

Определение 3. Пусть $\pi \subseteq \mathbb{P}, \pi' = \mathbb{P} \setminus \pi, \mathcal{F}$ – радикальное множество группы G и $\mathfrak{E}_{\pi'}$ – класс всех π' -групп. Радикальное множество $\mathcal{F}$ группы G назовём π -насыщенным, если $\mathcal{F} \odot \mathfrak{E}_{\pi'} = \mathcal{F}$.

Основной результат настоящей работы следующая

Теорема. Пересечение любой совокупности нормальных π -насыщенных радикальных множеств π -разрешимой группы является нормальным π -насыщенным радикальным множеством.

Специальным случаем теоремы является известный результат Блессеноля-Гашюца [2], который приведём в качестве следствия.

Следствие. Пересечение любого множества неединичных нормальных радикальных классов разрешимых групп есть неединичный нормальный радикальный класс.

Заключение. В настоящей работе доказана теорема о пересечении нормальных π -насыщенных радикальных множеств.

1. Doerk, K. Finite solvable groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin; New York: Walter de Gruyter, 1992. – P. 891.
2. Bleszenohl, D. Über normale Schunck- und Fittingklassen / D. Bleszenohl, W. Gaschütz // Math. Z. – 1970. – 118(1). – S. 1–8.
3. Anderson, L.B. Wade. Fitting Sets in Finite Solvable Groups / L.B. Wade Anderson. – Michigan State University. Department of Mathematics, 1973. – P. 49.
4. Yang, N. On F-injectors of fitting set of a finite group / N. Yang, W. Guo, N.T. Vorob'ev // Communications in Algebra. – 2018 – Vol. 46, № 1. – P. 217–229.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В РАМКАХ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Д.Д. Гончарова, С.А. Ермоченко
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Задача оценки учебных достижений обучающегося является одной из основных задач преподавателя. В Республике Беларусь принята десятибалльная шкала для оценки результатов учебной деятельности. Однако сложно оценить одним числом результат учебной деятельности студента в течение семестра по одной дисциплине, по которой, согласно учебно-программной документации, необходимо развивать несколько компетенций. Кроме того, понятие компетенции – это довольно сложное комплексное понятие, одной из особенностей которого является его неоднозначность. В Республике Беларусь, при разработке стандартов специальностей высшего образования и учебных планов этих специальностей составляются так называемые матрицы компетенций. Но при этом зачастую работодатели не используют эти матрицы компетенций, а составляют свои модели компетенций. При чём, в разных организациях эти модели – различны, что продиктовано спецификой той или иной организации. Таким образом, компетенции – это, с одной стороны, попытка стандартизировать требования к специалистам, но, с другой стороны, они постоянно изменяются и трансформируются. Но следует отметить, что при этом всегда остаётся актуальной задача чёткой оценки уровня владения компетенцией. И если составить критерии оценки одной конкретной компетенции в рамках одной конкретной принятой модели компетенций представляется хоть и не простой, но вполне решаемой задачей, то оценка специалиста или обучающегося по уровню овладения требуемым набором компетенций уже представляет собой очень трудную, и иногда не решаемую задачу.

Целью данной работы является анализ возможностей иерархической кластеризации при оценке уровня овладения некоторым набором компетенциями.

Данная работа может быть актуальной и востребованной как при подборе персонала для некоторой организации, так и при оценке учебных достижений.

Материал и методы. В данной работе будут анализироваться общие возможности методов агломеративного иерархического кластерного анализа [1].

В качестве анализируемых данных рассматриваются обезличенные данные об оценках по нескольким дисциплинам (всего – 6) нескольких академических групп факультета математики и информационных технологий (всего – 4 группы). Оценки были выставлены в рамках модульно-рейтинговой системы оценки учебных достижений студентов, действующей в ВГУ имени П.М. Машерова в период текущей и промежуточной аттестации за первый семестр 2024/2025 учебного года.

Результаты и их обсуждение. Как уже было сказано выше, в Республике Беларусь нет единой модели компетенций для всех организаций, что, наверное, в принципе невозможно, так как даже в рамках одной организации модель компетенций может постоянно пересматриваться, дополняться и уточняться. Особенно это хорошо видно в технологичных бурно развивающихся отраслях, таких, например, как информационные технологии. Но для того, чтобы оценить возможности иерархической кластеризации по анализу уровня сформированности компетенций конкретная модель не столь важна, поэтому будем рассматривать модель компетенций, принятых в рамках кодекса Республики Беларусь об образовании [2].

При составлении учебных планов каждая дисциплина или модуль должны формировать определённые компетенции у студентов. Как правило, одна дисциплина формирует одну, реже 2–3 компетенции, согласно учебного плана. Однако, при разработке учебных программ, список компетенций может быть детализирован. Так, например, согласно учебного плана специальности 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий изучение дисциплины «Сервис ориентированная архитектура» предполагает формирование специализированной компетенции «Применять технологии создания корпоративных систем». При этом корпоративные системы – это достаточно сложные по своему составу и набору применяемых технологий системы. В рамках дисциплины, согласно учебной программе, студенты изучают технологии разработки клиентской части, серверной части, технологии обеспечения безопасности компонентов систем, технологии взаимодействия различных компонент. Большинство рассматриваемых в рамках учебной дисциплины технологий могут быть реализованы на разных языках программирования и, соответственно, могут формировать разные компетенции. Детализация компетенций может быть прослежена в модульно-рейтинговой ведомости по этой дисциплине, в которой есть отдельные задания на формирование компетенций по разработке клиентской части, есть отдельные задания на формирование компетенций по разработке серверной части и т.п. При классическом способе оценивания по каждому заданию студенту выставляется отметка по 10-бальной системе. Для каждого такого задания формируются чёткие критерии оценки, позволяющие выявить уровень сформированности компетенции. Далее формируется суммарный рейтинг студента по дисциплине как некоторая интегральная отметка: среднее арифметическое или средневзвешенное отметок по нескольким заданиям, формирующим различные компетенции. Но при формировании такой интегральной отметки теряется информация об уровне овладения каждой компетенцией по отдельности. Так, например, по той же дисциплине «Сервис ориентированная архитектура» ряд студентов получают одинаковую отметку по учебной дисциплине, но это не означает, что у них на одинаковом уровне сформированы все компетенции.

В рамках данной работы был проведён кластерный анализ отметок, полученных студентами в течение семестра в рамках модульно-рейтинговой системы оценки учебных достижений. Особенность кластерного анализа позволяет проводить автоматиче-

скую группировку различных объектов, сравнивая их не по какой-то одной конкретной характеристике, а по некоторому набору характеристик, определяя способ оценки близости произвольной пары объектов, имеющих разные значения в этом наборе характеристик. В данной работе в качестве меры близости использовалась классическая евклидова метрика:

$$r_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (h_{ik} - h_{jk})^2} \quad (1)$$

здесь r_{ij} – расстояние между i -ым и j -ым объектами; n – количество характеристик каждого объекта; h_{ik} – k -ая характеристика i -ого объекта.

А также метрика Минковского, известного также как манхэттенское расстояние или расстояние городских кварталов:

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^n |h_{ik} - h_{jk}| \quad (2)$$

В работе применялись агломеративные иерархические методы кластеризации, что означает, что наиболее близкие в смысле используемой метрики объекты объединяются в группы, называемые кластерами, а далее один кластер рассматривается как единый объект, и такие кластеры продолжают объединяться в более крупные кластеры до тех пор, пока весь набор объектов не объединится в общий кластер. Для этого процесса важно не только знать метрику сравнения отдельных элементарных объектов, но и метрику сравнения двух кластеров. В теории кластерного анализа применяются различные варианты таких метрик. В данной работе применялась метрика ближайшего соседа, т.е. расстояние между двумя кластерами бралось равным расстоянию между ближайшими элементарными объектами в каждом кластере, или минимальному из расстояний между всевозможными парами элементарных объектов, где первый объект пары принадлежит одному кластеру, а второй объект – другому.

Кластеризация результатов оценивания учебных достижений студентов, полученных в рамках модульно-рейтинговой системы, показала хорошую согласованность полученной кластерной структуры с уровнем сформированности отдельных компетенций у студентов. Но при этом студенты, попавшие в различные кластеры, имели одинаковый суммарный рейтинг по дисциплине, сформированный как интегральная отметка.

При этом кластеризация с метрикой (1) и метрикой (2) существенных различий в результатах кластеризации не даёт.

Заключение. Таким образом, в работе было показано, что иерархическая кластеризация позволяет более детально проанализировать уровень овладения компетенциями при обучении студентов. Также такой подход при определённой адаптации может использоваться в различных организациях при подборе кандидатов на определённую должность, оценивая компетенции каждого кандидата. При этом может потребоваться адаптация алгоритмов кластеризации, учитывающая вес каждой характеристики (степень важности каждой компетенции).

В дальнейшем планируется разработать программное обеспечение, позволяющее в более удобном для пользователя виде проводить кластерный анализ результатов учебной деятельности в рамках модульно-рейтинговой системы.

Работа выполнена в рамках НИР «Методы искусственного интеллекта для оптимизации образовательного процесса, №ГР 20210790» задания «Информационные технологии повышения качества образовательного процесса» ГПНИ «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства».

1. Жамбю, М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. – Москва: Финансы и статистика, 1988. – 345 с.
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании, 13 января 2011 г., № 243-3 с изменениями и дополнениями / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.