

컴퓨터로 人工知能은 實現할 것인가?

現世의 商用컴퓨터가 갖는 여러가지의 欠點을 克服하고, 人間으로서 가장 使用하기 쉬운 高性能의 컴퓨터를 開發하려고 하는 新世代 컴퓨터의 研究開發이 各國에서 活潑하게 進行되고 있다. 美國에서는 國防省을 中心으로 人工知能을 向한 高性能컴퓨터의 研究開發 計劃이 시작되고 있다. 또 유럽에서도 이와같은 研究開發計劃이 政府主導아래 進行되고 있다. 이같은 研究開發의 最終的인 目標은 21世紀를 바라본 基礎技術의 開發이라고 할 수 있다. 그러나 研究開發의 過程에서 얻어진 實用possible 技術은 適當하게 分離하여 商用化되어 갈 것이다.

新世代의 컴퓨터開發의 基礎가 되는 概念이나 技術은 다음 4個點으로 整理된다.

- ① 人間이 갖는 知能을 機械的으로 實現하여 柔軟한 맨·머신·시스템을 構築하는 人工知能技術
- ② 소프트웨어의 生産性을 높이기 위한 人間이 理解하기 쉬운 새로운 소프트웨어概念과 言語
- ③ 새로운 概念에 의한 소프트웨어를 高速으로 實行할 수 있는 컴퓨터의 아키텍처
- ④ 新世代의 高性能컴퓨터의 實現을 可能케 한다. 高速·高集積化 LSI素子 研究

이 가운데 여기에서는 ①~③을 中心으로 技術의 現狀과 動向, 問題點에 대해 考察하여 21世紀에의 展望을 記述하기로 한다.

1. 現狀과 動向

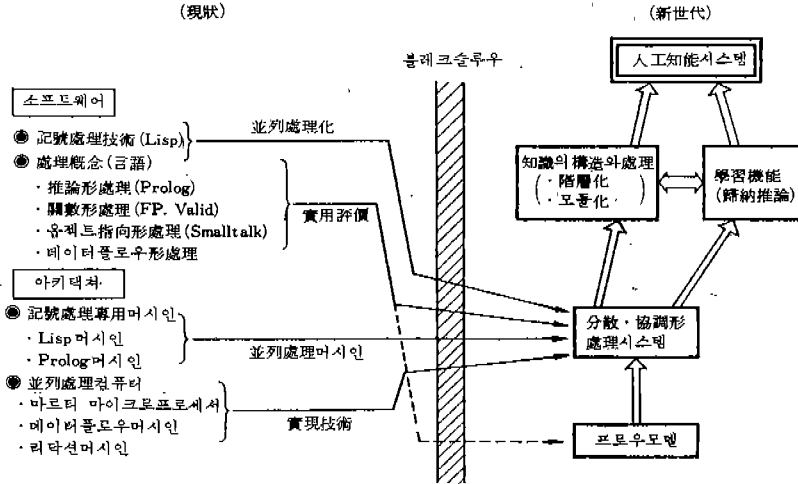
오늘날의 人工知能研究에 얽힌 諸概念의 擘은 1960年代에 提示되었다고 본다. 1970年代에는 이를 베이스로 하는 基礎研究가 進展하여 諸技法의 開發과 概念의 發展, 擴大가 進行되었다. 그러나 요즘의 研究는 아직 實用에 結付되었다고는 말할 수 없는 것으로, 大學과 研究所의 實驗室에서 原理的 實證을 試圖하고 있는 程度에 不過하다. 1980年代에 들어서 知識工學과 自然言語處理等의 分野에서 適用領域과 機能을 限定한 人工知能應用시스템에 대한 開發이 熱心히 進行하게 되었다. 특히 美國에서는 一時間의 「人工知能은 鍊金術」이라는 評價로 바뀌어 現在는 「人工知能의 手法을 實用工學으로 한다」는 觀點에서 積極的으로 實用化開發을 指向한 研究가 進行되려고 하고 있다. 人工知能技術 가운데 實用可

能部分을 잘 分離시켜 벤차·비즈니스를 시작하는 研究者도 나오고 있다.

人工知能研究의 目的은 究極的으로는 人間 知能의 科學的 解明에 있으나 한편 工學的 見地에서는 「人工知能시스템의 開發이라함은 인터페이스를 人間에 맞춘 人間指向의 시스템의 開發」이라고 말할 수 있다. 특히 이때까지의 情報處理시스템은 컴퓨터의 構造가 前面으로 튀어나오고 있기 때문에 人間性을 疎外하고 있는 面이 強하며 一部の 專門家나 趣味人만이 使用할 수 있다는 問題가 있다. 人間에 있어서 가장 알기 쉬운 言語를 사용하여 보다 柔軟한 인터페이스를 갖는 情報處理시스템을 開發하는 것이 必要하다. 또 시스템開發을 効率化하여 소프트웨어의 生産性 向上을 圖謀하기 위한 手法을 開發하는 것이 重要하다. 그 때문에 人工的 知의 手法의 活用은 앞으로 더욱 重要한 研究課題는 되고 있

다. 이같은 觀點에서 다음세대 컴퓨터開發의 基礎가 (現狀)

되는 몇가지 技術의 現狀을 소프트웨어와 아키텍처의 면에서 概觀해 본다(그림 1).



장래를 향한 새로운 블레이크슬루우는 分散, 協調의 概念에 基因하는 知能處理 소프트웨어의 確立과 프로그래밍 모델에 의한 情報시스템의 体系化에 있다.

(그림-1) 新世代컴퓨터開發을 向한 技術의 現狀과 將來

(1) 소프트웨어

(1) 記號處理技術

人工知能研究의 이태까지의 成果로서 特히 注目할만한 것에 리스트處理를 中心으로한 記號處理 技術의 確立이 있다. 人工知能시스템은 記號化 (심버라이즈) 된 知識이라는 非數値데이터가 處理의 對象이 된다. 知識은 많은 個體間的 複雜하게 얽힌 關係에 의해 表現되기 때문에 知識데이터의 處理에서는 個體間的 複雜한 關係가 自由롭게 表現되며, 操作되지 않으면 안된다. 또 知識을 表現하기 위한 데이터의 構造나 處理의 알고리즘도 對象에 따라 여러가지 變化한다. 따라서 人工知能시스템의 研究開發用 言語로서는 複雜하게 얽힌 데이터의 構造와 處理의 알고리즘을 自由롭게 記述할 수 있는 機能이 要求된다. 이에 對應하는 言語로서 Lisp가 있으며 現在 人工知能의 言語로서 가장 널리 使用되고 있다. Lisp 言語自体는 여러가지의 알고리즘을 잘 記述할 수 있으며, 自由度가 높은 言語이나 리스트處理 機械의 構造를 直接 反映시킨 面도 있어 이러한 意味에서 人工知能시스템의 機械語라고도 할 수 있

다.

(2) 關數形處理

關數形處理의 概念은 人工知能研究의 直接的인 成果라기보다 프로그램의 理論과 計算意味論의 分野에서 얻어진 새로운 處理의 모델이다. 關數形處理에서는 入力과 出力間의 데이터의 寫像關係(即 關數)에만 着眼한다. 이 點 漸次的인 메모리書換의 操作을 念頭に 두고 그 順序로서 處理를 생각하는 現在의 商用 컴퓨터의 方式과는 處理의 생각하는 方法이 基本的으로 다르다. 關係形 處理에서는 現行의 處理시스템과 같이 메모리 속의 데이터가 알지 못하는 사이에 바뀌어진다는 일은 없다. 關數(프로그램 모듈) 間에서의 데이터의 交換이 明示的으로 表示되기 때문에 프로그램 모듈의 獨立性을 높게 지닌 알기 쉬운 프로그램을 만들 수 있다. 또 關數形 處理에서는 關數實行의 結果가 그 關數에 주어진 入力值만으로 定해지기 때문에 關數의 實行은 相互獨立되므로 高度의 並列處理가 自然的인 形態로 記述할 수 있게 된다.

關數形 處理는 이와같이 極히 좋은 特性을 갖고

있으나, 現行의 컴퓨터에서는 效率 좋은 實行이 期待될 수 없기 때문에, 또한 實用的인 言語나 處理시스템은 存在하지 않는다. 단지 Lisp 言語構造는 關數的處理의 概念이 基礎가 되어 있다는 點을 충분히 認識해둘 必要가 있다.

關數形處理의 效率인 實現은 新世代의 컴퓨터 방식의 중요한 要素이며, 新世代의 並列處理컴퓨터의 開發과 함께 關數形處理시스템의 研究가 進行되고 있다.

(3) 推論形處理

人工知能研究를 통하여 最近 明白해진 重要的인 知見의 하나로 推論에 基盤을 두는 處理의 把握이 있다. 이 推論形 處理모델에서는 事象과 事物間에 있는 因果의 關係를 더듬어가며 處理해 가는 「推論」의 操作이 基本이 된다. 推論을 基礎로 하는 處理모델은 주어진 順序에 따라 프로그램을 實行하는 現行의 商用컴퓨터의 處理모델과는 基本的으로 다르며, 이 推論의 概念을 基礎로 둔으로써 現行의 情報處理시스템이 갖는 알기 어려움과 複雜性등의 非人間的 側面을 解決하는 새로운 情報處理시스템의 틀을 짜게 된다.

推論形處理모델과 關數形處理모델은 極히 가까운 關係에 있다. 이와함께 逐次 處理의 概念에서 解放되며, 또 메모리 書換의 概念도 없으며 프로그램은 데이터間的 關係를 記述하게 된다.

關數形處理에서는 데이터의 入出力關係가 固定되고 있는데 비해 推論形에서는 入出力關係는 固定이 되지 않는다. 또 關數形은 入력에 對한 出力은 단 하나 定해지는데 비해 推論處理는 複數의 處理結果가 同時에 얻어진다. 이러한 意味에서 推論形 處理쪽이 보다 強力하다고 할 수 있으나, 프로그램의 알기 쉬운點과 處理의 效率性이라는 點에서 각각 一長一短이 있다.

推論形處理에 基本되는 프로그래밍言語는 論理形言語라고 부르고 있으나 論理形言語로서도 當然 知識處理에 필요한 記號處理의 能力을 具備하고 있다. 그 代表的인 言語에 Prolog가 있으며, 第5世代 컴퓨터·프로젝트에서는 知識處理用의 基礎 言語로서 積極인 研究가 進行되고 있다.

(4) 知識의 構造와 움젝트指向形處理

우리 人間들이 갖고 있는 知識이라는 構造에 대해서는 아직 거의 解明되지 않고 있다. 그러나 個個의 事物에 대한(屬性) 知識이 無秩序하게 存在하고 있는 것이 아니다. 事物間的 關係도 知識이며, 그 關係를 보는 方法에 따라 하나의 綜合체로 構造化되며, 그 綜合체도 하나의 知識이라고 할 수 있는 階層構造를 이루고 있다고 解析하는 것이 大體적으로 一致된 意見이다. 이와같은 모델化를 플레임理論이라고 하며 오늘의 人工知能시스템 研究의 중요한 基礎概念이 되고 있다.

最近 움젝트指向形 프로그래밍의 概念이 注目되고 있다.

이 概念은 이때까지의 操作루틴에 視點을 둔 프로그래밍과는 달리 데이터쪽에 視點을 두고 있다. 데이터와 그 操作을 表示하는 프로그램을 一体로 하여 하나의 對象(움젝트)으로 생각하고, 이같은 움젝트의 集合체로서 프로그램을 構成한다. 프로그램은 움젝트間에서의 處理依賴 메시지의 交換에 의해 實行된다. 이와같은 處理의 생각하는 方法은 知識이라는 것이 構造化한 것으로서 構造化한 知識의 사이에서 相互 인터랙션을 일으키면서 知能處理가 進行되는 構造化知識의 모델과 相通하는 바가 있어, 이點에서 人工知能研究者間에 注目되어 있다. 움젝트의 생각하는 方法을 徹底한 言語로 Small-Talk가 있으며, 또 먼저 記述한 Lisp 言語에도 움젝트指向 프로그래밍을 할 수 있는 機能을 갖는 것이 몇 個 있다.

(2) 컴퓨터·아키텍처

人工知能에 關係되는 以上과 같은 소프트웨어 概念을 잘 實現하는 하드웨어·아키텍처의 現狀은 어떻게 되어 있는지 먼저 最近 10年間의 LSI技術의 進歩는 눈부신바 10年前에 中形컴퓨터였던 것이 至今은 數집에 収納되며, 또 256Kbit의 메모리가 1 칩으로 實現하기까지 되고 있다. 이와같은 素子技術의 進歩에 따라 高速·大容量의 컴퓨터가 대단히 콤팩트하며 底廉하게 만들 수 있게 되었다.

이에 따라 소프트웨어의 생각하는 方法도 크게 變

화해 오고 있다. 以前은 하드웨어를 效率的으로 움직이기 위한 소프트웨어의 開發에 主眼을 두고 있었다. 그러나 하드웨어코스트의 低下와 시스템의 高度化에 따라 소프트웨어 코스트가 보다 큰 比重을 차지하게 되어 소프트웨어의 生産性이 一層 중요한 問題로 되고 있다. 이때문에 컴퓨터·아키텍처의 研究도 새로운 소프트웨어概念에 따른 컴퓨터의 開發이라는 소프트웨어 指向의 研究가 보다 중요하게 되었다.

(1) 記號處理專用컴퓨터

퍼스널·컴퓨터와 로컬에리어·네트워크의 出現에 따라 大形컴퓨터를 多數의 使用者가 共有하여 사용하는 이때까지의 TSS에 代身하여 컴퓨터의 個人專有化의 傾向이 높아지고 있다. 또 그 應用領域은 自然言語處理과 知識處理라는 非數值處理分野를 向해 擴大되고 있다.

얼마前까지만 해도 實用的이 아니라는 생각을 갖고 있었던 記號處理도, 實用시스템으로서 眞摯하게 생각하게 되었다. 특히 Lisp에 대해서는 이를 專用하드웨어화하는 試圖로 現在는 個人專有形의 워크스테이션으로서 Lisp 머신이 開發되어 商品化 하기까지 되고 있다. 또 Prolog에 대해서도 이를 專用머신으로 處理하는 研究가 第5世代컴퓨터·프로젝트로 進行되고 있다.

(2) 並列處理컴퓨터

LSI技術의 進歩는 또 並列處理컴퓨터의 研究開發에도 큰 영향을 주고 있다. 특히 多數의 高機能 프로세서를 사용하여 高性能을 얻는 並列處理 컴퓨터가 VLSI프로세서의 出現에 따라 現實的인 것으로 생각하게 되어, 並列處理컴퓨터의 研究가 活潑하게 되고 있다. 並列處理컴퓨터로서는 한편에서 画像處理나 信號處理와 같은 多少 制限된 領域에서의 專用알고리즘에 특운시킨 目的指向의 高速專用 하드웨어의 研究開發이 進行되고 있다.

다른 한편으로는 現在의 商用컴퓨터의 原理가 되고 있는 逐次處理·集中制御形의 노이먼 原理에서 벗어나 並列處理·分散制御를 自然히 實現할 수 있는 計算原理를 具體化하는 並列形컴퓨터의 研究가 活潑化하고 있다.

이 研究은 單純히 高並列·高速의 컴퓨터를 開發한다는 것 뿐만 아니라 이때까지의 컴퓨터가 지니는 非人間的 側面을 解消하여 人間的 思考論理에 맞는 直觀的으로서 알기쉬운 소프트웨어概念을 實現하는 컴퓨터의 方式을 求하는 研究라고 할 수 있다. 이때문에 關數形·論理形, 對象指向形 프로그래밍 言語 등의 알기쉬운 言語를 求하는 研究와 一體가 되어 研究가 進行되고 있다. 데이터플로우나 리더코션의 概念 및 그 컴퓨터·아키텍처의 研究는 代表的인 것이다.

2. 現狀에서의 問題點

— 블레이크슬루우를 만드는데는 —

今後 10年間에 人工知能技術을 應用한 實用的인 시스템이 여러가지 出現할 것으로 생각된다. 이러한 것은 裝置나 시스템의 故障診斷, 데이터의 解析機械翻譯, 自然言語에 의한 데이터베이스照會, 事務文書處理의 支援등 限定된 領域內에서의 知的支援 시스템과 같은 것이 中心이 될 것이다.

이들 시스템이 提供하는 人間과의 인터페이스도 自然言語나 圖形이 使用하게 될 것이다.

그러나 이러한 것들의 開發에 있어서는 現在의 技術레벨을 前提로 하여 實用化 可能部分을 잘 分離시켜 商品化한다는 것이 主目標이 되기 때문에, 表層的인 人工知能應用시스템이라는 範圍를 벗어나지는 못하게 될 것이다. 例로 自然言語處理에 있어서도 어느 程度 限定될 것이며 專門家の 作業을 部分的으로 代身하는 엑스퍼트의 對象으로하는 領域도 相當히 限定되는 것이 될 것이다. 裝置設計나 시스템設計의 어느 程度의 部分을 自動化해 주는 것과 같은 設計엑스퍼트시스템이나 文脈과 對話環境을 考慮하여 自然言語의 意味를 理解하는 것과 같은 시스템, 意味의 理解에 基因하는 機械번역시스템 등이 있어서는 現在의 技術延長으로서 實用化는 相當히 困難할 것으로 생각된다.

以下 新世代컴퓨터·시스템으로 向하여 블레이크슬루우를 만들기 위한 몇가지의 問題點을 생각해 보기로 한다.

(1) 學習機能

시스템이 眞正으로 知能的이 되기 위해서는 먼저 시스템 自体가 外界에서 知識을 獲得하여 그것을 系內에 同化시켜 나갈 수 있어야만 한다. 시스템은 提示된 몇가지의 事例에서 그와같은 共通되는 性質을 抽出하여 그것을 一般法則으로서 認識하는 歸納的인 推論能力을 가져야만 한다. 그러나 이와같은 歸納的 推論에 基因하는 學習의 問題에 대해서는 現在 研究가 시작되어 얼마되지 않았다.

(2) 知識構造

知識의 構造 그 自体에 對해서도 충분한 定式化가 아직 이루어지지 않고 있다. 知識이 階層化되어 構造화된 것이라는 認識은 틀림이 없다고 할지라도 그 具體的 表現과 處理法에 있어서는 여러가지의 생각하는 方法에 있어 整理가 不充分하다. 人工知能 用 言語인 Lisp가 精巧하여 技巧的인 處理를 自由롭게 記述할 수 있으므로 現用 컴퓨터에서의 處理의 效率化에 지나치게 神經을 쓰는 나머지 자칫 하면 知識構造의 모델化의 努力을 잊고 知識이라는 複雜하며 混沌하다는 悲觀論에 빠질 危險性이 있다.

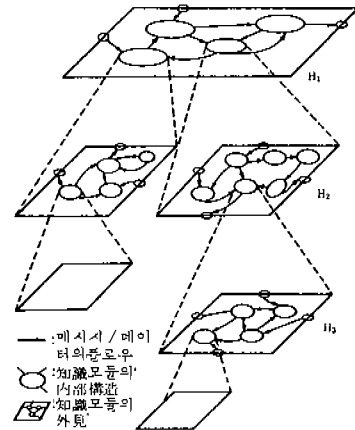
시스템의 舉動을 人間의 思考論理에 맞추어 直觀的이며 알기쉬운 것으로 하기 위해서는 知識構造의 모델, 表現法을 現行 컴퓨터 指向의 것이 아니라 人間指向의 立場에서 再照明해 나가야 할 것이다. 다음 世代의 시스템은 知識情報處理 即 知識의 表現, 處理가 바로 소프트웨어·시스템이라는 것이 되기 때문에 知識의 表現과 處理의 模型은 다음 世代의 情報處理시스템의 模型이 된다.

(3) 分散, 協調에 基因하는 處理模型

入問의 知識構造를 순수하게 反映한 表現模型과 處理模型을 생각할 경우 概念의 抽象化에 따른 知識의 階層化 및 模型化의 徹底가 중요하다. 知識의 處理에 있어서 知識모델끼리 相互 暗默的으로 영향을 주는 일이 없도록 明示的인 構造로 하지 않으면 안된다. 이는 知識모델의 獨立度를 높게 유지하며

模型化 構造의 徹底를 圖謀한다는 것이 된다.

知識모델의 獨立性을 徹底히 하기 위해서는 關數形, 推論形, 對象指向形의 處理概念을 베이스에 두고, 並列, 分散, 協調에 의한 處理模型을 構築해 가는 것이 중요하다. 이 處理模型은 各모델이 並行하여 動作하며 서로 메시지나 데이터를 交換하면서 問題解決을 行하는 메시지·플로우形 시스템의 骨格을 構築할 수 가 있다(그림 2).



知識構造는 明示的인 것만이 干涉하는 知識모델의 階層으로 表現된다. 시스템은 各知識모델間의 메시지나 데이터의 明示的인 交換에 의해 問題 解決處理를 進行한다.

〈그림-2〉 知識構造

모델性의 徹底는 工學의 모든 分野에 共通하는 指導原理이며, 소프트웨어技術을 眞正으로 工學的인 것으로 하기 위해서는 必要不可缺한 要素임을 念頭에 두어야 한다. 自然界의 諸現象, 工場의 플랜트나 各種의 機械, 거기에 社會, 經濟의 諸現象 등 모든 것이 個個의 模型의 並列, 協調動作에 따라 有機的으로 움직이고 있다는 것을 생각할 때, 現行 컴퓨터의 基本이 되고 있는 逐次處理와 集中制御가 얼마나 不自然한 것인지 잘 理解할 수 있으리라 생각된다.

(4) 並列處理컴퓨터의 아키텍처

이상과 같은 소프트웨어(知識)모델을 效率 좋게 表現하기 위한 컴퓨터도 또 並列, 分散處理를 指向한 것이 아니면 안된다.

이와같은 컴퓨터·시스템으로서는 네트워크로 結合된 多數의 VLSI프로세서가 相互 메시지나 데이터 등의 交換을 하면서 處理를 進行하는 것과 같은 멀티프로세서構成이 自然的인 것이다. 各 프로세서에는 知識모듈이 割當되어, 知識모듈間的의 메시지 交通은 하아드웨어上에서는 프로세서間的의 交通으로 表現된다. 이와같은 高度並列處理의 컴퓨터의 研究은 앞으로 더욱 重要하게 된다.

3. 21世紀의 展望

— 高度情報社會와 情報플로우 —

情報시스템의 觀點에서 21世紀의 社會와 技術을 多少 理想的인 面에서 展望해 보도록 한다.

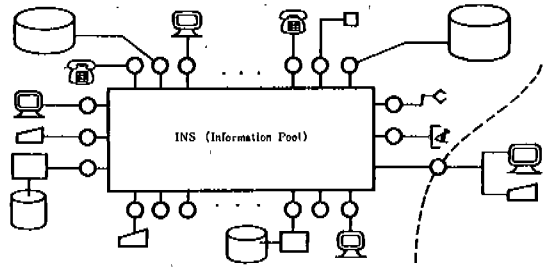
21世紀에는 INS네트워크를 中心으로 한 이른바 高度情報社會가 어느 程度 成熟하게 될것이다. INS네트워크에는 各種의 情報가 大量으로 交流, 各個人으로서는 巨大한 情報가 INS네트워크內에 모여 있는 것으로 보인다. 그러나 INS네트워크가 單純히 巨大한 情報駐車場인 것만으로서는 高度情報社會라고는 말할 수 없다. INS네트워크中の 各種 情報는 그 가운데의 必要한 情報가 마치 個人 專用인 것 같은 カスタム화하게 된다.

即 距離와 時間의 壁을 넘어서 必要한 情報를 손쉽게 叩집어 낼 수가 있으며, 또 必要한 情報를 쉽게 만들어 INS네트워크측에 모을 수 있다. 各者가 願하는 情報에의 액세스에는 機械語가 아니라 要求를 순수하게 表現할 수 있는 人間의 말을 使用하게 된다(그림 3).

高度情報社會에서는 現在의 物流中心에서 情報플로우中心의 經濟로 移行한다. 産業은 하아드웨어(VLSI를 包含하여) 中心에서 소프트웨어 重視로 移行한다.

또 現在의 少品種 大量生産을 代身하여 個人的 기호를 尊重한 多品種 少量生産의 時代가 된다. 이 때문에 各種의 産業分野에서 高度의 設計支援 시스템과 로봇에 의한 設計·生産의 自動化技術을 驅使하게 될 것이다.

이와같은 社會·産業을 基盤으로하는 情報시스템



- 多元미디어 : 音聲, 圖形, 圖像, 信號
- 任意處理體間的의 通信 : 人間컴퓨터, 情報提供者, 情報消費者, 個人, 企業, 官廳, ...

네트워크는 巨大한 情報푸울로 되고 있으나, 情報는 個人用으로 カスタム화되고 있으며, 各個人의 言語에 따라 必要한 情報로 손쉽게 액세스할 수 있다.

〈그림-3〉 高度화된 INS네트워크의 概念

의 技術에는 플로우·모델이 重要한 役割을 達成하게 될것이다. INS네트워크中에는 -grow-up한 情報플로우가 있으며, 로컬에리어·네트워크 中에는 로컬한 情報플로우가 있다. 또 이같은 네트워크 內의 노드 或은 端末에 位置하게 되는 各種의 컴퓨터 시스템中에도 메시지나 데이터의 플로우가 있다. 이와같이 모든 階層을 情報플로우에 着眼하여 統一하는 플로우·모델에 의한 情報시스템의 體系가 만들어져 갈것이다.

産業上 重要한 設計·生産의 自動化에도 플로우·모델이 基礎가 된다. 設計·生産支援시스템上에는 하아드웨어나 소프트웨어의 部品이 知識베이스化되고 있으며, 設計仕樣에 따라 適當한 것이 自動적으로 選擇되어 시뮬레이션에 의해 性能과 仕樣的 妥當性이 評價되어 設計로 피이드백된다.

이때에 部品에 주어지는 仕樣은 外部와의 인터페이스條件을 明示의으로 하여 内部構造를 다른 것과 獨立으로 하는 모듈性의 徹底를 圖謀하는 것이 必要하다. 이는 플로우·모델에 의해 解決된다.

태반의 시스템에는 知能處理의 機能이 함께 담겨 될것이나 이 知能處理의 骨格도 또 플로우·모델의 위에 만들어 진다. 即 分散과 協調의 概念에 立脚하여 知識構造와 問題解決의 모델이 構築되어 그위에 人間의 論理에 맞은 人間指向形의 情報시스템을 構築하게 될 것이다.

*