it-ex05-ch7  
1. 解释闭凸集。

答：设K是n维欧式空间的一个闭的点集，若任意两点的连线上的所有点则K为闭凸集；

2. 证明: 在给定条件分布的前提下，互信息关于边际分布是凹函数。 (证明要点提示:

1. 线性函数没有凹凸性的考虑。因此互信息的条件熵部分对于凹凸性没有影响。  
   (2) 互信息的边际熵部分可以看成复合函数:首先是线性组合函数的作用，其次是凹函数的作用。 )

证明：

不妨设固定p(y|x),则由全概率公式，p(y)是关于p(x)的线性函数。因而，关于p(y)的凹函数H(Y)也是p(x)的凹函数。上式中第二项是关于p(x)的线性函数。因此，它们的差仍然是p(x)的凹函数.

3. 叙述并证明 KT 条件。

*f* (** )定义在*Rn*上的凹（concave）函数，**  () 是概率矢量。

假定 *f* (** ) （i=1,2,…,n）均存在，且在 *Rn* 上连续，则 *f* (** ) 在 *Rn* 上取极大值的

*i*

充要条件是



证明：

充分性证明：

设f在点处满足，下面证明*f* (** )为极大值

即对任意的概率矢量 **  *Rn* ，成立 *f* (** )  *f* (** )  0 。

*f* (** ) 是定义在 *Rn* 上的凹函数，所以对任意的** (0,1) ，有

* f* (** )  (1** ) *f* (** )  *f* (**  (1** )** )

*f* (** )  *f* (** ) 

*f* (**  (1** )** )  *f* (** )

**

其中**  (1** )** 也是概率矢量（注解：全体概率矢量形成闭凸集）。

由于** (0,1) 的任意性，可令**  0 ，得到

*f* (** )  *f* (** ) 

*df* (**  (1** )** )

*d*



*df* (**  ** (**  ** ))

*d*

*n*

 

*i*1

*n*

*f* (** )

*i*

** 0

(*i*  *i* )

** 0

 **(*i*  *i* )

*i*1

*n n*

 **( *i* *i* )

*i*1

 **(11)

 0

*i*1

充分性获证。

充分性证明中的一个注解：

方向导数的定义 *f* (** )  lim

*f* (**  * d* )  *f* (** )

, *d*   **

* d*

*d * 0

*f* (** )  *f* (** ), *d* 

*d d*



必要性证明：

设 *f* 在点** 处取得极大值，且 *f* (** ) （i=1,2,…,n）在点** 处连续，

*i*

则对任意概率矢量 **  *Rn* ，** (0,1) 成立

*f* (**  (1** )** )  *f* (** )  0

*f* (**  (1** )** )  *f* (** )  0

###### 

其中**  (1** )** 也是概率矢量。

由于** (0,1) 的任意性，可令**  0 ，得到

** 0

*df* (**  (1** )** )

*d*

*df* (**  ** (**  ** ))

*d*



** 0

*f* (** )

*n*

 

*i*1

*i*

(*i*  *i* )0

由于** 是概率矢量，所以至少有一个分量是严格正的

*f* (** )

（不妨设为**1  0 ，且令 **  ** ），

1

又由 ** 的任意性，不妨设





**

若*k*  0 ，则还可取 **  0

**

从而**

若*k*  0 ，则只可取 **  0 ，** 必要性获证。

4. 叙述并解释迭代算法。

答：

Algorithm for channel capacity

Input：

Initialization: 

Iteration:







5. 叙述并解释信道编码定理。

答：信道编码定理：对于离散无记忆信道，小于信道容量C的所有码率都是可达的。具体来说，对任意码率R<C，存在一个码序列，它的最大误差概率为.

反之，任何满足的码序列必定有R<=C.

这个定理是信道编码的理论依据，可以看出：信道容量是一个明确的分界点，当取分界点以下的信息传输率时,以指数趋进于0；当取分界点以下的信息传输率时,以指数趋进于1；因此在任何信道中，信道容量都是可达的、最大的可靠信息传输率.

这个定理是一个存在定理，它没有给出一个具体可构造的编码方法，在它的证明过程中，码序列是随机的选取的，它有助于指导各种通信系统的设计，有助于评价各种系统及编码的效率。

6. 解释信道编码。

答：由于移动通信存在干扰和衰落，在信号传输过程中将出现差错，故对数字信号必须采用纠、检错技术，即纠、检错编码技术，以增强数据在信道中传输时抵御各种干扰的能力，提高系统的可靠性。对要在信道中传送的数字信号进行的纠、检错编码就是信道编码。

7. 解释 ARQ.

答：反馈重发（automatic repeat request, ARQ）,发送端发送检错码，如果循环冗余校验码(CRC),接收端通过检测接收码是否符合编码规律来判断该码是否存在差错。若判定码组有错，则通过反向信道通知发端重发该码，如此反复，直到收端认为正确接收为止。

8. 解释 FEC.

答：前向纠错(forward error correction, FEC), 发送端信息经纠错码后实行传送，而接收端通过纠错码自动纠正传递过程中的差错。所谓“前向”，指纠错过程在收端独立进行，不存在差错信息的反馈。