

# 基于 Web Service 的普适计算环境下 GDSS 的研究

邹 宇, 郭朝珍

(福州大学 数学与计算机科学学院, 福建 福州 350108)

**摘 要:**文中以会商式台风综合预报系统为研究背景,对普适计算环境中的 GDSS 的设计与实现进行了研究,并将 Web Service 技术应用到普适计算环境中,设计了基于 Web Service 的 GDSS 架构,同时将其应用到会商式台风综合预报系统中。随后,针对普适环境下“无处不在”的新特性,考虑到手机仍然是当前最广泛应用的移动设备,引入了基于 J2ME 的手机专家。最后,为此开发了原型系统,通过对实验结果进行分析,说明文中所设计的基于 Web 服务的普适环境下的 GDSS 能够较好地应用于普适环境中。

**关键词:**普适计算;台风综合预报;GDSS;J2ME

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)06-0196-05

## Research on Web Service - Based GDSS in Pervasive Computing

ZOU Yu, GUO Chao-zhen

(College of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** It is set in typhoon comprehensive forecast, and research on the design and the implementation of GDSS in pervasive computing. Also integrate Web Service technology to pervasive computing environment, the Web Service based architecture of GDSS is designed and applied to typhoon comprehensive forecast system as well. For the pervasive computing, “everywhere” in the new features, considering the mobile phone is still the most widely used mobile devices, introduced J2ME based mobile expert. Finally, the prototype system is developed and the experimental result is analyzed, through the result, draw a conclusion that the GDSS designed is well suited for the pervasive environment.

**Key words:** pervasive computing; typhoon comprehensive forecast; GDSS; J2ME

### 0 引 言

群决策支持系统(GDSS)研究的主要问题是按照问题的属性对供选方案进行群体排序或选优,最终将决策个体的偏好集结成群体的偏好。同时, GDSS 是一个涉及不同的个人、时间、地点、通信网络及个人偏好和其它技术的复杂的组合,它通过将计算机技术引入到传统的群体决策过程中,让计算机参与到会商过程中,引导控制多名专家的多轮决策,并且采用某种偏好集结算法对决策结论不断修正,最后使结论收敛到一个合理的值,避免了某名专家独断的局面,从而保证了决策的科学性和民主性<sup>[1]</sup>。

随着第三代移动通信技术的不断发展,各种高性

能移动通信终端的相继出现,普适计算,这一第三代的计算模式也越来越受到人们的关注。普适计算以它“以人为本,无处不在”的特点,越来越满足人们在新的环境下获取信息的需求<sup>[2]</sup>。然而,在这一新的计算模式下,传统的 GDSS 已经不再适用,具体表现出的缺点如下:

(1)传统的 GDSS 一般都是紧耦合的集中式系统,系统的组织结构较为复杂,无法充分利用已有的决策资源,更无法与普适环境下种类繁多,高度异构的移动终端结合起来。

(2)传统的 GDSS 使用的是基于有线互联网的网路会商,这就要求与会者必须坐在 PC 前面,而实际情况是,某些专家可能因为工作或者其它原因,身处于没有有线网络的环境,不能及时通过有线网络参与会商,这样将严重影响会商的进程,如果是会议主持人遇到这种情况,那么会商就有可能要推迟或取消。

如何较好地解决现有 GDSS 的上述缺点,开发出

收稿日期:2009-09-30;修回日期:2009-12-25

基金项目:福建省自然科学基金计划资助(A0710007)

作者简介:邹 宇(1983-),男,福建南平人,硕士研究生,研究方向为群决策支持系统;郭朝珍,硕士,教授,研究方向为 CSCW,IGDSS,分布式数据库。

结构灵活、可进行资源复用、在普适计算环境中具有较强的适应性的系统,将对复杂决策问题起很大的支持作用。

在普适计算环境下,已有将 MAS(多 Agent 系统)架构引入到 GDSS 的先例<sup>[3]</sup>,但现有 MAS 架构由于系统耦合较高,并不能改进 GDSS 的可扩展性,也使系统的开发变得更为复杂。在普适计算环境中,设备、协议以及计算能力的多样化,高度的协作性与不断变化的环境加上与人的互动等,使得普适计算系统的异构性,互操作性与移动性三个特点更加的突出。如果找到某种开发方式,使得复杂系统的开发得到简化,并且支持重用,易于维护,那么这对普适计算环境下 GDSS 系统的开发的意义是非常重大的。而 Web 服务技术的出现,刚好就为该问题的解决提供了最理想的方法。Web 服务具有良好的封装性和互操作性,其松散耦合的特点使得普适计算环境下的开发过程从大型系统简化为面向多个小型服务,从面向复杂功能简化为面向多个单一服务,并且可以方便快捷地实现跨平台调用,迅速地完成任务资源的变更和重组。利用 Web 服务的这些特点,就可以利用网络上分散的决策资源,快速地开发出全新的 GDSS,并且能方便地修改或添加以服务为表现形式的资源,实现系统架构的灵活性和分布性。

因此,文中将 Web 服务技术引入到普适计算环境下的系统开发中,以会商式台风综合预报为背景,提出一个基于 Web 服务的普适环境下 GDSS 模型,用于构建结构灵活,具有强扩展性的系统以支持会商式台风综合预报。其次,提出了基于 Web 服务的分布式 GDSS 架构,并对该架构下的各服务进行了研究。

## 1 Web 服务在普适计算中的应用

在 Web 服务技术中,作为逻辑实体的服务的概念是最基本的。围绕着这个概念,普适计算系统也可以用这种思想来进行简化。“服务”,“服务使用者”,“服务提供者”这三个 Web 服务中的概念,在普适计算系统可以使用“某种功能”,“提供墨重功能的设备或设备群组”,“使用(调用)某种功能的设备或设备群组或人(人也是普适计算系统的一部分)”来对应。用这种映射方法,就可以将 Web 服务技术引入到普适计算系统的开发中<sup>[4]</sup>。

此外,Web 服务中的成熟协议和技术也能用来实现普适计算系统的开发。

(1)在 Web 服务中,使用 WSDL(Web 服务描述语言)来对服务进行描述,WSDL 定义了一套基于标准 XML 的语法,使之能够在不同的平台上进行消息交换

和服务访问。在普适计算系统的开发中,同样需要某种统一的能够描述系统中各个设备或设备群组所提供的功能的语言,来完成某个操作或向环境中的人提供服务。因此,WSDL 由于其跨平台性和规范性,天然地适应了普适计算系统中对某种设备或功能描述的要求。

(2)在 Web 服务中,使用 SOAP(简单对象访问协议)实现了围绕服务,服务提供者,服务使用者之间的各种通讯,SOAP 也是一套基于 XML 的协议,普适计算系统同样需要这种具有跨硬软平台的协议,使得提供某个功能的设备或功能与另外的设备或功能进行通信,从而实现整个系统中各个设备或功能之间的协作。

## 2 普适计算环境下台风综合预报 GDSS 系统流程

针对文中的研究背景以及在普适计算环境下 GDSS 的新特点,在研究了自然灾害综合预报通用业务模型 CPM4NDF<sup>[5]</sup>的基础上,通过对台风综合预报特定应用领域所涉及到的关键要素的分析,抽象出了台风综合预报业务模型(Typhoon Forecast Business Model,TFBM)。该模型可表示为一个逻辑多元组:

$$TFBM = \{G, O, A, P, E, DT, B, S, DP, EM, PA, C\}$$

(1) G (Goal):表示会商要完成的目标。

(2) O (Organization):表示会议组织者所在的一级组织结构,如:国家总局,省局,地市局等。

(3) A (Admin):表示会议的管理员。

(4) P (President):表示会议主持人,主持人的主要工作是控制会议流程,协调与会专家的动作。

(5) E (Experts):表示参加会议的专家集合  $\{e_1, e_2, \dots, e_N\}$ 。

(6) DT (Device Type):表示参加会议的专家使用的终端类型,如电脑,手机,PDA 等。

(7) B (Background):表示背景材料,包括当前台风数据、历史台风数据等。

(8) S (Schemes):表示会议过程中专家提交的预报方案的集合。

(9) DP (Decision Process):表示会议的决策流程,即完成决策需要经过的会议步骤。

(10) EM (Evaluate Method):表示方案的评价方法,如:打分法,优先序法等。

(11) PA (Preference Algorithm):表示群体意见的偏好集结算法。

(12) C (Conclusion):表示会议结论。会议结论是

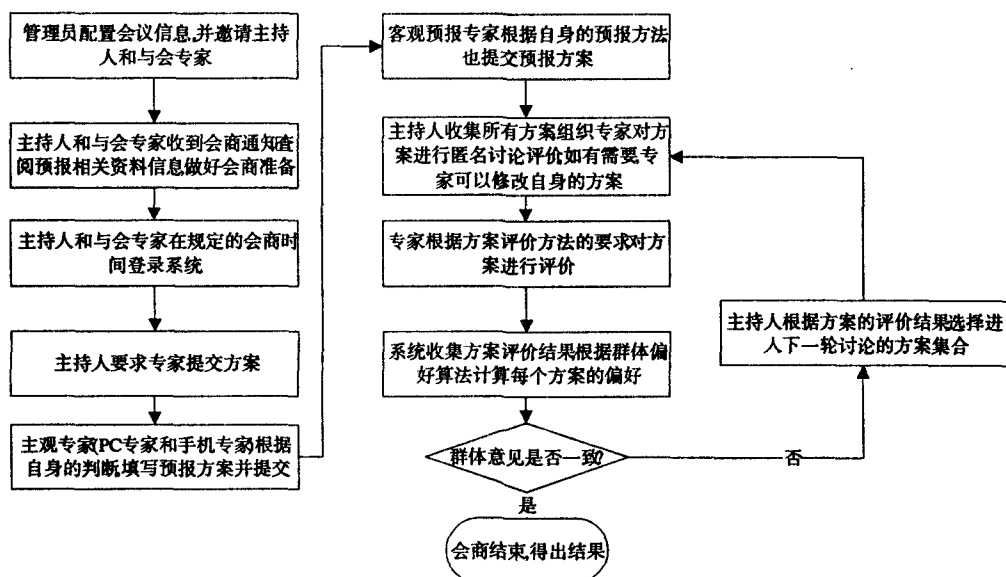


图 1 台风综合预报 GDSS 整体流程

根据方案集合  $S$  和偏好集结算法  $PA$  计算出的最优方案。

TFBM 表明了与台风综合预报业务领域有关的关键要素。在开发系统时,需要重点考虑这些要素。

结合该台风综合预报抽象模型,引入移动终端和台风综合预报客观专家之后,可以得到台风综合预报 GDSS 的整体流程<sup>[6]</sup>,如图 1 所示。

### 3 基于 Web Service 的普适环境下 GDSS 系统的研究

#### 3.1 基于 Web Service 的普适环境下 GDSS 系统的整体框架

在普适计算环境中,用户端使用的设备往往是异构的,这些异构的终端设备在软硬件结构、性能和可用资源上存在着很大的差异。在台风发生前,有上网条件的专家可以用台式 PC 或笔记本通过有线网络来访问系统,进行会商,而部分专家可能此时正在预计的灾害发生地点勘测,则必须通过 PDA 或智能手机等移动终端设备来参与会商。考虑到这些因素,系统的数据存储,业务逻辑完全交由服务器完成,并封装成 Web 服务,这样,对于 PC 用户端,该 GDSS 系统即为正常的 B/S 系统,而对于移动终端而言,只需在终端上实现简单的控制逻辑,具体功能都可通过请求服务器端的 Web 服务来获得,这样的设计可以将客户端设备,尤其是移动终端设备的软硬件要求降至最低。

综上所述,结合文中之前的台风预报模型,可以将整个系统的结构抽象为一个七元组:  $S = (U, WC, WS, DB, KDB, MDB, P)$ 。

(1)  $U$  (User): 系统所服务的用户,包括管理员,

主持人,与会专家。

(2)  $WC$  (Web Container): Web 容器,即 Web 服务器。处理来自 PC 的 HTTP 请求。

(3)  $WS$  (Web Service): 系统中所有 Web 服务的集合,  $WS = \{WS^1, WS^2, \dots, WS^R\}$ 。具体的服务说明请见 3.2。

(4)  $DB$  (Database): 数据库,用于普通数据的管理与维护,例如用户信息。

(5)  $KDB$  (Knowledge Database): 知识库。

(6)  $MDB$  (Model Database): 模型库。

(7)  $P$  (Protocol): 系统所使用的协议集,  $P = \{SOAP, HTML, XML\}$ 。

系统结构如图 2 所示。

(1) 数据访问层: 这一层主要为系统提供数据支持,系统将维持三种类型的数据库,一是存放历史数据和实时数据的数据库,二是存放特定业务领域信息的模型库,三是存放为智能决策模块提供决策支持的知识库。

(2) 决策业务层: 这是主要的逻辑业务层,负责整个系统的运作。系统的大部分功能由 Web 服务平台提供。该 Web 服务平台是本系统的核心,负责实现整个会议过程的业务逻辑,同时还肩负着数据组织和数据共享方面的工作,它可跟 Web 服务器和各种移动终端通过 SOAP 协议进行交互。

(3) 表示层: 这一层是展现给专家和主持人的系统外观。根据用户角色和使用的终端设备不同,该层显示不同的人机交互界面。若用户使用的是 PC 或笔记本,则所有信息都是在浏览器中显示,客户端不需要安装任何程序,若用户使用的 PDA 等移动终端设备,

则需在移动终端上安装定制软件,该软件通过移动 Web 服务技术同系统进行交互。

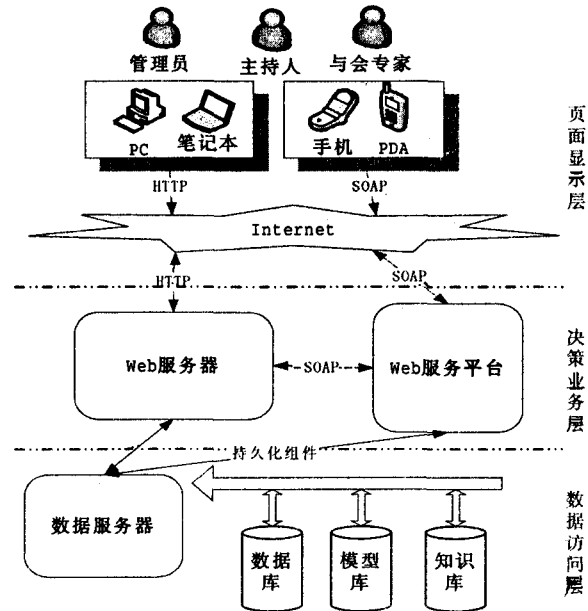


图2 基于 Web Service 的普适环境下 GDSS 系统的整体框架图

3.2 Web 服务平台的逻辑结构

Web 服务平台是本系统的核心部分,作为一个基于 Web 服务的系统,几乎整个系统的业务逻辑都由该平台实现。其逻辑结构如图3所示。

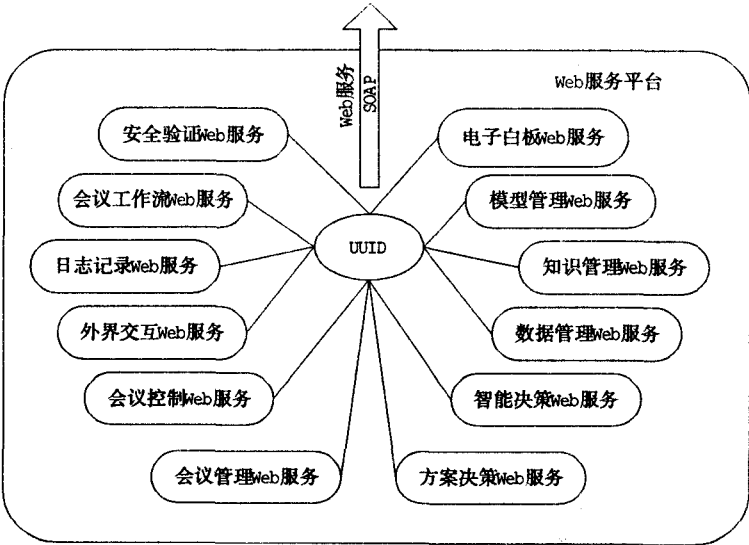


图3 基于 Web 服务平台的逻辑结构图

- (1)安全验证 Web 服务:对操作请求进行验证。如用户登入等。
- (2)会议工作流 Web 服务:当系统不设置主持人时,经过适当的配置,可根据图1所示的流程创建工作流程引擎,代替主持人控制会议,保证会议的顺利进行。
- (3)日志记录 Web 服务:记录系统事件日志,以供

- 日后查阅。
  - (4)外界交互 Web 服务:响应与其他系统平台交互请求,如外界可以通过此 Web 服务来提供预报台风的实时路径和强度。
  - (5)会议控制 Web 服务:管理会议整体流程。
  - (6)会议管理 Web 服务:管理会议,获取会议信息。
  - (7)方案决策 Web 服务:按照一定的算法,通过专家的评分,以及群体偏好的取向,计算各个方案的权值,通过该权值的大小进行方案的排序与选择。
  - (8)智能决策 Web 服务:以专家身份参与会议,利用现有资源,提出方案。
  - (9)数据管理 Web 服务:管理会议相关信息,如用户数据,方案数据等等。
  - (10)知识管理 Web 服务:管理系统决策相关知识,为智能决策提供支持。
  - (11)模型管理 Web 服务:管理应用领域相关模型数据,用于配置会议相关参数。
  - (12)电子白板 Web 服务:为与会专家提供一个交流的平台,在该平台上,专家可以对各个方案进行质疑,并且交换彼此的意见。
- 3.3 移动终端中交互软件的设计
- 由于当前的软硬件条件的限制,使得大多数移动终端的硬软性能远远不如 PC,这就造成移动终端上的浏览器无法正常地通过 HTTP 协议来访问文中的 GDSS 系统。因此,必须为移动终端定制一套软件,才能确保专家能通过移动终端正常地参与会商。
- 移动专家客户端的主要功能包括:界面支持,与服务服务器上部署的 Web 服务的交互,与 PC 客户端的同步协同。
- 在界面设计上,若使用的是 J2ME 技术,则采用 J2ME 中的 Form 作为信息输入的载体。在具体实现时,对会议的每个阶段,设计一个 Form,这个 Form 和 PC 客户端表示相应会议阶段的 JSP 页面具有相同的输入控件<sup>[7,8]</sup>。这样,移动专家客户端和 PC 专家就具有相同的界面。
- 与服务服务器上部署的 Web 服务的交互方面,可以采用专门针对移动设备的移动 Web Service 技术,凭借此技术,使得移动设备也可通过 SOAP 协议使用远程的 Web 服务,这样,客户端真正要关注的只是一些保证会商正常进行的控制逻辑,而主要功能都可通过调用远程 Web 服务来完成。这样就大大简化了移动客户端软件的设计。

与 PC 客户端的同步协同上,通过设置一个监听线程,每隔一段时间通过 Web 服务调用读取会议状态信息,当会议状态信息改变时,将客户端切换到表示相应会议阶段的界面上。

#### 4 实验与分析

为了验证本系统开发的可行性,根据上文涉及的体系结构和 Web 服务平台的逻辑结构,初步实现了原型系统。考虑到 Java 完美地结合了移动开发技术和 Web 服务开发技术,并且具有良好的跨平台特性,故本系统选择 Java 作为开发语言。为了模拟普适计算环境,客户端选择了支持 J2ME 的智能手机和 PC,它们分别代表了移动终端设备和固定的传统设备。尽管实验中只选取智能手机作为移动终端的代表,但是到具体实现系统时,由于广大的移动终端设备都支持 J2ME,可以很方便地扩展进来。

本系统实现的关键在于实现无线移动设备与有限固定设备之间的数据传输,尽管最终功能都由 Web 服务平台提供,但对于 PC 端来说,本系统与普通的 Web2.0 的 B/S 系统无异,因此,实验主要关注移动终端(本实验中为智能手机)与 Web 服务平台的交互。为此,设计实验内容如下:

- (1) 启动 Web 服务器,开放 Web 服务。
- (2) 在 PC 机上用管理员帐户登入,配置好会议信息后,再用主持人帐户登入,控制会议。
- (3) 使用智能手机调用安全验证 Web 服务进入系统,调用会议管理 Web 服务得到会议列表。
- (4) 使用手机编辑预报台风参数,并调用方案管理 Web 服务提交参数。
- (5) 调用方案管理 Web 服务获取各个专家的方案,并进行方案评估。

这样,就基本模拟了一遍使用智能手机进行会商的过程。其中,手机端的登入界面如图 4 所示。

本实验充分说明了该系统能够很好地应用于普适计算的环境中,而且移动终端直接通过移动 Web 服务于系统 Web 服务平台进行交互,简化了移动终端系统的开发。

但经过实验,发现系统仍然存在某些局限性,因为智能手机在内存存储和数据处理能力等方面与 PC 相比还有很大的差距,因此具体系统实现上可能会存在某些限制,如图形显示或图形绘制等。另外,由于移动设备通过 SOAP 协议访问 Web 服务,而 SOAP 协议是基于 XML 的,这势必增大无线网络传输的负担,也会造成移动设备解析 XML 的开销,如果返回回来的 SOAP 消息过于庞大,可能会导致移动设备解析 XML

失败<sup>[9]</sup>。好在软件业已经注意到这些情况,在网络传输方面,像 REST 这样轻量级的 XML 传输协议能很好地降低网络传输的数据量;在解析 XML 方面,无论是基于 Pull Parsing 的 SAX,还是基于 Event - Driven 的 SAX,甚至是逐渐流行的 Lazy XML Processing,都大大提高了 XML 的解析效率<sup>[10]</sup>。

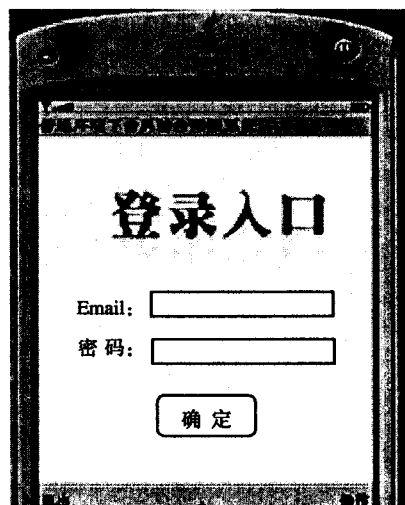


图 4 手机端登入界面

#### 5 结束语

传统的 GDSS 由于其高度耦合,不易扩展,客户端环境单一等缺点,已经不适合在普适计算环境下继续应用。文中以台风综合预报为研究背景,研究了普适计算环境中 GDSS 的设计与实现,特别着眼于普适计算环境下 GDSS 的体系结构和如何将 Web 服务技术应用于普适计算环境下 GDSS 的开发,用于构建结构灵活、可复用资源、可扩展性强、有较强的自主性的 GDSS。文中所设计的基于 Web 服务的普适环境下的 GDSS 可解决传统 GDSS 的问题,实现与会专家随时随地利用各种异构终端设备获得系统的服务。在未来的普适计算系统软件开发方面,融入 Web 服务技术必将成为该领域发展的主流方向。下一步工作将深入研究系统实现的细节,较好地实现系统。

#### 参考文献:

- [1] Guo Chaozhen, Guo Kun, Lin Wei, et al. The Research on the Software Architecture of Negotiatory Synthetical Forcecasting GDSS Based on J2EE[C]//The 9th International Conference on CSCW in Design. UK:[s. n.], 2005.
- [2] Weiser M. The computer for the twenty - first century[J]. Scientific American, 1991, 265(3): 94 - 104.
- [3] Lin Zhihong, Guo Chaozhen. Research on Agent - based IGDSS in pervasive computing[C]//第一届国际普适计算及

(下转第 204 页)

存在最优,如何找到最优的布局,还需要进一步研究。

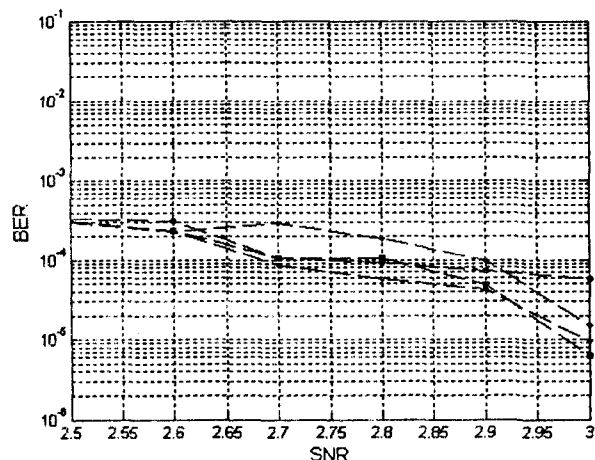


图 3 码长 576 时不同原始  $Q$  矩阵性能对比

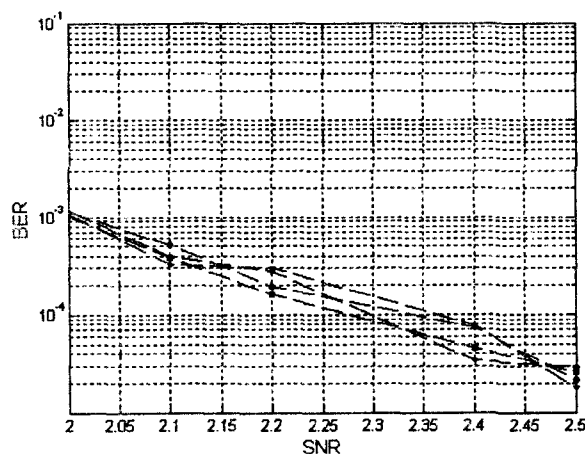


图 4 码长 1056 时不同原始  $Q$  矩阵性能对比

#### 4 结束语

文中介绍的由  $Q$  矩阵构成 LDPC 码的方法,不需

要生成  $G$  矩阵,只需由  $H$  矩阵就可以进行编码。其中  $H^d$  矩阵的构成,即  $Q$  矩阵的排列规则对整个 LDPC 码的性能有重要的影响。通过顺序排列、随机排列、变换公差等差数列排列法,以及其改进排列法这四种排列方法的对比,总结出了一定的排列规律并得到了较好的性能。文中只给出了一种相对较好的排列方案,如何排列这些正交的  $Q$  矩阵得到最优的布局并且分析是否最优布局对编码器性能的影响,是未来一个很好的研究方向。

#### 参考文献:

- [1] Gallager R. Low Density Parity Check Codes[D]. Cambridge, MA:Massachusetts Institute of Technology, 1960.
- [2] 孙韶辉,慕建君,王新梅. 低密度校验码研究及其新进展[J]. 西安电子科技大学学报, 2001, 28(3): 393-397.
- [3] 彭立,朱光喜.  $Q$ -矩阵准规则 LDPC 码编码器计方案的研究[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(6): 81-82.
- [4] 彭立,朱光喜. 基于  $Q$ -矩阵的 LDPC 码编码器设计[J]. 电子学报, 2005, 33(10): 1734-1739.
- [5] Susic R, Gu Jun. Fast Search Algorithms for the  $Q$ -queens Problem[J]. IEEE Transactions System, Man, and Cybernetics, 1991, 21(6): 1572-1576.
- [6] Susic R, Gu Jun. Efficient Local Search Conflict Minimization: A case Study of the  $n$ -Queens Problem[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1994, 6(5): 661-668.
- [7] 王哲,栾英姿.  $N$ 皇后问题的快速搜索算法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(6): 72-75.
- [8] 彭立,朱光喜. 不同置换矩阵对基于分块  $H$  矩阵的 LDPC 码性能的影响[J]. Chinese Journal of Computers, 2008, 31(5): 783-954.

(上接第 195 页)

处理框架[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8): 74-79.

- [5] 萧荣兴,苏伟仁,许育嘉. RFID 技术运作的神经中枢——RFID 中间件[J]. 信息与电脑, 2005, 19(9): 35-37.
- [6] Hoag J E, Thompson C W. Architecting RFID middleware[J]. Internet Computing, 2006, 10(5): 88-92.

(上接第 200 页)

应用研讨会(SPCA06). 中国新疆乌鲁木齐:[出版者不详], 2006: 306-310.

- [4] 贾雯,贺栋. 面向服务的开发方式在普适计算领域中的应用[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(8): 123-125.
- [5] 郭朝珍,林志虹,郭昆. 协同综合预报 IGDSS 通用模型的研究与应用[J]. 通信学报, 2006, 27(11): 42-47.
- [6] 刘少林. 台风综合预报群决策支持系统的研究与实现[D]. 福州:福州大学, 2009.

- [7] 蒋邵岗,谭杰. RFID 中间件数据处理与过滤方法的研究[J]. 计算机应用, 2008, 28(10): 2613-2615.
- [8] 饶涛涛,邹继军,郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007: 18-20.

- [7] 王伟,张正兰. 基于 J2ME 平台的手机实时监视系统的设计[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(12): 182-186.
- [8] 任晓尘,孙涌. 基于 J2ME/J2EE 移动预约挂号系统的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(12): 187-189.
- [9] 张俊妍,陈启买. SOAP 协议性能与安全的研究进展[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(6): 163-166.
- [10] 赵阳. 基于 Web Service 的群体决策支持系统的研究[D]. 南京:南京理工大学, 2008.