

面向多跳无线网络的多干扰源定位算法

王棋萍¹, 魏祥麟², 范建华², 王统祥¹, 胡飞¹

(1. 解放军理工大学通信工程学院, 江苏 南京 210007;

2. 南京电讯技术研究所, 江苏 南京 210007)

摘 要: 提出一种面向多跳无线网络的多干扰源定位算法, 主要包括 3 个步骤: 基于梯度下降法的分组投递率谷点推定、基于梯度上升法的接收干扰强度(RJSS, received jamming signal strength)峰点推定和聚类分析。首先, 算法从多个初始节点出发, 采用梯度下降法, 沿着分组投递率梯度下降最快的方向逼近干扰源, 直至到达分组投递率谷点; 然后应用功率自适应动态调整技术, 采用梯度上升法, 沿着接收干扰强度上升最快的方向继续逼近干扰源, 直至接收干扰强度峰点(也称为 RJSS 停止节点); 最后通过对无法与 RJSS 停止节点通信的邻居节点进行聚类分析, 确定干扰源的数量和位置。模拟实验表明, 与现有算法相比, 所提算法可以有效降低多干扰源定位过程的定位误差; 并且, 当干扰源间距符合限定条件时, 算法定位结果更优。

关键词: 多跳无线网络; 干扰攻击; 干扰源定位; 聚类

中图分类号: TP393

文献标识码: A

Multi-hop wireless network oriented multiple jammers localization algorithm

WANG Qi-ping¹, WEI Xiang-lin², FAN Jian-hua², WANG Tong-xiang¹, HU Fei¹

(1. College of Communications Engineering, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China;

2. Nanjing Telecommunication Technology Research Institute, Nanjing 210007, China)

Abstract: A multiple jammer localization algorithm in multi-hop wireless networks was proposed. The proposed algorithm contained three steps, packet delivery ratio (PDR) valley point determination based on gradient descent algorithm, received jamming signal strength (RJSS) peak point determination based on gradient ascent algorithm and cluster analysis. Firstly, the algorithm started from a few initial nodes and moved along the gradient descent direction of PDR to approach the jammers until reaches the PDR valley point. Then, the algorithm moved toward the jammers using power adaptation technique based on RJSS gradient ascent process until it reached the RJSS peak point. Finally, through applying cluster analysis on the neighbour nodes which fail to communicate with RJSS peak points, the number and positions of the jammers can be estimated. Experimental results have verified that the proposed algorithm can improve the accuracy of localization compared with existed localization algorithms. Furthermore, the performance of the proposed algorithm is prominent when the distance of jammers accords with constraint condition.

Key words: multi-hop wireless network, jamming attack, jammer localization, cluster

1 引言

作为实现泛在网络连接的一种可行方式, 多跳

无线网络在近年来发展迅速且得到了一些实际部署。但无线信道的开放共享特性使多跳无线网络容易受到多种干扰攻击, 进而造成网络性能恶化和服

收稿日期: 2015-10-20; 修回日期: 2016-09-19

通信作者: 魏祥麟, weixianglin@163.com

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(“973”计划)基金资助项目(No.2012CB315806); 国家自然科学基金资助项目(No.61402521, No. 61070173); 江苏省自然科学基金资助项目(No.BK20140068, No.BK20140070, No. BK20150201)

Foundation Items: The National Key Basic Research and Development Program of China(973 Program) (No. 2012CB315806), The National Natural Science Foundation of China(No.61402521, No.61070173), The Natural Science Foundation of Jiangsu Province(No.BK20140068, No. BK20140070, No.BK20150201)

务质量下降。干扰攻击是一种通过占用网络节点通信信道，使其不能进行正常数据转发的拒绝服务攻击^[1]。为了有效应对干扰攻击，国内外研究者从物理层通信模式、链路层调度策略、网络层路由算法和应用层服务质量调整等角度提出了包括信道级、链路级和网络级在内的干扰消除或规避方法^[2-6]。这些方法多数需要利用干扰源精确位置或所在区域信息以采取对应抗干扰手段^[7,8]。为此，如何高效、准确地定位干扰源成为近年来学术和工业界研究的热点问题之一。

干扰源定位是指多跳无线网络中的被干扰节点，利用主动测量和被动监听得到的多个协议栈层次的观察结果，利用无线信道传播特性和干扰区域几何知识，协作推断干扰源的相对或绝对位置的过程。现有的干扰源定位算法大致可以分为 2 类，即测距类和非测距类方法^[9]。测距类定位算法通过选择合适位置节点的物理属性，建立其关于干扰源位置的关系，最终定位干扰源位置。非测距算法则根据干扰区域附近内外节点的位置信息，利用几何知识对干扰源位置进行估计。这 2 类算法大多针对单个干扰源提出，无法应用于多干扰源并存场景。

为了达到高效、大范围的干扰，攻击者可以选择在网络中的不同位置发起干扰攻击。在多个干扰源的协同工作下，网络干扰区域增大，节点受干扰强度增强。针对这种场景，Cheng 等^[10]提出了一种称为 X 射线的干扰区域定位算法。X 射线定位算法包括干扰区域映射、干扰区域骨架化和干扰源位置确定 3 个步骤。该算法通过干扰区域骨架化，利用分叉点的位置信息反映干扰源的物理位置，由于区域边界受噪声影响较大，因此，X 射线干扰区域定位算法定位精度偏低。另外，网络范围内的信息收集使 X 射线定位算法的通信复杂度很高，时效性差。

为了提高定位精度且减小定位开销，本文提出了一种新颖的多干扰源定位算法。该算法包括 3 个主要步骤：基于梯度下降法的分组投递率谷点推定、基于梯度上升法的接收干扰强度峰点推定和聚类分析。首先，算法从多个初始节点出发，采用梯度下降法，沿着分组投递率下降最快的方向逼近干扰源，直至到达分组投递率谷点；然后应用功率自适应动态调整技术，采用梯度上升法，沿着接收干扰强度上升最快的方向继续逼近干扰源，直至接收干扰强度峰点（也称为 RJSS 停止节点）；最后对无法与 RJSS 停止节点通信的邻居节点进行聚类分析，

并将聚类中心作为干扰源的估计位置。本文的主要贡献在于：1) 提出了基于聚类分析的干扰源定位方法，可以在无需估计干扰源数量的情况下实现多干扰源准确定位；2) 设计了接收干扰强度梯度峰点推定过程，使聚类分析的初始节点更加靠近干扰源实际位置；3) 给出了干扰源间的距离与多干扰源可定位性的关系；4) 通过大量实验分析，验证了所提出定位算法定位精度显著优于现有定位算法。

2 相关工作

为了定位多跳无线网络中的干扰源，近年来，国内外研究者提出了一系列方案解决单个干扰源定位问题。在不采用特定专有设备的条件下，Pelechrinis 等^[11]发现越靠近干扰节点，分组投递率就越低，并基于这个观察结果，采用梯度下降方法设计了基于 PDR 梯度下降的定位算法。基于该算法在高干扰功率场景下产生的较大误差，Wang 等^[12]应用功率自适应调节技术提出了一种基于 PDR 梯度下降的改进算法。基于干扰攻击导致的网络拓扑状态变化和节点状态改变，Liu 等^[13]提出了一个称为虚拟力迭代定位的干扰节点定位算法。虚拟力迭代定位算法首先估计干扰节点的传输范围，然后产生一个估计的圆形干扰区域，之后迭代，改变估计的干扰区域的中心来覆盖最多的被干扰节点。虚拟力迭代定位算法假设估计的干扰节点位置等于真实的位置时，估计的区域与实际干扰区域重合。通过估计干扰攻击发生前后的监听范围，Liu 等^[14]提出利用节点的监听范围解决一个最小平方问题来定位干扰节点。这种方法有效的前提是监听范围和网络及节点状态的改变仅是由干扰导致的。Liu 等^[15]还将干扰节点定位问题建模为一个非线性最优化问题，并提出使用基因算法或者模拟退火算法最小化干扰节点定位误差。

基于无线传输的广播特性，一些基于几何学知识的干扰节点定位方法被陆续提出，包括质心定位、权重质心定位、虚拟力迭代定位、凸壳定位、阿尔法壳定位等。在质心定位方法(CL, centroid localization)中，干扰节点的邻居节点被称为被干扰节点。CL 收集所有被干扰节点的坐标值，并将其均值作为干扰节点的估计位置。考虑到不同被干扰节点距离干扰节点的距离不同，其感受到的干扰强度也不相同，研究者提出了权重质心定位，一定程度上提高了定位精度^[16]。Sun 等^[17, 18]提出了一种基

于几何覆盖理论的干扰节点定位算法。GCL 算法利用计算几何中的凸壳理论，特别是最小包容圆方法，对攻击者进行定位。Cheng 等^[19]基于凸壳理论，利用最小边界圆和最大内切圆来定位干扰节点。Xiong 等^[20]将干扰节点定位问题建模为一个最小平方问题，并基于线性回归方法提出了一种健壮的干扰节点定位算法。利用干扰节点引起的拓扑变化，Liu 等^[21]首先基于最大生成树分割网络拓扑，然后基于拓扑分割结果和适应性最小平方和算法定位多个干扰节点。Rau 等^[22]结合基于序列改变检测技术的本地检测和基于最小平方方法的全局检测方法提出了一种混合干扰节点定位方法。

Cheng 等^[10]基于网络干扰区域提出了一种 X 射线多干扰源定位方法，用以定位多个干扰源。该算法是一种基于干扰区域骨架化，利用分叉点对干扰源进行近似估计的集中式定位算法。骨架用与原始形状连通性和拓扑结构相一致的曲线表达物体形状，它是所有最大圆盘的圆心的集合，最大圆盘即是完全包含在物体内部，并且至少与物体边界相切于两点的圆。因此，干扰区域骨架化保留了区域的轮廓和位置信息。X 射线多干扰源定位算法主要包括 3 个步骤：区域映射、区域骨架化和干扰源估算。

3 问题分析与模型假设

3.1 问题提出

多个干扰源通过协同工作，可以增加干扰强度并扩大干扰范围，进而增加对多跳无线网络的危害。在多干扰源并存场景下，各个干扰源的干扰区域可能存在重合，使干扰区域往往不再符合某个简单的几何形状。在这种场景下，如果无法判断干扰源数量并分割各自干扰区域，而是仅根据单个干扰源的假定进行定位，那么得到的最终位置显然是错误的。图 1(a)和图 1(b)分别表示 2 个干扰源各自的影响，图 1(c)表示两者共同存在的场景。可以看出，多干扰源并存时，多个节点的受干扰情况都发生了变化，干扰区域的特征更加复杂。因此，在此场景下，直接应用单干扰源定位方法无疑会带来较大的定位误差。注意到，当干扰源间距较大，干扰区域不存在重叠时，可以应用单干扰源定位算法对各干扰源分别进行定位。为此，本文只研究干扰区域重叠场景下的多干扰源定位问题。

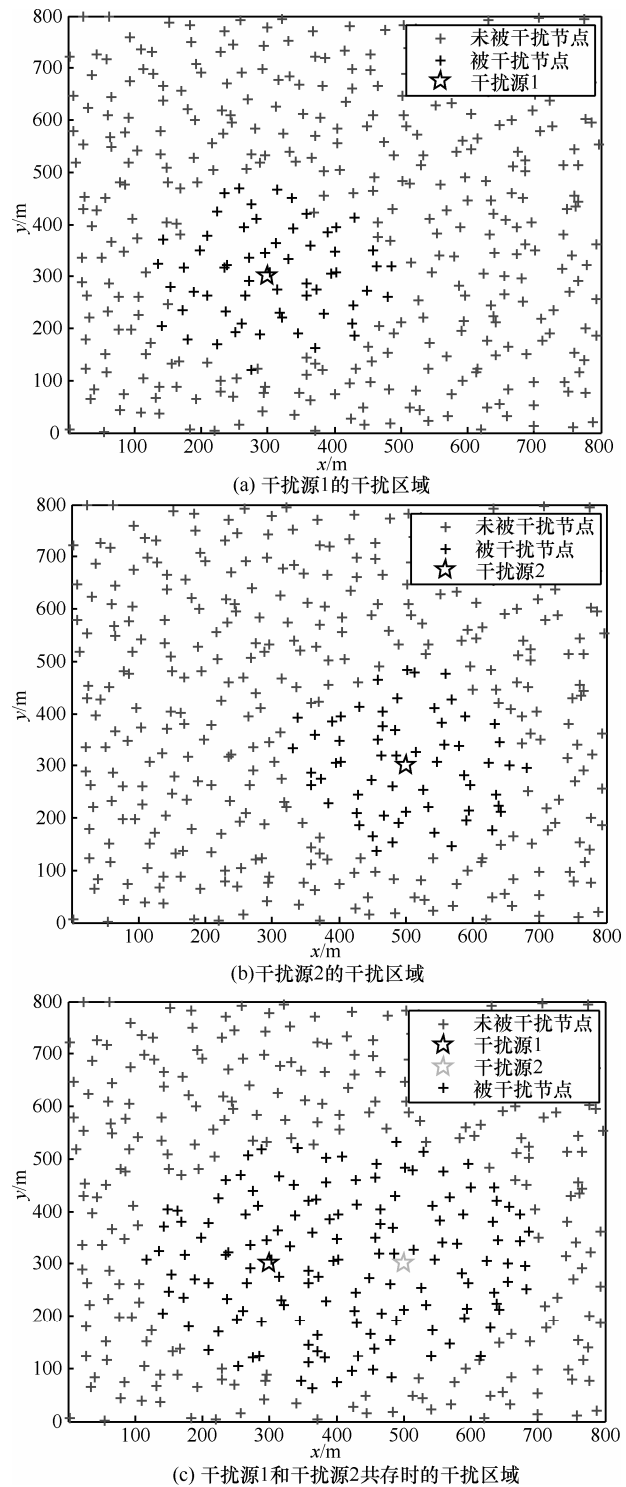


图 1 多干扰源共存的干扰区域示意图

由上述分析可知，与单干扰源定位相比，多干扰源定位面临更复杂的问题。如何在干扰源数量未知且干扰区域存在重叠的场景下，精确定位各个干扰源的位置是本文需要解决的主要问题。

3.2 模型假设

本节限定了本文使用的网络模型、攻击模型以

及传播模型。

3.2.1 网络模型

本文对多跳无线网络的基本设定如下。

1) 节点静态性：一旦网络部署完毕，每个传感器节点的位置不再发生变化。

2) 位置感知：每个节点都能感知自己和邻居节点的位置坐标。这可以通过位置服务以及多跳无线网络中的协议交互实现。

3) 节点同构：网络中的节点具有相同的计算、传输和存储能力。传感器节点的通信范围相同。

4) 发射功率自适应：在限定的功率范围内，节点可以适度增加发射功率，提高接收节点的接收信噪比。

3.2.2 攻击模型

假定每个干扰源配置全向天线，发送相同功率的信号，且干扰源位置是固定不变的。假设网络中有 n 个干扰源，干扰源间的距离 D_{ij} 满足

$$D_{ij} \in [\omega(R_i + R_j), R_i + R_j] \quad (1)$$

其中， R_i 和 R_j 分别为干扰源 i 和 j 的干扰半径， ω 是一个变量， ω 越小，干扰源间的距离越大。为了实现有效干扰， ω 一般为 0.5。当 ω 小于 0.5 时，干扰区域重叠区域过大，进而使总的干扰区域面积减小，这与多干扰源协作的目的相违背，因此，本文暂不考虑此场景。当干扰源间距离大于 $R_i + R_j$ 时，会使干扰区域不重叠，此时只需采用单干扰源定位算法即可估计干扰源的位置。

3.2.3 传播模型

本文采用式(2)所示的自由空间传播模型。

$$P_{RX} = P_{TX} G_{TX} G_{RX} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (2)$$

其中， P_{RX} 为节点接收功率， P_{TX} 为射频端发射功率， G_{TX} 、 G_{RX} 分别为天线的发射增益和接收增益， d 为发射节点和接收节点之间的距离， λ 表示传送的无线电波的波长。

4 面向多跳无线网络的多干扰源定位

4.1 基本设想

多干扰源定位无法基于圆形干扰区域的假设，利用网络节点的物理属性和位置信息建立与干扰源的联系。为了准确定位多个区域重叠的干扰源，

首先需要确定多个干扰源所在的大致区域，然后根据聚类分析方法定位干扰源。本文提出的多干扰源定位算法包括 3 个步骤：基于梯度下降法的分组投递率谷点推定、基于梯度上升法的接收干扰强度峰点推定和聚类分析。首先，从多个不同的起始节点发起定位过程，沿分组投递率下降方向逼近干扰区域中心；然后，采用功率自适应方法，沿接收干扰强度上升方向进一步细化干扰区域；最后，通过对停止节点的损失邻居进行聚类计算得到干扰源所在位置。

注意到，在多干扰源定位场景中，选择较多的起始节点可以提高定位精度，但也会带来更大的计算和通信耗费。为此，本文在网络节点中随机选取 $\frac{N}{10}$ 个节点作为初始节点，其中， N 为网络中节点的数量。

4.2 算法设计

4.2.1 基于梯度下降法的分组投递率谷点推定

在无线通信中，分组投递率(PDR, packet delivery ratio)被定义为被正确接收的分组数目与已发送的分组数目的比值^[9]。分组投递率能反映网络中节点的通信质量，通信质量越好，分组投递率越高。由于干扰信号的强度随着距离的增大呈下降趋势，所以距离干扰源越远的节点受到干扰信号的影响越小，从而会满足所需的信噪比要求，使节点的 PDR 值增大。

多跳无线网络部署区域各个位置的 PDR 值构成了一个 PDR 标量场。这个标量场中的各个谷点(局部极小值)则代表了距离干扰源距离较近的那些难以正常通信的节点。为了推定这些谷点的位置，本文采用了梯度下降方法。

初始节点确定后，通过比较节点与其邻居节点的 PDR 值，路径沿 PDR 值下降最快的方向逼近干扰源，直至达到 PDR 谷点。在干扰源作用下，位于干扰源附近区域的节点丧失了通信能力，其 PDR 值近似下降为 0，因此，PDR 谷点推定的路径无法到达距离干扰源最近节点的位置。图 2 展示了 PDR 梯度下降的过程，图 2 中的箭头表示梯度下降的方向。由于干扰区域中心的部分节点受干扰程度较强，无法完成分组的传输，因此，PDR 谷点推定路径只能到达距离干扰源较远的节点，如图 2 中矩形框所示。为了描述方便，将 PDR 下降过程停止的节点称为 PDR 停止节点。

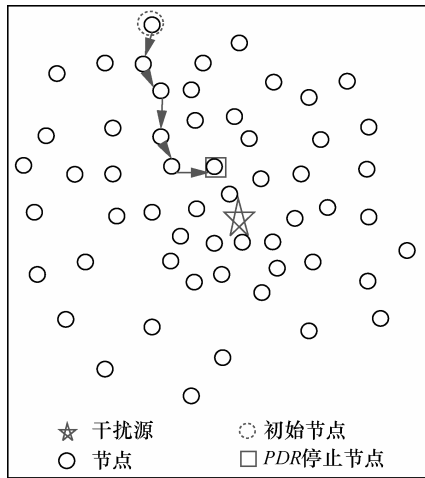


图 2 PDR 谷点推定过程

4.2.2 基于梯度上升法的接收干扰强度峰点推定

为了重构节点间的通信, Kim 等^[23]提出了功率自适应调节技术。在干扰场景中, 通过不断增加发射节点的功率, 提高接收节点的接收信噪比, 可以部分恢复节点间的通信。由于干扰源的干扰功率随着距离的增大而减弱, 距离干扰源越近, 节点收到的干扰功率越大, 所以节点的 *RJSS* 值能反映节点与干扰源的距离信息。其中, *RJSS* 是指被干扰节点收到的干扰源信号强度, 可以采用文献^[24]所提方法进行测量和估计。

类似于 *PDR* 标量场, 本文可以定义 *RJSS* 标量场, 最靠近干扰源的节点是 *RJSS* 标量场的峰点(局部极大值)。在 *RJSS* 标量场中, 通过增大 *PDR* 停止节点的发射功率, 重建这些节点与比它们更靠近干扰源的邻居间的通信, 进而可以进一步逼近干扰源所在位置, 直至达到 *RJSS* 峰点。为了描述方便, 后文也将 *RJSS* 峰点称为 *RJSS* 停止节点。

假设在功率自适应调节技术中, 节点所能到达的最大功率值为 $P_{max} = P_{node} + P_{threshold}$, 其中, P_{node} 为节点初始功率, $P_{threshold}$ 为节点所能增加的最大功率。在最大发射功率范围内, *PDR* 停止节点以步长 $step = \frac{P_{threshold}}{100}$ 逐渐增大发射功率, 直到该节点能与

其邻居节点 *j* 通信, 且其 *RJSS* 小于该邻居节点 *j* 的 *RJSS*, 则节点 *j* 替代 *PDR* 停止节点, 重复上述操作。因此, 路径沿着 *RJSS* 增加最快的方向逼近干扰源。在最大发射功率增量范围内, 当节点的 *RJSS* 值达到局部最大时, 结束路径搜索。图 3 展示了一个 *RJSS* 梯度上升过程。其中, 实线箭头表示 *PDR* 谷点推定的路径, 虚线箭头表示 *RJSS* 峰点推定的路径。

初始节点确定后, 路径先后沿着 *PDR* 减小最快和 *RJSS* 增加最快的方向靠近干扰源, 直到到达 *RJSS* 停止节点, 如图 3 矩形框所示, *RJSS* 停止节点围绕在各个干扰源附近。

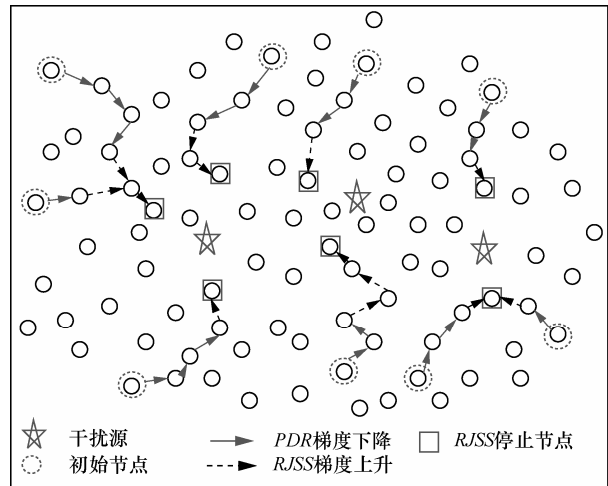


图 3 *RJSS* 峰点推定过程

图 4 为 *RJSS* 信息交互的协议示意。其中, *T* 为发送节点, *R* 为接收节点。发送节点 *T* 的初始功率为 *MIN_POW*, 并以增量 *step* 不断增加发送功率, 直到能与邻居节点 *R* 进行通信。 *T* 向邻居节点 *R* 发送包含 *id*、接收干扰强度 *RJSS_T* 和节点发送功率 *power* 的数据帧 *RJSS_INFO*, *R* 成功接收分组信息后, 从信息中读取发送节点的 *RJSS* 值, 若 *R* 的接收干扰强度大于 *T* 的接收干扰强度, 则 *R* 向 *T* 发送包含自身 *id* 和 *RJSS* 值的数据帧 *RJSS_INFO_ACK*, 否则 *R* 不发送任何信息。

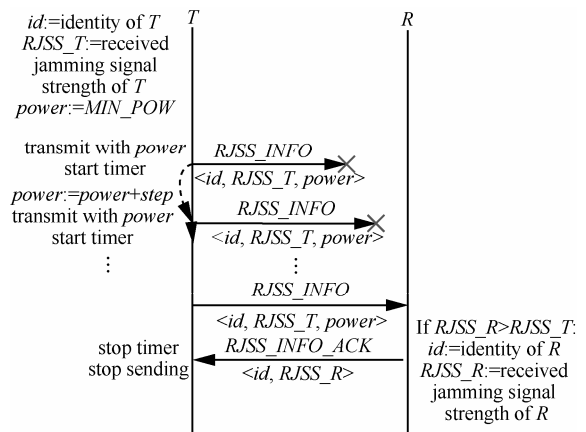


图 4 *RJSS* 信息交互

4.2.3 聚类分析

由上文分析可知, *RJSS* 停止节点位于干扰源附近, 但仍与干扰源存在一定距离。因此, 必须对 *RJSS*

停止节点进行进一步处理，提高定位精度。

如图 5 所示，在未受干扰状态下，*RJSS* 停止节点的邻居节点分布在以其位置为中心，以其传播距离为半径的圆形区域内。当网络受到干扰攻击，*RJSS* 停止节点以最大发送功率传输信息时，部分邻居节点的接收信噪比增大，满足通信要求，可以重建与 *RJSS* 停止节点的通信，如白色圆点所示。其余邻居节点在最大发射功率下的接收信噪比仍小于信噪比阈值，无法与 *RJSS* 停止节点传递信息，如灰色圆点所示。

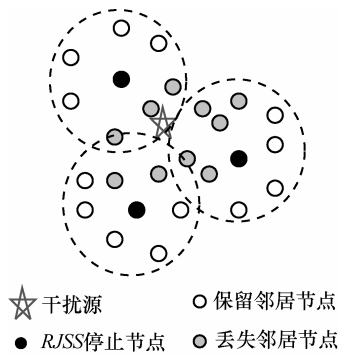


图 5 *RJSS* 停止节点邻居节点分类

注意到，该类无法与 *RJSS* 停止节点通信的邻居节点分布在各个干扰源周围，可以较好地反映干扰源的位置。因此，通过收集所有 *RJSS* 停止节点在最大发送功率下仍无法通信的邻居节点信息，按照其物理位置进行分类，聚类数目作为干扰源的估计数量，聚类中心作为干扰源的估计位置。

聚类分析是一种将研究对象分为相对同质的群组的统计分析技术。聚类的方法主要包括两大类：层次聚类和非层次聚类。*K-means* 是一种以确定的聚类数量 *K* 和选定的初始聚类中心为前提，使各样本到其判属类别中心距离之和最小的非层次聚类。该算法处理效率较高，特别是当样本分布呈类内团聚状时，可以达到很好的效果。然而，在本文研究的多干扰源定位场景中，由于干扰源数目未知，无法确定类数，因此，*K-means* 聚类无法直接解决丢失邻居节点的分类问题。文献[25]基于样本的几何结构，设计了一种新的评估聚类有效性的指标，在此基础上提出了一种确定样本最佳聚类数的方法。因此，样本最佳聚类数确定后，即可对样本进行 *K-means* 聚类分析。为此，本文采用文献[25]所提出的聚类方法。

4.3 算法描述

面向多跳无线网络的多干扰源定位算法伪代码如算法 1 所示。步骤 1) 是节点初始化；步骤 4) 到步

骤 13) 比较节点 *i* 与其邻居节点的 *PDR* 值，若邻居节点的最小 *PDR* 值小于该点的 *PDR* 值，则用该邻居节点代替节点 *i*，重复上述步骤，直至达到 *PDR* 谷点；步骤 15) 到步骤 31) 以 *step* 的增量持续增加 *PDR* 停止节点发射功率，在节点重建与邻居节点的通信的基础上比较各自的 *RJSS* 值；在步骤 32) 到步骤 37) 中，若节点在最大发射功率范围内不能搜寻到 *RJSS* 值更大的邻居节点，则以该点作为 *RJSS* 谷点或 *RJSS* 停止节点，记录该节点的丢失邻居节点，否则用 *RJSS* 值更大的邻居节点代替 *PDR* 停止节点，重复步骤 15) 到步骤 31)；步骤 38) 对所有停止节点的丢失邻居节点进行聚类分析，估计干扰源数量和位置。

算法 1 基于面向多跳无线网络的多干扰源定位算法

输入 *N*: 网络中节点总数; $\sigma=1, \delta=1$; σ, δ 为循环条件，满足该条件时进入循环，否则，退出循环

输出 *O_ES*: 估计干扰源坐标

//节点初始化

1) 随机选取 $M=\frac{N}{10}$ 个节点 $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ 作为

路径起始点

//*PDR* 梯度下降

2) for $i=1:M$

3) 计算 n_i 的 *PDR* 值，记为 PDR_{n_i}

4) while $\sigma>0$

5) 计算 n_i 邻居节点 $neighbor_j$ 的 *PDR* 值，记为 $PDR_{neighbor_j}$ ，其最小值为 PDR_{MIN} ，节点记为 $neighbor_{min}$

6) $\sigma=PDR_{n_i}-PDR_{MIN}$ //更新循环条件

7) if $\sigma>0$

8) $n_i=neighbor_{min}$

9) $PDR_{n_i}=PDR_{MIN}$

10) else

11) $m_i=n_i$ // m_i 为第 *i* 个 *PDR* 梯度下降的停止节点

12) end

13) end

//*RJSS* 梯度上升

14) 计算 m_i 的 *RJSS* 值，记为 $RJSS_{m_i}$

15) while $\delta>0$

16) $PT=Power_{node}$ //发射功率初始化

17) while $PT<PT+IN_{MAX}$ // IN_{MAX} 为节点能增加的最大发射功率

```

18)  $PT=PT+\frac{IN\_MAX}{100}$ 
19) for  $j=1:m$  //  $m$  为  $m_i$  邻居节点总数
20) 计算  $neighbor_j$  节点的接收信噪比  $SNR\_neighbor_j$  及其接收到的干扰信号强度  $RJSS\_neighbor_j$ 
21)  $\delta=RJSS\_neighbor_j-RJSS\_m_i$ //更新循环条件
22) if  $(SNR\_neighbor_j>SNR\_threshold)\&(\delta>0)$ 
// $SNR\_threshold$  为接收信噪比阈值
23)  $m_i=neighbor_j$ 
24)  $RJSS\_m_i=RJSS\_neighbor_j$ 
25) break
26) end
27) end
28) if  $\delta>0$ 
29) break
30) end
31) end
32) if  $\delta<0$ 
33)  $w_i=m_i$ 
34) end
35) end
36) 记录  $w_i$  以最大发射功率发送分组时, 仍不能成功接收的邻居节点列表  $\{unreceived\_neighbor_i\}$ 
37) end
//聚类分析
38)[ $O\_ES$ ]= $K\_means(unrecieved\_neighbor_1,unrecieved\_neighbor_2,\dots,unreceived\_neighbor_M)$ ,对  $M$  个停止节点的  $\{unreceived\_neighbor\}$  列表进行聚类计算, 聚类中心作为干扰源的估计位置
    
```

4.4 算法分析

4.4.1 复杂度分析

假设节点间平均距离为 d , 网络半径为 R 。对于每个初始节点, PDR 谷点推定和 $RJSS$ 峰点推定过程的平均跳数是 $\frac{R}{d}$ 。假定一跳的通信开销为 c , 初始节点数量为 M , 其平均邻居数量为 n_s , 则算法总的通信开销为 $\frac{Mn_s cR}{d}$ 。从存储角度来说, 假定每个节点用 4 byte 存储每个邻居的 PDR 值, 用 4 byte 存储每个邻居的 $RJSS$ 值, 则每个节点的存储开销为 $8n_s$, 总的存储开销上界为 $8Nn_s$, 其中, N 是节点总数。聚类分析的时间复杂度为 $O(knt)$, 其中, k 为最佳聚

类数量, n 为输入样本数量, t 为迭代次数。

4.4.2 收敛分析

从某个初始节点开始的 PDR 谷点推定过程会停止于此节点的网络范围内的 PDR 谷点, 且由于算法采用某个时刻的测量结果, 因此不会出现震荡情况。同样地, 从 PDR 停止节点开始的 $RJSS$ 峰点推定过程也同样停止于其网络范围内的 $RJSS$ 峰点, 也不会出现震荡情况。而 K -means 算法则随着迭代次数到达而停止。为了保证定位效果的准确性, 5.3 节讨论了定位算法对干扰源间的距离的要求。总之, 算法会在估计的时间开销、通信开销和存储开销之内收敛, 并给出多个干扰源的估计位置。

5 算法验证与结果分析

本节设计了一系列模拟实验, 用于验证所提出的多干扰源定位算法的性能。首先, 介绍了实验设定; 然后, 在多干扰场景下, 对本文提出的多路径搜索定位算法以及现有的几种定位算法分别进行仿真比较; 最后, 探讨参数对算法性能的影响, 并进行分析讨论。

5.1 实验设定

本文采用 Matlab 搭建了一个多跳无线网络模型。假设网络部署在 $L \times L$ 的区域内, N 个网络节点均匀分布在 N 个 $l \times l$ 的网络栅格中, M 个干扰源随机部署在网络中。仿真中使用的主要参数如表 1 所示。

表 1 实验仿真参数

参数	含义	默认值
N	网络节点数量	400
M	干扰源数量	3
L	节点部署范围	400 m
l	网络栅格长度	20 m
PJ	干扰源发射功率	15 dBm
PT	节点发射功率	25 dBm
O_M/D	干扰源坐标/干扰源间距	(100, 200), (200, 200), (300, 200)/100 m
PN	环境噪声功率	-42 dBm
IN_MAX	发射功率最大增量	15 dBm
$SNR_threshold$	信噪比阈值	30 dB
d_{node_mean}	节点间平均距离	25 m
d_0	停止节点与丢失邻居节点平均距离	15 m

对比基准。本文选择 X 射线多干扰源定位算法和质心定位算法与本文提出的算法进行定位性能比较，分析算法的优劣。

对比测度。本文采用平均绝对误差(MAE, mean absolute error)来衡量算法的定位性能，定义如式(3)所示。

$$MAE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (\|X_i - \hat{X}_i\|) \quad (3)$$

其中， X_i 、 \hat{X}_i 分别为第 i 个干扰源的实际位置和估计位置。

5.2 实验结果与分析

5.2.1 性能验证

首先实验验证了所提出的多干扰源定位算法的性能，并在相同场景中与现有的 X 射线多干扰源定位算法和质心定位算法进行了性能比较。图 6 为算法的仿真结果，其中，实线折线、虚线折线分别为 PDR 谷点推定路径和 RJSS 峰点推定路径。初始节点沿着上述 2 段路径逼近干扰源，RJSS 停止节点如图 6 矩形框所示，由于节点的发射功率增量有限，RJSS 停止节点与附近干扰源仍存在一定距离。对停止节点丢失的邻居节点进行聚类分析，聚类中心作为估计干扰源位置，如菱形所示。

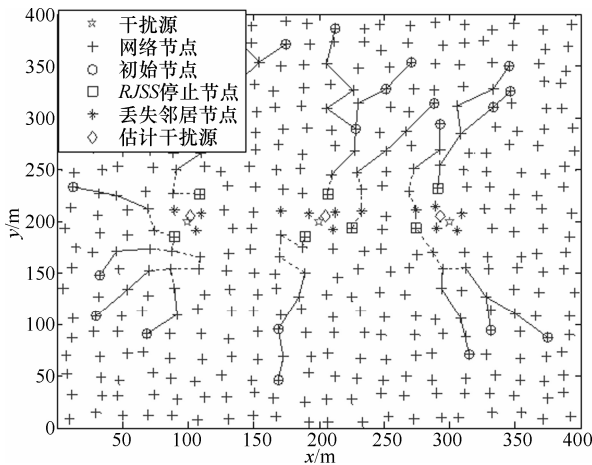


图 6 本文算法多干扰源定位算法定位结果

图 7 为 X 射线多干扰源定位仿真结果。图 7 中折线围成的区域为干扰区域，三角形节点为骨架的分叉点，矩形方框为聚类中心，即为估计干扰源的位置。

图 8 展示了 3 种定位算法在 100 次实验后的平均绝对误差值(MAE)。由图 8 可知本文提出的定位算法 MAE 为 5.201 2，定位精度最高。X 射线定位和质心定位的平均绝对误差分别为 27.480 9 和

103.207。其中，质心算法是以估计干扰源与各个干扰源间距离的平均作为平均绝对误差。在 X 射线定位中，环境噪声会造成干扰边界的波动，从而影响区域骨架的形状，导致定位性能降低。质心定位算法没有对干扰源数量进行正确估计和对干扰区域进行合理的划分，因此，简单地对被干扰节点进行坐标平均无法定位干扰源的位置。

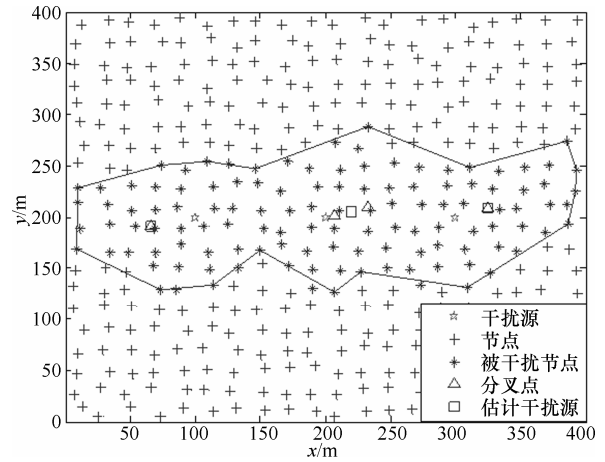


图 7 X 射线多干扰源定位

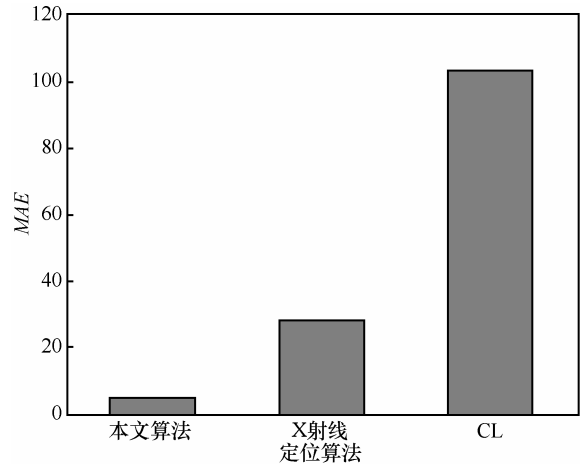


图 8 多干扰场景中的定位算法精度比较

5.2.2 参数影响

本节主要讨论了干扰源间距和干扰源发射功率和干扰源位置对算法性能的影响。

在干扰源间距分别为 {100,80,60,40} 的 4 个干扰场景中，本文算法的平均定位误差如图 9 所示。随着干扰源间距的减小，定位误差增大。这是因为当干扰源间距减小时，RJSS 停止节点间距减小，导致丢失邻居节点交织分布，通过聚类分析得到的聚类数可能不等于实际干扰源数量，因此，定位的误差增大。

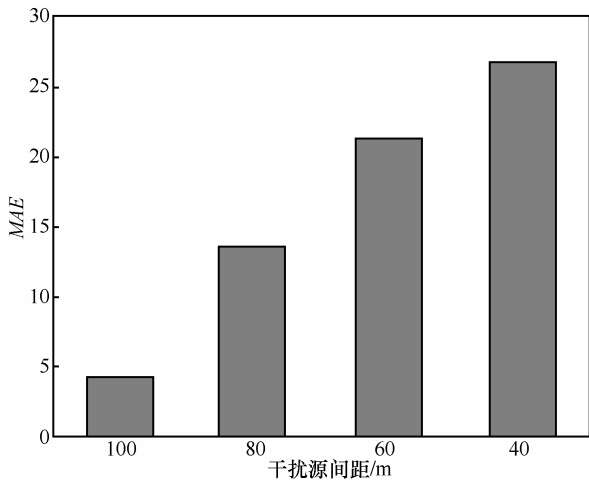


图 9 干扰源间距对 MAE 的影响

图 10 所示的在不同干扰源发射功率下算法的平均绝对误差。由图 10 可知，随着干扰源发射功率的增大，算法的定位精度降低。这是因为干扰源功率的增大导致路径搜索无法深入干扰区域内部，R_{JSS} 停止节点和丢失邻居节点与相应干扰源的距离增大，聚类中心偏离干扰源位置。此外，干扰源发射功率的增大导致干扰重叠区域扩大，丢失邻居节点交织分布，因此聚类分析不准确，定位误差增大。

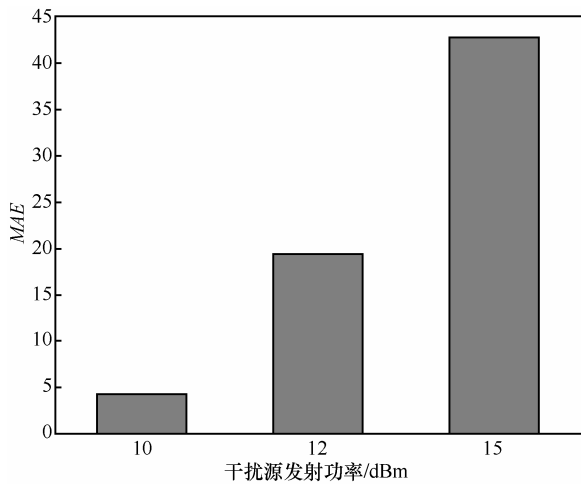


图 10 干扰源发射功率对 MAE 的影响

为了评估干扰源分布位置对算法定位的影响，在不同的干扰源分布位置，对面向多跳无线网络的多干扰源定位算法进行了仿真。图 11 是干扰源分别位于区域中心、区域边界和区域角落时算法平均绝对误差。从图 11 中可以看出，当干扰源分布在区域中心时，算法的定位误差最小。这是因为干扰源的边缘化分布导致 R_{JSS} 停止节点的边缘化和丢失邻居节点的减少，从而影响聚类中心的计算。

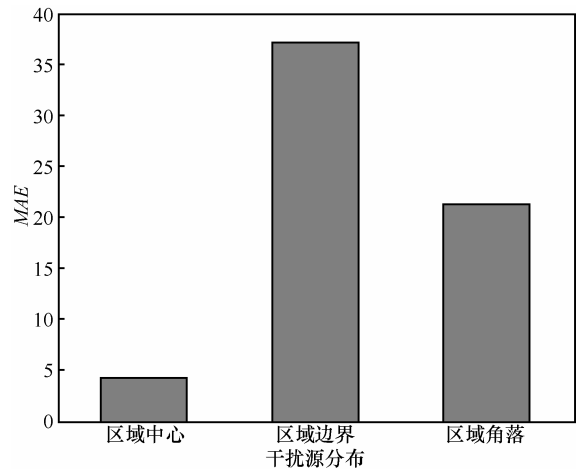


图 11 干扰源位置对 MAE 的影响

5.3 讨论

由实验分析可知，面向多跳无线网络的多干扰源定位算法的定位性能与聚类效果有关。聚类效果越好，则定位越精确。

聚类计算是通过通过对 R_{JSS} 停止节点在最大发送功率下失去的邻居节点按照其位置属性进行分类，聚类中心为干扰源估算位置。如图 12(a)所示，当干扰源相距较远，逼近各个干扰源的 R_{JSS} 停止节点距离较大，丢失的邻居节点呈类内团聚状分布时，通过聚类分析可以准确地将其分类，聚类中心为相应干扰源的估计位置。当干扰源距离较近，R_{JSS} 停止节点距离较小，其丢失的邻居节点混合分布在一起，如图 12(b)所示，通过聚类分析无法将其正确划分为 2 类，导致干扰源数量估计错误。可见，各个干扰源间的距离影响聚类的效果。

假设在最大发射功率下，R_{JSS} 停止节点与其丢失的邻居节点间的平均距离为 d_0 ，干扰源距离丢失邻居节点的平均距离为 $d_{j_neighbor}$ ，则 d_0 和 $d_{j_neighbor}$ 应满足

$$\frac{G_{TX}G_{RX}(PT + IN_MAX)\left(\frac{\lambda}{4\pi d_0}\right)^2}{G_{TX}G_{RX}(PJ)\left(\frac{\lambda}{4\pi d_{j_neighbor}}\right)^2} < SNR_threshold \quad (4)$$

其中，PT 是节点初始发送功率，IN_MAX 是节点发射功率最大增量，PJ 是干扰源发射功率，SNR_threshold 为接收信噪比阈值。则丢失邻居节点与干扰源的距离 $d_{j_neighbor}$ 满足

$$d_{j_neighbor} < d_0 \sqrt{\frac{PJ \cdot SNR_threshold}{PT + IN_MAX}} \quad (5)$$

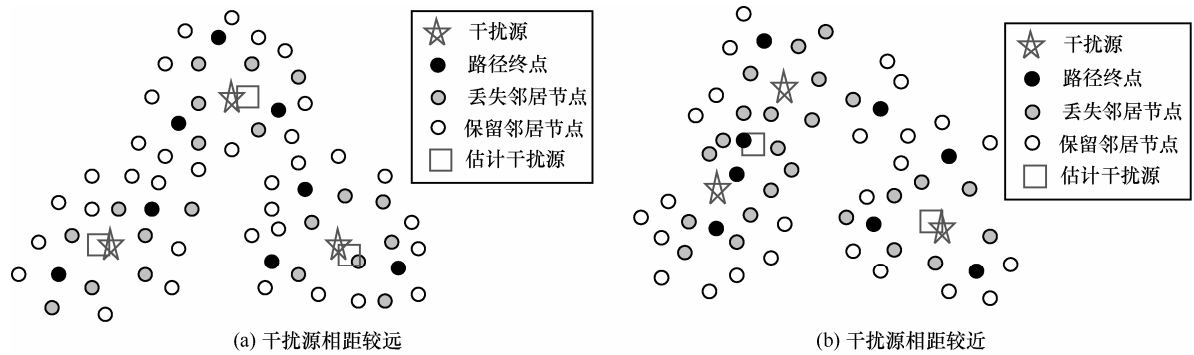


图 12 丢失邻居节点分布

停止节点与附近干扰源的平均距离 d_{j_node} 为

$$d_{j_node} = \frac{(d_{j_neighbor} + d_0) + \sqrt{d_{j_neighbor}^2 + d_0^2}}{2} \quad (6)$$

根据式(5)和式(6), 可得停止节点与附近干扰源的最大距离 $d_{j_node_max}$ 满足

$$d_{j_node_max} = \frac{d_0 \left(1 + \sqrt{\frac{PJ \cdot SNR_threshold}{PT + IN_MAX}}\right) + d_0 \sqrt{1 + \frac{PJ \cdot SNR_threshold}{PT + IN_MAX}}}{2} \quad (7)$$

因此若要通过聚类分析, 正确划分丢失邻居节点, 使聚类数等于干扰源数目, 聚类中心能反映干扰源的近似位置, 则干扰源间的距离 D 应满足

$$D > 2(d_{j_node_max} + d_{node_mean}) \quad (8)$$

其中, d_{node_mean} 为节点间平均距离。由式(7)和式(8)可知, 干扰源发射功率、节点发射功率最大增量影响算法的精确度。当干扰源间距不变时, 干扰源发射功率的增大或者节点发射功率最大增量的减小均会使 $RJSS$ 停止节点与干扰源的最大距离增大, 从而使算法定位性能降低。

6 结束语

为了实现对多跳无线网络中多干扰源的精确定位, 本文提出了面向多跳无线网络的多干扰源定位算法。该算法根据分组投递率和接收干扰信号强度与干扰源位置的关系, 应用功率自适应技术, 从多个起始节点出发, 先后进行分组投递率谷点推定和接收干扰信号强度峰点推定, 最后通过对 $RJSS$ 停止节点损失邻居进行聚类分析, 从而确定干扰源的数量和位置。为了验证算法性能, 使用 Matlab 搭建了模拟实验环境并设计了一系列模拟实验, 通过与现有定位算法的定位性能对比, 该算法可以实现多干扰源的精确定位。此外, 实验还研究了其他参数对算法的性能影响, 结果表明当干扰源间距符合限定

条件时, 面向多跳无线网络的多干扰源定位算法具有良好的定位结果。下一步将建立多干扰源定位的理论模型, 并对定位算法性能进行定量分析。

参考文献:

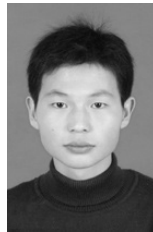
- [1] XU W, TRAPPE W, ZHANG, et al. The feasibility of launching and detecting jamming attacks in wireless networks[C]//MobiHoc05: Proceedings of the 6th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc networking and Computing. 2005: 46-57.
- [2] PELECHRINIS K, KOUFOGIANNAKIS C, KRISHNAMURTHY S. On the efficacy of frequency hopping in coping with jamming attacks in 802.11 networks[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2010, 9(10): 3258-3271.
- [3] NOUBIR G, LIN G. Low-power DoS attacks in data wireless lans and countermeasures[J]. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Comm, 2003, 7(3): 29-30.
- [4] XU W, TRAPPE W, ZHANG Y. Channel surfing: defending wireless sensor networks from interference[C]//IPSN'07: Proc Sixth Int'l Conf. Information Processing in Sensor Networks. 2007: 499-508.
- [5] MA K, ZHANG Y, TRAPPE, W. Mobile network management and robust spatial retreats via network dynamics[C]//First Int'l Workshop Resource Provisioning and Management in sensor Networks. 2005: 242.
- [6] PELECHRINIS K, KOUFOGIANNAKIS C, KRISHNAMURTHY S. On the efficacy of frequency hopping in coping with jamming attacks in 802.11 networks[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2010, 9(10): 3258-3271.
- [7] NIKA A, ZHANG Z, ZHOU X, et al. Towards commoditized real-time spectrum monitoring[C]//Hotwireless'14. 2014.
- [8] YANG Y, JIN M, WU H. 3D surface localization with terrain

- model[C]//IEEE Infocom 2014. 2014: 46-54.
- [9] 孙言强, 王晓东, 周兴铭. 无线网络中的干扰攻击[J]. 软件学报, 2012, 23(5): 1207-1221.
SUN Y Q, WANG X D, ZHOU X M. Jamming attacks in wireless network[J]. Journal of Software, 2012, 23(5): 1207-1221.
- [10] CHENG T Z, LI P, ZHU S C, et al. M-cluster and X-ray: two methods for multi-jammer localization in wireless sensor networks[J]. Integrated Computer-Aided Engineering, 2014, 21: 19-34.
- [11] PELECHRINIS K, KOUTSOPOULOS I, BROUSTIS I, et al. Lightweight jammer localization in wireless networks: system design and implementation[C]//IEEE Global Telecommunication Conference, 2009.
- [12] WANG Q P, WEI X L, FAN J H, et al. A step further of PDR-based jammer localization through dynamic power adaption[C]//WiCOM 2015, 2015: 651-654.
- [13] LIU H B, XU W Y, CHEN Y Y, et al. Localizing jammers in wireless networks[C]//PERCOM 2009. Washington: IEEE Computer Society, 2009: 1-6.
- [14] LIU Z H, LIU H B, XU W Y, et al. Exploiting jamming-caused neighbor changes for jammer localization[J]. IEEE Trans Parallel Distrib Syst, 2012, 23(3): 547-555.
- [15] LIU Z H, LIU H B, XU W Y, et al. An error-minimizing framework for localizing jammers in wireless networks[J]. IEEE Trans Parallel Distrib Syst, 2014: 25(2): 508-517.
- [16] BLUMENTHAL J, GROSSMANN R, GOLATOWSKI F, et al. Weighted centroid localization in Zigbee-based sensor networks[C]//IEEE Int'l Symp on Intelligent Signal Processing Alcala de Henares, 2007: 1-6.
- [17] SUN Y Q, WANG X D, ZHOU X M. Geometry-covering based localization for jamming attack in wireless sensor networks[J]. Journal on Communications, 2010, 31(11): 10-16.
- [18] 孙言强, 王晓东, 周兴铭. 无线传感器网络中基于几何覆盖的 Jamming 攻击定位算法[J]. 通信学报, 2010, 31(11): 10-16.
SUN Y Q, WANG X D, ZHOU X M. Geometry-covering based localization for jamming attack in wireless sensor networks[J]. Journal on Communications, 2010,31(11): 10-16.
- [19] CHENG T Z, LI P, ZHU S C. An algorithm for jammer localization in wireless sensor networks[C]//IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications. 2012: 724-731.
- [20] XIONG K Q, DAVID T. Locating jamming attacks in malicious wireless sensor networks[C]//Performance Computing and Communications Conference(IPCCC), 2012 IEEE 31st international. Austin, TX, 2012: 400-407.
- [21] LIU H, LIU Z, CHEN Y, et al. Localizing multiple jamming attackers in wireless networks[C]//2011 31 International Conference on Distributed Computing Systems. Minneapolis, MN, USA, 2011: 517-528.
- [22] VIKRAMADITYA R A, RAGHUVARA R, SHASHIMOHAN V, et al. A novel method for jammer localization in large scale sensor networks[C]//Wireless And Optical Communications Networks (WOCN), 2010 Seventh International Conference. 2010: 6-8.
- [23] KIM Y, MOKAYA F, CHEN E, et al. All your jammers belong to us—localization of wireless sensors under jamming attack[C]//IEEE International Conference on Communications (ICC). 2012: 949-954.
- [24] LIU Z H, LIU H B, XU W Y, et al. Error minimizing jammer localization through smart estimation of ambient noise[C]//MASS 2012.
- [25] 周世兵, 徐振源, 唐旭清. K -means 算法最佳聚类数确定方法[J]. 计算机应用, 2010, 30(8): 1995-1998.
ZHOU S B, XU Z Y, TANG X Q. Method for determining optimal number of clusters in K -means clustering algorithm[J]. Journal of Computer Applications, 2010, 30(8): 1995-1998.

作者简介:



王棋萍 (1990-), 女, 湖南湘乡人, 解放军理工大学硕士生, 主要研究方向为无线网络安全。



魏祥麟 (1985-), 男, 安徽砀山人, 南京电讯技术研究所工程师, 主要研究方向为数据中心网络、无线网络安全和网络异常检测。



范建华 (1971-), 男, 安徽歙县人, 南京电讯技术研究所研究员, 主要研究方向为无线网络安全和认知无线网络。



王统祥 (1990-), 男, 山东临沂人, 解放军理工大学博士生, 主要研究方向为无线网络安全。



胡飞 (1987-), 男, 江苏淮安人, 解放军理工大学硕士生, 主要研究方向为无线网络安全。

通 信 学 报

2016 年 (第 36 卷) 总目次

学 术 论 文

	期	编号	页码
基于移动模型的水下传感器网络时间同步算法	1	[2016001](1)	
王慧强, 温秀秀, 林俊宇, 冯光升, 吕宏武			
无线 mesh 网中最小编码代价低时延多播路由	1	[2016002](10)	
陈志刚, 沈小建, 刘立			
基于链路预测和网络编码的 MAC 机制	1	[2016003](17)	
尚凤军, 龚文娟, 耿哲			
稳定分布噪声下基于粒子滤波的双站伪多普勒定位方法	1	[2016004](28)	
邱天爽, 戚寅哲			
基于层次划分的 CCN 网络缓存存储策略	1	[2016005](35)	
李俊, 冯宗明, 吴海博, 智江			
基于改进 FastICA 算法的入侵检测样本数据优化方法	1	[2016006](42)	
杜晔, 张亚丹, 黎妹红, 张大伟			
无线传感器网络中新的最小暴露路径问题及其求解算法	1	[2016007](49)	
叶苗, 王宇平, 代才, 王晓丽			
温度感知的 MapReduce 节能任务调度策略			
廖彬, 张陶, 于炯, 刘继, 尹路通, 郭刚	1	[2016008](61)	
适应性安全的可追踪叛徒的基于属性加密方案	1	[2016009](76)	
马海英, 曾国荪, 陈建平, 王金华, 王占君			
云存储下多用户协同访问控制方案	1	[2016010](88)	
史姣丽, 黄传河, 王晶, 覃匡宇, 何凯			
基于变分模型的块压缩感知重构算法	1	[2016011](100)	
陈建, 苏凯雄, 杨秀芝, 郑明魁, 林丽群			
基于贝叶斯博弈的 MP2P 高性能安全资源节点选择策略	1	[2016012](110)	
刘岩, 张国印, 何金洲, 徐锋			
基于改进遗传算法的电力光传输网规划方法	1	[2016013](116)	
石悦, 邱雪松, 郭少勇, 亓峰			
基于分组机制的位仲裁查询树防碰撞算法	1	[2016014](123)	
付钰, 钱志鸿, 程超, 刘晓慧			
针对非理想定时同步的多模协作多点传输	1	[2016015](130)	
顾浙骐, 张忠培			
空间延迟/中断容忍网络拥塞控制策略研究	1	[2016016](142)	
燕洪成, 张庆君, 孙勇			
面向微博的多实体稀疏关系数据联合聚类	1	[2016019](151)	
于淼, 杨武, 王巍, 申国伟			
基于区域交互模型的 SNS 网络用户影响力评估	1	[2016020](160)	
王楠, 孙钦东, 周亚东, 王汉秦, 隋连升			
基于运行阶段特征的虚拟机实时迁移技术	1	[2016021](170)	
邹庆欣, 郝志宇, 云晓春			
基于 TPM 联盟的可信云平台管理模型	2	[2016025](1)	
田俊峰, 常方舒			
短句语义向量计算方法	2	[2016018](11)	
陈福, 林闯, 薛超, 徐月梅, 孟坤, 倪艺函			

基于语义扩展类型论的云服务替换性判定研究			
..... 王先清, 黄昌勤, 罗 旋, 聂瑞华, 汤 庸, 梅晓勇	2	[2016026](20)	
分布式环境中基于市场机制的资源自适应调价策略	丁长松, 王志英, 胡志刚	2	[2016027](31)
基于量子纠缠的盲签名方案	梁建武, 王晓慧, 郭 迎, 程 资	2	[2016028](38)
基于平均概率和停止准则的多元 LDPC 码加权符号翻转译码算法			
..... 郭 锐, 刘春于, 王美洁, 潘 鹏, 包建荣, 郭春生	2	[2016029](43)	
新颖的差值扩展可逆数据隐藏算法	罗剑高, 韩国强, 沃 焱	2	[2016030](53)
无线网络虚拟化中资源共享的功率分配算法	曹 候, 郎文强, 陈 卓, 李 云	2	[2016031](63)
基于拓扑感知的可重构服务承载网动态重构算法	梁宁宁, 兰巨龙, 张 震	2	[2016032](72)
视频检索中图像信息量度量	袁庆升, 张冬明, 靳国庆, 刘 菲, 包秀国	2	[2016033](80)
面向网络环境的 SQL 注入行为检测方法	赵宇飞, 熊 刚, 贺龙涛, 李舟军	2	[2016034](88)
VI-2 类 5 维 q 元线性码的汉明重量谱的确定	胡国香, 张焕国	2	[2016035](98)
基于谱聚类的高阶模糊时序自适应预测方法	周春楠, 黄少滨, 迟荣华, 李 雅, 郎大鹏	2	[2016036](106)
基于变分贝叶斯推断的新型全局频谱协作感知算法	吴 名, 宋铁成, 胡 静, 沈连丰	2	[2016037](115)
MapReduce 框架下支持差分隐私保护的 k -means 聚类方法	李洪成, 吴晓平, 陈 燕	2	[2016038](124)
基于非负矩阵分解的半监督动态社团检测	常振超, 陈鸿昶, 黄瑞阳, 于洪涛, 刘 阳	2	[2016039](131)
异构网络中小区间联合干扰协调算法研究	姜来为, 吴宣利, 张乃通	2	[2016040](143)
基于测量设备无关协议的量子身份认证方案	董颖娣, 彭进业, 张晓博, 张振龙	2	[2016041](151)
基于邻域像素差分矩阵的彩色空域图像隐写分析特征	韩 涛, 陈 熹, 祝跃飞	2	[2016042](157)
长时延扩展水声信道的联合稀疏恢复估计	周跃海, 曹秀岭, 陈东升, 童 峰	2	[2016043](165)
可靠的机会网络自私节点检测算法	任 智, 谭永银, 李季碧, 陈前斌	3	[2016047](1)
基于检查点的分布式软件监控与可信性评价	李 珍, 田俊峰, 常 卓, 马晓雪	3	[2016048](7)
基于属性值序列图模型的 deep Web 新数据发现策略			
..... 鲜学丰, 崔志明, 赵朋朋, 方立刚, 杨元峰, 顾才东	3	[2016049](20)	
分布式编码中广义伽马分布相关噪声模型研究	刘杰平, 王琴玲, 何越盛, 韦 岗	3	[2016050](33)
MR-MC 无线传感器网络基于森林的数据收集研究	张伟平, 郭亚红, 王 蒙, 倪林雨, 李金宝	3	[2016051](40)
基于时间序列分析的微博突发话题检测方法	贺 敏, 徐 杰, 杜 攀, 程学旗, 王丽宏	3	[2016052](48)
基于混沌理论与改进回声状态网络的网络流量多步预测	田中大, 李树江, 王艳红, 王向东	3	[2016053](55)
基于随机 Petri 网的虚拟网可生存性模型研究	赵 靓, 邹 宏, 张校辉	3	[2016054](71)

支持技术创新的专利检索与分析	刘 斌, 冯 岭, 王 飞, 彭智勇	3	[2016055](79)
基于 PE 方法的数据中心需量费用优化算法	黄 焱, 王 鹏, 谢高辉	3	[2016056](90)
基于纹理平滑度的视点合成失真优化快速算法	窦 环, 贾克斌, 陈锐霖, 萧允治, 吴 强	3	[2016057](98)
未来网络 XIA 中的虚拟机跨子网迁移	孟宏伟, 陈 钟, 孟子骞, SONG Chuck	3	[2016058](107)
基于可信度量的网络组件性能评估方法	熊 钢, 兰巨龙, 胡宇翔, 刘释然	3	[2016059](117)
智慧协同网络服务内容在传输路径上的缓存分配策略	冯博昊, 周华春, 张宏科, 张明川	3	[2016060](129)
CBFM: 支持属性删减的布鲁姆过滤器矩阵多维元素查询算法	王 勇, 云晓春, 王树鹏, 王 曦	3	[2016061](139)
TCP SACK 突发分组丢失吞吐量模型	王志明, 曾孝平, 李 娟, 刘 学, 陈 礼	3	[2016062](148)
认知 MIMO 干扰网络的顽健干扰对齐算法	朱世磊, 周 游, 任修坤, 胡捍英	3	[2016063](157)
基于深度学习的域名查询行为向量空间嵌入	周昌令, 栾兴龙, 肖建国	3	[2016064](165)
隐私计算研究范畴及发展趋势	李凤华, 李 晖, 贾 焰, 俞能海, 翁 健	4	[2016078](1)
基于 HBase 数据分类的压缩策略选择方法	王海艳, 伏彩航	4	[2016068](12)
传感网中能量均衡高效的源位置隐私保护协议	牛晓光, 魏川博, 姚亚兰	4	[2016069](23)
基于兴趣和行为预测的移动社交网络动态资源发现机制	李致远, 陈汝龙, 王汝传	4	[2016070](34)
软件定义数据中心网络混合路由机制	蔡岳平, 王昌平	4	[2016071](44)
基于可信拍卖机制的视频移植定价策略	丛 鑫, 訾玲玲, 孙劲光	4	[2016072](53)
基于时空相关性的 HEVC 帧间模式决策快速算法	朱 威, 张训华, 王财盛, 张 桦	4	[2016073](64)
基于协议序列平均分配算法的 VANET 信道接入机制	徐哲鑫, 蔡苓玲, 林 潇, 吴 怡	4	[2016074](74)
保护私有信息的点包含协议研究	张 静, 罗守山, 杨义先, 辛 阳	4	[2016075](87)
面向 DaaS 应用的数据集成隐私保护机制研究	周志刚, 张宏莉, 余翔湛, 李攀攀	4	[2016076](96)
基于高斯加权分数阶傅里叶变换的 LFM 信号参数估计	王 鹏, 邱天爽, 李景春, 谭海峰	4	[2016077](107)
认知小蜂窝网络中基于能效的下行资源分配算法	贾亚男, 岳殿武	4	[2016079](116)
智慧协同网络中基于流量矩阵的负载均衡路由机制	贾 濡, 郜 帅, 罗洪斌, 张宏科, 万 明	4	[2016080](128)
面向数量最少化的双层 WSN 中继节点部署算法	苗春雨, 陈丽娜, 戴国勇, 杨 帆, 陈庆章	4	[2016081](139)
基于合作博弈的多虚拟机实时迁移带宽分配机制	崔 勇, 林子松, 李润知, 王宗敏	4	[2016082](149)
基于高阶累积量的空时分组码盲识别算法研究	张立民, 凌 青, 闫文君	5	[2016087](1)
面向网络空间的访问控制模型	李凤华, 王彦超, 殷丽华, 谢绒娜, 熊金波	5	[2016109](9)
时一空欠采样下的频率和 DOA 联合估计算法	黄翔东, 冼弘宇, 闫子阳, 景森学	5	[2016088](21)

基于干扰容忍的多小区系统的高效传输协议设计研究 冀保峰, 李春国, 宋康, 王毅, 宋梁 5 [2016089](29)

针对基于 SM3 的 HMAC 的能量分析攻击方法 杜之波, 吴震, 王敏, 饶金涛 5 [2016090](38)

支持直接撤销的密文策略属性基加密方案 闫玺玺, 孟慧 5 [2016091](44)

基于攻防信号博弈模型的防御策略选取方法 张恒巍, 余定坤, 韩继红, 王晋东, 李涛 5 [2016092](51)

基于概率的启发式 ICN 缓存内容放置方法 吴海博, 李俊, 智江 5 [2016093](62)

高稳定的可扩展覆盖网多播算法 沈晔, 冯径, 王占丰 5 [2016094](73)

对流层散射最坏月转换模式研究 李磊, 赵振维, 吴振森, 林乐科, 雷园, 张蕊 5 [2016095](81)

基于层次分析模型的产品多属性综合排序 王巍, 赵铁军, 辛国栋, 徐冰 5 [2016096](88)

面向应用的车载自组织网络跨层多信道 MAC 协议 宋彩霞, 谭国真, 丁男, 步俊凌, 张福新, 刘明剑 5 [2016097](95)

基于局部拓扑控制的认知网络路由方法 刘舒祺, 汪一鸣, 崔翠梅 5 [2016098](106)

高阶直觉模糊时间序列预测模型 王亚男, 雷英杰, 雷阳, 范晓诗 5 [2016099](115)

基于聚类匿名化的差分隐私保护数据发布方法 刘晓迁, 李千目 5 [2016100](125)

基于收益感知的信息中心网络缓存机制 陈龙, 汤红波, 罗兴国, 柏溢, 张震 5 [2016101](130)

基于 HMM 的动作识别结果可信度计算方法 王昌海, 张建忠, 徐敬东, 许昱玮 5 [2016102](143)

仅依赖连通度的压缩感知多目标定位方法 刘磊, 张建军, 陆阳, 卫星, 韩江洪 5 [2016103](152)

IEEE 802.15.6 中能量有效的无线体域网拓扑结构优化研究 梁正友, 姚玉梅 6 [2016110](1)

基于 Webshell 的僵尸网络研究 李可, 方滨兴, 崔翔, 刘奇旭, 严志涛 6 [2016118](11)

无证书强指定验证者多重签名 杜红珍, 温巧燕 6 [2016112](20)

基于离散多目标优化粒子群算法的多移动代理协作规划 史霄波, 张引, 赵杉, 肖登明 6 [2016113](29)

内容中心网络状态感知路由设计 蔡岳平, 刘军 6 [2016114](38)

强不可伪造的基于身份服务器辅助验证签名方案 杨小东, 杨苗苗, 高国娟, 李亚楠, 鲁小勇, 王彩芬 6 [2016115](49)

基于信息损失量估计的匿名图构造方法 苏洁, 刘帅, 罗智勇, 孙广路 6 [2016116](56)

基于可中断 Option 的在线分层强化学习方法 朱斐, 许志鹏, 刘全, 伏玉琛, 王辉 6 [2016117](65)

面向密码协议在线安全性的监测方法 朱玉娜, 韩继红, 袁霖, 范钰丹, 陈韩托, 谷文 6 [2016149](75)

SDN 多控制器一致性的量化研究 李军飞, 兰巨龙, 胡宇翔, 邬江兴 6 [2016119](86)

基于分层自治域空间信息网络模型与拓扑控制算法 张威, 张更新, 边东明, 苟亮, 谢智东 6 [2016120](94)

时间和能量感知的贝叶斯虚拟网映射	胡 颖, 庄 雷, 陈鸿昶, 马 丁	6	[2016105](106)
基于最大似然概率的协议关键词长度确定方法	罗建桢, 余顺争, 蔡 君	6	[2016121](119)
高效的无证书多接收者匿名签名方案	秦艳琳, 吴晓平, 胡 卫	6	[2016122](129)
基于图分割的流应用多处理器映射算法	唐 麒, 吴尚峰, 施峻武, 魏急波	6	[2016123](137)
基于运行轨迹特征分析的车辆自组织网路由算法	陶 桦, 冯富琴, 肖 鹏, 谭诚伟, 陶 军	6	[2016124](144)
基于受限非负张量分解的用户社会影响力分析	魏晶晶, 陈 畅, 廖祥文, 陈国龙, 程学旗	6	[2016125](154)
基于节点社会特征的机会网络最优发送策略	王志飞, 史培腾, 邓 苏, 黄宏斌, 吴亚辉	6	[2016126](163)
面向 5G 通信网的 D2D 技术综述	钱志鸿, 王 雪	7	[2016129](1)
5G 若干关键技术评述	张 平, 陶运铮, 张 治	7	[2016130](15)
超高密度无线网络的自组织技术	李建东, 滕 伟, 盛 敏, 徐 超	7	[2016131](30)
软件定义传感器网络重配置算法研究	沈连丰, 朱亚萍, 丁兆明, 燕 锋, 邓曙光	7	[2016132](38)
深空通信网络协议的发展与展望	安建平, 靳 松, 许 军, 张 宇, 邵立伟	7	[2016133](50)
基于 LTE D2D 技术的车联网通信架构与数据分发策略研究			
.....	彭 军, 马 东, 刘凯阳, 张倩倩, 张晓勇	7	[2016134](62)
HIGHT 算法的积分攻击	郭建胜, 崔竞一, 潘志舒, 刘翼鹏	7	[2016135](71)
具有能级稳定过程的 MQHOA 优化算法	王 鹏, 黄 焱	7	[2016136](79)
基于 EOG 的安全辅助驾驶系统算法设计与实现	吕 钊, 吴小培, 张 超, 卫 兵	7	[2016111](87)
面向车联网按需驱动的多宿主多链路 TCP 拥塞控制算法	丁 男, 林 滔, 宋彩霞, 谭国真	7	[2016137](96)
基于复 Givens 矩阵与蝙蝠优化的卷积盲分离算法	贾志成, 韩大伟, 陈 雷, 郭艳菊, 许浩达	7	[2016138](107)
单向证据冲突度量方法	王 路, 邢清华, 毛艺帆	7	[2016143](118)
基于能效最优准则的双跳中继网络功率分配算法			
.....	冀保峰, 杨 佳, 王一丹, 胡 莹, 李春国, 宋 梁	7	[2016140](124)
基于二级混沌映射的 OFDM 安全传输方案	王 颖, 张晓忠, 曾 娟, 汪永明	7	[2016141](132)
连续服务请求下基于假位置的用户隐私增强方法	刘 海, 李兴华, 王二蒙, 马建峰	7	[2016142](140)
基于共享资源量的动态多资源公平分配策略	张潇璐, 刘 曦, 李伟东, 张学杰	7	[2016144](151)
面向移动计算环境的混合式数据同步机制	徐小龙, 刘笑笑	8	[2016150](1)
基于变结构离散动态贝叶斯 IP 网络拥塞链路推理	陈 宇, 周 巍, 段哲民, 钱叶魁, 赵 鑫	8	[2016151](13)
新浪微博反垃圾中特征选择的重要性分析	张宇翔, 孙 苑, 杨家海, 周达磊, 孟祥飞, 肖春景	8	[2016152](24)
基于上下文因素的 P2P 动态信任模型	刘义春, 梁英宏	8	[2016153](34)

对联接杂凑函数的“特洛伊”消息攻击	陈士伟, 金晨辉	8	[2016154](46)
基于节点可靠性感知和共享路径保护的虚拟网映射算法研究	刘光远, 安秀芳, 苏 森	8	[2016155](51)
基于弱分类器集成的车联网虚假交通信息检测	刘湘雯, 石亚丽, 冯 霞	8	[2016156](58)
基于位置语义的路网位置隐私保护	陈 慧, 秦小麟	8	[2016157](67)
支持关键词任意连接搜索的属性加密方案	宋 衍, 韩 臻, 陈 栋, 赵进华	8	[2016158](77)
基于安全中断概率的 D2D 安全接入策略	陈亚军, 季新生, 黄开枝, 康小磊	8	[2016159](86)
基于 DTW 的长期直觉模糊时间序列预测模型	范晓诗, 雷英杰, 路艳丽, 王亚男	8	[2016160](95)
面向网络性能优化的虚拟计算资源调度机制研究	王煜炜, 刘 敏, 房秉毅, 秦晨翀, 闫小龙	8	[2016161](105)
基于可靠路径稳定性估计的 MANET 路由发现算法研究	李智楠, 杨晓冬	8	[2016162](119)
374~747 MHz 数字可调谐微带滤波器	田登尧, 冯全源, 向乾尹	8	[2016163](129)
基于隐私匹配的服务代理发现方法	耿 魁, 万 盛, 李凤华, 何媛媛, 王瀚仪	8	[2016164](136)
PRESENT 代数故障攻击的改进与评估			
.....	黄 静, 赵新杰, 张 帆, 郭世泽, 周 平, 陈 浩, 杨 建	8	[2016165](144)
面向 SaaS 云平台的安全漏洞评分方法研究	李 舟, 唐 聪, 胡建斌, 陈 钟	8	[2016166](157)
CCN 中基于节点状态模型的缓存污染攻击检测算法	汤红波, 郑林浩, 葛国栋, 袁 泉	9	[2016172](1)
基于滑动窗口的多核程序数据竞争硬件检测算法	朱素霞, 陈德运, 季振洲, 孙广路	9	[2016173](10)
基于区间证据理论的多传感器数据融合水质判断方法			
.....	周 剑, 马晨昊, 刘林峰, 孙力娟, 肖 甫	9	[2016174](20)
基于 DAA 的轻量级多商家多重息票系统	柳 欣, 徐秋亮, 张 波	9	[2016175](30)
位置大数据服务中基于差分隐私的数据发布技术	张 琳, 刘 彦, 王汝传	9	[2016176](46)
基于 SDN 的电邮抵赖源头抑制方法	韩志耕, 冯 霞, 陈 耿	9	[2016178](55)
多尺度量子谐振子优化算法的并行性研究	黄 焱, 王 鹏, 程 琨, 刘 峰	9	[2016179](68)
均匀散射环境中物理层安全密钥容量分析	王 旭, 金 梁, 刘 璐, 李明亮, 黄开枝	9	[2016177](75)
在线社交网络中 Spam 相册检测方案	吕少卿, 张玉清, 刘东航, 张光华	9	[2016180](82)
融合遮挡感知的在线 Boosting 跟踪算法	王亚文, 陈鸿昶, 李邵梅, 高 超	9	[2016181](92)
基于效用的机会网络“物—物交换”激励机制	姚建盛, 马春光, 袁 琪	9	[2016182](102)
主动式复杂事件处理方法的研究	耿少峰, 王永恒, 李仁发, 张 佳	9	[2016183](111)
同时同频全双工宽带射频自干扰抵消性能分析	王 俊, 赵宏志, 马万治, 唐友喜, 卿朝进	9	[2016184](121)

不可靠链路下基于压缩感知的 WSN 数据收集算法			
.....张策, 张霞, 李鸥, 梅关林, 韩哲, 张大龙, 刘广怡	9	[2016185](131)	
确定性信号分解与平稳随机信号分解的统一研究	王宏禹, 邱天爽	10	[2016189](1)
基于节点属性与正文内容的海量 Web 信息抽取方法	王海艳, 曹攀	10	[2016190](9)
高效的可撤销群签名方案	仲红, 黄丛林, 许艳, 崔杰	10	[2016191](18)
基于多目标决策的 LEO 卫星网络多业务路由算法	杨力, 孙晶, 潘成胜, 邹启杰	10	[2016192](25)
线性离散一致性系统均方偏差上界	窦全胜, 厉玉蓉, 姜平	10	[2016193](33)
基于亲和传播的动态社会网络影响力扩散模型	陈云芳, 夏涛, 张伟, 李晋	10	[2016194](40)
Wi-Fi 设备间节能通信抗频偏数据分组检测	杨帆, 梁溪, 龙柯宇, 蒋李	10	[2016195](48)
基于多项式一致逼近的多阈值图像分割算法	卫颜俊, 冯博琴, 伍卫国	10	[2016196](56)
面向云存储容错系统的 RS 再生码	鄢喜爱, 张大方, 杨金民, 张波云	10	[2016197](65)
基于 ℓ_1 稀疏正则化的信源个数估计新算法	金芳晓, 邱天爽, 王鹏, 夏楠, 李景春	10	[2016198](75)
改进的朴素贝叶斯增量算法研究	曾谁飞, 张笑燕, 杜晓峰, 陆天波	10	[2016199](81)
一类布尔函数的代数免疫度的下界	田叶, 张玉清, 胡予濮, 伍高飞	10	[2016200](92)
混沌相空间转动同步及判别切换保密通信的研究	孙广明, 黄金杰	10	[2016201](99)
基于信道拥塞代价计算的车联网自适应消息发送速率控制方法			
.....刘明剑, 谭国真, 李帅兵, 丁男, 宋彩霞	10	[2016202](108)	
支持身份认证的数据持有性证明方案	李昊星, 李凤华, 宋承根, 阎亚龙	10	[2016203](117)
多单元散列表与 TCAM 结合的 OpenFlow 流表查找方法	李春强, 董永强, 吴国新	10	[2016204](128)
单通道邻频数字调制混合信号的载波初相估计	杨勇, 郭一鸣, 王海昕, 彭华, 张冬玲	10	[2016205](141)
HTML5 应用程序缓存中毒攻击研究	贾岩, 王鹤, 吕少卿, 张玉清	10	[2016206](149)
卷积神经网络在储层预测中的应用研究	段友祥, 李根田, 孙歧峰	Z1	[2016240](1)
基于 K-means 聚类方法的电力通信模型自动生成方法及其优化			
.....金鑫, 杨亮, 金成明, 苏国华, 孙磊	Z1	[2016241](10)	
基于集对信息粒空间的三支决策模型及应用	张春英, 王立亚, 李明霞, 刘保相	Z1	[2016242](15)
基于相似度的伪随机序列中超长稀疏特征分析	曹春杰, 孙敬张, 张智强, 王隆娟, 黄梦醒	Z1	[2016243](25)
基于粒计算的粗决策规则抽取与约简	阎红灿, 张奉, 刘保相	Z1	[2016244](30)
基于大数据和优化神经网络短期电力负荷预测			
.....金鑫, 李龙威, 季佳男, 李祉歧, 胡宇, 赵永彬	Z1	[2016245](36)	

基于 PID 的移动机器人运动控制系统设计与实现	杜孝平, 赵凯琪	Z1	[2016246](43)
基于 BP 神经网络的 Wi-Fi 安全评价模型的研究	康海燕, 闫 涵, 黄浩然, 孙 璇	Z1	[2016247](50)
针对基于 SM3 的 HMAC 的互信息能量分析攻击			
.....	吴 震, 王 敏, 饶金涛, 杜之波, 王 胜, 张凌浩	Z1	[2016248](57)
WBAN 网络中条件隐私保护的远程用户认证方案	曹 进, 郑怡清, 李 晖	Z1	[2016249](63)
基于蜂窝通信系统的中继器分布优化研究	阎少宏, 吴宇航, 龚佃选	Z1	[2016250](72)
针对 AES 密码算法的多点联合能量分析攻击	杜之波, 孙元华, 王 焱	Z1	[2016251](78)
基于细胞神经网络的伪随机数生成方法	董丽华, 药国莉	Z1	[2016252](85)
认知 ad hoc 网络中的多信道路由安全威胁及其对策研究	冯景瑜, 杜 续, 王宏刚, 黄文华	Z1	[2016253](92)
针对 SM4 算法的约减轮故障攻击	王 敏, 吴 震, 饶金涛, 凌 杭	Z1	[2016254](98)
基于层次分析—模糊评价的云计算安全评估与对策	杨爱民, 高 放, 边敏华, 杨曙磊	Z1	[2016255](104)
轻量级分组密码 Klein 的差分故障攻击	王永娟, 任泉宇, 张诗怡	Z1	[2016256](111)
基于页面布局相似性的钓鱼网页发现方法	邹学强, 张 鹏, 黄彩云, 陈志鹏, 孙 永, 刘庆云	Z1	[2016257](116)
基于 RLWE 的密钥策略属性加密体制	孙泽栋, 祝跃飞, 顾纯祥, 郑永辉	Z1	[2016258](125)
采用局部强度顺序模式的图像复制—粘贴篡改检测算法	林 晶, 黄添强, 林玲鹏, 李小琛	Z1	[2016259](132)
面向云端群组数据的轻量级完整性验证方案	刘云飞, 王勇军, 付绍静	Z1	[2016260](140)
可重构服务中心网络的服务路径构建机制	赵 丹, 文 锋, 徐 鑫, 王 鹏, 陈 博	Z1	[2016261](147)
无感状态下基于行为本体的手机用户信息安全能力评估方法	麦丞程, 陈 波, 周嘉坤, 于 冷	Z1	[2016262](156)
对 2 个属性基签名方案安全性的分析和改进	杨 骁, 向广利, 魏江宏, 孙瑞宗	Z1	[2016263](168)
基于群签名的无线 Mesh 网络匿名切换认证方案	苏彬庭, 许 力, 王 峰, 林志兴	Z1	[2016264](174)
基于业务过程挖掘的内部威胁检测系统	朱泰铭, 郭渊博, 琚安康, 马 骏	Z1	[2016265](180)
面向车联网高效安全的消息认证方案	吴黎兵, 谢 永, 张宇波	11	[2016211](1)
基于匿名化流表的网络数据分组实时匿名方法			
.....	韩春静, 葛敬国, 谢高岗, 李亮雄, 李 佟, 刘韵洁	11	[2016214](11)
基于动态自适应离散粒子群算法的 3D NoC 低功耗映射方法	刘勤让, 戴启华, 沈剑良, 赵 博	11	[2016215](23)
面向移动社交网络内容分享的位置隐私保护方法	李 超, 殷丽华, 耿 魁, 方滨兴	11	[2016212](31)
高稳定被动群集车联网连通性研究	邱恭安, 包志华, 章国安, 张士兵	11	[2016218](42)
动态自适应访问控制模型	史国振, 王豪杰, 慈云飞, 叶思水, 郭云川	11	[2016220](49)
正则化流形信息极端学习机	刘德山, 楚永贺, 闫德勤	11	[2016213](57)

26 GHz 室内毫米波人体阻挡衰减特性研究			
.....耿绥燕, 李 杏, 王 琦, 王光波, 王蒙军, 孙韶辉, 洪 伟, 赵雄文	11	[2016227](68)	
基于压缩感知的欠采样预失真研究			
.....胡 欣, 王健康, 刘 飞, 欧连军, 梁 君, 王 刚, 罗积润	11	[2016221](74)	
基于主曲线的遥感图像河岸线提取			
.....郭 芸, 王宜怀, 刘纯平, 龚声蓉, 季 怡	11	[2016222](80)	
SDN 网络中受时延和容量限制的多控制器均衡部署			
.....覃匡宇, 黄传河, 王才华, 史姣丽, 吴 笛, 陈 希	11	[2016219](90)	
基于 simhash 与倒排索引的复用代码快速溯源方法			
.....乔延臣, 云晓春, 虞宇鹏, 张永铮	11	[2016225](104)	
深度学习在僵尸云检测中的应用研究			
.....寇 广, 汤光明, 王 硕, 宋海涛, 边 媛	11	[2016228](114)	
基于人物图像视觉特征的人物性格隐私分析			
.....聂 婕, 黄 磊, 李 臻, 张 健, 闫 艳, 魏志强	11	[2016223](129)	
基于语义特征的电子海图权限水印研究			
.....赖明珠, 张立国, 冯维森, 王媛媛, 王 勇, 李守政	11	[2016230](137)	
面向网络语音隐写的抗分组丢失联合编码			
.....高瞻瞻, 汤光明, 张伟伟	11	[2016231](146)	
带自适应精英扰动及惯性权重的反向粒子群优化算法			
.....董文永, 康岚兰, 刘宇航, 李康顺	12	[2016224](1)	
DUCA 双环多天线 MIMO 系统性能分析与研究			
.....邵根富, 姚颖莉, 周 杰, 菊池久和	12	[2016226](11)	
基于软件定义无线网络的云业务上行调度方案			
.....潘 甦, 肖 榜, 陈宇青, 刘胜美	12	[2016232](21)	
车载自组网中基于车辆密度的多跳广播协议			
.....黄家玮, 钟少华, 刘联海, 王建新	12	[2026233](32)	
基于分数低阶类相关熵的双基地 MIMO 雷达目标参数联合估计新算法			
.....李 丽, 邱天爽, 贺明妍	12	[2016236](42)	
基于层次分析的微博短文本特征计算方法			
.....邹学强, 包秀国, 黄晓军, 马宏远, 袁庆升	12	[2016239](50)	
基于多选项二次联合背包的态势感知资源分配算法			
.....孙岩炜, 郭云川, 张玲翠, 方滨兴	12	[2016272](56)	
航空自组网负载均衡地理路由策略			
.....郑 博, 张衡阳, 王宝良, 赵 玮	12	[2016273](67)	
基于 Cookie 的网盘资源在线溯源方法			
.....林海伦, 李 焱, 王伟平, 岳银亮, 林 政	12	[2016274](77)	
密码芯片的多算法随机作业流调度方法			
.....李 莉, 史国振, 耿 魁, 董秀则, 王 璇, 李风华	12	[2016275](86)	
容忍恶意攻击的无线传感网络安全定位算法			
.....徐 琨, 刘宏立, 詹 杰, 马子骥	12	[2016276](95)	
FilterFA: 一种基于字符集规约的模式串匹配算法			
.....张 萍, 何慧敏, 张春燕, 曹 聪, 刘燕兵, 谭建龙	12	[2016277](103)	
新型六陷波超宽带天线的设计			
.....刘 汉, 尹成友, 范启蒙	12	[2016278](115)	
综 述			
SDN 试验床网络虚拟化切片机制综述			
.....刘 江, 黄 韬, 张 晨, 张 歌	4	[2016083](159)	

信息—物理融合系统中建模方法综述	李仁发, 杨帆, 谢国琪, 黄晶, 段梦琴	5	[2016106](165)
Android 智能终端安全综述	许艳萍, 马兆丰, 王中华, 钮心忻, 杨义先	6	[2016127](169)
基于密码学的云数据确定性删除研究进展	熊金波, 李风华, 王彦超, 马建峰, 姚志强	8	[2016167](167)
面向物联网搜索的数据隐私保护研究综述	王佳慧, 刘川意, 方滨兴	9	[2016186](142)
网络加密流量识别研究综述及展望	潘吴斌, 程光, 郭晓军, 黄顺翔	9	[2016187](154)
内容共享网络中的关键问题	鲁强, 刘波, 胡华平	10	[2016207](158)
天地一体化信息网络安全保障技术研究进展及发展趋势			
.....	李风华, 殷丽华, 吴巍, 张林杰, 史国振	11	[2016229](156)
云环境中数据安全去重研究进展	熊金波, 张媛媛, 李风华, 李素萍, 任君, 姚志强	11	[2016238](169)
位置隐私保护技术研究进展	万盛, 李风华, 牛犇, 孙哲, 李晖	12	[2016279](124)

学 术 通 信

无间隙的车联网协助下载方法	谢永, 吴黎兵, 何炎祥, 范静, 刘冰艺	1	[2016022](180)
基于值域的 GNSS 姿态测量改进算法研究	李世杰, 李治安, 庞春雷, 余永林, 王勇	1	[2016023](191)
基于用户模糊相似度的协同过滤算法	吴毅涛, 张兴明, 王兴茂, 李晗	1	[2016024](198)
复合的海图安全防护技术研究	徐锋, 李佳楠, 孙建国	2	[2016044](173)
认知无线电系统中干扰对齐的自由度分析	孙献, 赵晓晖	2	[2016045](179)
基于多尺度功率谱子带梯度的宽带频谱感知算法与性能分析	张洋, 彭华, 巩克现	2	[2016046](190)
联合星座扩展的预留子载波 OFDM 信号峰均比抑制算法	刘芳, 王勇	3	[2016065](175)
基于 Graphlab 的网络图关键节点发现算法研究	高壮良, 吕雁飞, 张鸿	3	[2016066](182)
交换超立方网络的 (t, k) 故障诊断度研究	熊茜, 梁家荣, 马强	3	[2016067](190)
基于判决反馈的 CPFSK 信号非相干多符号检测算法	陈强, 芮国胜, 孙文军, 田文飏, 张洋	4	[2016084](172)
全变分耦合图像去噪模型	汪美玲, 周先春, 周林锋, 石兰芳	4	[2016085](182)
基于空间交替广义最大似然的低复杂度列表检测	景常乐, 王欣, 魏急波, 陈彬, 吴世奇	4	[2016086](192)
基于混合 CS 的 WSN 六边形格状优化分簇路由算法研究	崔灿, 孙毅, 陆俊, 郝建红	5	[2016104](176)
基于无证书群签名方案的电子现金系统	梁艳, 张筱, 郑志明	5	[2016107](184)
简化版 Trivium 算法的线性逼近研究	马猛, 赵亚群	6	[2016108](185)
基于 Arnold 变换的数字图像自适应隐写算法	李琪, 廖鑫, 屈国庆, 陈国永, 杜蛟	6	[2016128](192)
无证书的层次认证密钥协商协议	苏航, 刘建伟, 陶芮	7	[2016145](161)

认知无线网络中的基站节能策略及纳什均衡研究	马晓彤, 金顺福, 刘建平, 霍占强	7	[2016146](172)
无线网络中基于无证书聚合签名的高效匿名漫游认证方案	刘丹, 石润华, 张顺, 仲红	7	[2016147](182)
部分精英策略并行遗传优化的神经网络盲均衡	王尔馥, 郑远硕, 陈新武	7	[2016148](193)
FOX 算法的中间相遇攻击	李荣佳, 金晨辉	8	[2016168](185)
语音信号的混沌遮掩及其正定盲提取算法	王尔馥, 郑远硕, 陈新武, 刘晓珍	8	[2016171](191)
混合信道下 LDPC 码稳定条件分析及度序列优化	孙康宁, 马林华, 茹乐, 范文同, 胡星, 黄绍城	9	[2016188](168)
DiffPRFs: 一种面向随机森林的差分隐私保护算法	穆海蓉, 丁丽萍, 宋宇宁, 卢国庆	9	[2016169](175)
基于可信度和邻居协作的传感器故障检测算法	蔺艳斐, 邵苏杰, 钟成, 郭少勇, 邱雪松	9	[2016170](183)
基于历史数据的异常域名检测算法	袁福祥, 刘粉林, 芦斌, 巩道福	10	[2016208](172)
基于 FPGA WSN 轮询接入控制协议的研究	刘龙军, 丁洪伟, 柳虔林, 刘正纲	10	[2016209](181)
基于因果知识网络的攻击路径预测方法	王硕, 汤光明, 寇广, 宋海涛	10	[2016210](188)
基于透明加密的移动终端数据防泄露系统	黄振涛, 何暖, 付安民, 况博裕, 张光华	Z1	[2016266](189)
基于标识密钥技术的证书集成管理平台	刘牧洲, 仇剑书, 张云勇, 严斌峰, 张思遥, 汤雅妃	Z1	[2016267](197)
基于熵变的多租户云内 DDoS 检测方法研究	王淼, 王利明, 徐震, 马多贺	Z1	[2016268](204)
基于联合稀疏模型的无线传感网数据重构算法	刘义颖, 李国瑞, 田丽	Z1	[2016269](211)
基于用户的最优通信系统决策研究	吴宇航, 阎少宏	Z1	[2016270](219)
抵抗 SNS 好友攻击的位置隐私保护方案	林曦, 韩益亮, 柯彦, 杨晓元	Z1	[2016271](224)
基于多类支持向量机的 3D-HEVC 深度视频帧内编码快速算法	刘晟, 彭宗举, 陈嘉丽, 陈芬, 郁梅, 蒋刚毅	11	[2016235](181)
MIBS 密码的零相关一积分攻击	刘庆聪, 赵亚群, 马猛, 刘凤梅	11	[2016234](189)
安全计算机通信管理机制的形式化验证与实现	梁靓, 曹源, 马连川, 张玉琢, 李恒奎	11	[2016237](196)
拉伸式 3-D 多涡卷混沌系统的设计及其在保密通信中的应用	马均澎, 王丽丹, 段书凯, 吴洁宁	12	[2016280](142)
轨迹发布中基于时空关联性的假轨迹隐私保护方案	雷凯跃, 李兴华, 刘海, 裴卓雄, 马建峰, 李晖	12	[2016281](156)
基于图像来源分类的最小化虚警隐写分析模型	杨培韬, 张卫明, 俞能海	12	[2016282](165)
基于最大相关熵的通信辐射源个体识别方法	唐哲, 雷迎科	12	[2016283](171)
面向多跳无线网络的多干扰源定位算法	王棋萍, 魏祥麟, 范建华, 王统祥, 胡飞	12	[2016284](176)

Journal on Communications

Contents List Vol.37 (2016)

Papers

	No.	Pages
Time synchronization algorithm based on mobility model for underwater sensor networks..... <i>WANG Hui-qiang, WEN Xiu-xiu, LIN Jun-yu, FENG Guang-sheng, LYU Hong-wu</i>	1	[2016001](1)
Minimal coding cost and low delay multicast routing of wireless mesh networks..... <i>CHEN Zhi-gang, SHEN Xiao-jian, LIU Li</i>	1	[2016002](10)
MAC mechanism based on link prediction and network coding..... <i>SHANG Feng-jun, GONG Wen-juan, GENG Zhe</i>	1	[2016003](17)
Dual-station pseudo-Doppler localization method based on particle filtering with stable distribution noise <i>QIU Tian-shuang, QI Yin-zhe</i>	1	[2016004](28)
Hierarchical division-based cache storage strategy in content-centric networking..... <i>LI Jun, FENG Zong-ming, WU Hai-bo, ZHI Jiang</i>	1	[2016005](35)
Improved FastICA algorithm for data optimization processing in intrusion detection <i>DU Ye, ZHANG Ya-dan, LI Mei-hong, ZHANG Da-wei</i>	1	[2016006](42)
New minimum exposure path problem and its solving algorithm in wireless sensor networks..... <i>YE Miao, WANG Yu-ping, DAI Cai, WANG Xiao-li</i>	1	[2016007](49)
Temperature aware energy-efficient task scheduling strategies for mapreduce <i>LIAO Bin, ZHANG Tao, YU Jiong, LIU Ji, YIN Lu-tong, GUO Gang</i>	1	[2016008](61)
Adaptively secure attribute-based encryption for traitor tracing..... <i>MA Hai-ying, ZENG Guo-sun, CHEN Jian-ping, WANG Jin-hua, WANG Zhan-jun</i>	1	[2016009](76)
Multi-user collaborative access control scheme in cloud storage <i>SHI Jiao-li, HUANG Chuan-he, WANG Jing, QIN Kuang-yu, HE Kai</i>	1	[2016010](88)
Reconstruction algorithm for block compressed sensing based on variation model..... <i>CHEN Jian, SU Kai-xiong, YANG Xiu-zhi, ZHENG Ming-kui, LIN Li-qun</i>	1	[2016011](100)
MP2P high capacity and security resource node selection strategy based on Bayesian game <i>LIU Yan, ZHANG Guo-yin, HE Jin-zhou, XU Feng</i>	1	[2016012](110)
Optimal planning of optical transmission network using improved genetic algorithm..... <i>SHI Yue, QIU Xue-song, GUO Shao-yong, QI Feng</i>	1	[2016013](116)
Bit arbitration query tree anti-collision algorithm based on grouping mechanism <i>FU Yu, QIAN Zhi-hong, CHENG Chao, LIU Xiao-hui</i>	1	[2016014](123)
Multimode coordinated multipoint transmission with nonideal timing synchronization..... <i>GU Zhe-qi, ZHANG Zhong-pei</i>	1	[2016015](130)

On congestion control strategy for space delay/disruption tolerant networks.....			
.....	<i>YAN Hong-cheng, ZHANG Qing-jun, SUN Yong</i>	1	[2016016](142)
Co-clustering of multi-entities sparse relational data in microblogging			
.....	<i>YU Miao, YANG Wu, WANG Wei, SHEN Guo-wei</i>	1	[2016019](151)
Study on user influence analysis via regional user interaction model in online social networks.....			
.....	<i>WANG Nan, SUN Qin-dong, ZHOU Ya-dong, WANG Han-qin, SUI Lian-sheng</i>	1	[2016020](160)
Live migration based on the characteristics of operation stages for virtual machine.....			
.....	<i>ZOU Qing-xin, HAO Zhi-yu, YUN Xiao-chun</i>	1	[2016021](170)
Trusted cloud platform management model based on TPM alliance	<i>TIAN Jun-feng, CHANG Fang-shu</i>	2	[2016025](1)
Vector semantic computing method study for short sentence			
.....	<i>CHEN Fu, LIN Chuang, XUE Chao, XU Yue-mei, MENG Kun, NI Yi-han</i>	2	[2016018](11)
Determining substitutability of cloud services supported by semantically extended type theory.....			
.....	<i>WANG Xian-qing, HUANG Chang-qin, LUO Xuan, NIE Rui-hua, TANG Yong, MEI Xiao-yong</i>	2	[2016026](20)
Self-adaptive price adjustment strategy based on market mechanism in distributed environment.....			
.....	<i>DING Chang-song, WANG Zhi-ying, HU Zhi-gang</i>	2	[2016027](31)
Blind signature scheme based on entangled quantum			
.....	<i>LIANG Jian-wu, WANG Xiao-hui, GUO Ying, CHENG Zi</i>	2	[2016028](38)
Weighted symbol-flipping decoding for non-binary LDPC codes based on average probability and stopping criterion	<i>GUO Rui, LIU Chun-yu, WANG Mei-jie, PAN Peng, BAO Jian-rong, GUO Chun-sheng</i>	2	[2016029](43)
Novel reversible data hiding based on difference expansion	<i>LUO Jian-gao, HAN Guo-qiang, WO Yan</i>	2	[2016030](53)
Power allocation in wireless network virtualization based on resource sharing			
.....	<i>CAO Bin, LANG Wen-qiang, CHEN Zhuo, LI Yun</i>	2	[2016031](63)
Dynamic topology awareness-based reconfigurable service carrying network reconfiguration			
.....	<i>LIANG Ning-ning, LAN Ju-long, ZHANG Zhen</i>	2	[2016032](72)
Image information measurement for video retrieval			
.....	<i>YUAN Qing-sheng, ZHANG Dong-ming, JIN Guoqing, LIU Fei, BAO Xiu-guo</i>	2	[2016033](80)
Approach to detecting SQL injection behaviors in network environment			
.....	<i>ZHAO Yu-fei, XIONG Gang, HE Long-tao, LI Zhou-jun</i>	2	[2016034](88)
VI-2 class of Hamming weight of q -ary linear codes with dimension 5			
.....	<i>HU Guo-xiang, ZHANG Huan-guo</i>	2	[2016035](98)
High-order fuzzy time series self-adaption prediction method based on spectral clustering			
.....	<i>ZHOU Chun-nan, HUANG Shao-bin, CHI Rong-hua, LI Ya, LANG Da-peng</i>	2	[2016036](106)
Novel cooperative global spectrum sensing algorithm based on variational Bayesian inference.....			
.....	<i>WU Ming, SONG Tie-cheng, HU Jing, SHEN Lian-feng</i>	2	[2016037](115)
k -means clustering method preserving differential privacy in MapReduce framework.....			
.....	<i>LI Hong-cheng, WU Xiao-ping, CHEN Yan</i>	2	[2016038](124)

Semi-supervised dynamic community detection based on non-negative matrix factorization			
..... CHANG Zhen-chao, CHEN Hong-chang, HUANG Rui-yang, YU Hong-tao, LIU Yang	2	[2016039](131)	
Joint optimization algorithm for enhanced inter-cell interference coordination in heterogeneous networks			
.....JIANG Lai-wei, WU Xuan-li, ZHANG Nai-tong	2	[2016040](143)	
Quantum identity authentication scheme based on measurement-device-independent quantum key distribution protocol			
..... DONG Ying-di, PENG Jin-ye, ZHANG Xiao-bo, ZHANG Zhen-long	2	[2016041](151)	
Subtractive pixel adjacency matrix based features for steganalysis of spatial color images			
.....HAN Tao, CHEN Xi, ZHU Yue-fei	2	[2016042](157)	
Jointing sparse recovery estimation algorithm of underwater acoustic channels with long time delay spread			
.....ZHOU Yue-hai, CAO Xiu-ling, CHEN Dong-sheng, TONG Feng	2	[2016043](165)	
Reliable selfish node detection algorithm for opportunistic networks			
..... REN Zhi, TAN Yong-yin, LI Ji-bi, CHEN Qian-bin	3	[2016047](1)	
Distributed software monitoring and trustworthiness evaluation based on checkpoints			
.....LI Zhen, TIAN Jun-feng, CHANG Zhuo, MA Xiao-xue	3	[2016048](7)	
Deep Web new data discovery strategy based on the graph model of data attribute value lists			
.....XIAN Xue-feng, CUI Zhi-ming, ZHAO Peng-peng, FANG Li-gang, YANG Yuan-feng, GU Cai-dong	3	[2016049](20)	
Research on correlation noise modeling of a generalized Gamma distribution in distributed coding			
..... LIU Jie-ping, WANG Qin-ling, HE Yue-sheng, WEI Gang	3	[2016050](33)	
Forest based data collection in MR-MC wireless sensor networks			
..... ZHANG Wei-ping, GUO Ya-hong, WANG Meng, NI Lin-yu, LI Jin-bao	3	[2016051](40)	
Bursty topic detection method for microblog based on time series analysis			
.....HE Min, XU Jie, DU Pan, CHENG Xue-qi, WANG Li-hong	3	[2016052](48)	
Network traffic multi-step prediction based on chaos theory and improved echo state network			
..... TIAN Zhong-da, LI Shu-jiang, WANG Yan-hong, WANG Xiang-dong	3	[2016053](55)	
Survivability model for reconfigurable service carrying network based on the stochastic Petri net			
..... ZHAO Liang, ZOU Hong, ZHANG Xiao-hui	3	[2016054](71)	
Patent search and analysis supporting technology innovation			
.....LIU Bin, FENG Ling, WANG Fei, PENG Zhi-yong	3	[2016055](79)	
Optimizing demand charge of data center base on PE method			
..... HUANG Yan, WANG Peng, XIE Gao-hui	3	[2016056](90)	
Fast view synthesis optimization algorithm based on texture smoothness			
..... DOU Huan, JIA Ke-bin, CHEN Rui-lin, XIAO Yun-zhi, WU Qiang	3	[2016057](98)	
VM migration across subnets in future internet architecture—XIA			
..... MENG Hong-wei, CHEN Zhong, MENG Zi-qian, SONG Chuck	3	[2016058](107)	
Evaluation approach for network components performance using trustworthiness measurement			
..... XIONG Gang, LAN Ju-long, HU Yu-xiang, LIU Shi-ran	3	[2016059](117)	

Cache allocation policy of service contents along delivery paths for the smart collaborative network.....			
.....	<i>FENG Bo-hao, ZHOU Hua-chun, ZHANG Hong-ke, ZHANG Ming-chuan</i>	3	[2016060](129)
CBFM: cutted Bloom filter matrix for multi-dimensional membership query			
.....	<i>WANG Yong, YUN Xiao-chun, WANG Shu-peng, WANG Xi</i>	3	[2016061](139)
Throughput model of TCP SACK under burst losses.....			
.....	<i>WANG Zhi-ming, ZENG Xiao-ping, LI Juan, LIU Xue, CHEN Li</i>	3	[2016062](148)
Robust interference alignment algorithm for cognitive MIMO interference network			
.....	<i>ZHU Shi-lei, ZHOU You, REN Xiu-kun, HU Han-ying</i>	3	[2016063](157)
Vector space embedding of DNS query behavior by deep learning			
.....	<i>ZHOU Chang-ling, LUAN Xing-long, XIAO Jian-guo</i>	3	[2016064](165)
Privacy computing: concept, connotation and its research trend.....			
.....	<i>LI Feng-hua, LI Hui, JIA Yan, YU Neng-hai, WENG Jian</i>	4	[2016078](1)
Compression strategies selection method based on classification of HBase data.....			
.....	<i>WANG Hai-yan, FU Cai-hang</i>	4	[2016068](12)
Energy-consumption-balanced efficient source-location privacy preserving protocol in WSN			
.....	<i>NIU Xiao-guang, WEI Chuan-bo, YAO Ya-lan</i>	4	[2016069](23)
Exploiting interests and behavior prediction for dynamic resource discovery in mobile social networking.....			
.....	<i>LI Zhi-yuan, CHEN Ru-long, WANG Ru-chuan</i>	4	[2016070](34)
Software defined data center network with hybrid routing			
.....	<i>CAI Yue-ping, WANG Chang-ping</i>	4	[2016071](44)
Pricing strategy for video migration based on truthful auction mechanism.....			
.....	<i>CONG Xin, ZI Ling-ling, SUN Jin-guang</i>	4	[2016072](53)
Spatio-temporal correlation based fast inter mode decision for HEVC			
.....	<i>ZHU Wei, ZHANG Xun-hua, WANG Cai-sheng, ZHANG Hua</i>	4	[2016073](64)
Channel access mechanism based on equally allocation of protocol sequence for VANET			
.....	<i>XU Zhe-xin, CAI Ling-ling, LIN Xiao, WU Yi</i>	4	[2016074](74)
Research on the privacy-preserving point-in-polygon protocol			
.....	<i>ZHANG Jing, LUO Shou-shan, YANG Yi-xian, XIN Yang</i>	4	[2016075](87)
Research on data integration privacy preservation mechanism for DaaS			
.....	<i>ZHOU Zhi-gang, ZHANG Hong-li, YU Xiang-zhan, LI Pan-pan</i>	4	[2016076](96)
Parameters estimation of LFM signal based on Gaussian-weighted fractional Fourier transform			
.....	<i>WANG Peng, QIU Tian-shuang, LI Jing-chun, TAN Hai-feng</i>	4	[2016077](107)
Energy efficiency-based downlink resource allocation in cognitive small cell networks.....			
.....	<i>JIA Ya-nan, YUE Dian-wu</i>	4	[2016079](116)
Traffic matrix-based load balancing routing in flow-based smart identifier network			
.....	<i>JIA Ru, GAO Shuai, LUO Hong-bin, ZHANG Hong-ke, WAN Ming</i>	4	[2016080](128)

Minimum number oriented relay node deployment algorithm in two-tiered WSN
..... *MIAO Chun-yu, CHEN Li-na, DAI Guo-yong, YANG Fan, CHEN Qin-zhang* 4 [2016081](139)

Cooperative game based bandwidth allocation mechanism in live migration of multiple virtual machines
..... *CUI Yong, LIN Yu-song, LI Run-zhi, WANG Zong-min* 4 [2016082](149)

Blind recognition of STBC based on higher-order cumulants *ZHANG Li-min, LING Qing, YAN Wen-jun* 5 [2016087](1)

Novel cyberspace-oriented access control model
..... *LI Feng-hua, WANG Yan-chao, YIN Li-hua, XIE Rong-na, XIONG Jin-bo* 5 [2016109](9)

Joint estimation of frequency and DOA with spatio-temporal under sampling
..... *HUANG Xiang-dong, XIAN Hong-yu, YAN Zi-yang, JING Sen-xue* 5 [2016088](21)

Researches on efficient transmission protocol for multi-cell system based on interference toleration
..... *JI Bao-feng, LI Chun-guo, SONG Kang, WANG Yi, SONG Liang* 5 [2016089](29)

Power analysis attack of HMAC based on SM3 *DU Zhi-bo, WU Zhen, WANG Min, RAO Jin-tao* 5 [2016090](38)

Ciphertext policy attribute-based encryption scheme supporting direct revocation *YAN Xi-xi, MENG Hui* 5 [2016091](44)

Defense policies selection method based on attack-defense signaling game model
..... *ZHANG Heng-wei, YU Ding-kun, HAN Ji-hong, WANG Jin-dong, LI Tao* 5 [2016092](51)

Probability-based heuristic content placement method for ICN caching *WU Hai-bo, LI Jun, ZHI Jiang* 5 [2016093](62)

Scalable overlay multicast algorithm with high stability *SHEN Ye, FENG Jing, WANG Zhan-feng* 5 [2016094](73)

Conversion model of annual statistics to worst-month statistics of troposcatter
..... *LI Lei, ZHAO Zhen-wei, WU Zhen-sen, LIN Le-ke, LEI Yuan, ZHANG Rui* 5 [2016095](81)

Multiattribute ranking based on analytic hierarchy model
..... *WANG Wei, ZHAO Tie-jun, XIN Guo-dong, XU Bing* 5 [2016096](88)

Application oriented cross-layer multi-channel MAC protocol for VANET
..... *SONG Cai-xia, TAN Guo-zhen, DING Nan, BU Jun-ling, ZHANG Fu-xin, LIU Ming-jian* 5 [2016097](95)

Routing approach based on local topology control in cognitive radio networks
..... *LIU Shu-qi, WANG Yi-ming, CUI Cui-mei* 5 [2016098](106)

High order intuitionistic fuzzy time series forecasting model
..... *WANG Ya-nan, LEI Ying-jie, LEI Yang, FAN Xiao-shi* 5 [2016099](115)

Differentially private data release based on clustering anonymization *LIU Xiao-qian, LI Qian-mu* 5 [2016100](125)

Gain-aware caching scheme for information-centric networking
..... *CHEN Long, TANG Hong-bo, LUO Xing-guo, BAI Yi, ZHANG Zhen* 5 [2016101](130)

Identifying the confidence level of activity recognition via HMM
..... *WANG Chang-hai, ZHANG Jian-zhong, XU Jing-dong, XU Yu-wei* 5 [2016102](143)

Multiple targets localization via compressive sensing from mere connectivity
..... *LIU Lei, ZHANG Jian-jun, LU Yang, WEI Xing, HAN Jiang-hong* 5 [2016103](152)

Study of energy efficient WBAN topology optimization in IEEE 802.15.6
..... *LIANG Zheng-you, YAO Yu-mei* 6 [2016110](1)

Research on Webshell-based botnet	<i>LI Ke, FANG Bin-xing, CUI Xiang, LIU Qi-xu, YAN Zhi-tao</i>	6	[2016118](11)
Certificateless strong designated verifier multi-signature	<i>DU Hong-zhen, WEN Qiao-yan</i>	6	[2016112](20)
Discrete multi-objective optimization of particle swarm optimizer algorithm for multi-agents collaborative planning	<i>SHI Xiao-bo, ZHANG Yin, ZHAO Shan, XIAO Deng-ming</i>	6	[2016113](29)
Network status aware routing in content-centric network	<i>CAI Yue-ping, LIU Jun</i>	6	[2016114](38)
ID-based server-aided verification signature scheme with strong unforgeability	<i>YANG Xiao-dong, YANG Miao-miao, GAO Guo-juan, LI Ya-nan, LU Xiao-yong, WANG Cai-fen</i>	6	[2016115](49)
Method of constructing an anonymous graph based on information loss estimation	<i>SU Jie, LIU Shuai, LUO Zhi-yong, SUN Guang-lu</i>	6	[2016116](56)
Online hierarchical reinforcement learning based on interrupting Option	<i>ZHU Fei, XU Zhi-peng, LIU Quan, FU Yu-chen, WANG Hui</i>	6	[2016117](65)
Monitoring approach for online security of cryptographic protocol	<i>ZHU Yu-na, HAN Ji-hong, YUAN Lin, FAN Yu-dan, CHEN Han-tuo, GU Wen</i>	6	[2016149](75)
Quantitative approach of multi-controller's consensus in SDN	<i>LI Jun-fei, LAN Ju-long, HU Yu-xiang, WU Jiang-xing</i>	6	[2016119](86)
Network model and topology control algorithm based on hierarchical autonomous system in space information network	<i>ZHANG Wei, ZHANG Geng-xin, BIAN Dong-ming, GOU Liang, XIE Zhi-dong</i>	6	[2016120](94)
Time and energy aware virtual network embedding using Bayesian theory analysis	<i>HU Ying, ZHUANG Lei, CHEN Hong-chang, MA Ding</i>	6	[2016105](106)
Method for determining the lengths of protocol keywords based on maximum likelihood probability	<i>LUO Jian-zhen, YU Shun-zheng, CAI Jun</i>	6	[2016121](119)
Efficient certificateless multi-receiver anonymous signcryption scheme	<i>QIN Yan-lin, WU Xiao-ping, HU Wei</i>	6	[2016122](129)
Graph partition based mapping algorithm on multiprocessors for streaming applications	<i>TANG Qi, WU Shang-feng, SHI Jun-wu, WEI Ji-bo</i>	6	[2016123](137)
Routing algorithm based on characteristics analysis of vehicle trace in vehicular ad hoc network	<i>TAO Hua, FENG Fu-qin, XIAO Peng, TAN Cheng-wei, TAO Jun</i>	6	[2016124](144)
User social influence analysis based on constrained nonnegative tensor factorization	<i>WEI Jing-jing, CHEN Chang, LIAO Xiang-wen, CHEN Guo-long, CHENG Xue-qi</i>	6	[2016125](154)
Optimal forwarding policy in opportunistic based on social features of nodes	<i>WANG Zhi-fei, SHI Pei-teng, DENG Su, HUANG Hong-bin, WU Ya-hui</i>	6	[2016126](163)
Reviews of D2D technology for 5G communication networks	<i>QIAN Zhi-hong, WANG Xue</i>	7	[2016129](1)
Survey of several key technologies for 5G	<i>ZHANG Ping, TAO Yun-zheng, ZHANG Zhi</i>	7	[2016130](15)
Self-organizing techniques in ultra-dense wireless network	<i>LI Jian-dong, TENG Wei, SHENG Min, XU Chao</i>	7	[2016131](30)

Study on network reconfiguration algorithms in software-defined sensor networks			
..... SHEN Lian-feng, ZHU Ya-ping, DING Zhao-ming, YAN Feng, DENG Shu-guang	7	[2016132](38)	
Development and outlook of deep space communication network protocol			
..... AN Jian-ping, JIN Song, XU Jun, ZHANG Yu, SHAO Li-wei	7	[2016133](50)	
LTE D2D based vehicle networking communication architecture and data distributing strategy			
..... PENG Jun, MA Dong, LIU Kai-yang, ZHANG Qian-qian, ZHANG Xiao-yong	7	[2016134](62)	
Integral attack on HIGHT block cipher			
..... GUO Jian-sheng, CUI Jing-yi, PAN Zhi-shu, LIU Yi-peng	7	[2016135](71)	
MQHOA algorithm with energy level stabilizing process			
..... WANG Peng, HUANG Yan	7	[2016136](79)	
Design and implementation algorithm of safe driver assistant system based on EOG			
..... LYU Zhao, WU Xiao-pei, ZHANG Chao, WEI Bing	7	[2016111](87)	
Requirements-driven and multi-homed-based multipath TCP congestion control algorithm for vehicular network			
..... DING Nan, LIN Tao, SONG Cai-xia, TAN Guo-zhen	7	[2016137](96)	
Convolutive blind separation algorithm based on complex Givens matrix and bat optimization			
..... JIA Zhi-cheng, HAN Da-wei, CHEN Lei, GUO Yan-ju, XU Hao-da	7	[2016138](107)	
Directional evidence conflict measurement approach			
..... WANG Lu, XING Qing-hua, MAO Yi-fan	7	[2016143](118)	
Power allocation algorithms in two-hop relaying networks based on optimal energy efficiency			
..... JI Bao-feng, YANG Jia, WANG Yi-dan, HU Ying, LI Chun-guo, SONG Liang	7	[2016140](124)	
Secure OFDM transmission scheme based on two-stage chaos mapping			
..... WANG Ying, ZHANG Xiao-zhong, ZENG Juan, WANG Yong-ming	7	[2016141](132)	
Privacy enhancing method for dummy-based privacy protection with continuous location-based service queries			
..... LIU Hai, LI Xing-hua, WANG Er-meng, MA Jian-feng	7	[2016142](140)	
Dynamic fair allocation of multi-resources based on shared resource quantity			
..... ZHANG Xiao-lu, LIU Xi, LI Wei-dong, ZHANG Xue-jie	7	[2016144](151)	
Hybrid data synchronization mechanism for mobile computing			
..... XU Xiao-long, LIU Xiao-xiao	8	[2016150](1)	
IP network congested link inference based on variable structure discrete dynamic Bayesian			
..... CHEN Yu, ZHOU Wei, DUAN Zhe-min, QIAN Ye-kui, ZHAO Xin	8	[2016151](13)	
Feature importance analysis for spammer detection in Sina Weibo			
..... ZHANG Yu-xiang, SUN Yu, YANG Jia-hai, ZHOU Da-lei, MENG Xiang-fei, XIAO Chun-jing	8	[2016152](24)	
Dynamic P2P trust model based on context factors			
..... LIU Yi-chun, LIANG Ying-hong	8	[2016153](34)	
Trojan message attack on the concatenated hash functions			
..... CHEN Shi-Wei, JIN Chen-Hui	8	[2016154](46)	
Virtual network mapping algorithm with node reliability awareness and shared-path protection			
..... LIU Guang-yuan, AN Xiu-Fang, SU Sen	8	[2016155](51)	
False traffic information detection based on weak classifiers integration in vehicular ad hoc networks			
..... LIU Xiang-wen, SHI Ya-li, FENG Xia	8	[2016156](58)	
Location-semantic-based location privacy protection for road network			
..... CHEN Hui, QIN Xiao-lin	8	[2016157](67)	

Attribute-based encryption supporting arbitrary conjunctive key word search.....			
.....	<i>SONG Yan, HAN Zhen, CHEN Dong, ZHAO Jin-hua</i>	8	[2016158](77)
Secrecy outage probability based access strategy for device-to-device communications underlying cellular networks.....	<i>CHEN Ya-jun, JI Xin-sheng, HUANG Kai-zhi, KANG Xiao-lei</i>	8	[2016159](86)
Long-term intuitionistic fuzzy time series forecasting model based on DTW.....	<i>FAN Xiao-shi, LEI Ying-jie, LU Yan-li, WANG Ya-nan</i>	8	[2016160](95)
Study on virtual computing resource scheduling for network performance optimization.....	<i>WANG Yu-wei, LIU Min, FANG Bing-yi, QIN Chen-chong, YAN Xiao-long</i>	8	[2016161](105)
Routing discovery algorithm based on reliable path stability estimation in MANET.....	<i>LI Zhi-nan, YANG Xiao-dong</i>	8	[2016162](119)
374~747 MHz digital tunable microstrip filter.....	<i>TIAN Deng-yao, FENG Quan-yuan, XIANG Qian-yin</i>	8	[2016163](129)
Privacy matching-based service proxy discovery scheme.....	<i>GENG Kui, WAN Sheng, LI Feng-hua, HE Yuan-yuan, WANG Han-yi</i>	8	[2016164](136)
Improvement and evaluation for algebraic fault attacks on PRESENT.....	<i>HUANG Jing, ZHAO Xin-jie, ZHANG Fan, GUO Shi-ze, ZHOU Ping, CHEN Hao, YANG Jian</i>	8	[2016165](144)
Vulnerabilities scoring approach for cloud SaaS.....	<i>LI Zhou, TANG Cong, HU Jian-bin, CHEN Zhong</i>	8	[2016166](157)
Detection algorithm for cache pollution attacks based on node state model in content centric networking.....	<i>TANG Hong-bo, ZHENG Lin-hao, GE Guo-dong, YUAN Quan</i>	9	[2016172] (1)
Hardware data race detection algorithm based on sliding windows.....	<i>ZHU Su-xia, CHEN De-yun, JI Zhen-zhou, SUN Guang-lu</i>	9	[2016173](10)
Multi-sensor data fusion method for water quality evaluation based on interval evidence theory.....	<i>ZHOU Jian, MA Chen-hao, LIU Lin-feng, SUN Li-juan, XIAO Fu</i>	9	[2016174](20)
Lightweight multi-coupon system for multi-merchant environments with DAA.....	<i>LIU Xin, XU Qiu-liang, ZHANG Bo</i>	9	[2016175](30)
Location publishing technology based on differential privacy-preserving for big data services.....	<i>ZHANG Lin, LIU Yan, WANG Ru-chuan</i>	9	[2016176](46)
A SDN based e-mail repudiation source restraining method.....	<i>HAN Zhi-geng, FENG Xia, CHEN Geng</i>	9	[2016178](55)
Parallelism of multi-scale quantum harmonic oscillator algorithm.....	<i>HUANG Yan, WANG Peng, CHENG Kun, LIU Feng</i>	9	[2016179](68)
Analysis of physical layer secret key capacity in the uniform scattering environment.....	<i>WANG Xu, JIN Liang, LIU Lu, LI Ming-liang, HUANG Kai-zhi</i>	9	[2016177](75)
Detecting Spam albums in online social networks.....	<i>LYU Shao-qing, ZHANG Yu-qing, LIU Dong-hang, ZHANG Guang-hua</i>	9	[2016180](82)
Online Boosting tracking algorithm combined with occlusion sensing.....	<i>WANG Ya-wen, CHEN Hong-chang, LI Shao-mei, GAO Chao</i>	9	[2016181](92)

Utility-based barter trade incentive scheme in opportunistic networks.....
..... YAO Jian-sheng, MA Chun-guang, YUAN Qi 9 [2016182](102)

Research of proactive complex event processing method.....
..... GENG Shao-feng, WANG Yong-heng, LI Ren-fa, ZHANG Jia 9 [2016183](111)

Performance analysis of broadband self-interference cancellation at RF domain in co-frequency co-time full duplex systems.....
..... WANG Jun, ZHAO Hong-zhi, MA Wan-zhi, TANG You-xi, QING Chao-jin 9 [2016184](121)

Compressive sensing based data gathering algorithm over unreliable links in WSN.....
..... ZHANG Ce, ZHANG Xia, LI Ou, MEI Guan-lin, HAN Zhe, ZHANG Da-long, LIU Guang-yi 9 [2016185](131)

Unified study on the decomposition for deterministic signals and stationary random signals.....
..... WANG Hong-yu, QIU Tian-shuang 10 [2016189](1)

Information extraction from massive Web pages based on node property and text content.....
..... WANG Hai-yan, CAO Pan 10 [2016190](9)

Efficient group signature scheme with revocation.....
..... ZHONG Hong, HUANG Cong-lin, XU Yan, CUI Jie 10 [2016191](18)

LEO multi-service routing algorithm based on multi-objective decision making.....
..... YANG Li, SUN Jing, PAN Cheng-sheng, ZOU Qi-jie 10 [2016192](25)

Upper bound of mean-square deviation of discrete linear consensus system.....
..... DOU Quan-sheng, LI Yu-rong, JIANG Ping 10 [2016193](33)

Influence diffusion model based on affinity of dynamic social network.....
..... CHEN Yun-fang, XIA Tao, ZHANG Wei, LI Jin 10 [2016194](40)

Anti-frequency-shift packet detection for D2D power-saving communications over Wi-Fi network.....
..... YANG Fan, LIANG Xi, LONG Ke-yu, JIANG li 10 [2016195](48)

Multi-threshold algorithm about image segmentation based on polynomial uniform approximation.....
..... WEI Yan-jun, FENG Bo-qin, WU Wei-guo 10 [2016196](56)

RS regenerating codes for cloud storage fault-tolerant system.....
..... YAN Xi-ai, ZHANG Da-fang, YANG Jin-min, ZHANG Bo-yun 10 [2016197](65)

New source number estimation algorithm based on l_1 sparse regularization.....
..... JIN Fang-xiao, QIU Tian-shuang, WANG Peng, XIA Nan, LI Jing-chun 10 [2016198](75)

Improved incremental algorithm of Naive Bayes.....
..... ZENG Shui-fei, ZHANG Xiao-yan, DU Xiao-feng, LU Tian-bo 10 [2016199](81)

New bound of algebraic immunity of class of Boolean function.....
..... TIAN Ye, ZHANG Yu-qing, HU Yu-pu, WU Gao-fei 10 [2016200](92)

Study on chaos phase space synchronous rotation and distinguish switching security communication.....
..... SUN Guang-ming, HUANG Jin-jie 10 [2016201](99)

Adaptive message sending rate control method based on channel congestion cost calculation in VANET.....
..... LIU Ming-jian, TAN Guo-zhen, LI Shuai-bing, DING NAN, SONG Cai-xia 10 [2016202](108)

Provable data possession scheme with authentication.....			
..... <i>LI Hao-xing, LI Feng-hua, SONG Cheng-gen, YAN Ya-long</i>	10	[2016203](117)	
OpenFlow table lookup scheme integrating multiple-cell Hash table with TCAM.....			
..... <i>LI Chun-qiang, DONG Yong-qiang, WU Guo-xin</i>	10	[2016204](128)	
Carrier initial phases estimation for single-channel adjacent-frequency mixture of digitally modulated signals.....			
..... <i>YANG Yong, GUO Yi-ming, WANG Hai-xin, PENG Hua, ZHANG Dong-ling</i>	10	[2016205](141)	
Research on HTML5 application cache poison attack.....			
..... <i>JIA Yan, WANG He, LYU Shao-qing, ZHANG Yu-qing</i>	10	[2016206](149)	
Research on convolutional neural network for reservoir parameter prediction.....			
..... <i>DUAN You-xiang, LI Gen-tian, SUN Qi-feng</i>	Z1	[2016240](1)	
Method to create and optimize original electric power communication network based on <i>K</i> -means.....			
..... <i>JIN Xin, YANG Liang, JIN Cheng-ming, SU Guo-hua, SUN Lei</i>	Z1	[2016241](10)	
Model of three-way decision based on the space of set pair information granule and its application.....			
..... <i>ZHANG Chun-ying, WANG Li-ya, LI Ming-xia, LIU Bao-xiang</i>	Z1	[2016242](15)	
Analysis of super-long and sparse feature in pseudo-random sequence based on similarity.....			
..... <i>CAO Chun-jie, SUN Jing-zhang, ZHANG Zhi-qiang, WANG Long-juan, HUANG Meng-xing</i>	Z1	[2016243](25)	
Rough decision rules extraction and reduction based on granular computing.....			
..... <i>YAN Hong-can, ZHANG Feng, LIU Bao-xiang</i>	Z1	[2016244](30)	
Power short-term load forecasting based on big data and optimization neural network.....			
..... <i>JIN Xin, LI Long-wei, JI Jia-nan, LI Zhi-qi, HU Yu, ZHAO Yong-bin</i>	Z1	[2016245](36)	
Design and implementation of the motion control system of the mobile robot based on PID.....			
..... <i>DU Xiao-ping, ZHAO Kai-qi</i>	Z1	[2016246](43)	
Wi-Fi security evaluation model based on BP neural network.....			
..... <i>KANG Hai-yan, YAN Han, HUANG Hao-ran, SUN Xuan</i>	Z1	[2016247](50)	
Mutual information power analysis attack of HMAC based on SM3.....			
..... <i>WU Zhen, WANG Min, RAO Jin-tao, DU Zhi-bo, WANG Sheng, ZHANG Ling-hao</i>	Z1	[2016248](57)	
Conditional privacy-protection remote user authentication mechanism for WBAN.....			
..... <i>CAO Jin, ZHENG Yi-qing, LI Hui</i>	Z1	[2016249](63)	
Research on optimization of repeater distribution based on cellular communication system.....			
..... <i>YAN Shao-hong, WU Yu-hang, GONG Dian-xuan</i>	Z1	[2016250](72)	
Multi-point joint power analysis attack against AES.....			
..... <i>DU Zhi-bo, SUN Yuan-hua, WANG Yi</i>	Z1	[2016251](78)	
Method for generating pseudo random numbers based on cellular neural network.....			
..... <i>DONG Li-hua, YAO Guo-li</i>	Z1	[2016252](85)	
Research on multi-channel routing threats and defense for cognitive ad hoc network.....			
..... <i>FENG Jing-yu, DU Xu, WANG Hong-gang, HUANG Wen-hua</i>	Z1	[2016253](92)	

Round reduction-based fault attack on SM4 algorithm	<i>WANG Min, WU Zhen, RAO Jin-tao, LING Hang</i>	Z1	[2016254](98)
Cloud computing security evaluation and countermeasure based on AHP-fuzzy comprehensive evaluation	<i>YANG Ai-min, GAO Fang, BIAN Min-hua, YANG Shu-lei</i>	Z1	[2016255](104)
Differential fault attack on lightweight block cipher Klein	<i>WANG Yong-juan, REN Quan-yu, ZHANG Shi-yi</i>	Z1	[2016256](111)
Phishing attacks discovery based on HTML layout similarity	<i>ZOU Xue-qiang, ZHANG Peng, HUANG Cai-yun, CHEN Zhi-peng, SUN Yong, LIU Qing-yun</i>	Z1	[2016257](116)
RLWE-based key-policy ABE scheme	<i>SUN Ze-dong, ZHU Yue-fei, GU Chun-xiang, ZHENG Yong-hui</i>	Z1	[2016258](125)
Detection of image copy-move forgery using local intensity order pattern	<i>LIN Jing, HUANG Tian-qiang, LIN Ling-peng, LI Xiao-chen</i>	Z1	[2016259](132)
Lightweight integrity verification scheme for cloud based group data	<i>LIU Yun-fei, WANG Yong-jun, FU Shao-jing</i>	Z1	[2016260](140)
Construction mechanism for service path over reconfigurable service-centric network	<i>ZHAO Dan, WEN Feng, XU Xin, WANG Peng, CHEN Bo</i>	Z1	[2016261](147)
Evaluation method for information security capability of mobile phone user based on behavior ontology under unconscious condition	<i>MAI Cheng-cheng, CHEN Bo, ZHOU Jia-kun, YU Ling</i>	Z1	[2016262](156)
Security analysis and improvement of two attribute-based signature schemes	<i>YANG Xiao, XIANG Guang-li, WEI Jiang-hong, SUN Rui-zong</i>	Z1	[2016263](168)
Anonymity handover authentication protocol based on group signature for wireless Mesh network	<i>SU Bin-ting, XU Li, WANG Feng, LIN Zhi-xing</i>	Z1	[2016264](174)
Business process mining based insider threat detection system	<i>ZHU Tai-ming, GUO Yuan-bo, JU An-kang, MA Jun</i>	Z1	[2016265](180)
Efficient and secure message authentication scheme for VANET	<i>WU Li-bing, XIE Yong, ZHANG Yu-bo</i>	11	[2016211](1)
Online trace anonymization based on anonymous flow table	<i>HAN Chun-jing, GE Jing-guo, XIE Gao-gang, LI Liang-xiong, LI Tong, LIU Yun-jie</i>	11	[2016214](11)
Dynamic adaptive discrete particle swarm optimization algorithm based method on low-power mapping in network-on-chip	<i>LIU Qin-rang, DAI Qi-hua, SHEN Jian-liang, ZHAO Bo</i>	11	[2016215](23)
Location privacy preservation approach towards to content sharing on mobile online social network	<i>LI Chao, YIN Li-hua, GENG Kui, FANG Bin-xing</i>	11	[2016212](31)
Connectivity analysis of passive cluster with high stability in vehicular wireless network	<i>QIU Gong-an, BAO Zhi-hua, ZHANG Guo-an, ZHANG Shi-bing</i>	11	[2016218](42)
Dynamic and adaptive access control model	<i>SHI Guo-zhen, WANG Hao-jie, CI Yun-fei, YE Si-shui, GUO Yun-chuan</i>	11	[2016220](49)
Regularized manifold information extreme learning machine	<i>LIU De-shan, CHU Yong-he, YAN De-qin</i>	11	[2016213](57)

Research on human blockage effect for indoor 26 GHz mm-wave communications		
<i>GENG Sui-yan, LI Xing, WANG Qi, WANG Guang-bo, WANG Meng-jun, SUN Shao-hui, HONG Wei, ZHAO Xiong-wen</i>	11	[2016227](68)
Research of compressed sensing for predistortion with relatively low sampling frequency		
..... <i>HU Xin, WANG Jian-kang, LIU Fei, OU Lian-jun, LIANG Jun, WANG Gang, LUO Ji-run</i>	11	[2016221](74)
Bankline extraction in remote sensing images using principal curves		
..... <i>GUO Yun, WANG Yi-huai, LIU Chun-ping, GONG Sheng-rong, JI Yi</i>	11	[2016222](80)
Balanced multiple controllers placement with latency and capacity bound in software-defined network		
..... <i>QIN Kuang-yu, HUANG Chuan-he, WANG Cai-hua, SHI Jiao-li, WU Di, CHEN Xi</i>	11	[2016219](90)
Fast reused code tracing method based on simhash and inverted index		
..... <i>QIAO Yan-chen, YUN Xiao-chun, TUO Yu-peng, ZHANG Yong-zheng</i>	11	[2016225](104)
Using deep learning for detecting BotCloud		
..... <i>KOU Guang, TANG Guang-ming, WANG Shuo, SONG Hai-tao, BIAN Yuan</i>	11	[2016228](114)
Human personality privacy analysis based on visual features		
..... <i>NIE Jie, HUANG Lei, LI Zhen, ZHANG Jian, YAN Yan, WEI Zhi-qiang</i>	11	[2016223](129)
Study on authority watermark of the electronic chart based on the semantics characteristics		
..... <i>LAI Ming-zhu, ZHANG Li-guo, FENG Wei-miao, WANG Yuan-yuan, WANG Yong, LI Shou-zheng</i>	11	[2016230](137)
Anti-packet-loss joint encoding for voice-over-IP steganography		
..... <i>GAO Zhan-zhan, TANG Guang-ming, ZHANG Wei-wei</i>	11	[2016231](146)
Opposition-based particle swarm optimization with adaptive elite mutation and nonlinear inertia weight		
..... <i>DONG Wen-yong, KANG Lan-lan, LIU Yu-hang, LI Kang-shun</i>	12	[2016224](1)
Performance analysis of MIMO DUCA multiple antenna system		
..... <i>SHAO Gen-fu, YAO Ying-li, ZHOU Jie, HISAKAZU Kikuchi</i>	12	[2016226](11)
Uplink scheduling scheme for cloud service based on software-defined wireless network		
..... <i>PAN Su, XIAO Bang, CHEN Yu-qing, LIU Sheng-mei</i>	12	[2016232](21)
Vehicle density based multihop broadcast protocol in VANETs		
..... <i>HUANG Jia-wei, ZHONG Shao-hua, LIU Lian-hai, WANG Jian-xin</i>	12	[2016233](32)
Novel method based on fractional lower-order correntropy-analogous statistics for parameter jointly estimation in bistatic MIMO radar		
..... <i>LI Li, QIU Tian-shuang, HE Ming-yan</i>	12	[2016236](42)
Calculating the feature method of short text based on analytic hierarchy process		
..... <i>ZOU Xue-qiang, BAO Xiu-guo, HUANG Xiao-jun, MA Hong-yuan, YUAN Qing-sheng</i>	12	[2016239](50)
Resource allocation algorithm for situation awareness based on multiple-choice quadratic knapsack		
..... <i>SUN Yan-wei, GUO Yun-chuan, ZHANG Ling-cui, FANG Bin-xing</i>	12	[2016272](56)
Load balancing geographic routing strategy for aeronautical ad hoc networks		
..... <i>ZHENG Bo, ZHANG Heng-yang, WANG Bao-liang, ZHAO Wei</i>	12	[2016273](67)
Cookie based online tracing method for cyberlockers resource		
..... <i>LIN Hai-lun, LI Yan, WANG Wei-ping, YUE Yin-liang, LIN Zheng</i>	12	[2016274](77)

Stochastic job stream scheduling method for cipher chip with multi-cryptography
 *LI Li, SHI Guo-zhen, GENG Kui, DONG Xiu-ze, WANG Xuan, LI Feng-hua* 12 [2016275](86)

Malicious attack-resistant secure localization algorithm for wireless sensor network.....
 *XU Kun, LIU Hong-li, ZHAN Jie, MA Zi-ji* 12 [2016276](95)

FilterFA: a multiple string matching algorithm based on specification of character set
 *ZHANG Ping, HE Hui-min, ZHANG Chun-yan, CAO Cong, LIU Yan-bing, TAN Jian-long* 12 [2016277](103)

Design of a novel sextuple band-notched UWB antenna *LIU Han, YIN Cheng-you, FAN Qi-meng* 12 [2016278](115)

Comprehensive Reviews

Research on network virtualization slicing mechanism in SDN-based testbeds
 *LIU Jiang, HUANG Tao, ZHANG Chen, ZHANG Ge* 4 [2016083](159)

Survey of modeling methods in cyber-physical system
 *LI Ren-fa, YANG Fan, XIE Guo-qi, HUANG Jing, DUAN Meng-qin* 5 [2016106](165)

Survey of security for Android smart terminal
 *XU Yan-ping, MA Zhao-feng, WANG Zhong-hua, NIU Xin-xin, YANG Yi-xian* 6 [2016127](169)

Research progress on cloud data assured deletion based on cryptography
 *XIONG Jin-bo, LI Feng-hua, WANG Yan-chao, MA Jian-feng, YAO Zhi-qiang* 8 [2016167](167)

Survey on data preserving for the search of internet of things
 *WANG Jia-hui, LIU Chuan-yi, FANG Bin-xing* 9 [2016186](142)

Review and perspective on encrypted traffic identification research
 *PAN Wu-bin, CHENG Guang, GUO Xiao-jun, HUANG Shun-xiang* 9 [2016187](154)

Some critical issues of content sharing network *LU Qiang, LIU Bo, HU Hua-ping* 10 [2016207](158)

Research status and development trends of security assurance for space-ground integration information network
 *LI Feng-hua, YIN Li-hua, WU Wei, ZHANG Lin-jie, SHI Guo-zhen* 11 [2016229](156)

Research progress on secure data deduplication in cloud
 *XIONG Jin-bo, ZHANG Yuan-yuan, LI Feng-hua, LI Su-ping, REN Jun, YAO Zhi-qiang* 11 [2016238](169)

Research progress on location privacy-preserving techniques
 *WAN Sheng, LI Feng-hua, NIU Ben, SUN Zhe, LI Hui* 12 [2016279](124)

Correspondences

Non-intermittent cooperative downloading approach for VANET
 *XIE Yong, WU Li-bing, HE Yan-xiang, FAN Jing, LIU Bing-yi* 1 [2016022](180)

Improved algorithm based on result zone for GNSS attitude measurement
 *LI Shi-jie, LI Zhi-an, PANG Chun-lei, YU Yong-lin, WANG Yong* 1 [2016023](191)

User fuzzy similarity-based collaborative filtering recommendation algorithm
 *WU Yi-tao, ZHANG Xing-ming, WANG Xing-mao, LI Han* 1 [2016024](198)

Research of composite safety protection for digital maps *XU Feng, LI Jia-nan, SUN Jian-guo* 2 [2016044](173)

Analysis on the degree of freedom of interference alignment in cognitive radio			
.....	<i>SUN Xian, ZHAO Xiao-hui</i>	2	[2016045](179)
Multi scale power spectral density subband gradient-based spectrum sensing algorithm and performance analysis			
.....	<i>ZHANG Yang, PENG Hua, GONG Ke-xian</i>	2	[2016046](190)
Tone reservation technique combined with active constellation extension for PAPR reduction of OFDM signal			
.....	<i>LIU Fang, WANG Yong</i>	3	[2016065](175)
Key nodes discovery in network graph based on Graphlab			
.....	<i>GAO Zhuang-liang, LYU Yan-fei, ZHANG Hong</i>	3	[2016066](182)
Research on (t, k) -diagnosability for exchanged hypercube network.....			
.....	<i>XIONG Xi, LIANG Jia-rong, MA Qiang</i>	3	[2016067](190)
Noncoherent multiple symbol detection of CPFSK based on decision-feedback			
.....	<i>CHEN Qiang, RUI Guo-sheng, SUN Wen-jun, TIAN Wen-biao, ZHANG Yang</i>	4	[2016084](172)
Coupling image denoising model based on total variation.....			
.....	<i>WANG Mei-ling, ZHOU Xian-chun, ZHOU Lin-feng, SHI Lan-fang</i>	4	[2016085](182)
Space alternating generalized maximum-likelihood based low-complexity list detection algorithm			
.....	<i>JING Chang-le, WANG Xin, WEI Ji-bo, CHEN Bin, WU Shi-qi</i>	4	[2016086](192)
Research on a hexagonal lattice optimal clustering routing algorithm based on hybrid CS for WSN.....			
.....	<i>CUI Can, SUN Yi, LU Jun, HAO Jian-hong</i>	5	[2016104](176)
Electronic cash system based on certificateless group signature.....			
.....	<i>LIANG Yan, ZHANG Xiao, ZHENG Zhi-ming</i>	5	[2016107](184)
Research on linear approximations of simplified Trivium			
.....	<i>MA Meng, ZHAO Ya-qun</i>	6	[2016108](185)
Adaptive steganography algorithm in digital image based on Arnold transform.....			
.....	<i>LI Qi, LIAO Xin, QU Guo-qing, CHEN Guo-yong, DU Jiao</i>	6	[2016128](192)
Hierarchical certificateless authenticated key agreement protocol			
.....	<i>SU Hang, LIU Jian-wei, TAO Rui</i>	7	[2016145](161)
Study on energy saving strategy and Nash equilibrium of base station in cognitive radio network			
.....	<i>MA Xiao-tong, JIN Shun-fu, LIU Jian-ping, HUO Zhan-qiang</i>	7	[2016146](172)
Efficient anonymous roaming authentication scheme using certificateless aggregate signature in wireless network			
.....	<i>LIU Dan, SHI Run-hua, ZHANG Shun, ZHONG Hong</i>	7	[2016147](182)
Neural network blind equalization optimized by parallel genetic algorithm with partial elitist strategy.....			
.....	<i>WANG Er-fu, ZHENG Yuan-shuo, CHEN Xin-wu</i>	7	[2016148](193)
Meet-in-the-middle attacks on FOX block cipher.....			
.....	<i>LI Rong-jia, JIN Chen-hui</i>	8	[2016168](185)
Chaotic hiding and its positive definite blind extraction algorithm of speech signal.....			
.....	<i>WANG Er-fu, ZHENG Yuan-shuo, CHEN Xin-wu, LIU Xiao-zhen</i>	8	[2016171](191)
Analysis of stability condition for LDPC codes and optimizing degree sequences over mixed channel			
.....	<i>SUN Kang-ning, MA Lin-hua, RU Le, FAN Wen-tong, HU Xing, HUANG Shao-cheng</i>	9	[2016188](168)
DiffPRFs: random forest under differential privacy.....			
.....	<i>MU Hai-rong, DING Li-ping, SONG Yu-ning, LU Guo-qing</i>	9	[2016169](175)

Sensor fault detection algorithm based on credibility and neighbor-cooperation			
..... <i>LIN Yan-fei, SHAO Su-jie, ZHONG Cheng, GUO Shao-yong, QIU Xue-song</i>	9	[2016170](183)	
Anomaly domains detection algorithm based on historical data			
..... <i>YUAN Fu-xiang, LIU Fen-lin, LU Bin, GONG Dao-fu</i>	10	[2016208](172)	
Design of polling access control protocol in WSN based on FPGA			
..... <i>LIU Long-jun, DING Hong-wei, LIU Qian-lin, LIU Zheng-gang</i>	10	[2016209](181)	
Attack path prediction method based on causal knowledge net			
..... <i>WANG Shuo, TANG Guang-ming, KOU Guang, SONG Hai-tao</i>	10	[2016210](188)	
Data leakage prevention system based on transparent encryption for mobile terminal equipment			
..... <i>HUANG Zhen-tao, HE Nuan, FU An-min, KUANG Bo-yu, ZHANG Guang-hua</i>	Z1	[2016266](189)	
Certificate integration management platform based on identity key			
..... <i>LIU Mu-zhou, QIU Jian-shu, ZHANG Yun-yong, YAN Bin-feng, ZHANG Si-yao, TANG Ya-fei</i>	Z1	[2016267](197)	
Research on DDoS detection in multi-tenant cloud based on entropy change			
..... <i>WANG Miao, WANG Li-ming, XU Zhen, MA Duo-he</i>	Z1	[2016268](204)	
Joint sparse model based data reconstruction algorithm for wireless sensor network			
..... <i>LIU Yi-ying, LI Guo-rui, TIAN Li</i>	Z1	[2016269](211)	
Research on decision making of optimal communication system based on user			
..... <i>WU Yu-hang, YAN Shao-hong</i>	Z1	[2016270](219)	
Location privacy preserving scheme against attack from friends in SNS			
..... <i>LIN Xi, HAN Yi-liang, KE Yan, YANG Xiao-yuan</i>	Z1	[2016271](224)	
Multi-class support vector machine-based fast algorithm for 3D-HEVC depth video intra coding			
..... <i>LIU Sheng, PENG Zong-ju, CHEN Jia-li, CHEN Fen, YU Mei, JIANG Gang-yi</i>	11	[2016235](181)	
Zero correlation-integral attack of MIBS block cipher			
..... <i>LIU Qing-cong, ZHAO Ya-qun, MA Meng, LIU Feng-mei</i>	11	[2016234](189)	
Formal verification and implementation of safety computer communication management mechanism			
..... <i>LIANG Liang, CAO Yuan, MA Lian-chuan, ZHANG Yu-zhuo, LI Heng-kui</i>	11	[2016237](196)	
Design of a tensile-type 3-D multi-scroll chaotic system and its application in secure communication			
..... <i>MA Jun-peng, WANG Li-dan, DUAN Shu-kai, WU Jie-ning</i>	12	[2016280](142)	
Dummy trajectory privacy protection scheme for trajectory publishing based on the spatiotemporal correlation			
..... <i>LEI Kai-yue, LI Xing-hua, LIU Hai, PEI Zhuo-xiong, MA Jian-feng, LI Hui</i>	12	[2016281](156)	
Reducing false positives of steganalysis via classification of image-acquiring sources			
..... <i>YANG Pei-tao, ZHANG Wei-ming, YU Neng-hai</i>	12	[2016282](165)	
Method of individual communication transmitter identification based on maximum correntropy			
..... <i>TANG Zhe, LEI Ying-ke</i>	12	[2016283](171)	
Multi-hop wireless network oriented multiple jammers localization algorithm			
..... <i>WANG Qi-ping, WEI Xiang-lin, FAN Jian-hua, WANG Tong-xiang, HU Fei</i>	12	[2016284](176)	

致 谢

《通信学报》自 1980 年创刊以来,承蒙各位专家学者的支持和厚爱,为我刊审阅了大量来稿。在新年到来之际,我们谨向 2016 年关心和支持我刊,在百忙中为我刊审稿的专家学者致以崇高的敬意和深深的感谢。希望各位专家能继续支持我们的工作,感谢你们付出的辛勤劳动!恭祝各位专家新年愉快!

2016 审稿专家名单

(如有遗漏敬请包涵,排名不分先后)

艾 渤 安辉耀 安建平 安玲玲 安 鹏 白恩健 白光伟 白智全 柏延臣 包志华 毕笃彦 边东明
蔡 康 蔡 凌 蔡文郁 蔡 英 蔡岳平 蔡跃明 曹继华 曹 源 柴争义 常朝稳 常晓林 陈 波
陈 晨 陈东明 陈海华 陈 华 陈嘉兴 陈建文 陈 恺 陈 林 陈 琳 陈鲁生 陈 莘 陈宁江
陈庆章 陈铁明 陈文胜 陈 新 陈秀波 陈 越 陈 云 陈 朝 陈志刚 陈志奎 成礼智 程 剑
褚庆昕 崔超远 代 彬 代 锋 戴志涛 邓晓衡 丁 荣 丁世飞 丁宇新 董庆宽 董守斌 都 政
窦全胜 窦万春 杜 蛟 杜军朝 杜 坤 杜文峰 段书凯 范九伦 范修斌 方 娟 方 巍 方 昕
方 勇 冯朝胜 冯登国 冯景瑜 冯 径 冯 涛 付安民 付绍静 付松年 付 伟 付卫红 付永钢
甘良才 甘 勇 甘早斌 高 隼 高文字 高玉龙 龚海刚 龚 俭 龚声蓉 龚 征 顾仁涛 顾 燕
管 武 管章玉 郭 滨 郭大波 郭 虹 郭 昆 郭 庆 郭迎春 郭云川 韩江洪 韩 敏 韩太林
韩益亮 韩 臻 韩志杰 郝士琦 何 明 贺鹏飞 洪 飞 侯 嘉 侯蓉晖 胡爱群 胡 蝶 胡海洋
胡华平 胡 军 胡青松 胡胜红 胡学先 胡玉鹏 华 光 华惊宇 黄海平 黄海生 黄 河 黄河燕
黄华军 黄华伟 黄 杰 黄开枝 黄旗明 黄 勤 黄庆华 黄 韬 黄学军 黄永明 姬东耀 吉根林
纪其进 纪越峰 季新生 冀保峰 贾春福 贾俊铖 简志华 江 虹 姜春茂 姜 静 姜 奇 姜秀柱
姜正涛 蒋定德 蒋刚毅 蒋黎明 蒋烈辉 蒋 鹏 金舒原 金顺福 靳小龙 康海燕 柯品惠 柯熙政
赖英旭 兰巨龙 兰旭辉 郎为民 雷 宏 李传东 李春国 李风华 李 刚 李会勇 李继国 李建更
李建华 李 剑 李 靖 李 君 李领治 李龙江 李梦东 李 明 李 楠 李 平 李仁发 李融林
李 睿 李绍滋 李士宁 李 韬 李 伟 李伟生 李兴华 李旭杰 李艳平 李艳涛 李 莹 李勇军
李玉峰 李 云 李哲涛 李振兴 李振宇 李志农 李致远 李智勇 梁国龙 梁永生 廖 斌 林嘉宇
林 敏 林荣恒 林伟伟 林志贵 刘安丰 刘纯平 刘丹谱 刘粉林 刘凤梅 刘功亮 刘洪涛 刘会杰
刘杰平 刘 璐 刘开华 刘林峰 刘 留 刘勤让 刘 全 刘绍辉 刘文波 刘星成 刘兴伟 刘徐迅
刘 业 刘治国 楼俊钢 鲁宏伟 鲁剑锋 陆建华 陆月明 逯贵祯 路兆铭 罗海勇 罗洪斌 罗 娟

罗俊海 罗 涛 骆剑平 吕 钊 马春光 马鸿洋 马建峰 马丕明 马兆丰 孟维晓 孟祥武 聂 敏
 聂世忠 宁更新 牛奕龙 欧阳缮 潘长勇 庞建民 裴庆祺 彭 军 彭 敏 彭荣群 彭 鑫 钱丽萍
 钱亚冠 钱志鸿 乔树山 秦 浩 秦小麟 卿朝进 邱天爽 邱雪松 仇洪冰 屈 丹 任 智 阮方鸣
 阮秋琦 沙学军 单承赣 单剑锋 尚 涛 邵建华 余 堃 沈建华 沈 雷 沈 立 沈连丰 沈庆国
 盛 彬 石胜飞 石 硕 舒 坚 宋建新 宋立众 宋铁成 苏 伟 孙冬艳 孙 辉 孙锦华 孙 君
 孙 锐 孙知信 谈 玲 谭作文 汤 琦 唐 斌 唐友喜 陶 军 田 峰 田文洪 田亚飞 田有亮
 佟晓筠 万加富 王 鹏 王 彬 王 滨 王昌达 王春悦 王德刚 王海涛 王海艳 王宏霞 王慧明
 王 健 王敬宇 王 堃 王良民 王 琳 王明生 王世练 王卫东 王向阳 王兴元 王 雪 王 永
 王永全 王 勇 王跃飞 王泽辉 王昭顺 王志坚 王中鹏 韦 岗 魏 军 魏志强 闻英友 毋国庆
 吴春明 吴国新 吴 虹 吴家皋 吴 俊 吴少川 吴绍华 吴廷勇 吴 巍 吴晓平 吴宣利 吴 怡
 吴 英 吴 远 吴泽彬 吴志军 伍之昂 武明虎 席 亮 夏士雄 相 洁 肖进胜 肖 瑛 谢卫华
 谢显中 熊志勇 须文波 徐 超 徐九韵 徐立中 徐启建 徐秋亮 徐 森 徐伟强 徐位凯 许 威
 许晓荣 薛小平 闫成新 闫怀志 严 飞 阎 毅 阳凡林 阳小龙 杨 波 杨晨阳 杨春刚 杨高波
 杨家海 杨家轩 杨 军 杨科华 杨 力 杨立才 杨 强 杨 维 杨卫东 杨 燕 杨余旺 杨泽明
 杨 哲 杨 震 杨志伟 仰枫帆 姚念民 姚英彪 叶阿勇 叶中付 殷福亮 于银辉 余建平 余乐军
 俞东进 禹 勇 曾 嵘 詹亚锋 战金龙 张宝富 张宝贤 张冬明 张更新 张光华 张 恒 张洪欣
 张 华 张建标 张建明 张 娇 张 劼 张 晶 张立军 张立强 张 茹 张三峰 张士兵 张文波
 张文英 张小飞 张新鹏 张业荣 张以文 张毅锋 张 颖 张永刚 张永铮 张友春 张 源 张云勇
 张载龙 张长江 张治中 张 中 张中兆 赵海涛 赵 欢 赵继军 赵军辉 赵 明 赵泉华 赵 睿
 赵相福 赵小敏 赵 岩 赵 耀 赵一鸣 赵永利 赵永祥 赵玉萍 赵 跃 赵跃龙 赵增华 赵正敏
 赵知劲 郑国强 郑国莘 郑江滨 郑君杰 郑 凯 郑林华 郑 霖 郑明春 郑学强 周 杰 周南润
 周庆国 周世东 周四望 周 天 周 宇 周志刚 朱翠涛 朱国胜 朱浩瑾 朱洪波 朱 辉 朱建明
 朱立东 朱丽平 朱晓维 朱秀昌 朱志良 朱仲杰 祝烈煌 邹国兵