

## 21世紀の情報化社会を先導する情報知識学の現状と展望

—これまでの10年、これからの10年—

藤原 譲

Present States and perspectives of Knowledge and Infology

Leading Information Societies in the 21<sup>st</sup> Century

--Past 10 years and Coming 10 Years--

Yuzuru Fujiwara

### Abstract

Global information infrastructures and computers are being developed very rapidly, and diversified massive information can be obtained through Internet. Access to necessary information and distributing generated information become easy owing to large quantity, high speed and globalization of sophisticated computers and communication technologies.

Basic principles and architectures of the present information technologies remain same contrary to apparent development. It is the time to move to the new era of information based on new principles and innovative technologies resulting from "fundamental research of information and knowledge."

#### 1. はじめに

##### 1.1 背景

情報化の発展：インターネット、多種多様多量の情報ボーダレス流通、検索エンジン  
電子メール、ホームページ、LaTeX、SGML、HTML、CALIS、XML  
マルチメディア、GUI、VR、  
WS、PC、電子手帳、モバイルコンピューティング  
Windows、UNIX、Office、JAVA、Agent、  
電子ショッピング、電子商取引、電子会議、遠隔教育、遠隔診断

大容量、高速、広域化

処理機能：数値計算、符号照合（検索、演繹推論など）

思考支援：発想（情報生成）、評価、決定

## 1.2 Turing Machine の特徴と限界

- a) 処理アルゴリズム主導
- b) 2 値論理：符号照合→検索（データベース）、  
→演繹推論（人工知能）  
：数値計算
- c) 単一プロセッサ：分割・超並列を含む
- d) 情報知識の意味・構造が考慮されていない

## 2. 情報知識学の内容

2.1 定義：情報知識の本質に関する法則、理論を確立し、体系化することおよびそれらの有効な活用を図ること

2.2 分野構成：実験、理論、応用の3分野に大別される。

### 実験

- a) 情報知識解析（特性、構造、意味内容）
- b) 意味理解・処理
- c) 意味記述・表現・表示
- d) 情報資源化

### 理論

- e) 情報モデル
- f) 学習機構
- g) 情報論理
- h) 情報生成機構
- i) 思考機構—演繹、類推、帰納、仮説生成、評価決定
- j) 計算機構—Turing Machine の限界を超える機構、  
自己組織化知識に基づく、学習・思考機能の実現

### 応用

- k) 超脳学習・思考システム
  - 帰納推論—高分子NMR解析
  - 類推 —有機合成設計
  - 仮説生成—先端機能性材料開発（ナノチューブ）
  - 研究開発システム—情報知識学情報資源

### 3. 情報知識学の展開と応用

#### 3.1 現在の計算機の限界と次世代計算機への展開

##### チューリング機械

データ : 受理可能性の限界

対象 : Rule Driven Closed World (処理規則主導の閉世界)

論理 : 2値論理—符号処理、意味理解なし

##### 脳型機械

データ : 受理可能性の進化

対象 : Learned Knowledge Driven Open World (学習知識主導の開世界)

論理 : 多値論理—意味理解、情報生成

#### 3.2 超脳計算機の基本アーキテクチャ

概念間の意味関係解析から概念記憶構造は均質化2部グラフ (The homogenized bipartite model : HBM) として次のように定式化できる。

$V$ ,  $E$  および  $L$  をそれぞれ概念、概念間の関係、および表現とする。

$$E \subseteq 2^V \quad (1)$$

$$V = V \cup E \quad (2)$$

$$E = E \cup V \quad (3)$$

$$\sigma : L \rightarrow E \cup V. \quad (4)$$

式(1)は2項関係のみでなく、多項関係が扱え、また概念—関係間の双対性にも対応できる。式(2)と(3)は再帰構造および入れ子構造を許し、両方で概念と概念間の関係が同等に扱えることになり、両者の相対性も問題が解消されている。これは人工知能で意味ネットやフレーム構造をとるときや、データベースで関係モデル、実体—関係モデルやオブジェクト思考DBにおける相対性(実体—関係および実体—属性など)の問題を解決できる。しき(4)は概念や関係とその表現である、用語の対応である。

このモデルに従うと推測（類推、帰納推論および仮説生成）の機構は次のようになる。

Let  $C=(V, E)$  を概念空間とする  
 $Cr(Vr, Er), Cs(Vs, Es), Cc(Vc, Ec),$

ここで  $r, s$  および  $c$  はそれぞれ参照、対象、共通構造を表す。

$$\begin{aligned} Cc &\subseteq Csi \cap Csj \cap \dots \cap Csn \cap Cr, \\ Cs(Vs, Es) &= Cr(Vr, Er) \quad (5), \\ \text{where } Vr &= Vc + \delta Vr, Er = Ec + \delta Er, \text{ and} \\ Vs' &= Vc + \delta Vr, Es' = Ec + \delta Er, \end{aligned}$$

類推および仮説生成の機構は次のように表される：

$$\begin{aligned} Cc &\subseteq Cs \cap Cr, \\ Cs'(Vs', Es') &= Cr(Vr, Er) \quad (6) \\ \text{where } Vr &= Vc + \delta Vr, Er = Ec + \delta Er, \text{ and} \\ Vs' &= Vc + \delta Vr, Es' = Ec + \delta Er. \end{aligned}$$

ここで重要な点は類推、帰納推論、仮説生成はすべて新しい概念または新しい関係を生成していることである。

新計算機の規模：実証モデル—開発用プロトタイプ—実用

Processor 数	: $10^2 - 10^5 - 10^9$
Processor 間結合	: $10^2 - 10^3 - 10^5$
個有メモリー	: $10^2 - 10^3 - 10^6$

### 3.3 超脳計算機の特徴

意味関係の自己組織化機能

- 学習機能
  - 意味構造内蔵型知識資源
    - 情報知識の意味理解機能
      - 多値論理
        - 情報の補足、生成
          - 類推、帰納推論、仮説生成
            - 評価、意思決定 → 思考

### 3.4 超脳計算機の応用

#### a) 自己組織型情報知識資源

- ① 意味関係抽出 (C-TRAN, SS-KWIC, SS-SANS, SANS, INTEGRAL etc)

意味関係構造化

類似性評価

関連性評価

- ② 推測

類推

帰納推論

仮説推論

- ③ 妥当性評価

- ④ 最適解選定

#### b) 応用システム

- ① 高分子NMR解析システム—帰納推論  
② 有機合成設計システム—類推  
③ 非線型光学材料—仮説生成  
④ ナノチューブ用途開発—研究開発における問題解決  
⑤ 情報知識学研究開発システム—情報知識学情報資源

### 4. むすび

HB-LTモデルに基づく情報資源化  
意味関係の自己組織化

→ 学習

→ 意味理解

→ 情報生成

→ 類推、帰納、仮説生成

→ 発想、思考、評価、決定

→ 脳型学習思考機械

= 脳型・構造化知識主導・機構