

메카트로닉스의 基礎知識(5)

Ⅳ. 센서의 種類와 選定方法

이 연재 중 메카트로닉스의 기초지식도 이번으로 종료된다. 메카트로닉스의 基本要素인 C(컨트롤러) A(액츄에이터) 및 S(센서)로 기초지식의 설명을 했다.

1. 센서와 그 種類

(1) 센서란

「檢出量(sensor)란 量(物理量, 化學量등)을 計器 또는 傳送器(다른 信號 또는 信號의 크기를 變換하는 기능을 가진 器具)에 전달하는 信號로 변환하는 器具이다」고 정의하고 있다.

센서와 비슷한 用語로 트랜스듀서(變換器)가 있는데 이것은 에너지變換, 즉 量의 變換을 목적으로 한 器具(素子を 포함. 이하 같음)를 말하며 變換效率이 문제가 된다. 이에 대하여 센서는 信號變換, 즉, 質의 변환을 목적으로 한 器具이며 變換의 충실성이 문제가 된다.

센서는 「人工感覺器管」이라고도 하며 컴퓨터를 중심으로 한 컨트롤러를 「인공두뇌」, 또한 액츄에이터를 「인공근육」이라고 하는 것과 對比할 수 있다. 人間の 5感은 視覺, 聽覺, 觸覺, 嗅覺 및 味覺인데 人間은 이들 外界의 情報을 5官(눈, 귀, 피부, 코 및 혀)으로 캐치하여 神經細胞를 경유하여 大腦에 전달하여 여기서 비로소 사물의 形狀 소리 냄새 맛 등을 인식하고 있다.

情報量을 電氣信號로 변환하는 檢出部를 「狹義의

센서」라 하면 「廣義의 센서」로서는 「集積化센서」와 「知能센서(또는 인텔리젼트센서)」가 있다. 集積化센서란 情報量을 演算處理하는 부분도 同一素子내에 形成한 센서를 말한다. 또한 知能센서란 集積化센서보다도 情報處理能力을 높이기 위해 컴퓨터와 결합한 센서를 말하며 마이크로컴퓨터와 내장 센서가 중심이다.

지금까지 설명한 센서는 電子를 취급하는 物理的 센서와 이온 또는 分子를 취급하는 化學的 센서이며 工學的 센서로 총칭된다. 이에 대하여 生體의 일부를 이용한 바이오센서(生物的 센서)가 있는데 高感度 化學的 센서로서 이용되게 되었다. 바이오센서에는 酵素센서, 微生物센서, 免疫센서 등이 있으며 또한 生物 그 자체를 센서로서 사용하는 것도 추진되고 있다.

(2) FA用 센서와 그 種類

機械加工을 중심으로 한 FA(工場自動化技術 또는 自動化工場技術)에서 사용되고 있는 메카트로닉스機器, 즉 FA機器는 마이크로컴퓨터 등을 내장한 컨트롤러, 컨트롤러에서의 制御信號에 따라 機器本體(機構部)를 기계적으로 조작하는 액츄에이터 및 센서를 주요 구성요소로 하고 있다는 것은 前述한 바와 같다.

FA機器는 미리 정해진 作用을 人間の 도움을 빌리지 않고 정확히 自動制御하기 때문에 원칙적으로 피드백機能을 가지고 있다. 피드백機能을 달성하기 위해서는 機器의 出力 또는 상태를 檢出하는 것이

전제가 되며 이 중요한 檢出의 역할을 담당하는 것이 센서이다. FA用 센서를 표1에, 또한 FA用 센서에 요구되는 성능을 표2에 들었다.

(3) NC工作機械用 센서와 그 種類

作業者が 工作機械에 의하여 切削加工을 하고 있을 때 作業者は 工作機械의 운전과 切削의 상태를 주로 눈과 귀로 檢査하여 機械를 조작하고 있는 손의 움직임을 수정하고 있다. 이 작업을 自動化하여 NC化하기 위해서는 人間の 눈이나 귀를 대신하는 機能을 실행하는 센서가 필요하다.

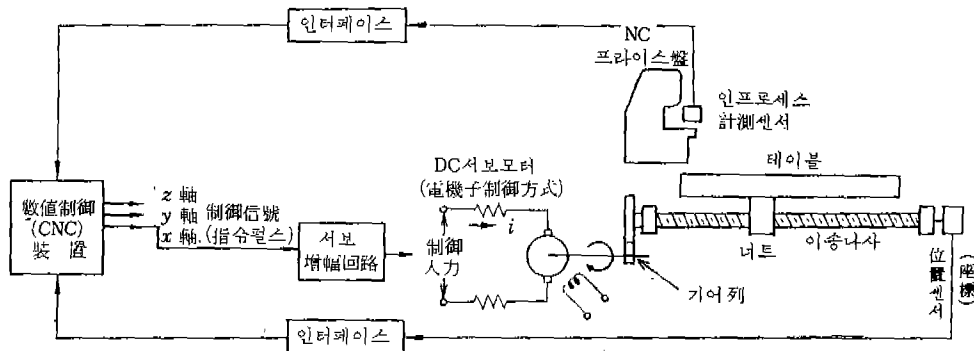
NC프라이스盤이나 머시닝센터 등의 NC工作機械에서는 工作物(테이블, NC旋盤의 경우에는 工具 이하 같은)의 加工中の 位置決定을 그림1과 같이 NC테이블 또는 制御盤上的 키보드에서 指令된 工作物位置와 工作物을 부착한 테이블에 설치되어 있는 位置센서(座標해독용)에 해당된 工作物位置와의 차이를 檢出하여 그것을 0로 하도록 다음의 이송을 補正하는 피드백(開루프) 制御方式을 채택하고 있다.

〈표-2〉 FA用 센서에 要求되는 性能

正確性	適應性	信賴性	經濟性
感度·分解能	크기(輕薄,小)	安定性	저렴
直線性·再現性	測定範圍	제일세이프	入手容易
精確度·確度	操作性	耐環境性	保守容易
高速應答性	安全性	耐雜音性	校正容易
高 S N 比	他機器와의 結合性	長壽命	低消費電力

〈표-1〉 FA用 센서의 種類(檢出對象別)

번호	檢出對象	구분	번호	檢出對象	구분		
1	物体의 有無	音響	31	음파	光		
2	두께·길이		32	騒音		61	光度
3	位置		33	기타		62	色
4	變位	周波數	34	周波數	63	紫外線	
5	距離		35	周期	64	可視光	
6	일그러짐		36	波長	65	赤外線	
7	레벨		37	位相	66	X線	
8	角度	기타	38	기타	67	光束	
9	速度		電	39	電流	68	기타
10	加速度			40	電壓	放射線	69
11	回轉角	41		電界·電位	70		照相線量
12	回轉速度	42	電力	71	線量率		
13	質量	氣	43	電荷	72	불꽃	
14	計數		44	抵抗	73	기타	
15	重量·重力		45	容量	濕度	74	濕度
16	力	46	인덕턴스	75		水分	
17	圧力	47	移動度	76		기타	
18	眞空度	磁	48	마이크로波	化學	77	純度
19	모멘트 토크		49	이온濃度		78	이온濃度
20	流速		50	磁束		79	成分·組成
21	流量	氣	51	磁界	80	pH	
22	水深·水壓		52	透磁率	81	粘度	
23	振動		53	磁力	82	粒度	
24	衝擊	溫	54	기타	83	密度·比重	
25	表面粗거칠음		55	溫度	84	濁度	
26	損傷·欠陷		56	熱力	85	냄새	
27	形狀	度	57	比熱	86	濃度	
28	누설		58	熱傳導度	87	연기	
29	기타		59	기타	88	가스	
30	音壓		60	照度	89	기타	



(注) 머시닝센터의 경우에는 이그림과 같이 工作物을 부착하는 테이블의 이동기구인데 NC선반인 경우에는 工具 이송기구가 된다.

〈그림-1〉 NC 프라이스盤의 構成

前述한 位置센서로서는 일반적으로 디지털스케일이 사용되고 있으며 최소해독치 5 μ m(5/1000mm) 이하의 것이 있으며 이들 디지털스케일에는 상당한 熱과 진동 등의 外亂이나 切削液이나 切削부스러기의 飛散을 받는 환경에서의 사용에 대한 신뢰성이 요구된다.

다른 誤差가 없으면 前述의 경우 디지털스케일의 精度로 工作을 할 수 있는데 工作中에는 工具의 마모 및 破損, 工具와 工作物의 熱的 및 기계적 변형이나 熱膨脹, 공작기계 本體의 熱的 및 기계적 변형이나 熱膨脹, 기타에 의한 誤差가 발생한다.

NC工作機械의 加工精度를 向上시키기 위해서는 工作物 그 자체의 치수, 形狀등을 측정하여 工作物 位置(NC旋盤의 경우에는 工具位置)의 適應制御를 해야 된다. 適應制御를 위한 計測의 종류를 표 3에 들었다.

(표-3) NC 工作機械適應制御를 위한 計測의 종류

인프로세스計測	工作物의 치수, 形狀 등을 加工中에 計測하여 工作物位置(선반의 경우에는 工具位置)를 측각 보정하기 때문에 計測檢出信號를 피드백하여 이송기구를 制御한다.
인프로세스計測 (비트윈프로세스 스라고도 한다)	荒削을 끝낸 工作物을 기계에 부착한 상태로 計測하여 그 데이터를 다듬질加工時의 工作物位置(선반의 경우에는 工具位置)의 補正值로서 피드백한다.
포스트프로세스 計測	加工이 完了된 工作物을 기계에서 이탈시켜 計測하여 그 데이터를 다음 工作物 加工時의 工作物位置(선반인 경우에는 工具位置)의 補正值로서 피드백한다.

인프로세스計測은 研削加工의 경우에는 몇가지의 방법이 實用化되어 加工精度와 生産性的의 向上을 위해 효과를 발휘하고 있다. 그러나 切削加工의 경우에는 切削부스러기가 센서에 얽혀 붙어 측정을 방해한다는 것, 加工 직후의 工作物의 面이 거칠고 또한 高速으로 回轉하고 있다는 것, 센서를 부착하기 위한 적당한 스케이스가 적다는 것 등의 여러 가지 문제의 해결이 지연되고 있으며 實用段階에는 도달하지 못하고 있다. 그러나 空氣 마이크로미터, 레이저光 등을 이용한 非接觸이고 또한 旋削에 적합한 인프로세스計測法의 개발이 추진되고 있으며 旋削

加工의 生産性 向上을 위해 하루빨리 實用化가 요망된다.

인프로세스計測으로서의 머시닝센터의 工具매거진 또는 NC施盤의 工具터릿에 터치센서를 부착하여 荒削프로세스와 다듬질加工프로세스 사이에서 1프로세스로서 計測을 하고있는 예가 있다. 이 예에서는 테이블指寸으로 터치센서가 測定部에 터치되어 터치信號를 發하면 그때의 座標를 테이블 또는 刃物台의 座標센서에서 해독하여 NC裝置에 전송되어 다듬질加工時에 補正을 하고 있다. 이 터치센서는 3次元測定機의 터치센서와 거의 같은 機能을 가지고 있는데 머시닝 센터의 경우에는 工具 매거진에 부착하므로 無線式으로 한다.

NC工作機械의 연속자동운전에서의 두가지 문제 중의 첫째가 前述한 加工精度의 문제이고 둘째 문제가 加工中の 工具損傷의 豫知이다. 工具의 손상은 마모와 결손으로 대별된다. 이는 加工精度와 生産性を 좌우하는 중대한 監視項目인데 최근에는 工具 切削刃의 결손이 특히 중요한 문제로 되어 이의 인프로세스檢出 및 豫知技術의 조속한 확립이 강력히 요망되고 있다.

2. 位置, 變位센서의 選定方法

FA用 센서는 前述한 바와 같이 매우 많으므로 여기서는 機械시스템 중에서 많이 사용되고 있는 位置, 變位센서 중에서 대표적인 것을 다음에 설명하기로 한다.

(1) 디지털스케일의 選定方法

數mm에서 數m의 變位, 數cm에서 數十m의 길이, 數 μ m새 김의 座標등의 檢出, 計測을 위해 디지털스케일(리니어엔코더라고도 한다)은 많이 사용되며 가격의 저하에 따라 汎用化되어가고 있다. 單位 變位(피치)마다 電氣信號를 얻어 이것을 積算함으로써 變位の 절대길이를 디지털적으로 檢出할 수 있다.

디지털스케일의 종류를 표 4에 들었는데 電磁誘導式, 磁氣式 및 光學式的 순서로 개발되었다. 어느 방식의 경우에도 計測하려고 하는 장소에 소요 길이의 基準스케일(메인스케일 또는 단지 스케일이라고도 한다)을 고정시키고 이에 따라 슬라이드하는 바니어스케일(인덱스스케일 또는 슬라이더라고도 한다)이 있으며 이 基準스케일과 바니어스케일

〈표 - 4〉 디지털스케일의 종류

메이커名	商品名	스케일 피치	최소해독단위 (分解能)	測定範圍	測定方式	備考
소그마그네 스케일	마그네스케일	0.2mm	1~10 μ m	최대 30m (스케일 1개당) 실용레 50m 이상 (리본다이프)	磁氣式	비교적 저렴
	디지털러		0.05~0.1mm		磁氣式	
東京精密	디지털스케일		1~5 μ m	100~1,550mm	光學式	5 μ m用測定範圍 1,850~3,250mm形 高精度測定器
	미니막스		0.1 μ m	0~50mm	光學式	
日本光學工業	포지션스케일	8 μ m	1~5 μ m	100~1000mm	光學式	
	디지마이프로		1 μ m	0~50mm	光學式	
三豊製作所	리니어스케일	20 μ m	1~5 μ m	100~6000mm	光學式	
三菱重工業	인덕트신	2mm	2 μ m	300~1500mm	電磁誘導式	耐환경성이 비교적 크다.

의 相對變位에 의한 電磁誘導, 또는 빛의 明暗을 電氣信號(正弦波 또는 이에 상당하는 것)로서 얻는데 이 電氣信號의 1波長分을 內插 分割함으로써 分解能을 올리고 있다. 光學式의 예에서 바니어스케일과 受光素子を 固定시켜놓고 스펴들에 부착한 基準스케일을 이동시켜 計測하는 방식의 것도 있다.

디지털스케일은 각종 공작기계의 位置決定用 센서로서 사용되고 발전해왔는데 최근에는 加工된 機械部品の 치수計測에도 많이 사용되고 있다. 또한 NC裝置나 自動測定機 또는 컴퓨터端末機의 位置檢出센서로서도 사용되어 FA用的 중요한 센서로 되고 있다.

표 4에 있는 磁氣式, 光器式 및 電磁誘導式의 어느 방식도 個人差가 없는 精確, 신속한 檢출을 할 수 있는데 다음에 선정의 포인트를 든다.

① 磁氣式은 원리적으로 外部磁界의 영향을 용이하게 받으므로 裸線狀態의 動力線이나 電磁線 등의 磁束發生源에 近接하여 설치할 경우에는 銅板케이스 등에 의한 실드가 필요하다. 그러나 다른 방식에서는 만들 수 없는 長尺物이 필요한 경우에는 磁氣式이 獨舞臺가 되며 분진이나 切削油 등이 비산하는 나쁜 환경에도 비교적 강하다.

② 光學式은 外部磁界의 영향은 전혀 받지 않는데 분진, 切削油, 汚水 등의 영향은 용이하게 받으므로 밀폐된 케이스에 수납해야 된다. 진동이나 충격에의 대책도 필요하며 특히 後者의 영향을 많이 받으므로 유의한다.

③ 電磁誘導式은 다른 두 방식에 비하여 耐環境

性은 큰데 구조적으로 低價格化에는 難點이 있다.

(2) 變位센서의 選定方法

표 5에 變位센서의 종류를 들었는데 다음에 各變位센서의 개요와 選定の 포인트를 든다.

① 差動變壓器(差動トランス라고도 한다)

一定電壓에서 勵磁되는 1次코일, 被檢出物体와 연동하여 움직이는 可動鐵心 및 2次코일로 構成된다. 2次코일에 발생하는 超電力에 의하여 變位를 檢출한다.

差動變壓器의 특징은 기계적으로 간단하다는 것이며 鐵心の 可動範圍를 적당히 설계함으로써 檢出範圍가 數 μ m에서 數百mm까지의 것을 제작할 수 있다. 한편 欠點으로서의 鐵心の 移動과 연동하여 變位를 檢출하는 방식이므로 振動이 심한 장소에는 적합하지 않다.

〈표 - 5〉 變位센서의 종류

直線變位센서	디지털스케일(리니어엔코더라고도 한다. 표 4 참조)
	인덕트스變化形 變位센서(差動變壓器 등)
	直線變位形 精密포텐서미터(接觸形 및 非接觸形)
回轉變位센서	精密포텐서미터(單回轉形 및 多回轉形)
	싱크로電機 및 레졸버(아날로그形으로 耐노이즈성이 크다)
	로터리엔코더 (샤프트엔코더라고도 한다)
	펄스제너레이터(로터리엔코더보다 低分解能)

② 直線變位形 精密포텐서미터

포텐서미터는 低抗体的 兩端子에 電壓을 加하여 그 低抗体 위를 被測定物과 연락한 브러시 또는 그와 等價의 것(半導體素子에 의한 無接觸式)으로 變位에 對應하는 電壓을 얻는 장치를 말하며 直線變位計測用 외에 回轉變位計測用(回轉形)이 있으며 出力은 아날로그量인데 비교적 價格이 저렴하다.

③ 精密포텐서미터(回轉形)

포텐서미터 중에서 특히 高分解能, 高精度의 성능을 가지고 있으며 精密計測器, 電子應用機器, 自動制御機器 등에 사용되는 것은 精密포텐서 미터라고 한다.

精密포텐서미터는 機械的 人力에 대하여 電氣的 出力을 비교적 크게 얻을 수 있다는 것, 비교적 나쁜 환경조건하에서도 정확하고 안전한 性能을 유지할 수 있다는 것, 長壽命이라는 것 淸급도 간편하다는 것. 또한 價格도 比較적 싸다는 것 등의 우수한 특징을 가지고 있어 變位 이외에도 많은 용도에 사용되고 있다.

回轉變位 檢出用의 回轉形에는 單回轉形과 多回轉形이 있다. 다음에 抵抗素子의 종류에 따라 捲線形(抵抗線의 電流容量이 比較적 크다), 皮膜形(導電性플라스틱形) 및 하이브리드形(捲線과 皮膜의 複合形)으로 구성되는 接觸形 및 半導體素子에 의하

여 구성되는 非接觸形으로 분류되며 용도에 따라 區分 사용한다.

④ 싱크로電機 및 레졸버

싱크로電機도 레졸버도 모두 유사한 구조의 回轉電機이며 1次 및 2次코일間的 電磁誘導現象을 이용한 아날로그形의 回轉變位센서이다. 耐 噪音特性이 우수하고 電動機 등의 電力負荷에 인접한 장소에서도 사용이 가능하다.

⑤ 로터리엔코더

샤프트엔코더라고도 하는데 回轉變位를 직접 디지탈信號로 출력하는 센서이며 價格이 저렴한 接觸形(接點式, 브러시附라고도 한다)과 요즘 개발된 信賴性이 높은 非接觸形(無接點式, 브러시리스 등으로 호칭되기도 한다)이 있다.

接觸形 로터리엔코더는 被檢出物과 연동하여 움직이는 円板上的 符號板과 符號板이 接觸하는 브러시로 구성된다. 符號板은 電氣的 導通패턴을 프린트한 絶線物製 円板이며 接觸하는 브러시를 통하여 被測定物의 變位를 직접 符號化(디지탈化)한 信號를 出力한다.

최근의 電磁式의 발달에 의하여 로터리엔코더의 符號板의 역할을 電子回路化하여 円板上에는 단지 光通過用 슬리트를 설치하든지 또는 磁石을 부착하는 것만으로 円板의 回轉을 光學式 또는 磁氣式으로 해독하는 形式으로 이행이 되고 있다.

*

〈새製品〉 — 英國 —

안전한 電氣接續장치

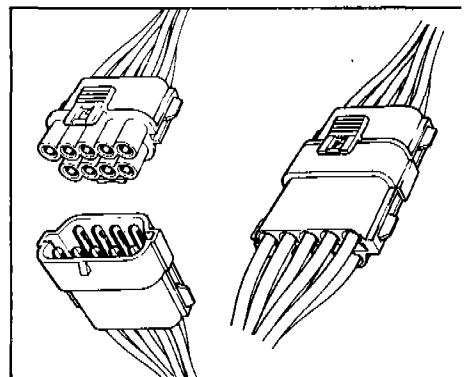
SECURE ELECTRICAL CONNECTORS

●메이커: Rists Ltd, Lower Milehouse Lane, Newcastle, Staffordshire ST5 9BT.

자동차의 전선연결시스템에 활용되는 기존의 多線접속장치에서는 端子에 케 이블접속장치와 적합한 홈을 형성시키고 이것을 주조플라스틱하우징에 삽입함으로써 결합핀의 스프링결쇠에 의해 소켓과 단자가 고정된 접속상태를 유지하도록 되어 있다. 그러나 이 경우에는 스프링결쇠가 손상되면 핀이나 소켓이 빠져나오게 됨으로써 適當한 위치 에 고정되지 않아 케이블의 접속이 이뤄지지 않는 경우가 많다. 그러나 최근 리스트(Rists)社에 의해 개발된 TTS

접속장치는 이같은 문제점을 매우 간단하고 효율적으로 해결해 준다.

TTS접속장치는 각 단자핀과 소켓에 스프링결쇠 이외에도 2차 결쇠시스템을 부착하고 있다. 일단 모든 단자가 접속장치 내로 삽입되면 支持棒 부분이 홈 안으로 밀려 들어가 핀과 소켓의 돌출부분끼리 결합되도록 함으로써 견고한 접속이 유지되도록 하는 것이다. 접속이 이루어진 다음에는 어떠한 경우에도 端자가 움직이지 않고 고정된다. 특히 이 접속장치에서는 단자



가 정확하게 삽입되지 않으면 支持棒이 홈 안으로 밀려 들어가지 않으므로 완벽한 접속을 유지할 수 있다.