



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101778073 A

(43) 申请公布日 2010.07.14

(21) 申请号 201010116802.0

(22) 申请日 2010.03.03

(71) 申请人 宁波大学

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路
818 号

(72) 发明人 郑紫薇 徐铁峰 聂秋华 何加铭

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04N 7/26 (2006.01)

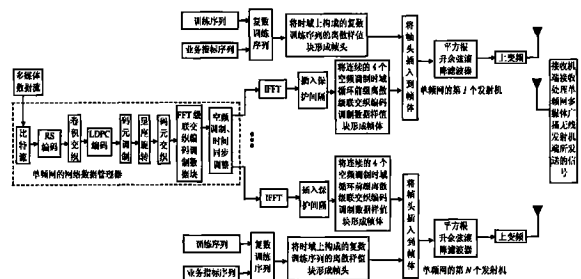
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法。本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法中,多媒体广播无线信号在单频网多媒体广播无线发射机多媒体数据流经中心数据管理器处理、网络数据管理器比特流 RS 编码、卷积交织、LDPC 编码、码元调制、星座旋转、码元交织、空频编码调制、帧体形成、时域训练序列插入成帧、脉冲成形、上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道并由接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法具有接收同步时间短、高传输效率、可控多业务等优点。



1. 一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征就在于多媒体广播无线信号在单频网中的各个多媒体广播无线发射机经如下步骤发送至空中无线信道并由接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号:

1) 单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流;

2) 单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K);

3) 单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块 (空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K), 并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理;

4) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT (快速离散傅立叶反变换) 将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块;

5) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀 (循环前缀的长度为 C) 作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块, 形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块 (空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块的长度为 $(K+C)$);

6) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体 (帧体的长度为 L, $L = 4 \times (K+C)$);

7) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将训练序列作为复数训练序列的实部序列、将业务指标序列作为复数训练序列的虚部序列, 在时域上构成复数训练序列的离散样值块 (训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度都为 X);

8) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块 (作为帧头) 插入到帧体, 以形成信号帧;

9) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号脉冲成形;

10) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将基带信号上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道;

11) 接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

2. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征就在于:所述单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流。

3. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征就在于:所述单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K)。

4. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码、卷积交织,RS 编码与卷积交织结合在一起实现抗突发错误能力。

5. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码、卷积交织后的 LDPC 编码的编码率为 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$ 和 $7/8$ 中的一个。

6. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码、卷积交织、LDPC 编码后的码元调制为 QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 中的一种。

7. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码、卷积交织、LDPC 编码后的码元调制的码元星座图映射方式采用格雷码映射。

8. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码、卷积交织、LDPC 编码、码元调制后的星座旋转采用如下方式,QPSK 码元星座的星座旋转角度为 22.5 度,16QAM 码元星座的星座旋转角度为 11.25 度,64QAM 码元星座的星座旋转角度为 5.626 度,256QAM 码元星座的星座旋转角度为 2.8125 度。

9. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的 FFT 级联交织编码调制数据块由子载波组成;子载波数 K 取 2048、4096、8192 中的一个。

10. 按权利要求 1 和权利要求 3 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器的 FFT 级联交织编码调制数据块由子载波组成;当 K 取 2048 时,子载波的频率间隔取 4KHz;当 K 取 4096 时,子载波的频率间隔取 2KHz;当 K 取 8192 时,子载波的频率间隔取 1KHz。

11. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块(空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度(符号个数)为 K),并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理。

12. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT(快速离散傅立叶反变换)将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块。

13. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块,形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块。

14. 按权利要求 1 和权利要求 13 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于:所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机的循环前缀的长度为 C ;当 K 取

2048 时, C 取 K 大小的 $1/4$; 当 K 取 4096 时, C 取 K 大小的 $1/8$; 当 K 取 8192 时, C 取 K 大小的 $1/16$ 。

15. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体。

16. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机将训练序列作为复数训练序列的实部序列、将业务指标序列作为复数训练序列的虚部序列, 在时域上构成复数训练序列的离散样值块 (训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度都为 X)。

17. 按权利要求 1 和权利要求 16 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度 X 都取 512。

18. 按权利要求 1 和权利要求 16 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列具有伪随机特性。

19. 按权利要求 1 和权利要求 16 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列相互之间具有正交性。

20. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块 (作为帧头) 插入到帧体, 以形成信号帧。

21. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号脉冲成形。

22. 按权利要求 1 的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 所述接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法

技术领域

[0001] 本发明属于无线通信领域,更具体地涉及一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法。

背景技术

[0002] 目前,无线电视广播已从模拟逐渐向数字化方向发展。数字电视广播无线传输系统,作为数字电视广播无线的重要组成部分,其相关技术的发展,与人们的生活质量息息相关,并因此受到了人们格外的广泛关注。数字电视广播无线相关技术及其相关产业是通信与计算机领域内发展较快,市场前景较好的产业。在数字电视广播无线相关技术上,目前各国关注的重点是,如何为复杂波传环境下的数字电视广播无线提供低成本的可靠高速移动的实现方案。数字电视广播无线传输技术是数字电视广播无线系统的关键技术,对于整个系统性能起着决定性的作用,是大家重点研究的对象。

[0003] 由于数字信号处理技术和集成电路技术的飞速发展,正交频分复用 (OFDM) 技术的系统实现变得越来越容易。因 OFDM 多载波传输技术具有结构简单,频谱利用率高,可以抗频率选择性和信道时变等诸多优点而倍受大家的关注并得到深入的研究和在 Xds1、宽带移动通信、宽带无线局域网、数字电视广播等诸多领域中的广泛应用。

[0004] 在实际通信环境中,数字电视广播无线通信系统性能受到同步时间、时钟抖动、信道衰落、信道干扰等因素的影响。数字电视广播无线信号传输方法是实现可靠数字电视广播无线通信的关键技术。

[0005] 信道编码是数字通信系统的重要组成部分。随着现代信息技术的飞速发展,信道编码技术已成为现代通信领域不可或缺的技术。在信息序列中嵌入冗余码元,信道编码技术通过冗余码元的作用减小信号在传输过程中发生错误,从而提高通信系统的可靠性。

[0006] 在多径衰落信道下,可以通过外编码、内编码、交织和调制方案的级联优化设计达到尽可能大的信号分集阶数,以便在等于或超过最小自由距离的符号序列中得到独立衰落。级联不同的编码形式可以充分利用不同编码技术的优点;在编码和码元调制之间插入比特交织器,可以使得编码和调制过程相对独立并将分集阶数从不同的多进制符号数扩大到不同的二进制比特数,从而使得分集阶数得到明显提高并且在多径衰落信道下具有好的误码特性。

[0007] 多天线通信系统使用多个 (N_t 个) 发射天线以及一个或多个 (N_r 个) 接收天线进行数据传输,它通过将 N_t 个发射天线发送不同的数据来提高系统吞吐率或者通过冗余地发送数据来改善通信的可靠性。发射分集利用在空间、频率、时间或者这些维度的组合上进行数据的冗余传输,通过在发射机和接收机处的简单发射分集处理,可以改善通信系统数据传输的可靠性从而使得通信系统获得较强的性能。同时,采用单频网的组网模式(即,若干个发射台同一时间在同一个频率上发射同样的信号以实现一定服务区域的可靠覆盖)可以大大提高多媒体广播无线传输系统的频谱利用率。

[0008] 利用数字电视广播无线传输系统提供无偿电视广播、有偿电视广播、保密信息传

输、多媒体增值服务等可控制多业务是新一代数字电视广播无线传输系统满足社会需求的体现。

[0009] 正是基于以上背景,本发明针对实际通信环境提出一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,可以满足高数据率可控制多业务数字电视广播无线传输的需要。

[0010] 欲对专利背景作更深入的了解可参考以下文献资料:

[0011] L. J. Cimini, "Analysis and simulation of a digital mobile channel using orthogonal frequency division multiplexing," IEEE Trans. Commun., vol. COM-33, pp. 665-675, July 1985.

[0012] R. V. Nee, R. Prasad. "OFDM for wireless multimedia communications". Boston: Artech House, 2000.

[0013] A. R. S. Bahai and B. R. Saltzberg. "Multi-Carrier Digital Communications: Theory and Applications of OFDM". Kluwer Academic/Plenum, 1999.

[0014] Y. Wu, S. Hirakawa, U. H. Reimers, and J. Whitaker. "Overview of digital television development," Proceedings of the IEEE, Special Issue on Global Digital Television: Technology and Emerging Services, pp. 8-21, Jan. 2006.

[0015] R. C. Bose and D. K. Ray-Chadhuri, "On a class of error correcting binary group codes," Inform. Contr., vol. 3, pp. 68-79, Mar. 1960.

[0016] R. C. Bose and D. K. Ray-Chadhuri, "Further results on error correcting binary group codes," Inform. Contr., vol. 3, pp. 279-290, Sept. 1960.

[0017] R. Berlekamp, "On decoding binary Bose-Chaudhuri-Hocquenghem codes," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-11, pp. 580-585, Oct. 1965.

[0018] R. T. Chien, "Cyclic decoding procedure for the Bose-Chadhuri-Hocquenghem codes," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-10, pp. 357-363, Oct. 1964.

[0019] R. G. Gallager, "Low-density parity-check codes," IRE Trans. Inf. Theory, vol. IT-8, no. 1, pp. 21-28, Jan. 1962.

[0020] D. J. C. MacKay, "Good error-correcting codes based on very sparse matrices," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 45, no. 2, pp. 399-431, Mar. 1999.

[0021] D. J. C. MacKay, S. T. Wilson, and M. C. Davey, "Comparison of constructions of irregular Gallager codes," IEEE Trans. Commun., vol. 47, no. 10, pp. 1449-1454, Oct. 1999.

[0022] D. J. C. MacKay and R. M. Neal, "Near Shannon limit performance of low density parity check codes," IEE Electron. Lett., vol. 32, no. 18, pp. 1645-1646, Aug. 1996.

[0023] M. P. C. Fossorier, "Quasi-cyclic low density parity check codes from circulant permutation matrices," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 50, pp. 1788-1794, Aug. 2004.

[0024] T. Richardson, A. Shokrollahi, and R. Urbanke, "Design of capacity approaching low density parity check codes," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 47, no. 2, pp. 619-637, Feb. 2001.

[0025] E. Zehavi, "8-PSK trellis codes for a rayleigh channel," IEEE Trans.

Commun., vol. 40, no. 5, pp. 873-884, May 1992.

[0026] G. Caire, G. Taricco, E. Biglieri, "Bit-interleaved coded modulation," IEEE Trans. Information Theory, vol. 44, no. 3, pp. 927-946, May 1998.

[0027] X. Li, A. Chindapol and J. A. Ritcey, "Bit-interleaved coded modulation with iterative decoding and 8 PSK signaling," IEEE Trans. Commun., vol. 50, pp. 1250-1257, 2002.

[0028] J. Hagenauer, "Rate-compatible punctured convolutional codes and their applications," IEEE Trans. Commun., vol. 36, no. 4, pp. 389-400, April 1988.

[0029] X. Li and J. A. Ritcey, "Bit-interleaved coded modulation with iterative decoding," IEEE Commun. Lett., vol. 1, pp. 169-171, Nov. 1997.

[0030] A. Chindapol and J. A. Ritcey, "Design, analysis, and performance evaluation for BICM-ID with square QAM constellations in Rayleigh fading channels," IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 19, no. 5, pp. 944-957, May 2001.

[0031] U. Wachsmann, R. Fischer, and J. Huber, "Multilevel codes: theoretical concepts and practical design rules," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 45, no. 5, pp. 1361-1391, July 1999.

[0032] S. Benedetto, D. Divsalar, G. Montorsi, and F. Pollara, "Serial concatenation of interleaved codes: performance analysis, design, and iterative decoding," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 44, no. 3, pp. 909-925, May 1998.

[0033] X. Giraud, E. Boutillon, J. C. Belfiore. "Algebraic tools to build modulation schemes for fading channels," IEEE Trans. Commun., vol. 43, pp. 938-952, May. 1997.

[0034] J. Boutros, E. Viterbo. "Signal space diversity: A power- and bandwidth-efficient diversity technique for the Rayleigh fading channel," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 44, pp. 1453-1467, July. 1998.

[0035] L. Hanzo, M. Munster, B. J. Choi, T. Keller. OFDM and MC-CDMA for Broadband Multi-User Communication, WLANs and Broadcasting. Hoboken, NJ: Wiley, 2003.

发明内容

[0036] 本发明针对高数据率可控制多业务数字电视广播无线传输问题,提出了一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法。

[0037] 本发明提出的一种多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法,其特征在于多媒体广播无线信号在单频网中的各个多媒体广播无线发射机经如下步骤发送至空中无线信道并由接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号:

[0038] 1) 单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流;

[0039] 2) 单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数据块的长度

(符号个数)为 K) ;

[0040] 3) 单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块 (空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K), 并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理 ;

[0041] 4) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT (快速离散傅立叶反变换) 将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块 ;

[0042] 5) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀 (循环前缀的长度为 C) 作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块, 形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块 (空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块的长度为 $(K+C)$) ;

[0043] 6) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体 (帧体的长度为 $L, L = 4 \times (K+C)$) ;

[0044] 7) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将训练序列作为复数训练序列的实部序列、将业务指标序列作为复数训练序列的虚部序列, 在时域上构成复数训练序列的离散样值块 (训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度都为 X) ;

[0045] 8) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块 (作为帧头) 插入到帧体, 以形成信号帧 ;

[0046] 9) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号脉冲成形 ;

[0047] 10) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将基带信号上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道 ;

[0048] 11) 接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

[0049] 按照上述的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法, 其特征在于: 单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流; 单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K), RS 编码与卷积交织结合在一起具有很强的抗突发错误能力, 其中, LDPC 编码的编码率为 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$ 和 $7/8$ 中的一个, 码元调制为 QPSK、16QAM、64QAM、和 256QAM 中的一种, 码元星座图映射方式采用格雷码映射, QPSK 码元星座的星座旋转角度为 22.5 度, 16QAM 码元星座的星座旋转角度为 11.25 度, 64QAM 码元星座的星座旋转角度为 5.626 度, 256QAM 码元星座的星座旋转角度为 2.8125 度, 码元交织采用随机交织方式; 单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块 (空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K), 并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调

制数据块进行处理；单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT（快速离散傅立叶反变换）将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的信号帧中具有周期性的时域训练序列离散样值块；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列的长度（符号个数） X 为 512；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度（符号个数） K （子载波数）取 2048、4096、8192 中的一个，相对应的子载波的频率间隔分别为 4KHz、2KHz、1KHz，相对应的循环前缀长度 C 分别为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ ；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列由一系列的 1 或 -1 组成，具有伪随机特性；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列相互之间具有正交性；单频网中的各个多媒体广播无线发射机的各个不同的业务指标序列包含着并且唯一表达着多媒体广播无线发射机的各系统参数和业务模式信息；单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号脉冲成形；单频网中的各个多媒体广播无线发射机将基带信号上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道；接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

[0050] 本发明的特点：

[0051] 本发明是一种空域时域频域混合的信号分集抗衰落传输方案。单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流；单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块；单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块（空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度（符号个数）为 K ），并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理。单频网的网络数据管理器采用 LDPC 编码对输入数据比特流进行信道编码提供了接近香农极限的纠错性能。单频网的网络数据管理器的码元调制与星座旋转提供了信号分集效果。单频网的网络数据管理器采用外编码、交织、内编码、调制、星座旋转、交织方案的级联优化设计对输入数据进行级联交织编码调制提高了信号分集阶数和抗干扰噪声纠错能力，使得通信系统在多径衰落信道下具有好的误码特性，使得通信系统对传输环境背景具有抗衰落性。单频网中的各个多媒体广播无线发射机的信号帧中具有周期性的时域训练序列离散样值块，单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列具有伪随机特性，单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列相互之间具有正交性，单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块（作为帧头）插入到帧体而形成信号帧，这些保证了多媒体广播无线接收机端可以实现快速准确的帧同步、频率同步、时间同步、信道传输特性估计、以及对相位噪声和信道传输特性进行可靠跟踪。单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用外编码、交织、内编码和调制方案的级联优化设计对输入数据进行级联交织编码调制提高了信号分集阶数和抗干扰噪声纠错能力，使得通信系统在多径衰落信道下具有好的误码特性，使得通信系统对传输环境背景具有抗衰落性。单频网

中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块,可以减少相邻信号数据样值块之间的干扰影响。单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体可以提多媒体广播系统的效率。单频网中的各个多媒体广播无线发射机的码元调制与星座旋转提供了信号分集效果。单频网中的各个多媒体广播无线发射机的各个不同的业务指标序列包含着并且唯一表达着多媒体广播无线发射机的各系统参数和业务模式信息,可以使得多媒体广播无线传输系统能够提供无偿电视广播、有偿电视广播、保密信息传输、多媒体增值服务等可控制多业务,满足社会需求。本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法具有接收同步时间短、时钟抖动小、抗信道衰落、抗信道干扰、可以提供高数据率可控制多业务数字电视广播无线传输等诸多优点。

附图说明

[0052] 图 1 是按照本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的发射机和接收机间信号传输的实施例示意图。

[0053] 图 2 是按照本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的发射机和接收机间信号传输过程中信号帧形成的实施例示意图。

[0054] 图 3 是按照本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的单频网中的各个多媒体广播无线发射机的 QPSK 码元调制、16QAM 码元调制的星座旋转方法的实施例示意图。

具体实施方式

[0055] 下面将结合附图对本发明的具体实施例进行详细描述。

[0056] 按照本发明提出的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的发射机和接收机间信号传输的实施例,如图 1 所示,多媒体广播无线信号在单频网中的各个多媒体广播无线发射机经如下步骤发送至空中无线信道并由接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号:

[0057] 1) 单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流;

[0058] 2) 单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织 (单频网的网络数据管理器的 RS 编码与卷积交织结合在一起具有很强的抗突发错误能力)、LDPC 编码 (Low Density Parity Check, LDPC) (单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织后的 LDPC 编码的编码率为 1/4、1/2、5/8、3/4 和 7/8 中的一个)、码元调制 (单频网的网络数据管理器的数据比特流经 RS 编码 (Reed-Solomon, RS)、卷积交织、LDPC 编码后的码元调制为 QPSK、16QAM、64QAM、和 256QAM 中的一种,码元星座图映射方式采用格雷码映射)、星座旋转 (QPSK 码元星座的星座旋转角度为 22.5 度,16QAM 码元星座的星座旋转角度为 11.25 度,64QAM 码元星座的星座旋转角度为 5.626 度,256QAM 码元星座的星座旋转角度为 2.8125 度)、码元交织 (码元交织采用随机交织方式) 后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数

据块的长度（符号个数）为 K ；FFT 级联交织编码调制数据块的长度（符号个数） K （子载波数）取 2048、4096、8192 中的一个；当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 2048，相对应的子载波的频率间隔取 4KHz；当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 4096，相对应的子载波的频率间隔取 2KHz；当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 8192，相对应的子载波的频率间隔取 1KHz）；

[0059] 3) 单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块（空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度（符号个数）为 K ），并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理；

[0060] 4) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT（快速离散傅立叶反变换）将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块；

[0061] 5) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀（循环前缀的长度为 C ；当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 2048，相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/4$ ；当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 4096，相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/8$ ；当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K （子载波数）取 8192，相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/16$ ）作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块，形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块（空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块的长度为 $(K+C)$ ）；

[0062] 6) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体（帧体的长度为 L ， $L = 4 \times (K+C)$ ）；

[0063] 7) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将训练序列作为复数训练序列的实部序列、将业务指标序列作为复数训练序列的虚部序列，在时域上构成复数训练序列的离散样值块（训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度都为 X ；训练序列的长度（符号个数） X 取 512）；

[0064] 8) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块（作为帧头）插入到帧体，以形成信号帧；

[0065] 9) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号脉冲成形；

[0066] 10) 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将基带信号上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道；

[0067] 11) 接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

[0068] 按照本发明的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的发射机和接收机间信号传输过程中信号帧形成的实施例，如图 2 所示，具体实施如下：

[0069] 单频网的中心数据管理器将多媒体数据流经媒体数据处理器转换成数据比特流。

[0070] 单频网的网络数据管理器将输入数据比特流经 RS 编码（Reed-Solomon, RS）、卷积

交织、LDPC编码 (Low Density Parity Check, LDPC)、码元调制、星座旋转、码元交织后进一步在频域上形成 FFT 级联交织编码调制数据块 (FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K)。

[0071] FFT 级联交织编码调制数据块由子载波组成。FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K ; K (子载波数) 取 2048、4096、8192 中的一个; 当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 2048, 相对应的子载波的频率间隔取 4KHz; 当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 4096, 相对应的子载波的频率间隔取 2KHz; 当 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 8192, 相对应的子载波的频率间隔取 1KHz。

[0072] 单频网的网络数据管理器采用码率为 1 的空频编码器将在频域上形成的 FFT 级联交织编码调制数据块调制至单频网中的各个多媒体广播无线发射机支路上形成空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块 (空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 (符号个数) 为 K), 并调整各个多媒体广播无线发射机支路的时间同步以保证网络中的所有发射机都在同一时间对空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块进行处理。

[0073] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用 IFFT (快速离散傅立叶反变换) 将空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块变换为空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块。

[0074] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将循环前缀 (循环前缀的长度为 C) 作为保护间隔插入到空频调制时域离散级联交织编码调制数据样值块, 形成空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块 (空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块的长度为 $(K+C)$)。

[0075] 作为保护间隔的循环前缀的长度为 C ; 当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 2048, 相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/4$; 当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 4096, 相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/8$; 当空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块的长度 K (子载波数) 取 8192, 相对应的循环前缀长度 C 为空频调制 FFT 级联交织编码调制数据块长度 K 大小的 $1/16$ 。

[0076] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将连续的 4 个空频调制时域循环前缀离散级联交织编码调制数据样值块形成帧体。

[0077] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将训练序列作为复数训练序列的实部序列、将业务指标序列作为复数训练序列的虚部序列, 在时域上构成复数训练序列的离散样值块。

[0078] 训练序列、业务指标序列、复数训练序列的离散样值块的长度都为 X , X 取 512。

[0079] 作为单频网中的各个多媒体广播无线发射机的训练序列、业务指标序列由一系列的 1 或 -1 组成, 具有伪随机特性, 训练序列、业务指标序列相互之间具有正交性。满足上述特征的训练序列可由作为伪随机数序列的一种特殊类型的一组移位 m 序列和作为正交序列的沃尔什序列、哈达玛序列或由其他方式产生的正交序列实现。

[0080] 各个不同的业务指标序列包含着并且唯一表达着单频网中的各个多媒体广播无线发射机的各系统参数和业务模式信息。

[0081] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将时域上构成的复数训练序列的离散样值块（作为帧头）插入到帧体，以形成信号帧。

[0082] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机采用平方根升余弦滚降滤波器对信号帧的信号进行脉冲成形。当 K 取 2048 时，相对应的对信号帧的信号进行脉冲成形的平方根升余弦滚降滤波器的滚降系数取 0.1；当 K 取 4096 时，相对应的对信号帧的信号进行脉冲成形的平方根升余弦滚降滤波器的滚降系数取 0.05；当 K 取 8192 时，相对应的对信号帧的信号进行脉冲成形的平方根升余弦滚降滤波器的滚降系数取 0.025。

[0083] 单频网中的各个多媒体广播无线发射机将基带信号上变频至载波上形成射频信号发射到空中无线信道。

[0084] 接收机端接收处理单频网中的各个多媒体广播无线发射机所发送的信号。

[0085] 按照本发明提出的多媒体广播无线信号单频网抗衰落传输方法的单频网中的各个多媒体广播无线发射机的 QPSK 码元调制、16QAM 码元调制的星座旋转方法的实施例，如图 3 所示，单频网中的各个多媒体广播无线发射机的 QPSK 码元调制、16QAM 码元调制的码元星座图映射方式采用格雷码映射；QPSK 码元星座的星座旋转角度为 22.5 度，16QAM 码元星座的星座旋转角度为 11.25 度。

[0086] 上面结合附图对本发明的具体实施例进行了详细说明，但本发明并不局限于上述实施例，在不脱离本申请的权利要求的精神和范围情况下，本领域的技术人员可作出各种修改或改型。

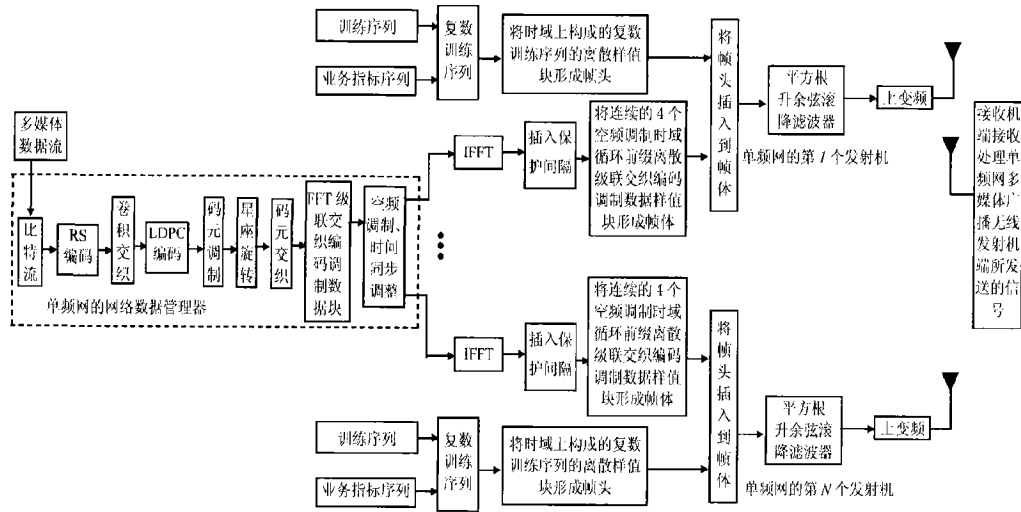


图 1

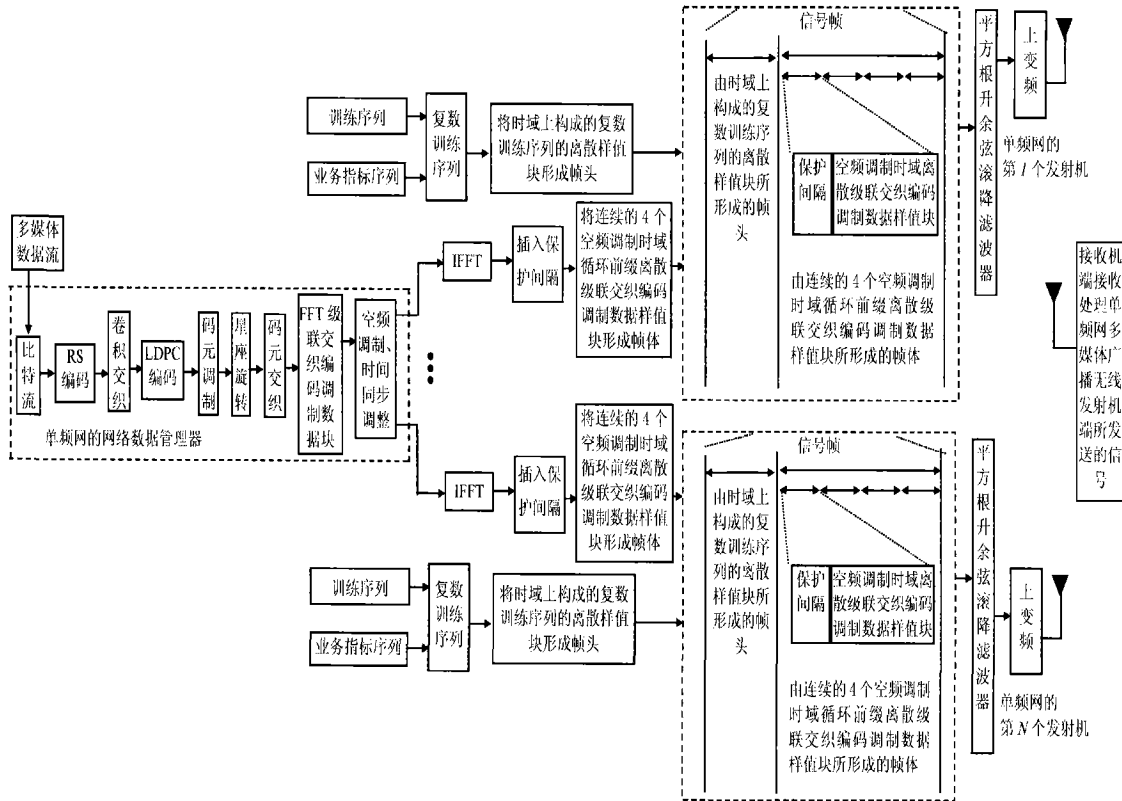


图 2

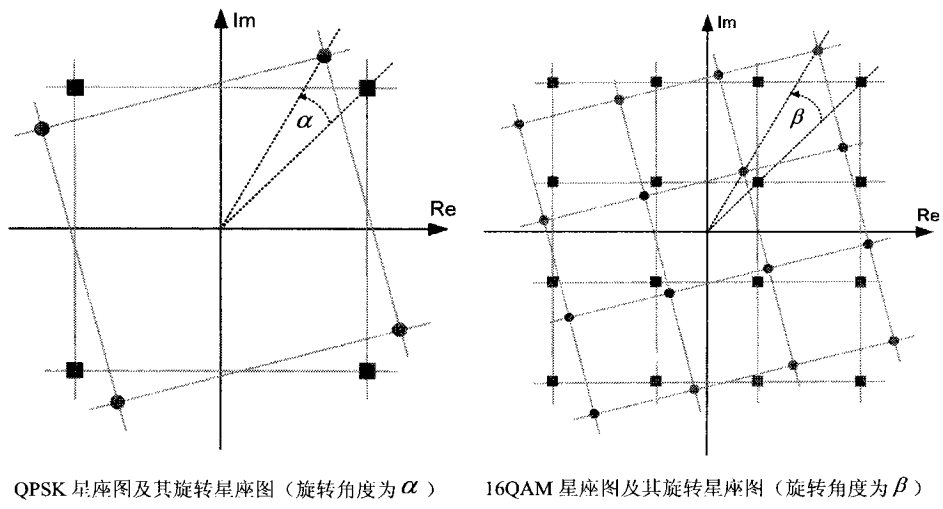


图 3