

電氣技術者를 위한

産業用 로봇 技術

(4)

차. 特性의 表示

종래, 메이커는 産業用 로봇의 特性을 표시하는데 있어서 개별적으로 基準을 설정하고 있었다. 따라서 同一한 表現의 項目이면서 그 意味가 다르며, 단순히 數字를 비교하는 것은 무의미했었다. 당연히 카탈로그나 技術資料를 보는 것만으로는 수요자가 이해할 수가 없다. 이에 대처하기 위해 일본에서는 特性表示基準이 設定되었는데, 여기에 그 내용의 개략을 소개하기로 한다.

〔特性表示基準〕

〔1〕 一般

(1) 分類 대략을 이해할 수 있도록, 다른 항목과는 독립해서 JIS 또는 (社)日本産業用 로봇工業會用語基準에 따라서 설정한다. 따라서 다른 표시와는 따로 독립한 항목으로 하여 한눈에 어떠한 것인지를 이해할 수 있게 서두에 표시하는 것이 좋다. ① 입력정보·數示에 따른

분류 ② 順序情報에 따른 분류 ③ 動作形態에 따른 분류 ④ 自由度에 따른 분류 ⑤ 可搬重量과 作動領域에 따른 분류 ⑥ 구동기구 ⑦ 제어방법 ⑧ 동력원 ⑨ 기타 필요하다고 인정되는 사항

(2) 形式 어떤 형식으로 무슨 목적으로 설계 제작되었는지를 표시한다. 구체적으로는 메이커에서 呼稱하는 형식이나 주된 사용목적, 특징을 기재한다.

例: 형 식 JIRABOT T

사용목적 범용이지만 塗裝에 특히 적합하다.

특 징 모듈 구조

(3) 外觀·外形·치수 형태·치수가 쉽게 이해되는 형태로 圖示한다(정면도, 측면도, 평면도, 斜視圖 등). 또 각부에 대표 치수를 기입하고 설치면과 기기의 수평면·작업기준면(일반적으로 大地)의 關係를 명시한다.

(4) 總량 총중량을 표시한다. 몇 개의 부분으로 구성되고 있는 것은 각각에 대해서도 표시한다. 作動油 등은 가득 찬 상태에서의 값으로 한

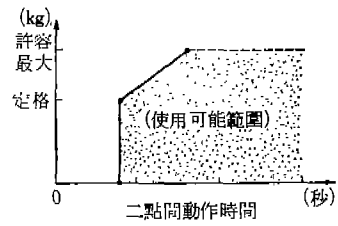
다. 荷重이 집중하는 부분이 있는 경우는 그 뜻을 표시한다. 설치 바닥면에 가해지는 하중이 쉽게 이해될 것.

(5) 自由度 동작의 자유도 수를 표시한다. 또 그 중에서 동시에 制御 可能한 것의 數를 표시한다. 여러 팔을 가지는 것이나 워크의 자세를 제어하기 위한 포지션 등을 가지는 것 등은 각각 따로 표시한다. 自由度 算定의 기초는 아직 명확히 設定되어 있지 않다.

(6) 각 동작 자유도의 범위와 동작속도의 범위
基本動作은 시스템 레이아웃 設計 시에 필요해지는 기초 데이터를 파악하기 위한 것이고 圖記號에 입각해서 圖示하고 수치도 표시한다. 레일 위를 走行하는 것은 당연히 레일에 관한 記號이 필요하다. 자유 평면 위를 走行하는 것은 그 뜻을 이해할 수 있는 형태로 記述한다. 動作速度의 범위는 각 動作軸의 속도에 대해 파악하기 위한 것이지, 작업시간의 見積에 사용하는 것은 아니다. 속도라는 개념은 대단히 애매한 것이다. 그래서 「2點間 動作時間」등의 개념이 있다. 사용 가능한 속도범위를 표시하기로 하고 최대값과 최소값의 양쪽 表現이 필요하지만 실제로는 최소값의 表現은 곤란하고 당면 表示는 의무화되지 않는다.

단독으로 하나의 軸을 저속으로 움직이는 경우와 여러 축을 저속으로 움직이는 경우는 최저가능값이 다르다.

(7) 定格 可搬重量 搬送能力을 표시한다. 특성을 모두 보증하고 負荷로서 가할 수 있는 物体의 최대 중량을 정격 可搬重量으로 하여 重量 또는 모멘트의 형태로 표시한다. 또 特性의 모든 것을 보증하는 것은 아니지만 어떤 특성만을 만족시킬 수 있는 형태로 負荷로서 더할 수 있는 物体의 최대 중량을 許容 最大重量으로 하고 중량 또는 모멘트의 형태로 표시한다. 이 경우 그 관련특성과의 상호관계를 명시한다. 이 경우 주의해야 할 것은 손부의 중량도 포함해서 表示하고 손목보다 앞에 부가되는 것 모두가 이 表示의 대상이 되는 일이 있다. 손은 개개 事情에



〈그림 1〉 位置再確精密度 0.2mm 保證

따라서 설계되는 일이 많기 때문이다. 또 필요에 따라서 손목에 허용되는 토크 또는 가속도도 함께 表示한다. 예를 들면 그림 1처럼 表示된다. 가로 축에는 각종 패러미터가 표시된다.

〔Ⅱ〕 설 치

(1) 占有領域 그림을 기초로 영역에 관한 事項(설치 바닥면적 또는 장착대상기계의 상호 관련, 점유영역, 위험영역, 보수영역 등)을 표시한다.

(2) 설치(조립 포함) 설치(모듈 구조의 것은 조립) 시에 필요한 주의사항의 表示로서 어떠한 기초 위에 어떠한 方法으로 설치하는가를 표시한다. 또 허용되는 설치자세를 기본 수평면을 기준으로 표시한다. 모듈 구조의 것은 結合方法을 表示한다. 또 여러 부분으로 분리해서 설치하는 것은 連結部에 대한 주의도 表示한다.

(3) 許容環境條件 사용할 수 있는 환경조건의 表示이다. 특성포시를 위한 데이터를 얻기 위한 표준측정조건의 表示가 먼저 필요해진다. 다음에 機能이 表示대로 발휘되는 동작환경의 범위도 표시되어야 한다. 이 조건에서 벗어나는 경우의 特性 劣化도 표시되어야 한다.

〔Ⅲ〕 制御方式·各種 機能

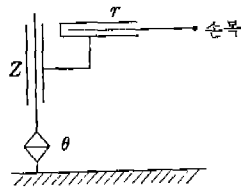
(1) 動力源 준비해야 할 供給動力과 내부에서의 구동상태를 알 수 있게 표시한다. 구체적으로는 動力의 種類(전기, 공기압, 유압 등), 크기, 量, 質을 외부에서 供給해야 하는 것과 내부에서 發生하는 것으로 구분해서 表示한다. 作動

例:

θ 軸 油壓실린더 랙 피니온에 의한 回轉動作 100mm가 180°에 對應한다.

r 軸 油壓 실린더 直接驅動 스트로크 1000mm

Z 軸 油壓 실린더 랙 피니온 V 벨트 슬라이드 機構. 500mm의 上下機構.



(그림 2)

油 등, 動力源 媒体를 필요로 하는 것은 그 量과 質을 용도와 함께 표시한다.

供給 動力源의 변동 등에 의해 영향받는 특성은 이 項目 이외에 각 대응항목도 기재한다.

(2) 驅動機構 可動部를 동작시키기 위한 구성을 표시한다. 運動構造機構의 개요를 표시함과 동시에 액츄에이터를 포함하는 구동기구의 특성을 표시한다. 그림 2는 그림기호에 입각한 표시례이다.

워크의 자세를 산업용 로봇 본체측에서 적극적으로 制御하는 것은 그 機構에 대해서도 함께 表示한다.

또 각 축이 메커니컬 링크 機構 등 기계적인 同期로 구동되는 것은 타이밍 線圖 등에 의해 각 축의 동작 이외에 당해 산업용 로봇이 하는 作動內容, 對象機械가 하는 作業내용을 명시한다.

(3) 位置決定·經路決定의 方法 위치결정과 경로결정 방식의 파악을 위한 表示로서 어떠한 方法을 채용하고 있는가를 表示한다. 또 全作動領域 중 위치결정 가능한 점을 표시한다(이것은 I-(6) 각 동작 자유도의 범위와 동작속도 범위의 項과 함께 표시해도 된다).

예: 위치결정방법→접촉정지. 스톱퍼의 위치는 손스트로크 중 임의의 위치로 변경 가능. 따라서 각 축의 끝 점에만 위치결정이 가능하다.

예: 위치결정방법→電-油 애널로그 위치 서보 機構. 속도 補償불이. 全作動領域 중 임의의 위치에서 위치결정이 가능.

(4) 制御機構 制御方式의 이해를 위한 表示이다. (註) 이 項에서는 주로 機器構成을 표시한다.

(註) 이 項에 관련되는 項目은 종합해서 표시해도 된다.

① 동작순서의 제어 ② 위치결정의 제어 ③ 기타 制御의 하나하나에 대해 制御系를 구성하는 機器와 그 내용(프로그램 容量 등)을 표시한다.

(5) 動作의 表示法 이 항에서는 動作設定方法과 프로그램의 方法을 표시한다. 구체적으로는 ① 동작순서의 設定法 ② 위치정보의 設定法 ③ 速度情報의 設定法 ④ 記憶手段과 記憶方法 ⑤ 記憶容量 ⑥ 분할할 수 있는 收納 프로그램數 등을 표시한다.

(6) 外界計測機能 당해 산업용 로봇 내부의 상태를 알기 위한 機能으로서 제어를 진행하는데 있어서 필요하게 된다. 팔의 위치나 손의 상태 등을 알기 위한 機能 등이 구체적 대상이다.

(7) 制御情報 交換機能 당해 産業用 로봇 본체와 외부장치와의 相互關連의 파악과 시스템 디자인을 위한 자료의 표시이다. 반드시 "産業用 로봇이 주장치이고 주변기구나 작업대상장치가 從이다"라고는 할 수 없고 産業用 로봇이 從機인 경우도 대단히 많다는 것에 주의해야 한다. 具體的 내용으로는 外部에서 도입하고 또 外部로 보내는 이른바 制御信號·同期信號·인터록 등 신호의 모든 것에 대해 그 形式·質을 표시한다. 우선순위의 區別을 할 수 있는 것은 그것을 레벨別로 區分해서 표시한다.

(註) 用語에는 이 항목에 對應하는 것이 없다.

外界 計測機能의 극히 일부가 포함된다.

(8) 認識機能(外界計測機能 포함) (註) 작업대상과 작업환경에 대해 당해 산업용 로봇이 알 수 있는 機能에 대해 표시한다.

(註) 用語에서 정의되어 있는 外界計測 機能의 대부분과 認識機能이 포함된다. 현재, 인식기능의 구성에 대해 충분한 개념이 정립되어

있지 못하는 상태이므로 情勢의 진전에 따라서 이 항목의 내용은 정의된다.

(9) 診斷機能 자체 상태의 전부 또는 일부가 正常인가 아닌가의 判斷機能에 관한 表示이다. 異常檢出의 機能, 數, 種類 중 유저에게 필요하다고 생각되는 것을 표시한다.

(10) 物体握把機能 손은 대상물체에 따라서 設計되는 경우가 많고 標準化하는 것은 어렵다. 표준화된 것은 이 기준의 각 항목에 따라서 표시할 수 있지만 개개로 설계되는 것은 그 構成을 구체적으로 그림과 함께 기술한다.

다음에 표시하는 각 항목의 일부 또는 전부에 대해 記述한다.

- (a) 動作速度
 - 손가락 개폐
 - 손 목
 - 상하
 - 좌우
 - 회전
- (b) 動作範圍
 - 손가락 개폐 : 위치결정의可能點에 대해 附記할 것.
 - 손 목
 - 上下 : 위와 같다
 - 左右 : "
 - 回轉 : "

(c) 把持上の 制限條件 (d) 感覺機能 (e) 正味可搬重量 (f) 핸드部중량 (g) 自由度 (h) 손가락 개수 (i) 作業對象 (j) 把持의 형태(붙잡기, 쥐기, 집기, 吸着, 磁氣 등) (k) 動力源 또 손의 機能에는 把持뿐 아니라 손목 위치를 기초로 姿勢決定의 機能을 갖게 하는 것이 보통이고 위의 記述에서는 이 事情을 이해할 수 있도록 설명해야 한다. 熔接 토치나 塗裝 건 등 道具가 붙은 손에 대해서는 그 기능을 설명한다.

[IV] 特性

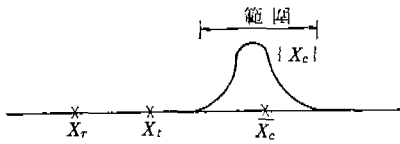
(1) 位置設定 精密度 · 經路設定 精密度 현재, 定量的 表示는 곤란하다고 생각되므로 이 항목에 관한 표시는 생략해도 된다. 어느 정도 정확하게 敎示할 수 있는가 그리고 어느 정도 상

세히 敎示하면 意義가 있는가 하는 것이다. 위치설정 정밀도는 PTP 제어의 경우에 표시된다. 희망 작업위치 X_r 에 대해 실제로 교시된 위치가 X_r 라면 $(X_r - X_r)$ 가 敎示시 생기는 오차이다. 이때의 敎示란 광의로 해석해서 理想的인 作業點에 대해 구체적 作業點으로서 당해 산업용 로봇에 위치정보로 주는 것을 지시한다. 플레이 백 로봇에 대한 것은 물론, 메커니컬 스톱퍼의 위치를 설정하는 것이나 리밋 스위치의 도그 위치를 調整하는 것도 포함된다. 數值制御 로봇에서는 부여되는 수치와 作業空間 중의 點과의 對應을 표시하게 된다.

경로설정 정밀도는 CP 제어의 경우에 표시되는 것이고 희망작업 경로 $X_r(t)$ 에 대해 실제로 교시된 경로는 $X_r(t)$ 이고 $\{X_r(t) - X_r(t)\}$ 가 이 경우의 오차값이 된다. 장래는 作業面 설정 정밀도도 필요해지겠지만 현재로는 아직 그 段階가 아니다. 作業의 內容이 매크로에 주어졌을 때 당해 산업용 로봇이 自律的으로 그 行動을 결정하는 것은 작업과 제어계의 설정값 신호의 차이로 評價한다(지능 로봇 등의 경우).

(2) 位置와 經路에 관한 精密度 위치에 관한 정밀도는 PTP 제어의 경우에 表示된다. 여기서 X 는 3次元 空間中의 點을, $X(t)$ 는 경로를 나타내는 것으로 하고 X_r 는 희망위치, X_r 는 교시된 위치, $\{X_c\}$ 는 여러 회의 試行에 의한 再生位置群으로, 그 대표값이 \bar{X}_c 로 표시된다. 위치결정 정밀도는 $X_r - \bar{X}_c$, 位置再確 정밀도는 $X_r - X_c$ 로 표시된다.

$\{X_c\}$ 는 여러가지 分布를 표시하므로 여기서 \bar{X}_c 를 구하기 위해서는 $\{X_c\}$ 의 모든 것에 대한 각 軸 成分을 구하고 각각의 평균값으로 얻어지는 벡터를 가지고 \bar{X}_c 로 한다. 위치반복 정밀도는 $\{X_c\}$ 의 전부에 대해 各軸 成分마다 최대값과 최소값의 차, 즉 범위로 한다. 어느 것이나 거리 또는 각도로 표시된다. 各軸 단독의 특성과 全軸 동시의 특성 양자로 표시된다. 각종 동작조건에 따라서 이 특성이 변화하는 경우에는 그 상태가 이해되도록 표시할 것. 驅動部の



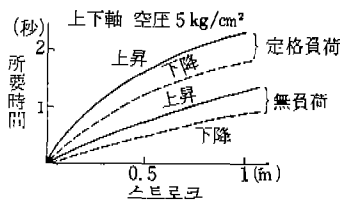
〈그림 3〉

값을 표시하지 않고 손목 또는 손에서의 의의 있는 값을 표시할 것. 이런 \bar{X}_c , $|X_c|$, X_t , X_r 에 대한 관계는 그림 3과 같다.

CP제어의 경우에 표시되는 經路에 관한 정밀도에 대해서도 위치에 관한 정밀도에 준해서 표시한다. 이 경우, $X(t)$ 가 나가는 방향에 대해서는 여러가지의 것을 설정하여 각각의 최대값을 표시한다. 또한 그때의 속도도 함께 표시한다.

(3) 2點間 動作時間 이것은 PTP 제어인 경우에 표시된다. 作業時間 積算에 사용하는 기초 데이터 작성을 위한 것이다. 각 축에 대해 각각 動作 스트로크對 所要時間 特性을 부하 기타 패러미터로서 표시한다. 圖示하는 것으로서 軸, 動作條件의 설정상태를 기입한다. 스트로크 중의 모든 위치에 위치결정할 수 없는 것은 可視點만을 表示한다. 또 여러 축을 동시에 작동시킬 수 있는 것인 경우는 그 모든 조합에 대해 동일하게 表示한다. 여기서 動作時間이란 人間에게서 動作指令이 내려지고 정지하기까지의 시간을 말한다. 이 양자의 정의는 표시하는 側에서 하고 그 내용을 명시한다. 表示例는 그림 4와 같다.

(4) 標準動作時間 표준작업의 設定이 어렵기



〈그림 4〉

때문에 특별한 경우(예를 들면 메커니컬 링크에 의해 구동되는 것, 특정 목적에 作業이 고정된 것 등)를 제외하고 보통 이 표시는 하지 않는다.

(5) 速度 精密度 주로 CP제어의 경우에 表示한다. 지정된 動作速度에 대한 動作速度의 값을 오차의 형태로 표시한다. 速度 亂調가 있는 경우는 그 뜻을 이해할 수 있는 형태로 표시한다.

(6) 加速度特性 把持의 安全性 보증이 목적이다. 補助的 表示項目이며 요구에 응해서 표시한다. 把持되는 物体에 加速時와 減速時에 가해지는 각 加速度의 최대값을 표시하거나 패턴으로 표시한다. 각 축마다 표시해도 좋고 벡터로 표시해도 좋다.

(7) 靜止時의 거동 靜止할 상태에서의 미소한 동작을 표시한다. 振幅과 周期를 위치 결정된 상태에서 손목부에 이어서 각 축에 대해 표시한다.

(8) 休止時의 거동 動力源이 끊긴 상태에서의 동작이다. 일정시간 방치하여 각 축의 移動量을 표시한다. 空氣壓 作動 등 本 表示가 무의미한 것도 있다.

(9) 非常停止時의 거동 安全性 把握을 위한 표시이며 상세한 것은 따로 表示되는 安全規格에 따른다. 고속으로 작동 중, 비상 정지를 한 경우의 정지까지의 시간과 이동거리를 각 축에 대해 표시한다. 최악의 사태를 상정할 것.

(10) 소음 보통, 개개의 경우에 대응한 測定方法을 設定해서 표시한다.

〔V〕操作方法

적정한 조작방법을 표시한다. 조작설명서가 완비되는 것이 바람직하고 이 경우 이 표시는 생략된다. 없는 경우는 최저한 다음의 사항이 이해되도록 표시한다. ① 起動方法 ② 運轉方法 ③ 停止方法 ④ 休止方法 ⑤ 프로그래밍法 ⑥ 비상사태의 對處法

〔VI〕附屬機能

이 규격에 표시된 것 이외의 부속기능에 대한 표시이다. 適宜 설정한다.

〔Ⅶ〕 保 守

적정한 운용을 유지하기 위한 保守法의 표시이다. 유저가 하는 일상 보수의 내용·순서·方法, 교환부품의 교환시간, 유저가 해서는 안되는 사항, 고장 등 긴급사태 발생시 유저가 취해야 할 對策을 표시한다. 또 예비부품이 필요한 것도 표시한다. 保守說明書가 완비되는 것이 바람직하다.

〔Ⅷ〕 기 타

필요에 따라서 이 規格에 표시되지 않은 것을 표시한다.

3. 産業用 로봇의 손

가. 핸드라고 하는 것

産業用 로봇은 그 機能, 特性上 필요 때문에 머니플레이터의 先端部에 상당하는 곳에 메커니컬 핸드를 가지고 있다. 이것은 사람의 손에 대응하는 것으로 하기 위해 이와같은 이름이 붙여졌다. 그리고 핸들링 하는 대상물체를 “把持”하여 이동하는 목적에 사용되는 部材이다. 이 把持動作이 있기 때문에 産業用 로봇은 일반의 기계와 달리 「로봇」이라는 이름이 붙여졌다고 할 수 있다.

최근, 이 메커니컬 핸드에 상당하는 것이 없는 産業用 로봇도 사용되고 있다. 이 경우, 핸드부에 상당하는 곳에는 塗裝에서의 스프레이 건, 용접에서의 스폿 용접기, 아크 용접기 등 工具에 상당하는 것이 직접 장착되고 있다.

이제까지의 메커니컬 핸드로 그런 工具를 把持하여 작업을 하는 것도 가능하다. 그러나 직접 장착함으로써 構成이 쉬워지고 또 輕量이라는 機能을 향상시킬 수도 있게 된다. 따라서 이런 것은 메커니컬 핸드와 工具가 合体된 것으로 해석할 수도 있다. 다시 말하면 특수한 핸드로 만든 工具 핸드로 보는 것이 좋을 것이다.

人間の 손을 머테리얼 핸들링 機器로 생각할

때 대단히 우수한 機能을 발휘하고 있다는 것은 손을 가지는 인간으로서 누구나 인정하는 바다. 그러나 너무나 가까이에 있지만 이 物理的, 機械的인 기능의 해석은 충분히 되고 있지 않다. 거의 알고 있지 못하다고 하는 것이 옳을지도 모른다. 따라서 人間の 손이 가지는 機能을 기초로 메커니컬 핸드의 설계를 하는 기술을 우리는 아직 가지고 있지 못하다.

인간의 손은 손가락과 손바닥으로 구성되어 있다. 손바닥은 하나고 손가락은 5개이다. 손가락은 범위에 限度가 있다고 하지만 自由로 屈伸할 수 있을 뿐 아니라 좌우로 열거나 닫을 수도 있다. 이 自由度の 視點에서 손에는 22개의 自由도가 있다고 한다. 그러나 메커니컬 핸드에서는 이 22개의 自由도까지 制御할 수 없고 또 構造의으로도 만들 수 없으므로 현재로서는 간단한 構造 밖에 설계할 수 없다. 인간의 손가락에 볼 수 있는 關節의 움직임, 數作業에 관한 機能效果는 明確치 못하다.

이것 때문은 아니겠지만 현재의 메커니컬 핸드도 특수한 것을 제외하고 메커니컬 핸드라고 하기 보다는 메커니컬 핑거라고 하는 쪽이 옳은 손가락 構成의 경우가 많다.

또한 손이란 표현에는 두가지 의미가 있다. 첫째는 팔(의학적으로는 上肢라고 하는 것)도 포함하는 全体를 표현하는 경우가 있다. 둘째는 손가락, 손바닥부의 손 그 자체를 표현하는 경우이다. 첫째의 경우는 下肢 전체를 발이라 하고 둘째의 경우는 下肢를 다리와 발로 나누어 부르는 것과 같다. 여기서는 둘째 표현의 손가락, 손바닥 부분에 限定되는 손을 부르는 입장을 택한다.

人間の 上肢에는 손목部라는 것이 있다. 이 손목도 개념적으로는 이해할 수 있지만 構造의으로는 엄밀한 정의가 곤란한 대상이다. 앞팔과 손의 연결部라고 하면 단순한 뼈의 端面이 되고 部分이라는 것이 없어져 버린다. 産業用 로봇이라면 확실히 손목部 상당의 行動을 하는 部材가 있다. 따라서 이것이 손목部를 표시하는 것도

가능하다. 이런 것은 인간과 産業用 로봇을 대비하기 위한 議論이고 엄밀한 定義를 하는 것도 중요하지만 機能을 생각할 때는 오히려 産業用 로봇의 構成体 그 자체를 주로 해도 좋을 것이다. 또 이 손목부의 동작, 기능에 대해서는 여기서는 언급하지 않는다. 메커니컬 핸드 그것에 限定한다.

나. 把持란

메커니컬 핸드의 큰 특징은 物体를 把持하는 것이다. 여기서

把持란 : 메커니컬 핸드로 物体를 保持, 把握하는 것을 말한다.

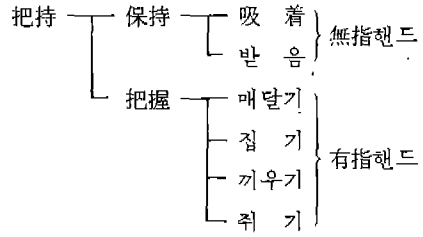
保持란, 예를 들면 우리 인간이 손 위에 물체를 놓고서 운반하는 형태의 物体 把持行動을 말한다. 그리고 把握은 손가락을 사용해서 물체를 쥐는 把持行動을 말한다.

把持의 目的은 메커니컬 핸드에 의해, 物体를 把持·把握함으로써 물체가 갖는 移動의 自由度를 구속하여 메커니컬 핸드로 物体를 제어하는 것이라고 할 수 있다.

把握動作은 다음의 6動作으로 細分된다.

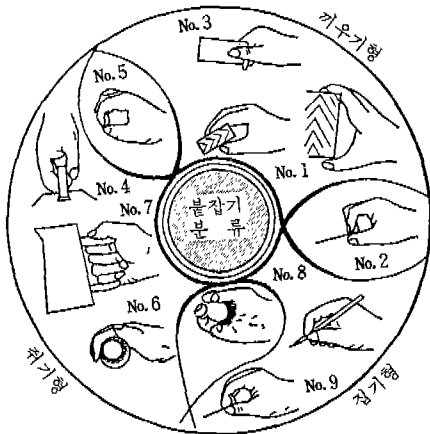
상세한 것은 핸드의 構成에서 언급하기로 하고 把握의 3態만 언급한다.

〈표 3·1〉 把持의 6態

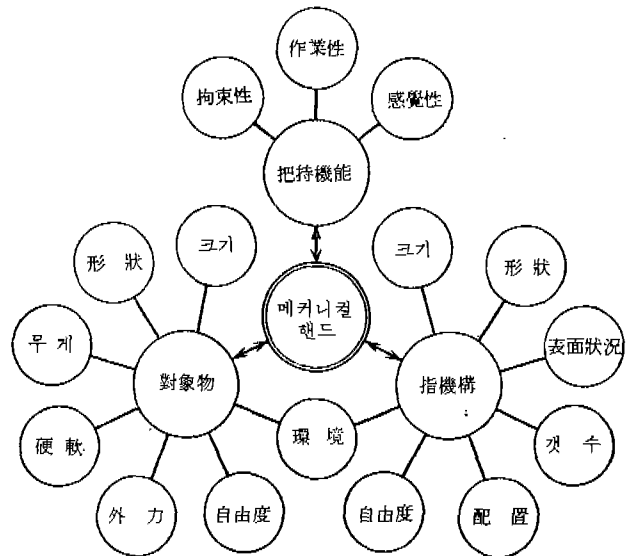


인간의 손, 손가락에는 많은 관절이 있고 여러가지 作業이 가능하다. 일상생활에서 붙잡는 형식을 分類한 것으로서 슐레징거의 12형식이 있다. 이에 대해 메커니컬 핸드를 志向하면서 그림 3·1에 표시한 그루핑이 行하여지고 있다.

인간의 손에 의한 붙잡는 動作은 집기형, 끼우기형, 쥐기형의 세가지로 크게 분류된다. 그러나 그림 3·1에서 쥐기형의 典型은 No. 4, 6, 7, 끼우기형의 典型은 No. 1, 3, 집기형은 No. 9 라고 할 수 있는데 No. 5는 쥐기형이라고 할 수도 있고 끼우기형이라고도 할 수 있다. 동일하게 No. 2는 끼우기형이기도 하고 집기형이기도 하고 No.



〈그림 3·1〉 붙잡는 행위



〈그림 3·2〉 메커니컬 핸드의 周辺

8은 집기형이기도 하고 쥐기형이기도 하다. 즉, 붙잡는 對象物에 따라서 인간의 손과 같이 엄밀하게 구분할 정도로 형태가 다르게 쥐는 형식이 상이한 것은 아니다. 여기서도 이 인간에 의한 잡는 형식을 대표로 해서 메커니컬 핸드를 고찰하므로 쥐는 형식이 명확히 이 3形式으로 分類할 수 없는 것도 있다는 것을 알아주기 바란다.

또 인간의 손은 물체를 미끌어뜨린다, 받든다, 걸어서 일으킨다는 등 능숙하고 복잡한 동작이 있지만 이것까지는 충분히 고찰되지 않고 있다.

다. 把持機能

일반적으로 物体가 가지는 機能을 생각하는 경우, 그 자체의 構造, 構成으로 議論하기 쉽다. 그러나 그것으로는 불충분하며 예를 들어 메커니컬 핸드의 경우는 그림 3·2와 같이 메커니컬 핸드가 놓여진 전체에서 고찰해야 한다.

첫째는 메커니컬 핑거 그 자체의 문제이다. 構成要素로서는 손가락의 크기, 형태, 個數 그리고 그 配置 등이 있다. 物体와 接하는 面의 表面狀能도 큰 문제이다. 그리고 그것이 발휘되는 또는 가지고 있는 自由度(行動의 自由度가 主体이다)가 큰 패러미터가 된다.

둘째는 對象物의 문제이다. 크기, 形狀의 기하학적 조건, 무게, 外力의 物理的 條件, 硬·軟, 놓여져 있는 環境이라는 條件이 있다. 그리고 그 對象物이 가지는, 또는 있는 자유도라는 工學的 條件이 있다. 이들 條件을 보다 상세하게 상태를 例示한 것이 표 3·2이다.

이러한 것이 複雜하게 영커서 把持機能의 評價로 연결된다.

物体가 가지는 移動의 自由度: 3次元 空間내에 있는 物体는 3차원 좌표계로 공간을 表現하는 경우의 直線方向 成分(예를 들면 직각좌표계에서의 XYZ 방향)과 軸 주위의 回轉運動 成分(XYZ축 주위 회전 $\omega_x, \omega_y, \omega_z$)의 6가지 移動의 自由度를 가지고 있다. 양방향, 음방향을 생각

〈표 3·2〉 對象物의 條件

拘束內容	狀 態
基本形狀	物体의 最大公約數의 形狀, 平板, 丸棒, 角棒, 方体, 球 등
部分形狀	物体의 部分的 形狀, 突起, 노치, 孔, 홈 패이기 등
基本치수	基準形狀의 치수, 두께, 지름, 높이, 幅, 길이 등
무 重 心	全重量, 重量分布, 重心, 密度 등
變形特性	柔軟性, 강도, 스프링係數, 可塑性 등
損 傷 性	脆性, 상처나기 용이성, 分解性 등
特 殊 性	高精度, 危險性, 高低溫性, 高價, 磁性, 附着物 있는가 등
安 定 性	미끄러지기 쉬운가, 구르기 쉬운가, 넘어지기 쉬운가 등
物体의 分布性	1個置 놓기, 多數整列, 날개 쌓기
物体가 놓인 狀態	平面, 홈, 상자, 패이기, 架台, 落下 등
놓인 位置·姿勢	規定, 不確定, 精度, 方向性 등
作業空間의 크기	높이, 幅, 안길이, 開口角, 先銳角 등
作業空間의 障害	障害物의 有無, 障害의 이동이나 변동 등
분 위 기	極低溫, 高濕, 油中, 水中, 特殊가스中, 電界, 磁界

하면 합계 12가 된다.

移動 自由度의 拘束: 메커니컬 핸드에 의해 물체가 가지는 6가지 이동의 自由度를 모두 없애는 것을 完全拘束이라 한다.

條件付 拘束: 엄밀한 의미로 工學·技術의 으로 完全拘束을 하는 것은 곤란하다. 2개의 메커니컬 핑거로 둥근 봉을 핸들링하는 것과 같은 作業例를 많이 볼 수 있다. 핑거로 물체를 完全拘束한 것처럼 보인다. 떨어뜨리지 않는다는 作業 목적 상으로는 이것으로 충분하다. 그러나 移動 自由度 拘束의 觀點에서면 둥근 봉의 반지름 방향의 구속만을 메커니컬 핑거는 하고 있다. 긴 축 방향의 구속은 의견상 메커니컬 핑거와 둥근 봉 사이의 마찰현상으로 하고 있을 뿐이다. 따라서 세로 위치로 하거나 큰 加速度가 가해지면 둥근 봉은 메커니컬 핑거에서 미끌어져 떨어져 버린다. 여기에 條件付 拘束이라는 現象이 있다. 더구나 둥근 봉의 원주방향으로의 이동(둥근 봉

의 긴 축 주위의 회전)도 둥근 봉과 메커니컬 핑거 사이의 마찰에 의한 구속의 조건부 구속이다.

作業性: 이것은 메커니컬 핸드가 가지는 固有 값이다. 즉 메커니컬 핑거의 크기에 따라서 把持할 수 있는 對象物의 크기가 限定되는 幾何學的 特性이 있다. 또 메커니컬 핑거가 가지는 特性에서 둥근 봉을 把持할 수 있다라도 角棒의 把持가 불가능하다는 形狀特性이 있다. 異種 지름의 둥근 봉도 같은 축 중심을 保持할 수 있다는 센터링 特性이 있다.

感覺性: 이 특성은 制御性이라고도 생각할 수 있다. 레벨 零인 感覺性은 외계 sensing 機能인 것이다. 레벨 1은 접촉 센서를 가진 것이다. 레벨 2는 外界에서의 反力 등 物理量으로 sensing 이 가능한 것이다. 인간과 동일한 外界 sensing 이 가능한 것을 레벨 7로 한다. 더구나 중간을 비운 것은 현재 기술로 說明되지 않은 것을 의미한다.

이 sensing 能力은 인간을 근거로 생각했다. 따라서 인간으로는 할 수 없는 “超人的”인 것도 있을 것이다. 그러나 이 경우, 인간은 磁氣를 sensing 할 수 없다고 해서 磁氣 sensor의 레벨이 위라고는 생각할 수 없다. 人間이 100t의 힘을 측정할 수 없고 0.1 μ m의 길이를 計測할 수 없다고 하여 그것을 할 수 있는 것을 超人이라고는 생각할 수 없다. 어디까지나 機能上的 레벨이고 感覺의 렌지는 아니다.

이런 拘束, 作業, 感覺性의 상세한 것을 표 3-3에 든다.

人間的 손이 높은 機能度를 가지는 것은 많은 機構의 自由度를 가지는 것 이상으로 感覺機能을 놓칠 수가 없다. 이 感覺은 메커니컬 핸드의 기능 구성에서 보면 觸覺, 壓覺, 位置覺의 3가지로 高찰될 것이다.

촉각은 손과 대상물의 相對關係의 檢知에, 壓覺은 對象物을 把持했을 때의 세기나 손에 가해지는 外力을 檢知하기 위해 사용된다. 位置覺은 固有覺이라고도 하고 손가락의 開閉 정도를 檢知하는데 사용된다. 인간의 손이면 이것 이외에

〈표 3-3〉 作業 狀態

作 業 因 子	취급대상물의 로트 사이즈	
	物體의 形狀, 치수變化	
子	移送 形式	메기, 기름, 미끄럼, 받아 이송, 把持移送
	裝置 形式	放置, 모방設置, 裝入, 壓入, 채우기 등
拘 束 因 子	拘束 形式	物理的拘束(吸着, 接着), 機械的拘束(집기)
	拘束의 確實性	把持力, 安定性, 精度, 抵抗力 등
	包絡 能力	一方向, 對向, 斷面包絡, 立體包絡
子	接觸 狀態	소프트터치, 點·面·線接觸, 接觸數
	檢出制御能力	視覺, 觸覺, 壓覺, 力覺의 檢出, 動作 및 力制御
	計測 能力	形狀, 치수, 角度, 溫度, 硬度, 表面狀態, 미끄럼, 精度

〈표 3-4〉 센서 (손끝)

	産業用 로봇	義 手
觸 覺	마이크로스위치, 導電性고무, 릴레이의 接點, 金屬의 導通	—
壓 覺	노출 플래퍼, 半導體 게이지, 스토런 게이지, 서보포의 위치편차, 스프링+포텐서미터, 板스프링+差動 트랜스	반도체게이지 스토런게이지 舍炭素스폰지
位置覺	포텐서미터, 인코더	—

溫度(暖房)覺이나 痛覺이 있지만 痛覺은 잘 說明되지 않고 溫度覺은 오히려 工學, 技術的으로 人工化될 것이다.

이런 感覺을 産業用 로봇에 가지게 하는 檢出 素子(센서)로서 일반적으로 표 3-4에 든 것이 있다.

그러나 이것들 전부가 現時點에서는 여러가지 要因에서 實用性이 결핍되어 있다. 메커니컬 핑거에 간단한 接觸 센서를 붙이는 이외는 손목부에 상당하는 곳에 壓覺 센서를 설치해서 反力(그것도 절대값을 구하는 것이 아니라 方向을 구하는 경우가 많다) 檢査를 하고 있는 예밖에 없다. 두뇌부에서의 처리기능도 포함해서 人工 知能 개발의 끈성은 이 센서 開發에 있다.