

트랙터의 무인경운을 위한 작업경로 생성과 성능평가 기술개발(1) - DGPS를 이용한 트랙터 경운작업시 운전패턴조사 -

Development of working path formation and performance appraising technology for tractor unmanned tillage (1) - Analysis of operation pattern using DGPS in tractor tilling operation -

이영규*	김찬수**	서일환***	오종진****	조성찬*****	나우정*****	김기대*
정회원	정회원	정회원		정회원	정회원	정회원
Y. K. Lee	C. S. Kim	I. H. Seo	J. J. Oh	S. C. Cho	W. J. Na	K. D. Kim

1. 서론

급격한 산업화로 인하여 농업인구의 감소와 이에 따른 노동력 부족, 노령화 및 임금 상승, 수입개방화로 인한 값싼 농산물의 유입 등으로 재배노력을 절감하고 자동화를 통한 농가 수익증대, 부족인력수급, 품질향상 및 생산비 절감을 통한 경쟁력 향상을 위한 기계화의 필요성이 점점 증대 되어가고 있다.

정(1999)등은 무인트랙터 농작업 경로계획에서 직사각형의 포장을 작업하는 트랙터-작업기의 최적 작업경로를 계획하고자 최소 확장트리를 응용한 2가지 경로탐색 알고리즘을 제안하였으며 김(1997)등은 인공 지능형 자율주행 트랙터를 개발하면서 GPS를 수신정보로 활용한 경로탐색 기술을 개발하였다. 위 연구에서는 자율주행의 기초연구로 DGPS, 자이로컴파스, 포텐쇼미터를 이용하여 농용트랙터의 자세검출 시스템을 구성하고, 구축된 DGPS의 측위 정밀도 및 방위각 정밀도를 분석하여 자율주행에 필수적인 트랙터 자세를 검출하고자 하였다. Noguchi Noboru (2001)등은 RTK-GPS와 자이로스코프를 활용한 로봇 트랙터에 대하여 연구하였다. 위 연구에서는 자이로스코프로 얻은 자료를 GPS신호의 오류보정에 활용하였으며, 작업방향에 대한 오류는 3cm보다 적어, 항법시스템을 활용하면 일반적인 농작업 상태에서 농업용 로봇을 정확하게 사용할 수 있다고 하였다.

무인경운을 위해서는 작업경로생성이 필수적이다. 작업경로는 경운작업이 능숙한 숙련자들의 경운 작업을 모델로 하여 경운패턴을 저장하여 패턴을 분석하고 실제 숙려자들과 같은

* 충남대학교 농생대 생물자원공학부 생물산업기계전공
 ** 충남대학교 농업과학연구소
 *** 강화군청
 **** 아산시청
 ***** 충북대학교 생물자원생산학부 바이오시스템공학전공
 ***** 경상대학교 농업시스템공학부 생물산업기계공학전공

패턴으로 경운 작업을 할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

본 연구는 트랙터 경운 작업의 무인자동화를 위한 기초연구로서 트랙터의 무인 경운을 위한 작업경로를 생성하고 경운 패턴을 데이터화하기 위하여 경운 패턴을 조사하고 DGPS를 이용하여 트랙터 경운작업 시 운전 패턴의 확인 실험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 경운패턴분석

트랙터를 이용한 포장 작업은 작업자의 운전방법, 포장의 구역별 크기 및 형태에 따라 작업방식이 변하게 된다. 그러므로 자율주행트랙터를 현장에 투입하기 위해서는 가장 우선 선행되어야 하는 것은, 실제 작업의 주행 형태에 대하여 조사이며 이 작업의 형태는 지역에 따라 차이가 있을 수 있으므로 서로 다른 지역에 대한 작업방법을 조사할 필요가 있었다.

따라서 트랙터 작업자의 로터리 작업방식을 조사하기 위하여 설문조사를 실시하였고 실제 작업하는 방법을 DGPS를 이용하여 모니터링하며 저장하였다.

1) 설문조사

작업자의 작업방식, 작업 경로를 확인하기 위하여 작업자에게 작업경로를 직접 작성하게 하고 그에 대한 설명을 작성하게 하여 작업자의 경운작업패턴을 분석하였다.

2) 경운작업의 경로 확인 실험

트랙터에 DGPS를 장착하고 숙련자가 실제 경운 작업을 실시하고 작업 방법을 모니터링 및 저장 할 수 있는 시스템을 구성하여 DGPS를 이용한 트랙터 경운작업 시 운전패턴 조사를 실시하였다. 시스템의 구성은 다음과 같이 하였다.

위치 정밀도를 50cm까지 측정할 수 있는 그림 1의 CSI사의 DGPS를 이용하여 트랙터의 경운경로를 NMEA-0183 데이터 형식으로 저장하는 동시에 실시간으로 모니터링이 가능한 그림 2의 visual GPS XP를 사용하여 실시간 모니터링과 동시에 데이터를 저장하였다.

또한 트랙터의 특성상 진동이 많은 것을 고려하여 특수완충제를 사용하여 데이터를 보호하는 파나소닉사의 노트북인 터프북을 사용하여 데이터 저장 안정성을 꾀하였고, 휴대성이 좋은 HP

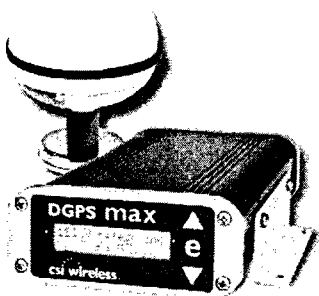


그림 1. DGPS max

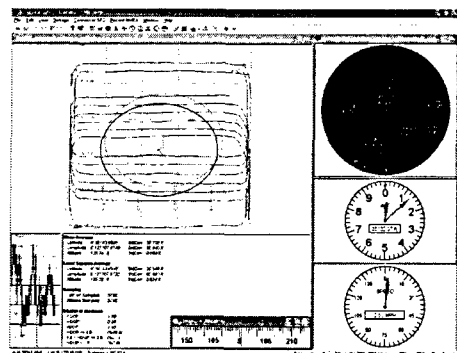


그림 2. Visual GPS XP

사의 PDA IPAQ-2110를 같이 사용하여 DGPS의 세팅과 데이터 저장을 할 수 있도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

대전, 충북 영동, 경기 강화, 충남 천안에서 그림 4와 같이 실제 경운작업을 실시하기 위해 트랙터에 CSI사의 DGPS와 모니터링 및 저장 할 수 있는 Virtual GPS XP로 구성된 그림 5의 작업경로 확인 시스템을 부착하여 경운자의 경운 패턴을 기록하고 각각 트랙터의 경운작업 경로 데이터를 수집, 분석하였다.



그림4. 작업경로 확인실험

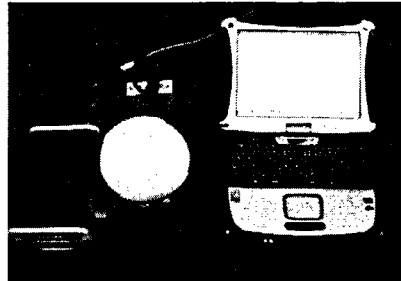
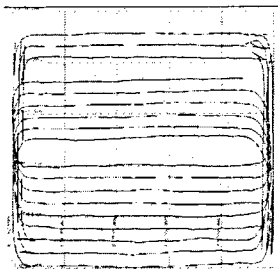


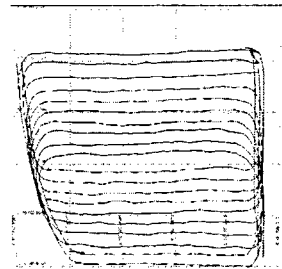
그림5. 작업경로 확인시스템의 구성

가. 각지역별 작업경로의 예

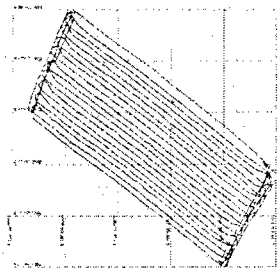
DGPS를 이용한 경운패턴 모니터링 저장시스템을 활용하여 저장한 데이터를 표시한 결과는 그림6과 같았으며 NMEA-0183 데이터를 이용하여 작업이동순서 및 경로를 확인하였다.



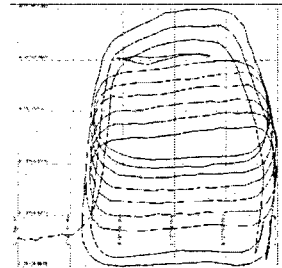
1) 충남 천안-1



2) 충남 천안-2



3) 인천 강화



4) 충북 영동

그림 6. 각지역별 작업경로의 예

나. 운전패턴의 유형별 분석 결과

전국 4개지역에 대한 설문조사 결과와 DGPS를 이용하여 저장된 트랙터의 경운경로를 바탕으로 트랙터 경운작업의 운전패턴을 종합해 보면 다음같이 3가지 형태로 요약할 수 있다.

1) 트랙터 경운작업의 운전패턴 I

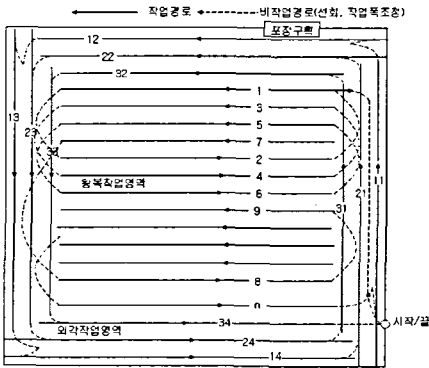


그림 7. 트랙터 경운작업의 운전패턴 I

첫 번째의 운전패턴은 그림 7에서와 같이 최초 논두둑에서 경운 폭 2배 뛰어난 상태로 경운기 최대 회전반경 정도의 구획으로 나누어 회전하면서 경운하고 마지막으로 논두렁부분을 작업 후 안쪽을 작업하게 된다. 이 경우는 로터리의 폭이 적어 경운을 끝낸 줄의 바로 옆줄을 할 수 없는 경우 다음 줄을 경운하고 다음에 다시 미경운 지역을 경운하는 방법으로 일반적으로 많은 작업자가 선호하는 작업방법으로 확인되었다.

2) 트랙터 경운작업의 운전패턴 II

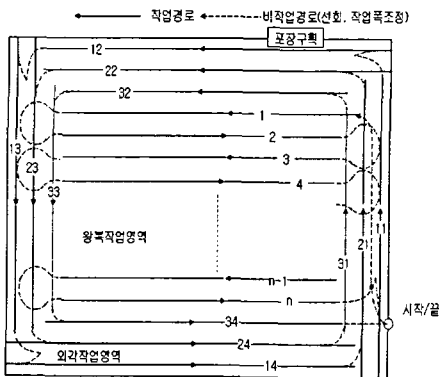


그림 8. 트랙터 경운작업의 운전패턴 II

두 번째의 운전패턴은 그림 8에서와 같이 최초 두둑으로부터 작업기 2배 폭만큼 떨어져서 1회 경운하고 작업기 3배 폭만큼 떨어진 구간을 경운 후 첫 번째 경운 옆줄을 경운하게 된다. 본 경우는 트랙터의 작업 회전반경은 무리하게 최소화하여 회전 작업이 어렵게 하지 않으므로 무논정지기 등의 작업기 폭이 넓은 경우에 주로 활용되고 있었다.

3) 트랙터 경운작업의 운전패턴 III

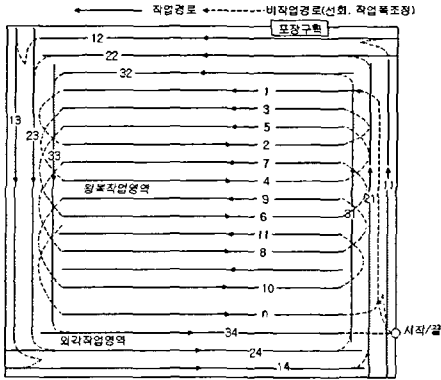


그림 9. 트랙터 경운작업의 운전패턴 III

3번째의 운전패턴은 그림 9와 같으며, 작업 형태는 최초 논두렁에서 작업기 폭 2배 떨어진 거리를 최초 경운하고 곧 이어 바로 옆줄을 작업하는 경우로서 트랙터의 회전반경을 얻기 위하여 경운작업을 조기에 그치고 외곽으로 크게 원호 형태로 트랙터를 회전시키게 된다. 이러한 경우의 작업은 작업 후 좌우 양쪽의 미경운 면적이 넓어지는 원인이 되고 있지만, 작업 진도를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있었다.

전체적인 왕복 작업이 끝나면 최초 입구의 논두렁에 붙여 경운작업을 실시하고 외곽에 대한 모든 작업을 마치면, 바로 안쪽의 경운을 실시하여 작업을 마무리 하고 있었다.

이상에서와 같이 논 경운의 작업방법은 위 3가지 방법이 많이 사용되어지고 있었으며, 특히 대부분의 작업자는 왼쪽방향으로 회전하면서 작업하는 경향을 나타내고 있었다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 트랙터 경운작업의 무인자동화를 위한 기초연구로서 트랙터의 무인경운을 위한 작업경로를 생성 및 경운패턴의 데이터화를 위한 시스템을 구성하고 설문조사를 통하여 경운패턴의 조사하고 DGPS를 이용하여 경운패턴의 확인 실험을 실시하였으며 구체적인 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 설문조사를 통하여 작업자에게 작업경로를 직접 작성하고 그에 대한 설명을 작성하게 하여 작업자의 작업방식, 작업경로를 확인, 작업자의 경운패턴을 확인하였다.
- 2) 실제 작업 방법을 파나 소닉사의 노트북과 HP사의 PDA를 이용하여 데이터를 저장하도록 하고 CSI사의 DGPS와 모니터링 및 저장 할 수 있는 Virtual GPS XP로 시스템을 구성하여 DGPS를 이용한 트랙터 경운작업 시 운전패턴 조사를 실시하였다.
- 3) 작업방법은 경운한 트랙 바로 다음 트랙을 경운 하는 법과 경운한 트랙에서 경운 폭의 3배를 띄운 후 경운작업 하는 법, 경운한 트랙에서 경운 폭의 2배를 띄운 후 경운하는 방법 이 3가지 방법이 많이 사용되어지고 있었으며, 경운 특히 대부분의 작업자는 왼쪽방향으로 회전하면서 작업하는 경향을 나타내고 있었다

5. 참고문헌

1. 金基大. 1986. トカクタロータリ耕耘部の設計理論研究とCADへの應用. 博士學位論文,九州大學. 日本福岡.
2. 金基大, 坂井純. 1985. 로타리耕耘刀의CAD. 計算機研究報告. 日本九州大學大形計算機センター-NO.2: 109-116
2. 김상철, 박우풍, 차진팔, 정선옥, 정인규. 1997. 자율주행 트랙터의 조향제어에 관한 연구. 한국농업기계학회 97년 하계 학술대회 논문집 2(2) : 41-48.
3. 김상철, 박우풍, 정인규, 정선옥, 황성준. 2000. 자율주행 트랙터의 장애물 검출 및 회피 알고리즘 개발. 한국농업기계학회 2000년 동계학술대회 논문집 5(1):554-559.
4. 정인규, 박우풍, 김상철, 정선옥, 황성준. 1999. 자율주행을 위한 트랙터 제어장치 개발. 한국농업기계학회 1994년 동계학술대회 논문집 4(1): 704-712.
5. 조성인, 박영식, 최창현, 황헌, 김명락. 2001. DGPS와 기계시각을 이용한 자율주행 콤파인의 개발. 바이오시스템공학 26(1) : 29-38.
6. 조성인, 이재훈, 정선옥. 1997. DGPS와 퍼지제어를 이용한 스피드스프레어의 자율주행. 바이오시스템공학 22(4): 477-487.
7. Kise, M., N. Noguchi, K. Ishii and H. Terao. 2000. Vehicle guidance system using DGPS and geomagnetic direction sensor. Journal of Japanese Society for AgriculturalMachinery 62(6) : 145-153.
8. Noguchi, N., J. F. Reid, Q. Zhang and K. Ishii. 2001. Development of robot tactor based on RTK-GPS and gyroscope. The society for engineering in agricultural, food, and biological systems Paper number 01-1195.
9. Yukumoto, O., Y. Matuo and N. Noguchi. 1998. Development of tilling robot(part 2). Journal of Japanese Society for Agricultural Machinery 60(4) : 29-36.
10. Yukumoto, O., Y. Matuo and N. Noguchi. 1998. Development of tilling robot(part 1). Journal of Japanese Society for Agricultural Machinery 60(3) : 37-44.