**一种求解双标准柔性作业车间的禁忌搜索算法调度问题**

**摘要：**我们在本文中考虑了工业背景下的调度问题。 该问题可以看作是柔性作业车间调度问题。 使用两个标准评估解决方案：完工时间和最大延迟时间。 我们提出了一种禁忌搜索算法，该算法可以找到最小完工时间的解决方案，并尊重最大延迟的给定界限。 这种方法在多标准文献中被称为epsilon约束方法，它可用于查找整套主导标准向量。Tabu搜索算法在文献的基准实例上进行了测试，并对结果进行了讨论。

版权所有2006年国际会计师联合会

关键词：调度、灵活作业车间、双标准、禁忌搜索

**1. 背景（CONTEXT）**

在印刷或制板行业中，资源可用于处理不同类型的操作，并且作业的操作可由多个资源执行。 工作的路线并不相同。 作业的调度可以通过解决灵活作业车间调度问题来完成。 此外，出于一些实际原因，在这种行业中，决策者不仅对单一目标函数感兴趣，而且对完工时间或流动时间等标准与涉及延迟测量的标准之间的最佳折衷解决方案感兴趣。

我们可以在（Jurisch，1992）中找到用于多用途机器作业车间调度问题的分支定界算法和一些启发式算法，这是一个类似的问题。在（Dauz`ereP´er`es和Paulli，1997）中，作者提出了针对灵活作业车间问题的 Tabu 搜索，将完工时间作为目标函数。分层方法可以在（Paulli，1995）中找到，其中第一步解决分配问题，第二步解决作业车间调度问题。在（Alvarez-Valdes等，2005）中，作者提出了一种启发式算法来解决灵活的作业车间问题。他们的问题专门针对具有特殊限制（例如无需等待或重叠）的玻璃工厂行业。他们的目标函数是找到一个考虑早到和迟到的时间表。作者使用了两步算法，第一步使用优先级规则来解决问题，第二步使用局部搜索改进了该解决方案。我们可以（Mastrolilli 和 Gambardella，2000）中找到灵活作业车间问题的两个邻域结构。他们定义的邻域的一个兴趣是任何可行的解决方案都具有空邻域是最佳的。

我们认为必须最大限度地减少完工时间和最大延迟时间。据我们所知，我们认为以前的文献中从未解决过双标准灵活作业车间调度问题（T'kindt和Billaut，2002）。更准确地说，我们寻找一种考虑到最大延迟时间和最小完工时间的给定界限的解决方案，这称为 ε 约束方法。我们提出解决这个问题的算法是禁忌搜索，据我们所知，这是这种方法的原始方法。

在第2节中，我们更正式地定义问题并给出符号。在第3节中，我们描述 Tabu搜索算法。计算经验第4节介绍并讨论了这些内容。

**2. 问题定义和符号（PROBLEM DEFINITION AND NOTATIONS）**

我们考虑灵活作业车间调度（FJS）问题，它是经典作业车间问题的概括。 必须在包含个分离资源的组上调度包含个作业的组。每个作业需要个连续操作才能完成，作业的操作用表示。每个操作可以由多个资源处理。我们用表示可以执行的资源集。我们假设的处理时间不依赖于执行资源。 该处理时间用表示。每个作业都与一个由表示的截止日期相关联。

问题是确定每个操作的执行资源和开始时间。我们用表示的完成时间。为了衡量调度的质量，需要考虑两个标准：完工时间 和最大迟到。

所考虑的问题显然是强NP-hard的。

可以使用多种方法来查找非支配解集。我们建议使用-constraint方法：一个标准被最小化，而另一个标准则受限制。可以通过迭代修改边界来获得代表非支配标准向量的一组解。本文仅关注解决问题的-constraint公式的算法，即我们寻找最小化准则并遵守约束的解决方案。

**3. 禁忌搜索算法（TABU SEARCH ALGORITHM）**

禁忌搜索算法需要初始解和邻域结构，并通过使用移动从一个解转换到另一个解来进行。 检查当前解决方案的所有邻居并选择最佳可接受的移动。 请注意，此举动可能会降低解决方案的质量。允许的走法不在包含禁止走法的列表中，即所谓的禁忌列表。Tabu搜索算法的一般描述可以在（Glover，1989）中找到。

**3.1 初始解（Initial Solution）**

通过使用两步过程找到初始解决方案：首先，为每个操作确定分配； 其次，解决了车间作业调度问题。

操作的初始分配由贪婪算法给出，用表示。该算法与（Dauz`ere-P´er`es 和 Paulli，1997）中描述的算法相同。首先，操作按排序。非递减顺序和非递增顺序打破平局。一项资源的工作负载由分配的操作的处理时间总和来定义。 资源按其工作负载非递减顺序排序。对于每个操，将属于的第一个资源分配给该操作，更新该资源的工作负载以及资源的排序。该过程不断迭代，直到所有操作都分配给一个资源。

然后，基于松弛规则，使用以下贪心算法来解决作业车间问题。我们用 S 表示候选操作集。一开始。候选操作按其释放时间非降序排序（并且松弛非降序以打破平局）。操作的释放时间是执行资源可用于处理操作的空闲时间与操作的完成时间之间的最大值。作业的松弛是作业 的到期日与该作业的完成时间之间的差值（如果在之后没有空闲时间处理剩余作业）。计划第一个候选操作，更新发布日期，更新，并且在时迭代该过程。

此初始解决方案尝试返回具有良好迟到值的解决方案，因为在松弛规则中考虑了到期日期。 原因是解决方案必须尊重延迟值的界限，才能可行。 在下面的，

这一限制是主要问题。

**3.2 解决方案的编码（Coding of a solution）**