

IV-56

市街化区域区分支援システムへの知識工学的手法の適用

東京大学工学部 正員 清水英範
 東京大学工学部 正員 中村英夫
 日本電信電話 正員 高野秀也

1. はじめに

市街化区域と市街化調整区域の区域区分（いわゆる線引き）制度は、都市計画区域内の計画的な市街地形成を目的とするものであり、将来の適切な土地利用を図るためにも、また効率的な基盤整備を行うためにも、その制度の適正な運用はきわめて重要である。そのためには、未線引き地域においては将来の都市活動にみあった合理的な線引き決定が必要であり、既線引き地域においては過大な市街化区域面積の設定によるスプロールの可能性を防ぐためにも、また必要な開発地域を適切な条件の土地に求めるためにも、随時見直しを行う必要がある。

本研究は、このような線引きの決定及び見直しを合理的かつ効率的に行うための計算機支援システムの開発を目的としている。ここで、このような計画支援システムの開発にあたっては、計画担当者が経験的な判断に基づいて意思決定してきた部分をどのようにシステムに導入するかということが常に課題となる。本研究では、この課題に対して、知識工学的手法の1つである Dempster-Shafer理論の導入を試みている。本稿では、主にこの手法とその適用例について報告する。

2. 線引き支援システムの構成

現在、線引きを行う際に拠りどころとなっているのは、都市計画法施行令と建設省通達による「市街化区域及び市街化調整区域の決定及び見直しに関する基準」¹⁾である。計画担当者は、これらの基準に基づき、他計画との関連、地域の個別事情さらには地域の将来人口等のフレームを考慮して線引き代替案を作成していく。このような過程を支援するには、「データベース」、データを計画策定にとって有効な情報へと変換する「データ加工・処理システム」、及びそれらの情報をもとに合理的かつ効率的に計画代替案を作成する「計画代替案作成システム」の開発が必要である。しかし、個別の計画支援システムのために、データベースやデータ加工・処理システ

ムを開発するのはあまり効率的であるとは言えない。そこで本研究では、計画代替案作成システムのみを作成し、それを既存の地理情報システムにリンクさせる構成にしている。

3. Dempster-Shafer理論の応用

本研究では、この計画代替案作成システムに Dempster-Shafer 理論²⁾を応用し、計画者の経験的な意思決定行動のシステムへの導入を試みている。ここでは、具体的な例に基づき、Dempster-Shafer理論及びその応用方法について説明する。

(1) 経験的判断の表現

まず、計画者の「…のような地域は…区域にするべきである」あるいは「したほうがよい」といった経験的判断を以下のような IF THENルールとそのルールに対する計画者の判断測度として表現する。

	条件(IF)	結論(THEN)	判断測度
ルール1；	A (下水道整備区域)	X (市街化区域)	P_1
ルール2；	B (災害危険区域)	Y (市街化調整区域)	P_2
：	：	：	：

ここで、判断測度は、ルールそのものに対する確信度や利用データに対する信頼性等を考慮した、計画者がそのルールに対して持つ総合的な確信度を示すものであり、 $[0,1]$ をとる一種の確率として表現する。ただし、一般的な Bayes確率と異なるのは、例えばルール1の場合、 $(1-P_1)$ を市街化調整区域の判断測度と考えるのではなく、「判断がつかない」（すなわち、市街化区域でも市街化調整区域でもありうる）という1つの結論の判断測度と考える。このような取り扱いをすることによって、結論に対する拒否と無知とを区別することができる。

(2) 最終的な結論とその判断測度の求め方

このようにして表現したルール集合から最終的には、①X（市街化区域）、②Y（市街化調整区域）、③XまたはY（Z：判断つかず）、④XかつY（ ϕ ：矛盾）という4つの結論が導かれる。そして、各ルールおよび判断測度が互いに独立であると仮定す

れば、これら最終的な結論に対する判断測度は、それらの同時確率として求めることができる。図1は、その簡単な例として、ルール1、2という2つのルールのみから求まる最終結論とその判断測度を示したものである。ただし、実際には「XかつY」という矛盾する結論の判断測度を0とし、その他の結論の判断測度の和が1となるよう正規化する。なお、ルールが3つ以上の場合においても、これと同様の方法で順次ルールを統合することによって最終的な結論を導き出すことができる。

ルール1 のみによる 判断	Z ($1-P_1$)	Y ($(1-P_1)P_2$)	Z ($(1-P_1) \cdot (1-P_2)$)
	X (P_1)	ϕ $P_1 \cdot P_2$	X $P_1(1-P_2)$
		Y (P_2)	Z ($(1-P_2)$)
ルール2のみによる判断			

図1 2つのルールによる結論と判断測度

4. 適用

以上の方法を計算機により支援するシステムを作成し、それを筆者らが横浜市港北区を対象地域として試験的に開発している地理情報システムに統合することによって実際問題への適用を試みた。表2は、適用に際して作成した線引き設定のルール集合の例である。Dempster-Shafer 理論は、各ルールの条件部に相当する地域を互いに重ね合わせることによって区分される各地域ごとに適用し、市街化区域に対する正規化した判断測度が0.8以上の地域を市街化区域とした。以上の結果を、実際の線引き状況と比較して示したのが写真1である。

5. おわりに

本研究では、計画者の曖昧性を持つ経験的な意思決定行動を Dempster-Shafer理論によって導入した線引き支援システムを開発し、その有効性を示した。

作成した推論システムは、汎用性に富み、ルール集合を変えることによって用途地域指定等の土地利用計画にも十分適用可能である。なお、システムをこのように拡張していくためには、複数の異なる専門家による判断をも1つのルール集合として表現できるようにしておくことが必要であるが、その際判断測度をいかにして合理的に設定するかということが大きな問題であり、今後の課題としたい。

【参考文献】

- 1) 日本都市計画学会：都市計画マニュアル第1巻、土地利用2、ぎょうせい、1986
- 2) 石塚満：不確かな知識の取り扱い、計測と制御、Vol.22, No.9, 1983

表1 線引きのためのルール集合の例

条件	結論	判断測度
I 既成市街地に関する判断基準 1；既成市街地 ¹⁾	→ 市街化区域	0.9
II 社会基盤整備に関する判断基準 2；鉄道駅から1km以内 3；幹線道路から200m以内 4；下水道整備区域	→ 市街化区域 → 市街化区域 → 市街化区域	0.8 0.8 0.8
III 開発区域に関する判断基準 5；開発計画区域 ²⁾	→ 市街化区域	1.0
IV 保全すべき区域に関する判断基準 6；緑地保全区域 7；10ha以上の集団農地	→ 市街化調整区域 → 市街化調整区域	1.0 0.9
V 危険区域に関する判断基準 8；浸水危険区域 9；高潮危険区域 10；崖崩れ危険区域	→ 市街化調整区域 → 市街化調整区域 → 市街化調整区域	0.9 0.8 0.8

- 1) 人口密度40人/ha以上の連担した区域で、かつ人口が5,000人以上の区域
- 2) 土地区画整理事業区域、住宅造成事業区域

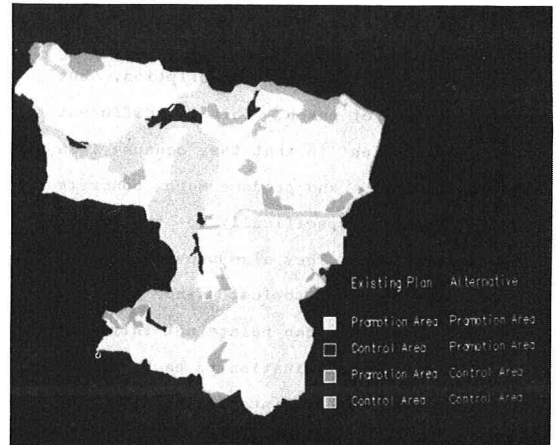


写真1 線引き代替案の作成例