



複合現実感によるビデオ監視

Video Monitoring based on Mixed Reality

川崎直之¹⁾, 高井昌彰²⁾

KAWASAKI Naoyuki and TAKAI Yoshiaki

1) 北海道大学 大学院 工学研究科

(〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8, artifex@cc.hokudai.ac.jp)

2) 北海道大学 大型計算機センター

(〒060-0811, 北海道札幌市北区北11条西5, takai@cc.hokudai.ac.jp)

Abstract : In this research, we propose a novel approach for video monitoring based on Mixed Reality to resolve existing problems in conventional video monitoring, and discuss its availability and possibility. Based on the proposal, we develop a simplified video monitoring system and indicate that the new system can be realized inexpensively by commonly used equipments. This system assists quick and intuitive understanding for the whole situation on the monitoring spots by reconstructing objects' models calculating the information flowed from monitoring video cameras.

Key Words: video monitoring, Mixed Reality, real-time, volume visualization

1. はじめに

本稿では、従来型のビデオ監視システムにおける問題点を解決するために、複合現実感技術を利用したビデオ監視を提案し、その有用性と可能性について説明する。またこの提案に基づいて、簡単なビデオ監視システムを実際に構築し実験を行うとともに、このようなシステムが既存の技術を組み合わせることによって、低廉なコストで実現可能であることを示す。このシステムは複数台の監視カメラから得た情報を実時間で3次元再構成して、監視対象区域に関する全体状況の素早く直観的な把握と理解を支援するものである。

2. 複合現実感によるビデオ監視の基本構想

2.1 研究背景

セキュリティの確保が必要とされる施設では、従来からビデオカメラによるリアルタイムの監視が行われてきた。その中でも本研究が対象として念頭に置く、大規模で高度なセキュリティの確保が要請される場合、監視対象となる箇所は通常複数にわたる。そのためこれらを同時に監視する手法として、

i) 監視カメラごとに複数のモニタを用意したり、図1のようにモニタ画面を分割する方式、

ii) 時分割で各監視カメラの映像を順番に切り替える方式、あるいは i), ii) の混合方式で監視を行うのが一般的である。

しかしこれらの方式では2次元の映像情報から、3次元の広がりをもつ監視対象実空間へのマッピングを、頭のなかで行わなくてはならず、全体の見通しが悪い。すなわち施設

の全体像と監視カメラの位置関係を常にイメージできるように、監視スタッフの学習・訓練が必要であり、しかもこの負担は監視規模が拡大すると急激に増加する。

2.2 複合現実感によるビデオ監視の提案

従来型ビデオ監視の問題点に対する解決策として、複合現実感を利用したビデオ監視を、我々は提案する。その概要は以下に述べるとおりである。

まずあらかじめ監視対象とする施設のモデルデータを作成しておく。これに対して、複数のビデオカメラによる入力映像をリアルタイムに解析しその中の移動物体を3次元再構築して得られた移動物体モデルデータを合成する。最終的にこれを図2のように立体的でかつインタラクティブに操作可能なモデルとして提示する。

このように監視対象がいわばミニチュアモデルのように提示されることにより、従来システムとは異なり監視区域の全体的な状況を的確に把握し問題発生箇所を素早く特定することが可能となる。またこのシステムにおいては入力映像を解析する過程で得ることのできる有用な情報(たとえば施設内部の人数や特定人物の身長・移動軌跡等)を併せて提示するといった拡張性も考えられる。すなわちこのシステムは、現実世界のビデオカメラから得た映像をテキストチャットとして、そのまま利用するとともに、再構築のためにも利用し、またその一方でCGにより描かれた施設内部とも融合させて提示することにより、複合現実感によるビデオ監視を提供する。このような複合現実システムを構築することは、従来のビデオ監視システムの欠点を解消するという意義を持つ

のみならず、複合現実感技術のメリットを端的に表す応用事例として意義があると考えられる。

3. ビデオ監視システムの実験

先に述べたモデルに基づいて、任意視点からの再構成画像を、マウス操作によりインタラクティブに変更可能な、小規模ビデオ監視システムを構築した。

3.1 実験設定とシステム構成

監視対象とするのは、幅・奥行き・高さが $3.45m \times 6.0m \times 2.7m$ である直方体状の室内で、この四隅の角の上部に監視カメラを設置し、それぞれ部屋の中心部へ向かうよう、カメラの向きを設定した。この後、室内に2名の人間を入れてその動き回る様子を撮影した。撮影時にはこれらのカメラからの映像を4分割器に入力し、図1のような1枚の合成映像として出力させ、これをビデオデッキを経由して、PCにキャプチャボードから 320×240 の解像度でキャプチャの上、処理を行った。使用したPCはCPU Pentium!!! 1.26GHz, memory 512 MB であり、OSはDebian GNU/Linux 3.0, ビデオドライバは video4linux, レンダリングには OpenGL を利用した。

3.2 移動物体の部分の抽出

複数の移動物体に対する個体識別を行う場合は、分散エージェントを用いた手法 [1] 等の利用が考えられる。しかし本実験では各個体の識別までは行わず、移動物体部分の抽出には、単純に背景画像との差分を利用した。

3.3 3次元再構築

使用する4台のカメラに関するジオメトリはすべて既知であり、この情報を用いて視体積交差法 [2] を適用し、室内の移動物体について3次元再構築を行った。

視体積交差法を適用するにあたっては、i) 室内の物体部分に対応する各カメラからの視体積を、ポリゴンで表現しその交差を求める方法、ii) あらかじめ各カメラの各ピクセルに対応する視体積に沿って空間を多面体ボクセルに分割し、再構築の単位とする方法、iii) 室内を立方体のボクセルに分割し、再構築の単位とする方法、の3つを検討した。

i) 及び ii) では監視カメラの解像度によってのみ、再構築モデルの精度が制限されるが、iii) ではボクセルの解像度によっても精度が制限される。しかしその一方で iii) は処理が単純であるのに対し、i) は処理が複雑、ii) はボクセル数が不必要に多くなるという欠点がある。

予備実験の結果 i) は処理時間の点で、ii) はメモリ量の点で iii) に比べて実用的でなかったため、iii) の方法を本実験では採用した。その際、監視対象となる室内空間のうち、人の存在する可能性の高い2m以下の部分を、一辺が5cmである $69 \times 120 \times 40$ 個のボクセルに分割して、再構築の基本単位とした。

3.4 レンダリング

全ボクセルを走査し、各視体積の積部分にあたるボクセルを、立方体としてレンダリングした。このとき各立方体の色をカメラの映像に基づいて決定し、再構築された物体の色が

実際の移動物体の色と一致するようにした。

3.5 実験結果

実験の結果、図1のような入力映像から、図2のような再構築されたモデルを、平均8fps程度でレンダリングして提示することができた。実質的な再構築精度は人の姿勢や動作を概ね判別可能な程度であった。



図1: 4台の監視カメラによる入力映像



図2: 任意方向から参照可能な再構築モデルの出力映像

4. おわりに

本実験では、一般的で安価な機材を用いて、複合現実感による簡単なビデオ監視が実現可能であることが示された。現状では対象空間の規模に比例して処理時間と所要メモリが増大するので、この伸びを押さえるデータ構造の導入や並列処理への対応、監視現場での実証実験が今後の課題である。

参考文献

- [1] 中澤, 日浦, 加藤, 井口: 分散視覚エージェントを用いた複数人物追跡システム, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.11, pp.2699-2710, 2001.
- [2] Haritaoglu, I., Harwood, D. and Davis, L.S.: Hydra: Multiple people detection and tracking using silhouettes, 2nd International Workshop on Visual Surveillance, pp.6-13, 1999.