

F-03

Cinematic Street : 略地図の地理的關係抽出に基づく ストリートビュー生成システム

Cinematic Street View Generation System based on Relation between Geographical Objects on Modified Maps

小林 加織里† 北山 大輔‡ 角谷 和俊‡
Kaori Kobayashi Daisuke Kitayama Kazutoshi Sumiya

1. はじめに

近年、オンライン地図を補助するサービスが充実している。地図を補助するという観点としては、地図を簡単にした略地図がある。略地図は、必要最低限の情報のみをマッピングすることで、地図の情報を大幅に削減している。これにより、注目すべき場所を特定しやすくなり、地図を読むことが苦手な人には整理された地図として最適であると考えられる。これらは、一般的にアクセスマップや観光マップとして作成されており、店舗までの行き方や観光地を概略的に表現する際に用いられている。このような略地図は、ALPSLAB*などのサービスにより、一般ユーザでも容易に作成することが可能である。しかしながら、生成された略地図の利用方法は限られており、参考に見るだけに留まっているため、効果的な活用がされていない。

また、地図の補助的なサービスとして Street View[6]や Photosynth[18], PhotoWalker[19]があげられる。これは、実空間を仮想的に表現することにより、実際に現地を歩いているように周辺を探索することを可能とする。他にも、Bing Maps Beta[2]の Street Side や Live Search Maps[10]の Windows Live Local, EveryScape[3]の Visual Guides for Local Search, goo ラボ[7]のウォークスルービデオシステムのように多数の類似サービスが提供されている。さらには、様々な年代の写真を現在の風景である Street View と重ねて見ることができる historypin[8]や、Street View を利用した場所情報を共有するサービスである Navitte! [16]といったサービスが出現している。historypin により、思い出の写真を Street View と重ねることで自分史やストーリーを作ることや、Navitte!により Street View 上に落書きをして目印を強調することや説明文を挿入することで、自分の視点で作成したルート案内を共有することができるなど、新たなメディアとして注目を集めている。しかしながら、Street View を含むこれらのサービスは、効果的に活用されていないのが現状である。

Street View は道路から撮影した写真を繋ぎ合わせて作られており、映像的に閲覧することができる。これにより、地図からは得られない視覚的な現地の情報を得ることができ、現地の視点で目印になり得るものを確認することも容

易である。目印の観点は人によって異なり、地図上で大きな領域を占めているものや、知名度の高いものが存在していたとしても、現地で見たときには気づかないことやわからないことがあり、目印として有用でない場合がある。しかし、Street View で確認することによって、見える範囲や見え方から現地を十分に理解することが可能であると考えられる。一方、Street View で長距離の移動をする際には一度に大きく移動することができないために、多くの操作を必要とする。そのため Street View 操作はユーザにとって煩雑であり、負担となり得る。また、移動距離が少量のため、同じような景色が連続する場合、それらはユーザにとって冗長な部分であると考えられる。また、Street View によるルート案内なども存在するが、ルート案内に留まっており、それ以上の発展が見られない。

そこで本研究では、このような地図の補助的なサービスの効果的な活用システムの開発を目指す。略地図は利用目的を表現しているが、Street View は目的を表現することができていない。また、略地図は任意の操作をすることができないが、Street View は任意の操作が可能である。このように、略地図と Street View は相互に補完することが可能であると考えられる。具体的には、略地図が表現する目的に対して Street View で演出を施すことにより、Street View の冗長性を削減し、意味のある繋がりによって Street View を表現する。

以下、本論文では第 2 節で本研究の概要と関連研究について述べ、第 3 節で略地図上の地理オブジェクト間の関係判定および略地図の分類について述べる。第 4 節では、略地図の分類に従った Street View の表現方法および演出効果を述べ、第 5 節でまとめと今後の課題について述べる。

2. 本研究のアプローチ

2.1 本研究の概要

本研究の目的は、略地図や Web ページ情報に基づく観光案内 Street View 生成システムである。略地図だけでは得られないイメージの情報、または、Web ページの案内文だけでは得られない道のりの風景や目的地周辺の雰囲気などの視覚情報を Street View によって表現することを目指す。また、Street View 上にアバターを付与し、略地図上の地名関係や Web ページから得られる情報をアバターで演出することにより、効果的な観光案内を可能とする。本稿では、この内、略地図に表現されている情報から略地図を分類し、分類した略地図に従って Street View による効果的な演出をするという点に焦点を当てて研究をおこなった(図 1)。

†兵庫県立大学大学院環境人間学研究科、Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo

‡兵庫県立大学環境人間学部、School of Human Science and Environment, University of Hyogo

* ALPSLAB は 2010.3.24 にサービスを終了している

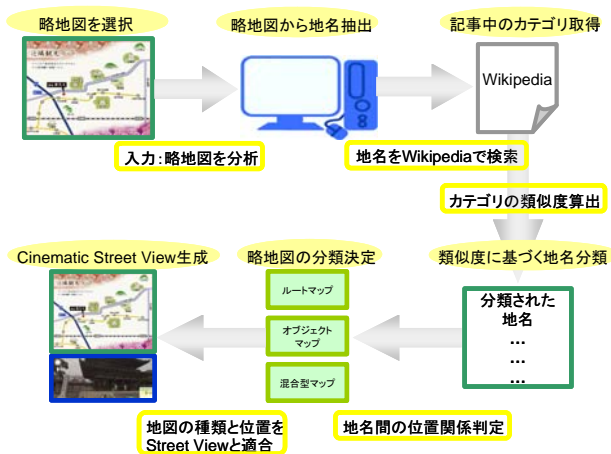


図 1: Cinematic Street システムの概要図

略地図は意味的情報と空間的情報を兼ね備えており、略地図上に現れている地名は取捨選択されたものであり、位置関係や距離なども考慮されている。また、略地図の利用目的は異なり、目的に沿った配置や表現がされていると考えられる。そのため、略地図上に表現されている地名や配置には意味があり、それらの関係から略地図の意味するものを読み取ることが可能である。このように略地図上の地名間の関係や配置に着目することにより、略地図の分類をおこなう。本稿では、地名間の関係判定の際に Wikipedia のカテゴリを用いる。Wikipedia には様々な地名の記事が存在し、各記事は一つ以上のカテゴリに所属している。これらのカテゴリは地名の属性を表していると考えられ、地名ごとにカテゴリの類似度を算出することで地名間の関係を判定する。

一方 Street View は、実空間にいるかのように自由自在に特定地域を閲覧することが可能であり、より現地の雰囲気や様子を知ることができる。しかしながら、Street View の操作はユーザにとって煩雑であり負担となる。また、一度に移動する量が少ないことにより冗長な部分が多く、ユーザの見たところだけを効率よく見ることが困難である。また、Street View は表現力があるにもかかわらず目的性を持った有効的な使われ方がされていない。そこで、略地図から得られる目的に沿った Street View の演出をおこなうことで、Street View の冗長さを軽減し、意味のある Street View を表現する。

2.2 関連研究

2.2.1 略地図生成

略地図生成および分析に関する研究について述べる。以前から略地図生成に関する研究は盛んにおこなわれてきた。馬場口ら[1]は、ユーザが現在地から目的地までの経路を理解するための支援システムとして、略地図とその案内文を生成するシステム SKETIST を提案している。ユーザの要求を反映した経路を探索し、図形情報、記号情報の双方を操作することにより、省略度を制御した略地図と案内文が生成される。また、梶田ら[9]は、認知心理学的なモデルに基づく道路のデフォルト手法を提案している。デフォルト地図が目的や要求にしたがって地図から情報を取捨選択し、

道路に変形を加えることによって作成されており、目的や要求は客観的なものと主観的なものに分類できると述べている。

田中ら[17]は、ユーザの好みや理解度を反映させるため、省略度を用いることによりユーザの求める詳しさを略地図を生成する手法を提案した。また、略地図生成の要素として意味情報と図形情報をあげているが、図形情報の考察に留まっている。萬上ら[11]は、略地図は利用目的によって誤解をまねくおそれがあり汎用性が低いという欠点を示唆している。そこで、ユーザの利用目的に応じて対話的に略地図を生成する手法を提案している。ユーザの目的に対話的に応えて略地図生成してはいるが、目的別に略地図を分類するというようなことはしていない。永田ら[13]は、略地図生成の際の道路形状の単純化について、道路ネットワーク全体の形状を考慮せずルートマップ型の略地図を構成し、ルートマップを重ね合わせることでサーベイマップ型略地図を合成する手法を提案している。略地図を部分的に見るという観点に共通する部分はあるが、略地図自体の意味付けはおこなわれていない。

丸山ら[12]は、交通情報をデフォルトマップ上に重畳する「交通情報マッピング」における問題点を明らかにし、その解決策としての交通情報マッピング方式を検討した。その中で、地図の種類について言及している。藤井ら[4][5]は、携帯端末向けの案内地図を詳細な地図情報から動的に生成する手法を提案した。そこで、一般的に利用されている案内地図表現の特徴を分析し、ルートマップ型、サーベイマップ型、デフォルトマップ型の3種類の表現で構成されるとした。特徴から地図を分類する点では共通するが、地名間の関係に基づく分類ではない。

2.2.2 Wikipedia を用いた関係抽出

次に、近年注目されている、Wikipedia を用いた関係抽出をおこなう研究について述べる。まず、リンク構造を用いた研究について述べる。立床ら[18]は、Wikipedia のリンク構造に基づく関連度を利用したコンテンツ検索手法の提案をしており、リンク構造から記事間のつながりの強さ、記事と時間情報のつながりの強さ、記事と空間情報のつながりの強さを抽出している。中山ら[15]は、Wikipedia のリンク構造解析による重要文抽出と、自然言語処理を利用した解析手法の提案をしており、明確な意味関係を定義した Web オントロジを自動構築した。また、カテゴリリンクの問題について示唆している。カテゴリ中の距離は関係度抽出のパラメータとしては粗く、必ずしも意味的な関係を定義するために利用されるわけではないという点である。しかし、我々は地名間の関係については、意味的關係に踏み込まず、あくまで地理的な同位関係を得ることを目的としているため、複雑なリンク構造は用いない。

次にカテゴリ構造を用いた研究について述べる。野田ら[17]は、Wikipedia カテゴリネットワークの構造から特徴量を抽出し、機械学習により意外で価値のある情報の判定をおこなう手法を提案している。関係性を抽出する観点では共通しているが、同位関係の判定はおこなわれていない。

最後に、リンク構造とカテゴリ構造を用いた研究について述べる。中谷ら[14]は、Wikipedia のリンク構造とカテゴリ構造を利用して、ユーザの入力した検索語からその語に関する専門語を抽出する手法を提案している。検索語の

Wikipedia 記事およびそのバックリンク先の記事カテゴリ情報を集約することで、検索語の属する専門領域を検出する手法が述べられている。これは、検索語の専門領域を検出するためであり、検索語の同位関係を求めるものではない点で異なる。

3. 地理オブジェクトの関係判定と略地図の分類

本章では、略地図に描かれている地名情報から略地図が表す意味を抽出するために、地名間の地理的關係判定について述べる。次に、判定された地名間の位置関係による略地図の分類について述べる。

3.1 地理オブジェクトの関係判定

まず、本研究で扱う対象地名について述べる。都道府県名や市町村名、山名及び川名は対象外とし、対象となる地名は、駅や寺社仏閣、大学や施設等の地理オブジェクトに加え、通りや筋の道路の二つに分類する。そして、地理オブジェクトはオブジェクト、道路はパスとして扱い、同位判定はオブジェクトに関しておこなう。

地名の同位関係を求める研究として寺谷ら[23]の研究がある。オンライン地図の縮尺の違いによって表示される地名が異なることを利用しており、ユーザが選択した地名の縮尺変化による出現パターンが同一のものを同位としている。しかし、この研究の目的はユーザが求める地名に基づき、必要な地名のみを目立たせることで地図を再構成することであり、我々が取り組んでいる略地図が成す意味を抽出するためのものとは異なる。

次に、Wikipedia カテゴリについて述べる。Wikipedia のカテゴリ構造は木構造であり、各記事は一つ以上のカテゴリに属している。パスの判定には、カテゴリ中に「〇〇市の道路」や「〇〇県の道路」というカテゴリが存在した場合、その地名を道路とみなしパスとする。オブジェクトは道路以外のものがオブジェクトとなる。また、オブジェクトの同位関係は、カテゴリの所属状態の類似度を求めることにより判定をおこなう。類似度計算には Jaccard 係数を用いて、オブジェクト間の関係の強さを表す。Jaccard 係数の定義を以下に示す。 o_1, o_2 オブジェクトが属するカテゴリ集合を C_1, C_2 とする。

$$Jaccard(o_1, o_2) = \frac{|C_1 \cap C_2|}{|C_1 \cup C_2|} \quad (1)$$

値が閾値以上であれば、二つのオブジェクトは同位であるとする。複数のオブジェクト間の類似関係があった場合、その関係が閉じていればそれらのオブジェクトを同位とみなすが、関係が閉じていない場合は 2 つのオブジェクト間での同位とする。図 2 に地名がパスとオブジェクトに分類された図を示す。パスが白丸で黒丸がオブジェクトである。オブジェクトの同位関係はアルファベットで示している。

カテゴリの類似度についての問題として、カテゴリに関して類似しているという事実しかわからず、どのような属性に対して類似しているのかという具体的な関係がわからない。そのため、それらのオブジェクトが同位であるという根拠としては不十分である。今後の課題として、概念木を持つカテゴリ構造からオブジェクト間の関係を導き出すことが必要であると考えている。

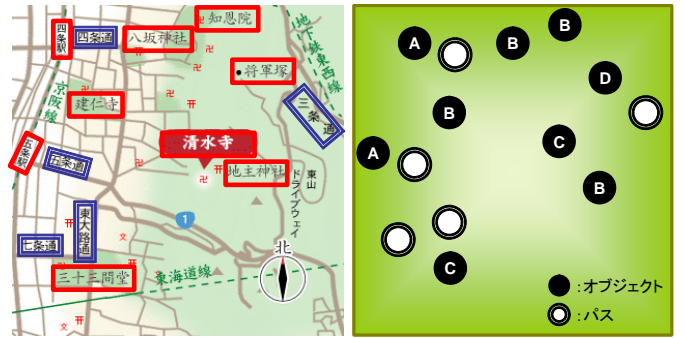
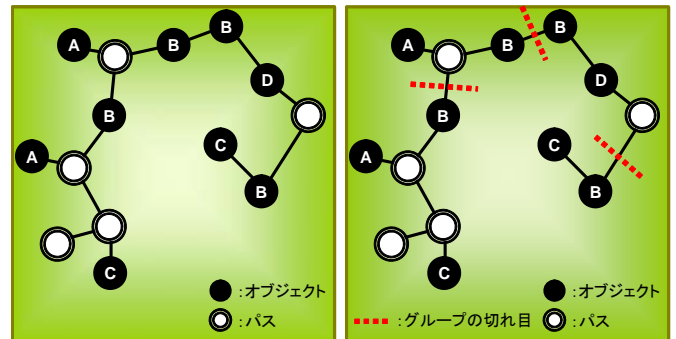


図 2: 地名の分類

3.2 略地図の分類

前節で地名間の地理的關係判定について述べ、地名をオブジェクトとパスに分類し、オブジェクトに関しては同位関係の有無を判定した。本節では、それらを用いて略地図をルートマップ、オブジェクトマップ、混合型マップの三種類に分類する方法について述べる。

はじめに、略地図の種類ごとの特長を示す。まず、ルートマップは、オブジェクト間の経路を表している略地図であり、パスの要素が重要となる。また、オブジェクトマップは、どのようなオブジェクトが点在しているかを示すものであり、オブジェクトの要素が重要である。そして混合型マップは、それぞれのパス付近にどのようなオブジェクトが存在しているかを示すものであり、パスとオブジェクトの両要素が重要となる。



(a)最小全域木 (b)グルーピング判定
図 3: 最小全域木によるグルーピング

これらの特長を検出するために、略地図上の地名についてグルーピングをおこなう。これにより、グループ単位でのオブジェクトとパスの傾向から略地図の分類が可能であると考えた。まず、オブジェクトとパスの配置から図 3(a)のような最小全域木を構成する。そして、任意の地名からグルーピングをおこなう。このときの仮定として、経路を表す配置では、同位関係のないオブジェクトが続き、同位関係のオブジェクトが続かないとする。そのため、一度辿ったオブジェクトと同位関係にあるオブジェクトが出現した時点で、グループを分割する。つまり、同位関係のオブジェクトを二つ以上含まないこととする。これをすべての地名を辿るまで繰り返す。図 3(b)にグルーピングの図を示す。グルーピングされた状態から、ルートマップ、オブジェクトマップ、混合型マップの三種類の略地図に分類する。以下に、それぞれの分類について述べる。

- ・ ルートマップ

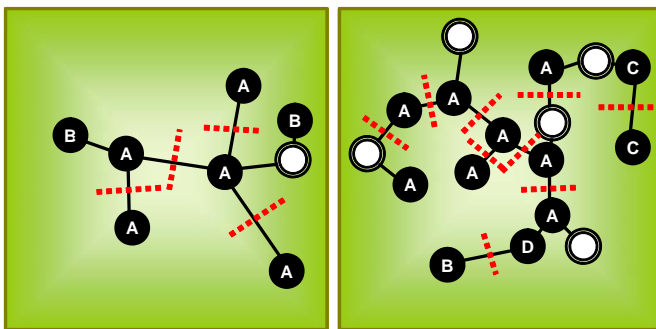
ルートマップで重要となる要素はパスである。そのため、略地図の全地名数に対してパスを含むグループ内の地名の個数が閾値以上であれば、ルートマップと判定する。閾値は、2分の1としており、図3(b)の場合、全地名数は14個である。その内パスを含むグループが3つあり、それぞれの地名数が6個と3個と3個の計12個であるため、条件を満たしている。よってこの略地図はルートマップに分類される。

- ・ オブジェクトマップ

オブジェクトマップで重要となる要素は、オブジェクトである。同位オブジェクトにより分割したグループ数が閾値以上である、もしくは、ルートマップではない場合、オブジェクトマップと判定する。図4(a)の場合、全地名数は8個でグループ数は5個である。パスを含むグループの地名数は3個のため、ルートマップには該当しない。また、グループ数は5個で、条件を満たすため、この略地図はオブジェクトマップに分類される。

- ・ 混合型マップ

混合型マップで重要となる要素は、パスとオブジェクトの両方である。ルートマップの条件かつオブジェクトマップの条件を満たしている場合、混合型マップと判定する。図4(b)は、全地名数が17個であり、グループ数は10個であり、オブジェクトマップの条件を満たす。また、パスを含むグループの地名数は12個でルートマップの条件を満たす。そのため、この略地図は混合型マップと分類される。



(a)オブジェクトマップ (b)混合型マップ
図4: 略地図分類の例

4. 略地図分類による Cinematic Street 生成

本章では、前節で分類された略地図に沿った Street View の演出方法と Street View の生成について述べる。

4.1 Cinematic Street の演出

様々な分野において見せ方や演出が存在する。関連研究として角谷ら[20]の研究がある。ある Web ドキュメントを自動的に生成しユーザに提示するもので、ページ間の関係性によって提示方法を変更することで、自然な流れで Web ドキュメントの要約をおこなうシステムである。また、矢次ら[24]の研究では、蓄積された写真を、時系列ではなく写真に写された対象に基づきスライドショーをおこなうことで、自然な演出をおこなった。また、演出の代表的なものとしてドラマや映画が挙げられる。映画には映画の文法が存在する。例えばアクションにおける文法であれば、ア

クションシーンの映像をショットに分割し、時間的および空間的に矛盾が生じないように繋ぎ合わせるにより、ショットの連続性から自然であると認識される。このように、映像の見せ方は様々であるが、今回は Street View を用いたストリートの見せ方を独自で考えている。しかし、今後の展開として、映画の文法を参考にした演出方法も検討する予定である。以下に、本提案システムによる各略地図の Street View 演出について述べる。

- ・ ルートマップ

ルートマップでは、オブジェクト間のパスが重要であることから、出発地点からあるオブジェクトへの経路を示すような演出が必要である。そのため、地名間の並びが「オブジェクト・パス・オブジェクト」の順になっている場合、それらの経路を求める。オブジェクト間であればパスは複数存在しても構わない。また、パスの後であればオブジェクトは複数存在しても構わない。出発地点となるオブジェクトから他オブジェクト間のパスを通る経路を取得し、その経路に沿った Street View の演出をおこなう。そのため、初めにユーザに出発地点としたいオブジェクトを任意で選択してもらう。以下、出発地点から到着地点までの流れを述べる。

1. 出発オブジェクト周辺の Street View を表示
2. パス上の Street View は到着地点のオブジェクト方向で表示し、かつ到着地点のオブジェクト方向へ三段階前進
3. 到着地点のオブジェクトから三段階手前の Street View を表示し、到着地点のオブジェクト方向へ前進
4. 到着地点のオブジェクト周辺の Street View を表示
5. 一つの経路が終了すれば、次の出発オブジェクトへ切り替わり、同じ手順で提示

- ・ オブジェクトマップ

オブジェクトマップでは、オブジェクトが重要であることから、点在しているオブジェクトらの関係性を示すような演出が必要である。そのため、オブジェクト同士の同位関係に従って演出をおこなう。初めにユーザに出発地点としたいオブジェクトを任意で選択してもらう。

1. 出発オブジェクトと同位関係にあるオブジェクトを順に表示
2. 次に同位関係が強いオブジェクト同士から順に表示
3. 最後に同位関係がないオブジェクトをランダムに表示

- ・ 混合型マップ

混合型マップでは、パスとオブジェクトの両方が重要であり、特にパス付近にどのようなオブジェクトが点在しているかを認識させるような演出が必要である。そこで、それぞれのオブジェクトから一番近い距離のパスをすべてのオブジェクトにおいて求める。そこで得られた一つのパスに基づくグループごとで演出をおこなう。初めにユーザに出発地点としたいオブジェクトを任意で選択してもらう。

1. 出発オブジェクトが含まれるパスグループから表示
2. グループ内で同位関係のものから順に表示
3. グループ内が終了すれば、次のグループを表示

4.2 Cinematic Street の演出効果

前述にある演出ではパスやオブジェクト等の異なる要素が混合されているため、要素の切り替わりを自然に示す必

要がある。そこで、演出中の要素間の切り替わり効果について述べる。

パスとオブジェクトについては、それぞれの境目ではホイール効果を用いることにより、要素が異なることを明確に表現する。また、オブジェクトについては、同位オブジェクト同士の境目の場合、フェード効果を用いて穏やかに切り替えをおこなうことにより、変化が小さいことを表現する。一方、同位関係がないオブジェクトの場合、ストリップ効果を用いて素早く変化を示す。

次に、Street View の表示範囲について述べる。パスに関する Street view の場合、Street View の視線は進行方向で固定し、進路を表示する。出発地点オブジェクトに関する Street View の場合、出発地点オブジェクト前で出発地点オブジェクト方向に対して左右に 45 度ずつの回転を緩やかにおこなうことで、出発地点オブジェクトを表示する。オブジェクトの場合、ある一定範囲におけるオブジェクト周辺を表示する。一定範囲とは、オンライン地図上に付与されている写真が多いパス上の範囲のことで、この範囲を進行方向で表示する。さらに、この範囲中で一番写真が多く付与されているパス上に Street View が位置した際、Street View を進行方向からオブジェクト方向へ回転させて表示する。

5. おわりに

本研究では、略地図上の地名間の関係に基づき Street View を生成するシステムを提案した。まず、略地図の地名間の関係抽出には Wikipedia カテゴリの類似度を用いて同位関係を判定し、同位オブジェクトの位置関係により略地図の分類をおこなった。次に、分類された略地図に対し、同位オブジェクトの位置関係を考慮した Street View 生成により、オブジェクト間の自然な切り替え及び Street View の冗長性を軽減する効果的な演出を提案した。

今後、提案システムの有効性の評価をおこなうとともに、Wikipedia カテゴリの階層構造に着目した地名間の関係抽出手法および映画文法を参考にした Street View の演出手法について検討をおこなう。また、今後の発展として、本研究で想定している略地図および Web ページ上の地理情報から抽出した地名間の関係に基づく、観光案内 Street View 生成システムの実現を目指す。

6. 謝辞

本研究の一部は、平成22年度科研費基盤研究(B)(2)「ユーザの潜在的意図を用いたレス・コンシャス情報検索基盤の構築」(課題番号:20300039)および平成22年度特別研究員奨励費(21.197)によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

7. 文献

- [1] 馬場口登, 堀江政彦, 上田俊弘, 淡誠一郎, 北橋忠宏: “経路理解支援のための略地図とその案内文の生成システム”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 3, pp. 791-800 (1997) .
- [2] Bing Maps Beta Street Side <http://www.bing.com/maps/explore/#5872/style=auto&lat=34.78347&lon=134.852493&z=11&pid=5874/5003/o=&a=&s=w>
- [3] EveryScape.com <http://www.everyscape.com/>

- [4] 藤井憲作, 杉山和弘: “歩行者ナビゲーション支援のための場所案内文生成手法”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-D-II, No. 11, pp. 2026-2034 (1999) .
- [5] 藤井憲作, 杉山和弘: “携帯端末向け案内地図生成システムの開発”, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 9, pp. 2394-2403 (2000) .
- [6] Google Maps Street View <http://maps.google.co.jp/maps?hl=ja&tab=wl>
- [7] goo ラボ ウォークスルーシステム <http://map.labs.goo.ne.jp/walkthrough/index.php>
- [8] historypin <http://www.historypin.com/>
- [9] 梶田健史, 山守一徳, 楊井誠一, 長谷川純一: “デフォルト地図の自動生成システムの開発”, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 9, pp. 1736-1744 (1996) .
- [10] Live Search Maps <http://preview.local.live.com/>
- [11] 萬上裕, 高倉弘喜, 上林弥彦: “多様な利用目的に応じた略地図の生成手法”, 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年後期) 全国大会 (1997) .
- [12] 丸山貴志子, 谷崎正明, 嶋田茂: “デフォルトマップ生成のための道路形状正規化モデルとそのシステムの評価”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J87-A, No. 1, pp. 108-109 (2004) .
- [13] 永田剛彦, 前田義信: “エージェントを用いた略地図における地理情報選択モデルの提案”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, pp. 479-484 (2006) .
- [14] 中谷 誠, Adam Jatowt, 大島 裕明, 田中 克己: “Wikipedia のリンク構造とカテゴリ構造を用いた検索語からの専門語の抽出”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2008, No. 88, 2008-DBS-146, pp. 253-258, (2008)
- [15] 中山浩太郎, 原隆浩, 西尾章次郎: “自然言語処理とリンク構造解析を利用した Wikipedia からの Web オントロジ自動構築に関する一手法”, A3-2, 第 19 回データ工学ワークショップ (DEWS2008), (2008) .
- [16] Navitte! <http://navitte.jp/route387.html>
- [17] 野田 陽平, 清田 陽司, 中川 裕志: “Wikipedia カテゴリネットワークからの意外性のある関係性の抽出”, 人工知能学会研究会, SIG-SW0-A901-04, (2009) .
- [18] Photosynth <http://photosynth.net/>
- [19] PhotoWalker <http://web.sfc.keio.ac.jp/~htanaka/earthwalker/photowalker/>
- [20] 角谷和俊, 正賀信寛, 上原邦昭: “WebSkimming: WWW ページ群の動的要約による閲覧支援”, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ (DEWS' 2000) 論文集, (2000) .
- [21] 田中清, 馬場口登, 北橋忠宏: “ユーザの意図を反映する略地図生成法の提案”, 信学技報, HC93-78 (1994) .
- [22] 立床雅司, 高橋慧, 齊藤昭則, 吉川正俊: “Wikipedia のリンク構造に基づく関連度を利用したコンテンツ検索手法と地球科学データへの応用”, 第 1 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2009), B2-5, (2009) .
- [23] 寺谷隆広, 北山大輔, 宮本節子, 角谷和俊: “オンライン地図における地理的・意味的特性に基づく表示オブジェクトの動的再構成方式”, 第 19 回データ工学ワークショップ (DEWS2008), A4-2, (2008) .
- [24] 矢次 耕太郎, 藤村直美, 牛尼 剛聡: “Insightful Slideshow: 意味的関連性に基づいた写真スライドショー自動構成手法”, 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, F6-4, (2010) .