奥行き情報を伴う背景バッファを用いた自由視点映像補完方式の改良

Improvement of Free Viewpoint Image Replenishment System Using a Background Buffer with Depth Information

正会員 石川 彰 夫[†], 正会員 川田 亮 一[†], 正会員 小池 淳[†]

Akio Ishikawa[†], Ryoichi Kawada[†] and Atsushi Koike[†]

Abstract Although a free viewpoint video can be synthesized using reference images with their depth maps, the quality of the output video can be degraded because of lack of information in occluded regions within frames. We previously proposed a high quality free viewpoint video replenishment system using a dynamically updated background buffer. However, this method cannot interpolate regions where the depth differs greatly for each point on the background, since the background buffer is approximated to a plane. We describe improving the method using a "curved background buffer" with depth information to achieve higher quality output video.

キーワード：自由視点映像，奥行きマップ，オクルージョン，画像補完，背景バッファ

1. ま え が き

近年，映像処理技術や映像通信技術の発達に伴い，次世代のインタラクティブな映像処理/映像通信で扱うコンテンツの一つとして，3次元自由視点映像が注目されている．3次元自由視点映像とは，ユーザが任意に選択した仮想視点からの映像を生成するオン・デマンド型の映像である．

自由視点映像を実現するため，物体の3次元形状を復元して用いる手法¹⁾や，多数のビデオカメラで撮影した実写映像を用いる手法²⁾などが考えられている．しかし，任意の物体について3次元形状を復元することや多数のビデオカメラで撮影をすることは一般ユーザには実現が困難である．また，データ量が多いため，送受信に時間がかかる．一方で，同一視点からの映像と距離情報をリアルタイムで同時に取得する手法が研究され，そのための装置も開発されている³⁾．以上の現状を踏まえ，松村らは，1視点から撮影された映像（以下，参照映像）と，参照映像の各フレームの各画素における奥行き情報（以下，奥行きマップ）を用いて，3次元自由視点映像を実現する手法を提案している⁴⁾．同手法は，カメラを固定する必要がないので，様々な環境に対して適用可能である．また，奥行き情報を参照映像に付随する情報として取り扱うことができるため，MPEG-4

などの付随情報の伝送に対応した符号化フォーマットとの整合性がよい⁵⁾．一方で，参照映像の同一フレーム内において手前の物体により隠蔽されている領域（以下，オクルージョン領域）は画素値がそもそも存在しないので，生成された出力映像内に空隙が残ってしまう（図1左）．この問題を解決するため，背景スプライトを用いる手法が提案されている⁶⁾．しかし，この手法では，あらかじめ背景情報を取得してスプライトを作成しておく必要があり，用途が限定される．そこで，松村らは，動的に生成/さら新される背景バッファを用いてオクルージョン領域を補完する手法を提案した⁷⁾．

この手法は，参照映像のフレーム毎に，そのフレームとそれに対応する奥行きマップのみから背景バッファを動的

図1 オクルージョン領域の補完
Interpolation of occluded region.

2005年11月8日受付，2006年7月11日再受付，2006年8月23日採録

[†]株式会社 KDDI 研究所

(〒356-8502 埼玉県ふじみ野市大原 2-1-15, TEL (049)278-7884)

[†]KDDI R&D Laboratories Inc.

(2-1-15, Ohara, Fujimino-shi 356-8502, Saitama, Japan)

に生成/さら新し、過去のフレームにおける背景の画素値を背景バッファに保持しておき、これを参照することで出力映像のオクルージョン領域を補完し、高画質な自由視点映像を生成する(図1右)。しかしこの手法では、背景バッファに格納された背景を平面として扱うので、背景バッファと実際の背景の形状が厳密には異なるために、背景に位置的なズレが生じる場合があるという課題が残っていた。本論文では、曲面背景バッファの導入と奥行き値の補正によりこの課題を解決し、さらなる高画質化を達成する技術を提案する。

本論文の構成は以下の通りである。第2章では、従来手法とその問題点の考察を行う。第3章では、同問題点を解決する手法を提案する。そして、第4章では、従来手法と提案手法の性能を実験により比較して、提案手法の有効性を実証する。

2. 従来手法とその課題

従来手法⁷⁾の処理フローを図2に示す。

ここでは、対象画像を O と表した際の、 O 内の座標 (x, y) における画素値を $O(x, y)$ と表すことにする。

2.1 自由視点映像の仮生成

まず、参照映像と奥行きマップから各画素の3次元的な位置が決まるので、仮想視点の回転移動および平行移動に基づき射影変換を施すことで、任意の仮想視点から見た映像を生成する。ここで、仮想視点の回転移動を 3×3 の行列 R で定義し、仮想視点の平行移動を 1×3 のベクトル t で定義する。参照映像の1フレームを I 、そのフレームに対応する奥行きマップを D_I として、 I における画素の位置を (u, v) で表し、 I における座標 (u, v) の奥行きを $D_{I(u, v)}$ で表した場合、自由視点映像の対応するフレーム A において同一の位置を指し示す画素(以下、対応点) (u'', v'') との関係は、下記の式(1)によって表される。

$$\left(D_{I(u, v)} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} - t \right) \times R \begin{pmatrix} u'' \\ v'' \\ 1 \end{pmatrix} = 0 \quad (1)$$

A と I との間の画素の対応は、式(1)を $(u'', v'', 1)^T$ について解くことにより求める。続いて、 A の対応点に I の対

図2 処理の流れ
The flow of our method.

応する画素の画素値を代入することにより(下記の式(2)), A を仮生成する。

$$A(u'', v'') = I(u, v) \quad (2)$$

2.2 背景バッファ

従来手法では、背景バッファに格納する画素を求めるため、参照映像の1フレームを分割して背景領域を抽出する。具体的には、奥行き分布の統計をとり、それが極小値をとる際の奥行き値を指標として、参照映像を分割し、背景領域を抽出する⁷⁾。ここでは、その画像が M 個に分割されたと仮定し、分割された画像の各々を $I_m (m = 1, 2, \dots, M)$ と表す。

フレームの分割の例として、図3に、最も単純な $M = 2$ (前景と背景のみ)の場合を示す。図3の左上図は奥行きマップであり、奥行き値の分布を求める(図3の下図)と中央の人物よりも奥にある画素とそれ以外の画素の間に極小値があることがわかる。そこで、この極小値を境界としてこのフレームを分割する(図3の右上図)。すなわち、極小値の奥行き値よりも手前の画素の領域(前景領域)と奥の画素の領域(背景領域)とに分割する。

次に、背景領域の画素を背景バッファに格納する。ここで、背景バッファを U_m で表す。先頭フレームでは、 I_m をそのまま U_m に投影する。その他のフレームでは、 I_m と U_m から8点以上の対応点を探索し、下記の式(3)を用いて、射影変換行列 B_m を算出する。その際、奥行きは考慮に入れていない。対応点の探索には任意の方法を用いてよいが、ここでは、勾配法⁸⁾を用いて探索した結果を手作業で修正するという方法を採用している。

図3 フレームの分割
Separation of a frame.

今, I_m 内の座標 (u_{I_m}, v_{I_m}) と U_m 内の座標 (u'_{U_m}, v'_{U_m}) は対応点であるとする.

$$\begin{pmatrix} u'_{U_m} \\ v'_{U_m} \\ 1 \end{pmatrix} \times B_m \begin{pmatrix} u_{I_m} \\ v_{I_m} \\ 1 \end{pmatrix} = 0 \quad (3)$$

続いて, 求められた (u_{I_m}, v_{I_m}) と (u'_{U_m}, v'_{U_m}) の対応を下記の式 (4) に代入することにより, I_m と U_m との合成を行い, 背景バッファのさら新を行う.

$$U_m(u'_{U_m}, v'_{U_m}) = \begin{cases} U_m(u'_{U_m}, v'_{U_m}) & \text{if } I_m(u_{I_m}, v_{I_m}) = \text{null} \\ I_m(u_{I_m}, v_{I_m}) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

背景バッファのさら新は, 背景バッファに常に最新の背景の画素情報を格納しておくために, フレーム毎に行う. 背景バッファがさら新されないと, 過去のフレームの画素が現在の背景バッファの中に残ってしまい, 出力映像が不自然になってしまうためである. また, 式 (3) を用いた B_m の算出には非常に時間がかかるので, A の仮生成を行う前にあらかじめ B_m の内容を算出してファイルに保存しておく, A の仮生成を行う際にこのファイルから B_m を読み出すようにする. これにより, 処理時間を短縮する.

2.3 自由視点映像の生成

最後に, 仮生成した A のオクルージョン領域 (対応点が存在しない画素) を背景バッファに格納された画素値で補完することにより, 最終的な自由視点映像を生成する. 具体的には, まず A と $U_1, U_2, \dots, U_M$ から 8 点以上の対応点を探索し, 下記の式 (5) を用いて, 射影変換行列 $B'_1, B'_2, \dots, B'_M$ を算出する. ここで, A における座標 (u'', v'') と U_m における座標 (u'_{U_m}, v'_{U_m}) は対応点であるとする.

$$\begin{pmatrix} u'_{U_m} \\ v'_{U_m} \\ 1 \end{pmatrix} \times B'_m \begin{pmatrix} u'' \\ v'' \\ 1 \end{pmatrix} = 0 \quad (5)$$

$I_m(m = 1, 2, \dots, M)$ の順に従って, (u'', v'') と (u'_{U_m}, v'_{U_m}) の対応を, 下記の式 (6) に代入することにより, A に対する補完を行った自由視点映像を得る.

$$A(u'', v'') = \begin{cases} U_m(u'_{U_m}, v'_{U_m}) & \text{if } A(u'', v'') = \text{null} \\ A(u'', v'') & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

2.4 特長と課題

以上で説明した従来手法によれば, 動的さら新背景バッファの利用により, オクルージョン領域の補完が有効に行えるという特長があった. しかしながら, 従来手法は, 背景バッファを平面として取り扱い, 単純に実際の背景の形状を平面に近似している. つまり, 背景バッファ (以下, 平面背景バッファ) に奥行き情報を用いていない. そのため,

図 4 平面背景バッファ
Plane background buffer.

地面や床など背景バッファの奥行きが連続的に変化している場合には, 現在の背景と補完された背景の境界にズレが生じ, 出力映像が不自然になるという課題が生じる. 図 4 に, 従来手法における背景バッファの例を示す. 林・池・地面が単一の平面で表現されているため, 実際の奥行き (図の 4 角形曲面の枠) とのズレが生じていることがわかる.

3. 曲面背景バッファによる提案手法

3.1 曲面背景バッファの導入

前述の課題を解決するため, 新たに曲面形状の背景バッファを用いる手法を提案する. すなわち, 奥行きマップに基づいて, 背景バッファの各点に奥行き値も格納し, 背景を 3 次元的に表現する. この背景バッファの形状は実際の背景の形状に一致しているので, 実際の背景と背景バッファに格納された画像との位置的なズレが減少する. 図 5 に, 提案手法における背景バッファ (以下, 曲面背景バッファ) の例を示す. 実際の奥行き (図の 4 角形曲面の枠) とのズレが殆どなくなっていることがわかる.

平面背景バッファでは背景の画素値のみを保持していたが, 曲面背景バッファは奥行きマップと同じ形状を保つため, 各画素に対する画素値に加え奥行き値も格納する. 具体的には, 式 (3) を用いて求めた参照映像 I_m における座標 (u_{I_m}, v_{I_m}) の画素と背景バッファ U_m における (u'_{U_m}, v'_{U_m}) の画素との対応を奥行きマップにも適用し, 曲面背景バッファの奥行き値を算出する.

また, 背景バッファの形状は実際の背景の形状に元々一致しているので, 式 (3) の B_m を算出する必要はない. これにより, 計算量が低減され, 自由視点映像の生成が高速化される.

実際の背景と背景バッファの形状が一致

図 5 曲面背景バッファ
Curved background buffer.

3.2 奥行き値の補正

曲面背景バッファの導入により生成される自由視点映像の精度は高くなる。しかしながら、曲面背景バッファだけでは奥行き値の精度が不十分である。例えば、仮想視点の方向が変わる場合は、 U_m の座標 (u'_{U_m}, v'_{U_m}) における奥行き値は I_m の座標 (u_{I_m}, v_{I_m}) における奥行き値と一致しない。なぜならば、図 6 に示すように、奥行きマップの奥行き値は常に視線（撮影方向）に対して垂直な平面からの距離で表されているため、背景バッファと奥行きマップとで奥行き値の基準となる面が異なっており、対応する点であっても背景バッファに蓄積された奥行き値と奥行きマップに格納された奥行き値とでは、値が一致しないためである。そこで、奥行き値のズレを射影変換により補償して、正確な奥行き値を算出する。具体的には、下記の式 (7) を解いて $D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m})$ を算出する。ここで、 I_m の座標 (u_{I_m}, v_{I_m}) における奥行き値を $D_{I_m}(u_{I_m}, v_{I_m})$ 、 U_m の座標 (u'_{U_m}, v'_{U_m}) における奥行き値を $D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m})$ とおいた。

$$D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m}) \begin{pmatrix} u'_{U_m} \\ v'_{U_m} \\ 1 \end{pmatrix} = B_m D_{I_m}(u_{I_m}, v_{I_m}) \begin{pmatrix} u_{I_m} \\ v_{I_m} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

式 (3) を用いて求めた (u_{I_m}, v_{I_m}) と (u'_{U_m}, v'_{U_m}) の対応を、下記の式 (8) に代入することにより、 D_{I_m} と D_{U_m} との合成を行い、曲面背景バッファの奥行き値のさら新を行う。

$$D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m}) = \begin{cases} D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m}) & \text{if } D_{I_m}(u_{I_m}, v_{I_m}) = \text{null} \\ D_{I_m}(u_{I_m}, v_{I_m}) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

3.3 自由視点映像の生成

曲面背景バッファでは各画素の 3 次元的位置が決まっ

図 6 奥行き値の補正
Compensation of depth.

ているので、 A と同様に、仮想視点の回転移動および平行移動に基づく射影変換を施すことで、任意の仮想視点から見た背景を生成する。具体的には、自由視点映像の 1 フレーム A における対応点を (u'_{U_m}, v'_{U_m}) とおき、 (u'_{U_m}, v'_{U_m}) と (u''_A, v''_A) の関係性を、射影変換により下記の式 (9) によって表す。

$$\left(D_{U_m}(u'_{U_m}, v'_{U_m}) \begin{pmatrix} u'_{U_m} \\ v'_{U_m} \\ 1 \end{pmatrix} - t \right) \times R \begin{pmatrix} u''_A \\ v''_A \\ 1 \end{pmatrix} = 0 \quad (9)$$

式 (9) を、 (u''_A, v''_A) について解くことによって、 A と U_m との間の画素の対応が求まるので、 A の対応点に U_m の対応する画素値を代入することで、 A の背景を生成する。

最後に、 $m = 1, 2, \dots, M$ の順に従って、 (u''_A, v''_A) と (u'_{U_m}, v'_{U_m}) の対応を、下記の式 (10) に代入することにより、 A に対する補完を行った出力映像を得る。

$$A(u''_A, v''_A) = \begin{cases} U_m(u'_{U_m}, v'_{U_m}) & \text{if } A(u''_A, v''_A) = \text{null} \\ A(u''_A, v''_A) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

4. 計算機シミュレーション

提案手法の有効性を評価するために、シミュレーション実験を行った。以下に、本シミュレーション実験で使用する、参照映像と奥行きマップの 1 フレームを示す。いずれも MPEG の 3DAV で提供されている”KDDI 多視点テスト画像シーケンス”⁹⁾ のテスト映像であり、それぞれ”Golf2” (図 7), ”Flamenco2” (図 8), ”Object1” (図 9) である。いずれも、サイズは水平方向が 320 画素、垂直方向が 240 画素で、全体で 624 フレームのシーケンスである。フレーム毎に奥行きマップが求められており、奥行きマップは、最

図 7 参照映像と奥行きマップの例 1 (Golf2)

Examples of reference image and depth map. (Golf2)

図 8 参照映像と奥行きマップの例 1 (Flamenco2)

Examples of reference image and depth map. (Flamenco2)

図 9 参照映像と奥行きマップの例 1 (Object1)

Examples of reference image and depth map. (Object1)

値の算出は、各参照映像とは撮影位置が異なる別の参照映像を用意し、勾配法を用いたステレオマッチングを行って視差情報を求め、その結果を手作業で修正することにより算出した。簡単のため、各フレームの分割は前景と背景の二つのみとし、人物およびテーブルとそれ以外とに分割をした。以下に、シミュレーション実験で生成した自由視点映像の 1 フレームの例を示す。図 10 に Golf2 の、図 11 に Flamenco2 の、図 12 に Object1 の結果を示している。それぞれ、(a) 従来の平面背景バッファを用いて補完を行った場合の結果と、(b) 曲面背景バッファを用いて補完を行ったが奥行き補正を行っていない場合と、(c) 曲面背景バッファに加えて奥行き補正を行った場合の例を示している。比較のため、実際の出力結果から、補完が最も顕著な領域を切り出し、拡大している。いずれの映像も、仮想視点位置は右に $+15^\circ$ 、上に $+15^\circ$ の角度から見た場合である。

平面背景バッファを用いて補完を行った場合では、オクルージョン領域は補完されているものの、本来の背景と補完された背景の間にズレが生じている。例えば、図 10(a) の場合は人物の右側の補完領域で池の縁にズレが生じており（該当部分の拡大図を図 13(a) に示す）、図 11(a) の場合もやはり人物の右側の補完領域で舞台の床と壁の境界にズレが生じており（該当部分の拡大図を図 14(a) に示す）、図 12(a) の場合は補完領域で壁の電灯が 2 重になっているとともに頭部が 2 重に写っている（該当部分の拡大図を図 15(a) に示す）。一方、曲面背景バッファを用いて補完を行った場合では、いずれのズレもなくなっている。奥行き

も奥を表す 0 (黒い部分) から、最も手前を表す 255 (白い部分) までの、256 階調で奥行きを表現している。奥行き

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 10 シミュレーション実験の結果 (Golf2)

The results of the simulation experiments (Golf2).

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 11 シミュレーション実験の結果 (Flamenco2)

The results of the simulation experiments (Flamenco2).

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 12 シミュレーション実験の結果 (Object1)

The results of the simulation experiments (Object1).

補正を行わない場合 (図 10(b), 図 11(b), 図 12(b)) は、奥行き値の不正確さのために、補完領域の輪郭線にわずかなズレが生じている (図 13(b), 図 14(b), 図 15(b))。しかし、曲面背景バッファを用いて、かつ奥行き補正を行った場合 (図 10(c), 図 11(c), 図 12(c)) は、従来手法にあった池の縁のズレなどがなくなり、一目では補完された範囲が分からない程度に品質が改善されている (図 13(c), 図 14(c), 図 15(c))。

従来手法を PC (Pentium4 3.00GHz, メモリ 2GB, OS:WindowsXP) に実装した場合は、1 フレームあたりの処理時間は約 0.050 秒である。提案手法を同じ PC に実装した場合は、1 フレームあたりの処理時間は約 0.034 秒である。時間短縮の理由は、提案手法が式 (3) の B_m を算出しないため、背景バッファの更新にかかる時間が、従来手法の約 0.025 秒から提案手法の約 0.009 秒に短縮された

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 13 シミュレーション実験の結果の拡大図 (Golf2)

A part of the results of the simulation experiments (Golf2).

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 14 シミュレーション実験の結果の拡大図 (Flamenco2)

A part of the results of the simulation experiments (Flamenco2).

(a) 平面背景バッファ (b) 曲面背景バッファ 奥行き補正なし (c) 曲面背景バッファ 奥行き補正あり

図 15 シミュレーション実験の結果の拡大図 (Object1)

A part of the results of the simulation experiments (Object1).

ためである。

以上により、曲面背景バッファの使用と奥行き値の補正という本方式の有効性が実証されると共に、計算時間も短縮できることが示された。

5. む す び

本論文では、動的更新背景バッファを使用し、参照映像と奥行きマップのみを用いて 3 次元自由視点映像を生成する手法において、従来手法で用いていた平面背景バッファの代わりに、奥行きと形状を一致させた曲面背景バッファを用いることにより、生成した自由視点映像の品質を改善する手法を提案した。曲面背景バッファを用いることにより、特に、従来手法で課題となっていた、地面や壁など奥行きが連続的に変化する部分のオクルージョン領域の画質を改善することができた。

本手法ではまた、視線方向の違いにより、曲面背景バッファに蓄えられた奥行き値と奥行きマップに格納された奥行き値との間に発生する差を、射影変換により補正する手法を提案した。この手法により、正確な奥行き値を求め、この差に由来するオクルージョン領域の周囲のわずかなズレによる映像品質の劣化を改善した。

さらに、曲面背景バッファの導入により、従来手法では算出していた射影変換行列を不要とし、処理時間を短縮した。

本方式は、あらかじめ正確な奥行き情報が取得されていることを前提としているが、一般に奥行き情報が得られて

いる映像は少ない。また、奥行き情報が得られていても、奥行き情報を効率的に伝送するために不可逆圧縮を行うと、生成された自由視点映像の精度が低下するという問題もある。そこで、効率的に正確な奥行き情報を求める手法を確立するとともに、同じビットレートでも不可逆圧縮による画質の劣化を最小限に留める手法を確立する必要がある。今後は、上記の具体的な方式検討に加え、提案方式のさらなる高精度化/高速化を検討する予定である。日頃御指導いただく株式会社 KDDI 研究所代表取締役浅見所長、同所松本取締役、および中島執行役員に感謝の意を表する。

〔文 献〕

- 1) Saied Moezzi, Li-Cheng Tai and Philippe Gerard, "Virtual View Generation for 3D Digital Video", IEEE Multimedia, 4, pp.18-26 (May 1997)
- 2) Takeo Kanade and Peter Rander, "Virtualized Reality: Constructing Virtual Worlds from Real Scenes", IEEE Multimedia, 4, pp.34-47 (May 1997)
- 3) M. Kawakita, K.Iizuka, T.Aida, T.Kurita, and H.Kikuchi: "Real-time three-dimensional video image composition by depth information," IEICE Electronics Express 1 (2004) pp.237-242 (2004)
- 4) A.Matsumura, S.Naito and R.Kawada and A.Koike and S.Matsumoto, "Effective Interpolation for Free Viewpoint Images Using Multi-layered Dynamic Background Buffers" and ICIP2004, pp.1377-1380 (Oct. 2004)
- 5) K. Schuur, C. Fehn, P. Kauff and A. Smolic, "About the Impact of Disparity Coding on Novel View Synthesis", MPEG02/M8676 (Jul. 2002)
- 6) M. Lee, W Chen and C.B.Lin and Gu.T.Markoe and S.I.Zabinsky and R.Szeliski, "A layered Video object coding system using sprite and affine motion model," IEEE Transactions. Circuits & Systems for Video Technology, 7, 1, pp.130-145 (1997)
- 7) 松村 篤志, 内藤 整, 川田 亮一, 小池 淳, 松本 修一. "動的にさら新される背景バッファを用いた自由視点映像に対する補完方式," 映像学誌, 59, 6, pp.901-908 (2005)
- 8) 川田 亮一, 浜田 高宏, 松本 修一. "動き補正テレビ方式変換の改善," 映像学誌, 51, 9, pp.1577-1586 (1997)
- 9) R. Kawada, "KDDI multiview video sequences for MPEG 3DAV use," M10533, MPEG Munich document (Mar, 2004)

いしかわ あきお
石川 彰夫 1995 年, 東京大学工学部電子情報工学科卒業。1997 年, 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年, 国際電信電話(株)に入社。現在, (株) KDDI 研究所にて, 主に, 3 次元映像通信・符号化, 次世代多視点映像伝送などの研究・開発に従事。

かわだ りょういち
川田 亮一 1991 年, 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年, KDD (現 KDDI) 入社。研究所に勤務。テレビ中継に関する研究開発, 特に動き補償テレビ方式変換, 次世代映像符号化, 高能率無断映像伝送, 映像画質監視, 次世代多視点映像伝送などの研究に従事。1997 年-1998 年, 米コロンビア大学客員研究員。博士(工学)。正会員。

こいけ あつし
小池 淳 1983 年, 新潟大学工学部情報工学科卒業。1985 年, 東北大学修士課程修了。同年, 国際電信電話(株)に入社。以来, テレビ会議・電話システム, 動画像の高能率符号化方式の研究・開発に従事。現在, (株) KDDI 研究所映像通信グループリーダー。博士(情報学)。正会員。