

思い出を想起させる高臨場感ライフアーカイブシステム

坂本 昌輝^{*1} 藤澤 理央^{*1} 比良 圭佑^{*1} 山本 知仁^{*1}

High Realistic Life Archive System for Reminding Memories

Masaki Sakamoto^{*1}, Rio Fujisawa^{*1}, Keisuke Hira^{*1} and Tomohito Yamamoto^{*1}

Abstract – In recent years, VR contents have spread widely, and some individuals save their private memories in a high realistic way. Such contents can recall the emotions by pursuing private past events, and it can be applied to reminiscence method to enrich lives of elderly people. Therefore, in this research, we propose a life archiving system that encourages users' recollections by realizing the high realistic content that takes into consideration the spatiotemporal information.

Keywords: VR, Spatial audiovisual display, Life Archive System, Contents design system, Reminiscence

1. はじめに

近年、映像や音響などの情報を立体的、空間的に表現することで、高い臨場感を提示できるディスプレイシステムが開発されてきている^[1-3]。これらのシステムのうち PlayStation VR, Oculus Rift といった高性能な HMD など、一般にも普及し始めており、それらで体験できるコンテンツも増加してきている。その一方で、このような高臨場感システムは、高性能な PC や特別なデバイスが必要とし、臨場感が向上するのに伴い機器のコストが高くなる傾向がある。

このような背景から、われわれの研究グループでは一般に広く普及している市販のモバイル端末を用い、ユーザ環境に応じてスケラブルにそのシステム規模や構成を合わせることでできる 3 次元視聴覚ディスプレイシステムを開発してきた^[4-5]。同時に、一般ユーザが視聴覚空間のデザインと共有を可能にする Web ベースのシステムも開発してきた^[6-7]。これらのシステムを利用することで、一般ユーザがより手軽に、高い臨場感を提供するコンテンツの制作と体験ができるようになって考えている。

今後、われわれのシステムを含め様々なディスプレイシステムが普及すると、コンテンツの多様化が進み、中には個人が思い出を保存することを目的とした高臨場感コンテンツも作成されていくことが予想される。このようなコンテンツは、過去の出来事を追体験することができ、その時の感情を思い起こすことが可能である。このような過去の感情は、幅広い世代の QOL を改善することがあり、先行研究^[8-10]においては、レミニッセンスやライフレビュー法などの回想法を用いることによって、ポジティブな感情が喚起され、認知症予防や抑うつ効果などが見られることが示唆されている。

そこで本研究では、低コストで使用することができるわれわれの 3 次元視聴覚ディスプレイシステムを用いて、時間と空間の広がりを考慮したコンテンツを新たに開発することにより、ユーザの思い出想起を促すライフアーカイブシステムを提案する。このライフアーカイブシステムを利用することによって、ユーザがこれまでの人生をコンテンツとして高臨場感で視聴し、過去の感情を呼び起こすことで、ユーザの人生をより豊かにできるような体験を提供することを目指す。

2. ライフアーカイブシステム

2.1 ディスプレイシステムの概要

近年、高い臨場感を提示できる様々なシステムが開発されてきているが、それらの多くは専用の機器などにより高コストかつ汎用性にかかるシステムとなる傾向がある。一方、われわれの研究グループでは、可搬性と汎用性の高い市販のモバイル端末を用いた 3 次元視聴覚ディスプレイシステムの開発を行ってきた。このシステムは、従来のシステムと比べて低コストで導入することができ、スケラビリティ、ポータビリティに優れている。システムの概要図を図 1 に示す。

本システムは、視覚用サーバ端末と複数台の視覚用、聴覚用クライアント端末から構成される。各端末は、無線 LAN に接続され、ネットワークを介して視覚情報の送

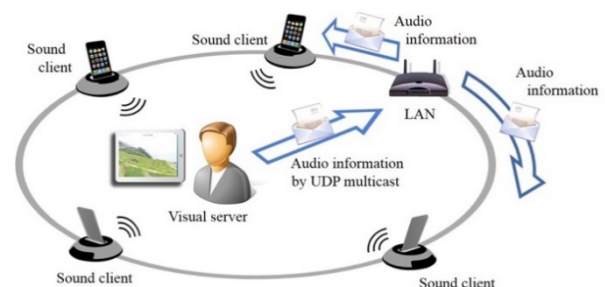


図 1 3 次元視聴覚ディスプレイシステム
Fig.1 Spatial audiovisual display system

^{*1}: 金沢工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

^{*1}: Graduate Program in Information and Computer Engineering, Graduate School of Engineering, Kanazawa Institute of Technology

受信を行う。モバイル端末には、Apple 社の iOS を搭載した iPad や iPod Touch などが使用される。

なお、本システムではネットワークのトラフィックを減少させるために、実際にクライアント上で提示されるオブジェクトモデルや音源は、あらかじめアプリケーション内に保持させている。また、本システムはすべての端末が独立して存在し、通信方式にはコネクションの確立や損失パケットの再送制御を行わない UDP マルチキャストを採用している。この通信方式を用いることで、サーバ・クライアント間の通信に大きな処理時間をかけず、またシステムを構築する端末の数を自由に変更することができるため、システムの規模を使用環境に合わせてスケラブルに設定することが可能である。

2.2 ライフアーカイブシステムの概要

本研究で提案するライフアーカイブシステムでは、既存ディスプレイシステムをベースに、以下の 3 つの表現方式を実装することによって、時間的な広がりや空間的な広がりやを考慮したコンテンツ表現を実現する。

1. 幼少時代や学生時代、就職してから退職するまでの一連の出来事や思い出の場所など、時空間が大きく変化するコンテンツ間を遷移する表現（以下、タイムリープ表現）。
2. 同一空間内の朝から夜や春夏秋冬などの比較的短い時間変化の表現（以下、タイムラプス表現）。
3. 同じ時系列上の空間を自由に歩き回ったり、別の場所へ移動したりする表現（以下、移動表現）。

これらの表現を組み合わせることによって、図 2 に示すようなユーザのこれまでの人生を追体験するようなコンテンツ（以下、ライフアーカイブコンテンツ）の表現を実現する。

2.3 時空間を考慮したコンテンツの構造

ライフアーカイブコンテンツは、ある時点に存在する複数の空間からなるコンテンツ（以下、時空間コンテンツ）群から構成されている。ライフアーカイブコンテンツの構造及び 3 つの表現方式による遷移方法は、図 3 に示しているような形式で、全て xml ファイルに記載されている。具体的には、時空間コンテンツ内のある 1 地点の空間を表すための情報があり、その空間が他の空間とどのように接続されるか、また空間自体がどのように時

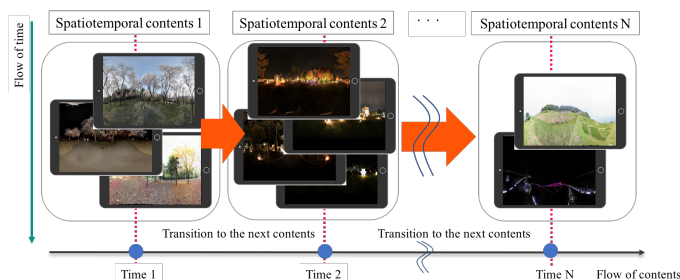


図 2 ライフアーカイブコンテンツ体験の流れ
Fig.2 Experience flow of life archive contents

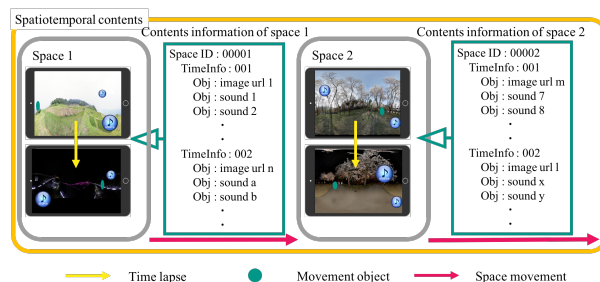


図 3 ライフアーカイブコンテンツの構成
Fig.3 Structure of life archive contents

間変化していくかが記されている。以下、ライフアーカイブコンテンツの具体的なデータ構造について説明する。

まず各空間には、空間 ID と位置情報が属性として付与されている。空間 ID は、違う空間を呼び出す際に参照される。具体的には、空間の切り替えを行う際に、切り替え先の空間 ID をあらかじめ登録しておくことで、システムが空間 ID を参照するだけでその空間が保持しているデータを読み出すことができる。位置情報では、ユーザの初期位置を原点とした三次元座標上で自身が存在する位置を保存し、ユーザの移動に伴った空間移動に利用する。さらに空間情報には、空間を表現するための複数のオブジェクトと、空間がどのように時間変化を行うかを決定するための情報が内包されている。

各オブジェクトには、オブジェクト ID が設定されており、システム上で各オブジェクトを選別し、操作する際に参照される。オブジェクトは、全方位画像と音源の情報を保持しており、システムはオブジェクトを参照することによってオブジェクトの振る舞いを決定している。時間情報は、後述するタイムラプス表現を行う際の提示順序を決定する際に参照され、システムによる時間変化の表現の整合性を保つ。また、時間変化の間隔もここで決定される。

以上のように時空間コンテンツは構成されており、それぞれを ID で管理し、後述するタイムリープ表現で時空間コンテンツ間を遷移することによって、時空間的に接続されたライフアーカイブシステムが作成される。

2.4 ライフアーカイブコンテンツの再生手法

本システムは、タイムリープ表現、タイムラプス表現及び移動表現を組み合わせることにより、ライフアーカイブコンテンツの表現を可能としている。以下にそれぞれの表現方式について、具体的な再生手法を示す。

2.4.1 タイムリープ表現

タイムリープ表現では、サーバ端末に表示されているスフィアモデルを注視することで、遷移処理が開始される。スフィアモデルには、遷移先の全方位画像がマッピングされており、遷移処理を行う際に、図 4 に示すよう

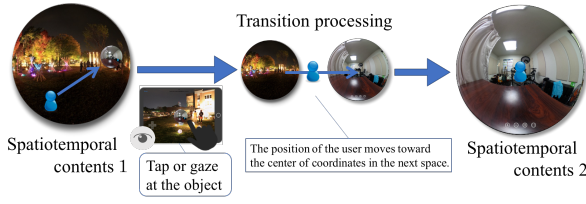


図4 タイムリープ表現の概略
Fig.4 Overview of Time-Leap expression

にユーザの位置をスフィアモデルの中央に移動させることによって、あたかも別の空間に遷移したかのような表現を行っている。具体的な遷移処理の方法を以下に示す。なお手順(i)から(iii)は遷移処理が開始されるまで繰り返し行われる。

(i) サーバ端末のジャイロセンサで取得したロール角 α 、ピッチ角 β 、ヨー角 γ から(1)式によりユーザの視線ベクトル \vec{E}_{xyz} を求める。

$$\vec{E}_{xyz} = \begin{bmatrix} C_\alpha C_\beta & C_\alpha S_\beta S_\gamma - S_\alpha C_\gamma & C_\alpha S_\beta C_\gamma + S_\alpha S_\gamma \\ S_\alpha C_\beta & S_\alpha S_\beta S_\gamma + C_\alpha C_\gamma & S_\alpha S_\beta C_\gamma - C_\alpha S_\gamma \\ -S_\beta & C_\beta S_\gamma & C_\beta C_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$S_\alpha = \sin(\alpha), S_\beta = \sin(\beta), S_\gamma = \sin(\gamma)$$

$$C_\alpha = \cos(\alpha), C_\beta = \cos(\beta), C_\gamma = \cos(\gamma)$$

(ii) (2)式に従って2ベクトルのなす角の余弦の値を算出し、その値から視線ベクトルとスフィアモデルとのずれの角度を求める。

$$\cos \theta = \frac{\vec{E}_{xyz} \cdot \vec{J}_{xyz}}{|\vec{E}_{xyz}| \cdot |\vec{J}_{xyz}|} \quad (2)$$

ただし、 \vec{J}_{xyz} をユーザの座標からスフィアモデルへのベクトル、 θ を2ベクトルのなす角とする。

(iii) θ が 5° 以下(適宜設定される)が約2秒(適宜設定される)続いた場合、手順(iv)の遷移処理を開始する。

(iv) ユーザの位置をスフィアモデルの位置へ、ベクトル \vec{J}_{xyz} を利用し、移動させる。この時、読み込み先の時空間コンテンツを切り替え、あらかじめ登録されている遷移先の音源へと徐々に切り替える。以上の手順により、本システムではタイムリープ表現を実現している。

2.4.2 タイムラプス表現

タイムラプス表現では、図5のように再生中の全方位画像と音源をフェードアウトさせ、次に再生する全方位画像と音源をフェードインさせることで表現している。具体的な処理手順を以下に示す。

(i) 遷移処理は、xmlファイルで設定した時間情報に基づき、自動的に開始される。

(ii) (3)式によってユーザの位置情報 U_{xyz} と各音源位置情報 P_{xyz} から距離 D を計算する。

$$D = \sqrt{(P_x - U_x)^2 + (P_y - U_y)^2 + (P_z - U_z)^2} \quad (3)$$

これにより、距離 D が最も大きな音源から音量を下げていく。

(iii) 手順(ii)により、全ての音源の音量が最小値になっ

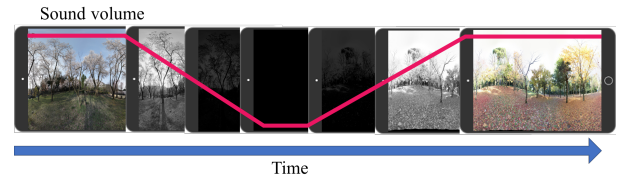


図5 タイムラプス表現の概略
Fig.5 Overview of Time-Lapse expression

たら、全方位画像の暗転を行う。

(iv) 手順(iii)の処理が完了したら、次のコンテンツ情報を読み込み、(3)式によりユーザの位置と音源の距離 D を求め、 D の値が最も大きい音源から再生する。

(v) 手順(iv)が終了次第、全方位画像の明転を行う。

以上の処理をコンテンツファイルに登録されている回数、繰り返すことによって本システムではタイムラプス表現を実現している。

2.4.3 移動表現

移動表現では、仮想空間内におけるユーザの移動に伴って全方位画像の切り替えを行なっている。この切り替え方式は、状況に対応した空間の切り替え方式を導入しており、室内を歩き回るような近い移動で空間間の情報が連続している場合と、ドアや壁などの遮蔽物で区切られた連続性の弱い空間の場合の2種類を実装した。

図6に空間の連続性を考慮した移動システムの概略を示す。移動で空間間の情報が連続している場合は、サーバ端末に表示されるピンチイン・アウトによってユーザの位置が変更され、空間の移動が実現される。このとき、の具体的な処理手順を以下に示す

(i) ピンチイン・アウトにより、(1)式で求めた視線ベクトル \vec{E}_{xyz} 方向に、空間上でのユーザの位置 H_{xyz} を変更する。

(ii) ユーザの位置 H_{xyz} と、接続される全方位動画の仮想空間上での位置 I_{xyz} との距離 d を式(4)により求める。

$$d = \sqrt{(H_x - I_x)^2 + (H_y - I_y)^2 + (H_z - I_z)^2} \quad (4)$$

(iii) 距離 d が最も小さい全方位動画を決定する。このとき、それまで表示していた全方位動画と提示する全方位画像が異なる場合、スフィアモデルの中心座標を

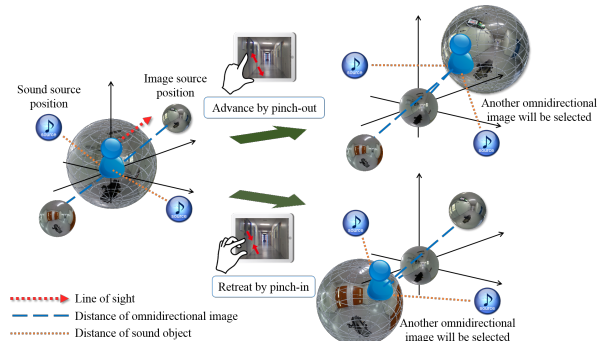


図6 空間の連続性を考慮した移動
Fig.6 Movement in virtual space considering the continuity of the spaces

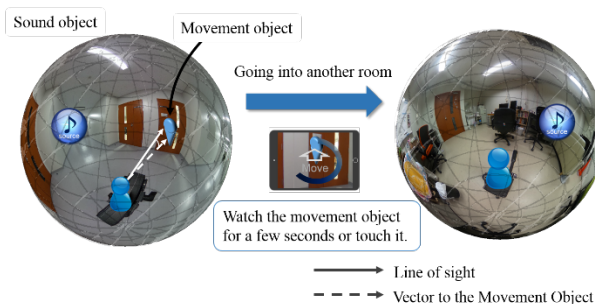


図7 連続性の弱い空間間の移動

Fig.7 Movement between spaces with a weak continuity

最も近い全方位動画像の位置座標に移動する。同時に、スフィアモデルにマッピングされているテクスチャを、最も近い全方位動画像に貼りかえ、クライアント端末に音情報の送信を行う。

以上の手順により、室内や道路といった連続した空間間の移動を表現することができる。

次にドアや壁などの遮蔽物で区切られた連続性の弱い空間の場合は、移動用のポイントを仮想空間状に配置し、ユーザがそれを操作することによって空間移動を表現する。具体的には、以下のような処理を行なっている。

(i) タイムリープ表現と同様にユーザの視線ベクトルと移動用オブジェクトへのズレを求める。ユーザの視線ベクトルとユーザの座標から移動用オブジェクトへのベクトルのなす角を θ_1 とする。

(ii) θ_1 が 5° 以下 (適宜設定される) であった場合、画面上に移動用オブジェクトが表示される。そのオブジェクトをユーザがタッチまたは、注視することで、全方位画像と音源が切り替わる。

以上の手順により、壁やドアなどによって連続性が弱くなっている空間間の移動を表現することが可能となる。上記 2 つの切り替え方式を導入することにより、本システムでは移動表現を実現している。

以上、3 つのコンテンツ再生手法により、時間と空間の広がりやを考慮した高臨場感の体験を本システムでは提供している。このような、過去を追体験できるようなライフアーカイブコンテンツによって、ユーザが思い出を想起し、過去の感情を呼び起こすことにつながることを本研究では想定している。これまで主に高齢者向けに行われているレミニッセンスやライフレビュー法といった回想法では、対象者が人生を振り返ることで、ポジティブな感情が喚起されることが示唆されているが、本システムではそれを高臨場感で実現することが可能である。よって、従来の手法よりもさらに高い効果が得られる可能性があり、今後はその有効性について検証していく。

3. まとめと今後の展開

本研究では、これまで開発してきた 3 次元視聴覚ディスプレイシステムを基に、時間的な広がりや空間的な広がりやをともに考慮したコンテンツ表現を実装した、ライ

フアーカイブシステムを実現した。

今後は、本システムを実際にユーザに体験してもらい、評価を行なっていくことを考えている。その際、本システムを多様な世代のユーザに使用してもらい、ユーザビリティはもとより、各コンテンツがどの程度、過去の記憶を想起させているか、またどのような感情を呼び起こしているかについて評価を行っていく。加えてこのような記憶の呼び起こしが、QOL にどのような影響を与えるかについても明らかにしていく。

参考文献

- [1] Jones, B., Sodhi, R., et al.: RoomAlive: Magical experiences enabled by scalable, adaptive projector-camera units; Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp.637-644 (2014).
- [2] Dorta, T., Kinayoglu, G., Hoffmann, M.: Hyve-3D: A New Embodied Interface for Immersive Collaborative 3D Sketching; Proceeding of ACM SIGGRAPH 2014, Studio, p.37 (2014).
- [3] 神原, 西田: 複数種の LCD を配置した半球ドーム型高臨場感ディスプレイシステムの構築手法; 情報処理学会第 78 回全国大会, Vol.2016, No.1, pp5-6 (2016).
- [4] Takahashi, K., Yamamoto, T.: 3D Audio-Visual Display Using Mobile Devices; Proceeding of ACM SIGGRAPH 2010 Posters, p.5 (2010).
- [5] Hironishi, M., Motomura, W., Yamamoto, T.: Mobile-based Streaming System for Omnidirectional Contents; Proceeding of ACM SIGGRAPH Asia 2015, Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications, p.35 (2015).
- [6] Matsuda, S., Yamamoto, T.: A web system for creating and sharing 3D auditory contents; Proceeding of ACM SIGGRAPH 2010 Posters, p.80 (2010).
- [7] Wataru, M., Mami, Y., Tomohito, Y.: Mobile-based Streaming System of Spatial Audiovisual Contents and Web-based Design System; Proceedings of ACM International Conference on Interactive Experiences for Television and Online Video, WP-106 (2014)
- [8] 野村, 橋本: 地域在住高齢者に対するグループ回想法の試み; 心理学研究, Vol.77, No.1, pp.32-39 (2006).
- [9] 鳥塚, 鈴木, 上平, 軸丸: 認知機能が低下傾向にある地域在住高齢者への懐メロを用いた回想法の効果の評価, 日本看護学会誌, J.Jpn Acad Nurs. Sci., Vol.34, pp.371-377 (2014)
- [10] Ernst, B., Filip, S., Pim, C.: Effects of reminiscence and life review on late-life depression: a meta-analysis; International Journal of Geriatric Studies, Vol.18, pp.1088-1094 (2003).