

多功能满足可靠性目标的资源最小化研究

姓名：袁娜
导师：李仁发教授
日期：2017.01.03

目录

CONTENTS

1 ▶ 研究背景及意义

2 ▶ 国内外研究现状

3 ▶ 研究的主要内容

4 ▶ 拟采取的解决措施

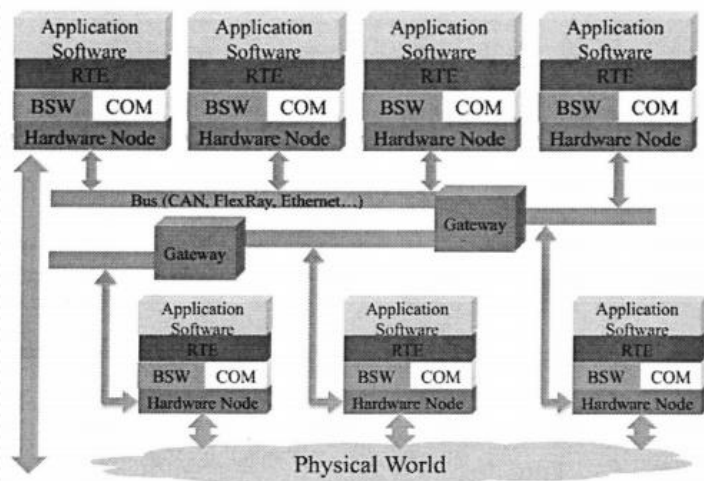
5 ▶ 进度安排

6 ▶ 参考文献

研究背景 (1/3)

➤ 汽车电子系统—典型的异构分布式嵌入式计算系统

- 为了满足人们在安全性和驾驶性能上提出的更高要求，汽车电子系统的体系结构日益复杂，遍布车内的ECU个数达到100多个，并通过多种车辆网络总线和网关实现互联，系统复杂性骤增；
 - 汽车电子系统软件规模骤增，车内的电子化功能个数达到800多个；
- 汽车产业带来新经济增长方向的同时也在不断革新人们对汽车的认识，汽车已由“会走的一堆钢铁”变成“会走的计算机”。



汽车电子系统的系统结构

现代汽车电子系统中的传感器等处理设备通过与物理世界实现动态交互，通过网络总线交由相应的计算单元处理，并作出正确的行驶、刹车和转向等功能。因此，异构网络化汽车电子系统是一个同时集成了计算系统、网络系统和物理系统的复杂分布式系统。

➤ 调度—异构分布式系统的核心研究问题

- 目标：在共享计算和网络资源条件下，通过减少并行分布式功能应用的总执行时间，提高系统的吞吐量和计算效率。
- 长期以来，传统实时嵌入式系统被简单的视作小型计算机，在资源受限(有限的处理能力、有限的电源和有限的存储等)的条件下以满足系统的可调度性、实时性等优化问题为目标；而现代汽车电子系统强调资源受限不再是主要问题，而是应该从安全关键的角度，如何利用资源确保系统的性能、实时和可靠等功能安全需求。

➤ 汽车嵌入式系统—分布式的可靠嵌入式系统

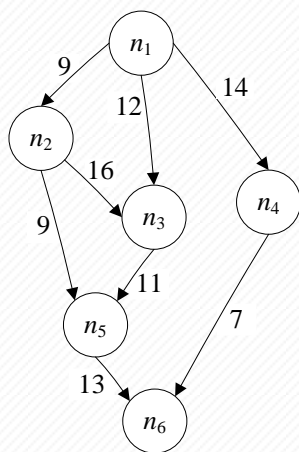
- 汽车功能可能随时遭受随机硬件失效、电磁干扰、温度升高、故障传播等安全风险问题，其面临的可靠性问题日益严峻。
- 为了高度适应汽车电子系统及其电子产品的功能安全，专门针对汽车电子系统的功能安全标准—道路车辆-功能安全(Road Vehicles-Functional Safety)标准规范ISO26262于2011年应运而生。ISO26262标准要求设计人员提前评估功能的可靠性，并采取适当的措施尽最大可能地满足功能所认证的**可靠性目标**(Reliability Goal)，特别是主动安全功能（如防抱死制动、车身电子稳定、电子制动力分配、前方防撞警示、车道维持、车道偏移警示、驾驶者状态监控、指纹辨识免钥、盲点侦测与开门警示、自动停车导引等）的可靠性目标。

➤面向汽车电子系统，开展异构网络化嵌入式系统以功能安全可靠性的调度理论和方法，确保汽车安全可靠的运行、确保车内外的人身安全，不仅适应当今汽车电子系统在异构性、网络化和复杂化等特征的需要，更符合以功能安全为核心的汽车电子基础软件产业及发展的需要。

研究现状 (1/3)

➤汽车电子系统调度模型抽象—DAG模型

- 在并行与分布式领域，任务间的优先级约束关系常用有向无环图(DirectedAcyclicGraph，DAG)模型表示。DAG中的结点表示任务，有向边表示任务间的优先约束与通信。



用 $D=(N,E)$ 表示一个DAG，其中：

$N=\{n_1,n_2,\dots,n_i\}$ ：任务集合；

$E=\{e_1,e_2,e_3,\dots,e_{i,j}\}$ ：任务间的通信消息；

$pred(n_i)$ ：任务 n_i 的直接前驱任务集合，

$ind(n_i)$ ：以 n_i 的入度，也就是其直接前驱任务集合的个数，当前任务只有在它全部前驱任务的数据到达后才能执行。

$succ(n_i)$ ：任务 n_i 的直接后继任务集合，

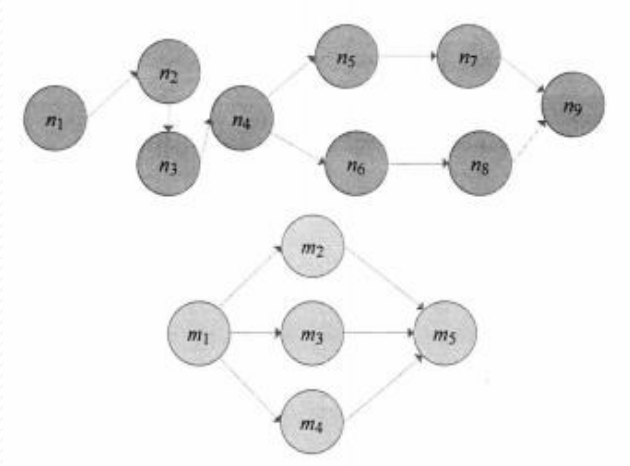
$outd(n_i)$ ： n_i 的出度，也就是直接后继任务集合的个数。 n_{entry} 没有前驱任务的任务为入口任务；

n_{exit} 没有后继任务的任务为出口任务；

研究现状 (1/3)

➤汽车电子系统调度模型抽象—DAG模型

- 汽车电子系统是由动力控制子系统、底盘控制子系统、安全控制子系统和车身控制子系统等多个子系统组成的混合系统。
- 因此，需以多DAG(Multiple DAGs)来表示汽车电子系统调度模型，相互之间具有优先级约束的一组任务表示一个DAG功能应用，各种DAG共享处理器和通信总线以实现协同调度。



可将异构网络化汽车电子系统的调度问题形式化为多DAG调度问题并进行研究

► 分布式系统下DAG任务调度的研究现状及其分类

● 目前，针对异构分布式计算系统DAG任务调度已有大量的模型假设和算法被提出，其Topcuoglu在2002年《Performance-Effective and Low-Complexity Task Scheduling for Heterogeneous Computing》所提出的异构分布式计算系统的DAG任务调度模型及HEFT算法是最著名的模型及算法之一。

DAG类型、资源环境或调度目标

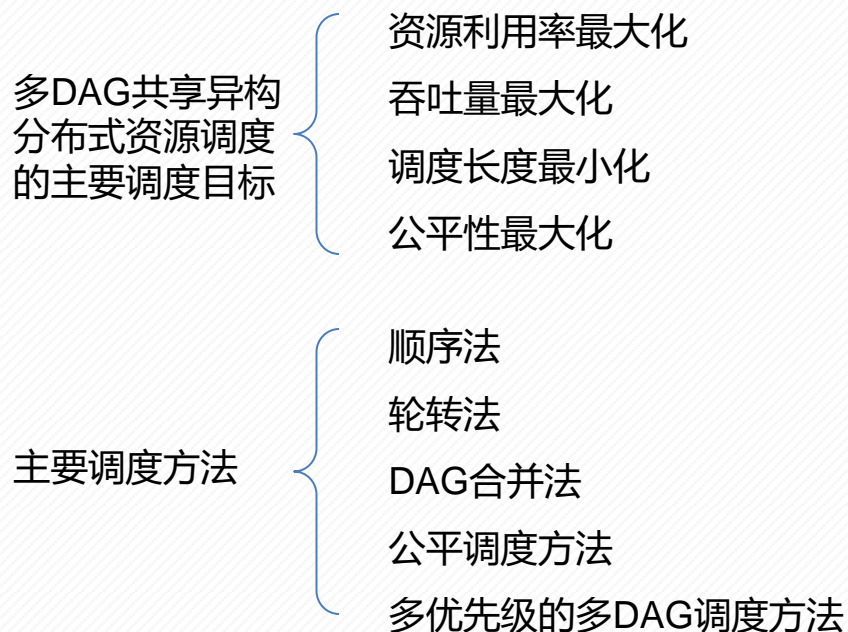
- **用户对DAG应用的起始和结束时间是否有限制**：无期限约束的DAG调度和具有期限约束的DAG调度
- **调度目标环境的可用资源数目是否固定**：数目固定和不固定
- **DAG图中的每个结点任务是否能够继续被分割并且能在任意数目机器上并行执行**：Moldable和Unmoldable类型
- **任务的调度映射方案是否在DAG执行开始前就已确定**：动态调度和静态调度
- **DAG任务是否包含必要和非必要计算成份**：精确计算DAG和非精确计算DAG任务的调度算法
- **DAG任务本身大小是否具有随机性**：随机DAG调度和非随机DAG调度。
- **系统资源管理方面**：根据计算环境中资源的可靠性而展开的资源分配、调度算法的研究和考虑资源负载平衡而展开的调度优化的研究
- **多个DAG应用是否为共享资源**：单DAG和多DAG调度。

采用的技术方法

- Markov决策过程方法
- 列表启发式方法
- 遗传、进化等随机搜索类方法
- 任务复制方法类
- 聚簇方法类
- 排队论方法类
- 模糊理论及模糊聚类方法
- 随机过程模型方法类
- 调度回溯方法类

➤ 多DAG共享分布式资源最小化的调度及其研究现状

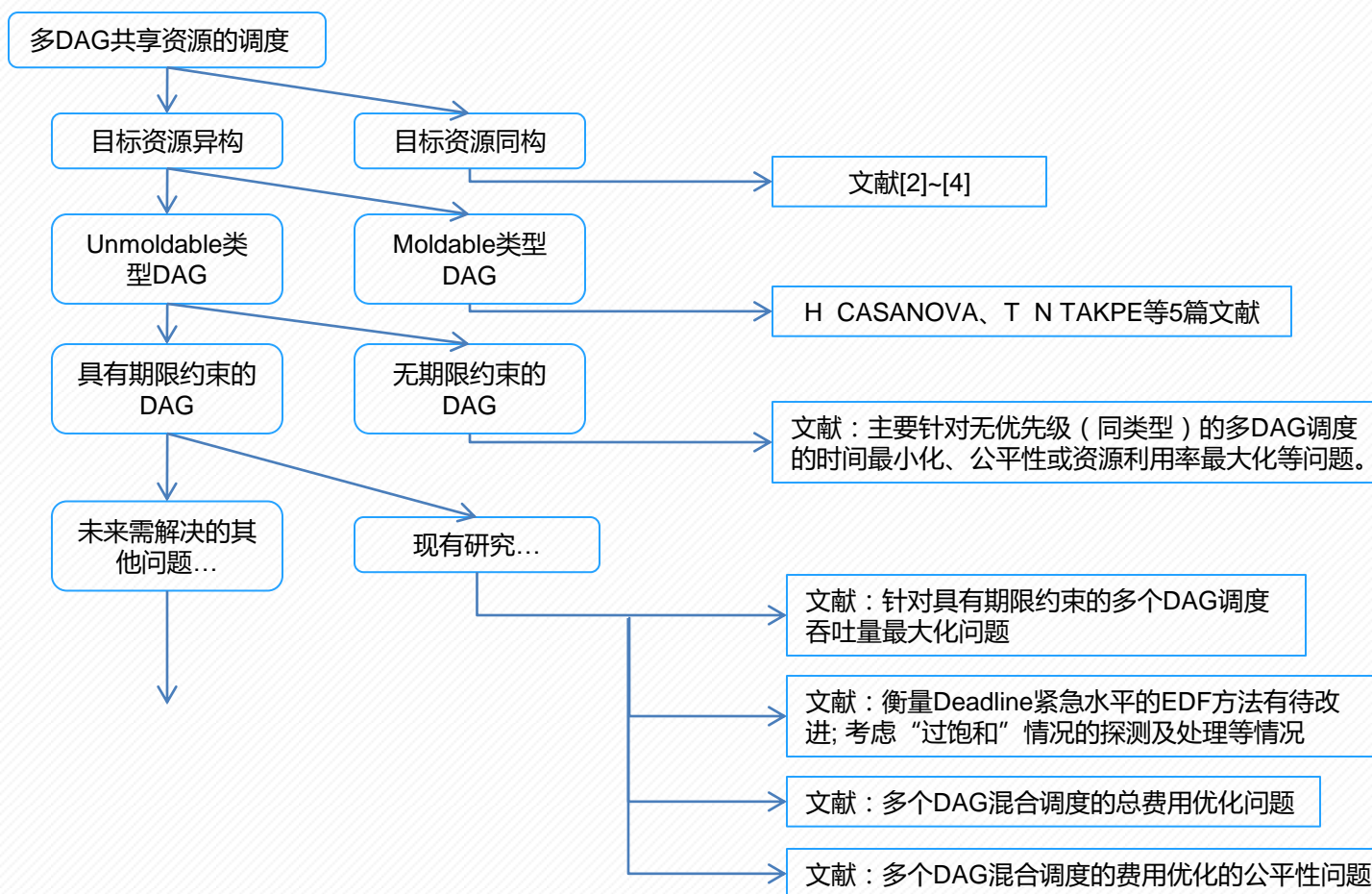
现有DAG任务调度的研究绝大多数是针对单个DAG在多个资源上的调度问题，并已趋于成熟。而针对多DAG共享一组分布式计算资源的调度问题仍有一些有待研究与解决的问题。



研究现状 (3/3)

多DAG共享分布式资源最小化的调度及其研究现状

现有DAG任务调度的研究绝大多数是针对单个DAG在多个资源上的调度问题，并已趋于成熟。而针对多DAG共享一组分布式计算资源的调度问题仍有一些有待研究与解决的问题。



➤课题主要的研究内容是在基于异构汽车电子系统功能应用的多DAG抽象模型，在满足分布式功能可靠性目标上，研究多DAG调度的资源最小化问题。

主要研究可以概括为：

- 1.满足分布式功能可靠性目标下，针对具有期限约束的多个DAG调度吞吐量最大化问题；
- 2.满足分布式功能可靠性目标下，多 DAG 调度的总费用优化问题。

■■■■■ 拟采取的解决措施

1. 异构计算的可靠性模型及可靠性目标

根据异构计算泊松分布可靠性模型计算任务的可靠性，确立分布式功能中任务可靠性与功能可靠性的关系，根据调度目标确立功能的可靠性目标。

2. 调度策略的选择

先对目前的具有期限约束的多个DAG调度吞吐量最大化和总费用优化调度策略进行优缺点对比，然后融合可靠性目标进行进行调度策略的调整与优化。

■■■■■ 进度安排

第一阶段：2016.9—2016.12

进行课题前期准备，调研工作，确定研究课题，完成论文开题工作。

第二阶段：2016.12—2017.2

阅读国内外关于汽车电子功能安全以及调度问题的文献，还原多DAG共享分布式资源部分实验。

第三阶段：2017.3—2017.6

针对满足分布式功能可靠性目标基础上，调整具有期限约束的多个DAG调度吞吐量最大化以及总费用优化目标的调度策略，分析实验结果，整理所做工作，准备中期答辩。

第四阶段：2017.7—2017.9

完成小论文的撰写，考虑毕业论文的方向。

第五阶段：2017.10—2018.1

确定毕业论文方向，设计解决方案，完成实验流程设计等内容的构思。

第六阶段：2018.2—2018.5

撰写毕业论文，准备毕业答辩。

重点参考文献

- [1] H TOPCUOGLU, S HARIRI and W MIN YOU. Performance-effective and low-complexity task scheduling for heterogeneous computing[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2002, 13(3):260-274.
- [2] 林海略, 韩燕波. 多租户应用的性能管理关键问题研究 [J]. 计算机学报, 2010, 33(10) : 1881-1895.
- [3] HUNOLD S AND LEPPING J. Evolutionary scheduling of parallel tasks graphs onto homogeneous clusters[C]. Proc. Of the 2011 IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER), 2011 : 344-352.
- [4] DUTOT P, T N'TAKPE, F SUTER AND H CASANOVA. Scheduling parallel task graphs on (almost) homogeneous multicluster platforms[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2009, 20(7) : 940-952.
- [5] 田国忠, 肖创柏, 徐竹胜等. 异构分布式环境下多DAG工作流的混合调度策略. 软件学报, 2012, 23(10) : 2720-2734 .
- [6] Z. HENAN AND R SAKELLARIOU. Scheduling multiple DAGs onto heterogeneous systems[C]. Proc. of the 20th International Parallel and Distributed Processing Symposium, Island of Rhodes, Greece, April 2006 : 1-14.
- [7] Teepe G'Remboski D , Baker R . Towards information centric automotive system architecture . In : International Congress on Transportation Electronics . New York : USA : SAE , 2002 , 387-392 .



THANKS

恳请老师批评指正！

姓名：袁娜
导师：李仁发教授
日期：2017.01.03