

ソフトウェア開発行動の記録映像を検索するシステムの試作

1D-3

中島田 義敬† 小林 淳†† 松本 健一† 鳥居 宏次†

†奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
††東電ソフトウェア（株） 設計開発センター

1 はじめに

ソフトウェアの品質や生産性の向上を目的として、ソフトウェアの開発過程の分析が盛んに行われている。分析には開発者の行動や周囲の状況を記録したビデオ映像がよく用いられる [1][6]。但し、通常のビデオ映像の場合、特定の場面を自動的に抽出するための情報（索引）は時刻情報以外含まれておらず、分析には多くの時間を要する。

分析のための索引をビデオ映像に自動的に付加する試みがいくつか行われている [2][3]。筆者らも、分析対象である開発者の注視点の動き、打鍵やマウスの移動、ファイルの更新といった行動履歴データをビデオ映像と並行して収集し、映像検索時に利用する方法を提案している [2]。しかし、索引を付加するためには、被写体である人間の行動等をモデル化する必要がある、モデルを作るための分析等には必ずしも適用できないといった問題点がある。

本稿では、開発者の行動履歴データのみを利用し、開発行動モデルは必ずしも必要としない映像検索を目指して試作したシステムについて述べる。試作したシステムでは、様々な計測システムによって得られる行動履歴データはある一つの共通形式を持った索引ファイルに変換される。その上で、索引ファイルを機械的に処理することにより、検索用インターフェースの自動生成が可能となっている。

2 行動履歴データを利用した映像検索

行動履歴データを利用した映像検索の概略を図1に示す。ソフトウェア開発における行動履歴データとは、注視点の動き、打鍵やマウスの移動、ファイルの更新といった、ソフトウェア開発者とコンピュータシステムの間でやり取りされる情報、及び、情報のやり取りに伴う開発者やコンピュータの状態変化等の発生時刻を表すデータである [2]。行動履歴データを自動的に計測する方法やシステムはいくつか開発されており、ビデオ映像との並行収集も容易である [4]。

ビデオ映像はビデオカメラによって撮影され、ビデオサーバに記録される。記録媒体はビデオテープ、

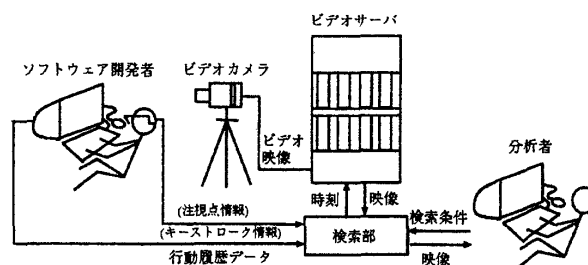


図1: 行動履歴データを利用した映像検索

ハードディスク等である。ビデオサーバは記録された映像を再生する機能も持ち、再生箇所は撮影時刻やフレーム番号等により指定される。

文献 [2] で提案する方法では、開発者の行動を状態遷移モデルで表し、状態遷移のタイミングを行動履歴データによって決定する。検索したい映像は、行動履歴データを用いるのではなく、モデル上での状態や遷移の系列によって指定する。従って、行動履歴データの詳細を知らなくても検索が可能であり、また、分析の目的に応じてモデルを使い分けることにより、より多彩な分析が可能である。但し、方法の利用には開発行動モデルが得られていることが前提となっている。

行動履歴データを利用して検索可能な映像（場面）の例を次に挙げる。

- (1) ソースリストの一部を凝視している
- (2) プログラムをテストしている
- (3) 単位時間当たりの作業量が極端に大きい（小さい）

3 試作システム

3.1 構成

試作システムの構成を図2に示す。システムの各構成要素の概略は次の通り。

(1) データ変換部

様々な計測システムによって得られた行動履歴データを試作システムが処理可能な形式（共通データフォーマット）に変換し、索引ファイルを作成する。個々の計測システム、あるいは、行動履歴データ用のデータ変換モジュールの集合体である。

(2) 検索用インターフェース生成部

索引ファイルを入力として、検索用のインターフェースを自動生成する。生成するインターフェースの形

A Retrieving System for Video Recordings of Software Development

Yoshitaka Nakashimada †, Atsushi Kobayashi ††, Ken-ichi Matsumoto †, and Koji Torii †

†Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology ††Toden Software Incorporation

状は、索引に利用される行動履歴データの型によって決る。

(3) GUI部

検索用インターフェース生成部が生成したインターフェース、及び、ビデオサーバの再生映像を表示し、ユーザからの検索条件の入力を受けける。

(4) 検索部

GUI部で入力された検索条件に合致する映像の記録時刻やフレーム番号を求める。

(5) ビデオサーバ部

ビデオカメラで撮影された映像を MPEG-I 形式に圧縮し、ハードディスクに格納する。また、映像の記録開始時からの経過時間、フレーム番号等で指定された映像を再生する。

3.2 索引ファイルの形式

データ変換部によって生成され、検索用インターフェース生成部の入力となる索引ファイルは、(1)データの収集方法、名称、型などを定義するヘッダ部と(2)データ本体の2つの部分から構成される。

ヘッダ部の形式は次の通り。

$$\{D_s, D_n\{, P(type)\}^*\}^+$$

ここで、 D_s はデータの収集方法を、 D_n はデータ名を、 P はパラメータ名を、 $type$ はパラメータのデータ型を、それぞれ表す。 $type$ が取り得る値(データ型)は、Int(整数型)、Real(実数型)、Time(時間型)、String(文字列型)、Enum(列挙型)の5種類である。また、 P の数が、データ D_n の持つパラメータ数となる。

例えば、視線計測装置($D_s = Eye$)で計測される注視点($D_n = Eyemark$)の定義は次のようになる。

$$Eye, Eyemark, X(Int), Y(Int), Elapsed(Time)$$

ここで、注視点のデータは3つのパラメータ X 、 Y 、 $Elapsed$ を持ち、それらの型は順に整数型、整数型、時刻型となる。

一方、データ本体の形式は次の通り。

$$\{T_s, T_e, D_n\{, P\}^*\}^+$$

ここで、 T_s はデータ D_n に対応するソフトウェア開発上の事象や状態変化の開始時刻を、 T_e は同じく終了時刻を、 D_n はデータ名を、 P はパラメータを、それぞれ表す。パラメータ P の個数はヘッダ部で定義された個数と同じである。

例えば、視線計測装置で計測された注視点のデータの次のように表記される。

$$Eye, Eyemark, 120, 102, 00:00:02$$

3.3 検索用インターフェースの生成方法

検索用インターフェースは、データの収集方法 D_s 、データ名 D_n 、パラメータ P の値によって映像検索

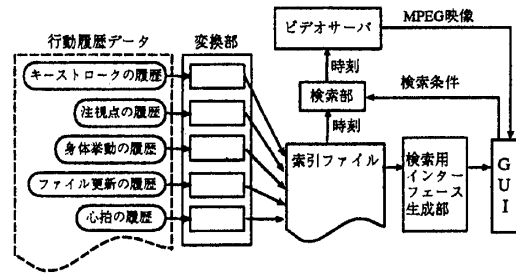


図2: システム構成

するためのインターフェースである。索引ファイルのヘッダ部分の定義に基づき、プルダウンメニューとテキストボックスを組み合わせた形式で生成される。具体的には、データの収集方法 D_s を第1階層に、データ名 D_n を第2階層に、パラメータ P の値を第3階層以降とするようなメニューが生成される。但し、メニュー項目となるパラメータ(の値)はその型が、String(文字列型)もしくはEnum(列挙型)であるものだけである。それ以外の型を持つパラメータ(の値)はメニュー項目ではなく、テキストボックスによってその値を指定するものとする。

4 おわりに

本稿では、開発者の行動履歴データのみを利用した映像検索を目指して試作したシステムの構成要素、検索のために定めた索引ファイルの形式、及び、自動生成する検索用インターフェースについて述べた。今後の課題として、試作システムを実際の分析に用い、その有用性を評価することが挙げられる。

参考文献

- [1] 飯尾: “モジュール間の視点の移動に着目したプログラム理解過程の実験と分析”, 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-9402-2, pp. 9-16 (1994).
- [2] 小林, 下條, 松本, 鳥居: “ソフトウェアの開発/利用行動を記録した映像に対する自動索引付け法の提案”, 情処研報, 96-SE-107, pp.33-40 (1996).
- [3] 長坂, 田中: “カラービデオ映像における自動索引付け法と物体探索”, 情処論, 33, 4, pp.543-550 (1992).
- [4] 高田, 鳥居: “プログラムのデバッグ能力をキーストロークから測定する方法”, 信学論, J77-D-I, 9, pp.646-655 (1994).
- [5] 柳, 高田, 鳥居: “キーストロークに着目したバグ混入時のプログラミング行動の特徴の分析”, 第49回情処全大, pp. 5-511-5-512 (1994).
- [6] 吉川: “プログラム理解過程を調べた認知実験報告(1)”, 人工知能学会研究会資料, SIG-IES-9202-7, pp. 53-61 (1992).