

システムモデリングのアフォーダンス的アプローチについて

On Affordance Approach for Systems Modeling Methodology

増澤洋一

Yoichi Masuzawa

千葉工業大学 経営情報科学科

Department of Management Information Science, Chiba Institute of Technology.

要旨

情報システムの設計・構築に向けてアフォーダンス（環境情報、生態心理学）理論からのアプローチを試みる。具体的には、まず自然言語で表記された業務マニュアルを UML などのモデリング言語に変換する手法『構造化マニュアル分析・設計技法（SMAD：Structured Manuals Analysis & Design）』の実務適用を通じて発見された問題点を検討した。その結果、非構造的な業務の分析に難があることがわかった。そこで、環境情報学的なアプローチによって、この問題を解決することを試み、ある程度の成果を得た。

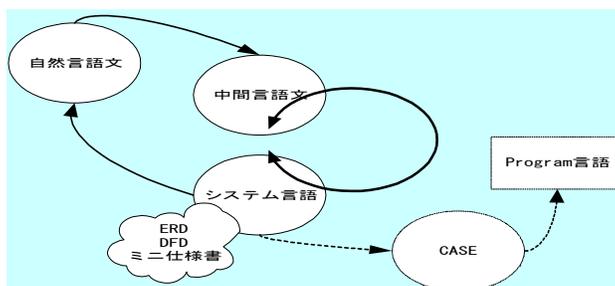
1. はじめに

本論文ではまず情報システム設計のためのシステムモデリングを受注業務事例について解説する。その際に、自然言語からモデリング言語を自動生成するシステム SMAD（Structured Manuals Analysis and Design Method）[1]を用いる。さらに SMAD の問題点について言及する。そしてアフォーダンス（環境）理論を用いた改善の可能性について考える。

2. SMAD の概要

SMAD は業務マニュアル（自然言語文）に国立国語研究所が開発した構文解析システムを適用し、構造化中間言語に変換した上で、最終的にモデリング言語による記述（描画）を生成するプログラムである。また、自然言語への逆生成、他言語への変換、さらには CASE ツールによるプログラム言語への変換も可能である。（図 1 参照）

[マニュアル原文] → [文法解析] → [中間言語化] → [DFD 等描画] [曖昧化] → [目標マニュアル逆生成]



(図 1) SMAD 概要図

例えば、ある販売会社の受注業務は以下のようにになっているとする。この業務手順を解析し構造化された中間言語を生成することにより DFD を描画するプロセスを以下に示す。

受注業務の概要

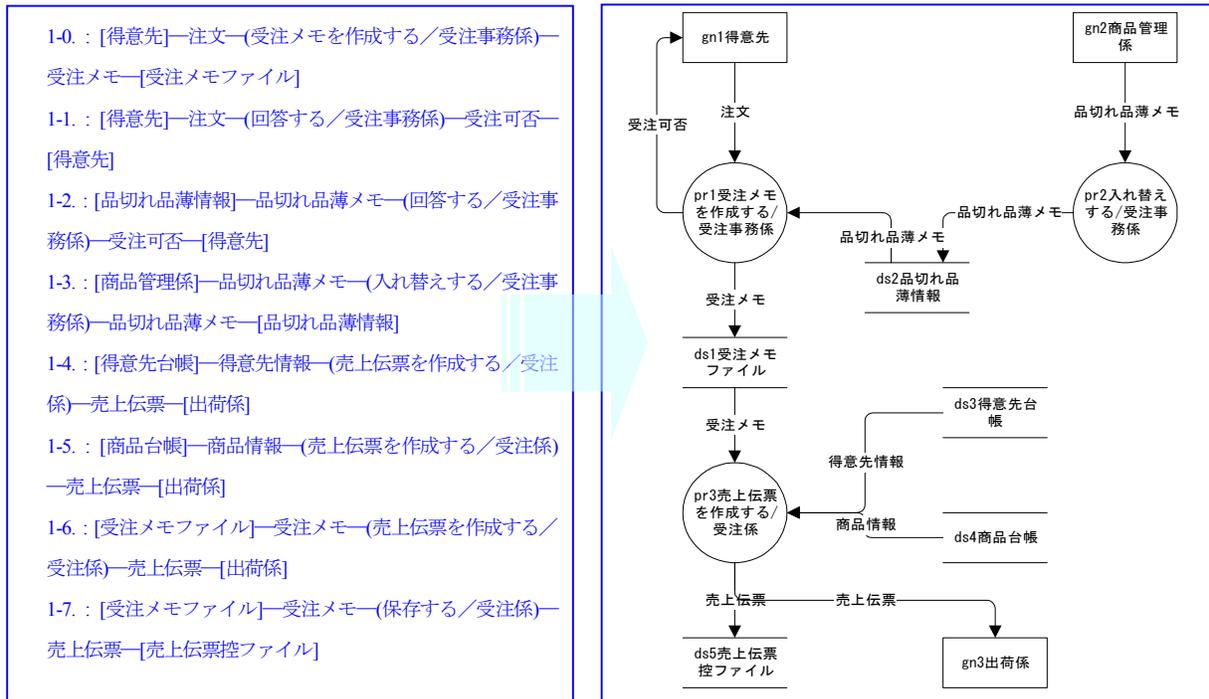
- ① 注文は 9 時～ 17 時の間に電話で業務課受注事務係に入る。
- ② 注文は翌日または翌々日配達のものしか受け付けない。午前中（12 時まで）に受け付けたものは翌日配達可能であり、その注文が多い。午後の注文は翌々日配達のものになる。
- ③ 注文は品切れ品簿を確認しながら受けて、受注メモに記入する。
- ④ 品切れ、品簿商品の品目や在庫数は毎朝商品課商品管理係より、品切れ品簿メモとして通知される。ここに上がっている品目は注文を受け付けない。
- ⑤ 受注メモは翌日配達分と翌々日配達分に分けて箱に入れておく。
- ⑥ 午後からは注文受付の合間をみて翌日納品分の売上伝票を作成する。この時、得意先コード、得意先住所、TEL、商品コード、単価を各台帳表から転記する（コードはほぼ暗記しているが確実にない為）。この作業は午後 3 時までに終え、控えを一部残し他を商品課出荷係に渡す。

中間言語

中間言語とは DFD を描画する上で必須の要素 (from: どこから to: どこへ data: 何のデータを process: どう処理して processed_data: どんなデータに変換する actor: 誰が など) を明示した言語記述である。この生成プロセスは人間系の操作を加えて半自動的に行われる。

DFDの生成

次に、精練され構造化された中間言語からモデリング言語を描画する。この処理は SMAD によって自動的に行われる。中間言語及びそれに基づいて生成された DFD を (図 2) に示す。



(図 2)中間言語と DFD

また、SMAD は DFD などのモデリング言語から自然言語を逆生成するプロセスを含んでいる。このプロセスではさらに曖昧化処理によって主語の省略や体言止を加え文章の自然度を高めることができる。例えば上記の DFD からは以下のマニュアルが自動生成される。これが実際に使用されるレベルの業務マニュアルである。

受注事務係は得意先からの注文により受注メモを作成し、受注メモファイルに保存。また、受注可否を得意先に回答。

- ・ 品切れ品簿メモにより受注可否を得意先に回答。
- ・ 商品管理係からの品切れ品簿メモにより品切れ品簿情報を入れ替え。
- ・ 得意先台帳からの得意先情報及び、商品台帳からの商品情報及び、受注メモファイルからの受注メモにより売上传票を作成し、出荷係に送付。
- ・ 受注メモファイルからの受注メモにより売上传票を売上传票控ファイルに保存。

また、日本語中間言語文は変換用辞書によって等価に英語 (を初めあらゆる言語) に翻訳される。ただし、この変換用辞書は事前に各用語が多義性を持たないように十分に注意して準備されなくてはならない。

3. SMAD の問題点と改善

まずきわめて単純な問題として言語・描画処理系の自由度の低さがある。現在 SMAD は言語処理に中

野プログラム (国立国語研究所)、Brill Tagger や茶筌 (NAIST)、juman (京都大学) といった言語処理系を PERL,AWK で組み合わせ中間データ (パラメータ) を生成して描画処理系(VISIO)に渡し DFD,ERD 等のモデリング言語を記述すると同時に CASE ツールに接続するという継接ぎシステムになっている。当然処理に制限が加わるのでこの問題を解決するために C 系の記述様式で一貫して言語処理から描画 (Graphviz)、形式言語化(JAZA)までを行うシステムに置換しようと考えている。特に後述する Graphviz は中間言語からスムーズに DFD,ERD を描画することができるため使い勝手がよい。

しかしながらより複雑で本質的な問題がいくつかある：

1 マニュアル欠落部分の補完： 実際には使用されているマニュアルは前述した事例のように構造化されているわけではなく欠落 (未記述) 部分が非常に多い。この問題の解決には人工知能によるアフォーダンスアプローチ (環境情報援用型文章理解技法) が利用できる。

2 ミニ仕様書の自動変換 (条件文)： ミニスペックで多用する条件文は文章の意味内容を理解する必要がある。とくにテ形 (ーて、ー) の処理については形態素解析では不十分である。これをニューラルネットワークによるシミュレーションによって解決することを試み (ある程度の) 成果を得た[2]。

3 形式言語への変換： CASE を通じてプログラミング言語へ変換することは比較的容易であるが Z や Promela のような形式言語、検証言語系に接続することは記述法的に困難である。この場合 JAZA (Z 言語のアニメータ) を使用すれば Z のノーテーションを C 言語系のスタイルで記述することができるため自然言語→DFD (Graphviz) →Z 言語がシームレスに接続する。

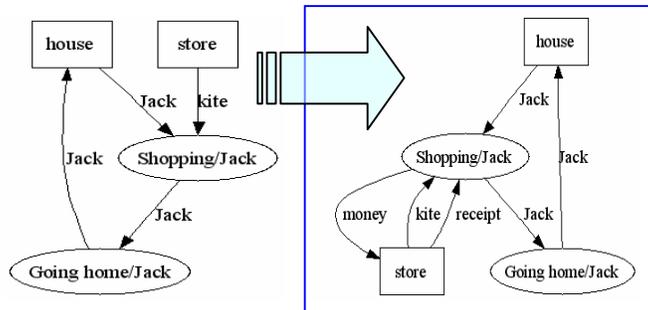
ここでは特に1の「アフォーダンス (人工知能) を応用した欠落情報の自動補填」について述べたい。援用した理論はシャンク・リースベックの環境情報構造、すなわち CD(概念構造)[3]である。

本論文では彼らが紹介している UCI-Lisp の言語処理モデル”Micro-ELI”および”Micro-SAM”を common lisp に移植し実装したものを改造して実際の業務分析に使用した。手順は次の通りである。まず Micro-Eli を使って自然言語文を CD (概念構造) に変換する。CD とは自然言語文を構造化したフレーム記述である。これは上述した SMAD の中間言語とほぼ等価である。たとえば物理的な移動は述語 PTRANS を用いて (PTRANS 行為者 移動者 出発点 到着点) と表記する。権利関係などの移動は述語に ATRANS を使い (PTRANS 行為者 対象 出発点 到着点) と表記する。以下シャンクの事例を使用して解説する。まず原文は次のような一連の物語である：**Jack went to the store. He got a kite. He went home.** これを Micro-Eli にかけて次の CD 形式を得る：

(PTRANS (ACTOR (PERSON (NAME (JACK)))) (OBJECT (PERSON (NAME (JACK)))) (TO (STORE)))
(ATRANS (OBJECT (KITE)) (TO (PERSON)))
(PTRANS (ACTOR (PERSON)) (OBJECT (PERSON)) (TO (HOUSE)))

この CD 形式は描画ソフト Graphviz[4]に容易に変換され (図3) の結果を得る。

```
digraph kite_simple_mainflow {
  "n0" [shape=box label="house"];
  "n1" [label="Shopping/Jack"];
  "n5" [shape=box label="store"];
  "n6" [label="Going home/Jack"];
  "n0" -- Jack --> "n1";
  "n5" -- kite --> "n1";
  "n1" -- Jack --> "n6";
  "n1" -- Jack --> "n5";
  "n6" -- Jack --> "n0";
}
```



(図3)Graphviz 出力 (図4) Graphviz 出力

次に Micro-SAM を用いて欠落補完を試みる。このストーリーでは一般の売買行為に不可欠な金銭の授受、権利関係の移転などの環境情報 (アフォーダンス) が記述されていないので売買フレーム (ナレッジベース) と照合し補填する。

(PTRANS (ACTOR (PERSON (NAME (JACK)))) (OBJECT (PERSON (NAME (JACK)))) (TO (STORE)))
(PTRANS (ACTOR (PERSON (NAME (JACK)))) (OBJECT (KITE)) (TO (PERSON (NAME (JACK)))))

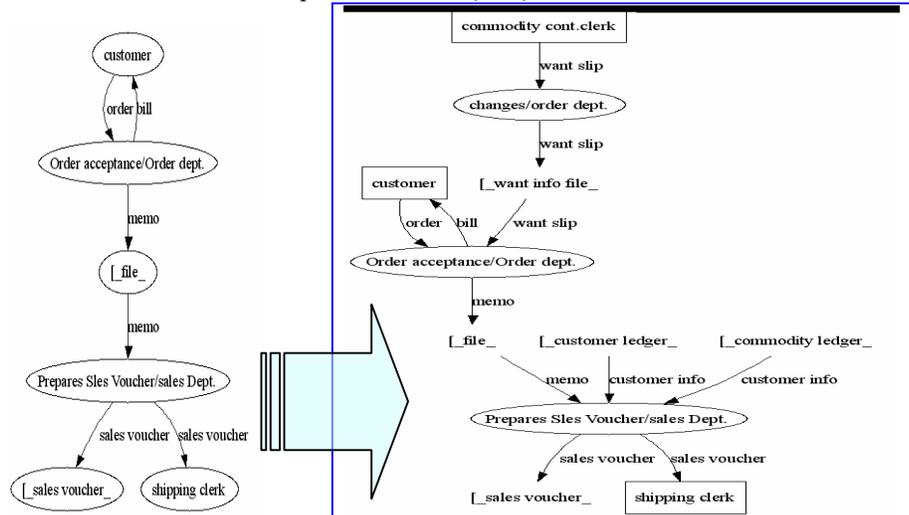
(ATRANS (ACTOR (STORE)) (OBJECT (KITE)) (FROM (STORE)) (TO (PERSON (NAME (JACK))))))
 (ATRANS (ACTOR (PERSON (NAME (JACK)))) (OBJECT (MONEY)) (FROM (PERSON (NAME (JACK)))) (TO (STORE))) (PTRANS (ACTOR (PERSON (NAME (JACK)))) (OBJECT (PERSON (NAME (JACK)))) (FROM (STORE)) (TO (HOUSE))) (\$SHOPPING (SHOPPER (PERSON (NAME (JACK)))) (STORE (STORE)) (BOUGHT (KITE)) (ELSEWHERE (HOUSE))))

補完された CD から (図 4) の Graphviz 処理結果を得る。以上がシャンク・リースベックのアフォーダンス人工知能理論を援用した SMAD の改善処理、すなわち「自然言語補完プロセスを描画処理系に接続し、アフォーダンス情報を付加した事例」である。

次に業務マニュアルにこの補完及び描画プロセスを適用してみる。対象は前述した販売会社の事例である。Micro-SAM は common lisp ベースで残念ながら漢字に対応していないため英文で入力する必要がある。まず実際に使用しているマニュアルを直訳すると次のようになる。

Ordering dept. receives an order from customers and prepares order acceptance memo for a file. The acceptance decision shall be sent to customer in the form of a bill. The file provides a memo for Sales dept., who prepares sales voucher for shipping clerk. The memo makes the sales dept. issue sales voucher for a shipping clerk and a stub file.

これをそのまま CD 形式に変換し Graphviz を通じて(図 5)の出力を得る：



(図 5)事例マニュアルの DFD

(図 6)最終 DFD

(図 5)出力から容易に分かるように当然あるべき品薄メモファイル(want list/file)の処理や顧客データベース処理などのルーチンが不備である。そこで前例と同様に補完用 CD フレームを適用してアフォーダンス情報を付加し (図 6) を出力する。これは先に示した(図 2)と等価な DFD であり実務での使用に耐えるレベルである。もちろん実装に向けては膨大な CD フレームを準備する必要があるなど、多くの課題が残っているが現時点ではアフォーダンスアプローチが最も実用的であると考えられる。

参考文献

- [1] 増澤洋一 日本企業に最適な業務マニュアル作成技法 『構造化業務マニュアル分析設計理論』 (Structured Manuals Analysis and Design – SMAD-)の開発、多摩大学 (博士論文)
- [2] Y.Masuzawa & T.Ohori(2005) A Connectionist Simulation of the Acquisition of Semantic Relations for Natural/Computer Language Conversion Theory - Form-Meaning Relationship in Japanese Complex Sentences (Business Manuals) in terms of Management Information Systems Analysis and Design - Proceedings of the 10th Annual Conference on Industrial Engineering. International Journal of Industrial Engineering. pp. 1-5.
- [3] Schank & Riesbeck, "Inside Computer Understanding" 1981.
- [4] Graphviz by Emden Gansner and Eleftherios Koutsofios and Stephen North (ATT) February 4, 2002.