第 14 卷 第 9 期 2014 年 3 月
1671—1815(2014)09-0207-05

科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering

Vol. 14 No. 9 Mar. 2014
© 2014 Sci. Tech. Engrg.

基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 集相似度量

赵雪芬
(宁夏大学新华学院, 银川 750021)

摘 要 分析了 Vague 集存在未知度,表明了存在不确定性的原因。指出了现有 Vague 集相似度量方法存在的不足。在充分考虑了 Vague 集不确定性和对 Lukasiewicz 蕴涵算子进行研究后,提出了一个基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 集相似度量新方法;并证明该方法满足相似度量基本准则。通过与现有相似度量方法的比较,说明新的相似度量方法克服了现有相似度量方法的不足,考虑了未知度因素对相似度量的影响,能够有效合理地区分数据。

关键词 Lukasiewicz 蕴涵算子 Vague 集 相似度量 未知度
中图法分类号 TP301.6; **文献标志码** A

Gau 和 Buehrer[1] 在 1993 年提出了 Vague 集的概念,将 Fuzzy 集理论[2] 进行了发展和推广。利用 Vague 集可以更加精确地描述模糊信息,对不确定信息的处理也更灵活。Vague 集已经成功应用于信息融合、智能信息处理和模糊控制等领域。Vague 集相似度量在这些应用中起着重要的作用。

目前,已经有很多文献对 Vague 集相似度量方法进行了研究,从是否考虑到存在未知度就存在不确定性角度来看,可以把这些相似度量方法分为两类:一类方法忽视了存在未知度就对相似度量的影响,使用这类方法得到的度量结果必然是不合理的;另一类方法考虑了存在未知度会对相似度量的影响,得到的相似度量结果比较合理;但是对于一些数据相似性的区分度不准确,需要进一步提高相似度量的准确性。

在研究相似度量的过程中,一些文献试图通过蕴涵算子来研究相似度,这对研究 Vague 集的相似度提供了很好的方向。现有的从蕴涵算子角度研究相似度量的文献较少,而且由于没有充分考虑未知度因素对 Vague 集相似度量的影响,导致看了度量结果不合理,本文针对现有相似度量方法的不足,以未知度为研究的出发点,利用 Lukasiewicz 蕴涵算子研究 Vague 集相似度,并提出了一个新的相似度量方法。

2013 年 10 月 30 日收到 宁夏高等学校科学技术研究项目(NGY2012110)资助

作者简介:赵雪芬(1983—),女,汉族,宁夏银川人,博士研究生,讲师。研究方向:统计学与人工智能的数学基础。E-mail:snownfen@163.com。

1 基本知识

定义 1 设 $U=\{x_1,x_2,\cdots,x_n\}$ 是一个论域,对于 U 的任一元素 x, U 中的一个 Vague 集 A 是由真隶属函数 t_A 和假隶属函数 f_A 所描述: $t_A:U\to[0,1]$, $f_A:U\to[0,1]$ 满足 $0\leqslant t_A(x_i)+f_A(x_i)\leqslant 1$, 其中 $t_A(x_i)$ 是支持 $x\in A$ 的证据的隶属度下界, $f_A(x_i)$ 是反对 $x\in A$ 的证据的隶属度下界,称 $\pi_A(x_i)=1-t_A(x_i)-f_A(x_i)$ 为 x 对于 Vague 集 A 的不确定度(未知度),是 x 相对于 A 的位置信息的一种度量。显然 $0\leqslant\pi_A(x_i)\leqslant 1$, $\pi_A(x_i)$ 值越大,说明 x 对于 A 的未知信息越多。

设 A 为一个 Vague 集,当 U 离散时,将其表示为 $A=\sum_{i=1}^{n}[t_A(x_i),1-f_A(x_i)]/x_i$, 当 U 连续时,将其表示为 $A=\int[t_A(x_i),1-f_A(x_i)]/x\mathrm{d}x$。

定义 2 设论域 $U=\{x_1,x_2,\cdots,x_n\}$, A 是 U 上的一个 Vague 集, $A=\sum_{i=1}^{n}[t_A(x_i),1-f_A(x_i)]/x_i$, A 的补集 $\bar{A}=\sum_{i=1}^{n}[f_A(x_i),1-t_A(x_i)]/x_i$。

定义 3 设论域 $U=\{x_1,x_2,\cdots,x_n\}$, A 和 B 是 U 上的两个 Vague 集, $A\subseteq B$, 则对 $\forall x_i\in U$, $t_A(x_i)\leqslant t_B(x_i)$ 且 $f_A(x_i)\geqslant f_B(x_i)$。

定义 4 称 $S_A(x)=t_A(x)-f_A(x)$ $(-1\leqslant S_A(x)\leqslant 1)$ 为 x 的核,它表示现有证据对元素 x 支持和反对两种力量的对比,看作整体支持(肯定)度。

定义 5 设 $R:[0,1]^2\to[0,1]$, 如果 R 满足:

(1) $\exists x,y \in [0,1]$, 使 $R(x,y)=1$。

(2) $\exists x',y' \in [0,1]$, 使 $R(x',y')=0$, 则称 R 为 $[0,1]$ 上的模糊蕴涵算子。若又满足

$R(1,0)=0$, $R(0,0)=R(0,1)=R(1,1)=1$, 则称 R 为 $[0,1]$ 上的正常蕴涵算子。

2 现有 Vague 集相似度量方法的不足

由于 Vague 集从支持度,反对度和未知度三个方面刻画数据,未知度表明了数据的不确定性,在判定两个数据的相似度时,如果存在未知度,则说明两个数据之间存在不确定性,这个不确定性会影响数据的相似性,而且随着未知度的增加,这种影响相似性的不确定性也在增加,所以在存在未知的情况下,即使两个数据的支持度,反对度和未知度相同,也不能说明两个数据是完全相似的。

2.1 没有考虑不确定因素的 Vague 集相似度量

现有的两类 Vague 集相似度量方法中,有一类方法由于没有考虑存在未知度就存在不确定性,所以该类方法的度量结果必然是不合理的。这些方法有:

刘庆等[3]考虑了未知度距离并提出的相似度量方法 $M_{\mathrm{L}}(x,y)=(1-|\pi_x-\pi_y|)(1-\frac{|t_x-t_y|+|f_x-f_y|}{2})$, 王万军[4]利用处理确定不确定信息的联系数理论提出的相似度量方法 $M_{\mathrm{WWJ}}(x,y)=1-\frac{\sqrt{(t_x-t_y)^2}+\sqrt{(\pi_x-\pi_y)^2}+\sqrt{(f_x-f_y)^2}}{2}$, 这两个方法都考虑了支持度、反对度和未知度因素对相似度量的影响,但是都认为只要未知度相同,不同数据之间不确定性就可以抵消,因而没有考虑存在未知度会对相似度产生的影响,造成一些数据的度量结果不合理。

江伟等[5]提出的相似度量方法 $M_{\mathrm{J}}(x,y)=\frac{t_x\wedge t_y+(1-f_x)\wedge(1-f_y)}{(t_x+t_y+1-f_x+1-f_y)/2}$ 和彭祖明等[6]提出的相似度量方法 $M_{\mathrm{P}}(x,y)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\varphi(x,y)-\frac{|S_x-S_y|}{4}-\frac{|t_x-t_y|}{4}$ 都是基于包含度的相似度量方法,该方法试图通过研究包含度的关系来提高相似度量的区分度,但是由于涉及的包含关系较少,导致丢失了未知度信息,造成对有些数据无法进行有效区分。

赵宜兵等[7]通过研究包含度和蕴涵算子的关系,提出了三个相似度量方法 $M_{Z1}(x,y)$、$M_{Z2}(x,y)$ 和 $M_{Z3}(x,y)$, 该算法试图通过研究蕴涵算子来提高相似度量的区分能力,但是由于没有考虑未知度对相似度的影响,三个相似度量方法对一些数据的相似度无法有效区分。

Pei 等[8]提出的相似度量方法

$$M_{\mathrm{Pei}}(x,y)=1-\frac{|t_x-t_y|+|f_x-f_y|}{4}-\frac{\max(|t_x-t_y|,|f_x-f_y|)}{2},$$

该方法仅考虑了支持度距离和反对度距离之间的关系,丢失了未知度信息,导致度量结果不合理。

Li Junmin 等[9]提出的相似度量方法

$M_{\mathrm{Li}}(x,y)=1-\frac{|S_x-S_y|}{8}-\frac{3}{4}(\frac{|t_x-t_y|}{1+t_x+t_y}+\frac{|f_x-f_y|)}{1+f_x+f_y})$, 该方法只考虑了核距离、支持度距离和反对度距离,没有考虑未知度对相似度量的影响,其度量结果是不合理的。

2.2 考虑不确定因素的 Vague 集相似度量

另一类相似度量方法考虑存在未知度就存在不确定性,并围绕未知度研究相似度量方法,这类方法在度量结果比较合理,但是还不能够做到对所有数据进行有效区分,这类方法有:

王伟平等[10]在分析了未知度增加对相似度的影响后提出的相似度量方法

$$M_{\mathrm{W}}(x,y)=1-\frac{1}{4}[|t_x-t_y|+|f_x-f_y|+|S_x-S_y|+\pi_x+\pi_y],$$

该方法考虑了未知度存在会对相似度产生影响,但是没有考虑未知度距离因素,造成一些数据无法有效区分。

马冯等[11]提出的 Vague 集相似度量方法 $M_{\mathrm{M}}(x,y)=1-\frac{2|t_x-t_y|}{2(t_x+t_y)+3}-\frac{|\pi_x-\pi_y|+|t_x{}^2-t_y{}^2|+|f_x{}^2-f_y{}^2|}{\pi_x+\pi_y+10}-\frac{2|f_x-f_y|}{2(f_x+f_y)+3}$, 该方法虽然考虑了未知度距离和未知度增加对相似度量的影响,但是方法设置不合理并且没有考虑核距离因素,导致度量结果没有体现出未知度对相似度的影响,缺乏合理性。

周孟等[12]对未知度最终会成为支持度还是反对度的角度研究相似度量,考虑了未知存在情况下对相似度的影响,认为未知度中对 x 和 y 的支持度将会分别是 $\alpha_x=t_x+t_x\pi_x$ 和 $\alpha_y=t_y+t_y\pi_y$, 未知度中对 x 和 y 的反对度将会分别是 $\beta_x=f_x+f_x\pi_x$ 和 $\beta_y=f_y+f_y\pi_y$, 从而提出了相似度量方法

$M_{\mathrm{Z}}(x,y)=1-\sqrt{\frac{(\alpha_x-\alpha_y)^2+(\beta_x-\beta_y)^2}{2}}$, 但是该方法考虑的因素太少,在实际度量中存在一些问题。

3　基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 集相似度方法

3.1　Vague 集相似度量基本准则

王伟平等[10]给出了在 Vague 值之间的相似度量的基本准则是目前评价相似度是否合理的较为全面的标准。

设 $x=[t_A(x),1-f_A(x)]$, $y=[t_A(y),1-f_A(y)]$, $z=[t_A(z),1-f_A(z)]$ 是 Vague 集 A 中的三个 Vague 值, $M(x,y)$ 表示两个 Vague 值 x, y 之间的相似度, $M(x,y)$ 应满足下列准则:

准则 1　(规范性) $0\leqslant M(x,y)\leqslant 1$;

准则 2　(对称性) $M(x,y)=M(y,x)$;

准则 3　$M(x,y)=M(\bar{x},\bar{y})$;

准则 4　$M(x,y)=0$, 当且仅当 $x=[0,0]$, $y=[1,1]$; 或 $x=[1,1]$, $y=[0,0]$;

准则 5　(单调性)若 $x\subseteq y\subseteq z$, 则 $M(x,y)\geqslant M(x,z)$, 且 $M(y,z)\geqslant M(x,z)$。

3.2　基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 值相似度量方法

赵宜兵等[7]为了进一步提高相似度量的区分度,使用了蕴涵算子,由于忽视了对 Vague 集未知度的研究,度量结果存在一定问题,但是对研究 Vague 集相似度量提供了新的研究思路,本文选取了 Lukasiewicz 蕴涵算子 $R_{\mathrm{L}}=(1-a+b)\wedge 1$ 作为研究对象,考虑到核距离、未知度距离以及未知度增加都会对相似度量产生影响,提出一个新的相似度量方法。

定义 6　设 $x=[t_x,1-f_x]$, $y=[t_y,1-f_y]$ 是 Vague 集 A 上的两个 Vague 值, t_x, t_y 分别是 x 和 y 的支持度, f_x, f_y 分别是 x 和 y 的反对度,则 Vague 值 x 和 y 的相似度量 $M(x,y)$ 定义为:

$$M(x,y)=\{2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y\}\{8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)\}^{-1}。$$

定理 1　设 A 是论域 U 上的一个 Vague 集, $M(x,y)$ 是 Vague 值 x 和 y 的相似度量,则 $0\leqslant M(x,y)\leqslant 1$。

证明　由 Vague 集的定义可知 $t_x\in[0,1]$, $t_y\in[0,1]$ $f_x\in[0,1]$, $f_y\in[0,1]$, $1-f_x\in[0,1]$, $1-f_y\in[0,1]$, $1-t_x\in[0,1]$, $1-t_y\in[0,1]$。

所以 $0\leqslant(1-t_x+t_y)\wedge 1\leqslant 1$, $0\leqslant(1+f_x-f_y)\wedge 1\leqslant 1$, $0\leqslant(1-f_x+f_y)\wedge 1\leqslant 1$,

$0\leqslant(1+t_x-t_y)\wedge 1\leqslant 1$, $0\leqslant 2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y\leqslant 4$。

得到

$0\leqslant 2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y\leqslant 8$。

$8\leqslant 8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)\leqslant 12$,

因此

$0\leqslant\{2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y\}\{8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)\}^{-1}\leqslant 1$,

所以 $0\leqslant M(x,y)\leqslant 1$。

定理 2　设 A 是论域 U 上的一个 Vague 集, $M(x,y)$ 是 Vague 值 x 和 y 的相似度量,则 $M(x,y)=M(y,x)$。

证明　显然易得 $M(x,y)=M(y,x)$。

定理 3　设 A 是论域 U 上的一个 Vague 集, $M(x,y)$ 是 Vague 值 x 和 y 的相似度量,则 $M(x,y)=M(\bar{x},\bar{y})$。

证明　显然易得 $M(x,y)=M(\bar{x},\bar{y})$。

定理 4　设 A 是论域 U 上的一个 Vague 集, $M(x,y)$ 是 Vague 值 x 和 y 的相似度量,则 $M(x,y)=0$, 当且仅当 $x=[0,0]$, $y=[1,1]$; 或 $x=[1,1]$, $y=[0,0]$。

证明　由 $M(x,y)=0$ 得到

$\{2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y\}\{8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)=0\}^{-1}$,

即 $2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y=0$,

所以

$2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)=2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y$,

当且仅当 $2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y=4$,

$2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)=4$ 时得到上述结果,即 $1-t_x+t_y=1$, $1+f_x-f_y=1$, $1-f_x+f_y=1$, $1+t_x-t_y=1$,

由此得到 Vague 值 x 和 y 仅有的两种组合 $x=[0,0]$, $y=[1,1]$; 或 $x=[1,1]$, $y=[0,0]$。

定理 5　设 A 是论域 U 上的一个 Vague 集, $M(x,y)$ 是 Vague 值 x 和 y 的相似度量,若 $x\subseteq y\subseteq z$, 则 $M(x,y)\geqslant M(x,z)$, 且 $M(y,z)\geqslant M(x,z)$。

证明 设 $x=[t_x,1-f_x]$, $y=[t_y,1-f_y]$, $z=[t_z,1-f_z]$,

由 $x\subseteq y\subseteq z$ 得到 $t_x\leqslant t_y\leqslant t_z$, $f_x\geqslant f_y\geqslant f_z$,

所以 $1-t_x+t_y\geqslant 1$, $1+f_x-f_y\geqslant 1$, $1-f_x+f_y\leqslant 1$, $1+t_x-t_y\leqslant 1$,

所以

$$M(x,y)=\{2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y\}\{8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)\}^{-1},$$

$$M(x,z)=\{2((1-t_x+t_z)\wedge 1+(1+f_x-f_z)\wedge 1+(1-f_x+f_z)\wedge 1+(1+t_x-t_z)\wedge 1)-2|S_x-S_z|-|\pi_x-\pi_z|-\pi_x-\pi_z\}\{8+2(2|S_x-S_z|+|\pi_x-\pi_z|+\pi_x+\pi_z)\}^{-1}。$$

因为 $[2((1-t_x+t_y)\wedge 1+(1+f_x-f_y)\wedge 1+(1-f_x+f_y)\wedge 1+(1+t_x-t_y)\wedge 1)-2|S_x-S_y|-|\pi_x-\pi_y|-\pi_x-\pi_y]-[2((1-t_x+t_z)\wedge 1+(1+f_x-f_z)\wedge 1+(1-f_x+f_z)\wedge 1+(1+t_x-t_z)\wedge 1)-2|S_x-S_z|-|\pi_x-\pi_z|-\pi_x-\pi_z]=4(f_y-f_z)+2(t_z-t_y)+2\max\{(t_z-t_x),(f_x-f_z)\}-2\max\{(t_y-t_x),(f_x-f_y)\}\geqslant 0$,

$[8+2(2|S_x-S_y|+|\pi_x-\pi_y|+\pi_x+\pi_y)]-[8+2(2|S_x-S_z|+|\pi_x-\pi_z|+\pi_x+\pi_z)]=4\max\{(t_y-t_x),(f_x-f_y)\}-4\max\{(t_z-t_x),(f_x-f_z)\}+4(f_z-f_y)\leqslant 0$,

因此, $M(x,y)\geqslant M(x,z)$, 同理可证 $M(y,z)\geqslant M(x,z)$。

3.3 基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 集相似度量方法

定义 7 设 A 和 B 是论域 $U=\{x_1,x_2,\cdots,x_n\}$ 上的两个 Vague 集,其中 $A=\sum_{i=1}^{n}[t_A(x_i),1-f_A(x_i)]/x_i$, $B=\sum_{i=1}^{n}[t_B(x_i),1-f_B(x_i)]/x_i$, 则 Vague 集 A 和 B 的相似度量定义为: $M(A,B)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}M[A(x_i),B(x_i)]$。

定理 6 $M(A,B)$ 满足准则 1 ~ 准则 5。

容易证明 $M(A,B)$ 满足 Vague 的基本准则。

4 实例分析

下面通过表 1 中的数据说明与现有相似度量方法相比,本文提出的相似度量方法能够合理有效地区分数据。

第 1 组和第 3 组中,由于有未知度存在,表明存在不确定性, x 和 y 的相似度显然是不同的,但是 $M_L(x,y)$、$M_{WWJ}(x,y)$、$M_J(x,y)$、$M_P(x,y)$、$M_{Z1}(x,y)$、$M_{Z2}(x,y)$、$M_{Z3}(x,y)$、$M_{Pei}(x,y)$、$M_{Li}(x,y)$、$M_M(x,y)$ 和 $M_Z(x,y)$ 都认为两组数据完全相似,无法合理区分两组数据的相似度,只有 $M_W(x,y)$ 和本文提出的相似度量方法 $M(x,y)$ 能够合理有效的区分两组数据。

表 1 与现有相似度量方法的比较

	1	2	3	4	5
x	[0,1]	[0.2,0.5]	[0.2,0.5]	[0.2,0.6]	[0.4,0.8]
y	[0,1]	[0.3,0.5]	[0.4,0.4]	[0.2,0.6]	[0.3,0.7]
$M_L(x,y)$	1	0.855	0.595	1	0.9
$M_{WWJ}(x,y)$	1	0.9	0.7	1	0.9
$M_J(x,y)$	1	0.933 3	0.8	1	0.909 1
$M_P(x,y)$	1	0.866 7	0.733 8	1	0.836 8
$M_{Z1}(x,y)$	1	0.95	0.85	1	0.95
$M_{Z2}(x,y)$	1	0.85	0.55	1	0.8
$M_{Z3}(x,y)$	1	0.88	0.6	1	0.86
$M_{Pei}(x,y)$	1	0.925	0.825	1	0.9
$M_{Li}(x,y)$	1	0.937 5	0.858	1	0.880 9
$M_W(x,y)$	0.5	0.825	0.825	0.8	0.7
$M_M(x,y)$	1	0.935 7	0.814 8	1	0.893 4
$M_Z(x,y)$	1	0.920 9	0.894 9	1	0.86
$M(x,y)$	0.5	0.729 2	0.687 5	0.75	0.615 4

对于第 2 组和第 3 组中 x 和 y 的相似度应该是不同的,但是 $M_W(x,y)$ 认为第 2 组和第 3 组中 x 和 y 的相似度相同,这显然是不合理的。

第 2 组和第 5 组中 x 和 y 的相似度是不同的, $M_{WWJ}(x,y)$ 和 $M_{Z1}(x,y)$ 无法有效区分。

通过上述分析可以看出,如果没有考虑未知存在的情况,相似度量方法是无法得到合理的度量结果,此外,在考虑未知度的前提下,还应该考虑其他影响相似度的因素,只有本文提出的相似度量方法能够合理有效地区分所有数据。

5 结束语

本文提出的基于 Lukasiewicz 蕴涵算子的 Vague 集相似度量方法在使用 Lukasiewicz 蕴涵算子的同时,考虑了未知度以及其他因素对相似度的影响,通过与现有 Vague 集相似度量方法的比较,说明新方法能够有效合理地区分数据,进一步提高了区分度,同时也为利用蕴涵算子研究 Vague 集相似度提供了新的思路。

参 考 文 献

1 Gau Wenlung, Buehrer D J. Vague sets. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1993; 23(2): 610—614

2 Zadeh L A. Fuzzy sets. Information and Control, 1965; 8(3): 338—356

(下转第 221 页)

The Design and Realization of Solid-state Memory Based on HCNR201 and RS-422

LIU Xin, ZHANG Hui-xin, LIU Wen-yi

(National Key Laboratory for Electronic Measurement Technology, Ministerial Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement, Taiyuan 030051, P. R. China)

[**Abstract**] A new solid-state memory is designed to acquire the analog and receive the PCM stream data, which is based on the linear optical coupling HCNR201 and RS-422 bus interface. Using linear optical coupling HCNR201 designs the optical coupling isolation circuit for isolating two channels analogs. The AD is controlled by FPGA to receive the analogs. At the same time, the memory receives the one channel PCM data through the RS-422 interface circuit. Both of the PCM data and analogs will be picked up and mixed encoding frame before ripping into FLASH. Research is mainly focused on the hardware circuit, the FPGA logic and the solution of key technology. The tests indicate that the solid-state memory can accurately acquisition two channels analog , receive one PCM data, and completly record the following data.

[**Key words**] HCNR201　RS-422 interface　analog　PCM stream data　encode

(上接第 210 页)

3 刘　庆, 辛小龙, 张　磊. 一种基于未知度的 Vague 集(值)相似度量新方法. 计算机技术与发展,2009;19(3):148—150

4 王万军. 基于 Vague 集相似度量的一种联系数方法. 计算机工程与应用,2012;48(1):132—134

5 江　伟, 梁家荣. 一种新的基于包含度的 Vague 相似度. 软件导刊,2012;11(3):14—16

6 彭祖明, 陈义华. Vague 集的相似度模型的研究. 重庆师范大学学报(自然科学版),2013;30(3):85—88

7 赵宜宾,曾文艺. 基于蕴涵算子的 Vague 集的相似度. 系统工程理论与实践,2008;28(12):99—106

8 Pei Zhenkui, Liu Jian. Research on similarity measures between vague sets. Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. Haikou, China, 2007:648—652

9 Liu Junmin, Li Hu. Research on the methods of similarity measures between vague sets. Knowledge Discovery and Data Mining, Advances in Intelligent and Soft Computing. 2012;135:223—229

10 王伟平,吴祈宗,李玉玲. Vague 集之间相似度量的基本准则与一般方法. 计算机工程与应用,2008;44(4):73—76

11 马　冯, 余建坤. 一种 Vague 集相似度量的新方法. 计算机工程与应用,2010;46(34):39—42

12 周　孟, 余建坤. 一种 Vague 集相似度量方法. 计算机应用与软件,2012;29(2):138—141

Similarity Measure between Vague Sets Based on Lukasiewicz Implication Operator

ZHAO Xue-fen

(Xinhua College of Ningxia University, Yinchuan 750021, P. R. China)

[**Abstract**] The reason that unknown degree of Vague sets indicates uncertainty is analyzed, and point out some faults of the existing similarity measure between Vague sets. Considering the uncertainty of Vague sets and analyzing the relations of Lukasiewicz implication operator, a new method for similarity measure between vague sets based on Lukasiewicz implication operator is proposed. The new similarity measure satisfy some basic rules. With comparison of the existing similarity measures, the new similarity measure overcomes the defects of the existing similarity measure methods. The new similarity measure fully concerns about the influence caused by unknown degree and can reasonably, effectively distinguish the data.

[**Key words**] Lukasiewicz implication operator　Vague set　similarity measure　unknown degree