



(21) 申请号 202110967568.0

(22) 申请日 2021.08.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113792985 A

(43) 申请公布日 2021.12.14

(73) 专利权人 北京理工大学
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72) 发明人 陈晨 程子豪 陈杰 邵壮 孟凯

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120
专利代理师 高燕燕

(51) Int. Cl.
G06Q 10/0637 (2023.01)
G06N 3/006 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 110096822 A, 2019.08.06

审查员 苏汀

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法

(57) 摘要

本发明公开一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,考虑不同作战单位之间的相互影响,能够有效快速地提供传感器平台和武器平台侦察任务分配和打击任务分配的多种指挥方案。包括:计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,分别获得武器和传感器的初始可行性矩阵;根据所述武器和传感器的初始可行性矩阵构造初始种群并进行约束条件处理,进行迭代搜索,获得外部种群;判断所述迭代搜索是否达到迭代步数,若达到迭代步数则停止并输出外部种群,即一组任务分配。

计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,分别获得武器和传感器的初始可行性矩阵

根据所述武器和传感器的初始可行性矩阵构造初始种群并进行约束条件处理,进行迭代搜索,获得外部种群

判断所述迭代搜索是否达到迭代步数,若达到迭代步数则停止并输出外部种群,即一组任务分配

1. 一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,包括:

计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,分别获得武器和传感器的初始可行性矩阵;所述武器的初始可行性矩阵表示为 $X=[x_{mst}]_{M \times S \times T}$,其中 $x_{mst} \in \{0,1\}$, $x_{mst}=1$ 表示武器 m 在 s 阶段可以攻击到目标 t ;所述传感器的初始可行性矩阵表示为 $Y=[y_{nst}]_{N \times S \times T}$,其中 $y_{nst} \in \{0,1\}$, $y_{nst}=1$ 表示传感器 n 在 s 阶段可以探测到目标 t ;

根据所述武器和传感器的初始可行性矩阵构造初始种群并进行约束条件处理,进行迭代搜索,获得外部种群;所述构造初始种群采用以下方式:

设置 p 个个体 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 作为初始种群,个体长度 n 为 $S \times (M+N)$,其中 S 为总阶段数, M 为武器总数, N 为传感器总数;

3.1构造 p 个权重向量 $\lambda=\{w_1, w_2\}$,其中 $w_1+w_2=1$,

$$w_1 = \left\{ \frac{0}{p-1}, \frac{1}{p-1}, \frac{2}{p-1}, \dots, \frac{p-1}{p-1} \right\};$$

3.2根据所述权重向量确定给作战资源分配任务的概率:

$$w_i = aw_1 + b$$

$$s_i = cw_1 + d$$

其中, w_1 代表目标函数1的权重, w_2 代表目标函数2的权重, w_i 为给武器分配任务的概率, s_i 为给传感器分配任务的概率, a, b, c, d 为预设系数;

3.3对每个基因位 x_i ,根据 w_i 和 s_i 计算是否需要为该作战资源分配任务,当需要为该作战资源分配任务时,通过式子 $x_i / (M+N)$ 计算出对应的作战阶段 s ,不同的基因位 x_i 对应的作战资源可用下式计算:

$$\begin{cases} i \% (M+N) < M & x_i \in m_{i \% (M+N)} \\ i \% (M+N) \geq M & x_i \in n_{i \% (M+N) - M} \end{cases}$$

其中, i 代表基因位 x_i 的下标, $m_{i \% (M+N)}$ 表示第 $i \% (M+N)$ 个武器, $n_{i \% (M+N) - M}$ 表示第 $i \% (M+N) - M$ 个传感器;

3.4当计算作战资源为武器时,根据其对应的武器和作战阶段,根据所述可行性矩阵 X 中,获得武器在该作战阶段可以攻击的目标,随机选择一个可行的目标作为分配结果;当计算作战资源为传感器时,根据其对应的武器和作战阶段,根据所述可行性矩阵 Y 中,获得传感器在该作战阶段可以探测的目标,随机选择一个可行的目标作为分配结果;

判断所述迭代搜索是否达到迭代步数,若达到迭代步数则停止并输出外部种群,即一组任务分配。

2. 如权利要求1所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,当某武器之前阶段已经分配任务或未受到传感器连续指引,则设置该武器此阶段不执行任务。

3. 如权利要求1或2所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,一次所述迭代搜索的步骤如下:

步骤1、交叉:随机从 T 中选择两个个体 x_j 和 x_k ,随机选择连续的 n 个基因位进行交叉产生新个体 x ,并对 x 进行融合贪心算法的启发式约束处理;

步骤2、变异:对于种群中每个个体进行单基因位变异,首先随机选择一个基因位,根据位置计算对应的作战阶段以及作战单位,从所述可行性矩阵中选取可行性目标,变异过程中设置 p_i 的概率不分配目标,其中 p_i 为预设系数,最后将新个体 x 采用融合贪心算法的启发式方法进行约束处理;

步骤3、对个体进行优化,概率消除无效的作战任务,获得新个体 x ;

步骤4、更新:对于产生的新个体 x ,对所有的优化目标 $j = \{1, 2\}$,更新其最差参考点 $z = (z_1, z_2)$,其中 z_1 代表第一个优化目标的个体中最小的 $f_1(x)$, z_2 代表第二个优化目标的个体中最小的 $f_2(x)$,如果 $f_j(x) < z_j$,设置 $z_j = f_j(x)$;

步骤5、更新邻域解并且更新邻域范围:对向量 λ 对应的个体通过交叉、变异或优化产生的新个体 x ,对于邻域内所有其他个体 x_i ,对所有的目标 $j = \{1, 2\}$,如果 $(x - z)\lambda_j^T > (x_i - z)\lambda_j^T$,那么设置 $x_i = x$,其中 i 为当前代数;

步骤6、根据拥挤度关系更新外部种群EP:对于每个新个体 x ,从EP中移除被 x 支配的所有个体,如果EP中没有个体支配 x ,且与个体 x 的欧氏距离均不小于 d_{\min} , d_{\min} 为自行设置的最小距离,则将 x 加入到EP中。

4. 如权利要求3所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,所述预设系数 p_i 取0.3-0.5。

5. 如权利要求4所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,所述融合贪心算法的启发式进行约束处理采用下述方式:

a) 对于武器转火约束,设置采用贪心策略的概率为 p_g ,其计算公式为 $p_g = i / (i + I)$, i 为当前迭代次数, I 为总迭代次数;当某武器 w 违反转火约束时则消除约束冲突;采用贪心策略分别计算不同情况下各目标函数的加权和,采取使得该加权和最大的方式;

b) 当武器和传感器未能满足连续指引约束时,在不改变已经分配任务的传感器的情况下,在所述可行性矩阵中随机选择可行的空闲传感器分配任务以满足指引约束,如果不存在可行的空闲传感器,则分配的武器任务失效。

6. 如权利要求5所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,所述消除约束冲突可以采用以下三种方式:一是 w 武器在之前阶段不执行任务,二是 w 武器在当前阶段不执行任务,三是 w 武器在两个阶段均不执行任务。

7. 如权利要求6所述的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,其特征在于,所述无效的作战任务包含以下两种:一是目标已经分配了较多的武器,此时不再将武器分配给该目标;二是传感器对目标的跟踪未能成功指引武器。

一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能控制技术领域,涉及作战资源优化分配技术,具体涉及一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法。

背景技术

[0002] 任务分配是作战指挥的关键环节,直接影响作战的进程和胜败,是各军事强国竞相研究的一个重要军事问题。未来战争主要表现方式是联合作战,许多武器需要传感器平台的连续指引才能够有较好的命中率,武器平台和传感器平台在联合指挥机构统一指挥下共同实施作战。通过联网的传感器、武器和决策人达成共识,可提高指挥速度、加快作战节奏、增大打击毁灭性、提高自身存活率,实现更优的作战效能。

[0003] 在武器平台和传感器平台联合作战任务分配过程中,需要考虑到有限的传感器、武器数量,作战时间以及作战成本等问题。如何通过优化算法来进行传感器、武器任务的联合分配,使得有效发挥武器传感器的性能,达到最优的作战效能显得尤其重要。

[0004] 现有技术中大多数只考虑武器分配,未能考虑武器和传感器的联合作战。对于传感器武器联合分配,有一定学术研究,但多采用构造式的方法,进行传感器和武器的一次性分配,未能考虑传感器武器之间的耦合性,也未能考虑实际作战的动态特性,当武器、传感器网络中节点数量较多的时候无法求得较优的解。

发明内容

[0005] 本发明公开一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,考虑不同作战单位之间的相互影响,能够有效快速地提供传感器平台和武器平台探测任务分配和打击任务分配的多种指挥方案。

[0006] 本发明通过以下技术方案实现。

[0007] 一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,包括:

[0008] 计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,分别获得武器和传感器的初始可行性矩阵;

[0009] 根据所述武器和传感器的初始可行性矩阵构造初始种群并进行约束条件处理,进行迭代搜索,获得外部种群;

[0010] 判断所述迭代搜索是否达到迭代步数,若达到迭代步数则停止并输出外部种群,即一组任务分配方案。

[0011] 本发明的有益效果:

[0012] 本发明考虑了武器传感器之间的动态协作,相对于单一作战方式具有更高的作战效能。同时采用综合探索、开发与权重向量的启发式方法对种群进行初始化,采取融合贪心策略的约束处理方法进行约束处理,并对判断无效的传感器和武器任务进行自适应消除,提升了算法的求解效率和能力,可以应用于大规模作战情况,有效提升对敌方目标的毁伤并减少了作战消耗,提高指挥灵活度,有效提升了作战效能。

附图说明

[0013] 图1为本发明传感器-武器动态联合任务多目标分配方法流程图;

[0014] 图2为具体实施方式中一次所述迭代搜索的流程图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明作详细说明。

[0016] 如图1所示,本具体实施方式的一种传感器-武器动态联合任务多目标分配方法,具体包括:

[0017] 步骤一、计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,分别获得武器和传感器的初始可行性矩阵;

[0018] 本实施例中,所述武器的初始可行性矩阵表示为 $X = [x_{mst}]_{M \times S \times T}$,其中 $x_{mst} \in \{0, 1\}$, $x_{mst} = 1$ 表示武器 m 在 s 阶段可以攻击到目标 t ;所述传感器的初始可行性矩阵表示为 $Y = [y_{nst}]_{N \times S \times T}$,其中 $y_{nst} \in \{0, 1\}$, $y_{nst} = 1$ 表示传感器 n 在 s 阶段可以探测到目标 t 。

[0019] 步骤二、根据所述武器和传感器的初始可行性矩阵构造初始种群并进行约束条件处理,进行迭代搜索,获得外部种群;

[0020] 本实施例中,所述构造初始种群采用以下方式:

[0021] 设置 p 个个体 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ 作为初始种群,个体长度 n 为 $S \times (M+N)$,

[0022] 其中 S 为总阶段数, M 为武器总数, N 为传感器总数。

[0023] 每个基因位的构造方法如下:

[0024] 首先构造 p 个权重向量 $\lambda = \{w_1, w_2\}$,其中 $w_1 + w_2 = 1$,

$$w_1 = \left\{ \frac{0}{p-1}, \frac{1}{p-1}, \frac{2}{p-1}, \dots, \frac{p-1}{p-1} \right\}$$

[0025] 根据权重向量 $\lambda = \{w_1, w_2\}$,确定给作战资源分配任务的概率:

$$[0026] \quad w_i = aw_1 + b$$

$$[0027] \quad s_i = cw_1 + d$$

[0028] 其中, w_1 代表目标函数1的权重, w_2 代表目标函数2的权重, w_i 为给武器分配任务的概率, s_i 为给传感器分配任务的概率, a, b, c, d 为预设系数;

[0029] 然后对每个基因位 x_i ,根据 w_i 和 s_i 计算是否需要为该作战资源分配任务,当需要为该作战资源分配任务时,通过式子 $i / (M+N)$ 计算出对应的作战阶段 s ,不同的基因位 x_i 对应的作战资源可用下式计算:

$$[0030] \quad \begin{cases} i \% (M+N) < M & x_i \in m_{i \% (M+N)} \\ i \% (M+N) \geq M & x_i \in n_{i \% (M+N) - M} \end{cases}$$

[0031] 其中, i 代表基因位 x_i 的下标, $m_{i \% (M+N)}$ 表示第 $i \% (M+N)$ 个武器, $n_{i \% (M+N) - M}$ 表示第 $i \% (M+N) - M$ 个传感器。

[0032] 当计算作战资源为武器时,根据其对应的武器和作战阶段,根据步骤一中所述可行性矩阵 X 中,可以获得武器在该作战阶段可以攻击的目标,随机选择一个可行的目标作为分配结果。当计算作战资源为传感器时,根据其对应的武器和作战阶段,根据步骤一中所述可行性矩阵 Y 中,可以获得传感器在该作战阶段可以探测的目标,随机选择一个可行的目标

作为分配结果。

[0033] 以上步骤计算了初步的个体 x ,但在具体实施时,当以上产生的个体未能满足全部约束条件,未能结合武器与传感器的耦合性,武器需要传感器一段时间的指引才能成功命中目标,且武器无法连续开火,因此需要对个体进行约束条件处理;对个体进行约束条件处理,当某武器之前阶段已经分配任务或未受到传感器连续指引,则设置该武器此阶段不执行任务。从而最终构建出初始种群。

[0034] 如图2所示,本实施例中,一次所述迭代搜索的步骤如下:

[0035] 步骤1、交叉:随机从 T 中选择两个个体 x_j 和 x_k ,随机选择连续的 n 个基因位进行交叉产生新个体 x ,并对 x 进行融合贪心算法的启发式约束处理;

[0036] 步骤2、变异:对于种群中每个个体进行单基因位变异,首先随机选择一个基因位,根据位置计算对应的作战阶段以及作战单位,从所述可行性矩阵中选取可行性目标,变异过程中设置 p_i 的概率不分配目标,其中 p_i 为预设系数,优选地,取 $0.3-0.5$,最后将新个体 x 采用融合贪心算法的启发式方法进行约束处理;

[0037] 本实施例中,所述融合贪心算法的启发式进行约束处理采用下述方式:

[0038] a) 对于武器转火约束,设置采用贪心策略的概率为 p_g ,其计算公式为 $p_g = i / (i + I)$, i 为当前迭代次数, I 为总迭代次数;当某武器 w 违反转火约束时则消除约束冲突;采用贪心策略分别计算不同情况下各目标函数的加权和,采取使得该加权和最大的方式。具体实施时,如果不采用贪心策略,则随机采取任何一种方式。

[0039] 所述消除约束冲突可以采用以下三种方式:一是 w 武器在之前阶段不执行任务,二是 w 武器在当前阶段不执行任务,三是 w 武器在两个阶段均不执行任务。

[0040] b) 当武器和传感器未能满足连续指引约束时,在不改变已经分配任务的传感器的情况下,在所述可行性矩阵中随机选择可行的空闲传感器分配任务以满足指引约束,如果不存在可行的空闲传感器,则分配的武器任务失效。

[0041] 步骤3、对个体进行优化,概率消除无效的作战任务,获得新个体 x ;

[0042] 本实施例中所述无效的作战任务包含以下两种:一是目标已经分配了较多的武器,此时不再将武器分配给该目标;二是传感器对目标的跟踪未能成功指引武器。

[0043] 步骤4、更新:对于产生的新个体 x ,对所有的优化目标 $j = \{1, 2\}$,更新其最差参考点 $z(z_1, z_2)$,其中 z_1 代表第一个优化目标的个体中最小的 $f_1(x)$, z_2 代表第二个优化目标的个体中最小的 $f_2(x)$,如果 $f_j(x) < z_j$,设置 $z_j = f_j(x)$ 。

[0044] 步骤5、更新邻域解并且更新邻域范围:对向量 λ 对应的个体通过交叉、变异或优化产生的新个体 x' 对于邻域内所有其他个体 x_i (其对应的权重向量 λ_i),对所有的目标 $j = \{1, 2\}$,如果 $(x' - z)\lambda_i^T > (x_i - z)\lambda_i^T$,那么设置 $x_i = x'$,其中 i 为当前代数;

[0045] 步骤6、根据拥挤度关系更新外部种群EP:对于每个新个体 x' ,从EP中移除被 x' 支配的所有个体,如果EP中没有个体支配 x' ,且与个体 x' 的欧氏距离均不小于 d_{\min} , d_{\min} 为自行设置的最小距离,则将 x' 加入到EP中。

[0046] 步骤三、判断所述迭代搜索是否达到迭代步数,若达到迭代步数则停止并输出外部种群。

[0047] 根据上述步骤可以看出,所述外部种群中含有多个个体,每个个体代表着一种任

务分配的解,因此外部种群即是一组解也就是一组任务分配方法。

[0048] 实施例1:

[0049] 本实施例所针对的作战场景具体为:防御方部署了多个作战平台,作战分为S个阶段,武器平台集合为 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_M\}$,传感器平台集合为 $S = \{sen_1, sen_2, \dots, sen_N\}$,传感器单元和武器单元两两之间能够进行通信,进攻方有T个飞机,其目标为突破防御。防御方需要对敌方多个来袭目标进行探测跟踪和目标打击两项任务。其中传感器单元负责探测捕获任务,当敌方目标被成功探测并指引后,武器单元对被追踪捕获的敌方目标进行打击。优化目标为最大化消除目标威胁和最小化作战资源消耗,其目标函数为 $f_1(x)$ 和 $f_2(x)$ 。传感器武器联合体现在武器需要传感器平台的连续指引才能有较好的命中率,需要保证传感器平台多个阶段对目标的跟踪,来将武器导向目标,武器单元自身需满足转火约束,即在之前一段时间分配给某给目标之后,当前阶段不能分配给其它目标。

[0050] 针对该种作战场景,下面按照具体实施步骤详细介绍本发明的方法:

[0051] 步骤1、设置外部种群EP为空集,用以存储最优解。在二维空间生成一组均匀分布的权向量,计算任意两个权向量之间的欧式距离,根据该欧式距离将每个权向量最近的T个权重向量作为其邻域向量,其集合为 $TV = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T\}$ 。

[0052] 步骤2、通过预测的目标轨迹,计算每个作战阶段传感器和武器能够探测到的目标,获得武器和传感器的初始可行性矩阵,武器的初始可行性矩阵表示为 $X = [x_{mst}]_{M \times S \times T}$,其中 $x_{mst} \in \{0, 1\}$, $x_{mst} = 1$ 表示武器在s阶段可以攻击到目标t,同样的,传感器的初始可行性矩阵表示为 $Y = [y_{nst}]_{N \times S \times T}$,其中 $y_{nst} \in \{0, 1\}$, $y_{nst} = 1$ 表示传感器在s阶段可以探测到目标t。

[0053] 步骤3、采用考虑权重影响的启发式方法构造初始种群。设置种群中的个体为 p_i 。对于每个个体,通过以下步骤构造。

[0054] 步骤3.1、每个个体的长度设置为 $S \times (M+N)$,其中S为作战阶段数,M为武器总数,N为传感器总数。采用整数t编码,不同整数t代表不同敌方目标,其中部分位置代表在阶段s将武器m分配给目标t或未分配任务,另一部分位置代表在阶段s将传感器n分配给目标t或未分配任务,其计算方法为:

[0055] 对于基因位 x_i ,对应的作战阶段为 $i / (M+N)$,对应的作战资源通过以下公式计算:

$$[0056] \quad \begin{cases} i \% (M+N) < M & x_i \in m_{i \% (M+N)} \\ i \% (M+N) \geq M & x_i \in n_{i \% (M+N) - M} \end{cases}$$

[0057] 其中,其中,i代表基因位 x_i 的下标, $m_{i \% (M+N)}$ 表示第 $i \% (M+N)$ 个武器, $n_{i \% (M+N) - M}$ 表示第 $i \% (M+N) - M$ 个传感器。

[0058] 根据每个基因位所对应的作战阶段和作战资源(武器或传感器),根据权重向量以及步骤2中建立的可行性矩阵进行初始化。

[0059] 步骤3.2、根据权重向量 $\lambda = \{w_1, w_2\}$ 确定给作战资源分配任务的概率,其中 x_1 代表最大化消除目标威胁目标的权重, x_2 代表最小化作战资源消耗目标的权重。对于更需求消除目标威胁的任务,初始分配时设置更高分配任务的概率。设给武器分配任务的概率为 w_i ,设给传感器分配任务的概率为 s_i ,优选地,按照以下公式设置任务分配概率:

$$[0060] \quad w_i = a w_1 + b$$

$$[0061] \quad s_i = c w_1 + d$$

[0062] 其中, a, b, c, d 为系数, 优选地, c, d 设置为 a, b 的 1.5 倍, b 取 0.1, a 由武器可行性表中有效分配总数除以目标总数的 3-7 倍来确定。

[0063] 计算出对应的作战资源以及作战阶段后, 根据步骤 2 中建立的可行性矩阵中随机选择一个可行的目标作为分配结果。

[0064] 步骤 3.3、通过步骤 3.1、3.2 产生的个体未能满足全部约束条件, 未能考虑连续指引约束和武器转火约束, 因此需要对产生的个体进行约束条件处理, 当某武器之前阶段已经分配任务或未受到传感器连续指引, 则设置该武器此阶段不执行任务。

[0065] 反复执行上述操作后群获得初始种群 P_{ini} 。

[0066] 步骤 4、设置初始的初始参考点 $z_{ini} = \{z_1, z_2\}$, 对初始种群 P_{ini} 计算当代每个个体的每个目标的适应度函数值, 则 $z_1 = \min(f_1(x)) \quad \forall x \in P_{ini}$, $z_2 = \min(f_2(x)) \quad \forall x \in P_{ini}$, 求得初始种群 P_{ini} 的参考点 z_0 。

[0067] 以下面的步骤 5 ~ 步骤 10 为一次迭代过程, 设当前代数为 i :

[0068] 步骤 5、交叉。随机从 T 中选择两个个体 x_j 和 x_k , 随机选择连续的 n 个基因位进行交叉产生新个体 x , 并对 x 进行融合贪心算法的启发式约束处理。

[0069] 步骤 5.1、对于武器转火约束, 设置采用贪心策略的概率为 pg , 优选地, 其计算公式为 $pg = i / (i + I)$, i 为当前迭代次数, I 为总迭代次数。当某武器 w 违反转火约束时, 有三种消除约束冲突的方法, 即 w 武器在之前阶段不执行任务, w 武器在当前阶段不执行任务以及 w 武器在两个阶段均不执行任务。采用贪心策略时, 分别计算三种情况下各目标函数的加权和, 采取使得该加权和最大的方法。不采用贪心策略时, 则随机采取上述一种方法。

[0070] 步骤 5.2、当武器和传感器未能满足连续指引约束时, 在不改变已经分配任务的传感器的情况下, 在可行性矩阵中随机选择可行的空闲传感器分配任务以满足指引约束, 如果不存在可行的空闲传感器, 则分配的武器任务失效。

[0071] 步骤 6、变异。对于种群中每个个体进行单基因位变异, 首先随机选择一个基因位, 根据位置计算对应的作战阶段以及作战单位, 从可行性矩阵中选取可行性目标, 变异过程中设置 p 的概率不分配目标, 优选地, p 一般取 0.3-0.5, 最后将变异后产生的新个体 x 采用步骤 5 中的约束处理方法进行约束处理。

[0072] 步骤 7、对个体进行优化, 概率消除无效的作战任务, 包含以下两种: 一个目标已经分配了较多的武器, 此时再将武器分配给该目标; 当传感器对目标的跟踪未能成功指引武器。

设置消除概率 Pe , 优选地, $Pe = \frac{0.5i}{i + I}$, 对于无效的作战任务, 根据概率 Pe 设置为任务失

效, 通过优化操作获得新个体 x 。

[0073] 步骤 8、更新参考点 z 。对于产生的新个体 x , 对所有的任务目标 $j = \{1, 2\}$, 如果目标函数 $f_j(x) < z_j$, 设置 $z_j = f_j(x)$ 。

[0074] 步骤 9、更新邻域解并且更新邻域范围。对向量 λ 对应的个体通过交叉、变异或优化产生的新个体 x' 对于邻域内所有其他个体 x_i (其对应的权重向量 λ_i), 对所有的目标 $j = \{1, 2\}$, 如果 $(x' - z)\lambda_i^T > (x_i - z)\lambda_i^T$, 那么设置 $x_i = x'$ 。

[0075] 步骤 10、根据拥挤度关系更新外部种群 EP 。对于每个新个体 x' , 从 EP 中移除被 x' 支

配的所有个体。如果EP中没有个体支配 x' ，且与个体 x' 的欧氏距离均不小于 d_{\min} ， d_{\min} 为自行设置的最小距离，则将 x' 加入到EP中。

[0076] 步骤11、判断是否达到迭代步数，若达到迭代步数则停止并输出EP作为最优分配方案集。否则返回步骤5，进行下一次迭代。

[0077] 通过上述步骤可以看出，该方法将武器传感器可行性矩阵作为优化算法的输入变量，考虑最大化消除目标威胁和最小化作战资源消耗为优化目标函数。在基于分解的多目标优化算法的基础上，改进了初始化方法，通过考虑权重向量的启发式方法构造初始个体，在迭代过程中对个体进行优化，减少了无效的作战任务，对约束条件的处理采取自适应贪心方法，采取了自适应的领域匹配策略。改进的方法考虑了传感器武器的耦合特性以及作战的动态性，并通过对种群初始化、约束条件处理策略以及无效个体的优化提高了算法的搜索能力，避免了在作战规模较大时候，传统分解算法可能出现的局部最优的情况，在大规模情况下依然可以求得优秀的解集。

[0078] 综上所述，以上仅为本发明的较佳实例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

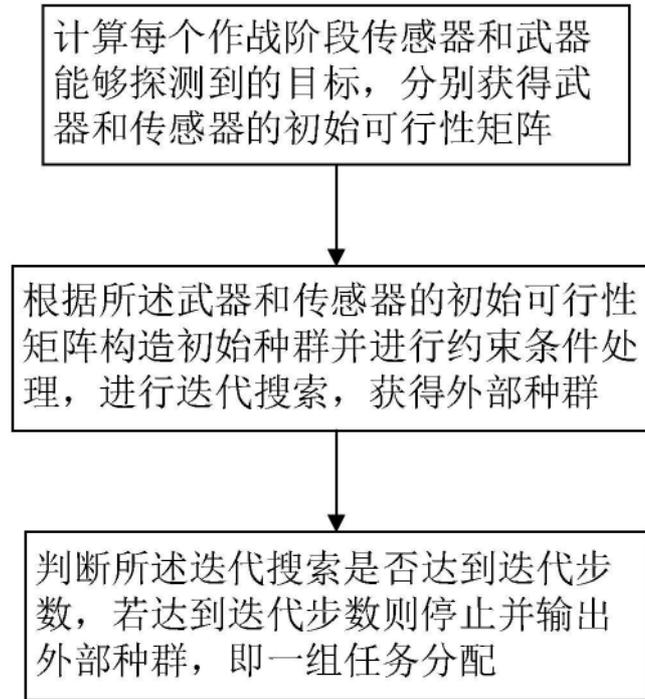


图1

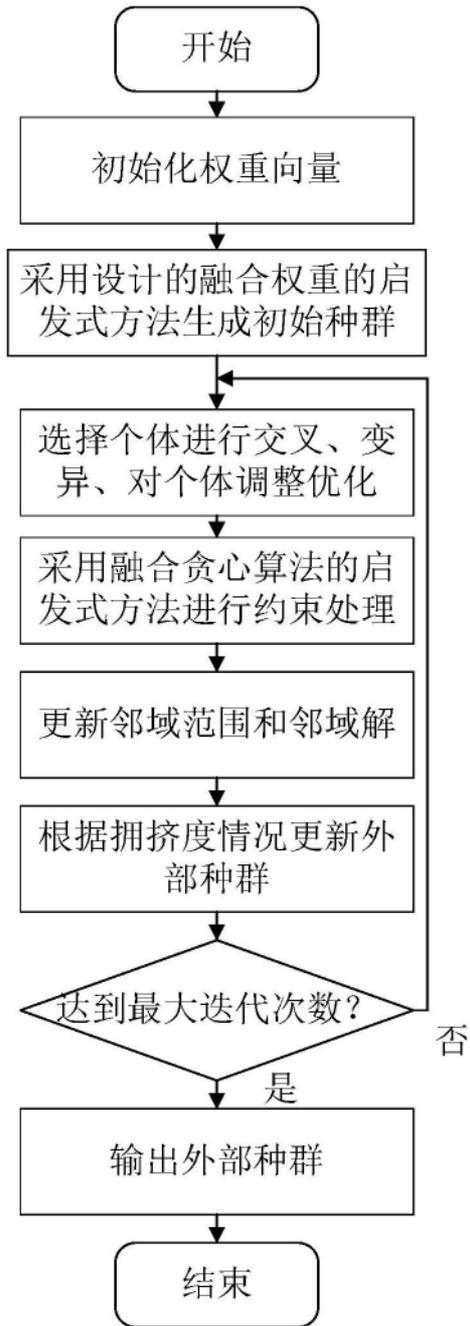


图2