

多視点映像による技能コンテンツ制作・提示技術の研究 (082306005)

Research of multi-view video content development technology
for skill transfer of manufacture workers

研究代表者

間瀬健二 名古屋大学大学院情報科学研究科

Kenji Mase Graduate School of Information Science, Nagoya University

研究分担者

東海彰吾[†] 川本哲也^{††}

Shogo Tokai[†] Tetsuya Kawamoto^{††}

[†]福井大学大学院工学研究科 ^{††}中京テレビ放送株式会社

[†]Graduate School of Engineering, University of Fukui ^{††}Chukyo TV Broadcasting Co., Ltd.

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

概要

技能・芸能の伝承を主目的として、多数のカメラとセンサを用いて撮影された映像群から、目的に合致した映像を効果的に提示するための、コンテンツ制作・提示手法を開発する。着目部位などの視聴対象を制御できるようにした多視点カメラシステム用の「釘付け視聴方式」を提案し、それを実現する映像制作技術を開発した。撮影から提示までの一貫した処理系と PegScopeViewer と呼ぶ釘付け視聴のための入力および閲覧インターフェースを開発し、ものづくり研修現場の協力を得て、やすりがけ技能のコンテンツを試作し効果を検証した。

Abstract

We aim to develop novel methods of content creation and its viewing interface for teaching and learning of manufacturing skill and performing art. Multiple cameras and sensors are used in content shooting for arbitrary viewing for future navigation and entertainment of skill details and arts. We have proposed a viewing method named “peg-to-the point viewing (PegScopeBrowsing)” which provides viewers with the targeting clues towards the object of interest. We have developed the processing modules from recording to viewing and integrated them to the “PegScope Viewer” system with an easy user-interface. The effect and plausibility of the method and the interface were evaluated with the collaboration of manufacturer’s training center.

1. まえがき

本課題では、多視点カメラシステムでの効率的かつ効果的な映像制作・提示技術を開発する。近年注目される自由視点 TV は視点自由度が高いが、視聴者は視点選択の労力が增大する。単眼映像視聴では視聴者がある着目対象に自ずと釘付けになることに注目し、その対象の操作により間接的に視点を制御する「釘付け視聴方式」を提案する。さらに、これを「技能・芸能の伝承」に適用し、本方式の有効性を示すことを目的とする。多視点映像の釘付け視聴では、視聴時に画面視野を制御するため、撮影時に想定しなかった別の注目対象に切り替えた映像も生成可能なため、暗黙的な技能伝承のポイントの明確化が期待できる。例えば、実際の撮影映像(図 1)に対し、手元に釘付けした視点切り替え表示により、注目点(手元)が明確化される(図 2)。しかし、閲覧の際に視点や注目点のパラメータ設定には手間がかかるため、その負担軽減が必要となる。

そこで、これらを解決するため、以下の 3 項目の研究を行った。(1) 多視点カメラによる効率的・効果的な撮影技術：多視点映像撮影カメラ群を効率よく設置、撮影し、後段の利用に供する方法を確立する。(2) 釘付け視聴のため



図1 多視点撮影映像



図 2 手元に釘付け処理した視点切り替え提示例

の多視点映像処理技術：入力となる多視点映像から出力となる提示映像までの一貫した処理系列を整備する。(3) 釘付け視聴インターフェースおよび提示装置の検討：実際の技能訓練現場で撮影して制作した釘付けコンテンツを、開発した専用ビューワで閲覧しその効果の検証・評価を行う。

2. 研究内容及び成果

(1) 多視点カメラによる効率的・効果的な撮影技術

まず、フル HD 撮影や高速度撮影できる民生品カメラを前提として検討し、カメラ 20 台程度まで拡張可能な可搬性の高い多視点カメラシステムを構築した。ノート PC 群によるマスタ・スレーブ方式でカメラ制御を行い、スレーブ PC に接続されたカメラグループの撮影開始・停止が制御される。カメラ開発メカから提供された 1PC 対 1カメラの制御プログラムを元に本課題において多数台カメラの同時制御システムへと拡張した。

次に、本システムで多視点撮影実験を行った。まず、3次元 CG 絵コンテシステムで作成した CG 画像の釘付け処理によりカメラ配置や構図、釘付け対象の定め方を検討した。実撮影実験では「やすりがけ」の技能状況を数回撮影した。まず高解像度、高速度などいくつかの撮影設定を試してノウハウ蓄積やカメラ配置、撮影方法の検討を行い、最終的には 16 台のカメラを円弧上に配置して最終コンテンツの素材を撮影した。被写体として上級者、初心者を含む数名の技術者に対して、「荒削り」「仕上げ削り」など複数のやすりがけ動作を撮影した。

さらに、撮影映像群から目的の提示映像を作り上げるため、人体運動センサの利用を検討した。運動センサの特徴

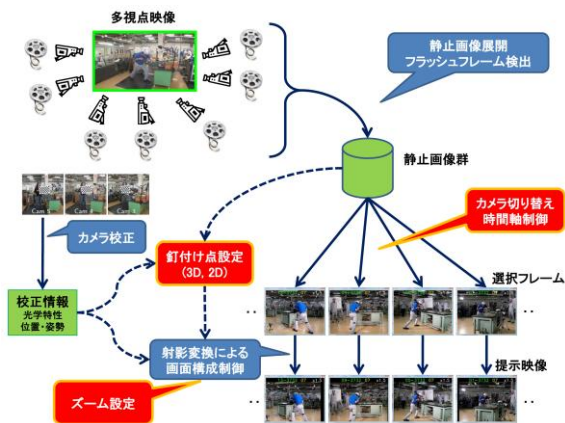


図3 釘付け視聴処理の流れ

的な値やパターンから注目すべき映像や部位の抽出を目指し、被写体の腰、両手首、両上腕、両膝など計10カ所に3軸加速度などを計測可能な運動センサを装着し、無線伝送して遠隔PCで身体の動きデータを収集した。

(2) 釘付け視聴のための多視点映像処理技術

入力から出力までの釘付け処理プロセスを設計、実装した(図3)。多視点カメラで撮影された多視点映像は一旦静止画像に展開し、フラッシュによるフレーム時刻合わせを行う。さらに、事前にチェッカーボードで校正してカメラの位置・姿勢を獲得しておく。視聴処理では、まず、カメラ切り替えと時間軸制御でフレームが選択され、校正情報と注目点から設定された3次元釘付け点から、各画像上の釘付け点を算出する。さらに、釘付け点を画面中央に捉えるように射影変換し、提示映像の各フレームを生成する。

以上の過程を構成する処理として、多視点カメラの位置・姿勢を獲得する校正手法、運動センサの位置を映像から抽出して3次元軌跡を求める方法、関節をつなぐ折れ線の重畳表示による技能指導ガイド線の付加、より高度な同期撮影のための制御方式を実現した。

(3) 釘付け視聴インタフェースおよび提示装置の検討

釘付け視聴可能な視聴インタフェースを開発した。まず、キーボード操作による試作版の機能評価を踏まえ、釘付けポイント(ペグ点)の指定と視聴制御が容易に行えるGUIを設計して統合し、PegScopeViewer Ver.1.0を制作した。ビューワは、(ア)多視点映像の基本視聴操作機能(再生、視点選択、ズームなど)、(イ)ペグ点(興味対象物を示す空間中の名前付き点)の手動入力・登録機能、(ウ)登録ペグ点リストからのペグ点選択とペグ点を画面中心とする釘付け多視点表示機能、(エ)閲覧操作を記録し登録する機能、(オ)加速度センサデータのグラフ化表示機能が実装されている(図4)。



図4 釘付け視聴インタフェースシステム PegScope Vision Ver.1.0

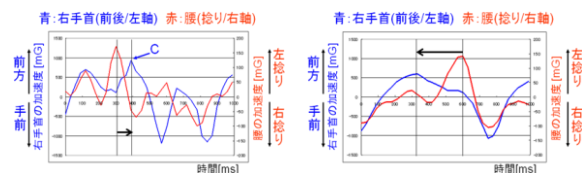


図5 上級者(左)と初心者(右)の右手首と腰の加速度変化

このビューワを技能訓練の現場で指導者らに試用してもらい、インタフェースおよび多視点映像の効果等について聞き取り調査を行った。その結果、技能提示・閲覧能力として有望との意見をもらい実用化への足がかりを得た。さらに、ものづくり技能支援のためのマルチメディア教科書と捉えたときの新しい要望が多数得られ、これらの解決・実現は今後の重要な課題である。

一方、撮影時に取得した運動センサの加速度データの分析からは、上級者のやすりがけの動作が6つの部分の連続から成立し、上級者固有のタメ(一旦力を抜くところ)の存在が分かった。また、上級者と初心者の腰と右手首の加速度変化の分析からは、上級者は腰の動きが手に先行し、初心者のその逆と対照的であることなど多数の知見が得られた(図5)。

3. むすび

本課題では多視点映像の釘付け視聴方式を提案し、その技能伝承への適用を考え、撮影技術、映像処理技術、映像視聴技術の基本機能を実現した。特に、釘付け視聴方式の新しい視聴インタフェースを有するビューワを開発し、ものづくり現場での一定の評価を得た。さらに、ものづくり技能の定量的評価のための動作分析の新たな知見を得た。

今後、本研究をもとに、ものづくり技能の教育・伝承へのICT利用の応用展開が見込まれる。本課題は近年注目される3D映像技術との関係も深く、提案方式の応用として研究を継続する予定である。また、本研究メンバーが中心となった、スポーツコンテンツの多視点映像撮影技術を課題とした情報通信研究機構の委託研究プロジェクトが平成21年度からスタートしており、新しい研究分野への波及効果をもたらしている。

謝辞：本課題の遂行にあたり、実技能の多視点撮影、ビューワ評価などに協力いただいた(株)デンソー技研センターに感謝いたします。

【誌上发表リスト】

[1] S.Tokai, K.Mase, T.Fujii, T.Kawamoto, "Pegged to Point Browsing: An Approach to Browse Multi-view Video with View Switching, and its Applications", International Workshop on "Sensing Web" Proc., pp.41-46 (2008.12.07)

[2] K.Kojima, K.Mase, S.Tokai, T.Kawamoto, T.Fujii, "On-Body Multi-Sensor Analysis of Metal Filing Performance for Manufacturing Skill Training", IEEE International Symposium on Wearable Computing (ISWC2009), Advances in Wearable Computing 2009 pp.21-28 (2009.09.04-07)

[3] K.Niwa, K.Mase, S.Tokai, T.Kawamoto, T.Fujii, Y.Hirano, and S.Kajita, "Estimation of Viewer's Interests from Multi-point View Browsing Log in Skill Transfer", Intelligent User Interfaces 2010, Demo 153 (2010.02.07-10)

【報道発表リスト】

[1] "名大や中京TVなどが立体映像で技術伝承"、中部経済新聞、2010年3月12日版(トップ記事)