

解説



オブジェクト指向分析・設計

5. 画像ファイリングシステムへの適用†

山城 明 宏†† 吉田 和 樹††
 入内島 裕 子†† 齊藤 悦 生††

1. はじめに

われわれは大規模ソフトウェアシステムの開発作業を容易化する方法論の確立を目指している。大規模システムは、過去から将来に渡って漸進的に進化を続けるので、上記目的の実現には、安定したアーキテクチャと変更容易なソフトウェア構築単位の仕様化が必要である。われわれはこれらの要件を実現するための技術としてオブジェクト指向分析手法に着目し、開発方法論の基盤として採用した。

本稿では、オブジェクト指向分析手法を画像ファイリングシステムの開発に適用した経験に基づき、作業の進めやすさ、結果の理解しやすさ、結果の拡張のしやすさの3点に関して得られた知見をまとめることで、オブジェクト指向分析手法の実用性を検討する。

2. 適用対象

画像ファイリングシステムはすでに稼働中のシステムである。このシステムはスキャナによって読み込まれた大量かつ大容量の画像を光ディスクに「登録」とともに、必要に応じてさまざまなキーで「検索」するためのシステムである。画像の登録にあたっては、システム内にディレクトリを「定義」することが可能である。

このシステムは、通常のオフィス業務で扱われるような管理体系で書類を格納する方式を採用している。たとえば、光ディスクの装填単位はキャビネットと呼ばれ、各キャビネットは複数のバイндаを保管する。一方、各バイндаは頁と画像からなる書類を複数保管する。

画像ファイリングシステムの分析において用意した要求文の一部を以下に示す。

- 本システムでは、書類を階層構造で管理する。
- キャビネットは、バイндаを集めたものである。
- バイндаは、同種類の書類を集めたものである。
- 書類はひとまとまりの画像を含む頁の集まりである。
- 頁の情報の差し替えには改訂版を登録する。
- バイнда選択後、登録書類の中から、タイトルを絞り込んで、希望書類を探し出せる。
- 検索には6種類の方法がある。
- 検索した書類や、登録した書類や頁は、書類箱に蓄えられ、画像の表示や印刷ができる。

3. アプローチと実験結果

われわれは、できるだけ既存手法の良い点を生かしてそれを分野に特化していく方針を採用した。オブジェクト指向技術の導入において行った一連の作業は図-1に示す4つのステージで構成される。

以下では、各ステージにおける作業の概要と特徴的な成果物を示し、得られた結果に対する考察を述べる。なお、それぞれのステージにおけるプロジェクトの規模は、開発の主担当3人と、問題領域知識の提供者数人、そして全体のとりまとめが1人である。なお、オブジェクト指向分析、設

ステージ	目標	対象機能	適用手法
1	プロトタイプ開発	検索	Coad 法
2	OOA 手法の比較	検索	Coad 法, OMT 法
3	OOA と SA の比較	検索	SA 法, OMT 法
4	分析結果の拡張	検索, 定義, 登録	OMT 法

図-1 実験アプローチ

† Application to the Image Filing System by Akihiro YAMA-SHIRO, Kazuki YOSHIDA, Hiroko IRIUCHIJIMA and Etsuo SAITO (Research & Development Center, Toshiba Corp.).

†† (株)東芝研究開発センター

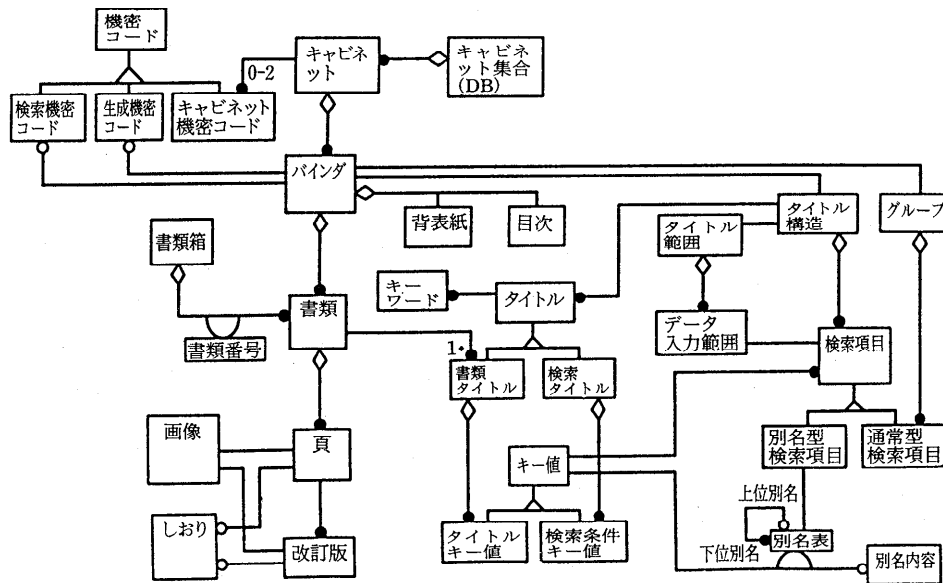


図-3 OMT 法による分析結果 (オブジェクト図)

分析は3カ月で、オブジェクトモデルとしてオブジェクト図、動的モデルとして事象トレース図、事象フロー図、状態図を、そして機能モデルとしてデータフロー図を作成した。各モデルの構成要素のサイズはステージ4で後述する。図-3には、OMT法による静的側面の分析結果を示す。図-2の細線部分と比較して分かるとおり、記述される表記が異なるだけで、両者の情報量には大きな差がない。

Coad法とOMT法を比較すると、表記の差を除けば、大きな違いは以下の2点である。

最初の違いは、OMT法に比較するとCoad法では、動的、機能的な側面が比較的軽んじられているという点があげられる。Coad法では振舞いと機能の仕様は補足文書扱いになっているが、OMT法では、オブジェクトモデル、動的モデル、機能モデルで仕様化される情報が対等の扱いになっている。そのため、「分析者にとっての暗黙の了解事項をできるだけ明文化する」上で、OMT法のほうが優位であることが分かった。

2番目の違いは、Coad法の仕様書は、分析の結果を顧客、あるいは設計者に見せるためのものしか用意されていないのに対し、OMT法の仕様書は、それに加えて、分析者自身が分析を進めるための一連の手順を支援するものが用意されてい

るとい点である。たとえば、状態遷移図の作成に関しては、Coad法では作成すべきであることは述べられているが、それをどうしたら作成できるかは明示されていない。これに対して、OMT法では、シナリオ→事象トレース図→事象フロー図→状態図という一連の仕様と手順が明示されているため、分析作業そのものが進めやすいのである。このことはわれわれがOMT法による分析を通して実感できた。

つまり、「分析の過程を仕様化する」「分析の過程を支援する」上で、OMT法のほうが優位であることが分かった。

ステージ 3: オブジェクト指向と構造化の比較

オブジェクト指向分析手法の有効性を評価する上で行ったわれわれの次の実験は、オブジェクト指向アプローチと構造化アプローチの比較^{4),5)}である。われわれは、OMT法で分析を行った画像ファイリングシステムの同一のサブシステムを対象に、リアルタイムSA法³⁾を適用した。分析に要した期間は5カ月であり、作成した仕様書の枚数は40枚である。図-4にリアルタイムSA法による分析結果のうち、トップレベル(レベル0)のデータフロー図を示す。構造化分析は機能中心であり、オブジェクト指向分析とは大きく異なる。

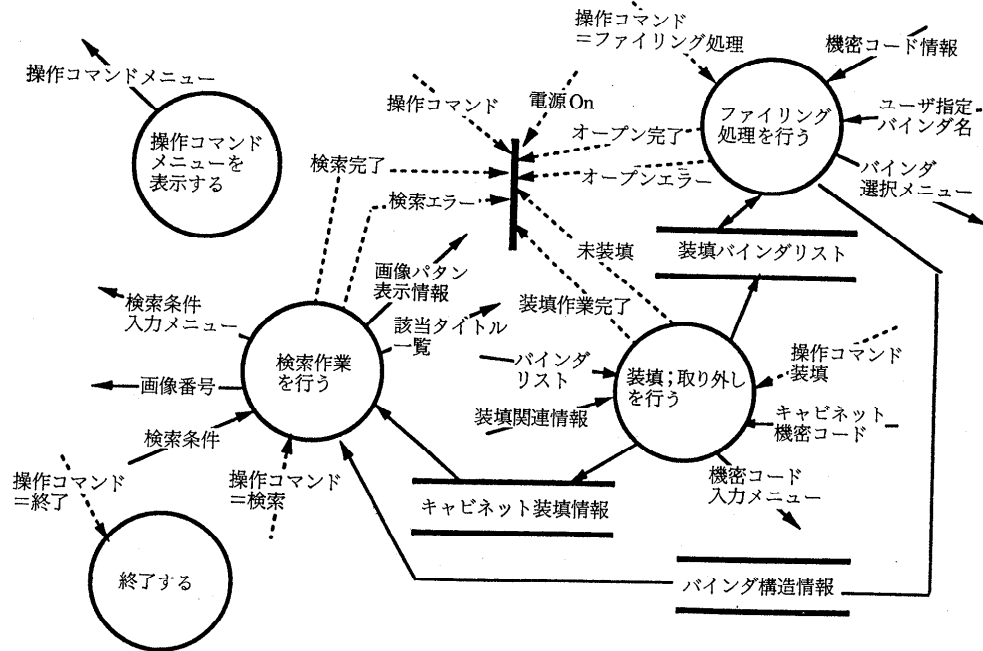


図-4 リアルタイム SA 法による分析結果 (データフロー図)

実験の結果、両者の大きな違いは以下の2点であることが分かった。最初の違いは、OMT 法では、分析と設計の役割分担が明確に切り分けられているのに対し、リアルタイム SA 法ではそれらの区別が明確につけにくい、という点である。分析よりもむしろ設計上の判断として考えたほうが良い仕様化項目として、たとえば処理の実行順序の決定やユーザインタフェース方式の決定があげられるが、どちらの項目も OMT 法では決定のある程度の時期までは遅延できるが、リアルタイム SA 法を用いると、分析の最も初期段階に考慮せざるをえないし、その決定の変更は広範囲に波及する。

2 番目の違いは、OMT 法では、モデルどうしの結合度が比較的低いのに対し、リアルタイム SA 法ではかなり高い結合度で結ばれている、という点である。たとえば、OMT 法では、オブジェクトモデル、動的モデル、機能モデルの順で作業を進めることが可能であるが、リアルタイム SA 法で動的モデルと機能モデルの作業を順序立てて行うのは不可能であり、分析は抽象レベルから具体レベルに、各モデルを少しずつ構築していく、という作業手順をとらざるをえないことが分か

った。

全般的に言って、リアルタイム SA 法は、分析作業そのものを容易にする手法としてよりも、分析の完了時点で仕様書全体の見通し（システム全体の鳥瞰性）が良い点が特徴である。逆に OMT 法は、分析作業が効果的に行えるが、仕様書全体の見通しはあまり良くない。

分析作業というのは本来、試行錯誤の作業であり、結果の理解性や仕様の一貫性といった側面は、分析作業の実施容易性に比べると2次的な条件である。分析のより本質的な目的を満たしているという点で、OMT 法はリアルタイム SA 法よりも優位であると考えられる。

ステージ 4: オブジェクト指向分析結果の拡張

ステージ 4 は、残る拡張容易性の評価である。われわれは、画像ファイリングシステムの検索機能の分析結果を踏まえて、定義、登録機能の追加を行い、2.5 カ月をかけてファイリング機能全体の分析モデルを作成した。機能拡張後のオブジェクト図を図-5 に示す。図-3 と比較して分かるとおり、拡張によって、6 クラスが追加、1 クラスが減少しただけである。さらに、これらの変更の

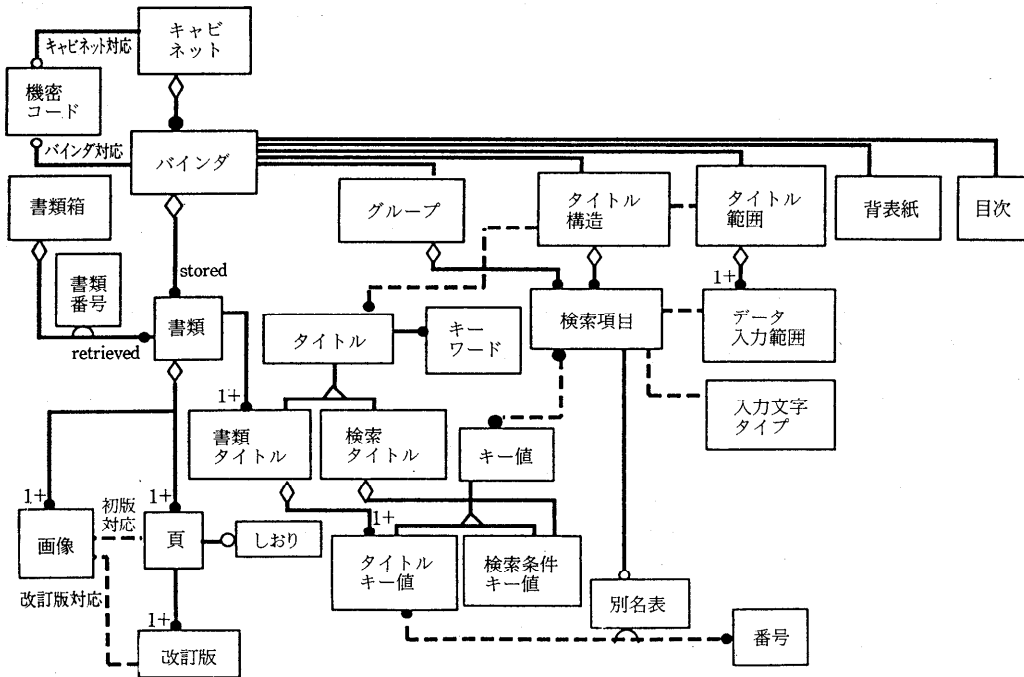


図-5 OMT 法による拡張後の分析結果 (オブジェクト図)

うち、ほとんどは機能拡張というよりも、モデル見直しにともなう変更であった。このことから、静的な構造に着目したシステムの枠組みは、機能追加に対して安定していることが分かった。

次に、オリジナルと拡張後の分析成果物のサイズの比較を図-6 に示す。すでに述べたようにオブジェクトの種類は拡張の前後でほとんど増えていないが、対象とするシナリオが3倍に増えたことによって、メッセージ総数、状態総数、プロセス総数が2~3倍になった。しかしながら、動的モデルと機能モデルでは、機能の追加分だけ新たに図が追加されただけで、オリジナルの検索機能の分析結果にはなんら影響は及ばなかった。これによって、機能追加にともなうオリジナルの分析モデルに対する変更は局所化されており、オブジェクト指向分析における変更の容易性が確認された。

4. 手法の欠点と解決指針に対する考察

3. で述べた作業を通して、オブジェクト指向分析 (OMT 法) を用いた分析では、作業の進めやすさと結果の拡張のしやすさに関して満足な結果が得られたが、結果の理解しやすさに関しては改

項目	拡張前	拡張後
仕様書の総枚数	63	129
オブジェクト数	25	30
シナリオの種類	8	24
メッセージ総数	112	323
状態総数	83	231
プロセス総数	122	233

図-6 拡張前と拡張後の分析成果物のサイズ

善の余地があることが分かった。手法の効果に関しては多くの適用結果で報告されているので、ここでは結果の理解が容易ではなかった理由として考えられる2点について検討する。

(1) システムレベルの仕様化の不備:

オブジェクト指向分析は、オブジェクト群とオブジェクト間の関係を基盤とする安定したシステムのフレームワークを提供する。構造化分析手法とオブジェクト指向分析手法の適用結果の比較は、前記の点で、画像ファイリングシステムの分析にとって効果的な手法であることをわれわれに納得させた。しかしながら、オブジェクト指向のアプローチを採用する場合には、システムレベル

の振舞いと機能を理解することが、モデル間の無矛盾性を保証することと同様に難しいことが明らかになった。トップダウンなアプローチを採用する伝統的な手法に比較して、ボトムアップなアプローチのオブジェクト指向手法は部分部分をとらえた仕様の集まりで分析結果を構成するため、システムレベルの仕様を表現するための表記が十分ではない。システムの個々の構成要素を理解することは、必ずしもシステム全体を理解することではない。

(2) インスタンスレベルの仕様化の不備：

OMT 法は、現実世界の「モノ」を分析単位の「オブジェクト」に写像する。ここで「モノ」は実体であるのにもかかわらず、分析上は「オブジェクト」といいながら、実は「クラス」という概念として「モノ」の写像を扱うところに問題がある。たとえば、オブジェクト図というのは実際にはクラス間の関係を記述しているので、本来はクラス図と呼ぶべき仕様書である。また、事象トレース図はオブジェクト間の時系列に沿ったイベント授受関係を記述することになっているが、実際にはクラス間のイベント授受関係を記述しており、実体として異なるオブジェクト（インスタンス）レベルの関係が明示されない。さらには、状態図において記述対象と同一クラス異インスタンスであるオブジェクトと記述対象オブジェクトのインタラクションも記述する手段が存在しない。インスタンスレベルの仕様化の不備は、記述された仕様書を理解する上で曖昧な点を残してしまう。

上記の問題の解決には、手法（表記）そのものを追加／改良するアプローチと、CASE による支援によって解決を図るアプローチに分けて考えることができる。分析段階で記述すべき仕様書の種類を増やしていけば、ある程度解決できると考えられるが、今度は同じ情報が複数の仕様書に現れることになり、開発とともに、拡張の労力が増えってしまう危惧がある。われわれは CASE による解決、特に情報を別の観点から再構成して表現する方法を検討中である。

5. おわりに

画像ファイリングシステムを対象にして、オブジェクト指向分析手法を適用した結果を述べた。ステージ1では、画像ファイリングシステムの検索機能の基幹部を対象に、オブジェクト指向分析、設計、実装を行うことで、工程間のモデルの一貫性を確認した。ステージ2とステージ3では、画像ファイリングシステムの検索機能を OMT 法とリアルタイム SA 法で分析することで、Coad 法に対する OMT 法の優位性と、構造化分析手法に対するオブジェクト指向分析手法の優位性を確認できた。ステージ4は、画像ファイリングシステムの検索機能を対象に分析した結果を元に、定義、登録機能の追加を行った結果を評価することで、拡張容易性を確認できた。

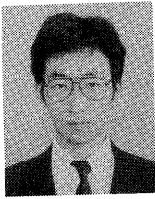
以上の実験により、分析作業の進めやすさと拡張の容易性に関しては満足な結果が得られた反面、分析結果の理解しやすさに関しては満足な結果は得られなかった。分析結果の理解を促進する手段として、われわれはツール支援による解決を検討していく予定である。

謝辞 ステージ1の作業においては、慶應大学管理工学科の飯島先生にご指導いただきました。ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

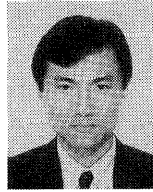
- 1) Rumbaugh, J. et al., 羽生田栄一監訳：オブジェクト指向方法論 OMT, トップラン (1992).
- 2) Coad, P. et al.: オブジェクト指向分析, トップラン (1993).
- 3) Hatley, D. J. et al., 立田種宏監訳：リアルタイムシステムの構造分析, 日経 BP 社 (1989).
- 4) 本位田真一, 山城明宏：オブジェクト指向システム開発, 日経 BP 社 (1993).
- 5) 山城明宏, 中野裕子, 本位田真一：OOA とリアルタイム SA の変更容易性に対する考察, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会, 89-6 (1992).
- 6) 吉田和樹, 山城明宏, 齊藤悦生：画像ファイリングシステムへの OMT の適用, 情報学シンポジウム, pp. 157-166. (1993).

(平成5年10月26日受付)



山城 明宏 (正会員)

1960年生。1982年北海道大学工学部電子工学科卒業。同年(株)東芝に入社。1991年 Boston 大学工学部システム工学科修士課程修了。現在、システムソフトウェア生産技術研究所開発主務。ソフトウェア再利用技術およびオブジェクト指向分析/設計の研究・開発・教育に従事。著書「オブジェクト指向システム開発」(共著, 日経 BP)。IEEE, ACM 各会員。



吉田 和樹 (正会員)

1964年生。1989年東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻修了。同年(株)東芝に入社。現在、システム・ソフトウェア生産技術研究所に所属。オブジェクト指向によるソフトウェア開発, および, 形式的仕様記述の研究に従事。



入内島裕子 (正会員)

1966年生。1991年慶応義塾大学理工学研究科計測工学専攻修士課程修了。同年(株)東芝に入社。現在、システム・ソフトウェア生産技術研究所。オブジェクト指向分析/設計の研究・開発・教育に従事。



斉藤 悦生 (正会員)

1956年生。1981年東京工業大学物理情報工学専攻修士課程修了。同年(株)東芝入社。現在システム・ソフトウェア生産技術研究所課長。オブジェクト指向分析・設計, オブジェクト指向データベースの研究・開発に従事。ACM 会員。



