

ファジィ測度・ファジィ積分用 マクロの使い方

専修大学 商学部 高萩栄一郎

2009年9月1日

目次

1	はじめに	1
2	準備	2
3	ファジィ測度・シヨケ積分	2
3.1	ファジィ測度の表現方法	2
3.2	シヨケ積分	3
3.3	Shapley 値	3
3.4	菅野積分	3
3.5	メビウス変換	4
4	λ ファジィ測度によるファジィ測度の割り当て	4
4.1	入力の数基準によるファジィ測度の割り当て	4
4.2	シングルトンファジィ測度比率基準によるファジィ測度の割り当て	6
4.3	Shapley 値基準によるファジィ測度の割り当て	6
5	メンバーシップ関数	7
5.1	区分線形のメンバーシップ関数から求める	7
5.2	希望値と入力値の比率から満足度のメンバーシップ値を求める	7
5.3	離散値の満足度対応表から満足度を求める	8

1 はじめに

この文書は、ファジィ測度積分を計算するための Excel の関数「ファジィ測度・ファジィ積分用 マクロ」の使い方について述べたものである。このマクロは、1995年11月21日に行われた日本ファジィ学会評価問題研究会の「ファジィ評価講習会」の受講者に、ファジィ測度・ファジィ積分を実験的に利用するために配布し、その後、関数を追加削除し、解説記事「Web サービスと表計算によるファジィ検索－ファジィ積分による評価－」[1]用に再構成したものである。ファジィ測度、ファジィ積分の説明を含めて、この解説に詳しい。この解説の読んだから、本利用法を読んでいただきたい。本利用法は、解説記事に記載されていない関数を含め、各

関数の説明である。

本ファイルのプログラムは、自由に参照できるようにしてある。プログラムの利用、学術目的であれば、自由に利用、改変してよい。

2 準備

マクロを使用しているため、次のような準備が必要である。

1. マクロを有効にする必要がある。

Excel 2007 の場合 セキュリティの警告が表示されるので、[オプション] をクリックして、「このコンテンツを有効にする」を選択

Excel 2003 の場合 メニューの [ツール]→[オプション]→[セキュリティ]→[マクロセキュリティ] とし、「中」に設定する。ファイルを開くと、[セキュリティの警告] のウインドウが表示されるので、[マクロを有効にする] を選択する。

2. ファイルのダウンロード

<http://www.isc.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/fuzzy/soft.htm> から、「fzint.xls」をダウンロードする。

3. プログラムを修正する場合 (Excel 2007 の場合のみ)

リボンに [開発] のタブを表示させる。Office ボタン → Excel のオプション → 基本設定 → [開発] タブのリボンに表示する。

3 ファジィ測度・シヨケ積分

シート「 $n = 3$ 」を例に、一般のファジィ測度の表現とシヨケ積分の利用法を示す。

3.1 ファジィ測度の表現方法

ファジィ測度は、表計算の範囲で表現している。全体集合が $X = \{1, \dots, n\}$ の場合、 X の部分集合は、 2^n 個 (空集合、全体集合を含む) なので、ファジィ測度は、範囲の最初のセルを空集合、最後を全体集合 X になるように次のように表現する。 $\mu(A)$ の A の集合番号は、 A に含まれるすべての要素についての 2 の (各要素番号-1) 乗の和である。 $A = \{1, 3, 6\}$ の集合番号は、 $2^{1-1} + 2^{3-1} + 2^{6-1} = 1 + 4 + 32 = 37$ である。

シート「 $n = 3$ 」の F4:F11 に集合番号、G4:G11 に関数 vtoset(表 1) を使い、対応する集合を表示している。

表 1 関数 vtoset の使い方

引数	内容
引数 1	n (評価基準数)
引数 2	集合番号
出力値	集合 (文字列)

シート「 $n = 3$ 」の H4:H11 に、G 列の集合に対応するファジィ測度を記載している。また、C4:C6 に、入力値 (非積分関数の値) $h(1), h(2), h(3)$ を記載している。

3.2 ショケ積分

R8 に , ショケ積分値を関数 `ex_Choquet_int`(表 2) を使って計算している .

表 2 関数 `ex_Choquet_int` の使い方

引数	内容	R8 での例
引数 1	n (評価基準数)	3
引数 2	ファジィ測度 (範囲)	H4:H11
引数 3	入力値 (範囲)	C4:C6
出力値	ショケ積分値	

3.3 Shapley 値

Shapley 値は , 平均の重要度である . B9:B11 に , ファジィ測度 (H1:H11) の Shapley 値を関数 `ex_Shapleyv`(表 3) で計算している .

表 3 関数 `ex_Shapleyv` の使い方

引数	内容	B9 での例
引数 1	n (評価基準数)	3
引数 2	何番目の評価項目の Shapley 値を出力するか	1
引数 2	ファジィ測度 (範囲)	H4:H11
出力値	引数 3 で示した番目の Shapley 値	

3.4 菅野積分

シート「Sugeno」に , ショケ積分の代わりに菅野積分を使った例を示す . Q9 に , `ex_sugeno_int`(表 4) を使って計算した例を示した .

表 4 関数 `ex_Sugeno_int` の使い方

引数	内容	Q9 での例
引数 1	n (評価基準数)	3
引数 2	ファジィ測度 (範囲)	H4:H11
引数 3	入力値 (範囲)	C4:C6
出力値	菅野積分値	

3.5 メビウス変換

シート「メビウス変換」に、ファジィ測度のメビウス変換値を求める関数を示す(表5)。F7に、ファジィ測度D6:D13の{1}のメビウス変換値を関数ex_mobiusを使って計算例を示した。

表5 関数ex_mobiusの使い方

引数	内容	F7での例
引数1	n (評価基準数)	3
引数2	メビウス変換を出力する集合番号	1
引数3	ファジィ測度の範囲	D6:D13
出力値	メビウス変換値	

次に、メビウス変換値からファジィ測度を求める関数ex_mobius_fmを示す(表6)。H7に、メビウス変換値の範囲F6:F13から求めた{1}のファジィ測度の値を求める関数ex_mobiusを使って計算した。

表6 関数ex_mobius_fmの使い方

引数	内容	H7での例
引数1	n (評価基準数)	3
引数2	ファジィ測度を出力する集合番号	1
引数3	メビウス変換値の範囲	F6:F13
出力値	ファジィ測度の値	

4 λ ファジィ測度によるファジィ測度の割り当て

すべての集合($A \cap B = \emptyset$)間で λ ファジィ測度の制約 $\mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B) + \lambda\mu(A)\mu(B)$, $-1 < \lambda$ を満たしたファジィ測度を割り当てる。重み(w_1, w_2, \dots, w_n)と λ を決めて、この制約を満たすファジィ測度を同定する場合、重みの意味によって同定結果が異なる。そこで、「入力の数基準」、「シングルトンファジィ測度比率基準」、「Shapley値基準」の3つの基準で割り当てる方法を示す。

λ は、 $-1 < \lambda$ で、負の値の時、代替的(列加法的なファジィ測度)で、正の値の時補完的(優加法的)な評価である。このマクロでは、 λ に代わり、 ξ を用いる。 $\lambda = \frac{(1-\xi)^2}{\xi^2} - 1$, $\xi = \frac{1}{\sqrt{\lambda+1}+1}$ で相互に変換できる。 ξ は、0.5未満で補完的(優加法的)、0.5より大で代替的(列加法的)である。これらの変換を行う関数lambdatoxi(表7)とxitolambda(表8)に示す。

4.1 入力の数基準によるファジィ測度の割り当て

入力の数基準[2]は、重要度を非負の整数とする。各評価項目の重要度の和の数入力があるとして、等重みでファジィ測度を割り当てる。ファジィ測度は、その重要度分合わせた集合である。実際は、 ϕ_s 変換[3]を使って割り当てる。

表 7 関数 lambdatoxi の使い方

引数	内容
引数 1	λ
出力値	λ から求めた ξ

表 8 関数 xitolambda の使い方

引数	内容
引数 1	ξ
出力値	ξ から求めた λ

シート「入力の数基準」は、その利用法である。 n, w_1, \dots, w_n, ξ から、関数 ex_vasfm_xiinpn(表 9) を使って求める。

表 9 関数 ex_vasfm_xiinpn の使い方

引数	内容	H9 での例
引数 1	評価基準数	4 (C9)
引数 2	ξ	0.2 (C17)
引数 3	重要度 (範囲)	C11:C14
引数 4	出力するファジィ測度の集合番号	F9
出力値	ファジィ測度の値	

関数 ex_vasfm_xiinpn を使わなくても、集合に含まれる要素の重要度から ϕ_s 変換を使ってファジィ測度を求めることができる。M9:M24 は、集合に対応する重要度の合計である。 ϕ_s 変換は、 $s = \lambda + 1$ と u に重要度の合計を入れ、 $\phi_s(u) = \frac{s^u - 1}{s - 1}$ で求める (ただし、 $u = 1.0$ の場合、 $s = 0, 1, +\infty$ の場合は別定義)。この変換を行う関数が phis_trans(表 10)、 s の代わりに ξ を使うのが phixi_trans(表 11) である。

表 10 関数 phis_trans の使い方

引数	内容
引数 1	s
引数 2	u (重要度の合計)
出力値	ファジィ測度の値

シヨケ積分値を求めるには、すべてのファジィ測度の値 (H9:H24) を求めてから、B34 のようにシヨケ積分を計算する関数 ex_Choquet_int(2) を適用する。ファジィ測度の値をあらかじめ計算せずに、シヨケ積分値を計算する関数 c_int (表 12) を作成し、B38 で利用している。

表 11 関数 phixi_trans の使い方

引数	内容
引数 1	ξ
引数 2	u (重要度の合計)
出力値	ファジィ測度の値

表 12 関数 c_int の使い方

引数	内容
引数 1	ξ
引数 2	n (評価基準の数)
引数 3	入力値の範囲
引数 4	重要度の範囲
出力値	シヨケ積分値

4.2 シングルトンファジィ測度比率基準によるファジィ測度の割り当て

シングルトンファジィ測度比率基準 [2] は、シングルトンのファジィ測度の比率を重みとする基準である。
 $w_1 : w_2 : \dots : w_n = \mu(\{1\}) : \mu(\{2\}) : \dots : \mu(\{n\})$ とする。

シート「シングルトンファジィ測度比率基準」は、その利用法である。 n, w_1, \dots, w_n, ξ から、関数 ex_vasfm_xisinglton(表 13) を使って求める。

表 13 関数 ex_vasfm_xisinglton の使い方

引数	内容	H9 での例
引数 1	評価基準数	4 (C9)
引数 2	ξ	0.2 (C17)
引数 3	重要度 (範囲)	C11:C14
引数 4	出力するファジィ測度の集合番号	F9
出力値	ファジィ測度の値	

4.3 Shapley 値基準によるファジィ測度の割り当て

Shapley 値基準 [2] は、Shapley 値基準を重要度とする基準である。

シート「Shapley 値基準」は、その利用法である。 n, w_1, \dots, w_n, ξ から、関数 ex_vasfm_xishapleyv(表 14) を使って求める。

表 14 関数 ex_vasfm_xishapleyv の使い方

引数	内容	H9 での例
引数 1	評価基準数	4 (C9)
引数 2	ξ	0.2 (C17)
引数 3	重要度 (範囲)	C11:C14
引数 4	出力するファジィ測度の集合番号	F9
出力値	ファジィ測度の値	

5 メンバーシップ関数

シヨケ積分の入力値 (被積分関数) を求めるのに利用する関数を作成した。

5.1 区分線形のメンバーシップ関数から求める

シート「mfvalue」は、区分線形関数の屈折点の (x, y) の値を与え、区分線形関数 $f(x)$ を求め、 x を与えて、 $y = f(x)$ を求める関数である。

表 15 関数 mfvalue の使い方

引数	内容	C15 の例
引数 1	屈折点の数	5
引数 2	x の値	C12
引数 3	屈折点の x の範囲	B5:B9
引数 4	屈折点の y の範囲	C5:C9
出力値	メンバーシップ関数の値	

5.2 希望値と入力値の比率から満足度のメンバーシップ値を求める

cont_eval(表 16) は、希望値と入力値を与え、その比率 $\frac{\text{入力値}}{\text{希望値}}$ から、満足度を求める関数である。シート「cont_eval」にその利用法を示した。

表 16 関数 cont_eval の使い方

引数	内容	C15 の例
引数 1	入力値	C13
引数 2	希望値	C12
引数 3	比率 $\frac{\text{入力値}}{\text{希望値}}$ と満足度の対応表の範囲	B4:C8
出力値	満足度	

5.3 離散値の満足度対応表から満足度を求める

関数 `descreate_eval`(表 17) は、離散値の満足度対応表から満足度を求める関数である。シート「`descreate_eval`」にその使い方を示した。

表 17 関数 `descreate_eval` の使い方

引数	内容	C17 の例
引数 1	入力値	C15
引数 2	希望値	C14
引数 3	入力値と希望値と満足度の対応表の範囲	B3:G8
引数 4	対応表にないとき TRUE:0 を出力, FLASE:エラー#VALUE を出力	
出力値	満足度	

参考文献

- [1] 高萩 栄一郎, 井田 正明: Web サービスと表計算によるファジィ検索 –ファジィ積分による評価 – 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), 21(4), 2009.
- [2] 高萩 栄一郎: 重要度と による ファジィ測度の同定について, 日本ファジィ学会誌, 12(5), 73-84, 2000.
- [3] 塚本弥八郎: 不確実性を伴う意思決定問題のファジィ測度論による分析, 藪内稔, 塚本弥八郎, 中村和夫 編, 講座ファジィ 14, ファジィ理論と人文・社会科学, 日刊工業新聞社, 1994.

[問合せ先]

〒214-8580 川崎市多摩区東三田 2-1-1

専修大学商学部

高萩 栄一郎

TEL: 044-900-7988

FAX: 044-900-7849

E-mail: takahagi@isc.senshu-u.ac.jp