

지능형 가공시스템의 오차 보정에 관한 연구

A Study on the Error Compensation of Artificial Intelligent Process System

공 석 민, 김 영 탁, 문 희 근, 김 관 형, 이 상 배
한국해양대학교, 전자통신공학과 퍼지-뉴로제어 연구실

Fuzzy_Neuro control LAB

Dep. of Electro. & Comm. Eng, Korea Maritime Univ

Email Address : smkong_kr@yahoo.co.kr

Abstract

본 연구는 영상 이미지로 가공물을 획득하는 가공기에서 기계적인 충격이나 그 외의 요인으로 인한 가공기의 좌표공간과 CCD(Charge couple Device)카메라 상의 획득영상과의 좌표의 변화가 생기게 된다. 이에 그러한 변화에 둔감하고 유연한 좌표변환 계수를 제어기가 획득하게 함으로써 시스템의 신뢰성을 향상시키는데 그 목적이 있다. 본 논문은 이러한 좌표왜곡에 대한 수정 파라미터를 퍼지논리에 의해 수정하도록 하고 이를 어류가공기에 적용하여 그 효과가 나오도록 하는데 초점을 두었다.

I. 서론

산업체 전반에서 가공물의 가공에 있어서 자동화가 이루어지고 있는 요즘, 가공하고자 하는 대상체를 인지함에 있어 기존의 데이터 획득 방법 대신 기술의 발달과 수요의 증가 등으로 CCD 카메라로 대상물의 데이터 획득이 늘어나고 있다.

본 연구는 CCD 카메라로 대상체를 획득하여 절단점의 가변성을 유지하는 가공 시스템에서 기계 자체의 공압 커팅의 하강 충격 등으로 영상획득용 CCD 카메라의 진동으로 인한 영상의

획득 데이터로는 하부제어기에 고정된 변환식으로 전송시 생기는 이동위치의 차이를 경험하게 된다. 이에 그러한 변화분에 대해 유연한 적용이 필요하게 된다.

본 논문에선 퍼지 논리를 이용하여 그러한 변화를 CCD 카메라로 인지하여 호스트 컴퓨터에서 하부 모터제어용 마이크로 컨트롤러로 그 변환인자를 산출하여 전송함으로써 좌표의 뒤틀림과 관계없는 기존제어기의 관측성의 확장을 피하고 이에 의한 오차에 보상하도록 하고 이를 실험, 그 결과를 제시하고자 한다.

II. 가공 시스템의 개괄

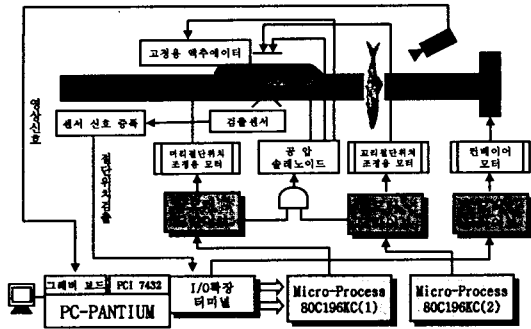


그림 II-1 지능형 가공시스템의 상세도

지능형 가공시스템의 구성 상세도는 그림 II-1과 같다. 가공시스템은 크게 영상을 입력하는 부분과 입력된 영상을 처리하는 호스트 컴퓨터 그리고, 커팅용 칼날 이송 모터 및 그 외 시퀀스 부분을 담당하는 두 개의 마이크로 컨트롤러(80C196KC)로 구성되어 있다. 호스트 컴퓨터는 입력된 영상을 실시간으로 분석하는 일과 기타 입출력 장치를 통해 입력된 정보를 처리하고, 각각의 컨트롤러에게 명령을 지령하는 역할을 한다. 즉, 전체적인 시스템의 관리와 모니터링은 호스트 컴퓨터가 각 이송용 모터의 제어는 마이크로 컨트롤러가 담당하게 된다. 그림 II-2는 공정의 모니터링을 나타낸 그림이다.

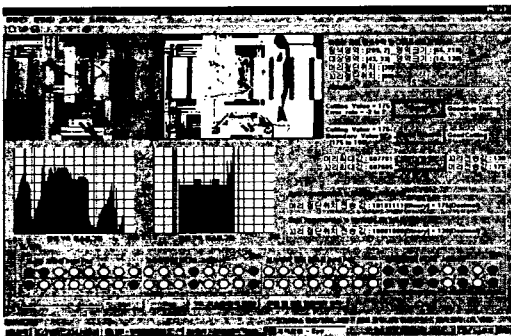


그림 II-2 시스템의 모니터링

III. 제어기에 대한 보상기의 구현 및 실험

영상획득용 카메라가 가공기상에 부착되어 구동되는 관계로 인한 공압 실린더의 하강시 그 진동이 영상획득 좌표의 어긋남을 유발시킬 수밖에 없다. 이에 기존의 제어기에 CCD 카메라로부터의 센싱된 이송된 모터의 위치를 귀환 받아 다음 공정시 기존제어기로의 제어파라미터에 보상값을 가중시켜 전송함으로써 오차를 줄이는데 목적을 두었다.

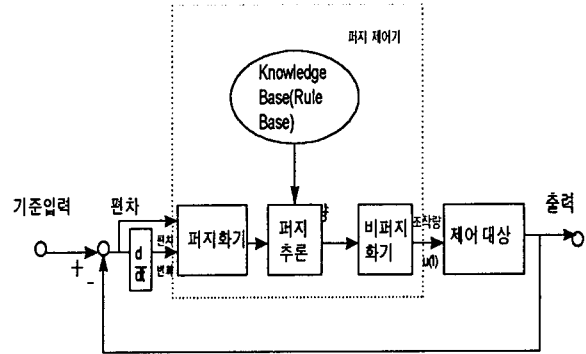


그림 III-1 퍼지 제어 보상기

추가 구성된 보상기는 그림 III-1의 구조이며 제어대상에 대한 조작량은 기존제어기를 거쳐 제어된 이송 모터를 관측한 영상의 좌표로 귀환되어진 오차량으로 퍼지 보상기를 거쳐 다음 공정에 다시금 보정 되어진다.

그림 III-2는 영상영상 과정의 기본모델을 보여준다. 카메라 좌표계(x,y,z)에는 xy평면과 일치하는 영상 평면이 있고 Z축을 따라서 광축(렌즈의 중심에 의해 결정됨)이 있다. 따라서 영상 평면의 중심이 원점이고, 렌즈 중심은 좌표(0, 0, λ)이다. 만일 카메라가 멀리 떨어진 물체와 초점이 맞는 거리에 있다면 λ를 렌즈의 초점거리라고 한다. 여기에서의 가정은 카

메라 좌표계가 실좌표계(X, Y, Z)와 일직선상에 맞춰져 있다는 것이다.

그림 III-2 에서처럼 (X, Y, Z)를 임의의 한 점에 대한 실좌표계라 하자. 얇은꼴 삼각형을 이용하여 다음과 같이 직접 구할 수 있다.

$$x = \frac{\lambda X}{\lambda - Z} \quad (1.1)$$

$$y = \frac{\lambda Y}{\lambda - Z} \quad (1.2)$$

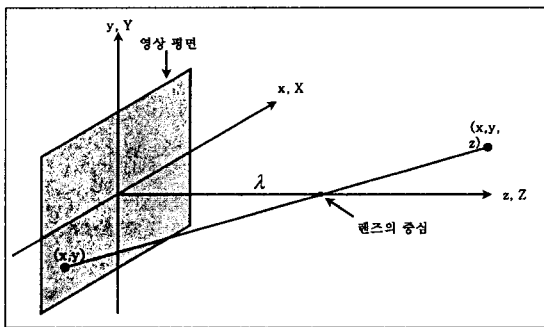


그림 III-2 영상 형성 과정의 기본 모델

이 식들은 Z에 의해 나뉘지므로 비선형이다. 이것은 동차좌표(homogeneous coordinates)를 이용하면 직교좌표(X, Y, Z)를 갖는 한 점의 동차좌표는 (kX, kY, kZ, k) 로 정의할 수 있다. (여기서 k는 0이 아닌 임의의 상수이다.) 이 변환된 동차 좌표를 직교 좌표로 되돌리는 것은 네 번째의 상수로 동차좌표의 처음 세 좌표를 나누면 된다. 직교 실좌표계의 한 점은 다음의 벡터 형태로 표현할 수 있다.

$$w = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

그리고 그것의 대응되는 동차좌표는 다음과 같다.

$$w_h = \begin{bmatrix} kX \\ kY \\ kZ \\ k \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

원근 변환 행렬을 다음과 같이 정의하면

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-1}{\lambda} & 1 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

벡터적 Pw_h 의 결과 벡터를 C_h 로 표기하고,

$$\begin{aligned} C_h &= Pw_h \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-1}{\lambda} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} kX \\ kY \\ kZ \\ k \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} kX \\ kY \\ kZ \\ \frac{-kZ}{\lambda} + k \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2.4)$$

다음의 C의 처음 두 원소는 투사된 점 (X, Y, Z)의 영상평면에서의 (x, y)좌표이다. 역 변환은 영상점을 되돌린다.

$$W_h = P^{-1}C_h \quad (3.1)$$

(여기에서 C_h 는카메라 좌표이다)

C_h 를 아래와 같이 두고

$$c_h = \begin{bmatrix} kx_0 \\ ky_0 \\ kz \\ k \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

식(2.5-25)를 이용하면

$$w_k = \begin{bmatrix} kx_0 \\ ky_0 \\ kz \\ \frac{kz}{\lambda} + k \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

이다.

이를 이용하여 영상으로부터 획득한 좌표들을 적당히 조작해 원하는 조작량과 실제 이송후의 좌표를 비교하여 E(Error)와 ΔE로 다음과 같은 퍼지제어 규칙표를 구성하였고 룰에 대한 표현은 그림 III-3과 같다.

$\Delta E-E$	NB	NM	NZ	PM	PB
NB	NB	NB	NZ	PB	PM
NM	NB	BM	NZ	PM	PM
NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
PM	NM	NM	NZ	PM	PB
PB	NM	NB	NZ	PB	PB

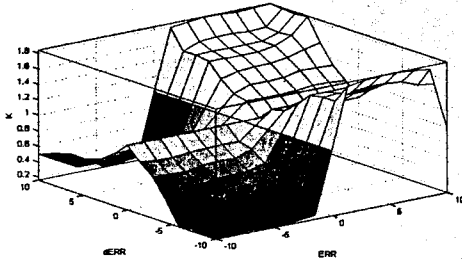


그림 III-3 를 표현 그래프

임의의 바라는 좌표를 스케일링해 1로 표현했을 때 최종 제어출력이 추종하는 것을 그림 III-4로 나타냈고 x축은 동작의 회수를 나타낸다. 그리고, 그림 III-5는 가공시스템의 실제 모습이다.

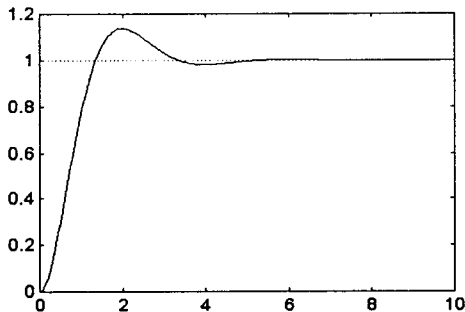


그림 III-4 최종제어단의 출력 추종 파형

IV. 결론

본 연구에선 영상측과 플랜트의 좌표측이 동일하다는 것과 진동시 각도(회전)를 가지지 않고 좌표의 왜곡이 생긴다는 가정으로 출발했다. 비록, 이 보상기의 이득으로 어느정도의 보상이 가능하지만 많은 시스템 상에서의 충격

에 의한 진동은 그 영향을 받는 모듈에 두 축상의 회전이라는 왜곡 요인을 주게된다. 이에 그러한 모든 것을 감안한 실좌표계에서 투사된 CCD 카메라의 영상의 보상을 생각하지 않으면 안될 것으로 본다.

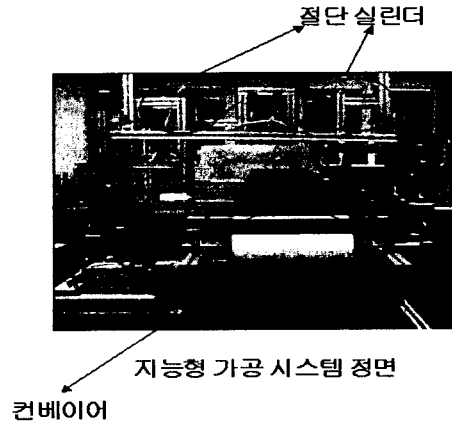


그림 III-5 어류 가공 시스템

참고 문헌

- [1] Lefteri H. Tsoukalas and Robert E. Uhrig. *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, John Wiley & Sons Inc., 1992.
- [2] C.W. de Silva, *Control Sensors and Actuators*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989
- [3] J.-S.R Jang, C.-T.Sun, E.Mizutani, "Neuro-Fuzzy and Soft Computing", Prentice Hall International Editions, pp. 13-91, 1997
- [4] 테라노 토시로우, 實用 ファジィ制御技術, 電子情報通信學會, 1991
- [5] Gonzalez, Woods, " Digital Image Processing ", 그린, 1998