

레이저스캔 센서를 이용한 유두위치인식에 관한 기초연구

김 응

공주대학교 생물산업기계공학전공

The Basic Study of Position Recognition Cow-teats Used Scanning Range Finder

Kim, Woong

Major of Bio-industry Mechanical Engineering, Kongju Univ., Yesan, 340-702 Korea

Summary

This study was conducted to verify the applicability of robot milking system through acquisition and analysis of model teat's position information using scanning range finder (SRF). Model teats, same size and shape as real teats, were designed to analyze the properties according to the material, distance error and angle error of the sensor. In addition, 2-dimensional distance information of each teats was obtained at same time with 4 teat models and the result were as follows.

1. In the case of the fingers on the experiment for selection of materials for teat model, the distance error was from 4.3 mm to 1.3 mm, average was 2.8 mm as a minimum record. In the case of rubber material, average distance error was 4.3 mm. So, this material was considered to be a most suitable model.
2. The distance error was maximum at 100 mm distance. The more distance increased, the less error increased up to 300 mm. Then the error increased after 300 mm and decreased again.
3. The maximum angle error of 10.1 mm was measured at 170°, in case of 70° the error was 0.2 mm as a minimum value. There was no specific tendency to error of angle.
4. In the 2-dimensional location error for 4 teat models, distance error was 3.8 mm as minimum and 7.2 mm as maximum. The angle error was 1.2° as maximum. All of errors were included within the accuracy of sensor, the robot milking system was considered to be applicable to measure the distance of teats due to the measuring velocity of SRF and the hole size of teat-cup.

(Key words : Model teat, Position recognition, Scanning range finder, Robot milking system)

서 론

어려움을 안겨주고 있다. 이런 어려움을 극복하고자 인력에 의존하지 않고 로봇을 이용하여 착유작업을 수행할 수 있도록 로봇 착유시스템이 개발, 보급되고 있다.

낙농에서 착유작업은 노동강도가 가장 높은 작업으로 낙농가에게는 여가시간이 없는

Corresponding author : Kim, Woong, Major of Bio-industry Mechanical Engineering, Kongju Univ., Yesan, 340-702 Korea. E-mail: kimw017@kongju.ac.kr

2011년 7월 18일 투고, 2011년 8월 22일 심사완료, 2011년 8월 23일 게재확정

부족한 노동력 해결과 착유 시 작업자에 의한 세균감염을 줄여 유질 향상을 기대할 수 있는 로봇착유시스템은 하루 여러 번 착유가 가능해 생산량 증가로 인해 농가경제에도 도움이 된다고 보고되고 있다 (Justesen and Rasmussen, 2000; Klungel, et al, 2000; Pomies and Bony, 2000; Van der Vorst and Hogeveen, 2000, Ipema, et al, 1987; Rossing, et al, 1985).

로봇 착유시스템은 유럽 선진낙농국 및 일본을 중심으로 개발되어 농가에 보급 중이며, 시스템은 매니플레이터, 유두인식방법 등 여러 가지 방법을 이용하여 개발되었다 (Frost, et al, 2002). 국내에서도 우리나라에 알맞은 로봇 착유시스템 개발을 위한 연구가 수행되었다 (Kim et al, 2007; Lee and Chang, 1999; Kim and Lee, 2009; Lee, et al, 2001)

본 연구는 로봇 착유시스템의 유두인식을 위한 기초연구로 레이저 스캔 센서를 이용하여 유두의 위치정보를 획득 및 분석하고 이를 통하여 로봇 착유시스템에 적용가능성을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

가. 레이저 스캔센서

레이저 스캔센서는 기존의 레이저를 이용한 거리측정센서의 1차원측정 구동원리에 회전에 의한 2차원 거리측정이 가능하도록 개발된 센서이며, 최근 무인자율주행로봇 등의 거리 및 위치인식이 필요한 분야에 널리 사용되고 있다.

본 연구의 소 유두인식을 위해 HOKUYO (Japan)사의 UBG-04LX-F01 센서를 사용하였으며, 이는 체위측정, 유두위치 측정 등의 기초연구 (Kim, W., 2003; Kwon, D. J., et al, 2002)에 의한 결과를 참고로 선택하였다 (Table 1).

로봇 착유시스템의 유두인식 공간은 착유우 배 아래영역에서 이루어지며 이를 고려하여 선택된 센서는 일반적인 인식거리 60 mm에서 1,000 mm (최대 5,600 mm) 까지 가능하고 인식각은 유두 4개를 동시에 인식가능한 범위인 240° (각정밀도 0.36°/Step) 측정이 가능하다. 또한 착유우의 움직임에도 유연한 대처가 가능한 28 msec/scan의 측정속도를 나타내고 있다.

측정된 데이터는 USB 포트를 통하여 컴퓨터와 연결되어 실시간으로 결과그래프를 나타낼 수 있으며, 원하는 데이터를 파일형태로 저장되도록 하여 결과를 분석할 수 있도록 하였다 (Fig. 1).

Table 1. Specification of scanning range finder (SRF)

Model No.	UBG-04LX-F01
Power source	12 VDC±10%
Detection Range	20 to 5,600 mm, 240°
Accuracy	Nominal Range 60 to 1,000 mm: ± 10 mm,
Angular Resolution	0.36° (360°/1,024 steps)
Light source	Semiconductor laser diode (λ=785 nm)
Scan Time	28 msec/scan

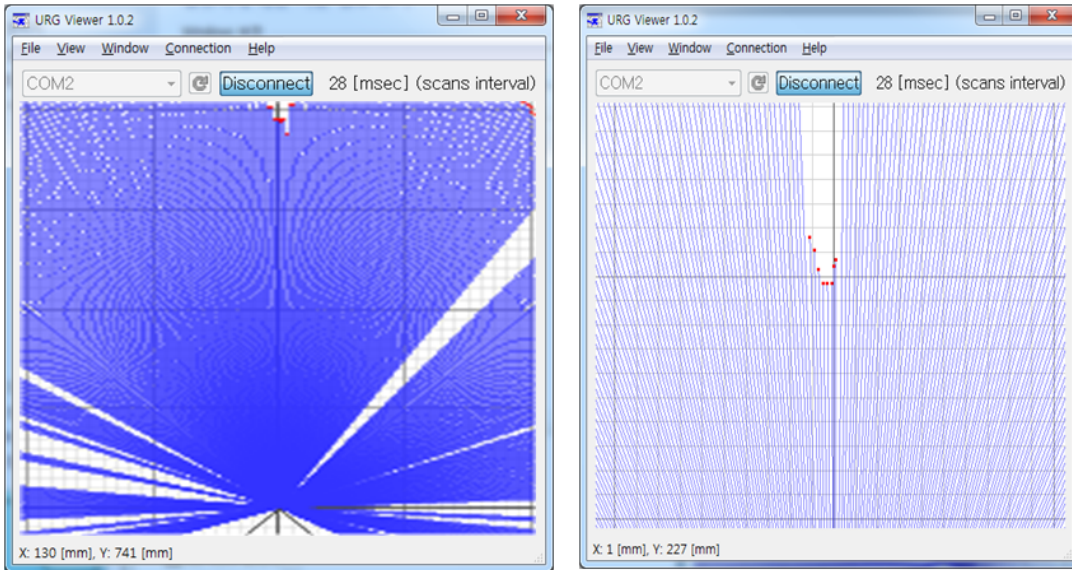


Fig. 1. Measured data viewer program.

나. 모형유두

유두까지의 거리인식 성능을 알아보기 위하여 모형유두를 제작하여 실험을 수행하였다. 레이저 스캔센서는 대상체 색깔과 재질 등에 영향을 받으므로 실제 착유우 유두와 유사한 크기와 모양, 색깔을 고려하여 재질을 선택하였다. 생물체인 유두와 같은 생물체인 사람의 손가락을 기준으로 두께가 약 20 mm 내외, 원기둥 모양의 지름 20 mm 내외의 고무재질, 스티로폼 (Styrofoam), 발포 EVA (Ethylene Vinyl Acetate) 재질의 유두모형을 사용하여 거리인식 시험을 수행하였다 (Fig. 2).

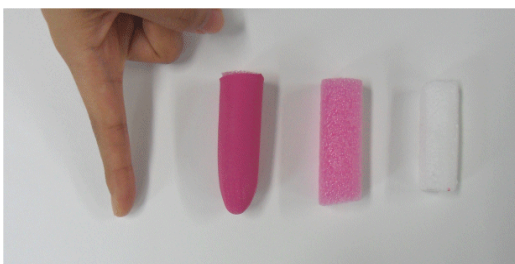


Fig. 2. Model teats by materials.

거리 실험을 위하여 간격 1 mm의 모눈종이와 0.5 mm 정밀도의 스테인레스 재질의 철자를 사용하여 실제거리를 측정하였다.

2. 실험 방법

가. 모형유두 재질 선택

유두인식을 위한 거리 실험을 위하여 재질별 모형유두를 제작하고 유두에 가까운 재질을 선택하기 위하여 거리측정시험을 수행하였다. 생물체인 실제유두를 대신해 색과 모양이 비슷한 사람의 손가락을 기준으로 하여 결과값이 가장 가까운 모형을 사용하고자 하였다.

센서의 원점을 맞추기 위하여 흰색 캔트지를 이용하여 거리 300 mm가 되는 곳에 위치시키고 값을 측정하여 기준점을 설정하였으며, 설정 후 손가락과 각 재질별 모형유두를 300 mm 지점에 각각 위치시키고 10회 거리 측정 후 결과에 대한 평균값을 구하여 모형유두의 재질을 선택하였다.

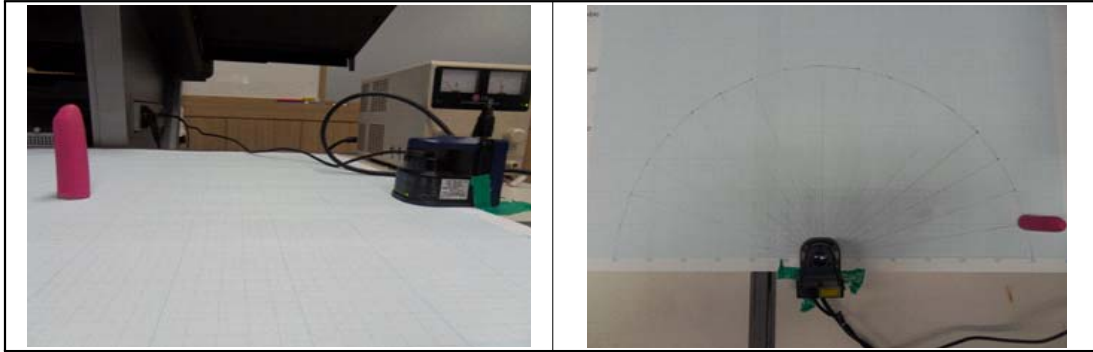


Fig. 3. Examination for selection material and error values of model teat.

나. 거리에 따른 오차

모형 유두의 재질이 선택된 후 레이저 스캔센서의 거리별 오차 특성을 알아보기 위하여 모형유두를 정면에 위치시키고 100 mm부터 1,000 mm 거리까지 100 mm 간격으로 이동시키면서 거리를 10회 측정하고 평균값을 구하여 실측거리와 비교하였다 (Fig. 3).

다. 각도에 따른 오차

레이저 스캔센서의 각도별 오차 특성을 알아보기 위하여 센서와 모형유두의 거리를 300 mm에 위치시키고 0°에서 180°까지 10°씩 각도를 변화시키면서 10회 거리측정 후 평균값을 이용하여 각도별 오차 특성을 분석

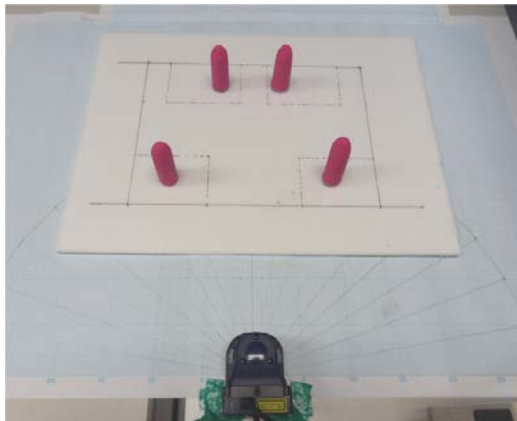


Fig. 4. Examination for detecting 2-D distance of model teats.

하였다.

라. 2차원 위치

실제 유두 간격을 고려하여 4개의 모형 유두를 임의의 지점에 위치시키고 2차원 거리를 측정하였다. 각 유두 위치별 10회 위치를 측정하여 평균값을 구한 후 오차를 분석하였다 (Fig. 4).

결과 및 고찰

1. 모형 유두 재질 선택

모형 유두를 이용한 거리인식을 위하여 실제유두와 가장 가까운 재질을 알아보기 위하여 재질별 모형유두를 기준거리에 위치 후 거리를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

손가락의 경우 거리오차가 최대 4.3 mm, 최소 1.3 mm, 평균 2.8 mm로 가장 작게 나타났으며, 고무재질의 모형유두가 평균 4.3 mm로 나타나 모형유두로 가장 적합한 것으로 판단되었다. EVA의 경우 평균 오차가 6.9 mm 나타났으며 스티로폼의 경우 평균 7.2 mm로 오차가 가장 크게 나타났다. 이는 센서 특성상 색상과 재질의 표면상태 등에 영향을 많이 받아 발생한 결과로 판단되었다.

Table 2. Errors of model teat by materials

(unit: mm)

Material \ No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Ave.
Rubber	6.0	1.0	3.0	2.0	4.0	4.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	1.0	4.3
Body	2.8	1.3	3.3	3.3	2.8	4.3	3.8	2.8	1.8	1.8	4.3	1.3	2.8
EVA	6.5	7.5	4.5	5.5	6.5	7.5	5.5	8.5	7.5	9.5	9.5	4.5	6.9
Styrofoam	6.5	8.5	8.5	8.5	5.5	6.5	6.5	7.5	7.5	6.5	8.5	5.5	7.2

※ Standard Distance: 300 mm.

2. 거리에 따른 오차

모형 유두의 재질 선택에서 손가락에 가장 가까운 고무재질의 모형 유두를 이용하여 거리에 따른 오차를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다.

기준 거리가 100 mm 일 때 오차가 10.6 mm로 가장 크게 나타났으며, 300 mm에서 오차가 1.3 mm로 가장 작게 나타났다. 오차의 크기는 거리 300 mm까지 감소하다 500 mm까지 다시 증가 후 거리가 증가할수록 작아지는 것으로 나타났다. 이는 원통형 모형 유두의 모양과 거리에 따라 상대적으로 작아지는 지름 때문인 것으로 판단되었다.

거리 300 mm 까지는 거리에 따라 상대적으로 작아지는 지름보다 유두모양에 영향을 더 받고 거리가 300 mm 이후는 유두의 모양보다 거리에 따라 상대적으로 작아지는 지름에 영향을 많이 받는 것으로 판단되며, 오차는 센서 정밀도 내에 포함되는 값으로 나타나 빠른 측정 속도와 착유컵의 구멍크기(약 20 mm) 등을 고려해 볼 때 로봇 착유시스템을 위한 유두의 거리측정에 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

3. 각도에 따른 오차

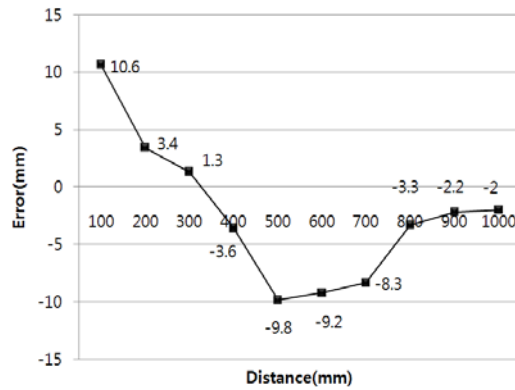


Fig. 5. Errors of model teat (rubber) by distance.

각도별 오차 특성을 알아보기 위하여 측정된 결과는 Fig. 6과 같이 나타났다. 오차는 170°에서 10.1 mm로 최대오차가 발생하였으며, 70°일 때 0.2 mm로 최소 오차를 나타내었다. 각도에 따른 오차는 특별한 경향을 나타내지 않는 것으로 판단되었으며, 센서 정밀도 내에 포함되는 값으로 로봇 착유시스템을 위한 유두의 거리측정 시 고려하지 않아도 될 것으로 판단되었다.

4. 2차원 위치오차

임의의 간격과 위치에 4개의 모형 유두를 이용하여 2차원 위치를 측정된 결과는 Table 3

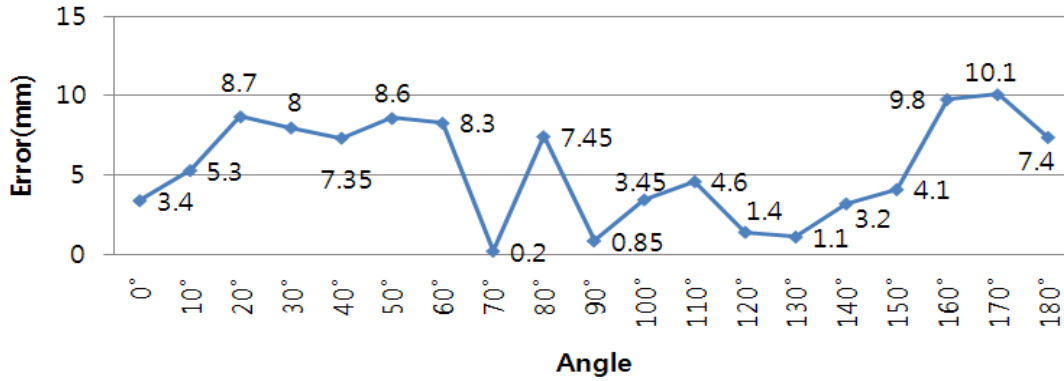


Fig. 6. Errors of model teat (rubber) by angle.

Table 3. Errors of distance and angle measured actuality and SRF

Teat No.	Axis distance (mm)		Actuality		SRF		Error	
	X	Y	Distance (mm)	Angle (°)	Distance (mm)	Angle (°)	Distance (mm)	Angle (°)
1	0	600	600	90	596.2	89.6	3.8	0.4
2	50	750	751.6	86.2	744.4	86.1	7.2	0.1
3	150	750	764.8	78.4	758.8	78.4	6	0.0
4	200	600	632.4	70.2	627.6	71.4	4.8	1.2

과 같이 나타났다. 실측과 레이저 스캔센서를 이용하여 측정된 거리 및 각도오차는 거리오차의 경우 최소 3.8 mm, 최대 7.2 mm로 나타나 유효오차범위내로 나타났으며, 각도오차는 최대 1.2°로 오차가 발생한 것으로 나타났다.

2차원 위치측정 결과 모든 오차가 센서 정밀도 내에 포함되며, 센서의 측정 속도와 착유컵의 구멍크기 등을 고려해 볼 때 로봇 착유시스템을 위한 유두의 거리측정에 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

적 요

본 연구는 로봇 착유시스템의 유두인식을 위한 기초연구로 레이저 스캔 센서를 이용하

여 모형유두의 위치정보를 획득 및 분석하고 이를 통하여 로봇 착유시스템에 적용가능성을 알아보고자 하였다. 이를 위하여 실제유두와 같은 모양과 크기의 모형유두를 제작하였으며, 각 모형의 재질에 따른 특성을 파악하고 센서의 거리에 따른 오차, 각도에 따른 오차를 분석하였다. 또한 4개 유두모형을 이용하여 각 유두의 2차원 거리정보를 동시에 획득하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 모형유두의 재질선택을 위한 실험에서 손가락의 경우 거리오차가 최대 4.3 mm, 최소 1.3 mm, 평균 2.8 mm로 가장 작게 나타났으며, 고무재질의 모형유두가 평균 4.3 mm로 나타나 모형유두로 가장 적합한 것으로 판단되었다

2. 거리에 따른 오차는 기준거리 100 mm

에서 가장 크게 나타났으며, 거리가 증가할 수록 감소하다 300 mm를 지나 다시 증가한 후 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

3. 각도별 오차는 170°에서 10.1 mm로 최대 오차가 발생하였으며, 70°일 때 0.2 mm로 최소 오차를 나타내었다. 각도에 따른 오차는 특별한 경향을 나타내지 않는 것으로 판단되었다.

4. 4개 모형유두에 대한 2차원 위치오차를 측정한 결과 거리오차의 경우 최소 3.8 mm, 최대 7.2 mm로 나타났으며, 각도 오차는 최대 1.2°로 오차가 발생한 것으로 나타났다. 모든 오차가 센서 정밀도 내에 포함되며, 센서의 측정 속도와 착유컵의 구멍크기 등을 고려해 볼 때 로봇 착유시스템을 위한 유두의 거리측정에 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

인 용 문 헌

1. Frost, A. R., t. t. Mottram, M. J. Street, R. C. Hall, D. S. Spencer and C. J. Allen. 2002. A field trial of a teatcup attachment robot for an automatic milking system. J. of agriculture Engineering Research. 325-334.
2. Ipema. A. H., E. Benders and W. Rossing. 1987. Effects of more frequent milking on production and health of dairy cattle. Proc. Third Symp. Automation in Dairying. Wageningen. 1987. IMAG-DLO Wageningen Netherlands. 283-293.
3. Justesen, P. and M. D. Rasmussen. 2000. Improvement of milk quality by the danish AMS self-monitoring program. Proc. of the international Symposium Robotic Milking. 83-88.
4. Klungel, G. H., B. A. Slaghuis, and H. Hogeveen. 2000. The effect of the introduction of automatic milking on milk quality. J. Dairy Sci., 83, 1998-2003.
5. Kim, W., B. R. Min and D. W. Lee. 2007. A stereo-vision system for 3D position recognition of cow teats on robot milking system. J. of Bio-systems Engineering, 32-1, 44-49.
6. Kim, W. and D. W. Lee. 2009. The effect of the milk yield and performance analysis of robot milking system. J. of Livestock Housing and Environment, 15-1, 29-36.
7. Kwon, D. J., W. Kim and D. W. Lee. 2002. Position analysis of cow teats for teat-cup attachment system on robotic milking system. J. of Livestock Housing and Environment, 8-3, 159-164.
8. Lee, D. W., W. Kim, H. T. Kim, D. W. Kim, D. Y. Choi, J. D. Han, D. J. Kwon and S. K. Lee. 2001. A robotic milking manipulator for teat-cup attachment modules. J. of Bio-systems Engineering, 26-2, 163-168.
9. Lee, S. H., K. J. Choi, and B. K. Yu. 1998. Research trends and their perspectives in milking robot. J. of Bio-systems Engineering, 23-6, 641-647.
10. Lee, Y. J. and D. I. Chang. 1999. Basic study for the development of teat cup handling system operated by a robot. Proc. of the Korean Society for Agricultural Machinery Conference, 4-2, 159-164.
11. Pomies, D. and J. Bony. 2000. Comparison of hygienic quality of milk collected with a milking robot vs. with a conventional milking parlor. Proc. of the International

- Symposium Robotic Milking, 122-123.
12. Rossing, W., A. H. Ipema and P. F. Veltman. 1985. The feasibility of milking in a feeding box. IMAG-DLO, Wageningen, the Netherlands. Research Report, 8552.
13. Van der Vorst, Y. and H. Hogeveen. 2000. Automatic milking systems and milk quality in the netherlands. Proc. of the International Symposium Robotic Milking, 73-82.