

ソフトウェア設計論に基づく 失語症リハビリテーションのための高次脳モデル構築の試み A Trial of Implementing Higher-Layer Model of Brain for Aphasia Rehabilitation

¹佐藤 舞, [○]¹亀田 弘之, ¹服部 峻, ²久保村 千明
¹ Mai Sato, [○]¹ Hiroyuki Kameda, ¹ Shun Hattori, ² Chiaki Kubomura
¹ 東京工科大学
¹ Tokyo University of Technology
² 山野美容芸術短期大学
² Yamano College of Aesthetics

Abstract: This paper reports our trial to implement higher-layer model of brain which explains aphasia phenomena in terms of not only health care but also system engineering, i.e., we applied object-oriented system design method to analyze and design the model. Fundamental validity and usefulness were also discussed.

1. はじめに

言語は人間の思考の道具であるとともに、意思疎通のための道具でもある。失語症はこの道具を使いこなす高次脳機能能力の一部だけを喪失する病気である。その記述は古代エジプトの文書にも見出される程昔から知られているにもかかわらずその発生メカニズムは未だ十分に究明されていない。確かにヒトの高次脳機能の解明は分子レベルあるいは解剖学的レベル等で着実に進歩しているものの、機能総体としての所謂“システムの解明”は不十分である[1].

本稿では、我々が従来から取り組んでいる“高次脳機能のシステムの解明とその実社会への応用”に関する研究のうち、失語症を素材とした研究成果について報告する[2].

2. 従来の研究とその問題点

従来の医学の分野、特に臨床の現場において、患者に対して、問診→検査→診断→治療という流れがとられているが、ここにおける“診断”とは患者の症状に応じて患者を分類しているに過ぎない。高次脳機能障害においては、例えば「△△の症状がこの程度見受けられるので貴方の病気は、認知度 I の○○病です。したがって、**という治療をしましょう。」といったものである。しかしながら本来求められるのは、「△△の症状がこの程度見受けられます。その原因は、高次脳機能の□□機能が 10%程度低下したからです。したがって□□機能を改善するための**という治療を行います。貴方の病気は、認知度 I の○○病です。」となるべきであろう。このよう

なことが可能となるためには、高次脳機能のモデルが必要である。

一方、精神科学・脳科学あるいは心理学等の研究分野におけるモデル化の試みとしては、まずニューラルネットに代表される認知神経心理学的モデルがあるが、これは現象の再現はできてもその理解・説明には向いていない問題がある。また、計算論的モデルの立場もあり、そこではブロック図という形式でのモデル化が試みられている。失語症の場合では Wernicke-Lichtheim のモデル(ダイアグラム図)や PALPA のモデルが有名である[3]. しかしながらこれらのモデルでは失語症を理解することあるいは失語症リハビリテーションを理解することには役立つが、失語症さらには高次脳機能そのものを系統的観点から理解・解明し、さらには高次脳機能をシミュレーとするソフトウェアの開発には直接的には役立たない。

この欠点を補うことを目的として、ソフトウェア設計論(システム開発の手法)を用いて失語症の側面から高次脳機能モデルの構築を試みた。以下、その概要について述べる。

3. システム化範囲と基本シナリオの設定

本研究では失語症の原因を系統的(モデル論的)に解明するにあたり、失語症の医療リハビリテーション現場で行われている“絵カードを見てそこに描かれている物の名前を言う”を取り上げ、そのうち高次脳機能にかかわる分をシステム化の範囲とし、基本シナリオもその範囲のものとした。

4. 分析・設計・開発の手順

失語症を対象とする高次脳機能モデルを設計するために、以下の手順に従って行った。

[手順 1] 基本シナリオに基づく分析 (その 1) コンピュータの基本 5 機能構成の考えに基づき、基本シナリオに書かれている内容を分析。

[手順 2] 基本シナリオに基づく分析 (その 2) 上記の知見を基に、PALPA モデルも考慮し基本シナリオの内容をシステムの観点から詳細に分析。

[手順 3] 基本シナリオに基づく分析 (その 3) 上記手順 1 と 2 を基に時系列での処理を記述することのできるコミュニケーション図を作成し、システム動作 (時間的動き) の概要を分析。

[手順 4] 基本シナリオに基づく分析 (その 4) シーケンス図 (UML 図の 1 つ) を用いて時間的流れを別角度から再度より正確に分析。

[手順 5] シーケンス図の分析 得られたシーケンス図を基に、システム動作時に現れるオブジェクト候補を網羅的に抽出。今回は 6 個抽出。

[手順 6] クラス図の作成 上記のオブジェクト候補を分析・整理し、分析結果としてのクラス図を作成。今回は 8 つのクラス (入力情報クラス、出力情報クラス、入出力部クラス、管理クラス、バッファクラス、意味システムクラス、視覚情報認識システムクラス、データベースクラス) を設定。

[手順 7] クラス図の詳細化 得られたクラス図の各クラスの責務を逐次明らかにし、クラス図を詳細化。

[手順 8] プログラムのプロトタイプを作成 詳細化クラス図を基にプログラムのプロトタイプを作成。

[手順 9] プログラムの詳細部分のコーディング 以後は、クラスの内部を具体的に記述するなど最終的にプログラムを完成させることになるが、今回は[手順 8]までを行った。

なお、上記の手順はオブジェクト指向におけるソフトウェア開発の基本的な手順である。以下、これらの一連の手順により得られたプロトタイプシステムをリハビリテーションにどのように適用できるかの検討を行った結果について述べる。

5. リハビリテーションへの適用検討

試作したモデルの基本的妥当性および有用性を確認するために、失語症の現象がモデルでどのように説明されるか、あるいは症状をどのように予測できるかを試みた。

(1) 語性錯誤 考えられる原因は以下の通り。

視覚情報認識システムクラスにおける情報受け取りメソッドあるいは情報認識メソッドの誤動作、意味システムクラスにおける情報受け取りメソッドあるいは検索条件伝送メソッドの誤動作、データベースクラスにおける検索条件受け取りメソッドあるいは検索処理メソッドの誤動作の 3 つ。

(2) 音韻性錯誤 考えられる原因は以下の通り。

意味システムクラスにおける結果受け取りメソッドの誤動作、データベースクラスにおける検索結果伝送メソッドの誤動作の 2 つ。

以上のように、モデルを仮定することで障害機能をピンポイントに特定する可能性が期待される。

6. おわりに

失語症などの高次脳機能のリハビリテーションを目的として、ソフトウェア設計論に基づくモデルの試作とそのリハビリにおける基本的妥当性・有効性について述べた。今後はソフトウェアとして実装するとともに、医学的な諸エビデンスからの検証・改良を図り妥当性向上を図ることが不可欠である。

参考文献

[1] Leonard L. Lapointe. Aphasia and related neurogenic language disorders. Thieme Medical Pub; 4 版, 2011.

[2] 亀田・田口・小澤・伊藤:Wisconsin Card Sorting Test 解釈用認知機能モデルの有効性について、

電情通学会,2007 ソサイエティ大会,A-13-16 (2007).

[3] Janice Key: Psycholinguistic Assessment of Language Processing in Aphasia, Psychology Press: Lslf version, 1992.

連絡先

〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1
東京工科大学コンピュータサイエンス学部
(kameda@cs.teu.ac.jp).