

学位論文題名

IntelligentPad におけるパッド化された
知的資源の再利用に関する研究

学位論文内容の要旨

現在の高度情報化社会において、コンピュータは単なる計算の道具から知的活動支援のための道具へとその役割が変化している。しかし、現在のコンピュータは、その役割を十分に果たしているとはいえない。本論文では、知的資源の再利用という観点から、知的活動を支えるためにコンピュータが担うべき役割について述べている。

IntelligentPadシステムは、あらゆる情報をパッドという二次元の紙の形態をもつメディアとして表現し、統一的に扱う。さらに、パッドの合成・分解により、それぞれがもつ機能を合成・分解することができ、新たな機能を定義できる。これらのパッドが増加し、システム内には様々なパッドが蓄積されている。現在、生産される情報の量は、もはや、人間の能力では管理しきれない程膨大なものになっている。そこで、パッド化された知的資源の再利用を支援することが必要とされている。コンピュータによる支援なくしては、これらを有効に再利用することはできない。

再利用を支援するために必要なことは、(1)大量に蓄積されている種々雑多なパッドの中から必要なパッドを探す方法を提供すること、(2)既存のパッドの内部には手を加えずに、ユーザの要求に合わせて既存のパッドの機能を加工するための機能を提供することの二点である。

必要なパッドを探すことを支援するためには、種々雑多なパッドを統合管理するデータベース(パッドベース)を構築しなければならない。現在のオブジェクト指向データベース(OODB)は、同品種のものを大量に管理することを目的として開発されてきたため、パッドベースに要求される多品種な部品に対する管理や検索に関する研究はなされていない。著者は、必要なパッドの検索には、検索したいパッドの属性の一部を検索条件として用いる従来の内容指定検索からの観点のみではなく、検索したいパッドの周りがある情報を検索条件として用いる文脈指定検索の観点から検索方法を考案する必要があると考えた。そこで、パッドベースでは、パッドに関する二種類の文脈指定検索を可能としている。

文脈指定検索の一つめは、必要な機能をもつ合成パッドを探すために、その合成パッドを構成するパッドの種類とその貼り合わせ構造の一部を検索条件として用いる検索方法である。パッドは、どのような種類のパッドとどのように貼り合わせるかということで、同種のパッドでもアプリケーション全体におけるそのパッドの役割(機能)が変わってくる。このため、必要な機能をもつパッドを探すには、このようなパッド

の貼り合わせに関する情報を検索条件として用いることが有効である。また、現在のOODBの有しているクラス定義に基づく索引付け機能は、インスタンスの合成により定義されるパッドに対して適用することはできない。このため、パッドの貼り合わせ構造のように、ユーザが動的に変化させられる構造に対する検索を高速化するためにシグニチャ・ファイルに基づく方法を提案した。テキスト検索における従来のシグニチャは、一定の情報量に対して最適なコーディング法を提案してきた。しかし、一つの合成パッドを構成するパッドの数や種類に制限はないため、一つのシグニチャにコーディングされる情報量はパッドにより異なる。そこで、合成パッドを構成するパッドの枚数により異なるコード化を行い、その解析の結果、著者の提案する方法により高速検索が可能であることを示した。

文脈指定検索の二つめとして、あいまいに指定されたパッドの配置関係を条件とした検索法を提案した。人間は、ものの空間的な配置をもとに必要なものを採り出す。必要なパッドを探す場合に、そのパッドの周りにあったパッドの種類や配置に関する情報を検索条件として用いることが有効である。この検索においては、位置に関する厳密なデータを格納する必要はない。そこで、部品のあいまいな位置をビットベクトルにより表現した。検索の高速化のためには、これをビットごとに格納し、データセットの特徴に応じて、検査するビットの順序を変更することにより効率的に検索する手法を提案した。

さらに、パッド(部品)を再利用するためには、既存のパッドが、ユーザの要求を十分に満たしていない場合に、内部には手を加えずにその機能を加工できる機能が必要である。パッドは、貼り合わせにより機能合成することができる。しかし、機能はそのままで、その操作性を変更したい場合(カスタマイゼーション)や、複数のパッドを使って行われる一連の仕事を支援するツールを作成したい場合(コーディネーション)に、これを単純な貼り合わせの合成のみで実現することは難しい。そのため、パッドを制御するための機能をもつ新たなパッドとしてステージパッドを開発した。ステージパッドは、スクリプト・プログラミングを導入し、劇のメタファを用いて、あらゆるパッドを役者にみたと、これを制御する機能をもつパッドである。ステージパッドは、役者であるパッドの内部には手を加えず、これに対するユーザの操作をプログラミングして自動化することにより、あらゆるパッドを制御することができる。

本論文は以下のように構成されている。第1章は、本研究の目的と、従来の研究における、本研究の位置付に関して述べている。第2章では、コンピュータ上に蓄えられた知的資源の再利用を支援する際の問題点とその解決法に関して述べている。第3章では、知的資源の再利用を図るために基盤となったIntelligentPadシステムの概要について述べている。第4章では、パッドの統合管理・検索を行うためのパッドベースに関して述べている。ここでは、パッドの貼り合わせ構造に関する検索方法と、部品のあいまいな位置情報をもとにした検索方法と、それらの高速化に関して重点的に述べている。第5章では、複数のパッドに対する操作を自動化したステージパッドに関して述べている。第6章には、本論文のまとめが述べられている。

パッドの統合管理・検索機能と、複数のパッドに対するユーザ操作のプログラミング機能の提供は、パッド化された知的資源の再利用を容易にし、これを促進する。さらに、それらの機能をパッドとして実現したことは、新たな知的資源を構築するためにこれらのパッドを再利用し、従来のパッドや、将来開発されるパッドとの機能合成を可能としたことを意味している。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 田 中 讓
副 査 教 授 宮 本 衛 市
副 査 教 授 伊 達 惇
副 査 教 授 栃 内 香 次

学 位 論 文 題 名

IntelligentPad におけるパッド化された 知的資源の再利用に関する研究

現在の高度情報化社会において、コンピュータは計算の道具から知的活動支援の道具へと役割が変化している。膨大な種類の知的活動支援道具の開発を促進するには、道具の部品化が行われ、それらを自在に組み合わせて新しい道具を作る編集機能が提供され、ネットワークを介して部品や合成された道具の流通交換が行われ、流通している道具に含まれている部品や合成部品の再利用が促進されなくてはならない。再利用のためには、(1)目的に適った部品や合成部品をどの様にして探すかという問題と、(2)探しあてた部品や合成部品がそのままでは使えないときどのようにカスタマイズするかという問題を解決しなくてはならない。ソフトウェアの部品化と再利用に関する従来の試みはこの2点に関する支援を考慮しなかったために十分な成果を上げることができなかった。

本論文は、マルチメディア文書と種々の道具の部品化と合成編集が可能な IntelligentPad システムを例にして、上述の2つの問題に関して解を与えている。IntelligentPad ではあらゆる部品が紙のイメージをもったパッドと呼ばれるオブジェクトで表現され、パッドにパッドを貼ることにより機能が合成される。本論文の主要な成果は、次の2点に要約される。

- (1) 大量に蓄積されている種々雑多なパッドの中から必要なパッドを探すためのパッドベースのアーキテクチャとアルゴリズムの提案。
- (2) 既存パッドの内部に手を加えることなくユーザの要求に合わせて既存パッドの機能を修正するためのステージパッドのアーキテクチャと内部処理機構の提案。

(1)では、検索対象パッド属性の一部を検索条件として用いる従来の内容指定検索のみでなく、検索対象パッドの周りの情報を検索条件として用いる文脈指定検索の必要性を解き、2種類の文脈指定検索を提案している。一つは、捜したい合成パッドを構成するパッドの種類とその貼り合わせ構造の一部を検索条件として用いる検索方法であり、二つめは、あいまいに指定されたパッドの配置関係を条件とする検索方法である。両者ともにシグネチャ・ファイルを適切に設計することにより妥当な検索時間で検索可能なシステムが構築できることを示している。

(2)ではパッドを制御するための機能をもつステージパッドを開発し、劇のメタファを用いて、この上に置かれるパッドを役者にみたて、役者であるパッドの内部に

手を加えずにこれらに対するユーザ操作のみをプログラミングして自動化できるようにした。これにより、カスタマイゼーションが容易になった。

以上のように本論文は、IntelligentPadにおける部品や合成部品の再利用の促進に重要な役割を果たすと考えられる、(1)合成部品の文脈指定検索と、(2)合成部品のカスタマイゼーションに関して有益な知見を与えており、ソフトウェア工学およびデータベース工学の進歩に寄与するところが大きい。

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。