産業用로보트의 現況과 課題

稻垣莊司 〈日本 名古屋市 工業研究所〉

다음은 「産業用 로보트의 導入·保全의 留意點」이란 特輯으로 日本의 〈플랜트 엔지니어〉誌가 紹介한 글이다.

筆者 稻垣莊司씨는 1959年 東京電機大學의 工學部電氣通信工學科를 나와 名古屋市 工業研究所 電子應用課에 있으면서 自動制御, 自動化에 관한 研究에 從事하고 있다.

오늘날 로보트産業의 第1走者로서 世界市場을 50% 이상 占하고 있는 日本의 로보트 技術의 現況을 들여다 보고 우리가 앞으로 어떤 方向을 摸索하여야 하는가를 一考해 볼 價値가 있다고 보아 이 글을 여기에 소개한다(編輯者 註).

여기 數年來 産業用 로보트가 脚光을 받고 있으며 企業에서도 本格的으로 로보트導入에 열을 올리고 있다. 이러한 背景을 받고 여기서는 「産業用 로보트의 導入, 保全의 留意點」을 다루어, 實際로 現場에서 自動化를 생각하는 경우에 도움이 될까 하여 具體的인 例를 들어 說明하기로 한다.

現在 産業用 로보트에 대한 一般의 關心이 이상하리만큼 높다. 10年餘에 걸친 오랜 試行錯誤時代를 거쳐 이제 겨우 實用期를 맞은 産業用 로보트이며 깊은 可能性을 갖고 있다 하겠으나 現在 一部에서는 能力 이상의 것을 期待하는 傾向이 있는 것으로 엿보인다.

本稿에서는 일단 原點에 되돌아 가서 産業用 로보트란 大體 무엇인가, 무엇을 어디까지 期待해서 좋은가를 고쳐 생각해 보고자 한다.

1. 어떤 分野에서 使用되어 왔는가

물론, 産業用 로보트가 各種 分野에서 똑같이 이용되어 온 것은 아니고 適宜使用되어 온 것은 당연하다 하겠다.

그러나 流行이라 할만큼 各分野에서의 導入經緯, 狀態 대해서 特記할 만한 것이 있다. 特定한 業種이나 作業에만 日本內의 關心이 集中되고 있으며 어딘가에 開拓者的 精神을 가지고 좀 다른 것을 하면 모두가 흉내를 내는 式의 風土이다.

日本의 自動車産業에 있어 車體의 스포트熔接의 로보트化는 美國 GM社의 로즈타운工場의 敎訓[1]에서 비롯된 것이라 할 수 있으며 日本 最初의 大量導入이라 할 수 있는 金屬프레스機械에의 로우딩/언로우딩作業도 남이 해서 成功하면 나도 그러리라는 日本人氣質에 따른 것이라 할 수 있다.

그리고 10年 前의 金屬프레스機械에 대한 産業用 로보트의 導入方法은 지금와서는 많은 技術者들로부터 好感을 받지 못하는 것이 되어 그 形態를 바꾼 金屬프레스機械의 産業用 로보트化가 되어 있다.

産業用 로보트가 지금 것보다 좀더 未來의 自動化用機器의 槪念에 따르는 것이라면 金屬프레스에 이어 플라스틱成形機의 射出用, 그리고 스포트熔接, 塗裝에 이어 數年前에는 아무래도 採算이 맞지 않거나 바람직한 일이 못된다고 보아 온 아크熔接에도 2·3年來 폭발적인 人氣로 導入이 계속되고 있는 實情에까지는 이르지 못하

였을 것이다.

모든 分野에 「萬能的으로」傳播되었으리라 생각된다.

아크熔接에 최근 많이 使用되게 된 까닭은 콤퓨터, 특히 마이크로 프로에서의 發達에 의해 制御裝置가 크게 發展한 데 있다. 특히 記憶素子의 高性能, 低價化가 作業位置·經路情報의 記憶裝置를 아주 값싸게 만들어낼 수 있도록 기여한데서 찾아볼 수 있을 것이다.

그러나 發展한 것은 制御裝置 뿐이고[2] 액튜에터나 센서가 여기에 따르지 못하기 때문에 比轉的 低速作業의 아크熔接作業을 해낼 수 있게 되었을 뿐 高速作業(이를테면 塗裝)이 요구되는 곳에는 마음먹은대로 발전하지 못하였다.

다음에 어떤 必要性에서 自動化가 추진되어 왔는가를 생각해 보자.

周知하는 바와 같이 自動化의 直接 目的은 生產現場에 人間을 配置하지 않으려는데 있다.

그 理由로는……

1) 機械化에 의한 原價節減

2) 製品의 品質向上

3) 作業者의 安全化(產業災害 除去) 등 3가지를 들 수 있겠다.

그러면 產業用 로보트의 導入에 의해 사실상 코스트 다운이 가능한가, 人間에 의해 生產한 경우의 總費用과 機械化한 경우의 총 비용과를 比較하면 그 結論은 나옴적 하지만 1年이나 2年 運營해 보고나서의 結果에 의한 評價는 可能하더라도 事前에 計算하기는 어렵다.

人間이 하는 일 모두를 機械化한다는 것은 不可能한 일이다. 「일하면서 곁들여……」라는 것이 問題인데 이 「곁들여」를 옳게 評價한다는 것이 事前에는 꽤나 어려운 일이다.

또한 各品種 生產에 따른 順次的인 變化過程 준비 같은 것에 대한 評價도 어렵다. 사람 하나를 年間 얼마로 計算되느냐에 따라 過少評價하면 自動化가 엄청난 利益을 줄 것이고 過大評價하여 비싸게 치면 兩者의 利害가 판가름나 버린다.

따라서 어떤 경우에는 人間보다 값이 싸다고는 期待할 수 없고 品質向上에만 기대하게 된다. 실은 이것은 日本보다는 유럽이나 美國에서 重要視되고 있으며 人間이 하는 일에는 信用이 가지 않는다는 데에 근거한다고 보아 지나치지 않을 것이다.

2. 現在의 產業用 로보트의 能力의 限界

現在 實用化되고 있는 產業用 로보트는 그 모두가 人間의 팔의 機能과 構造를 單純化한 것으로 보아 괜찮다. 一部에는 이밖의 形態의 것이 없지는 않으나 特殊한 例로써 특별히 說明해야 할 필요는 없다고 본다.

이와 같은 構造인 탓으로 옛부터 人間이 여러가지 道具를 고안해서 作業性을 向上시켜 온 理由와 마찬가지로 產業用 로보트 自體만으로는 能力의 限界가 있다. 이를테면 다음과 같은 事項을 들 수 있다.

1) 作動領域의 크기에서 오는 制約

現在 팔의 길이는 길면 3m이고 1m 혹은 그보다 짧은 것이 거의 대부분이다. 작업범위가 좀 커지면 자기 자신이나 작업자체를 움직이지 않으면 일을 할 수 없게 된다. 例컨데 造船工場을 로보트 中心으로 할 수 있을런지 의심스럽다.

2) 作業對象의 形狀不定에서 오는 制約

묵이나 두부와 같은 軟體物, 달걀 같은 깨지기 쉬운 물건은 말할 나위 없고 固體形狀의 一定치 않은 물건은 다루기가 힘들다. 自轉車바퀴의 組立[4]은 하나의 좋은 例다.

3) 作業速度의 限界

產業用 로보트의 하나 하나의 움직임 자체는 人間과 비교해서 손색이 없는데 한 가지 일을 시키게 되면 時間이 너무 걸린다는 指摘은 初期부터 있었던 評이었으나 지금도 마찬가지이다.

아크熔接에서 成功하고 있는 것은 느린 動作으로도 괜찮기 때문이라는 것이 한 가지 理由일 것이다. 마찬가지로 工作機械로 加工할 때는 比較的 긴 時間을 하므로 다루는데 약간 시간이 걸린다 치더라도 이것은 문제가 되지 않는다.

4) 自己適應性의 缺如

서로 協同하는 일을 시킨다는 것이 어려운 問

題이다. 치수의 精密度問題등 해결해야 할 일이 남아 있다. 雙動性서브機構 등도 提案되어 있지만 좀처럼 實用化가 어렵다.

5) 信賴性의 缺如

여기에는 2가지 原因이 있다. 하나는 機械·裝置 쪽의 고장이며 世評으로는 産業로보트自體의 고장率은 아주 적다고들 한다. 문제는 周邊裝置(매거진이나 파이더 콘베이어 따위)와의 협동에서 完璧해야할 事項의 缺如라든가 혹은 熔接作業의 경우 電源케이블의 斷線과 같은 問題라 하겠다.

또 다른 하나는 人間이 適正하지 못한 取扱을 할 때 일어나는 사고가 있다. 操作미스, 不適當한 保全作業 등 들은 바로만도 믿어지지 않으리 만큼 現場에서 事故가 자주 발생하는 것 같다.

6) 感覺機能의 缺如

이것은 옛부터 기대되어 온 것이지만 人工知能의 實現은 물론이고 限定된 能力의 그것도 좀처럼 實現되지 않는다. 制約된 조건하에서의 感覺과 콤플라이언이라 불리우는 힘의 適應制御가 어떻게 해서 겨우 實用되고 있는 정도이다.

노이먼타이프의 콤퓨터의 能力의 限界가 意外로 낮은데에 人工知能의 實現을 阻害하는 원인이 되고 있다. 어떻든 制御裝置만이 發達하고 센서(含信號處理機能, 人工知能도 여기에 포함된다)라든가 액퓨에이터가 舊態依然하고서는[2] 産業用 로보트의 性能의 커다란 向上은 바랄 수 없다.

또한 팔이나 손의 구조가 되는 材料에도 문제가 있다. 先端에 30kg 정도의 重量物을 걸 수 있은 길이 1m 가량의 한쪽 팔을 鋼材로 손쉽게 만든다면 10Hz 정도의 共振點이 발생한다.

최근에 이르러 겨우 一部의 産業用 로보트메이커로서 動特性의 重要性을 認識하기에 이르렀다.

서보메카니즘의 理論에 따라 動作하고 있는 것으로 인정되는 産業用 로보트는 그리 흔치 않다.

産業用 로보트에 관한 日本工業規格(JIS)으로서 用語(B 0134), 記號(B 0138), 特性機能表示基準(B 8431)이 있다. 결코 充分한 내용이라고는 할 수 없으나 現在 各 메이커가 發行하고 있는 캐탈로그의 類는 같은 用語의 定義라고는 볼 수 없고 表示되어 있는 데이터의 基準도 各社 各樣하기 때문에 오로지 數字만으로 比較한다는 것은 困難하다. JIS의 活用이 바람직스럽다.

3. 自動化에 따른 留意點

새삼스럽게 이런 것을 들고 나와 이러니 저러니할 이유야 없겠지만 정말로 效果가 오르는 自動化란 도대체 어떤 것인가 생각해 보고자 한다.

生産手段이 될 수 있는 것을 工場內에서 찾아보면 그것은 人間과 機械(手動機, 單純自動機, 專用自動機, 汎用自動機, 萬能自動機)가 눈에 들어 온다. 좀더 視野를 넓혀 工場 밖까지 포함해 생각하면 下請이라는 것이 있고 旣製部品을 購入하는 것도 생각해 볼 수 있다. 이런 것들을 어떻게 均衡 있게 잘 利用해서 效率을 높이느냐가 重要하다.

最近 FMS(Flexible Mamfatining Szstcm)이 流行하고 있는데 無人化工場은 과연 可能한가? 原油精製나 어떤 種類의 食料品工場 등 材料에서부터 製品에 이르기까지 流體로서 取扱할 수 있는 데서는 상당히 오래 전에 實現되고 있다. 그러나 機械·裝置類의 生産에는 아직은 不可能한 실정이다.

現在 一般的으로 알려져 있는 FMS의 거의가 無人化하기 쉬운 工程만을 빼내어 모았을 뿐 어려운 것은 FMS 이외에서 행하고 있다.

數値制御工作機械에 있어서 미리 入力되어 있는 프로그램 가운데 어떤 것에 의해 生産을 할 것인가를 指定해 주면 多品種 少量生産은 분명히 人間의 손을 거치지 않고도 가능하게 된다.

機械의 조작 變更도 自動工具交換 정도로 끝난다. 다만 짜르거나 구멍을 뚫는 것 따위의 單純作業으로 끝나는 것이기 때문일까?

약삭바르게 갈짝 갈짝 갈가내는 따위의 일이 工作機械의 할 일이며 時間은 걸리더라도 消費에너지는 큰 問題가 되지 않는다(디지탈的). 이에 반해 슬쩍 핥듯이 순간적으로 해치워 버리는

것이 鍛壓機械이다(애날로그的). 現在의 FMS는 거의 모두가 前者에 속한다.

最近 많이 使用하게된 NC 펀치프레스라는 것은 디지탈的 思考라기 보다는 鍛壓機械가 아닌 工作機械로 分類해야 할 것이다.

이것이면 FMS도 할 수 있을 법하나 유감스럽게도 壓拔加工밖에 되지 않으며 굽히거나 조이는 따위의 加工은 不可能하다. 여기서 無人化工場에의 隘路가 있다. 단순히 情報를 다루는 것만으로 끝나면 쉽겠으나 큰 것(프레스金型 따위)을 다룬다고 가정할 때 매우 곤란해 진다.

金型의 自動交換作業은 어떤 方法으로 하면 좋겠는가? 무겁고 상처받기 쉬운 것에 限해 現在의 產業用 로보트의 槪으로 可能하다고 보겠는가(단 한곳 스탬핑센터[5]라는 名稱의 實例가 있다고 알고 있음).

例컨데 T社의 FMS로 製造되고 있는 工具部品은 加工途中에 特殊處理를 위해 일단 外注되지만 이러고서도 과연 無人化工程이랄 수 있는가? 이밖에도 自動化가 어려운 곳은 外注하고 納入部品은 메거진에 整列하거나 팰리트에 얹저서 自社工場內의 自動機械에 그대로 집어 넣는 形式이 대부분이다.

지금의 機械加工 FMS의 생각하는 바는 다른 工程·作業에도 간단히 擴大하는 것만으로서 應用되는 것이면 足하다. 그러나 現實的으로는 도저히 그럴 수가 없기 때문에 最少限의 FMS가 出現했다고 해서 지금 당장 日本內 여기 저기서 無人化工場이 솟아난다고 보아서는 잘못이라고 본다.

어떻든 人間·專用機·產業用 로보트·外注를 어떻게 잘 分配 使用하느냐가 自動化의 成敗의 갈림길이 된다고 생각한다.

4. 今後의 產業用 로보트

그러면 今後의 產業用 로보트 및 그 關聯技術은 대체 어찌될 것인가? 좀 뒤늦은 이야기이지만 美國의 어느 技術者團體 Society of Manufacturing Engineers (SME)가 1977年에 행한 델파이法에 의한 技術豫測이 發表되었다. 그 槪要를 발췌 소개하면 다음과 같다. 이것은 1年 單位로 어떤 技術이 實現되는가를 豫測한 것이다.

1982年 : 自動組立機의 25%에 自動化된 感覺機能이 付加된다. 또 5%에 產業用 로보트技術이 導入된다.

1983年 : 새로운 材料와 加工法이 最終品工程에 있어 副隨的 組立作業을 줄이게 된다.

1985年 : 生產工程에 있어 勞動者의 30% 이상의 配置轉換이 필요하게 된다. 自動組立作業의 75%에 自動檢査機能이 導入된다. 專用生產設備의 코스트節減을 위해 모듈構造의 로보트가 사용된다.

1987年 : 組立시스템의 15%가 로보트化된다.

1988年 : 自動化工場의 80% 이상은 中央의 콤퓨터에 의해 集中制御된다. 小型部品自動組立作業者의 50%가 Programable Automation化된다.

1990年 : 現場勞動者의 50%가 再訓練된 技術者, 技能者가 되며 로보트化, 콤퓨터制御化된 工場의 運轉要員이 된다. 組立作業에서는 感覺機能의 發達이 로보트의 能力을 人間에 가깝도록 한다.

1995年 : 自動車組立場에 있어 現場勞動者의 50% 이상이 Programable Automation으로 代替된다.

이를 豫測한 時點으로부터 現在까지 4年이 경과하고 있으나 的中하느냐의 與否보다는 筆者는 이러한 것은 技術이 아니라 技術者의 希望이 集約된 것이라 본다. 또한 一定한 變化率로 成長하는 性格의 것이 아니라 마디가 있고 段階的인 成長을 한다는 것을 이제까지의 歷史는 보여 주고 있으며 거기까지 내다 본다는 것은 不可能하지 않을까 한다.

美國에서의 豫測은 이상과 같은데 日本에서는 과연 어떠한가 日本產業用 로보트工業會가 이런 問題를 가지고 열심히 作業을 하고 있기 때문에 여기서는 가까운 未來에 대해서만 筆者의 個人的 見解를 밝히고자 한다.

現在 自動組立技術에 產業用 로보트를 導入하는데 關心이 높아 왔으나 앞으로 1.2年 안에 部品點數 20~30까지의 것으로 電話器 크기 정도 다시 말하면 一般的으로 固形物이랄 수 있는 部品만으로 構成되는 것에는 大幅的으로 導入될 것이다.

— 68面에 계속 —

합할 수 있고 中小企業도 負擔없이 참여할 수 있고 企業이 改善課題를 착안 産學發明技術을 要請하는 경우 他競爭企業보다 有利한 實施權으로 높은 市場占有率을 確保할 수 있게 되므로 改善課題가 즉시 公開된다. 그러므로 企業에서 필요성을 느끼는 改善課題는 着案에서 발명완성까지 最短時間으로 단축할 수 있고, 企業에서는 改善課題를 解決할 新技術을 要請할 때, 우선 기술정보센타 등을 통해 기존기술 중에 희망기술의 不存在 즉 希望技術의 新規性을 事前에 檢證한 것이므로 出願以後부터 特許査定前까지 管理公團이 實施를 희망하는 企業에게 民法上 契約으로 實施權을 설정해 주면 기업에서 현재 기술상의 결함을 느낀 時點에서 이를 改善하여 商品化하는 期間을 最短時間으로 단축할 수 있다. 이러한 과정의 반복으로 技術革新의 成果를 우리 기업인들이 체험하게 될 때 技術開發에 대한 지금까지의 認識은 是正될 것이다. 또한 發明者에게 우수한 경영능력까지 기대하는 것은 確信할 수 없으므로 發明의 利益이 企業利潤으로부터 發明者에게 공정하게 분배된다면 발명의 직접 실시를 통한 기업화로 발명자에게 기업화에 따른 資本, 營業能力까지 부담시키는 것보다 기업과 발명자가 기능을 分擔하는 것이 오히려 發明者의 보호가 되고 기술혁신에도 유익할 것이다. 발명자에게 10여년에 이르는 特許權 存續期間 동안 막대한 이익분배가 돌아가게 되므로 지금까지 理論에 편중된 學界가 産業現場과 實技에 대한 關心이 높아질 것이다. 또한 核心技術開發에는 優秀人力의 부족이 지적되어 왔고 이 문제의 해결을 위해서는 海外 科學頭腦의 적극유치와 人材養成策이 있어야 하는데, 産學發明制度의 採擇은 私設研究所 設立與件을 조성하게 되며 私設研究所는 고급두뇌의 연구분담과 연구팀을 구성한 협력체제를 갖출 수 있어 高級技術의 産室로서 産學發明制度와 共生關係를 이루게 된다. 지금 대덕연구단지 등 公共研究所가 설립되어 國策研究課題를 연구하며 정부의 보조금을 받고 있는데 一定基準 이상의 科學技術者에게 研究施設 임대제도와 公共研究機關 水準의 補助金을 10년 정도의 자립기간동안 지원해준다면 해외 우수과학자를 유치하여 사설연구소로 유도할 수 있으며, 技術開發投資의 成果는 自由스런 분위기와 왕성한 연구열로 인하여 公共研究所보다 더욱 효율적일 것으로 기대된다.

—계속—

◎ 海外技術經營情報

—47面에서 계속—

이것은 이와 같은 目的을 위해 開發된 産業用 로보토가 商品化된 것과 當該 分野의 技術者간에 産業用 로보트에 대한 理解(좋은 의미에서건 나쁜 의미에서건)가 깊어진데서 그 理由를 찾을 수 있을 것이다.

産業用 로보트의 制御機能이 向上됨으로써 이제까지 能力不足으로 敬遠視되어온 分野에도 進出될 것이다. 이를테면 다이캐스트作業이지만 단순히 집어 내는 것만으로는 안되고 離型劑를 뿌리는 것도 自動化되지 않으면 안된다는 것으로서 CP 制御機能이 要求되어 왔으나 이것도 可能할 것이다.

오직 湯道와 배리의 除去도 사람이 함께 하고 있는 實情이므로 이의 自動化도 이루어지지 않으면 안될 것이다.

力制御가 實用化되면 배리除去作業 全般도 치수精度에 따라서 이것저것 注文이 따르지 않는다면 可能할 것이다. 다만 人間은 눈으로 보고 필요한 部分만을 處置하는데 反하여 現在의 産業用 로보트에서는 그 有無에 상관없이 全部를 處理하므로 택트타임이 길어질 염려는 있을 것이다.

感覺機能의 機械化가 實現되더라도 檢査를 産業用 로보트에 結付시키는 것은 다소 問題가 있다. 專用 핸들링裝置로 檢査와 修正作業(필요하면)이 이루어지지 않을까 본다.

치수를 例로 든다면 檢査에 요구되는 精度와 産業用 로보트의 精度와의 균형을 생각하면 現狀에서는 否定的으로 된다.

—參考文獻—

1) E. Rothschild; Paradise Lost, Vintage Books, Random House, 1973, pp. 97~119
2) 稻垣 : 産業用 로보트의 메카니즘과 制御方法, 應用機械工學, 1981年 10月號 pp. 58~63
3) 無人運搬車라든가 形狀檢査裝置 등이 있음.
4) 服部 : 自轉車의 車輪組立의 自動化(Pannel Discussion의 一部), 省力과 自動化, 1981年 5月號, pp. 38~39
5) 아이다엔지니어링이 開發한 것을 日本電裝會社가 使用하였다.
6) Two New Delphi Studies, Manufacturing Engineers, Sept. 1978. pp. 66~67