

---

# 레이저 센서를 이용한 물체의 형상인식 모듈 개발

곽성환\* · 이승규\* · 이승재\*\* · 오규현\*\* · 김영식\*\* · 최종경\* · 박무훈\*

## A Development of Object Shape Recognition Module using Laser Sensor

Sung-hwan Kwak\* · Seung-kyu Lee\* · Seung-jae Lee\*\* · Kyu-hyun Oh\*\*  
Young-sik Kim\*\* · Joong-koung Choi\* · Mu-hun Park\*

---

이 논문은 2007년도 창원대학교 교내 연구비와 지식경제부 지역산업기술개발사업의 지원으로 수행되었음

---

### 요 약

무인 운반설비의 자동화 시스템 개발의 한 부분으로써 여러 Vision 센서 중 레이저 센서를 이용하여 작업공간상에 있는 관재류와 코일류의 경계부분을 인식한다. 다음으로 인식한 물체의 경계를 이용하여 3차원 공간상의 위치 좌표를 추출하여 무인크레인에 이동해야할 위치좌표를 전달한다. 본 연구에서는, 첫 번째 레이저 센서를 이용한 물체의 경계 추출, 두 번째 레이저 센서의 z축 기울기 각 추출, 세 번째 인식한 경계를 이용하여 물체의 2차원 위치좌표 추출, 네 번째 레이저 센서를 이용하여 관재와 코일의 판별, 다섯 번째 물체 판별의 결과에 따른 관재와 코일의 3차원 위치좌표 추출을 목적으로 한다. 본 연구의 결과는 무인 운반설비의 자동화 시스템 개발에 상당한 도움이 될 것으로 기대된다.

### ABSTRACT

In this paper, We suggest a method, which extract the 3-Dimension location coordinate of object, slat and coil, using Laser sensor. In order to extract the 3-Dimension location coordinate of object, First, we extract the edge of object. Second, extract the z-axis angle of Laser sensor. Third, extract the 2-Dimension location coordinate of object using edge of object and z-axis of Laser sensor. Fourth, discriminate between Slat and Coil. The result of study is expected that the help which is considerable to the automation system development of unmanned transportation equipment will become.

### 키워드

Laser Sensor, Slat and Coil, 3-Dimension Location Coordinate, Automation System

### I. 서 론

레이저 센서는 레이저를 이용하여 센서에서 레이저를 발생 시킨 후 목표물에서 반사되어 되돌아오는 파장

을 측정하여 목표물까지의 거리를 측정하는 센서이다. 과거에는 레이저 거리 측정 기술이 장비 및 부품의 가격이 비싸고 기술적인 난이도 때문에 주로 군사용으로 사용되었다. 최근에는 레이저 거리 측정 기술이 군사용뿐

---

\* 국립 창원대학교 공과대학 전자공학과  
\*\* 평화기전(주)

만 아니라 산업용으로도 널리 사용되고 있다. 레이저 거리 측정 기술이 산업용으로 사용되기 위해서는 정밀도, 신뢰도, 소형화와 경량화가 필수적이다. 레이저 센서는 산업 현장의 자동화 무인 시스템, 선박 접안 시 배의 파손을 막기 위한 거리 측정, 무인 과속 감지기, 차량 충돌 방지 시스템 등에 적용 가능하며, 그 밖에도 여러 분야에서도 적용 가능하다. 산업용 레이저 센서의 경우는 군사 용에 비해 측정 거리가 1km 이내로 짧고 측정오차도 1~15mm 이내를 요구하고 있다.

레이저 센서는 빛의 직진성과 높은 반사율의 특성 때문에 정밀한 거리 측정이 가능하다. 그러나, 반사되어 돌아오는 빛의 세기는 거리 및 반사물체의 표면 상태에 따라 변화가 심하여 빛의 세기의 강약에 의한 측정 오차 변동 폭이 크게 나타난다. 이런 경우 측정횟수를 늘려 그 평균값을 구하여 오차 폭을 감소시킬 수 있으나, 측정횟수에 비례하여 측정시간이 증가하여 고속측정이 요구 되는 설비에서는 적절치 않다.[1]

본 논문에서는 SICK사의 LMS-200 레이저 센서를 이용하여 작업공간상에 있는 Slat과 Coil의 3차원 위치좌표 추출방법을 제시한다. 이 과정에서 레이저 센서에서의 경계추출과 z축 기울기 각 추출, 2차원 위치좌표 추출, Slat과 Coil의 판별방법에 대해서도 거론한다.

RS232 시리얼 통신 방식을 이용하여 Data 값을 받고 물체의 형상인식 모듈은 Visual Basic 6.0(이하 VB)을 통해 구현한다.

## II. 시스템 구성

본 연구에서의 시스템은 다음과 같은 구성을 가진다. 아래에서는 전반적인 Layout과 레이저 센서, 인식 물체 및 Tilting 장치, 시현 공간에 대해서 설명한다.

### 2.1 Layout

“무인 운반하역설비의 자동화 시스템 개발”의 전반적인 Layout은 그림 1과 같다.

작업공간은 A구역과 B구역으로 나누어져 있고 두 종류의 Vision 센서가 작업공간상의 물체를 인식한다. 여기서는 두 개의 Vision 센서 중 레이저 센서에 관해서 다룬다.

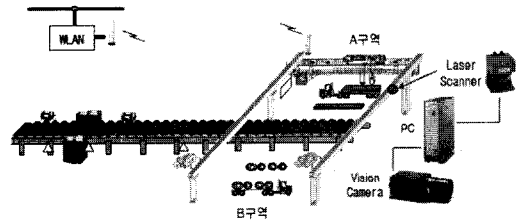


그림 1. 레이아웃  
Fig 1. Layout

### 2.2 Laser Sensor 구성 및 원리

연구에서 사용하는 레이저 센서는 SICK사에서 생산하는 2차원 레이저 센서로 2차원 물체 인식을 목적으로 생산된 제품이다. 하지만 3차원 위치좌표를 추출하기 위해서 Tilting 장치를 레이저 센서에 부착해 주어야 한다. Tilting 장치에 관해서는 2.4에서 다룬다. 아래의 그림 2는 LMS-200의 외형을 보여준다.



그림 2 레이저 센서  
Fig 2. Laser sensor: LMS-200

SICK사의 레이저 센서는 Size뿐만 아니라 센서의 Color에 따라 사용용도가 다르다. 크게 나누어 세 가지 Color를 나뉘는데 Blue, Gray, Yellow이다. Blue Color의 경우는 실내에서 주로 사용되며 Gray Color에 비해 측정 거리가 상대적으로 짧지만 오차범위가 더 작다는 특성이 있다. Gray Color의 경우는 항만 및 제철소 같은 실외에서 형상인식 및 물체 감지에 주로 사용된다. Yellow Color의 경우는 안전 관리와 관련된 산업 현장에서 주로 사용된다.

본 연구에서 사용한 LMS-200은 Blue Color의 레이저 센서로 표 1은 그 특징을 나타낸다.

표 1. LMS-200의 특징  
Table 1. Characteristic of LMS-200

제품명	LMS-200(실내)
제품크기(mm) (가로×세로×높이)	155×210×156
하우징재질	Aluminum
작동전압	24V DC
사용온도	0℃~+50℃
무게	4.5kg
감지각도	180도
감지거리(m)	검정색: 10m, 하얀색: 30m
각도 분해능	0.25/0.5/1도
반응속도(ms)	53.33/26.33/13.33
거리 분해능	10mm
정확도	±15mm
인터페이스	RS232/422
데이터 처리속도	RS232: 19.2KBd
사용장소 및 특징	보안/주행/로봇제어용

2.3 인식 물체

레이저 센서를 통하여 인식해야 하는 물체는 두 종류로 첫 번째가 Slat이고 두 번째가 Coil이다. 그림 3과 그림 4는 Slat와 Coil의 외형을 보여준다.

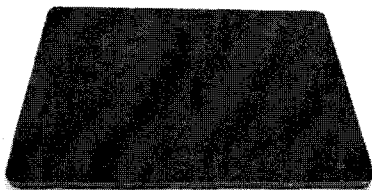


그림 3. Slat의 외형  
Fig 3. Shape of Slat

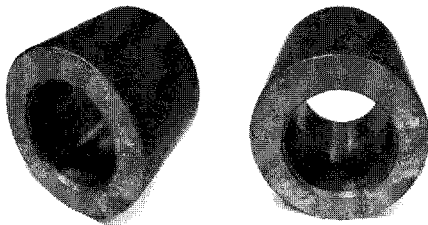


그림 4. Coil의 외형  
Fig 4. Shape of Coil

Slat는 두께를 달리하며 Test를 하였고 Coil은 놓는 방향을 달리하여 Test를 하였다. LMS-200의 오차범위가 ±15mm인 걸 감안하여 Slat의 Test에는 최소 20mm의 두께를 사용하였다.

2.4 틸팅(Tilting) 장치

Tilting 장치는 레이저 센서의 뒷면에 부착되어 센서의 z각을 변화시켜주는 장치를 말한다. SICK사에서 제공하는 것은 Tilting 장치가 아니라 Mounting 장치로써 3차원 위치좌표를 추출하기에는 적합하지 않았다. 그래서 별도의 Tilting 장치를 제작할 필요가 있었다. Tilting 장치는 단순히 레이저 센서를 고정해주는 Mounting의 기능에 센서를 상하로 움직여주는 Tilter의 기능을 더한 것으로 보면 된다. Tilting 장치의 상하 운동은 스톱 모터를 사용하여 제어한다.

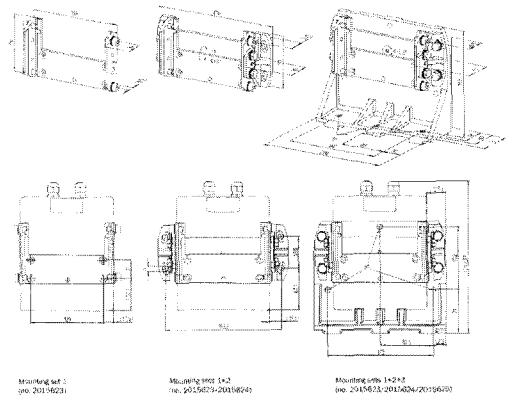


그림 5. SICK사의 Mounting Set  
Fig 5. Mounting Set of SICK

그림 5는 SICK사에서 제공하는 Mounting Set를 보여주고 표 2는 Tilting 장치 제작 시 고려해야할 사항을 나타낸다.

표 2. Tilting 장치 제작 시 고려사항  
Table 2. Consideration of Tilting equipment

고려사항
Laser 센서의 Centre of the mirror wheel과 Tilting 장치의 Rotation Point가 동일 직선상에 있어야 한다.

### 2.5 시현공간

시현공간은 Slat과 Coil을 놓고 실험을 할 공간이다. 프로토타입으로 분리와 조립이 가능하여 이동이 용이하다. 그림 6은 시현공간의 CAD도안이고 그림 7은 제작된 시현공간이다.

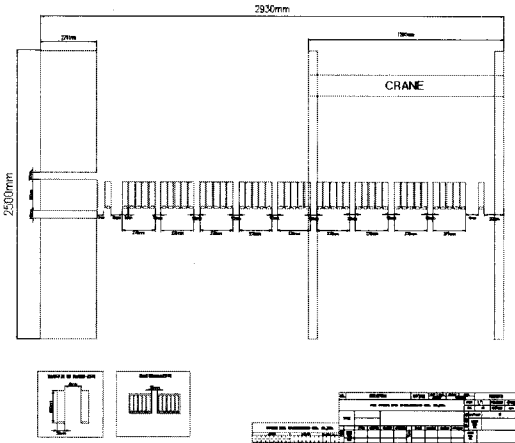


그림 6. 시현공간의 CAD도안  
Fig 6. CAD drawing of Test field

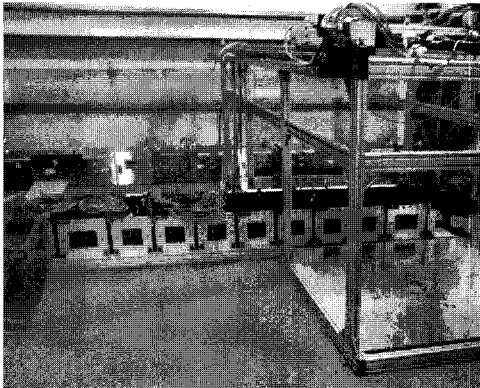


그림 7. 프로토타입의 시현공간  
Fig 7. Test field of Prototype

## III. Slat와 Coil의 3차원 위치좌표 추출방법

### 3.1 물체의 경계 추출방법

레이저 센서를 이용하여 물체의 3차원 위치좌표를 추출하기 위해서는 우선 물체의 경계부터 추출해야 한다.

여기서의 경계는 일반 영상이미지에서 말하는 Edge와 같은 의미를 가지지만 추출방법은 다르다.

0도에서 180도까지의 스캔 영역 중 범위 내에 물체가 존재하지 않는다면 그림 8의 B영역과 같이 나타나고, 물체가 존재한다면 A영역처럼 나타난다. 우리는 A영역과 같은 경우에서 경계를 추출한다.

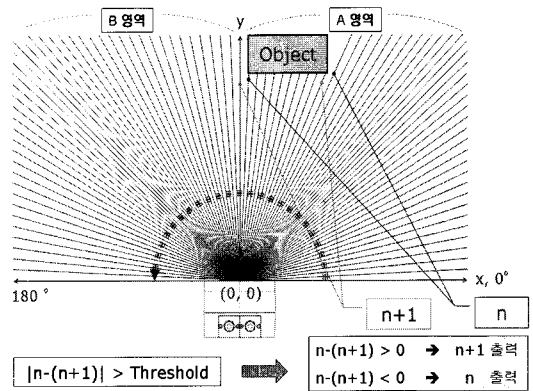


그림 8. 물체의 경계 추출  
Fig 8. Edge extraction of Object

그림 8을 보면 A영역에서 물체(Object)가 인식되었다. 물체가 있으면 물체가 없을 때보다 거리 값이 짧게 추출된다. 이 같은 상황에서 물체의 경계는 물체가 처음 인식되었을 때의 거리 값과 맨 마지막에 인식되었을 때의 거리 값이 된다. 우리는 두 개의 거리 값을 비교하여 물체의 경계를 추출할 것이다. 두 거리 값 중 첫 번째를 n이라하고 두 번째를 n+1이라 가정을 한다. 물체의 경계를 추출하기 위해서 2가지 과정을 거친다. 우선적으로 n과 n+1의 차의 절대 값이 세팅 시 설정한 Threshold 값보다 큰지를 확인한다. 다음으로 n과 n+1의 부호를 확인하여 그 값이 양이면 n+1을 음이면 n을 경계로 추출한다. 이와 같은 방식으로 물체의 경계 A와 B가 추출된다.

레이저 센서는 0도에서 180도까지 0.5도 간격으로 스캐닝을 하게 되고 RS232 시리얼 통신을 통하여 PC로 361개 722byte의 Hex Data 값을 전송한다. 그림 9는 레이저 센서로부터 전송된 Hex Data값과 그 값을 Dec 값으로 변환한 결과를 보여준다.

Hex Data Value	Dec Value
D6028D0602B066416E07F50385034F095703560303042E0	0:2043
93C09370932C09FD04FC0400002E50005000051C0519C50	0:5301
F0507050005FA04FC04F404F404F404F404F404F404F404F404	1:347
FB04F04020E03050E050205100F08050F061405F040610	1:365
543072A06130654077906D306CF08C40857087108450810	2:354
06FD06E706E7064B07790785074E072F07C406193617061	2:5771
00625068D0689067506500641063F0612061C060706F805	3:1077
ER05D805C905B905A905905910584057A0568056305570	3:2364
5480540052E0526051E050F050105FD04F004E04C304DC	4:2593
04D404C604C104BAC04AE04A704A504A0049F048C048704	5:2557
7F0474046D046E046504640463046204610440440440440439	5:51276
0438043404370429042A0425041904150412040C0406040	6:1024
A40E0408040403F040310CF0403F403F403F403E0403E040	6:51282
3E03E503E403E903E003E003E003D803D803D803D803D80	7:1280
D903D803D203DE03D003CE03CD03CD03CD03C403C403CF03	7:51293
C503C603C803C803C903C903C703CE03C603C003C503C603	8:1309
C403C403C203C403C603C703CE03C603C503C303C03C	8:51305
CB03CE03CE03CE03CE03D103D003D103D0403D903D703D	9:1295
	9:1287

그림 9. Laser 센서의 Hex, Dec data  
Fig 9. Hex, Dec data of Laser sensor

### 3.2 Laser 센서의 z축 기울기 각 추출방법

물체의 3차원 위치좌표를 추출하기 위해 레이저 센서를 z축 방향으로 기울여야 한다. 이 과정에서 레이저 센서의 z축 기울기 각 추출이 필요하다. 그림 10은 임의의 높이(h)에 설치된 레이저 센서를 나타내며 센서의 z축 기울기 각 추출 환경을 보여준다.

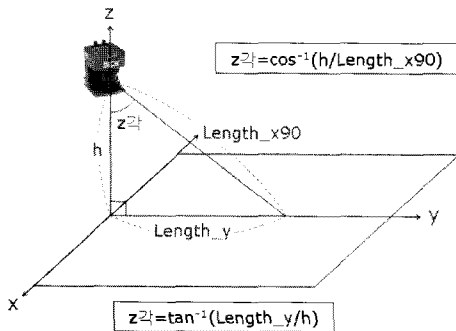


그림 10. z축 기울기 각 추출 환경  
Fig 10. Environment of z-angle extraction

레이저 센서의 스타팅 포지션을 z각이 0도 일 때로 설정하고 스캐닝이 시작되자마자 센서의 높이 h를 측정한다. 높이 h를 측정하기 위해서는 2가지 조건을 만족해야 한다. 앞에서 말한 z각이 0도 일 것, 센서의 x각이 90도 일 것, 이 두 가지다. 센서의 위치가 가변적이지 않다면 센서의 높이 h는 설정 초기에만 측정해 주면 된다.

레이저 센서의 높이를 h, 임의의 z각에서 x각이 90도 일 때의 거리 값을 Length\_x90이라 하면 역cos함수를 이용하여 z각을 구할 수 있다. 하지만 연구에서 사용하고 있는 VB는 역cos함수를 지원하지 않는다. z각은 역cos함수를 사용하지 않더라도 구할 수는 있다. 피타고라스 정리를 이용하여 Length\_y를 따로 구하고 VB에서 지원하

는 역tan함수를 사용하는 것이다. 이와 같은 과정이 번거롭다면 VB 코드에 역cos함수식을 정의해주고 함수식을 불러서 사용하면 된다. 표 3은 역cos함수식을 나타낸다.

표 3. 역cos함수식 코드  
Table 3. Arccos Function Code

```
Public Function Arccos(X As Double) As Double
    Arccos = Atn(-X / Sqr(-X * X + 1)) + 2 * Atn(1)
End Function
```

그림 11은 VB를 이용하여 구현한 모듈에서 레이저 센서의 z축 기울기 각을 추출한 결과를 보여준다. z각을 구하는 과정에서는 x각이 90도라는 조건만 만족해 주면 된다.

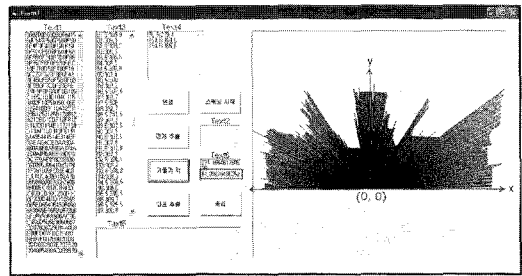


그림 11. z축 기울기 각 추출 결과  
Fig 11. Result of z-angle extraction

### 3.3 물체의 2차원 위치좌표 추출방법

3.3에서는 3.1과 3.2에서 연구한 내용을 바탕으로 물체의 2차원 위치좌표를 추출한다. 그림 12는 2차원 위치좌표 추출 환경을 보여준다.

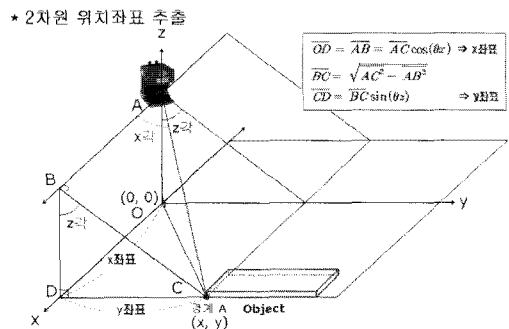


그림 12. 2차원 위치좌표 추출 환경  
Fig 12. Environment of 2D location coordinate extraction

경계의 (x, y)좌표는  $\triangle ABC$ 와  $\triangle BCD$ 를 이용하여 구한다. 센서의 z각과 경계에서의 x각은 미리 알 수 있는 값이다. (x, y)좌표 구하는 방법은 다음과 같다.

x좌표  $\overline{OD}$ 는  $\triangle ABC$ 에서  $\overline{AB}$ 의 길이와 같다.

$$\overline{OD} = \overline{AB} = \overline{AC} \cos(\theta_x) \quad (1)$$

여기서  $\overline{AC}$ 는 센서에서 경계까지의 거리를 나타내고  $\theta_x$ 는 경계의 x각을 나타낸다.

y좌표  $\overline{CD}$ 는  $\triangle BCD$ 에서 센서의 z각을 이용하여 구한다.

$$\overline{BC} = \sqrt{AC^2 - AB^2} \quad (2)$$

$$\overline{CD} = \overline{BC} \sin(\theta_z) \quad (3)$$

여기서  $\overline{BC}$ 는 x좌표에서의 경계까지의 거리 값으로 피타고라스의 정리를 이용하여 구하고  $\theta_z$ 는 센서의 z축 기울기 각을 나타낸다.



그림 13. 2차원 위치좌표 추출 Test  
Fig 13. Test of 2D location coordinate extraction

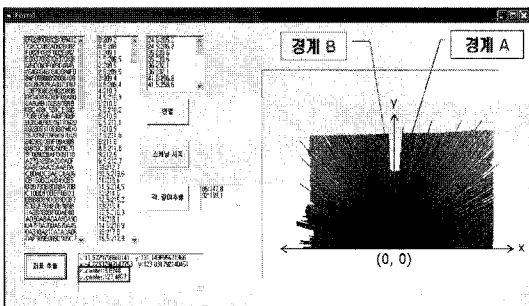


그림 14. 2차원 위치좌표 추출 결과  
Fig 14. Result of 2D location coordinate extraction

그림 13은 Slat과 Coil 이외의 물체인 휴지통을 통한 2차원 위치좌표 추출 예를 보여주고 그림 14는 그 결과를 보여준다. 그림 14에서 좌측 하단의 네모 박스는 x\_center와 y\_center 값으로 휴지통의 2차원 위치좌표를 나타낸다.

### 3.4 Slat과 Coil의 판별방법

레이저 센서를 통해 인식하는 물체는 Slat과 Coil 두 종류이다. 물체의 2차원 위치좌표 추출에서는 두 물체의 판별이 필요하지 않지만 3차원 위치좌표 추출 시에는 판별과정이 필요하다.[2] 왜냐하면 Slat과 Coil의 z좌표 추출방법이 다르기 때문이다. Slat의 경우 추출된 경계 중 어느 한곳에서의 높이 값을 그대로 사용하면 쉽게 z좌표 값을 구할 수 있지만, Coil의 경우는 다르다.

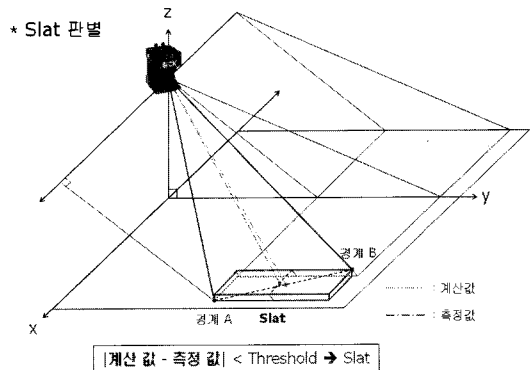


그림 15. Slat 판별  
Fig 15. Slat Discrimination

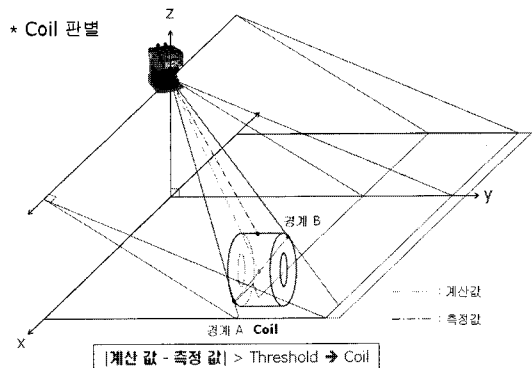


그림 16. Coil 판별  
Fig 16. Coil Discrimination

Slat의 경우는 전자석을 이용하여 물체를 들어 올리지만, Coil의 경우는 후크를 이용하여 중앙의 홀에 걸어서 들어올린다. 그래서 Coil의 경우는 Slat와는 달리 z좌표 값을 반으로 나눠준다. 이 내용은 3.5 물체의 3차원 위치좌표 추출에서 적용된다.

여기서, 계산 값은 경계 A와 경계 B의 거리 값을 합한 후 1/2을 한 값이다. 측정 값은 경계 A와 경계 B가 가지는 각좌표의 중간좌표에서의 거리 값이다.

### 3.5 물체의 3차원 위치좌표 추출방법

물체의 2차원 위치좌표 추출방법과 Slat과 Coil의 판별을 이용한 z좌표의 추출방법을 통합하면 물체의 3차원 위치좌표를 추출할 수 있다.[3][4] 해당 영역에서 맨 처음 추출되는 경계 A와 맨 마지막에 추출되는 경계 B를 통해 물체의 2차원 위치좌표(x, y)를 구하고 두 경계의 거리 값과 각좌표 값을 이용하여 물체를 판별한 후 z좌표를 구한다.

본 연구에서는 다른 경계는 고려하지 않고 Slat과 Coil 모두 경계 B에서 z좌표를 구한다. Slat는 z좌표를 그대로 사용하고 Coil은 1/2 값을 사용한다.

그림 17은 물체의 3차원 위치좌표 추출의 전반적인 과정을 보여준다.

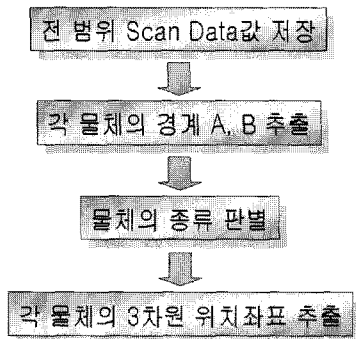


그림 17. 3차원 위치좌표 추출 과정  
Fig 17. 3D location coordinate extraction process

그림 18와 그림 19은 Slat와 Coil의 z좌표 추출 과정을 보여준다.

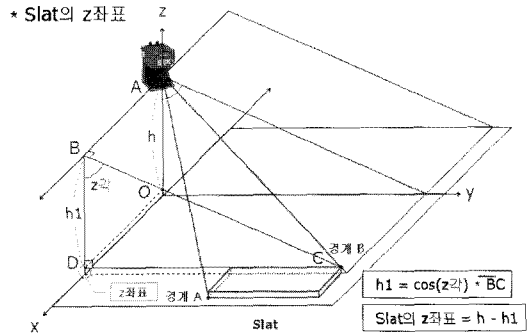


그림 18. Slat의 z좌표 추출  
Fig 18. z-coordinate extraction of Slat

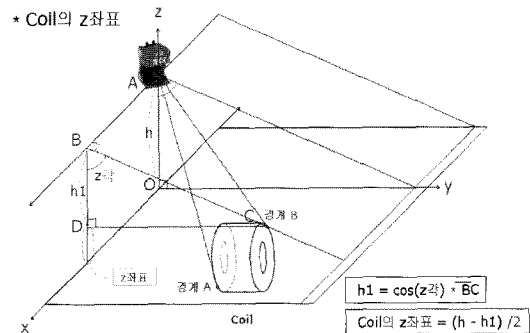


그림 19. Coil의 z좌표 추출  
Fig 19. z-coordinate extraction of Coil

## IV. 실험 및 결과

### 4.1 Slat의 3차원 위치좌표 추출 결과

그림 20는 Slat의 3차원 위치좌표 추출 환경을 보여준다. 프로토타입으로 제작된 시현공간의 A구역에 Slat를 놓고 실험을 실시하였다.

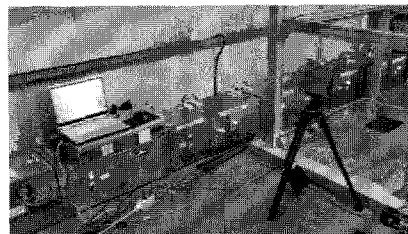


그림 20. Slat 실험 환경  
Fig 20. Slat Test Environment

그림 21은 물체를 이동시키기 위해 제작된 천장 기중기 OHC(Over Head Crane)의 작동모습으로 Slat의 이동에는 전자석을 이용한다.

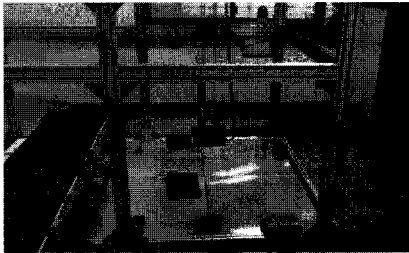


그림 21. OHC 작동모습 - 전자석  
Fig 21. OHC Operating Image - Electromagnet

그림 22는 Slat의 3차원 위치좌표 추출 결과를 보여주고, 표 4는 그림 22에서 추출된 3차원 좌표를 표로 정리한 결과이다.

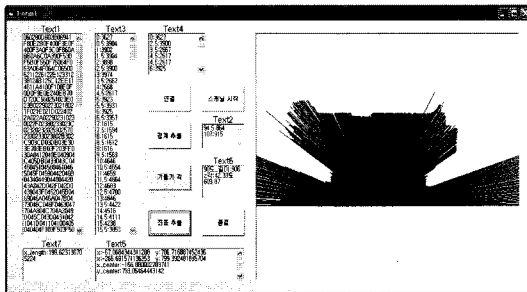


그림 22. Slat 위치좌표 추출 결과  
Fig 22. Extraction Result of Slat

표 4. Slat 실험 결과 정리  
Table 4. Test Result of Slat

Slat 실험 결과	
경계 A의 좌표	(-67.07, 786.72)
경계 B의 좌표	(-266.69, 799.39)
Slat의 x좌표	-166.88
Slat의 y좌표	793.05
Slat의 z좌표	1.89

4.2 Coil의 3차원 위치좌표 추출 결과

그림 23는 실험한 Coil의 모습과 OHC의 작동모습을 보여준다.

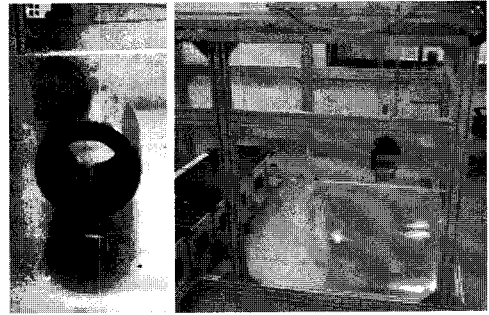


그림 23. Coil의 세팅모습과 OHC 작동모습 - 후크  
Fig 24. Setting Image of Coil, OHC Operating Image - Hook

그림 24는 Coil의 3차원 위치좌표 추출 결과이고 표 5는 그 결과를 정리한 것이다.

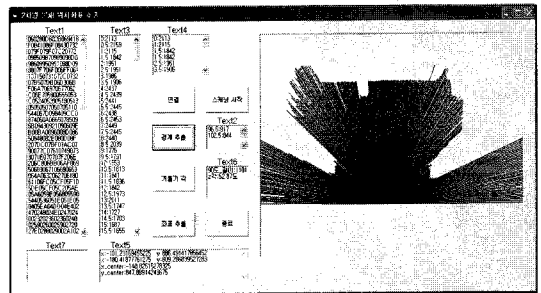


그림 24. Coil 위치좌표 추출 결과  
Fig 24. Extraction Result of Coil

표 5. Coil 실험 결과 정리  
Table 5. Test Result of Coil

Coil 실험 결과	
경계 A의 좌표	(-101.23, 886.49)
경계 B의 좌표	(-180.42, 809.29)
Coil의 x좌표	-140.83
Coil의 y좌표	847.89
Coil의 z좌표	14.83/2 ≒ 7.42

V. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 “무인 운반하역설비의 자동화 시스템 개발(과제 NO: 70002072)”의 한 부분으로써 두 개의 Vision 센서 중 레이저 센서를 이용하여 작업공간상에



놓여져 있는 Slat와 Coil의 3차원 위치좌표를 구하였다. 이 과정에서 레이저 센서를 이용한 센싱(Sensing)에서의 경계를 정의 및 추출하였고 z축 기울기 각도 구하였다. 뿐만 아니라 레이저 센서를 이용하여 Slat와 Coil을 판별하는 방법도 제안하였다.

LMS-200 레이저 센서의 오차범위가  $\pm 15\text{mm}$ 인 것을 감안했을 때 실험의 결과는 만족스럽다. 다만 이번 연구에서는 0도에서 180도까지 0.5도 간격으로 스캐닝을 하였는데 다음 연구에서는 정확도를 더 높이기 위해 0.25도 간격으로 스캐닝을 할 계획이다. 스캐닝 간격이 2배로 늘어나기 때문에 소요시간도 2배로 늘어나는 문제가 발생하지만 현재 VB로 구현된 모듈의 불필요한 부분을 생략하고 코드를 간략화 하여 보완할 생각이다.

본 논문의 내용에는 다루지 않았지만 스캐닝 과정 중 불규칙하게 발생하는 Noise 성분 제거방법에 대해서도 연구를 계속하고 있다. 다음 연구에서는 스캐닝 간격을 2배로 하고 Noise 성분을 제거하여 보다 신뢰성 높은 결과를 추출해 낼 것이다.

### 감사의 글

본 연구를 수행함에 있어, 관계기관 및 평화기전(주)에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] 배영철, 김이곤, 박종배, 김천석, 조의주, 서종주, 이지모프, 구영덕, "고정밀 레이저 거리 계측기 개발에 관한 연구", 한국해양정보통신학회논문지, 제10권 제12호, pp. 2296~2302, 2006
- [2] 김낙훈, "비전을 통한 물체인식과 분류에 관한 연구", 전남대학교 산업대학원 석사학위논문, 2002
- [3] P. J. Best and R. C. Jain, "Three - Dimensional Object Recognition", ACM Computing Surveys Vol. 17, No. 1, pp. 75~145, 1985
- [4] F. Y. Liao, "Multiple-View Approach to 3-D Object Recognition", Ph. D. Dissertation, 1990
- [5] Rafael C. Gonzalez & Richard E. Woods, "Digital Image Processing", 그린출판사, pp. 418~479, 1998

- [6] 오송석, 김영덕, 정천복, 이재광, 장재필, "한글 비주얼베이지 6.0", 형설출판사, 2004

### 저자소개

#### 곽 성 환(Sung-hwan Kwak)



2007년 창원대학교 전자공학과 졸업 (학사)  
2007년~현재 창원대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야: 디지털 영상 신호처리, 워터마킹, 3차원 입체구현, 레이저 센서

#### 이 승 규(Seung-kyu Lee)



2006년 창원대학교 전자공학과 졸업 (학사)  
2006년~현재 창원대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야: 디지털 영상 신호처리, 워터마킹, 3차원 입체구현, CCD 카메라

#### 이 승 재(Seung-jae Lee)



2007년 경일대학교 제어계측공학과 졸업 (학사)  
2000년 10월~2003년 8월 (주)KENS  
2003년 9월~2004년 9월 (주)TASCO

2004년 10월~2006년 12월 (주)ICS

2007년 1월~2007년 10월 태창기계공업

2007년 5월~현재 평화기전(주) 시스템사업부 차장

※관심분야: 무인크레인 제어 및 구축

#### 오 규 현(Kyu-hyun Oh)



2000년 연세대학교 기계전자공학부 졸업 (학사)  
2002년 한국과학기술원 기계공학과 졸업 (석사)

2002년 2월~2004년 5월 삼성중공업 메카트로연구센터

2004년 5월~2007년 5월 LG전자 디지털 미디어 연구소

2007년 5월~현재 평화기전(주) 시스템사업부 부장

※관심분야: 무인크레인 제어



김 영 식(Young-sik Kim)

1986년 경북대학교 전자공학과 졸업  
(학사)

2000년 POSCO 전기제어설비부 압연  
제어과 과장(총괄직)

2003년 9월~2006년 5월 (주)TASCO 시스템사업본부장

2006년 5월~2007년 4월 대교엔지니어링(주) 기술이사

2007년 5월~현재 평화기전(주) 시스템사업부 본부장

※관심분야: 무인크레인용 무선LAN 구축, PLC S/W



최 중 경(Jung-keyng Choi)

1986년 고려대학교 전기공학과 졸업  
(학사)

1988년 고려대학교 전기공학과 졸업  
(석사)

1992년 고려대학교 전기공학과 졸업 (박사)

2008년 현재 창원대학교 전자공학과 정교수

※관심분야: 산업기기제어, 서보기기제어, DSP 및 마이크로프로세서 시스템 설계, 센서 설계 및 센서인터페이스, VHDL이용 디지털회로 및 FPGA설계, 자동동조제어, 영상제어

박 무 훈(Mu-hun Park)

2008년 현재 창원대학교 전자공학과 부교수

※관심분야: 영상신호처리(Image Signal Processing), 워터마킹(Watermarking), 가상현실(Virtual Reality), MPACS(Medical picture Archiving and Communication System), 레이저 센서(Laser Sensor), CCD 카메라(CCD Camera)