

doi: 10.7690/bgzd.2015.03.013

基于云相似度的坦克装甲车辆驾驶评估方法

张 雨, 彭 虎, 黄大山, 王兴野, 姚 军

(装甲兵工程学院装备试用与培训大队, 北京 100072)

摘要: 坦克装甲车辆驾驶训练及考核是我军培养驾驶员的基本方法, 为解决驾驶评估困难的问题, 提出一种基于云相似度的坦克装甲车辆驾驶评估方法。根据坦克装甲车辆驾驶过程的特点, 结合云相似度在评估中克服随机性和模糊性带来影响的优势, 将云相似评估法作为评估驾驶员驾驶技能的方法, 并给出算法的具体实现流程和评估过程。评估结果表明, 该方法与传统的主观评估方法得到的结果一致。提出的云相似度评估方法在坦克装甲车辆驾驶评估中具有较好的适用性。

关键词: 坦克装甲车辆; 云相似度; 评估方法

中图分类号: TJ811 **文献标志码:** A

Evaluation Method of Tank and Armored Vehicles Driving Based on Similarity of Cloud

Zhang Yu, Peng Hu, Huang Dashan, Wang Xingye, Yao Jun

(Brigade of Equipment Trail & Training, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: Tanks and armored vehicles driving training and assessment is a basic method of cultivating the driver of our military, in order to solve the difficult problem of driving assessment, proposes a driving evaluation method based on cloud similarity of tanks and armored vehicles. According to the characteristics of driving process of tanks and armored vehicles, combined with the superiority of cloud similarity to overcome the effect of the randomness and fuzziness in the assessment, treat the cloud similarity assessment method as the evaluation method to evaluate driver's driving skills, and gives the specific algorithm implementation process and the evaluation process. The evaluation results show that the method can achieve the same results as traditional subjective assessment method. The cloud similarity assessment method proposed has better applicability in the driving assessment of tanks and armored vehicles.

Keywords: tanks and armored vehicles; cloud similarity; evaluation methods

0 引言

坦克装甲车辆驾驶训练是我军装甲兵部队进行驾驶员培养和等级驾驶员考核的基础。在对驾驶过程实施评估时, 要求能够评价出驾驶员操作动作及操作过程的正确与否、规范性以及通过驾驶训练科目的等级水平。驾驶过程中, 由于定性指标与定量指标同时存在, 给驾驶考核评估带来一定的难度, 且指标之间有相互干扰重叠的可能, 定性指标通过专家的经验确定, 定量指标又难以通过直接的测量得到, 存在很大的随机性和模糊性, 传统的评估方法诸如模糊评价、神经网络评价等都难以达到预期的效果, 因此需要一种更加科学的方法^[1-5]。

云模型根据模糊性和随机性, 具有很强的关联性特点, 在传统模糊集理论和概论统计理论的基础上建立隶属云的概念, 提供了一种定性和定量相结合的处理方法。根据云模型的特点, 笔者将云相似

度评估的方法应用到坦克装甲车辆驾驶过程评估之中, 并验证其可行性。

1 云相似度的概念

云相似度是云模型中的一种基本的判定方法, 其定义为: 如果描述同一定性概念的 2 个云或者多个云之间有一定的相似性, 则称这些云互为相似云或等价云。这里“一定的相似性”是指云之间的相似度小于给定的拟合度阈值 λ 。如果 2 个不同参数云的相似度小于给定的阈值, 则可认为这 2 个云相似度较好, 可以看成是表征同一概念某个语言值的云^[6]。图 1 为实际云($Ex=0.03, En=0.085, He=0.01$)与评语云($Ex=0, En=0.067, He=0.015$)的相似度对比。

图 1 中“ \diamond ”云为实际云, “+”云为评语云, 通过设定相似度阈值 λ , 可以计算得到二者的相似度, 从而作为评估依据。

收稿日期: 2014-09-14; 修回日期: 2014-11-03

作者简介: 张 雨(1965—), 男, 吉林人, 硕士, 副教授, 从事装备运用与维修保障研究。

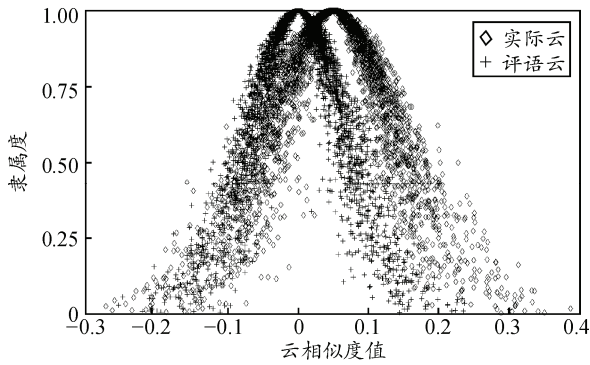


图 1 实际云与评语云的相似度比较

2 云相似度的算法实现流程

设有 2 个云分别为实际云和评语云, $T(Ex, En, He)$ 为驾驶员实际驾驶的属性评语云、 $TC_j(Ex_j, En_j, He_j)$ 为驾驶评语云, 将云 T 经过正向云发生器生成云滴 $(x_i, \mu_i)(i=1, 2, \dots, N)$, 设每一个 x_i 在评语云 TC_j 中的隶属度为 η_i , 称 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_i$ 为云 T 与评语云 TC_j 的相似度, 记为 $\delta_j^{[7]}$ 。云相似度发生器如图 2 所示。

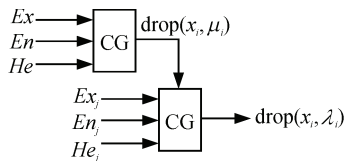


图 2 云相似度发生器

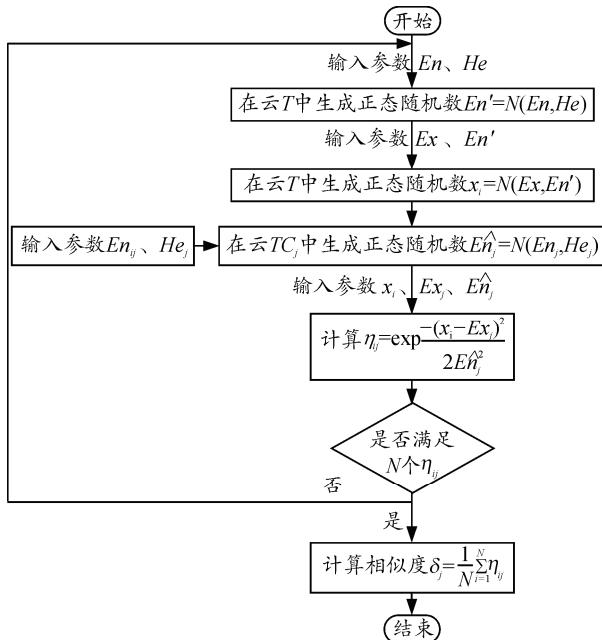


图 3 云相似度计算流程

通过把各个指标的实际云和其所对应的评语集中的每个评语云进行比较, 在评语云集中就可找到一个与实际云最相似的云, 得到对应的评语云, 这

个评语云所对应的评语就是驾驶过程的评价结果。

实际云与评语云相似度计算算法如图 3 所示。

通过云相似度计算流程, 可以实现实际云与评语云的相似度计算, 激活云发生器得到二者的相似对比图, 通过评语云得到评估结果。

3 云相似度评估过程

云相似度判定坦克装甲车辆实际驾驶路径与标准路径之间的拟合度 δ , 首先通过设定相似度的阈值 λ 作为评定相似度等级的依据, 然后根据云相似度分别计算实际云与评语云的相似性, 得到实际路径与标准路径的云相似度等级, 验证云相似度评估方法的正确性。

3.1 阈值 λ 的确定

确定相似度的阈值是利用云相似度实现评估的基础, 阈值设定过大会造成评估不准确, 过小又难以得到理想的评估效果, 不同的方法设定云相似度阈值, 其对应的结果不同^[8]。利用 10 次实际驾驶过程中采集的数据计算阈值, 得到的结果如表 1 所示。

表 1 不同方法下试验值与阈值的对比

试验次数	欧式距离法 $\lambda_1=0.03$	隶属度法 $\lambda_2=0.5$	向量法 $\lambda_3=0.8$
1	0.022 896 7	0.630 314	0.984 966
2	0.024 423 7	0.621 515	0.823 548
3	0.027 948 5	0.629 688	0.902 544
4	0.016 339 8	0.621 661	0.765 412
5	0.025 204 2	0.611 506	0.881 348
6	0.027 337 4	0.648 727	0.945 179
7	0.027 580 4	0.611 976	0.907 461
8	0.023 787 5	0.646 942	0.771 542
9	0.023 943 0	0.636 103	0.751 864
10	0.024 523 8	0.625 078	0.952 485

上表中包括欧式距离法、隶属度法和向量法 3 种设定阈值 λ 的方法, 计算不同方法得到的 λ 值与设定值之间的离散程度, 从而对阈值设定的方法和阈值进行确定。计算平均值和各自的方差, 平均值

$$E_\lambda = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i, \text{ 方差 } D_\lambda = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\lambda_i - E_\lambda)^2。$$

$$E_{\lambda_1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i = 0.024 398 5$$

$$D_{\lambda_1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\lambda_i - E_{\lambda_1})^2 = 0.000 099 8$$

$$E_{\lambda_2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i = 0.628 351$$

$$D_{\lambda_2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\lambda_i - E_{\lambda_2})^2 = 0.001 480 6$$

$$E_{\lambda_3} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i = 0.868\ 634\ 9$$

$$D_{\lambda_3} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\lambda_i - E_{\lambda_3})^2 = 0.064\ 991\ 9$$

平均值与设定值间的离差分别为(-0.005 601 5, 0.128 351, 0.068 634 9)，从离差和方差的结果对比中可知，欧式距离法的离差和方差都是最小的，因此选择欧式距离法对应设定的阈值作为云相似度的阈值，则 $\lambda = \lambda_1 = 0.03$ 。

3.2 云相似度评估过程

云相似度的判定通过对比实际云与各评语云的相似程度，得出相似性最大的评语，并将其作为最大相似的结果。云相似度中实际云与评语云的相似等级设定范围为(0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1)，分别对应的相似评语集为(好, 较好, 中等, 较差, 差)，评语云的等级范围划分如图4所示。

表2为各个评语对应的云语言值，经过调试和试验评估修正，将各个评语的熵 E_n 及超熵 He 都设为相同值，其中 $E_n = 0.075$ ， $He = 0.005$ 。

表3 采集转化成坐标的数据

坐标	1	2	3	...	n	平均值
(x_0, y_0)	(0, 0)	(0, 0)	(0, 0)	...	(0, 0)	(0, 0)
(x_1, y_1)	(0.43, 0.08)	(0.45, 0.08)	(0.41, 0.07)	...	(0.40, 0.06)	(0.44, 0.08)
(x_2, y_2)	(0.79, 0.15)	(0.82, 0.16)	(0.81, 0.15)	...	(0.81, 0.16)	(0.84, 0.16)
...
(x_n, y_n)	(15.11, 11.29)	(15.42, 11.32)	(15.31, 11.06)	...	(15.68, 11.13)	(15.43, 11.54)

将 n 次试验的平均值通过逆向云发生器转化成云的数值特征值，选取车辆的行驶路径与标准路径的拟合度指标作为文中的研究指标，可以得到指标参数值： $E_x = 0.725$ ， $E_n = 0.0248$ ， $He = 0.0047$ 。云相似度评估结果如图5所示。

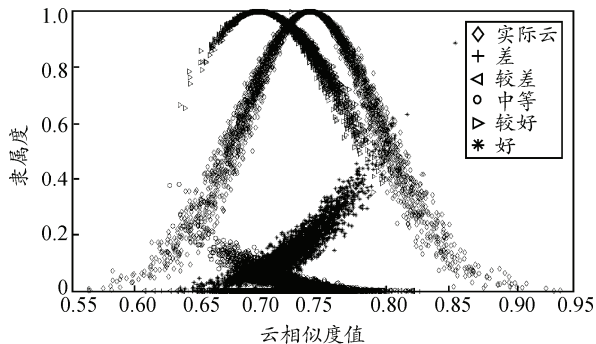


图5 实际云与标准云的相似隶属度

从图中可以较为明显地看出：实际云与各评语云的相似度对比中，评语“较好”与实际云的相似度更高，评语“好”和“中等”分别具有一定的相

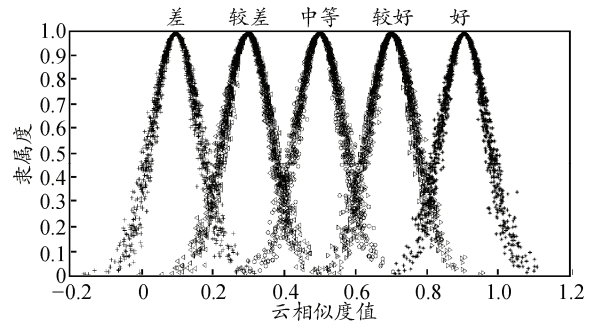


图4 相似度评语云

表2 标准云相似度评语集

评语集	期望 E_x	熵 E_n	超熵 He
好	0.9	0.075	0.005
较好	0.7	0.075	0.005
中等	0.5	0.075	0.005
较差	0.3	0.075	0.005
差	0.1	0.075	0.005

实际驾驶过程中，需要将采集数据转化为云的数值特征才能用于评估。通过实车布置的操纵及状态信息传感器来采集相应的驾驶数据信息^[9]，得到的结果用数据表的形式存储，之后在应用的过程中将其转化成矩阵形式，将 x 向和 y 向的数据归一化处理，得到数据的坐标形式，如表3所示。

似度，评语“较差”和“差”与实际云的相似度几乎为零。

实际云与评语云的相似隶属度值如图6所示。

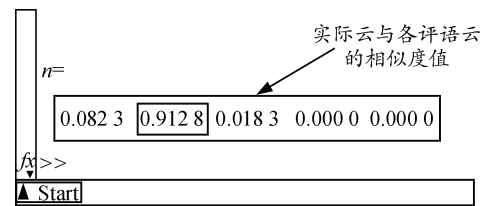


图6 相似度评估隶属度值

将图6所示的相似评估结果与对应的评语进行列表对比，如表4所示。

表4 云相似度评语的隶属度值

评语集	相似隶属度值	评语集	相似隶属度值
好	0.082 3	较差	0.000 0
较好	0.912 8	差	0.000 0
中等	0.018 3		

从上表可以看出：云相似评估结果中，在阈值 $\lambda = 0.03$ 时实际云与评语云之间的相似度评语集对应

的隶属度值当中隶属于“较好”的相似度最高,达到 $\delta=0.9128$ 。采用 10 名教练员对此次驾驶进行评估,将评估结果进行处理之后,映射为云的 3 个数字特征,得到的结果中“较好”的隶属度为 0.8753,驾驶员行驶路径与标准路径的拟合度较好,如图 7 所示。

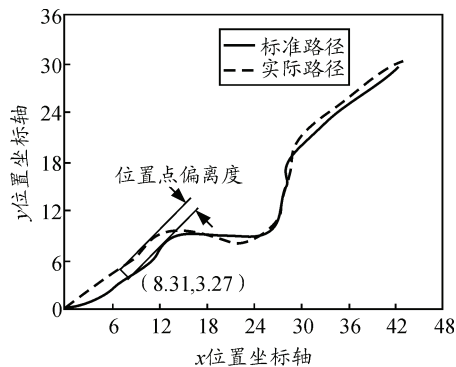


图 7 实际路径与标准路径拟合度示意图

路径拟合度指标可以作为判断驾驶员是否按照规定的要求执行驾驶过程的依据。对比云相似评估结果和教练员主观评估结果,可知二者基本一致,从而验证了云相似度评估方法的正确性。

4 结论

笔者根据坦克装甲车辆驾驶过程评估随机性和模糊性大的特点,结合云模型在解决此类问题上的优势,选取坦克装甲车辆驾驶训练科目中实际路径与标准路径拟合度的指标作为评估指标,采用云相似度评估的方法实现对坦克装甲车辆驾驶过程的评估^[10]。从结果来看:通过设定阈值,计算实际云与

评语云的相似度,得到最为相似的评语,试验结果与教练员采用传统的主观评估方法得到的结果一致,证明了云相似度评估方法的可行性。

参考文献:

- [1] 吕蓬,孙薇,孙颖,等.基于层次分析的电力营销目标市场模糊评判[J].华北电力大学学报,2004,31(1):77-79.
- [2] 张建国,雷雨龙,王健,等.基于BP神经网络的换挡品质评价方法[J].吉林大学学报:工学版,2007,37(5):1019-1022.
- [3] 张国英,沙云,刘旭红.高维云模型及其在多属性评价中的应用[J].北京理工大学学报,2004,24(12):1065-1069.
- [4] 杜湘瑜,尹全军,黄柯棣,等.基于云模型的定性定量转换方法及其应用[J].系统工程与电子技术,2008,30(4):773-776.
- [5] 蔡绍滨,方伟,赵靖,等.基于区间的云相似度比较算法[J].小型微型计算机系统,2011,32(12):2456-2460.
- [6] 卢志刚,陶沙.基于云相似度的B2B供应商个性化推荐算法[J].微计算机信息,2011,27(2):56-58.
- [7] 郭戎潇,夏靖波,董淑福,等.一种基于多维云模型的多属性综合评价方法[J].计算机科学,2010,37(11):75-77.
- [8] 黄海生,王汝传.基于隶属云理论的主观信任评估模型研究[J].通信学报,2008,29(4):13-19.
- [9] 栾捷,陈阳生.基于低分辨率位置传感器的电动汽车用轮毂电机的控制[J].机电工程,2013,30(5):524-529.
- [10] Li Deyi. Uncertainty reasoning based on cloud models in controllers journal of computer science and mathematics with application[J]. Elsevier Science, 1998, 35(3): 99-123.