

氏名(本籍)	赤間 浩樹 ( 福島県 )
学位の種類	博士 ( 情報学 )
学位記番号	博 甲 第 6737 号
学位授与年月日	平成 25 年 1 1 月 3 0 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	図書館情報メディア研究科
学位論文題目	エンドユーザによるメディア処理のための部品統合環境の構成法に関する研究

主査	筑波大学 教授	博士 ( 工学 )	佐藤 哲司
副査	筑波大学 教授	工学博士	松本 紳
副査	筑波大学 教授	工学博士	杉本 重雄
副査	筑波大学 教授	博士 ( 工学 )	長谷川 秀彦
副査	筑波大学 教授	Ph.D. in Computer Science	田中 二郎

## 論 文 の 要 旨

本博士論文の目的は、デジタルカメラやスマートフォンなどの携帯型デジタル機器の普及に伴って広まってきたメディアデータの加工・編集を誰でも行えるようにすることを狙いとした、エンドユーザのためのメディア処理部品の統合環境を構成する方法を明らかにすることである。本論文の著者は、メディア処理のスキルが低いユーザであっても、ファイル操作を行なうためのフォルダは理解できていることに着目し、フォルダの概念を拡張した機能付フォルダを基本構成要素としてメディア処理を記述するプログラミング環境を構築、評価している。本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章では、本研究の対象となるエンドユーザの範囲を明確にした上で、想定するメディア処理の種別と処理統合の活用シーンを具体化し、問題設定と解決のアプローチを概説している。エンドユーザのためのプログラミング環境を構築すること、並びに、マルチメディア処理のマッシュアップ環境を構築することを目標とし、多くのエンドユーザが日常的に活用しているフォルダ管理という作業の経験と知識を活かすことで、エンドユーザがプログラミング・スキルを習得する際の障壁を低減するアプローチを採っている。

第 2 章では、エンドユーザのためのプログラミング環境に関連する技術と、マッシュアップ環境に関連する技術とに関する関連研究を整理している。前者については、既存のエンドユーザ・プログラミングの視点から技術動向を紹介し、特に有望なアプローチとされるビジュアル・プログラミングの動向を詳細に述べている。後者については、マッシュアップ・システムの動向を紹介し、本研究のアプローチに密接に関連するファイルシステムの動向についても述べている。

第 3 章では、提案するフォルダ・プログラミング環境の構成法を詳述している。フォルダ・

プログラミング環境の核となる構成要素である『処理付フォルダ』は、通常のフォルダに、(1) フォルダにデータファイルを投入(Drag & Drop)することで、フォルダ名で動的に決定される処理が実行され、その結果がフォルダ内に格納される仕組み、(2) 処理で必要となる引数をフォルダ名に含める仕組み、(3) 複数のファイルを投入することで、それらのファイルが一括処理される仕組みを組み込んで拡張したものである。フォルダ・プログラミング環境では、処理付フォルダを入れ子構造とすることで、処理の連鎖、並行実行、条件分岐、サブルーチンの定義と実行制御などをビジュアルに記述できる。本章では、更にフォルダ・プログラミング環境を Web フォルダの拡張として実装するためのソフトウェアアーキテクチャ、プロトタイプの実装を示した後に、エンドユーザのためのプログラミング環境としての定性的な評価を行い、その有効性を述べている。

第4章では、本論文の第二の目標であるマルチメディア処理のマッシュアップ環境の構築に関して、フォルダ・プログラミング環境の適用性を議論している。メディア処理部品の統合環境として求められる5つの要件を述べた後に、フォルダ・プログラミング環境を使った画像ファイルの加工処理を行う利用者実験を通して得られた知見を述べている。更に、フォルダ・プログラミング環境を応用して開発した虹雲ノートシステムの開発経験と使用経験についても述べ、これらのことから、フォルダ・プログラミング環境がメディア処理部品の統合環境で必要とされる5つの要件を満たしている結論づけている。

第5章では、エンドユーザのためのプログラミング環境としてのフォルダ・インタフェースの定量的な効果を検証している。提案する環境を特徴付けるフォルダ・インタフェースの効果を、コードを記述する従来型のテキスト・インタフェースと比較する利用者実験を行い分析している。その結果、処理付フォルダを処理部品として組み合わせるフォルダ・インタフェースは、実行する際の取り組み易さに優れており、特に、複数の入力ファイルに対して同一の処理を繰り返す課題で大きな効果があることを確認している。また、処理の連鎖を使うプログラムでも作業時間を短縮できることを確認している。実験参加者からの事後アンケートでも、約9割の利用者がフォルダ・インタフェースの方が簡単であると回答している。他のビジュアル・プログラミング環境(Pure Data)と比較した利用者実験も行っており、ここでもデスクトップとの一貫性が高いフォルダ・プログラミング環境の優位性が明らかとなっている。

第6章では、本研究で解決しようとしている、エンドユーザのためのプログラミング環境と、マルチメディア処理のマッシュアップ環境の構築に対して、本研究で提案するフォルダ・プログラミング環境がどのように解決したかを考察しまとめている。フォルダ・プログラミングの効果を、ユーザの受容性の側面(学習量、認知思考量、作業量)と環境側面(言語仕様、編集時、実行時、結果確認時、応用時)から分析し、学習の容易さや認知思考量の少なさなど7つの観点で優れているとしている。更に、エンドユーザがより高度な課題を解いていくために必要となるならかな学習の傾斜の実現に対して、本研究の成果が、複数の新たな中間ステップを提供することを示している。漸増的にスキル成長させる中間ステップが、多くのPC利用者をDo It Yourself(DIY)で多様なメディア処理を行うライトな開発者(利用開発者)へと導く補助的中間ステップになることについて考察している。

最後に、第7章では本論文を要約し、提案するフォルダ・プログラミング環境の構成法が、メディアデータの加工・編集を誰でも行えるようにするとともに、エンドユーザのためのメディア処理部品の統合環境となることを述べている。また、メディア処理部品の統合環境として

の今後の課題と展望についても述べている。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

カメラ機能が付いた携帯電話、高機能なスマートフォンなどの普及に伴い、写真や映像を撮影・編集し個人あるいは仲間内で楽しむユーザが爆発的に増えてきている。一方で、写真や映像などのメディアデータを加工・編集する技術の進歩も目覚ましく、多くのソフトウェアライブラリが蓄積されてきている。このように、コモディティ化するメディアデータの加工・編集ソフトウェアを、処理部品としてエンドユーザが自ら組み立てて実行する環境を構築することを目的とした本研究は、社会的な背景を踏まえた時宜を得た研究であり、十分に理解できる研究の動機となっている。

本研究の基本的なアイデアは、エンドユーザに馴染みがある階層型ファイル構造すなわちフォルダに、機能要素として各種メディアに対する処理をバインド（組み込む）するというフォルダ概念の拡張である。論文では、この拡張がコンピュータでの処理に不慣れなエンドユーザにとって理解が容易な自然な拡張となっているかを、いくつかの利用者実験を通して確認しており、アイデアの新規性、結果の信頼性ともに、学位論文としての要件を十分に満たしていると言える。以下、各章毎に批評を行う。

第1章は、エンドユーザの定義を行うとともに、本研究の目的を達成するための課題が、エンドユーザのためのプログラミング環境の構築とマルチメディア処理のマッシュアップ環境の構築にあることを明らかにしている。その上で、エンドユーザのプログラミング・スキルが「なだらかな成長」となる支援を行うことの重要性を、先行研究を引用しながら述べている。このような課題設定は妥当なものであり、これらの課題を高次のレベルで解決するとして本研究の意義は、十分に認められる。

第2章は、上記の課題に関する先行研究を整理した関連研究の章である。プログラミング環境、特に、ビジュアル・プログラミングに関しては、多くのページを割いて丁寧に説明しており、サーベイとしても価値のある章となっている。

第3章は、本論文で提案するフォルダ・プログラミング環境の構成法を詳述する章である。フォルダを処理付フォルダに拡張するための基本的な仕組みを述べた後に、プログラミング即ち実行制御に関して、具体例を交えながら詳細に説明している。このため、個々の実行制御に関しては理解が容易となっているが、反面、プログラミング環境の全体像（仕様）は掴みにくく、必ずしも見通しの良い論旨展開になっているとは言えない。現実にある問題の解決を優先した本研究では、仕様に凹凸が生じてトップダウンに記述することが難しいことは想像できるが、本研究を更に発展させるには越えなければならない壁であろう。

第4章は、提案するフォルダ・プログラミング環境をメディア処理に適用することを試みた章である。利用者実験を行なって、複数のデータに同一の加工処理を施す際などに優位性があることを明らかにした後に、様々なクライアント（ノート PC、タブレット PC、スマートフォンなど）から利用できるクラウド環境に実装したシステム（虹雲ノート）の評価を行っている。利用者実験は少人数（10名）であり、主観的なアンケート調査が主であることから、本論文の中では、予備的な実験と位置づけられるものであろう。一方の虹雲ノートの実装は、画像・映

像の加工だけでなく、活字文字の認識（OCR）結果からの名刺データ登録、音声認識・音声合成など幅広いメディアに対する処理部品を組み込んで、より複雑な処理（プログラミング）を簡便に行えることを示している点で、価値ある内容となっている。

第 5 章は、エンドユーザ・インタフェースとしての有効性を、利用者実験と既存システム（Pure Data）との比較によって明らかにしている章である。フォルダ・インタフェースと同等の処理を記述できるテキスト・インタフェースを実装して利用者実験を行い、定量的並びに定性的な比較を行ない、プログラミング・スキルの高いユーザはテキスト・インタフェースが有効となる場合があるが、操作の容易さに関してはスキルの程度に依らずフォルダ・インタフェースが圧倒的に優位であるとの結論を得ている。この結論は妥当なものであり、テキスト・インタフェースが優位となるメディア処理の存在を明らかにできたことは、今後の研究に与える示唆も大きいであろう。

一方、既存システム（Pure Data）との比較においては、比較の範囲がプログラムの記述を終えるまでとしたことから、記述能力の高い、すなわち、記述方法を理解するまでの障壁が高いと考えられる Pure Data にやや不利な比較となっている懸念がある。現状でも評価の目的は達成しているが、比較・評価の範囲を拡げた実験も、今後の検討課題となるであろう。

第 6 章は、これまでの実験・評価を踏まえて考察を行っている章である。エンドユーザのためのプログラミング環境とマルチメディア処理のマッシュアップ環境とを構築する本研究の目的に対して、提案するフォルダ・プログラミングが要件を満たしていることを、ユーザの内的側面である受容性と、外的側面である環境とのマトリックスで議論している。更に、全くの初心者が提案法を実装したシステムを利用することでスキルが向上していく「なだらかなスキル成長」を支援できることを論じている。これらの議論は的を射たものであり、結論も納得できる内容となっている。

第 7 章は、まとめの章であり、提案するフォルダ・プログラミングを核とするメディア処理部品を統合する環境が、第 1 章で設定した本論文の目的を達成していることを述べている。

以上を総合して、本論文は学位論文として十分な内容を含んでいるものと認められる。

## 【最終試験結果】

平成 25 年 10 月 30 日、図書館情報メディア研究科学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと、本論文について著者に説明を求めた後、関連事項について質疑応答を行った。引き続き、「図書館情報メディア研究科博士後期課程の学位論文の審査に関する内規」第 12 項第 2 号に基づく最終試験を行い、審議の結果、審査委員全員一致で合格と判定された。

## 【結論】

よって、本学位論文の著者は博士（情報学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認められる。