로봇형 진공식 연마머신 기술개발

조영하*, 진태석**
*인우테크, **동서대학교

Development of Robotic Vacuum Sweeping Machine

Young-Ha Cho*, Tae-Seok Jin**
* InWoo Tech. Co.
** Dept of Mechatronics Eng. Dongseo University
E-mail : jints@dongseo.ac.kr

요 약

본 연구는 연마와 분진을 한꺼번에 해결하고자 로봇형 진공식 표면연마 머신(Robotic Vacuum Sweeping Machine)을 개발을 통하여 금속표면의 연마작업을 수행할 때 금속표면으로부터 탈피되는 각 종 이물질과 연마휠의 회전으로 발생되는 분진을 진공방식으로 집진하게 되고, 항상 작업자가 머신의 이동방향을 주시해야하는 불편함을 센서(카메라, 레이저스캐너 등)를 부착하여 작업환경인식과 작업진행시 발생할 수 있는 돌발적 위험상황에 대처하기 위한 장애물 판단이 가능한 구조를 가진 진공식 표면 연마기를 소개하도록 한다.

ABSTRACT

We propose a sweeping machine is equipped with a polyester filter to retain small particles of dust. The filter is washable and can be easily removed for maintenance purpose or eventual replacement. Research continues into key areas such as making the structure of machine as ship's floor grinder as possible, and designing algorithms and systems for efficiency-related system technologies.

키워드

PLC, Electric Power Transmission, Home-network, Smart-Grid

Ⅰ. 서 론

국내 조선산업의 발전과 더불어 조선 유지 보수를 위한 산업도 활발히 발전하고 있는 추세이다. 특히, 조선, 자동차, 항공, 건설 분야에서도 금속표면에 도장작업 등을 효과적으로 행할 수 있도록 하기위해서는 도장작업에 앞서 금속 표면에 부착된 이물질을 제거하거나 용접부를 매끈하게 다듬거나 부식 부위를 제거하는 표면연마작업이 선행 되어야 한다.

이러한 금속표면의 연마작업을 위해 통상적으로 핸드연마용 그라인더를 사용 하였으나 오랜 시간 동안 작업자의 피로누적과 연마작업으로 인해 가공부위의 금속표면에서 제거되는 이물질이나 연마작업을 통해 발생되는 분진이 사방으로 날려 작업 환경이 매우 취약하게 만들게 되어 결국 작업자의 건강에도 악영향을 주게 되는 문제점이 있었다.

위와 같은 문제점을 해결하기 위해 연마와 분진을 한꺼번에 해결하고자 로봇형 진공식 표면연마 머신(Robotic Vacuum Sweeping Machine)을 개발을 통하여 금속표면의 연마작업을 수행할 때 금속표면으로부터 탈피되는 각 종 이물질과 연마휠의 회전으로 발생되는 분진을 진공방식으로 집

진하게 되고, 항상 작업자가 머신의 이동방향을 주시해야하는 불편함을 센서(카메라, 레이저스캐너 등)를 부착하여 작업환경인식과 작업진행시 발생할 수 있는 돌발적 위험상황에 대처하기 위한 장애물 판단이 가능한 구조를 가진 진공식 표면 연마기를 개발하는데 있다.

II. 연마머신 시스템 구성

본 연구에 사용된 로봇 연마기의 기구적 구성도를 그림 1에 나타내었다. 로봇형 연마기는 중앙의 PMSM 모터로 플랩휠을 구동하며 두 개의 볼캐스터를 보조바퀴를 사용하여 평면작업시 작업부위가 일정한 비율로 연삭이 이뤄질 수 있도록 하였다. 각 플랩휠 구동에 사용된 모터는 정격 DC 220[V], 10[A]로서 최대 회전속도가 6000[rpm]의 출력될 수 있도록 구현한다.

모터의 감속비로 인하여 큰 토크출력을 얻을 수 있으므로 로봇의 운동에 의한 동역학적 특성을 외란으로 처리하는 독립관절 제어가 가능하도록 구성한다.

모터에는 600[pulse/rev] 출력의 엔코더가 부착되어 정속제어 및 로봇의 위치계산에 사용된다. 엔코더 신호를 4체배하여 실제로는 2400 [pulse/rev]의 정밀도로 제어된다.

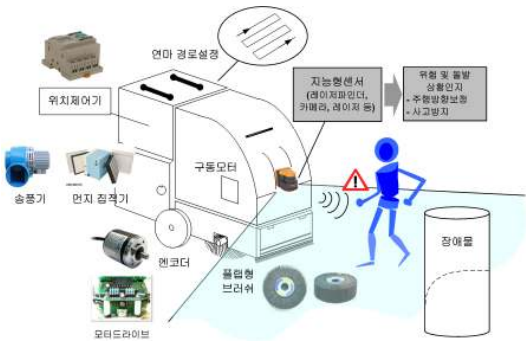


그림 1. 로봇 연마기의 기구적 구성도

III. 모터제어장치

Sensorless 인버터 제작

개발된 연마머신은 사용자의 다양한 요구를 수용하기 위해 독립된 다양한 I/O 보드를 통해 최적 시스템을 설계하였으며, On Board User Sequence 및 I/O 확장을 통해 최적 시스템 설계가 가능하도록 PLC Option을 제공하고 있다. 특히 PLC Option Card는 이미 많은 고객을 확보하고 있는 Master- K와 호환성이 있어 손쉽게 기존 시스템 대치가 가능하다. 또한 PLC option을 사용할 경우 Built-in되어 있는 통신을 통해 인버터 간의 Master-Slave 시스템 구현이 가능하여 대부분의 경우 인버터만의 완벽한 시스템을 구성하였다. 자동 출력 전압 제어 기능에 의해 입력 전압 변동에 상관없이 동일한 제어 성능을 낼 수 있으며, 15 msec 이하의 순시 정전에 대하여 정지현상 없이 연속 구동이 가능함은 물론 운전 중 전원입력부의 사고로 전원 공급이 중단되었을 경우에도 인버터의 전원 차단 없이 관성에 무관하게 전동기를 안전하게 정지시키는 기능을 갖추고 있다.

Sensorless 드라이브 제작

- 추정용 신호를 중첩 시키지 않고 PWM 인버터의 출력 전압 고조파가 발생하는 고조파전류에서 인덕턴스를 연산하여 위치추정을 하는 방법을 적용하여 200W의 PMSM 모터 드라이브로 구현토록 한다.

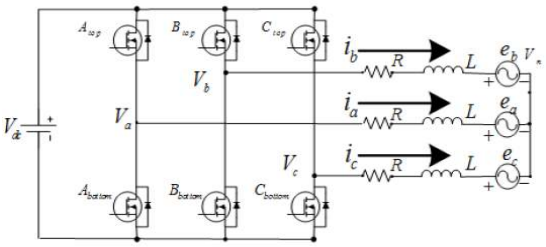
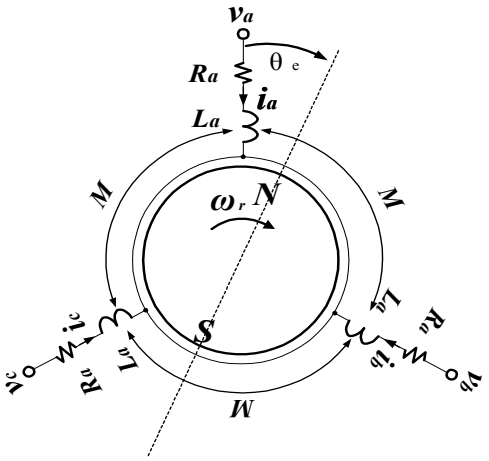


그림 2. 인버터의 구성도

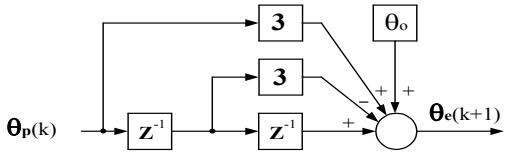
Sensorless 제어기 설계

신뢰성이 높고 내구성을 요구하며 진동과 소음이 있어서는 안되는 기기나, 고효율로 소비전력의 극소화를 요구하는 기기에서는 고효율화 설계기술로 제작된 PMSM 모터 제어기를 설계하였다. 따라서 회전자 위치정보를 얻기 위한 보편적인 방법으로는 레졸버나 엔코더 같은 위치센서를 이용한다. 그러나 이들 센서는 가격이 비싸며, 신호처리, 외부환경과 스위칭에 의한 노이즈. 그리고 설치 공간과 같은 많은 문제점을 포함하고 있다. 본 개발에서는 중첩의 정리를 기초로 하여 전동기의 상태방정식을 구속시의 여자전압과 상전

류의 상태방정식 및 단락시의 역기전력과 상전류의 상태방정식인 두 조건으로 분리하여 해석한다. 이러한 해석을 근거로 하여 운전 중의 전동기 역기전력성분에 의한 단락전류를 간단히 산출하여 역기전력 성분을 해석함으로 위치각의 정보를 얻는 기법을 적용토록 한다.



(1) PMSM 모터의 등가 모델



(2)정방 위치 예측 신호 선도

그림 3. 제어기 설계를 위한 등가 모델과 신호선도

CAN을 이용한 분산 제어

- 개발할 로봇형 연마기에서는 센서 인터페이스와 각 관절의 자세 및 속도의 제어 그리고 동작계획에 대한 작업들을 독립된 제어기에서 수행시키고 이들의 통합을 CAN(Controller Area Network)을 이용하여 네트워크로 구성함으로써 실시간 분산제어가 가능하도록 구성한다.

- 로봇형 연마기를 제어하기 위한 제어기 구조는 그림 4와 같이 블록선도로 나타내었다. Core 2DUO급 PC기반 보드를 탑재하고 Laser Scanner를 위한 Frame Grabber와 프로세서 Interface를 위한 P-ISA Back-Plane Board를 장착한다.

- 모터와 센서를 제어하기 위한 별도의 마이크로프로세서를 사용하고, 프로세서간의 통신은 CAN bus를 사용하여 통신한다.

- 2개의 Sub-processor는 CAN Controller가 내장된 Intel의 80C196CA를 사용하여 구성하고, CAN Bus를 관장하기 위해 PC Board의 ISA Card에는 Philips의 82527을 사용하여 CAN 통신이 가능하게 한다.

- CAN을 사용하면 부가적인 모듈을 추가하기 쉬우며, 최대 10Mbps로 data가 전송될 수 있다.

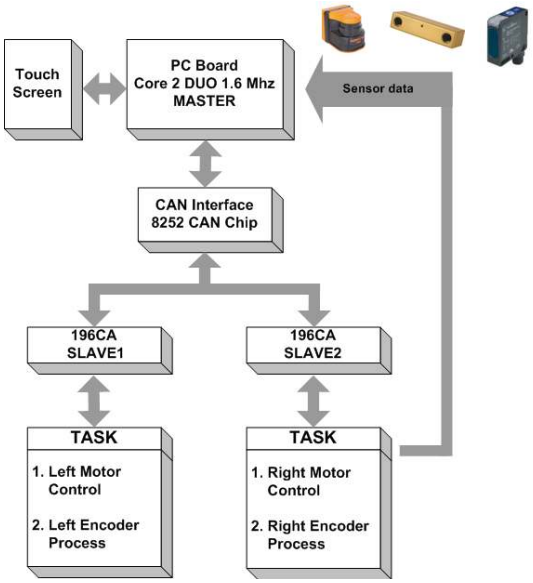


그림 4. 로봇형 연마기 제어구조

Ⅳ. 집진장치

저소음의 원심력식 집진장치 제작

원심력을 이용하여 분진을 함유한 가스에 중력보다 훨씬 큰 가속도를 주게 되면, 분진과 가스와의 분리속도가 무게에 의한 침강과 비교해서 커지게 되는 원리를 이용한다. 입자가 큰 먼지에 대해서는 단독으로 사용 할 수 있고 압력 손실이 50 ~ 150mmAq 정도이며, Cyclone형태인 집진장치로 구성하였고, 폐기물 소각처리 시설에 직경 300 ~ 400mm 정도의 사이클론을 여러 개 묶은 멀티 사이클론을 이용할 경우 85 ~ 95%의 집진효율을 기대하여 분진량을 0.6 ~ 0.7 g/Nm3 정도로 집진할 수 있도록 하였다. 또한 큰 먼지의 집진에 유용한 이유로 미세한 입자의 제진에 대해서는 고효율 집진기의 전처리 장치로서 많이 활용되어지고 있는 Cyclone 형태로 구성하였다.

버큠 휠 커버 제작

6000RPM의 고속회전으로 연마작업을 실시하는 당사의 그라인더를 통한 연마 작업시 발생할 안전사고로부터 작업자를 보호할 수 있는 전용 안전 커버가 부착된 버큠 휠 커버를 개발한다. 버큠 휠커버는 청소기의 노즐에 해당하는 부분으로써 기존의 그라인더 등 동력공구의 보호커버와 함께 집진노즐의 역할을 동시에 수행하는 구조로 설계한다.

그림 5. 집진장치 내부의 카트리지 백필터

V. 결 론

본 연구에서는 산업용 연마머신의 구동원으로 사용되어지는 PMSM 전동기를 이용한 엔코더나 다른 측정장치 없이 센스리스로 속도를 제공하는 구동장치를 장착한 로봇형 연마머신의 구조를 소개하였다. 연마로봇 개발을 통한 기존의 작업보다 한층 더 높은 작업 능률을 확보 할 수 있으며 표면 연마 시 내장된 구동모터의 동력으로 고속회전하며 인버터에 의해 각 작업에 필요한 회전수를 작업자가 임의로 설정하여 (RPM은 2000,4000,6000등 필요한 수치만큼 조절가능) 디스크페파를 통해 금속의 연마작업을 이동하면서 자유롭게 행하며 흡입팬을 통하여 작업시 발생하는 이물질 및 분진은 흡입관을 통하여 필터로 흡입하여 집진하는 구조로 모터 전동방식으로 내부에 집진함으로 연마작업의 효율성을 증대시킬 수 있으며 환경과 작업자의 건강에도 도움을 줄 수 있는 효과가 있다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 지방과학연구단지육성사업 R&D 역량강화지원사업의 연구결과입니다.

참고문헌

[1] "*전동기 구동시스템 설계 및 실습*," 기초전력공학공동연구소, 서울대학교 전력전자연구실, *1995.*

[2] 목형수, "*유도전동기 벡터제어*" 98전력전자학술대회 튜토리얼교재 II-2, *1998.*

[3] Mohammed S Arefeen, "Implementation of a Current Controlled Switched Reluctance Motor Drive Using TMS320F240," *Texas Instruments, SPRA282, September 1998*

[4] Erwan Simon, "Implementation of a Speed Field Oriented Control of 3-phase PMSM Motor using TMS320F240," *Texas Instruments, Application Report SPRA588, 1999*

[5] Stefan Ostund and Michael Brokemper, "Sensorless Rotor-Position Detection from Zero to rated speed for an Integrated PM Synchronous Motor Drive," *IEEE Trans. Ind. Applicat., Vol. 32. No. 5, pp. 1158-1165, Sep/Oct, 1996*

[6] Toshihiko Noguchi, Kanzunori Yamada, Seiji Kondo and Isao, "Initial Rotor Position Estimation Method of sensorless PM Synchronous Motor with No Sensitivity to Armature Resistance", *IEEE Trans. Inst. Electron., Vol. 45. No. 1, pp. 118-125, Feb, 1998*

[7] Mutuwo Tomita, Tomonobu Senjyu, Shinji Doki, Shigeru Okuma, "New Sensorless Control for Brushless DC Motors Using Disturbance Observers and Adaptive Velocity Estimations", *IEEE Trans. Inst. Electron., Vol. 45. No. 2, pp. 274-280, April, 1998*

[8] Silverio Bolognani, Roberto Oboe, and Mauro Zigliotto, " Sensorless Full-Digital PMSM Drive With EKF Estimation of Speed and Rotor Position", *IEEE Trans. Inst. Electron., Vol. 46. No. 1, pp. 184-191, Feb, 1999*