

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月15日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700104

研究課題名（和文） 実空間上での情報閲覧支援のための携帯電話を利用した
仮想的なコンテンツ融合手法研究課題名（英文） A Virtual Integration Method of Contents with Mobile Phones for
Supporting to Browse Information in the Actual World

研究代表者

牛尼 剛聡（USHIAMA TAKETOSHI）

九州大学・芸術工学研究院・准教授

研究者番号：50315157

研究成果の概要（和文）：

本研究では、携帯端末のカメラ機能を利用して複数の実空間コンテンツを重ね合わせる操作によって、複数の実空間コンテンツに含まれる情報をユーザが効率的かつ効果的に利用可能な機構を開発した。ここでは、重ね合わせられた実空間コンテンツを、相互の意味内容に基づいて仮想的に融合し、拡張現実として携帯端末上のディスプレイに表示する。そのために、複数の実空間コンテンツの意味構造とレイアウト構造に基づいて、複数のコンテンツを仮想的に融合した視覚表現を生成する一般的なモデルを開発した。

研究成果の概要（英文）：

We have developed a system which enables a user to browse information represented in multiple real world contents effectively and efficiently. In this system, a user can integrate virtually multiple real world contents on the basis of their semantic relationship on the display of a mobile device as augmented reality by overlapping operations. There are various types of real world contents and we can suppose some types of integration methods according to overlapping patterns, so a unified integration model is necessary. We proposed a model to integrate virtually real world contents based on their semantic structures and their layout structures.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学・データベース

キーワード：拡張現実，携帯電話，ビジュアル・ジョイン，コンテンツ

1. 研究開始当初の背景

近年、携帯端末上で様々なデジタル・コンテンツを利用可能となり、携帯端末を利用してユーザの要求する情報を提供する研究が

盛んに行われている。しかし、すべての情報活動がデジタル・コンテンツを利用して行われているわけではない。人は雑誌，ビラ，看板等の、実空間上で物理的な媒体上の情報表

現（以下、実空間コンテンツと呼ぶ）を用いて必要な情報を取得することがある。

実空間コンテンツには、デジタル・コンテンツにはない利点が存在する。例えば、雑誌では、携帯端末に比べ高精細で広い領域を用いた情報表現を安価に提供することができる。このような利点があるため、デジタル・コンテンツが普及している現在でも、実空間コンテンツは広く利用されている。しかし、実空間コンテンツはデジタル・コンテンツと比較していくつかの欠点がある。その一つに、ユーザの目的に応じたコンテンツ間の相互参照と融合が困難である点が挙げられる。人がコンテンツを利用する際には、目的に応じて、複数のコンテンツを相互に参照し、異なるコンテンツに含まれる情報を組み合わせ、必要な情報を獲得することが多い。例えば、旅行情報を確認する際には、店舗情報と地図を相互に参照することによって、店舗の位置を地図で確認することが行われる。デジタル・コンテンツでは、このような複数のコンテンツ間の参照や融合をハイパーリンク等の機構を利用して簡単に実現できる。しかし、実空間コンテンツに関しては、そのような相互参照や融合は、複数の実空間コンテンツの内容をユーザが記憶し、ユーザの頭の中でそれらを融合する必要がある。しかし、人間は多くの情報を記憶しておくことは困難であるため、複数の実空間コンテンツを利用して、相互の参照と融合が必要となる情報を取得するのは、困難である。

2. 研究の目的

我々は、上記の問題を解決するために、携帯端末を利用して、利用者の目的に応じて実空間コンテンツの相互参照と融合を拡張現実として仮想的に行う手法を開発することを目標とした。我々は、人が相互参照をする行為を、携帯端末のカメラ機能を利用して複数の実空間コンテンツを重ね合わせる操作に置き換え、重ね合わせられた実空間コンテンツ同士を仮想的に融合するための操作体系として、Pick and Lap 手法を提案している。Pick 操作は、カメラ付き携帯端末で実空間コンテンツを撮影することにより、コンテンツを選択する操作である。Lap 操作は、他の実空間コンテンツを撮影することで、Pick したコンテンツを重ね合わせる操作である。これらの操作が行われると、重ね合わせられたコンテンツを仮想的に融合し、結果を、Lap した対象の実空間コンテンツに対する拡張現実として携帯端末上のディスプレイに表示する。

図 1 は、Pick and Lap 手法に基づいて重ね合わせが行われた際の、実空間コンテンツの仮想的な融合の例を示す。ここでは、情報誌に

記載された店舗一覧のうち、1 件の店舗情報が Pick され、Lap 操作によって地図に重ね合わせた場合、店舗を表す画像が、地図上で店舗が存在する位置に重畳して合成されたように、携帯ディスプレイ上の画面に拡張現実として表示する。これにより、ユーザは Pick 操作によって選択した店舗の地図上での位置を直感的にわかりやすく確認可能である。ここで、ユーザが重ね合わせる実空間コンテンツの組み合わせや順番の違いによって、融合形式を変化させることで、必要な情報を効率的かつ効果的に利用可能とすることが考えられる。



図 1: 実空間コンテンツの仮想的な融合表現の例

本研究では、「実空間コンテンツの融合方法」に対象を限定し、実空間コンテンツの融合モデルを開発することを目的とした。すなわち、携帯電話のカメラによる認識が正確に行われ、抽出された実空間コンテンツに対してあらかじめメタデータが与えられていることを前提とする。

3. 研究の方法

本研究では、実空間コンテンツに対する Pick and Lap 操作によって、実現される実空間コンテンツの仮想融合モデルを開発した。

仮想融合モデルは、融合表現モデルと、融合表現を実現するための演算から構成される。本研究では、2 つの実空間コンテンツを重ね合わせた際に、どのような融合表現を行うかを決定するための形式として 3 種類の融合表現モデルを開発した。さらに、融合表現モデルに基づいた融合処理の論理モデルとして、ビジュアル・ジョイン演算を開発した。

ビジュアル・ジョイン演算は、メタデータが付与された 2 次元画像を対象に、複数の 2 次元画像から、それらの意味的な関係性に基づいた融合を行い、結果をメタデータ付きの 2 次元画として像導する。ビジュアル・ジョイン演算の中で、画像の融合は、アフィン変換を用いて定義され、変換に必要なパラメータは、画像のメタデータから導出された意味的な関係に基づいて自動的に決定される。

これまで、メタデータ付きの画像を対象として、それらの意味内容に基づいて合成するための一般的なモデルは提案されていない。文字、数値データに関しては、代表的な論理

データモデルであるリレーショナル・データモデルが提供する、結合演算、選択演算、射影演算などの演算は、1 つまたは複数の表から別の表を生成する演算であるために、演算を組み合わせることによって、ユーザの様々な要求に応じた表を生成するための一般的な枠組みを提供している。本論文で提案するビジュアル・ジョイン演算は、リレーショナル・データモデルの結合演算が複数の表を合成して新しい表を構成するのと同様に、メタデータが付与された複数の 2 次元画像を、メタデータが表す意味的な内容に基づいて合成して新しいメタデータ付きの 2 次元画像を構成可能である。本論文で提案する実空間コンテンツの融合表現モデルとそれに基づくビジュアル・ジョイン演算は、ユーザの目的に応じた意味内容に基づいた様々な種類の実空間コンテンツを仮想的に合成するための一般的な枠組みを提供する。

4. 研究成果

4.1 融合表現モデル

本研究では、複数のコンテンツ・セグメントの代表画像を、ユーザの目的に応じて仮想的に融合して提示することを目標とする。代表画像の融合の形式には様々な形式が考えられる。本研究では、代表画像の融合の形式を融合表現モデルと呼ぶ。複数のコンテンツ・セグメントを重ね合わせる組み合わせと順番には、多数のパターンが存在する。本研究では重ね合わせるコンテンツ・セグメントの組み合わせと順番のパターンに基づいて、3 種類の融合表現モデルを開発した。

4.1.1 アイコン化モデル

アイコン化モデルは、Pick コンテンツの代表画像アイコン型で、Lap コンテンツの代表画像がマップ型である場合に利用される融合表現モデルである。この操作は、アイコン型画像をマップ型画像上に重ねる操作として捉えられるので、アイコン型画像が表す概念のマップ型画像上での位置をユーザに提示する。具体的には、Pick コンテンツの代表画像であるアイコン型画像を適切な大きさに縮小し、Lap コンテンツの代表画像であるマップ型画像上で対応する点に移動して表示する。

上記のような融合を行う際に問題となるのは、アイコン型画像のメタデータとして与えられている緯度経度、マップ型画像の物理座標とが、異なる座標系の座標であることである。

本研究では、このように、異なる座標系における属性値を対応付け、融合操作を実現可能な一般的な演算として、ビジュアル・ジョイン演算を導入する。ビジュアル・ジョイン

演算では、画像に対するメタデータをリレーショナル・データモデルにおけるリレーションとして与え、結合演算により異なる座標系における属性値を対応付け、画像の融合を行うためのアフィン変換のパラメータを自動的に決定可能である。

4.1.2 クリッピング・モデル

クリッピング・モデルは、Pick コンテンツの代表画像がマップ型で、Lap コンテンツの代表画像がアイコン型である場合に適用される融合表現モデルである。この操作は、マップ型画像をアイコン型画像に重ねる操作として捉えられるので、マップ型画像の中でアイコン型画像が表す概念に関連する一定の領域のみを切り出 (クリッピング) して、アイコン型画像の上に重畳して表示する。つまり、ユーザにとっては、興味のある Lap コンテンツの代表画像のみが、Pick コンテンツの代表画像の関連する部分に置き換わったように見える。

一般に、旅行情報誌には複数の種類の地図が掲載されている。ユーザは単一の地図のみで場所を確認するとは限らない。ユーザは目的によって異なる種類の地図を利用する場合がある。クリッピング・モデルでは、ユーザが、様々な地図の中からユーザの目的に適した地図を選んで Pick し、興味のある対象へ Lap することで、Pick した地図上においてそれぞれの対象がどのあたりに存在するかを確認可能となる。例えば、駅付近の飲食店を探したいという要求を持ったユーザは、路線情報を強調して示された地図を Pick して、店舗に Lap していくと、店舗ごとに地図のクリッピング領域が変わることにより、各店舗の駅からの位置を確認可能となる。

4.1.3 アイコン・フィールド・モデル

アイコン・フィールド・モデルは、Pick コンテンツと Lap コンテンツの代表画像がどちらもアイコン型画像である場合に適用される融合表現モデルである。この操作は、複数のアイコン型画像を同一の空間に配置する操作として捉えられるので、ユーザは何らかの基準の下でそれらが表す概念を比較したいという意図を有すると考える。しかし、この操作でユーザが選択したコンテンツ・セグメントの代表画像にはマップ型画像が含まれていないため、アイコン型画像を配置するための基準が存在しない。そこで、ユーザが選択した複数のコンテンツ・セグメントに共通の属性を配置可能なマップ型画像を想定し、その上に複数のアイコン型画像を配置してユーザに提示する。ここで利用されるマップ画像を「仮想マップ画像」と呼ぶ。この際、仮想マップ画像の中心を、Lap コンテンツの代表画像の中心と一致させることにより、

Lap コンテンツを中心として、Pick コンテンツの意味的な関係を視覚的に表示する。

なお、ここで利用される仮想マップ画像は、あらかじめシステムが保持しているものとする。また、共通の属性を決定するためには、リレーショナルデータモデルにおける自然結合と同様に、属性名が同じ場合に共通の属性であると考えられる。

この表現によって、例えば、ユーザが特定の観光スポットに行き、さらにその観光スポットC周辺の飲食店で食事したいと考えた場合、ユーザは興味を持った複数の店舗をPickし、観光スポットCへLapすると、それぞれの店舗が観光スポットから、どの方向に位置するかを確認可能となる。旅行先で食事をする店を決める状況で、実際に複数の店舗の様子をみて実際に入る店舗を決めたい場合、この仮想マップを利用すると、どちらの方向に向かえば少ない労力で多くの店舗を確認可能である。もし、具体的な位置を確認したい場合は、店舗を地図へ重ね合わせて得られるアイコン化モデルによって、地図上で店舗の場所を確認可能である。このように、ユーザは目的に合わせた組み合わせで、Pick and Lap 操作を行い、さらに従来の携帯端末上のサービスでは必要であった入力操作や画面切り替えといった手間なしに、効率的に情報を取得することが可能となる。

ここで対象を比較するユーザは、対象の詳細な情報を取得したいのではなく、比較対象のうちどれが一番ユーザの要求を満たしているかということを知りたいと考えられる。例えば、ユーザが店舗同士を比較するのは、一番安い店舗や落ち着いた店舗、大人数でも利用できる店舗を探している場合が考えられる。このような場合、店舗同士を重ね合わせ、それぞれの概念を定量的に示した仮想Map上に店舗画像が表示されることで、ユーザはどの店舗に行くか意思決定を行うことが可能となる。もし店舗の具体的な位置を確認したい場合は、店舗を地図へ重ね合わせて得られるアイコン・モデルによって、地図上で店舗の場所を確認することができる。このように、ユーザは目的に合わせた組み合わせで、重ね合わせを行い、さらに従来の携帯端末上のサービスでは必要であった入力操作や画面切り替えといった手間なしに、効率的に情報を取得することが可能となる。

4.2 ビジュアル・ジョイン

融合表現モデルを利用して実空間コンテンツを仮想的に融合するための処理の一般的な形式化としてビジュアル・ジョイン演算を開発した。ビジュアル・ジョイン演算は、メタデータと代表画像を持つ実空間コンテンツを対象に、メタデータの意味的な関連に基づいて代表画像の合成処理によって、コンテンツの融合を行う演算として定義される。

従来の代表的なデータモデルであるリレーショナル・データモデルでは、データをリレーションとして構造化し、リレーションを構成するタプルの集合演算に加え、結合演算、射影演算、選択演算等の演算を利用可能である。これらの演算は入力と出力はリレーションであることから、複数の演算を組み合わせることで、ユーザはデータベースとして蓄積されている複数のリレーションから目的に応じて様々なリレーションを導出できる。

本研究で開発した融合表現モデルは、複数の画像からそれらの意味内容に基づいて一つの画像を構成する方式を規定している。本研究で開発したビジュアル・ジョイン演算は、リレーショナル・データモデルの結合演算が複数のリレーションから一つのリレーションを構成するように、複数のコンテンツ・セグメントの代表画像から、それらの意味内容に基づいて、一つの画像を構成する演算である。ビジュアル・ジョイン演算を利用することで、ユーザは複数のコンテンツ・セグメントに含まれる情報を融合した視覚的な表現を取得可能となる。

ビジュアル・ジョイン演算は、代表画像を有するコンテンツ・セグメントを対象とし、代表画像に関するメタデータが与えられていることを前提とする。具体的には、ビジュアル・ジョイン演算では、メタデータに関してリレーショナル・データモデルにおける結合演算を適応して、代表画像間の意味的な関連付けを行い、代表画像の移動、拡大・縮小によって関係性を視覚的に表現することで、コンテンツを仮想的に融合する。

4.3 評価

提案手法の有効性を評価するために、プロトタイプ・システムの実装を行い、プロトタイプ・システムを利用して評価実験を行った。

プロトタイプ・システムはパーソナルコンピュータとUSBカメラを用いて実装した。

本プロトタイプ・システムで、3種類の融合表現モデルを適用した際の実行例を図に示す。ウィンドウ下部にあるPickボタンをマウスでクリックすることにより、コンテンツ・セグメントをPickできる。また、Lapボタンを押すと、PickコンテンツをLapできる。画面右には、その時点での、PickコンテンツとLapコンテンツの代表画像が表示される。カメラが矩形を認識している間は、矩形に対

して黄緑色の枠が表示される。図 2 の(a), (b), (c)はそれぞれ、店舗を地図に重ね合わせた場合、地図を店舗に重ね合わせた場合、店舗を観光スポットへ重ね合わせた場合の結果画面を示している。



図 2: プロトタイプ・システムを利用したデジタル・ジョインの実行例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. 武田十季, 鶴野玲治, 牛尼剛聡: ビジュアル・ジョイン: 実空間コンテンツの仮想融合モデル, 情報処理学会論文誌: データベース (TOD), Vol. 5, No. 1, pp. 17-20, 2012.
2. Daiji Yamashita, Daewoon Kim and Taketoshi Ushiyama: Mobile Phone Interface for Browsing Digital Content Based on Magnifying Glass Metaphor, Proc. of 1st Int'l Conf. on Ambient Systems, Networks and Technology, pp. 109-118, 2010.
3. Chiriro Maehara, Kotaro Yatsugi, Daewoon Kim, Taketoshi Ushiyama: Automatic Composition of Personalized Appreciation Route Based on Semantic Relationship between Exhibits in Museum, Proc of KES 2010, LNCS/LNAI 5270, pp. 261-270, 2010.

[学会発表] (計 30 件)

1. 武田十季, 鶴野玲治, 牛尼剛聡: ビジュアル・ジョイン: 重ね合わせ操作による実空間コンテンツの融合, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2011 年 2 月 28 日, 伊豆市.
2. 山下大二, 金大雄, 牛尼剛聡: カメラ

付き携帯電話におけるレイアウトを有する文章のとばし読みに適した閲覧手法, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2011 年 2 月 28 日, 伊豆市

3. 武田十季, 鶴野玲治, 牛尼剛聡: 意味的アフィン変換: 重ね合わせ操作による直感的なコンテンツ融合モデル, 情報処理学会第 151 回データベースシステム研究会研究報告, Vol. 2010-DBS-151 No. 26, pp. 1-8, 2010 年 11 月 10 日, 東京都
4. Daiji Yamashita, Daewoon Kim and Taketoshi Ushiyama: Mobile Phone Interface for Browsing Digital Content Based on Magnifying Glass Metaphor, 1st Int'l Conf. on Ambient Systems, Networks and Technology, 2010 年 11 月 9 日, Paris, France.
5. 武田十季, 鶴野玲治, 牛尼剛聡: 意味的アフィン変換: コンテンツの重ね合わせ操作による直感的な情報融合モデル, 平成 22 年度電気関係学会九州支部連合大会, 2010 年 9 月 25 日, 福岡市.
6. 山下大二, 金大雄, 牛尼剛聡: 閲覧用カードに対する仮想マッピングを利用した携帯電話用コンテンツ閲覧インタフェースの評価, FIT2010 (第 9 回情報科学技術フォーラム, 2010 年 9 月 7 日, 福岡市.

[図書] (計 1 件)

1. Chiro Maehara, Kotaro Yatsugi, Daewoon Kim, Taketoshi Ushiyama: An Exhibit Recommendation System Based on Semantic Networks for Museum, Toyohide Watanabe, Lakhmi C. Jain (eds.), Innovations in Intelligent Machines-2, Springer, Chapter 10, pp.131-141, 2011.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

牛尼 剛聡 (USHIAMA TAKETOSHI)

研究者番号: 50315157