|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| GF 编号： |  | 分类号： |
| 部门编号： |  | XX★X年 |
| 基层编号： |  | 2023-11-14 |

|  |
| --- |
| 中国国防科学技术报告 |
| XX（课题名称）  （基于分支定界的任务分配算法技术报告） |
|  |
|  |
| （课题英文名称）  （2021 Summary Report） |
|  |
|  |
| 单位名称 |
| 2023-11-14 |

辑 要 页

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 密级 | | | | | | X X |
| GF报告题名 | | XX（课题名称）XXX技术报告 | | | | |
| GF 编 号 | |  | 报告密级 |  | | |
| 部门编号 | |  | 分 类 号 |  | | |
| 基层编号 | |  | 作者  （技术职称） | 李某（工程师） | | |
| 总 页 数 | | 17 |
| 完成单位 | |  | 审查批准人  （职务或技术职称） | 张某（职务或技术职称） | | |
| 叙 词 | |  | | | | |
| 摘要： | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 关键词： | 形式，范例，报告，编写规则 | | | | | |
| 完成日期： | | | | | 2023-11-14 | |

|  |  |
| --- | --- |
| 英文摘要： | |
| The abstract of this report.  Key words: Shock tunnel, Heat transfer, Measurement | |
| 翻译： |  |
| 审校： |  |

目 次

[引言 1](#_Toc150798837)

[1 概况 1](#_Toc150798838)

[1.1 研究目标 1](#_Toc150798839)

[1.2 研究内容 1](#_Toc150798840)

[1.3 技术指标 2](#_Toc150798841)

[1.4 主要成果 3](#_Toc150798842)

[2 考核节点研究进展 3](#_Toc150798843)

[2.1 研究内容一：基于形式化逻辑的任务定义和先验条令的融合研究 3](#_Toc150798844)

[2.2 研究内容二：基于复杂时空约束的时敏任务智能分解研究 3](#_Toc150798845)

[2.3 研究内容三：基于分支定界搜索的快速任务分配研究 3](#_Toc150798846)

[3 考核节点研究目标与研究内容完成情况 3](#_Toc150798847)

[3.1 研究目标及实现情况 3](#_Toc150798848)

[3.2 研究内容及完成情况 3](#_Toc150798849)

[3.3 技术指标及达标情况 4](#_Toc150798850)

[3.4 主要成果及应用情况 4](#_Toc150798851)

[4 组织管理情况 4](#_Toc150798852)

[4.1 管理措施 4](#_Toc150798853)

[4.2 主要研究人员情况 4](#_Toc150798854)

[5 问题及建议 5](#_Toc150798855)

[5.1 存在问题 5](#_Toc150798856)

[5.2 建议 5](#_Toc150798857)

[6 下一步工作安排 5](#_Toc150798858)

[致谢 5](#_Toc150798859)

[参考文献 6](#_Toc150798860)

插图和附表清单

[图1 页边距设置 2](#_Toc86682601)

[图1 报告结构图 6](#_Toc86682602)

[表1 技术指标及考核方式一览表 1](#_Toc86682603)

[表2 技术指标及考核方式一览表 3](#_Toc86682604)

[表3 主要研究人员情况表 4](#_Toc86682605)

[表1 试验流场参数表 7](#_Toc86682606)

[表2 区域1测点坐标（mm） 8](#_Toc86682607)

[表3 热流测量结果（W/cm2） 9](#_Toc86682608)

[表4 区域2测点坐标（mm） 10](#_Toc86682609)

符号和缩略词

|  |  |
| --- | --- |
| M∞ | 自由来流马赫数 |
| St | 斯坦顿数 |
| ρ∞ | 自由来流密度，kg/m3 |
| u∞ | 自由来流速度，m/s |
|  |  |

引言

本课题为军事智能算法战理论主题下的fkfd课题群项目，旨在通过基于形式化逻辑与智能学习融合的集群任务分析、分解和分配算法设计 方法研究，解决传统人工规划方法难以满足任务对于正确性、最优性以及根据战损、目标侦获情况进行实时安全调整等方面的需求的问题，达到能够高效、透明地对集群复杂时序任务进行快速可靠规划的效果。

需要扩充至一页

1. 概况
   1. 研究目标

随着作Z场景的日益复杂多样化，传统人工规划方法越来越难以满足集群“侦D编组”任务对于正确性、最优性以及根据Z损、目标侦获情况进行实时调整等方面的需求。形式化逻辑方法可有效描述与处理集群时序协作任务，且具备安全性与最优性有保证、规划过程透明、可解释性强等优点，已成为任务规划领域的热门方向。但现阶段成果存在维数爆炸、规划时间长、执行效率低、不能适应动态多变场景等严重局限，无法应对集群复杂时序任务快速可靠规划要求。

本课题面向有人\无人侦C机高效、灵活协同配合开展Z场侦CJ事应用需求，开展基于形式化逻辑与智能学习融合的集群任务分析、分解和分配算法设计方法研究，利用战场侦C作战任务需求和有人\无人侦C机装备构建异构集群任务规划场景，突破时敏任务在复杂时空约束下的智能分解、在时间限制下的迭代滚动规划、动态环境下的在线自适应学习等关键技术，形成高效训练、快速推理、优化可释的群体任务规划算法能力边界分析和算法设计理论，参与“侦D一体算法Z典型场景建模及算法能力评估技术”课题算法集成，为提升空面打击侦D任务编组筹划调控能力提供支撑。

* 1. 研究内容

总体研究内容包括利用形式逻辑与智能学习技术，开展基于形式逻辑的集群任务定义、复杂时空约束下的智能任务分解、基于分支定界的快速任务分配、时间限制下的迭代滚动规划、动态环境下的在线自适应学习、侦察作Z任务场景构建，以及算法集成验证等方面的研究工作。

本节点研究内容包括：

1. 基于复杂时空约束的时敏任务智能分解研究（面向时敏任务的自动机预处理）：针对临机规划与出现Z损情况，设计集群在线协同感知方案，并根据实时任务执行状态，利用路径搜索算法和独立性分析技术，研究在线任务重规划方法，设计随时增量式算法，实现时间限制下的迭代滚动规划；

2. 基于复杂时空约束的时敏任务智能分解研究（子任务偏序分析与智能任务分解）：利用命题独立性判断技术，通过对任务自动机进行满足路径分析，研究提取子任务集合中的最小偏序关系，发掘整体任务的并发执行能力，大幅减少任务执行时间，有效规避维数爆炸，并为后续任务分配提供模型和约束条件；

3.基于分支定界搜索的快速任务分配研究（分支定界搜索框架）：对任务分配问题进行建模，针对给定子任务集合，提出基于分支定界的搜索树框架，研究搜索树的节点定义、分支方法以及剪枝过程的设计方法，得到任意时间搜索算法；

4. 基于分支定界搜索的快速任务分配研究（分支定界的上下界估计）：上下界的设计是分支定界的关键部分，根据偏序关系模型和子任务的特点，设计基于局部搜索与A\*算法的上下界的精准估计方法，有效缩小搜索空间，大幅提高搜索效率；

5. 动态环境下的时敏任务滚动规划与在线自适应学习研究（时间限制下的迭代滚动规划）：针对临机规划与出现Z损情况，设计集群在线协同感知方案，并根据实时任务执行状态，利用路径搜索算法和独立性分析技术，研究在线任务重规划方法，设计随时增量式算法，实现时间限制下的迭代滚动规划。

* 1. 技术指标

根据合同简述技术指标及考核方式。

1. 技术指标及考核方式一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 考核对象 | 考核内容及技术指标 | 考核单位 | 考核方式 | 备注 |
| 1 | 算法 | 在20个节点规模集群完成不少于10个子任务情况下，任务分解时间不大于5秒，任务分配时间不大于3秒 |  | 对包含无人机、有人机等不少于20个节点的集群，设计至少5组包含协同侦C、巡逻、打击等不少于10个协同子任务的场景，分别记录任务分解和分配算法产生结果所需时间。验证5组子任集合中，任务分解时间均不大于5秒，任务分配时间均不大于3秒 |  |
| 2 | 算法 | 在Z前筹划阶段，支持有人机、无人机等不少于20个节点和协同进攻、防御、巡逻、侦C等不少于10个协作子任务的任务规划，可在10秒内输出最优值误差不超过20%的规划方案 |  | 对包含有人机、无人机等不少于20个节点的集群，设计至少5组包含协同侦C、巡逻、打击等不少于10个协同子任务的场景，记录Z前任务规划算法在10秒内产生规划结果，并记录任务规划算法收敛到的最优规划结果。验证5组子任集合中，10秒内产生规划结果距离最优值误差均不超过20% |  |

* 1. 主要成果

本节点主要成果包括两个算法研究报告和三套算法，分别是：形式化逻辑任务分析与分解算法研究报告、基于分支定界的任务分配算法研究报告、偏序分析与任务分解算法、分支定界搜索算法、任务重规划算法。

1. 考核节点研究进展
   1. 研究内容一：基于形式化逻辑的任务定义和先验条令的融合研究
   2. 研究内容二：基于复杂时空约束的时敏任务智能分解研究
   3. 研究内容三：基于分支定界搜索的快速任务分配研究
2. 考核节点研究目标与研究内容完成情况
   1. 研究目标及实现情况

按照合同，本节点完成如下内容：

1. 提取任务偏序关系，完成任务智能分解算法设计；

2. 完成基于分支定界的搜索树框架设计；

3. 建立分支上下界的估计方法；

4. 开展随时增量式重规划算法设计，实现时间限制下的迭代滚动规划。

* 1. 研究内容及完成情况

按照合同约定，要求在本节点完成XXXX

可配图，如图1所示。

* 1. 技术指标及达标情况

形成XXX功能

1. 技术指标及考核方式一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 考核对象 | 考核内容及技术指标 | 考核单位 | 考核方式 | 符合情况 | 备注 |
|  | 算法 |  |  |  | 符合。 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

* 1. 主要成果及应用情况

根据合同要求，描述取得的阶段性成果，说明成果的应用方向，已推广应用情况（没有可不写），已取得的效益，未来军事应用的前景、效益和途径等。

1. 组织管理情况

应包括：具体的分工与协作、项目组主要成员流动情况、节点控制措施和办法，以及组织协调等情况。

本课题的组织管理及课题的内部协调坚持科学管理，遵循负责人负责制，通过定期进展汇报和学术交流加强项目沟通，严格日常管理体系。目前严格落实课题内容分级管理，按照项目和研究内容两级管理，分别设立项目负责人和研究内容负责人，项目负责人负责各研究内容的分工与协调工作，研究内容负责人全面负责各研究内容的实施。每月至少组织一次工作会议，检查项目进展，评估阶段成效，解决关键问题。实行节点考核，保证各研究内容的顺利实施。

具体分工表格如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

* 1. 管理措施
     1. 分工与协作

根据合同简述。

* + 1. 措施与办法

简述承研单位在课题实施过程中，针对本课题执行了哪些政策法规，建立了哪些规章制度，形成了哪些管理文件。

* + 1. 组织与协调

课题组织召开了哪些会议，协调解决了哪些问题。

组织了系列会议，如下表所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

* 1. 主要研究人员情况

本次项目参与人员及主要分工如下表

1. 主要研究人员情况表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 性别 | 职称 | 单 位 | 研究内容分工 | 年工作量  (月/年) | 备注 |
| 1 | 李忠奎 | 男 | 研究员 | 北京大学 | 课题总体设计与协调 | 8 |  |
| 2 | 耿志勇 | 男 | 教授 | 北京大学 | 先验条例定义与融合 | 6 |  |
| 3 | 孔诗涵 | 男 | 助理研究员 | 北京大学 | 任务分配 | 8 |  |
| 4 | 宋威豪 | 男 | 博士后 | 北京大学 | 在线协同感知 | 8 |  |
| 5 | 刘泽森 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 偏序关系分析和分解 | 10 |  |
| 6 | 穆怀毅 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 分支定界任务分配 | 10 |  |
| 7 | 刘映竹 | 女 | 研究生 | 北京大学 | 在线自适应学习理论 | 10 |  |
| 8 | 乔亦可 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 任务重规划推理 | 10 |  |
| 9 | 王俊杰 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 形式逻辑子任务定义 | 10 |  |
| 10 | 肖阳 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 软件开发与测试 | 10 |  |
| 11 | 黄华 | 女 | 研究生 | 北京大学 | 软件开发与仿真验证 | 10 |  |
| 12 | 董豪泽 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 算法仿真与应用验证 | 10 |  |
| 13 | 张仕琦 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 算法仿真与应用验证 | 10 |  |
| 14 | 乔鹏 | 男 | 研究生 | 北京大学 | 任务自动机处理 | 10 |  |

1. 问题及建议
   1. 存在问题

无。

* 1. 建议

无。

1. 下一步工作安排

致谢

广阔天地，大有可为。

参考文献

1. 张某. 试验任务书. 单位，2015.04

|  |
| --- |
|  |
| 1. 报告结构图 |

1. 试验流场参数表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 流场 | 1 | 2 |
| 马赫数M∞ |  |  |
| 自由流单位雷诺数Re∞/L(m-1) | × | × |
| 自由流动压q∞(KPa) | × | × |
| 自由流密度ρ∞(kg/m3) | × | × |
| 自由流静温T∞(K) | × | × |
| 自由流静压P∞(Pa) | × | × |
| 自由流速度u∞(m/s) | × | × |

1. 区域1测点坐标（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | x | y | z |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 16 |  |  |  |

1. 热流测量结果（W/cm2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 状态1 | 状态2 | 状态3 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 16 |  |  |  |

1. 区域2测点坐标（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | x | y | z |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 16 |  |  |  |
| 17 |  |  |  |
| 18 |  |  |  |
| 19 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |
| 21 |  |  |  |
| 22 |  |  |  |
| 23 |  |  |  |
| 24 |  |  |  |
| 25 |  |  |  |
| 26 |  |  |  |
| 17 |  |  |  |
| 18 |  |  |  |
| 19 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |
| 21 |  |  |  |
| 22 |  |  |  |
| 23 |  |  |  |

续表5区域2测点坐标（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | x | y | z |
| 24 |  |  |  |
| 24 |  |  |  |
| 25 |  |  |  |
| 26 |  |  |  |
| 27 |  |  |  |
| 28 |  |  |  |
| 29 |  |  |  |
| 30 |  |  |  |
| 31 |  |  |  |
| 32 |  |  |  |
| 33 |  |  |  |
| 34 |  |  |  |
| 35 |  |  |  |
| 36 |  |  |  |
| 37 |  |  |  |
| 38 |  |  |  |