放射斜投影図法による交差点周りの建物表現手法に関する研究

Representation of Buildings at Road Intersection using Radial Oblique Projection

柳 秀治*, 村井俊治**, 近津博文***, 田中尚行****

Hideharu YANAGI, Shunji MURAI, Hirofumi CHIKATSU, Naoyuki TANAKA

Abstract : 3 dimensional representation of local spatial data, such as bird's eye view, has been attracted attention because of these 3D maps gives realistic impression. However, these 3D maps are influenced by direction, e. g. a back parts of high building are not represented. With this in motive, the authors have been concentrating on developing the radial oblique projection which is the new 3 dimensional representation of local spatial data.

This paper presents 3 dimensional representation of buildings at road section using the radial oblique projection.

1. はじめに

従来の地図は線と面および点を用いて地物を紙の上に2次元的に表現したものである。したがって、地図上に地物の情報を全て表現するには限界があった。この問題を解決したのがコンピューター上での多様な地図表現を可能とした地理情報システムの表示機能である。

また、面に高さを加えて3次元的に表現された地図にコンピューター上で疑似的に作りだした建物の壁の絵や航空写真あるいは衛星画像をテクスチャーマッピングした鳥瞰図は地物を現実的にとらえる方法として普及してきた。この手法はカーナビゲーションシステムにも使用されるようになった他、ヴァーチャルリアリティーにおける仮想空間の3次元表示およびモデリング手法としても活用されている。

しかしながらこれらの鳥瞰図を一枚の紙地図で表現した場合、一方向のみから見た景観しか表現出来ないという欠点があると同時に高い建物が手前にある場合には建物によって表現出来ない部分が生じる。この問

題を解決するためには、3次元表示を可能とした新しい地図作りが必要となる。

このような背景から、本研究では4つの方向性を持つ交差点を例に取り、方向性に左右されずに交差点付近の建物および道路に面する建物の壁面等を一枚の地図上で3次元的に表現する手法を開発した。

2. 二次元地図と三次元地図の比較

本研究での新しい地図表現手法の開発のために、まず図1、2に示すような交差点周りのテストモデルを

図1 2次元地図

* (株)シオインフォクリエティブ

** 東京大学生産技術研究所

*** 東京電機大学理工学部建設工学科

****中央地図株式会社

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 36, NO. 3, 1997

図2 3次元地図

作成した。図1は2次元の地図であり、図2は図1中の面に高さを与えて3次元的に表現したものである。これらの図より、従来の2次元地図と3次元地図に対して以下に示すような特徴が確認される。

(1) 2次元地図の特徴

<長所>

- ・目的地までの距離を正しく知ることができる。
- ・人に道を教える時に易しく教えることができる。
- ・表現方法が簡単である。

<短所>

- ・面と線および点で地物を表現しているため表示できる情報量に限界がある。
- ・目標とする地物の周囲の状況が判断しにくい。

(2) 3次元地図の特徴

<長所>

- ・目標とする地物の周囲の状況を判断できる。
- ・現実的な表現ができる。

<短所>

- ・視点の位置が変わることによって縮尺も変わるため目的地までの距離を正しく知ることが難しい。
- ・表現手法が複雑で多くの描画時間を必要とする。
- ・地物の陰になる場所は表現されない。
- ・鳥瞰図を一枚の紙地図で表現した場合、一方向しか表現することができない。

したがって、本研究ではこれらの従来の地図の特徴より、

- ・目的地までの距離を正しく知ることができる。
- ・目標とする地物の周囲の状況を視覚的に判断できる。

・地物の陰になる場所でも表現できる。

・方向性に影響されない。

等の特徴を持った新しい地図表現手法の開発を行なうことが目的であり、この手法を「放射斜投影図法」と呼ぶ。

3. 放射斜投影図法

放射斜投影図法とは、前述の特徴を持ち、この図法を用いて描かれた地図はどの方向から見ても3次元的に道路に面する建物の壁面を全て認識でき、目標移動カ所への案内手段としての利便性を向上させるものである。

本研究での放射斜投影図の作成手順を以下に示す。

(1) 交差する道路の中心から内角の2等分線(O)を引き、2等分線に平行な直線(A, B)を建物の幅に比例させて引く(図3.1, 2)。

(2) (1)で引いた直線上で道路の端c, c'点から建物の高さhだけ離れた点をd, d'とし、d, d'点より道路に平行な線を2等分線と交わるまで引く(図4)。

(3) 建物とは関係ない線を消去する(図5)。

以上の手順をふまえて図1に示した交差点周りのテストモデルに対して作成された放射斜投影図を図6に

図3.1 建物図(サンプル)

図3.2 手順1

図4 手順2

図5 手順3

図6 放射斜投影図

示す。図6より、放射斜投影図法により作成された地図は本研究の目的を達成していることが理解される。

ところで、これまでの手順は道路が直交する交差点においての説明をした。しかし、全ての交差点において道路が直交するとは限らない。ここでは曲線道路が含まれる場合の手順を以下に示す。

図7 手順4

図8 手順5

図9.1 手順6

図9.2 手順7

(1) 曲線道路の最大勾配の点を接点とし接線を引く(図7)。または曲線道路において曲率を失う点を終点とし交差点の中心と終点を直線で結ぶ(図8)。

(2) 以下、直線道路と同じ手順で建物を描く。

しかしこの方法では建物が中心より離れていくにしたがって描画される建物は道路からずれてしまう(図9.1)。この場合は建物の角の一点が道路に触れるように建物の絵を直線道路に対して平行移動させる(図9.2)。この方法により描画したものを図10に示す。

図10 曲線道路における放射斜投影図法

なお、ここでの説明では一つの道路は直線であったが、曲線同士の道路が交差する場合でも本手法は成り立つ。また、太さが異なる道路の交差点の場合においても本手法は成り立つ。

4. 画像の取得

今まで述べてきた方法を用いて実際に交差点付近の放射斜投影図を作るためには建物一つ一つの幅、高さの情報および窓や看板など建物の壁面の情報が必要となる。これは建物が密集する地域においては大変な作業となる。

そこで本研究では超広角レンズを用いた写真を使用することとした。超広角写真を用いる利点は建物の幅、高さ、壁面の情報を一度に入手することができることであり、さらに描画された建物の壁面にテクスチャーマッピングを施すことにより、現実的な3次元空間を再現出来ることにある。

(1) レンズ歪みの補正

図11は超広角レンズにより東京電機大学本館棟を撮影したものである。超広角レンズの場合には著しいレンズ歪みが生じるが、図11からも明かなように建物はレンズ歪みの影響により湾曲を描いて撮影されている。したがって、本研究では以下に示す方法によりレンズ歪みの補正を行なうこととする。

まず、図11中の建物の中で本来ならば直線である特徴線を探し、その線上に任意に5つの点(A～E)を定める(図12)。

各5つの点と主点との距離をそれぞれ $r_1, r_2 \dots r_5$ と

図11 校舎

図12 補正

する。これらの距離は主点と各点に対する画面座標より計算される値である。

また、今回使用したレンズは等立体角射影方式を採用しているため、式(1)により両端の点A, Eに対する立体角 ϕ_1, ϕ_5 を求め、その平均値を用いて直線 OO' を引く。

$$\begin{aligned} r_1 &= 2f \sin(\phi_1/2) \\ r_5 &= 2f \sin(\phi_5/2) \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、

r : 主点からの距離

ϕ : 立体角

f : 焦点距離

次に、レンズ歪み (dr) は式(2)で示す多項式により近似されるものとし、式(2)の係数 a_1, a_2, a_3 を最小二乗法により求め、各 r に対するレンズ歪みの補正を行なう。この操作により図11の写真に対してレンズ歪みの補正を行なった結果を図13に示す。

$$dr = a_1 r + a_2 r^3 + a_3 r^5 \quad (2)$$

図13 補正結果

5. 実空間への応用

銀座4丁目の交差点において本研究で開発した放射斜投影図法の実空間での検討を行なった。銀座4丁目の交差点の選定理由はこの交差点は日曜日は歩行者天国となるため交差点周りの建物の撮影が簡単に行なえるためである。なお、現場では建物の幅だけの測定を行ない、建物の高さは、写真上の建物の幅と高さの関係から算出した。

実際に超広角レンズにより撮影を行なってきた写真を第4章で示した方法によりレンズ歪みの補正を行ない、補正後の画像を用いてテクスチャマッピングを施した放射斜投影図を図14に示す。

6. まとめ

図14に示すように方向性にとらわれずに交差点付近の建物および道路に面する建物の壁面などを3次的に表現することができた。

しかし、現段階では一枚の地図を作成するのに写真

図14 写真付き放射斜投影図

の現像などで大変な時間がかかる。よって今後の課題としては、家庭用の8ミリビデオカメラなどの利用による時間短縮などが挙げられる。

また、本手法と地理情報システムとの結合により各建物に属性データを与えて建物情報までをも知ることが可能となる。

(受付日1997.3.5, 受理日1997.5.9)

参考文献

- 1) 日本写真測量学会；“立体写真のみかた・とりかた・つくりかた”，技報堂出版
- 2) 日本写真測量学会；“解析写真測量”
- 3) 中川治平；“レンズ設計工学”，東海大学出版会