

学位論文題名

シンセティック・メディアとそのグループウェアへの応用

学位論文内容の要旨

近年、計算機の性能は飛躍的に向上した。計算機の高性能化と低価格化は、計算機の利用範囲を大きく広げ、これにより計算機のユーザは、技術者や研究者だけでなく、これまで計算機を利用することのなかった人々へ拡大している。計算機上には、データやツールやアプリケーション・プログラムなどの知識資産が蓄積されている。これまで計算機を利用することのなかった人々にとって、計算機を知識資産の自在な編集を可能とする道具とするためには、知識資産を容易に再利用可能な形にする必要がある。シンセティック・メディア・システムは、知識資産を情報の処理媒体であるメディアとして統合し、それらを自在に組み合わせて編集することができる。本研究では、シンセティック・メディア・システムのインタフェース標準化による各メディア部品の再利用性向上に関する研究と、グループウェア機能を主とする基本システム機能の部品化に関する研究を行った。

計算機上に蓄積されている知識は、データだけではない。計算機上の様々なツールやアプリケーション・プログラムもまた、情報を処理する手続きを表した知識と考えることができる。これら知識資産を再利用して新たな知識を生み出すことを容易にするためには、知識資産を可視部品として実現し、それらの視覚的な組合せによる自在な編集を可能とすることが必要である。知識部品の自在な組合せを実現するにあたって、(1)統合環境、(2)合成による部品の作成、(3)部品の連携動作、(4)容易な機能拡張性が必要と考えられる。

シンセティック・メディア・アーキテクチャは、計算機上で扱い得るあらゆる知識資産に情報の処理媒体である「メディア」という統一された枠組みを与える。ここにおける「メディア」とは、「内部に状態を持ち、計算機の画面上にカード状の対象物として表示される可視物」とする。このアーキテクチャにおいては、ワードプロセッサや表計算ソフトなどの様々なツールやアプリケーション・プログラム、データベースや電子メールなどのサービス・プログラム、ツールの開発に必要なグラフィカルなユーザ・インタフェース部品のすべてが「メディア」という形を与えられる。計算機のユーザは、メディアを視覚的かつ直接的に組み合わせて一体化することができる。一体化によって、ユーザは、各要素の機能が合成された新たな機能を持つ合成メディアを作ることができる。また、メディアを組み合わせることによって、メディア間のデータ交換を行うこともできる。我々が接するメディアの多くは、紙の上に作られている。シンセティック・メディア・システムでは、メディアの実現形態として「紙」を利用する。計算機の画面上では、すべてのメディアが2次元の広さを持つ電子的な「紙」として可視化される。この電子的な紙は「パッド(pad)」と呼ばれる。ユーザは、パッドを自在に移動したり、複製を作ることができる。メディアの組合せや分解の操作も紙に対する操作と対応づけられる。「メディアを組み合わせる」は「パッドを貼り合わせる」という操作に対応し、「メディアを分解する」は「パッドをはがす」という操作に対応する。

シンセティック・メディア・システムにおいて、ユーザは様々な機能を持つパッドを自在に貼り合わせるにより、新たな機能を持つパッドを視覚的かつ直接的に合成する

ことができる。ユーザによるパッドの自在な組合せを保証するには、パッド間の機能連携を行うインタフェースを統一しておくことが必要である。パッドは、自分自身と貼り合わされているパッドとの間で互いの持つ機能を連携させるため、相手のパッドが持つ手続きを呼び出す。この呼び出しは、相手のパッドに対してメッセージを送ることによって行われる。このメッセージ交換によるインタフェースを統一するため、パッドの機能の特徴づける手続きをスロットとして表現し、スロットに対する操作方法を標準化した。スロットへの操作は、そのスロットを持つパッドへメッセージを送ることによって行われる。スロット操作メッセージは、**set**、**update**、**gimme**のみに限定した。すべてのパッドは、この3つのメッセージのみを利用し、自身と貼り合わせられたパッドのスロットを操作することによって、互いの機能を連携させる。

シンセティック・メディア・システムは、個々のツールなどをパッドとして提供するだけでなく、作業を行う場(空間)も部品化することができる。既存のGUIツールキット・システムやインタフェース・ビルダーは、個々のツールを開発するためのシステムであった。作業場の部品化は、ツール開発と同一の操作によって作業場を設計することを可能とする。作業場の部品化に関して、本研究では、複数ユーザによる協調作業を実現する共有作業場の部品化と、空間的な配置構造や見え方を管理するジオメトリ管理機能の部品化を実現した。

共有作業場部品は、複数人による共同利用を前提として開発されていないツールをそのまま共有作業場において複数ユーザで共有しながら利用することを可能にする。個人利用を前提として開発されているツールをそのまま共有作業場内で利用できる同様の他システムは、ツールを共同利用できるように拡張する機構がシステム内部に隠されているため、ユーザが共有作業場の構築をすることはできない。例えば、ユーザが操作の履歴を保存したいと思っても、システムがその機能を持たなければ履歴を保存することはできない。これに対して、「場を共有する」という機能を外在化してパッドとして部品化することによって、他の機能を持つパッドと組み合わせることにより多様な機能を持つ共有作業場を構築することが可能となる。

大量の情報を管理・検索する際、我々は、我々の空間的な情報処理能力を利用している。ユーザが直接的かつ直観的に情報の管理・検索を行えるようにするには、我々が持つ空間的情報管理能力を活かせるように、システムは自身が扱う情報をオブジェクトとし、それらを2次元または3次元的に配置することができなくてはならない。空間設計が重要な例としては、(1)アプリケーションのユーザ・インタフェース設計、(2)データ管理、(3)データ構造の可視化が考えられる。ユーザによる計算機上への仮想空間の構築を支援するには、仮想空間の持つジオメトリ管理機能を部品化し、再利用を可能とする必要がある。本論文では、ジオメトリ管理機能のパッドによる部品化についても述べている。

本論文の構成を以下に示す。第1章は、計算機上に蓄積された知識資産の自在な編集を可能とするシステム・アーキテクチャについて考察している。知識資産の自在な編集を可能とするシステム・アーキテクチャとして、知識資産をメディアとして表現し、メディアを組み合わせることによって機能合成も可能なシンセティック・メディア・アーキテクチャの重要性を論じている。第2章は、シンセティック・メディア・システムである **IntelligentPad** について、その設計概念を示している。第3章は、主としてパッド間の機能連携インタフェースの標準化に関して、**IntelligentPad** システムの実現機構を示している。第4章は、標準化されたパッド間の機能連携インタフェースに基づくパッドの機能合成例を示している。第5章と第6章では、システム基本機能のパッドによる部品化について述べている。第5章は、協調作業を実現する共有作業場の機能の部品化についてその実現機構を示している。第6章は、空間的な配置構造や見え方を管理するジオメトリ管理機能の部品化の例を示している。第7章は、本論文のまとめである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 田 中 讓

副 査 教 授 長谷川 淳

副 査 教 授 宮 本 衛 市

副 査 教 授 栃 内 香 次

学 位 論 文 題 名

シンセティック・メディアとそのグループウェアへの応用

近年の計算機の発達により、現在の計算機上では、マルチメディア文書や、各種システム・ユーティリティ、多様なアプリケーション・プログラムや利用者環境など、多種多様な知的資産が利用可能である。しかし、それらの有機的連携や機能変更をユーザが自在に行ったり、複数ユーザがそれらを自在に共有操作しながら協調作業を進めることは不可能である。これらの問題の一部を解決するために、シンセティック・メディア・アーキテクチャが提案され、1987年にはIntelligentPad'87が開発されている。このシステムは知的資産を一様にパッドと呼ばれるカードのメタファで表し、パッドの貼り合わせによって機能連携を定義することができるが、各部品を組合せの相手を予め想定せずにジェネリックに定義することはできず、協調作業環境も実現できなかった。

本論文は、知的資産のパッドによる一様表現の考えを継承し、パッドの基本構造とパッド間メッセージ・プロトコルの標準形式を新たに与えることにより、多様な知的資産の一様な表現と自在な連携という、同時に満たすことが困難な要求に対して解を与えている。さらに、この解に基づいて、イベント共有機能と各種空間配置機能をジェネリックなパッドとして定義することが可能なことを示し、複数人で任意のパッドを自在に共有操作できる協調作業空間や、多数のパッドを規則的に配置する種々の空間構造が、編集作業を行うかのようにエンドユーザによって容易に構築できるツールキットを提案している。本論文の主要な成果は以下の点に要約される。

- ① 汎用性を失うことなく、パッドの基本構造をスロット・リストとして定義できることを示し、各スロットに対するアクセスをsetとgimmeの2種類のメッセージに限定している。パッド間のメッセージ・プロトコルはこれら2つのメッセージとupdate、ジオメトリ・メッセージ群に限定した。連携すべき機能は、貼り合わせの際に親パッドのスロットを選ぶことによって指定される。これにより、各パッドのプログラミングにおいて、将来このパッドと組み合わせられる可能性のある相手パッドのメッセージを考慮する必要がなくなり、ジェネリックな定義が可能となり、パッドの再利用性が向上した。
- ② イベント共有機能をジェネリックな部品としてフィールドパッドと呼ばれるパッドの形で定義することにより、任意のパッドを対象としうる協調作業環境が自在に構築できるツールキットを定義することができた。フィールドパッド自体がフィールドパッドの対象パッドとなりうるので、入れ子構造の共有操作環境も用意に定義可能となった。
- ③ このようなシステムでは、デスクトップや共有操作環境などの空間も編集対象となる。従来系統的に研究されていない空間編集に対して、各種の空間配置機能のジェネリックな部品化を行い、空間編集のためのツールキットが、ドキュメントやツールと同様にパッドとして提供できることを明らかにした。

これを要するに、著者は、多様な知的資産の統一的扱いとそれらの自在な編集による新しい知的資産の創造、これら进行操作対象とする協調作業空間の自在な構築、さらには、空間構造の自在な編集を可能にする、メディア・システム・アーキテクチャを提案するとともに、その基

盤機構と要素技術を明らかにしたもので、計算機工学ならびにソフトウェア工学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって、著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。