

# 无线自组织网络相关论文阅读报告

ZYZ

2019 年 4 月 7 日

## 1 论文信息

**标题** Adaptive Beaconing Approaches for Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey 关于车载Ad Hoc网络的自适应信标方法的调查

**作者** Syed Adeel Ali Shah, Ejaz Ahmed, Feng Xia , Ahmad Karim, Muhammad Shiraz, and Rafidah Md Noor

**出版** IEEE Systems Journal ( Volume: 12 , Issue: 2 , June 2018 )

## 2 背景

在过去十年中，无线通信技术的兴起有望改善道路上的旅行体验。具有传感功能的车辆和路边单元现在能够以非常详细和无处不在的方式收集有关道路和交通状况的信息。由于汽车行业旨在为车辆配备专用的短程通信（DSRC）技术，我们可能很快会体验到可持续智能交通系统（ITS）的服务，旨在使旅行更安全，舒适和环保。

由于旅行途中的安全保障的受到研究界的密切关注，不久的将来应用大规模ITS有很大的可能性。车辆网络安全的高级视角是驾驶员对潜在危险安全情况的早期反应。一项研究表明，如果司机早点收到警告，比如半秒，大约60%的事故可以避免。因此，对周围交通状况的认识是ITS发挥效用的关键。

通常安全应用要求车辆自行组织以便保持对交通状况的准确意识。因此，车辆使用高消息频率来周期性地广播其状态（速度和方向），其状态使用1-hop传输范围内的信标。

最近对信标传输的分析表明，信标中的现有标准限制了车辆应用的性能。对于恒定的消息频率，有限的无线带宽会导致在高密度网络下，出现丢失和错误的信标接收情况。定期信标的标准旨在与自发的移动自组织通信要求一致，这些要求不一定符合车辆安全应用的通信要求。在安全应用的高消息频率传输期间，信道饱和和消息丢失不能仅通过信标标准来解决。这种情况需要能够有效利用无线信道并提供可靠的车载通信的自适应信标方法。

历史上尽管有大量的提案，但只有少数关于信标方法的调查。文章“Congestion and awareness control in cooperative vehicular systems”中的研究将自适应信标分类为通过调查一些信标方法来控制拥堵和提高邻居

意识的手段。文章“A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications”中的另一项研究将安全和非安全应用分类为讨论车间通信协议，其中还包括多播和广播。文章“Beaconing approaches in vehicular ad hoc networks: A survey”总结了信标方法的显着特征以及一些模拟结果。

### 3 意义

车辆通信要求车辆通过定期信标的交换来进行自我组织。最近对信标的分析表明，信标标准限制了车辆应用的期望的性能。这种情况可归因于可用的传输介质的质量、交通状况的持续变化以及标准无法处理应用的要求。

文章对现有自适应信标方法进行了分类和能力评估。对现有技术进行了调查，重点是信标方法的显着特征。使用几个关键参数评估信标方法的功能，基于架构和实现特征，对比了不同的信标方法。全面调查了适应性信标从启动到最新提案的发展。使用了定性方法进行这项调查，该调查提供了对重要概念的讨论，而没有将复杂的结果纳入背景，使读者易于理解。

### 4 结构及内容

文章主要贡献如下：

1. 通过示意性分层图和多通道通信视角详细分析了信标；
2. 列出了信标的关键性能要求，并根据信标方法所需的信息详细说明了信标的设计；
3. 为了对信标方法进行分类，介绍了一种基于设计的分类法；
4. 对信标方法的显着特征进行了调查，以突出关于信标方法的每个类别的关键观察；
5. 使用重要参数定性评估信标方法的能力；
6. 本文探讨了结构特征，以进一步分类和比较信标方法；
7. 提出了一些开放性的挑战。

文章结构如下：

1. 信标分析
  - (a) 信标的示意性分层图
  - (b) 多通道通信
2. 性能需求和信标设计
  - (a) 信标的关键性能要求
  - (b) 自适应信标方法的设计

- 3. 分类
  - (a) 信标类别
  - (b) 信息依赖
  - (c) 目标函数
- 4. 自适应信标方法的调查
  - (a) MFC(Message Frequency Control)方法
    - 基于交通状况的MFC、基于位置预测的MFC、基于公平性的MFC、用于超车辅助的MFC
  - (b) MFC的非安全应用
  - (c) 传递控制权方法
    - 基于公平性的TPC(Transmit Power Control)、随机权利等级的TPC、用于空间重用的TPC、基于回馈的TPC
  - (d) 其他方法
    - 异步信标传输、自适应物理数据传输率、自适应竞争窗口、载波侦听阈值
  - (e) 混合控制方法
- 5. 功能评估
  - (a) 信标负载
  - (b) 阻塞控制策略
  - (c) 公平性
  - (d) 可靠性
  - (e) 数据工具
  - (f) 共存的消息传播评估
- 6. 对比
  - (a) 分类方法
  - (b) 信标方法间的对比
- 7. 开放挑战
  - (a) ITS(Intelligent Transportation Systems)共存的信标方法
  - (b) 空间重用的可变通道
  - (c) 可扩展的异构网络通信

5 方法

提出性能需求指标

- 1. 减少信标负载

- 2. 应用多样性
- 3. 信标传输时的公平性
- 4. 可靠的信标输送

设计自适应信标方法

- 1. 应用需求
- 2. 网络状态
- 3. 交通场景
- 4. 混合

提出对比信标的方法

- 1. 通信范围
- 2. 执行定义
- 3. 信息获取定义
- 4. 无线电数量
- 5. 通道访问定义
- 6. 评估途径
- 7. 度量类型

6 结论

调查过的信标方法的主要观察结果

Approach	Idea/Parameters for Adaption	Key Observations
Message Frequency Control (MFC)	Message frequency	Message frequency adaption is disputed in context of stringent frequency requirements of safety applications
	Situation prediction	
	Fairness	Control mechanisms for position prediction lack timely prediction of potential hazardous situations
	Safety application specific Non-safety application specific	Evaluation of tolerable extent up-to which frequency could be adapted for safety applications is a challenge
Transmission Power Control (TPC)	Fairness in power allocation	A tradeoff exists between fair power allocation and high beaconing load
	Random transmit powers	Power reduction requires consideration for propagation effects i.e., shadowing/fading
	Spatial reuse	Reduced transmit power brings synchronous collision close to the critical safety range specified by the application
	Exact transmission range	Unfair power allocation may cause low reception probabilities for vehicles at close range
Miscellaneous (Misc)	Desynchronized transmissions	For higher PDR, data-rates beyond 6 Mbps is not beneficial due to sensitivity of modulation schemes to noise
	Physical data-rate adaption	Increase in contention window increases the probability of beacons being dropped at the source
	Contention window adaption	Increase in contention window also helps in selection of different back-offs, hence reduced probability of collisions
Hybrid	Carrier-sense thresholds based beaconing	Being hardware-specific parameter, the carrier-sense threshold has very few proposals
	Combination of above	Useful for highly specialized vehicular scenarios with hard QoS requirements Allows flexibility in choice of adaption parameters

自适应信标方法的评估

Category	Objective	Ref	S-NS	BL	CCS	Fairness	Reliability	DUD	CMDE
MFC	Traffic situation	[27]	√- X	app. dep	y/CL	tx-fairness	probable	NA	NA
	Position prediction	[31]	√- X	low	y/OL	NA	best-effort	NA	NA
	Position prediction	[32]	√- X	low	y/OL	NA	best-effort	NA	NA
	Fairness	[4]	√- X	app. dep	y/CL	FCC	best-effort	NA	NA
	Fairness	[33]	√- X	high	y/CL	FCC	best-effort	NA	NA
	Overtaking assistance	[34]	√- X	app. dep	NA	tx-fairness	deterministic	NA	NA
	Traffic penetration ratio	[35]	X- √	high	y/CL	NA	best-effort	NA	NA
	Efficient bandwidth utilization	[37]	X- √	low	y/CL	NA	best-effort	yes	NA
TPC	Fairness	[38]	√- X	high	y/OL	tx-fairness	probable	NA	NA
	Reducing recurring collisions	[40]	√- X	app. dep	y/OL	NA	best-effort	NA	NA
	Spatial reuse	[39]	√- X	high	NA	NA	best-effort	NA	NA
	Transmission coverage requirement	[41]	√- X	high	NA	NA	best-effort	NA	NA
Misc	Collision reduction	[42]	√- X	app. dep	NA	NA	best-effort	NA	NA
	Collision reduction	[43]	√- X	app. dep	NA	NA	best-effort	NA	NA
	Link throughput utilization	[44]	√- X	app. dep	y/CL	NA	best-effort	NA	NA
	Link throughput utilization	[45]	√- X	app. dep	y/CL	NA	probable	NA	NA
	Collision reduction	[46]	√- X	app. dep	y/CL	NA	probable	NA	NA
	Collision reduction	[47]	√- X	app. dep	y/CL	NA	probable	NA	NA
	Congestion reduction	[48]	√- X	app. dep	y/CL	NA	best-effort	NA	NA
	Spatial reuse + network capacity	[49]	√- X	app. dep	NA	NA	best-effort	NA	NA
Hybrid	Tracking accuracy+congestion reduction	[52]	√- X	app. dep	y/CL	NA	probable	NA	NA
	Forward collision warning + ACI	[50]	√- X	app. dep	NA	NA	deterministic	NA	NA
	Reliable lane change warning system	[53]	√- X	app. dep	NA	NA	deterministic	NA	NA
	Reliable intersection collision warning	[28]	√- X	app. dep	NA	NA	deterministic	NA	NA
	Density estimation+msg prioritization	[55]	√- X	app. dep	NA	tx-fairness	probable	NA	NA

S-NS: safety–nonsafety, BL: beaconing load, CCS: congestion control strategy, DUD: data utility dissemination, CMDE: coexisting, message dissemination evaluation, app. dep: application dependent, y: yes, CL: closed-loop, OL: open-loop, FCC: fair congestion control, tx: transmission, NA: not applicable.

信标方法在结构特征方面的比较

Cat.	Ref	CS	ED	IAD	Radio/s	CAD	EA	Metric type
MFC	[27]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[31]	1-hop peer	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[32]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
	[4]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[33]	1-hop broadcast	Reactive	Act(multihop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Offered Load
	[34]	1-hop peer	Proactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[35]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
	[37]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
TPC	[38]	1-hop broadcast	Reactive	Act(multihop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[40]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[39]	Multihop	Reactive	Act(multihop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
	[41]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
Misc	[42]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Interval hopping	Simulation	Rx-Tx centric
	[43]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Interval hopping	Simulation	Rx-Tx centric
	[44]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[45]	1-hop broadcast	Proactive	Passive	Single (W2)	Window tuning	Analy. model	Rx-Tx centric
	[46]	1-hop broadcast	Reactive	Act(1-hop)	Single (W2)	Window tuning	Simulation	Rx centric
	[47]	1-hop broadcast	Proactive	Passive	Single (W2)	Window tuning	analy./sim.	Rx-Tx centric
	[48]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
	[49]	1-hop broadcast	Prof/Reac	Act(1-hop)	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric
Hybrid	[51]	1-hop broadcast	Reac/pro	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Real	Rx centric
	[50]	1-hop cluster	Reac/On-dem	Act(1-hop)	Dual (T2)	Dedicated Access	Simulation	Rx centric
	[53]	1-hop peer	Reac /Reac	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Reliability
	[28]	1-hop peer	Prof/Pro	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx centric
	[55]	1-hop broadcast	Reactive	Passive	Single (W2)	Synch intervals	Simulation	Rx-Tx centric

CS: communication scope, ED: execution definition, IAD: information acquisition definition, CAD: channel access definition, EA: evaluation approach, Act: active, pro: proactive, reac: reactive, on-dem: on-demand, Synch: synchronization, Analy: analytical, Rx: receiver, Rx-Tx: receiver-transmitter.

ITS具有严格的信标传播要求，通常使用各种信标方法解决。文章通过对有效ITS设计的自适应信标方法进行调查，得到一定结果。具体而言，它首先确定了车辆应用的性能要求。然后，探索信标方法用作输入的信息和随后选择的控制机制，以提出基于设计的信标分类法。调查了MFC，TPC，混合类别等等下的一些信标方法的显着特征，并列出了关于每个类别的关键观察结果。通过考虑参数来进一步评估信标方法的能力，包括信标负载，阻塞控制策略，公平性，可靠性，数据工具和共存的消息传播评估等。此

外，信标方法中的架构和实现方面的变化用于突出它们之间的相似性和变化。根据这些贡献，提出了一些公开挑战。

## 7 可能的改进

1. 在性能需求指标中加入效率的评估，综合几个指标来计算一个评分；
2. 评估信标方法，还可从易用性、安全性角度出发，比如不同情景下资源的分配、碰撞的避免等等；
3. 信标方法在结构特征方面的比较，加入对通信方式的考量。