

## Emergent Semantics Principles and Issues (2004)

K. Aberer, P. Cudre-Mauroux, A. Ouksel, T. Catarci, M. Hacid, ...S. Staab, and R. Studer  
(EPFL, U. of Illinois, U. of Roma, U. of Lyon, U. of Basque Country, National Library of Medicine, U. of Zaragoza, IPSI(Germany), Vrije Univ. of Brussel, U. Politecnica(Spain), U. Karlsruhe(Germany))  
<http://www.ipsi.fraunhofer.de/risse/pub/P2004-01.pdf>

### 1 本論文の目的

意味の創発 (Emergent Semantics) のキーとなる概念について説明するとともに、現在の SW を中心とした変化の可能性と限界について述べる。

### 2 背景

情報とコミュニケーションのインフラは、過去 10 年、急速かつ極端な分散化プロセスを経験してきた。静的かつ部分的に中央サーバにつながれた世界から、数百万の情報源がルーズにつながりあった入り組んだ Web へと変わった。さらに近年では SW 基盤技術である RDF や OWL などの標準的メタデータが広範囲にわたって利用されている。

### 3 手法・アルゴリズム

意味の相互運用は創発的な仮説構築の追加と見なされる。状態は頻度に依存し、品質や効用は、与えられたタスクの一般的な相互運用の上の合意に到達することによって導き出される。このような意味の相互運用性のことを本論文では創発的意味 (Emergent Semantics) と呼ぶ。

創発的意味の理論的根拠と原則について述べる。

- 原則 1 「意味の接続プロトコルとしての合意」 意味の変化は双方に承諾された事柄を基盤としてのみ起こりうる。意味の接続は、新たに生成され共有されたオントロジーの上に成り立つ。合意の強さは承諾された事柄の強さや質や信頼性に依存する。
- 原則 2 「話し合いから合意は生み出される」 エージェント間での情報交換には新しい合意のための協議もしくはすでにある合意の検証が必要である。そして情報環境は動的であり、仮説は絶え間なく検証されなくてはならない。エージェントがお互いを知ったり、関心が広がったり焦点が絞られるにつれて、合意は変化する。
- 大原則 3 「ローカルなインタラクションから合意は生み出される」 グローバルな意味的合意はローカルな同意の集積を通して得られる。

ローカルな同意はグローバルな合意のコンテキストの影響を受ける。この点において、合意は動的であると同時に自己参照的である。動的であり自己参照的であることから創発的意味が自己組織化プロセスを持つことは考えられなくはない。自己組織化ではアトラクターに入るまで探索を繰り返す。創発的意味にとってのアトラクターとは同意形

成への到達を指すと考えられる。これはつまりグローバルな意味的合意と我々が呼んでいるものである。

構造を持つデータに対しては、ローカル間でスキーママッピングを行うことが意味の相互運用性につながる。このように考えると上記の原則がそのまま適用可能となる。ローカルな同意に基づく自動化手法は、推測するために用いられたというよりも、表現に富み正確なグローバルな意味的合意であると捉えられる。

### 4 創発的意味の意義および技術的課題

創発的意味システムの、分散環境における意義と技術的課題について述べる。

ローカル性は創発システムにおいて不可欠な要素であるが、意味のネットワークもローカルなインタラクションにより構築される。スケールフリーネットワークはそのような構築プロセスを持つネットワークであり、スケールフリーグラフ理論は意味ネットワークに適用可能である。また、ローカルなインタラクションは意味の相互運用性の構築を行っているともいえる。これは創発的意味に関する技術が役立つ良い機会である。

仮にヘテロな環境におけるグローバルなスキーマやオントロジーができたとしても、時間と共に変化するという問題は残るため、創発的意味の意義はある。創発的意味の持つ生来性、ローカル性、自律性、ランダム性はいずれもシステムのグローバルな整合性や完全性にとっては有害ではあるが、回復力やロバスト性においては有用である。

技術的な課題としては表現モデル (どの様な形式で記述するか)、メタデータ (語彙情報や信頼性情報など)、ローカルな合意の構築方法 (異なる表現を持つ情報源間の関係づけ)、グローバルな合意の構築方法 (シンプルな例としては PageRank や HITS など)、そして物理層での実装 (P2P や分散ハッシュなど) が上げられる。

### 5 ケーススタディ

創発的意味の概念を説明するために、実現可能性のある三つのアプリケーションシナリオを提示する。

サービス発見の例: 分散されたサービス間において、サービス内容の記述方式の統一だけでは意味の問題が残る。質の高いサービス発見を実現するにはこれを解決する必要がある。意味の標準化では、全てのサービスにとって必要なものをカバーすることは不可能であり、また、変化に対応するのが困難である。各サービスが互いに学習することで意味のすりあわせを行う創発的意味が有効である。

デジタルライブラリの例：異なるスキーマを持ったデジタルライブラリに対して、ユーザはそれぞれ別のクエリーを投げる必要がある。アクセス用の統一的なスキーマを利用するのは、ユーザの検索の自由度を下げる。各デジタルライブラリが互いにマッピングをするようにすればよい。マッピングの完全自動生成は難しいだろうが、配布・再利用・編集は自動化可能であり、また、エキスパートによるライブラリ内での分類の助けにもなる。

科学者のコラボレーションの例：例えば地球のモデル化を考えたとき、科学者はそれぞれ各パーツのサブモデルを作成する。表層を流れる水のモデル、水が土にしみこむモデル、など。これらを統合する際には、各モデルがどのように使われるかに沿って統合していくの必要がある。

（文責：はまたろう）