

# 知能로보트에 의한 遠隔制御 技術의 未來像은 ?

知能로보트에 의한 遠隔制御技術에 對한 要求가 높아지고 있다. 知能로보트의 技術水準은 모든것을 스스로 行할 수 있는 程度까지는 아직 距離가 먼바가 있으나, 人間操作者에 의한 援助를 導入하는 것으로서 어느 部分은 自動化될듯 하다. 여기서는 知能로보트를 遠隔制御할 때의 技術課題를 들어, 그 必要性和 實現의 難易性의 程度에 對해 考察하기로 한다. 同時에 맨·머시인·인터페이스等, 從來의 知能로보트에서 輕視되기 쉬운 技術이 重要하다는 點에 대해서도 記述하기로 한다.

## 1. 知能로보트의 系譜

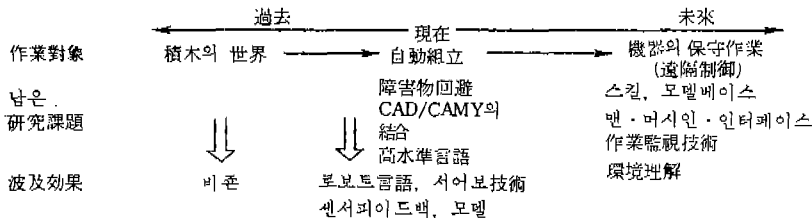
“知能로보트”라는 말에 確定的인 定義를 내린다는 것은 어렵다. “로보트”라는 말 자체가 知能的인 汎用機械라는 意味를 갖고 있기 때문에 知能로보트라 함은 相對的으로 보다 知能的이며, 汎用的인 로보트라는 뜻이다. 사실 知能로보트研究의 中心테에 마가 現在는 産業用 로보트속에 점차 말려들어가 産業用·로보트技術로서 定着되고 있는 것이 적지 않다.

그림 1은 知能로보트 研究의 흐름과 그 成果의 産業技術에의 波及을 表示하고 있다. 知能로보트를 最初로 取扱한 世界는 積木의 世界이다. 視覺으로 블록을 認識하고, 주어진 目標의 構造物을 쌓아올리는데 必要한 머니튜레이터의 動作 順序를 生成하고

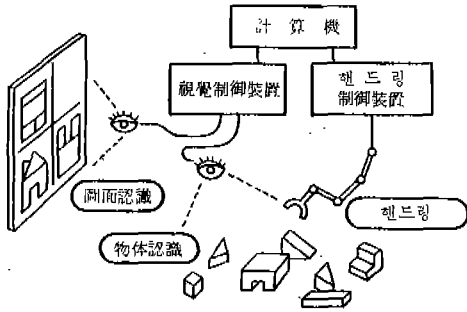
實行하는 것이 그 作業 內容이었다(그림 2). 이러한 것은 所謂 핸드·아이·시스템으로서 注目되고, 視覺技術이 새로운 計測手法으로서 各種 製造工場에 波及되어 갔다.

知能로보트의 中心 테에마는 다음으로 機械部品の 自動組立으로 옮겨 갔다. 積木의 世界와 같이 單純하다면, 構造物을 쌓아 올린다는 作業全體의 計劃을 세우는 것도 可能하다. 自動組立이라는 現實의 複雜한 環境下에서는 그것은 無理하다.

그래서 自動組立이라는 研究에서는 한결같이 言語의 開發을 指向했다. 즉 시스템이 自動的으로 動作할 수 있는 機能을, 인스트럭션으로서 갖추어 全體의 作業은, 人間이 이러한 것들의 인스트럭션을 나란히한 프로그램을 만들어 實行시키는 것으로 했다. 따라서 시스템이 어느程度까지 自動的으로 動作할수



〈그림-1〉 知能로보트研究의 흐름



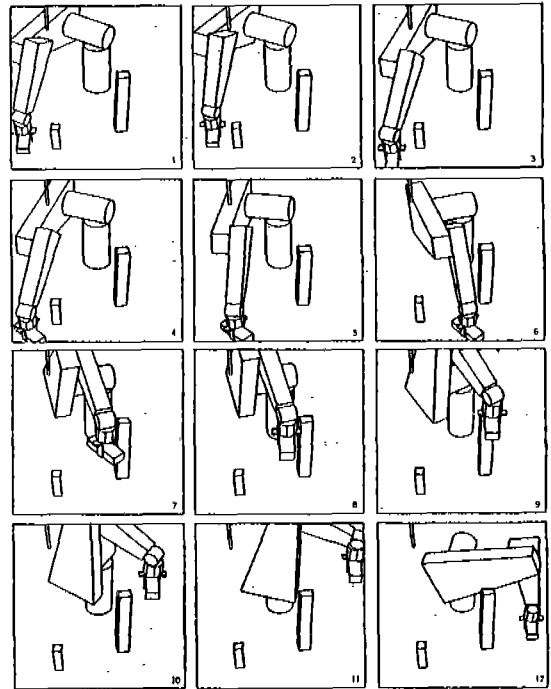
〈그림-2〉 圖面을 보고 組立作業을 하는 知能로봇 시스템의 構成

있는지에 따라서 코멘드레벨, 原始的動作레벨, 構造의動作레벨, 對象狀態레벨, 作業目標레벨 따위의 여러가지 레벨의 言語가 存在하게 된다. 당연한 일이지만 自動化의 레벨을 낮게한 言語의 쪽이 實現하기 쉽다. 스탠포드大學의 AL은 構造의動作레벨로서 作業을 記述할 수 있는 言語이며, 그 後의 實用的, 로봇용 言語의 開發에 多大한 影響을 준 對象物狀態레벨이라고 불리어진다. 指示된 物体의 狀態 遷移에 따라 시스템이 動作을 計劃하고 實行한다. 比較的 上位의 言語로서, LAMA (라마) · RAFT (라프트) · Autopass (오토파스) 등이 提案되고 있으나, 言語完成 以前에 그것을 사포우드하기 위한 自動動作 實現의 必要性이 指摘되어 研究의 重點을 그곳으로 移行하고 있다.

自動組立에의 研究는 知能의 面 以上으로 制御의 面에서 큰 成果를 냈다. 組立을 위한 힘(力)피이드백 / 制御技術, 머니튜레이터動力學, 소프트웨어 사아보等, 많은 成果를 얻게 되었는데 이러한 것들은 産業界에 實用技術로서 波及되고 있다.

自動組立의 研究에 의해 머니튜레이터 그 自体나 對象物体의 모델化의 생각하는 方法이 導入되었다. 이는 作業에 重要한 데이터를 로보트自体가 管理하는 것으로서, 프로그래머는 많은 物体의 狀態를 記憶해줄 必要가 없게 된다. 作業동안에 시스템이 對象物体의 位置·姿勢·結合關係等を 追跡, 管理하는 것으로서, 이러한 方法은 CAD/CAM의 모델과 結合하고, CAD 데이터에 의한 로보트의 制御等으로 開發하고 있다.

知能로보트에 의한 自動組立에의 研究는 現在도 進行되고 있으며, 障害物이 있는 空間에서의 머니튜레이터의 移動問題(그림3), 物体를 붙잡는 곳과



원점에서의 障害物을 피하면서 블록을 移動하고 있다

〈그림-3〉 障害物回避動作의 計劃例

붙잡는 方法의 決定問題 등이 取扱되고 있다.

## 2. 遠隔制御라 함은

### (1) 遠隔制御의 特徵

遠隔制御 關聯의 作業은 知能로보트의 應用分野로서 매우 適合하다. 自動組立과 같은 通常 工場에서의 應用의 경우는 知能은 반드시 必要로 하지 않고 있으며, 經濟性의 面에서는 오히려 一般性을 追求하는 것 보다도 目的에 따라서 特殊한 아프로우치를 사용하는 것이 좋다는 생각이 強하다. 따라서 自動組立에서 知能로보트의 研究結果의 普及은 要素技術의 波及이라는 形態를 取하게 된다. 이點 遠距制御의 경우는 전혀 다르다. 現場에서 주어진 作業을 理解하고, 즉석에서 對處할 수 있는 知能로보트 시스템으로서 使用할 수 있어야 한다. 그 結果, 遠距制御 知能로보트에는 매우 高水準이 機能이 要求된다. 그러나 現在의 技術레벨로서는 至今 곧 實現에 着手하기는 어렵다. 그래서 로보트로서는 하기 어려운 部分은 人間이 補助한다는 생각을 하지 않을 수 없다. 이때문에 人間과 로보트와의 인터페이

스가 특히 重要하다.

## (2) 從來의 試圖

MIT의 Sheridan教授는 遠隔制御를 爲한 수퍼바이저리(管理)制御를 提唱하고 있다. 그림 4는 管理制御의 概念을 나타내고 있다. 이같은 생각은 원래는 달(月)과 같이 떨어진 場所에 있는 슬레이브 로봇을 遠隔操作할 때, 有用한 手法으로서 考案된 것이다. 實時間性を 必要로 하는 制御루우프는 地球·月間 通信을 包含한 形으로서는 構成될 수 없어, 月面上에서 閉鎖하는 것으로 하고, 地球上의 人間과의 交通은 머크러나 코멘드레벨로서 行한다는 생각이다.

이때문에 슬레이브암을 自律的으로 制御하는 計算機가 月面시스템에는 필요하게 된다. 이는 必然的으로 計算機에 의한 自律的動作과 手動操作과의 協調問題를 提起하게 된다. 管理制御는 全自動과 全手動과의 사이의 任意레벨에 있어서의 人間과 시스템과의 인터페이스技術로서 心理學等도 包含한 綜合科學으로서의 發展을 指向하고 있다. 그리고 그 應用分野도, 텔오퍼레이터에 限定되지 않고 原子力發電플랜트 등의 프로세스制御, 宇宙船과 제트旅客機의 操縱制御等に 널리 퍼지고 있다.

JPL의 Bejczy等은 데이터드리본 오토메이션 이라는 概念아래 從來의 마스터암을 사용한 아날로그

的인 1對1對應의 動作指令뿐만 아니라 計算機의 援助에 의한 심보리크한 指令方式을 병용할 것을 試圖하고 있다. 自動化部分에 있어서의 센서피이드백 內容을 重要도에 따라 表示하는 이벤트·콘트롤·디스플레이, 音聲指令, 人間과 計算機에 의한 制御를 融合한 파이브리드制御系等도 試圖하고 있다.

## 3. 遠隔制御知能로봇의 技術問題

前述한 遠隔操作技術의 研究는 現在의 텔오퍼레이터를 高度化·知能化하는 試圖라고 할 수 있다. 여기서는 보다 直接하게 知能로봇을 遠隔制御의 場所에 適用하는 경우의 技術問題를 들고 있다.

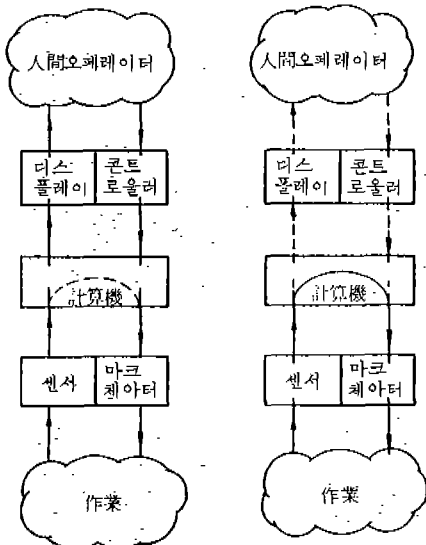
### (1) 마니퐁레이션스킬

知能로봇을 遠隔制御系에 利用하는 最大의 메리트는 그렇게 高級한 일은 아니나 人間으로서 귀찮은 操作을 自動化할 수 있다는 點에 있다. 이와 같은 일에는 잔재주가 必要하며, 미리 프로그램화된 動作뿐만 아니라, 센서情報에 基因하는 修正·適應動作이 必要하게 된다. 종래의 로봇은 定해진 整備된 일에는 適應성을 나타내도 一般의인 適應機能은 갖고 있지 않다. 觸覺·力覺·近接覺·視覺情報를 操作으로 살린 잔재주가 必要한 作業能力, 스킬은 가장 緊急하게 實現되어야 할 課題이다.

### (2) 모델베이스

스킬과 같은 일반적의 作業能力을 單一의 알고리즘으로 實現하는 것은 어렵다. 代身에 利用되는 有力한 方法은 知識의 活用이다. 個個의 作業方法이나 노오하우를 知識으로서 記憶해 두는 方法이다. 로봇의 知識은 對象物마다 整理하는 것이 좋다. 또 基本的 데이터는 그 位置·姿勢·形狀 등의 幾何 데이터라는 點에서 物體의 幾何모델이 종래부터 用되어 왔다. 여기에 作業方法에 關한 知識을 보태어 모델베이스로서 整備해갈 必要가 있다. 모델베이스는 마니퐁레이션을 爲해서뿐만 아니라 視覺에 의한 認識過程에도, 知能部의 計劃作成에도 共通으로 利用할 수 있게되어야 한다.

### (3) 動作計劃



<그림-4> 管理制御의 概念

作業해야할 環境과 作業의 目的이 定해진 後, 그 作業의 順序 및 實際의 動作方法의 計劃을 세울 必要가 있다. 作業의 順序는 어느정도 人間이 미리 準備해둘 수 있으며, 現場에서 指示를 줄 수도 있다. 한편 動作方法은 일일이 로봇에 指示를 주어 야하는 勞苦가 따르는 일이기 때문에 하루빨리 自動化할 대상이 된다. 이는 障害物 回避問題에 歸結할 수 있으며, 현재 知能로봇의 分野에서 精力的인 研究가 進行되고 있다(그림 3).

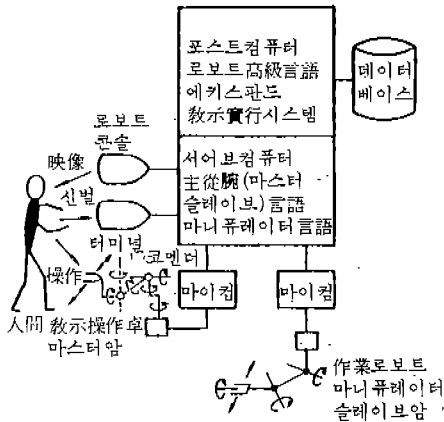


그림-5) 言語介在形覺오퍼레이션 시스템의 構成

#### (4) 作業의 監視와 에러얼리카바리

現實로 로봇가 作業하는 경우는 언제나 잘못된 일어난다는 것을 前提로 하지 않으면 안된다. 잘못된 種類를 미리 豫想할 수 있는 경우 以外는 그것을 체크한다는 것은 매우 어려운 일이다. 아뭏든 시스템 또는 人間이 作業을 監視하고, 에러가 일어났을 경우 이를 回復하여 作業을 續行시키는 것이 중요하다.

#### (5) 狀況의 理解

로봇가 作業現場으로 向하여 作業할 環境과 作業內容을 定하는 것은 極히 어려우나, 遠隔制御系에 必要하다. 당분간은 人間에 맡기는 일이 될 것이다.

#### (6) 맨·머시인·인터페이스

以上の 技術問題는 實現하기 쉬운 順序로 되어 있

다. 이 順序는 同時에 知能로봇을 遠隔制御系에 投入할 때, 必要도가 높은 順序이다. (1), (2)는 로봇가 直時 가져야할 機能이며 (3)以下는 當分間 人間이 그 一部를 分擔하게 될 것이다. 맨·머시인 인터페이스는 單純히 시스템의 操作 및 狀態表示의 機能向上만 으로서는 不充分하다. 로봇트는 어느 種類의 意識(內部狀態)을 갖고 있는 것으로 보아야 하며, 內部狀態(프로그램·모델의 狀態)와 外部 狀態(마니퐁레이터, 센서, 環境) 및 人間의 協調를 얻는 것을 可能하도록 하지 않으면 안된다. 로봇트 用 워어크스테이션의 概念圖를 그림 6에 表示한다.



로봇의 內部/外部狀態가 單一의 画面에 表示할 수 있어 人間로봇간의 인터라크션을 容易하게 行할 수 있도록 配慮되어 있다.

〈그림-6〉 로봇트用 워어크스테이션의 概念圖

知能로봇의 系譜, 現狀, 遠隔制御에의 應用에 對해서 簡單히 記述했다. 遠隔制御系는 知能로봇로서는 시비어한 應用分野이다. 要素技術의 波及이라는 從來의 領域을 넘어서 다이렉트한 로봇트로서 使用할 수 있는지 없는지를 試圖해야 한다.

그러나 어려운 部分은 人間에 맡길 수 있다는 말 아닐 수 있는 길이 있다. 多幸하게도 로봇트에 있어서는 어려운 일이나 人間에 있어서는 쉬운 일이 많아 整合性은 좋다. 本格的인 知能로봇가 遠隔制御系에 使用될 수 있게 되기까지는 數年이 걸릴 것이다. 2000年을 向한 課題는 自動化의 程度를 어느 정도까지 높일 수 있느냐에 있다. 作業의 監視와 에러얼리카바리, 狀況의 理解問題等은 最後까지 研究者의 頭腦를 어렵게할 問題일지 모른다. \*