

汽车CAN-FlexRay异构网络时间特性分析

姓名：宋金林

导师：李仁发教授



目录



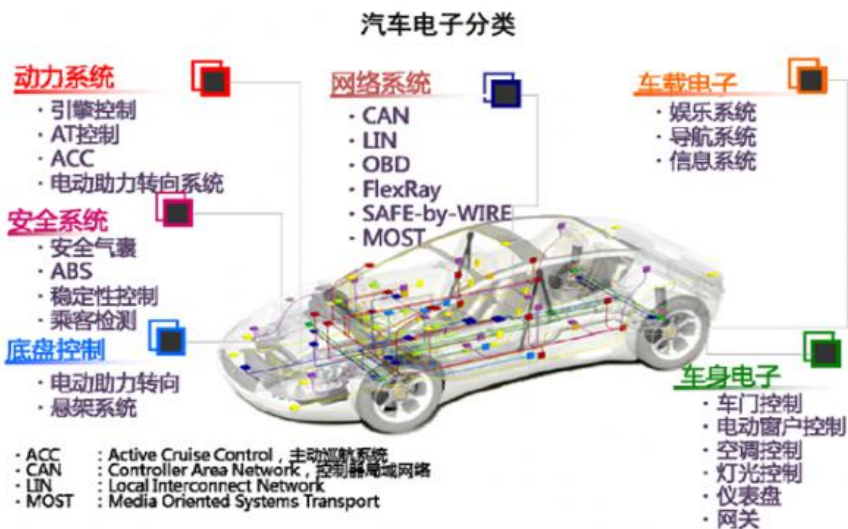
湖南大學
HUNAN UNIVERSITY

- 1、 选题背景与意义
- 2、 相关研究
- 3、 研究内容与目标
- 4、 研究方法、工具或平台
- 5、 工作的重难点及创新点
- 6、 进度安排

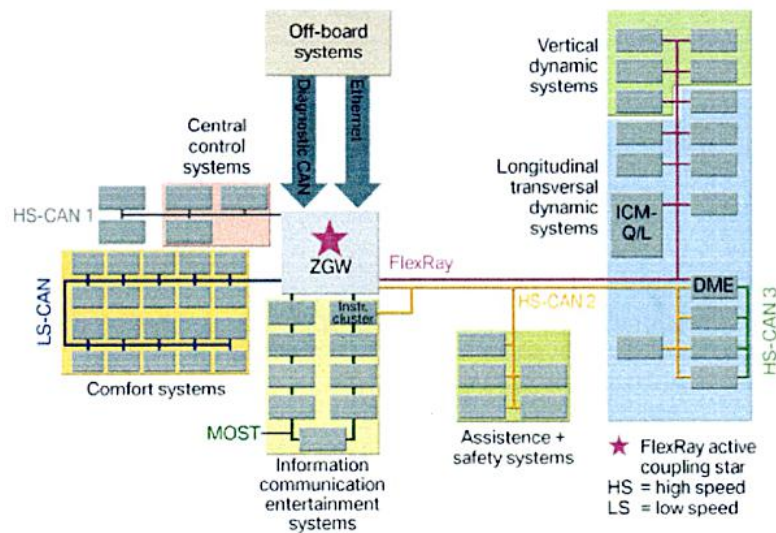


选题背景与意义

- 新一代汽车电子系统
 - 安全性、舒适性、经济性和娱乐性
- 网络体系结构-复杂的异构网络



汽车电子系统



宝马7系汽车网络体系结构



选题背景与意义

- 为了满足实时性

限制负载



资源利用率低

广泛测试



成本高、周期长

形式化
调度分析



带宽利用率能提高到70%~80%

- 消息的时间分析理论

- 以CAN网络为例，CAN网络的消息 Γ 的WCRT为可以表示为：

$$WCRT_{\Gamma} = J_{\Gamma} + W_{\Gamma} + T_{\Gamma}$$

- 其中 J_{Γ} 为消息 Γ 入队抖动，代表 Γ 从触发到进入发送缓存队列就绪时间， T_{Γ} 为消息传输时间，通常这两者可作为已知量。
- W_{Γ} 为 Γ 在队里中的排队时间，主要有高优先级消息抢占和低优先级消息反转的影响。

$$wc_{\Gamma}^{t+1} = B_{\Gamma} + \left(\sum_{\forall k \in hp(\Gamma)} \left[\frac{wc_{\Gamma}^t + J_{\Gamma} + \tau_{bit}}{T_k} \right] \cdot C_k + 3\tau_{bit} \right)$$



相关研究



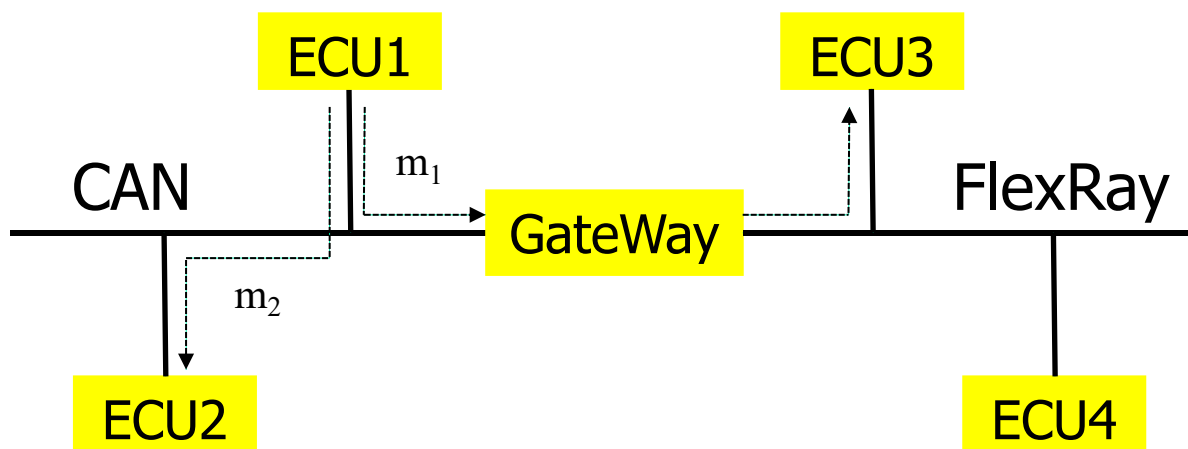
湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

- 单个网络研究
 - 研究比较成熟，多关注于消息属性、物理实现
- 网关互连异构网络研究（CAN-CAN）
 - 消息分类、“分而治之”
- CAN-FlexRay异构网络研究
 - 多关注硬件设计、形式化分析较少



研究内容和目标

- 异构模型的构建
- 异构网络中消息最坏响应时间研究
 - 非网关消息和网关消息的形式化分析
- 异构网络中消息的可调度性分析和优化

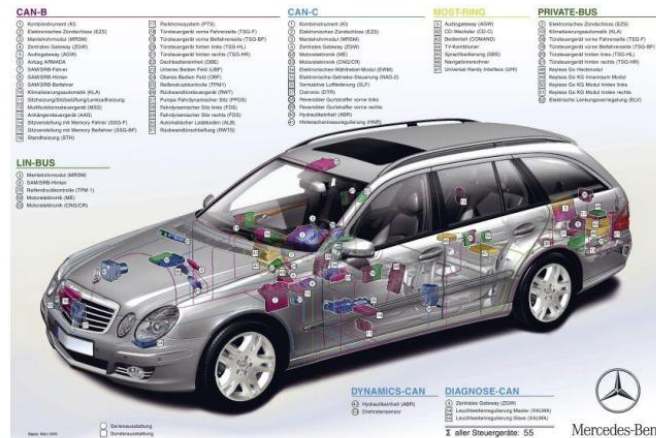
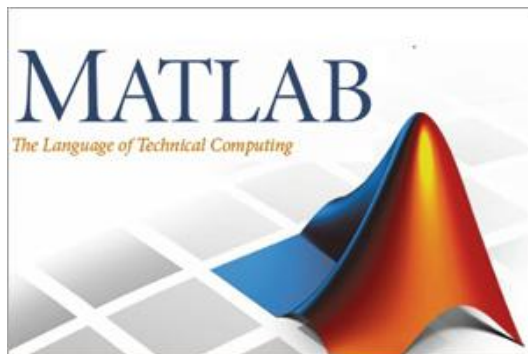


研究方法、工具或平台



湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

- 参考CAN-FlexRay异构网络硬件实现的相关研究，构建一个合理的通用的CAN-FlexRay异构网络和调度模型。
- 利用常用的软件（eclipse、matlab等）模拟消息的调度过程，对提出的算法进行实现，实验分析。
- 采用专业领域的SymTA/S进行建模、时间分析做对比。

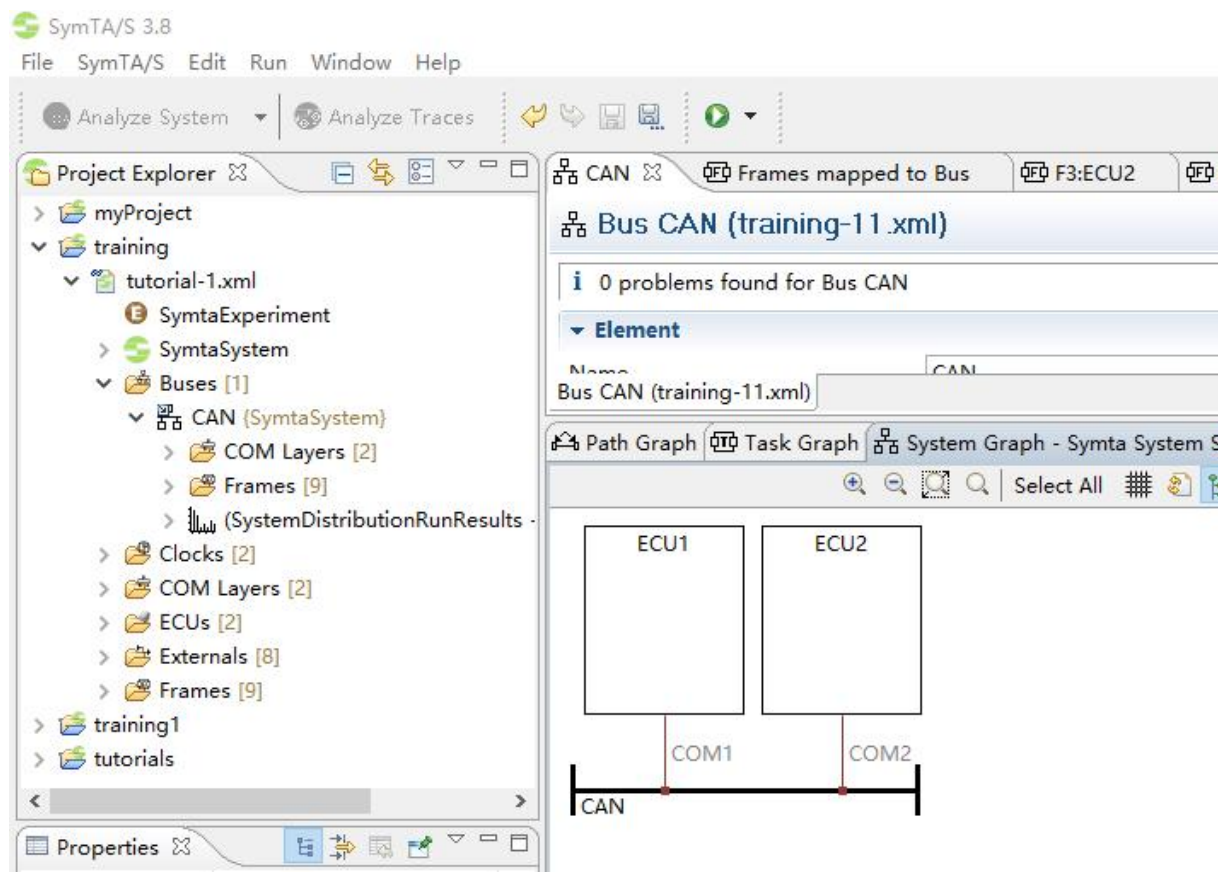


—实时系统时间特性建模、分析和验证



- 时间建模、分析和优化工具——SymTA/S

建模



研究方法、工具或平台



- 时间建模、分析和优化工具——SymTA/S

分析结果

消息的响应时间、占用时间、负载等等

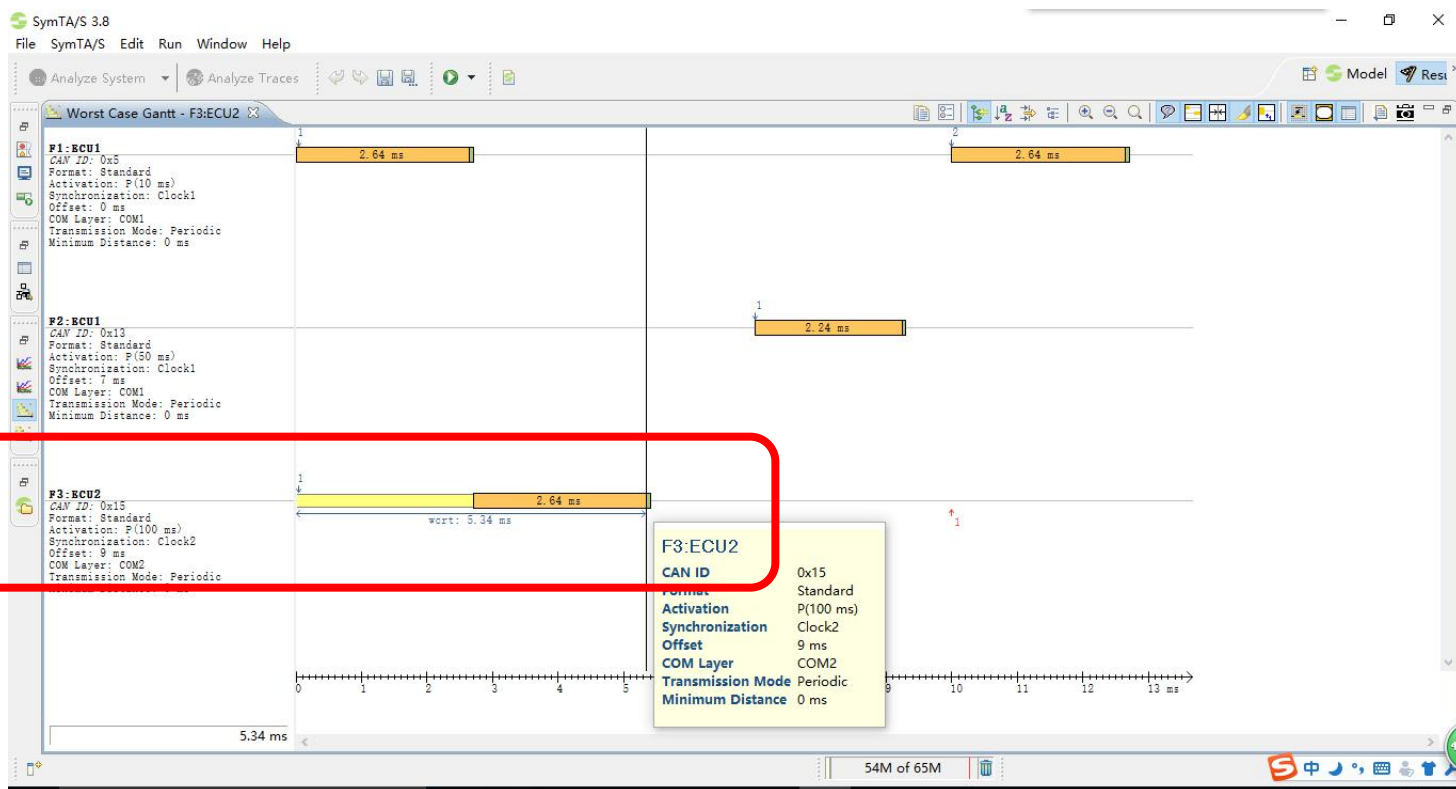
	Ex...er	Load			Output Events			Resourc...on Time	Response Time	
		Max	Total	Execution	Schedul...verhead	Activation	Synchronization	Offset	Virtual TCore	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	1 F1:ECU1	1	0.27	0.264	0.006	P(10 m...98 ms)	Clock1	2.16 m	[2.16 ...64 ms]	[2.16 ...14 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	2 F1:ECU2	1	0...4	0.0528	0.0012	P(50 m...78 ms)	Clock2	2.16 m	[2.16 ...64 ms]	[2.16 ...94 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	3 F2:ECU1	6	0...2	0.0896	0.0024	P(25 m...4 ms)	Clock1	8.84 m	[1.84 ...24 ms]	[1.84 m...84 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	4 F2:ECU2	2	0...8	0.0368	0.0012	P(50 m...92 ms)	Clock2	40...ms	[1.52 ...84 ms]	[1.52 ...44 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	5 F3:ECU1	5	0	0	0	No Event	<empty>	<empty>	[2.16 ...64 ms]	[2.16 m...44 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	6 F3:ECU2	1	0...7	0.0264	0.0006	P(100 ...8 ms)	Clock2	11...ms	[2.16 ...64 ms]	[2.16 ...94 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	7 F4:ECU2	7	0	0	0	No Event	<empty>	<empty>	[2.16 ...64 ms]	[2.16 m...34 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	8 F5:ECU2	3	0	0	0	No Event	<empty>	<empty>	[1.84 ...24 ms]	[1.84 m...04 ms]
<input checked="" type="checkbox"/>	9 F6:ECU2	1	0	0	0	No Event	<empty>	<empty>	[2.16 ...64 ms]	[2.16 m...74 ms]

研究方法、工具或平台



- 时间建模、分析和优化工具——SymTA/S

分析结果-甘特图

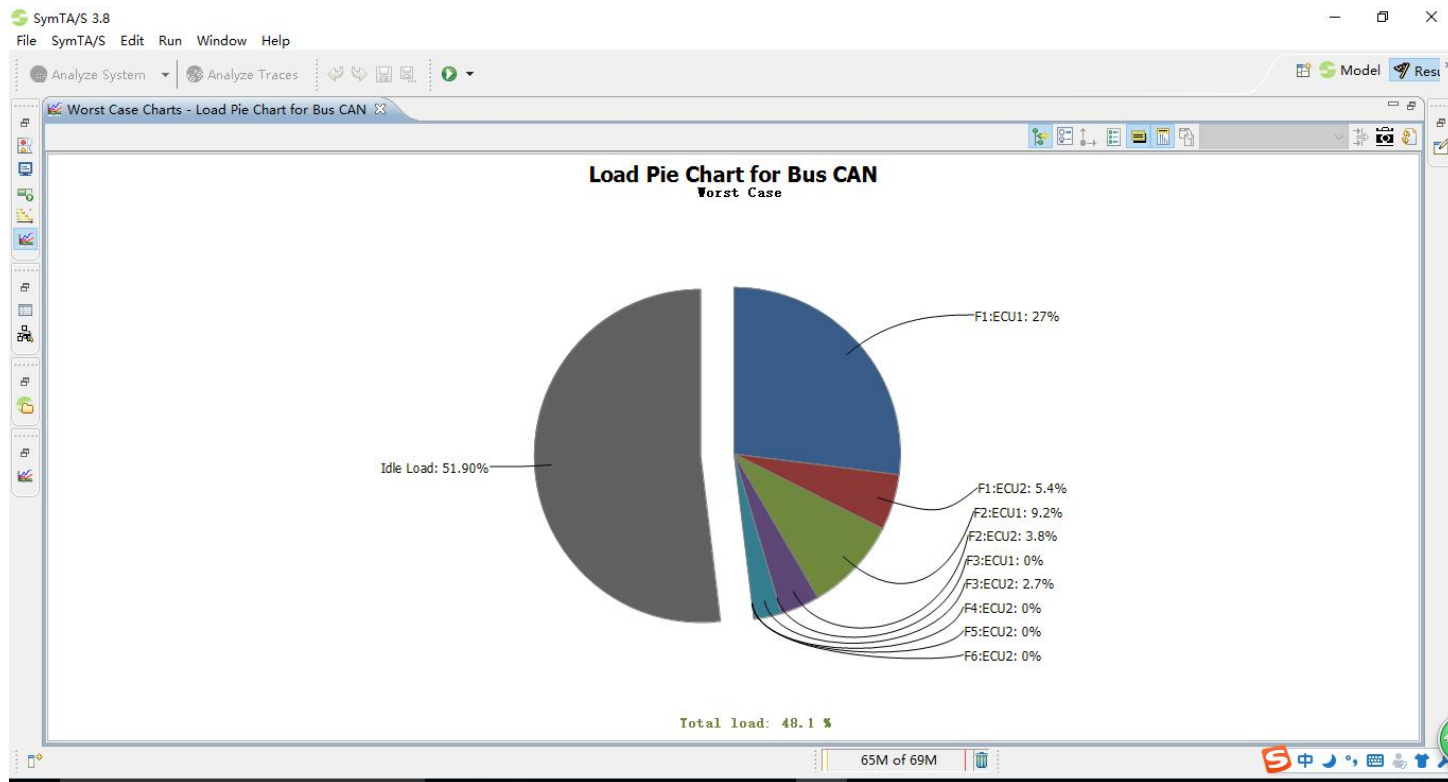


研究方法、工具或平台



• 时间建模、分析和优化工具——SymTA/S

分析结果-总线负载





工作的重难点



湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

- (1) 掌握CAN、FlexRay总线基本原理，建立切实可行的异构网络模型，为调度分析奠定合理的假设前提。
- (2) 充分了解现有单个网络消息调度分析模型以及算法，并就做精确的最坏响应时间分析。
- (3) 对CAN-FlexRay异构网络进行可调度性分析并优化。



预期成果及创新点



湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

- 预期成果
 - 搭建一个合理的通用的CAN-FlexRay异构网络模型，并提出相应的时间分析算法，能精确地分析消息的最坏响应时间，并通过SymTA/S专业软件平台实验验证算法的有效性。
 - 在核心期刊上发表1~2篇学术论文。



预期成果及创新点



湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

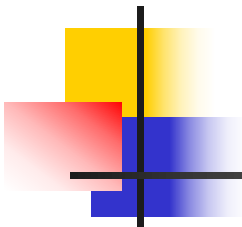
- 可能的创新点
 - 考虑CAN、FlexRay这两种应用于汽车中的典型网络的异构情况，研究其时间特性，对消息的可调度性分析进行研究。
 - 具体到算法本身，可能会改进现有单个网络中响应时间分析算法，然后针对异构网络系统提出端到端的时间分析算法。
 - 专业的SymTA/S软件进行实验，它可以在 ECU、总线和系统级不同层面完成实时系统的时间特性建模、分析和验证。

研究计划



湖南大学
HUNAN UNIVERSITY

- 第一阶段：2016.09~2016.12
 - 阅读文献，了解新一代汽车电子系统网络体系结构以及车用网络的发展现状；总结当前CAN、FlexRay网络研究现状以及在有网关互连的异构网络方面的研究，撰写开题报告。
- 第二阶段：2017.01~2017.04
 - 进一步熟悉CAN、FlexRay的协议设计和原理，了解异构网络的网关设计原理，构建所研究的CAN-FlexRay异构网络的总体架构，为时间分析算法做基础。
- 第三阶段：2017.05~2017.10
 - 提出时间分析算法，仿真测试其有效性并在SymTA/S平台上进行实验验证分析；撰写学术论文。
- 第四阶段：2017.11~2018.03
 - 实验总结分析做最后修改优化，撰写、整理学位论文并准备答辩。



湖南大學
HUNAN UNIVERSITY

感谢各位老师的聆听