

농업용 차량의 조향장치 자동화 Automatic Guidance of Agricultural Vehicles

최 창 현*
C. H. Choi

1. 서 언

모든 가축이나 인간의 힘을 이용한 기구들은 동력을 이용한 기계로 전환될 수 있고 연속작업을 수행하는 기계들은 자동화될 수 있다는 원칙아래 많은 농업기계의 자동화가 이루어지고 있다. 농업용 차량이 대규모화 되므로서 포장작업시 농업용 차량의 바퀴에 의한 흠다짐 현상은 피할 수 없으며 이러한 흠다짐 현상은 차량의 견인력 향상에는 도움이 되는 반면 토양의 수분 보유능력을 감소시키고 뿌리의 성장을 저해하여 작물의 수확량 감소를 초래하게 된다.

작물의 성장을 위한 토양조건과 농업용 차량의 견인력 향상을 위한 토양조건은 상반되므로 수확량 감소를 방지하고 차량의 견인력을 증대시키기 위하여 포장에서 작물의 재배지역과 농업용 차량의 주행지역을 영원히 분리시키는 경작방법이 고려되고 있다. 농업용 차량의 바퀴가 일정한 지역을 주행하므로서 포장의 흠다짐 면적을 극소화시키고 작물의 재배면적을 극대화하기 위하여는 모든 포장작업시 차량의 주행위치를 항상 일정하게 유지할 수 있는 자동 조향장치가 필요하다.

과거 농업용 차량에 주행 경보장치를 부착하므로서 운전자가 보다 손쉽게 운전할 수 있는 방법으로부터 최근 조향장치의 자동화에 이르기까지 많은 방법이 소개되었다. 차량의 주행위치를 제어할 수 있는 자동 조향장치는 주행위치 측정의 정확성, 여러 형태의 농업용 차량과 경작방법에 사용될 수 있는 융통성 및 다양성, 설비투자액에 의한 경제성, 이용자의 편리성 등에 역점을 두어 개발되고있다. 트랙터, 콤팩트, 예취기, 과실 및 사료 수확기 등의 농업용 차량의 작업목적에 따른 여러 형태의 자동 조향장치가 개발되었으나 만족한 작업성능을 보여주지 못하고 있는 실정이다.

2. 자동 조향장치의 구성

농업용 차량의 주행시 조향장치 제어는 매우 짧은 시간에 위치감지, 주행방향 결정 및 조정이 이루어져야 한다. 농업용 차량의 자동 조향장치는 대부분 예정된 주행위치에 대한 차량의 현재 위치를 비교하는 주행위치 측정장치, 주행위치 오차에 따라 주행방향을 결정하는 제어기, 차량의 앞바퀴를 조절하는 작동기(actuator), 그리고 각 기기간의 입력과 출력을 적합한 형태로 변환시키는 신호 조정기(signal conditioner)로 이루어져 있다. 전자기기의 발달로 마이크로 컴퓨터가 주행방향을 결정하는 제어기로서 널리 사용되고 있다. 마이크로 컴퓨터는 주행위치 측정장치로부터 받은 현 차량의 위치오차를 줄이기 위해 주행방향을 조향각도를 결정하고, 작동기로 앞바퀴를 조절한다.

대부분의 시스템은 마이크로 컴퓨터가 여러 작업을 순차적으로 진행하므로 원하는 조향각도로 앞바퀴가 조정되기까지는 많은 시간이 요구되고 있다. 경운 및 정지 작업시에는 트랙터의 주행속도가 제한되나, 농약 및 비료 살포작업시에는 트랙터도 매우 빠른 속도로 주행할 수 있다. 농업용 차량의 주행속도가 빠를수록 조향장치의 반응속도도 빨라져야 한다. 마이크로 컴퓨터 네트워크(microcomputer network)를 트랙터의 자동 조향장치에 사용하므로서 주행방향 전환의 효율성을 증가시킬 수 있다. 하나의 주 컴퓨터를 중심으로 여러개의 위치측정 컴퓨터, 조향장치 제어 컴퓨터, 입력과 출력 전환 컴퓨터를 사용하여 각 컴퓨터는 각자의 고유 임무만을 수행하므로서 보다 빨리 주행방향 조정이 이루어진다.

3. 자동 조향장치의 분류

농업용 차량의 자동 조향장치의 성능은 주행위치

*성균관대학교 농과대학 농업기계공학과

측정오차, 주행방향 예측 및 수정을 위한 컴퓨터 알고리즘(Algorithm)의 정확도, 그리고 앞바퀴 작동기의 조정오차에 좌우된다. 자동 조향장치의 성능은 대부분 주행위치 측정장치의 센서의 오차에 좌우되므로 여러 형태의 위치감지 센서가 개발되고 있다. 위치감지 센서의 형태로는 링크(linkages)나 감지레버 모양의 접촉형과 음파, 광전자, 영상비교, 및 라디오 주파수를 이용한 비접촉형이 있다. 센서의 사용목적에 따라 농업용 차량의 자동 조향장치는 표적 감지장치, 시각적 감지장치, 및 항해식 감지장치로 분류될 수 있다.

가. 표적 감지장치

표적 감지장치는 포장에 미리 설치된 전선, 재배작물 또는 밭고랑등의 표적물을 감지하여 차량의 주행방향을 조정한다. 토양 표면에 묻은 전선에 저주파수의 전류를 통하였을때 전선주위에 발생하는 전기적 자장효과를 이용하여 주행방향을 결정할 수 있다. 위치감지 센서는 철선에 전선을 감은 두개의 코일로 이루어졌으며 트랙터의 양편에 설치한다. 센서가 매립된 전선의 위에 위치할때 두 코일의 전류는 같아진다. 센서가 왼쪽에 치우치면 오른쪽 코일의 전류가 높아지게 되므로 두 코일의 전류가 같아지도록 트랙터의 주행방향을 조정한다. 코일 대신 안테나를 사용하여 매립된 전선의 위치를 감지할 수도 있다. 전선감지 장치는 설비장비가 값싸고, 비교적 간편하며, 제어가 용이한 장점이 있으나 오직 전선이 미리 설치된 포장에서만 사용가능하며, 경작방법의 변형이 어려운 단점이 있다.

포장 작업시 플라우(plow)에 의하여 절삭 및 반전된 흙은 역조를 형성한다. 링크나 디스크로 이루어진 위치감지 센서를 이용하여 역조(furrow)의 위치를 감지하여 주행방향을 조정하는 조향장치가 개발되었다. 기구학적 구조를 이용한 위치감지 센서의 역조위치 측정결과에 따라서 트랙터의 조향장치를 조정한다. 초음파를 이용한 역조위치 감지센서를 트랙터의 하부에 부착하여 조향장치 제어에 이용되고 있다. 위치 감지센서는 역조와 토양표면의 깊이를 비교하므로써 트랙터가 항상 역조를 감지하여 주행방향을 결정할 수 있도록 고안되었다. 이 장치는 콘크리트로된 실험도로에서는 만족한 성능결과를보

여 주었으나 트랙터의 진동때문에 포장에서 사용하기 위하여서는 개선이 요구된다. 자동 조향장치를 위한 역조가 먼저 만들어져야 하고 이 역조가 매년 같은 위치에 있는지는 확인할 수 없는 단점이 있다.

콤바인, 예취기 및 과실수확기에는 작물위치를 감지하는 센서가 많이 사용되고 있다. 감지레버, 마이크로 스위치, 초음파 및 적외선을 이용한 센서를 유압장치에 연결하여 재배작물의 위치에 따라 수확기의 주행방향을 결정한다. 작물의 재배지역 마지막 열에서 또는 작물이 병충해등으로 쓰러졌을때 감지센서가 작물위치를 감지하지 못하므로 센서의 입력이 없이 주행방향을 결정할 수 있는 알고리즘이 요구된다. 역조위치나 재배작물을 이용한 자동 조향장치는 매립된 전선을 이용한 장치보다는 보다 융통성이 있으나 정확도는 뒤떨어지는 단점이 있다.

나. 시각적 감지장치

카메라로 찍은 화면을 디지털 코드화하므로써 작물 재배지역과 차량 주행지역을 분류하여 주행방향을 결정하는 시각적 감지장치가 최근 소개되고 있다.

주행중 계속적으로 영상을 비교하므로 영상의 디지털화, 소음제거, 명암도 조정등의 영상처리 방법 및 카메라의 성능이 시각적 감지장치의 성능에 영향을 미치게 된다. 카메라의 위치는 지상 1.5m의 높이에서 30도의 각도로 지면을 향해 기울어져 있을때 효율적인 것으로 알려져 있다.

날씨에 의한 밝기의 변화로 인한 영상비교의 어려움을 극복하고자 여러 종류의 필터가 카메라에 사용되고 있다. 잡초와 재배작물의 선별, 영상처리 속도, 설치장비의 고가 등 많은 문제점을 가지고 있으나 농업용 로버트 개발의 기초적 분야로서 소개되고 있다.

다. 항해식 감지장치

포장에 설치된 표적물을 감지하는 자동 조향장치는 차량의 주행방향을 감지하지 못하며 센서와 표적물의 위치오차에 비례하여 조향각도를 조정한다. 불필요한 조향장치 조정은 주행속도가 증가됨에 따라 차량의 안정도를 감소시키게 된다. 시각적 감지장치는 주행방향을 정확히 감지할 수 있으나 아직

실용적 단계에 이르지 못하고 있다.

포장 작업시 차량의 위치를 정확히 측정할 수 있으면 미리 예정된 주행위치를 비교하여 정확한 방향으로 주행할 수 있다. 포장을 좌표화하여 차량의 주행 예정위치를 X-Y 좌표로 컴퓨터에 미리 입력시킨 후 차량의 주행위치를 X-Y좌표로 측정 및 비교하여 주행방향을 결정하는 자동 조향장치가 이상적이다. 좌표를 알고 있는 출발점으로부터 차량의 주행방향과 거리를 계속 측정하므로써 차량위치의 좌표를 결정하는 관성 항해장치는 장비가 간편하고 가격이 저렴하여 많이 사용되고 있다. 포장에 기준점이 없는 관성 항해장치는 주행시간 또는 주행거리가 증가됨에 따라 위치측정 오차도 증가하게 되는 단점이 있으므로 좌표수정을 위한 보조장치가 요구되고 있다.

차량의 위치를 절대좌표로 측정할 수 있는 장치를 이용한 좌표식 항해장치는 보다 이상적인 자동 조향장치의 개발을 가능하게 한다. 인공위성을 이용하여 측정한 차량의 절대좌표는 약 20m의 측정오차를 포함하고 있으므로 자동 조향장치에 사용할 수는 없다. 정확한 조향각도를 결정하기 위하여서 X-Y 좌표의 측정오차는 5cm 이내로 되어야 하므로 포장내에 기준점을 설정하여 비이컨(Beacon), 라디오 주파수, 마이크로 주파수, 레이저(laser) 광선을 이용하여 상대좌표를 측정하는 방법이 사용되고 있다.

4. 자동 조향장치의 전망

좌표식 항해장치는 자동 조향장치에 효율적으로 이용될 수 있으며 비료 및 농약 살포작업에도 사용될 수 있다. 포장을 좌표화하므로써 주행방향을 정확히 예측하여 조향장치를 조정할 수 있다. 또한 포장의 토양상태, 작물의 발육상태, 지난해의 수확량을 미리 입력시켜 특정지역에 비료 및 농약의 분사량을 조정하므로써 경비의 절감을 기할 수 있다. 자동 조향장치를 위한 차량위치의 좌표측정은 비료 및 농약 살포작업시 보다 매우 정확하여야 한다.

군사적 또는 특수임무를 위하여 제작된 인공위성을 이용한 절대좌표 측정도 매우 정확한 수준에 이

르고 있으나 장비의 가격 및 특수성 때문에 농업용으로 전환시키기에는 어려운 형편이다. 현재 좌표 측정오차를 5cm 이내로 줄이기 위하여서는 상당한 고가의 시스템이 요구되나 전자기기의 지속적인 발달로 보다 정확하고 값싼 차량위치 측정장치가 개발될 것으로 예상된다.

공장용 기계와는 달리 농업용 기계는 차량에 부착하여 포장을 주행하여야 하므로 농업기계의 자동화 또는 농업용 로버트의 개발을 위하여서는 조향장치의 자동화가 요구되고 있다. 자동 조향장치의 개발은 농업용 무인차량의 실용화에 박차를 가하여 미래의 컴퓨터를 이용한 영농 자동화의 기틀이 될 것이다.

참 고 문 헌

1. Gerrish, J.B., G.C. Stockman and G. Hu. 1986. Path-finding by image processing in agricultural field operations. ASAE/Society of Automotive Engineers. Paper No. 861455.
2. McConnell, R.L., K.C. Elliot, S.H. Blizard and K.H. Koster. 1984. Electronic measurement of tree-row-volume. In Agricultural electronics - 1983 and beyond. p.85-90. ASAE Publication 8-84.
3. McMahon, C.B., B.R. Tennes and T.H. Burkhardt. 1983. Performance results: Microprocessor-based steering controller using ultrasonic sensors. ASAE Paper No. 83-1568.
4. Peterson, V. and J.C. Evan, Jr. 1986. Machine vision concepts and technology. ASAE/Society of Automotive Engineers. Paper No. 861453.
5. Schafer, R.L. and R.E. Young, 1979. An automatic guidance system for tractors. Transactions of the ASAE. 22(1): 46-49, 56.
6. Schrock, M.D. 1985. Navigation systems and their potentials applications in agriculture. ASAE Paper No. MCR 85-121.

(63페이지에서 계속)

예 로 사 項	檢 討 要 望 사 項	備 考
1) 基礎研究資料 미흡으로 獨自모델 創出이 어려움	●大學 研究機關 企業의 合同研究 Team 構成	大學 研究機關에서 先導 역할
2) 外國의 研究開發 情報資料미흡	情報入手, 管理, 教育을 할수있는 組織構成	"
3) 報級機種이 限定되어 新製品 開發에 限界가 있음	需要者의 購入與件에 따라 購入할 수 있는 機種의 多樣化	"
4) 小規模 耕作 農家單獨購入 能力이 없음	●小規模 耕作者를 위한 營農園地造成 및 支援 확대 ●小規模 耕作地에 알맞는 小型 低價의 農業機械 供給	"

5. 결 론

1) 生産業體의 研究開發은 研究開發의 歷史와 經驗이 不足하여 研究所의 組織이나 研究開發評價 等 研究開發 system이 未定着되어 있으나 大學, 研究機關의 協助하여 定着되도록 不斷히 努力할 것이며

2) 農業機械 改良 및 新製品의 研究開發은 現在

의 外國技術 Copy段階를 90年度부터는 獨自수행 可能토록 學校 및 研究機關의 的極인 協助를 부탁 드립니다.

3) 向後에는 Compact化한 田作用 農業機械, 果樹園, 牧畜用, 林業用, 農業機械開發에도 主力해서 農家의 所得增大에 寄與토록 努力하겠습니다.

(59페이지에서 계속)

7. Tagami, K., T. Takahashi and F. Takahashi. 1983. "Electro gyro-cator" New inertial navigation system for use in automobiles. Society of Automotive Engineers Transactions. 92(2): 1103-1114.
8. Tennes, B.R. and B.R. Murphy. 1984. Networked microcomputer Society of

Automotive Engineers Transactions. 93(5): 243-251.
9. Warner, M.G.R. and G.O. Harries. 1972. An ultrasonic guidance system for driverless tractors. J. Agric. Engng. Res. 17(1): 1-9.