한국농업기계학회 2005 하계 학술대회 논문집 10(2):396-399

웹 카메라를 이용한 차동구동방식 차량의 무인주행

Autonomous Guidance Vehicle with Differential Drive using Web Camera

최 영 대* 김 상 헌* 신 범 수*
정회원 정회원
Y. D. Choi S. H. Kim B. S. Shin

1. 서론

무인주행제어 시스템은 일반 자동차분야에서는 안전성과 운송의 효율성을 확보하기 위한 꿈의 기술로 그 실현을 위하여 많은 연구가 진행 되고 있으며 농업기계분야에서도 농업 노동력의 감소 및 농업기피 등으로 식량생산의 절대적 부족을 해결 할 수 있는 첨단기술로서 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 근래에 들어 센서 기술 및 저가의 전자제어장치의 개발은 이러한 연구를 가속화시키고 있으며 점점 실현 가능한 기술로서 자리를 잡아가고 있다. 일반적으로 차량을 무인 주행시키기 위해서는 on-road 조건이든 off-road 조건이든 목표 주행 경로를 설정 할 수 있는 센서가 있어야 하며 그 정보에 따라 차량의 조향 장치를 제어 할 수 있는 기술이 요구된다. 지금까지 농 작업기 관련분야 연구개발에서 Machine vision 이용된 경우가 많이 있으나 영상처리보드를 사용해야 하므로 데스트탑PC를 차량에 탑재해야 하는 불편함이 있다. 이에 비하여 WebCamera는 별도의 영상처리보드 없이 USB 드라이버가 지원되는 노트북에 손쉽고 값싸게 설치할 수 있을 뿐 아니라 적정 기술의 응용이라는 측면을 고려할 때 기존의 카메라 시스템을 대체할 수 있는 새로운 센서 시스템이 될 수 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 무인주행제어시스템은 경운작업기 또는 콤바인 수확기 등에 적용 가능하도록 기계시각을 이용하여 경운/미경운의 경계선 또는 예취된 부분/미 예취부분의 작물열과 토양 표면과의 경계선 같은 하나의 선을 인식하여 농 작업기의 조향장치를 제어하는 것이다.

2. 재료 및 방법

1) 실험차량의 구성과 설계

실험차량은 알루미늄 프로파일(30×30 mm)로 차체를 구성하였으며, 구동방식은 휠체어 구조의 차동구동(Differential Drive)이다. 차동방식의 장점은 기구가 간단하고, 방향전환이 쉽지만, 속도 피드백 제어 없이는 오히려 직진하기가 어렵다는 단점이 있다. 실험차량의 하부구조는 600×600 mm 정사각형으로 틀을 만들고 가운데에 가장 무거운 밧데리를 배치하

* 강원대학교 농업생명과학대학 생물산업공학전공

였다. 이는 차량전체의 중량이 회전축의 중심에 모여 있을수록 회전 시 회전관성을 최소화 시킬 수 있기 때문이며, 모터를 좌우 대칭으로 배치하여 무게를 균등하게 하였다.

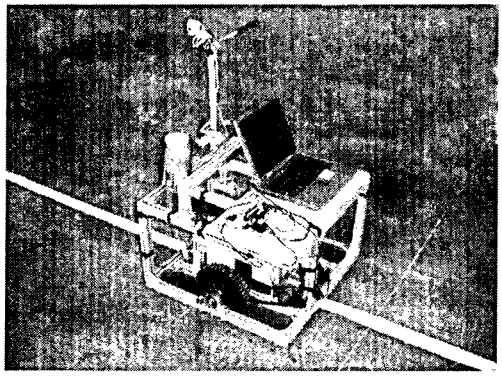

Fig. 1 실험차량.

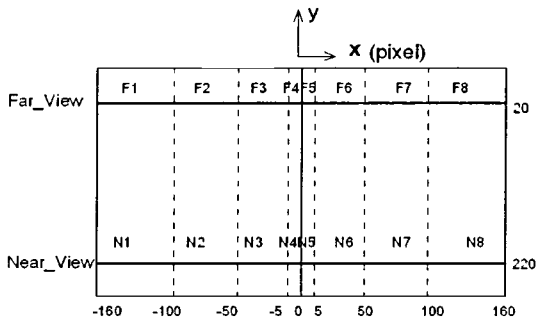

Fig. 2 화면좌표계 상의 구간 기호 및 영역.

2) 영상처리 시스템

본 연구에서는 작물의 수확/미수확 경계 부 또는 경운 작업 시 경운/미경운의 경계부를 기준으로 조향제어를 함에 있어서, 주행 기준 경계부는 이미 확보되었다는 가정하으로 실험실 바닥에 흰색 선을 그어 이를 경계면으로 가정한 후 무인 주행하는 실험차량의 자세(측면 옵셀 및 방향각)를 측정하고 그에 따라 조향 각을 산출하였다. 실험에 사용된 영상입력장치는 팬웨스트회사의 레베카프로(Lebeca Pro) 웹 카메라이고, 프로그램 개발 환경은 Visual C++6.0이었다.

3) 조향 제어 알고리즘

본 연구에서 사용한 영상의 출력 포맷은 SIF(가로 320× 세로 240)로서, 원시영역 Far_View는 좌상단의 원점으로부터 하방으로 20번째 픽셀, 근시영역 Near_View는 220번째 픽셀에서 그어지는 가로선에 걸쳐있는 픽셀들(0~320pixel) 값을 읽어 영상 좌표계에서 기준선이 Far_Vew 및 Near_View 두 개의 선에 걸쳐지는 것을 기준으로 방향각과 옵셀을 결정하였다.

조향제어는 그림 2와 같이 영상화면의 x축 부분을 구간별로 나누어 차선이 Far_View와 Near_View의 x축 어느 구간에 있는지 찾아서 자세 정보를 추출하며 필요한 조향각은 차동구동을 위해 사용된 좌우측 모터의 작동 특성(표 1)을 구해서 표 2에서와 같이 각 구간에 대한 조향정보로 구동 모터를 제어하였다.

Table 1.Left-Right Motor different PWM Value and Measurement degree

Left-Right PWM Value	10	20	30	40	60	80	90	100	120	140
측정각도(degree)	0.06	0.12	0.153	0.19	0.25	0.33	0.351	0.38	0.45	0.516

Table 2. Far_View and Near_View조건 일때 좌우측의 속도차(pwm값)

Near_View \ Far_View	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
N1	-60	-30	-40	-40	80	80	100	100
N2	-80	-20	-20	-20	-40	-40	80	120
N3	-90	-60	-20	-20	20	20	60	140
N4	-90	-60	-20	0	0	20	60	140
N5	-100	-80	-5	0	0	37	40	80
N6	-100	-80	-5	-5	37	37	40	80
N7	-100	-80	-20	-20	40	40	40	60
N8	-120	-100	-80	-80	-5	-5	20	60

4) 제어장치의 구성

그림 은 마이크로프로세서와 각 인터페이스 회로와의 모식도를 나타내었다. 해상도가 3000pulse/rev인 로타리 엔코더#1 #2로부터의 출력펄스를 100 ms마다 카운트를 해서 현재 모터 위치를 피드백하여 주고, 영상처리이후 조향정보를 시리얼 통신으로 MAX232를 통해 받아들이고 통신속도는 57600bps로 처리한다. 여기서 받아들인 정보로 모터구동드라이버인 LMD18200이용하여 모터의 속도, 방향, 정지를 제어한다.

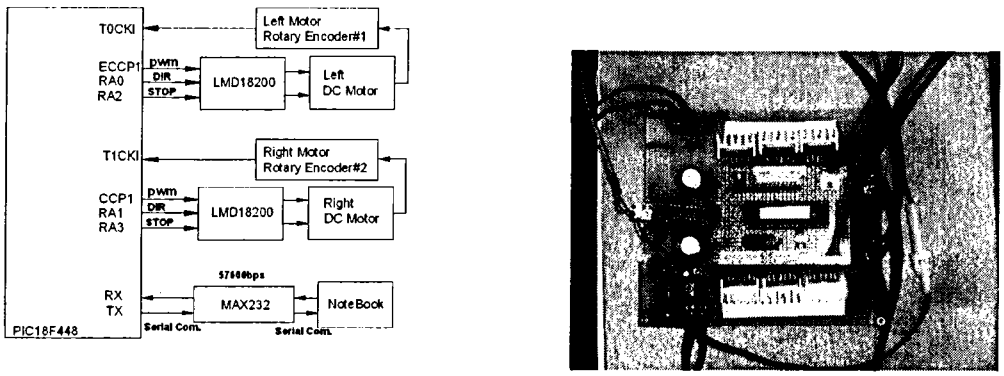

Fig. 3 마이크로프로세서와 각 인터페이스 회로와의 모식도 및 제어장치 사진.

3. 결과 및 고찰

그림 4는 저속(8.88 cm/s), 중속(16.87 cm/s), 고속(40.68 cm/s)의 속도별로 직선로에서 Offset이 0 cm, Heading angle이 0°일 때 실 주행경로의 시험결과를 보여준다. RMS값은 고속 시 0.63 cm, 중속 시 0.5 cm, 고속 시 0.75 cm로 속도와는 크게 상관없이 0.75 cm이하로 나타났다.

그림 5는 3 수준의 속도로 직선로에서 Offset이 20 cm, Heading angle이 40°인 상태로 차량을 출발시켰을 때 실 주행경로의 시험결과를 보여준다. 저속 시 3.5 m, 중속 시 2 m, 고속 시 1 m정도 주행한 후 목표 주행경로로 근접하였다.

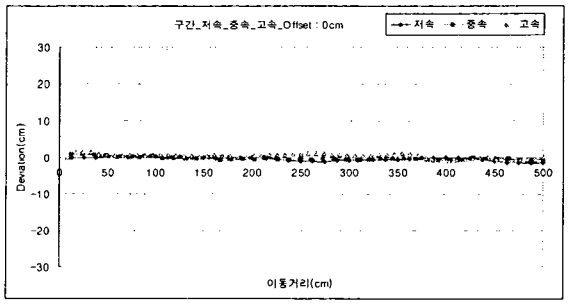

Fig. 4 직선로에서의 실주행(옵셋0cm, 방향각 0°).

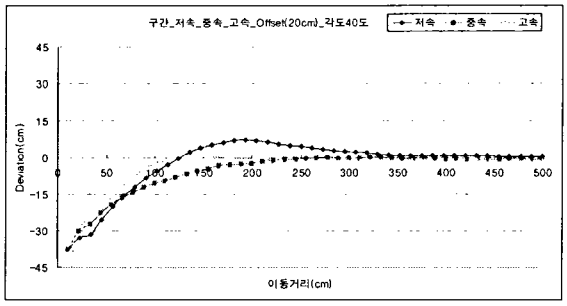

Fig. 5 직선로에서 실주행(옵셀 20cm, 방향각 40°).

그림 6은 3 수준의 속도별로 Offset이 0 cm, Heading angle이 0°인 상태로 반지름 3 m인 곡선경로의 실 주행 실험결과를 나타낸 것이다. RMS값은 고속 시 1.25 cm, 중속 시 2.18 cm, 고속 시 1.55 cm로 속도와는 크게 상관없이 2 cm내외로 나타났다.

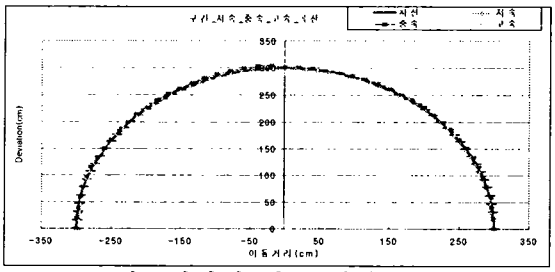

Fig. 6 곡선로에서의 실 주행경로.

4. 요약 및 결론

웹 카메라에 의해 흰 경계선을 인식하고, 자율주행 하는 실험차량을 설계 및 제작하였다. 이를 위하여 웹 카메라로 구동되는 영상처리 알고리즘을 개발하였고, 좌우측 모터의 PWM의 차에 의해 좌, 우 모터를 구동하기 위한 제어장치를 개발 및 제작하였다.

성능평가 결과 직선 주행시 차량은 3단계의 속도에서 RMS 평균은 0.63 cm이내, 곡선 선회 구간에서는 1.66 cm 이내로 무인주행하였다.

5. 참고문헌

1. 김종협, 류제하. 1999. 자율주행 차량의 충돌회피 차선변경 제어 알고리즘개발과 HILS 시험. 한국자동차공학회 논문집. Vol. 7(5). pp 240-248.

2. 송재용, 박종웅, 장경영, 이준웅, 장인수. 1999. Machine Vision을 이용한 차선 및 차량거리 검출. 한국자동차공학회 논문집. Vol. 7(3). pp 310-320.

3. 조지운, 박성원. 1997 영상 처리 기법을 이용한 자율주행시스템 개발. 대한산업공학회 1997년 춘계공동학술대회 논문집 pp 258-261.