

정보매체용 물류관리시스템 개발

임석철* · 이수훈** · 홍만표*** · 홍석교****

Development of Intelligent Media Service System

Suk-Chul Rim · Soo-Hun Lee · Man-Pyo Hong · Suk-Kyo Hong

(Abstract)

A special purpose automated storage and retrieval system is developed in which information media such as compact disc or video tapes can be stored. Hardware system includes rack, stacker crane with robot arm, conveyor, and bar code reader. Software system includes database for address management, user interface for quick scanning of information media by displaying moving image, and algorithms for selecting the closest open location. Such system is widely applicable to CD library or broadcasting station in the forthcoming information age. In this paper we present detailed procedure and tools that are used in designing and implementing such a special AS/R system.

1. 서론

최근 국내 각 기업에 물류관리의 중요성이 부각되면서 창고관리 합리화의 일환으로 자동창고 도입이 확산되고 있다. 산업용 자동창고는 주로 제조업이나 유통업에서 원부자재, 중간제품 또는 완성품을 팔렛(pallet) 단위로 자동 저장 및 불출하는 유닛로드(unit-load)형 자동창고가 주종을 이루고 있다. 산업용 자동창고는 그 취급물이 주로 팔렛단위의 대형, 중량물이기 때문에 크레인이 한번에 한 개의 팔렛만을 저장 또는 불출하는 single command가 기본이며, 저장소요와 불출소요가 동시에 있을 때에는 크레인이 저장품을 가지고 입출고점을 출발하여 저장점에 저장한 후 불출점으로 이동하여 불출품을 가지고 입출고점으로 들

아오는 dual command를 수행할 수 있다. (Double fork 크레인이 사용되기도 하나[7] 극히 예외적이다.) 이러한 산업용 자동창고와는 달리 본 연구에서 소개하는 정보매체용 자동창고란 비디오 테이프나 콤팩트 디스크(CD), 레이저 디스크(LD) 등 동일규격의 소형, 경량 정보매체를 대량으로 저장하면서 수요자의 요청에 따라 정보매체를 불출하고, 사용 후 다시 자동창고에 저장하는 시스템이다. 저장물이 소형, 경량물이기 때문에 복수개의 저장물을 담은 운반함(magazine)을 크레인에 장착한 후 입출고점을 출발하여 복수개의 저장점과 불출점을 차례로 방문하면서 크레인에 부착된 로봇 팔을 사용하여 저장작업이나 불출작업을 하나씩 수행하고 다시 입출고점으로 돌아오는 "multiple command"를 수행할 수 있어 single command

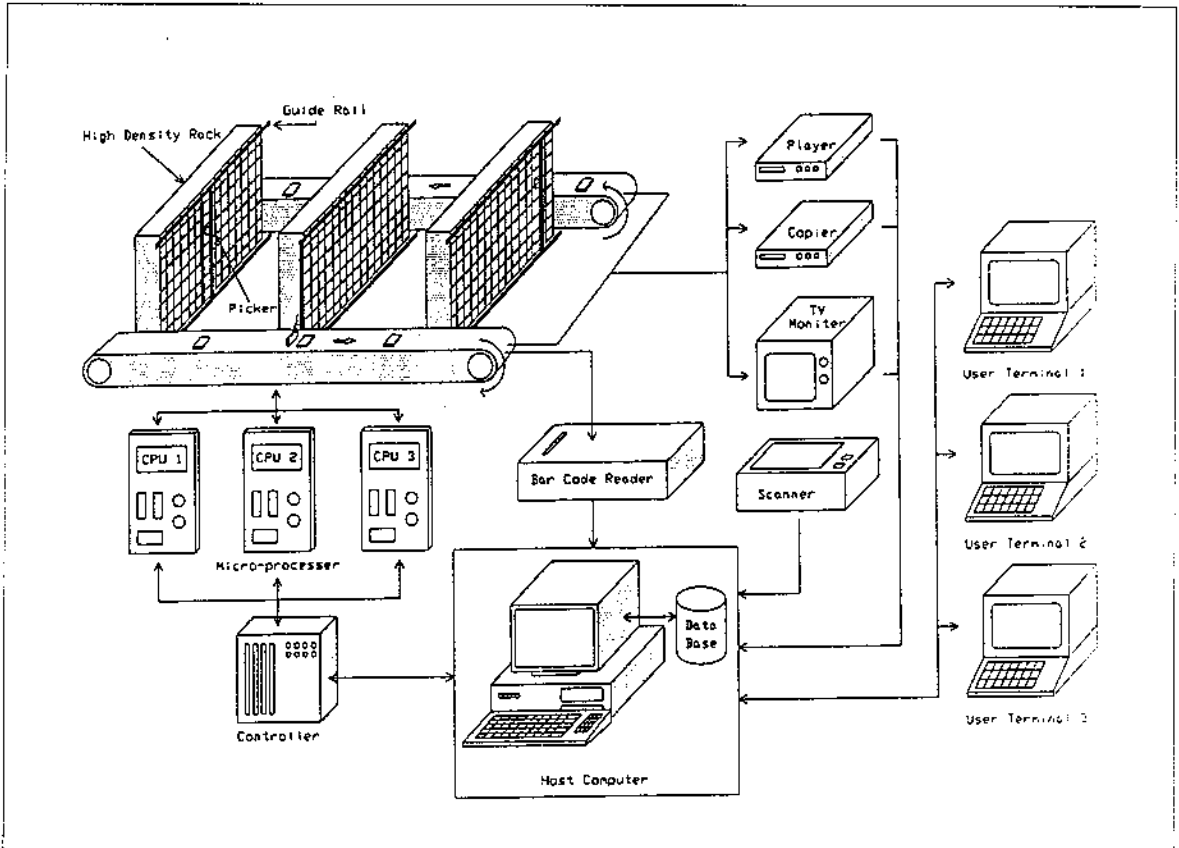
* 아주대학교 산업공학과
 ** 아주대학교 생산자동화공학과
 *** 아주대학교 컴퓨터공학과
 **** 아주대학교 제어계측공학과

나 dual command에 비해서 일반적으로 시스템의 처리능력(throughput)을 크게 향상시킬 수 있다[12]. 또한, 정보매체용 자동창고 시스템은 보다 안전한 저장과 반출 그리고 운반을 수행하기 위해 특별히 고안된 Gripper가 부착된 미케니즘을 사용하고, 정밀제어의 요구에 부합되는 향상된 제어기의 설치가 필요하다.

이러한 정보매체용 자동창고의 용도로는 멀티미디어 CD(Compact Disc)로 된 전자도서를 보관하는 미래형 전자도서관이나 다량의 LD(Laser Disc)를 사용하는 유선방송국 등의 정보문화산업에서 대량의 독립적인 정보매체를 고속으로 사용자에게 불출해 주는 시스템이 폭넓게 활용될 것으로 기대된다[14]. 경제성의 관점에서 불매 상당한 초기투자가 수반되는 것은 사실이다. 그러나 이러한 시스템의 장점으로는 무엇보다도 정보매체에 담겨있는 정보의 내용(動畫像)

일부를 고객이 직접 눈으로 볼수 있다는 점이며, 이러한 차별화된 서비스는 고객 점유율을 획기적으로 증대시킬 수 있기 때문에 경제적 타당성도 충분하다고 판단된다.

본 연구에서는 이러한 정보매체용 자동창고를 위한 통합물류관리시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 개발하였다. 개발된 프로토타입의 하드웨어 시스템은 300여개의 비디오 테이프를 저장할 수 있는 자동창고, 5축의 로봇 시스템, 컨베이어 및 바코드 시스템, 그리고 소형화된 제어기와 전원부로 구성되어 있다. 로봇은 크레인에 장착되어 있으며, 비디오 테이프를 원하는 위치까지 운반하는 3축의 몸체와 비디오 테이프를 랙에 저장과 불출을 수행하는 2축의 팔, 그리고 테이프를 잡기 위한 Gripper로 되어 있다. 소프트웨어 시스템은 사용자가 저장물을 쉽고 빠르게 검색할 수



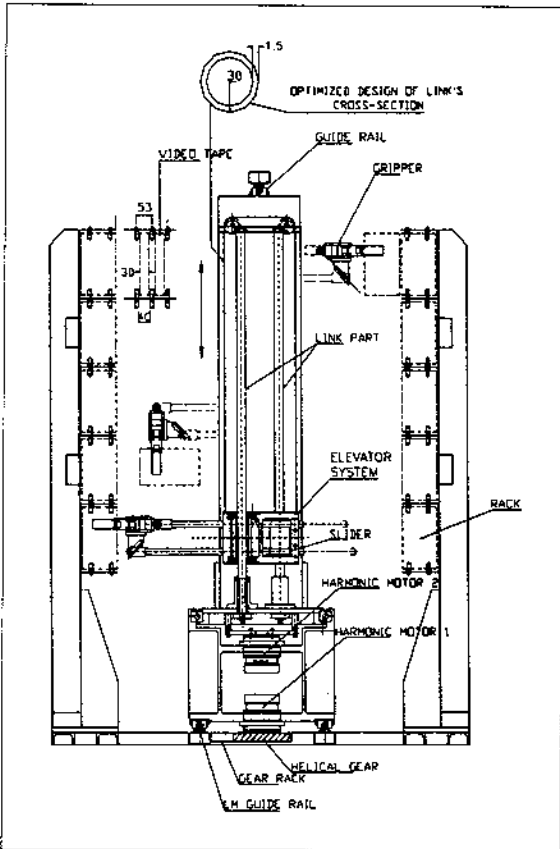
(그림 1) 정보매체용 통합물류관리 시스템(Intelligent Media Service System) 구성도

있는 인터페이스와 정보매체에 대한 문자 및 화상정보를 저장하고 관리하는 데이터베이스, 그리고 입출고점에서 가장 가까운 빈 칸을 저장위치로 선택하는 루틴으로 구성되어 있다. 개발된 시스템의 개념도는 <그림 1>과 같다.

2. 정보매체용 자동창고

2.1 시스템 구성

정보매체 관리용 자동창고의 구성은 <그림 2>에서 보듯이 크게 양면 랙(rack)과 그 사이를 이동하는 크레인으로 구성된다. 랙은 양면 1조로서 높이 170cm,



<그림 2> 정보매체용 자동창고의 측면도

높이 180cm이며 5단 33행으로 구성되어 총 330개의 VHS형 비디오테이프를 저장할 수 있다. 하나의 저장

공간은 가로 4cm, 세로(높이) 22.4cm, 깊이 11cm이다.

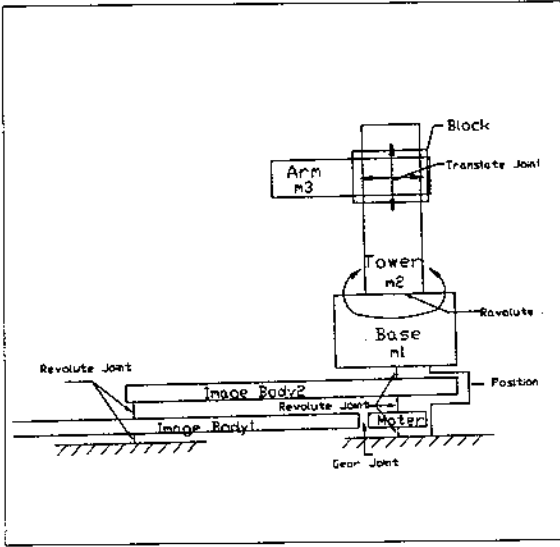
본 연구에서 개발한 크레인은 포크(fork) 대신 Gripper를 장착하여 VHS규격 비디오 테이프를 집을 수 있도록 설계하였다. 크레인은 하모닉 모터를 구동하여 레일을 따라 움직인다. 크레인의 수직 축은 2개의 긴 외팔보(Cantilever beam)로 구성되어 있고, Gripper가 수직 축을 따라 오르내릴 수 있도록 되어 있다. Gripper는 랙에서 비디오 테이프를 꺼낸 후 컨베이어 벨트까지 운반하거나, 그 역동작을 원활하게 할 수 있도록 설계하였다. 크레인에는 모두 4개의 하모닉 모터가 설치되어 있다. 1번 하모닉 모터는 몸체 아래 부분에 붙어 있고, 그 아래에 헬리컬 기어가 부착되어 있어서 크레인이 레일을 따라 움직이도록 한다. 2번 하모닉 모터는 크레인의 수직 축을 90도 회전시키는 역할을 수행하며, 3번 하모닉 모터는 Gripper를 오르내리게 하는 벨트를 구동시킨다. 4번 하모닉 모터는 Gripper에 부착되어 Gripper를 작동한다.

2.2 크레인의 동력학적 해석

동력학적 해석을 위해서는 시스템을 정확히 묘사할 수 있는 모델을 구성하여야 한다. 본 연구에서 개발한 크레인을 강체와 조인트로 개념화하여 <그림 3>에 나타냈다. 이 모델을 범용 해석 프로그램인 DADS를 사용하여 전산해석을 수행했고, 이의 검증을 위해 실험을 병행 했다. 여기에서는 각 몸체를 조인트와 조건식으로 연결하여 기구학적 적합성을 판단한 후 동력학적 해석을 수행하게 된다. 이로부터 사용자가 원하는 부위의 운동결과나 각 조인트 부분의 반력 등을 구할 수 있다. 이 크레인의 설계는 이동 특성에 중점을 두고 해석하였으며, 동력학적 해석의 결과는 다음과 같다.

(1) 동력전달부

일반적으로 산업용 로봇에서 많이 사용되는 타이밍 벨트는 본 연구에서 개발한 크레인에 적용해 본 결과, 이동시 벨트의 인장력으로 인해 심한 진동을 일으켜 동력전달장치로는 부적합한 것으로 나타났다. 이에 따라 크레인의 진동을 줄이면서도 효과적으로 동



〈그림 3〉 크레인의 동력학적 모델링

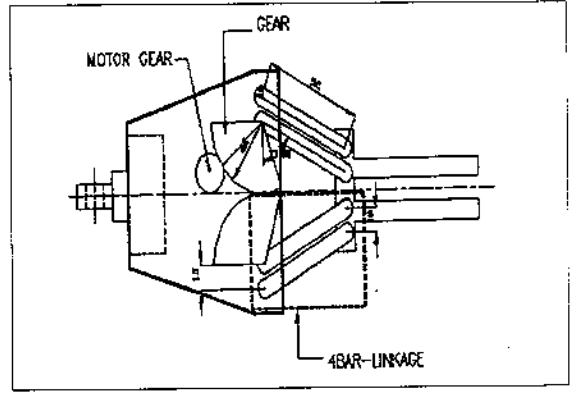
력을 전달할 수 있는 랙과 피니언 타입의 헬리컬 기어를 사용했다.

(2) Gripper

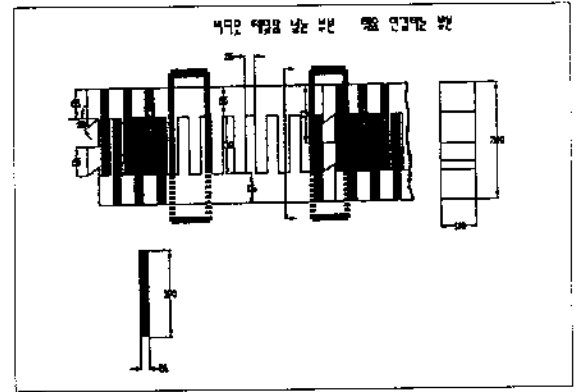
기존의 Gripper는 잡는 부분이 지렛대와 같이 작용하여 한쪽을 잡아 당기면 잡는 부분이 열리고 다시 밀면 잡게 되어 있다. 밀고 당기는 부분은 스프링이 달린 모터를 돌려 스프링의 나선형 라인을 따라 상하로 이동하게 된다. 이렇게 되면 잡는 부분의 힘이 전체에 미치지 않고 잡는 끝부분에만 모여 물건을 찌그러뜨리거나, 제대로 잡지 못하게 된다. 이를 개선하기 위해 4절 링크를 이용해 물건을 잡는 부분에 힘을 똑같이 분포시켜 회전을 방지하게 했다. 4절 링크는 서로 기어로 맞추어져 있어, 결국 잡는 부분이 서로 같은 각도로 움직여 물건에 서로 같은 힘이 작용된다. 또한 기존의 Gripper에서의 물건을 잡아 회전시키는 기능은 그대로 유지했다. 새로 디자인된 Gripper를 〈그림 4〉에 나타냈다.

(3) 랙(rack)

일반적으로 설계된 랙은 하나씩 일정한 높이로 꽂는 방식, 즉 일종의 책꽂이와 같은 방식으로, 많은 량의 비디오 테이프를 적재할 수 없을 뿐만 아니라 적



〈그림 4〉 Gripper의 설계



〈그림 5〉 랙(rack)의 설계

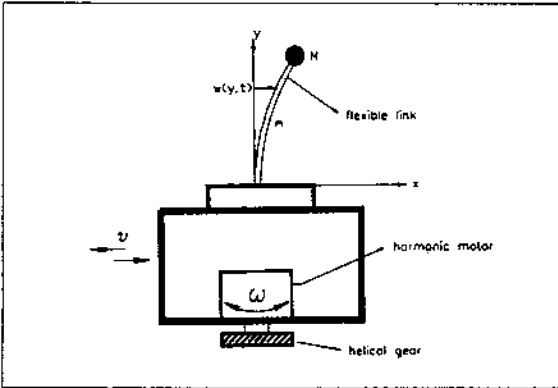
재된 테이프와 테이프 사이에는 Gripper가 들어가기 위한 간격이 상당히 필요해서 공간의 효율성이 떨어진다. 이러한 단점을 개선하기 위해서, 본 연구에서는 〈그림 5〉와 같이 인접한 비디오끼리 서로 상하로 엇갈리는 구조의 랙을 제시하였다. 즉, 인접한 비디오들 사이에는 양쪽으로 비디오 한개 만큼의 공간이 남게 되어 Gripper가 쉽게 잡을수 있으면서도 공간효율을 극대화하는 구조이다.

2.3 Gripper의 진동해석

(1) 제어입력을 통한 진동제어

현재의 크레인은, 레일을 따라 질량이 큰 하부 본체의 운동으로 인해 상부의 유연한 링크가 굽힘 진동을 일으킨다. 이러한 진동은 Gripper가 윗부분에 있을

수록 더 심해지고 있다. <그림 2>에 나타난 크레인
의 수학적 모델을 구하기 위해, Gripper를 첨단질량(Tip
mass)으로 간주하고 몸체와 연결하는 길이가 긴 두개
의 링크를 유연한 구조물로 고려한 모델을 <그림 6>
에 나타냈다.



<그림 6> 유연한 링크시스템의 단순화 모델

수학적 모델에서 길이가 L 인 유연한 링크는 수평방
향의 탄성을 가진 Euler-Bernoulli 보로 가정하였고, 보
의 단위길이당 질량을 m , 끝단의 첨단질량을 M 으로
했다. 좌표계 $\{X, Y\}$ 는 직선주행하는 크레인 몸체에 붙
어서 Y 축이 링크의 길이방향과 일치하는 상대좌표계
이다. 여기서 유연한 링크의 상대적 변형 $w(y,t)$ 는 크
레인 몸체의 주행속도 v 를 적절히 조절함으로써 제
어될 수 있다. 제어입력을 통한 링크부의 진동제어 결
과는 링크부의 유연성을 고려하여 최적제어를 수행한
시스템이 진동의 감쇄효과를 가짐을 나타낸다. 결국
크레인의 링크부 진동은 구동부인 하모닉 모터에 적
절한 제어입력을 가함으로서 제어될 수 있음을 보여
준다.

(2) Guide rail을 통한 진동제어

<그림 2>에 링크부 끝단에 설치한 Guide rail의 구
성을 나타냈다. 설치되는 Guide rail은 몸체를 이동시
키는 것과 같은 LM Guide를 사용한다. 이 LM Guide
는 마찰계수가 상당히 작아 적은 모터의 공급입력으
로, 상대적으로 크고 무거운 로봇 시스템을 구동시
키는데 유리하다.

(3) 로봇 링크부의 최적설계

범용해석 프로그램인 I-DEAS를 이용하여, 현재 링
크의 진동 특성을 크게 변화시키지 않으면서 경량화
된 최적설계모델을 구했다. 최적화를 위해 목적함수를
링크부의 질량 m 으로 하였고, 최적설계변수를 링크부
단면의 지름과 두께로 하였다. 결과는 지름이 30 mm
이고, 두께가 1.63 mm일때 최적 설계조건을 만족함
을 나타낸다. 여기서 구한 최적모델은 초기에 사용된
지름이 24 mm이고 구멍이 없는 링크부 단면에 비해,
링크부의 질량을 40% 정도 줄일 수 있어 작동기의 에
너지 절약과 원가절감에 효과적이다.

2.4 최적설계 모델의 방안

동력학적 해석과 링크부의 진동해석을 통해, 크레인
의 최적화 모델을 다음과 같이 두 가지로 설정했다.

(1) 최적설계 모델 I

최적설계 모델 I은 <그림 2>에서 링크부 끝단의
Guide rail을 장착하지 않았을 때로 여기에는 저장의
효율을 높여 설계된 랙과 크레인 시스템이 포함되어
있다. 링크부 단면은 최적설계의 결과를 통해, 지름이
30 mm이고 두께가 1.62 mm인 원형으로 했다. 이 시
스템은 레일의 확장을 통해, 여러 개의 랙에 정보매
체를 입출력할 수 있다. Gripper는 잡는 부분의 회전
방지나 정확한 위치의 선정을 위해 4절 링크를 이용
하였다. 4절 링크 이용의 장점은 잡는 부분에서의 힘
의 분포를 평준화시켜주고, 기어로 연결된 2개의 4절
링크를 이용하므로써 잡는 양쪽 부분의 회전각과 토
오크를 동일하게 줄 수 있다. 결국 물체를 잡았을 때
에 생기는 모멘트에 따라 모터의 용량과 4절 링크에서
링크들의 길이를 조절함으로써, 미끄러지는 현상을 막을
수 있다. 그러므로 Gripper의 설계 방안에서는 4절 링
크를 이용하는 것이 최적의 설계방안임을 알 수 있다. 여
기서의 랙은 적재부분을 엮거리게 놓아 Gripper가 들어
갈 부분이 적재된 물체의 윗공간이나 아래공간에 생기
게 되므로, 공간을 효율적으로 사용할 수 있다.

(2) 최적설계 모델 II

최적설계 모델 II는 <그림 2>에서 로봇의 몸체를 소형화하고 링크부 끝단에 Guide rail을 설치한 것이다. 여기서 Gripper와 랙의 부분은 최적 설계방안 I과 동일하고, 달라진 것은 가벼운 정보매체인 CD의 입출력에 적절하도록 설계하기 위해, 무거운 몸체부를 제거하고 Guide rail을 위쪽과 아래쪽에 설치한 것이다. 그러므로 크레인을 가볍게 하고, 링크부 끝단의 진동을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한 무게를 상당히 줄일 수 있어 CD와 같은 빠른 응답을 요구하는 매체에 적절한 시스템이다.

3. 제어시스템

3.1 크레인 매니플레이터의 수학적 모델링

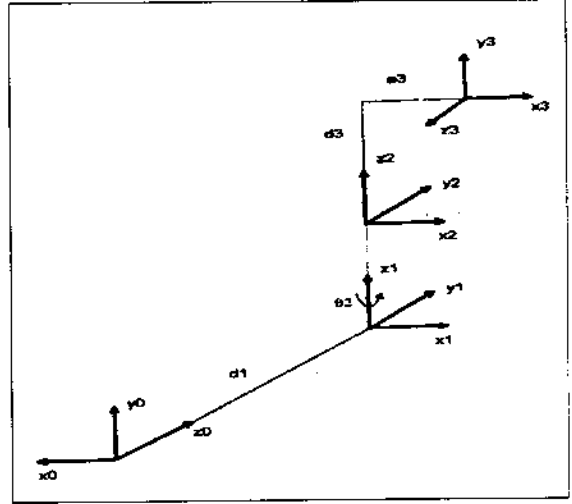
제어시스템의 설계절차는 플랜트의 수학적 모델링, 시스템 해석, 제어시스템 설계의 순서 등 크게 3단계로 구분할 수 있다. 먼저 제어할 대상에 대한 수학적 모델링이 선행되어야 하는데, 실제 시스템의 모델을 가능한 한 정확하게 수학적으로 표현하기 위해서는 시스템의 동특성에 관한 방정식을 유도하고 실험을 통하여 시스템 특성을 충분히 검토해야 한다.

(1) 기구학

본 연구에서는 자동창고용으로 제작된 크레인 매니플레이터를 대상으로 모델링하였으며 이중 동력학적 상호작용을 고려할 수 있는 주요 3축을 대상으로 기구학 방정식을 유도하였다. 기구학 방정식을 유도하기 위해 먼저 크레인 매니플레이터의 각 축을 결정하고 좌표를 설정한다. 좌표계는 D-H 방식에 의해 <그림 7>과 같이 설정하였으며, 이에 대한 모델의 파라미터는 <표 1>과 같다.

(2) 크레인 매니플레이터를 위한 제어기

비디오 테이프 같은 정보매체의 정확한 저장 및 반출을 위한 자동창고 시스템에서는 매체의 정확한 운반을 위하여 로봇의 End Effector가 원하는 위치로 정확하게 이동해야한다. 이때 크레인 매니플레이터의

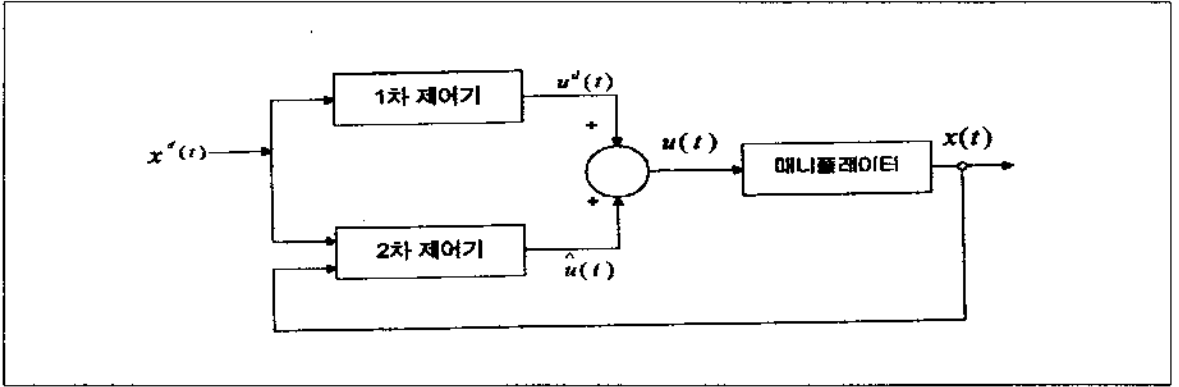


<그림 7> D-H 방식에 의한 좌표계 설정

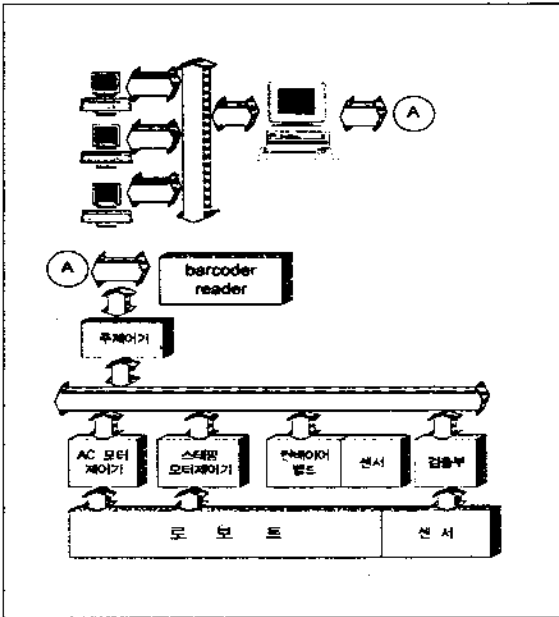
<표 1> 로봇 모델의 파라미터

조인트	θ_i (deg)	d_i (m)	a_i (m)	α_i (deg)	m_i (kg)
1	180	d_1	0.0	90	55.03
2	θ_2	0.0	0.0	0	12.63
3	0	d_3	0.063	90	7.14

제어입력은 각 조인트의 액추에이터에 의해 발생하는 토크로 생각할 수 있는데 로봇 매니플레이터의 엔드 이펙터가 원하는 궤적의 지령입력을 따라 움직이게 하기 위해서는 해당 시스템의 특성이나 조건하에 이상적인 동작을 하도록 지령 토크를 입력해야 한다. 보통 이러한 제어입력을 생성하는 제어를 1차 제어기(Primary controller)라고 하는데 1차 제어기는 로봇 시스템의 비선형항을 보상하고 그 모델에 대해 비선형요소를 소거한다. 그러나 거의 대부분 시스템의 수학적 모델은 정확하지 않기 때문에 공칭궤적에 대한 실제의 궤적은 에러를 유발시키게 되므로 이러한 에러를 보상하기 위해 2차 제어기(Secondary controller)를 도입하여 피드백 루프에 의한 에러 보상을 하게 된다. 이러한 개념을 <그림 8>에 나타내었다.



〈그림 8〉 1차 및 2차 제어기로 구성된 제어시스템



〈그림 9〉 제어기의 블록 다이어그램

3.2 제어기의 구성과 기능

제어기의 전체 블록 다이어그램은 〈그림 9〉와 같으며, 제어기 각 부분의 기능은 다음과 같다.

(1) Terminal 부분

Terminal 부분은 사용자가 보고자하는 비디오 테이프의 내용들을 준비된 각종 데이터들을 이용하여 선택을 하는 기능을 하게 된다. 이때 다수의 사용자가 정보를 이용하는 경우에는 먼저 입력된 순서대로 테

이터를 처리하게 된다.

(2) Host 부분

Host블록은 사용자가 선택하고자 하는 비디오 테이프에 대한 데이터베이스를 구축하여 사용자가 해당 테이프에 대한 정확한 데이터를 모르는 경우에도 그 정보의 일부분만을 가지고도 원하는 테이프를 찾을 수 있도록 한다. 그리고 테이프가 선정이 된 다음에는 그 해당 테이프를 창고에서 로봇제어기가 찾을 수 있도록 하는 지령 데이터를 RS232 직렬 데이터 전송라인을 이용하여 제어기에 전송하게 된다. 이 host 부분은 각종 테이프에 대한 위치 정보를 사전에 저장하여 임의의 테이프 위치에 대하여 다음 테이프 위치까지의 경로를 최단시간 혹은 최단경로로 계산하는 기능을 수행한다.

(3) 주제어기

주제어기는 host에서 전송된 테이프의 고유 ID를 RS232를 통해서 받은 후 해당 위치까지 실제로 크레인 움직이는 역할을 한다. 이때 사용되는 모터는 AC 모터와 스텝모터 2종류로써 서보제어기는 AC모터 전용의 위치제어기를 이용하여 해당 위치에 대한 펄스 수와 펄스율을 입력하여 주고, 스텝모터 역시 가감속 패턴에 의한 펄스율을 만들어서 스텝모터 제어기에 출력을 하면 된다. 또한 주제어기는 AC모터 제어기와 스텝모터 제어기와 동작 이상유무에 대한 데이터를 서로 주고 받으면서 시스템의 동작을 확실하게 제어하기 위한 동작을 수행하게 된다.

(4) 바코드 리더(Bar Code Reader)

테이프의 저장과 불출시 테이프의 고유 ID와 저장 창고의 위치관계를 미리 host에 DB화하여 테이프의 정보관리를 한다. 이때 바코드 리더는 각 테이프의 ID를 읽은 다음 host로 전송을 하여 DB에 이미 기록되어 있는 각 테이프의 정보를 검색하는데 사용된다.

(5) Local 제어기

본 연구에서 새로이 제작된 제어기는 다음과 같은 사양으로 되어있다.

- ① RS232C 직렬 통신에 의한 PC를 host로 하는 제어기
 - ② Local 제어기로써 16bit 마이크로프로세서를 사용
 - ③ 3축의 AC서보 모터와 Gripper부분을 포함한 3개의 스텝모터 제어
 - ④ 제어기의 원보드화로 콤팩트한 사이즈
 - ⑤ Host에서의 DB에 의한 제어기 구동방식
 - ⑥ 컨베이어에 의한 테이프의 저장 및 불출
 - ⑦ 마이크로 스위치에 의한 리미트 검출
- 제어기 전체의 동작 흐름을 <그림 10>에 나타내었다.

4. 자동창고 운영 소프트웨어

본 연구에서 개발한 창고관리 소프트웨어는 다음과 같은 기능을 갖는다.

(1) 크레인 이동경로 결정

현재의 저장상황 및 불출요구에 기초하여 크레인의 저장 및 불출순서와 이에 따른 크레인의 이동경로를 결정한다.

(2) 데이터베이스 유지 및 저장/불출 명령의 전송 저장품의 위치, ID, 바코드 데이터 등을 관계형 데이터베이스로 유지한다.

(3) Error message의 관리

자동창고의 운영중에 error발생시 이를 화면에 디스플레이하여 사용자가 알 수 있도록 한다.

5. 소프트웨어 시스템

화상을 담고 있는 매체에 대한 검색은 기존의 문자 정보만의 데이터베이스에서의 검색과는 그 방법이 달라야 한다. 즉, 검색자가 화상의 내용을 문자정보와 동시에 화면상에서 볼 수 있어야 하고, 특히 동(動)화상의 경우에는 이들 정보를 저장하고 검색하는 방법이 다르게 구성되고 설계되어야 한다. 본 연구의 소프트웨어 시스템은 데이터베이스 시스템을 구축하는 것과 사용자 인터페이스 부분으로 구성된다. 정보매체에 대한 문자정보(Text Information)와 화상정보(Image Information)를 데이터베이스화 시키고, 이를 종합 관리 할 수 있는 소프트웨어 환경을 구축하였다.

화상정보매체는 현대에 있어서 다양한 형태로 나타난다. CD-ROM, Video tape, Roll film등의 다양한 매체들 중 VHS 형태의 비디오 테이프를 화상정보매체의 주된 대상으로 선정하였고, 본 system에서는 이들 비디오 테이프들을 위한 자동창고 시스템과 컴퓨터 시스템이 연결된 정보매체의 물류관리용 시스템을 개발하였다. 우선 화상정보매체의 특성을 규정하는 문자정보들에 대한 자료구조를 설계하였고, 매체내의 내용을 대변하는 동화상정보를 비트맵 화일로 저장하고, 이들을 문자정보와 연결시켜서 동일한 데이터베이스 체계에 설계하였다. 구축된 데이터베이스를 사용자가 이용하기 위한 사용자 인터페이스를 크게 두개의 부분으로 분리하였다. 사용자도 일반적인 고객으로서의 사용자와 전체시스템과 데이터베이스의 정보를 관리 축척하는 매니저로서의 사용자로 대별하여서, 이들 사용자의 요구사항을 만족할 수 있는 사용자 인터페이스 모듈과 데이터베이스 접근을 위한 소프트웨어 모듈들을 설계, 구현하였다. 자동창고 시스템과 로봇트 제어기와의 연결을 위한 인터페이스는 일단 창고관리 시스템과의 인터페이스를 거치면서 최적의 위치 추적과 관리를 위한 소프트웨어 모듈로 원하는 테이프의 고유값을 전달할 수 있는 체제로 설계 구현하였고, 로봇트 제어기와의 통신은 창고관리 부분에서 연결될 수 있게 하였다.

5.1 화상정보매체의 문자 정보

문자 정보는 기본적으로 대상이 되는 비디오 테잎이 갖는 정보와 응용분야에 의하여 추가적으로 정의될 수 있는 정보들로 구분된다. 이들 정보들을 각기 다른 데이터베이스 내에 다른 테이블로 존재하고, 이를 이용하는 응용프로그램에 따라 이들 테이블들이 연결되어 사용된다. 이들을 위한 스키마 구조는 <그림 11>과 같다.

데이터 요소명	데이터 형	길이
TP-ID	숫자	10
TP-MOVIE-ID	숫자	10
TP-TITLE	영문, 한글	41
TP-ACTOR1	영문, 한글	21
TP-ACTOR2	영문, 한글	21
TP-ACTOR3	영문, 한글	21
TP-DIRECTOR	영문, 한글	21
TP-IMAGE1	영문	12
TP-IMAGE2	영문	12
TP-IMAGE3	영문	12
TP-IMAGE4	영문	12
TP-MUNUTE	숫자	4
TP-NATION	숫자	3
TP-THEME	숫자	3
TP-STORY	영문, 한글	101
TP-ID	숫자	6
SP-PRESIDENT	영문, 한글	21

지정보는 그들의 해당 매체의 문자정보들과 연결될 수 있는 키 값을 유지하면서 데이터베이스에 저장된다. 특히 동적인 이미지정보는 하나의 매체에 대하여서도 정보의 양이 방대하므로 하나의 비트맵파일로 저장이 되고 이들 화일을 하나의 레코드로 간주하는 데이터베이스가 설계되었다.

데이터 요소명	데이터 형	길이
SP-COMPANY	영문, 한글	21
SP-PHONE	숫자	16
SP-FAX	숫자	16
SP-ZIPCODE	숫자	8
SP-ADDR	영문, 한글	41
SP-DATE	숫자	7
SP-QUANTITY	숫자	4
SP-PRICE	숫자	8
CUST-ID	숫자	6
CUST-NAME	영문, 한글	21
CUST-SEX	숫자	2
CUST-BIRTH	숫자	7
CUST-PHONE	숫자	16
CUST-ZIPCODE	숫자	8
CUST-ADDR	영문, 한글	41
RENT-DATE1	숫자	7
RENT-DATE2	숫자	7

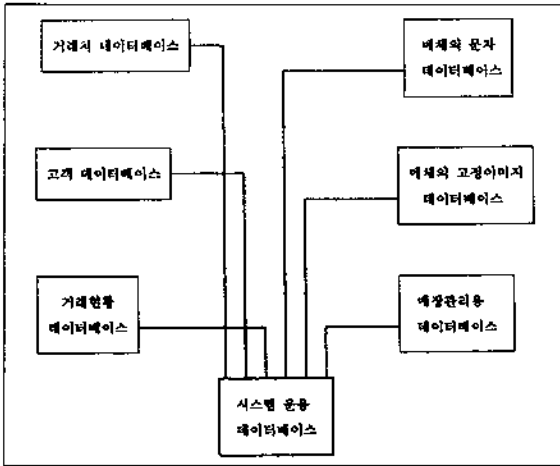
(그림 11) 테이프에 대한 문자정보 스키마

5.2 화상정보매체의 화상정보

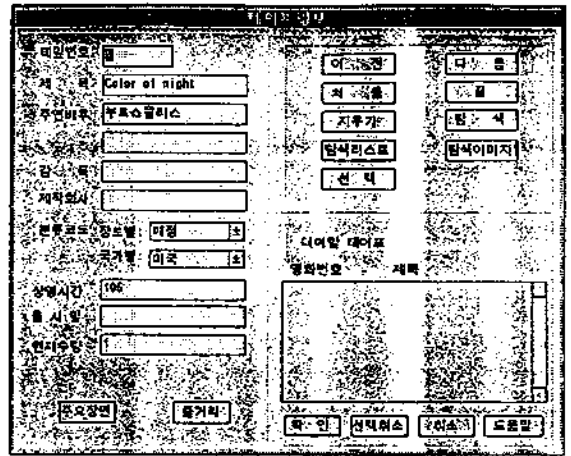
화상정보는 고정이미지와 動的인 이미지로 구분될 수 있다. 고정이미지는 사용자가 원하는 매체를 선택할 때, 제목 등 일반적으로 key가 될 수 있는 정보없이 검색하는 경우에 이를 쉽게 할 수 있는 인터페이스를 위하여 이용될 수 있다. 반면에 動的인 이미지는 사용자가 내용에 대한 보다 확실한 선호도를 갖고자 하는 경우 사전의 예고편 형태를 미리 보고 선택하는 편의성을 제공하기 위한 것이다. 이들 두 가지 이미

5.3 데이터베이스 시스템

화상정보매체를 위한 데이터베이스 시스템에는 관계형 데이터베이스를 기초로 다섯개의 DB 화일들로 구성하였고, 각각의 화일에는 그에 해당하는 레코드들을 보관하고 있다. 또한 레코드에 속한 원소들 중에서 key가 되는 원소는 B-tree를 사용하여 색인(index)처리를 하고 있다. <그림 12>는 이들 전체 데이터베이스의 구성을 보이고 있다.



〈그림 12〉 전체 데이터베이스의 구성



〈그림 13〉 화상정보에 의한 검색 화면 예

5.4 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스의 대상은 연구된 시스템의 1차적 사용자가 될 수 있는 비디오 테이프 대여업체에 필요한 응용프로그램을 설계, 구축하였다. 사용자는 시스템을 운용하는 매니저 모드와 고객에 해당되는 일반 사용자 모드로 분리하였고, 일반 사용자 모드로 등록된 사람이 매니저 모드로 들어갈 수 없는 보호장치를 두었다. 이들 소프트웨어는 UNIX기반의 워크스테이션 상에서 MOTIF를 이용하여 구현되었고, 퍼스널컴퓨터의 MS/WINDOW 환경에서 C++언어와 OWL (Object Window Library)를 이용하여서도 개발되었다. 〈그림 13〉은 이들 인터페이스들중 화상정보 검색의 화면 예를 보인다.

6. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 비디오 테이프를 대상으로 하여 정보매체용 물류관리 시스템을 개발하였다. 이 물류관리용 시스템의 하드웨어는 300여개의 비디오 테이프를 저장할 수 있는 자동창고, 테이프의 저장과 불출을 위한 6축의 로봇 시스템, 로봇 시스템의 제어를 위한 PC와 Local 제어기로 구성되어 있다. 물류관리용 시스템의 소프트웨어는 사용자가 원하는 정보매체를 빠르고 편하게 검색할 수 있는 사용자 인터페이스와

정보매체에 관한 문자정보 및 화상정보를 관리할 수 있는 데이터베이스 시스템으로 되어 있다. 그리고 이를 유기적으로 연결하여 통합 물류관리용 시스템을 개발하였다. 또한 여기서 개발된 로봇은 동력학적 해석과 진동해석을 통하여, 성능과 안정성이 뛰어난 시스템으로 구조적 보안을 행하였고, 자동창고로부터의 테이프의 저장과 불출을 위한 최적 알고리즘을 구현하였다. 종래 정지화상만을 취급하던 소프트웨어 시스템을 동화상의 저장 및 불출을 위한 시스템으로 확장하였다.

앞으로의 연구는 현재 개발된 제어기의 속도를 높이고 운영성능을 향상시켜 사용자에게 대한 서비스의 개선을 고려해야 할 것이다. 또한 비디오테이프를 포함한 화상정보매체인 CD-ROM 타이틀, 레이저디스크 외에 음성정보매체인 오디오테이프와 CD에 대한 물류관리용 시스템으로 확장을 고려해야 할 것이다.

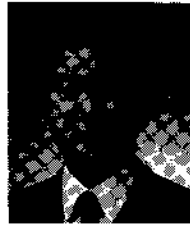
【참고문헌】

[1] Book, W. J., Maizza-Neto, O., and Whitney, D. E., "Feedback Control of Two Beam, Two Joint System with Distributed Flexibility", Trans. of the ASME, J. of Dynamic Systems, Measurement and Control, pp. 424-431 (1975)

[2] Bozer, Y. A. and White, J. A., "Travel-Time

Models for Automated Storage/Retrieval Systems,"
IE Transaction, 16(4), pp.329-337 (1984)

- [3] Craig, J. J., "Introduction to Robotics", Addison-Wesley Publishing Co., pp.366-393 (1986)
- [4] Date, C. J., "Introduction to Data base System", vol I, 4th ed. (1985)
- [5] Etter, D. M. "Engineering problem solving with MATLAB", Prentice-Hall Inc., pp.357-370 (1993)
- [6] Grace, A. and Laub, A. J., "Control System TOOLBOX for use with MATLAB", MathWorks Inc. (1992)
- [7] Keserla, A. and Peters, B. A., "Analysis of Dual-Shuttle Automated Storage/Retrieval Systems," Journal of Manufacturing Systems 13(6), pp.424-434 (1994)
- [8] Shahian, B. and Hassul, M. "Control system Design using MATLAB", Prentice-Hall Co., pp.366-393 (1993)
- [9] "CAEDS IFES user's manual ver. v3r2", IBM Co. (1990)
- [10] "i-DEAS SystemDynamics User's Guide", SDRC Co. (1990)
- [11] "MATLAB 4.1 Reference Guide", The MathWorks Inc. (1992)
- [12] 임석철, 김용진 "복수운반형 자동창고", 대한산업공학회지 21-2, pp.239-254, (1995)
- [13] 하영균, 박영필, "유연한 3자유도 로봇팔 진동의 능동제어", 대한기계학회논문집 17-3, pp. 548-558 (1993)
- [14] 홍석교, 홍만표, 이수훈, 임석철, "화상정보 매체용 물류관리 시스템 개발," 상공자원부 공업기술기반과제 최종보고서 (1995), 아주대학교



임석철(林錫結)

1980년 서울대 산업공학과 졸업(학사)
 1982년 한국과학기술원 산업공학과 졸업(석사)
 1982~85년 국방관리연구소 연구원
 1990년 미시간대학교 산업공학과 졸업(박사)
 1990~91년 위싱턴대학교(시애틀) 산업공학과 조교수
 관심분야: 물류관리, 공장자동화, CIM



이수훈(李樹勳)

1981년 서울대학교 기계설계학과 졸업(학사)
 1983년 위스컨신대학교 기계공학과 졸업(석사)
 1985년 위스컨신대학교 기계공학과 졸업(박사)
 1988년 미국 Marguerite대학교 경영학 석사
 1985-89년 미국 위스컨신대학교 기계공학과 조교수
 1989-92년 대우자동차 기술연구소 진동 및 제어연구실장
 1992-현재 아주대학교 생산자동화공학과 조교수/부교수
 관심분야: 자동제어, 로보틱스, 진동소음



홍만표(洪晩杓)

1976~1981년 서울대학교 계산통계학과 이학사

1981~1983년 서울대학교 대학원 전산과 이학석사

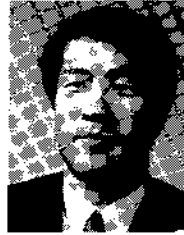
1985~1991년 서울대학교 대학원 전산과 이학박사

1983~1985년 울산공과대학 전자계산학과 전임강사

1985~현재 아주대학교 컴퓨터공학과 부교수

1993~1994년 미네소타 대학 교환교수

관심분야: 병렬처리시스템, 실시간처리시스템, 물류정보시스템



홍석교(洪錫敎)

1971년 서울대 전기공학과 졸업(학사)

1973년 서울대 전기공학과 졸업(석사)

1981년 서울대전기공학과 졸업(박사)

1981~현재 아주대학교 제어계측공학과 교수

관심분야: 로보틱스 및 자동화