

疑似被写面に基づくネットワークカメラ自動巡廻機能

新田 善隆[†] Aiguo He^{††} 程 子 学^{††}

ネットワークの高速化に伴い遠隔講義が増加する傾向にある。リアルタイム遠隔講義システムでは教師によるカメラ制御が困難である。そこで疑似被写面に基づいた遠隔カメラ制御支援方式が提案された。この提案に基づき本研究では疑似被写面を用いたネットワークカメラによる自動巡廻機能を提案し、本論文ではこの機能のシステム設計について述べる。

Virtual-Surface based Network Camera Auto-Round Function

YOSHITAKA NITTA,[†] AIGUO HE^{††} and ZIXUE CHENG^{††}

Real time distance education activitis increase according to the growing of high-speed computer networks and network camera are using in those activitis widely. However, It is difficult for the teacher to remotely control the network camera during a distance lecture.

This article proposes a network camera remote control support system that has a network camera auto-round control function based on the concept of virtual-surface. The system design of auto-round function is described.

1. はじめに

近年、ネットワーク技術の進歩やネットワークの高速化に伴い、動画などの大容量データを転送することが可能になってきている。これにより、ネットワークカメラを使用したリアルタイム遠隔講義や、遠隔会議などの映像配信システムが増加する傾向にある。また、ギガビットネットワークの開発及び整備により、さらなる大容量データ転送が可能になる。

会津大学では、RIDEE (Realtime Interactive Distance Education Environment) システムが開発され、高品質映像音声の転送機能や資料データの運営支援機能を可能とした双方向リアルタイム遠隔教育システムにより実際に遠隔講義を行うことが可能になった。[1][2][7]

しかし、現在のシステムにおいてカメラ制御にいくつかの問題点がある。その一つがカメラ制御を行いながらの講義の進行が困難である事である。カメラ制御のためのカメラマンや複数のカメラの映像を切り替え

るディレクターの雇用はコストが増加する。また、固定されたネットワークカメラの映像では、講義の臨場感がない。[3][4][5][6]

また、現在のネットワークカメラ制御システムは講義受講者用に設定されており、発表者や講義内容及び講義風景の撮影のためであり、発表者が講義受講者を見るための講義者用の制御システムではない。

現在のネットワークカメラ制御システムでは、パン、チルト、ズームといった基本操作を組み合わせるカメラを操作するため、講師の意思通りのカメラワークを実現出来るが負担が大きすぎる。また、文献 [6] では講師の意思通りのカメラワークには限界があり、文献 [5] は広い講義室には不向きである。

遠隔授業や遠隔会議でのカメラ撮影での大きな問題点は、常に適切なズーム値を得ることであると我々は考え、この問題を解決する方法として疑似被写面の概念を用いたカメラ自動巡廻機能を提案する。この提案は一人の講師におけるカメラ制御の負担を軽減させ、講義の進行を円滑することを目的とする。

2. ネットワークカメラ自動巡廻

2.1 RIDEE

会津大学で開発された双方向リアルタイム遠隔教育システム。ギガビットネットワークのような高速ネットワーク上でのマルチサイト、リアルタイムの対話型

[†] 会津大学コンピュータ理工学部研究科

School of Computer Science and Engineering, Department of Computer Software, University of Aizu

^{††} 会津大学コンピュータ理工学

School of Computer Science and Engineering, Department of Computer Software, University of Aizu

遠隔講義の支援を行うシステムである。現行のシステムでは、静止画のセットで構成される資料を利用して遠隔講義や発表、上記資料を複数の参加者の間で共有し、資料内容に関する質疑応答や討論が可能である。

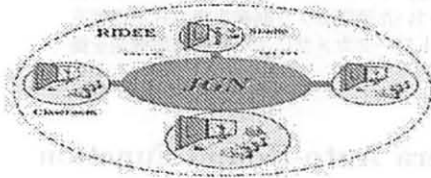


図 1 RIDEE モデル

2.2 カメラ制御のハードウェアシステム

RIDEE システムでネットワークカメラ制御を行うためのハードウェアシステムを図 2 に示す。

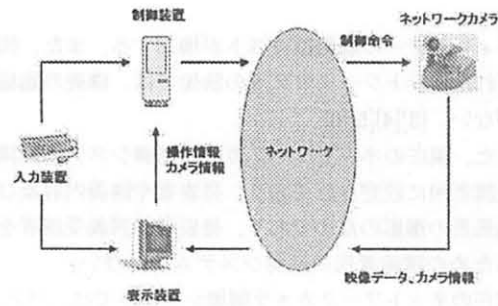


図 2 Hardware System

入力装置 キーボードやマウスなどのカメラ操作制御方法を入力するデバイス。入力されたカメラ操作を制御装置又は表示装置で取得する。

制御装置 ユーザより入力された操作に基づき演算処理を行い、カメラ制御命令をネットワークを通じてネットワークカメラに送信するコンピュータ。

ネットワークカメラ 遠隔地の講義室で講義受講者及び講義風景を撮影している装置。カメラからは随時映像データとカメラ状態が表示装置へ送信される。

表示装置 カメラからの映像を表示するモニタ。また、カメラ映像を表示している画面をマウスクリックなどの入力装置からのカメラ操作命令を取得する。取得したカメラ制御命令は制御装置へ送信される。

2.3 カメラ制御のソフトウェアアーキテクチャ

図 2 のハードウェアシステムを実現するために必要

とされるソフトウェアアーキテクチャを図 3 に示す。

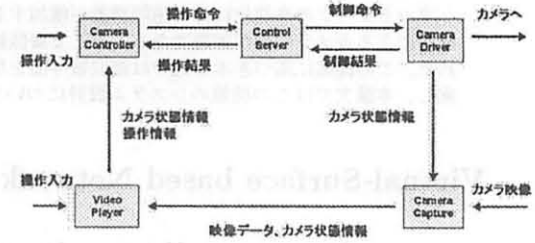


図 3 Software Architecture

Camera Controller ユーザからのカメラ制御操作入力を取得し、操作命令を送信する。

Control Server 制御操作内部で動作し、ネットワーク上でカメラの操作命令、操作結果、制御命令、制御結果を送受信する。また、演算処理を行い、情報を保持する。

Camera Driver ネットワークカメラの制御ソフトウェアライブラリ機能 (API) を利用して、実際にカメラへ命令を出す。

Camera Capture カメラからの映像を映像データに変換 (エンコード) する。

Video Player Camera Capture からの映像データをデコードして表示する。表示装置に相当する。

2.4 疑似被写面を利用したカメラ制御

現在のカメラ制御方法では個々の被写体からカメラの距離がそれぞれ異なるため、カメラをパン、チルトさせて撮影する被写体を変えるとレンジが変わってしまうため、カメラ方向の変更後にはズームの調整が必要になる。カメラ方向変更に伴いズームを自動的に調整し、レンジを維持するカメラ制御をおこなうために疑似被写面の概念を用いる。

2.4.1 疑似被写面

疑似被写面とはすべての被写体上の注目する点を含んだ仮想の曲面である。図 4 では講義室の受講者が被写体である。また受講者の顔部分が注目点であり、疑似被写面は全受講者の頭部位置を通過する滑らかな局面となる。疑似被写面のデータは Control Server に格納される。

2.4.2 疑似被写面を用いたズーム制御

カメラの方向を表すアングル値と疑似被写面データ

を利用して、カメラが撮影する疑似被写点の計算と、カメラからの距離である疑似被写距離、そして安定したレンジを実現するためのズームの計算をする。[3]

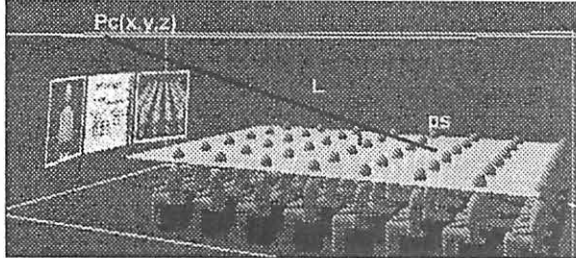


図 4 疑似被写面

疑似被写点計算 カメラ方向のアンクル値とメモリ上に格納されている疑似被写面 S のデータを利用して、カメラの位置 Pc を通過しかつ、カメラと同じ方向を持つ直線 L が疑似被写面と交わる交点 ps の座標を求める。

疑似被写距離計算 疑似被写点計算で求めた点の座標値と、カメラ位置の座標の座標値を用いて、カメラと疑似被写点間の距離を求める。

カメラから曲面 S との交点 ps までの距離 L の算出 (但し α はパン角度、 β はチルト角度)

$$L = fl(Pc, S, \alpha, \beta) \quad (1)$$

ズームの計算 安定したレンジを実現するためのカメラズーム率を、疑似被写距離計算で求めた疑似被写距離及び事前に計算しておいたレンジ制御値からカメラのズーム値を求める。

レンジ安定のためのズーム量 z の算出 (但し kz 及び $z0$ は定数)

$$z = fz(L) = kz * L + z0 \quad (2)$$

2.5 自動巡廻機能

自動巡廻機能はユーザが巡廻パスを設定し、ユーザのカメラ操作無しでカメラを巡廻させる事が可能である。実現手法として、ユーザにより自由に巡廻パスを設定出来る事と自動巡廻の開始、停止、再開を提供する。巡廻パスは事前に巡廻パスを設定する必要がある。

2.5.1 巡廻パス

自動巡廻を行う道順を巡廻パスと定義する。巡廻パスは疑似被写面上の巡廻させるポイントに順々に点を設定する。この点を巡廻パスノードと定義する。巡廻パスノードの設定後に出来上がった道順が巡廻パスとなる。

2.5.2 巡廻パスの作成方法

ユーザが巡廻させたい通過点を一つずつ設定する。設定した巡廻パスノードのデータを自動巡廻制御部に

登録する。この作業を繰り返し行い巡廻させたいパスを作成する。

2.5.3 自動巡廻制御手段

入力装置により自動巡廻の開始、再開を指示する。設定した巡廻パスのデータを自動巡廻制御部から一つずつ呼び出し、パスデータを元にカメラのパン、チルト、ズームを調節する。この作業を登録されている巡廻パスデータの最後まで行う。自動巡廻モデルを図 5 に示す。

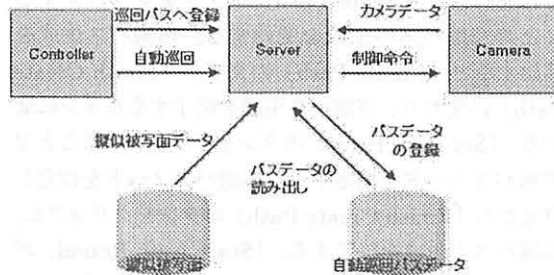


図 5 自動巡廻モデル

3. 検証システム

提案を実現するための実装方法を以下の通りとする。

3.1 外部設計

3.1.1 ユーザインターフェース

自動巡廻を行う GUI 画面を図 6 に示す。画面にはモニタ機能、レンジオフセット機能、自動巡廻機能を提供する。



図 6 自動巡廻シミュレータ画面

モニタ機能 ネットワークカメラからの映像をこの

画面に表示する。この画面上をクリックすることにより、疑似被写面データから最適なパン、チルト、ズームを計算してカメラを制御する。また、自動巡廻の停止を行う。

レンジオフセット機能 被写体を表示するズーム率を変える。「Individual」で被写体1人が画面最大に映るカメラズーム。「Group」で被写体数人が映るカメラズーム。「Max Area」で講義室全体が見渡せるカメラズーム。

自動巡廻機能 巡廻パスの作成と自動巡廻の開始と停止を行う。「Create Path」ボタンをクリックすることで巡廻パスの生成を開始する。巡廻パス生成を開始すると「Create Path」の文字が「Finish Create Path」に変わり、巡廻パス生成を終了するボタンに変わる。「Set Path Point」ボタンをクリックすることで巡廻パスノードを指定する。巡廻パスノードを指定し終えたら「Finish Create Path」ボタンをクリックし、巡廻パスの生成を終了する。「Start Auto Round」ボタンをクリックすることにより自動巡廻を開始する。自動巡廻を開始すると「Start Auto Round」の文字が「Stop Auto Round」へ変更される。「Stop Auto Round」ボタンをクリックすることで自動巡廻を停止させる。

3.2 詳細設計

3.2.1 Static 情報 クラス構成

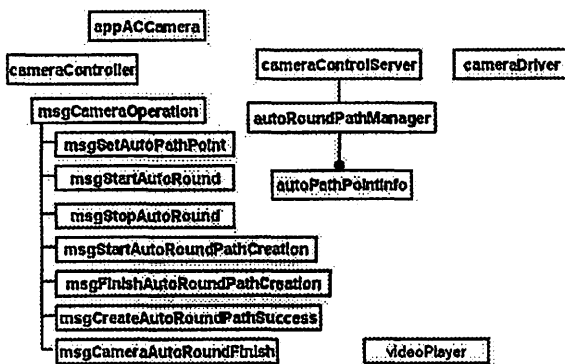


図 7 カメラ制御クラス図

図 7 は Java で実装されるカメラ自動巡廻機能のクラス構成である。以下に各クラスの機能を説明をする。

appACCamera 制御プロセスの開始処理を行い、必要となる他クラスのオブジェクトを生成する。

cameraController GUI上のカメラ制御パネル。カメラを動かすボタン群がある。

cameraControlServer cameraController から

要求されたカメラ動作を受取り、surfaceData から疑似被写面のデータを取得し、カメラの向きや角度からカメラ制御を計算して、cameraDriver に命令を出す。

cameraDriver 実際にカメラを動かす命令をするクラス。

cameraCapturer 実際のカメラからエンコードした映像を取得する。

videoPlayer カメラから受信した映像をデコードし、表示する GUI 画面。GUI 画面上ではマウスやキーボードのイベントを取得する。

surfaceData 疑似被写面データが記憶されている。

autoRoundPathManger 自動巡廻を行うために設定した巡廻パスを記憶する。

autoPathPointInfo 巡廻パスノードのカメラパン、チルト値を格納する。

cameraInfo カメラのパン、チルト、ズームの現在情報を保持している。

msgCameraOperation cameraController から cameraControlServer へ送信される。カメラ ID を保持する。

msgCameraControl cameraControlServer から cameraDriver へ送信される。カメラを動作させる命令を保持する。

msgVideoData cameraCapturer で取得し videoPlayer に送信されるカメラの映像データ。

msgAutoRoundPathCreateion 巡廻パスを生成する事を cameraController から cameraControlServer へ送信する。カメラ ID を保持している。

msgCameraControlResult カメラ制御が成功した事を cameraDriver から cameraControlServer へ送信する。

msgSetAutoPathPoint カメラの現在のパン、チルト値を保持している。巡廻パスのデータを cameraController から cameraControlServer へ送信する。

msgFinishAutoRoundPathCreation 巡廻パスの設定が完了した事を cameraController から cameraControlServer へ送信する。

msgCreateAutoPathSuccess 巡廻パスの作成が成功した事を cameraControlServer から cameraController へ送信する。

msgStartAutoRound 自動巡廻の開始を cameraController から cameraControlServer へ送信する。

msgCameraAutoRoundFinish 自動巡廻が終了した事を cameraControlServer から cameraCon-

troller へ送信する。

msgStopAutoRound 自動巡廻の停止を cameraController から cameraControlServer へ送信する。

クラス間でのデータ送信は RIDEE-CCP システム [7] を使用する。

3.2.2 Dynamic 情報 メッセージ遷移

● 巡廻パスの生成

カメラ自動巡廻機能の使用前に巡廻パスを設定する必要がある。巡廻パスの設定方法は以下の通りである。

(1) 巡廻パスの作成開始。

巡廻パス作成の開始用メッセージ **msgStartAutoRoundPathCreation** を cameraController から cameraControlServer へ送信。cameraControlServer がこれを受信したら、自動巡廻制御用オブジェクトである **autoRoundPathManager** を生成。

(2) カメラアングルの設定。

次にユーザが巡廻パスを設定したい場所(ノード)にカメラ方向とズームを合わせる。カメラ制御命令メッセージ **msgCameraOperation** を cameraController から cameraControlServer へ送信する。送信された **msgCameraOperation** を受信した cameraControlServer がカメラのパン、チルト、ズームを計算して **msgCameraControl** を使用し cameraDriver へメッセージを送信してカメラ制御を行う。

(3) 巡廻パスへ登録。

巡廻パスのパン、チルトを登録する。videoPlayer から現在のカメラのパン、チルト値を取得し **msgSetAutoPathPoint** へ格納する。巡廻パスノードのデータを格納しているメッセージ **msgSetAutoPathPoint** を cameraController から cameraControlServer へ送信する。cameraControlServer が **msgSetAutoPathPoint** を受信したら **autoRoundPathManager** を呼び出して巡廻パスデータを登録させる。**autoRoundPathManager** が巡廻パスデータを取得したら巡廻パスデータを管理する **autoPathPointInfo** を生成しデータを登録する。

(4) 処理 2. 3 を繰り返し、巡廻パスを作成する。

(5) 巡廻パスの作成完了。

巡廻パス作成の完了メッセージ **msgFinishAutoRoundPathCreation** を cameraController から cameraControlServer へ送信する。**msgFinishAutoRoundPathCreation** を受信した cameraControlServer が正常に巡廻パスの作成が成功したことを **msgCreateAutoRoundPathSuccess** を使用して cameraController へメッセージを送信する。

● 自動巡廻の開始と再開

(1) 自動巡廻の開始。

自動巡廻開始メッセージ **msgStartAutoRound** を cameraController から cameraControlServer へ送信する。

(2) 巡廻パスデータの呼び出し。

cameraControlServer がメッセージを受信すると **autoRoundPathManager** から巡廻パスデータを読み込み、巡廻パスのパン、チルト、ズーム値を **msgCameraControl** を使用して cameraDriver へ送信してカメラを動作させる。

(3) 処理 2. を巡廻パスの最後まで繰り返す。

(4) 自動巡廻の終了。

自動巡廻終了メッセージ **msgCameraAutoRoundFinish** を cameraControlServer から cameraController へ自動巡廻が終了した事を送信する。

● 自動巡廻の停止

(1) 自動巡廻停止メッセージ **msgStopAutoRound** を cameraController から cameraControlServer へ送信する。

(2) cameraControlServer がメッセージを受信したら cameraDriver へ **msgCameraControl** を使用してカメラの動作を停止させる。

(3) cameraDriver がカメラ動作を停止させたら **msgCameraControlResult** を使用して要求されたカメラ動作が正常に終了したことを cameraControlServer へ送信する。

4. まとめ

本研究では、擬似被写面に基づくネットワークカメラ自動巡廻機能の提案を行った。本方式では、擬似被写面の概念を用いてネットワークカメラの制御を行い、自動巡廻による遠隔講義風景を撮影を可能にする。この提案を実現するハードウェアシステム及びソフト

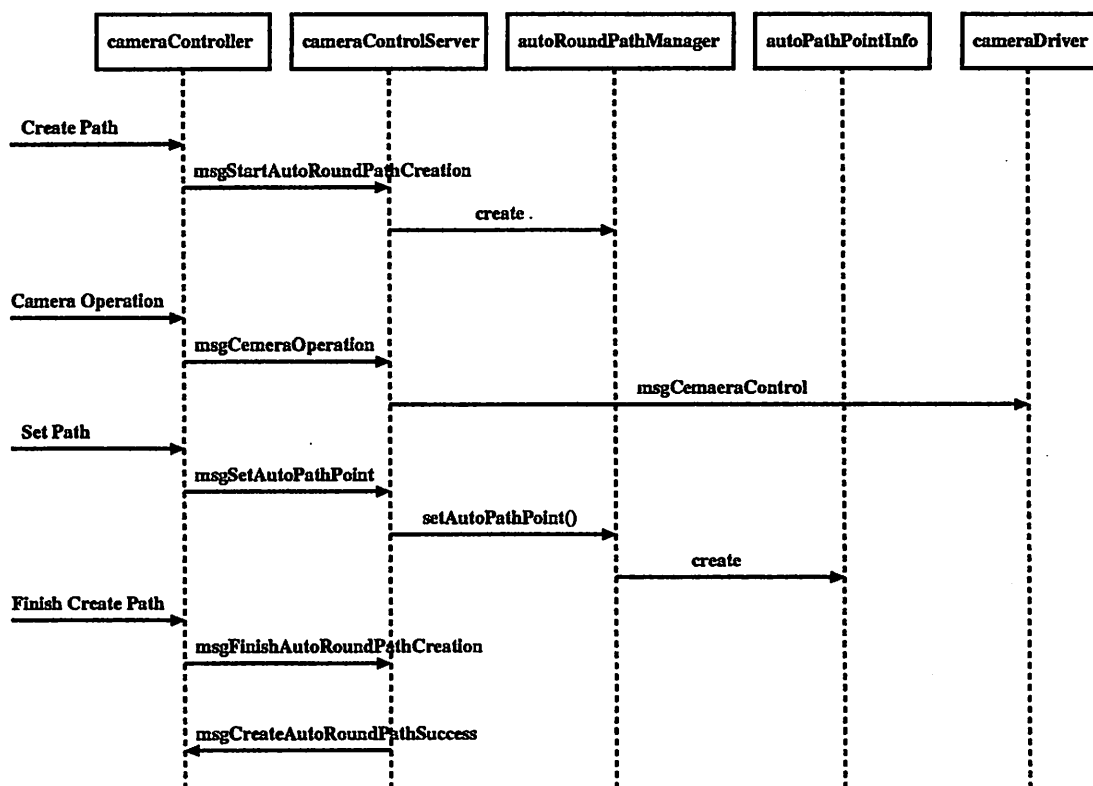


図 8 自動巡廻バス生成処理のメッセージ遷移

ウェアアーキテクチャの設計を行い、RIDEЕ システムでの自動巡廻機能実装のための詳細設計を行った。

今後、シミュレータによるシミュレーションと実際の遠隔講義での実験を行う予定である。それにより現在のカメラシステムと比較し、提案を検証し、提案及び実装システムの評価を行う。

参考文献

- 1) Aiguo He, 加羅 淳, 程 子学, 郷 健太郎, 小山 明夫, 程 同軍, 今宮 淳美, "RIDEЕ-SPS: リアルタイム双方向遠隔教育環境のプレゼンテーションシステム", 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.3, pp.700-708 (2003)
- 2) Aiguo He, 程 子学, 程 同軍, 小山 明夫, 柴田 義孝, 菅沼 拓夫, 橋本 浩二, 中村 勝一, 和田 裕, 佐藤 和彦, 加藤 貴司, 趙 悦, 野口 正一, "Tele-Seminar Room: ギガビットネットワークを利用した多地点リアルタイム双方向通信に基づく遠隔ゼミ支援システム", 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.647-661 (2002)
- 3) Aiguo He, 程 子学, 趙 悦: 遠隔教育用カメラ遠隔制御支援方式の検討, IPSJ Symposium Series, Vol.2003, No.19 pp.1-5
- 4) 西口 敏司, 東 和秀, 亀田 能成, 角所 考, 美濃 導彦: 講義自動撮影における話社位置推定のための視聴覚情報の統合, 電気学会論文誌 C, Vol.123, No.3, pp.729-739 (2004)
- 5) 尾関 基行, 中村 祐一, 大田 友一: 机上作業シーンの自動撮影のためのカメラワーク, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J86, No.11, pp.1606-1617 (2003)
- 6) 大西 正輝, 泉 正夫, 福永 邦雄: 情報発生量の分布に基づく遠隔講義撮影の自動化, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J82-D-II, No.10, pp.1590-1597 (1999)
- 7) Aiguo He, 程 子学, 程 同軍, 小山 明夫: リアルタイム遠隔教育環境の通信制御プラットフォームの設計, IPSJ Symposium Series, Vol.2001, No.13 pp.213-218