码率兼容的 LDPC 译码器高层次综合实现

张志芳　1　，朱鹏景　2　，朱铁林　1　，赵旦峰　2
(1 天津航天中为数据系统科技有限公司，天津 300000；
2 哈尔滨工程大学 信息与通信工程学院，黑龙江 哈尔滨 150001)

摘　要：针对 LDPC 码译码算法硬件实现复杂度高和开发周期长的问题，提出了采用一种高层次综合的方式来高效地实现硬件设计.以实现码率兼容 QC-LDPC 码的最小和译码算法的硬件实现为目的，首先使用 C 语言对该算法结构进行描述，再对数据存储和循环调度等方面进行调整和优化以适应硬件环境.然后利用高层次综合工具在接口综合、循环优化、数组优化等方面进一步优化，提高译码模块的资源利用率和数据吞吐率.最后通过 C 综合实现算法的 RTL 级描述.联合仿真结果表明，用高层次综合工具实现 LDPC 译码器在大大缩短开发周期的前提下，仍然具有优异的译码性能.

关键词：低密度奇偶校验码；最小和译码算法；高层次综合；FPGA 实现

High level synthesis impementation of rate compatible IDPC decoder

ZHANG Zhi-fang　1　，ZHU Peng-jing　2　，ZHU Tie-lin　1　，ZHAO Dan-feng　2
(1 Tianjin Zhongwei Aerospace Data System Technology Co.，Ltd.， Tianjin 300458， China；
2 Information and Communication Engineering， Harbin Engineering University， Harbin 150001，China）

Abstract：Aiming at the problem of high complexity and long development cycle of Low-Density Parity-Check (LDPC) code decoding algorithm， a high-level synthesis method is proposed to realize the hardware design effectively. The purpose of this paper is to realize the hardware implementation of code-rate-compatible QC-LDPC decoding algorithm. Firstly， the structure of the algorithm is described by using C language. Secondly， the algorithm is adjusted and optimized from the data storage and cyclic scheduling in the code to adapt to the hardware surroundings. And then use the high-level synthesis tool to further constrain the algorithm behavior in interface synthesis， loop optimization， array optimization and so on， and improve the resource utilization rate and data throughput rate of the decoding module. Finally， through the RTL level description of C integrated algorithm， a variety of optimization schemes are comparatively analyzed to deeply understand the high-level comprehensive implementation details of LDPC code decoding algorithm. The results of co-simulation show that using high-level synthesis tools to achieve LDPC decoder in the greatly shorten the development cycle， still has better decoding performance.

Key words：LDPC code; min-sum algorithm; high-level synthesis; FPGA implementation

作者简介：
张志芳　男，（1979- ），硕士，高级工程师.研究方向为武器数据链、无人机数据链协议和体制设计.
朱鹏景（通讯作者）　男，（1995- ），硕士研究生.研究方向为信道编码.E-mail:807251256@qq.com.
朱铁林　男，（1985- ），博士.研究方向为现代通信系统与通信技术、无人机数据链等.
赵旦峰　男，（1961-），教授、博士生导师.研究方向为通信信号处理、无线通信技术、水声通信技术、视频信号处理以及半实物（物理）仿真技术等.