

로봇에 의한 착유컵 착탈 시스템 개발을 위한 기초연구

Basic Study for the Development of Teat Cup Handling System Operated by a Robot

이 영 진* 장 동 일*
정희원 정희원
Y. J. Lee D. I. Chang

1. 서론

현재 우리 나라 낙농업은 사양관리, 축사관리, 기록관리 등에서 많은 변화가 일어나고 있다. 이들 변화의 대부분은 낙농에 마이크로 컴퓨터 기술을 응용함과 최근에 사양관리를 위한 전자장비의 개발에 의하여 이루어지고 있다. 특히 우리는 가축당의 노동력과 축산에서의 중노동의 절감, 가축의 생산성의 향상, 그리고 보다 나은 작업환경과 의사결정을 위한 시스템의 개발이 절실히 필요하다. 또한 가축의 사료급여, 급수, 건강관리 번식, 축사의 환기 및 열 관리 등을 자동으로 관리 할 수 있는 계측 시스템과 관리 컴퓨터와 온라인(on-line)화 할 수 있는 시스템의 개발도 필요하다.

구미 선진국과 이웃 일본에서의 현재 소규모 기업을 위하여 개발된 마이크로 컴퓨터 시스템의 응용기술을 광범위하게 연구하고 이용하고 있다.

낙농의 경영규모별 작업단계별 기계이용실태를 분석한 결과에 의하면, 경영규모가 커질수록 고용노동의 비율이 커진다. 따라서 경영규모가 커짐에 따라 생산비를 절감하기 위해서는 기계화와 자동화를 더욱 강화하여 고용노동을 낮추어야 한다.

젖소의 관리작업시간을 보면 착유와 사료준비시간이 전체 작업시간의 70%를 차지하고 있는데 바로 이 작업이 낙농가의 규모화에 제약이 되는 요인이다. 그래서 이러한 작업에 대한 기계화 및 자동화가 이루어지면 가축단위의 전업농도 더욱 더 규모화 할 수 있고, 이에 수반되는 가축의 단위 시간당 소요노동력은 감소 될 것이다.

낙농의 기계화 및 자동화에는 전자개체인식장치와 온라인(on-line) 시스템의 개발이 요구되며, 작업시간이 많이 걸리며 매일 반복되는 사료급여와 착유의 자동화를 실현하기 위해서는 트랜스폰더, 급여통 중량센서, 사료분배 연산장치, AMS(Automatic Milking System)의 개발과 활용이 필요하다.

* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

낙농에 있어서 컴퓨터 기술의 이용과 자동화는 가축의 사료관리, 가축능력과 건강의 모니터링, 우유의 자동착유, 집단관리에서 중요한 부분이다. 특히 젖소의 착유작업이 차지하는 비중은 45%정도이며 인력이 많이 필요한 부분이다. 또한 자동화하기에도 가장 어려운 작업이다. 특히 우리 나라와 같이 가족중심의 낙농을 하고 있는 상황에서는 착유 자동화는 시급한 일이라 할 수 있다.

이러한 착유작업에 소요되는 노동력을 줄이기 위해 프랑스와 독일, 영국에서는 착유의 완전 자동화를 위한 착유로봇에 대한 연구를 활발히 하고 있으며 네덜란드의 경우에는 상용화에 성공하여 이미 농가에 판매가 되고 있다. 또한 우리 나라와 가까운 일본에서도 네덜란드의 착유로봇을 도입하여 국산화 연구를 하고 있으며, 이미 자체기술로 로봇을 제작하여 시험농장에서 연구를 하고 있다.

착유로봇은 움직이는 소를 대상으로 하기 때문에 개발의 어려움은 있으나 우리 나라에서도 착유로봇에 대한 인식이 확산되어 축산기술연구소와 대학들에서 착유자동화에 대한 연구를 하고 있다. 그러나 기술적 경험이 전무하고 새로운 시도이기 때문에 기술적으로는 낙농 선진국에 비해 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 자동 착유 시스템을 위한 기초 단계로 로봇을 이용한 자동 착유기 개발을 위하여 수행되었으며 그 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 자동 착유시스템중 로봇착유를 위한 유두 인식장치와 로봇제어 시스템을 구성한다.
- 2) 로봇착유를 위한 유두 인식기술과 제어 프로그램을 개발한다.
- 3) 로봇을 이용한 착유컵 착탈장치의 성능을 분석한다.

2. 재료 및 방법

가. 실험장치

본 시스템은 착유실 내에서 영상처리시스템에 의하여 젖소의 유두를 검출하고, 로봇을 이용하여 착유작업을 자동화하기 위한 시스템으로 젖소의 유두를 인식하기 위한 센서를 선별하고 착유기를 로봇의 그리퍼가 잡아 젖소에서 착유를 할 수 있는 시스템을 개발하고자 구성하였다.

본 실험을 위하여 Fig. 1과 같은 실험장치를 구성하였다. 로봇착유시스템은 크게 모형젖소, 유두의 위치인식센서(CCD CAMERA), 로봇(PERFORMER MK-2)과 착유컵, 제어 컴퓨터(IBM PC)로 구성되어진다.

나. 실험방법

본 연구에서는 다음과 같이 가정을 하고 실험을 하였다. 젖소가 착유스틀의 뒷문으로 들어와 소 몸체에 대한 위치 규제를 받은 후 로봇에 의하여 착유를 마친 후 앞문으로 나가는 시스템이다.

착유까지의 작동순서는 다음과 같이 가정을 한다.

- 1) 소가 스톨에 들어오면 젖소가 고정장치에 접촉한다.
- 2) 유두검출 측정장치가 위치데이터를 컴퓨터에 전송한다.
- 3) 제어컴퓨터는 전송된 데이터를 변환하여 로봇을 이동시킨다.
- 4) 로봇은 유두컵을 잡고 유두 바로 아래로 이동한다.
- 5) 유두컵을 유두에 접근시킨다.
- 6) 전자밸브가 열려 유두컵내를 진공으로 하며 유두에 흡착시킨다.
- 7) 진공압이 일정 수준으로 떨어지면 착유컵을 탈락한다.

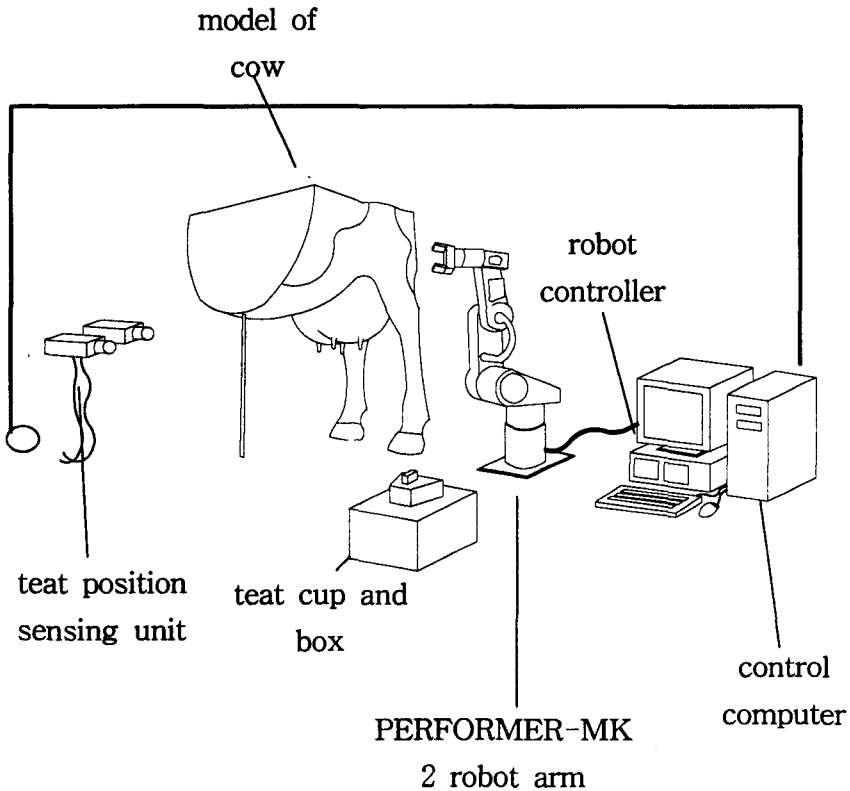


Fig. 1 Schematic diagram of a milking robot systems.

반복실험에 의하여 모형젖소, 착유컵과 유두위치 측정장치의 위치를 선정된 후 착유실험을 하였다.

본 실험의 프로그램 알고리즘은 다음과 같다.

먼저, 시스템을 초기화한 후, 로봇을 착유컵의 위치로 이동시킨다. 유두인식장치에서 계산된 기본 데이터를 입력받은 후 좌표변환을 한다.

좌표변환후 미리 입력된 데이터와 비교하여 범위안에 있으면 그리퍼로 착유컵을 잡는다. 그 후 미리 설정된 좌표값으로 로봇을 이동한 후 계산된 좌표로 착유컵을 움직인다. 이 과

정이 성공하면 착유컵을 원래의 위치에 가져다 놓고 다음 좌표를 입력받을 준비한다.

3. 결과 및 고찰

가. 로봇의 설치위치와 착유컵의 위치

로봇의 설치위치는 로봇의 특성과 행동 반경에 영향을 주며 시스템의 성능에 중요한 영향을 미친다. 로봇의 위치를 결정하기 위하여 다음과 같이 실험을 하였다. 로봇의 최대속도는 200mm/sec로 측정되었고 최대속도를 100%로 보고 75, 50, 25%의 출력속도로 실험을 하였다.

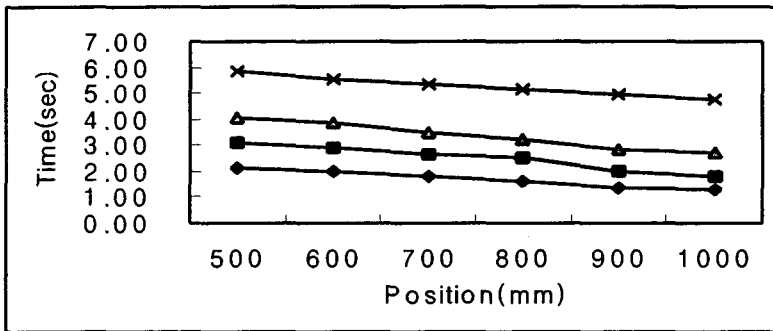


Fig. 2 Result of test measurement for time and cow position.

Fig. 2는 젖소의 지면에서의 위치와 로봇의 초기 위치에서 왕복시간과의 관계를 나타낸 것으로 500mm이하일 경우에는 로봇의 작업영역을 벗어나기 때문에 500-900mm까지 젖소의 위치를 변경하면서 얻은 결과로 로봇의 이동시간은 프로그래밍으로 설정할 수 있기 때문에 출력값으로 실험을 하였다.

위와 같은 결과로 로봇의 위치를 800mm로 선정하였는데 900mm는 시간은 단축되지만 불필요한 로봇의 움직임이 많기 때문에 시간차가 크게 나지 않는 800mm로 결정하였다. 또한 로봇이 움직이는데 장애를 받지 않도록 고려하였다.

나. 유두위치 측정장치의 위치인식 성능

본 연구에서는 2대의 CCD 카메라를 이용한 스테레오 영상처리로 유두의 좌표를 계산하였다. Fig. 3은 유두좌표계산을 위하여 잡은 이미지를 처리한 화면이다. 카메라좌표(Camera Coordinate System, CCS)에서 로봇좌표(Robot Coordinate System, RCS)로의 좌표변환이 이루어지는데 이 과정의 정확성은 로봇의 유두착탈의 에러율 감소에 중요한 영향을 끼친다. Table 1은 모형젖소를 적정 범위 내에서 이동시키면서 잡은 영상처리장치의 좌표와 실제 좌표와의 관계를 나타낸 것이다. 실제 좌표는 CCS의 좌표로 각도기와 버어니어 캘리퍼스를 이용하여 오차범위 0.1mm 내에서 측정한 값이다.

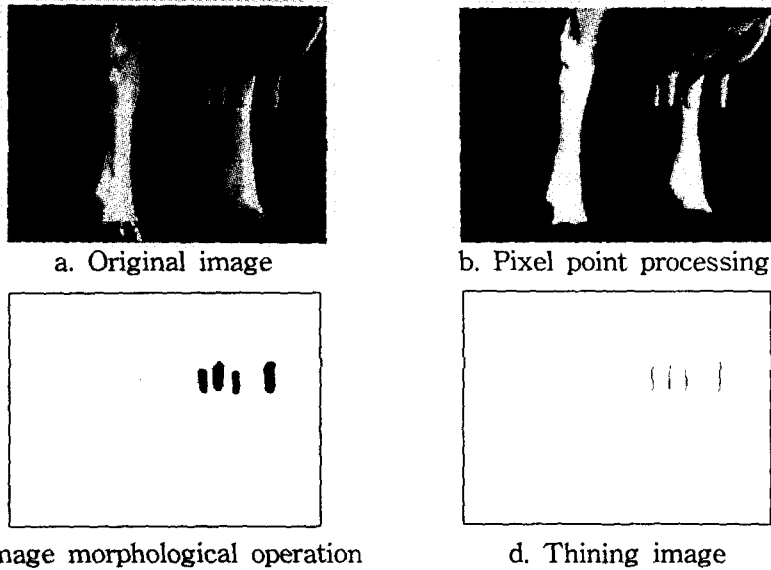


Fig. 3 Procedure of image processing.

Table 1. The results of measuring RCS

Test coordinate(cm) (x, y, z)	Position	Real coordinate(cm) (x, y, z)	Error(mm)		
			x	y	z
0.01, -699.95, 268.57	P1	0.00, -700.23, 268.62	0.1	2.9	0.5
41.54, -694.98, 267.53	P2	41.58, -695.13, 267.32	0.4	1.5	2.1
46.59, -663.84, 257.38	P3	46.80, -663.92, 257.37	2.1	0.8	0.1
7.14, -685.07, 243.11	P4	7.14, -685.33, 243.10	0.0	2.6	0.1
0.47, -699.34, 267.43	P5	0.13, -699.46, 267.45	3.4	1.2	0.2
43.89, 674.12, 266.70	P6	43.89, 674.36, 266.85	0.0	2.4	1.5
45.47, 662.75, 256.97	P7	48.55, 662.98, 257.21	0.8	2.3	2.4
9.76, -679.74, 243.11	P8	9.75, -679.51, 243.09	0.1	2.3	0.2

다. 착유로봇의 착유컵 착탈결과

이 시스템의 성능 분석에서 로봇의 착유컵 착탈 정확성이 가장 중요하므로 전체 작업 성능을 100%로 하였을 때 착유컵의 유두 장착 정확성을 50%로 하였고, 다음으로 정확히 제 위치에 착유컵을 위치시키는 비율을 20%, 입력된 이동경로대로 정확히 이동하는지와 착유컵 장착 정확성을 15%씩 하여 시스템의 성능을 나타내었다.

Fig. 4에서와 같이 로봇의 착유컵 장착과 이동경로는 95%이상이 성공했다. 그러나 착유컵 착탈 과정에서는 입력된 좌표가 2mm 이상의 오차가 발생했을 때 착유컵이 유두에 부딪혀 정해진 좌표에 착유컵을 가져다 두지 못하였다. 또한 젖소의 유두와 착유컵 부착 각도가 일치하지 않는 경우에도 정확히 착유컵을 착탈하지 못하였다.

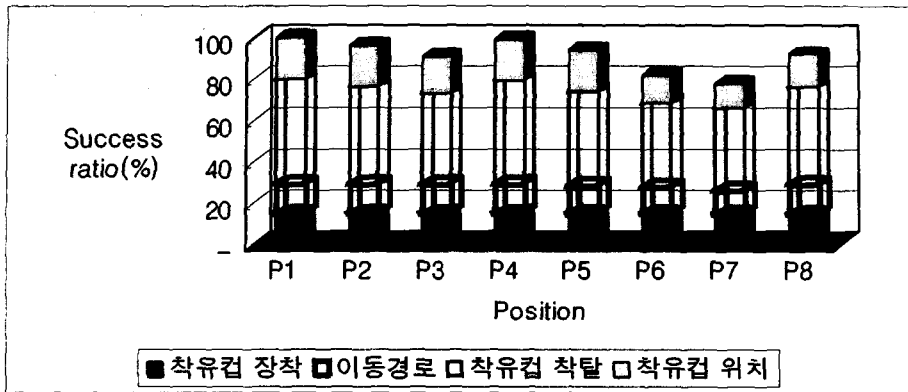


Fig. 4 The performance of milking robot for attaching teat cup to cow udder.

4. 요약 및 결론

본 연구는 로봇착유기 개발을 위한 기초연구로서 유두위치 측정장치와 로봇제어 시스템을 구성하고 그 성능을 분석하고자 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 유두인식은 스테레오 측량법에 기초한 이미지 장치로 처리했으며 유두인식오차는 $(x, y, z) = (0.83, 1.95, 0.81)$ mm이다. RCS로 좌표값을 변환했을 때 시스템 전체의 오차는 $x = 0.9$ mm, $y = 2.0$ mm, $z = 0.9$ mm로 나타났다.
2. 로봇 착유컵 착탈 시스템의 로봇 착탈 성공률은 평균 91.5%로 나타났고, 작업시간은 27.8sec 이다. 이미지처리를 포함한 전체 작업시간은 86.1sec로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 김태윤, 김홍복. 1991. 산업용 로봇. 도서출판 생능
2. 류관희, 조성인 외 2인. 1996. 생물생산을 위한 지능로봇공학. 문운당
3. 박경규 외 7인. 1996. 축산기계 및 시설. 문운당
4. 박민용. 1990. 로봇 공학. 대영사
5. 박혜숙, 김남정 외 2인. 시각센서를 이용한 고기능 산업용 로봇의 제어 시스템 연구. 한국산업공학회지 18(2):131-140.
6. 이성현, 최광재, 유병기. 1998. 착유로봇의 연구동향과 전망. 한국농업기계학회지 23(6):641-647.
7. 장동일, 장홍희. 1995. 축산을 위한 환경제어 및 자동화 사양관리 시스템 설계에 관한 문헌연구. 한국축산시설환경학회지 1(1):21-38.
8. 장동일 외 5인. 1997. 슈퍼젯소 이 기술로 승부하자. 농민신문사