**多中继并行协同分集**

***务必先做*：论文保存为2010及以上版本word文件。**页码采用A4纸型纵向排列，“页边距”上、下均为**3cm**，左右均为**2cm**，**应用于整篇文档**；在“版式”中距边界页眉为**1.5cm**，页脚为**1.75cm**；在“文档网格”中网格为**指定行和字符网格**，**应用于整篇文档**。

孟珺琪

东南大学，南京市，210000

**摘 要：**分集思想对于提高接受性能，降低不确定性风险的影响有很大帮助，实验分析了多中继并行协同分集的性能并对AF协作、DF协作进行研究。

**关键词：**AF；DF；并行多中继

**Multi - relay parallel cooperative diversity**

Meng Junqi

Southeast University, Nanjing, 210000

**Abstract:** The idea of diversity is very helpful to improve the acceptance performance and reduce the impact of uncertainty risk. The performance of multi-relay parallel cooperative diversity is analyzed experimentally, and AF and DF collaboration are studied.

**Key words:** AF; DF; Multi-relay Parallel

# 1 协作通信概述

近百年来，移动通信得到了迅速的发展，第一代移动通信系统以模拟式蜂窝煤为主要特征，第二代移动通信以数字化蜂窝煤网为主要特征，第三代移动通信以多媒体业务为主要特征，近几年来MIMO技术也成为人们关注的热点。而与此相对应的，手机也一代代的迅速更新着，从最开始的接打电话到连接2G网络来浏览一些网页，发展到连接4G网络，连接wifi来刷剧或是玩些手游。移动通信的迅速发展不止让人们更加便捷的提取到与自己有关的信息或者是自己感兴趣的话题，它也让人们的生活更加丰富。

由于无线信号具有广播特性，节点间可以互相帮助，协作通信这一想法便很快被人提出并投入实践。而协作通信这一想法也成功及解决了当时人们

**作者简介：**孟珺琪，（1998-），女，本科生，E-mail: 3528172439@qq.com

所面临的难题。它允许系统中的用户通过彼此间的信息来完成消息的传输，提高了传输速率和系统性能。而增加中继的方法则是降低了信息传输收到地形方面的较大影响，增大传输范围。

**2 实验原理**

协作通信的核心问题是中继节点的协作协议。有两种最基本的中继协作方式放大转发（AF）与解码重传（DF）【1,2】，其它各种协作协议的研究，几乎均是建立在这两个固定中继协议之上。本实验采用多中继并发协同分集【3,4】来研究两种中继写作方式的不同。协同分集通过一个小区内用户之间的协作来获得分集增益, 即小区内每个用户都有同伴,具有同伴关系的用户除了传输自己的信息外, 还有责任传输同伴信息 , 通过使用同伴的天线构成虚拟多天线来获得空间分集。【5】

## 

**2.1协作模型**

2.1.1简单协作模型

简单协作模型中的基本模型为S-R-D模型，即只有一个源节点（S）,只有一个目的节点（D），只有一个中继节点（R），图2.1描述了一个S-R-D模型。

中继

hs,r hs,d

p1 hs,d p2

源 目的

图2.1S-R-D协作中继模型

 式（2-1-1）

 式（2-1-2）

p为源发射功率，x为发送的信息符号，ns,d

和ns,r 是加斯噪声，hs,d和hs,r是源到目的和源到中继的信道系数。

2.1.2并行多中继模型

该模型由一个源节点（S），一个目的节点(S)和多个中继节点（R）组成，协作通信系统中有多个中继节点并行同时转发信号。

中继节点

R1

源节点 R2  目的节点

S D

RN

图2.2 并行多中继模型

2.2 AF放大转发模式

2.2.1源端广播过程

源节点S以广播的方式向周围发送信号（在程序中表示为x\_s），其中一路直接发送到目的节点D，一路发送到中继节点R。经过信道后，则中继节点R接收到的信号为（程序中表示为y\_sr）：

 式(2-2-1)

目的节点D接收到的信号为（程序中表示为y\_sd）：

 式(2-2-2)

2.1.2中继端放大转发过程

中继节点R直接将收到的来自源节点S的信号以系数β进行功率放大，然后转发给目的节点D（基站）。AF方式可以看成是具有两个发射端的重复码，唯一不同的是中继节点将自身接收到的噪声信号也放大并发送到目的节点。目的节点通过合并两路信号，对源节点的发送信号进行估计。

为保证中继节点功率受限，放大系数β应满足：

 式(2-2-3)

可见β取决于信道的衰落系数、源发送的信号的功率和噪声功率。

那么，中继放大后的信号为（程序中表示为x\_AF）：

 式(2-2-4)

目的节点接收的来自中继的信号为（程序中表示为y\_rd）：

 式(2-2-5)

其中为中继节点发送的信号的功率。

2.2.3目的端接收处理

在平坦衰落信道中, 各路径 S →R , R →D , S

→D 的瞬时信噪比和平均信噪比分别为[ 5] :



输出信号信噪比可认为是：

 式(2-2-6)

平均误符号概率【6】 :



式(2-2-7)

## 2.3 DF解码重传模式

2.3.1源端广播过程

同AF模式一样，源节点S以广播的方式向周围发送信号，其中一路直接发送到目的节点D，一路发送到中继节点R。

2.3.2中继端解码重传过程

中继节点R直接将收到的来自源节点S的信号进行解调译码，并通过某种方式校验译码是否正确，如果错误则中继不再发送该信号，如果正确，则将该信号重新编码调制，然后转发给目的节点D（基站）。在编码过程中，可以选择与源节点一样的编码方案，或者采取不同的编码方式。

有两种简单办法可以降低错误解码所带来的不利影响影响：

第一种方法是信号在源节点发射之前先进行循环冗余校验(CRC)码处理。这样，中继节点接收到源节点的信息后先进行译码处理，之后通过CRC来判别接收到的信息比特里是否存在错误。如果检测出错误，则不进行信息转发；反之则转发信号。但是，CRC的引入将降低了信息的传输速率。

第二种方法不需要对源信号进行CRC编码操作，只需在每个中继节点处设定一个门限值。在对接收信号译码处理之前，先比较它的等效信噪比与门限值的大小。如果大于门限值，中继节点将进行译码处理，并进行信息转发；反之不对信号处理。基于门限的方法虽然简便，但是门限值的选择至关重要。如果太小，中继节点译出的信息很可能存在错误；如果太大，每个中继节点可能都不会进行信息转发，这样协作将失去意义。另外，即便是等效信噪比大于门限值，也并不能保证中继节点译出信息的一定正确。

经过中继重新编码调制信号为（程序中表示为x\_DF），目的节点接收的来自中继的信号变为（程序中表示为y\_rd）：

 式(2-3-1)

2.3.3目的端接收处理

在平坦衰落信道中, 各路径 S →R , R →D , S

→D 的瞬时信噪比和平均信噪比分别为[ 6] :



输出信号信噪比可认为是：

 式(2-3-2)平均误符号概率【6】 :

 式(2-3-3)

**3 实验结果**



图3.1



图3.2

图3.1是中继节点分别为K=1,K=3,K=5时AF协作的平均误码率。

图3.2是中继节点分别为K=1,K=3,K=5时DF协作的平均误码率。

**4 实验结果分析**

AF协作也被称为向前放大，非再生中继，中继节点不对接收到的信号进行解调和解码，直接将带有噪声的信号传输出去，是最简单的协作方式，而并行协同在一定程度上降低了噪声的影响，基站接收到多路衰落信号并对信号进行处理。

DF为再生中继方式，因此，DF方式其实是一种数字信号处理方式，通过译码，避免了噪声对下一跳的影响。但是，如果中继节点对所接收到的信号直接进行译码，之后将所译出的信号转发给目的节点，将有可能引起错误传播。这是由于中继节点可能得到的是错误信息，然后又传递出错误信息，这样对协作传输更加不利。

实验中可以看出无论AF还是DF中继节点越多，传输性能越好，并且相同中继节点，DF的性能要优于AF 的性能。AF也被称作非再生中继方式，方式简单，但是中继节点在放大信号的同时放大了源-中继信道引入的噪声，因此AF方式噪声较大。

**5结语**

协作通信的快速发展给人们生活带来了极大的便利，人们追求快速发展的道路上取得了一个又一个的成功，从最开始的蜂窝式网络结构和频率规划、时分多址、码分多址、数字式蜂窝网络结构、数字调制、抗干扰纠错编码卷积码、采用帧间交织方式或块交织方式抗时间选择性衰落、多用户检测、智能天线到近年来成为关注热点的MIMO（Multiple-Input Multiple-Output）技术【7】，通信领域的快速发展让人感到震惊。马上，第五代的蜂窝移动通信（5th generation mobile networks）也将投入市场。

# 参考文献：

1. Laneman J N , Tse D N C .Cooperative Diversity in

Wireless Netw orks:Efficient Protocols and OutageBehavio r[ J] .IEEE Trans Info rm .Theory , 2004, 50(12):3062 -3080 .

1. Hunter T E, Nosratinia A.Cooperative DiversityThrough Coding[ C] .Proc.IEEE Int .Symp.Information Theory , Laussane , Sw itzerland, 2002 :220.

科技报告

学位论文

1. Sendonaris A, Erkip E , Aazhang B .User cooperation

diversity-partⅠ: sy stem description [ J] .IEEE

Trans.Comm ., 2003 , 51(11):1927 -1938

1. Sendo naris A, Erkip E , Aazhang B.User Cooperation

Diversity-Part Ⅱ :Implementation , Aspects and Performance Analy sis[ J] .IEEE Trans.Comm., 2003,51(11):1939 -1948 .

1. 周炜, 薛绒.《多中继并行协同分集技术性能分析》.《上 海应用技术学院学报》.2008年第八卷第四期
2. Basak Can, Hiroy uki Yomo , Elisabeth De Carvalho.

Hybrid Forwarding Scheme for Cooperative Relaying

in OFDM Based Netwo rks[ J] .IEEE , 2006 , 4520 -

[7] Dietrich C B,Dietze K,Nealy J R,et al.polarization,and pattern diversity for wireless handhled terminals[J].IEEE Transations on Antennas &Propagation,2001,49(9):1271-1281