

眺望と実空間移動に適した複合現実感システムにおける 統一的データ管理とビュー管理の実現

Unified Data Management and View Management of Mixed Reality Systems Suitable for Panoramic View and Real-World Walking

荒川祥太郎¹⁾, 柴田史久¹⁾, 木村朝子²⁾, 田村秀行¹⁾

Shotaro ARAKAWA, Fumihisa SHIBATA, Asako KIMURA and Hideyuki TAMURA

1) 立命館大学大学院理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

2) 科学技術振興機構 さきがけ (〒332-0012 埼玉県川口市本町 4-1-8 川口センタービル)

Abstract: This paper proposes effective annotation data management and view management method in mixed reality system which superimposes virtual objects on the real scene. Target scenes and objects in the scene vary significantly owing to user's moving and changing view direction in the real scene. We propose a method in which the system manages annotation data in the whole scene which can be seen from user's movable area and forms appropriate view management according to user's view and purpose. Our method switches types of annotation and presentation methods according to the user position and the distance between the user and target objects. By adopting this method, we can develop the system which enables the user to experience the guide system not only from tall buildings but also on the ground while moving seamlessly.

Key Words: Mixed Reality, Data Management, View Management, Annotation

1. はじめに

近年、現実世界を電子情報で増強する拡張現実感 (Augmented Reality; AR) や現実世界と仮想世界を対等に融合する複合現実感 (Mixed Reality; MR) の研究が活発化している。現実背景中の建造物やランドマークなどに注釈情報を重畳描画することは、数ある AR/MR の用途の中でも適用範囲が広い利用形態である。以下、我々は総称として「MR」を用いる。

現実背景中に注釈情報を提示する研究や応用には、既に数多くの試みがある[1]-[3]。Bell らの研究[1]では、キャンパスの仮想モデルを注釈の対象とし、建物の名称や付加情報を二次元平面の文字や画像を用いて提示する。注釈提示の際には、対象物体の形状を考慮し、一番見易くなり得る最適な位置を走査した上で注釈を配置する方法を提案している。また、Leykin ら[2]は、環境下において注釈情報の提示箇所を体験者に理解し易く提示する手法を提案した。当該研究では体験者が注釈情報を認識する際に、背景により認識のし易さが変化することに注目し、注釈情報の可読性を考慮した提示領域の決定手法を検討している。

これらの研究は、注釈となる CG の配置や提示手法を工夫しているが、すべての注釈対象に同種の注釈情報を提示しており、多様な注釈情報を取り扱ってはいない。一般に、現実空間内での体験者の移動や視線方向の変化によって、対象となる光景やそこに含まれる事物も大きく変化する

ため、その状況に適した注釈情報の種類は異なる。また提示する注釈情報の種類が異なると、その種類に適した提示手法も自ずと異なってくる。我々は、体験者の移動可能範囲から見えるすべての光景に対し、体験者との位置関係や視野に応じて適する注釈情報を用意する発展的な形態を考える。さらに、これらの注釈情報のデータを一元管理し、体験者の位置や視野、目的に応じて、注釈情報の種類に適した提示が可能な「注釈情報一元管理システム」の枠組み構築を目指す。

その第1段階として、本論文では高所からの眺望と地上での空間移動を考慮し、両方の利用に耐えうるよう、体験場所と対象事物の位置関係に応じて、注釈情報の種類と提示手法を切り替える方法を提案する。実際に、この提案方法を実現するシステムを試作し、動作確認を行ったので、その事例を紹介する。

2. 注釈情報の管理と表示

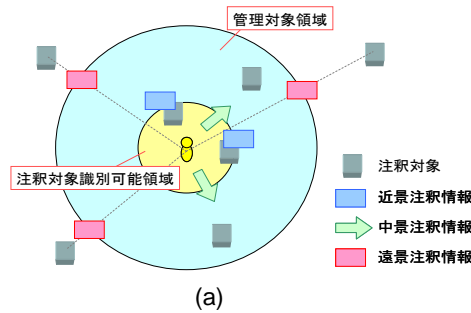
2.1 システムの利用形態

本稿で提案するシステムは、景観に対して注釈情報を付加する MR 機能を有し、高所からの眺望時と地上での移動時の双方に適用できるものとする。同一地域が対象となることは多々あり、対象地域をまず俯瞰しておいた後、地域内を巡回し、移動確認する用途等が考えられるからである。

MR 情報提示機能は常時必要ではなく、現実の景観を肉



図1 双眼鏡型 HHD の外観



(a)



(b)

図2 注釈対象の分類と注釈情報の種類

眼で眺め、必要に応じて立ち止まり、MR 注釈提示機能を利用するものとする。したがって、一般に MR 用途でよく利用されているシースルー型 HMD (Head Mounted Display) の装着は適切ではなく、随時、取り外し可能なものが好ましい。カメラ機能を有している携帯電話や携帯情報端末の表示画面を利用することも考えられるが、我々は図1に示すような双眼鏡型の HHD (Hand Held Display) を利用することにした。本 HHD は、一对のカメラ内蔵し、ビデオシースルー機能と両眼立体視機能を有する(単眼モードでも利用できる)ものである。

2.2 データ管理

本システムでは、体験者と注釈対象の位置関係や目的に応じて適した注釈情報を用意し、目的や対象に依存せず、データを一元管理できることを最大の要件とする。

管理する注釈対象は、体験者と対象となる事物の位置関係によって3つに分類する。ここでは、体験者の管理対象領域外にある注釈対象を「遠景」と呼び、管理対象領域内にあり、体験者から視認できる範囲内にあるものを「近景」と定義する。また、管理対象領域内にあるが、体験者から視認できる範囲内にはない注釈対象を、便宜的に「中景」と呼ぶことにする。これらを模式的に表したものを図2(a)に、提示するCGのイメージ図を図2(b)に示す。

遠景に対する注釈情報は、その対象となる事物の名称と方角を提示する。近景に対する注釈情報はその対象となる事物の名称と関連する補足情報を提示する。中景に対しては、対象となる事物の名称と体験者からその対象事物へ到達するための経路情報を提示する。

近景に対する注釈情報はその種類によって情報量に水準を設ける。提示する情報は体験者の位置や目的によって異なるものを提示するため、その状況に応じた量の情報を提示する。本システムで扱う近景に対する注釈情報量の水準を表1に示す。

また、注釈対象には「優先度」を設け、その値に応じて注釈情報を MR 表示するか否かを制御できる。高所での眺望時と地上での移動時において異なる基準で優先度を設定できる。眺望時は、注釈対象に予め重要度を設定しておき、視界内にある注釈対象に対してその重要度の高い順に優先度を設定する。移動時は体験者の位置から注釈対象までの距離を基準とし、近いものから順に優先度を設定する。また、眺望時と移動時で共通の基準として、体験者の視界の中心付近に位置する注釈対象に高い優先度を設定する。

表1 近景注釈情報の水準

情報量	概要	イメージ図
標準	注釈対象の名称と関連する画像を表示する	
低水準	注釈対象の名称のみ表示する	
高水準	注釈対象の名称と関連する画像、詳細情報を表示する	

2.3 ビュー管理

体験者と注釈対象の位置関係や画面内の注釈情報の数に応じて、体験者が注釈情報と対象物を視認しやすいように提示手法を切り替える。

眺望時や移動時において体験者の位置及び地上からの高さは大きく異なる。本システムでは体験者の位置に応じて、視認しやすい位置に適する姿勢・スケールに調整した注釈情報を重畳描画する。遠景となる注釈対象は、体験者の視界距離を超えた位置に存在しているため、対象の位置に直接注釈情報を提示することができない。そのため、その方角を示す注釈情報を図2(a)のように体験者を中心とした円形のパノラマ状に配置する。近景に対する注釈情報は、高所から眺める場合、注釈情報が対象を覆い隠さないよう対象の上部に配置する表示法が適する。地上から眺める場合は、対象の上部に配置すると視界に入らないため対象に重畳する表示法が適する。中景となる注釈対象は体験者から見えない位置に存在するため、対象事物の場所に配置すると、その注釈情報が近景の注釈情報と混同してしまう。よって図2(a)のように識別可能領域にその対象となる建造物への経路情報を地面に提示する。

また、本システムでは1つの注釈対象を様々な方向から見る事が考えられる。この際、描画するCGは常に体験者の位置に対して正面を向く姿勢で描画することにより、どこから眺めても識別しやすい注釈情報を提示する。

加えて、提示する注釈情報が画面内に多数表示された場合、注釈情報同士が重なり合うことで内容が読み取りづらくなり、また画面中に占めるCGの割合が高くなることで背景が視認しづらくなる。このような場合、表示するCGの配置や数などを調節することで、状況に適した提示方法に切り替えを行う。

3. システム設計と実装方法

3.1 処理概要

前章で提案したシステムを実現する事例としてキャンパスガイドシステムを実装した。キャンパス内の建造物を注釈対象とし、建造物の情報を注釈情報として提示する。システムの処理の流れを図3に示す。まず、建造物が存在する領域を管理対象領域として設定し、体験者の位置から登録した建造物を遠景・近景・中景の3つに分類する。さらに地上で景観を眺めている場合は、各建造物に体験者からの距離に応じて優先度を設定する。次に体験者の視野内に表示されるCGの数が一定値以上の場合、ビュー管理を行い、注釈情報の提示方法を切り替える。最後に体験者に提示するCGの位置姿勢・スケールを調整し、画面に描画を行う。次節から、それぞれの処理について詳細を述べる。

3.2 注釈対象の分類

体験者の位置によって、登録した注釈対象の種類を分類する。体験者の位置が高所の場合、設定した管理対象領域外にある建造物は「遠景」に設定し、領域内にある建造物は「近景」に設定する。体験者の位置が地上の場合、眺望時と同様に設定した管理対象領域外にある建造物は「遠景」に設定する。次に体験者の位置 $P_u(x_u, y_u, z_u)$ を中心とした半径 R の円形範囲を識別可能領域とし、建造物の位置を $P_o(x_o, y_o, z_o)$ 、体験者と建造物の距離を d とすると、以下の式(1)によって管理対象領域内の建造物を「近景」と「中景」に分類する。

$$d = \sqrt{(x_o - x_u)^2 + (y_o - y_u)^2 + (z_o - z_u)^2}$$

$$\begin{cases} d \leq R \Rightarrow \text{近景} \\ d > R \Rightarrow \text{中景} \end{cases} \quad (1)$$

3.3 位置姿勢・スケールの調整

● 位置姿勢の調整

提示する注釈情報は、上記で分類した注釈対象に対しそれぞれ異なる。その種類や体験者との位置関係によって適した描画位置や姿勢は異なってくる。

遠景に対する注釈情報の場合、体験者の位置を P_u 、体験者から建造物までの距離を d 、管理対象領域の半径を R とすると、注釈情報の座標 P_a は以下の式(2)によって算出する。

$$P_a = (P_o - P_u) \times R/d + P_u \quad (2)$$

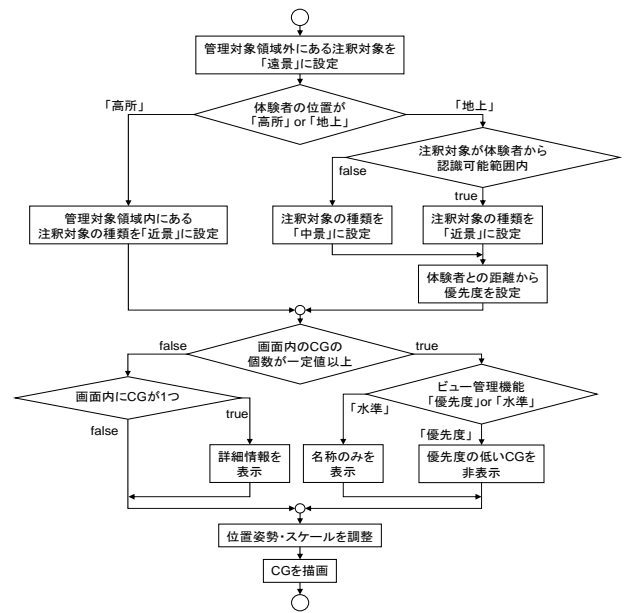


図3 処理の流れ

また近景に対する注釈情報の場合、建造物の接地座標を $P_o(x_o, y_o, z_o)$ 、建造物の高さを h とすると、注釈情報の座標 $P_a(x_a, y_a, z_a)$ は以下の式(3)によって算出する。

$$\begin{aligned} x_a &= x_o \\ y_a &= \begin{cases} y_o + h + k & (\text{眺望時}) \\ y_o + h/2 & (\text{移動時}) \end{cases} \quad (3) \\ z_a &= z_o \end{aligned} \quad \text{※}k \text{は定数}$$

また、本システムでは、各注釈情報はy軸に対して回転処理を行い、常に体験者の位置に対し正面を向かせる。

● スケールの調整

画面内に描画する注釈情報の大きさは、背景とのバランスと各注釈情報の奥行きを考慮した調整が必要である。体験者から最も近くに位置する注釈情報までの距離 d_1 に対してCGが画面内を圧迫しない程度の最も大きいスケールを s_1 、体験者から最も遠くに位置する注釈情報までの距離 d_2 に対して閲覧者が視認できる最小スケールを s_2 と設定する。間に存在する注釈情報の距離を x としたときスケール $f(x)$ は以下の式(4)によって算出する。

$$f(x) = \frac{s_2 - s_1}{d_2 - d_1} (x - d_2) + s_2 \quad (4)$$

3.4 情報量の調整

提示する注釈情報が画面内に多数表示された場合、背景と注釈情報を見易くするため2つの提示手法を実装した。1つは表示する近景注釈情報を低水準に変更し、画面内に占めるCGの面積の割合を減少させる。もう1つは設定した優先度が高い注釈対象に対する注釈情報のみを提示することで、画面内に描画するCGの数を減少させる。

4. 動作事例

4.1 実験内容

前章で述べたキャンパスガイドシステムにおいて提案した機能が実現しているか、2つの動作事例を用いて解説

する。1つ目に同一の注釈対象を高所2箇所、地上2箇所の計4箇所から眺め、その体験場所に適した注釈情報が提示できるか実験を行った。2つ目に画面内に描画する注釈情報が多くなった場合、適したビュー管理が実現されているか実験を行った。図4は実験を行った際の地上と高所での体験風景である。

4.2 実行結果

● 動作事例1

今回は同一の注釈対象として建造物「Across Wing」を4箇所から眺めた。各箇所からの実行結果を図5に示す。なお、赤色の矢印は建造物を、青い矢印はそれに対する注釈情報を示すために後から記入したものである。異なる位置の高所から眺めた実行結果を(a), (b)に示す。どちらの方向から見ても体験者の位置に対して正面を向いていることがわかる。(c), (d)は異なる位置の地上から注釈対象の方向を眺めた実行結果である。(c)の場所から眺めた場合、体験場所から注釈対象が識別可能領域内にあるため、「近景」に対する注釈情報が提示されている。(d)の場所から眺めた場合、注釈対象が識別可能領域外にあるため、対象への方向を示す「中景」注釈情報が提示されている。このように同一の注釈対象を異なる場所から眺めた場合、その場所に適した注釈情報が提示されていることが確認できた。

● 動作事例2

画面内に描画する注釈情報が多くなった場合の、ビュー管理機能の実行結果を図6に示す。(a)はビュー管理機能を実行していない元の状態である。このように画面内に注釈情報が大量に表示されると情報の内容が識別しづらく、景観を損なうことも考えられる。(b)は提示する注釈情報の水準を落とし、画面内に表示されるCGの面積を減少させた結果である。(c)は注釈対象に設定した優先度を使用し、優先度が高いもののみを表示することで提示するCGの数を減少させた結果である。(d)は体験者の視界の中心付近に位置する注釈対象は、注釈情報の水準を高く設定し、それ以外の注釈対象に対する情報は水準を低く設定することで画面内に表示されるCGの面積を減少させている。このように、提案したビュー管理機能を実行することで画面内に描画する注釈情報が多くなった際にも、視認がしやすい注釈情報の提示を実現できることが確認できた。

5. むすび

本論文では現実世界の光景中の事物に注釈情報を重畳描画する複合現実感システムにおける、データの効率的な管理とビュー管理に関する方法を提案した。体験者の位置から見える全ての光景での注釈情報を統一的に管理し、体験者の視野と目的に応じて最適なビュー管理を実行するシステムを実現した。今後は、本システムを基にMR空間に注釈情報を提示する具体的なアプリケーションを実装し、提案する手法の有用性を確認して行く。



図4 体験風景

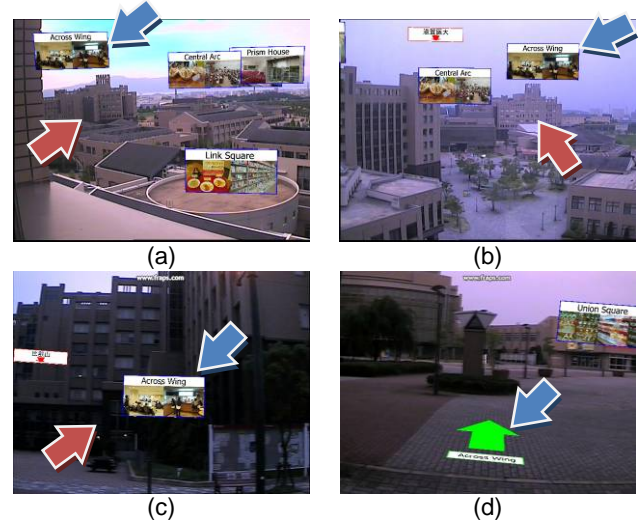


図5 動作事例1

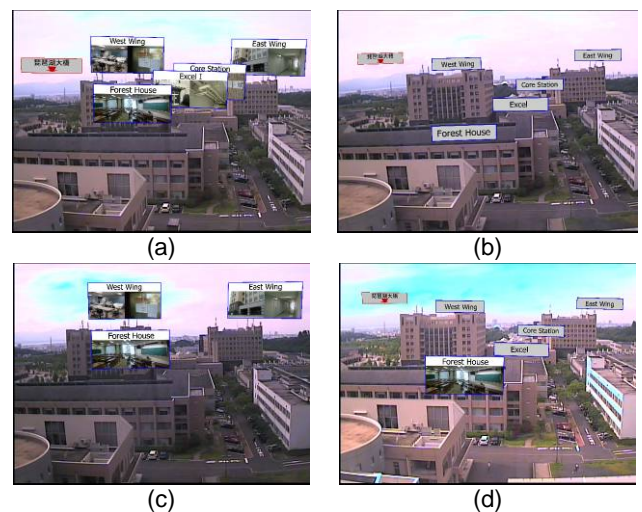


図6 動作事例2

謝辞 本研究の設計・実装の一部に携わっていた徳野友治氏、峯智行氏に感謝する。本研究の一部は、ハイテク・リサーチ・センター整備事業の支援によるものである。

参考文献

- [1] B. Bell, *et al.*: “View management for virtual and augmented reality,” Proc. UIST 2001, pp. 101 - 110, 2001.
- [2] A. Leykin, *et al.*: “Automatic determination of text readability over textured backgrounds for augmented reality systems,” Proc. ISMAR2004, pp. 224 - 230, 2004.
- [3] 天目他: “ウェアラブル拡張現実感システムのための注目オブジェクトへの直感的な注釈提示手法”, 日本VR学会論文誌, Vol. 10, No. 3, pp. 305 - 312, 2005.