

通过基于模糊逻辑的座位安排减少学生分心

Garrett Olges¹[0009-0009-4061-8239] and Kelly
Cohen²[0000-0002-8655-1465]

University of Cincinnati, Cincinnati OH 45221, USA

摘要 小学教师的一项关键技能是保持高效的课堂管理。教师利用教室座位安排来帮助维持这种效率。然而，开发教室座位安排既耗时又常常无法有效减少分心。基于模糊逻辑的方法可以减少开发时间并最小化课堂上的干扰。在本研究中，介绍了一款名为“CUB”的原创模糊逻辑软件包，并将其应用于使用“集群”座位安排的现代教室。模糊推理系统、模糊c均值聚类、顺序和迭代过程的结合生成了适用于本研究课堂的现成座位安排。将这些座位安排与现有的一套座位安排进行比较以验证结果。作者的研究发现表明，CUB成功地生成了适用的座位安排，并且复制安排的可能性较小。研究结果还表明，基于模糊逻辑的方法可能在其他风格的教室布置中也取得成功。

Keywords: 模糊逻辑 · 教室座位安排 · 模糊信息系统 · C-均值聚类

1 介绍

小学教师角色的一个重要组成部分是有效的课堂管理 [1]。开发教室座位安排是教师提高课堂管理效果的一种手段。然而，为了改善课堂管理效率而制定教室座位安排的过程是一项复杂任务，涉及广泛的因素考量。因此，起草新的座位安排可能会要求教师投入大量时间，并且有可能产生次优的安排方案。当前研究的目的在于通过采用一种称为“模糊逻辑”的软计算方法来减少开发座位安排所需的时间并最大化课堂管理效率。在当前的研究中，模糊逻辑是“精确的不精准、不确定性和近似推理逻辑” [2]。当前研究实现了两种基于模糊逻辑的计算方法：模糊推断系统 (FIS) 和模糊c均值 (FCM) 聚类。除了这些方法外，还使用了用于分类和座位分配的算法。这种模糊方法与算法的结合形成了一套完整的软件包，作者将其命名为 CUB。除了前面提到的目标之外，当前研究的目标还包括通过记录使用 CUB 的方法来展示模糊逻辑原则的应用性。

2 方法

2.1 概述

CUB 采用五步流程生成座位安排。该过程首先通过 FIS 对教师提交的调查进行评估。FIS 为每位学生的问卷条目生成两个系数。这些系数作为 FCM 聚类方法的输入。FCM 聚类将每个学生条目分配三个可能的聚类标签之一，并给出详细说明学生条目与每个集群吻合程度的成员值。随后，分类算法使用成员值进一步分类聚类标签，为每位学生的条目创建六个可能的类别标签。然后，分配算法根据每个学生条目的类别标签生成座位安排，同时考虑教师最初设置的附加参数。CUB 的序列如图 1 所示。需要注意的是，CUB 假设“组/集群”是所需的座位技术，因为参与研究的教育机构通常实施这种座位技术。

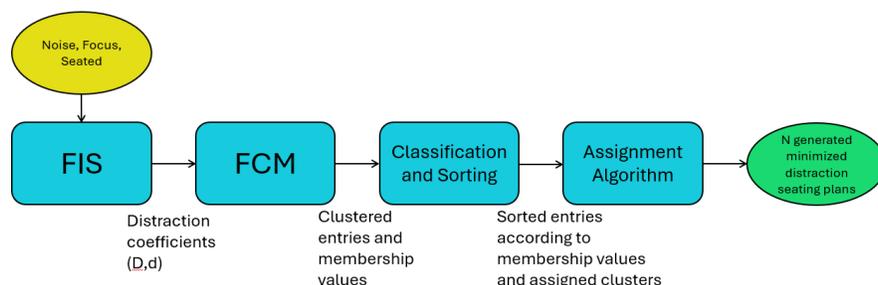


图 1. 流程图描绘了 CUB 的序列化过程

2.2 数据采集

从每位教育者那里收集了两类信息：调查结果和之前的教室座位安排。调查结果是 CUB 的输入，而之前的教室座位安排则用于验证。

调查 教师提交的调查是一系列用英语单词和短语回答教室中每位学生的三个问题。每个问题及其相应的调查答案都列在图 2 中。每位学生，老师会回答一组三个问题。调查结束后，每位学生的条目将被提取到一个机器可读的数据集中。

The image shows a survey form for 'Student 1'. It contains three questions, each with a dropdown menu:

- Question 1: 'How often does the student make noise?' with the selected option 'Speaks often'.
- Question 2: 'How often is the student focused on their task(s)?' with the selected option 'Constantly on task'.
- Question 3: 'How often is the student in their seat?' with the selected option 'Gets up infrequently'.

图 2. 学生的调查示例

先前的课堂座位安排 当前的研究历时一个学年。在学期中，教室座位安排被记录并根据其效率进行标记，每次更换新的安排时都会这样做。这些安排由教师使用他们通常的方法创建，并在一个月后被新安排取代。这些安排作为评估 CUB 的基准。每个先前的安排都被标记为“差”、“可接受”或“好”。

2.3 模糊推理系统

一种三输入两输出的 Mamdani 模糊推理系统用于从调查数据生成两个系数。该 FIS 由 441 条规则组成，是三个输入问题之间的组合总数。FIS 的每个输入都与学生提交中的一个答案相关，并相应地标记（噪声、集中度和坐姿）。FIS 的输出， D 和 d ，是指学生提交中的两个关键特征。 D 描述了学生分心的可能性，数值越高表示越容易分心。 d 描述了学生干扰其他学生的可能性，数值越高表示更有可能干扰其他学生。

2.4 模糊 C 均值聚类

每个条目现在分配了系数，需要一种分类方法来解释结果。使用 FCM 聚类，使得每个学生条目可以根据预定义的聚类中心进行分类，同时保留其成员值。通过这种方式，每个学生条目可以首先根据其所属的集群进行分类，然后根据其对主要集群的隶属度再次分类。集群的数量由逻辑系数评估的总数决定。这些评估的图表在图 3 中提供。不太可能有一个学生条目的 D 较低而 d 较高的情况。FCM 聚类的结果显示在图 4 中，其中每个学生条目被分配了一个具有所有集群隶属度值的集群。

2.5 分类

在此阶段，每个学生条目都已标记了聚类编号和聚类成员值。对于每个学生条目来说，可能存在与它们的聚类中心紧密或松散关联的学生。由于聚类中心成员的差异性，有必要进一步分类每个学生条目。使用一个分类算法将学生条目在其各自的聚类中心内分为“高”关联和“低”关联两类。最终，对于每个学生条目来说，总共有六种可能的独特标签。图 5 说明了可能的标签。例如，“学生 1”的分类可能是“聚类 1，低关联”，这对应于较低的 D 值和较低的 d 值，这些值可能大于“聚类 1”平均学生的条目。

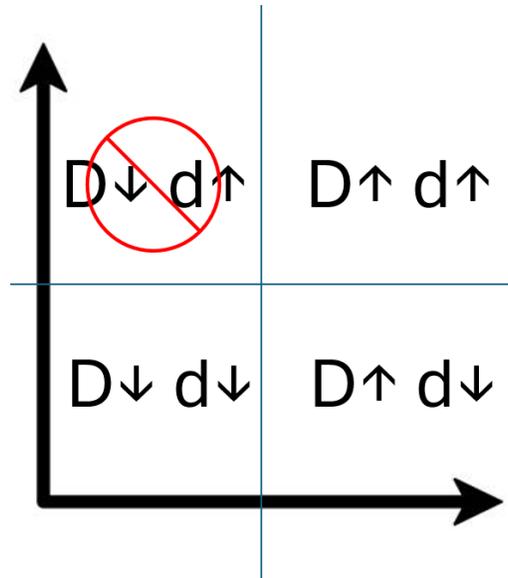


图3. 评估区间

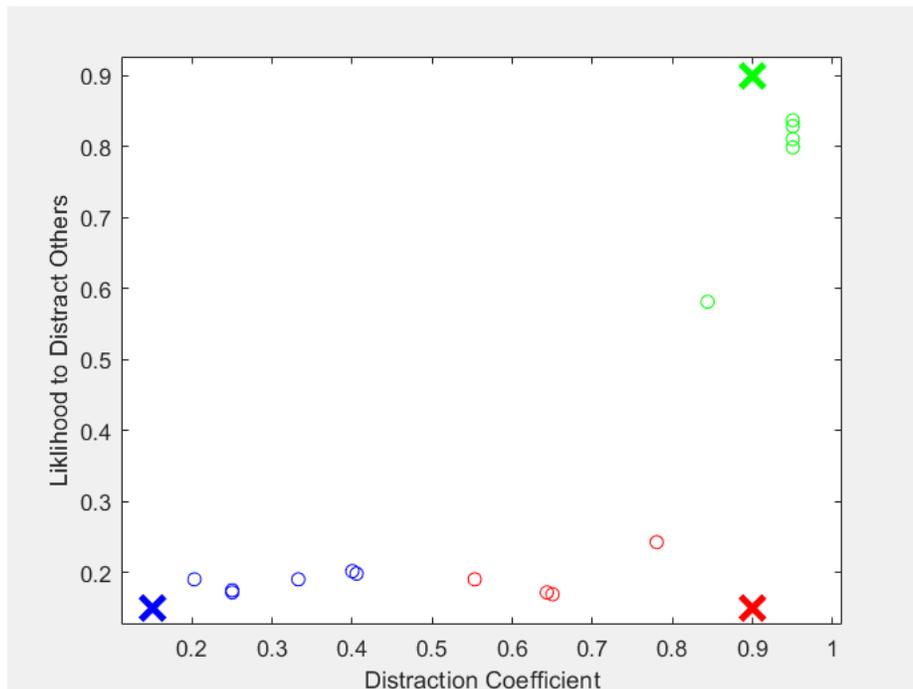


图4. FCM 聚类结果

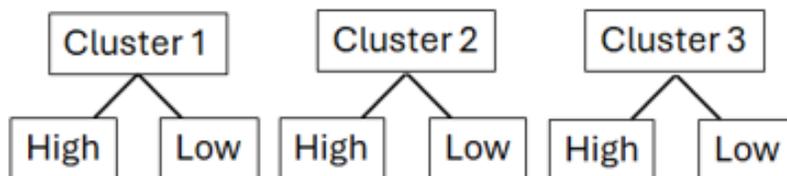


图 5. 6 个潜在标签

2.6 座位分配

每个学生条目都被标记了六个潜在标签之一，因此可以为每个学生分配一个座位。用于确定座位位置的算法是受 [3] 解决“最大化多样性分组问题”工作的启发而设计的顺序和迭代算法的混合体。算法完成后，将学生按最佳减少干扰的方式分组。组的数量和每组的大小最初由教师定义。如果需要更多的座位安排，则重新运行算法的迭代部分以交换少量的学生，从而创建相似但新的排列，同时不会失去最小化干扰的效果。值得注意的是，在创建了许多新的座位安排之后，最小化的干扰效果将会丧失。在当前研究的情况下，座位安排每月轮换一次，根据教育设施的教学日历需要总共十个独特的座位安排。在十二到十八次后续的座位安排后，最小化的干扰效果会丢失。

3 结果

CUB 在春季学期被应用于一个现代教室。CUB 生成的前十个座位安排与同一年度同一教室的先前座位安排进行了对比评估。结果发现，标记为“良好”的先前座位安排几乎与 CUB 产生的安排相同。有一个安排与任何先前的安排都不太匹配。图 6 显示了一个评估示例。

4 讨论

CUB 在短时间内使用定性的个性化信息生成了具有高适用性的集群座位安排。当前研究中生成的座位安排足够有效，可以立即在演示的教室中使用。由于问题的本质，误差的程度有些未知。每个班级根据教师的需求和基于教师定性判断的成功评估有限数量的座位安排，减少分心的情况很少出

CUB Results	Student 3	Student 13	Student 22	Student 4	Student 2	Student 12
	Student 21	Student 1	Student 10	Student 11	Student 20	Student 14
	Student 5	Student 6	Student 7	Student 8	Student 9	Student 17
	Student 16	Student 15	Student 18	Student 19		
Most similar arrangement						
"Good"	Student 21	Student 6	Student 22	Student 11	Student 9	Student 12
	Student 16	Student 1	Student 18	Student 2	Student 20	Student 17
	Student 3	Student 15	Student 10	Student 19	Student 4	Student 14
	Student 5	Student 13	Student 7	Student 8		

图 6. 几乎相同的座位安排带有“好”的标签

现。因此，可能足以根据教师的目标建立允许误差的阈值。另一个考虑因素是学生行为改变的机会。随着学期的进展，可能需要根据变化的学生行为调整调查答案以生成适用的座位安排。最后的一个考虑因素将是复制座位安排的生成。设定约束条件即在一个安排中同一组的学生在下一个安排中不能在一起，这会降低重复安排的可能性。

5 结论

CUB 是一种基于模糊逻辑的教室座位安排算法，根据教师对学生的噪音倾向、保持在座位上以及专注于分配任务的定性观察生成适用的座位安排。尽管 CUB 仅限于集群/分组座位安排，但生成的座位安排提高了教师课堂管理的有效性。可以进一步研究非集群/分组座位安排。

Acknowledgments. 作者向辛辛那提大学 AI 生物实验室的成员表示诚挚的感谢，感谢他们富有洞察力的对话、直观的建议和真诚的支持，这些帮助实现了这项工作。特别感谢 Wilhelm Louw、Jared Burton、Bharadwaj Dogga、Lohith Pentapalli、Nate Steffen、Magnus Sieverding、Tri Nguyen、Lucia Vilar Nuño、Hugo Henry 以及 Kaus Shankar 的贡献。

References

- [1] Nathalie A.H. Hoekstra et al. “Teachers’ goals and strategies for classroom seating arrangements: A qualitative study”. In: *Teaching and Teacher Education* 124 (2023), p. 104016. ISSN: 0742-051X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104016>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X23000045>.
- [2] Lotfi A. Zadeh. “Fuzzy Logic”. In: *Granular, Fuzzy, and Soft Computing*. Ed. by Tsau-Young Lin, Churn-Jung Liau, and Janusz Kacprzyk. New York, NY: Springer US, 2023, pp. 19–49. ISBN: 978-1-0716-2628-3. DOI: [10.1007/978-1-0716-2628-3_234](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2628-3_234). URL: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2628-3_234.
- [3] Xiangjing Lai and Jin-Kao Hao. “Iterated maxima search for the maximally diverse grouping problem”. In: *European Journal of Operational Research* 254.3 (2016), pp. 780–800. ISSN: 0377-2217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.05.018>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221716303381>.