Mission Time Linear Temporal Logic (MLTL) is a bounded variant of Metric Temporal Logic (MTL) designed to specify requirements for mission-based system operations, such as those in aircraft, spacecraft, vehicles, and robots. MLTL extends the syntax of Linear Temporal Logic (LTL) by incorporating integer bounds on temporal operators, allowing for precise specification of behaviors within specific time intervals. For example, the formula ([0,10]p) (Globally (p)) indicates that (p) must be true at every time point from 0 to 10, while (\Diamond[0,10]p) (Eventually (p)) means (p) must be true at some point within that interval. This bounded nature makes MLTL particularly suitable for tasks where the duration is known in advance, such as the battery life of an Unmanned Aerial System (UAS). The use of integer bounds instead of real-time bounds allows for more generic specifications adaptable to different levels of abstraction and platforms, enhancing the flexibility and reusability of the logic in various mission-critical applications (Li, Vardi, and Rozier, 2019; SpringerLink, 2019).

References:

* Li, J., Vardi, M.Y. and Rozier, K.Y. (2019) ‘Satisfiability checking for Mission-time LTL (MLTL)’, *Information and Computation*. Available at: https://doi.org/10.1016/j.ic.2022.104923.
* SpringerLink (2019) ‘Satisfiability Checking for Mission-Time LTL’. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25543-5\_1.

任务时间线性时态逻辑（Mission Time Linear Temporal Logic，简称MLTL）是一种度量时态逻辑（MTL）的变体，专门用于描述任务驱动系统（如飞机、航天器、车辆和机器人）的操作要求。MLTL通过在时态运算符上引入整数边界，提供了一种通用的规范方法，适用于不同的任务场景。

**基本概念**

MLTL的基本运算符包括：

* **F\_I（Finally within interval I）**：表示在时间间隔I内某个条件最终会成立。
* **G\_I（Globally within interval I）**：表示在时间间隔I内某个条件始终成立。
* **U\_I（Until within interval I）**：表示某个条件会一直成立直到另一个条件在时间间隔I内成立。

**语法和语义**

MLTL公式的语法基于这些时间约束运算符。例如：

* **F\_{(0,5)} p**：表示条件p在未来0到5个时间单位内最终会成立。
* **G\_{(0,10)} q**：表示条件q在未来0到10个时间单位内始终成立。
* **p U\_{(0,3)} r**：表示条件p会一直成立直到条件r在未来0到3个时间单位内成立。

[这些公式的语义通过在有限轨迹上进行评估来定义。MLTL允许对系统行为进行精确的时间约束描述，这在任务驱动系统的验证中尤为重要1](https://research.temporallogic.org/papers/LVR22.pdf)[2](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-25543-5_1.pdf)。

**应用**

MLTL广泛应用于任务驱动系统的规范和验证。例如，在无人机系统中，我们可以用MLTL来描述以下性质：

* **任务完成时间**：无人机必须在30分钟的电池寿命内完成任务（F\_{(0,30)} task\_complete）。
* **安全性**：无人机在整个任务期间必须保持安全距离（G\_{(0,30)} safe\_distance）。

通过这些描述，可以确保系统在规定的时间范围内满足特定的行为要求，从而提高系统的可靠性和安全性。

**示例**

假设我们有一个自动驾驶汽车系统，我们可以用MLTL来描述以下性质：

* **响应时间**：在检测到障碍物后，系统必须在2秒内做出反应（F\_{(0,2)} response）。
* **持续监控**：系统必须在整个任务期间持续监控环境（G\_{(0,30)} monitor\_environment）。

这些性质可以通过MLTL公式来表达，并用于验证系统在运行过程中的行为是否符合预期。