



展

望



日本에 있어서의 高度自動化 生産加工 시스템

佐田 登志夫

<東京大學 工學部>

[忠南大 工大; 卞 文 鉉 譯]

다음 글을 本學會 1983年度 定期總會 및 秋季學術大會(1983. 11. 5)에서 特別講演한 內容을 요약하여 옮긴 것임.

1. 序 論

이 20年乃至 30年 사이의 機械生産의 生産性의 飛躍의인 向上은 自動化, 오우터메이손(automation)의 導入에 依한 바 크다. 機械生産의 自動化는 처음 1950年頃부터 大量生産의 分野에서 導入되어, 시이퀀스(sequence) 制御에 依한 生産設備, 특히 自動車産業에서 볼 수 있는 것과 같은 트랜스퍼 라인(transfer line)의 設置에 依하여 生産能率을 현저하게 높일 수가 있었다. 그리하여 이와 같은 種類의 自動化는 高度成長의 물결을 타고 1960年代에 꺾 繼續해서 進行되었다.

그런데 機械生産의 全體生産量中에서 前述한 것과 같은 制限된 品種을 한 時期에 大量으로 生産하는 小品種大量生産方式에 依하여 製作되는 生産量은 많아서 30%에 지나지 않으며, 그 외의 70%는 1로트(lot)의 製品數가 500개 以下の 多品種少量生産에 依하는 것으로서 大量生産에 依한 自動化가 普及함에 따라 1960年代의 後半에서부터 自動化의 關心은 當然히 後者の 쪽으로 向하게 되었다. 다만, 多品種少量生産의 自動化의 困難한 點은 取扱하는 製品, 部分品의 種類가 많고 따라서 加工法, 工具, 取付具가 多様

하여, 處理하지 않으면 안될 生産의 情報量이 大量生産의 境遇와 比較하여 엄청나게 많은 것이다. 그러나 그 後의 計算機의 發達, 특히 그의 機能의 向上과 價格의 低下, NC工作機械나 工業用 로봇(robot)과 같은 프로그램할 수 있는 自動化 生産機械의 普及, 특히 그의 柔軟性(flexibility)의 增大와 信賴性的 向上等에 依하여, 機械工場에 있어서도 大量의 生産情報를 그렇게 많지 않은 사람의 힘으로 自動的으로 處理하고, 또한 生産情報에서 生成한 加工指令情報에 依하여 多様な 形狀, 材質, 精度를 갖는 部分品을 自動的으로 加工, 組立하게 되었다. 그 中에서도 여러대의 NC工作機械를 1臺의 中央處理計算機에 依하여 集中管理하는 加工시스템이 1960年代 後半부터 實用化되고, 그 위에 部分品의 自動搬送 機能이 付加되어 1970年代 中葉에는 小規模의 시스템이긴 하지만 夜間無人運轉이 實現되고 1980年代의 初期에 이르러서 相當히 大規模의 시스템이 設置되어 多品種少量生産의 生産向上에 크게 貢獻하기 始作했다. 이 시스템은 그 機能으로 봐서 最近에는 플렉시블 生産加工 시스템(flexible manufacturing system, FMS)이라고 불리우게 되었고, 나아가서 機械加工뿐만 아니라 熔接, 塗裝, 組立, 檢査等에도 自動化를 넓혀서 工場全體의 物品管理, 運營管理 等도 1臺의 計算機로 하게 하자는 提案도 나와서, 이것을 플렉시블한 工場自動化(flexible factory automation, FFA)라고 부르게 되었다.

◆ 展 望 ◆

의 運動의 數直制御機能, (2) 工具自動交換機能, (3) 工具自動搬送機能, (4) 部分品素材自動交換機能, (5) 部分品素材自動搬送機能, (6) 部分品素材着脫機能, (7) 工具壽命監視機能 등이 必要할 것이다. 다만 위의 하나하나의 機能에 있어서도 對象에 따라 實現하는 方法은 달라진다. 예를 들면 部分品素材搬送裝置로서는 벨트 컨베이어型的 것, 마루 바닥에 電線을 깔고 電機的으로 카아트를 誘導하는 것, 레일을 깔고 그 위로 카아트를 달리게 하는 것 등이 있어서 마루 위 面積의 有效한 利用擴張이나 變更의 自由, 카아트의 全重量, 位置決定精度 등에서, 그때에 따라 가장 適當한 것을 選擇하면 된다.

3.3. 시스템의 構成

시스템의 計劃에 있어서는 部分品加工의 多樣性이나 加工工數, 로트數, 生産量을 생각하여, 工作機械의 種類와 台數, 시스템의 型式, 具備해야 할 機能, 시스템內의 工作機械, 그 代外의 設備 配置의 案을 決定하여 複雜한 境遇에는 시뮬레이션(simulation)의 技法을 使用하여 시스템의 構成, 펠릿의 數, 버퍼(buffer)容量, 搬送 카아트台數 등의 最適化를 도모한다. 하아드 외어(hardware)가 이와 같이 하여 決定되면 다음에 그것을 制御하기 爲한 計算機시스템이 決定된다. 어느 程度 規模의 計算機制御시스템에서는 그림 3과 같은 構成을 하고 있으며 中央計算機는 버스(bus)를 通하여 各 工作機械의 數直制御計算機, 시퀀스制御計算機, 其他 設備의 시퀀스制御計算機, 인터페이스(interface)와 結合하고 있다. 中央處理計算機는 各 서브시스템(subsystem)의 運轉 모드(mode)制御, 運轉制御, 시퀀스制御를 하여, 監視패널(panel), 作業指示패널에의 表示情報의 傳達, 部分品素材着脫스테이션, 工具室, 工作機械操作部로부터의 入力데이터의 受信과 그에 의한 工程管理을 하고 있다. 또한 이 計算機는 오프라인(off-line) 또는 온라인(on-line)으로 스케줄링(scheduling), NC의 프로그래밍 業務實績의 集計도 하는 것이 一般의이다.

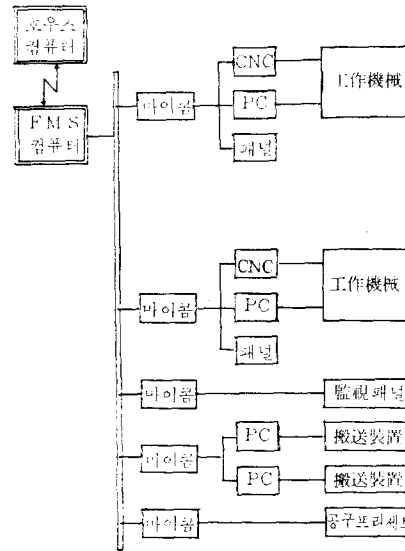


그림 3 플렉시블生産加工시스템의 計算機 制御시스템의 構成

4. 機械加工 無人化를 위한 機能

工作機械의 運轉, 素材의 搬送, 着脫, 工具의 交換 등은 自動化되어, 사람의 肉體的인 作業은 거의 없어졌지만, 工作機械를 完全한 無人狀態로 運轉하기 위하여서는 사람이 이제까지 加工 作業中에 해온 知能的인 機能, 即 加工狀態, 加工部分品の 加工精度, 機械의 運轉狀態를 끊임 없이 監視하고 나쁜 狀態가 생겼다고 判斷되면 適切한 處置를 취하도록 하여 놓지 않으면 안 된다.

加工狀態의 監視를 하기 위하여는 現在는 工作機械의 主軸電動機의 電氣子電流가 거의 切削 토크(torque)에 比例하고 있는 것을 利用하여 그 平均値를 監視하여 커다란 異常狀態의 檢出³⁾을 하고 있다. 即 그림 4와 같이 어느 定하여진 作業에 대하여 미리 正常狀態의 加工時의 電流值 패턴과 그 許容範圍를 설정하고 있어서 實測値가 그 範圍를 넘는 것에 의하여 異狀를 檢出하고 工作機械에 停止信號를 보내는 조치를 취하고 있다. 다만 이 方法은 工具의 작은 缺損이

◆◆◆ ◆ 日本에 있어서의 高度自動化 生産加工 시스템 ◆◆

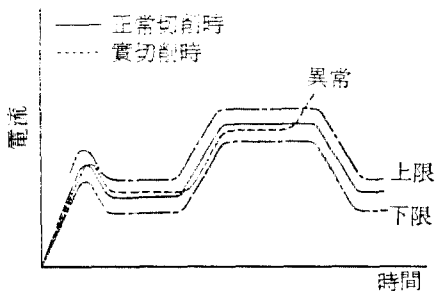
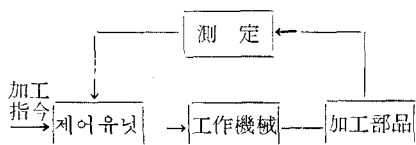


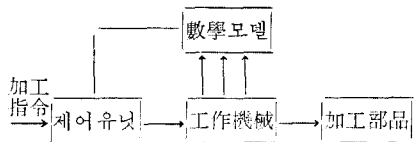
그림 4 電動機의 電流의 監視에 의한 異常切削狀態의 檢出

나 徑이 작은 工具의 缺損 等을 檢出할 수 없다는 缺點이 있고 電流變動의 分析⁶⁾, 혹은 接觸式 프로브(probe)와의 併用 等에 의하여 異常檢出을 하려고 試圖되고 있다.

部分品の 加工精度의 監視와 그의 制御에는 그림 5에 表示한 것과 같은 두가지의 方法, 加工치수를 인프로세스(in-process)가 포스트프로세서(post-processor)로 直接測定하여 그 結果를 運動系에 피이드백(feed back)하여 制御하는 方法과, 加工誤差를 생기게 하는 原因인 工作機械, 工具-工作物系의 幾何誤差, 熱變形, 彈性變形에 關하여 數學모델을 구성하고 工作機械의 座標位置, 切削抵抗, 機械系의 主要位置의 溫度等을 入力으로 하여 加工誤差를 推定하여 數値制御 命令을 修正하는 方式⁷⁾ 등이 생각되고 있다. 다만, 이 方法들은 現在 研究 開發中으로서 實用的으로 겨우 工具代身에 接觸式 프로브를 붙



(a) 直接 피이드 백에 의한 加工精度制御



(b) 數學모델에 의한 加工精度制御

그림 5 加工精度制御의 그 方式

여, 工作機械의 座標值보다 平面位置, 구멍徑, 구멍位置를 測定하고 있을 뿐으로 많은 無人運轉시스템에서는 經驗의인 加工條件 設定으로 加工精度를 얻으려고 하고 있다.

工作機械의 運轉은 씨이퀸스制御로 하고 있으므로, 그림 6에 表示된 바와 같이, 미터 그 시이퀸스 信號의 時間關係를 알아 두면, 實際의 信號와의 時間比較에 의하여 運轉狀態의 異常을 檢出할 수 있으며, 또한 故障箇所의 파악, 機械停止等의 處理를 取할 수가 있다⁸⁾. 工作機械의 各 機械部分은 信賴性이 大端히 높으며 所定の 定期檢査만으로 充分하여 特別한 配慮를 할 必要는 없다.

現在의 機械加工의 無人化에 있어서 큰 障害로 되어 있는 것은 銅이나 軟質金屬의 旋削, 구멍뚫기 등의 加工時에 連續하여 排出되는 칩의 檢知와 그의 排除의 方法이다.

이것에 對하여는 適切한 칩의 切斷方式의 研究를 기다리던가, 連續된 칩을 檢出하여 切削을 一時 中斷하는 方法을 取하는 수 밖에 없는데 어느 것이나 解決에는 時間을 要하고 있다.

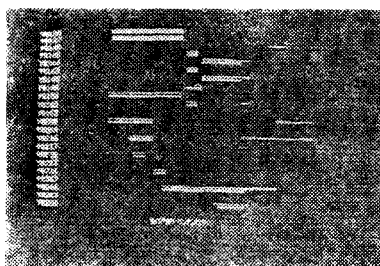


그림 6 機械의 시이퀸스制御 信號의 監視

5. 플렉시블 生産加工 시스템의 將來

플렉시블 生産加工 시스템의 導入, 특히 그의 夜間 無人運轉의 實現은, 生産設備의 利用時間을 飛躍의으로 올려 이것에 의하여 多品種少量生産의 省人化, 生産性의 向上, 價格引下, 生産의 리이드시간의 減少, 設備의 償却期間의 短縮 等 커다란 成果를 올려, 오늘의 機械生産에 大端한 衝擊을 주었다.

◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆ ◆ 日本에 있어서의 高度自動化 生産加工 시스템 ◆

특히 그의 發展經過計劃과 設計時의 問題點, 無人化 運轉技術, 그의 將來의 發展動向에 關하여 機械工學의 立場에서 생각하여 보았다. 앞으로 이 시스템은 그것이 擴大된 플렉시블한 工場自動化(FFA)는 計算機 利用의 하나의 커다란 分野로서 發展해 갈 것이다. 이 分野에서의 計算機 利用, 情報處理의 特色은 다른 分野보다도 價格意識이 높은 것, 一品目 多様生産인 것, 또 情報處理라고 하여도 반드시 生産의 固有技術과 結合되어 있는 것이다. 그런 意味에서 플렉시블 生産加工 시스템이나 플렉시블 工場自動化의 將來의 發展은 情報處理 技術者와 生産技術은 密接한 共同作業에 期待되는 바가 크다.

參 考 文 獻

(1) 相原健一, 和泉忠美, 木村 昭; “群管理旋盤およびそのシステム”, 日本機械學會誌 Vol. 72, No. 607, pp. 1051~1057 (1969)
(2) 鈴木博一, 菅田 稔; “適應制御マシーニング

によるトランスファセンター”, 機械技術, 21, p. 59 (1973)
(3) 馬嶋武彦; “マシーニングセンタの無人運轉技術”, 機械の研究, 32, 1, p. 45 (1980)
(4) Inaba, S.; “An Experience and Effect of FMS in Machining Factory, Proc. IFAC Triennial World Congress, CS-132 (1981)
(5) Opitz, H. (鈴木, 三宅譯); “グループテクノロジ”, 日本能率協會 (1969).
(6) Matsushima, K., Bertok, P. and Sata, T.; “Inprocess Detection of Tool Breakage by Monitoring the Spindle Motor Current of a Machine Tool”, ASME. Winter Ann. Meeting (1982)
(7) 竹内芽美, 坂本正央, 佐田登志夫; “NC旋盤の工具熱變位補正によるの加工精度の向上”, 精密機械, 11, p. 1392, 46 (1980)
(8) 佐田登志夫編; 自動化辭典, 産業調査會 (1982)

(34 페이지에서 계속)

Sirignano, “Numerical Prediction of Axisymmetric Laminar and Turbulent Flows in Motored”, Reciprocating Internal Combustion Engines, SAE Paper Series 790356.
(11) W.M. Scott, “Diesel Engine Combustion Chamber Design”, Consulting Ricardo Engineers, DP 20896.
(12) Rodney D. Hugelman, Stak Hoo Ong’ Recent Development in Swirl Induced Turbulent Mixingf or 4-Stroke Cycle Engine, SAE Paper Series 820157
(13) L. Elsbett, M. Behrens, Elko’s Light Duty D.I. Diesel Engines with Heat Insulated Combustion System and Component Design, SAE Paper Series 810478.

(14) 長尾不二夫, 內燃機關 講義, 養賢堂, 1977年, pp. 238-304.
(15) 仲谷新治, ディ젤ハ機關講義(上), 社團法人 漁船機關士協會 pp. 126-150.
(16) W.F. Ball, A Practical Approach to the Combustion Modelling of Direct-Injection Diesel Engines, RICARDO Consulting Engineers, DP 80/635.
(17) G.C. Davis, C. Borgnakke, The Effect of In-cylinder Flow Processes(swirl, squish and Turbulence Intensity) on Engine Efficiency-Model Prediction. SAE Paper Series 820045.
(18) John Francis Lee, Francis Weston Sears, Thermodynamics, 2nd Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1969.