Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 14, No. 6 pp. 3023-3031, 2013

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.3023

물류 작업 자동화를 위한 로봇 제어 정보 관리 시스템

신문선[1], 김명식[2*]
[1]건국대학교 과학기술대학 컴퓨터공학과, [2]네오포스(주)

Robot Control Data Management System for Automatic Parcel Sorting

Moon-Sun Shin[1] and Myung-Sic Kim[2*]
[1]Dept. of Computer Engineering, Konkuk University, [2]Neoforce

요 약 본 논문에서는 물류회사에서 수작업으로 이루어지던 물류 배달 구분 작업을 자동화하기 위한 로봇 제어 정보 관리 시스템을 제안한다. 제안한 로봇제어 정보 관리시스템은 3D 영상인식장치로부터 소포의 가로, 세로, 높이, 집는 윗면의 형태 등 소포 형상정보와 무게, 놓여 진 위치, 부대 정보를 기록한 바코드 등의 소포 상황 정보를 넘겨받아서 로봇 매니퓰레이터의 픽업 제어정보와 드롭 제어정보를 생성하여 로봇제어정보를 보내준다. 로봇 매니퓰레이터는 물류 정보에 따른 픽업제어 정보와 드롭 제어정보를 넘겨받아 소포 픽업과 배달 위치에 따른 파레트에 해당 물류를 드롭 할 수 있게 된다. 제안된 물류배달을 위한 로봇 제어 정보 관리 시스템은 수작업으로 처리되었던 물류 배달 순서 구분 작업을 자동화함으로써 물류 배달에 있어 시간과 비용을 절감시키고 산업재해를 예방하는데 크게 기여하게 될 것이다.

Abstract In this paper, we propose a robot control data generation system applying context aware mechanism in order to control the robot manipulator which automatically sorts parcels. The context aware mechanism generates intelligent information to control a robot using context data such as the parcel shape, weight, location and barcodes. The proposed system collects context data of the parcel and generates robot control data to pick up and drop parcels. Then a robot manipulator, which receives control data of picking-up and dropping, processes the automated sorting of parcels according to delivery persons and delivery routes. It will contribute not only to save much time and cost but also to reduce the industrial accidents.

Key Words : Automatic delivery sorting, Robot control system, Robot manipulator, Vision recognition

1. 서론

현재 물류 분야에서 소포 및 택배 물류 구분 작업은 행선지 거점별 구분 과정과 고객 주소지별 배달 구분 과정으로 구성되어 있다. 거점별 구분 작업은 소포를 배달할 거점이 위치한 지역별로 구분하는 것으로 우편집중국 등 대형 물류 센터에 설치된 자동 구분기를 이용해 기계적으로 처리되나, 고객 방문 순서별로 소포를 구분하는 배달 구분 작업은 지역 우체국 등 배달센터에서 배달원들에 의해 수작업으로 처리되고 있다. 비교적 도심에 위치한 배달 센터의 특성상 넓은 작업공간을 확보해야 하는 공간상의 문제점과 소포의 부피 및 무게로 인해 수작업 과정에서 과도한 노동력 소모 및 근골격계 질환 등 산업재해 발생의 문제점이 있어 자동화를 통한 작업 환경 개선이 필요하다[1].

이미 자동차, 전자 산업 등 다양한 산업 현장에서 빠르고 정확한 물류 이송을 위해 로봇 매니퓰레이터가 적용되고 있으며[5], 소포 및 택배 물류 배달구분 자동화를 위한 로봇 매니퓰레이터의 사용은 지역우체국 및 배달센터의 작업환경 개선 및 산업재해 예방 등에 크게 기여할 것이다. 로봇 매니퓰레이터는 비교적 좁은 공간 내에서도 수작업의 경우에 비해 상당히 빠른 속도로 정확하게 소

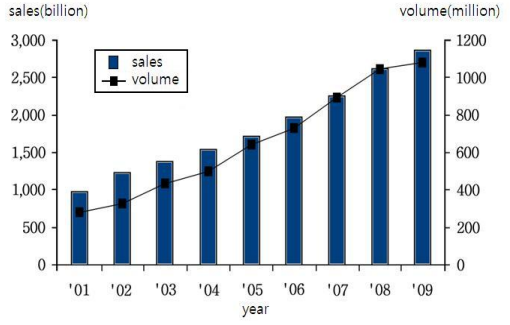
*Corresponding Author : Myung-Sic Kim(Neoforce)
Tel: +82-10-6417-6770 email: ora011@nate.com
Received March 20, 2013 Revised (1st April 8, 2013, 2nd April 23, 2013) Accepted June 7, 20132

포 구분 작업을 수행 할 수 있으므로 이의 활용은 배달센터 또는 우체국의 한정된 공간에서 소포의 구분 작업을 자동화하기에 적합하다. 그러나 기존의 획일화된 물류를 대상으로 미리 프로그램된 작업만을 획일적으로 수행하던 로봇매니퓰레이터와는 달리 소포의 무게 부피 등의 정보를 인식하고 대상 물류의 모양정보나 운송정보 등을 입력받아 Pickup 제어정보를 생성하여 소포를 배달지와 배달순서 별로 자동 구분하는 소포 자동 배달 구분 로봇매니퓰레이터의 적용을 위해서는 소포의 상황정보를 수집하여 그에 따라 로봇매니퓰레이터의 제어정보를 생성하고 배달 구분 상자에 소포를 자동 구분하는 로봇 제어정보 관리 시스템이 필요하다[2]. 따라서 본 논문에서는 소포 및 택배 물류 배달 구분의 자동화를 위해서 3D 디지털 신호기반 로봇 제어 정보 관리 시스템을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 택배 물류시장과 소포물류 시장 현황을 분석하고 3장과 4장에서는 물류 배달 자동화를 위한 로봇제어시스템의 설계와 구현에 대하여 기술한다. 5장에서는 실험 및 적용결과를 분석하고 6장에서는 결론과 향후 연구에 대해 설명한다.

2. 연구의 필요성

1990년대 이후 인터넷의 발달로 전자상거래 시장과 홈쇼핑 활성화 등의 영향으로 물류/택배 산업은 1992년 첫 등장 이후 지속적인 성장을 하였으며 성장기를 거쳐 성숙기에 접어들고 있는 상황이다. 아직도 시장 성장의 가능성이 큰 사업으로 평가받고 있다[1].

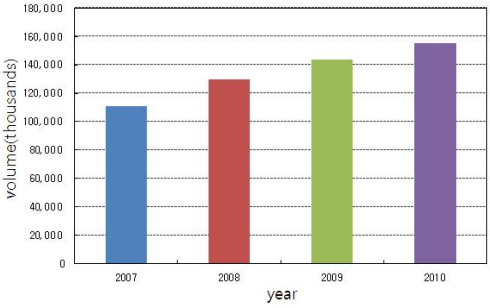
Fig. 1은 국내 택배 시장의 물동량과 매출액 규모를 나타내고 있다. 2001년 이후 물류/택배시장은 매년 10% 이상의 지속적인 성장을 하였으며, 지난 2010년 택배 시장 매출액 규모는 3조원에 달했다. 시장 규모는 해마다 꾸준히 성장해 2014년에는 4조원을 넘어설 전망이다.



[Fig. 1] Increasing market of postal logistics

Fig. 2는 국내 우편물의 연도별 접수 현황을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이, 소포·우편물량은 2007년 110,985,000건, 2008년 129,493,000건, 2009년 143,639,000건, 2010년 155,173,000건으로 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다.

우편물 처리 물량이 증가함에 따라 분류 작업 수행 시 수반되는 시간적·공간적 제약과 금전적 비용의 부담은 더 커진다. 이 같은 문제점을 해결하기 위하여 실시간 우편물류 자동화 시스템 도입의 필요성이 증대되고 있다[1].



[Fig. 2] Volume of parcels in recent years

새로운 물류 자동화 시스템은 기존의 동일한 형태의 소포를 대상으로 사전에 프로그램 된 작업만을 반복적으로 수행하던 매니퓰레이터와는 달리, 다양한 모양과 크기, 무게를 갖는 소포를 능동적으로 처리하는 상황인지 기반의 지능형 로봇 기술을 적용하게 된다[5]. 이러한 최신 기술을 도입함으로써 규격화된 물류뿐만 아니라 다양한 물류들의 배달 구분 자동화가 가능해진다.

수작업에 비해 작업 능률이 월등히 높아져 소포 분류 작업의 시간 단축과 비용 절감이 가능해진다 [2]. 이를 위해, 다양한 센서를 통해 소포의 중량, 형상, 위치 등의 상황정보를 인식하고 통합하여, 주어진 상황에서 가장 효과적으로 동작을 제어할 수 있어야 한다[3].

일반적인 산업용 로봇 매니퓰레이터는 사전에 계획된 프로그램대로만 동작하기 때문에 다양한 형태와 무게의 소포를 집어서 특별한 순서대로 구분하는데 이용할 수 없다. 현재 물류 산업에 사용되는 로봇 매니퓰레이터는 이러한 제한 요인으로 동일한 형태의 박스나 소형 팔렛트 만을 작업 대상으로 한다[7]. 물류 분야에서 기존 로봇 매니퓰레이터의 한계를 극복하고 소포 배달 구분 자동화 프로세스에 활용하기 위해서는 소포의 상황인 형태, 무게, 위치 등을 실시간으로 분석해서 로봇 매니퓰레이터에게 주어진 상황에 적절하게 동작할 수 있는 제어 명령을 수시로 바꿔 주는 것이 필요하다[6].

따라서 소포 자동 배달구분용 스마트 로봇 시스템에서 상황에 맞춰 능동적인 동작이 가능하도록 로봇 제어정보를 생성하는 제어정보 생성 시스템을 개발한다.

3. 영상 및 디지털 신호 기반 로봇제어 시스템 모델

본 논문에서 제안하는 소포 배달구분 자동화를 위한 로봇 매니퓰레이터는 소포나 물류의 상황정보에 따라 능동적인 동작이 가능하도록 로봇 제어정보를 생성하는 제어정보 관리 시스템을 기반으로 한다. Fig. 3은 소포 배달구분 자동화를 위한 로봇 매니퓰레이터를 위한 제어정보 관리 시스템의 적용 모델을 보여준다. 소포 배달구분용 스마트 로봇 매니퓰레이터 시스템 모델은 소포상황정보 인식센서, 소포배달순서생성기, 제어정보 생성 시스템, 컨베이어, 로봇 매니퓰레이터를 포함한다.

상황정보인식센서는 소포의 부피, 무게, 형태, 위치, 바코드 등을 인식하여 로봇제어시스템의 서브시스템인 상황인지시스템에게 전송한다[8,9]. 소포배달순서생성기는 접수된 소포 배달정보와 지리정보시스템을 이용하여 집배원별로 할당된 소포의 배달 경로와 순서를 결정한다. 로봇제어정보 관리 시스템은 소포의 상황정보를 이용하여 로봇 메니퓰레이터의 Pick-up 제어정보와 Drop 제어정보를 생성하여 전송한다.

센서가 인식한 소포의 바코드 정보를 수집하고 이용해서 소포배달주소생성기로부터 배달 주소를 읽어오고, 이 주소를 이용하여 소포배달순서생성기로부터 집배원이 배달할 순서를 읽어 와서 구분 작업을 처리할 로봇 매니퓰레이터와 그에 소속된 해당 배달구분상자 위치를 찾아내는 로봇구분 제어 생성기, 컨베이어와 로봇 매니퓰레이터의 동작 상황을 감시하고 소포 배달구분 처리 내역을 분석 및 조회할 수 있는 상황모니터링 시스템으로 구성된다. 로봇 제어정보 생성 시스템 기반의 물류 배달 자동구분 프로세스는 다음의 7단계를 통해 수행된다.

1단계 : 영상인식, 무게인식, 위치인식, 바코드인식 센서가 전송한 소포의 상황정보와 바코드정보를 수집하는 단계

2단계 : 수집된 상황정보를 이용하여 알고리즘으로 로봇 Pick-up 제어정보를 생성하는 단계

3단계 : 룰 베이스를 이용해 더 정밀한 로봇 Pick-up제어정보를 생성하여 보완하는 단계

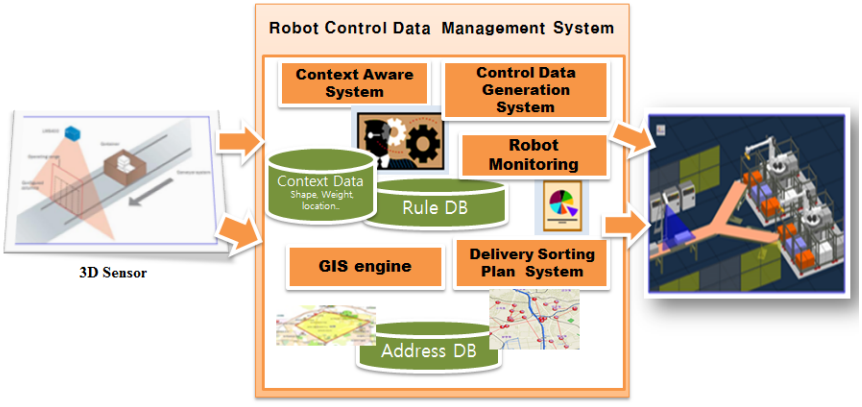
4단계 : 수집된 바코드 정보를 이용하여 소포의 배달 주소를 읽어오고, 이 주소를 이용하여 집배원이 배달할 순서를 읽어 오는 단계

5단계 : 소포의 배달 순서에 따라 구분 작업을 처리할 로봇 매니퓰레이터를 정하고 그 정보를 컨베이어에게 전송하는 단계

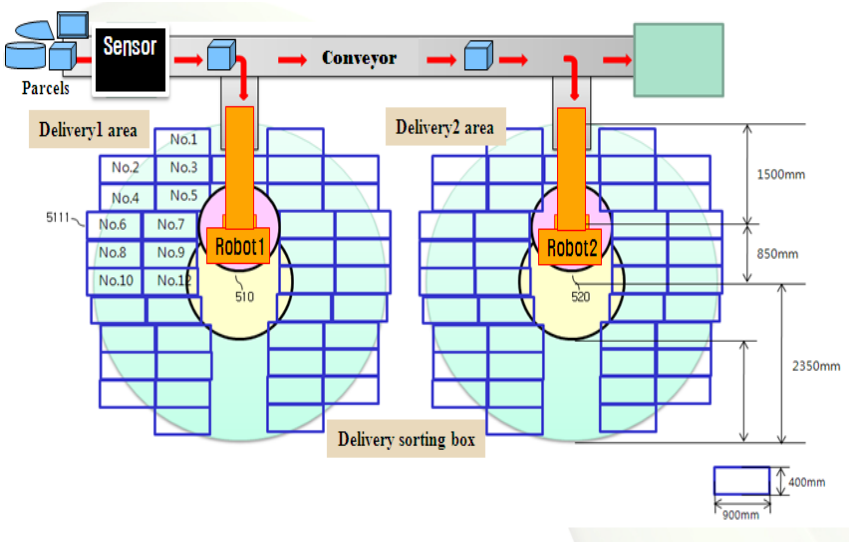
6단계 : 배달 순서에 따라 구분된 소포를 담을 배달구분 상자의 위치정보를 로봇 매니퓰레이터에게 전송하는 단계

7단계 : 컨베이어와 로봇 매니퓰레이터의 동작 상황을 모니터링하고 배달 구분 처리 결과를 분석하는 단계

Fig. 4는 물류 배달 구분용 로봇시스템 적용 환경을 보여준다. Fig. 4와 같은 환경에서 2대의 로봇 매니퓰레이터를 이용하여 물류 배달 구분 자동화 작업이 수행된다. 이때 로봇이 물류 배달구분 작업을 하는데 필요한 관절들의 동작을 제어하기 위한 제어신호를 로봇 제어 정보 관리 시스템에서 생성하여 위 7단계에 따라 물류 배달 구



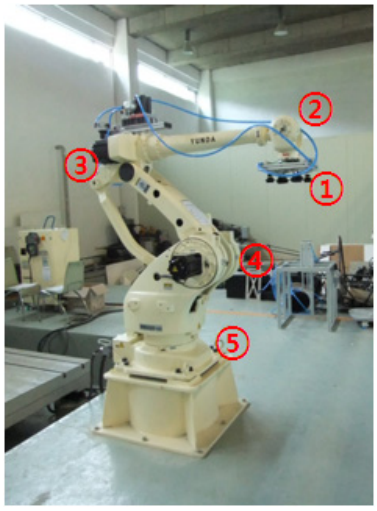
[Fig. 3] Automatic postal logistics framework



[Fig. 4] Environment of robot control system

분 작업을 수행하게 된다.

Fig. 5는 물류배달 자동 구분 작업을 수행할 로봇 매니퓰레이터의 주요 제어 장치를 나타낸 것이다.



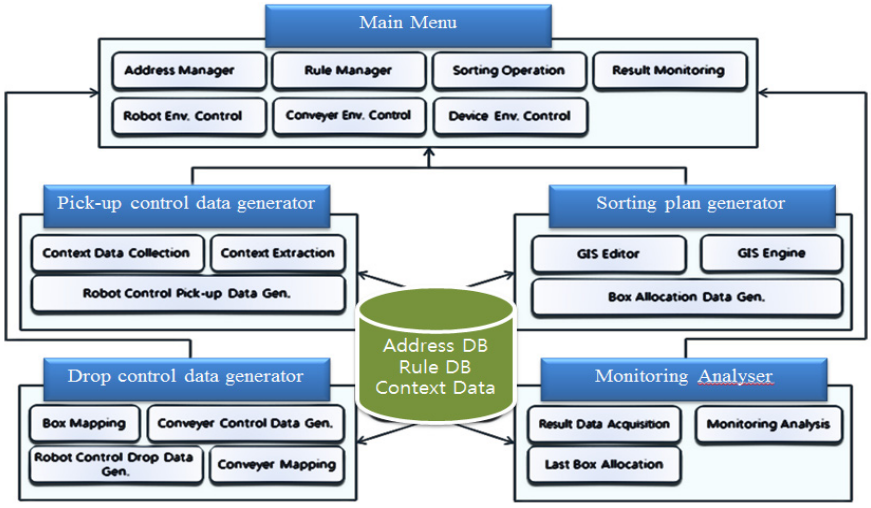
[Fig. 5] Robot manipulator

Fig. 5에서 1번은 팔레타이저 장치로 물건을 집어 들기 위해 로봇 끝단에 설치된 도구이다. 팔레타이저는 공압 흡착식으로 공압을 이용하여 물건을 파지한다. 흡입압력 강도는 조절이 가능하며 너무 강한 흡입압력을 주면 소포 박스가 손상될 가능성이 있기 때문에 소포의 중량에 따라 그 강도를 조절하여 안정적으로 파지할 수 있도록 할 필요가 있다. 2번은 로봇 관절 중 하나로 X축, Y축, Z축으로 회전이 가능하다. 팔레타이저가 소포를 흡착하기 위해서는 소포의 윗면과 평행하게 붙어야 한다. 만일 평행하지 않게 소포의 윗면을 접근한다면 공압 흡착식인 팔레타이저는 소포를 파지하는 면이 공기가 새어 압력이 제대로 발생하지 못하여 들어 올리지 못하게 된다. 따라서 소포 윗면의 기울어진 각도에 따라 X축, Y축, Z축 회전을 제어할 필요가 있다. 나머지 3번, 4번 그리고 5번 관절은 소포위치 좌표로 이동하는데 사용되는 관절이다.

4. 로봇 제어 정보 관리 시스템 구현

소포 자동 배달 구분을 위한 로봇 제어 정보 관리 시스템 아키텍쳐는 Fig. 6과 같다. 영상 및 디지털 기반 로봇 제어 시스템은 로봇의 Pick-Up 제어 정보를 생성하는 Pick-up 제어 정보 생성 시스템, Switching & Drop 제어 정보를 생성하여 소포를 구분 제어하는 Switching & Drop 제어 정보 생성 구분제어 시스템으로 구성된다.

추가적으로 최적배달 순로 데이터를 이용하여 배달주소와 박스를 맵핑하고 GIS Engine과 집배관리 기능을 이용하여 배달순로를 관리할 수 있는 Sorting Plan 생성 GIS 관리 시스템 그리고, 바코드 기기, 형상인식 기기, 좌표인식기기, 다수개의 로봇 등과 같은 디바이스와 위의 시스템을 통합 관리 하는 GUI 기반의 통합 운용 시스템으로 구성된다.



[Fig. 6] Robot Control Data Management System Architecture

[Table 1] Development Environment

H/W	- CPU: Intel Core(TM) i7 CPU 950 3.07GHz - RAM: DDR3 4GB PC3-10600 (3EA) - VGA: Radeon HD 5770 D5 1GB Vapor-X - HDD: WD 2TB Carviar Green WD20EARS (SATA2/64M) - LAN: Marvell Yukon 88E8056 PCI-E Gigabit Ethernet Controller
S/W	- OS: Windows Server 2008 32bit - Language: VB .Net (VS 2005), VC++ - Platform: .NET Framework - DB: MySql 5.1 - GIS Engine: GeoBusObject v3.0

개발 환경은 Table 1과 같다. 개발하고자 하는 시스템은 소포물의 3D 영상 상황정보 및 위치좌표정보, GIS 기반 최적 배달 라우팅 정보 등을 이용하여 소포 상황에 능동적으로 동작하는 로봇 매니퓰레이터를 제어할 수 있는 Pick-up, Drop, Switching 제어 정보를 생성하는 제어정보 통합관리 시스템을 구현하였고, 이 시스템의 주요 동작 프로세스는 다음과 같다.

(1) Pick-up 제어 정보 생성 시스템

시스템에서 생성하는 소포 형상에 따른 Pick-up 제어 정보는 로봇 매니퓰레이터가 소포를 집을 위치좌표인 감마(γ), 소포 윗면의 기울기인 알파(α) 및 베타(β), 소포를 집기 위한 흡입 압력 등을 레이저 센서, 영상인식 카메라 센서, 무게인식 센서로부터 전송된 Data를 이용해 생성한다. 센서를 통해 획득된 상황 정보를 바탕으로 로봇 매니퓰레이터가 소포 형태를 인식하여 상황에 적합한 작업을 수행하게 된다.

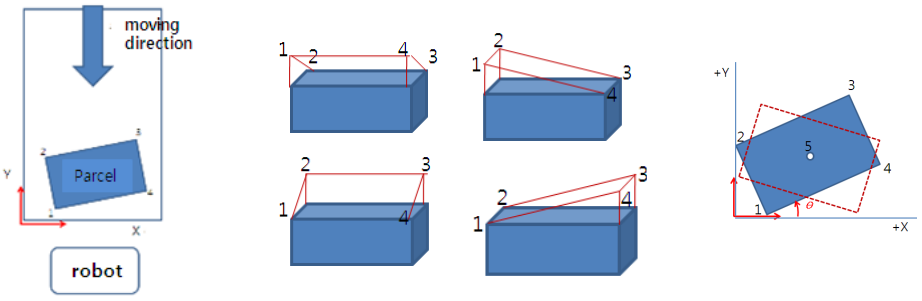
로봇 매니퓰레이터의 끝단에는 기울기를 가지는 형상의 소포를 집을 수 있도록 X, Y, Z 축으로 회전할 수 있는 관절이 있다.

로봇 관절의 회전을 제어하기 위해서 알파, 베타, 감마 값이 필요하다. 이 값들은 기울기에 따른 각도를 나타낸다. 기울기는 X, Y, Z 축으로 나눌 수 있고, 각각 알파는 X축 회전을, 베타는 Y축 회전을, 감마는 Z축 회전을 제어할 수 있다.

또한, 소포를 들어올리기 위해 특별히 제작되어 만들어진 팔레이저가 장착되어 있다. 팔레타이저는 공압 흡착식으로 공기 흡입 압력에 의해 소포를 들어 올리도록 설계되어 있다. 팔레타이저 또한 중량정보에 따라 제어되어야 할 대상이다. 로봇 매니퓰레이터의 제어 항목은 다음과 같이 설명할 수 있다. Fig. 4는 컨베이어벨트에 의해 로봇 매니퓰레이터까지 이송된 소포가 놓여진 상태의 대표적인 경우를 나타낸 것이다.

■ **알파값 :** Fig. 7(b)는 알파값에 관련된 소포의 기울기이다. 소포는 좌표 1과 좌표 2(또는, 좌표 3과 좌표 4)의 높이 차에 의해 기울기를 갖게 된다.로봇 매니퓰레이터의 X축이 회전되어야 한다. 이 기울기의 각도를 구해 알파값으로 사용하고 X축 회전을 제어하는데 적용된다.

■ **베타값 :** 베타값은 알파값을 구하는 것과 비슷하다. Fig. 7(c)는 베타값에 관련된 소포의 기울기이다. 소포는 좌표 1과 좌표 4(또는, 좌표 2와 좌표 3)의 높이 차에 의해 기울기를 갖게 되고, 로봇 매니퓰레이터의 Y축이 회



(a) 소포 투입 방향 (b) Alpha (c) Beta (d) Gamma

[Fig. 7] Context information of parcel

전되어야 한다. 이 기울기의 각도를 구해 베타값으로 사용하고 Y축 회전을 제어하는데 적용된다.

알파값과 베타값을 X축 회전과 Y축 회전에 적용하여 로봇 매니퓰레이터의 팔레타이저와 소포의 윗면을 평행하게 하여 파지하는 것을 가능하게 한다.

■ **감마값 :** 소포 윗면의 기울기뿐만 아니라 로봇 매니퓰레이터 앞에 놓인 소포는 Fig. 7(a)와 같이 항상 정면을 향해 똑바로 놓이는 경우만 있지 않고 Fig. 7(b) 와 Fig. 7(c)의 경우와 같이 비스듬히 놓일 수 있기 때문에 이러한 경우도 고려해야한다. 이 경우에는 좌표 1과 좌표 4(또는, 좌표 2와 좌표 3)를 이용해 비스듬한 정도의 각도를 구하고 이를 감마값으로 사용하여 로봇 매니퓰레이터의 Z축 회전을 제어하는데 적용한다.

■ **중심좌표 및 중심높이 :** 알파값, 베타값, 감마값을 적용하여 로봇 매니퓰레이터가 소포를 집는데 성공하더라도, 소포의 모서리 부분을 집고 들어 올린다면 떨어뜨릴 확률이 높아지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 소포의 네 개 모서리의 좌표를 토대로 중심좌표를 계산하고, 팔레이저가 중심좌표로 접근하여 집을 수 있도록 해야 한다. 그러므로 로봇제어정보에 중심좌표와 중심높이가 반드시 필요하다.

■ **흡입압력값 :** 팔레타이저는 소포를 들어 올리기 위해 공기 흡입 압력을 주게 된다. 이때, 소포를 필요 이상으로 흡입 시 포장된 박스가 파손될 수 있기 때문에 흡입 압력은 상황정보의 중량에 따라 조절해야한다.

(2) Switching & Drop 제어 정보 생성 구분제어 시스템

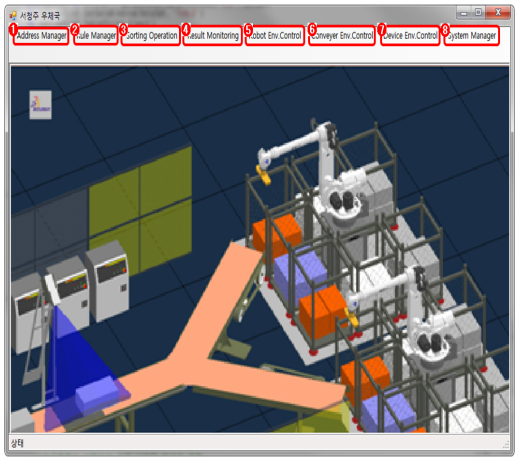
배달점(주소)별 최적 배달 경로계획 상의 Box 위치 정보를 제공하는 Address별 Box위치 DB와 소포 ID별 배달점(주소)를 이용하여 로봇이 소포 Drop을 위한 배달경로별 소포 구분 Box 정보 생성를 생성하는 Box Mapping 모듈, 컨베이어 스위칭을 위한 소포ID별 배달점(주소)에 따른 로봇매핑 정보를 생성하는 Conveyer Mapping 모듈로 구성 되어 있으며, 생성된 데이터를 로봇과 컨베이어가 인식할 수 있는 정보로 제공하는 Drop & Switching Data Generation 모듈로 구성된다.

(3) Sorting Plan 생성 GIS 관리 시스템

GIS 관리 시스템은 하루 단위로 생성되어지는 배달될 소포의 최적 배달 순로 데이터를 이용하여 주소와 구분 박스를 맵핑하며, 배달원이 자신의 배달순서를 GIS Engine과 GIS 집배관리 기능을 이용하여 배달순로를 확인하고 갱신 및 관리할 수 있는 시스템이다. 이 시스템은 배달경로 최적 알고리즘이 생성한 최적 배달경로 상의 주소와 구분 Box를 Mapping할 수 있는 정보를 생성, 관리 하는 Box Allocation Data Generation으로 구성이 된다. Address/Box Mapping은 집배원별로 최적화 배달순로 DB에 있는 배달일의 데이터를 가져와서 소포처리현황 DB에 이관하고 박스배치정보 DB를 이용하여 주소와 박스를 매핑 처리한다.

최적의 소포 배달 순서를 결정하기 위해 배달순로 최적화 알고리즘이 사용하는 기준 데이터를 생성하고 모든 주소들 간의 최단 거리와 지도상의 이동경로를 만든다. 배달 시작 주소와 끝 주소 간의 거리 계산은 GIS 전자지도 상의 네트워크 DB를 이용하여 최단경로를 탐색하고 경로 상에 존재하는 각 노드들 간의 거리를 합산하여 최종적으로 배달점간 거리 정보를 생성한다.

Fig. 8은 구현된 소포 자동 배달 구분 로봇 제어 정보 관리시스템의 메인 화면이다. 메인 메뉴의 주요 기능은 다음과 같다.



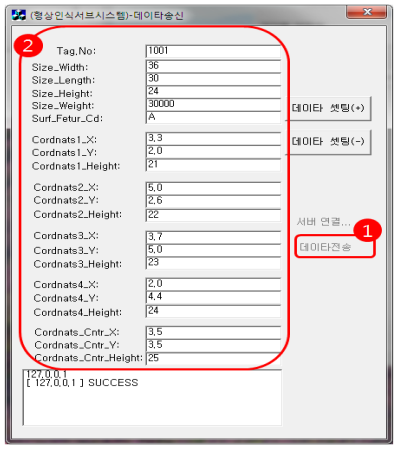
[Fig. 8] Main menu of a robot control system

① Address Manager : 주소관리, 배달점간 최단거리검증, 소포구관리, 집배원관리, 최적배달경로조회, 수작업경로생성을 한다.
② Rule Manager : 룰관리, 룰모델관리를 한다.
③ Sorting Operation : Drop 정보, Pick-up 정보, 디바이스연계정보, 작업을 관리한다.
④ Result Monitoring : 컨베이어처리, 로롯처리, 집배원별구분처리 결과를 확인한다.
⑤ Robot Env.Control : 로봇의 환경설정 및 로봇제어관리를 한다.
⑥ Conveyer Env.Control : 컨베이어의 환경설정 및 제어관리를 한다.
⑦ Device Env.Control : 영상인식기와 바코드인식기의 환경설정 및 제어관리를 한다.
⑧ System Manager : 사용자, 메뉴, 권한, 공통코드 등 시스템의 기본정보를 관리 한다.

5. 실험 및 적용

물류 배달 자동 구분 로봇 제어 정보 관리 시스템의 실험을 위해서 먼저 로봇과 배달 구분 기준 정보를 등록하고 주소와 배달 상자를 매핑하여 로봇 작업환경을 생성한다.

다음으로 Pick-up 제어 정보 생성과정을 확인해보면 형상인식 서브시스템에 접속하여 물류 상황정보를 수집한 결과를 Fig. 9와 같이 확인 할 수 있다.

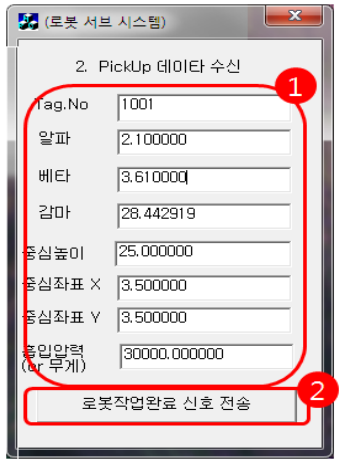


[Fig. 9] Vision Recognition Subsystem

Fig. 9의 1번 영역은 데이터 전송 기능을 수행하여 형상인식기가 수집한 소포의 형상정보를 Pick-up 제어 정보 생성 상황인지 시스템으로 전송한다. 또한 2번 영역은 형상인식기가 수집한 테그넘버, 소포의 가로, 세로 높이, 소포의 4개의 꼭지점 좌표, 중심점좌표를 출력한 것임을 확인할 있다.

로봇에 제어정보를 전달하기 위해서 로봇서브시스템 접속하여 로봇 제어정보 공급한다. 로봇은 Pick-up 데이터를 수신했다는 것을 알 수 있다.

Fig. 10은 로봇서브시스템의 화면으로 1번 영역에서 로봇 제어정보 관리 시스템에서 로봇 제어서브시스템에 보낸 소포의 Pick-up 정보인 알파 값, 베타 값, 감마 값, 소포중심높이, 중심좌표 X,Y 그리고 흡입 압력 값이 각 항목 별로 보내진 것을 확인할 수 있다.



[Fig. 10] Robot Subsystem

Fig. 10의 2번 부분은 수신 받은 소포의 Pick-up작업 상태를 확인하기 위한 기능으로 로봇이 소포를 Pick-up 한 결과를 다시 로봇제어정보 관리시스템에 보내주는 기능을 담당한다.

다음으로 Switching & Drop 제어 정보 생성 구분제어 시스템의 실험결과를 살펴보면 아래 Fig. 11 과 같이 스위칭 정보와 드롭 제어 정보가 생성되어 물류를 자동으로 배달 구분해줄 수 있다는 것을 확인 할 수 있다.

[Fig. 11] Robot Subsystem

Fig. 11의 1번 부분은 바코드서브시스템에서 수신된 테그 넘버와 등기번호로 해당 소포를 구분할 로봇과 드롭 박스 정보를 생성하고 생성된 데이터가 로봇서브시스템으로 전송된 결과를 보여준다. Fig. 11의 2번 부분은 바코드서브시스템에서 수신된 테그 넘버와 등기번호로 해당 소포의 컨베이어 스위칭 정보를 생성하고 생성된 데이터를 컨베이어서브시스템으로 전송한 결과를 보여준다.

물류 배달 구분 자동화를 위한 로봇 제어 정보 관리 시스템의 적용 및 실험결과를 통해서 로봇이 필요로 하는 제어정보를 물류 정보에 따라 매번 생성하여 로봇이 배달 구분 작업을 수행할 수 있도록 하는 것을 확인 할 수 있었다.

또한 로봇을 적용하여 소포배달 자동 구분 작업을 할 경우와 수작업의 경우를 비교 실험하였다. 600개의 소포를 두 대의 로봇 매니퓰레이터를 이용하여 자동 구분 작업을 10회 수행한 결과 수행시간은 평균 84분이었다. 배달원들이 수작업으로 분류하는데 걸리는 시간은 평균 120분이었다.

따라서 소포배달 구분 자동화작업에 상황인지 기반 로봇제어정보 관리시스템을 적용한다면 시간과 비용절감효과가 나타날 뿐만 아니라 배달원들의 근골격계 산업재해를 예방하는데 기여를 하게 된다.

그러나 경우에 따라서 소포를 재대로 픽업하지 못하는 경우가 발생하였으며 이에 대한 추가적인 해결방안을 모색하고 있다. 픽업 제어정보 중 일부가 손실되거나 누락되는 경우 픽업정보 규칙들이 저장된 룰 데이터베이스를 이용하여 기조의 저장된 데이터들로부터 가장 유력한 근사값을 추론하여 처음부터 물류 배달 구분 프로세스가 실행 될 수 있도록 시스템을 보완할 계획이다.

6. 결론

본 논문에서는 다양한 형태의 물류 배달 구분을 자동화하기 위한 지능형 로봇 매니퓰레이터의 제어정보 생성 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 로봇 제어정보 관리 시스템은 물류의 상황에 따른 제어 정보의 생성을 위해서 3D 센서로부터 물류의 무게, 가로, 세로, 높이, 집는 면의 형상 정보 등의 데이터를 입력받아서 물류를 배달 순서대로 구분할 로봇매니퓰레이터에게 Pick-up 제어정보와 Drop 제어정보를 전달하여 배달 순로에 맞는 팔레트에 구분하는 작업을 수행한다.

본 논문에서 제안하는 로봇 제어정보 관리 시스템을 적용한 물류 자동 배달 구분 로봇 매니퓰레이터를 설치하면 물류 센터에서의 수작업 과정을 자동화할 뿐만 아니라 작업 공간 소요 면적을 줄일 수 있고, 배달원의 경험적 지식이 없이도 최적화된 배달 순로대로의 물류 구분이 이루어질 수 있다. 또한, 소포의 큰 부피 및 무게로 인한 수작업 과정에서의 과도한 노동력 소모를 줄일 수 있고, 근골격계 질환 등 산업재해 발생을 예방할 수 있으며, 무엇보다도 배달구분 인건비와 작업 시간을 줄일 수 있는 효과가 있다. 기존의 산업분야에서 로봇 매니퓰레이터는 중공업 및 위험작업 등에만 적용되어 왔으나 물류 구분용 로봇 매니퓰레이터의 우편물 및 택배물 구분시장 내에서의 적용은 물류 구분 작업의 수작업 프로세스를 자동화하여 산업재해를 감소시킬 수 있으며 작업환경의 안전성을 확보하고 생산성을 높이는 효과를 가지고 올 것으로 기대된다. 향후 여러 개의 로봇을 모두 제어할 수 있도록 제안 시스템을 확장할 것이며 실제 컨베이어와

기계시스템 등과의 통합작업도 수행되어야 할 것이다.

References

[1] C.S.Park, "2011 Trend of Logistics Market," Institute of Postal Service Management , 2010

[2] Dey A.K., “Providing Architectural Support for Context-Aware Applications”, Unpublished PhD Thesis, Georgia Institute of Technology, 2000.

[3] Kim, M. S., Kim, T. H., Kim, J. S., Soon, N. S., Ryu, K. H., "A Study on Designing an intelligent Robot manipulator Based on Context Aware," The 4th International Conference FITAT/DBMI 2011, pp.33~36, 2011.

[4] Held, A., Buchholz, S., Schill, A., "Modeling of Context Information for Pervasive Computing Applications", In Proceedings of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI), Orlando, FL, July 2002.

[5] Kim, T. H., Shin, D. M., Kim, M. S., Kim, J. S., Ryu, K. H., Shin, M. S., “An Ontology based Context Aware System to Control the Robot Manipulator in Delivery Logistics Industry," International Conference, ISI 2012, pp.221~226, 2012.

[6] Anind K. Dey, Daniel Salber, and Gregory D. Abowd. A context-based infrastructure for smart environments. In Proceedings of the 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments (MANSE '99), Dublin, Ireland, pages 114-128, December 1999.

[7] Dey, A. and Abowd, G., “Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness”, Workshop on the what, who, where, when and how of context-awareness at CHI 2000, 2000.

[8] Ranganathan A, Campbell RH. “A middleware for context-aware agents in ubiquitous computing environments” In: ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2003. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-44892-6_8

[9] Gray, P., Salber, D., "Modeling and Using Sensed Context Information in the Design of Interactive Applications", 8th IFIP International Conference on Engineering for Human Computer Interaction, vol.2254, pp.317-336, 2001 DOI: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-45348-2_26

신 문 선(Moon-Sun Shin) **[정회원]**

- 2004년 8월 : 충북대학교대학원 전자계산학과 (이학박사)
- 2005년 8월 ~ 현재 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야>
데이터베이스, 정보보안, 상황인지, RFID 보안

김 명 식(Myung-Sic Kim) **[정회원]**

- 2013년 2월 : 충북대학교대학원 정보산업공학협동과정 박사 수료
- 2010년 10월 ~ 현재 : 네오포스(주) 책임연구원

<관심분야>
로봇제어, 상황인지, 프레임워크, PMO