정보통신 기술을 이용한 건설기계 관리시스템

Construction Equipment Management System Using Information and Communication Technologies

김 성 근*○ 서 종 원** 이 준 복*** 김 영 석****
Kim, Sung-Keun Seo, Jong-Won Lee, Junbok Kim, Young-Suk

요 약

2005년 건설기계의 등록대수가 32만대를 넘어서고 있다. 건설은 점차적으로 기계화되면서 인력감축, 생산성 및 품질의 향상을 가져왔다. 그러나 건설기계라는 관점에서 건설기계의 효과적인 작업 및 관리, 가동성 향상과 사회간접자본 시설물의 안전향상, 그리고 민원감소를 위하여 해결해야 할 문제들이 있다. 현재 건설업을 위한 정보통신기술의 실현성이 가속화되고 있다. 본 논문에서는 주어진 문제를 해결하기 위하여 정보통신기술을 적용한 건설기계 관리시스템을 제안하고자 한다. 건설기계 관리시스템의 개발은 더 낳은 건설기계의 작업과 관리가 가능할 것으로 사료된다.

키워드: 건설기계, 관리시스템, 정보통신기술, 자동화

1. 서 론[1)]

1.1 연구의 배경 및 목적

건설기계는 1970년대부터 국내 건설현장에 도입되어 활용되기 시작하였으며, 1980년대에 들어서면서 건설공사 기계화가 본격화되어 건설생산에서 인력절감, 작업능률 및 품질향상에 지대한 기여를 해오고 있다.

건설기계는 등록대수가 2005년 12월말 기준으로 32만대를 돌파하고 있는데 건설기계와 관련된 현안이 몇 가지 존재한다. 건설기계는 현장에 투입되기 위하여 이동시 도로 및 교량의 통과허용하중을 넘는 경우도 있는데 이것이 사회기반시설물의 파손의 원인이 되고 있는 상황이며, 건설기계를 해당 주기장에 주기하지 않고 불법으로 이면도로나 용지에 주기를 하는 경우가 많아 민원문제를 발생시키고 있다. 그리고 각종 현장에서 필요한 건설기계를 수급하는 경우에 전국적인 관점에서 일괄·집중 방식으로 실시간으로 원하는 지역 또는 근거리 지역에서의 건설기계의 종류, 수량, 임차료, 사용여부를 파악할 수 있는 체계를 갖고 있지 않다. 건설기계의 대수는 증가하고 있으나 가동률은 점점 떨어지고 있는 상황이며, 구체적으로 건설기계의 가동상황 및 작업이력에 관한 데이터를 구축하고 있지 못한 상황으로 건설기계의 운영 및 관리 측면에서 개선이 필요하다고 판단된다.

본 연구에서는 현재 당면한 문제를 해결하기 위하여 사용될 수 있는 첨단 정보통신 기술을 적용한 건설기계 관리시스템을 제안하고자 한다. 국내의 정보통신 기술은 다른 나라와 비교하여 볼 때 비교우위에 있으며 기술적인 여건도 많이 성숙되어 있는 상황이다. 현대의 첨단정보통신 기술을 이용한 위치기반서비스와 정보관리기술이 발달되어서 이러한 기술을 적용한다면 건설기계 관련 주체가 건설기계를 효율적으로 운영 및 관리를 할 수 있을 것이라고 사료된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 수행한 연구의 범위 및 방법은 다음과 같다.

(1) 건설기계 관리시스템 구성을 위한 요소기술 조사

건설기계 관리시스템 개발을 위한 요소기술로 현재 상용으로 사용되고 있는 기술을 중심으로 조사하였다.

(2) 건설기계 관리시스템 구성안 제시

건설기계 활용도 향상과 관리의 효율화를 위한 시스템 구현을 위한 세부구성과 시스템 구축을 위한 방향을 제시하였다.

2 시스템 개발 관련 요소기술

건설기계 관리시스템 개발을 위하여 적용될 수 있는 요소기술은 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 통신기술

유선, 무선, 및 위성통신기술을 통하여 지리적, 건설현장의 특수성에 영향을 받지 않고, 작업자, 작업자와 자동화 시스템의 각 에이전트 사이에 실시간으로 정보의 교환이 가능하다. 음성은 물론 고속데이터와 멀티미디어 자료를 시간과 장소에 제한을 받지 않고 서로 교환이 가능하다.

(2) 텔레메틱스

텔레매틱스는 원격통신(Telecommunication)과 정보과학(Infor-matics)의 융합용어로 이동통신과 GPS기술을 이용하여 정보센터

* 종신회원, 서울산업대학교 토목공학과 조교수, 공학박사
** 종신회원, 한양대학교 토목공학과 조교수, 공학박사
*** 종신회원, 경희대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
**** 종신회원, 인하대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

본 연구는 2004년 한국건설교통기술평가원 건설기술기반구축사업에 의하여 지원되었음. (과제번호: 04기반구축A25)

와 차량을 연결하여 차량운행에 필요한 각종 정보를 제공하는 서비스를 의미하는 것으로 지능형 교통시스템 (Intelligent Transport System)의 하위개념으로 출발을 하였다 (윤두영, 2003). 단순 내비게이션 서비스와는 달리 텔레매틱스 서비스는 위치추적, 원격진단 및 제어, 사고감지, 각종 교통정보 제공하는 것으로 차이를 보인다.

(3) 유비쿼터스 기술

네트워크 및 통신기능을 가진 컴퓨터를 통하여 시간과 장소에 영향을 받지 않고 요구하는 서비스를 제공받을 수 있다. 유비쿼터스 환경은 센싱, 위치추적, 커뮤니케이션, 가상현실, 및 스마트 기능 등으로 구성된다. 스마트센서를 통하여 수집된 정보를 자동으로 네트워크를 통하여 전송하고 이를 근거로 하여 의사결정을 할 수 있도록 지원 가능하다.

(4) 위치추적 관련 기술

위치인식 시스템에는 GPS, Active badge (적외선), Active bat (초음파), RFID, Radar, EasyLiving (비전 및 삼각측량) 등의 다양한 시스템이 있다. 언급된 시스템 중에서 GPS가 매크로 위치추적에 사용되며 나머지는 마이크로 위치추적에 사용되는 시스템이다. 그리고 LBS(Location-Based Service)는 이동통신망을 기반으로 하여 사람 또는 사물의 위치를 파악하여 이를 활용하는 서비스라고 정의된다(한국정보통신협회, 2004). LBS는 GIS, GPS, 텔레매틱스를 포함해서, 특정 플랫폼을 통해 위치관련 정보를 제공해 주는 모든 서비스를 망라하는 개념으로 볼 수 있는데 단순히 각종 객체의 위치정보만 제공하는 것이 아니라 현재 위치정보를 이용한 다양한 서비스와 어플리케이션을 제공하는 것으로 언급될 수 있다. 건설기계의 활용도 향상을 위한 건설기계 관리시스템은 첨단 전자통신기술을 적용하여 실시간으로 건설기계의 이동위치를 국가수치지도를 통하여 파악하는 매크로 위치추적 기능을 가져야하며 건설기계의 운행상태, 통행하중의 준수여부 파악, 주기장 내의 주기여부 및 기타 기능을 제공할 수 있어야 할 것이다.

3. 건설기계 관리시스템 구축

3.1 건설기계 관리시스템 구성안

건설기계 관리시스템은 건설기계 단말기, 통신망, 그리고 관리시스템으로 구성된다. 각 건설기계의 단말기의 송수신기를 통하여 GPS위성 및 이동통신사의 초고속 통신망으로 관리시스템 서버로 실시간 데이터 전송을 실시하고, 관리서버에서 건설기계의 위치, 상태, 가동현황 등의 데이터를 저장 및 가공하여 처리된 정보를 유무선 통신망을 통하여 웹페이지로 전송하도록 한다.

(1) 건설기계 단말장치 부문

건설기계에 부착되어 건설기기 GPS기능을 통한 위치파악, 인공위성을 통한 정보 전송 그리고 이동통신망(CDMA)를 이용한 통신을 담당한다. 건설기계 전용단말기는 신규로 제작되어야 하나 기술적으로 이미 검증된 단말장비가 개발되어 있다. 따라서 단말장치는 비용 및 신뢰성을 중심으로 선정하여 채택하면 문제가 없을 것으로 사료된다.

○ 단말기 구축

- 건설기계에 부착될 수 있도록 소형화 되어야 하며, 데이터 송수신의 신뢰성을 확보할 수 있는 전용단말기 개발
- 건설기계 현재 위치를 GPS를 통하여 파악하고 관련 데이터를 인공위성 및 이동통신망을 통하여 데이터를 원격관리서버에 실시간으로 전송할 수 있는 장치 구축

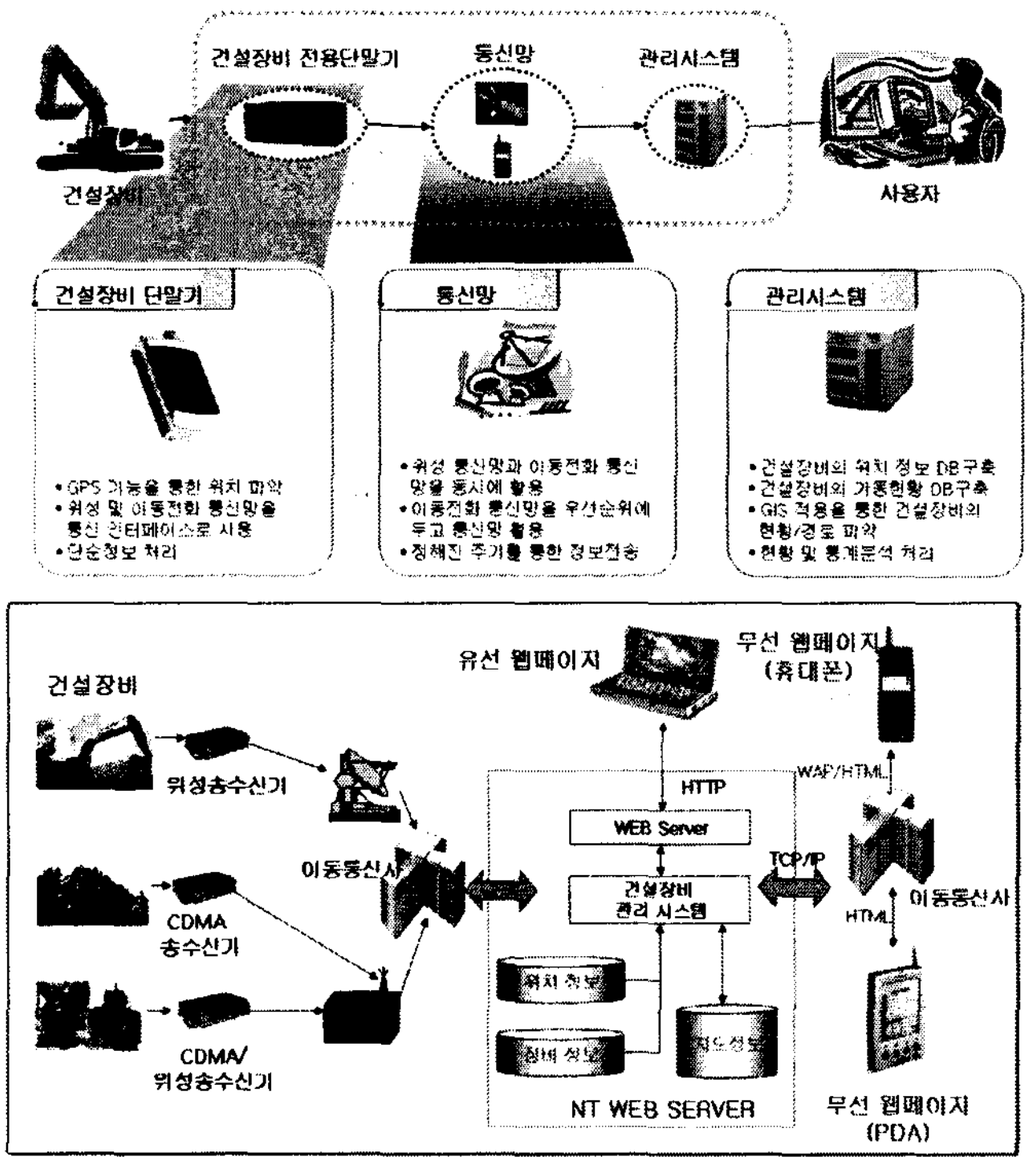

그림1. 건설기계 관리시스템 구성도

○ 단말기의 기능

- GPS 수신기를 내장하여 건설기계의 현재 위치파악 기능
- 위치정보 및 각종 데이터를 관리 서버에 전송
- 건설기계 상태 및 GPS 수신기 상태 등에 관한 정보를 전송
- 운행기록에 관한 데이터를 서버에 전송
- 관리 서버로부터 제어명령 수신
- 인공위성을 통한 통신 기능
- 이동통신망을 이용한 통신기능
- 단말기에서 정의된 정보의 입력 및 변경 기능

(2) 통신망 부문

통신망은 인공위성과 이동통신망(CDMA)망을 이용하나 우선순위는 이동통신망을 우선으로 한다. 이는 비용적인 측면에서 인공위성망보다 저렴하기 때문이며, 2가지 통신망을 사용하는 이유는 인공위성망은 건설기계가 지하 또는 터널이나 도심지와 같이 간섭이 심한 지역에 들어가 있을 경우 통신이 부적절하기 때문이다.

○ 인공위성 통신망

건설기계가 산간오지에 위치해 있을 경우 통신사각지대를 없애기 위하여 임대망 업체로부터 통신망을 부분적으로 임대하여 임의의 건설현장이나 도로상의 건설기계로부터 위치 및 관리 데이터를 송수신 하는 기능을 수행한다.

○ 이동통신망(CDMA)

이동통신망은 전국적으로 구축이 되어있으며 통신 시스템도 안정적으로 운영이 되고 있다. 휴대폰의 통신망을 이용하여 저렴하게 데이터 통신을 할 수 있도록 휴대폰 통신망 사업자와 협의하여 구축 하도록 한다. 비용이 저렴한 것이 장점이며 도심부의 경우 지하

에서도 통신이 가능 할 수 있다. 국내에서 CDMA는 기간망으로 신뢰성을 확보하고 있으며 음영지역이 거의 없는 장점을 갖고 있고 망접속 시간이 평균6초 정도 되는 것으로 조사되었다.

(3) 관리시스템 부분

통신망을 통하여 수집된 건설기계의 위치 및 관리정보를 운영자 및 사용자가 이용하기 쉽도록 정보를 가공하고 표출하는 부분으로서 건설기계의 현황 파악 및 파악된 정보를 이용한 데이터를 분석하고 이를 관리한다. 주요기능은 다음과 같다.

- 각 건설기계별 제원, 등록, Warranty 관련 내용 관리
- 각 건설기계별 연료소모 정보, 소모품 교환주기 정보, 유지관리, 정비이력 및 작업이력 내용 관리
- 필요한 각종 부품 수급계획 관리
- 인공위성 및 이동통신망으로 부터 데이터 수집 기능
- GIS Tool을 이용한 정보 표출 및 관리
- 전체 건설기계의 최적 수급계획 관리
- 단말기 및 건설기계의 이상상태 파악
- 건설기계 도난경보 정보
- 건설기계 이동경로 정보 관리

○ 하드웨어

하드웨어 구성은 NT로 구성하도록 하며 3개의 서버로 구분하여 구축 하도록 한다.

- 수집서버: 인공위성 및 이동통신망을 통하여 자료를 수집하는 서버
- 가공 및 운영 서버: 수집된 서버를 가공하거나 이를 이용하기 위한 운영서버
- 분석/통계 및 저장 서버: 수집된 데이터를 저장하여 이를 분석하고 통계처리 할 수 있는 서버

○ 소프트웨어

소프트웨어는 웹환경을 기본으로 하며 GIS Tool을 적용하여 사용자 및 운영자의 이해를 쉽게 한다. 또한 GIS Tool을 이용한 공간분석 및 이동 경로 분석 등을 수행 할 수 있도록 하며 건설장비를 원격으로 상태를 진단하며 제어할 수 있는 기능을 수행할 수 있도록 한다.

- 관리자 모듈: 하드웨어 및 소프트웨어를 운영자가 관리할 수 있는 전용 모듈
- 운용프로그램 모듈: 일반 이용자가 데이털 가공/분석 할 수 있는 모듈
- GIS 모듈: GIS Tool을 이용하여 위치 및 공간 분석을 수행 할 수 있는 모듈
- 제어모듈: 건설기계를 원격으로 제어하기 위한 모듈

3.2 건설기계 관리시스템의 기능

표1은 건설기계 관리시스템의 관리영역과 정보에 관한 사항을 제시하고 있다. 시스템의 관리영역을 크게 건설기계 이력관리, 위치 및 상태관리, 통행경로관리, 건설기계 유지관리, 건설기계 수급관리, 가동현황 관리, 원가관리 관리 부분 등 7가지로 구분하고 있다. 건설기계 단말기로부터 수집되는 정보는 1초에 한 번씩 수집할 수 있으나 통신요금 관계상 적절한 조정이 필요하다고 판단된다. 위치정보를 포함한 각종 필요한 정보는 적절한 시간단위로 수집할 수도 있다고 판단된다.

표1. 관리영역 및 관련 정보

관리영역	관련 정보	정보 수집방법
이력관리	• 장비종류, 성능, 규격 • 등록자료 내역 • 장비 Warranty 정보	• 서버 장비 DB • 사용자 단말장치
위치 및 상태관리	• 장비의 Historical 위치기록 • 장비의 작업위치 기록 • 장비의 상태기록	• 서버 장비 DB • 서버 지도정보 • 서버 위치정보 DB • 유무선 통신기기 • GPS 위성 또는 이동통신망 • 건설기계 단말기 • 사용자 단말기
통행경로 관리	• 전국 도로 및 통행 허용하중 정보 • 운행제한 정보 등의 허가관련 사항 • 중량물 운반 및 통행 도로망 개획 • 실시간 건설기계 위치정보	
유지관리	• Historical 유지관리 기록 • 유지관리 계획 및 실시 정보 • 각종 Parts에 관한 정보	
수급관리	• 지사별 장비 보유 및 유동 현황 • 현장별 장비 보유 및 유동 현황 • 건설기계 수급 요구 정보	
가동현황 관리	• 건설기계 위치정보 • 건설기계 엔진가동 현황 • 건설기계의 상태	
원가관리	• 구입비 • 유지관리비 및 수리비 • 인건비 • 기타 비용	

건설기계 위치 및 상태관리 기능은 장비의 과거의 위치이동 정보, 현재 위치 정보, 작업현황 정보, 그리고 작업 중, 대기, 고장, 유지관리 및 보수, 주기중, 사용자가 정의한 상태 등과 같은 장비의 상태에 관한 정보를 관리한다. 또한 건설기계의 도난방지 기능을 위하여 장비가 작업구역내에 존재하는지 또는 허가된 구역에 존재하는지를 파악하여 장비를 원격제어 (원격엔진정지) 할 수 있는 기본적인 정보를 제공하는 기능을 수행한다.

건설기계의 통행경로 관리는 도로의 통과하중에 제한에 관한 정보에 근거하여 장비운반 및 이동경로를 설정하게 된다. 만약 장비의 운반 및 이동을 위하여 허가가 필요한 경우에 이러한 사항에 관한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다. 도심지를 통과하는 경우에는 실시간으로 최적 이동경로를 제공할 수 있는 기능도 수행할 수 있다.

유지관리 기능은 회사에서 보유하고 있는 모든 건설기계를 최상의 상태로 유지하기 위한 정보를 제공한다. 각 장비별 과거의 유지관리기록 (예를 들면, 엔진가동시간, 오일교환, 타이어교환, 고장기록 등)과 향후 유지관리를 위한 계획을 수립할 수 있도록 하는 기능을 포함한다. 만약 회사 자체적으로 수리 및 정비를 하는 경우에는 유지관리에 필요한 각종 부품 및 파트에 관한 정보를 제공하는 기능도 부여할 수 있다.

건설기계 수급관리 기능은 회사의 경영실적과도 많은 연관 관계가 있다. 실시간으로 회사에서 보유하고 있는 장비의 투입정보와 위치정보, 그리고 수요정보에 근거하여 최적의 장비수급 계획을 세울 수 있도록 정보를 제공하는 기능을 수행한다.

건설기계 가동현황 관리는 프로젝트별, 장비별, 운전자별 또는 공종별 생산성에 관한 정보 및 실적정보를 구축하기 위하여 사용한다. 각 현장, 주기장, 정비공장 또는 도로상에 이동 중인 장비를 추적하여 작업을 실시하는 중인지 여부와 작업의 종류는 무엇인지에

관한 기록을 수집, 보관 및 분석하는 기능을 수행한다.

원가관리는 모든 장비에 관한 장비 구입비, 유지관리비 및 수리비, 인건비 및 기타비용 등에 관한 데이터를 수집, 보관 및 분석하는 기능을 수행한다. 건설기계의 전체 라이프사이클 동안 발생하는 모든 비용에 관한 실적정보를 구축하는 것이 중요하여 이러한 정보는 회사를 운영하는데 매우 유용하게 사용되는 정보이다.

4. 건설기계 관리시스템 구축 방향

건설기계 관리시스템을 구축하기 위한 기반조성과 관련 기술의 적용에 있어서는 별문제가 없을 것으로 판단된다. 현재 각 업체에서 위치추적서비스를 제공하고 있지만 주요 서비스는 실시간 위치파악과 도난방지에 초점을 맞추고 있다. 건설기계의 이력관리, 유지관리, 가동현황파악, 원격모니터링 및 원격제어, 허용이동경로 제공 등과 같이 효과적으로 장비관리를 위한 서비스 등을 동시에 제공하는 업체는 아직 없는 것으로 파악된다.

건설기계 단말기의 위치측정을 위한 무선측위 기술은 통신망의 기지국 신호를 이용하는 망기반 방식과 단말기에 부착된 GPS 수신기를 이용하는 단말기 기반 방식의 혼합형태인 하이브리드(Hybrid) 방식으로 하는 것이 타당하다고 사료된다. 그리고 건설기계 관리시스템 구축을 위해서는 타당성 검토, 프로토타입 개발 및 시험, 그리고 적용단계를 거쳐야 할 것이며, 다음과 같은 범위로 개발이 되어야 할 것으로 판단된다.

표2. 건설기계 관리시스템 개발 범위

구 분	내 용
개발 범위	• 위성통신을 이용한 위치정보 수집 Test • 이동통신망을 이용한 위치정보 및 각종 데이터 송수신 Test • GIS/GPS 관련 기술 적용 및 관리시스템과의 연계방안 마련 • 위치파악, 위치참조 및 수치지도 기술 적용 • 첨단 Web 기반기술 및 실시간 DB 기술 적용 • 원격모니터링 및 원격제어 기술 적용 • 장비관리시스템 정보모델링 및 관리시스템 구현
단말기 부분	• 위성 및 이동통신망을 이용한 송수신 단말기 기술 적용 • 건설기계의 원격모니터링 및 원격제어를 위한 단말기 개발
센서 서버부분	• 위성 및 이동통신을 이용한 데이터 송수신 프로세스 모델링 • 데이터, 프로토콜, 프로세스의 표준화 • 수집 데이터 통계처리, 분석 및 가공을 위한 알고리즘 • 최신 Web 기반 시스템 및 DB 기술 적용 • 기본 H/W 및 S/W 구성

건설기계 관리시스템은 Web기반 시스템으로 기존의 상용서비스에서 제공하는 기본적인 기능 이외에 장비관리(이력관리, 유지관리, 수급관리, 가동현황관리, 원가관리, 통행경로관리 등)를 위한 기능을 구현해야 할 것으로 판단된다. 주요 핵심기술로는 GIS/ GPS 기술과 원격진단 및 제어 기술이 있으며, 외국의 사례를 살펴볼 때 원격진단기술은 미국 텔레매틱스 서비스인 Onstar의 원격차량진단은 엔진, 전동장치, 브레이크 시스템, 에어백 시스템 등과 관련된 400개가 넘는 시스템코드를 진단하여 차량수리가 가능한 것으로 보아 건설기계 관리시스템에도 무리 없이 확장하여 적용이 가능할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 논문에서는 건설기계의 활용도 향상과 효과적인 관리를 위한 시스템을 개발하기 위하여 관련 요소기술을 살펴보았고 세부구성안을 제시하였다. 건설기계의 효과적인 관리 및 운영은 건설기계 관련 업체의 경영에 관한 사항뿐만 아니라 정부나 지방자치단체의 입장에서도 중요한 문제라고 사료된다.

건설기계 관리시스템을 구축하여 운영한다면 건설기계의 현재 위치, 가동현황 등을 파악하여 건설현장 또는 이동 중인 건설기계의 현황을 파악할 수 있고 작업상황에 관한 정보를 실시간으로 축적할 수 있으므로 구체적으로 건설기계의 상태 및 작업이력에 관한 데이터베이스를 효과적으로 구축할 수 있다. 업체의 관점에서는 전체 건설기계의 현황을 실시간으로 파악 가능함으로 최적의 건설기계 수급계획을 수립할 수 있을 것이며 전반적인 건설기계의 가동율 향상에 도움이 될 것으로 사료된다. 그리고 건설기계가 고가인 관계로 외국현장에서는 임대된 기계의 도난사건이 종종 발생하고 있는데 건설기계 관리시스템의 위치추적기능 및 원격제어기능을 통하여 도난사고를 방지하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 정부의 관점에서는 도로 및 교량의 경우 통행하중을 제한하는 경우 건설기계가 이동할 수 있는 적절한 이동경로에 관한 정보를 제공함으로써 사회간접시설물의 보호가 가능하고 적절한 건설기계 주기를 계도할 수 있을 것을 사료된다.

참고문헌

1. 윤두영.“지상파 위치 추적 서비스 현황 및 전망.” 정보통신정책, Vol. 15(13), 정보통신정책연구원, 2003, pp. 33-44.
2. 한국정보통신협회. "GPS기반 LBS 시장의 동향과 전망."2004. www.kait.com

Abstract

The number of registered construction equipment exceeded the 320 thousands in 2005. Construction has been gradually mechanized, reducing the need for construction labors, and increasing the productivity and quality of construction operations. However, it still has some problems that are should be solved for effective operations, management, availability of construction equipment, increased safety of SOC fatalities, and decreased civil appeals in terms of construction equipment. Recently, technology push is accelerated by flowing information and communication technologies(ICT) for construction. In this paper, a construction equipment management system that use ICT is suggested to solve the given problems. It is anticipated that the development of the system would be able to bring the better operations and management of construction equipment.

Keywords : construction equipment, management system, information and communication technology (ICT), automation