

教学设计 3

章节名称	7.3 图的矩阵表示	本节内容	有向图的邻接矩阵
所需课时	1 课时	所属课程	离散结构
总学时	64	授课对象	网络工程专业 大二学生
教育理念	<p>教学中坚持“学生中心、能力导向、素养提升”的教学理念，依据本课程的教学目标，结合本课程教学内容的特点，在教学方法上总体采用“提出问题→分析问题→解决问题”的教学思路，其中提出问题阶段需要寻找与课程内容相符合的教学案例，并将思政元素融入教学案例中，进而从知识、能力、情感、价值观等多个维度来教育学生。</p>		
教材分析	<p>本课程所使用的教材是由我系教师所组成的教学团队编写的教材《离散数学及其应用》，其中本节课所讲内容为书中图的矩阵表示中邻接矩阵的相关知识。目前图的许多研究成果已在各科技领域得到广泛应用，在网络理论、信息论、控制论等经典领域显示出强大的功能，而且在人工智能、计算机视觉等新兴领域也扮演者着愈发重要的角色。本节所讲的邻接矩阵因其具有特殊的性质，可以解决很多实际问题，比如与网络通信、道路通信等相关的线路问题，因此在教学过程中考虑引入实际教学案例，引导学生采用逆向思维的方式思考问题，使学生对本节课的内容产生兴趣，提高学习的积极性。</p>		

学情分析		<p>知识分析：本节课的学习内容为“有向图的邻接矩阵”，就内容而言具有很强的实用性，是学生学习后续专业课的基础，对于矩阵的运算又会涉及到程序代码的简单编写过程，本节课在保证学生掌握理论知识的基础上培养学生的动手能力和解决问题的能力。</p> <p>能力分析：本课程的授课对象是计算机专业二年级学生，本专业的学生现已具备基本的程序编写能力，对于图的关联矩阵和可达矩阵也已在前面的课程中学习，因此本节课所学习的邻接矩阵的理论内容学生已了解从哪些方面入手学习，这些因素为本节课的学习奠定了前提条件。</p> <p>心理分析：对于如何使用邻接矩阵来解决具体的线路问题，学生比较期待。</p>
教 学 目 标	知 识 目 标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 理解邻接矩阵的概念，能够快速写出有向图所对的邻接矩阵。 2. 能够总结出邻接矩阵的基本性质。 3. 能够判断出邻接矩阵元素的实际意义以及邻接矩阵各次幂元素的实际意义。
	能 力 目 标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过具体案例激发学生学习的兴趣，培养学生观察和思考问题的能力、表达具体问题的能力。 2. 培养学生应用本节课所学理论知识去分析和解决实际问题的能力，以及理论联系实际的能力。 3. 对于矩阵的运算引导学生使用 Python 语言代码来完成，培养学生的动手操作能力和计算思维能力。

	素质目标	<p>1. 引入具体的“丝绸之路”、“一带一路”、“思麻古道”等我国重要的交通路线图设计教学案例，通过提出的问题让学生思考，并对学生进行爱国主义教育。</p> <p>2. 在解决本节课所提出的具体案例问题时，要求学生分组进行讨论，让学生通过交流弥补自己的不足，体验团队合作的快乐。</p>
	教学重点	<p>教学重点：</p> <p>1. 邻接矩阵元素的实际意义。</p> <p>2. 邻接矩阵各次幂元素的实际意义。</p> <p>处理方式：</p> <p>1. 通过具体的有向图帮助学生理解邻接矩阵元素的实际意义。</p> <p>2. 通过对 3 阶邻接矩阵做 2 次幂运算来分析邻接矩阵各次幂元素的实际意义。</p>
	教学难点	<p>教学难点： 邻接矩阵的具体应用</p> <p>处理方式： 通过苗王城中提出的 2 个具体问题来向学生讲解邻接矩阵的应用。</p>
	教学方法	<p>案例引入法： 通过“丝绸之路”、“一带一路”、“思麻古道”等我国重要的交通路线图，引出两个具体的问题让学生思考。</p> <p>课堂练习法： 对于给定有向图，让学生快速写出所对的邻接矩阵。</p> <p>提问法： 提问数学归纳法的基本步骤和矩阵的乘法运算的运算方法，检查学生对旧知识的掌握程度。</p>

	<p>小组讨论法：对于苗王城中提出的两个问题，引导学生进行小组讨论。</p>
<p>教学过程 总体思路</p>	
<p>教学过程 具体安排</p>	<p>教学过程具体安排详见“教学过程安排表”</p>
<p>板书设计</p>	

<p>课程资源</p>	<p>本节课内容所包含的课程资源如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 超星学习通平台中的视频资源、测试题、知识拓展模块中的相关知识。 2. 教师提供的有关本节课内容的参考文献资料。 3. 教师讲课所用的课件。 4. 教材。
<p>教学评价</p>	<p>通过以下几个方面检查学生对本节课内容的掌握情况：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 学生课堂上回答问题的情况。 2. 学生分小组讨论的情况。 3. 学生课后作业的完成情况。 4. 学生使用 Python 语言求解矩阵运算的情况。 5. 学生通过超星学习通平台完成相应章节测试题的情况。

教学过程安排表

教 学 过 程 安 排	1. 知识回顾 (5 分钟)	
	回顾上节课所讲的主要内容：无向图的关联矩阵、有向图的关联矩阵、有向图的可达矩阵所涉及的概念、性质等。	
	2. 新课主要内容、掌握程度及时间分配：	
	(1) 教学引入 (3 分钟) (2) 邻接矩阵的概念及基本性质 (10 分钟) (3) 邻接矩阵中元素的实际意义 (20 分钟) (4) 邻接矩阵的具体应用 (10 分钟) (5) 本课小结及反思 (2 分钟)	
教学环节一：教学引入 (3 分钟)		
	主要内容	教学活动
	<p>大家都知道我国是四大文明古国之一，曾经的“丝绸之路”打通了中国通往西域的媒介（图 1），为中华文明的传播提供了重要的支撑。如今，习近平提出了建立 21 世纪的丝绸之路，增进我国的对外交流，这就是“一带一路”倡议。在“一带一路”的建设中（图 2），中国作为中坚力量，为很多周边国家提供了帮助。类似这样的交通要道还有很多，比如思麻古道（大家有没有听说过？），它东起湖南省麻阳县，西至贵州省思南县，全长 600 余千米。铜仁市江口县苗王坡古道，是思麻古道中的重要一</p>	<p>教师活动 1：</p> <ol style="list-style-type: none"> 通过这两个重要交通道路引导学生学习我国其他的交通道路——思麻古道。 在苗王城地图中提出的两个问题，引导学生考虑是否能使用上节课所

段。这条古道，是历朝官道、商道、邮道、茶道、文化传承之道，也是红军长征经过之路，还是抗战物资重要的运输线。



图 1



图 2

图 3 为苗王城的一段交通图，在这幅图中思考以下两个问题：

- (1) 从赵家沟出发途径 3 个村庄能够向哪些村庄运送抗战物资？
- (2) 从茶园沟到赵兴村，途径 3 个村庄有几条路线？（停顿几秒）



图 3

类似上面的道路交通问题在我们的生活中经常遇到，想要解决这样的实际问题，就必须把这些道路抽象成简单的图模型，即村庄看作图的顶点，村

学的关联矩阵和可达矩阵来解决？

学生活动 1:

1. 思考我国重要的交通道路。
2. 积极思考并回答教师提出的问题。

<p>庄与村庄之间的道路看成图的边，进而将相应的图使用矩阵表示出来，由于图的矩阵表示不唯一，我们需要先根据问题来确定使用哪种矩阵，然后使用相应的矩阵的性质来解决这样的问题。</p> <p>经过分析以上两个问题是不能使用上节课所学的关联矩阵和可达矩阵来解决的，那么类似这样的问题该如何使用数学的理论知识来解决呢？本节我们就来学习有向图的邻接矩阵。</p>	
<p>本环节设计目的</p>	<p>备注</p>
<p>1. 引导学生回顾这些交通道路对我国经济的发展以及对中外经济文化的交流所产生的重要意义，使学生体会我国为世界和平发展所增添的正能量，从而激发学生的爱国之情。</p> <p>2. 在问题中引出本节课的内容—有向图的邻接矩阵。</p> <p>3. 通过提出的两个问题，使学生有目的的进行学习并激发学生的学习兴趣。</p>	<p>提升兴趣</p>
<p>教学环节二：邻接矩阵的概念及基本性质（10分钟）</p>	
<p>主要内容</p>	<p>教学活动</p>
<p>1. 邻接矩阵的概念</p> <p>设有向图 $D=\langle V, E \rangle$, $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, 令 $a_{ij}^{(1)}$ 为顶点 v_i 邻接到顶点 v_j 边的条数，称 $(a_{ij}^{(1)})_{n \times n}$ 为 D 的邻接矩阵，记作 $A(D)$，或简记为 A。</p>	<p>教师活动 2:</p> <p>1. 讲解邻接矩阵的定义，并给出一个有向图让学生快速写出</p>

对于有向图的邻接矩阵要注意以下问题：

(1) 矩阵的行代表顶点，矩阵的列代表顶点。

(2) 矩阵中的元素表示行所在顶点到列所在顶点的通路数。

例：已知有向图如图 4 所示，写出图 4 对应的邻接矩阵。

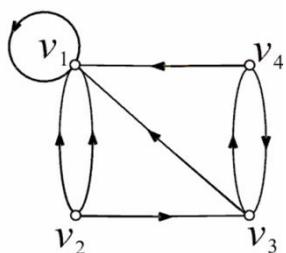


图 4

$$A(D) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

2. 邻接矩阵的基本性质

有向图的邻接矩阵具有如下基本性质：

性质 (1)： $\sum_{j=1}^n a_{ij}^{(1)} = d^+(v_i)$, $i=1,2,\dots,n$ ，此性质表示邻接矩阵第 i 行的元素之和等于顶点 v_i 的出度。

性质 (2)： $\sum_{i=1}^n a_{ij}^{(1)} = d^-(v_j)$, $j=1,2,\dots,n$ ，此性质表示邻接矩阵第 j 列的元素之和等于顶点 v_j 的入度。

性质 (3)： $\sum_{i,j} a_{ij}^{(1)} = m$ (其中 m 表示有向图的边数)，此性质表示邻接矩阵中的所有元素之和等于边数 m ，或表示邻接矩阵中所有元素之和等于有向图中长度为 1 的通路数。

性质 (4)： $\sum_i a_{ii}^{(1)}$ 表示有向图中长度为 1 的回路数。

性质 (5)：任何有向图都存在邻接矩阵。

所对的邻接矩阵，并发至超星学习通平台。

2. 引导学生思考：对于有向图的邻接矩阵，从哪些角度去总结性质。

学生活动 2:

1. 认真学习邻接矩阵定义，并完成教师布置的课堂练习。

2. 积极思考并回答教师提出的问题。

本环节设计目的	备注
<p>1. 通过学生动手练习，判断学生对邻接矩阵概念的掌握情况，避免学生中出现眼高手低的现象。</p> <p>2. 通过和学生互动学习邻接矩阵的基本性质，培养学生观察和思考问题的能力以及提高学生的归纳总结能力。</p>	观察能力
教学环节三：邻接矩阵中元素的实际意义（20分钟）	
主要内容	教学活动
<p>1. 邻接矩阵中元素的实际含义</p> <p>问题：有向图的邻接矩阵中的元素 $a_{ij}^{(1)}$ 有什么实际含义？</p> <p>分析：分析图 1 对应的邻接矩阵，其中第 2 行 1 列元素“2”表示 v_2 邻接到 v_1 的边的条数，第 4 行 1 列元素“1”表示 v_4 邻接到 v_1 的边的条数，第 3 行 4 列元素“1”表示 v_3 邻接到 v_4 的边的条数，这里所谓的邻接其实就是“走一步到达”的意思！</p> <p>结论：邻接矩阵中的元素 $a_{ij}^{(1)}$ 就表示“从 v_i 到 v_j 长度为 1 的通路数”。</p> <p>2. 邻接矩阵的 n 次幂中元素的实际含义</p> <p>以上分析了有向图的邻接矩阵中元素的性质，那么如果对一个邻接矩阵做 n 次幂运算得到的矩阵会有什么意义呢？</p> <p>先来考虑邻接矩阵的 2 次幂运算，对于一个简单的 3 行 3 列的邻接矩阵，如下 $A(D)$ 所示，首先可以</p>	<p>教师活动 3：</p> <p>1. 根据邻接矩阵的基本性质引发学生思考邻接矩阵中元素有什么实际的含义？并讲解。</p> <p>2. 提问：如何做矩阵的乘法运算？找学生回答。</p> <p>3. 和学生一起讨论邻接矩阵的 2 次幂中元素的性质。</p> <p>4. 提问数学归纳法的基本步骤？找学生回答。</p> <p>5. 和学生互</p>

想到对应的有向图是含有 3 个顶点的图，比如这 3 个顶点分别为 v_1 、 v_2 和 v_3 。

$$A(D) = \begin{pmatrix} a_{11}^{(1)} & a_{12}^{(1)} & a_{13}^{(1)} \\ a_{21}^{(1)} & a_{22}^{(1)} & a_{23}^{(1)} \\ a_{31}^{(1)} & a_{32}^{(1)} & a_{33}^{(1)} \end{pmatrix}$$

对矩阵 $A(D)$ 做如下的 2 次幂运算，会得到一个新的 3 行 3 列的矩阵，下面我们来求新矩阵中第 1 行第 2 列位置的元素。

$$\begin{pmatrix} a_{11}^{(1)} & a_{12}^{(1)} & a_{13}^{(1)} \\ a_{21}^{(1)} & a_{22}^{(1)} & a_{23}^{(1)} \\ a_{31}^{(1)} & a_{32}^{(1)} & a_{33}^{(1)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_{11}^{(1)} & a_{12}^{(1)} & a_{13}^{(1)} \\ a_{21}^{(1)} & a_{22}^{(1)} & a_{23}^{(1)} \\ a_{31}^{(1)} & a_{32}^{(1)} & a_{33}^{(1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - & - & ? \\ - & - & - \\ - & - & - \end{pmatrix}$$

“?” 位置的元素就是原矩阵第 1 行与第 2 列作相应的运算而来，即如下运算：

$$a_{11}^{(1)} \cdot a_{12}^{(1)} + a_{12}^{(1)} \cdot a_{22}^{(1)} + a_{13}^{(1)} \cdot a_{32}^{(1)}$$

其中：

第 1 项乘积的实际意义为：从顶点 v_1 到顶点 v_2 经过顶点 v_1 做中转长度为 2 的通路数。

第 2 项乘积的实际意义为：从顶点 v_1 到顶点 v_2 经过顶点 v_2 做中转长度为 2 的通路数。

第 3 项乘积的实际意义为：从顶点 v_1 到顶点 v_2 经过顶点 v_3 做中转长度为 2 的通路数。

通过以上分析，整体表达式的含义为：从顶点 v_1 到顶点 v_2 分别经过顶点 v_1 做中转或顶点 v_2 做中转或顶点 v_3 做中转长度为 2 的通路总数。因此“?” 处可以表示为 $a_{12}^{(2)}$ ，邻接矩阵 A^2 可以表示为 $(a_{ij}^2)_{3 \times 3}$ 。

动一起证明“重要结论”。

学生活动 3:

1. 思考并回答邻接矩阵中元素的实际意义。

2. 思考并回答老师提出的矩阵的乘法运算问题。

3. 和教师一起讨论邻接矩阵的 2 次幂中元素的性质。

4. 学生回答问题：数学归纳法的基本步骤。

5. 和教师一起证明“重要结论”。

结论：邻接矩阵 2 次幂中的元素表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 长度为 2 的通路数。

同理可以理解 $A^3(D)$ 、 $A^4(D)$ 、 \dots 、 $A^n(D)$ 中每个元素的含义。

重要结论：邻接矩阵 n 次幂中的元素表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 长度为 n 的通路数。

证明：此结论的证明过程可以采用数学归纳法通过上面的分析过程进行证明，大致的证明过程如下。

(1) 邻接矩阵的 1 次幂所对的矩阵为 A 本身，其中的元素 $a_{ij}^{(1)}$ 表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 长度为 1 的通路数，结论正确。

(2) 假设邻接矩阵的 $n-1$ 次幂即 A^{n-1} 中的元素 $a_{ij}^{(n-1)}$ 表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 长度为 $n-1$ 的通路数是正确的，现证明 A_n 中的元素 $a_{ij}^{(n)}$ 表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 长度为 n 的通路数。

由以上分析，可知邻接矩阵 A_n 中的元

$$\text{素：} a_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^n a_{ik}^{n-1} \cdot a_{kj}^1$$

对每一个 $k(1 \leq k \leq n)$ ， $a_{ik}^{n-1} \cdot a_{kj}^1$ 等于从顶点 v_i 到顶点 v_k 长度为 $n-1$ 的通路数乘以从顶点 v_k 到顶点 v_j 长度为 1 的通路数，使用排列组合的知识 $a_{ik}^{n-1} \cdot a_{kj}^1$ 就表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 经过顶点 v_k 做中转长度为 n 的通路数。

$a_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^n a_{ik}^{n-1} \cdot a_{kj}^1$ 就表示从顶点 v_i 到顶点 v_j 分别经过顶点 v_1 或 $v_2 \dots \dots$ 或 v_k 做中转长度为 n 的通路总数。因此

<p>$A^n(D)$ 中的每个元素都有实际的意义，结论是正确的。</p> <p>下面我们将邻接矩阵的性质应用在本节课开始时提出的两个问题中。</p>	
<p>本环节设计目的</p>	<p>备注</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. 引导学生理解邻接矩阵中元素的实际含义。 2. 帮助学生复习矩阵的乘法运算、数学归纳法基本步骤，检查学生对旧知识的掌握情况。 3. 培养学生观察和思考问题的能力。 	<p>理解性质</p>
<p>教学环节四：邻接矩阵的具体应用（10分钟）</p>	
<p>主要内容</p>	<p>教学活动</p>
<p>理解了有向图的邻接矩阵的实际意义，下面我们就用邻接矩阵的知识解决苗王城线路图中提出的两个问题，并且配合 python 或 matlab 编程语言来求解最终的结果。</p> <p>根据刚才引入的思麻古道的案例，在如下苗王城的线路图中，抽象出 8 个位置（如图 5 蓝色圆点表示），这 8 个位置之间的道路交通情况如图 6 所示，其中图 6 中的有向边表示了村庄之间的道路是单向还是双向的情况，问：</p> <p>（1）从赵家沟(A)出发，途径 3 个村庄能为哪些村庄提供抗战物资？</p> <p>（2）从茶园沟(D)到赵兴村(H)，途径 3 个村庄有几条路线？</p>	<p>教师活动 4：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 引导学生分组讨论苗王城线路图中所提出的两个问题。 2. 和学生互动写出图 6 所对的邻接矩阵，并和学生互动展示出使用 python 语言求解 A^4 的结果。 3. 找学生回答苗王城线路图中所提出的两个问题。 4. 要求学生



图 5

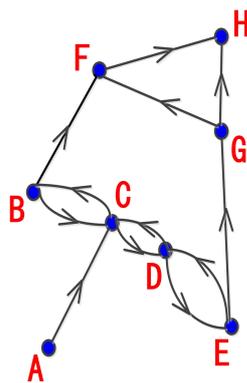


图 6

解：先写出图 6 所对的邻接矩阵如下：

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

问题 (1) (2) 都是要求途径 3 个村庄的路线的条数，根据邻接矩阵的性质，就要求上述 8 阶矩阵的 4 次幂的结果，由于运算量比较大，因此需要借助 Python 代码来求解，求出的 4 次幂矩阵如下图 7 所示：

问题 (1) (2) 都是要求途径 3 个村庄的路线的条数，根据邻接矩阵的性质，就要求上述 8 阶矩阵的 4 次幂的结果，由于运算量比较大，因此需要借助 Python 代码来求解，求出的 4 次幂矩阵如下图 7 所示：

分组讨论思考 1 和思考 2 两个问题。

学生活动 4:

1. 以小组为单位讨论相应的问题。
2. 积极和教师互动。
3. 积极回答问题。
4. 以小组为单位积极讨论 2 个思考问题。

```

Python 3.6.6 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
>>> import numpy
>>> A=numpy.array([[0,0,1,0,0,0,0,0],[0,0,1,0,0,1,0,0]
, [0,1,0,1,0,0,0,0],[0,0,1,0,1,0,0,0],[0,0,0,1,0,0,1,0]
, [0,0,0,0,0,0,1],[0,0,0,0,0,1,0,1],[0,0,0,0,0,0,0,0]
])
>>> numpy.mat(A)**4
matrix([[0, 2, 0, 3, 0, 0, 1, 1],
        [0, 2, 0, 3, 0, 0, 1, 1],
        [0, 0, 5, 0, 3, 3, 0, 1],
        [0, 3, 0, 5, 0, 0, 2, 2],
        [0, 0, 3, 0, 2, 2, 0, 1],
        [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
        [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
        [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]])
Ln: 67 Col: 4

```

图 7

由图 7 可得 A 的 4 次幂矩阵如下：

$$A^4 = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F & G & H \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 3 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 3 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 3 & 3 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 5 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

从最终的结果就可回答所提的两个问题：

(1) 从赵家沟 (A) 出发，途径 3 个村庄能够到达的村庄，正是 A^4 矩阵中第一行所对的非零元素所对的列，即 B、D、G、H，且路的条数分别为 2、3、1、1 条。

(2) 从茶园沟 (D) 到赵兴村 (H)，途径 3 个村庄共有的道路的条数，正是 A^4 矩阵中第 4 行第 8 列的元素，即有 2 条路。

思考 1:

对于图 5, 从 C 地出发至多经过 3 个村庄能到达哪些村庄?

思考 2:

如图 8 所示为 8 个网络站点之间的通信, 箭头表示通信方向, 思考图 5 能够提出哪些与本节内容相关的问题?

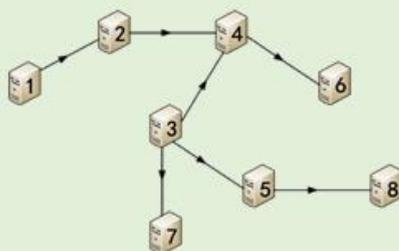


图 8

本环节设计目的

备注

1. 检查学生是否能够将实际的路线问题表示为邻接矩阵的形式, 是否理解了邻接矩阵各次幂中元素的实际含义, 培养学生对知识的灵活应用能力以及对实际问题的表达能力。

2. 引导学生使用 Python 语言解决矩阵的计算问题, 培养学生的计算思维能力和动手编程能力。

3. 通过分组讨论, 锻炼学生的交流能力以及培养学生的团队合作能力。

4. 通过 2 个思考问题检查学生是否能够将本节课所学知识做延伸。

解决问题的
能力

教学环节五：本课小结及反思（2分钟）

主要内容	设计目的
<p>1. 本节课学习有向图的邻接矩阵的概念、性质，以及邻接矩阵中元素的实际意义等，要求大家掌握这些理论内容。</p> <p>2. 通过思麻古道的案例，引导学生灵活掌握本节课的理论内容，并且鼓励学生将理论内容与具体的 python 编程语言相结合，从而锻炼学生的动手能力、逻辑思维能力、解决实际问题的能力等。</p> <p>3. 对于邻接矩阵的具体应用非常重要，能够应用邻接矩阵的理论知识来解决今后学习中的具体问题。</p> <p>4. 通过在具体的案例中引入的“丝绸之路”、“一带一路”、“思麻古道”这些重要的交通道路，引导学生深入学习我国的相关政策方针，激发学生的爱国热情。</p> <p>5. 反思本节课的内容能用到哪些专业课的学习中？</p>	<p>通过小结，帮助学生归纳整理本节课所学的内容，使学生把握住本节课的重点内容，并让学生自行反思本节课内容的掌握情况，进而形成自身的知识图谱。</p>

课后作业及延伸

主要内容	设计目的
<p>一、利用本节课所讲理论内容，完成以下两个具体问题，并且使用 Python 编程语言求出最终答案。</p> <p>1. 图9所示的是国家网络部门6个重要的网络站</p>	<p>1. 通过两道课后作业题，了解学生对本节课理论知识的掌握</p>

点之间的线路通信图，其中箭头表示通信方向，现问：从 v4 出发经过 2 个中转站点都可以为哪些站点通信？

2. 延安既是红军长征胜利的落脚点，也是建立抗日民族统一战线赢得抗日战争胜利的出发点，这个城市培育了永放光芒的“延安精神”，谱写了可歌可泣的伟大历史篇章。图 10 为革命圣地延安某处的道路交通图，某单位组织员工进行红色旅游想要从 1 地去往 8 地，问最多经过 2 个中转站点共有几种不同的路线？

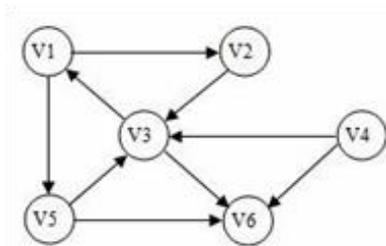


图 9

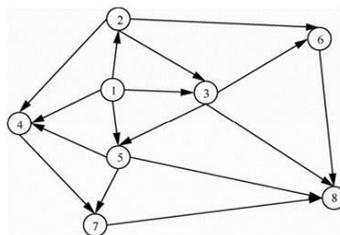


图 10

二、本节课后引导学生阅读以下参考文献，并分析和思考邻接矩阵的知识还能解决哪些实际问题？

1. 图论中的邻接矩阵及其实现

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1719898839914734090&wfr=spider&for=pc>

2. 图的邻接矩阵实现问题

<https://www.docin.com/p-1382237638.html>

3. 用邻接矩阵寻找关键路径

<https://wenku.baidu.com/view/34d371b569dc5022aaea002b.html>

情况。

2. 通过编程语言来求解问题，培养学生的计算思维能力、动手能力和解决实际问题的能力。

3. 通过课外阅读参考文献，培养学生的自学能力和创新能力。