

マルチエージェントによる UI 開発支援法の提案

徳田佳一[†] 李 殷碩^{††} 白鳥 則郎[†]

[†] 東北大学電気通信研究所
/ 情報科学研究科
仙台市青葉区片平 2-1-1

^{††} 韓国成均館大学
工科大学情報工学科
京畿道水原市長安区泉川洞 300

近年の個別化かつ多様化したユーザインタフェース (UI) への要求に対処するために、UI 開発の非専門家ユーザでも容易に利用可能な UI 開発支援環境への要求が高まっている。本稿では、個々のユーザに適応した UI 開発を支援する環境の提供を目指す。まず、再利用に基づく UI 開発プロセスをモデル化し、従来の環境におけるユーザの開発負荷の分析を行う。その結果から、個々のユーザの UI 開発に適応可能な新しい UI 開発支援手法と、エキスパートエージェントによる UI 開発支援環境の構成について提案する。

A Methodology of Multiagent-Based UI Development Support

Yoshiichi Tokuda[†] Eun-Seok Lee^{††} Norio Shiratori[†]

[†] Research Institute of Electrical Communication
/ Graduate School of Information Sciences,
Tohoku University,
Sendai, Japan

^{††} Department of Information Engineering,
Faculty of Engineering,
SKKU(Sung-Kyun-Kwan University),
Seoul, Korea

In order to cope with individual user's requirements about various user interface (UI), the necessity of UI development support environments, which enable even non-expert users to easily utilize, has heightened. In this paper, we aim to offer a UI development environment, which can support suitable individual users. We introduce a model of UI development process with reuse technologies, and analyse user's loads in traditional environments. As the result, we propose new methodology of UI development support, which can adapt individual user's development, and structure of UI development support environment based on expert agents.

1 はじめに

コンピュータのユーザ層がその専門家のみならず、コンピュータの非専門家にもまで拡大している。このように拡大したユーザ層において、個々のユーザの要求を満足する個別化されたユーザインタフェース (UI) の提供へのニーズが高まっている。しかしながら、ユーザの個別的でなおかつ多様化した要求に対処するために、従来の UI 開発の専門家による開発には限界があり、個々のユーザ自身が望みどおりの UI を容易に実現可能な開発支援環境の提供が望まれている。

近年ソフトウェアの品質を保持しつつ、その開発の効率化が期待される手法として再利用技術が注目されている [1]。UI 開発においても、UI の部品化とそれらの再利用を用いた開発支援環境が提供されている。しかし、このような従来の開発環境は UI 開発の専門家を主な支援対象とするため、これらの開発環境を用いて非専門家が UI を開発することは、開発における負荷が大きく、望みの UI を実現することが困難である。

著者らは、このような非専門家による UI 開発の容易化を目指し、事例を用いた UI 開発支援環境 CUDE (Case-based User interface Development Environment) を提案している [2]。CUDE では、UI 設計に必要な専門的な知識を設計事例として蓄積し、積極的に再利用などの支援により、幅広いユーザ層による UI 開発の容易化を図っている。本稿では、個々のユーザに適応した開発環境の提供を目指す。まず、再利用に基づく UI 開発プロセスをモデル化し、従来の環境におけるユーザの開発負荷の分析を行う。その結果から個々のユーザの開発に適応可能な新しい UI 開発支援手法と、エキスパートエージェントによる UI 開発支援環境の構成について提案する。

以下、2 章では再利用に基づく UI 開発プロセスについて、そのモデル化とプロセスの分析について述べる。3 章はエキスパートエージェントを用いた UI 開発支援方法論について、その設計概念と構成法について説明する。4 章はまとめである。

2 再利用に基づく UI 開発プロセス

2.1 UI 開発プロセス

UI 開発プロセスを表すモデルの一つとして、“star life cycle”がある [3]。このモデルは、UI 開発がトップダウンの特徴を持つ “analytic mode” とボトムアップの特徴を持つ “synthetic mode” の 2 種類に分類されるアクティビティの繰り返しからなるとした “alternating wave” の概念に基づく。このモデルの構造は、evaluation を中心として各々のアクティビティが接続され、任意順序の素早い遷移を許すものである。

本稿では、この “alternating wave” の概念を踏襲する一方で、再利用に基づく UI 開発プロセス向けに修正を加えた図 1 のようなライフサイクルモデルを提案する。このモデルは、7 つのアクティビティから構成され、以下で個々のアクティビティについて説明する。

(1) Task/Functional Analysis

タスク/機能分析は、ユーザのタスクを分析し、UI に独立なサブタスクから、UI の構成部品に対応する機能群にまで詳細化するアクティビティである。UI 開発の初期段階に完全な分析を行うことは一般に困難で、特に UI の非専門家による開発においては、開発の各時点において段階的に詳細化及び修正がなされると予想される。

(2) Requirements/Specification

要求/仕様は、UI に対するユーザの要求の具体化及びその表現に関するアクティビティである。ユーザ要求の表現法としては、機能要求や構成要素などの集合による表現や、形式的な仕様記述言語の利用など様々な方法がある。

(3) Search

検索は、具体化されたユーザ要求に基づいて、適切な再利用可能なオブジェクト (部品、設計例など) を検索するアクティビティである。検索には、データベース等による検索の他、ユーザ自身による検索も含まれ

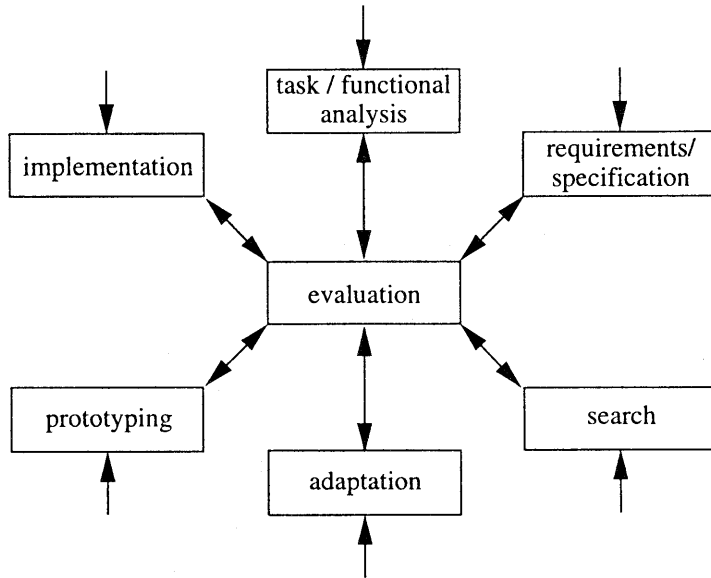


図 1: 再利用に基づく UI 開発プロセス

る。いずれの場合にも、適切なオブジェクトの選択のために、オブジェクトの分析・評価が要求される。

(4) Adaptation

適用は、検索された再利用可能なオブジェクトを、設計に反映させるためのアクティビティであり、オブジェクトの合成、置換、修正などを行うための専門的な技法が必要とされる。

(5) Prototyping

プロトタイピングは、設計に基づき UI を生成するアクティビティで、生成されたプロトタイプは、ユーザテストなど評価に用いられる。再利用技術などにより比較的自動化が進んでいるアクティビティである。

(6) Implementation

実装は、設計した UI をユーザの環境上で利用可能にするためのアクティビティである。UI 開発支援環境においては、実行可能なプログラムコードやそれに可換な記述の出力に相当する。

(7) Evaluation

評価は、このモデルの中心に位置し、各々のアクティビティ間を遷移する際に遂行されるアクティビティである。評価には、要求に関する設計の評価、プロトタイプを用いたユーザによる評価など、様々な種類、様々な規模の評価が含まれる。

2.2 モデルに基づく分析

2.1 で提案したモデルを用いて、従来の UI 開発支援環境 [4]-[5] に対して、それらの環境における支援の特徴と非専門家ユーザの負荷について分析を行った (図 2)。従来の再利用に基づく UI 開発環境において、その支援の限界のため、特に以下の点でのユーザの負荷が大きい。

(1) 開発戦略決定における負荷 (タスク/機能分析)

一般的に編集方式の UI 開発環境 (例えば、Interface Builder, UIM など) では、任意の状況において選択可能な複数のユーザタスクが存在する。また、UI 開発を進める

| | |
|--------------------------------|--|
| | 支援の特徴/ ユーザの負荷 |
| task/functional analysis | 設計中のUIの全体像の提供/ ユーザが自力でアイデア展開 |
| requirements /specification | 構成要素による要求/ ユーザイメージとのギャップ大 |
| search | 部品群の中からユーザ自身が検索/ 部品の機能面・再利用面での分析が必要 |
| adaptation | 直接操作による合成支援/ 再利用部分の抽出が必要 |
| evaluation | プロトタイプテストモードの提供/ プロトタイプの分析知識が必要 |

図 2: 従来環境の支援の特徴とユーザ負荷の分析

上での段階的なタスク/機能分析において、非専門家ユーザはどの部分をどのように進めるべきかのノウハウが不足しており、そのため UI 開発を進行する際の負荷が大きい。

(2) 再利用における負荷（要求/仕様，検索，適用）

既存の部品や設計例を再利用するには，要求，検索，適用におけるいくつかのタスクをユーザは遂行する必要がある。UI 設計の専門的な知識を背景とした要求の表現や，検索時の部品等の分析などのタスクは，非専門家ユーザにとってその負荷の大きさから，効果的な再利用を妨げる危険性が大きい。

(3) プロトタイプ分析における負荷（評価）

ユーザ要求と生成されたプロトタイプとの比較による分析は，新たな要求の具体化に向けて非常に重要である。しかし，視覚的なプロトタイプの提示やテストモードの提供だけでは，UI 設計における知識や経験の少ない非専門家にとってその分析タスクは負荷が大きい。

3 マルチエージェントによる UI 開発支援方法論

3.1 設計概念

非専門家を含む幅広いユーザ層に利用可能な UI 開発支援環境の提案に向けて，2 章での分析結果に基づく設計概念を説明する。本方法論は，個々のユーザに適用した UI 開発支援を目指す。

(1) 状況に応じたユーザナビゲーション支援

ユーザが UI 開発プロセスを遂行する上でのアイデア展開及び適切なタスクの選択を支援する。設計の現状，ユーザの状態などに応じて，開発戦略に関するノウハウ的知識を活用することで，ユーザの開発プロセス遂行をナビゲーションする。

(2) ユーザ適応型の設計再利用支援

個々のユーザに適した設計の再利用機構を提供する。個々のユーザの特徴に応じた要求具体化，ユーザ固有の再利用基準の導入などユーザのふるまいを学習することで再利用機構の知的化を図る。

(3) 説明機能を用いたユーザ評価支援

システムから提示された UI のプロトタイプを，非専門家ユーザでも容易に評価可能なように支援する。設計情報をはじめ，蓄積された専門的知識を用いて，ユーザがプロトタイプを評価するのに必要な情報を提供する。

3.2 マルチエージェントによる UI 開発支援環境

上記の (1) ~ (3) の設計概念を特徴とするユーザ適応型の UI 開発支援環境を実現するために，UI 開発の専門家たちによる UI 開発をモデルとした次のようなシステム構成法を提案する (図 3)。

まず図 1 の UI 開発プロセスモデルの各アクティビティにおける専門家に対し，その代理となるエキスパートエージェントを導入する。エキスパー

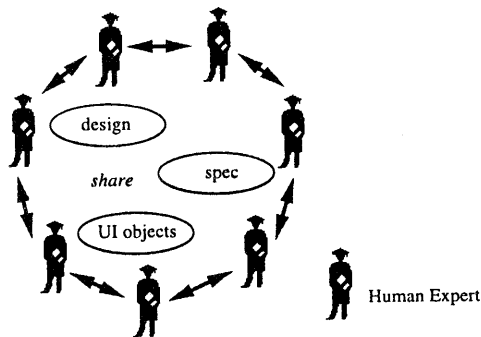


図 3: Human Experts による UI 開発

トエージェントは、専門のアクティビティ遂行に必要な専門家知識を知識ベース（事例ベース）として蓄積し、それらを活用することにより固有のアクティビティを自律的に遂行するエキスパートシステムである。

また前述のとおり、UI 開発の各アクティビティは密接に関連しており、UI の開発には専門家間の協調によるアクティビティの遂行が不可欠である。そこで、上述の複数のエキスパートエージェントの協調により、互いのアクティビティ遂行に必要な情報やサービスを提供しあうことで、UI 開発というより大きな目標の達成を目指す（図 4）。

3.3 エキスパートエージェント

UI 開発支援環境を構成するエキスパートエージェントは、各々が専門のアクティビティを互いに協調しながら遂行する。以下では、各エージェントの特徴を述べる。

(1) Analysis Agent

分析エージェントは、分析戦略知識ベースを用いて、状況に応じたユーザナビゲーションを提供する。本支援法では、検索エージェントが設計事例を再利用する際に、ユーザの意図に従い検索される部分の他に、その部分に関連した様々な事例が再利用可能な情報として検索される。分析エージェントは、そのような情報を手掛かりに、アイディ

アやタスクの次の展開を分析し、その結果に基づきユーザをナビゲーションする。

(2) Requirement Agent

要求エージェントは、UI 要求分析知識ベースを用いることで、ユーザの要求を分析し、要求モデルを生成する。ユーザの特徴に応じた柔軟な要求具体化支援を実現するために、個々のユーザの要求具体化の特徴を学習する。

(3) Search Agent

検索エージェントは、検索や再保存など設計事例ベースの管理を遂行する。ユーザユーザの特徴を反映した事例の再利用のために、要求エージェントとの協調により要求具体化時の特徴を利用したり、検索時のユーザのフィードバック情報による学習によりユーザの再利用時の特徴を利用したりすることで、ユーザに固有な類似度計算法により検索を行う。

(4) Adaptation Agent

適用エージェントは、検索エージェントにより検索された設計事例をユーザの要求に応じて適用する。その際に、再利用される設計事例のリサイズやガイドライン的なポリシーを損なわないように、制約を満足するような修正を行う。

(5) Prototyping Agent

プロトタイピングエージェントは、設計モデルに基づき UI のプロトタイプを自動生成する。

(6) Implementation Agent

実装エージェントは、主に完成した設計モデルに基づきソースコードを生成し、ユーザに提供する。

(7) Evaluation Agent

評価エージェントは、主にユーザの評価アクティビティを支援する。ユーザが設計の評価に必要な情報を提供するため、プロト

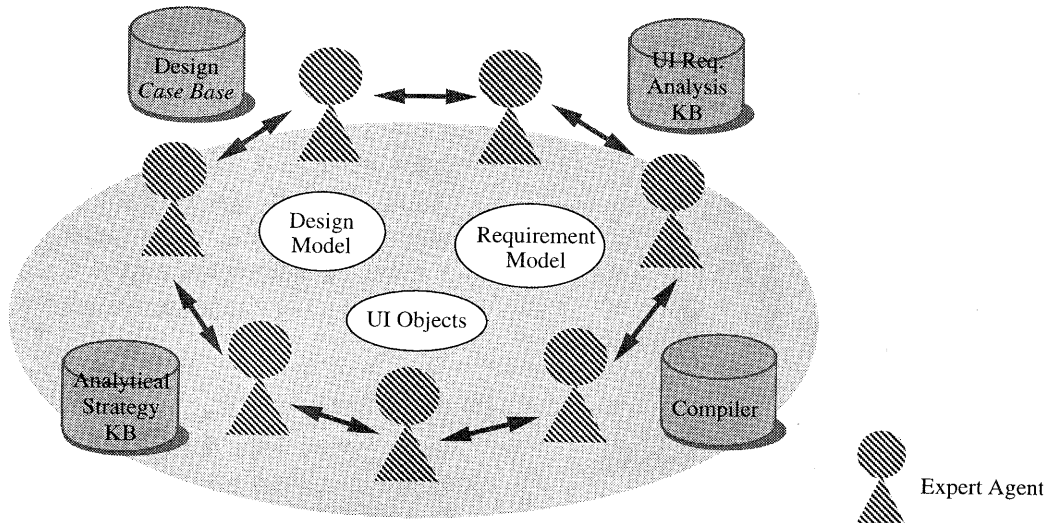


図 4: マルチエージェントシステムの構成

タイプ、設計モデル及び要求モデルの情報を用いて、ユーザに設計状況を説明する。この説明は、設計事例の一要素として再保存される。

4 まとめ

本稿では、非専門家を含む幅広いユーザを支援対象とするユーザ適応型 UI 開発を実現するために、マルチエージェントによる UI 開発支援環境の提案を行った。まず、再利用に基づく UI 開発プロセスをモデル化し、従来の UI 開発支援環境の分析を行った。次に、開発支援環境の設計概念を提案し、複数のエキスパートエージェントによる環境の構成を提案した。現在、エキスパートエージェントによる支援機構の詳細設計について検討中である。

参考文献

- [1] Mili, H., Mili, F. and Mili, A., "Reusing software: Issues and Research Directions", *IEEE trans. Softw. Eng.*, Vol.21, No.6, pp.528-562, 1995.
- [2] Tokuda Y., Lee E. S. and Shiratori N., "User Interface Development Environment for End Users: CUIDE", In *Proceedings of HCI International '95*, Vol.20B, pp.59-64, 1995.
- [3] Hartson, H. R. and Hix, D., "Toward empirically derived methodologies and tools for human-computer interface development", *Int. J. Man-Machine Studies*, Vol.31, pp.477-495, 1989.
- [4] 木下哲男, 岩根典之, 菅原研次, 白鳥則郎, "知識型設計方法論に基づくインタフェース設計法の形式化と設計支援システムの構成", *情報処理学会論文誌*, Vol.31, No.6, pp.906-915, 1990.
- [5] 長崎祥, 田中譲, "シンセティック・メディアシステム: IntelligentPad", *コンピュータソフトウェア*, No.11, Vol.1, pp.36-48, 1994.
- [6] 石田亨, 山田誠二, "エージェントの基礎と応用(特集)", *人工知能学会誌*, Vol.10, No.5, pp.662-711, 1995.