

Google Maps を利用した 三次元位置タグ情報表示システムの設計と実装

丹後 偉也¹ 南 雄典² 三原 進也² 島田 秀輝¹ 佐藤 健哉²

概要: 近年, 路上風景の画像に対して施設の説明等の付加情報を表示させるシステムが普及してきている. このシステムでは, 付加情報の表示にタグと呼ばれるオブジェクトを用いており, タグには位置情報と付加情報が設定されている. そして位置情報をもとに路上風景の画像上でのタグの表示位置を計算し, タグの付加情報を表示している. しかし, 従来のシステムでのタグの位置情報には高度情報が含まれていないため, 例えば同じ建物の1階と2階にタグ付けしたい場合, 位置情報に差分をつける事ができないという問題がある. 本論文では, Google Maps を用いて, 従来のシステムにおけるタグに高度情報を付加させ, 路上風景の画像に対してタグの位置をより直感的に認識できるように表示させる, 三次元位置タグ情報表示の設計と実装をする.

キーワード: タグ情報表示, Google Maps, 三次元位置

Design and Implementation of 3D Position Tag Information View System based on Google Maps

TAKEYA TANGO¹ YUSUKE MINAMI² SHINYA MIHARA² HIDEKI SHIMADA¹ KENYA SATO²

Abstract: Recently, a system to display additional information such as the description of the facility to the image of the street view has been widespread. This system uses an object called a tag which has additional information and location information to display additional information. Then, it calculates the position of the tag on the image of the street view based on the position information, and shows the additional information of the tag. However, because the location information of the tag in a conventional system does not contain altitude information. Therefore, it has the problem, for example, if you want to tag in the first and second floor of the same building, and display position of the tag will be the same. In this paper, the design and implementation of 3D position tag information view system, which the system adds the altitude information to the tag using Google Maps in the conventional system, and displays the correct position from the tag for the image of the street view.

Keywords: Display Tag Information, Google Maps, 3D Position

1. はじめに

近年, 路上風景の画像の対象物に対して対象物の説明文等の付加情報を表示させる, タグ情報表示 [1] が普及してきている. タグ情報表示では対象物に対する付加情報の表示にタグというオブジェクトが用いられており, タグは位置情報と付加情報が設定されている. このシステムによ

り, ユーザは路上風景の画像から見える様々な対象物の説明を見ることができる.

しかし, 従来のタグ情報表示では, 路上風景の画像の視点の高度と異なる高度の対象物に対してタグ付けしたい時, タグの位置情報には高度情報を含ませていない. そのためタグを表示させる際, 高度に関して正しい位置に表示させることが不可能である. また, 対象物との距離を変化させてもタグの大きさが一定であったり, 建物の陰に対象物に隠れてもタグが表示されていたりすることによって,

¹ 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

² 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

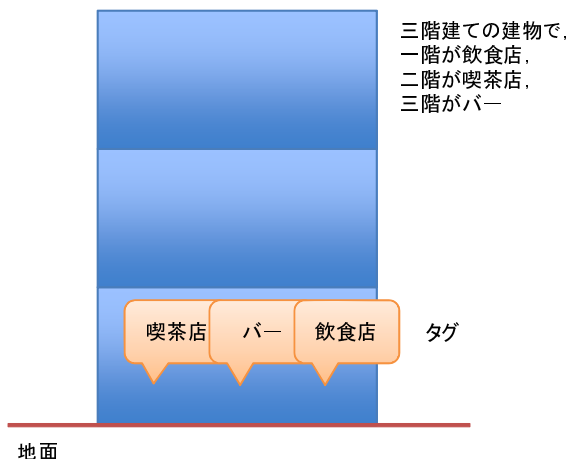


図1 従来のタグ情報表示でのタグ表示例(1)

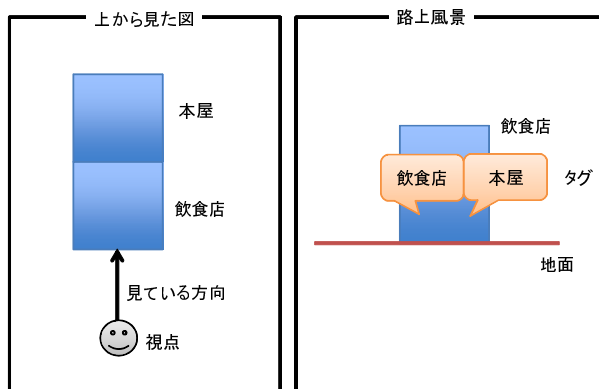


図2 従来のタグ情報表示でのタグ表示例(2)

ユーザは風景画像に対してどのタグがどの対象物を説明しているかを把握することが困難であるという問題がある。

本論文では、既存のタグ情報表示で用いられている二次元位置タグに対して高度情報を付加し、高度に応じたタグの表示位置や、距離に応じたタグの大きさや、タグが建物の陰に隠れるかどうかを計算することによって、タグを表示させる、三次元位置タグ情報表示システムの設計と実装を行う。

2. タグ表示

上記で述べたように従来のタグ情報表示では、視点の高度と異なる高度の対象物に対してタグ付けした時やタグの延長線上に他のタグがある時や建物の陰に隠れる時に、どのタグがどの対象物について説明しているかの把握が困難であるという問題がある。例えば、図1のように3階建ての建物にタグ付けした場合、2階と3階に対するタグはどのタグなのか判断することができない。また、図2のように上から見た視点に対して前後関係のある建物に対してタグ付けした場合も、今見えている建物に対するタグはどのタグなのか判断することができない。

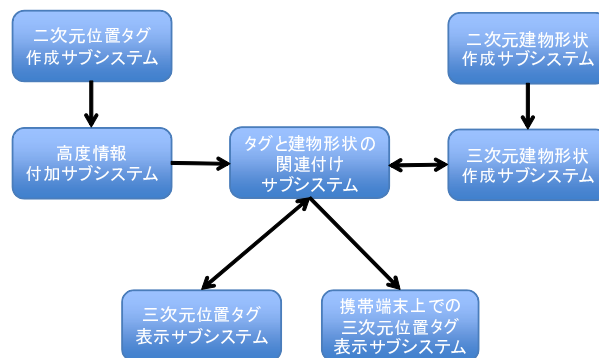


図3 提案システムの構成

3. 三次元位置タグ情報表示システム

3.1 概要

従来の二次元位置タグに対して高度情報を付加し、タグに三次元位置情報を持たせる。一方で、建物形状情報を作成する。そして、それぞれのタグが属する建物形状IDをタグに付加する。そして、タグ情報と建物形状情報をもとに路上風景画像に対してタグを表示させる。この時、実際に視認する位置へのタグ位置補正計算、タグの表示位置計算、距離に応じた表示サイズの計算、建物の形状に対するオクルージョンの計算を行い、より正しい位置へのタグ表示を実現させる。

3.2 システム構成

提案システムの機能はサブシステムに分ける。提案システムの構成について図3に示す。矢印はシステム同士のデータの受け渡しの関係を示す。

まず、二次元位置タグ作成サブシステムで、地図上から緯度、経度のみを位置情報とするタグを作成し、高度情報付加サブシステムでタグに高度情報と地形の高度情報を付加し、データベースにアップロードする。一方で、二次元建物形状作成サブシステムで、地図上から二次元建物形状を作成し、それをもとに三次元建物形状作成サブシステムで高度情報と地形の高度情報を付加することにより、三次元建物形状を作成する。この時、路上風景の画像に対して三次元建物形状を表示させ、実際の建物と高さが同じになるように高度を調整する。

三次元建物形状は図4のように、多角形に高さを加えた角柱で表現する。ただし、下方の頂点に関しては、緯度、経度は上方と同じ、高度は地面の高さと同じと見なせるので、上方の頂点の情報のみを持つ。

次に、建物形状の頂点の緯度、経度、高度から路上風景の画像に対する表示位置をどのように計算しているかを説明する。まず、視点から見て横方向の表示位置について考える。路上風景の画面左からの距離 x を求めたら良い。計算するためには、視点の視野角 D 、視点の向いている方位

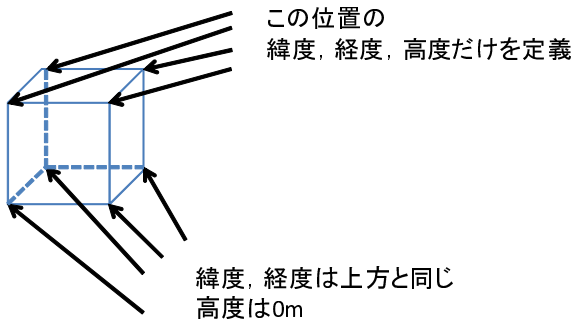


図4 建物形状の定義方法

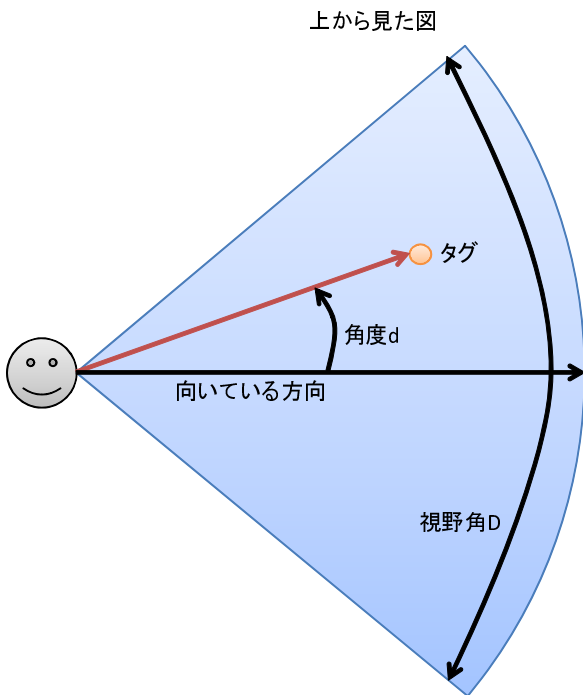


図5 視野角 D と角度 d の定義

角と視点からタグへの方位角との差分 d 、路上風景の画像のサイズ W を用いる。図5のように上から見たときに、視野角のうち、視野角左側からの角度を求めると、全体のうちの左右の割合が分かる。その割合に画像のサイズ W を掛けると、 x を求める事ができる。以上の計算を表す計算式を式(1)に示す。

$$x = W * (d + D/2) / D \quad (1)$$

次に、視点から見て縦方向の表示位置について考える。2点間は近距離である事を想定し、図6のように、地面は直線であるとして、地面、タグの高度から成す直角三角形を考え、アークタンジェントによって角度を計算する。ただし、高さについては視点の高度を考慮する必要がある。

そして、タグと建物形状の関連付けサブシステムで、それぞれのタグがどの建物形状に属するかを決定する。最後に、三次元位置タグ表示サブシステムで、タグを表示させる。

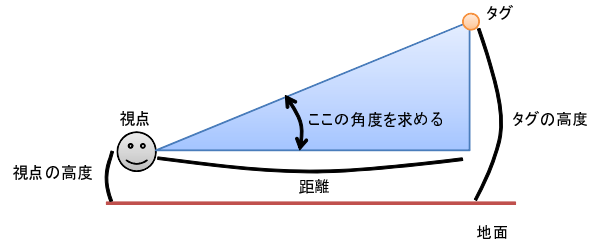


図6 視点からタグに対する仰角

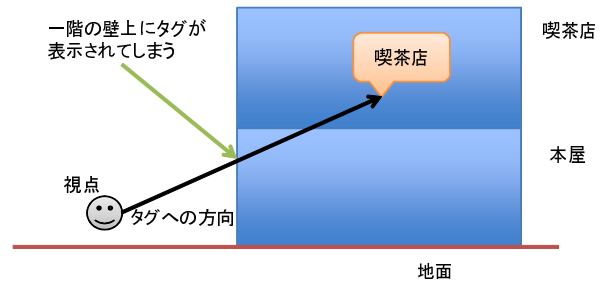


図7 三次元位置タグ表示時に発生する問題

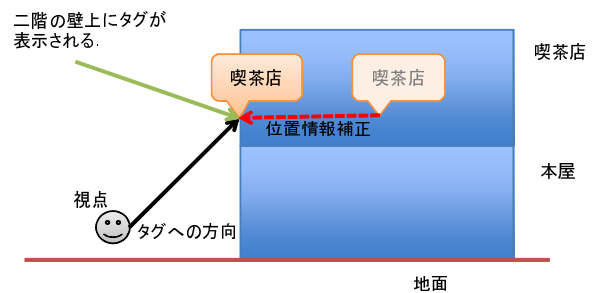


図8 三次元位置タグの位置情報補正の手法

しかし、高度情報を付加したタグをそのまま表示させてしまうと、図7のように、2階の高度に設定しておいたタグが1階の壁面上にタグが表示されてしまう事があり、ユーザは対象物の高さについて把握することが困難となる。そのため、図8のように、視認している建物の壁の位置までタグの位置情報を補正する必要がある。この視認する位置へのタグ位置補正のためにタグと建物形状との関連付けが必要である。

そのため、タグを表示させる前に、実際に視認する位置へのタグ位置補正を行う。それぞれのタグについて考える時、図9のようにタグに関連付けられた建物形状を選択し、視点 - タグ間に線を引いたとして、視点から建物形状の辺との交点までの距離 c を計算する。視点 - A - B で線を引いた三角形、視点 - 交点 - A で線を引いた三角形、視点 - 交点 - B で線を引いた三角形をそれぞれ考え、一つ目の三角形の面積は二つ目と三つ目の三角形の面積を足し合わせた面積と同じであることは明らかである。また三角形はある2辺とその2辺で成す角度がわかれば面積が求められる。視点 - A の距離を a 、視点 - B の距離を b 、視点 - 交点の距離を x 、視点 - A と視点 - 交点から成す角度を i 、

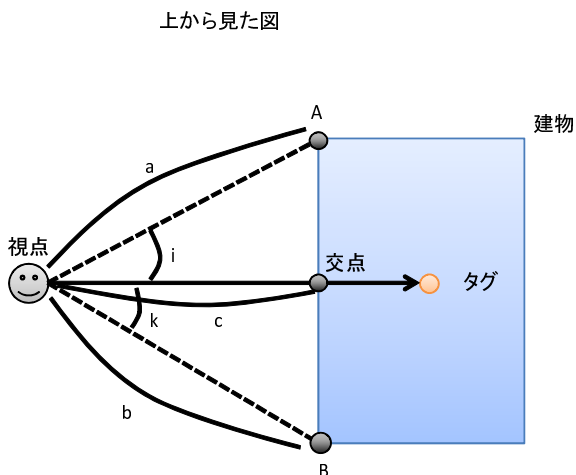


図9 視点から交点までの距離の計算のための線引き

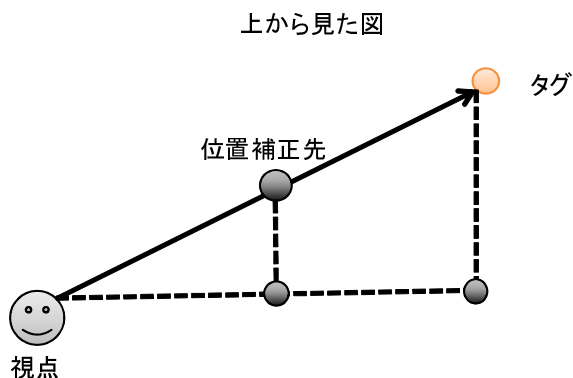


図10 三角形の相似による補正位置計算のための線引き

視点 - B と視点 - 交点から成す角度を k として、この性質から式 (2) が得られる。これを整理すると、式 (3) が得られ、視点から交点までの距離 c を求められる。次に、得られた距離と視点からタグまでの方位角から、緯度、経度を求め直す。これは図 10 のように、三角形の相似によって計算した。このようにして、タグの位置補正を行う。

$$\frac{1}{2}ab\sin(i+k) = \frac{1}{2}ac\sin i + \frac{1}{2}bc\sin k \quad (2)$$

$$c = \frac{ab\sin(i+k)}{a\sin i + b\sin k} \quad (3)$$

位置補正を行った後のタグ表示位置計算方法は三次元建物形状表示の位置計算手法と同じである。

次に、そのタグと関連付けされていない三次元建物形状とのオクルージョンを計算する。まず、横方向に関して考える。建物形状の辺毎に見て行き、視点から二つの形状点の間にタグがあるかを角度で確かめる事で内側か外側かを確認できる。内側にある場合は建物の陰に隠れる可能性があるため、計算を続け、外側にある場合は計算を終了し、次の辺の計算へ移る。次に、奥行きについて考える。辺と視点 - タグ間との交点を以上で行った計算方法で調べ、視点からタグまでの距離が交点までの距離より大きい場合

は、建物の陰に隠れる可能性があるため、計算を続ける。最後に、高さについて考える。交点の緯度、経度、高度から交点の表示位置を計算し、それより交点の表示位置よりタグの表示位置の方が低い場合は、建物より下にあるため、建物の陰に隠れるとする。以上の計算を行い、建物の陰に隠れる場合は薄く表示し、隠れない場合はそのまま表示する。また、タグの高度にタグの大きさを足した位置の表示位置計算を行い、タグの表示位置との高さの差分を取る事で、路上風景上でのタグの大きさを計算し、表示する事ができる。タグの大きさは定数とする。

以上のアルゴリズムによって、三次元位置タグ情報表示システムが実現される。

3.3 Google Maps API

パーソナルコンピュータ上での地図や路上風景の画像取得には、Google Maps API[2] を用いる。Google Maps API は、地図上の任意の点に対する緯度、経度を取得したり、路上風景の視点を設定した時の緯度、経度、方位角、仰角を取得したりすることもできる。今回は、インターネットブラウザを用いて API を参照する。路上風景の画像を取得できるサービスを Google ストリートビューと言う。

3.4 Google Elevation API

地形の高度取得には、Google Elevation API[3] を用いる。インターネットを通して、任意の地点の緯度、経度をパラメータとして与えてリクエストして、その地点の高度を取得する。

4. 設計と実装

4.1 二次元位置作成サブシステム

二次元位置作成サブシステムは、二次元位置タグを作成し、JSON でファイルに出力する。表示させた地図上から対象物の地点を決め、タグを作成する。この時のタグは ID、緯度、経度、説明文のパラメータを持つ。ファイルへは、タグの配列を JSON で出力する。以降の全てのサブシステムにおけるデータ交換で JSON を用いる。

4.2 高度情報付加サブシステム

高度情報付加サブシステムは、二次元位置タグをファイルから入力し、高度情報と地形の高度情報を付加し、タグ情報をデータベースにアップロードする。この時、高度情報には初期値を入れておき、後に編集する。地形の高度情報は、タグの緯度、経度を Google Elevation API を用いて取得する。この時のタグは ID、緯度、経度、高度、地形の高度、説明文のパラメータを持つ。

4.3 二次元建物形状作成サブシステム

二次元建物形状作成サブシステムは、二次元建物形状を



図 11 二次元建物形状作成サブシステムの動作例



図 12 三次元建物形状作成サブシステムの動作例

作成し、データベースにアップロードする。二次元建物形状は図 11 のように、地図上から多角形で表現する。この時の建物形状は ID、頂点の配列のパラメータを持ち、頂点は緯度、経度のパラメータを持つ。

4.4 三次元建物形状作成サブシステム

三次元建物形状作成サブシステムで、二次元建物形状をデータベースから受け取り、それぞれの頂点に高度情報を付加、編集し、建物形状情報をデータサーバにアップロードする。この時、Google Elevation API を用いて頂点の緯度、経度から地形の高度情報を付加する。高度情報には初期値を入れて、路上風景の画像に対して頂点を表示させる。表示させてから、実際の建物の高さで頂点の表示位置を修正することによって高度情報を編集する。

視点の視野角に関しては、Google Maps API によって取得することはできないので、あらかじめ知っておく必要がある。これは、実際に視点の向いている方向を右へ変化させ、右端にあった物体が左端まで移動するまでの角度を測ることによって知る事ができる。今回は視野角が 90 度であることがわかった。視点の向いている方位角は Google Maps API によって取得でき、視点からタグへの方位角は、視点の緯度、経度、タグの緯度、経度から求め、それぞれの方位角の差分を求める。

今回の実装では 2 点間の方位角の計算に半正矢関数の公式 [5] を用いた。半正矢関数の公式を用いた方位角の計算では、地球を球形として求めている。ただし、実際には地球は楕円に近いので、長距離の計算において 0.1 % 未満の誤差が出る。しかし、本論文では近距離であり、また、完全な精度を求めていないため、簡単な式で計算できるこの公式を用いた。また、二点間の距離についても求める事ができる。

Google ストリートビューでは 2.05m の高さで撮影されている [6] ので、視点の高さは 2.05m とする。

これで表示位置を計算することによって、図 12 のように、建物の一つ一つの頂点を画面上に表示する事ができる。点だけでは建物の形状がわかりにくいので、点同士に線を引いた。

4.5 タグと建物形状の関連付けサブシステム

タグと建物形状の関連付けサブシステムで、タグ情報と



図 13 タグと建物形状の関連付けサブシステムの動作例

建物形状情報をデータベースから受け取り、タグに関連する建物形状の ID を設定し、タグ情報をデータベースにアップロードする。図 13 のように、タグから建物形状の頂点へ線を引くことによってどのタグがどの建物形状に関連しているかを表現する。

4.6 三次元位置タグ表示サブシステム

三次元位置タグ表示サブシステムで、タグ情報と建物形状情報をデータサーバから受け取り、路上風景の画像の対象物に対してタグを表示させる。また、最初のタグの高度は初期値なので、路上風景の画像の対象物に合わせて高度を編集する。

4.7 携帯端末上での三次元位置タグ表示サブシステム

路上風景をカメラから取得し、緯度、経度を GPS から取得し、方位角、仰角をセンサから取得する。タグ情報と建物形状情報をデータベースから HTTP 通信で取得する。そこから、第 4.6 項と同じ計算方法で、タグの表示位置、オクルージョンによるタグの薄さ、距離によるタグの大きさを計算する。

5. 評価結果

ある地域にて 4 階建ての建物のそれぞれの階に対する、4 つの高度の異なるタグを作成し、様々な視点から表示位置を確認した。ほとんどの視点では、図 14 のようにどの階を説明しているかわかる表示位置となったが、視点の緯度、経度の誤差によっては図 15 のように 1 階分表示位置がずれる事もあった。

次に、距離によるタグのサイズの変化、また、オクルージョンの計算が正しく行われているか、実験した。図 16 のように、2 つの建物にタグを 3 つ配置した。黄色い人形が視点で、赤いマーカがタグである。タグ A とタグ A と囲っている建物と関連付けており、また、タグ B、タグ C



図 14 三次元位置タグの表示例 (1)



図 15 三次元位置タグの表示例 (2)



図 17 距離、オクルージョンの計算実験のための三次元位置タグの表示

ることによって、どのタグがどの対象物を説明しているかわりやすいようにタグを表示させることができたかどうかを確認した。



図 16 距離・オクルージョンの計算実験のための三次元位置タグの設定

とそれらを囲っている建物と関連付けている．そしてタグ A，タグ B には 10m，タグ C には 25m を設定している．そして、視点を設定した結果、図 17 のようにタグ B は建物の陰に隠れるため薄く表示させ、タグ C は建物よりも高い位置にあるため薄くさせずに表示させることが出来た．タグ A とタグ B を比べても、タグ A は大きく、タグ B は小さく表示出来た．

6. おわりに

近年、タグ情報表示が普及してきている．しかし、従来のタグ情報システムでは、タグに高度情報が含まれていなかったり、建物の形状情報を用いていないため、対象物に対して正しい位置にタグを表示することができず、ユーザはどのタグがどの対象物を説明しているかわからなくなる問題がある．

そこで、タグに高度情報を付加し、実際に視認する位置へのタグ位置補正や、距離やオクルージョンの計算を行ったりすることによって、タグの表示位置や表示形式の計算を行い、三次元位置タグ情報表示を設計、実装し、評価す

参考文献

- [1] 位置情報に基づく AR システム 入手先 (<http://www.mclab.ics.ritsumeai.ac.jp/pdf/IPSI-MGN510406.pdf>)
- [2] Google Maps API - Google Developers 入手先 (<https://developers.google.com/maps/>)
- [3] Google Elevation API - Google Developers 入手先 (<https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/>)
- [4] JSON 入手先 (<http://www.json.org/>)
- [5] Calculate distance and bearing between two Latitude/Longitude points using Haversine formula in JavaScript 入手先 (<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>)
- [6] Google ストリートビューのカメラ位置の更新入手先 (<http://googlejapan.blogspot.jp/2010/12/blog-post.html>)