의 표본 데이터를 비교하기 위한 검증방법으로서, 기준 순환시간 및 실제 순환시간의 차이를 유의확률(有意確率, P-Value)로 산출하고, 상기 유의확률에 대한 기준값인 유의수준(有意水準, Level of Significance)과 비교하여 산출된 유의확률이 기준값인 유의수준을 초과한 경우에는, 상기 기준 순환시간 및 실제 순환시간이 『유사하다』라고 판단한다.
- <37> 반대로, 상기 유의확률에 대한 기준값인 유의수준과 비교하여 산출된 유의확률이 기준값인 유의수준 미만인 경우에는, 상기 기준 순환시간 및 실제 순환시간이 『상이하하다』라고 판단한다.
- <38> 그 이유는, 사용자가 각 공정별로 정해놓은 신뢰성 기준인 유의수준이 99%, 95% 또는 90% 인 경우에, 상기 유의확률이 상기 유의수준의 범위 내에 포함되지 않는 경우에는 두 비교값이 유의(有意)한 차이가 있는 것이므로, 이에 따라 유의확률(P-Value)이 사용자가 설정한 범위 내에 포함되지 않는 경우에는 각 공정별로 허용하는 순환시간 범위를 벗어난 경우이고, 이를 통하여 사용자는 각 공정별로 데이터가 상이한 이유 즉, 순환시간이 지연된 이유를 알려야 하기 때문이다.
- <39> 더불어, 상기 유의확률이 상기 유의수준의 범위 내에 포함되는 경우에는, 두 비교값이 유의(有意)한 차이가 없는 것이고, 이에 따라 유의확률(P-Value)이 사용자가 설정한 범위 내에 포함되는 경우에는, 각 공정별로 허용하는 순환시간 범위 내에 존재하는 경우이고, 이를 통하여 사용자는 각 공정별로 순환시간이 지연된 이유를 알 필요가 없으므로 계속적으로 순환시간을 모니터링한다.
- <40> 이를 산출하기 위하여, SAS 프로그램을 이용하는 것이 바람직한데, 상기 SAS 프로그램은 입력 명령문에 의해서 쌍을 이루는 기준 순환시간 및 측정된 순환시간 간의 차이를 산출하며, 그 이후에 PROC UNIVARIATE 명령문을 통하여 결과치를 유도한다.
- <41> 그리고, 상기 SAS 프로그램의 결과치가 출력되는데 이는 유의확률(P-Value)이며, 이는 사용자가 각 공정별로 설정한 신뢰성 기준인 99%, 95%, 또는 90% 의 유의수준에서 두 데이터 값과의 유사성을 판단하는데, 이는 상기 『유사하다』 또는 『상이하하다』를 판단하는 과정에 언급되어 있다.
- <42> 따라서, 상기 통계기반 유사성 산출수단(57) 중 데이터 판정부(57c)에서 『상이하하다』라고 판단한 경우에는 제어부(53)를 통하여 통신수단(51)으로 이에 대한 데이터를 상기 각 공정별 순환시간 관리장치(30)에 연결된 컴퓨터 또는 해당 공정의 지연이유를 사용자가 알 수 있도록 출력한다.
- <43> 이를 위하여, 결과데이터 출력장치(70)가 구비되는 것이 바람직한데, 이는 사용자에게 실제 순환시간과 기준 순환시간 간의 차이가 발생한 원인을 제거하도록 출력하며, 상기 중앙관리장치(50)로부터 전달된 『상이하하다』에 대한 데이터를 상기 통신수단(35)을 통해 제어부(71)로 전달되고, 이를 디스플레이 수단(73)으로 사용자에게 출력한다.
- <44> 바람직하게는, 상기 통신수단(35)과 연결되지 않고 상기 결과데이터 출력장치(70)에 무선통신수단(미도시)을 갖추어 상기 중앙관리장치(50)로부터 직접적으로 데이터를 수신받아 사용자가 지연이 발생하는 해당 공정을 구분 가능하도록 출력하는 것도 가능하다.
- <45> 바람직하게는, 상기 중앙관리장치(50)에 데이터베이스(55)가 설치되지 않고, 이를 포함하는 장치가 원격지에 있는 경우에는 CDMA 를 포함하는 장거리 통신수단을 이용하여 데이터를 송, 수신하는 것도 가능하다.
- <46> 도 2는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치의 RFID 태그가 부착된 1 개의 장치가 구동되는

실시예를 개략적으로 도시한 도이고, 도 3은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치의 RFID 태그가 부착된 M 개의 장치가 구동되는 실시예를 개략적으로 도시한 도이다.

- <47> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 임의의 장비 1 개에 장착된 1 개의 RFID 태그(10(1))가 N 개의 임의의 공정을 순환하는 시간을 체크한다고 가정하고, 이에 따라 N 개의 임의의 공정으로 이루어지므로 N 개의 공정에 따라 순환시간 관리장치(30)가 각각 구비되며, 상기 순환시간 관리장치(30)에 연결된 결과데이터 출력장치(70)가 각각 구비된다고 가정한다.
- <48> 우선, 각 공정에 따른 각 장비는 시작하는 지점인 제1 순환 시작점에서, 상기 제1 순환 시작점을 지나는 장비에 부착된 RFID 태그(10(1))를 읽어들이고, RFID 태그(10(1))에 상기 장비를 식별가능한 코드와 상기 RFID 리더기(31)가 설치된 위치, 및 상기 코드를 읽어들이는 시각을 중앙관리장치(50)로 송출한다.
- <49> 그리고 나서, N 개의 공정으로 이루어지는 순환(Cycle)을 완료할 때까지 각 순환 시작점 및 순환 종료점에 구비된 순환시간 관리장치(30a, 30b)는 상기 중앙관리장치(50)로 데이터를 송출한다.
- <50> 그리고, N 개의 공정이 완료되고 나면, 순환시간(Cycle Time)에 대한 데이터와, 상기 순환시간에 대한 각 공정별 목표 데이터를 비교 및 분석하여 사용자가 설정한 유사도 범위 내이면 계속적으로 모니터링을 진행하고, 사용자가 설정한 유사도 범위를 벗어나는 경우에는 사용자에게 이를 통보하여 기준 순환시간 범위를 벗어난 해당 공정에 지체 요인이 제거되도록 한다.
- <51> 한편, 임의의 장비 M 개에 장착된 M 개의 RFID 태그(10(1), 10(2), ...10(M))가 N 개의 임의의 공정을 순환하는 시간을 체크한다고 가정하고, 이에 따라 N 개의 임의의 공정으로 이루어짐에 따라 N 개의 공정에 대응되는 순환시간 관리장치(30)가 각각 구비되며, 상기 순환시간 관리장치(30)에 연결된 결과데이터 출력장치(70)가 각각 구비된다고 가정한다.
- <52> 그리고, 각 공정에 따른 각 장비는 시작하는 지점인 제1 순환 시작점에서, 상기 제1 순환 시작점을 지나는 장비에 부착된 RFID 태그(10(1))를 읽어들이고, RFID 태그(10)에 상기 장비를 식별가능한 코드와 상기 RFID 리더기(31)가 설치된 위치, 및 상기 코드를 읽어들이는 시각을 중앙관리장치(50)로 송출한다.
- <53> 그리고 나서, N 개의 공정으로 이루어지는 순환(Cycle)을 완료할 때까지 각 순환 시작점 및 순환 종료점에 구비된 순환시간 관리장치(30a, 30b)는 상기 중앙관리장치(50)로 데이터를 송출한다.
- <54> 그리고, N 개의 공정이 완료되고 나면, 순환시간(Cycle Time)에 대한 데이터와, 상기 순환시간에 대한 각 공정별 목표 데이터를 비교 및 분석하여 사용자가 설정한 유사도 범위 내이면 계속적으로 모니터링을 진행하고, 사용자가 설정한 유사도 범위를 벗어나는 경우에는 사용자에게 이를 통보하여 기준 순환시간 범위를 벗어난 해당 공정에 지체 요인이 제거되도록 한다.
- <55> 더불어, RFID 태그(10(1)) 외에 상기 동일한 순환(Cycle)을 가지는 공정을 지나는 각 장비가 M 개 있다고 가정했으므로, 이에 따라 상기 과정을 동일하게 진행하되, 동일한 공정을 진행하는 장비라도 생산성이 각기 다를 수 있으므로, 이를 구별하여 동일한 공정에 대한 각 장비별로 생산성을 체크하여 해당 장비의 지연요인을 제거하도록 이루어지는 것도 바람직하다.
- <56> 여기서, 상기 RFID 태그(10(1), 10(2), ...10(M))가 동시에 동일한 공정을 진행하지 않도록 하는 것이 바람직한데, 그 이유는 RFID 리더기(31)가 스캔하는 일정영역에 다수개의 RFID 태그(10(1), 10(2), ...10(M))가 존재할 경우 간섭으로 인하여 데이터를 정확하게 파악하지 못할 수 있기 때문이다.
- <57> 도 4a, 도 4b, 도 4c는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 중 순환시간 관리장치, 중앙관리장치, 결과데이터 출력장치의 구동을 각각 분리하여 설명하기 위한 도이다.
- <58> 여기서, 도 4a는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성을 분석하기 위하여, 데이터 수집 및 분석에 따른 구동의 실시예를 개략적으로 도시한 도이며, 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 의한 데이터 수집 및 분석을 위한 구동을 토공사 작업에서 흙을 운반하여 덤프(Dumping)하는 공정을 예를 들어 설명한다.
- <59> 우선, 각 건설공정을 수행하는 건설장비에 RFID 태그(10)를 설치하는데, 건설생산성에 영향을 끼치는 주요 공정을 수행하는 건설장치를 선정하고, 해당 장비에 상기 RFID 태그(10)를 부착한다.
- <60> 그리고, 건설공정의 주요 이벤트가 발생하는 지점에 RFID 리더기(31)를 설치하는데, 상기 RFID 태그(10)가 설치된 장비의 각 공정별 순환시간이 획득되는 적절한 장소에 RFID 리더기(31)를 설치하여 상기 RFID 태그(10)가 설치된 장비가 이 위치를 통과할 때 각 공정별 순환시간, 위치, 시각 등을 알 수 있도록 한다.

- <61> 그리고 나서, 중앙관리장치(50)에 흠을 운반하여 덤핑하는 각 공정별로 기준 순환시간을 설정해놓고, 상기 기준 순환시간과 수집될 실제 순환시간의 신뢰도인, 즉 유사도 범위인 유의수준을 설정한다.
- <62> 그리고 나서, 상차작업 시 근거리 무선통신을 이용하여 순환데이터 관리장치(30)에서 상차작업에서 RFID 태그(10)를 부착한 임의의 장치가 소요하는 시간을 측정하여 이를 장거리 무선통신인 CDMA를 통하여 현장 사무실 메인컴퓨터 또는 관리/통제실의 메인 컴퓨터인 중앙관리장치(50)로 출력한다.
- <63> 여기서, 도 4b는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성을 분석하기 위하여, 통계기반 유사성 산출수단이 구동되는 실시예를 개략적으로 도시한 도이며, 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 메인 컴퓨터인 중앙관리장치(50)로 전송된 각 장비별 위치 및 순환시간에 대한 데이터는 데이터베이스화되어 각 공정별 순환시간을 저장하도록 데이터베이스화된다.
- <64> 그리고, 상기 데이터베이스(55)에서 각 공정별 순환시간을 업데이트시켜 저장하고, 상기 토공사 작업에서 흠을 운반하여 덤핑(Dumping)하는 공정에 대한 각각의 기준 순환시간과, 실제 얻어진 순환시간을 데이터 군집부(57a)에서 군집화시킨다.
- <65> 그리고 나서, 데이터 비교부(57b)에서 상기 군집된 기준 순환시간과, 실제 얻어진 순환시간을 비교하여 유의확률(P-Value)을 산출하며, 상기 산출된 유의확률과 각 공정별로 기 설정된 유사도 범위인 유의수준(Level of Significance) 내에 상기 유의확률이 존재하는지를 비교한다.
- <66> 또한, 상기 데이터 비교부(57b)의 비교 결과, 상기 유의확률이 유의수준 미만, 즉 두 데이터가 사용자가 기 설정한 유사도 범위 내에 있지 않은 경우에는 허용하는 오차범위를 벗어난 것이므로, 데이터 판정부(57c)에서는 이를 사용자에게 알려 해당 공정의 데이터가 상이한 이유인 지체요인을 파악하도록 전달한다.
- <67> 반대로, 상기 데이터 비교부(57b)의 비교 결과, 상기 유의확률이 유의수준 초과, 즉 두 데이터가 사용자가 기 설정한 유사도 범위 내에 있는 경우에는 허용하는 오차범위 내에 존재하는 것이므로, 데이터 판정부(57c)에서는 이를 사용자에게 알리지 않고 계속적으로 데이터를 모니터링하도록 한다.
- <68> 여기서, 도 4c는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성이 분석되어 사용자에게 전달되는 구동에 대한 실시예를 개략적으로 도시한 도이고, 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 상기 중앙관리장치(50)의 데이터 판정부(57c)에서 사용자가 허용하는 오차범위 내에 실제 측정된 순환시간이 존재하지 않는 경우에는 이를 사용자에게 알리도록 이루어진다.
- <69> 이에 따라, 두 데이터값이 유사하지 않다고 판정되는 경우에는 CDMA 등을 이용한 장거리 통신망을 통하여, 각 공정별 RFID 리더기(31)가 설치된 장소의 컴퓨터를 포함하는 결과데이터 출력장치(70)로 전달하고, 사용자가 목표한 순환시간 내에 포함되지 않는 이유인 순환시간 지체요인을 사용자가 파악하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 한다.
- <70> 도 5는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 의한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법은 건설공사의 각 공정별로 생산성 목표를 정하고, 이에 따라 생산성에 영향을 주는 공정 및 장비를 구분가능하도록 각 공정별로 기 설정된 생산성 목표에 따라, 각 공정에 따른 기준 순환시간을 입력한다(S10).
- <71> 그리고 나서, RFID 태그 및 RFID 리더기를 이용하여 장비의 순환시간을 모니터링하고, 이를 데이터베이스로 저장한다(S20).
- <72> 또한, 데이터 군집부에서 데이터베이스에 저장된 실제 순환시간과, 각 공정별로 사용자가 설정한 목표에 따른 기준 순환시간을 군집화시키고(S30), 데이터 비교부에서 실제 순환시간과 기준 순환시간의 차이에 대한 유의확률을 산출하며, 사용자가 설정한 신뢰도 및 오차범위인 유의수준 내에 상기 유의확률이 포함되는 지를 확인한다(S40).
- <73> 그리고, 데이터 판정부에서 수집한 표본 데이터인 실제 순환시간이 기 설정한 목표 데이터인 기준 순환시간과 상기 오차범위를 넘는지의 여부를 판단하며(S50), 상기 데이터 판정부의 산출결과를 묻는 데이터가 유사한지의 여부를 묻는다(S60).
- <74> 더불어, 상기 두 데이터가 유사한 경우에는 사용자가 설정한 목표 데이터인 순환시간에 근접한 경우이므로, 계속적으로 모니터링을 하도록 각 공정에 따른 장비의 RFID 태그가 없을 때까지(S90), 상기 알고리즘을 반복하도록 상기 단계(S10)로 복귀한다.

- <75> 반대로, 상기 두 데이터가 상이한 경우에는 사용자가 설정한 목표 데이터인 순환시간에 근접하지 못한 경우이므로, 사용자에게 데이터 판정결과를 전송하고(S70), 지체요인을 분석하고 이를 제거하도록 하며(S80), 계속적으로 모니터링을 하도록 각 공정에 따른 장비의 RFID 태그가 없을 때까지(S90), 상기 알고리즘을 반복하도록 상기 단계(S10)로 복귀한다.
- <76> 도 6은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법의 실시예를 개략적으로 도시한 흐름도이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 의한 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법은 건설현장 외부 공정(이벤트)과, 건설현장 내부 공정(이벤트)으로 이루어진다.
- <77> 건설현장 외부 공정으로는 RFID 태그를 이용한 건설 데이터를 획득하여, 이를 무선랜 및 CDMA를 이용하여 데이터를 전송하며, 데이터 판정되면 이를 유사도에 따라 사용자에게 전달하는 것이다.
- <78> 건설현장 내부 공정으로는 획득된 건설 데이터를 표본 데이터로 이용하여, 윌콕슨 부호순위 테스트 단계를 거쳐 데이터를 비교 및 판정하는 것이다.
- <79> 도 7 내지 도 11은 기준 순환시간과 수집된 순환시간이 상이한 경우의 생산성을 분석하는 과정을 도시한 도이고, 도 12 내지 도 15는 기준 순환시간과 수집된 순환시간이 유사한 경우의 생산성을 분석하는 과정을 도시한 도이다.
- <80> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 토공사의 흙을 운반할 경우의 순환시간을 측정하는데, 각 공정별 사용자의 목표 생산량에 따른 순환시간은 계획된 순환시간으로 기재되고, 제1 측정군과 제2 측정군으로 이루어지며, 이는 하기 표 1에 도시된다.

표 1

<81>

	계획된 순환시간	공정별 순환시간(Cycle Time) 단위[분]			
		측정된 순환시간			
		제1 측정군		제2 측정군	
1회차	19	19		19	
2회차	19	22		22	
3회차	19	28		22	
4회차	19	23		23	
5회차	19	38		24	
6회차	19	25		19	
7회차	19	24		24	
8회차	19	40		20	
9회차	19	21		21	
10회차	19	26		23	
P 값(Value)		0.0059		0.0273	
유의 수준 & 비교 결과	99% (1-0.99=0.01)	0.01>P	상이	0.01<P	유사
	95% (1-0.95=0.05)	0.05>P	상이	0.05>P	상이
	90% (1-0.9=0.1)	0.1>P	상이	0.1>P	상이
판정 결과		모든 유의 수준에서 상이		99% 유의 수준에서 유사	
판정 결과에 따른 처리		지체요인제거, 판정결과전송			

- <82> 상기 표 1에서는 윌콕슨 부호순위 테스트를 이용하되, 동일한 건설공정에 대하여 각 회차에 따른 순환시간을 기재하였으며, 동일한 공정을 수행하는 각각의 장비 및 그외 변수에 따라 제1 측정군과 제2 측정군이 구분된다.
- <83> 즉, 제1 측정군은 제2 측정군보다 비교적 기준 데이터와의 차이가 많이 나는 경우이고, 제2 측정군은 제1 측정군보다 비교적 기준 데이터와의 차이가 많이 나지 않는 경우이다.
- <84> 여기서, 제1 측정군은 사용자가 각 공정별로 기 설정한 오차허용범위 및 신뢰도인 유의수준 90%, 95%, 99% 범위 내에서 실제 획득 데이터와, 계획 데이터가 상이한 것으로 판정되어 사용자가 설정한 신뢰도 중 어느 것도 만족

하지 못하며, 이에 따라 지체요인을 제거할 필요가 있고 사용자에게 이를 출력한다.

- <85> 그리고, 제2 측정군은 사용자가 각 공정별로 기 설정한 오차허용범위 및 신뢰도인 유의수준 90%, 95% 범위 내에서, 실제 획득 데이터와, 계획 데이터가 상이한 것으로 판정되지만, 유의수준 99% 범위 내에서는 사용자가 설정한 신뢰도를 만족한다.
- <86> 따라서, 사용자가 90% 또는 95% 로 신뢰도인 유의수준을 설정한 경우에는 상기 제2 측정군도 상기 제1 측정군과 동일한 과정으로 구동되어야 하지만, 사용자가 99% 로 신뢰도인 유의수준을 설정한 경우에는 상기 제2 측정군은 상기 제1 측정군과 다른 과정으로 구동되어야 하며, 설정한 신뢰도인 유의수준을 만족하기 때문에 상기 제1 측정군보다 비교적 유사하다고 판단되고, 이에 따라 사용자에게 이를 출력하지 않는다.
- <87> 덧붙이면, 도 7은 기준 순환시간과 실제 순환시간이 군집화된 것을 도시하고, 도 8은 데이터 유사성 검토를 위한 SAS 프로그래밍을 도시하며, 도 9 내지 도 10은 상기 기준 순환시간과 실제 순환시간의 유사도를 판단하기 위한 SAS 데이터 비교를 도시하고, 도 11은 SAS 유사성 판정인 『상이하다』에 대한 데이터가 도시된다.
- <88> 그리고, 도 12는 기준 순환시간과 실제 순환시간이 군집화된 것을 도시하며, 도 13은 데이터 유사성 검토를 위한 SAS 프로그래밍을 도시하고, 도 14 내지 도 15는 상기 기준 순환시간과 실제 순환시간의 유사도를 판단하기 위한 SAS 데이터 비교를 도시하며, 도 16은 SAS 유사성 판정인 『유사하다』에 대한 데이터가 도시된다.
- <89> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이 같은 특정 실시 예에만 한정되지 않으며 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허 청구 범위 내에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경이 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

- <90> 도 1은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치를 개략적으로 도시한 블록구성도.
- <91> 도 2는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치의 RFID 태그가 부착된 1 개의 장치가 구동되는 실시예를 개략적으로 도시한 도.
- <92> 도 3은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치의 RFID 태그가 부착된 M 개의 장치가 구동되는 실시예를 개략적으로 도시한 도.
- <93> 도 4a는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성을 분석하기 위하여, 데이터 수집 및 분석에 따른 구동의 실시예를 개략적으로 도시한 도.
- <94> 도 4b는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성을 분석하기 위하여, 통계기반 유사성 산출수단이 구동되는 실시예를 개략적으로 도시한 도.
- <95> 도 4c는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성이 분석되어 사용자에게 전달되는 구동에 대한 실시예를 개략적으로 도시한 도.
- <96> 도 5는 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법을 개략적으로 도시한 흐름도.
- <97> 도 6은 본 발명에 따른 통계기반 실시간 건설 생산성 분석방법의 실시예를 개략적으로 도시한 흐름도.
- <98> 도 7 내지 도 11은 기준 순환시간과 수집된 순환시간이 상이한 경우의 생산성을 분석하는 과정을 도시한 도.
- <99> 도 12 내지 도 15는 기준 순환시간과 수집된 순환시간이 유사한 경우의 생산성을 분석하는 과정을 도시한 도.

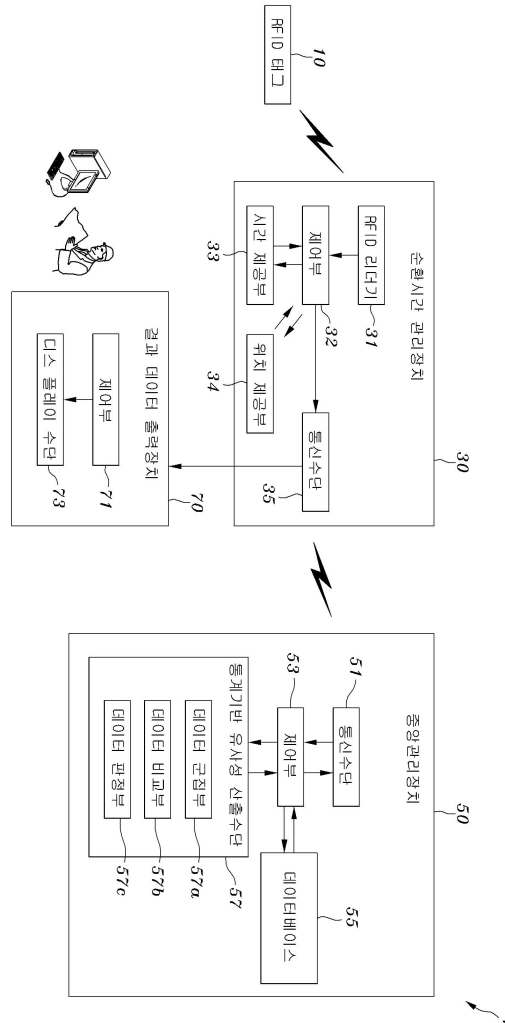
<도면의 주요부분에 대한 도면 부호의 간단한 설명>

- | | | |
|-------|-------------------------|---------------|
| <101> | 1: 통계기반 실시간 건설 생산성 분석장치 | |
| <102> | 10: RFID 태그 | 30: 순환시간 관리장치 |
| <103> | 31: RFID 리더기 | 32: 제어부 |
| <104> | 33: 시간 제공부 | 34: 위치 제공부 |
| <105> | 35: 통신수단 | 50: 중앙관리장치 |
| <106> | 51: 통신수단 | 53: 제어부 |

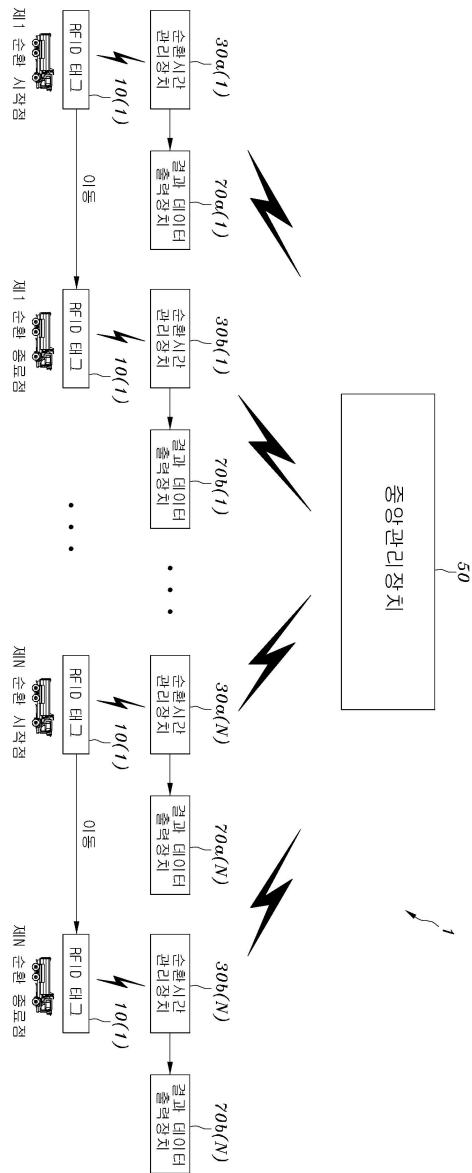
- <107> 55: 데이터베이스 57: 통계기반 유사성 산출수단
- <108> 70: 결과 데이터 출력장치 71: 제어부
- <109> 73: 디스플레이 수단

도면

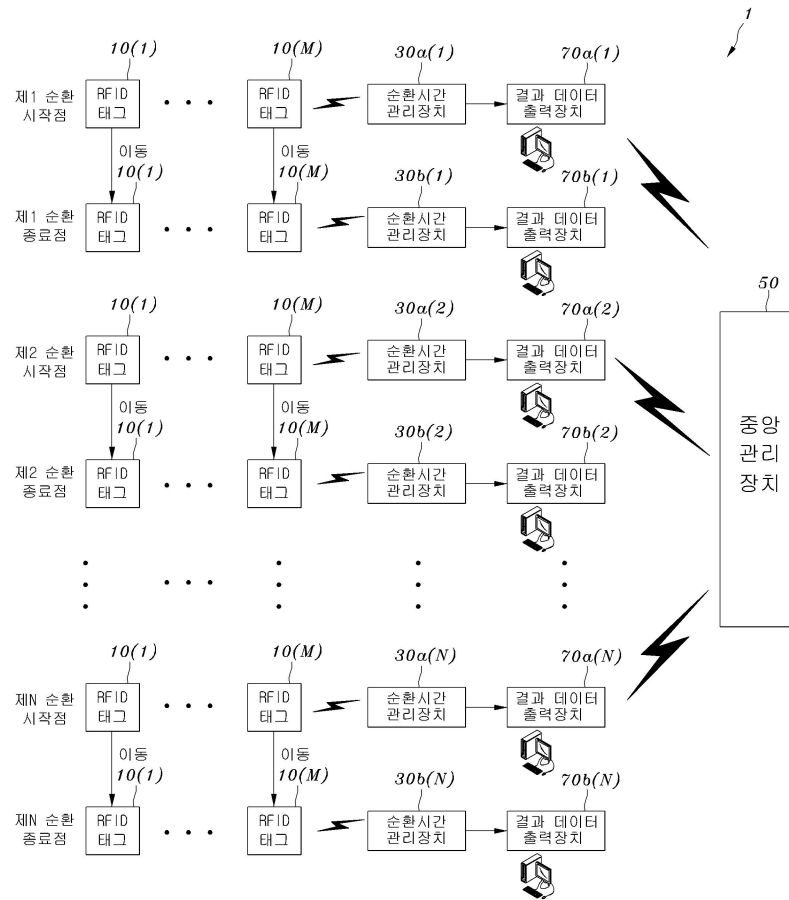
도면1



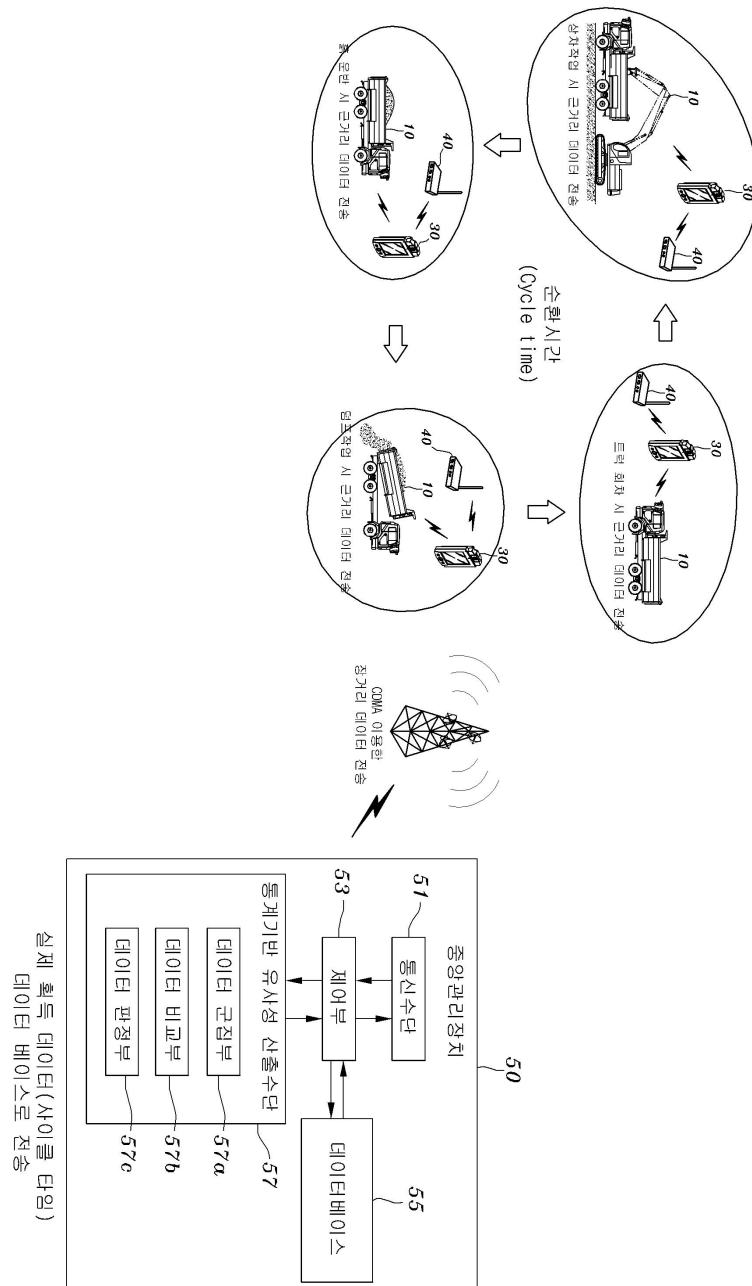
도면2



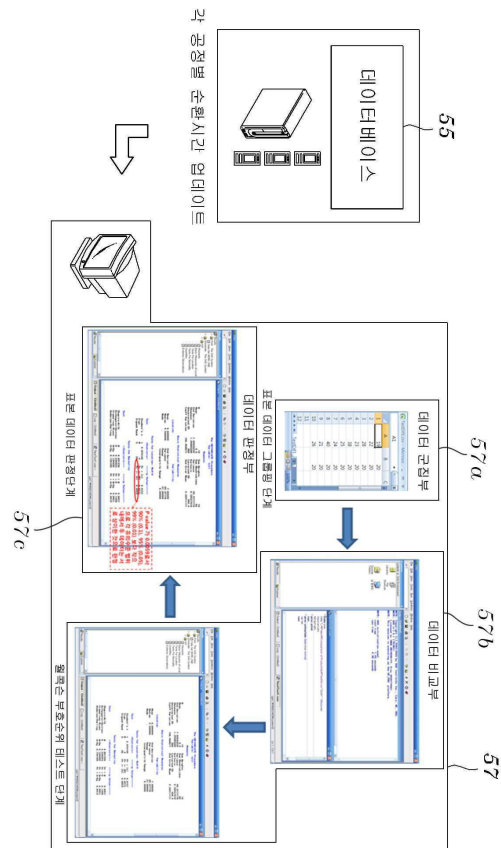
도면3

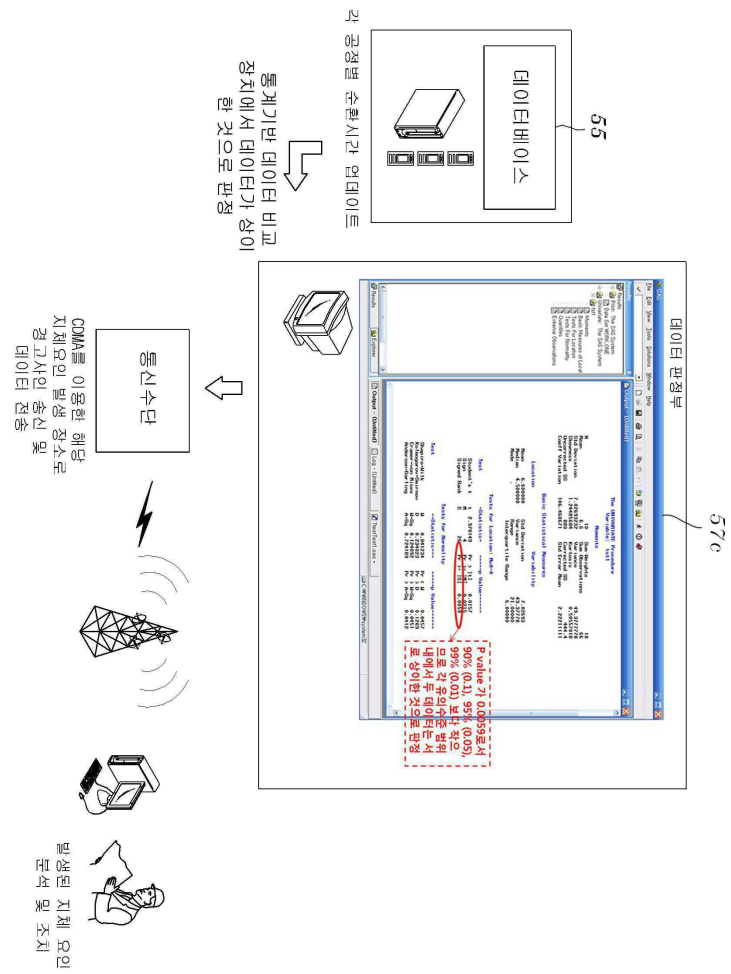


도면4a

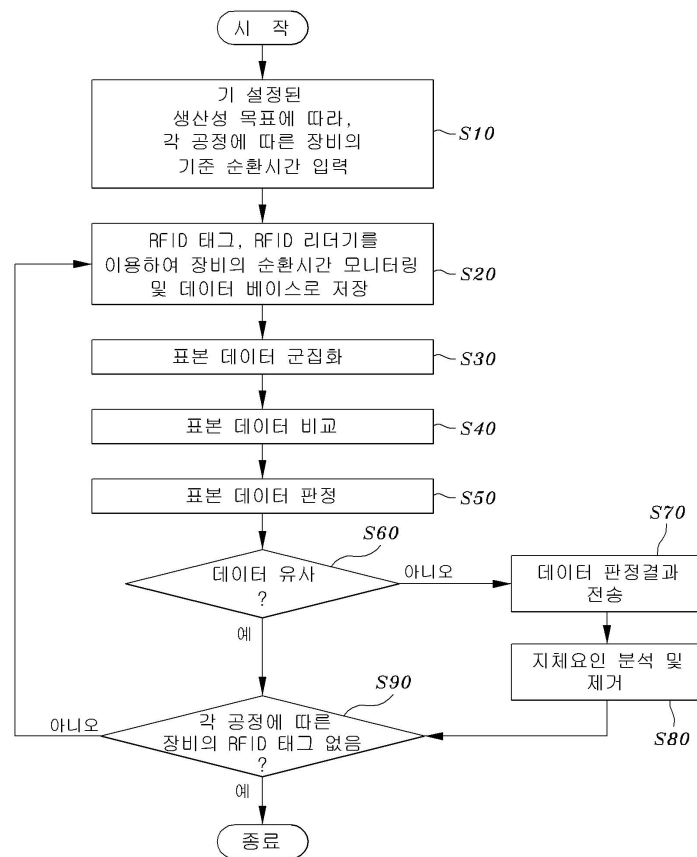


도면4b

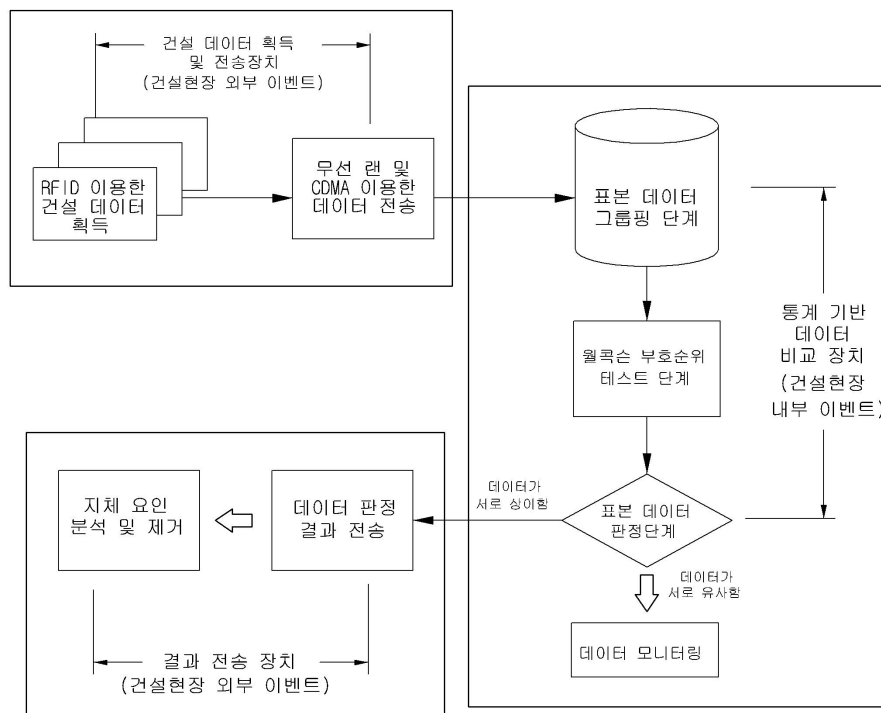




도면5



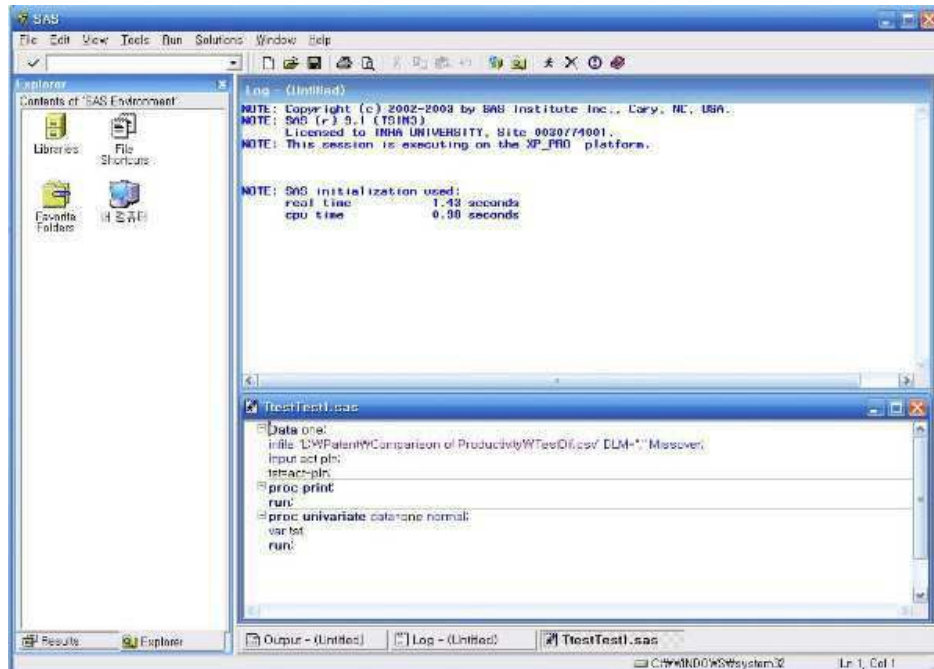
도면6



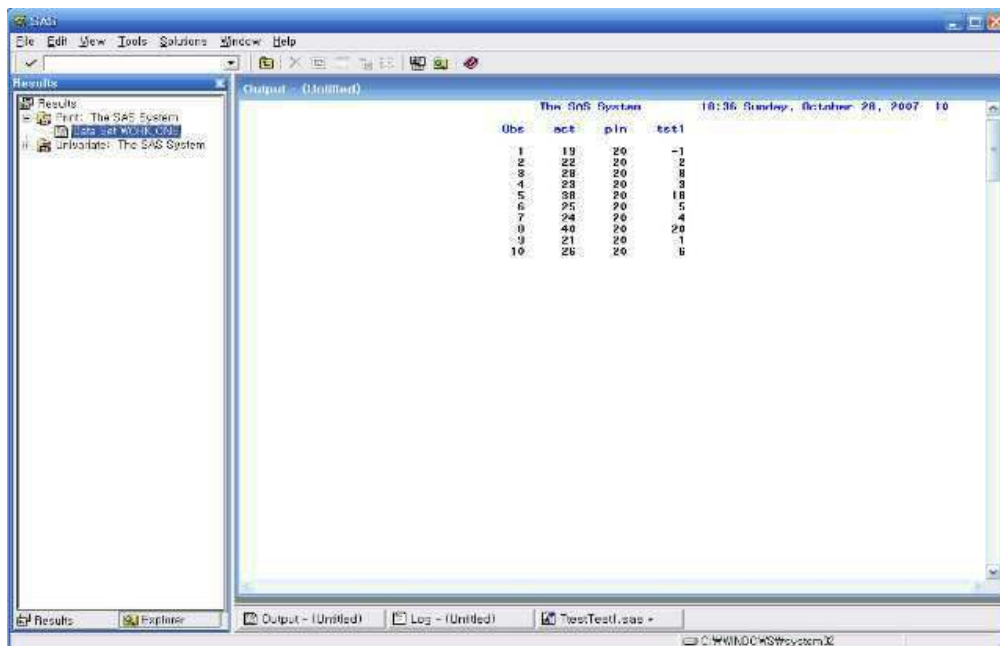
도면7

	A	B	C
1	19	20	
2	22	20	
3	28	20	
4	23	20	
5	38	20	
6	25	20	
7	24	20	
8	40	20	
9	21	20	
10	26	20	
11			
12			

도면8



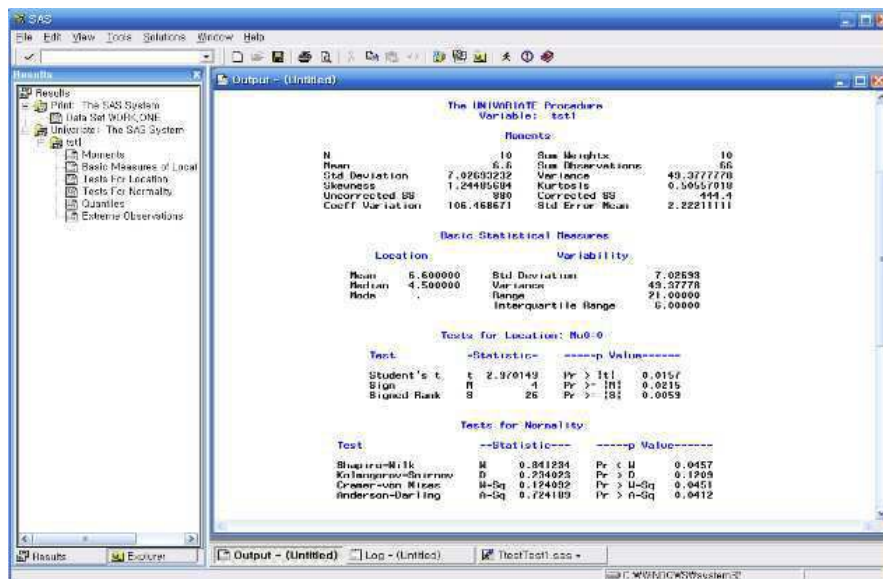
도면9



The screenshot shows the SAS interface with the 'Output - (Untitled)' window displaying a table titled 'The SAS System'. The table has four columns: 'Obs', 'act', 'pin', and 'tot1'. The data is as follows:

Obs	act	pin	tot1
1	19	20	-1
2	22	20	2
3	28	20	8
4	23	20	3
5	38	20	18
6	25	20	5
7	24	20	4
8	40	20	20
9	21	20	1
10	26	20	6

도면10



The screenshot shows the SAS interface with the 'Output - (Untitled)' window displaying statistical analysis results for the variable 'tot1'. The results are organized into several sections:

The UNIVARIATE Procedure
Variable: tot1

Statistics

Statistic	Value
N	10
Mean	5.6
Std Deviation	7.0260232
Skewness	1.24495694
Uncorrected SS	980
Coeff Variation	106.468671
Sum of Squares	49.377778
Corrected SS	444.4
Std Error Mean	2.2221111

Basic Statistical Measures

Location	Value	Variability	Value
Mean	5.600000	Std Deviation	7.026023
Median	4.500000	Variance	49.37778
Mode	.	Range	21.00000
		Interquartile Range	6.00000

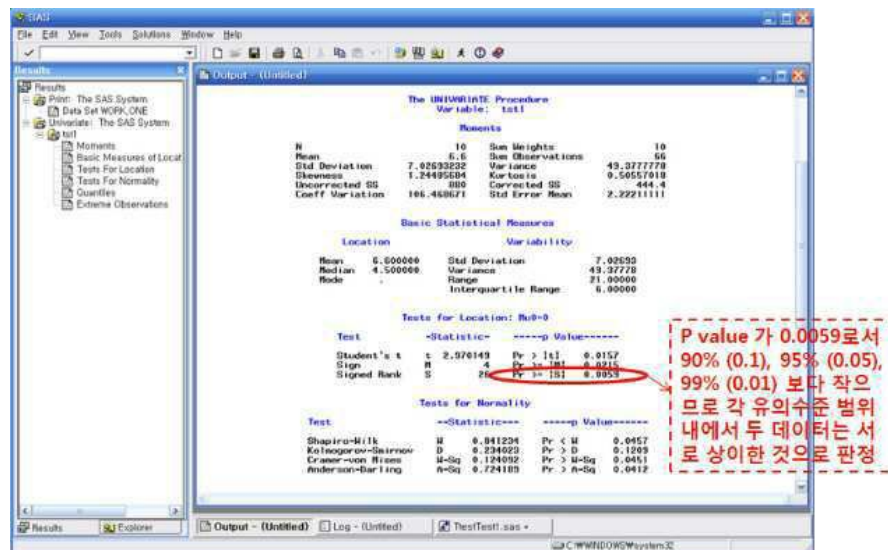
Tests for Location: Mu0=0

Test	Statistic	p Value
Student's t	t 2.970149	Pr > t 0.0157
Sign	N 4	Pr >= M 0.0215
Signed Rank	S 26	Pr >= S 0.0059

Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.841294	Pr <= W 0.0457
Kolmogorov-Smirnov	D 0.234023	Pr >= D 0.1209
Cramer-von Mises	W-Sq 0.124022	Pr >= W-Sq 0.0451
Anderson-Darling	A-Sq 0.724109	Pr >= A-Sq 0.0412

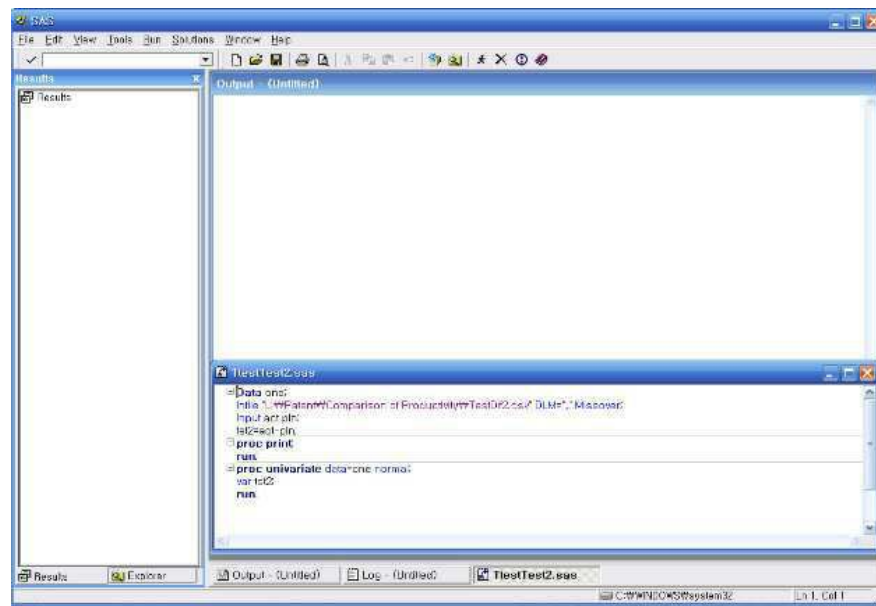
도면11



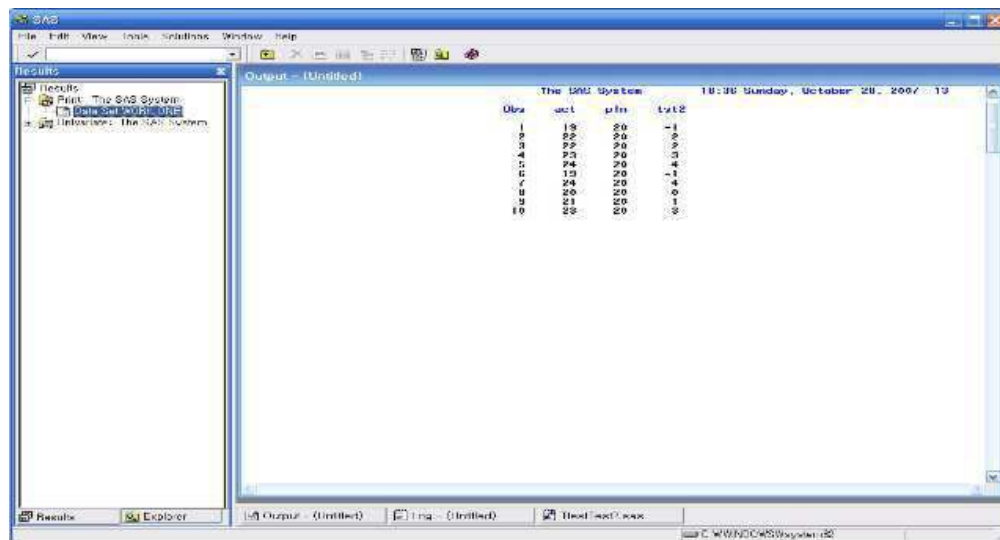
도면12

TestDif2.csv - Microso...			
A1			
	A	B	C
1	19	20	
2	22	20	
3	22	20	
4	23	20	
5	24	20	
6	19	20	
7	24	20	
8	20	20	
9	21	20	
10	23	20	
11			
12			

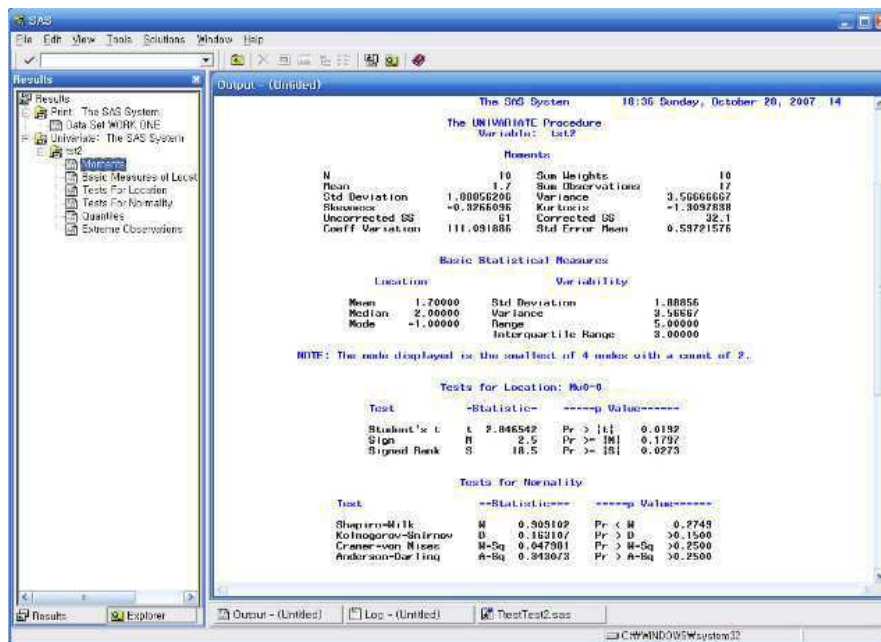
도면13



도면14



도면15



도면16

