

コンセプトデータベースに基づく発想支援システムの構築

Construction of Creative Thinking Support System Based on Concept Database

中島 史裕 (知的システムデザイン研究室)

Fumihiko NAKASHIMA (Intelligent Systems Design Laboratory)

Abstract In this paper, a new design method called Concept Transfer is proposed. In this method, the concept is extracted from the system. Then, the concept is applied to the other system. Compared to the technology transfer, the concept can be transferred easily to other systems. We extracted so examples of concepts from CPU systems. Using these so concepts, we also constructed the supporting creative thinking system. It can be said that this system is useful when the users does not have a lot of knowledge. From the results of the system, it can be concluded that the concept transfer is useful.

1 はじめに

システムを設計する場合の基本的なプロセスはまず目的を認識し、問題設定を行い、その問題を解決するためにアイデアを創造した後に実際の設計作業を行うことである^[1]。これらの煩雑な設計プロセスを軽減するために、いろいろな方法論が提案されてきた。たとえば、テクノロジー・トランスファー^[2,3]という手法がある。この手法ではすでに確立されている技術を、別の問題を解決するために利用する。しかし、優れた技術とは定められた問題に特化されて開発されているため、テクノロジーレベルでそのまま他の分野の問題に利用しようとする場合、有効に適用できる範囲は限られたものとなる。

本論文では、テクノロジーに内在するコンセプトの広範囲での応用を目的とするコンセプト・トランスファーという新しい設計手法を提案する。また、提案手法の有効性を確認するために、既存のシステムから抽出した設計コンセプトをデータベース化し、そのデータベースを基にコンセプトを抽出したシステムとはまた別のシステムを設計する際に、その発想を支援するシステムの構築を目指す。

2 テクノロジー・トランスファー

2.1 テクノロジー・トランスファーの有効性と具体例

なにか新しいものを創造しようとするとき、すべてを自らの発想で行うことは、多大な時間と労力を必要とする上にその効果がどれほどのものかわからない。このような煩雑な作業を軽減するための設計手法としてテクノロジー・トランスファーがある。

テクノロジー・トランスファーとは、すでに確立されているテクノロジーをそのテクノロジーが用いられてい

るシステムとは別のシステムの問題解決や性能向上に利用しようという考え方である。この手法の利点は、そのテクノロジーが必要とする条件が整っていれば簡単に導入できることや、設計段階でコストや性能が簡単に予想できることである。また、もとのシステムを参考にするので、システム設計のプロセスの利用が可能となる。テクノロジー・トランスファーの具体例としては、扇風機と換気扇がこれにあたりと考えられる。両者には羽と羽を回転させる動力とが共通して備わっており、回転運動によって空気を移動させるという効果を持つシステムとなっている。システム的な大きな違いは羽の向きが逆であり空気を移動させる方向が異なることで、それは機能の違いとなっている。仮に扇風機に、機能的に共通な部分である回転機構の回転速度を飛躍的に上昇させるようなテクノロジーができたとする。それは簡単に換気扇に適用でき、かつその効果の予想もできることがわかる。同様に回転機構について、省エネや消音ができるようなテクノロジーは両者の間で簡単に応用が可能であると考えられる。

2.2 テクノロジー・トランスファーの問題点

2.1節で述べたように、テクノロジー・トランスファーは設計の際のプロセスをいくつか省略できる優れた手法である。しかし、この手法を用いるためには、現在設計しようとするシステムに適したテクノロジーを入手する過程に、次のような問題点がある。

1. 利用可能なテクノロジーが存在しない場合がある。
2. どの分野に有効なテクノロジーであるかわからないため、広い範囲での探索が必要である。
3. 優れた効果があるテクノロジーを発見しても、物理的な制約などから導入できない場合がある。

4. すでにあるテクノロジーを応用するだけなので、従来の設計法に比べて創造性の面で弱さがある。

次章では、テクノロジートランスファーのこれらの問題点を克服するために、テクノロジーに内在するコンセプトを応用する新たな手法を提案する。

3 コンセプトトランスファー

3.1 コンセプトトランスファーの定義

前章で述べたように、テクノロジートランスファーにはテクノロジーを有効に活用できる範囲が狭いという大きな問題点がある。しかし、システムに内在するコンセプトに着目すると、システムにあまり依存しない形で有効な点や問題点を把握できると考えられる。ここでは、システムが持つ有効な要素をコンセプトとして抽出して別の分野のシステム設計に利用する手法を提案し、これをコンセプトトランスファーと呼ぶこととする。

3.2 コンセプトトランスファーの有効性

コンセプトトランスファーは、テクノロジートランスファーと同様にすでに存在する有効な要素を応用することにより、従来の設計手法よりも少ない手順で新しいシステムを設計しようとする手法である。従来の設計手法では、問題点を把握した後に、それを解決する方法を考えなければならない。しかしコンセプトトランスファーでは、問題点を解決できるようなコンセプトを入手することができれば、それを具体的に実現するだけで新しいシステムを設計することになるため、従来の設計手法より早い問題解決が可能であるといえる。

コンセプトトランスファーは、既存の有効性の高いシステムに内在するコンセプトを抽出して扱うことにより、システムが持っていた有効性を失わずにシステムへの依存性だけを取り除く手法である。これは、コンセプトは物理的な制約を受けないで存在できるからである。これにより、テクノロジートランスファーの問題点であった適用範囲の狭さを克服している。すなわちコンセプトトランスファーでは、物理的なシステムに用いられているコンセプトを、社会的なシステムの問題解決に応用するといった、異なる分野での有効性の応用が可能であると考えられる。

テクノロジートランスファーの効果的な方法として、テクノロジーのみを先に多く収集しておく方法がある。しかしこの手法においては、整理、分類したテクノロジーは元のシステムに依存しているため、適用の際にシステムの物理的な構成を考慮する必要がある。すなわちテクノロジートランスファーでは、テクノロジーを整理する段階と応用を考える段階を切り離して行うことが困難であるといえる。一方コンセプトトランスファーで

は、コンセプトはシステムにあまり依存しないため、抽出段階と適用段階に分けて行うことができる。これにより、ある問題を解決するために抽出し利用したコンセプトやその際に利用しなかったコンセプトも、収集しておくことができ、広い分野での再利用に用いることが可能となっている。

テクノロジートランスファーでも、類似した分野での利用を考えるならば、このような二次的な利用は有効である。しかし、テクノロジートランスファーでは、最新のテクノロジーもすぐに新たな技術革新によって効果が減少することが問題となる。コンセプトにはこのような問題がないため、コンセプトトランスファーではコンセプトを資産として保存しておくことが利点となる。

また、テクノロジートランスファーは、従来の設計法に比べて創造性の欠如という問題点があると述べた。コンセプトトランスファーでは、そのコンセプトの抽出元のシステムにとらわれないため、創造性のある自由な応用が可能であり、テクノロジートランスファーの創造性の欠如という問題点を克服しているといえる。

3.3 コンセプトトランスファーの具体例

ここで、コンセプトトランスファーの具体例をあげる。たとえば「処理を複合化して手間を省く」というコンセプトがある。これはCPUから抽出したコンセプトである。CPUにおける複合化とは、たとえば、一つの命令で複数の単純な命令の動作を行えるようなものを作ることである。これにより命令フェッチの回数を減らすことができる。

このコンセプトを飲食店のシステムに応用する。飲食店において、よく注文があるようなメニューの組み合わせがあるとすると、あらかじめそれらの組み合わせをセットとして設定しておくことで、注文を取る際の時間やミスが減らすことができる。

このようにコンセプトトランスファーでは、全く異なる分野での応用が可能となる。実際のところ、上述した例はどちらが先に取り入れたのかはわからない。もしかすると、そのどちらでもなく、全く別の分野から取り入れられたシステムかもしれない。しかし、ここで重要なのは、テクノロジーではなくコンセプトであれば上述した例のように全く別の分野においても広く応用することが可能であるということである。よって、なにかを設計しようとするときにこのコンセプトをヒントにすることによって、その設計の際の有効な指針となると考えられる。

次章では今回提案したコンセプトトランスファーを用いた設計の際の発想を支援するシステムを構築する。またそのシミュレーション結果を基に本手法の有効性を検証する。

4 コンセプトデータベースに基づく発想支援システム

4.1 システムの概要

今回提案するシステムは、CPU アーキテクチャより抽出したコンセプトをデータベース化し、そのデータベースを基に様々な分野のシステムを設計する際に、その発想を支援するシステムである。今回データベース化したコンセプトは計 50 件である。また実際の設計には、実世界のシステムをオブジェクトモデルで表記し、設計を行うオブジェクト指向設計を用いる。またオブジェクトの表記法には UML (Unified Modeling Language) 表記法^[4]を用いる。本システムにより、オブジェクト指向設計においてシステムの分析を行う際に、コンセプトをヒントに、システムの問題点の解決やシステムの改良を行うことができると考えられる。

4.2 シミュレーション

本システムは Java 言語を用いて設計したものであり、これにより、システム的设计・分析をグラフィカルに行うことができる(図 1)。



図 1: Creative thinking support system

本論文では、銀行におけるネットワークシステムの設計^[5]を例にとり、実際にシミュレーションを行った。まず設計者は何かのシステムについて設計するとき、そのシステムの構造を UML で表す。この UML で表された構造を初期データとして与える(図 2)。次に、左側のコンセプトリスト(図 3)から用いるコンセプトを選択する。

コンセプト選択後「Start」ボタンを押すと解析が始まる。システムは選択されたコンセプトを基に、表示されているオブジェクトモデルを自動的に変化させ改善案を示してくれる(図 4, 5)。これを設計者が見て、その改善案が合理的であり、なおかつ以前に比べて改良され

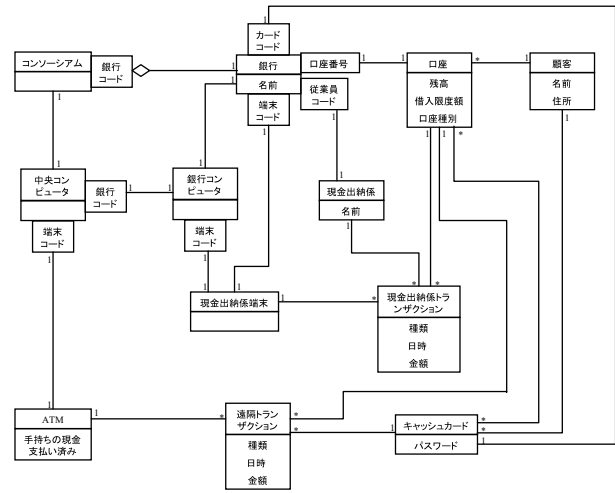


図 2: The first object model of ATM system

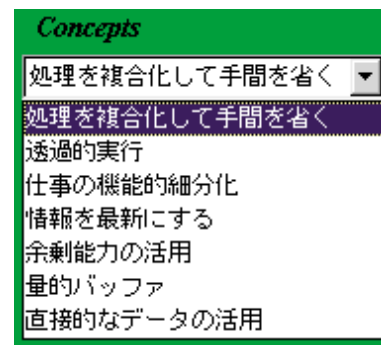


図 3: Concept list

ていると判断した場合、「OK」ボタンを押し確定する。確定した場合、そのモデルが基本データとして上書きされる。逆にシステムが示した改善案が適当でないと判断した場合、「Next」ボタンを押す。それにより、システムは次の改善案を表示する。そして、そのコンセプトによる改善が不可能になると、「Select」ボタンを押し、次に用いるコンセプトの選択に移る。この作業を繰り返すことによって設計者が最初に設計したシステムが改善された理想的なシステムの構造が完成する。図 6 にいくつかのコンセプトを用いて改訂した後のオブジェクトモデルを示す。このオブジェクトモデル図からわかるようにコンセプトを基に初期に設計した構造に比べて単純で明快になっており、また系統的にも改善されているといえる。

4.3 シミュレーション結果の考察

4.2 節で行ったシミュレーションの結果を基に考察を行う。本システムを用いた設計・分析により、初期に設計したシステムの構造より単純で改善されたものとなっている。今回の設計には 4 つのコンセプトを用いている。

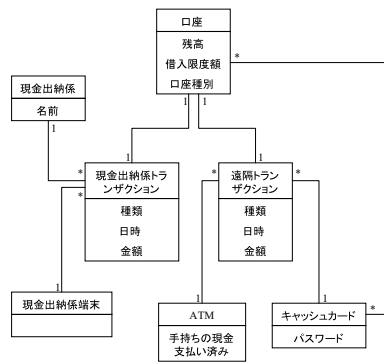


図 4: Part of object model before improvement

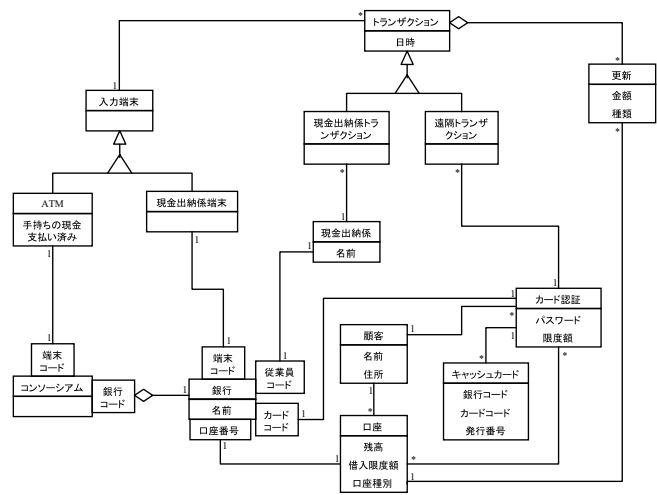


図 6: Object model after improvement

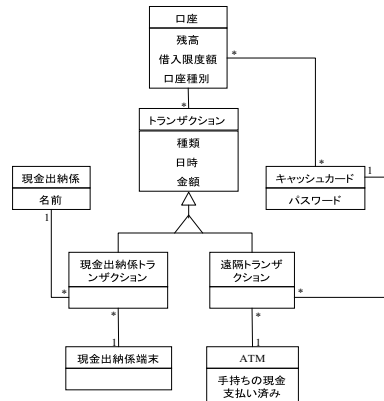


図 5: Part of object model after improvement by a concept

よって、他のコンセプトを用いて設計・分析を進めていけば、図 6 の構造をさらに改善できると考えられる。しかし、コンセプトをヒントに解析しても改善できない場合もあると考えられる。この場合、そのコンセプトは本論文でシミュレーションのために用いた銀行ネットワークシステムには適していなかったと考えられるが、違うシステムの設計の際には適用できるかもしれない。よって、本システムの性能を上げるためには、できるだけ多くのコンセプトを収集し、データベース化しておかなければならない。こうしておけば、どのようなシステムを設計する場合にも、いずれかのコンセプトが適用でき、本システムを有効に活用できると考えられる。また、このように多くのコンセプトを有したシステムを用いることによって、設計しようとしている対称に関する分野のノウハウの蓄積が足りない場合や、エキスパートシステムの構築がこれまでの手法では難しい場合にも対応できる可能性がある。

しかし、コンセプトを基に自動的に UML を変化させ、設計者の設計の際の発想を支援するという点が提案したシステムの特徴の一つともなっているが、これには問題もある。本システムはコンセプトトランスファーという

考えに基づいて構築されたものである。本来コンセプトトランスファーではコンセプトを基にある形を形成するのであるが、その形を決定するのは設計者自身であり、必ずしも同じ結果になるとは限らない。しかし、この決定権がシステム側にある場合、その設計の自由度が減ってしまうおそれがある。これは、システムを対話式にするということによって解決することができる。これは、選択されたコンセプトをどのような形にするか、またどの箇所にそのコンセプトを適用するかについてシステムが候補を挙げて、設計者はその状況に応じてその候補を選択するのである。このようにすれば、設計者の意図が反映され、より自由な設計が可能となる。現在、本システムではコンセプトによる改善案をどの箇所に適用するかのみを選択できる。よって、今後は選択されたコンセプトをどのような形で適用するかという点についても対話式に行うことができるようなシステムへの拡張も考えていかなければならない。

また、本システムでは最初に設計者が設計したいシステムの構造を UML によって設計しなければならない。つまり、何もできていない状態からの設計を行うことはできないのである。よって、初期の設計においてもコンセプトデータベースによる発想支援を可能にすることが本システムの今後の課題の一つといえる。

5 結論

本論文では、テクノロジーに内在するコンセプトの広範囲での応用を目的とするコンセプトトランスファーという新しい設計手法を提案した。また、提案手法の有効性を確認するために、抽出したコンセプトのデータベースを基にシステムを設計する際に、その発想を支援するシステムを構築し、実際に銀行ネットワークシステムの

設計についてのシミュレーションを行った。その結果、初期に設計したモデルより単純かつ明快になり、また機能的にも改善されたモデルができあがった。よって、本システムは有効であるといえ、また今回提案した新しい設計手法についても有効であることがわかった。また、本システムにより、ノウハウの蓄積が足りない場合や、エキスパートシステムの構築がこれまでの手法では難しい場合にも適応できる可能性があると考えられる。

参考文献

- [1] 北郷 薫，“設計工学シリーズ 設計工学基礎”，丸善，1972
- [2] 小林達也，“技術移転 歴史からの考察・アメリカと日本”，文眞堂，1981
- [3] 吉田 征，“実践ソフトウェア開発工学シリーズ 11 技術の伝承と移転”，日科技連出版社，1994
- [4] MISCO オブジェクト指向研究会，“オブジェクトモデリング表記法ガイド”，ピアソン・エデュケーション，1998
- [5] J. Rumbaugh (監修 羽生田 栄一)，“オブジェクト指向方法論 OMT”，トッパン，1992