

目录

摘要	I
Abstract	II
1. 绪论	-1 -
1.1 研究目的及其意义	-1-
1.2 图像分割的研究现状	-2-
1.3 主要工作	-2-
1.4 内容安排	-3-
2. 图像分割的原理和方法	-4-
2.1 概述	-4-
2.1.1 图像	-4-
2.1.2 图像处理	-4-
2.2 图像分割简介	-5-
2.3 图像分割的定义	-6-
2.4 图像分割的基本方法	-7-
2.4.1 阈值法的基本原理	-8 -
2.4.2 阈值法图像分割方法分类	-8 -
3. 灰度-梯度共生矩阵理论	-10-
3.1 灰度的概念	-10-
3.2 梯度的概念	-10-
3.3 灰度-梯度共生矩阵原理	-11 -
3.4 灰度梯度归一化的方法	-11 -
3.5 计算灰度-梯度共生矩阵	-12 -
4. 最大条件熵	-13-
4.1 二维最大熵原理	-13 -
4.2 快速递推算法	-15-
4.3 分割结果	-16 -
4.3.1 图 cameraman	- 16 -
4.3.2 图 boat	- 17-
4.3.3 图 number	- 18 -
4.4 分析研究	-19 -
5. 结论	-21 -
致谢	-22 -
参考文献	-23 -
附录	-24 -

摘要

图像分割是计算机视觉领域的一个重要而且基本的问题。图像分割是指把图像分解成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程,是从图像处理到图像分析的一个关键步骤,在图像工程中占有非常重要的位置。分割结果的好坏将直接影响到视觉系统的性能,阈值化分割算法是图像分割中应用数量最多的一类。对灰度图像阈值分割就是先确定一个处于图像灰度取值范围内的灰度阈值,然后将图像中各个像素的灰度值与这个阈值相比较,并根据这个结果对图像的像素进行分类:灰度值大于阈值的像素一类,小于阈值的像素一类。通过分类,两类像素分属图像的两个不同区域,从而达到区域分割的目的。在实际系统中,图像目标和背景之间并不具备截然不同的灰度,随着可见光照射角度的不同,目标的亮度和背景的亮度均要变化。因此阈值的正确选取是很重要的,直接影响着分割的精度及图像描述分析的正确性。

基于二维灰度直方图的最大熵阈值法是依据“灰度-灰度均值”构成直方图的图像分割方法,该方法着重于图像的内部信息,忽略了边界区域的信息,这使得基于灰度直方图进行分割时不能充分利用图像的一些细节特征。梯度在数字图像处理中常用于描述图像灰度在空间中的变化状况。梯度值大的像素点是边缘的可能性也较大,为了充分提取图像内部和边缘信息,因此应用图像的梯度信息建立“灰度-梯度共生矩阵”,构造图像的二维直方图,结合最大条件熵法进行阈值选取。该方法不仅利用了图像的灰度信息,而且也利用了图像的梯度信息,该方法通过计算基于灰度-梯度共生矩阵的二维熵并使边缘区域的熵最大来选择阈值,仿真结果显示该算法比一维熵方法效果更佳。

关键词: 阈值; 熵; 灰度-梯度共生矩阵; 图像分割

Abstract

Image segmentation is one of the basic and important technique in computer vision. Image segmentation is the process and related methods to segment an image into different sub-images with different characters and derive some interested objects. It is a key step from image process to image analysis, and it plays an important role in image engineering. The quality of the segmentation will directly affect the performance of vision system, Threshold segmentation algorithm based on the application of image segmentation is the largest number of categories. Threshold of the gray image segmentation is to identify a range in the image of gray-scale threshold, and then all image pixel gray value and the threshold comparison, and in accordance with the results of the image pixels classification: greater than the threshold gray value of pixels for a class, less than the threshold for a class of pixels. Through the classification, two types of image pixels belong to two different regions, so as to achieve the purpose of region segmentation. In the actual system, between target and background images do not have the distinct gray, as the visible light from different shooting angle, target brightness and the brightness of the background have to change.

Two-dimensional histogram based on the maximum entropy threshold is based on the “gray-gray mean,, constitute histogram image segmentation, the method focuses on images of the inside information, and ignored the boundary region information, this allows for segmentation on based on histogram can not make full use of the image characteristics of the details. Gradient in the digital image processing often used to describe the image intensity changes in conditions. Gradient is large edge pixels are also more likely, in order to fully extract the insides and edges of the image, Therefore application of the gradient information to establish a “gray-Gradient Co-occurrence Matrix”, and construct the image histogram, conditions combined with the maximum entropy threshold method, the method not only made use of the gray-scale image information, but also the use of the image gradient information. Based on the method by calculating the gray-two-dimensional entropy gradient co-occurrence matrix and to the edge of the region to select the maximum entropy threshold. Simulation results show that the algorithm than the maximum entropy method of partitioning would like a good plan.

Key words: threshold; entropy; gray-gradient co-occurrence matrix; image segmentation.

1. 绪论

图像分割是图像处理的一个重要领域,从上个世纪七十年代起就一直受到人们的高度重视并已经进行了广泛而深入的研究,是计算机视觉中的一个研究热点。

1.1研究目的及其意义

数字图像处理起源于20世纪20年代,当时通过海底电缆从英国的伦敦到美国的纽约采用数字压缩技术传输了第一幅数字照片。CT的发明、应用及倍受科技界瞩目的诺贝尔奖,使得数字图像处理技术大放异彩。其后,数字图像处理技术迅猛发展,目前已成为工程学、计算机科学、信息科学、统计学、物理学、化学、生物学、医学甚至社会科学等领域各学科之间学习和研究的对象。

在图像的研究和应用中,人们往往仅对图像的某一部分感兴趣。这些部分称为目标,它们一般对应图像中特定的、具有独特性质的区域。为了识别和分析目标,需要将它们分别提取出来,在此基础上才有可能对目标进一步利用。

图像分割就是指把图像分成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程。这里所说的特性可以是灰度、颜色、纹理等,而目标可以对应单个区域,也可以对应多个区域。分割出的区域需要同时满足均匀性和连通性的条件。其中均匀性是指该区域中的所有像素点都满足基于灰度、纹理、颜色等特征的某种相似性准则,连通性是指该区域内存在连接任意两点的路径。

图像分割的应用非常广泛,几乎出现在有关图像处理的所有领域,并涉及各种类型的图像。例如:在医学图像处理与分析中,无论对于三维显示还是对目标物体(组织、器官)的分析,图像分割都占有十分重要的地位。在交通图像分析中,将目标车辆从复杂背景中分割出来等等。通常,图像分割是为了进一步对图像进行分析、识别、压缩、编码等,图像分割的准确性将直接影响后继的工作。因此,分割的方法和精确程度是至关重要的。

现有的图像分割算法都是针对某一类特定的图像,因此,图像分割至今为止尚无通用的自身理论。近年来,遗传算法、数学形态学、人工神经网络、小波变换已应用于图像分割领域。

1.2图像分割的研究现状

人们在图像分割方面做了许多研究工作,希望能找到一种通用的图像分割方法,但是随着研究的深入,人们发现图像分割是一个信息不足的不适定性问题,不可能存在一种通用于任何图像的统一图像分割方法。由于尚无通用的分割理

论，因此现已提出的分割算法大都是针对具体问题的，另一方面，给定一个实际图像分析问题要选择合用的分割算法也还没有标准的方法。

由于分割问题的这种特性，给问题的解决造成了很大的困难，成为阻碍计算机视觉发展的一个瓶颈问题。因此，图像分割问题一直以来是计算机视觉中的一个研究热点。在图像分割研究领域，出现了分割算法层出不穷的现象。

寻求具有较强适应性和快速高效的分割方法将是今后的一个研究重点。与此同时，将多种图像分割方法综合运用，发挥各自的优势进行图像处理将成为这一领域的发展趋势。此外，对图像分割性能的评估缺乏统一的标准，建立多角度、全方位评估图像分割性能的综合评估模型也是一个值得深入研究的课题。总而言之，图像分割方法正朝着更快速、更精确的方向发展，通过与各种新理论和新技术结合将不断取得突破和创新。

近年来，随着各学科许多新理论和新方法的提出，产生了许多结合特定理论、方法和工具的分割技术，主要是基于模糊理论的方法、基于神经网络技术的方法、基于小波分析和变换的技术和遗传算法的应用。

1.3主要工作

本文研究了基于熵理论的阈值分割方法，最大熵的阈值分割在应用过程中，主要是基于图像的梯度信息，构造灰度-梯度共生矩阵，进行图像阈值的选取。与二维最大熵和二维Otsu阈值法进行比较，分析此方法的分割特点。特别是在二维熵的分割过程中面临着计算量大、搜索时间长的缺点。为了有效克服最大熵的阈值分割的困难，在二维最大熵阈值分割算法的基础上，提出了一种快速递推算法，该算法大大降低了计算的复杂性，运算时间快，图像处理效果好。

本文所做的研究工作主要有两部分：

第一部分主要阐述了图像分割的原理、方法和分割结果的评价，介绍了灰度-梯度共生矩阵理论以及方法。

第二部分是本文的重点部分。详细讨论了最大条件熵原理的阈值分割，重点对二维最大条件熵阈值算法进行了研究，在此基础上推导出一种快速递推算法，应用于实际图像的分割中，提高分割的速度。

1.4内容安排

本论文的主要内容安排如下：

第一章绪论。简要介绍了图像分割技术，及图像分割领域的应用现状。提出本论文的主要工作及全文的内容安排。

第二章介绍了图像分割的原理以及定义，分析了现有的图像分割方法——阈

值分割法、边缘检测法、区域的生长和分裂合并法及其它一些方法，最后介绍了对分割结果的评价。

第三章介绍了灰度-梯度共生矩阵的理论，以及灰度，梯度归一化的方法，掌握了如何建立灰度-梯度共生矩阵。

第四章介绍了二维最大条件熵原理，并应用灰度-梯度共生矩阵来计算图像的最大条件熵，以及对多幅图像的分割结果。

第五章总结全文，并给出进一步研究方向及展望。

2. 图像分割的原理和方法

图像分割就是把人们感兴趣的部分给提取出来。现有的图像分割算法都是针对具体问题的，并没有适合所有图像的通用分割算法。

2.1概述

2.1.1图像

图像是对客观存在物体的一种相似性的生动模仿也描述，是物体的一种不完全的、不精确的描述，但是在某种意义下是适当的表示。图像可分为物理图像、虚拟图像和数字图像。

a. 数字图像

数字图像是用数字阵列来表示的图像。数字阵列中的每一个数字，表示数字图像的一个最小单位，称为像素。通过对每个像素点的颜色，或者是亮度等进行数字化的描述，就可以得到在计算机上进行处理数字图像。

数字图像的数值描述：客观世界是三维的，从客观场景中所拍摄到的图像是二维信息。因此，一幅图像可以定义为一个二维函数其中 x, y 是空间坐标。对任何一对空间坐标 (x, y) 上的幅值 $f(x, y)$,称为表示图像在该点上的强度或灰度，或简称为像素值。对应不同的场景内容，一般数字图像可以大致分为二值图像、灰度图像、彩色图像。

二值图像是指每个像素不是黑就是白，其灰度值没有中间过渡的图像。

b. 灰度图像

灰度图形是指每个像素的信息由一个量化后的灰度级来描述的数字图像，灰度图像中不包含彩色信息。标准灰度图像中每个像素的灰度是由一个字节表示，灰度级数为256级，每个像素可以是0-255（从黑到白）之间任何一个值。

c. 噪声图像

图像噪声可以理解为妨碍人的视觉感知，或妨碍系统传感器对所接受图像源信息进行理解或分析的各种因素，也可以理解成真实信号与理想信号之间存在的偏差。

2.1.2图像处理

数字图像处理技术是一个跨学科领域。随着计算机科学技术的不断发展，图像处理和图像分析逐渐形成了自己的科学体系，新的处理方法层出不穷，尽管其发

展历史不长，但却引起各方面人士的广泛关注。首先，视觉是人类最重要的感知手段，图像又是视觉的基础，因此，数字图像称为心理学、生理学、计算机科学等诸多领域内的学者们研究视觉感知的有效工具。其次，图像处理在军事、遥感、气象等大型应用中不断增长的需求。

基于图论的图像分割技术是近年来国际上图像分割领域的一个新的研究热点。该方法将图像映射为带权无向图，把像素视作节点。利用最小剪切准则得到图像的最佳分割，该方法本质上将图像分割问题转化为最优化问题。是一种点对聚类方法。对数聚类法也具有很好的应用前景。但由于其涉及的理论知识较多，应用也还处在初级阶段。因此国内这方面的研究报道并不见多，本文将对图论方法用于图像分割的基本理论进行简要介绍，并对当前图论方法用于图像分割的最新研究进展进行综述，并着重介绍基于等周图割的图像分割的方法。

2.2 图像分割简介

图像分割是将图像细分成许多统一，均匀区域的过程。每个均匀区域都是整个场景的要素部分或对象。换句话说，图像的分割是定义相连的且不相互重叠区域的集合，以便在图像段的每个像素表明区域的一个独特的，属于哪个区域的标记。在自动化图像分析中，分割时重要的元素之一，主要是因为在这一步将从图像中提取感兴趣的对象或其他实体，用于随后的处理。

图像分割(image segmentation)是一种重要的图像技术，它不仅得到人们广泛的重视和研究，也在实际中得到大量的应用。图像分割的方法和种类有很多，有些分割可直接应用于任何图像，而另一些适用于特殊类别的图像。有些算法需要对图像进行粗分割，因为他们需要从图像中提取出来的信息。例如，可以对图像的灰度级设置门限的方法分割。值得提出的是，没有唯一的标准的分割方法。许多不同种类的图像或景物都可作为待分割的图像数据，不同类型的图像，已经有相对应的分割方法对其分割，同时，某些分割方法也只适合于某些特殊类型的图像分割。分割结果的好坏需要根据具体的场合及要求衡量。图像分割时从图像处理到图像分析的关键步骤，可以说，图像分割结果的好坏直接影响对图像的理解。图像技术种类很多，跨度很大，但可以将它们归在一个整体框架——图像工程之下。图像工程是一个对整个图像领域进行研究应用的科学，根据抽象程度和研究方法等的不同可分为三个各有特点的层次：图像处理、图像分析和图像了解。

图像处理着重强调在图像之间进行变换以改善图像的视觉效果。图像分析则主要是对图像中感兴趣的目标进行检测和测量，以获得它们的客观信息从而建立对图像的描述。图像理解的重点是在图像分析的基础上，进一步研究图像中各目标的性质和它们之间的相互联系，并得出对原始成像客观场景的解释，从而知道和规划行动。

在对图像的研究和应用中，人们往往对图像中的某些部分感兴趣。这些部分常称为目标或前景（其他部分成为背景），它们一般对应图像中特定的、具有独特性质的区域。为了辨识和分析目标，需要将它们分离提取出来，在此基础上才有可能对目标进一步利用。图像分割就是指把图像分成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程。这里特性可以是像素的灰度、颜色、纹理等，预先定义的目标可以对应单个区域，也可以对应多个区域。

图像分割是由图像处理进到图像分析的关键步骤，在图像工程中占据重要的位置。一方面，它是目标表达的基础，对特征测量有重要的影响。另一方面，因为图像分割及其基于分割的目标表达、特征提取和参数测量等将原始图像转化为更抽象更紧凑的形式，使得更高层的图像分析和理解成为可能。为后续工作有效进行而将图像划分为若干个有意义的区域的技术称为图像分割。目前，有许多的图像分割方法，从分割操作策略上讲，可以分为基于区域生成的分割方法，基于边界检测的分割方法和区域生成与边界检测的混合方法。

2.3 图像分割的定义

多年来人们对图像分割提出了多种不同的解释和表达。下面借助集合概念，对图像分割给出比较精确的定义：

定义3-1：令集合A代表整个图像区域，对R的分割可看做将R分成N个满足一下五个条件的非空子集（子区域） $R[0...RN$ ：

1. $UR = R, j = 1, 2, \dots, N$;
2. $j, \text{有一} \text{ } \text{ } = 0$;
3. $= \text{有} P(R) = TRUE$;
4. $\forall j, \text{有} P(R \setminus U \&) = FALSE$;
5. $V = 1, 2, \dots, N$, 姊是连通的区域。

在上述定义中条件1指出在一幅图像的分割结果中，全部子区域的总和（并集）应包括图像中所有像素。条件2指出在分割结果中各个子区域是互不重叠的。条件3指出在分割结果中每个子区域像素应具有某些相同特性。条件4指出在分割结果中，不同的子区域具有不同的特性，没有公共元素。条件5是指同一个子区域内的像素应当是连通的，即同一个子区域内的任两个像素互相连通。

要得到一个同时满足上述五个条件的分割结果的方法是十分困难的，图像处理 and 机器视觉界的研究者们为此付出了长期的努力。迄今为止，大部分方法都是针对某一类型图像、某一具体应用的分割，通用方法仍面临着巨大的困难。

2.4 图像分割的基本方法

图像分割技术从图像处理的角度可分为三大类：特征阈值或聚类、边缘检测和区域提取。有人将所有算法进行了更为细致的划分，共分为6类：侧度空间导向的空间聚类、单一连接区域生长策略、混合连接区域生长策略、中心连接区域生长策略、空间聚类策略和分裂合并策略。但是，该分类方法中，各个类别的内容有重叠。为了涵盖不断涌现的新方法，有的研究者将图像分割算法分类一下6类：并行边界分割技术、串行边界分割技术、并行区域分割技术、串行区域分割技术、结合特定理论工具的分割技术和特殊图像分割技术。还有学者将图像分割简单的分为数据驱动的分割和模型驱动的分割两类。

图像分割有两种不同的途径：其一是将各像素划归到相应物体或区域的像素聚类方法即区域法；其二是通过直接确定区域间的边界来实现分割的边界方法。

本文将图像分割算法一共分为基于阈值的分割算法、基于边缘的分割算法、基于区域特性的分割算法和其它特殊的分割算法这四类。

具体实现可按照下述方法：

a. 阈值与图像分割

阈值是在分割时作为区分物体与背景像素的门限，大于或等于阈值的像素属于物体（或背景），而其它属于背景（或物体）。这种方法对于在物体与背景之间存在明显差别（对比）的景物分割十分有效。实际上，在任何图像处理系统中，都要用到阈值化技术。为了有效地分割物体与背景，人们发展了各种各样的阈值处理技术，包括全局阈值、自适应阈值、最佳阈值等等。

b. 梯度与图像分割

当物体与背景有明显对比度时，物体的边界处于图像梯度最高的点上，通过跟踪图像中具有最高梯度的点的方式获得物体的边界，可以实现图像分割。这种方法容易受到噪声的影响而偏离物体边界，通常需要在跟踪前对梯度图像进行平滑等处理，再采用边界搜索跟踪算法来实现。

c. 边界提取与轮廓跟踪

为了获得图像的边界，人们提出了多种边缘检测方法，如Sobel算子、Canny算子、LoG算子等等。在边缘图像的基础上，需要通过平滑、形态学等处理去除噪声点、毛刺、空间等不需要的部分，再通过细化、边缘连接和跟踪等方法获得物体的轮廓边界。

d. 区域增长

区域增长方法是根据同一物体区域内像素的相似性来聚集像素点的方法。从初始区域（如小邻域甚至于每个像素）开始，将相邻的具有相同性质的像素或其它区域归并到目前的区域中从而逐步增长区域，直至没有可以归并的点或其它小

区域为止。区域内像素的相似性度量可以包括平均灰度值、纹理、颜色等信息。

区域增长方法是一种比较普遍的方法，在没有先验知识可以利用时，可以取得较好的性能，可以用来分割比较复杂的图像，如自然景物。但是，区域增长方法是一种迭代的方法，空间和时间开销都比较大。

本文采用的方法可以划归到基于阈值化的图像分割方法中。

2.4.1 阈值法的基本原理

阈值分割法是一种基于区域的图像分割技术，其基本原理是：通过设定不同的特征阈值，把图像像素点分为若干类。常用的特征包括：直接来自原始图像的灰度或彩色特征；由原始灰度或彩色值变换得到特征。设原始图像为 $f(x, y)$ ，按照一定的准则在 $f(x, y)$ 中找到特征值 T 将图像分割为两个部分，分割后的图像为：

$$G(x, y) = b_0 \text{ if } f(x, y) < T;$$

$$G(x, y) = b_1 \text{ if } f(x, y) \geq T;$$

若取： $b_0=0$ （黑）， $b_1=1$ （白），即为我们通常所说的图像二值化。

2.4.2 阈值法图像分割方法分类

全局阈值法指利用全局信息对整幅图像求出最优分割阈值，可以是单阈值，也可以是多阈值；局部阈值法是把原始的整幅图像分为几个小的子图像，再对每个子图像应用全局阈值法分别求出最优分割阈值。其中全局阈值法又可分为基于点的阈值法和基于区域的阈值法。阈值分割的结果很大程度上依赖于阈值的选择，因此该方法的关键是如何选择合适的阈值。由于局部阈值法中仍要用到全局阈值法，因此本文主要对全局阈值法中基于点的阈值法和基于区域的阈值法分别进行了研究。根据阈值法的原理可以将阈值选取技术分为3大类：

a. 基于点的全局阈值方法

基于点的全局阈值算法与其他几大类方法相比，算法时间复杂度较低，易于实现，适合应用于在线实时图像处理系统。

b. 基于区域的全局阈值方法

对一幅图像而言，不同的区域，比如说目标区域或背景区域，同一区域内的像素，在位置和灰度级上同时具有较强的一致性和相关性。

c. 局部阈值法和多阈值法

局部阈值（动态阈值）当图像中有如下一些情况：有阴影，照度不均匀，各

处的对比度不同，突发噪声，背景灰度变化等，如果只用一个固定的全局阈值对整幅图像进行分割，则由于不能兼顾图像各处的情况而使分割效果受到影响。有一种解决办法就是用与像素位置相关的一组阈值（即阈值是坐标的函数）来对图像各部分分别进行分割。这种与坐标相关的阈值也叫动态阈值，此方法也叫变化阈值法，或自适应阈值法。这类算法的时间复杂性和空间复杂性比较大，但是抗噪能力强，对一些用全局阈值不易分割的图像有较好的效果。

多阈值法很显然，如果图像中含有占据不同灰度级区域的几个目标，则需要使用多个阈值才能将他们分开。其实多阈值分割，可以看作单阈值分割的推广。

3灰度-梯度共生矩阵理论

3.1灰度的概念

灰度使用黑色调表示物体。每个灰度图像都具有从0% (白色)到100% (黑色)的亮度值。使用黑白或灰度扫描仪生成的图像通常以灰度显示。

将灰度对象转换为RGB时，每个对象的颜色值代表对象之前的灰度值。也可以将灰度对象转化为CMYK对象。自然界中的大部分物体平均灰度为18%。在物体的边缘呈现灰度的不连续性，图像分割就是基于这个原理。

所谓灰度色，就是指纯白、纯黑以及两者中的一系列从黑到白的过渡色。我们通常所说的黑白照片、黑白电视，实际上都应该称为灰度照片、灰度电视才确切。灰度色中不包含任何色相，及不存在红色、黄色这样的颜色。灰度的通常表示方法是百分比，范围从0%到100%。

3.2梯度的概念

设体系中某处的物理参数(如温度，速度，浓度等)为 W ，在与其垂直距离的 dy 处该参数为 $w + dw$ ，则称为该物理参数的梯度，也即该物理参数的变化率。如果参数为速度、浓度或温度，则分别称为速度梯度，浓度梯度或温度梯度。

在向量微积分中，标量场的梯度是一个向量场。标量场中某一点上的梯度指向标量场增长最快的方向，梯度的长度是这个最大的变化率。更严格的说，从欧式空间 R^n 到 R 的函数的梯度是在 R^n 某一点最佳的线性近似。在这个意义上，梯度是雅戈比矩阵的一个特殊情况。

在单变量的实值函数的情况，梯度只是导数，或者对于一个线性函数，也就是直线的斜率。

梯度一词有时用于斜度，也就是一个曲面沿着给定方向的倾斜程度。也可以通过取向量梯度和所研究的方向的点积来得到斜度。梯度的数值有时也被称为梯度。

在二元函数的情形中，设函数 $z = f(x,y)$ 在平面区域 D 内具有一阶连续偏导数，则对于没一点 $P(x,y) \in D$ ，都可以定出一个向量 $(\partial f/\partial x)xi + (\partial f/\partial y)xj$

这向量称为函数 $z = f(x, y)$ 在点 $P(x, y)$ 的梯度，记作 $gradf(x, y)$

类似的对三元函数也可以定义： $(\partial f/\partial x)x + (\partial f/\partial y)y + (\partial f/\partial z)z$ 记作 $gradf[f(x, y, z)]$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/988110005060006116>